کاربرد ریاضی در علوم و شگفتیهای زمین

● شادی دلکش رودسری

مقدمه

هدف اصلی در مجلات برهان، آشنایی هرچه بیشتر شما عزیزان با مفاهیم و اصول ریاضیات و اهمیت و کاربرد آن در زندگی روزمره، صنعت و سایر علوم، از جمله زمین‌شناسی می‌باشد.

آیا تا به حال دربارهٔ علم زمین‌شناسی و اهداف آن اندیشیده اید؟!

از آن‌جا که زمین شناسی یکی از رشته‌های بنیادی علوم می‌باشد، و پایه‌های اقتصادی کشور نیز بر اساس این علم بنا شده است، و کاربرد زیادی در اکتشافات مواد هیدروکربوری (نفت، گاز و زغال) و استخراج این مواد، مطالعات هیدروژئولوژیکی «آب‌شناسی» (آبهای زیرزمینی و آبهای جاری)، اکتشاف کانیهای فلزی نظیر سرب و روی، سدسازی و ... دارد، سعی می‌شود از این شماره به بعد تحت عنوان کاربرد ریاضی در علوم و شگفتیهای زمین، علاوه بر ذکر کاربرد قوانین و روابط ریاضی در کشف اسرار زمین، اطلاعاتی مفید و ارزشمند نیز در جهت ارتقای دانش عمومی شما عزیزان ارائه گردد.

به یاد داشته باشید که علوم زمین را باید در خود طبیعت بیاموزید. باید مشاهده‌گر دقیقی باشید و همه‌جا به جست‌وجوی دلایل بروید؛ و با توجه به یافته‌ها و تفسیرهای سر زمین و تجزیه و تحلیل آنها و استفاده از علوم ریاضی، فیزیک و شیمی به اطلاعات مفیدی دست یابید.

هیچ کدام از ما درون زمین را ندیده‌ایم و پا را از کرهٔ زمین فراتر نگذاشته‌ایم، اما پژوهشگران با بهره‌گیری مناسب از روابط بین علوم، اطلاعات خوبی را دربارهٔ جنس مواد تشکیل دهندهٔ زمین و واکنشها و وقایعی که در سطح و درون زمین اتفاق می‌افتد، به دست آورده‌اند.

در این شماره در مورد کاربرد لگاریتم در رسوب‌شناسی (یکی از رشته‌های تخصصی زمین‌شناسی) و اهمیّت آن در پروژه‌های سدسازی، جاده‌سازی، پل سازی و ... شرح خواهیم داد.

اندازهٔ ذرات تشکیل دهندهٔ رسوبات

پوستهٔ جامد زمین از سنگهای رسوبی، آذرین و دگرگونی تشکیل شده است، و سنگهای رسوبی به تنهایی بیش از ۷۰ درصد سطح خارجی زمین را می‌پوشانند. سنگهای رسوبی از رسوبات مختلفی تشکیل شده‌اند که طی عمل دیاژنز (سنگی شدن) به سنگ تبدیل می‌شوند.

دانه‌های رسوبی در اندازه‌های مختلفی دیده می‌شوند (جدول ۱). طبقه‌بندی دانه‌ها از روی بلندترین قطر آنها صورت

می‌گیرد. کرومباین در سال ۱۹۳۴ میلادی، مقیاسی لگاریتمی ارائه داد که به مقیاس فی (Φ) معروف شد، و عبارت است از منفی لگاریتم قطر ذره در پایهٔ ۲.

قطر ذره برحسب میلیمتر = d $\quad \Phi = -\log_2^d$

	نام اجزای رسوب	برحسب میلیمتر (mm)	برحسب فی (Φ)
گراول	بولدر (Boulder)	۲۵۶ > قطر	۸- > کمتر
	کابل (Cobble)	۱۲۸ - ۳۲	(-۵) - (-۷)
	پبل (Pebble)	۱۶ - ۸	(-۴) - (-۲)
ماسه	گرانول (Granule)	۲	-۱
	ماسهٔ بسیار درشت (very coarse sand)	۱	۰
	ماسهٔ درشت (coarse sand)	۰/۵	۱
	ماسهٔ متوسط (medium sand)	۰/۲۵	۲
	ماسهٔ ریز (fine sand)	۰/۱۲۵	۳
	ماسهٔ بسیار ریز (very fine sand)	۰/۶۲۵	۴
سیلت	سیلت درشت (coarse silt)	۰/۰۳۱	۵
	سیلت متوسط (medium silt)	۰/۰۱۵۶	۶
	سیلت ریز (fine silt)	۰/۰۰۷۸	۷
	سیلت بسیار ریز (very fine silt)	۰/۰۰۳۹	۸
رس	رس (clay)	۰/۰۰۳۹ > قطر	۸ < بیشتر

جدول ۱ـ طبقه‌بندی اندازهٔ دانه‌های رسوبی (آواری) برحسب میلیمتر و فی.

همان‌طور که می‌دانید، هرگاه عدد N (مثبت) را در مبنای معین a (بزرگتر از صفر و مخالف یک) به صورت $N = a^x$ نمایش دهیم، عدد x ، که نمایندهٔ صورت نمایی عدد مفروض با مبنای a است، لگاریتم N در مبنای a خوانده می‌شود و می‌نویسیم $\log_a^N = x$ ، چنان‌که $۲^۴ = ۱۶$ ، لذا $\log_۲^{۱۶} = ۴$. لگاریتم اعداد در محاسبه کاربرد بسیار دارد و برای اعمال ضرب، توان، تقسیم و گرفتن ریشه، روشهای ساده و کوتاه به دست می‌دهد. معمولاً در محاسبات لگاریتمی، مبنا را عدد ۱۰ در نظر می‌گیرند.

نکتهٔ (۱) : لگاریتم هر عدد در مبنای خودش مساوی یک می‌باشد.

$\log_a^a = ۱$

نکتهٔ (۲) : لگاریتم یک در هر پایه‌ای برابر با صفر می‌شود.

$\log_a^۱ = ۰$

قضیه‌های لگاریتم

۱) $\log_a^{A.B} = \log_a^A + \log_a^B$

۲) $\log_a^{A/B} = \log_a^A - \log_a^B$

۳) $\log_a^{(A)^m} = m \log_a^A$

۴) $\log_b^a = \dfrac{\log a}{\log b}$

۵) $\log_b^a = \dfrac{۱}{\log_a^b}$

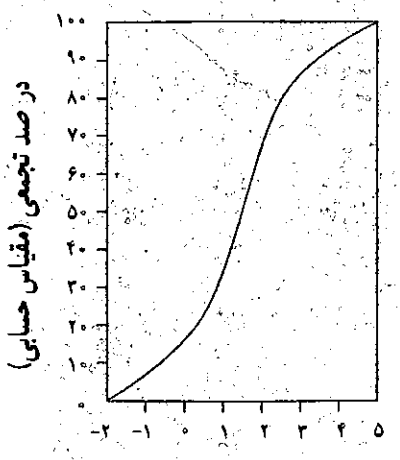
۶) $a^{\log_b^n} = n^{\log_b^a}$

۷) $a^{\log_a^x} = x$

۸) $\log_{b^n}^{a^m} = \dfrac{m}{n} \log_b^a$

۹) $\log_b^a \times \log_c^b = \log_c^a$

با استفاده از فرمول مقیاس «فی (Φ)»، اندازهٔ ذرات برحسب «فی» محاسبه می‌شود و با توجه به اندازهٔ ذرات به دست آمده (ذرات، مربوط به منطقهٔ محل احداث پروژه می‌باشند، که از محل



شکل ـ نمونه‌ای از منحنی‌های تجمعی.

موردنظر به آزمایشگاه حمل شده‌اند و آزمایشهای لازم برای شناسایی نوع خاک منطقه روی آنها صورت می‌گیرد.) منحنی مربوط به این ذرات ترسیم می‌شود (منحنی‌های تجمعی).

مزایای کاربرد مقیاس «فی»

۱ـ اندازهٔ دانه‌ها به صورت یک عدد کامل به دست می‌آید، در صورتی که مقیاس میلیمتری دارای تقسیمات عددی بوده و در ترسیم منحنی، اشکالاتی را ایجاد می‌کند.

۲ـ مقیاس «فی» به صورت معکوس عمل می‌کند؛ یعنی با افزایش «فی»، اندازهٔ ذرات کاهش می‌یابند و برعکس.

۳ـ مقیاس «فی» به ما اجازه می‌دهد برای رسم منحنی توزیع ذرات، از کاغذهای حسابی که کاربرد آنها ساده‌تر از کاغذهای لگاریتمی است، استفاده کنیم.

بعد از یافتن اندازهٔ ذرات و ترسیم منحنی مربوط به آن، پارامترهای خاصی، جهت شناسایی نوع خاک منطقه، از روی منحنی محاسبه می‌شوند، و براساس نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل منحنی‌ها که منجر به تشخیص نوع خاک منطقه می‌شود و با توجه به خصوصیات و ویژگیهای خاک، اقدامات لازم برای احداث پروژه صورت می‌گیرد.

به طور مثال، در پروژه‌های سدسازی، پل‌سازی و ایجاد مناطق مسکونی، چنانچه جنس خاک منطقهٔ مورد نظر از نوع رس تشخیص داده شود، بنا به دلایلی که در زیر شرح داده خواهد شد، این منطقه برای انجام چنین پروژه‌ای مناسب نمی‌باشد:

۱ـ رس، تراکم‌پذیر بوده و در زیر فشار ناشی از طبقات فوقانی متراکم شده و باعث نشست ساختمان می‌شود.

۲ـ رس، در اثر فشار وارده تغییر شکل داده و با حرکت آهسته باعث انهدام شیبها می‌شود و به همین دلیل بسیاری از زمین‌لغزه‌ها در زمینهای رسی اتفاق می‌افتد.

ویژگیهای خاکهای دانه درشت

۱ـ قدرت تحمل فشار، ناشی از طبقات فوقانی و یا جانبی

۲ـ نفوذپذیری بالا

۳ـ عدم تغییر مقاومت بر اثر افزایش درصد آب

۴ـ معمولاً قابل تراکم نبوده، مگر در صورتی که تراکم آنها پایین باشد، که بر اثر بار دینامیک فشرده می‌شود.

۵ـ عدم تغییر مقاومت در اثر انجماد و ذوب مجدّد

با توجه به دلایل فوق و با در نظر گرفتن ویژگی خاکهای مختلف، برای انجام چنین پروژه‌ای، منطقه‌ای با خاکهای دانه‌درشت مناسب می‌باشد.

در پروژهٔ سدسازی، منطقهٔ حاوی خاک رس به علت نفوذناپذیر بودن و خاصیت چسبندگی بسیار بالای رس که باعث تشکیل لایهٔ نفوذناپذیر و تجمع آب در منطقه می‌شود، حائز اهمیت است.

حال ببینید کوچکترین اشتباه در انجام محاسبات لگاریتمی، چگونه منجر به عدم تشخیص درست اندازهٔ ذرات، اشتباه در ترسیم منحنی مربوطه، تشخیص نادرست نوع خاک منطقهٔ مورد بررسی، از بین رفتن سرمایهٔ ملی کشور و مهمتر از همه به خطر افتادن جان هزاران انسان می‌شود!

ادب ریاضی

غالباً دیده شده است که دانشمندان بزرگ آثار مهم و اصلی خود را مابین بیست و پنج سالگی و سی‌و پنج سالگی به‌وجود می‌آورند. اما گالیله یک استثنای بزرگ این قانون بود، زیرا وی بعد از هفتاد سالگی توانست دینامیک را ایجاد کند و آن علمی است که از موضوع ایجاد حرکت به وسیلهٔ نیرو گفت و گو می‌کند.

تاریخ علوم ـ پی‌یر روسو