

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دعای مطالعه

اَللّٰهُمَّ اَخْرِجْنِيْ مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ وَاكْرِمْنِيْ بِنُوْرِ الْفَهْمِ
اَللّٰهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا اَبْوَابَ رَحْمَتِكَ وَانْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُوْمِكَ
بِرَحْمَتِكَ يَا اَرْحَمَ الرَّاحِمِيْنَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی های فکر و گرامی بدار به نور فهم
پروردگارا، بکشای بر ما درهای رحمت را و بگستران کنج های دانشت را به امید رحمت
تو ای مهربان ترین مهربانان

کتاب جامع

مجموعه اکولوژی دریا

با تأکید بر آلودگی دریا و پستانداران دریایی

ویژه رشته‌های؛

زیست‌شناسی دریا (جانوران دریا، آلودگی و بوم‌شناسی دریا) و

مهندسی منابع طبیعی - شیلات

مؤلفین؛

فاطمه لواجو

مسلم شریفی‌نیا

و با همکاری

دکتر محمدرضا طاهری‌زاده

(عضو هیأت علمی دانشگاه هرمزگان)

میانبر

IQ3

بک

کتاب جامع

سرشناسنامه	: لواجو، فاطمه، ۱۳۶۴ -
عنوان و نام پدیدآور	: مجموعه اکولوژی دریا با تأکید بر آلودگی دریا و پستانداران دریایی .../مؤلفین فاطمه لواجو، مسلم شریفی‌نیا، و با همکاری محمدرضا طاهری‌زاده.
مشخصات نشر	: تهران: گروه تألیفی دکتر خلیلی، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۱۶۵ ص.
شابک	: 978-600-7888-58-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: بالای عنوان: کتاب جامع.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۶۱ - ۱۶۵.
موضوع	: بوم‌شناسی دریایی
موضوع	: پستانداران دریایی
موضوع	: آلودگی دریا
موضوع	: دانشگاه‌ها و مدارس عالی -- ایران -- آزمون‌ها
موضوع	: آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی -- ایران
شناسه افزوده	: شریفی‌نیا، مسلم، ۱۳۶۵ -
شناسه افزوده	: طاهری‌زاده، محمدرضا، ۱۳۴۴ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۴ م۳ ۹۳۳/۵/۵ QH۵۴۱
رده بندی دیویی	: ۵۷۷/۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۸۹۳۱۸۲

نام کتاب: مجموعه اکولوژی دریا با تأکید بر آلودگی دریا و پستانداران دریایی

مؤلفین: فاطمه لواجو - مسلم شریفی‌نیا - محمدرضا طاهری‌زاده

ناشر: گروه تألیفی دکتر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول . ۱۳۹۴

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ: کیمیای قلم

صحافی: فردوس

مدیر تولید: اقبال شرقی

ناظر فنی چاپ: فرهاد فرهانی

مدیر فنی و هنری: شیرین آرده

طراحی و صفحه آرایی: سارا یادگاری - آذر مهر خواجه‌ای

بهاء: ۱۶۰۰۰ تومان

Website: www.DKG.ir

آموزشگاه دکتر خلیلی (دفتر مرکزی): ۰۲۱-۶۶۵۶۸۶۲۱

فروشگاه: تهران - خیابان انقلاب - روبه‌روی درب اصلی دانشگاه تهران - پاساژ فروزنده - طبقه همکف - پلاک ۳۳۱

تلفن: ۰۲۱ - ۶۶۴۸۹۳۷۵ - ۰۲۱ - ۶۶۴۸۹۳۴۹

مرکز پخش: ضلع جنوب غربی میدان انقلاب - جنب سینما پارس - مجتمع تجاری پارس - طبقه اول

مرکز فروش: ۰۲۱ - ۶۶۵۶۹۲۱۶

مدیر فروش: ۰۹۱۲ - ۵۵۰۸۵۸۹

طلیحه سخن مؤلف؛

دریا در گذشته به عنوان یک محیط بدون آرامش و ناشناخته بود اما امروز با پیشرفت تکنولوژی و ابداع ابزارهای مختلف بعضی از مسائل دریا شناخته شده، اما مسائل مبهمی هم ناشناخته مانده است. اکولوژی دریا علمی است که روابط متقابل موجودات و اجزای اکوسیستم‌های دریایی را مطالعه می‌کند، امروزه به دلیل افزایش جمعیت و بهره‌برداری از خشکی‌ها، انسان طبیعتاً در جستجوی غذا به سمت محیط دریا روی خواهد آورد، بنابراین شناخت بهتر از چنین منبع عظیمی و شناخت ارتباط متقابل در این اجزاء، باعث بهره‌برداری صحیح و اقتصادی از این منبع خدادادی خواهد شد. منابع دریا جزء منبع تجدیدشونده می‌باشد بنابراین بهره‌برداری پایدار از آن‌ها باید مستلزم رعایت قوانین باشد که امکان استفاده درست فراهم آورد، مشکلات مهم دریاهای آلودگی‌های دریایی است و در محیط‌های بسته مثل خلیج‌ها اثرات منفی آلودگی‌ها شدیدتر است، همچنین اثرات گرمایی که در زمین ایجاد شده است در سطح اقیانوس‌ها هم دیده می‌شود که باعث تغییر در توزیع گونه‌های مختلف جانوری و مرگ و میر آن‌ها خواهد شد.

در کتاب حاضر مباحثی از اکولوژی آبزیان و آلودگی دریا در قالب سه فصل اکولوژی دریا، پستانداران دریایی و آلودگی دریا گردآوری شده است.

در فصل اول تا هفتم علاوه بر مطالب ارائه شده مطالبی از ترجمه کتاب (Castro-Huber: Marine Biology, Fourth Edition) به مطالب گردآوری شده ضمیمه شده است.

در فصل هشتم به‌طور کامل به پستانداران دریایی (مورفولوژی، تغذیه، ویژگی‌های رفتاری، تولید مثلی و ...) اختصاص داده شده، که دید کاملی در مورد پستانداران دریایی به دانشجو ارائه می‌دهد.

در فصل نهم راجع به آلودگی دریا و عوامل ایجاد آلودگی می‌باشد.

علی‌رغم افزایش چشم‌گیر تعداد شرکت‌کنندگان در آزمون‌های کارشناسی ارشد و دکتری زیست دریا و شیلات هنوز نمی‌توان منابعی جامع که بتواند جواب‌گوی سؤالات این دروس باشند را یافت، از آنجایی که تنوع سؤالات در این آزمون‌ها بالا بوده و طراحی سؤالات سلیقه‌ای می‌باشد لازم دانستم که حتی‌المقدور مطالب کلیدی را در این کتاب ارائه دهم.

همچنین در فصل دهم از این کتاب نمونه سؤالات سال‌های گذشته از رشته‌های زیست دریا و شیلات به همراه پاسخ تشریحی آورده‌ام که امیدوارم مورد استفاده دانشجویان این رشته‌های تحصیلی قرار گیرد.

از خوانندگان محترم انتظار می‌رود که از نظرات و پیشنهادات سازنده خود ما را مطلع سازند.

فاطمه لواجو

f.lavajoo@gmail.com

فهرست مطالب

صفحه

فصل و عنوان

فصل اول: منشاء حیات در دریا.....	۷
فصل دوم: انواع طبقه‌بندی دریاها از لحاظ حرارت، شوری، نور، اکسیژن و	۱۳
فصل سوم: اکولوژی منطقه جزر و مدی	۲۸
فصل چهارم: جوامع آب‌های عمیق	۳۶
فصل پنجم: بنتوزها	۴۱
فصل ششم: ماهیان خلیج فارس و دریای خزر و ویژگی‌های اکولوژیکی آنها	۴۵
فصل هفتم: جنگل‌های مانگرو و مصب	۵۵
فصل هشتم: پستانداران دریایی	۶۳
فصل نهم: آلودگی دریا	۱۰۵
فصل دهم: سؤالات کارشناسی ارشد	۱۳۸
پاسخنامه کارشناسی ارشد	۱۵۲
منابع	۱۶۱



فصل اول

منشاء حیات در دریا

موجودات زنده به سه Domain تقسیم می شوند.

Domain Archaea - 1
Domain Bacteria - 2 ← پروکاریوت‌ها

Domain Eukaryota - 3 (گیاهان، جانوران، قارچ‌ها و پروتیستا)

باکتری‌ها

باکتری‌ها دارای فرم‌های مختلفی مانند کروی، مارپیچی، میله‌ای و حلقوی می‌باشند که این فرم‌ها تابع نوع گونه می‌باشد. اکثر باکتری‌ها همانند جانوران هتروتروف هستند و انرژی مورد نیاز خود را از مواد آلی تامین می‌کنند. بیشتر این باکتری‌ها جز تجزیه‌کنندگان یا Decomposer می‌باشند، یعنی قادرند از مواد زائد و مواد آلی پوسیده‌ترین آزاد نمایند و این باکتری‌ها برای حیات لازم و ضروری می‌باشند، چون در بازیافت و چرخه‌نوترینت‌های ضروری، نقش عمده‌ای بازی می‌کنند. در رسوبات کف که غنی از مواد آلی است باکتری‌ها فراوان‌اند.

باکتری‌های اتوتروف

جز تولیدکنندگان اولیه محسوب می‌شوند و قادر به ساختن ترکیبات آلی می‌باشند. برخی از باکتری‌های اتوتروف شیمیواتوتروف یا شیمیوسنتزکننده می‌باشند و انرژی مورد نیاز خود را از سایر ترکیبات شیمیایی مثل هیدروژن، آمونیاک، سولفید هیدروژن و یا سایر ترکیبات گوگردی و آهن تامین می‌کنند.

سیانوباکتری‌ها (جلبک سبز-آبی)

سیانوباکتری‌ها از جمله فراوانترین باکتری‌ها در محیط‌های دریایی می‌باشند که به جلبک‌های سبز آبی معروفند. گروهی از باکتری‌ها علاوه بر کلروفیل، حاوی پیگمان آبی رنگ به نام فیکوسیانیین هستند. همچنین اکثر

سیانوباکتری‌های دریایی دارای پیگمان قرمز رنگ فیکواریترین هستند. سیانوباکتری‌ها شاید اولین ارگانیسم‌های فتوسنتزکننده بر روی زمین باشند و همانند سایر موجودات فتوسنتزکننده یوکاریوت دارای کلروفیل a هستند و گاز اکسیژن را آزاد می‌کنند. توده‌های عظیم استروماتولیت‌های فسیلی، توسط سیانوباکتری‌ها شکل گرفتند. این استروماتولیت‌ها هنوز هم در دریا‌های گرمسیری شکل می‌گیرند.

سیانوباکتری‌های اندولیتیک، صخره‌های کربنات کلسیمی و اسکلت مرجانی را حفر می‌کنند. برخی نیز سبب ایجاد کشتند قرمز می‌شوند. سیانوباکتری‌هایی که بروی گیاهان و جلبک زیست می‌کنند، اپی فیت و برخی نیز درون جلبک‌ها زندگی می‌کنند، اندوفیت نامیده می‌شوند. گروهی از سیانوباکتری‌ها بنام Prochlorophytes احتمالا حدود نیمی از تولید اولیه اقیانوس را در برمی‌گیرند.

Archae یا آرکئوباکتری‌ها

ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین شکل حیات هستند. آرکئوباکتری‌ها نسبت به باکتری‌ها قرابت بیشتری با یوکاریوت‌ها دارند. یک گروه به نام متانوژن تولید متان می‌کنند که بیشتر در مرداب‌ها و باتلاق‌های نمکی وجود دارند. Extremophiles به آرکئوباکتری‌هایی اطلاق می‌شود که در محیط‌های عمیق مثل اعماق زیاد، چشمه‌های آب گرم (نکته: هیدروترمال‌ها در mid-ocean ridge ها قرار دارند) و حوضچه‌های نمکی ساحلی به فراوانی یافت می‌شوند.

تفاوت سلسله باکتری‌ها و گل‌سنگ‌ها (Archaea) در ویژگی شیمیایی دیواره سلولی، غشای پلاسمایی و ماشین سلولی که پروتئین‌ها را می‌سازد، می‌باشد.

جلبک‌های تک سلولی

جلبک‌ها یا پروتیست‌ها در اندازه‌های کوچک اند و پیچیدگی آنها از تک سلولی تا Seaweed های چندسلولی بزرگ است.

دیاتومه‌ها (Bacillariophyta)

تک سلولی‌هایی که به صورت گروه‌های زنجیروار یا ستاره‌ای شکل جمع شده‌اند. دیواره سلولی سیلیسی، پوسته شیشه‌ای مانند به نام frustules دارند. رنگ زرد-قهوه‌ای دیاتومه‌ها به دلیل وجود پیگمان کاروتنوئید است، به علاوه دو نوع کلروفیل a و c دارند. تولیدکننده بسیار مهم در مناطق معتدله و قطبی محسوب می‌شوند. Diatomaceous earth به عنوان فیلتر در استخرهای شنا هستند.

Pyrrophyta یا داینوفلاژله‌ها

دیواره سلولی آنها با صفحات سلولزی محافظت می‌شود. تولیدکننده مهم در آب‌های گرم هستند. زئوکسانتله‌ها در واقع نوعی داینوفلاژله هستند. Pfiesteria داینوفلاژله‌های فانتوم نامیده می‌شوند، زیرا اکثر حیات خود را به صورت مرحله Cyst در رسوبات سپری می‌کنند. آلودگی‌های ساحلی به شکل نوترینت اضافی می‌تواند باعث شروع بلوم Pfiesteria شود که دارای ماده سمی قوی گیج‌کننده ماهیان می‌باشد. همچنین مضر برای خرچنگ و صدف و همچنین باعث نقص حافظه کوتاه مدت انسان می‌شود.

سیلیکوفلاژله‌ها یا (Chrysochyta)

اسکلت درونی ستاره‌ای شکل ساخته شده از سیلیس و یک فلاژوم دارند.

کوکولیتوفوریدها (Haptophyta)

سلول های فلاژله دار و کروی پوشیده شده با ساختارهای دکمه مانند به نام coccoliths که از کربنات کلسیم ساخته شده است.

(Cryptophyta) Cryptomonads

دارای دو فلاژله و فاقد اسکلت اند.

پروتوزوا

پروتیست های جانورمانند هستند. پروتوزوا اکنون به همراه جلبک ها تک سلولی و Seaweed ها در سلسله Protista ها قرار می گیرند.

فورامینیفرها

متعلق به پروتوزوا می باشد که دارای پوسته کربنات کلسیمی هستند. دارای زائده های ژله مانند گسترده به نام Pseudopodia (پای کاذب) که تشکیل شبکه داده اند و دیاتومه ها و دیگر ارگانیسم های معلق در آب را به دام می اندازند. Limestone ها و Chalk bed ها حاصل رسوبات فورامینیفری هستند.

رادیولاریا (Polycystina)

پروتوزوآهای دریایی پلانکتونی هستند. دارای Pseudopodia برای شکار غذا هستند و همانند فورامینیفرها دارای پوسته سیلیسی می باشند.

مژه داران (Ciliophora)

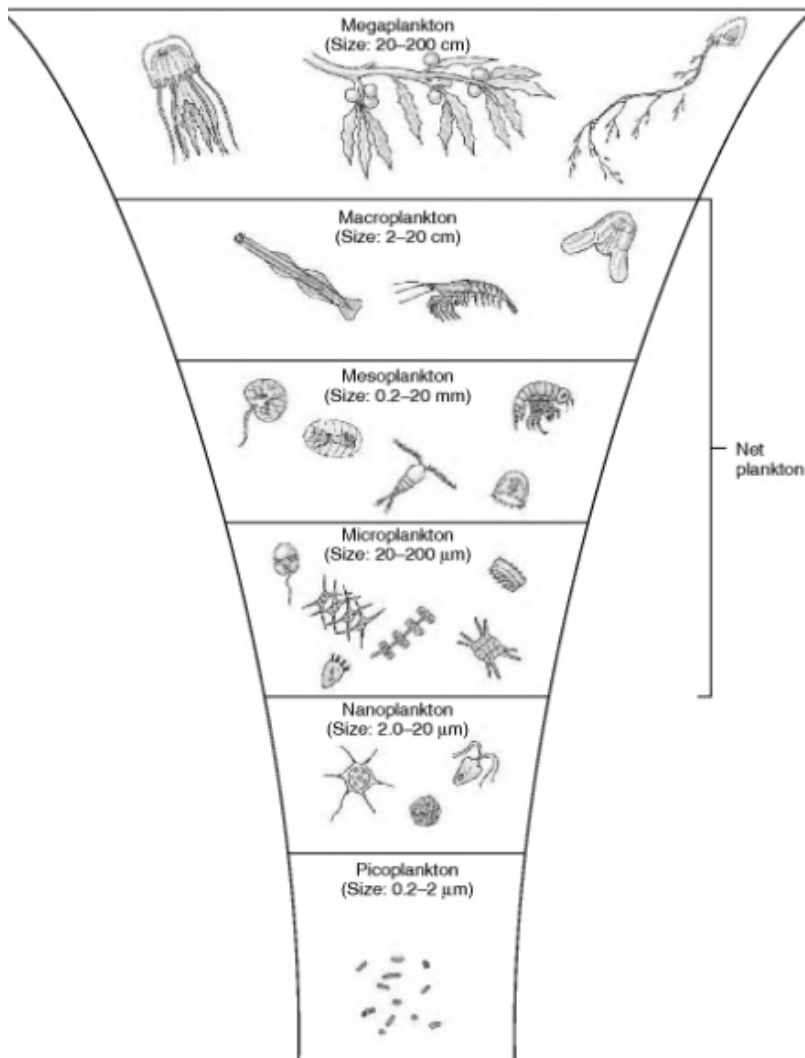
مژک های موماند برای حرکت و تغذیه دارند. پارامسیوم مژک دار آب شیرین می باشد. تینتینیدها (Tintinnid) مژک داران گلدان مانند که دارای لوریکا و دو هسته می باشند.

قارچ ها

یوکاریوت و اکثرا پرسلولی هستند. برخی نیز مانند mold (کپک ها) و مخمرها تک سلولی هستند. قارچ ها هتروتروف هستند و فاقد کلروفیل یا اندام فتوسنتز کننده هستند. مهم ترین تجزیه کننده در بازچرخش نوترینت در جنگل های مانگرو هستند. گلسنگ ها نیز نمونه ای دیگر از قارچ ها هستند که به صورت لایه نازک تیره قهوه ای رنگ در نواحی ساحلی که در معرض پاشیدن امواج به سواحل صخره ای که در معرض امواج قرار دارند یافت می شوند. اکثرا خشکی زی هستند اما گلسنگ های دریازی بسیار کمی نیز وجود دارد.

سیانوباکتری ها و بسیاری از پروتیست ها پیکوپلانکتون، کوکولیتوفورها، کریپتومونادها و سلیکوفلاژله ها نانو پلانکتون هستند. اما دیاتومه و داینوفلاژله جز net plankton هستند. البته گروه های بسیار کمی از داینو فلاژله و دیاتومه ها نیز جز نانو پلانکتون هستند.

مسیر انتقال انرژی در Microbial loop: فیتوپلانکتون ← DOM ← باکتری ← پروتوزوا ← زئوپلانکتون
بزرگترین منبع DOM (مواد آلی محلول) ویروس ها می باشند.



شکل ۱-۱: طبقه بندی پلانکتون‌ها بر اساس اندازه (Castro, 2003)

تولید کنندگان اولیه پرسلولی

Seaweed و گیاهان

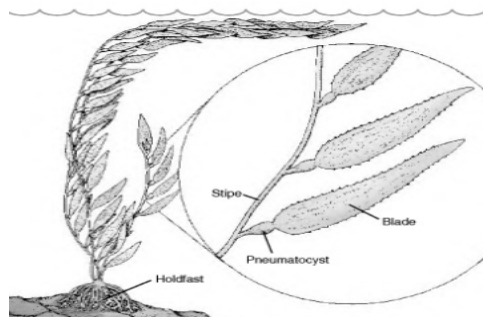
برخی از Seaweed ها تولیدکننده اولیه نیستند بلکه انگل Seaweed های دیگر هستند. تمامی آنها یوکاریوت هستند و تقسیم‌بندی آنها نه تنها بر اساس ساختارشان بلکه بر اساس پیگمنت و غذایی که ذخیره می‌کنند نیز می‌باشد. با اینکه از لحاظ ساختمانی پیچیده تر از جلبک‌های تک سلولی هستند ولی فاقد اندام تخصص یافته

در گیاهان خشکی زی می باشند مکانیسم های تولیدمثلی که در گیاهان خشکی زی وجود دارد علف‌های دریایی فاقد این مکانیسم می‌باشند.

Seaweed ها مهمترین و معروفترین جلبک‌های دریایی می باشند.

کلپ‌ها

برگ های کلپ ها عمل فتوسنتز انجام می دهند. اما دارای برگ واقعی نیستند زیرا فاقد رگه ها (آوند انتقال دهنده مواد) هستند. و برخلاف برگ های واقعی، بالا و پایین blade ها یکجور و مشابه می باشد. همچنین holdfast و stip فاقد بافت تخصص یافته برای انتقال آب و نوترینت هستند.



شکل ۲-۱: ساختار کلپ (Macrocystis) (Castro, 2003)

Seaweed ها نمی توانند در بستر نرم مستقر شوند بنابراین محدود به بسترهای سخت هستند.

انواع Seaweed

جلبک سبز Chlorophyta

اکثرا محدود به آب های شیرین و خشکی می شوند و فقط ۱۰ درصد دریایی هستند.

اشکال زندگی جلبک‌های سبز:

۱- Epiphyte: زندگی روی گیاهان و یا جلبک‌ها و علف‌های دریایی

۲- Endophyte: درون بافت گیاهان و سایر علف‌های دریایی زندگی می کنند

۳- Filamentous: اشکال رشته ای شکل در بسترهای سواحل صخره‌ای

۴- Bore: توسط مواد شیمیایی اسکلت مرجانی و یا پوسته سایر جانوران را سوراخ کرده و وارد آنها می شوند

۵- Calcareous green algae: بعضی از جلبک‌های سبزآهکی مثل هالی‌ملا که آهک تجمع یافته در بدنشان در ساختار

های مرجانی نقش بسزایی دارد.

جلبک قه‌وای Phaeophyta

حاوی رنگدانه فوکوگزانتین است. جلبک های قه‌وای بزرگترین و پیچیده ترین seaweed ها هستند. مهمترین عنصر حیات در آب های معتدل و قطبی، کلپ ها هستند که غذا و پناهگاه بسیاری از ارگانیسم ها را فراهم می کنند. برخی از کلپ ها فقط دارای یک blade بزرگ هستند مثل بسیاری از گونه های جنس لامیناریا. کلپ‌ها از اصلی ترین ساکنان مناطق سرد قطبی و مناطق معتدله‌اند که، به دلیل فراهم نمودن غذا و ایجاد پناهگاه برای سایر موجودات از اهمیت بسزایی برخوردارند. یکی از کاربردهای آن‌ها در صنایع غذایی است و غنی ترین و پرمحصول ترین مناطق دریایی همین کلپ ها هستند.

جلبک‌های قرمز

حاوی رنگدانه فیکوبیلین هستند. Pyrophyta رایج ترین گونه های جلبک قرمز در سواحل صخره ای در بالای پایین ترین جزر از قطب تا مناطق گرمسیری گسترش دارند. ارزش غذایی فراوانی دارند و از نظر گونه ای و تنوع بیشتر از دو گروه دیگرند. جلبک‌های قرمز در محیط‌های دریایی به علت این که کربنات کلسیم را جذب کرده و در دیواره سلولی خود رسوب می دهند، نقش مهمی دارند. هنگامی که جلبک های قرمز می میرند به رنگ سفید در می آیند. جلبک‌های قرمز در تشکیل و توسعه ریف‌های مرجانی نقش بسزایی دارند و گونه های ساکن در نواحی معتدله و سرد اندازه های بزرگتری دارند. اهمیت اقتصادی علف‌های دریایی: کشت و پرورش آنها باعث ایجاد شغل در بسیاری از کشورها مانند چین، کره و.. می‌شود، جلبک‌های دریایی ماده ژلاتینی بنام فیکوکلونید دارند که در عمل آوری غذا و صنایع غذایی کاربرد دارد و حالت ژل دارد. یکی از این فیکوکلونید ها آلژین می باشد. نوع دیگری از فیکوکلونیدها کاراژنان است که به عنوان امولسیونفایر استفاده می‌شود. از جلبک‌های دریایی به عنوان کود و یا افزودنی غذایی در تغذیه استفاده می شود.

Sea grass

دومین تولیدکنندگان علف‌های دریایی می باشند که از لحاظ شکل و ظاهر شبیه چمن و علف‌های خشکی زیند و قرابت نزدیکی با خانواده نیلوفر دارند.

از جمله گونه های علف‌های دریایی که در خلیج فارس وجود دارند:

۱- *Halophila ovalis*

۲- *Halophila stipulacea*

۳- *Halodule uninervis*

سالت مارش‌ها اعضای اصلی خانواده گیاهان می‌باشند که خشکی زی‌اند و قادر به تحمل نمک هستند. در مناطق اینترتایدال رشد می کنند، چون نمی توانند در محیط پوشیده از آب باقی بمانند.

گونه های جنس *Spartina* از طریق غده های نمک موجود در برگ ها، نمک اضافی را دفع می کنند. سایر گیاهان مقاوم به شوری هالوفیت اند نظیر *Salicornia*

بسترهای علفی پرتولیدترین اکوسیستم در میان اکوسیستم های بسترهای نرم هستند.

انواع طبقه‌بندی دریاها از لحاظ حرارت، شوری، نور، اکسیژن و ...

انواع طبقه‌بندی دریاها از لحاظ حرارت، شوری، نور، اکسیژن و ...

تقسیم‌بندی دریاها از نظر محل استقرار در کره زمین

۱- دریاهای کناری ۲- دریاهای بین قاره ای ۳- دریاهای داخلی ۴- دریاهای بسته

دریاهای کناری مثل دریای عمان که در کنار آن اقیانوس ها قرار داشته و ارتباط زیادی با آن ها دارند. دریاهای بین قاره‌ای که نفوذ بیشتری در خشکی داشته و به وسیله تنگه کم عمقی به اقیانوس یا دریای دیگر متصل می‌شوند دریای ژاپن که در بین یک قاره و چند جزیره قرار گرفته و تحت تاثیر اقیانوس آرام است جز دریاهای بین قاره ای محسوب می گردد.

دریاهای داخلی که از طریق تنگه کم عمقی به دریاهای دیگر متصل است نه به اقیانوس. دریای سیاه مثال خوبی برای دریاهای داخلی است.

دریاهای بسته هیچ ارتباطی با دریاهای مجاور ندارند، اجزایی از دریاهای قدیمی بوده اند که امروزه از هم جدا شده اند. مثل دریای خزر

تنگه هرمز رابط بین خلیج فارس و دریای عمان است.

پرتراپیک ترین تنگه دنیا تنگه جبل الطارق است که، محل اتصال دریای مدیترانه با اقیانوس اطلس شمالی است.

منطقه بندی دریاها

۱- ناحیه کرانه ای یا نزدیک ساحلی (Coastal line or Littoral Zone)

در واقع شروع منطقه بندی دریا است و به عنوان منطقه زیست مرز (Ecoton) محسوب می شود که از ناحیه مجاور به ساحل تا عمق تقریباً ۳۰ متر را شامل می شود. این ناحیه مشتمل بر کرانه عقب، کرانه جلو و نواحی کم عمق کرانه دور می‌باشد. به دلیل حضور پدیده مستمر جزر و مد، ناحیه ای به نام بین جزر و مدی در این قسمت بوجود آمده است. در واقع منطقه ای است که آب به آن پاشیده شده و از نظر گستردگی جانوران اهمیت کمتری دارد.

۲- فلات قاره (Continental Shelf)

از خط ساحلی به سمت دریا تا حداکثر عمق حدود ۲۰۰ متری که دارای شیب یکنواخت و تقریباً ملایم می باشد را ناحیه فلات قاره گویند و از نظر اکولوژیک منطقه نریتیک گویند، علت این نام به دلیل وجود نرم تن صدف داری به نام نریتیا (Neritina) در این منطقه است. کم تر از ۱۰ درصد کل بستر اقیانوس را این ناحیه تشکیل می دهد و حدود ۳ درصد از مساحت کل اقیانوس را به خود اختصاص داده است. تنوع زیاد موجودات کفزی بنتوزها در آن دیده می شود. عرض منطقه نریتیک بر حسب شیب بستر از ۷۵ تا ۳۰۰ کیلومتر در نوسان بوده و حدود ۷۷/۵ درصد جانوران دریازی در این ناحیه زیست می کنند با این وجود بیش ترین فعالیت ماهی گیری دنیا در حدود ۸۰ درصد در این منطقه است. بستر در فلات قاره از شن، رس و گل با منشاء قاره ای یا منشاء محلی و از طریق بقایای صدفها، مرجانها و غیره و از طریق سائیدگی بسترهای سنگی متاثر از حرکت سریع آب بوجود می آید.

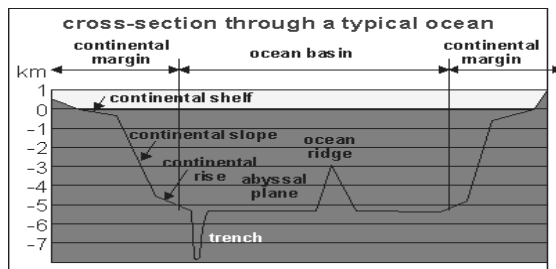
(رسوبات قاره ای آن هایی است که همراه جریان های آبی آمده و رسوبات محلی ناشی از بقایای جانوران مثل صدفها است).

۳- شکستگی قاره (Shelf break)

فلات قاره در منطقه ای به نام شکستگی قاره خاتمه می یابد.

۴- شیب قاره ای (Continental Slope)

به آن قسمت از دریا اطلاق می شود که بلافاصله و با شیب تند از ناحیه فلات قاره متمایز می شود و تا عمق ۳۰۰۰-۴۰۰۰ متری امتداد یافته و سپس با ملایم تر شدن شیب، تبدیل به شیب ملایم قاره ای (Continental Rise) می شود. در برخی منابع تا عمق ۲۵۰۰ متر برآورد می کنند که اختلاف آن جزء برخواست قاره ای است. این بخش در قسمت دریایی Oceanic province قرار دارد و در واقع یک مرز انتقالی بین فلات قاره یا نریتیک و مرز اقیانوسی است.



شکل ۱-۲: نمایی از منطقه بندی اقیانوس ها (Castro, 2003)

۵- دشت اقیانوسی (Abyssal Plain)

این بخش از شیب یکنواخت و بسیار ملایمی برخوردار بوده و ۷۵ درصد (برخی از منابع ۷۷,۱ درصد) از کل بستر اقیانوس ها را تشکیل می دهد. عمق آن بین ۲۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متر متغیر است. در این ناحیه پستی ها و بلندی های موضعی نیز وجود دارد که از آن جمله پشته های اقیانوسی (Oceanic Ridge) است که در مواردی به عنوان شاخص برای تمایز دریاها به کار می رود. رسوبات در این بخش دانه ریز بوده و قسمت اعظم بستر اقیانوس ها را می پوشاند.

۶- ژرفای اقیانوسی (Hadal Region)

اعمق خیلی زیاد و پایین تر از ۶۰۰۰ متر و در چند مورد به ۱۰۰۰۰ متر می رسند را منطقه بی روح گویند. از نظر برخی از دانشمندان این منطقه بزرگترین واحد اکولوژیکی دریاها محسوب می شود، اما از منبع انرژی اولیه (نورگیر) خیلی دور است به همین دلیل می توان آن را یک اکوسیستم ناقص به شمار آورد.

بنابراین بر حسب تقسیمات گرادینانت بستر می‌توان دریا را از لحاظ اکولوژیکی به سه بخش اساسی متمایز نمود:

اول ناحیه کرانه‌ای، دوم ناحیه نریتیک، سوم ناحیه اقیانوسی.

دریای خزر دارای فلات قاره، شیب قاره و کمی خیز قاره است. دریای عمان دارای فلات قاره و شیب قاره و خلیج فارس فقط دارای فلات قاره است.

انواع زنجیره غذایی در اکوسیستم های مختلف دریایی آب های اقیانوسی

آب های اقیانوسی با ۶ سطح تغذیه ای

نانوپلانکتون ← میکروزوپلانکتون ← ماکروزوپلانکتون ← مگازوپلانکتون ← نکتونهای مگازوپلانکتون خوار ← نکتونهای نکتون خوار

آب های نریتیک با ۴ سطح تغذیه ای

میکروفیتوپلانکتون ← ماکروزوپلانکتون ← نکتونهای زئوپلانکتون خوار ← نکتونهای نکتون خوار

آب های آپ ولینگ با ۲ تا ۳ سطح تغذیه ای

ماکروزوپلانکتون ← نکتونهای پلانکتون خوار یا مگازوپلانکتون خوار ← نکتونهای نکتون خوار یا نکتونهای پلانکتون خوار

عوامل زنده و غیر زنده تاثیر گذار بر اکوسیستم دریا

تمام فاکتورهایی مثل نور- حرارت - رطوبت - اکسیژن - گازها جزو فاکتورهای **Abiotic** هستند. رقابت- انگلی- ارتباط بین موجودات را **Biotic** می‌گوییم.

در قطب جنوب وقتی هوا خیلی سرد شود پنگوئن ها دور هم جمع می‌شوند به این ترتیب دما را در اجتماعاتشان بالا می‌برند به طوری که نسبت به محیط اطراف ۵ الی ۶ درجه دما در اجتماعاتشان بالاتر می‌باشد. حتی در این تجمعشان نظم مخصوصی را نیز مراعات می‌کنند. پس یک فاکتور فیزیکی یا شیمیایی می‌تواند تغییری در الگوهای حیات از جمله رفتار موجود زنده ایجاد کند پس نمی‌توان با یک خط مشخص بین دو فاکتور **Biotic** و **Abiotic** جدایی قائل بود.

تقسیم بندی که توسط **Monkadeski** دانشمند روسی شد بر اساس سه ویژگی اعمال شد:

۱- زمان پیدایش فاکتور

۲- سازگاری موجود زنده با عامل

۳- تاثیر عامل بر موجود زنده

بر این سه اساس فاکتورهای زیست محیطی را تقسیم بندی کرد:

۱- فاکتور های پریودیک اولیه **Primery Periodic Factors**

۲- فاکتورهای پریودیک ثانویه **Secondary Periodic Factors**

۳- فاکتورهای غیر پریودیک **Non Periodic Factors**

۱) در مجموع سه فاکتور پریودیک اولیه داریم: آب - نور- حرارت. فاکتورهای پریودیک اولیه از بدو پیدایش موجود زنده یا قبل از آن در کره زمین حضور داشتند. که موجود با آنها سازگاری بسیار بالایی دارد. موجودات زنده به این سه فاکتور پاسخ سریع نشان می‌دهند و فعالیتشان را بر آن اساس تنظیم می‌کنند.

۲) رطوبت و شوری از فاکتورهای پریودیک ثانویه اند. فاکتورهای پریودیک ثانویه فاکتورهایی هستند که از فاکتورهای پریودیک اولیه منشاء می گیرند و به خودی خود وجود ندارند و نوسانات آنها منظم نیست چون از اتحاد فاکتورهای پریودیک اولیه بوجود می آیند. مثلاً رطوبت چون وابسته به نور - حرارت و آب است و نوسانات این سه فاکتور مستقل از هم است پس نوسانات رطوبت نمی تواند منظم باشد. این است که نظم و ترتیب زیادی در فاکتورهای پریودیک ثانویه نیست و یک نظم و ترتیب ثانویه است.

۳) فاکتورهای غیر پریودیک به یک باره اتفاق می افتد. مثل سیل، زلزله، آتشفشان، سموم و مواد رادیواکتیو. در واقع در طبیعت عواملی هستند که موجود زنده هیچ آشنایی نداشته و یکباره اتفاق می افتد.

نور

مجموعه اشعه هایی که به سطح آب می رسند دارای طول موجی بین ۳۰۰-۳۰۰۰ میلی میکرون است. اصولاً منشا تابش ها به دو بخش تقسیم می شوند یکی تابش های مستقیم نور خورشید و دیگری نورهای نفوذی یا نورهای غیر مستقیم که منشا آن هم نور خورشید است. اشعه های UV یا نورهای فرابنفش، اشعه قابل رویت نور، اشعه مادون قرمز یا طول موج بلند از انواع اشعه های خورشید هستند که به سطح آب می رسند یا منعکس می شوند که آن هم بستگی به زاویه تابش و زاویه شکست نور دارد یا جذب می شود و یا پخش می شوند.

زاویه تابش و از همه مهمتر **Celarity** (صافی و تمیزی و شفافیت) خیلی مؤثر است هر چه **Celarity** افزایش یابد میزان نفوذ هم افزایش می یابد. طول موج اشعه هم علاوه بر **Celarity** در میزان نفوذ مؤثر است. در اکثر اقیانوس ها نفوذ نور خیلی محدود است یعنی از عمق ۴۰ متری و حداکثر تا ۱۵۰ یا ۲۰۰ متر است.

نور خورشید به سرعت در سطح آب دریا جذب می شود. در آبهای روشن اقیانوسی در عمق صد متری نور به یک درصد میزان خود در سطح آب می رسد. در حالیکه در آب های ساحلی این افت نور در عمق ۱۰ الی ۳۰ متری و در آب های خیلی کدر ساحلی یا آب های مصب رودخانه ها افت نور به میزان ۱ درصد در عمق ۳ متری صورت می گیرد. این اختلاف بیانگر آن است که آب های ساحلی در مقایسه با آب های دور از فلات قاره دارای کدورت بیشتری هستند این کدورت می تواند به علت تمرکز پلانکتون ها، به خصوص در نواحی نیمه محصور ساحلی نظیر خلیج های اسکاتلند باشد یا به علت موادارگانیک و غیر ارگانیک در مصب رودخانه باشد. اندازه گیری دقیق کاهش شدت نور در زیر آب نیاز به تجهیزات پیچیده دارد. اما می توان به طور نسبی آنرا با استفاده از صفحه ای به قطر ۳۰ سانتی متر به نام سکشی دیسک اندازه گیری کرد. این صفحه امکان برآورد شدت نفوذ نور را تا آن عمق که محو می گردد ارائه می دهد. در آب های روشن ساحلی می توان در عمق ۲۰۰ متری و در آب های اقیانوسی بسیار روشن در عمق ۱۰۰۰ متری نور نفوذ می کند. اما در حدی است که چشم انسان قادر به تشخیص آن نیست.

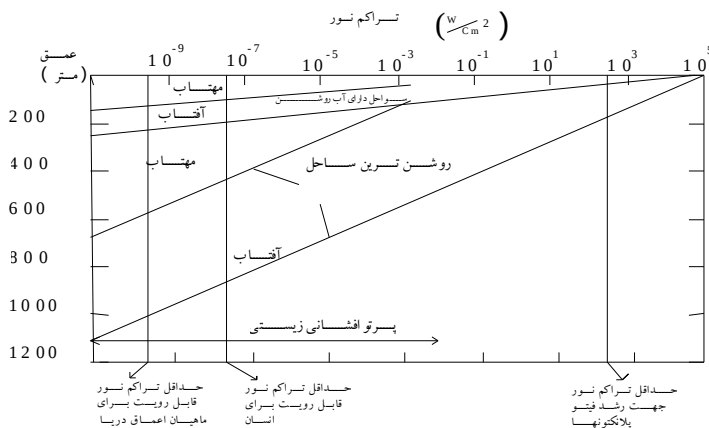
محدودیت نور

پدیده Self-shading

فیتوپلانکتون ها به دلیل اینکه برای فتوسنتز نور را جذب می کنند، باعث قطع نور برای فیتوپلانکتون های عمیق تر می شود که **Self-shading** نامیده می شود.

آب های ناحیه **Central gyres** در دشت های اقیانوسی نابارور و کم تولید می باشد.

در آب های گرم و استوایی، به دلیل ثبات نسبی تغییرات فصلی، ترموکلاین دائمی وجود دارد، نوترینت های اعماق به سطح نمی آیند در نتیجه سطوح آب پر تولید نمی باشد. در آب های معتدل، تغییرات فصلی و چرخش آب بسیار شدید می باشد. در زمستان آب های غنی از نوترینت اعماق به سطح می آید اما با این حال بدلیل محدودیت نور و کمبود نور در زمستان، فتوسنتز کمی رخ می دهد. بنابراین در آب های معتدل در زمستان تولید بالا نیست. اما در بهار محدودیت نور تقریباً وجود ندارد و نوترینتی که از عمق به سطح آمده مورد مصرف فیتوپلانکتون ها و فتوسنتز و بلوم می شود.



شکل ۲-۲: نفوذ نور آفتاب و مهتاب در اعماق آب های روشن ساحلی و آب های اقیانوسی، تراکم نور در محورهای بالا با واحد Log_{10} بیان شده است.

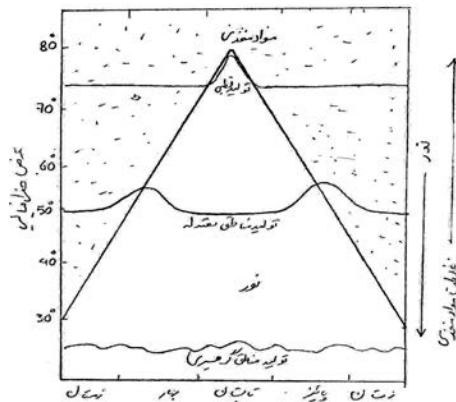
اثرات نور بر روی موجودات زنده دریایی به طور خلاصه به شرح زیر بیان می شود:

- ۱- فتوسنتز
- ۲- گله ای شدن ماهی ها Fish Schooling
- ۳- فعالیت های تولیدمثلی
- ۴- مهاجرت و حرکات عمودی ماهی ها
- ۵- رنگ بدن آبی و گیرنده های نوری Bioluminescence

تاثیر نور در میزان تولید اولیه

تولیدات اولیه در دریاها یعنی تولیدات فیتوپلانکتونی که آن هم بر حسب گرم کربن بر متر مربع در سال بیان می گردد. ماده تولید شده هیدرات کربن است که به اشکال مختلف تبدیل خواهد شد. در فعالیت های اکولوژیکی مثل فتوسنتز، تولید مثل، رشد، رفتارهای جفت یابی و ... مهم ترین فاکتور تاثیرگذار نور می باشد که توالی گونه ای، تلاطم آب، وفور غذا و رقابت هم عوامل موثر دیگری می باشند که در رشد موجود زنده موثر می باشند. میزان کل فیتوپلانکتون آب، standing stock یا standing crop فیتوپلانکتون، وابسته به تولید اولیه می باشد. اما هر دو یک چیز یکسان نیستند. standing stock اشاره به این دارد که چه مقدار فیتوپلانکتون در آب وجود دارد اما پروداکتیویتی اولیه به میزان مواد آلی جدید ایجاد شده اشاره دارد.

نور و مواد مغذی از عوامل کنترل کننده توسعه و رشد جوامع فیتوپلانکتونی و میزان تولید اولیه در آب‌های اقیانوسی می باشند. همچنین دارای نقش تعیین کننده ای بر تعیین انواع جانوران دریایی از جمله ماهیان اقتصادی که به وجود می آیند می باشند. میزان نور از استوا به سمت قطبین کاهش می یابد. همچنین میزان اختلاط بادی، که باعث راندن مواد مغذی به سطح آب می شود، از استوا (که در آن آب به صورت عمودی از طریق تابش خورشید لایه بندی می شود) به سمت قطبین افزایش می یابد. فراوانی نور و مواد مغذی در منطقه نوری، دارای رابطه معکوسی می باشند که تا حد زیادی الگوی تولید فیتوپلانکتونی را در عرض‌های جغرافیایی مختلف شکل می دهد. تولید فیتوپلانکتونی بر اساس تغییرات شدت نور حاصل از ساعات مختلف شبانه روز متفاوت است. تقسیم فیتوپلانکتون‌ها در شب صورت می گیرد بنابراین در هنگام صبح گروه‌های جوان غالب بوده و در بعداز ظهر عکس آن، اتفاق می افتد. در مناطق قطبی، زمان اوج و شکوفایی فیتوپلانکتونی در خلال تابستان، که نور به میزان کافی برای تولید خالص اولیه وجود دارد پیش می آید. در عرض‌های معتدله، تولید اولیه معمولاً در در بهار و سپس در پاییز که ترکیب نور و میزان بالای غلظت مواد مغذی باعث شکوفایی پلانکتونی می شود حداکثر است. در عرض‌های مناطق گرمسیری، که به علت گرمای زیاد یک ترموکلاین دائمی وجود دارد، تولید فیتوپلانکتونی معمولاً در سرتاسر طول سال متاثر از کمبود مواد مغذی محدود بوده و فقط بر حسب تغییرات محلی، نوسانات منظمی پیش می آید.



شکل ۲-۳: نمایش حالت عمومی سیکل های سالانه تولید فیتوپلانکتونی در اقیانوسهای جهانی.

یا به عبارتی ارتباط میان تولید، نور و مواد مغذی در آب‌های جهان

بیولومینسانس (Bioluminescence)

فرایند تولید نور حاصل از فعالیت های اندام های ویژه ای در بدن موجودات زنده استوایی است و در این فرایند گرما تولید نمی شود.

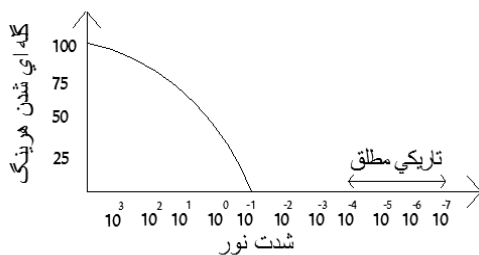
در برخی از موجودات زنده مانند داینوسالزله ها تحت تأثیر نور ضمن انجام عمل فتوسنتز از خود نور ساطع می کنند که به این پدیده بیولومینسانس گویند مانند گونه های *Gymnodinium Sp.* *Gonyalux Sp.* بیشتر ماهیانی که قادر به تولید نور هستند از ماهیان استخوانی و تعداد کمی الاسمورانش ها این قابلیت را دارند. بیولومینسانس حاصل از فرایند شیمیایی اکسیداسیون لوسیفرین (**Luciferin**) در حضور آنزیم حساس به گرما به نام کاتالیزور لوسیفرز (**Luciferase**) و اکسیژن و **ATP** است.

طیف نوری حاصل از این فرایند بیش تر به محدوده طیف آبی و سبز گرایش دارند و نور حاصله در اندامی بنام فوتوفور (Photophore) تولید می گردد و این نور هیچ نقشی در تولیدات اولیه ندارد. نور بوسیله چشم، پوست و یا مخچه ماهی دریافت می شود. در گروهی از آبزیان باکتری های نورزا در اطراف چشم قرار دارند مثل ماهی *Anomalops kaptoron* که در آب های مناطق نیمه عمیق زندگی می کند و با چرخاندن اندام نورزا در زیر حلقه چشم و با گرداندن اندام در داخل کیسه رنگدانه های سیاه، نور را خاموش و روشن می کند. اثر نور بر ماهی سازش رنگی Adaptive Coloration است. این پدیده سبب افزایش مقاومت موجودات نسبت به نور می گردد به این پدیده فتوتاکی Phototaxi نیز می گویند و عکس العمل موجودات نسبت به نور دو نوع است: ۱- مثبت ۲- منفی

اگر موجودی به سمت نور گرایش یابد دارای فتوتاکی مثبت است مانند حشرات و فیتو پلانکتونها. اگر موجودی از نور فرار کند دارای فتوتاکی منفی است مانند زئو پلانکتونها. از این پدیده برای صید ماهیان استفاده می کنند مثلاً در هنگام صید ماهی کیلکا در شب با تاباندن نورهای قوی پروژکتور به سطح دریا سبب جمع شدن آنها در سطح می گردند و بلافاصله با انداختن تور، صید بالایی را به دست می آورند.

گله ای شدن ماهی ها Fish Schooling

مطالعات زیادی بر روی شگ ماهیان یا Clupeidae صورت گرفته مانند ماهی هرینگ اقیانوس اطلس، نتایج حاصله نشان می دهد که ماهیان هرینگ در مواقع کمبود نور به سطح می آیند و زمانی که نور زیاد است به عمق می روند که مهاجرت از نوع عمودی است. شدت نور تأثیر زیادی روی گله ای شدن هرینگ دارد. هر چه شدت نور زیاد باشد درصد گله ای شدن ماهی بیشتر است.



شکل ۴-۲: رابطه گله ای شدن هرینگ و شدت نور

گله یا توده ماهی ممکن است از یک گونه و یا چندین گونه تشکیل شده باشد ولی نظم و ترتیب خاصی در گله ای شدن آنها وجود دارد قدرت شناگری آنها هماهنگ شده تا گله ای ماهی از هم نباشد و به صورت گله مسافت های زیادی را طی می نماید. گله های ماهی ها در هنگام غروب به سطح آب ها آمده و در هنگام طلوع به عمق می روند اکثر ماهی های پلاژیک سطحی یا Epipelagic که در عمق کمتر از ۲۰۰ متر زندگی می کنند می توانند تشکیل گله دهند مانند ماهی صبور، کفال و فانوس ماهیان. فانوس ماهیان مهمترین ماهیان دریای عمان هستند و نسبت به نور، نور گرایی مثبت دارند و صید آنها بسیار دشوار است زیرا به صورت گله ای زندگی می کنند. برای تشخیص موقعیت گله فانوس ماهیان از روی کشتی با استفاده از دستگاه Echo Sander امواج صوتی را به گله می فرستند و از موقعیت گله ها آگاهی می یابند. یکی دیگر از تأثیرات مهم نور همزمان شدن پدیده های زیستی با نور است از جمله زاد و ولد - تراکم - مهاجرت و ...

حرارت

یکی از عوامل مهم پریرودیک اولیه، حرارت می باشد. درجه حرارت آب دریا بین ۲- تا ۳۰ درجه سانتی گراد در نوسان است و حتی در برخی مناطق ساحلی گرمسیری این مقدار به ۴۴ درجه سانتی گراد نیز می رسد. میانگین درجه حرارت آب دریاها و اقیانوس ها حدود ۳/۵ درجه سانتی گراد است، بنابراین بیش تر آب های دریاها و اقیانوس ها سرد هستند. چگونگی تبادل حرارت به گرمای ویژه و قابلیت هدایت آن بستگی دارد. آب برای گرما، هادی خوبی نیست. انتقال گرما بوسیله جابه جایی صورت می گیرد. گرمای ویژه آب اقیانوس زیاد است بدان سبب گرم شدن و سرد شدن آن به کندی صورت می گیرد. از اینرو اختلاف درجه حرارت روزانه و سالانه آب اقیانوس ها نسبت به قاره ها خیلی کمتر است. اختلاف درجه حرارت متوسط روزانه در اقیانوس بیش از یک درجه نیست. اختلاف سالانه بین ۵ الی ۱۰ درجه می باشد، ولی در دریاها و داخلی و خلیج ها به طور استثنایی حد تغییرات بیشتر است. بیش ترین درجه حرارت در مناطق کم عمق و نسبتاً محصور مثل خلیج فارس ۳۵ درجه سانتی گراد و خلیج مکزیک و دریای احمر (سرخ) ۳۲ درجه سانتی گراد در تابستان است.

تغییرات دما در مناطق باز اقیانوسی ۵ درجه سانتی گراد است.

لایه سطحی آب اقیانوس ها گرم و سرد می شود و منبع حرارت آب اقیانوس ها انرژی حرارتی خورشید است بنابراین، در فصول مختلف میزان حرارت آب متفاوت خواهد بود. امواج و جریان ها توسط باد حرارت را در سطح و عمق آب انتقال می دهند. قسمتی از حرارت جذب شده بوسیله تبخیر به اتمسفر منتقل می شود. در فصل تابستان با وجود سرد بودن آب اقیانوس نسبت به هوای مجاور اختلاف درجه حرارت بین این دو محیط چندان زیاد نیست. ولی در زمستان آب گرم تر از هوا بوده و اختلاف نیز بیشتر است. این اختلاف به خصوص در دریاها و کناری و داخلی به ۲۰ الی ۲۸ درجه و در آب های قطبی به ۳۵ درجه می رسد.

آب دریا با سرد شدن چگالتر می شود ولی پایین تر از ۴ درجه سانتی گراد چگالی آب کمتر می شود.

موجودات زنده را بر حسب تحمل گرما به ۳ دسته تقسیم می کنند:

الف) Mega Cold Stenotherm: موجوداتی هستند که طیف کوچکی از دمای سرد را می پذیرند مانند جلبک کلامید و مواناس که دمای ۰ تا ۵- درجه سانتیگراد را تحمل می کند. اندازه بزرگ، تنوع کم، تراکم بالا، سیکل حیاتی طولانی و بلوغ جنسی دیر رس در آنها مشاهده می شود

ب) Mega Warm Stenotherm: موجوداتی که تحمل طیف کوچکی از دمای گرم را دارند. مانند بسیاری از ماهیان پلاژیک سطحی که دمای ۳۰ تا ۴۰ درجه را می پذیرند و مرجان ها که در آب هایی با دمای بیش از ۱۸ درجه سانتی گراد زندگی می کنند. به دلیل بالا بودن درجه حرارت در بین لایه های آبی، این گونه ها تنوع بالا و تراکم پایین دارند. متابولیسم، رشد و تولیدمثل آنها بالاست و سیکل حیاتی سریع و جثه موجود کوچک است.

ج) موجودات دریاها معتدله

این دریاها بین مناطق گرم و قطبی قرار دارند. ارگانیسم های ساکن در این مناطق محدوده استراتژی مختلفی در تحمل دما دارند و هر ۳ گروه Eurytherm، Mega Warm Stenotherm، و Mefa Cold Stenotherm در اینجا یافت می گردد. فعالیت تولیدمثلی، تغذیه ای، مهاجرت و رشد آنها نیز سالیانه می باشد.

انواع درجه حرارت در مورد هر گونه آبزیان

۱- Upper Lethal Temperature دمای بالای کشنده: بالاترین دمایی که سبب مرگ آبزی می شود را دمای بالای کشنده می گویند مثلاً در ماهی کپور سرگنده دمای بالای کشنده ۴۵ °C است.