

تغییرات آب و هوایی - اسیدی شدن و زیست بوم های دریایی

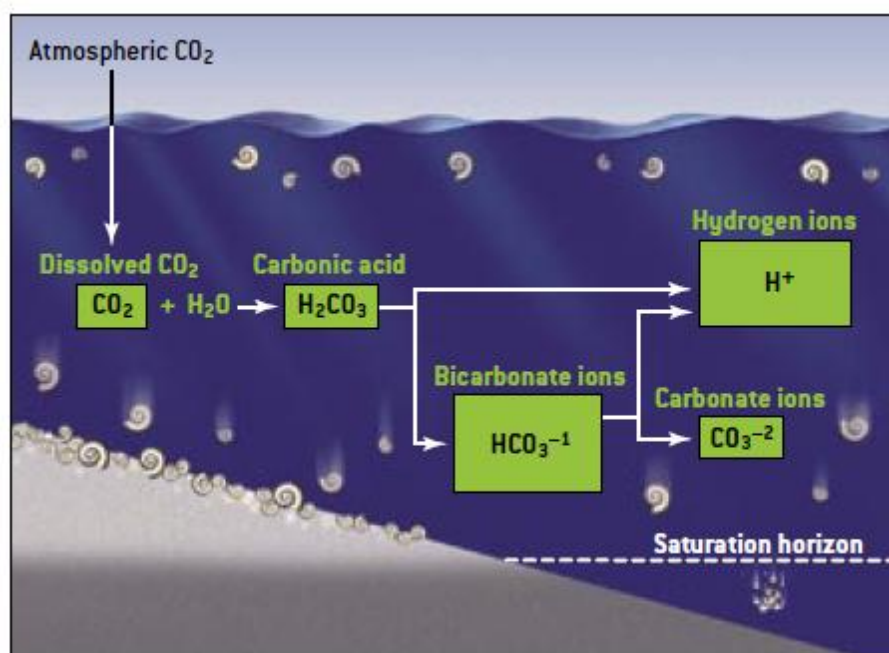
آغاز انقلاب صنعتی و استفاده گسترده از انواع سوخت های فسیلی موجب ایجاد تحولات گسترده در زندگی انسان شد اما به موازات آن عوارض و آثار منفی بسیاری بر جوامع انسانی و محیط زیست زمین برجای گذاشته است. افزایش بسیار زیاد گاز های ناشی از احتراق سوخت های فسیلی با اثر گلخانه ای خود موجب افزایش میانگین دمای هوای زمین گشته و طبق بررسی محققین ، آب و هوای کره زمین را تحت تاثیر قرار داده است . دی اکسید کربن حاصل از احتراق یکی از مهمترین گازهای حاصل از فعالیت های انسانی است.

دانشمندان توانسته اند چشم انداز بلند مدتی از میزان این گاز در زمان های مختلف را با آنالیز حباب های هوایی که در یخ های طبیعی محصور شده اند بدست آورند . با استفاده از این آرشیو طبیعی آنها متوجه شده اند که غلظت اتمسفری دی اکسید کربن برای چند هزار سال ثابت بوده اما با آغاز دوره صنعتی شدن از سال های ۱۸۰۰ میلادی به بعد افزایش سریعی پیدا کرده است . در حال حاضر میزان این گاز نسبت به چند صد سال قبل افزایش ۳۰ درصدی را نشان می دهد و پیش بینی می شود که تا پایان این قرن به دو تا سه برابر حد طبیعی خود برسد.

این تولید عظیم دی اکسید کربن عمدتاً از سوختن منابع انرژی فسیلی همچون نفت، ذغال سنگ و گاز طبیعی ناشی شده است. بر خلاف کربن تشکیل دهنده ارگانسیم های زنده، سوخدهای فسیلی فاقد ایزوتوپ رادیو اکتیو کربن ۱۴ بوده و یا مقادیر ناچیزی از آن را دارند و بیشتر واجد نسبت ثابتی از دو ایزوتوپ پایدار کربن یعنی ایزوتوپ ۱۲ و ۱۳ هستند بنابراین احتراق سوخت ها یک اثر ایزوتوپی متفاوت را در اتمسفر بر جای می گذارد که مشخص کننده منبع تولید آن است.

مطالعات و بررسی هایی که از دهه هشتاد میلادی به بعد با تلاش اقیانوس شناسان انجام گردیده پیشنهاد می کند که از آغاز انقلاب صنعتی تاکنون حدود نیمی از کربن آزاد شده از سوخت های فسیلی توسط اقیانوس ها جذب شده است. اما جذب دی اکسید کربن واقعا چه تاثیری بر محیط زیست دریایی داشته است؟ توصیف و تشریح این اثرات مستلزم ورود به مبحث شیمی آب است . دی اکسید کربن حل شده در آب ( $CO_2$ ) در ترکیب با مولکولهای آب اسید کربنیک را به وجود می آورد ( $H_2CO_3$ )، اسید ضعیفی که در نوشابه های گاز دار هم موجود است. انحلال اسید در آب موجب تولید یون های ( $H^+$ ) و کربنیک و مقدار کمی هم کربنات می گردد. بدین ترتیب مخلوطی از ترکیبات و یون های مختلف کربن دار در آب حاصل می شود.

نتیجه مشخص این انحلال افزایش غلظت یون هیدروژن است که شیمیدان ها معمولاً آن را با مقیاس آشنای pH بیان می کنند. کاهش یک واحدی pH یعنی افزایش ده برابری غلظت یون های هیدروژن و اسیدی شدن بیشتر آب، در حالیکه افزایش یک واحدی آن به معنای کاهش ده برابری در یون های هیدروژن و تغییر به سمت قلیایی شدن است. pH آب دریا بین 8 تا 8.3 می باشد که نشان می دهد این آب از قلیائیت کمی برخوردار است. جذب دی اکسید کربن توسط آب موجب شده است که pH آب دریا در زمان حاضر حدود ۰/۱ درجه کمتر از آغاز انقلاب صنعتی باشد. چنانچه جوامع صنعتی جهان در استفاده از سوخت های فسیلی تجدید نظر کلی نکنند پیش بینی می شود که pH آب اقیانوس تا سال ۲۱۰۰ میلادی ۰/۳ درجه دیگر کاهش یابد.



این تغییرات pH کوچک به نظر می رسند اما بسیار هشداردهنده هستند. آزمایشات اخیر نشان می دهند که این تغییرات برای بعضی ارگانیسم های دریایی زیان آور هستند بخصوص آنهایی که برای ساخت صدف ها یا دیگر اجزای بدن خود به کربنات کلسیم محیط وابسته اند.

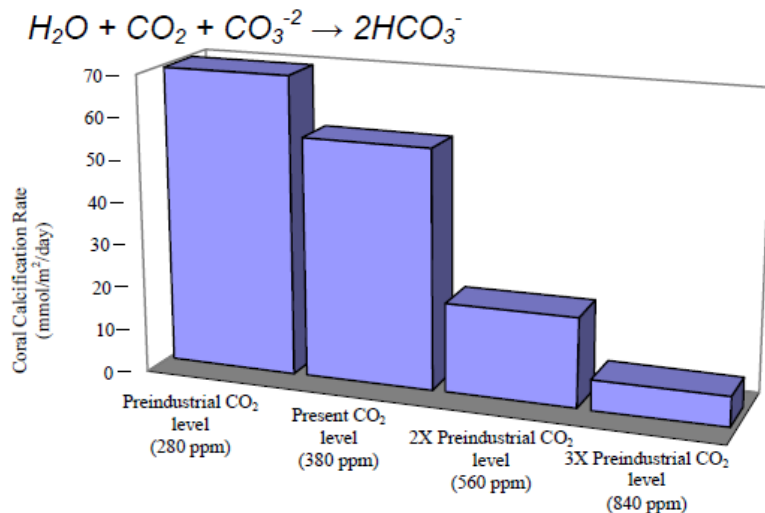
یکی از موارد نگران کننده در کاهش pH و نتیجتاً کاهش غلظت یون کربنات این است که وضعیت ایجاد شده می تواند توانایی بعضی موجودات در تولید کربنات کلسیم لازم برای پوسته خود را دچار مشکل کند و موجب

بروز اختلال در رشد و نمو آنها شود. بعضی از فراوان ترین میکروارگانیسم هایی که از این وضع متاثر می شوند گروهی از فیتوپلانکتون ها به نام کوکولیتوفوریداها هستند که از قطعات کوچک کربنات کلسیم پوشیده شده اند و معمولاً در عمقی نزدیک به سطح آب اقیانوس ها شناورند. از دیگر گروه های مهم پلانکتونی می توان از فرامینفرا و پتروپودا نام برد. این موجودات کوچک منبع غذایی مهمی برای ماهیان و پستانداران دریایی همچون وال ها محسوب می شوند.

نگرانی مهم دیگر در مورد اتفاقی است که می تواند برای مرجان ها رخ دهد. آنها اسکلتی کربنات کلسیمی را می سازند که به مرور آهنگ های مرجانی را شکل می دهد. آهنگ هایی که جزو متنوع ترین و مولدترین زیست بوم های دریایی محسوب می شوند. جلبک های مرجانی ( جلبک هایی که آنها هم قادر به ترشح کربنات کلسیم بوده و اغلب شبیه مر جان ها هستند) نیز در کلسیفیه شدن ( آهکی شدن ) این مناطق شرکت دارند.

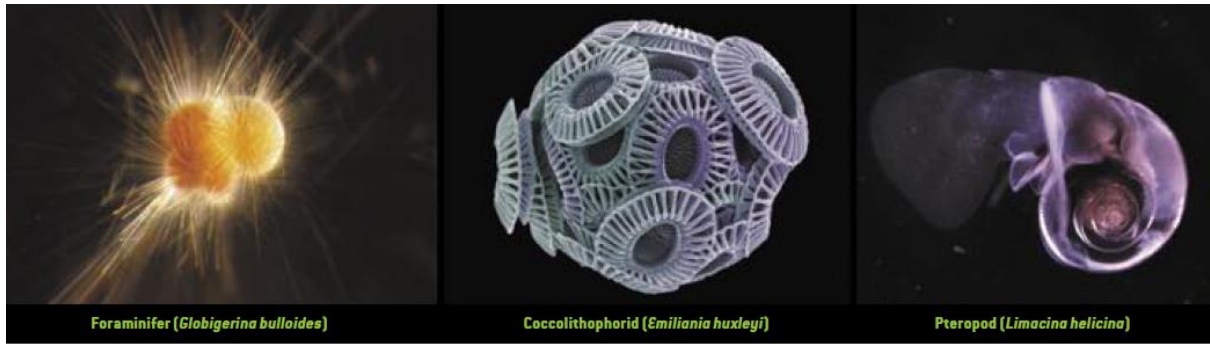
مرجانها رنگ های زیبای خود به واسطه جلبک های همزیستی دارند که داخل سلول های مرجان زندگی می کنند. در پاسخ به انواع مختلف استرس های محیطی، این جلبک ها گاهی میزبان خود را ترک می کنند. در این حالت اسکلت کربنات کلسیمی سفید رنگ مرجان نمایان می شود که آن را سفید شدگی مرجانی می نامند. سفید شدگی در شرایطی همچون گرمای بیش از حد می تواند رخ دهد و دانشمندان گمان می کنند که اسیدی شدن اقیانوس ها چنین پدیده هایی را تشدید می کند.

اما مرجان ها و دیگر موجودات دریایی آهک ساز با اسیدی شدن اقیانوس ها به طرق دیگری نیز متاثر می شوند که در نتیجه پوسته یا صدف های آنها عملاً متلاشی می گردند. برای ایجاد درک بهتری از اینکه کدام فرم های حیات در معرض بیشترین ریسک قرار دارند توضیح مختصری از شیمی این فرایندها مورد نیاز است. کربنات کلسیم در مرجان ها یا در صدف دیگر موجودات دریایی به دو فرم معدنی مشخص دیده می شوند: کلسیت و آراگونیت. بعضی ارگانیسم های ترشح کننده کلسیت، منیزیم را نیز به این مخلوط اضافه می کنند. آراگونیت و کلسیت منیزیم قابلیت انحلال بیشتری نسبت به کلسیت معمولی دارند، بنابراین مرجان ها و پتروپودها که هر دو آراگونیت تولید می کنند و همچنین جلبک های کورالین که کلسیت منیزیم تولید می کنند نسبت به اسیدی شدن آب آسیب پذیری بیشتری دارند.



شکل - اثرات بالقوه افزایش دی اکسید کربن اتمسفر بر میزان کلسیفیکاسیون مناطق مرجانی.

حلالیت کربنات کلسیم اساساً با غلظت یون کربنات ( و بنابراین بطور غیر مستقیم pH ) مرتبط است، اما به متغیرهای دیگری همچون دما و فشار هم بستگی دارد. در شرایط جدید محیطی که جوامع صنعتی ایجاد کننده آن بوده اند، بسیاری از آبهای سرد عمقی به آن اندازه اسیدی شده اند که که بتوانند پوسته یا صدف های کربنات کلسیمی را حل کنند و به عبارتی به حالت زیراشباع رسیده اند اما آبهای کم عمق سطحی و گرم تمایلی به انحلال مواد معدنی کلسیت و آراگونیت ندارند که به آنها فوق اشباع می گویند. حد فاصل بین این دو بخش را خط تراز اشباع می نامند که پایین تر از آن مواد شروع به انحلال می کنند. جریان دی اکسید کربن از اتمسفر به داخل آب موجب شده که تراز اشباع برای آراگونیت و کلسیت در مقایسه با موقعیت آن در زمان ۱۸۰۰ میلادی در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ متر به سمت بالا جابجا شده و به عبارتی به سطح آب نزدیک تر شود و مطالعات اخیر نشان می دهد که طی چند دهه آینده این وضعیت گسترده گسترده بیشتری پیدا خواهد کرد. بنابراین با اسیدی شدن بیشتر اقیانوس ها آن بخش از آب که پوسته یا ساختار کربنات کلسیمی آبزیان با آن سازگار است به تدریج کم عمق تر و باریکتر خواهد شد و نهایتاً محدوده های کوچک تری از آبها مطلوبیت خود را برای موجودات سازنده کربنات کلسیم حفظ خواهند کرد.



تصویر - نمونه ای از جانداران با پوسته کربنات کلسیمی

امروز دیدگاه مشترک بسیاری از دانشمندان این است که روند امروزی اسیدی شدن آبها خیلی سریع تر از آنچه که در گذشته بوده به پیش می رود بطوری که بسیاری از گونه های دریایی زمانی برای سازگار شدن با آن نخواهند داشت. اگر چه این تاثیرات به چشم بسیاری از مردم نمی آید اما ایجاد تغییرات گسترده در محیط زیست دریایی اجتناب ناپذیر است.