

بررسی تاثیر میدان‌های شعوری طاهری بر pH آب خالص در مجاورت هوا

محمدعلی طاهری^۱، فیروز پایروند^۲، فرزاد احمدخانلو^۳، سارا ترابی^۴، فرید سمسارها^{۵*}
*نویسنده مسئول:
انستیتو بیوشیمی و بیوفیزیک (IBB)، دانشگاه تهران، تهران، ایران
پست الکترونیکی:
Semsarha@alumni.ut.ac.ir

DOI: doi.org/10.61450/joci.FA.v1i9.141

۱. بخش تحقیق و توسعه Sciencefact، مرکز تحقیقات Cosmointel Inc، اتاریو، کانادا
۲. مشاور تحقیق و توسعه، تهران، ایران
۳. گروه مهندسی مکانیک و هوافضا، دانشگاه کالیفرنیا ایرواین، ایرواین، کالیفرنیا، ایالات متحده
۴. دپارتمان زیست گیاهی، دانشکده زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۵. انستیتو بیوشیمی و بیوفیزیک (IBB)، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

میدان‌های شعوری متنوعی توسط محمد علی طاهری معرفی شده است و اثرات این میدان‌ها بر سیستم‌های زنده و غیر زنده در آزمایش‌های متنوعی مطالعه شده است. به علاوه تئوری ذهن ماده (کالبد ذهنی ماده) در آزمایش‌های بررسی رفتار ماده تحت میدان‌های شعوری (ط) مورد بحث قرار گرفته است. در مطالعه حاضر، تغییرات pH و دمای آب خالص تحت تاثیر سه میدان شعوری (ط) مختلف آزمایش شده است. با توجه به این که شرایط محیطی و مواد به کار رفته در آزمون برای نمونه‌های کنترل و نمونه‌های تحت میدان شعوری (ط) یکسان است، به طور معمول انتظار می‌رود که همه نمونه‌ها رفتار مشابهی از نظر میزان pH و دمای محلول داشته باشند. اما، رفتار متفاوت معنی دار در نمونه‌های تحت آزمون نسبت به نمونه‌های کنترل مشاهده شد که سبب شد که محاسبات ترمودینامیکی برای مقایسه بهتر انجام شود. نتایج حاصل از این آزمایش علاوه بر تایید اثرات متمایز میدان‌های شعوری (ط) نشان داد که (۱) اعمال میدان‌های شعوری (ط) باعث شده است که حالت‌های با آنروپی کمتر قابلیت بروز پیدا کنند. (۲) به علت اختلاف اندک (قابل چشم پوشی) بین آنتالپی نمونه‌های کنترل و نمونه‌های تحت تاثیر میدان‌های شعوری (ط)، مشخص می‌کند که انتقال انرژی به صورت حرارت نبوده است و انرژی در دسترس برای اشتراک گذاری سیستم تحت تاثیر این میدان‌ها به طور قابل توجهی کمتر از مقدار مورد نیاز به منظور تبدیل به جرم است. از اینرو، به نظر می‌رسد اعمال میدان شعوری (ط) بر ماده و تعامل آن با ذهن ماده سبب شده است که ماده از یک حالت ذهنی به حالت ذهنی دیگر انتقال یافته و بدین ترتیب با صدور رفتاری متناسب با حالت ذهنی جدید خود باعث شود که ماده رفتاری جدید بروز نماید باشد.

کلیدواژه‌ها: ذهن ماده؛ میدان‌های شعوری طاهری؛ pH؛ آنروپی؛ انرژی آزاد گیبس؛ آنتالپی

مقادیری بین ۷/۵-۸ (محیط قلبیایی) میل می کند (۱۲). تغییرات اعمال شده در ترمودینامیک و جریان انرژی (انرژی آزاد و گرما) در نتیجه ی مواجهه آب با دی اکسید کربن، حاکی از ارتباط بین pH با همان خاصیت خود یونیزاسیون آب و مقوله انرژی بوده که جزئیات آن در پیوست ۱ این مطالعه فراهم شده است.

قانون بقای جرم و انرژی

براساس نظریه نسبیت انیشتین، جرم و انرژی یک امر واحد بوده و قابل تبدیل به یکدیگر هستند. بنابراین مقدار جرم مادی را که در کیهان وجود دارد نمی توان ثابت دانست، بلکه از تطبیق نظریه نسبیت با اصل بقای جرم و اصل بقای انرژی می توان قانون کلی تری را نتیجه گرفت که مطابق آن مجموع جرم مادی و مقدار انرژی که در کیهان وجود دارد همواره ثابت است. براساس این نظریه، انرژی هم ارز با جرم و بوسیله رابطه زیر بیان می گردد:

$$1) E = mc^2$$

که در آن E انرژی و m جرم و C سرعت نور در خلا است. از جمله پدیده هایی که در آنها جرم به انرژی تبدیل می شود، می توان به پدیده های شکافت و همجوشی هسته ای و نابودی زوج اشاره کرد. برعکس، انرژی در برهم کنش هایی چون تولید زوج، برهم کنش گاما - گاما و برخورد ذرات پراثری، به جرم تبدیل می گردد. در تمامی این پدیده ها، باید اصول پایستگی بار الکتریکی، عدد باریونی، انرژی نسبیتی کل و اندازه حرکت محفوظ بماند.

میدان های شعوری طاهری

در قرن حاضر، ماهیت شعور و جایگاه آن در دنیای علم، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تئوری های فلسفی و علمی زیادی در این زمینه ارائه شده است. در دهه ۱۹۸۰، محمد علی طاهری، میدان های جدیدی با ماهیت غیرمادی و غیرانرژیایی معرفی کرده است که میدان های شعوری طاهری (TCFs) نامیده می شوند. در این دیدگاه، T-Consciousness یا شعور (ط) یکی از سه عنصر موجود در جهان هستی به جز ماده و انرژی است. طبق این تئوری، کالبد ذهنی ماده، شامل اطلاعات (مربوط به تک تک اجزاء تشکیل دهنده سیستم، فرایند شکل گیری و تمامی حالات تعادلی و غیرتعادلی آن) و حالات ذهنی است که طی فرایند شکل گیری ماده و رسیدن آن به وضعیت موجودش (حالت تعادلی اش)، به وجود آمده است. کارکرد کالبد ذهن ماده، نگهداری موارد ذکر شده (اطلاعات و ...)، تعامل با میدان شعوری، پذیرش حالات ذهنی جدید و همچنین صدور رفتار متناسب با حالت ذهنی جدید است.

بر اساس این تئوری، میدان های شعوری (ط) متنوع با عملکردهای مختلفی وجود دارد که زیرمجموعه ی شبکه اینترنت کیهانی به نام شبکه شعور کیهانی یا CCN هستند. تفاوت عمده بین تئوری میدان های شعوری (ط) با دیگر مفاهیم تئوری ارائه شده در رابطه با شعور (ط)، کاربرد و استفاده عملی از میدان های شعوری (ط) است. این میدان ها قابل اعمال بر همه موجودات زنده و غیر زنده از قبیل انسان ها، گیاهان، حیوانات، میکروارگانیسمها، مواد و غیره هستند.

در زمینی که می شناسیم، بدون آب، حیات ممکن نیست. در تاریخ شکل گیری کره زمین، سرد شدن پوسته زمین و شکل گیری آب مراحل اصلی زمینه سازی به وجود آمدن حیات بوده است. فرضیه مورد تایید در مورد آغاز حیات (۱) (۲)، معتقد است اجزای آلی با وزن مولکولی پایین که سازنده ی موجودات زنده هستند، به صورت غیرزیستی تولید می شوند و در غلظت های کم، در آب های زمین اولیه قبل از حیات وجود داشته اند و آب همچون محیط در برگیرنده ی آنها به شمار می رود. از سوی دیگر وجود آب به عنوان واکنش دهنده یا فراورده در بیشتر واکنش های زیستی، بر نقش فعال آب در شکل گیری متابولیسم تاکید دارد و به نظریه "اول متابولیسم" در مقابل "اول شکلگیری پلیمر" برتری می دهد (۳). علاوه بر این، شیمی مولکول آب و تفاوت قابل توجه خواص فیزیکوشیمیایی این مایع باعث شده است که دانشمندان آن را در بین مایعات مختلف، به کاندیدای مناسبتری برای شکل گیری و هموستازی بهینه حیات بدانند (۴). ویژگی های منحصر به فرد آب، به همراه قابلیت های دیگری همچون حافظه آب (۵) و اثرپذیری ساختار آن از انرژی های مثبت گرا (۶، ۷) ما را بر آن داشت تا خواص شیمی-فیزیکی آب (pH) را تحت تاثیر میدان های شعوری (ط) مورد بررسی قرار دهیم. بر اساس نظریه طاهری، میدان های شعوری (ط) متنوع با عملکردهای مختلفی وجود دارند که زیرمجموعه ی شبکه اینترنت کیهانی به نام شبکه شعور کیهانی هستند و می توانند بر همه موجودات زنده و غیر زنده از قبیل انسان ها، گیاهان، حیوانات، میکروارگانیسمها، مواد و غیره اثر بگذارند.

در ادامه، با در نظر گرفتن ترمودینامیک واکنش خودیونیزاسیون آب و ارتباط موجود بین انرژی و pH به مبانی تئوری لازم برای این بررسی ها پرداخته می شود. در این مطالعه برای اولین بار، بررسی واکنش خودیونیزاسیون آب در مواجهه با شعور (ط) صورت گرفته و به این منظور، بررسی pH آب خالص تحت تاثیر میدان های شعوری (ط) مختلف بررسی شده است. در نهایت با محاسبه پارامترهای ترمودینامیکی آب در فشار ثابت (در مواجهه با اتمسفر) و در شرایط استاندارد، به بررسی «ذهن ماده» از طریق محاسبات شیمی فیزیکی بر اساس تئوری طاهری می پردازیم.

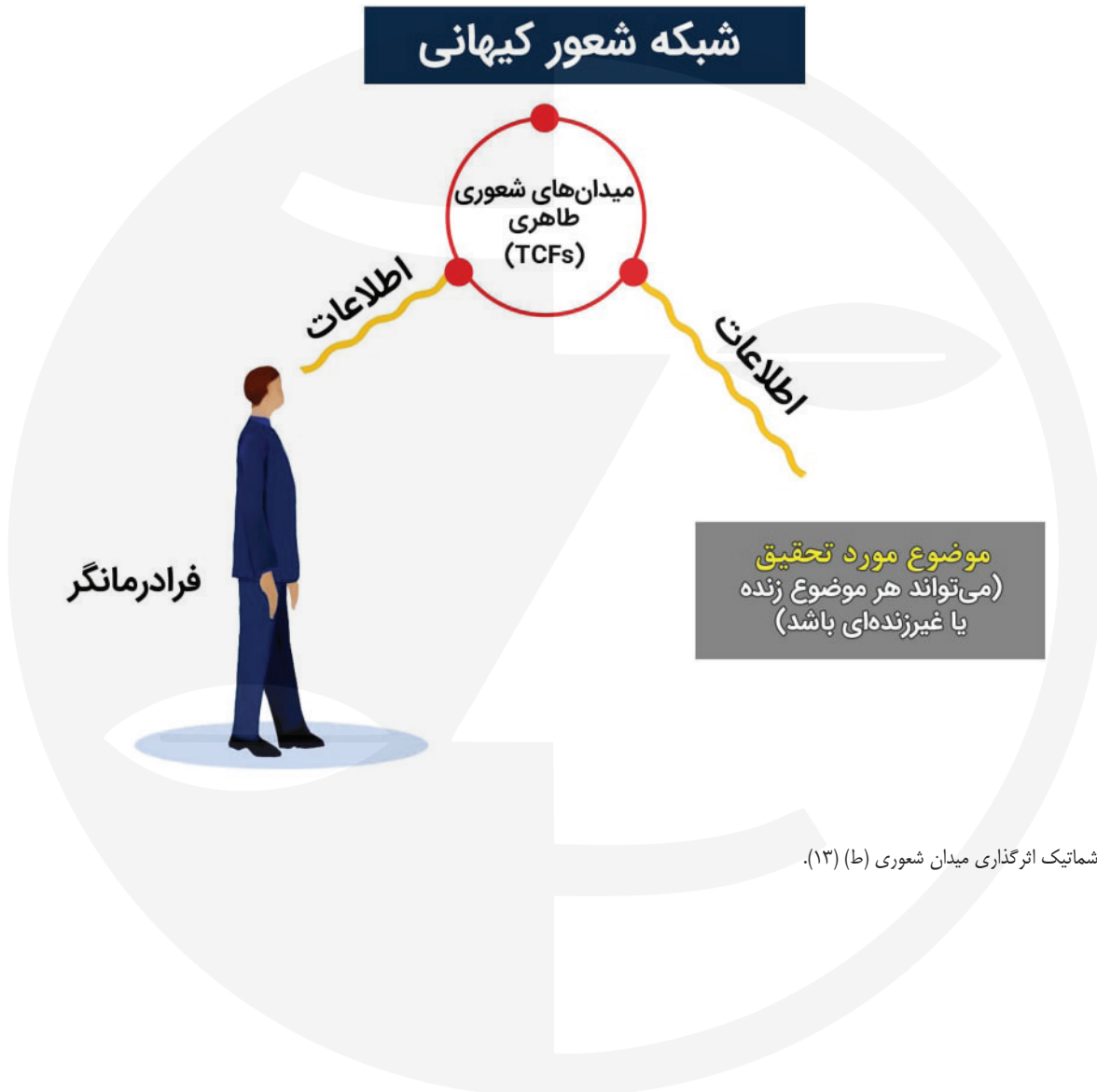
pH و ترمودینامیک آب

در میان تمام واکنش های شیمیایی ممکن که در آب رخ می دهد، اساسی ترین واکنش، تجزیه آب یا همان خودیونیزاسیون آب است که در آن آب خود به خود یونیزه می شود و یون های هیدروکسید (OH⁻) و هیدرونیوم (H₃O⁺) را تشکیل می دهد (۸)؛ ایجاد حالت مایع، pH آب و بسیاری از فرآیندهای اساسی در شیمی و زیست شناسی در آب، در نتیجه وقوع این واکنش است (۹). آزمایش ها نشان می دهند که میانگین طول عمر هر مولکول آب قبل از خودیونیزاسیون حدود ۱۱ ساعت است (۱۰، ۱۱).

بر خلاف تاثیر قابل توجه گاز دی اکسید کربن، تغییرات pH در نتیجه ورود گازهای خنثی (H₂, O₂, N₂, He, Ar, CH₄, CO) به آب در شرایطی که آب خالص (pH=۷) باشد، ماکزیمم منجر به ±۰/۰۶ تغییر در pH می شود. حال آنکه در شرایطی که آب ناخالصی داشته و در حالت اشباع با این گازها باشد، pH آن به

شود. این میدان‌ها مستقیماً قابل اندازه‌گیری توسط علم نیستند، اما می‌توان اثرات آنها را بر موضوعات مختلف از طریق آزمایش‌های تکرار پذیر بررسی کرد (۱۳).

شکل ۱ تصویر شماتیک اثرگذاری میدان شعوری (ط) را نشان می‌دهد. این اثرگذاری با اتصال (Connection) بین شبکه شعور کیهانی به عنوان شعور کل و موضوع مورد مطالعه به عنوان جزء آغاز می‌شود. اتصال توسط ذهن اعلام کننده (فرد آموزش دیده‌ای که میدان‌های شعوری (ط) به او تفویض شده است) برقرار می‌گردد. ذهن انسان نقشی واسطه (اعلام کننده) را دارد که با یک توجه کوتاه و آنی (نظر) به موضوع مورد مطالعه عمل کرده و دستاورد اصلی، در نتیجه اثرات میدان‌های شعوری (ط) حاصل می‌شود.



شکل ۱. تصویر شماتیک اثرگذاری میدان شعوری (ط) (۱۳).

ساخت شرکت WTW استفاده شد (شکل ۲). این دستگاه به طور خودکار دقت pH را برای دما جبران می کند.

دقت، وضوح و صحت

- دقت تجهیزات مورد استفاده در این مطالعه به کالیبراسیون آن بستگی دارد. با توجه به اعتبار آزمایشگاه و استقرار استاندارد ISO ۱۷۰۲۵ در آن می توان از کالیبراسیون دستگاه و دقت لازم در محدوده دقت آن مطمئن بود.

- دقت اندازه گیری pH و دمای دستگاه ها به ترتیب ± 0.005 و ± 1 درجه سلسیوس می باشد.



شکل ۲- pH سنج مدل InoLab PH Level 2 (photo courtesy www.labstuff.eu)

آنالیز آماری

آزمایش ها حداقل سه بار تکرار شد. همه داده ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد (SD) و سپس تجزیه و تحلیل واریانس دو طرفه و مقایسه های چندگانه با فاصله اطمینان ۹۵٪ و مقادیر p معنادار کمتر از ۰,۰۵ ارائه شده است. تمام آنالیزها با GraphPad Prism نسخه ۶ انجام شد.

نتایج

مقایسه pH بین نمونه ها و کنترل

میانگین pH و دمای اندازه گیری شده هر دسته از نمونه ها در شکل ۳a و ۳b نشان داده شده است. مقایسه نمونه های آزمایش و کنترل در طول ۷۲ ساعت آزمایش در شکل ۳c نشان داده شده است. همانگونه که در شکل ۳c مشهود است، همه نمونه ها پس از ۱,۵ ساعت تقریباً به یک مقدار یکسان رسیده و از آن پس، هر دسته از نمونه ها از یکدیگر متمایز شده است. نمونه های کنترل به سطح pH بالاتری نسبت به سایر نمونه ها رسیده اند و به ترتیب نمونه های تحت میدان شعوری (ط) نوع ۱، نمونه های تحت میدان شعوری (ط) نوع ۲ و نمونه های تحت میدان شعوری (ط) نوع ۳ در سطوح pH کمتری قرار گرفته اند.

علاوه بر این، مشاهده می شود که با وجود گذشت ۷۲ ساعت از اعمال میدان های شعوری (ط)، اثر میدان ها کماکان برقرار است. مقایسه مقادیر pH در سه سنجش پایانی، بعد از خاتمه اعمال

علم جدید ساینس فکت در سال ۲۰۲۰ توسط محمدعلی طاهری، بنیانگذار مکتب عرفان کیهانی حلقه به عنوان یکی از زیر مجموعه های این مکتب، معرفی شده است. نام «ساینس فکت» به این دلیل انتخاب شده است که از تحقیقات علمی به منظور تأیید وجود شعور (ط) به عنوان یک «وجود مسلم» (فکت) استفاده می کند. اگرچه علم رایج، صرفاً مطالعه ماده و انرژی را مد نظر دارد و در مقابل، ساینس فکت اثرات میدان های شعوری (ط) (غیرمادی و غیر انرژیایی) را کاوش می کند؛ اما، ساینس فکت با انجام تحقیقات آزمایشگاهی تکرار پذیر در حوزه های مختلف علم، زمینه مشترکی را بین این دو پدیدار نموده و از این قابلیت به منظور اثبات «شعور (ط)» و «میدان های شعوری (ط)» و ذهن ماده استفاده کرده است.

مواد و روش ها

در این آزمون، دوازده نمونه آب مقطر دوبار تقطیر آماده شده، سپس، pH و دمای آب درون هر یک از آنها سنجیده و ثبت شده است. از میان این نمونه ها، سه نمونه به عنوان نمونه های کنترل نشان گذاری شده و تحت هیچ گونه میدان شعوری (ط) قرار نمی گیرند. از بقیه نمونه ها، سه نمونه تحت میدان شعوری نوع ۱، سه نمونه تحت میدان شعوری (ط) نوع ۲ و سه نمونه تحت میدان شعوری نوع ۳ قرار داده شده است. اعمال میدان شعوری بر نمونه ها، تنها در یک و نیم ساعت اولیه بوده است و در این مدت، هر نیم ساعت یکبار تا ساعت ۱,۵ بعد از اعمال میدان های شعوری، دما و pH همه نمونه ها اندازه گیری شده است. سپس، هر ۲۴ ساعت یکبار، به مدت سه روز، اندازه گیری دما و پی هاش نمونه ها انجام شده است.

نمونه های مورد مطالعه تحت تاثیر میدان های شعوری (ط) بر اساس پروتکل هایی در وب سایت مدیریت تحقیقات در میدان های شعوری (ط) (www.COSMOintel.com) قرار گرفتند. درخواست اتصال به شبکه شعور کیهانی برای استفاده از میدان شعوری فرادمانی را می توان از طریق وب سایت COSMOintel در بخش مربوط به «اعلام نظر» قرار داد. این دسترسی برای همه افراد به طور رایگان امکان پذیر است. به منظور تجربه میدان های شعوری (ط) و انجام پژوهش در این زمینه، در هر زمانی، محققین می توانند در این وب سایت ثبت نام کنند. جزئیات دقیقی از آزمایش لازم است در اختیار مرکز تحقیقاتی قرار بگیرد، به عنوان مثال، شماره و نام نمونه های تحت تاثیر میدان شعوری باید مشخص شود. این مطالعه به صورت دو سو کور انجام شده است به طوری که کارشناس هیچ شناختی از تئوری میدان های شعوری (ط) نداشتند. همچنین، فردی که ارتباط پیوند شعوری را برقرار کرده است هیچ گونه آشنایی با جزئیات این تحقیق نداشت.

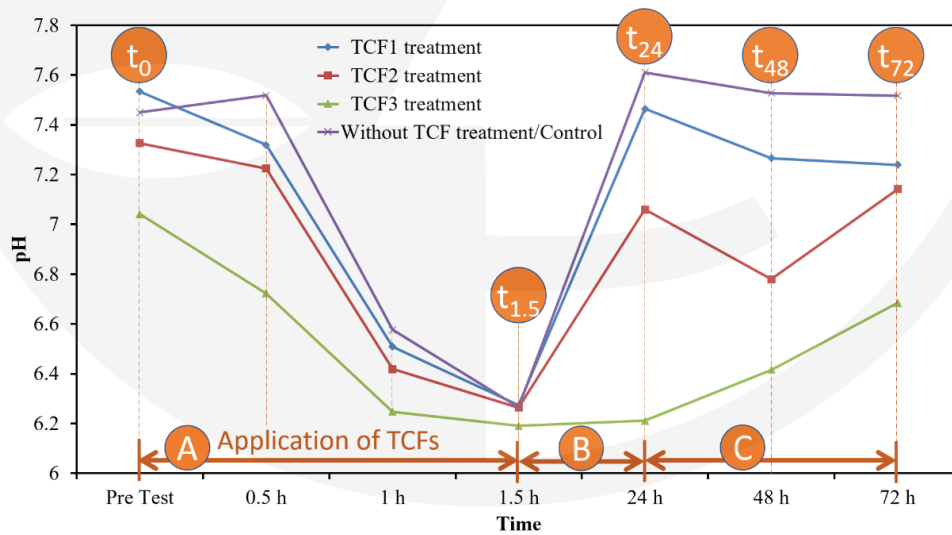
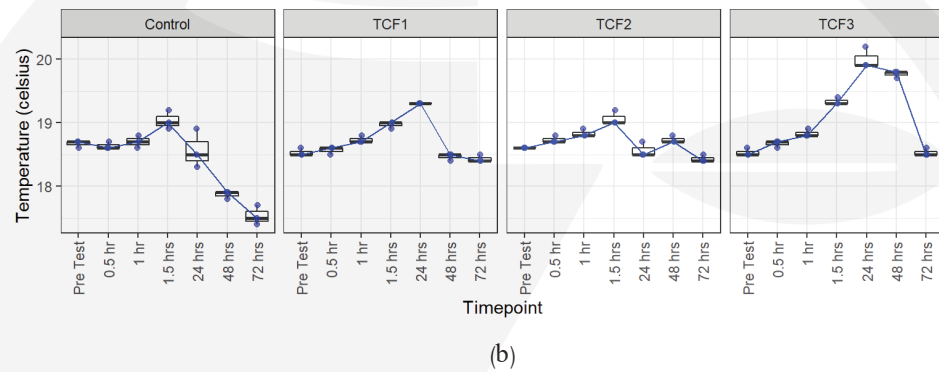
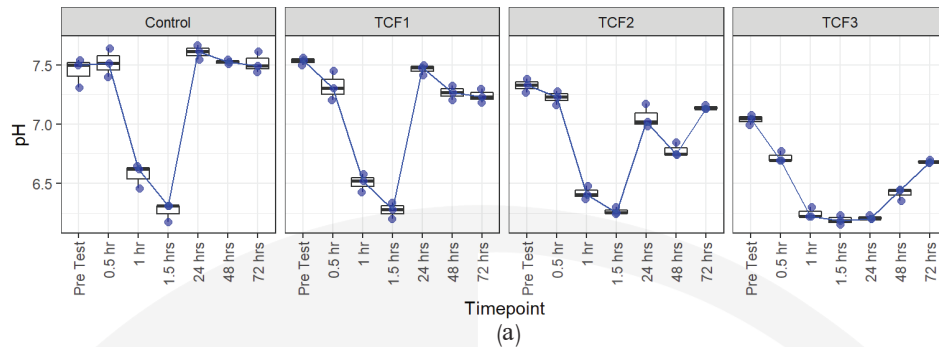
مواد و تجهیزات مورد استفاده

در این آزمایش از مواد و تجهیزات زیر استفاده شده است:

۱. آب خالص: در این تحقیق از آب دوبار تقطیر استفاده شده است. ظروف PET با حجم ۲۵۰ سی سی و حجم نمونه های آب 10 ± 200 سی سی استفاده شد.

۲. در این مطالعه از pH متر مدل InoLab PH Level ۲

میدان های شعوری (ط) سه گانه (بعد از به تعادل رسیدن سیستم مورد مطالعه با محیط)، حاکی از تفاوت اثرپذیری سه نمونه نسبت به یکدیگر و تمایل نمونه‌ها به رسیدن به ارقام pH مطابق با جدول ۱ است.



(c)

شکل ۳. (a) میانگین pH و (b) دمای نمونه‌ها و کنترل در زمان های مختلف اندازه گیری به طور جداگانه با نمایش انحراف معیار. (c) مقایسه میانگین pH نمونه‌های آزمایش و کنترل و مناطق مجزا.

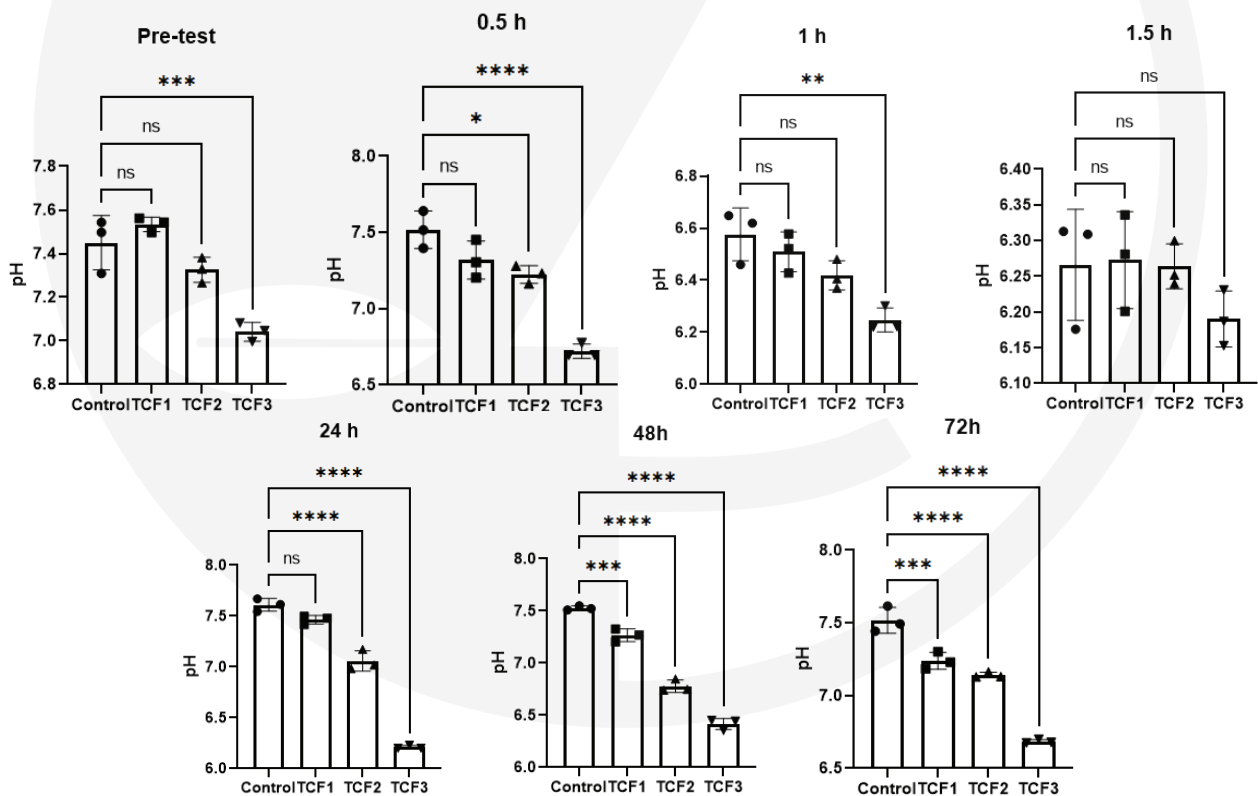
منطقه C (از t_{24} تا t_{72}) مدت زمانی است که در آن انحلال دی اکسید کربن در آب در نمونه های کنترل تثبیت می شود اما در نمونه های آزمایشی تثبیت نمی شود. اثر عمده TCF ها بر نمونه های آزمایشی را می توان در این منطقه مشاهده کرد. در این منطقه همچنین تجزیه و تحلیل اثر TCF بر نمونه های آزمایشی صورت می گیرد.

نتیجه آنالیز معناداری pH هر دسته از نمونه ها نسبت به نمونه های کنترل بر اساس روش آنوا، در شکل ۴ نشان داده شده است. در مورد سه زمان انتهایی مطالعه، غیر از نتایج pH ساعت بیست و چهارم نمونه های تحت میدان شعوری (ط) نوع ۱، تفاوت بین سایر نمونه ها و کنترل معنادار است و باید مورد توجه قرار گیرد. مقادیر pH نمونه های تحت میدان های نوع ۳، نوع ۲ و نوع ۱ در ساعت ۷۲، نسبت به نمونه های کنترل به ترتیب ۱۱٪، ۵٪ و ۴٪ کمتر از نمونه های کنترل است.

سه ناحیه متمایز را می توان در شکل ۳C مشاهده کرد. رفتار نمونه های آزمایشی و کنترل در هر سه منطقه به تفصیل در بخش بحث مورد تحلیل قرار می گیرد. توضیحات مختصری از رفتار نمونه های آزمایشی و کنترل در مناطق A، B و C در زیر ارائه شده است:

منطقه A (از t_0 تا $t_{1.5}$) مدت زمان اعمال TCF ها به نمونه های آزمایشی است. در این ناحیه، pH نمونه های آزمایشی و شاهد به دلیل حل شدن دی اکسید کربن هوا در آب کاهش می یابد تا زمانی که در $t_{1.5}$ به حداقل مقادیر می رسند. هیچ اثر مشخصی از TCF ها بر نمونه های آزمایشی در این منطقه مشاهده نمی شود. بنابراین، تأثیر TCF بر نمونه های آزمایشی در این ناحیه در نظر گرفته نمی شود.

منطقه B (از $t_{1.5}$ تا t_{24}) مدت زمانی است که در آن انحلال دی اکسید کربن در آب تثبیت می شود. اثر عمده TCF ها بر نمونه های آزمایشی را می توان در این منطقه مشاهده کرد. تجزیه و تحلیل اثر TCF ها بر نمونه های آزمایشی از ابتدای این ناحیه شروع می شود که در آن همه نمونه های آزمایشی و شاهد تقریباً شرایط اولیه یکسانی دارند (زمان $t_{1.5}$).



شکل ۴- نتیجه آنالیز معناداری pH هر دسته از نمونه ها نسبت به نمونه های کنترل بر اساس روش آنوا.

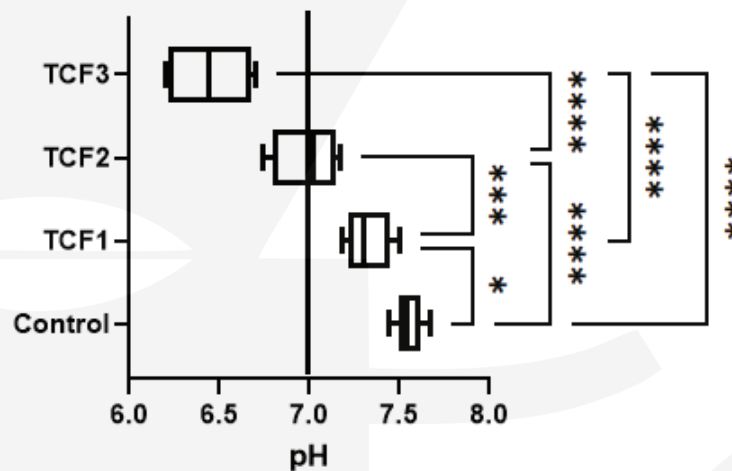
نسبت به یکدیگر و نسبت به نمونه‌های کنترل مشاهده می‌شود، تفاوت دیده شده بین pH تمام نمونه‌های تحت میدان شعوری (ط) نسبت به یکدیگر معنادار است.

مقایسه بین میانگین و همچنین تمامی داده‌های مربوط به مقادیر pH در نمونه‌ها در سه زمان پایانی مطالعه (بعد از اتمام تیمار میدان‌های شعوری (ط)) به ترتیب در جدول ۱ و شکل ۵ آمده است. همانگونه که از مقایسه pH هر دسته از نمونه‌ها (با در نظر گرفتن تمام داده‌ها و نمایش باکس آنها) و آنالیز معناداری آنها

جدول ۱- میانگین مقادیر pH در سه ساعت پایانی مطالعه بعد از اتمام تیمار میدان‌های شعوری (ط) سه گانه - تفاوت‌های معنادار با کنترل با

(p-value < 0.05) * و (p-value < 0.001) *** مشخص شده است.

Sample	Averaged pH of the last three measurements
Control	7.55±0.04
TCF1	7.32±0.10
TCF2	6.99*±0.16
TCF3	6.44***±0.19



شکل ۵- نمایش تمامی داده‌ها (به همراه نمایش میانگین در هر باکس) به همراه آنالیز معناداری pH هر دسته از داده‌های نمونه‌ها نسبت به یکدیگر و نسبت به نمونه‌های کنترل بر اساس روش یک طرفه آنوا برای سنجش‌های سه زمان پایانی مطالعه (۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت).

*:p-value<0.05; **: p-value<0.01; ***:p-value<0.005; ****:p-value<0.001

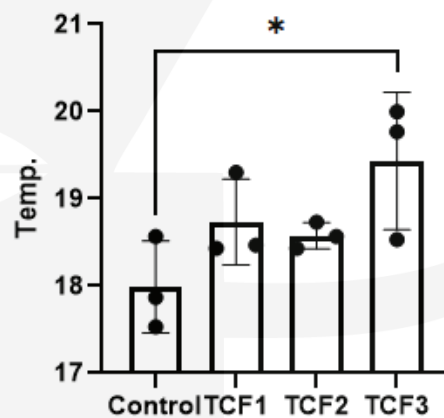
بعد از اتمام تیمار میدانهای شعوری (ط) هر دسته از نمونه ها در جدول ۲ و شکل ۶ گزارش شده است.

از آنجا که در زمان سنجش pH، دمای مربوط به نمونه ها و کنترل نیز ثبت شده است، میانگین دمای مربوط به سه اندازه گیری پایانی

جدول ۲- میانگین مقادیر دما در سه ساعت پایانی مطالعه بعد از اتمام تیمار میدان های شعوری (ط) سه گانه - تفاوت های معنادار با کنترل با * مشخص شده است؛

*(p-value < 0.05).

Sample	Three last Temp. measurements/°C
Control	17.99±0.43
TCF1	18.73±0.40
TCF2	18.58±0.12
TCF3	19.43±0.64



شکل ۶. نمایش تمام داده ها برای اندازه گیری های سه بازه زمانی مطالعه آخر (۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت)، شامل میانگین نمایش در هر باکس و با تجزیه و تحلیل معناداری نسبت به کنترل به روش آنوا یک طرفه. تفاوت معناداری با کنترل با * (p-value < 0.05) مشخص شده است.

توضیحات بیشتر در این خصوص، در ادامه به تفکیک در مورد هر پارامتر ارائه شده است.

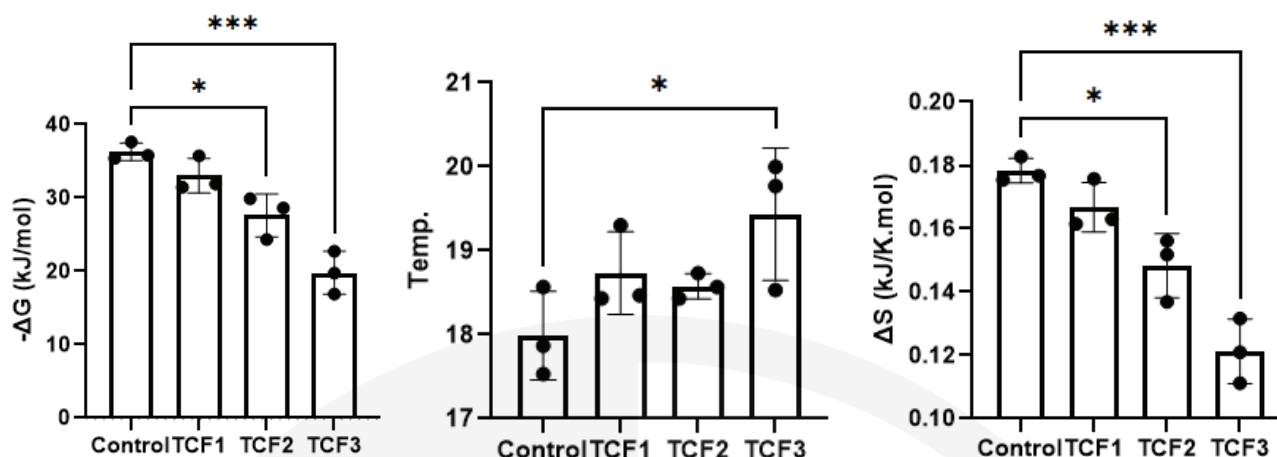
محاسبه و مقایسه پارامترهای ترمودینامیکی

به منظور مقایسه مقادیر پارامترهای ترمودینامیکی در نمونه های تحت تاثیر میدان شعوری (ط) با کنترل در سه زمان پایانی این مطالعه، مقادیر مربوطه در جدول ۳ و شکل ۷ آورده شده است.

جدول ۳. مقایسه میانگین مقادیر پارامترهای ترمودینامیکی سیستم محاسبه شده در سه زمان پایانی این مطالعه؛

(تغییرات انتالپی) (ΔH) انرژی آزاد گیبس (ΔG) و تغییرات آنتروپی (ΔS)

	ΔG			ΔH			ΔS		
	Calculated (kJ/mol)	Difference with Control (kJ/mol)	%Difference with Control	Calculated (kJ/mol)	Difference with Control (kJ/mol)	%Difference with Control (kJ/mol)	Calculated (kJ/K.mol)	Difference with Control (kJ/K.mol)	%Difference with Control
Control	-36.26	-	-	15.64	-	-	0.18	-	-
TCF1	-33.02	3.24	-8.94	15.66	0.02	0.14	0.17	-0.01	-6.45
TCF2	-27.6	8.66	-23.87	15.65	0.02	0.11	0.15*	-0.03	-16.81
TCF3	-19.79	16.47	-45.42	15.68	0.04	0.27	0.12	-0.06	-31.98



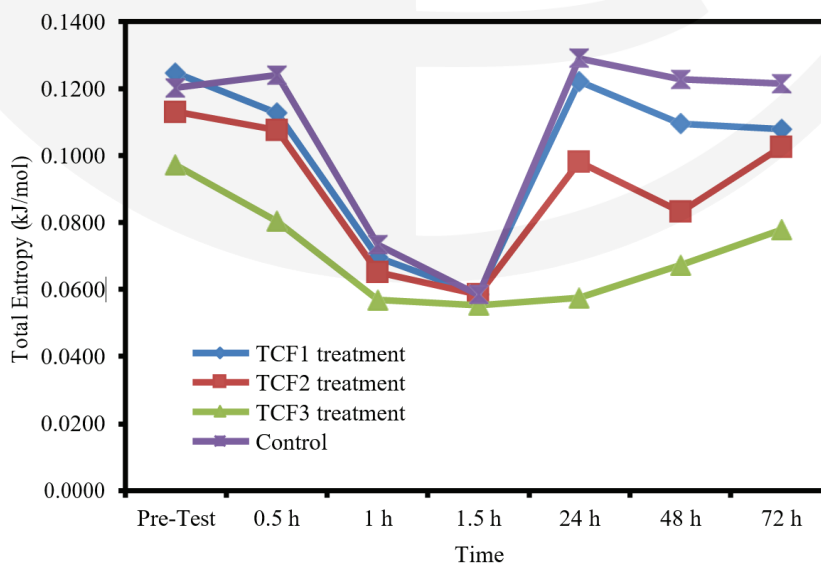
شکل ۷. مقایسه میانگین و کلیه مقادیر پارامترهای ترمودینامیکی سیستم محاسبه شده در سه زمان اندازه گیری آخر این مطالعه شامل نمایش میانگین در هر باکس و با آنالیز معناداری نسبت به کنترل به روش ANOVA یک طرفه. تفاوت‌های قابل توجه با کنترل با ***: p-value < 0.001 و *: p-value < 0.05 مشخص شده است.

نمونه های تحت میدان شعوری (ط) در مقایسه با کنترل است. بنابراین، اعمال میدان های شعوری (ط) باعث شده است که حالتی ای با آنتروپی کمتر نیز قابلیت بروز پیدا کنند. بروز حالت های با آنتروپی کمتر مستلزم آن است که انرژی کمتری قابلیت پخش شدن یا به اشتراک گذاشته شدن داشته باشند که این امر عملاً خلاف گزینش طبیعی فرایندهای خودبخودی است.

جزئیات مربوط به تغییرات آنتروپی، انرژی آزاد گیبس و آنتالپی در زیر ارائه شده است.

تغییرات آنتروپی

تغییرات آنتروپی سیستم (ΔS) در میانگین سه سنجش پایانی مطالعه در جدول ۳ و تغییرات آنتروپی کل برای نمونه های مختلف در شکل ۸ آمده است. همانگونه که مشاهده می شود، آنتروپی کل در سنجش های بعد از ۱.۵ ساعت، برای کنترل در بالاترین سطح قرار دارد. نمونه های تحت میدان های شعوری (ط) نوع ۱، نوع ۲ و نوع ۳ به ترتیب در سطوح آنتروپی پایینتر قرار گرفته اند. مقایسه آنتروپی سیستم در جدول ۳ نیز حاکی از کاهش میزان آنتروپی سیستم در

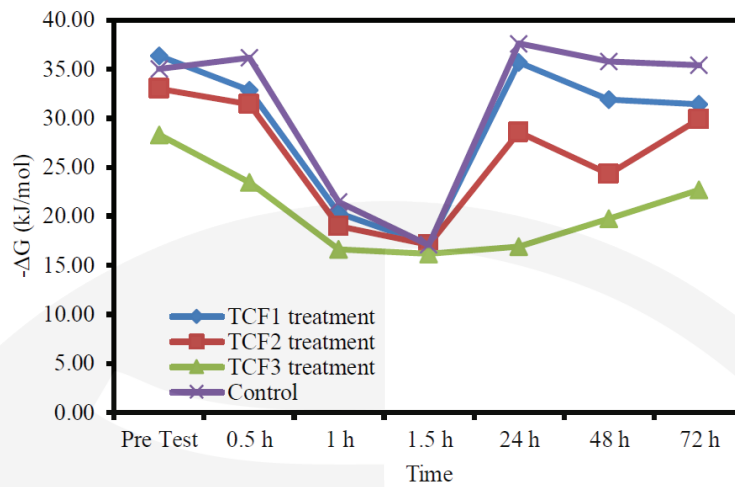


شکل ۸- مقدار آنتروپی کل (مجموع سیستم و محیط) برای نمونه های مختلف این مطالعه

تغییرات انرژی آزاد گیبس

میدان های شعوری (ط) نوع ۱، نوع ۲ و نوع ۳ به ترتیب توانسته است مقدار انرژی قابل پخش یا به اشتراک گذاری سیستم را به میزان حدود ۹، ۲۴ و ۴۵ درصد نسبت به نمونه های کنترل کاهش دهد.

مقدار میانگین انرژی قابل پخش یا اشتراک گذاری (انرژی آزاد گیبس) مربوط به سه سنجش پایانی مطالعه، در شکل ۹ و جدول ۳ آورده شده است. ارقام مندرج در جدول ۳ نشان می دهد که اعمال

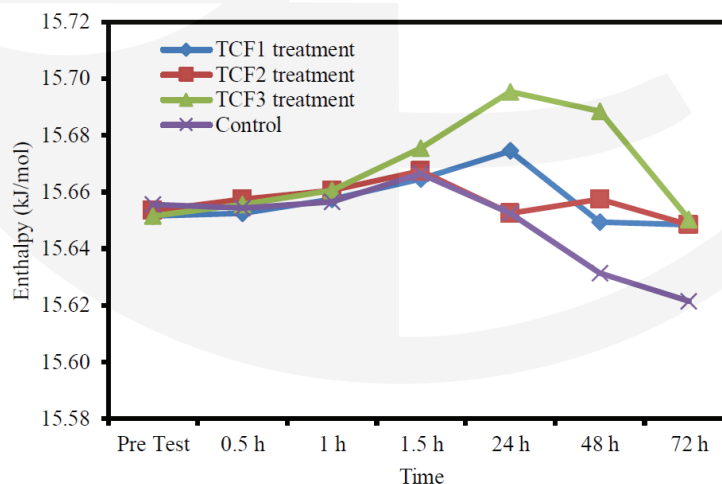


شکل ۹- مقدار انرژی قابل پخش یا اشتراک گذاری (انرژی آزاد گیبس) سیستم در نمونه و کنترل این مطالعه

انرژی اختلافی (محاسبه شده در بخش قبل) به صورت حرارت ظاهر نشده است. شکل ۱۰ به منظور بررسی اینکه آیا انرژی در دسترس برای پخش یا اشتراک گذاری سیستم (محاسبه شده در بخش قبل) به صورت حرارت از مرز محیط خارج شده است یا خیر ترسیم شده و مقدار آنتالپی را در زمانهای مختلف سنجش نمایش می دهد.

تغییرات آنتالپی

بررسی مقادیر ارائه شده در جدول ۳ نشان می دهد که حداکثر اختلاف بین آنتالپی نمونه های کنترل و نمونه های تحت تاثیر میدان های شعوری (ط) 0.04 kJ/mol است که بسیار کمتر از مقدار انرژی است که از دسترس پخش یا اشتراک گذاری سیستم خارج شده است (بیش از 3 kJ/mol در مورد تاثیر میدان شعوری (ط) نوع ۱ که بین نمونه ها کمترین مقدار است). بنابراین، مقدار



شکل ۱۰- مقدار آنتالپی نمونه های مختلف و کنترل در این مطالعه

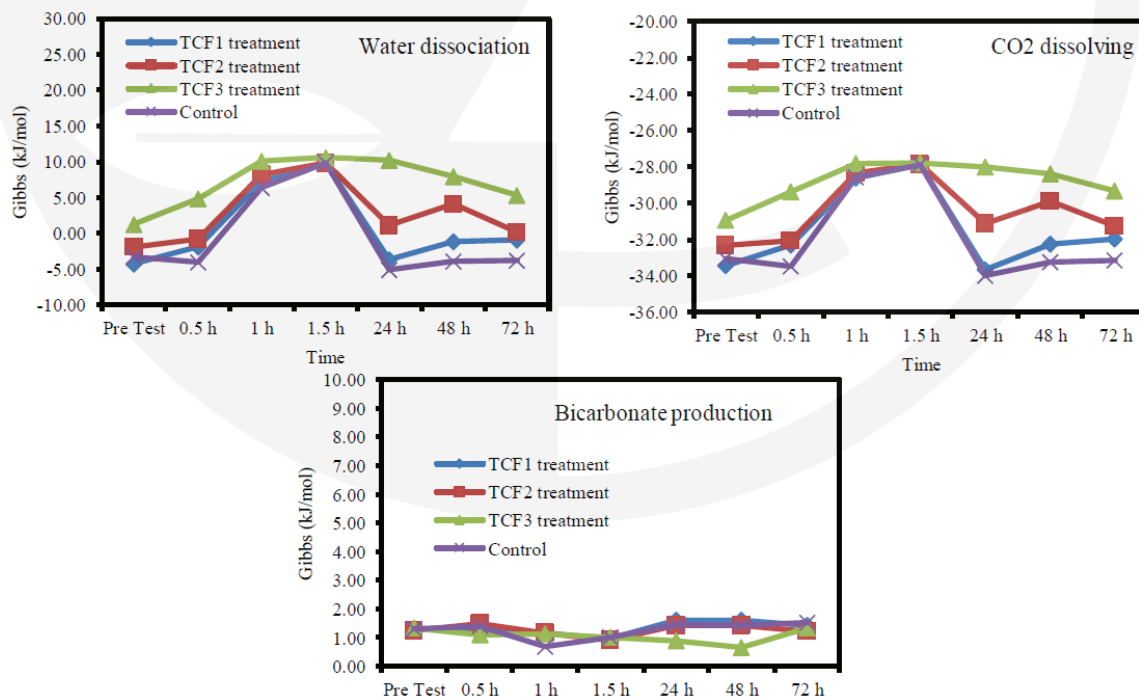
جدید نسبت به وضعیت نمونه‌های کنترل به نمایش می‌گذارد. داده‌های جدول ۴ نشان دهنده آن است که میزان pH نمونه‌های تحت میدان های شعوری (ط) غالباً با تغییر میزان تجزیه آب و سپس تغییر میزان حل شدن گاز دی اکسید کربن تنظیم شده است. بدین ترتیب که در اعمال میدان های شعوری (ط)، میزان بیشتری گاز دی اکسید کربن نسبت به نمونه‌های کنترل در آب حل شده اما انرژی آن صرف پیشرفت واکنش تولید بی کربنات نشده، بلکه بیشتر صرف تجزیه آب و افزایش غلظت H^+ و در نتیجه کاهش pH شده است.

تغییرات انرژی آزاد گیبس در انواع ریز واکنشهای موثر بر pH آب

در شکل ۱۱ سهم هر یک از واکنشهای متصور در آب که به نوعی بر pH آن و انرژی آزاد گیبس موثرند، به نمایش گذاشته شده است. شکل ۱۱ نشان می‌دهد که واکنش تجزیه آب و حل شدن دی اکسید کربن در آب به ترتیب، بیشترین سهم را در تنظیم انرژی آزاد گیبس در وضعیت جدید نسبت به وضعیت نمونه‌های کنترل دارا است. جدول ۴ سهم هر یک از واکنش ها را در تنظیم وضعیت

جدول ۴- سهم هر یک از واکنشها در تنظیم وضعیت جدید نسبت به وضعیت نمونه‌های کنترل

Sample	Gibbs Energy (kJ/mol)				Share of each reaction to control (%)			
	Total	Water ionization	Dissolved CO ₂	Bicarbonate production	Total	Water ionization	Dissolved CO ₂	Bicarbonate production
Control	-36.26	-4.28	-33.45	1.47	-	-	-	-
TCF1	-33.02	-1.93	-32.64	1.55	8.94	72.35	25.18	2.47
TCF2	-27.60	1.81	-30.77	1.36	23.87	70.27	31.04	-1.31
TCF3	-19.79	7.82	-28.58	0.96	45.42	73.47	29.61	-3.08



شکل ۱۱- سهم هر یک از واکنشهای موثر بر pH آب و انرژی آزاد گیبس

بحث و جمع بندی

در مطالعات سایر محققان گزارش شده است که میدان مغناطیسی اثر افزایش یافته pH بر آب دارد (۱۴). به نحوی که تحت میدان الکترومغناطیسی یونیزاسیون آب تغییر کرده و افزایش یونهای هیدروکسید و جذب یونهای هیدروژن رخ میدهد (۱۵). این در حالی است که تغییر در میزان pH آب خالص دو بار تقطیر (pH=7) تحت تاثیر میدان های مغناطیسی با شدت در محدوده ۰ تا ۲۴۰۰۰ گاوس بدون تغییر گزارش شده است (۱۶). البته پیش از آن، در مطالعه ای تغییر مقداری در حدود ۰/۶۲+ در محدوده ۱۹۰۰-۵۷۰۰ گاوس گزارش شده است (۱۷).

در مطالعات قبلی اثرگذاری میدان های شعوری (ط) بر مواد و خواص آنها گزارش شده است، میدان های شعوری (ط) اثرات متمایزی از دیگر میدان های فیزیکی مانند میدان های مغناطیسی دارند (۱۸) در این آزمایش نیز اثر متمایز میدان شعوری (ط) بر ویژگی های آب تایید می شود. نتایج سنجش میزان pH نشان داد که میدان های شعوری نوع ۱، ۲ و ۳ بر pH آب موثر بوده و تاثیر آنها متمایز از یکدیگر است. میدان های شعوری (ط) نوع ۱، ۲ و ۳ هر سه باعث کاهش مقادیر pH نمونه های تحت تاثیر میدان های شعوری (ط) نسبت به کنترل شدند. در این آزمون، با وجود گذشت ۷۲ ساعت از اعمال میدان های شعوری (ط)، اثر میدانها کماکان برقرار مانده است. رفتار نمونه های آزمایش و کنترل در هر سه ناحیه نشان داده شده در شکل ۳C در اینجا به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است.

pH آب خالص تابعی از پارامترهای مختلف محیطی مانند دما (T)، فشار (P) و دی اکسید کربن (CO₂) است. بر اساس مفروضات این مطالعه، TCFها از دیگر عوامل موثر بر pH آب خالص هستند. بنابراین، می توانیم pH را تابعی از این پارامترها به شکل زیر بنویسیم:

$$pH = f(T, P, CO_2, \dots, TCFs) \quad (2)$$

در یک محیط آزمایشگاهی استاندارد میتوان پارامترهای محیطی (دما، فشار و ...) را برای نمونه های آزمایش و شاهد تقریباً یکسان در نظر گرفت. با این حال، سه نوع TCF پارامترهای متفاوتی برای نمونه ها و کنترل در نظر گرفته می شوند. با این وجود، بر اساس بحث های ارائه شده، یکی از مفروضات در مورد اثر TCFs بر pH، اثر TCFs بر سرعت انحلال دی اکسید کربن در نمونه های آب است. به عبارت دیگر، TCFs ممکن است حداقل یکی از پارامترهای محیطی موثر بر pH آب را در نمونه ها و کنترل تغییر دهد.

اولین اندازه گیری pH در زمان پیش آزمون (که در شکل ۳C با t₀ مشخص شده است) تفاوت ۱۰ درصدی بین نمونه های آزمایش و کنترل را نشان می دهد. قبل از اولین اندازه گیری pH، درب ظروف نمونه های آب مقطر دوبار تقطیر برداشته شد و نمونه های آب بلافاصله در معرض هوای محیط آزمایشگاه قرار گرفتند و در نتیجه انحلال دی اکسید کربن در نمونه های آب آغاز شد. برای به حداقل رساندن خطاهای خواندن و اندازه گیری انسان و دستگاه، یک سیستم اندازه گیری pH و یک تکنسین آزمایشگاه در این مطالعه مشغول به کار شدند. بنابراین تاخیرهای زمانی متفاوتی در قرائت pH اندازه گیری شده توسط تکنسین وجود داشت و در

نتیجه انحلال دی اکسید کربن در نمونه های آب متفاوت بود. این منجر به اختلاف ۱۰ درصدی بین نمونه های آزمایش و کنترل شد.

تغییر pH آب خالص در معرض هوا یک پدیده طبیعی در مورد مولکولهای آب است. بر اساس گزارش سایر محققان در مطالعات قبلی، pH آب خالص تقریباً دو ساعت پس از اولین بار قرار گرفتن در معرض دی اکسید کربن موجود در هوا به حداقل مقدار خود می رسد و انحلال دی اکسید کربن در آب در کمتر از ۱۰ ساعت تثبیت می شود.

در این مطالعه تغییر pH آب تحت تاثیر TCFs بررسی شده است. به دلیل قرار گرفتن هر دو نمونه آزمایش و شاهد در معرض دی اکسید کربن موجود در هوا، تغییرات pH آب در هر دو نمونه آزمایش و شاهد در طول آزمایش مشاهده میشود. استفاده از تیمار TCF بر نمونه ها تنها در ۱،۵ ساعت اول مطالعه بود. اندازه گیری pH آب نشان میدهد که پس از ۱،۵ ساعت از شروع آزمایش، نمونه های آزمایش و شاهد به حداقل مقدار میرسند (که در شکل ۳C با t_{1.5} مشخص شده است). سه اندازه گیری آخر pH بعد از ۲،۴، ۴،۸ و ۷،۲ ساعت انجام میشود تا از پایداری انحلال دی اکسید کربن در آب اطمینان حاصل شود. با مقایسه رفتار نمونه های آزمایش و کنترل در ساعاتهای ۲،۴، ۴،۸ و ۷،۲ که به ترتیب با t_{2.4}، t_{4.8} و t_{7.2} در شکل ۳C مشخص شده اند، تاثیر TCF بر نمونه های آزمایشی قابل مشاهده و تایید است.

محاسبه پارامترهای ترمودینامیکی نشان داد که هر سه نوع میدان شعوری (ط) باعث کاهش آنتروپی کل یا به عبارتی باعث کاهش قابلیت دسترسی سیستم به انرژی قابل پخش یا اشتراک گذاری شده اند. اگرچه، میزان کاهش ایجاد شده در هر یک از میدان های شعوری (ط) نامبرده با یکدیگر متفاوت بوده و مقدار آن برای میدان شعوری (ط) نوع ۳ بیشترین و در مورد میدان شعوری (ط) نوع ۱ کمترین است. حداکثر اختلاف بین آنتالپی نمونه های کنترل و نمونه های تحت تاثیر میدان های شعوری (ط) ۰،۰۴ kJ/mol بود که بسیار کمتر از مقدار انرژی است که از دسترس پخش یا اشتراک گذاری سیستم خارج شده است (بیش از ۳ kJ/mol در مورد تاثیر میدان شعوری (ط) نوع ۱ که بین نمونه ها کمترین مقدار است). بنابراین، مقدار انرژی اختلافی به صورت حرارت ظاهر نشده است. با توجه به مدل پیشنهادی برای مواد که در آن برای همه مواد سطحی از ذهن قائل شده است (۱۹)، از دسترس پخش یا اشتراک گذاری خارج شدن مقادیر انرژی ذکر شده را می توان به ذهن ماده ربط داد. به عبارت دیگر، اعمال میدان شعوری (ط) بر ماده و تعامل آن با ذهن ماده سبب شده است که ماده رفتاری جدید بروز نماید که در این حالت معادل آن است که انرژی قابل پخش یا اشتراک گذاری سیستم کمتر از حالت نمونه های کنترل باشد.

بررسی تغییرات انرژی آزاد گیبس در انواع ریز واکنشهای موثر بر pH آب و محاسبه سهم هر یک از واکنش ها در تنظیم وضعیت نمونه های تحت میدان های شعوری (ط) نسبت به وضعیت نمونه های کنترل نشان داد که در اعمال میدان های شعوری (ط)، میزان بیشتری گاز دی اکسید کربن نسبت به نمونه های کنترل در آب حل شده اما انرژی آن صرف پیشرفت واکنش تولید بیکربنات نشده، بلکه بیشتر صرف تجزیه آب و افزایش غلظت H⁺ و در نتیجه کاهش

1. Oparin AI. The origin of life on the earth. 1957(3rd Ed).
2. Bernal JD. The Origin of Life: Weidenfeld & Nicolson; 1967.
3. Frenkel-Pinter M, Rajaei V, Glass JB, Hud NV, Williams LD. Water and life: The medium is the message. Journal of molecular evolution. 2021;89(1):2-11.
4. Ball P. Water is an active matrix of life for cell and molecular biology. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2017;114(51):13327-35.
5. Fortner P, Belon P, Sainte-Laudy J, Poitevin B, Benveniste J. Human basophil degranulation triggered by very dilute antiserum against IgE. Nature. 1988;333:30.
6. Radin D, Hayssen G, Emoto M, Kizu T. Double-blind test of the effects of distant intention on water crystal formation. Explore. 2006;2(5):408-11.
7. Emoto M. Healing with water. The journal of alternative & complementary Medicine. 2004;10(1):19-21.
8. Stillinger FH. Proton transfer reactions and kinetics in water. Theoretical chemistry: advances and perspectives. 1978;3:177-234.
9. Agmon N, Bakker HJ, Campen RK, Henchman RH, Pohl P, Roke S, et al. Protons and hydroxide ions in aqueous systems. Chemical reviews. 2016;116(13):7642-72.
10. Eigen M, De Maeyer L. Self-dissociation and protonic charge transport in water and. Proceedings of the Royal Society of London Series A Mathematical and Physical Sciences. 1958;247(1251):505-33.
11. Natzle WC, Moore CB. Recombination of hydrogen ion (H⁺) and hydroxide in pure liquid water. The Journal of Physical Chemistry. 1985;89(12):2605-12.
12. Fricke G, Carpenter R, Battino R. Effect of Various Gases on the pH of Water. The Journal of Physical Chemistry. 1973;77(6):826-7.
13. Taheri MA. Human from Another Outlook (2nd Edition)2013.

14. Gonet B. Influence of constant magnetic fields on certain physiochemical properties of water. *Bioelectromagnetics: Journal of the Bioelectromagnetics Society, The Society for Physical Regulation in Biology and Medicine, The European Bioelectromagnetics Association.* 1985;6(2):169-75.
15. Mghaiouini R, Elmlouky A, Salah M, Al-Antary TM, Monkade M, El Bouari A, et al. Effect of electromagnetic fields on the ph of water under kinetic conditions. *Fresenius Environmental Bulletin.* 2020;29:7922-33.
16. Quickenden T, Betts D, Cole B, Noble M. Effect of magnetic fields on the pH of water. *The Journal of Physical Chemistry.* 1971;75(18):2830-1.
17. K. M. Joshi PVK. Effect of Magnetic Field on the Physical Properties of Water. *Journal of Indian Chemical Society,* . 1966;43.
18. Taheri M, Payervand F, Ahmadkhanlou F, Torabi S, Semsarha F. Distinction of Consciousness Fields According to Taheri from Other Conventional Physical Fields: Evaluating the Magnetic Properties of Materials. 2021.
19. Taheri MA, Payervand F, Ahmadkhanlou F, Semsarha F. The Theory of the Existence of the "Mental Body in Matter" Based on the Experimental Laboratory Results and Taheri Consciousness Fields. *Journal of Cosmointel.* 2022;1(4):20-31.

پیوست: مبانی تئوریک مرتبط با مفهوم pH و ترمودینامیک آب

در متون شیمی، از واژه pH برای بیان خاصیت اسیدی یا بازی بودن یک محلول مایع استفاده می‌کنند. استفاده از این واژه به طور گسترده در بیولوژی و کشاورزی نیز کاربرد دارد. واژه pH به معنای «پتانسیل یون هیدروژن»^۱ است. این مفهوم در سال ۱۹۰۹ توسط بیوشیمیست دانمارکی، «سورن سورنسن» ارائه شد. او بیان کرد که pH یک محلول، معیاری از غلظت یون هیدروژن موجود در آن یا به عبارتی برابر با لگاریتم منفی غلظت یون‌های هیدروژن است. اگر این تعریف را برای غلظت یون هیدرونیوم بنویسیم خواهیم داشت:

$$1) \text{pH} = -\text{Log} ([\text{H}^+])$$

در سال ۱۹۲۴، سورنسن متوجه شد که pH یک محلول، تابعی از «فعالیت»^۲ یون H^+ است و با غلظت، ارتباطی ندارد. بدین ترتیب، وی تعریف جدیدتری برای pH ارائه داد. بر اساس این تعریف، pH یک محلول از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$2) \text{pH} = -\text{Log} (a[\text{H}^+])$$

در این رابطه، $a[\text{H}^+]$ بر فعالیت (غلظت موثر) یون هیدرونیوم تاکید دارد. فعالیت یک یون، تابعی از متغیرهای بسیاری است که غلظت، یکی از آن‌ها به شمار می‌آید.

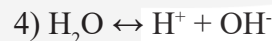
به دلیل دشواری اندازه‌گیری دقیق فعالیت H^+ در بیشتر محلول‌ها، اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی (آیوپاک) و موسسه بین‌المللی استانداردسازی (NBS)، میزان pH را به صورت مقدار خوانده شده در pHسنج‌هایی تعریف می‌کنند که در برابر محلول‌های بافر، استانداردسازی شده‌اند. صحیح‌ترین روش برای اندازه‌گیری pH یک نمونه آب، روش پتانسیومتری است. روش پتانسیومتری مبتنی بر معادله نرنست است که رابطه بین پتانسیل یک جفت الکتروود و فعالیت یون هیروژن را تعریف می‌کند:

$$3) E = E_0 - (2.303 RT/nF) \times \log (a[\text{H}^+])$$

جاییکه E پتانسیل کل بین دو الکتروود (mV) و E_0 پتانسیل استاندارد وابسته به دمای الکتروود است. R ثابت عمومی گازهاست، $(\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1})$ ، T دمای مطلق (K°) ، n ظرفیت (بار) یون ($n=1$ برای یون هیدروژن)، F ثابت فارادی (Cmol^{-1}) و $a[\text{H}^+]$ فعالیت یون هیدروژن است.

pH آب خالص

آب همواره به صورت مولکول‌های H_2O نیست، بلکه مولکول‌های آب در واکنش با یکدیگر، یون‌های هیدرونیوم (H^+) و هیدروکسید (OH^-) تولید می‌کنند:



به این پدیده، یونیزه شدن خود به خودی آب می گویند. غلظت یون هیدرونیوم و یون هیدروکسید در آب خالص با یکدیگر برابرند. مولاریته یون های هیدرونیوم و هیدروکسید نیز در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، هر دو مقداری برابر با ۱۰-۷ دارند. در نتیجه می توان یک ثابت تعادل برای یونیزه شدن آب در نظر گرفت. این ثابت تعادل از رابطه زیر بدست می آید:

$$5) K_w = [H^+] \times [OH^-]$$

$$6) (-\log_{10} [H^+]) + (-\log_{10} [OH^-]) = -\log_{10} K_w$$

$$7) pH + pOH = pK_w$$

مقدار عددی بالا با دما متغیر است به نحوی که pH آب خالص در صفر و شصت درجه سانتیگراد به ترتیب برابر با ۷٫۵ و ۶٫۵ می باشد.

- اثر دی اکسید کربن بر pH آب

- آب خالص

یکی از منابع اصلی اسیدی شدن آب، دی اکسید کربن هواست. جو به طور متوسط حاوی ۰٫۰۳۲٪ دی اکسید کربن است که برای کاهش میزان pH آب کافی است. در حضور گاز CO₂، از یک طرف CO₂ حل شده به اسید کربنیک تبدیل شده و از طرف دیگر با CO₂ گازی مبادله می شود:



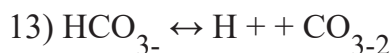
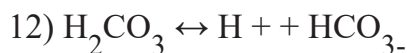
جایی که g و aq به ترتیب به فازهای گازی و حل شده اشاره می کنند. اگر چه غلظت CO₂(aq) بسیار بیشتر از غلظت H₂CO₃ (از مرتبه ۱۰^{-۳} برابر) است، در اینجا غلظت همه CO₂ حل شده با [H₂CO₃] نمایش داده می شود. براساس قانون هنری، تعادل بین فازهای گازی و حل شده با قابلیت حل شدن مولی K₀ نشان داده می شود:

$$10) K_0 = \frac{H_2CO_3}{P_{CO_2}}$$

جایی که P_{CO₂} فشار جزئی اتمسفری CO₂، بر حسب atm، قابلیت حل شدن بر حسب mol/L.atm و غلظت CO₂ حل شده، [H₂CO₃]+[CO₂(aq)] بر حسب mol/L است. غلظت متوسط CO₂ برابر با ۳۸۷ ppm است. به عبارت دیگر، فشار جزئی متوسط گاز دی اکسید کربن برابر با 387*10⁻⁶ atm می باشد. بنابراین، مقدار [H₂CO₃] عبارت است از:

$$11) [H_2CO_3] = [CO_2 (g)] = P_{CO_2} \times K_0$$

H₂CO₃ در آب مطابق روابط زیر تجزیه می شود:



جایی که ثابت تعادل یا ثابت اسیدیته در آب خالص برابر است با:

$$14) K_1 = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$15) K_2 = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

غلظت کل کربن غیر آلی حل شده (DIC) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$16) CT = [CO_2(aq)] + [H_2CO_3] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] = a + b + c$$

$$17) a = [H_2CO_3] + [CO_2(aq)]$$

$$18) b = [HCO_3^-]$$

$$19) c = [CO_3^{2-}]$$

غلظت کل کربن غیر آلی حل شده را می‌توان برحسب ثابتهای تفکیک و غلظت اجزای کربن به صورت زیر بازنویسی کرد:

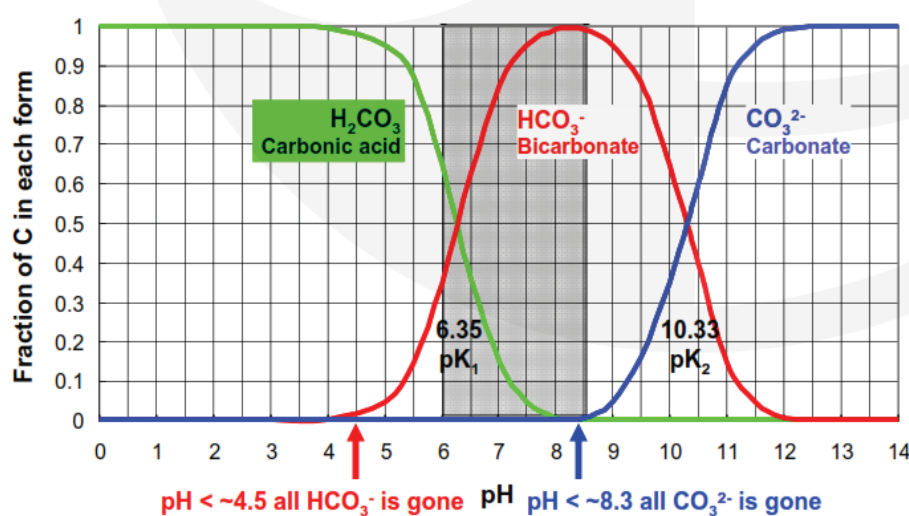
$$20) C_T = \left(\frac{[H^+]}{K_1} + 1 + \frac{K_2}{[H^+]} \right) [HCO_3^-]$$

بنابراین، غلظت اجزای کربن موجود در آب می‌تواند بر اساس غلظت کل کربن غیر آلی حل شده بدست آید:

$$21) [HCO_3^-] = \frac{[H^+]K_1}{[H^+]^2 + [H^+]K_1 + K_1.K_2} \times C_T$$

$$22) [H_2CO_3] = [CO_2(aq)] = \frac{[H^+]^2}{[H^+]^2 + [H^+]K_1 + K_1.K_2} \times C_T$$

$$23) [CO_3^{2-}] = \frac{K_1.K_2}{[H^+]^2 + [H^+]K_1 + K_1.K_2} \times C_T$$



سهم نسبی $[CO_3^{2-}]$ ، $[H_2CO_3]$ ، $[HCO_3^-]$ نسبت به کل محتوای کربن بر حسب pH آب خالص، در شکل ۲ نشان داده شده است.

ثابت های تفکیک توابعی از دما هستند. از آنجا که اغلب، آب خالص را می توان بعنوان یک محلول ایده آل در نظر گرفت، رابطه ثابتهای تفکیک در آن در شوری صفر درصد به صورت زیر است:

- 24) $pK_0 = -2622.38/T - 0.0178471T + 15.5873$ (Harned and Davis, 1943)
- 25) $pK_1 = 3404.71/T + 0.032786T - 14.8435$ (Harned and Davis, 1943)
- 26) $pK_2 = 2902.39/T + 0.02379T - 6.4980$ (Harned and Scholes, 1941)
- 27) $\ln K_w = 148.9802 - 13847.26/T - 23.6521 \ln T$ (Dickson and Riley, 1979)

که در آن T دمای مطلق بر حسب کلوین است.

– آب ناخالص

مقادیر K به غلظت حل شونده (ناخالصی) موجود در آب نیز وابسته است، زیرا تشکیل مخلوط یونهای حل شونده، بین یونها و مولکولهای کربنیک موجود در محلول مانع از این می شود که مولکولها و یونهای کربنیک به طور کامل تشکیل شود. بنابراین در معادله های ترمودینامیک، باید غلظتها با فعالیتشان^۵ که مقداری کمتر از غلظت دارند، جایگزین شوند. قابلیت حل شدن ترمودینامیکی گاز کربنیک در آب برابر است با:

$$28) \quad K_0 = \frac{a_{H_2CO_3}}{P_{CO_2}} = \frac{\gamma_a [H_2CO_3]}{P_{CO_2}}$$

جایی که عموماً، ضریب فعالیت، γ ، کوچکتر از یک است. اما، در محلول ایده آل با غلظت حل شونده صفر یا قدرت یونی (I) صفر، ضریب فعالیت برابر با یک است. در محلولهای غیر ایده آل T ثابتهای ترمودینامیکی و اسیدیتی اولین و دومین تفکیک اسید کربنیک عبارتند از:

$$29) \quad K_1 = \frac{a_H \cdot a_{HCO_3^-}}{a_{H_2CO_3}} = \frac{\gamma_H [H^+] \cdot \gamma_b [HCO_3^-]}{\gamma_a [H_2CO_3]}$$

and

$$30) \quad K_2 = \frac{a_H \cdot a_{CO_3^{2-}}}{a_{HCO_3^-}} = \frac{\gamma_H [H^+] \cdot \gamma_c [CO_3^{2-}]}{\gamma_b [HCO_3^-]}$$

در عمل به جای pH، $[H^+]$ اندازه گیری می شود، بنابراین در روابط بالا به جای $[H^+]$ از $PH-10$ استفاده می شود. علاوه بر این، ثابتهای تفکیک معمولاً به صورت زیر داده می شوند:

$$31) \quad pK = -\log_{10} K \text{ or } K = 10^{-pK}$$

در غلظتهای نمک پایین (کمتر از ۴۰۰ mg/L)، می‌توان مقادیر ثابتهای تفکیک آب خالص را با کمک تئوری Debye-Huckel تصحیح کرد و ثابتهای تفکیک آب شور را بدست آورد. مقادیر تقریبی ثابتهای تفکیک آب با شوری S بر حسب mg/L عبارتند از:

$$32) pK_1' = pK_1 - \frac{0.5\sqrt{I}}{1 + 1.4\sqrt{I}}$$

$$33) pK_2' = pK_2 - \frac{2\sqrt{I}}{1 + 1.4\sqrt{I}}$$

جایی که I قدرت یونی آب بوده و رابطه آن با شوری از رابطه تقریبی زیر بدست می‌آید:

$$34) I \approx 2.5 \times 10^{-5} S$$

ترمودینامیک واکنشهای شیمیایی

هرگونه تغییر شیمیایی با گرفتن یا دادن انرژی، معمولاً به شکل گرما همراه است. از اینرو، بررسی این تغییرات انرژی که در قلمرو ترمودینامیک شیمیایی است، ابزار قدرتمندی در پیش بینی پیشرفت و میزان پیشرفت یک واکنش است. از آنجا که این پیش بینی‌ها اطلاعاتی درباره خواص انرژیایی واکنش‌ها و محصولات آنها هستند، لازم نیست که به خود واکنش پرداخته شود. به عبارت دیگر اینها خواص توده‌ای ماده هستند و ترمودینامیک شیمیایی یک دورنمای کاملاً ماکروسکوپی است.

در اغلب واکنشهای شیمیایی که در آزمایشگاه انجام می‌گیرند، سیستم معمولاً به اتمسفر راه دارد (فشار ثابت است) و آزمایش در دمای اتاق انجام می‌شود (دمای نسبتاً ثابت/ گرمای داده شده پراکنده می‌شود). در چنین شرایطی (دما و فشار ثابت) می‌توان دو تابع حالت مفید، تحت عنوان آنتالپی و انرژی آزاد گیبس تعریف کرد. آنتالپی برابر با گرمایی (qp) است که در فشار ثابت در یک فرایند، داده یا گرفته می‌شود. انرژی آزاد گیبس تعیین کننده آن است که آیا یک تغییر شیمیایی از نظر ترمودینامیکی امکان پذیر است یا خیر. علاوه بر این، جهت و اندازه تغییر شیمیایی را معین می‌کند.

انرژی آزاد گیبس

تابع انرژی آزاد گیبس به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$35) G = H - T.S$$

جایی که در آن H آنتالپی، S آنترپی و T دمای سیستم است. انرژی آزاد گیبس یک تابع حالت است. بنابراین، برای هر گونه تغییر حالتی می‌توان رابطه مهم زیر را نوشت:

$$36) \Delta G = \Delta H - T. \Delta S$$

در واکنشهای خودبخودی، همواره، تغییرات انرژی گیبس کمتر از صفر است ($\Delta G < 0$). انرژی آزاد گیبس برای واکنشهای معمول، در شرایط استاندارد (فشار یک اتمسفر، دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و غلظت موثر یک مول بر لیتر) محاسبه شده و در جداول مختلف قابل دستیابی است. انرژی آزاد گیبس استاندارد برای یک واکنش شیمیایی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$37) \Delta G^\circ = \sum \Delta G_f^\circ (\text{products}) - \sum \Delta G_f^\circ (\text{reactants})$$

جایی که

$$38) \Delta G_f^\circ = \Delta H_f^\circ - T. \Delta S_f^\circ$$

انرژی گیبس استاندارد یک واکنش، جزء خواص واکنش است و با ادامه یافتن آن واکنش تغییر نمی‌کند.

لازم به ذکر است که ΔG بیشینه مقدار انرژی است که می‌تواند از سیستم آزاد شود و کار مفید انجام دهد یا باعث برقراری یک واکنش شیمیایی شود. یکی از مشکلات جدی تابع گیبس خصوصاً در زمینه شیمی، این است که گرچه G دارای واحدهای انرژی است، اما یکی از مهمترین خواص انرژی که همان بقاء است را ندارد. بنابراین، اگرچه ممکن است کاهش یابد، لازم نیست که انرژی در جایی دیگر افزایش یابد. کمیت $-\Delta G$ مرتبط با یک فرآیند، نشان دهنده مقدار انرژی است که "به اشتراک گذاشته و پخش میشود"، که همانا به معنای افزایش آنتروپی کل است. انرژی گیبس هیچ واقعیت فیزیکی به عنوان خاصیت ماده ندارد، این در حالی است که آنتالپی و آنتروپی را می‌توان به کمیت و توزیع انرژی در مجموعه‌ای از مولکولها مرتبط کرد.

رابطه بین انرژی آزاد گیبس و ثابت تعادل واکنش شیمیایی

هر واکنش شیمیایی دارای یک ثابت تعادل مشخصه (K_{eq}) تحت مجموعه‌ای از شرایط است. ثابت تعادل هر واکنش شیمیایی ثابت است و تنها با دما تغییر می‌کند. ثابت تعادل به صورت نسبت حاصلضرب غلظت موثر محصولات به حاصلضرب غلظت موثر واکنش دهنده‌ها تعریف می‌شود:



$$40) K_{eq} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

بر خلاف ثابت تعادل و انرژی گیبس استاندارد یک واکنش که جزء خواص واکنش بوده و با ادامه یافتن آن واکنش تغییر نمی‌کنند، انرژی آزاد گیبس واکنش با ادامه یافتن واکنش تغییر می‌کند و در صورتی که واکنش به سمت تعادل برود به صفر می‌رسد. مقدار انرژی آزاد گیبس یک واکنش از طریق رابطه زیر به انرژی گیبس استاندارد و نسبت حاصلضرب غلظت موثر محصولات و واکنش دهنده‌های موجود در آن واکنش (Q) مرتبط است:

$$41) \Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

جایی R ثابت گازها و T دما بر حسب کلوین است. در شرایطی که واکنش در حالت تعادل است ($\Delta G = 0$)، رابطه فوق به صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$42) \Delta G^\circ_{rxn} = - RT \ln K_{eq}$$

آنتالپی

از آنجا که اغلب فرایندهایی که در آزمایشگاه، در سطح زمین و در موجودات زنده انجام می‌شود تحت فشار یک اتمسفر هستند، رابطه آنتالپی به شکل قانون اول ترمودینامیک نوشته می‌شود. تغییرات آنتالپی یک فرایند برابر است با:

$$43) \Delta H \equiv qp = \Delta U + P\Delta V$$

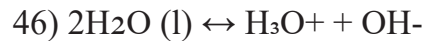
وقتی یک ماده گرما جذب می‌کند، دمای آن افزایش می‌یابد. آنتالپی یک سیستم از طریق رابطه زیر با دما افزایش پیدا می‌کند:

$$44) \Delta H = CP\Delta T$$

از آنجا که افزایش دما باعث انبساط ماده می‌شود، افزایش آنتالپی اندکی بیشتر از افزایش انرژی درونی ماده است. اختلاف بین وابستگی آنتالپی و انرژی درونی به دما تنها برای گازها چشمگیر است. زیرا ضرایب انبساط گرمایی مایعات و جامدات بسیار کوچک می‌باشد. با استفاده از رابطه گیبس - هلهولتز می‌توان آنتالپی یک واکنش را به انرژی آزاد گیبس و ثابت تعادل واکنش نسبت داده و آن را محاسبه نمود:

$$45) \left(\frac{\partial \left(\frac{G}{T} \right)}{\partial T} \right) P = -\frac{H}{T^2}$$

با توجه به مدل توسعه یافته توسط Joback و همکارانش برای تخمین ثابت تعادل واکنشهای مرتبط با گیر افتادن دی اکسید کربن در آب بر حسب دما و با استفاده از رابطه گیس-هلپولتز می توان آنتالپی واکنشهای زیر را بدست آورد:



$$48) \Delta H_{\text{rxn}, i}^{\circ} = R \cdot (\text{BiT} - \text{Ci} + \text{DiT}^2)$$

جایی که ضرایب مندرج در رابطه فوق از جدول ۱ استخراج میشود.

جدول ۱- ضرایب ثوابت تعادل های شیمیایی

Reaction	Ai	Bi	Ci	Di
Equation 6	1.3598E+02	-2.2937E+01	-1.3592E+04	0
Equation 7	2.3429E+02	-3.7203E+01	-1.2216E+04	0
Equation 8	1.6148E+02	-2.7397E+01	-9.9211E+03	0
Equation 10	1.7057E+01	0	0	-3.4860E-02

آنتالپی حل شدن دی اکسید کربن در آب را می توان از طریق رابطه وابسته به دمای موجود برای ثابتهای هنری و با استفاده از رابطه زیر تخمین زد:

$$49) \left[\frac{\partial \ln H}{\partial (1/T)} \right] = \Delta_{\text{sin}} H / R$$

جایی که رابطه ثابت هنری با دما عبارت است از:

$$50) \ln (H/\text{MPa}) = -6.8346 + 1.2817 \times 10^4/T - 3.7668 \times 10^6/T^2 + 2.997 \times 10^8/T^3$$

بنابراین با مشتق گیری داریم:

$$51) \Delta_{\text{sin}} H = 106.56 - 6.2634 \times 10^4/T + 7.475 \times 10^6/T^2$$

جایی که $\Delta_{\text{sin}} H$ بر حسب kJ/mol است.

اندرسون با استفاده از معادله کلایپرون آنتالپی واکنش هیدرات دی اکسید کربن به بخار دی اکسید کربن و آب را به صورت زیر گزارش کرده است:

$$52) \Delta H_f / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = \{62.9 - 0.53(T/\text{K} - 273.15)\}$$

آنتروپی یکی از اساسی ترین مفاهیم علم فیزیک است. این کمیت عموماً به اشتباه معیاری از بی نظمی دانسته می شود (رفرنس). در حالی که، آنتروپی معیاری از پخش شدن و به اشتراک گذاشته شدن انرژی گرمایی درون سیستم است. در نتیجه این پخش شدن و به اشتراک گذاشته شدن، انرژی گرمایی در حجم بزرگتری از فضا پخش شده یا در میکرو حالت های غیر قابل دسترسی از سیستم به اشتراک گذاشته می شود. توزیع انرژی گرمایی در یک سیستم با تعداد میکرو حالت های کوانتیزه شده ای که در دسترس هستند، مشخص می شود. هر چه تعداد این حالتها بیشتر باشد، آنتروپی سیستم بیشتر است. بنابراین تعریف:

$$53) S = k \cdot \ln \Omega$$

جایی که k ثابت بولتزمن و Ω تعداد میکرو حالت های مرتبط با ماکرو حالت داده شده سیستم است.

آنتروپی یک جامد کاملاً منظم در صفر درجه کلوین برابر با صفر است. آنتروپی مطلق یک ماده در هر دمایی بالاتر از صفر کلوین با محاسبه مقدار گرمای لازم برای آوردن دمای ماده از صفر کلوین به دمای مورد نظر تعیین می شود:

$$54) S_{0 \rightarrow T} = \int_0^T \frac{C_p(T)}{T} dt$$

باید توجه داشت که معیار خود بخودی بودن یک تغییر، آنتروپی سیستم و محیط یا به عبارتی آنتروپی کل است:

$$55) \Delta S_{total} = \Delta S_{surr} + \Delta S_{sys}$$

تنها راه اینکه آنتروپی محیط تحت تاثیر قرار بگیرد این است که با سیستم تبادل گرما کند:

$$56) \Delta S_{surroundings} = \frac{q_{surr}}{T}$$

از آنجا که اغلب واکنش ها یا گرمازا یا گرماگیر هستند، باعث جریان گرما از مرز سیستم می شوند. تغییر آنتالپی واکنش به صورت جریان گرما از محیط به درون سیستم تعریف می شود به نحوی که فشار ثابت است، بنابراین، گرمای جریان یافته از محیط برابر با $-q_p$ است که باعث تغییر آنتروپی محیط به اندازه زیر می شود:

$$57) \frac{-q_p}{T} = -\frac{\Delta H}{T}$$

بنابراین داریم:

$$58) \Delta S_{total} = \frac{-\Delta H}{T} + \Delta S_{sys}$$

با ضرب کردن $(-T)$ در طرفین:

$$59) -T\Delta S_{total} = \Delta H - T\Delta S_{sys}$$

در مقایسه با رابطه ΔG می توان گفت که:

$$60) -T\Delta S_{total} = \Delta G$$