بخش اول مقدمه‌ای بر هیدروبیولوژی

۱- تعریف هیدروبیولوژی

هیدروبیولوژی از سه کلمه hydro به معنی آب، Bios به معنی حیات و Loges به معنی شناخت ؛ گرفته شده‌است. در واقع دانش زیست شناسی آب را هیدروبیولوژی گویند. به عبارت دقیق تر هیدروبیولوژی به دانشی اطلاق می‌شود که برای شناسایی موجودات زنده و ارتباط آنها با محیط و اثراتی که این موجودات بر محیط دارند به‌کار رود (اثرات موجودات زنده بر محیط و بالعکس موضوع علم هیدروبیولوژی را رقم می‌زند). موجودات زنده شامل گیاهان و جانوران می‌شوند که تشکیل محیط زنده را می‌دهند و محیط بی جان خود آب است که بوسیله خصوصیات فیزیکی شیمیایی و خصوصیات بستر و نظایر آن مشخص می‌شود. هیدروبیولوژی به علوم جانورشناسی، اکولوژی، فیزیولوژی، گیاه‌شناسی، بیوشیمی، هیدرولوژی، فیزیک و شیمی وابسته است.

۲- تاریخچه هیدروبیولوژی:

اگر تاریخ دقیق ایجاد یک علم را از زمان انتشار علمی یک مجله اختصاصی و مربوط به آن علم به حساب آوریم باید سال ۱۹۰۶ را سال ایجاد علم هیدروبیولوژی بنامیم. در این سال اولین مجله علمی راجع به هیدروبیولوژی تحت عنوان (Archive for Hydrobiology) به زبان آلمانی منتشر شد و به فاصله دو سال یعنی در سال ۱۹۰۸ مجله دوم آلمانی به نام International review dreges hydrobiology به وجود آمد که این دو مجله اختصاصی هنوز هم منتشر می‌شوند. در سال‌های بعد مجلات دیگری به این مجلات اضافه شد و امروزه بیش از صدها مجله به صورت مرتب راجع به هیدروبیولوژی، اقیانوس شناسی، ماهی شناسی و شیلات و علوم وابسته به آن در تمام دنیا منتشر می‌گردد.

۳- طبقه‌بندی هیدروبیولوژی:

هیدروبیولوژی به دو شاخه زیر تقسیم می‌شود:

الف- هیدروبیولوژی عمومی: که شامل عوامل زنده (biotic) و عوامل غیر زنده (abiotic) می باشد. از عوامل غیر زنده می‌توان به دما، نور، pH، املاح و مواد شیمیایی اشاره کرد و از عوامل زنده می‌توان غذا، دشمنان، مهاجرت و رقابت را نام برد.

ب- هیدروبیولوژی اختصاصی: که شامل فون و فلور دریاها، دریاچه‌ها، اقیانوس‌ها و غیره می‌شود. این بخش در آزمایشگاه بررسی می‌شود.

۴- استقلال هیدروبیولوژی:

عوامل متعدد سبب استقلال هیدروبیولوژی و طرح آن به عنوان دانشی مستقل در جامعه شده‌است:

۱-کم شدن و نابودی برخی ماهیان: برای حل این مسئله محققین متوجه ضرورت شناسایی و دانستن کیفیت زیستی ماهیان بخصوص قدرت تکثیر آنها گشتند. برای این منظور لازم بود قدرت تولیدی آن ها را محاسبه کنند. نظر به اینکه لارو بیشتر ماهیان بالغ خوراکشان از پلانکتونها می‌باشد، لذا برای محاسبه قدرت تولیدی آب و دانستن مقدار و طرز گسترش پلانکتونها، شمارش پلانکتونها به خصوص پلانکتون‌های گیاهی که قادرند از نور آفتاب و مواد معدنی، مواد آلی را بسازند (تولید کنندگان اولیه) توسط محققین لازم آمد. در اثر تحقیقات مختلف معلوم شد که مقدار پلانکتونها در نقاط مختلف آبها و در مواقع مختلف سال با یکدیگر متفاوت است. در سال ۱۸۸۶ اولین مقاله علمی راجع به پلانکتون‌های آب شیرین منتشر شد و در نهایت مشخص شد گسترش و تعداد پلانکتون‌ها تا حد زیادی به خواص فیزیکی و شیمیایی آب بستگی دارد لذا بررسی فیزیکی- شیمیایی آبها در تحقیقات هیدروبیولوژی اهمیت بیشتری پیدا کرد. در سال ۱۹۰۲ کمیسیون بین‌المللی بررسی دریاها تحت عنوان ICES تشکیل شد که در آن ده کشور اروپایی شرکت داشتند. کار این کمیسیون تحقیقات در زمینه ماهی شناسی و شیلات و شمارش

پلانکتونها و پلانکتون‌شناسی و کلاً هیدروبیولوژی بود. بعدها تحقیقات در کف و بستر آبها که به آن مطالعات بنتوز گویند هم توسط حفاری‌هایی که بطور کلی مقدار موجودات زنده آبها را معین می‌نماید به این تحقیقات افزوده شد. این کمیسیون در حال حاضر هر دو سال یک بار به منظور بررسی دریاها و اقیانوسها در کوپنهاک تشکیل می گردد.

۲-سازماندهی اصولی کارهای تحقیقاتی:

پس از انتشار کتاب اصول الانواع، جانورشناسان درصدد برآمدن پاسخ سؤال‌های مربوط به تکامل تدریجی را که نتوانسته بودن در روی زمین بیابند در اقیانوس‌ها و دریاها جستجو نمایند. لذا برای تحقیقات کالبدشناسی و انسجام بخشیدن به کارهای تحقیقاتی کارگاه‌هایی در کنار دریاها بوجود آمد که مجهز به تمام وسایل کار بود. محققینی که در این کارگاه‌ها به بررسی‌های علمی مشغول بودند به زودی متوجه شدند که بین موجودات آبزی و محیط‌زیست آنها وابستگی خیلی نزدیکی وجود دارد. بدین معنی که بعضی از موجودات در محیط‌های زیستی بخصوص مثل شن و ماسه یا لجن پیدا می‌شوند، برخی دیگر بر روی سنگ‌ها و خزه‌ها و برخی در حرارت‌های خاص زندگی می کنند. بعضی در آب‌هایی با غلظت‌های معین و محدود به سر می‌برند. همین عوامل باعث ایجاد علاقه و توجه محققین به علم هیدروبیولوژی و در نتیجه استقلال آن در سال‌های بعد گشت. اولین ایستگاه بیولوژی دریایی در سال ۱۸۷۱ در سباستوپل افتتاح شد و یک سال بعد در ناپل دومین کارگاه بوجود آمد و کارگاه آمریکایی نیوپورت در سال ۱۸۷۲ تأسیس شد. در همه این کارگاه‌ها امروزه تحقیقات هیدروبیولوژی به عمل می‌آید. علاوه بر اینها بیش از ۱۰۰ کارگاه در نقاط مختلف جهان مشغول به فعالیت و تحقیقات در زمینه‌های هیدروبیولوژی و لیمنولوژی می‌باشند.

۳-اثر فاضلاب روی آب‌های آشامیدنی و آلودگی آنها (مبارزه با آلودگی‌ها): به‌همان صورتی که در کشورهای پیشرفته صنایع و کارخانجات توسعه می‌یابد به همان میزان هم در اثر ریختن فضولات کارخانجات و فاضلاب‌ها در آب‌های آشامیدنی آلودگی آب‌ها بیشتر می گردد، تا جایی که خطر نابودی تمام موجودات آبزی را تهدید می کند. تا سال ۱۸۷۰ میلادی عامه مردم عقیده داشتند که آب هر چقدر هم کثیف باشد پس از چند کیلومتر جریان در رودخانه در اثر فعل‌وانفعالات فیزیکی شیمیایی خود دوباره صاف و تمیز می‌شود. در این سال مولر نشان داد که عوامل بیولوژیکی یعنی موجودات زنده هم در سالم نگه‌داشتن آبها نقش مهمی را به عهده دارند. از این سال به بعد محققین زندگی بسیاری از موجودات آبزی را بررسی کرده و نشان دادند که این موجودات شاخص و اندیکاتور آبها می‌باشند. به این معنی که درآب‌هایی متفاوت از نظر آلودگی موجودات متفاوتی نیز زندگی می کنند به‌طوری که تجزیه بیولوژیکی آبها امروزه در کنترل و مشخص کردن آلودگی آبها لازم می‌باشد. در کشورهای توسعه یافته که منابع آب به طور دائم کنترل می‌شوند معمولاً تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی آب با بررسی‌های باکتریولوژیکی و هیدروبیولوژیکی با هم به عمل می‌آید (شناسایی موجودات اندیکاتور و شاخص در انواع آبها تا اندازه قابل ملاحظه‌ای به استقلال هیدروبیولوژی کمک نمود).

۱- ضرورت تعیین جمعیت ماهی در مخازن

۲- بررسی اکولوژیک جانداران

۳- شناسایی جانوران و عوامل پالایشگر آلودگی آبها

۵- اهداف هیدروبیولوژی معاصر:

۱- اهداف صنایع ماهی (هیدروبیولوژی شیلاتی)

۲- اهداف فنی (هیدروبیولوژی صنعتی)

۳- اهداف بهداشتی (هیدروبیولوژی بهداشتی)

اهداف صنایع ماهی:

- حل موضوعات بهره‌برداری از صنایع ماهی
- تعیین نیاز غذایی آبزیان
- تعیین سقف صید
- بررسی تئوری کوددهی در استخرها
- بررسی اکولوژی سایر آبزیان
- بومی کردن آبگیرها و مطالعات مربوطه
- تکثیر و پرورش بی‌مهرگان، جلبک‌ها و ماهیان دریایی

اهداف فنی:

- بررسی تغییرات هیدروتکنیک
- بررسی تأثیر موجودات مزاحم
- اثرات صنعتی تجهیزات هیدروتکنیک و ناوگان صیادی
- جلوگیری از رسوخ ارگانیزم های حفار و کشتی چسب‌ها
- مطالعه و محاسبه خسارت‌های وارده

اهداف بهداشتی:

- بررسی حفاظت مخازن از آلودگی
- بررسی میکروارگانیزمهای انگلی
- بررسی میکروارگانیزم‌های چوب‌خوار
- مبارزه با آلودگی بیولوژیک با روش‌های هیدروبیولوژیکی
- بررسی روند بیولوژیک تصفیه آبها
- بررسی ارگانیزم‌های آبزی که می‌توانند در انسان تولید بیماری کنند
- مبارزه با نرمتنان میزبان واسط در استخرها

۶- اهمیت هیدروبیولوژی:

اهمیت اقتصادی- اجتماعی: امروزه برای استفاده‌های تجاری از آبها و صید ماهی، کنترل آبها بخصوص دانستن قدرت تولیدی آب، نوع و مقدار غذای ماهی‌ها، تغییرات در نوع و تعداد یک ماهی سازش و هماهنگی ماهی و همچنین عوامل طبیعی نابودی ماهی کاملاً لازم است که همه این موارد با کمک روش‌های معمولی در هیدروبیولوژی قابل مطالعه می‌باشد.

با توجه به تولید و بهره‌برداری ماهی که در دنیا به میلیونها تن در سال می‌رسد اهمیت اقتصادی این شاخه از نظر تولید منابع ثروت مشخص می گردد. علاوه بر ماهی محصولات متنوع دیگری از جمله خاویار، میگو، صدف و سایر موارد مستخرجه از رودخانه و دریاها که رقم قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهد اهمیت اقتصادی این رشته را آشکار می‌سازد. در حال حاضر تولید محصولات شیلاتی در دنیا رقمی بالغ در حدود ۱۱۰/۰۰۰/۰۰۰ تن در سال می‌شود. که تقریباً ۷۰ درصد این تولید در اختیار ۱۸ کشور قرار دارد. در حال حاضر در بین کشورهای تولیدکننده، چین با تولیدی بالغ بر ۱۴/۰۰۰/۰۰۰ تن در سال مقام اول را در جهان داراست. بعد از چین ژاپن با تولیدی حدود ۱۲/۵۰۰/۰۰۰ تن در رده دوم قرار دارد در واقع یک توزیع ناعادلانه از نظر

بهره‌برداری و تولید شیلات در کشورهای جهان وجود دارد. در کشور ما عملاً می‌شود گفت تولید در ظرف دو دهه اخیر افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهد. به گونه‌ای که در قبل از انقلاب به طور متوسط تولید ما در حدود ۳۰/۰۰۰ تن در سال بوده‌است که قسمت عمده این تولید، از آبهای جنوب و بخشی نیز از آبهای شمال حاصل می‌شده‌است. در واقع سهم آبهای داخلی خیلی قابل ملاحظه نبوده‌است. بعد از انقلاب عملاً همگام باتوسعه شیلات جهانی، شیلات کشورمان هم توسعه یافته، به شکلی که هم اکنون تقریباً حدود ۴۰۰۰۰۰ تن تولید محصولات شیلاتی داریم. اگر جمعیت جهان ۶۰۰۰۰۰۰۰۰ نفر باشد ایران از نظر جمعیت، یک درصد آن را در خود دارد. بنابراین اگر بخواهیم سهم خود را از آبهای جهان برداشت کنیم تا حدود ۱۰۰۰۰۰۰تن در سال قابلیت تولید محصولات شیلاتی را داریم. رسیدن به این هدف با توجه به منابع که در اختیار است و وسعت خاک، کاملاً دست یافتنی و قابل اجرا می‌باشد. مسلماً رسیدن به چنین اهدافی نیازمند سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی، تکنولوژی و سایر موارد می‌باشد که از همه مهمتر همان نیروی انسانی است. در واقع استفاده ما از منابع آب هنوز نقاط خالی بسیاری دارد که می‌تواند مورد توجه بخش اجرایی قرار گیرد. توسعه شیلات می‌تواند علاوه بر تولید ثروت، اشتغال‌زایی بسیاری را به همراه داشته همچنین از نظر توزیع جمعیت مانع مهاجرت‌های بی‌رویه و غیر معقول می‌شود.

اهمیت غذایی هیدروبیولوژی:

اهمیت غذایی محصولات شیلاتی در کشورهای مختلف با یکدیگر متفاوت است. قاره آسیا در بین قاره‌های جهان مقام اول تولید محصولات شیلاتی و مقام اول مصرف را داراست. مثلاً در ژاپن چیزی بالغ بر ۸۰ درصد نیازهای پروتئینی از محصولات شیلاتی تأمین می‌شود. سایر کشورهای آسیایی و بخصوص آسیای جنوب شرقی مثل تایلند، اندونزی، کره فیلیپین ۵۰ درصد نیازهای پروتئینی‌شان از محصولات شیلاتی تأمین می‌شود. سهم پروتئین از محصولات شیلاتی در دنیا ۲۰ درصد است در حالی‌که در ایران مصرف سرانه ماهی ۴ کیلوگرم است که رقم پائینی است. از دهه ۸۰ به بعد و پس از پی‌بردن به وجود اسیدهای چرب امگا ۳ در محصولات شیلاتی انقلابی در مصرف این محصولات در جهان ایجاد شد. این اسیدهای چرب که اسیدهای غیراشباع هستند در جلوگیری از سکته قلبی مؤثرهستند.

ماهی دارای گوشتی است که ارزش غذایی آن به اندازه گوشت گاو کم چرب است. بعضی از ماهیان خانواده گادیده (ماهیان روغن‌دار) دارای مقدار زیادی ویتامین A هستند که برای رشد بدن لازم است وهمچنین دارای ویتامین D نیز می‌باشند که برای سختی استخوان‌ها ضروری است. این ویتامین را ماهیان یا مستقیماً از جلبک‌هایی که تغذیه می‌کنند و یا بطور غیر مستقیم از جانوران دیگر که این جانوران به نوبه خود از جلبک‌ها تغذیه کرده‌اند بدست می‌آورند. آبها همان‌طور که گفته شد علاوه بر فرآورده‌های ماهی محصولات دیگری را به انسان ارزانی می‌دارد که در بسیاری از کشورها غذای اصلی را تشکیل می‌دهد مثلاً *Oyster edulis* ، *Mytilus edulis* که از نرمتان است و غذای مهمی در آمریکاست (صدف خوراکی). Scallop (نوعی نرم‌تن دوکفه‌ای که گوشت گران قیمتی دارد) و یکی از فرآورده‌های مهم دریایی آمریکا به نام *Pecten yacobeus*. صدف ساییده نرمتنان دوکفه‌ای در تغذیه جانوران خصوصاً طیور بکار می‌رود. علاوه بر دوکفه‌ای‌های نرمتن، هشت‌پا (اکتاپوس) و ماهی مرکب در چین مصرف غذایی دارد. از سخت‌پوستان انواع میگوها و خرچنگ‌های دراز دریایی مثل Astacus مصرف خوراکی دارند. و نوعی خرچنگ دراز بنام Cabarrus آب شیرین که خصوصاً در چین بنام تریانک Holothoridea و خیار دریایی Echinus از خارپوستان آکینوس دریایی مصرف خوراکی دارد. خیاران دریایی با وجودی که دارای سم هستند ولی سم آنها پس از خشک کردن و پختن از بین می‌رود. لذا یکی از اقلام مهم تجاری در کشورهایی مثل چین و ژاپن می‌باشند. از دیگر فرآورده‌های مهم دریایی لاک‌پشتان و انواع نهنگ‌های دریایی می‌باشند که تعداد زیادی از انواع این دو گروه به دلیل صید زیاد

در سال‌های اخیراز بین رفته و در معرض انقراض قرار گرفته‌اند به همین دلیل صید و مصرفشان غیرقانونی می‌باشد. از گیاهانی که مصرف خوراکی دارند می‌توان جلبک‌ها را نام برد که در تهیه ژلاتین از آنها استفاده می‌شود و بصورت کود و سایر مصارف خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اهمیت بهداشتی هیدروبیولوژی:

همانطور که قبلاً ذکر شد اهمیت هیدروبیولوژی خصوصاً در کنترل آبهاست. تعیین و ارزش‌یابی آبها از نظر آلودگی امروزه به عهده هیدروبیولوژیست‌ها می‌باشد. آب بطور مستقیم و غیرمستقیم در توسعه بعضی امراض مثل حصبه، یرقان عفونی، وبا، تیفوس و یا دلتیفوس و نظایر آن دخالت دارد. بسیاری از انگل‌های انسانی یا جانوری تمام یا قسمتی از زندگی‌شان را در آب به سر می‌برند. مثلاً آمیب دیسانتری و کرم انگلی Dracunculus بعضی از انگلها مثل کرم کبد یا *Fasciola hepatica* دارای میزبان واسطه‌ای هستند که این میزبان واسطه نوعی حلزون بنام Lymnea است که اغلب در آبهای شیرین یافت می‌شود و لذا از این طریق می‌تواند یکی از مشکلات دامداری‌ها را فراهم کند. بنابراین در محل‌هایی که دامداری‌های بزرگ وجود داشته‌باشد برای جلوگیری از توسعه فاسیولا باید با این حلزون مبارزه کرد که یکی از ارزان ترین و راحت‌ترین راه‌ها، مبارزه بیولوژیکی خواهد بود که توسط جاندار مصرف کننده این حلزون مثل خرچنگ دراز آب شیرین می‌توان با این حلزون مبارزه کرد. کرم رشته‌ای *D. medicines* دارای میزبان واسطه‌ای از نوع سخت‌پوستان کوچک راسته Copepoda است (در زبان یونانی Cope به معنی پارو است و Poda هم به معنی پا می‌باشد. بنابراین Copepoda به معنی پاروپایان است).

سیکلوپس Cyclops میزبان واسطه‌ای برای انگلی از کرمهای پهن (Cestoda) بنام *Dibothrio cephalus* است که انگل ماهیها و برخی اوقات انگل انسان می‌باشد. از حشرات مضر انواع مختلف پشه‌هایی که زندگی آبی داشته و در اول بهار به صورت مالاریای انسانی و پرندگان ظاهر می‌شوند و نوعی از پشه‌های گزنده که به‌صورت انبوه ظاهر می‌شوند و می‌تواند به دام‌ها خسارت سنگین وارد کنند. برای مبارزه با این امراض کافی است که جانور واسطه یا مرحله لاروی جانور را که در آب است از بین برد. مثلاً برای مبارزه با پشه مالاریا و نابودی آن می‌توان از طریق مبارزه بیولوژیکی با نوعی ماهی اقدام کرد. این ماهی، ماهی وارداتی از کشور کوبا تحت عنوان *Gambusia* است که برای مبارزه به ایران وارد شده ولی ماهی بومی لاروخوار در ایران خصوصاً در آبهای گرم *Aphanius* می‌باشد که از گامبوزیا بهتر عمل می‌کند.

تقسیمات هیدروبیولوژی

Limnobiology: به بررسی آبهای داخلی کشور مثل دریاچه‌ها، سدها، رودخانه‌ها، مردابها، چشمه‌ها و حوضچه‌ها می‌پردازد. این علم قسمتی از علم لیمنولوژی یا علم مطالعه آبهای داخلی است.

Marinebiology: به بررسی زیستی دریاها و اقیانوسها می‌پردازد و قسمتی از علم اقیانوس شناسی Oceangraphy را تشکیل می‌دهد. پژوهش‌های ایران شناسی نشان می‌دهد که زندگی ابتدا در آب بوجود آمده‌است. از تمام موجودات زنده روی زمین فقط منشأ ۲۵ درصد از رده‌ها و زیررده‌ها در روی خشکی بوده‌است. بقیه ۷۵ درصد در آب به وجود آمده‌اند. از این مقدار ۷۵ درصد، ۶۹ درصد در آب دریاها و فقط ۶ درصد متعلق به آب شیرین هستند. البته تعداد گونه‌ها و جنس‌ها در روی زمین در اثر تنوع محیط‌های زیستی خشکی به مراتب بیشتر از دریاها است.

بخش دوم: آب مایه حیات آبزیان

آب پایه زندگی است. تنها اسپور و تخم بعضی گیاهان هستند که مقدار آب آنها کمتر از ۵۰ درصد می‌باشد. به طور کلی سایر موجودات زنده معمولاً ۶۰ تا ۹۰ درصد پیکرشان آب است.

طبقه‌بندی مصارف عمومی آب:

الف) مصارف خانگی: آب خانگی به‌طور کلی تابع احتیاجات و همچنین عادات افراد متفاوت است به نحوی که در بیشتر مواقع آب مصرف خانگی را با سطح ارتقاء عمومی و یا تمدن جامعه مورد سنجش قرار می‌دهند. نکته‌ای که در ایران می‌توان به آن توجه نمود. کمترین مقدار آب مصرفی در شهرهای هند با متوسط ۳۰ لیتر برای هر فرد در روز و بیشترین مصرف جهانی را آمریکا با ۱۵۰۰ لیتر برای هر فرد در روز دارا می‌باشد. لازم به یادآوری است که این نوع آب مناسب‌ترین و بهترین آب از نظر کیفیت است.

ب) مصارف کشاورزی و منابع طبیعی: این آب مصرفی بیشتر از نزولات جوی تأمین می‌شود. در مقابل آب خانگی و صنایع که قابل برگشت به طبیعت‌اند، آب مصرفی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی یک احتیاج واقعی است. ولی این مصرف اتلاف آب نیست بلکه به‌صورت مواد غذایی و یا سایر محصولات مورد استفاده انسان قرار می‌گیرد. علاوه بر نزولات آسمانی در این بخش از آبهای زیرزمینی و گاهی از شبنم هم استفاده می‌شود.

ج) مصارف صنایع: به‌طور کلی مصرف آب صنایع در همه جا خیلی بیشتر از مصارف خانگی است. با این تفاوت که صنایع از نظر کیفی به آب فوق‌العاده‌ای از نظر بهداشتی و آلودگی نیاز ندارند. مثلاً صنایع به طور کلی از نظر باکتریولوژی زیاد متوقع نیستند.

موجودات زنده در منابع آبی

حیات در آب

خصوصیات منحصر به فرد محیط‌های آبی:

سیاره زمین از سه نیم کره گازی (اتمسفر)، نیمکره سنگی (لیتوسفر) و نیمکره آبی (هیدروسفر) تشکیل شده‌است. مرزی از این سه نیم کره که حیات در آن برقرار باشد را بیوسفر (Biosfer) می‌گویند. در اتمسفر علی‌رغم وجود حدود ۱۰۰۰ کیلومتر وسعت تنها در ۱۳-۸ کیلومتر آن حیات دیده می‌شود که آن هم تحت تأثیر گازهای نامطلوب، اشعه‌های مضر، نور شدید و سایر شرایط تنها برای پاره‌ای از حشرات و پرندگان قابلیت استفاده برای زندگی را دارا می‌باشد.

در کره سنگی عمده گیاهان و جانوران تا عمق ۶-۵ متر رسوخ کرده وباکتری‌هایی مانند باکتری‌های موجود در نفت حداکثر تا عمق ۳۰۰۰ متری یافت می‌شود در عمق‌های زیاد به دلیل فشار بالا، درجه‌حرارت زیاد، فقدان اکسیژن آزاد و همچنین وجود گازهای نامطلوب عملاً امکان حیات از بین رفته‌است.

اما در هیدروسفر حیات در تمام نقاط وجود داشته به‌طوری‌که حتی در اعماق ۱۱۰۰۰ کیلومتری در گودال ماریانا که عمیق‌ترین نقطه دریا در شرق اقیانوس آرام است حیات وجود دارد و این خصوصیت منحصر به فرد محیط‌های آبی می‌باشد که تنوع حیات را در بالاترین شکل ممکن میسر می‌سازد. بیوسفر بسیار وسیع‌تر و بیشتر نسبت به دو نیمکره دیگر است.

عوامل اکولوژیکی یا فاکتورهای زیست محیطی:

عوامل اکولوژیکی فاکتورهایی هستند که بر رشد، تولیدمثل و سایر فعالیت‌های موجودات زنده‌ی یک اکوسیستم تأثیر گذارند این فاکتورها عموماً به دو گروه تقسیم می‌شوند: عناصر Biogen و عناصر Abiogen

عناصر Biogen: عواملی هستند که منشأ ایجاد آنها خود موجودات زنده‌اند مانند رقابت، تغذیه، دفاع و استتار

عناصر Abiogen: فاکتورهای محیطی که موجودات زنده در ایجاد آنها نقشی ندارند را شامل می‌شوند مانند درجه حرارت و نور

از آن‌جایی که گاهی اوقات برخی از این فاکتورها هم جزء عوامل زنده و هم غیر زنده قرار می‌گیرند تفکیک این دو گروه از یکدیگر به سادگی میسر نیست. مثلاً درجه حرارت که معمولاً همیشه جزء فاکتورهای غیر زیستی محسوب می‌شود در پدیده‌ی

Schooling پنگوئن‌ها در قطب بدلیل آن‌که توسط موجود زنده ایجاد می‌گردد یک فاکتور زنده محسوب می‌شود. بنابراین عده‌ای اعتقاد دارند که جداسازی فاکتورها به طور کامل تقریباً امکان‌پذیر نیست. براساس همین تفکر یک دانشمند روسی به نام مونکارسکی عوامل اکولوژیکی را به سه گروه زیر تقسیم‌بندی کرده است:

۱- عوامل دوره ای اولیه

۲- عوامل دوره ای ثانویه

۳- عوامل غیر دوره ای

عوامل دوره ای اولیه فاکتورهایی هستند که در زمان پیدایش حیات روی کره‌ی زمین وجود داشته‌اند و به دلیل قدمت زیادشان موجودات با آنها سازگاری بیشتری دارند. از جمله این فاکتورها می‌توان به جزرومد، درجه حرارت و نور اشاره کرد. عوامل دوره ای ثانویه این فاکتورها در مقایسه با فاکتورهای گروه اول دارای قدمت کمتری هستند و در واقع ناشی از تغییرات دوره ای اولیه می‌باشند. بنابراین سازگاری موجودات نیز با این گروه کمتر است. هر چه رابطه این فاکتورها با فاکتورهای اولیه نزدیکتر باشد تناوب آنها با نظم بیشتری صورت می‌گیرد. مثلاً رطوبت هوا وابستگی نزدیکی با درجه حرارت دارد. بنابراین موجودات با میزان رطوبت سازگاری نسبتاً خوبی دارند. جریان‌های افقی و عمودی آب‌ها وابستگی ضعیفی با فاکتورهای اولیه دارند بنابراین گردش نامنظمی داشته و سازگاری موجودات با آنها کمتر است. فاکتورهای غیردوره ای منظم: این فاکتورها به طور معمول در محدوده‌ی زیستی موجودات زنده وجود ندارند و به طور ناگهانی بروز می‌کنند. به همین دلیل بیشتر موجودات فرصت سازگاری با آنها را ندارند. برخی عوامل اقلیمی نظیر بادها، طوفان‌ها و آتشفشان‌ها جزء این گروه هستند. همچنین تمام فعالیت‌های بشری و واکنش‌های بین گونه‌ای مانند شکار و روابط انگلی جزء این گروه طبقه‌بندی می شوند. مهمترین تأثیر این فاکتورها در تنظیم تراکم افراد می‌باشد.

خواص فیزیکوشیمیایی آب

آب یک ماده منحصر به فرد است. ظرفیت گرمایی ویژه بالا، چگالی و خصوصیات فاز مایع – جامد آن تأثیر زیادی بر خواص فیزیکی، شیمیایی، متابولیکی و پویایی اکوسیستم‌های آب شیرین دارد. تجمع مولکول‌های آب و پیوند[۱] هیدروژنی بین این مولکول‌ها باعث به‌وجود آمدن خصوصیات منحصر به فرد چگالی این ماده می‌شود و امکان تشکیل پلیمرهای با ثباتی را توسط ملکول‌های آب به وجود می‌آورد. حداکثر چگالی آب (۱ گرم بر میلی‌متر) در دمای ۳/۹۸ درجه سانتی‌گراد است و در نتیجه یخ در سطح آب شناور باقی می‌ماند. اختلاف چگالی بین آب با دمای معین و دمای ۱ درجه سانتی‌گراد پائین‌تر به وضوح در درجه حرارت های پائین تر و بالاتر از ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد (این اختلاف در دماهای بالاتر بیشتر است) مقدار انرژی لازم برای آمیختن آب‌هایی با چگالی‌های مختلف متناسب با اختلاف چگالی افزایش می‌یابد. ظرفیت گرمایی[۲] ویژه آب مایع بسیار بالا است. در نتیجه شرایط دمایی در آب‌های راکد به کندی تغییر یافته و شرایط پایدارتری را به‌وجود آورده در نتیجه دوره رشد در مقایسه با محیط‌های خشکی که در ارتباط با نوسانات زیاد هوا هستند، طولانی‌تر می‌باشد. خاصیت جذب گرما و حفظ گرمای جذب شده، آب‌وهوای خشکی‌های همجوار را تغییر می‌دهد. گرانروی آب بسیار بیشتر از هوا می‌باشد[۳] و رابطه معکوس با دمای آب دارد. موجودات آبزی با شناور ساختن خود بر مقاومتی که از طرف آب بر میزان تحرک آنها تحمیل می‌شود مقابله کرده و انتشار آنها غالباً به‌وسیله تغییرات ویسکوزیته و چگالی آب محدود می‌شود. کشش سطحی پدیده[۴]ای است که در حدفاصل لایه سطحی آب با هوا به‌وجود می‌آید. نیروی کشش سطحی با افزایش دما و غلظت ترکیبات آلی در آب کاهش می‌یابد.

به طور کلی زندگی موجودات در آبها تحت تأثیر عوامل زیر قرار دارد:

الف- وزن مخصوص بالای محیط آب

ب- تأثیر املاح موجود در آب بر زندگی موجودات

ج- قابلیت حلالیت آب در مقابل مواد معدنی و آلی

د- تشکیل فاکتورها و طبقات عمومی در آب

الف- وزن مخصوص بالای محیط آب:

وزن مخصوص آب حدود ۷۷۵ مرتبه بزرگتر از هوا است. بدین معنی که حرکت ارگانیزم‌های آبزی بسیار سخت‌تر از حرکت ارگانیزم‌های موجود در هوا است. این ویژگی باعث می‌شود که شناوری موجود در آب به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد. از آنجایی که وزن مخصوص موجود کمی بیشتر از آب است حدود (۱/۰۵)، لذا محیط حمایت نسبتاً خوبی را از موجود به‌عمل می‌آورد. این حالت دو پدیده زیر را باعث می‌شود:

۱- مجموعه محیط آب قابلیت اشغال شدن توسط موجودات را خواهد داشت: در محیط‌های خشکی فقط یک لایه برای زیست وجود دارد، ولی در محیط‌های آبی موجودات می‌توانند به‌صورت طبقاتی روی هم قرار گرفته و هر گروه از موجودات لایه خاصی را جهت فعالیت‌های زیستی خود مورد استفاده قرار می‌دهند.

۲- بافت و اندام نگهدارنده، قابلیت نگهدارندگی خود را از دست داده در عوض انرژی آن بیشتر صرف حرکت و جابجایی موجود (مثلاً صرف شنای ماهی) می‌گردد: بالا بودن وزن مخصوص تحرک ارگانیزم‌ها را به شکلی نموده که میزان انرژی بیشتری برای حرکت مصرف شود، زیرا بدلیل بالا بودن وزن مخصوص محیط آب لزوجت و مقاوت هیدرودینامیکی محیط آب نسبت به هوا بیشتر بوده و حرکت و جابجایی موجود نیازمند صرف انرژی بیشتری در آب خواهد بود (در مقایسه با هوا).

۳- وزن مخصوص و درجه حرارت

یخ از آب صفر درجه سبکتر می‌باشد. بنابراین در آب‌وهوای سرد لایه‌ای از یخ و برف به‌طور فصلی یا دائم، آب سطح زیرین را ازهوای مجاور جدا می‌سازد. این پوشش مانع از نفوذ نور خورشید یا تبادلات گازی لایه‌های آب با هوا می‌گردد. آب ۴ درجه سانتی‌گراد بیشترین وزن مخصوص را دارد، لذا، آب‌های با دمای بالاتر یا پائین‌تر روی آن قرار می گیرند. هنگامی که دمای آب ۴ درجه سانتی‌گراد، افزایش یابد از وزن مخصوص آن کاسته می‌شود. در درجه حرارت‌های بالاتر میزان افزایش وزن مخصوص به علت گرم شدن آب، بیشتر است. در نتیجه وزن مخصوص لایه‌های آب گرم، با درجه حرارت‌های مختلف، تفاوت زیادی با یکدیگر دارند و این امر موجب ثبات لایه بندی حرارتی ستون آب می‌گردد و موجودات را با محیطی متفاوت از نظر درجه حرارت مواجه می‌سازد.

وزن مخصوص و شوری:

وزن مخصوص آب‌های شور بیشتر از وزن مخصوص آب‌های شیرین است. بنابراین لایه‌های آب شیرین روی لایه‌های آب شور قرار می گیرند. این فرآیند هنگام ورود آب شیرین رودخانه‌ها به دریا مشاهده می‌شود. حتی درون دریا لایه‌های آب با شوری و درجه حرارت مختلف با یکدیگر مخلوط نمی‌شوند و در مجاورت هم جریان می‌یابند. این فرآیند به جهت‌یابی ماهی‌ها هنگام مهاجرت‌های طولانی کمک می‌نماید. افزایش شوری موجب کاهش درجه حرارت، حداکثر وزن مخصوص (c° ۴) و نقطه انجماد می‌شود. در شوری ppt ۲۴/۷ درجه حرارت، حداکثر وزن مخصوص و نقطه انجماد برابر ۱/۳۳- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. شوری آب دریا معمولاً ppt ۳۵ است که در این میزان شوری، حداکثر وزن مخصوص در دمای ۳/۵۲- درجه سانتی‌گراد و پائین‌ترین نقطه انجماد ۱/۹۱- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در آب شیرین، لایه‌ای از آب در ۴ درجه‌سانتی‌گراد در زیر لایه‌های سردتر قرار می‌گیرند که ممکن است دمای آب سطحی به نقطه انجماد c° ۵ برسد. اما در آب دریا در عرض‌های

جغرافیایی بالاتر، کاهش شدید درجه حرارت موجب افزایش عمق یخ در ستون آب می گردد و ماهی‌ها را در تنگنا قرار می‌دهد. نقطه انجماد مایعات بدن ماهی‌ها بالاتر از آب دریا می‌باشد، بنابراین انجماد و تشکیل کریستال‌های یخ در بافت بدن خطر مرگ را به‌همراه دارد. تعدادی از گونه‌ها به دلیل کاهش آب دریا به آب شیرین مهاجرت می کنند. سایر گونه‌ها به منظور جلوگیری از ایجاد کریستال‌های یخ در بدنشان، موادی درون خون آنها ترشح می‌شود که به عنوان ضد یخ عمل می کنند.

یون‌های معدنی:

دامنه تغییرات شوری آب دریاها بین ۳۸-۳۲ ppt و متوسط آن ۳۵ ppt می‌باشد. فشار اسمزی حاصل از این مقدار شوری برابر ۱۰۰۰ $mos\ ml^{-1}$ است این مقدار سه برابر فشار اسمزی مایعات بدن ماهیان استخوانی است. یون‌های سدیم و کلر، ترکیب اصلی یون‌های آب دریا و منشأ فشار اسمزی آن می‌باشند. فشار اسمزی آب‌های شیرین به‌مراتب کمتر از آب دریا و ناشی از یون بی کربنات می‌باشد. ترکیبات آب دریا تقریباً ثابت است ولی ترکیب یون‌های آب‌های داخلی متغیر است و بستگی به شرایط و موقعیت محل قرار گرفتن منابع آبی دارد. جنس بستر، مشخصات حوضه آبخیز، میزان بارندگی، میزان آب ورودی و خروجی شرایط اقلیمی بر ترکیبات یونی آب‌های شیرین بسیار مؤثر می‌باشند. شوری بعضی از آب‌های داخلی که از چشمه‌های آب شور تغذیه می‌شوند یا تبخیر شدید دارند، از آب دریا بیشتر است.

یون	آب دریا	آب شیرین
کلرور	۵۴۸/۳	۰/۲۳
سدیم	۴۷۰/۲	۰/۳۹
سولفات	۲۸/۲۵	۰/۲۱
منیزیم	۵۳/۵۷	۰/۲۱
کلسیم	۱۰/۲۳	۰/۵۲
پتاسیم	۹/۹۶	۰/۰۴
بی کربنات	۲/۳۴	۱/۱۱

ب- تأثیر املاح موجود در آب بر زندگی موجودات:

غلظت الکترولیتی مایعات بدن موجودات آبزی آبهای شیرین بالاتر از غلظت الکترولیتی آب شیرین بوده و همچنین ترکیب الکترولیتی آنها نیز از یکدیگر متفاوت است. لذا ارگانیزمی که در آبهای شیرین زندگی می کند بایستی اولاً قادر باشد با بالا نگه‌داشتن املاح موجود در بدن خود، فشار اسمزی بدن خود را نسبت به محیط حفظ کند. یعنی همواره به‌صورت هایپرتونیک (Hypertonic) در محیط باقی بماند. ثانیاً بتواند ترکیب الکترولیت‌های موجود در بدن خود را نیز حفظ کند. بنابراین آنچه که اهمیت دارد این است که موجودات از یک طرف بتوانند فشار اسمزی (Osmoregulation) بدن خود را تنظیم و از طرف دیگر ترکیب یونی داخل بدن (Ionregulation) خود را نیز حفظ نمایند. انجام این دو عمل در صورتی امکان پذیر است که موجود زنده باشد، زیرا بعد از مرگ موجود زنده آب به سرعت وارد بدن شده و در نتیجه موجود متورم می‌شود. لذا مشاهده می‌شود رنگ آب بعد از مرگ ماهی بدلیل نشت و خروج مواد آلی بدن به بیرون کدر می گردد.

تنظیم فشار اسمزی و حفظ ترکیبات بدن موجودات به چند روش زیر در موجودات آب‌های شیرین صورت می گیرد:

۱- دفع مقدار زیادی مواد اورینی (ادرار) با نمک کم (فقیر از نظر املاح) و جذب الکترولیت‌ها از طریق کلیه‌ها.

۲- کاهش جریان آب به داخل بدن توسط غشاء غیر قابل نفوذ آب (مثلاً در حشرات) و بخش‌های هیدروفوب (مثلاً در بدن میگوها).

۳- جذب الکترولیت‌ها به صورت انتخابی (Selective) از آب برای مقابله با کاهش غلظت الکترولیت‌های بدن.

۴- جذب و استخراج پاره‌ای از نمک‌های مورد نیاز از طریق غذا (تغذیه).

به استثنای ماهیان غضروفی (مانند کوسه‌ها) که دارای مایعات بدنی با غلظت اسمزی مشابه محیط زیست خود هستند (Isomotic)، ترکیب خون ماهی معمولاً مشابه موا محلول در آب شیرین و دریا نیست. عدم تنظیم فشار اسمزی در ماهیان آب شیرین منجر به ایجاد پدیده رقیق شدن خون (Hem dilution) شده که کشنده بوده در حالی‌که در ماهیان دریایی از دست دادن آب یا غلیظ شدن خون (Hemoconcentration) را به همراه دارد. در ماهیان آب شیرین، آب به‌طور مداوم بر اساس خاصیت اسمزی از طریق آبشش‌ها وارد بدن می‌شود. به همراه آب وارده، یون‌های مورد نیاز وارد بدن می‌شوند. لذا حجم آبی که وارد بدن شده زیاد بوده و در نتیجه به طور مداوم آب از طریق کلیه‌ها دفع می‌شود. در نتیجه حجم ادرار در ماهیان آب شیرین زیاد بوده و در حدود یک درصد وزن بدن ماهی در هر ساعت می‌باشد.

در ماهیان دریایی استخوانی نیروهای اسمزی باعث حرکت آب به خارج از طریق آبشش‌ها و دهیدراته شدن ماهی می‌شوند. در نتیجه این ماهیان جهت پیشگیری از دهیدراته شدن، مقادیر قابل توجهی در حد ۱۰ درصد وزن بدن خود (یا بیشتر) در روز آب دریا را خورده و نمک‌های مورد نیاز بدن خود را تأمین می‌کنند. یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم از طریق لایه‌های پوششی روده وارد خون شده و مقادیر اضافی مجدداً از آبشش‌ها دفع می‌شوند. یون‌های منیزیم، کلسیم، فسفات و سولفات در روده باقی مانده و از طریق مدفوع از بدن دفع می‌شوند. مقادیر بسیار کمی از این یونها نیز از لایه پوششی روده عبور کرده و وارد خون شده که نهایتاً توسط کلیه‌ها دفع می‌شوند. بنابراین تولید ادرار در ماهیان دریایی در مقایسه با ماهیان آب شیرین تا حد قابل توجهی کاهش یافته و لایه پوششی روده علاوه بر عمل جذب غذا، به عنوان یک اندام تنظیم کننده میزان جذب آب نیز عمل می‌کند. لذا ماهیان دریایی در محیط‌های کاملاً هیپوتونیک (Hypotonic) در محیط آب دریا زندگی می‌کنند.

در پدیده تنظیم فشار اسمزی، درجات مختلفی از نظر مقاومت در گروه‌های مختلف آبزیان دیده می‌شود. مثلاً فیتوپلانکتون *Dunaliella* sp. با تغییر میزان گلیسرول می‌تواند در محدوده‌ای از آبهای شیرین تا آبهای شور ۹ برابر شوری دریا را تحمل نماید. در شوری‌های خیلی بالا، حجم بالایی از سلول توسط گلیسرول اشغال می‌شود. در میان سخت‌پوستان آرتمیا (*Artemia* sp.) قادر به تحمل شوری‌های بسیار بالایی است. آرتمیا موجودی است که بالاترین قابلیت تنظیم فشار اسمزی را داشته، به‌طوری‌که در آب‌های شیرین تا آب‌های شوری ۳۰۰ در هزار نیز زنده می‌ماند. درمیان ماهیان دو گونه ماهی *Aphanius sophia* و *A. dissipar* که به عنوان ماهیان لاروخوار پشه مالاریا محسوب می‌شوند نیز قادرند تا شوری ۷۰ در هزار را تحمل نمایند. در هر حال میزان تفاوت غلظت مواد در محیط بدن ماهی (آبزی) برای تنظیم فشار اسمزی در هر گونه از ماهی (آبزی) به‌صورت اختصاصی می‌باشد. اغلب ماهیان دارای دامنه تحمل شوری کاملاً محدودی هستند. این گروه قادر به تحمل شوری‌های بسیار متفاوت با شوری محل زندگی طبیعی خود نیستند لذا به این گروه از آبزیان Stenohaline گویند. بر عکس این حالت در تعدادی از ماهیان مانند خامه ماهی Milkfish دیده شده که می‌توانند اسمولاریته خون خود را در محدوده وسیعی از شوری‌های محیط در حد ثابتی نگه‌دارند. لذا به این گروه از آبزیان Euryhaline گویند.

ج- قابلیت حلالیت آب در مقابل مواد معدنی و آلی:

این ویژگی‌ها به‌علاوه جریان آب باعث شده که در محیط آب مواد معدنی، اکسیژن و سایر مواد مورد نیاز غلظت‌های مختلفی را ایجاد نموده و لذا موجودات آبزی (گیاهان و ارگانیزم‌های جانوری) این امکان را یافته که مواد محلول را از مجموع سطح بدنشان جذب کنند. به همین ترتیب، مواد آلی و معدنی را به محیط آب برگردانند. این مواد به علت محلول بودنشان سریعاً قابل

مصرف هستند. همچنین سرعت در جذب این مواد نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. یعنی موادی که انتشار پیدا می‌کنند به سرعت مورد استفاده سایر ارگانیزم‌ها قرار می‌گیرند. مثلاً بعد از مرگ موجودات، بخش زیادی از مواد بدن آنها به سرعت به بیرون نشت کرده که این مواد غذایی قابلیت استفاده برای سایر موجودات آبزی را خواهد داشت. لذا پس از مرگ موجودات آبزی، فقط بخش کمی از محتویات بدن آنها در رسوبات نشست کرده و بیشترین مقدار آنها توسط باکتریها و فرآیند اتولیز (Autolysis) در توده‌های بالایی آب به‌صورت مواد محلول درآمده و توسط سایر ارگانیزم‌ها مصرف می‌گردد. به عنوان مثال ۵۰ درصد فسفر موجود در پیکره یک فیتوپلانکتون در ۴ ساعت اول پس از مرگ به محیط خارج پس داده شده که این فسفر یکی از منابع مهم فسفری برای مصرف سایر موجودات است. بسیاری از مواد هشدار دهنده، ترکیبات آروماتیک و مواد جذب‌کننده و سایر موادی که در فصل تولیدمثل توسط ماهی نر در محیط آب آزاد می‌شوند، سبب جلب و همچنین القاء رسیدگی جنسی ماهی ماده به محیط تخم‌ریزی می‌گردند. در محیط‌های دریایی یک‌سری از موجودات نوعی ترکیبات هشداردهنده را صادر کرده که سبب تشخیص موجودات مجاور آنها می‌گردد.

حلالیت گازها در آب:

ماهی‌ها هوازی هستند و در جریان تنفس، اکسیژن را مصرف و دی‌اکسیدکربن تولید می‌نمایند. همان طور که پروتئین در مراحل متابولیسم ماهی‌ها طی سوخت و ساز مصرف می‌شود، گاز آمونیاک نیز تولید می‌شود. ماهی اکسیژن را از محیط آب دریافت می‌کند و گازهای دی‌اکسیدکربن و آمونیاک را در آن رها می‌سازد. حلالیت گازها در آب تحت تأثیر درجه حرارت، شوری و فشار قرار دارد که اهمیت تأثیر درجه حرارت از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. حلالیت اکسیژن در آب کم می باشد به‌طوری‌که یک لیتر هوا حدود ۳۰ برابر یک لیتر آب اکسیژن دارد. در هنگام تنفس موجودات خشکزی، هوا به آسانی و با مصرف انرژی کم در اندام تنفسی جریان می‌یابد و تبادلات گازی صورت می‌گیرد. اما وزن مخصوص و ویسکوزیته آب سبب می‌شوند که چرخش آب در اندام تنفسی موجودات آب‌زی به انرژی بیشتری نیاز داشته باشد.

افزایش شوری و درجه حرارت و کاهش فشار موجب کم شدن حلالیت گازها می‌شوند. به همین دلیل میزان اکسیژن محلول در آب دریاچه‌های واقع در ارتفاعات کمتر از آب دریاچه‌های واقع در دشت‌ها می‌باشد. حلالیت دی‌اکسیدکربن و آمونیاک در آب به‌مراتب بیشتر از اکسیژن است. بنابراین، نقش آب در تأمین اکسیژن مهمتر از دفع گازهای آمونیاک و دی‌اکسیدکربن می‌باشد.

د- تشکیل فاکتورها و طبقات عمودی در آب:

فاکتورهایی که به طور عمودی در آب تأثیر گذارند شامل فشار هیدروستاتیک، درجه حرارت، نور و فاکتورهای ثانویه شیمیایی مانند اکسیژن بوده که سبب شده توده‌های آبی یک دریاچه به طبقات مختلف با ویژگی‌های متفاوت برای جذب ارگانیزم‌های مختلف باشند. مثلاً یک موجود نیازمند به نور و دمای بیشتری بوده و دیگری عکس چنین حالتی را دارد. بنابراین مجموعه لایه‌های مختلف آب به شکلی قابلیت زیست را برای ارگانیسم‌های مختلف فراهم می‌کند. این موضوع یکی از ویژگی‌های مهم در دنیای آبزیان بوده، در حالی‌که در محیط‌های خشکی عملاً یک لایه یا یک بستر کشت برای حیات وجود دارد. لذا امکان تولید در محیط‌های آبی بیشتر از خشکی است. فاکتورهای عمودی سبب شده که موجودات زنده واقع در طبقات مختلف، به‌طور نامساوی و ناهمگن توزیع گردند. به‌طوری‌که، برخی از ارگانیزم‌ها برای بدست آوردن شرایط ایده‌آل زندگی خود در آبها، مهاجرت‌های عمودی انجام داده که این گونه مهاجرت‌ها دوره‌ای‌اند.

انواع اکوسیستم‌های آبی:

آب‌های شیرین Fresh water: