بررسی موارد استفاده لوگارتم در تعیین غلظت‌های کیمیاوی

پوهنمل محمد جاوید ستانکزی[۱]، پوهنمل محمد رحیم رحیمی[۲]

[۱]دیپارتمنت کیمیا، پوهنځی تعلیم و تربیه، مؤسسهٔ تحصیلات عالی لوگر.
[۲]دیپارتمنت ریاضی، پوهنځی تعلیم و تربیه، مؤسسهٔ تحصیلات عالی لوگر.
ایمیل آدرس: m.javidstanikzai@yahoo.com

خلاصه

لوگارتم در کیمیا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مفاهیم ریاضیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بخش کیمیا، لوگارتم به دلیل داشتن خواصی مانند توان‌های اعداد، می‌تواند در حل مسائل مربوط به غلظت محلول‌ها، pH، پایداری مرکبات کیمیایی و غیره مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال، در کیمیا تحلیلی، لوگارتم برای محاسبه ثابت تعادل تیزاب- قلوی و همچنین برای محاسبه ثابت تعادل کیمیایی در روش‌های کروماتوگرافی و الکتروفورز استفاده می‌شود. همچنین، لوگارتم در کیمیا می‌تواند برای محاسبه تعاملات کیمیایی و همچنین برای تعیین مقدار ایون‌های هایدروجن در محلول‌های آبی مورد استفاده قرار گیرد. در کل، لوگارتم به‌عنوان یکی از مفاهیم اساسی ریاضیات، در کیمیا به‌عنوان یک وسیله مهم برای حل مسائل مورداستفاده قرار می‌گیرد. چنانکه امروزه لوگارتم بخش جدایی‌ناپذیری از علم ریاضیات و سایر شاخه‌های علوم طبیعی گردیده است. در این مقاله ابتدا به معرفی و تعریف لوگارتم پرداخته و سپس استفاده‌های آن را در بخش کیمیا موردبررسی قرار می‌دهیم.

کلمات کلیدی: رادیو اکتیف، غلظت، لوگارتم، PH.

مقدمه

لوگارتم یکی از مفاهیم مهم ریاضی است که در علوم مختلفی ازجمله ریاضیات، فزیک، کیمیا و احصائیه استفاده می‌شود(ربانی و دیگران، ۱۴۰۰). از کاربردهای لوگارتم در ریاضیات می‌توان به حل معادلات، محاسبه مشتقات و انتگرال‌ها، محاسبه قیمت رشد و قیمت کاهش، حل مسائل احصائیوی و ... به‌عنوان یک نمونه، در کیمیا، لوگارتم به‌عنوان جایگزینی برای کار با اعداد بزرگ مورداستفاده قرار می‌گیرد. به‌عنوان‌مثال، اگر بخواهید pH یک محلول تیزابی را محاسبه کنید، از لوگارتم استفاده خواهید کرد تا مقدار آن را به‌صورت عددی کوچک‌تر از ۱۴ به دست آورید. به طورکلی، لوگارتم به‌عنوان یک وسیلهٔ محاسباتی قدرتمند است که در انواع محاسبات علمی و فنی بسیار زیاد استعمال می‌شود. با آمدن لوگارتم به دنیای ریاضیات و آشنایی انجنیران و متخصصان با آن، این بخش از ریاضیات، استفاده‌های زیادی را در زندگی روزمره و علوم مختلف پیداکرده است (Chou, 2017).

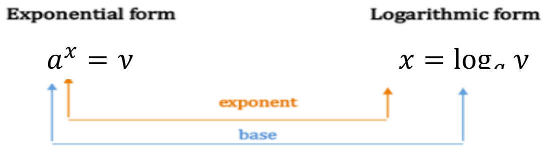
با توجه به اینکه جهان در قرن ۲۱ دچار تغییر و تحولات عظیمی در علم و تکنالوژی شده است و پیشرفت چشم‌گیری در این زمینه‌ها داشته است؛ نیاز است که برای درك آنچه قبل از ما درباره آن بحث شده است و همچنین برای کشف چیزهای جدید در آینده، بشر باید بتواند علمی که شالوده و بنیاد همه ی علوم است را بیاموزد و از آن برای درك آثار گذشته و کشف آثار جدید در آینده استفاده کند؛ و آن علم، علمی با عنوان (ریاضیات) است(Kong, 2017). اما این علم همواره شاخه‌ها و زیرشاخه‌های گسترده‌ای داشته که یکی از مهم‌ترین آن‌ها شاخه‌ای به نام (لوگارتم) است. علم لوگارتم همواره در خیلی از علوم سایه خود را افگنده است و هدف این تحقیق بیان استعمال این علم در علوم طبیعی است؛ چراکه امروزه یکی از مهم‌ترین بخش‌های علم و تکنالوژی، علوم طبیعی (کیمیا ، فزیك و بیولوژی) است و انسان‌ها از زمانی که در مکاتب تحصیل می‌کنند با آن سروکار دارند. بنابراین بسیار مهم است که ما ابتدا به‌وسیله ای که در این علوم استفاده می‌شوند آشنا شویم که لوگارتم یکی از این وسیله‌ها است. تمام جامعه بشری همواره به‌طور خواسته یا ناخواسته با ریاضیات سروکار دارند اما استعدادها و توانایی‌ها در آموختن آن متفاوت است و باید روش‌ها و تکنیك‌های آموزش شناسایی و آن‌ها را اجرا کرد چراکه این‌یك امر مهم در پیشرفت جامعه بشری است (Hodges, 2019). مفهوم لوگارتم استفاده‌های زیادی در بیرون و درون دنیای ریاضی دارد. برخی از پیشامدهای لوگارتم در طبیعت، بیشتر به مفهوم نامتغیر مقیاس مرتبط است. مقیاس لوگارتمی مقیاسی بسیار پراستفاده برای بررسی کمی تغییرات پدید آمده در مقدار اصلی است. افزون بر این چون تابع log(x) رشد بسیار کندی دارد به‌ویژه برای x های بزرگ می‌توان دیتاهای علمی انتروال های بزرگ را به‌خوبی فشرده کرد. همچنین پیش می‌آید که در بسیاری از فرمول‌های علمی مانند معادله یفنسك، معادله ینرنستو...از ویژگی‌های لوگارتم بهره برد (Zimmermann,2012 and Boyd, 2020). حال با این شرایط ما در این مقاله به معرفی لوگارتم و استفاده‌های آن در کیمیا و درنهایت به روش‌ها و تکنیك‌های یادگیری هر چه‌بهتر آن‌ها می‌پردازیم.

مفهوم لوگارتم

لوگارتم عددی مانند y به‌قاعده a عبارت است از یافتن عددی اگر a به توان عدد x برسد، برابر با y شود. در این صورت x را بنام لوگارتم y به‌قاعده a گویند، این مفهوم را می‌توان به‌صورت الجبری به‌صورت $\mathrm{x} = \log_a y$ نوشت.

در این صورت می‌توان نوشت که :

$$y = a^x \Leftrightarrow x = \log_a y$$



به‌صورت کل دو نوع لوگارتم وجود دارد، یکی لوگارتم اعشاری یا معمولی و دیگری لوگارتم طبیعی.

لوگارتم های اعشاری: لوگارتم های اعشاری به نام هنری بریگز، ریاضیدان بریتانیایی در اواخر قرن هفدهم، لوگارتم های بریگزین نیز نامیده می‌شوند. یعنی لوگارتمی که قاعده آن (۱۰) است لوگارتم اعشاری نامیده می‌شود. که معمولاً به‌صورت $\log_{10} x$ به‌صورت $\log x$ نوشته می‌شود. برای مثال

$$\log_{10} x = \log x$$

لوگارتم های طبیعی: مفهوم لوگارتم های طبیعی قبل از سال ۱٦٤۹ توسط گرگوار دو سنت وینسنت و آلفونس آنتونیو د ساراسا استفاده می‌شد. لوگارتمی که قاعده آن عدد اویلر e= 2.7182... است، لوگارتم طبیعی یا لوگارتم نیپرین نامیده می‌شود. که معمولاً $\log_e x$ به‌صورت lnx نوشته می‌شود (Zimmermann,2012, Tissue, 2023 and Boyd, 2020).

$$\log_e x = \ln x \quad e^{lnx} = x \,, lne^x = x$$

جدول (۱-۱). خواص لوگارتم طبیعی و لوگارتم اعشاری

لوگارتم اعشاری	لوگارتم طبیعی
$\log_a xy = \log_a x + \log_a y$	۱. $lnxy = lnx + ly$
$\log_a \frac{x}{y} = \log_a x - \log_a y$	۲. $ln\frac{x}{y} = lnx - ln\, y$
$\log_a x^y = y.\log_a x$	۳. $lnx^y = y\,.lnx$
$\log_a a^x = x$	۴. $lne^x = x$
$a^{\log_a x} = x$	۵. $e^{lnx} = x$
$\log_a a = 1$	۶. $lne = 1$
$\log_a 1 = 0$	۷. $ln1 = 0$

مخفف Log و Ln به ترتیب Logarithm و Natural Log هستند. در کیمیا اغلب از دو نوع لوگارتم استفاده می‌شود: لوگارتم اعشاری (بریگین) و لوگارتم طبیعی (نیپیریان).

معرفی استفاده‌های لوگارتمی در علم کیمیا

۱.بیان غلظت هایدرونیم: مقیاس غلظت آیون هایدروجن

در کیمیا، لوگارتم اغلب به‌عنوان یک وسیله مهم برای روش‌های کمی و تجزیه‌وتحلیل داده‌های لابراتواری استفاده می‌شود. به‌طور مشخص، لوگارتم در کیمیا به‌عنوان یک وسیله برای اندازه‌گیری کمی غلظت‌های مختلف مرکبات کیمیاوی (مانند تیزاب‌ها و قلوی ها)، استفاده می‌شود. همچنین، لوگارتم به‌عنوان یکی از اصول اساسی کیمیای تحلیلی نیز شناخته‌شده است. به‌طور خاص، ایجاد نورمالیتی در نتایج تجربه‌های کیمیاوی، ترسیم گراف (curve fitting)، تعیین ثابت‌های تعادلی و یافتن مرکبات چند جزئی و مالیکولی نیز نیاز به لوگارتم دارند(صادقی و دیگران ۱۳۹۰ به نقل از: ربانی و دیگران، ۱۴۰۰).

لوگارتم یک وسیله ریاضیکی قدرتمندی است که در کیمیا به‌عنوان یک وسیله برای حل معادلات و مسائل مرتبط با حساب‌های طبیعی و تیزابی- قلوی، تعادل فاز، کینتیک و غیره مورداستفاده قرار می گیرد. برخی از موارد استفاده‌های لوگارتم در کیمیا عبارت‌اند از:

۱. محاسبه pH: در محلول‌های آبی، برای محاسبه pH می‌توان از لوگارتم هایدرونیم (H^+) یا هایدروکساید (OH^-) استفاده کرد.

۲. محاسبه ثابت‌های تعادل: برای محاسبه ثابت‌های تعادل مانند ثابت تعادل تیزابی- قلوی (Ka) و ثابت تعادل تشکیل رابطه (Kd) استفاده می‌شود.

۳. محاسبه کینتیک کیمیاوی: لوگارتم می‌تواند به‌عنوان یک وسیله برای حل مسائل مربوط به کینتیک کیمیاوی و تعیین مقادیر دوره نیمه‌عمر مواد مورد استفاده قرار گیرد.

۴. محاسبه میزان حلال: لوگارتم می‌تواند به‌عنوان یک وسیله برای تعیین میزان حلال و غلظت محلول‌های کیمیاوی مورد استفاده قرار گیرد.

۵. تحلیل داده‌های طیفی: لوگارتم می‌تواند به‌عنوان یک وسیلهٔ برای تحلیل داده‌های طیفی مورد استفاده قرار گیرد.

به‌طورکلی، لوگارتم در بسیاری از بخش‌های کیمیاوی مورداستفاده قرار می‌گیرد. در محلول آبی، [H_3O^+] می‌تواند از ۱۰ M تا ۱۰$^{-۴}$ M تغییر کند. برای به‌کارگیری مناسب‌تر اعداد با توان منفی در محاسبات، ما این اعداد را به سیستم عددی مثبت که مقیاس غلظت ایون هایدروجن نامیده می‌شود تبدیل می‌کنیم، لذا منفی لوگارتم (مبنای ۱۰، لوگارتم طبیعی) عدد را به کار می‌بریم. به کاربرد این سیستم در [H_3O^+]، غلظت آیون هایدروجن می‌گویند. غلظت آیون هایدروجن، منفی لوگارتم [H^+] یا [H_3O^+] چقدر است؟

$$PH = -\log[H_3O^+]$$

$$=-\log 10^{-12}=(-1)(-12)=12$$

به همین صورت، محلول ۱۰ M از H_3O^+ دارای PH برابر ۳ است. PH محلول ۱۰$^{-۴}$ M × ۵/۴ از H_3O^+ برابر ۳/۲۷ می‌باشد.

$$PH=-\log[H_3O^+]$$

$$H_3O^+$$

همانند هر اندازه گیری، ارقام بامعنی در مقدار PH بازتاب دقتی است که در غلظت اندازه‌گیری شده است. اما مقدار PH لوگارتمی است، بنابراین اعداد بامعنی در غلظت با ارقام اعشاری در مقدارPH برابر است. در مثال قبلی ۱۰$^{-۴}$ M × ۵/۴ دو رقم بامعنی دارد و منفی لوگارتم آن، ۳/۲۷ ، دو رقم اعشاری دارد. توجه داشته باشید که PH بالاتر یعنی H_3O^+ کمتر، بنابراین محلول اسیدی PHکمتری (غلظت بیشتر [H_3O^+]) از محلول قلوی دارد. در ˚C۲۵ در آب خالص، [H_3O^+] برابر ۱۰$^{-۷}$ M × ۱/۰ می‌باشد، لذا :

مقدار PH تعدادی از محلول‌های آبی آشنا، که در محدوده‌ی ۰ تا ۱۴ هستند، را نشان می‌دهد. نکته مهم دیگر مربوط به‌موقع است که [H_3O^+] در محلول‌های مختلف مقایسه می‌شود. ازآنجایی‌که مقیاس PH لوگارتمی است، در محلول ۱ =PH ، [H_3O^+] ده بار بیشتر از محلولی با ۲/۰ =PH است و همچنین صدبار غلظت بیشتری نسبت به ۳/۰ =PH دارد و به همین ترتیب برای موارد دیگر. برای پیدا کردن [H_3O^+] از PH، باید محصول مخالف آنتی لوگارتم را انجام دهیم: یعنی باید منفی آنتی لوگارتم PHرا پیدا کنیم:

$$[H_3O^+]=۱۰^{-PH}$$

مقیاس PH برای بیان سایر مقادیر نیز به کار می‌رود. غلظت ایون هایدروکسیل را می‌توان با pOHنشان داد.

$$pOH=-\log[OH^-]$$

محلول‌های اسیدی pOH بالاتری ([H_3O^+]کمتر) از محلول‌های قلوی دارند. ثابت تعادل را می‌توان به‌صورت PK بیان کرد : $pK=-\log K$.

pK کوچک با K بزرگ مرتبط است، در تعاملی که در حال تعادل محصول غالب است (تعاملی که کاملاً به سمت راست می‌رود)، PK کوچک دارد (K بزرگ)، ولی در تعاملی که در حال تعادل تعامل کننده‌ها غالب هستند، pK بزرگ (K کوچک) دارد.

ارتباط بین pH، pOH، Pk_w: گرفتن منفی لوگارتم از دو طرف عبارت K_W، ارتباط مفیدی را بین pH، pOH، pK_W در اختیار ما می‌گذارد:

$Pk_W = pH + pOH$ = ۱۴/۰۰ (C۵۲° در)

در هر محلول آبی در هر حرارتی، جمع pH و pOH با Pk_W برابر است، و مقدار Pk_W در ۲۵° C، ۱۴/۰۰ است. از طریق Pk_W، pH، pOH، [H_3O^+]، و [OH^-] با یکدیگر مرتبط هستند و با دانستن هر یک از مقادیر امکان تعیین سایر موارد را داریم. (Tissue, 2023, Constable, 2014 and Tavares, 2018)

معادله هندرسون – هسل باخ[1]

برای هر اسید ضعیف، HA معادله تفکیک و عبارت K_a به‌صورت زیر است: $Ka = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$

$$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$$

متغیر کلیدی که [H_3O^+] را تعیین می‌نماید نسبت غلظت تیزاب به قلوی می‌باشد، بنابراین جا به جایی برحسب [H_3O^+] در نظر بگیرید:

$$[H_3O^+] = Ka \times \frac{[HA]}{[A^-]}$$

لوگارتم منفی معمولی (در طبیعی ۱۰) از هر دو طرف:

$$-\log[H_3O^+] = \log Ka - \log\frac{[HA]}{[A^-]}$$ و سپس $$pH = pKa + \log(\frac{[A^-]}{[HA]})$$

(توجه کنید که نسبت غلظت اجزای بافر با تغییر علامت لوگارتم معکوس شده است). با یک نکته کلیدی که در ادامه به آن اشاره خواهیم کرد وقتی $[HA] = [A^-]$ باشد، نسبت برابری کمی شود ولوگارتم

---

[1]. Henderson–Hasselbalch equation

آن برابر صفر خواهد شد پس pH= pKa، از تعمیم معادله قبلی برای هر جفت تیزاب - قلوی مزدوج ، به معادله هندرسون- هسل باخ می‌رسیم:

$$\left(\frac{bass}{acide}\ \mathrm{pH} = \mathrm{pKa} + \log\right)$$

این معادله بسیار مفید است؛ زیرا امکان محاسبه PH به‌طور مستقیم را می‌دهد و لذا نیازی به محاسبه $[H_3O^+]$ نداریم. (Po, 2001, Baltas, 2018).

۲. نیم عمر رادیواکتیو

نیم‌عمر رادیواکتیو سرعت تجزیه به‌طورمعمول برحسب بخشی از هسته‌ها که در مدت معینی تجزیه می‌کنند نیز بیان می‌شود. نیم‌عمر ($t_{1/2}$) یک هسته مدت‌زمانی است که نیمی از هسته‌های موجود در نمونه تجزیه می‌نمایند. تعداد هسته‌های باقی‌مانده پس از نیم‌عمر نصف می‌شوند. بنابراین، نیم- عمر همان معنا را برای تغییر هسته‌ای دارد که در مورد تغییر کیمیاوی نیز استفاده می‌شود.

$$^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}\beta$$

می‌توانیم نیم - عمر را به‌صورت کتله ماده نیز در نظر بگیریم. درحالی‌که C^{14} تجزیه می‌کند، C ۱۴ خالی کاهش‌یافته و کتله N^{14} افزایش می‌یابد اگر ما با0 ۱/g از C^{14} شروع کنیم، نیمی از کتله۱۴ (۵۰g / C(. پس از ۵۷۳۰ سال باقی می‌ماند. نیمی دیگر از این کتله (۰/g۲۵) پس از ۵۷۳۰ سال دیگر تجزیه می‌کند و این عمل به همین منوال ادامه پیدا می‌کند. فعالیت به تعداد هسته‌ها بستگی دارد، پس فعالیت پس از گذشت هر نیم‌عمر نصف می‌شود. نیم‌عمر یک تعامل هسته‌ای از ثابت سرعت آن تعیین می‌شود. با توجه به معادله ذیل و انتگرال‌گیری برحسب زمان، به عبارتی برای تعیین تعداد هسته‌های باقی‌مانده پس از گذشت زمان t می‌رسیم (Nt) (Belfroid,1995).

$$\ln\frac{N_0}{N_t} = kt \ \text{و}\ Nt = N_0 e^{-kt}\ \frac{1}{2}N_0\ \text{یا}\ \ln\frac{N_t}{N_0} = -kt$$

که در آن N_0 تعداد هسته‌ها در t= ۰ است. برای محاسبه نیم‌عمر ($t_{1/2}$) ، Nt را برابر $\frac{1}{2}N_0$ قرار داده و آن را برای $t_{1/2}$ حل می‌نماییم.

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}\ \text{پس}\ \ln\frac{N_0}{N_t} = kt$$

دقیقاً مشابه نیم‌عمر تغییر کیمیاوی مرتبه اول، این نیم‌عمر به تعداد هسته‌ها بستگی ندارد و به‌طور معکوس به ثابت تجزیه بستگی دارد:

$t_{1/2}$ طولانی ⇐ k کوچک $t_{1/2}$ کوتاه ⇐ k بزرگ

ثابت تجزیه و نیم‌عمر هسته‌های رادیواکتیو در محدوده بسیار بزرگی متفاوت هستند. (Urban, 2020)

۳. تعیین عمر با رادیو ایزوتوپ‌ها

آثار تاریخی باگذشت زمان به‌سرعت از بین می‌روند و درنهایت حوادثی که چند هزار سال پیش اتفاق افتاده است محو می‌شود. اکثر یافته‌های ما از ماقبل تاریخ از تکنیکی به نام) عمر یابی رادیو ایزوتوپی می‌باشد که با استفاده از رادیو ایزوتوپ‌ها سن یک شیئی را تعیین می‌کنند. این روش داده‌هایی را درزمینهٔ های مختلف مانند: تاریخ، باستان‌شناسی، زمین‌شناسی و دیرینه‌شناسی در اختیار ما قرار می‌دهد. تکنیك عمر یابی رادیو کاربن که برای آن کیمیادان آمریکایی، ویلارد ف.لیبی جایزه نوبل کیمیا سال ۱۹٦۰ را دریافت نمود، بر اساس اندازه‌گیری $C^{۱۴}$و $C^{۱۲}$در مواد با منشأ بیولوژیکی می‌باشد. از دقت این اندازه‌گیری پس از گذشت شش نیم‌عمر $^{۱۴}C_{(t1/yr۵۷۳۰=۲)}$ کاسته می‌شود. بنابراین، از این روش برای تعیین عمر حدود ۳٦۰۰۰ سال استفاده می‌شود. حال مشاهده کنید که این روش چگونه مورداستفاده قرار می‌گیرد. اشعه کیهانی، که عمدتاً حاوی پروتون هستند، وارد آب‌وهوای زمین شده و مجموع‌های از تعامل‌های هسته‌ای را شروع می‌کنند، برخی از آن‌ها نیوترون ایجاد می‌کنند که می‌توانند از اتم‌های معمولی N^{14} را بمباران نموده و به C^{14}تبدیل کند(Baltas, 2018 and Daniel, 2020):

$${}^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{14}_{y}C + {}^{1}_{1}P$$

از طریق محصول‌های رقابتی تشکیل و تجزیه رادیواکتیو مقدار $C^{۱٤}$در اتمسفر تقریباً ثابت است. اتم‌های C^{14}با O_2ترکیب‌شده و به لایه‌های پایین‌تر قشر نفوذ می‌کند و وارد چرخه کاربن به‌صورت CO_2^{14}گازی و محلول $CO_3\ {}^{14}H^{-}$می‌شوند، با CO_2^{12} و $CO_3\ {}^{12}H^{-}$ معمولاً مخلوط شده و به نسبت ثابت $C^{14}/C^{۱۲}$ به حدود ۱/$۱۰^{۱۲}$ می‌رسد. نسبت $C^{14}/C^{۱۲}$در موجود زنده مانند نسبت آن در محیط‌زیست است. پس از مرگ موجود زنده $C^{14}/C^{۱۲}$ جذب یا دفع نمی‌شود و دیگر جذب و دفع نمی‌شود، بنابراین نسبت $C^{14}/C^{۱۲}$ همواره افزایش می‌یابد، زیرا مقدار $C^{۱۴}$در اثر تجزیه کاهش می‌یابد:

$${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}\beta$$

تفاوت بین نسبت $C^{14}/C^{۱۲}$در موجود مرده و نسبت آن در موجود زنده، زمان مرگ آن موجود مرده را مشخص می‌نماید. معادله سرعت مرتبه اول می‌تواند نسبت فعالیت‌ها را بیان کند:

$$\ln\frac{A_0}{Nt} = \ln\frac{A_0}{At} = kt$$

این عبارت را در تعیین عمر رادیو کاربن به کار می‌بریم، A_0 فعالیت در موجود زنده وAt فعالیت شیئی است که عمر آن نامعلوم می‌باشد. از حل این معادلهt سن شیئی مشخص می‌شود:

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{A_o}{A_t}$$

برای تعیین سن اشیاء با قدامت زیاد یا یک شیئی که کاربن ندارد، از سایر رادیو ایزوتوپ‌ها استفاده می‌شود. برای مثال، از مقایسه نسبت $U^{۲۳۸}_{(t1/۴=۲/۵\times yr۱۰^{۹})}$ به محصول نهایی تجزیه ($Pd^{۲۰۶}$) ، زمین شناسان مشخص نمودند که سن قدیمی‌ترین سنگ‌های روی سطح زمین (گرافیت) در غرب گرین لند حدود ۳/۷ میلیارد سال است نسبت $U^{۲۳۸}$ / $Pb^{۲۰۶}$ در نمونه‌هایی از شهاب‌های آسمانی، عمر منظومه شمسی (و لذا، کره زمین) را ۴/۶۵ بیلیون سال تخمین میزند (Gomez-Fernandez, 2021).

نتیجه‌گیری

از این تحقیق چنین نتیجه را دریافت کردیم که علم ریاضیات مبنای تمام علوم دیگر و درنهایت جهان هستی است؛ اما ریاضیات را نمی‌توان تنها به واژه‌ای تحت عنوان " ریاضیات " محدود کرد، چراکه این علم به شاخه‌ها و زیرشاخه‌های زیادی تقسیم می‌شود. یکی از این شاخه‌ها، علمی بنام لوگارتم است. لوگارتم، وسیلهٔ است که در بخش‌های زیادی از علوم کاربرد دارد. یکی از استفاده‌های فراوان آن، استفاده از لوگارتم در علوم طبیعی است. بسیاری از بخش‌های علوم طبیعی با ریاضیات نزدیکی بسیاری دارد که لوگارتم هم از این قاعده مستثنا نیست. لوگارتم در علوم طبیعی و شاخه‌های این علوم کاربرد دارد. استفاده‌های لوگارتم در این علوم فراوان است؛ اما تنها بخشی از آن‌ها شرح داده شد. کاربردهایی مانند: نیم‌عمر ماده رادیواکتیو، مقیاس غلظت آیون هایدروجن، معادله هندرسون هسل باخ و تعیین عمر با رادیو ایزوتوپ‌ها در کیمیا و درنهایت با بررسی شیوه‌های آموختن ریاضیات و لوگارتم و اهمیت آموختن آن در بین محصلین این بحث به پایان رسید.

منابع

اسکوک، داگلاس و دیگران. (۱۴۰۰). شیمی تجزیه، مترجم: محمد ربانی و دیگران. انتشارات: تهران، دانش نگار.

سیلبربرگ، مارتین. (۱۳۹۰). اصول شیمی عمومی. مترجم: صادقی، مجیدمیرمحمد و دیگران. انتشارات: تهران، نو پردازان.

Baltas, H., Sirin, M., Dalgic, G., & Cevik, U. (2018). An overview of the ecological half-life of the 137Cs radioisotope and a determination of radioactivity levels in sediment samples after Chernobyl in the Eastern Black Sea, Turkey. *Journal of Marine Systems*, *177*, 21-27.

Belfroid, A. C., Scinen, W., van Gestel, K. C., Hermens, J. L., & van Leeuwen, K. J. (1995). Modelling the accumulation of hydrophobic organic chemicals in earthworms: Application of the equilibrium partitioning theory. *Environmental Science and Pollution Research*, *2*, 5-15.

Boyd, C. E., & Boyd, C. E. (2020). Carbon dioxide, pH, and alkalinity. *Water Quality: An Introduction*, 177-203.

Chou, C. T. (2017). Chemical reaction networks for computing logarithm. *Synthetic Biology*, *2*(1), 2.

Constable, P. D. (2014). Acid-base assessment: when and how to apply the Henderson-Hasselbalch equation and strong ion difference theory. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, *30*(2), 295-316.

Daniel, G., Ceraudo, F., Limousin, O., Maier, D., & Meuris, A. (2020). Automatic and real-time identification of radionuclides in gamma-ray spectra: a new method based on convolutional neural network trained with synthetic data set. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, *67*(4), 644-653.

Gomez-Fernandez, M., Wong, W. K., Tokuhiro, A., Welter, K., Alhawsawi, A. M., Yang, H., & Higley, K. (2021). Isotope identification using deep learning: An explanation. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, *988*, 164925.

Hodges, G., Eadsforth, C., Bossuyt, B., Bouvy, A., Enrici, M. H., Geurts, M., ... & Venzmer, J. (2019). A comparison of log Kow (n-octanol–water partition coefficient) values for non-ionic, anionic, cationic and amphoteric surfactants determined using predictions and experimental methods. *Environmental Sciences Europe*, *31*(1), 1-18.

Kong, D., Zhao, J., Tang, S., Shen, W., & Lee, H. K. (2021). Logarithmic data processing can be used justifiably in the plotting of a calibration curve. *Analytical Chemistry*, *93*(36), 12156-12161.

Landry, M. L., & Crawford, J. J. (2019). Log D contributions of substituents commonly used in medicinal chemistry. *ACS medicinal chemistry letters*, *11*(1), 72-76.

Po, H. N., & Senozan, N. M. (2001). The Henderson-Hasselbalch equation: its history and limitations. *Journal of chemical education*, *78*(11), 1499.

Tavares, O. A. P., & Medeiros, E. L. (2018). A calculation model to half-life estimate of two-proton radioactive decay process. *The European Physical Journal A*, *54*, 1-11.

Tissue, B. M. (2023). *Basics of Analytical Chemistry and Chemical Equilibria: A Quantitative Approach*. John Wiley & Sons.

Urban, P. L. (2020). Please avoid plotting analytical response against logarithm of concentration. *Analytical Chemistry*, *92*(15), 10210-10212.

Zimmermann, T., Šebesta, F., & Burda, J. V. (2021). A new grand-canonical potential for the thermodynamic description of the reactions in solutions with constant pH. *Journal of Molecular Liquids*, *335*, 115979.

Investigating the Use of Logarithm in Determining Chemical Concentrations

Mohammad Javid Stanikzai[1], **Mohammad Rahim Rahimi**[2]
[1] Department of Chemistry, Faculty of Education, Logar Institute of Higher Education.
[2] Department of Mathematic, Faculty of Education, Logar Institute of Higher Education.
Email: m.javidstanikzai@yahoo.com

Abstract

Logarithm is used in chemistry as one of the most important mathematical concepts. In chemistry, logarithm can be used in solving problems related to concentration of solutions, pH, stability of chemical compounds, etc. For example, in analytical chemistry, the logarithm is used to calculate the acid-base equilibrium constant and also to calculate the chemical equilibrium constant in chromatography and electrophoresis methods. Also, the logarithm in chemistry can be used to calculate the rate of chemical reactions and also to determine the amount of hydrogen ions in aqueous solutions. In general, logarithm, as one of the basic concepts of mathematics, is used in chemistry as an important tool to solve problems. Today, logarithm has become an integral part of mathematics and other branches of natural sciences. In this article, we will first introduce and define the logarithm, and then we will examine its uses in the chemistry section.

Key Words: Concentration, Logarithm, PH, Radioactive.