دریاها ودریاچه‌ها دارای یک پتانسیل از نظر حرارتی است که اصطلاحاً به آن پتانسیل گرمایی آب یا Thermal capacity گفته می‌شود.

گرمای ویژه آب × حجم آب دریاچه = پتانسیل گرمایی یک توده آبی

هر چقدر حجم آب دریاچه بیشتر باشد، پتانسیل گرمایی آن بالاتر، گرمای بیشتری در خود نگهداری می کند. در یکی از دریاچه های اروپا مقدار پتانسیل گرمایی در فصول گرم و سرد سال اختلاف بالایی را نشان داده است. بطوریکه گرما در شهریور ماه $۷۱/۱۸ \times ۱۰^{۲۳}$ کیلو ژول و در اسفند ماه $۲۳/۸ \times ۱۰^{۲۳}$ کیلو ژول ثبت شده است. اختلاف این دو عدد ($۴۷/۳ \times ۱۰^{۲۳}$ کیلو ژول) مقدار گرمای ذخیره شده در دریاچه از مهر تا اسفندماه بوده که این حرارت بتدریج به محیط اطراف پس داده می شود. این وضعیت در آبهای ساکن دیده می شود.

در تابستان و در ساحل دریا به هنگام روز معمولاً باد از دریا به خشکی و هنگام شب از خشکی به دریا می وزد. علت این پدیده آنست که در طول روز دمای خشکی در اثر تابش خورشید سریعتر از آب دریا گرم شده و بطرف بالا صعود می کند (چون ظرفیت گرمایی خاک از آب کمتر است). از طرف دیگر سطح دریا در اثر تلاطم امواج دائماً بهم خورده و لایه های آب گرم سطح دریا به نواحی پایینتر (که سرد می باشند) می رسد و عملاً اختلاط توده های حرارتی ایجاد می شود. نتیجه این فعل و انفعالات این است که هوای مجاور خشکی گرم شده و انبساط پیدا کرده و بالا می رود و هوای سرد روی دریاچه بطرف خشکی حرکت کرده و جای آن را می گیرد. بعبارت دیگر، در روزها باد از دریا به خشکی می وزد ولی در شبها عکس این عمل اتفاق می افتد.

در آبهای جاری که دارای حرکات سریعی هستند مقدار زیادی از گرمای ذخیره شده در حین حرکت به نواحی پایین دست آب کشیده می شود. مثلاً رودخانه ها میتوانند آب سرد ارتفاعات را بتدریج به سمت نواحی پایینتر انتقال دهند.

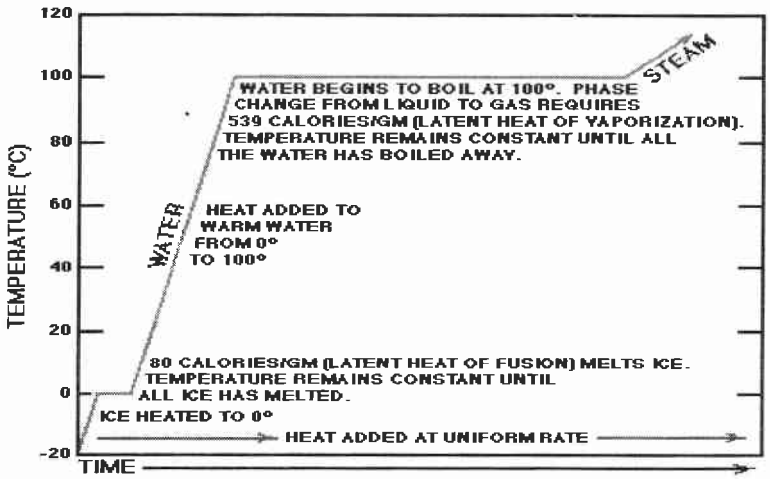
۲) گرمای نهان تبخیر (Latent heat of evaporation):

گرمای نهان تبخیر عبارتست از مقدار گرمای مورد نیاز برای واحد جرم از هر مایع خالص در فشار معین بطوریکه بدون تغییر دما بصورت بخار درآید. مقدار گرمای لازم برای تبخیر یک کیلوگرم آب و یا مقدار گرمای آزاد شده هنگام متراکم شدن بخار آب (Condensation) را نیز اصطلاحاً گرمای نهان تبخیر می گویند. این مقدار برای آب در دماهای مختلف متفاوت است ولی گرمایی معادل ۵۳۹ Kcal بازای هر Kg آب مورد نیاز است که به آن گرمای نهان تبخیر می گویند. در مقایسه با مایعات مشابه و ترکیبات مولکولی و ساده دیگر آب هنگامی که گرم می‌شود به آهستگی تبخیر شده و بنابراین آب دارای گرمای نهان تبخیر زیادی است. تبخیر آب واکنشی است که انرژی گرمایی بر نیروی جاذبه بین مولکول‌های آب غالب می شود مخصوصاً پیوندهای هیدروژنه. تعداد پیوندهای هیدروژنه در واحد حجم آب بیشتر از مایعات دیگر می‌باشد. هرمولکول آب به وسیله دو باند هیدروژنه به مولکول‌های همسایه متصل شده‌است. بنابراین گرمایی که برای تبخیر لازم است تقریباً دو برابر انرژی پیوند هیدروژنه می‌باشد (۴/۸۵ کیلوکالری برای هر پیوند یا ۹/۷ کیلوکالری برای هر مولکول گرم). مقدار گرمای لازم برای تبخیر یک گرم آب حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ کالری است.

۳) گرمای نهان ذوب (Latent heat of fusion):

عبارتست از مقدار گرمای لازم برای ذوب کردن یک کیلوگرم یخ و تبدیل آن به حالت مایع. حرارتی که آب جذب می‌کند تا از شکل جامد به شکل مایع درآید بدون این که دمای آن تغییر کند، گرمای نهان ذوب نامیده می‌شود. این دما، ۱۵٪ گرمای لازم برای جدا کردن پیوندهای هیدروژنه در عمل تبخیر است. برعکس این حالت، یعنی مقدار انرژی آزاد شده جهت تبدیل وضعیت آب از حالت مایع به حالت جامد را نیز گرمای نهان ذوب گویند. این رقم برای آب ۷/۷۹ کیلو کالری بازای هر کیلو گرم آب است. از سوی دیگر به هنگام یخ زدن آب صفر درجه مقدار زیادی گرما باید از آب گرفته شود (گرمای نهان انجماد) که معادل ۷۹/۲۷ کالری به ازاء هر گرم آب می‌باشد به همین دلیل مقدار زیادی انرژی لازم است تا در فصل بهار یخ را ذوب کند و برای بوجود آمدن لایه یخ در زمستان در سطح دریاچه‌ها مقدار زیادی گرما باید از آب به محیط اطراف پس داده شود. این مقادیر بالا نشان دهنده وجود پیوندهای هیدروژنی و ساختار کلاستری در مولکول آب می باشد.

برای این که رابطه بین تغییر حالتها در سیستم آب و تغییرات دما مشخص گردد، مقدار یک گرم یخ حرارت داده می‌شود. مولکولهای آب در ساختار یخ بواسطه وجود پیوندهای مولکولی (که تا حدودی قابلیت ارتجاعی می تواند داشته باشد) دارای حالت ارتعاشی هستند. در اثر حرارت و با ناپدید شدن آخرین ذره یخ، حرارت اضافی سبب افزایش دمای آب شده و انرژی مصرف شده صرف حرکت سریعتر مولکولها، افزایش حرکات مولکولی و نهایتاً افزایش دمای آب می شود. قبل از این که یخ به صورت کامل به آب تبدیل شود تقریباً ۱۵ درصد از پیوندهای هیدروژنی شکسته شده و شکستن بقیه پیوندها مستلزم گرمای بیشتری بوده و جزء گرمای نهان تبخیر آب محسوب می شود. بطوریکه در حالت بخار آب کلیه پیوندهای هیدروژنی شکسته شده و ساختار کلاستری مولکول آب کاملاً از بین می رود و در حالت بخار آب فقط مولکولهای در حد فاصل نقاط ذوب و جوش افزایش حرارت سبب افزایش ثابت دمای آب می شود.



Energy relationships as water changes phase.

بنابراین برای اینکه دمای آب یک درجه افزایش پیدا کند انرژی حرارتی نسبتاً بالایی را نسبت به بسیاری از مواد دیگر نیاز داشته تا زمانیکه آب به ۱۰۰ درجه برسد. در این حالت بسیاری از مولکولهای آب انرژی کافی جهت آزاد شدن و ایجاد حالت بخار آب را بدست می آورند. بهمین دلیل تبخیر آب به لحاظ وجود پیوندهای هیدروژنی و شکسته شدن کامل پیوندها جهت تشکیل بخار آب نیازمند انرژی حرارتی خیلی بالایی است. لذا گرمای نهانی تبخیر آب بالاست، در حالیکه گرمای نهان ذوب آب رقم پایینتری بوده زیرا در این شرایط ساختار کلاستری آب و بعبارتی کلیه پیوندهای هیدروژنی بصورت کامل تخریب نمی شوند. بنابراین برای ذوب یخ انرژی کمتری نسبت به تبخیر آب نیاز است.

در حالتی دیگر ممکن است یخ بلافاصله به بخار آب تبدیل شود، تبدیل شدن یک ماده از فاز جامد به فاز گازی (در مورد آب از حالت یخ به بخار آب) را اصطلاحاً تصعید یا (Sublimation) گویند. گرمای نهان تصعید حدود ۶۷۹ کالری بازای هر گرم یخ می باشد که از گرمای نهان تبخیر و ذوب بیشتر است.

۱-۳) تبخیر سطحی (Surface evaporation):

عبارتند از تبخیر از سطح آزاد مایعات در هر دمایی بدون اینکه فرآیند جوشیده شدن انجام پذیرد. تبخیر سطحی آب دریاچه ها در شرایط مختلف بستگی به شرایط کلیمایی منطقه دارد. لذا میزان تبخیر سطحی به چند پارامتر بستگی دارد:

۱- هر چقدر سطح مایع بیشتر باشد، میزان تبخیر سطحی بیشتر است.

۲- هر چقدر دمای محیط بیشتر باشد، سرعت تبخیر سطحی افزایش می یابد.

۳- هر چقدر فشار وارد بر سطح مایع کمتر باشد، سرعت تبخیر سطحی بیشتر است.

۴- هر چقدر میزان بخار مایع کمتر باشد، سرعت تبخیر بیشتر است.

۵- هر چقدر هوا با سرعت کمتری جریان داشته باشد، سرعت تبخیرآب کمتر است.

۶- سرعت و میزان تبخیر سطحی مایعات مختلف متفاوت است.

۷- تبخیر آب در زیر نقطه جوش هم امکان پذیر است ولی یک تفاوت اساسی وجود داشته و آن اینکه جوشیدن آب زیر نقطه جوش مستلزم صرف انرژی و حرارت بیشتر بازای هر گرم از بخار آب نسبت به تبخیر آب در نقطه جوش است.

برعکس این روابط هم درست است بطوریکه اگر بخار آب بخواهد تبدیل به مایع شود انرژی آزاد میکند مثلاً در زمان بارندگی بخار آب هوا تبدیل به حالت مایع شده و جهت این تبدیل انرژی آزاد می کند. لذا در زمان بارندگی خیلی احساس سرما نمی شود زیرا این حرارت به محیط پس داده می شود.

بطور کلی در آب دریاچه ها و دریاها تبخیر سطحی آب (Surface evaporation) صورت می گیرد. هر چند که آب در ۱۰۰ به جوش آمده و به بخار آب تبدیل می شود ولی میتوان بخار آب را از یخ یا آب مایع با دمای پایین تر از ۱۰۰ نیز بدست آورد. تبخیر سطحی آب دریاچه ها در شرایط مختلف بستگی به شرایط کلیمایی منطقه دارد. متوسط دمای

آبهای سطحی دریاها ۱۸ درجه است. لذا تبخیر آب زیر نقطه جوش مستلزم حرارت بیشتر بازای هر گرم از بخار آب نسبت به تبخیر آب در نقطه جوش است.

ارتباط درجه حرارت با گرمای نهانی تبخیر آب

درجه حرارت (درجه)	۰	۲۰	۱۰۰
حرارت نهانی تبخیر (کالری بر گرم)	۵۹۵	۵۸۵	۵۳۹

با توجه به جدول دیده می شود که با افزایش درجه حرارت، میزان گرمای نهان تبخیر کاهش می یابد. همچنین، افزایش در میزان گرمای نهان تبخیر آب در دماهای پایین تر نشان دهنده صرف انرژی بیشتر برای شکستن پیوندهای هیدروژنی در دماهای پایین تر است.

۴) قابلیت هدایت حرارتی آب (Thermal conductivity):

عبارتند از انتقال حرارت بین دو سطح متقابل مکعب به ابعاد ۱×۱×۱ سانتیمتر در مدت زمان یک ثانیه هنگامی که اختلاف درجه حرارت بین این دو سطح یک درجه سانتی گراد باشد. واحد قابلیت هدایت حرارتی Cal/cm.s.c (واحد دیگر آن بر حسب J/cm.s.k) است.

مقایسه قابلیت حرارتی بین آب، یخ و هوا نشان داده که برای آب این مقدار ۰۰۱۳۶/۰، یخ ۰۰۵۷۰/۰ و هوا ۰۰۰۵۷/۰ است. مشاهده می شود که قابلیت هدایت حرارتی آب بسیار پائین است و انتقال مولکولی انرژی آن قدر ناچیز است که در محاسبات در نظر گرفته نمی شود.

از انتقال حرارتی آب چند نتیجه در منابع آبی بدست می آید:

۱- اگر مسئله گردشها و چرخشها در منابع آبی در نظر گرفته نشود، آب بعنوان یک عایق حرارتی خوب محسوب میشود زیرا پدیده انتقال مولکولی در آب پدیده زمان بر است. ولی واقعیت آن است که آب بدلیل مایع بودن خود میتواند در یکسری حرکات چرخشی شرکت کرده و حرارت را به لایه های عمیقتر منابع آبی منتقل کند. نتیجه اینکه انتقال مولکولی آب در منابع آبی اهمیت خاصی نداشته بلکه انتقال حرارت در توده های آبی از طریق پدیده های کنوکسیونی (Convection) صورت می گیرد.

۲- دریاچه ها و اقیانوسها بعنوان یک پمپ گرمایی (Heat pump) میتوانند مقادیر مختلف گرما را به مناطق همجوار خودشان منتقل کرده و یا اینکه سبب ایجاد جریانهای شدید اقیانوسی در مناطق قطبی شوند، مانند جریان کوروشیو و گلف استریم (Gulf stream).

ز) ضریب دی الکتریک آب (Dielectric constant):

مقدار ضریب دی الکتریک در ۲۰ درجه سانتی گراد ۰۸/۸۰ است. علت آن وجود پیوندهای هیدروژنی و ساختار کلاستری آب است. زیرا برای از بین بردن آنها به انرژی بالایی نیاز است. مقدار ضریب دی الکتریک اثر یونیزاسیون آب را بر روی ترکیبات قطبی الکترولیتها نشان می دهد. از آنجاییکه برای از بین بردن پیوندهای هیدروژنی نیاز به انرژی بالایی بوده، این امر سبب می شود که جاذبه الکتریکی بین یونهای محلول بشدت کاسته شود. مانند زمانیکه نمک در آب حل می شود، یونهای مثبت و منفی Na^+ , cl^- از هم دور شده بطوریکه نیروی جاذبه بین یونهای Na^+ , cl^- بعد از انحلال در داخل آب به یک درصد مقدار اولیه خود کاهش می یابد. به شکلی که مولکولهای آب این یونها را در داخل خود حبس می کنند. در نتیجه الکترولیتها با داشتن یون مثبت و منفی و همچنین ویژگی یونیزاسیون میتوانند در داخل آب حل شوند. ضریب دی الکتریک آب سبب خنثی شدن نیروی جاذبه بین بارهای الکتریکی الکترولیتها می شود. با افزایش درجه حرارت آب ضریب دی الکتریک کاهش می یابد. ضریب دی الکتریک واحد ندارد.

جدول بررسی پارامترهای فیزیکی آب:

این جدول با در نظر گرفتن سه پارامتر مهم درجه حرارت، فشار و شوری در تنظیم شده است. علامت (+) بیانگر افزایش و (–) بیانگر کاهش پارامتر مورد نظر می باشد:

ویژگی (واحد)	افزایش شوری	افزایش درجه حرارت	افزایش فشار
قابلیت هدایت حرارتی (Cal/cm.s.c)	–	+	+
ظرفیت گرمای ویژه (Cal/gr)	–	+	–
گرمای نهان تبخیر(Cal/gr)	بی تاثیر	–	بی تاثیر
نقطه انجماد (°C)	–	.....	بی تاثیر
نقطه جوش (°C)	+	.....	+
فشار اسمزی	+	+	بی تاثیر
حداکثر درجه حرارت وزن مخصوص (°C)	–	.....	.....
لزوجت (Poise)	+	–	بی تاثیر
کشش سطحی (dyne/cm)	+	–	بی تاثیر
وزن مخصوص (Kg/m^3)	+	–	+

فاکتورهای مهم فیزیکی در آبها

درجه حرارت (گرما)

نقش حرارت در محیط های آبی:

یکی از مهمترین عوامل که می‌توان آب را به عنوان یک محیط طبیعی و تنظیم کننده برای موجودات آب‌زی در نظر گرفت خواص حرارتی آن است که از دیدگاه اکولوژیکی اهمیت زیادی دارد. گرمای ویژه بالای آب بر اثر ظرفیت بالای آن در جذب حرارت ایجاد می‌شود که برای گونه‌های مختلف موجودات زنده آب‌زی فوق‌العاده اهمیت دارد. همان‌طوری که قبلاً اشاره شد، بیشترین چگالی آب در ۳/۹۸ درجه سانتی‌گراد است که این موضوع از نظر اکولوژیکی بسیار مهم می‌باشد. زیرا آب دریاچه‌ها از سطح یخ می‌زند؛ از قسمت کف یخ نمی‌زند. بنابراین در کف دریاچه و در فصل زمستان، موجودات آب‌زی شرایط زیستی مناسب (حدود ۴ درجه سانتی‌گراد) را برای ادامه حیات خود دارند. چنان‌چه بیشترین چگالی آب مانند اکثر ترکیبات در صفر درجه بود، دریاچه‌ها به طور کامل در فصل زمستان یخ می‌زد و امکان ادامه حیات برای موجودات وجود نداشت. بدین ترتیب با این خاصیت که آب سنگین‌ترین وزن خود را در ۴ درجه دارد، دریاچه‌ها در فصل زمستان به طور کامل یخ نزده و امکان حیات برای موجودات آب‌زی دریاچه فراهم می‌باشد. این دو خاصیت (گرمای ویژه بالای آب و بیشترین چگالی آب در ۴ درجه)، اثرات مهم فیزیکی و حرارتی در آب‌های طبیعی را تعیین می‌کند.

به طور کلی، نور خورشید در عمل فتوسنتز بسیار مهم است. نور مادون قرمز بخشی از نور است که طول موج آن بیشتر از ۷۰۰ **nm** بوده و برای موجودات به فرم حرارت است. بر طبق قانون لامبرت **(Lambert)**، جذب نور توسط آب بستگی به طول مسیری دارد که نور از آن عبور می‌کند. در استوانه‌ای به طول ۱ متر که از آب پرشده‌باشد، ۹۱٪ از امواج نوری به طول ۸۲۰ **nm** جذب شده و فقط ۹٪ از آن عبور می‌کند در عمق ۲ متری، مقدار جذب ۹۹٪ خواهد بود. بیشتر از ۵۰٪ از اشعه‌های خورشیدی در ناحیه‌ای با عمق یک تا دومتر پائین‌تر از سطح آب، جذب می‌شود که موجب گرم شدن آب در لایه‌های مختلف می‌گردد. نور دریافتی از تابشهای خورشیدی که به سطح آب برخورد کرده و سطح آن را گرم می کند بعنوان منبع اصلی گرما در آبها به شمار می‌رود. در این بین طول موجهای قرمز (بلند) اهمیت بیشتری دارند. در مقابل این پدیده بخشی از فرآیندها مثل فرار گرما از سطح آب، تبخیر و همچنین انتقال گرما به محیط‌های اطراف سبب کاهش درجه حرارت دریاچه‌ها می‌شوند. شرایط گرمایی در توده‌های آبی بوسیله گرمای دریافتی از سطح، پخش گرما، یا توزیع گرما در لایه‌های مختلف و همچنین اتلاف گرما مشخص می‌شود. حداکثر انرژی نورانی در لایه‌های سطحی آب جذب می‌شود. این پروسه در آبهای ساکن (دریاچه‌ها و استخرهای پرورش ماهی) و آبهای جاری (رودخانه‌ها و نهرها) اتفاق می‌افتد. بایست توجه داشت که آب در لایه‌های فوقانی آبهای کدر مقدار انرژی نورانی بیشتری را در مقایسه با آبهای روشن‌تر (شفاف) جذب می‌کند زیرا غلظت مواد آلی محلول و ذرات ریز معلق در آبهای کدر بیشتر است.

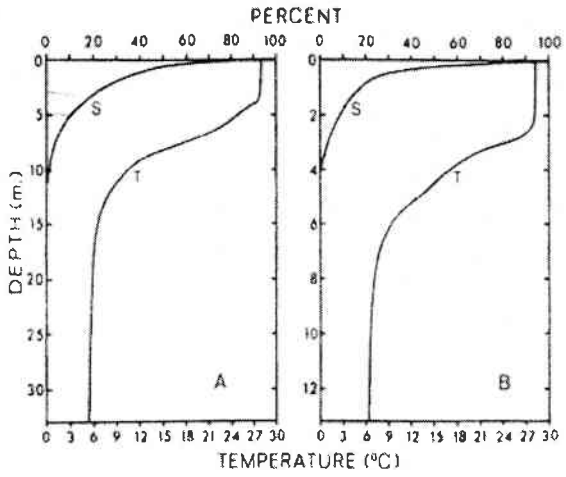
می‌دانیم که گرما در سطح دریاچه بسیار سریع جذب می‌شود، بنابراین اشعه خورشیدی نمی‌تواند عامل مناسبی برای گرم کردن آبهای نواحی عمیق دریاچه باشد. بنابراین باید عوامل دیگری در گردش آب گرم به طرف قسمت‌های عمیق‌تر مؤثر باشند. در دریاچه‌ها، باد یکی از عوامل مهم برای انتقال گرما به نواحی عمیق‌تر است و باعث می‌شود که آب گرمتر

با آب سنگین‌تر (۴ درجه سانتی‌گراد) جابه‌جا شود. باد در سطح دریاچه حرکت می‌کند و اختلاف اصطکاک بین آب و هوا باعث ایجاد جریان در آب می‌شود. هنگامی که این جریان به ساحل برخورد می‌کند، در برگشت به طرف نواحی عمیق‌تر و کف حرکت کرده و باعث گردش بهاره و مخلوط شدن آب در دریاچه می‌شود.

مقداری از حرارت از هوا و خاک نیز وارد منابع آبی (آبهای ساکن و جاری) شده ولی این مقدار در مقایسه با جذب مستقیم تابشهای خورشیدی ناچیز است. اگر چه در دریاچه ها مقدار حرارتی که از خاک، زهکشی‌های سطحی و آبهای زیرزمینی دریافت می‌شود ناچیز است ولی این مقدار برای رودخانه‌ها رقم نسبتاً بالایی است.

نور خورشید سطح آب را گرم می‌کند ولی لایه‌های پایینتر چگونه گرمای خود را دریافت می‌کنند؟ از آنجایی که قابلیت هدایت حرارتی آب از نظر مولکولی بسیار کم است بهمین دلیل در آبهای ساکن انتقال گرما از لایه های سطحی به عمقی از طریق فرآیندهای کنوکسیونی (که خود از طریق باد بوجود می آیند) فراهم می گردد. افزایش فرآیندهای مکانیکی در توده های آبی سبب انتقال گرما به لایه های عمیق تر می گردد. بنابراین در دریاچه ها، پروفیل عمودی جذب انرژی تابشی، با پروفیل درجه حرارت انطباق ندارد. مطالعات Birge و Juday در آمریکا نشان داد که گرمای ناشی از جذب تابش خورشیدی فقط ۱۲-۱۰ درصد کل انرژی گرمایی توزیع شده در کل توده دریاچه ها را فراهم کرده و ۹۰-۸۸ درصد دیگر از طریق فرآیندهای کنوکسیونی بدست می آید.

نمودار انرژی گرمایی جذب و پخش شده توسط فرآیند های کنوکسیونی در یک دریاچه با توجه به عمق نشان داده که منحنی S انرژی گرمایی است که در یک توده آبی بواسطه تابش‌های مستقیم خورشید ایجاد شده رقمی معادل ۱۲-۱۰ درصد از کل مقدار گرما را شامل می‌شود. در حالیکه منحنی T بیانگر توزیع و پخش گرما بطور واقعی در یک توده آبی است که با مکانیسم‌های دیگری غیر از تابشهای مستقیم خورشید ایجاد شده است. مثلاً این گرما توسط پدیده‌های کنوکسیونی (تحت تأثیر باد) ایجاد شده و به اعماق پایین‌تر رسیده است. منحنی T منحنی توزیع و پخش درجه حرارت است. علت اختلاف فاز بین دو منحنی S , T عملکرد و تأثیر باد در منابع آبی است. هر چقدر شدت باد بیشتر باشد قادر است گرما را به لایه‌های عمیق‌تر منتقل کند. اگر نیروی باد و فرآیندهای کنوکسیونی وجود نداشت گرما فقط در لایه‌های بالایی دریاچه جمع شده وعملاً لایه‌های پایینتر دریاچه سرد و بدون حیات بودند.



نمودار نفوذ اشعه خورشیدی (S) و نمودار تغییرات عمقی درجه حرارت (T)

A) دریاچه کروکد

B) دریاچه کروکد کوچک که متصل به کروکد بزرگ است در بخش نوبل.

تذکر: تفاوتی که در مقیاس عمق دریاچه مشاهده می‌شود به دلیل بزرگ‌تر بودن فاحش دریاچه کروکد بزرگ (۷۹ هکتار) نسبت به کروکد کوچک است (۵/۳ هکتار).

در جمع بندی کلی باید گفت که گرما در سطح دریاچه بسرعت جذب شده، لذا اشعه خورشیدی به تنهایی نمی تواند عامل مناسبی برای گرم کردن آبهای نواحی عمیق دریاچه ها باشد و عوامل دیگری (مثل باد) برای انتقال گرما بطرف نواحی عمیق دخالت داشته و سبب شده که آب گرمتر با آب سنگین تر (مثلاً ۴ درجه سانتی گراد) جابجا شود.

شرایط گرمایی در دریاچه ها:

آبهای سطحی دریاچه ها که در طول فصل بهار گرم شدند در اثر نیروی باد جابجا می شوند. اصطکاک حاصل از وزش باد روی سطح آب سبب ایجاد یک جریان دائمی به سمت ساحل و هدایت آبهای گرم سطحی بطرف نواحی عمیق تر می شود. در این بین نقش باد اهمیت ویژه ای داشته بطوریکه ارتباط بین سرعت باد، عمق اختلاط و سرعت جابجایی لایه آبی در جدول زیر بیان شده است.

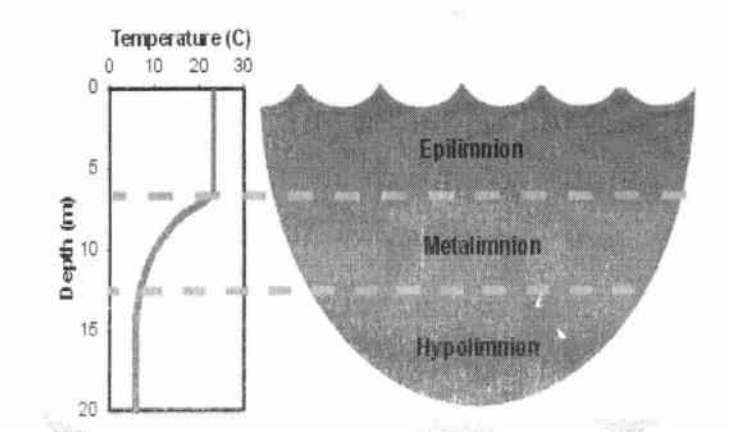
سرعت باد (متر بر ثانیه)	عمق اختلاط لایه آبی (متر)	سرعت جابجایی لایه های آبی (متر بر ساعت)
۲	لایه های سطحی	۳۰۰
۲	۱-۲	۲۴۰
۵	۴-۷	۴۲۰
۱۰	۶-۱۲	۶۳۰

با توجه به اعداد دیده می شود که هر چقدر نیروی محرکه باد بیشتر باشد، قادر است لایه های آبی بزرگتری را جابجا کند. بطوریکه سرعت جریان سطحی ایجاد شده توسط باد دارای سرعتی معادل ۳/۴ درصد سرعت وزش باد است. درتوده های آبی عمیقتر آب دارای یک حرکت یکنواخت است در صورتیکه در آبهای کم عمق سرعت وزش باد اهمیت ویژه ای داشته و می تواند سرعت توده آب را تحت تأثیر قرار دهد. سرعت یک توده آبی و همچنین عمق لایه ای که قابلیت اختلاط را دارد بستگی بسرعت وزش باد، جهت وزش باد و دمای آب لایه سطحی دارد. در منابع آبی جهت برخورد باد به لایه آن بر روی سرعت انتقال لایه ها تأثیر شدیدی دارد. مثلاً در جدول با سرعت ۲ متر بر ثانیه و تأثیرش در لایه های سطح و لایه های به عمق ۲ -۱ متری وضعیت های مختلفی از نظر میزان جابجایی لایه ها دیده شده که علت آن اصطکاک بیشتر در نواحی عمیق تر است. در نتیجه گیری نهایی بایست گفت که باد موتور انتقال دهنده گرما در دریاچه ها است و انرژی لازم توسط آن فراهم می شود.

وضعیت حرارتی دریاچه ها:

در فصل تابستان گرمای وارد شده به یک دریاچه بتدریج درلایه های سطحی باقی مانده و تشکیل لایه‌ای بنام لایه اپی‌لیمنون (Epilimnion) می‌دهد. در این لایه آب گرم بوده و اختلاف درجه حرارت در اعماق مختلف آن کم است.

بتدریج با افزایش عمق در دریاچه دیده می‌شود که در یک طبقه آبی با ضخامت کم، درجه حرارت آب بسرعت کاهش پیدا می کند. این لایه را اصطلاحاً لایه متالیمنیون (Metalimnion) یا ترموکلاین گویند. در این لایه اختلاف درجه حرارت بر حسب عمق بالا بوده و لایه‌ای است که از نظر درجه حرارت، شیب زیادی در آن دیده می شود. پس لایه ترموکلاین یک لایه غیریکنواخت حرارتی در دریاچه ها محسوب شده و لایه مقاوم حرارتی در برابر مخلوط شدن (Thermal resistance to mixing) نیز نامیده می شود. کاهش سریع و زیاد درجه حرارت در لایه متالیمنیون موجبات تغییرات زیادی در وزن مخصوص می شود. زمانی که لایه ترموکلاین در فصل تابستان شکل می گیرد عملاً هیچ گرمایی از آبهای نواحی سطحی اپی‌لیمنون به نواحی عمیق‌تر منتقل نمی‌شود.



در زیر لایه ترموکلاین لایه دیگری به نام هیپولیمنیون (Hypolimnoin) وجود دارد. در این لایه اختلاف شدید حرارتی دیده نشده ولی درجه حرارت آب کم می باشد. این لایه که زیر لایه متالیمنیون قرار دارد در اکثر دریاچه ها در بخشی از فصل تابستان فاقد اکسیژن و حاوی مقدار زیادی گاز کربنیک است.

لایه ترموکلاین مرز مؤثر بین لایه های اپی لیمنون و هیپولیمنیون می باشد. جریاناتی که توسط باد تشکیل می‌شوند و همچنین جریانات انتقالی حرارت براحتی از سطح به لایه اپی لیمنون منتقل شده ولی لایه متالیمنیون از نفوذ آن به عمق جلوگیری می‌کند. گرما و مواد معدنی موجود در ناحیه‌ای با حداکثر نور با سایر نواحی مخلوط نمی‌شود. همچنین مواد غذایی و موجودات زنده ساکن و یا کمی متحرک در ناحیه هیپولیمنیون محدود می‌شوند. موجودات فتوسنتزکننده در ناحیه هیپرلیمنیون وجود نداشته و میزان اکسیژن برای تنفس جانوران کاهش یافته و میزان گاز کربنیک افزایش می‌یابد. فیتوپلانکتونها که به‌عنوان غذا برای علفخواران محسوب می‌شوند، در این لایه بسیار نادرند لذا در چنین شرایطی زئوپلانکتونها از باکتریهای ارغوانی که در نواحی عمیق‌تر و آبهای بدون اکسیژن فراوانند تغذیه می‌کنند.

لایه متالیمنیون را به عنوان لایه مقاوم حرارتی در برابر مخلوط شدن در اعماق بین ۱۵ تا متر درجه حرارت از حدود ۲۰ به ۸ درجه‌سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر به ازای هر ۱۵ متر که عمق کاهش می‌یابد، درجه حرارت در حدود ۱۲ درجه کم می‌شود. به دلیل ارتباط چگالی آب با دما، تغیر چگالی به ازای هر درجه حرارت بسیار زیاد است. برای مثال، چنان‌چه دمای آب از ۴به ۵ درجه سانتی‌گراد تغییر نماید، تغییرات چگالی (gmass/ml) 8×10^{-6} می‌باشد. بنابراین کاهش سریع و زیاد دما در لایه متالیمنیون موجب تغییرات زیادی در چگالی خواهد شد. آب از یخ