

# شهابسنگها

یا

# سنگهای آسمانی

## شخانه‌ها

بهروز درویش‌زاده

### مقدمه

شخانه‌ها (شهابسنگها یا سنگهای آسمانی) نشانه‌هایی با خود به‌مراه دارند که برای منجمین، فضانوردان، ژئوشیمی‌دانان و ژئوفیزیکدانان و مخصوصاً زمین‌شناسان از اهمیت خاصی برخوردار است. برای ژئوشیمی‌دانان مطالعه شخانه‌ها (شهاب سنگ) از این نظر جالب است که با توجه به ترکیب شیمیایی این نوع از سنگها توانسته‌اند روابطی بین مقدار فراوانی عناصر بدست آورده و جدول فراوانی عناصر در جهان هم تا اندازه‌ای از روی مطالعه و ترکیب شیمیایی سنگهای آسمانی به تأیید رسیده است. فیزیک‌دانان‌ها و ژئوفیزیک‌دان‌ها هم برای پی بردن به آنچه که درباره فضا و اشعه کیهانی و بمباران نوترونی و بالاخره راز جهان باشد به مطالعه آنها می‌پردازند.

زمین‌شناسان از روی مطالعه سنگهای آسمانی توانسته‌اند به ساختمان و ترکیب زمین پی ببرند و با بررسی‌های شخانه‌های (مستوریتها) آهنی، ترکیب قطعی هسته زمین که از جنس آهن و نیکل است به تأیید رسیده است. بالاخره خاطر نشان می‌کنیم که فضانوردان با صرف هزینه‌های عظیم و انتظار زیاد خواهان اطلاعات بیشتر درباره منظومه شمسی می‌باشند در حالی که شهابسنگها خود ارمغانی هستند که مجاناً در اختیار بشر گذاشته شده تا متفکرین با مطالعه آنها بتوانند به پیچیدگی خلقت جهان پی ببرند. گرچه احتمال برخورد سقینه‌های فضائی با سنگهای آسمانی بزرگ آنچنان قابل توجه نیست ولی ساختمان این نوع سقینه‌ها به نحوی است که در آن وقوع حوادث احتمالی تا اندازه‌ای زیاد پیش‌بینی و در رفع خطر اقداماتی هم انجام می‌شود. با وجود این برخورد با سنگهای آسمانی ممکن است تمام محاسبات و نقشه‌های قبلی را نقش بر آب کند.

## شخانه‌ها (شهابسنگها)

که  $T = 3000 \left( \frac{r}{r_0} \right)^{-1}$  فاصله نسبی هر سیاره از خورشید در حال حاضر است و  $r$  هم فاصله زمین تا خورشید می‌باشد و به این ترتیب برای عطارد عدد ۷۷۵، برای زهره ۴۱۵، زمین ۳۰۰، مریخ ۶۰، مشتری ۳۰، اورانوس ۱۵ و نپتون ۱۰ درجه سانتیگراد بدست می‌آید. در مرحله بعد، با کاسته شدن مقدار دما تراکم مواد حاصل آمد و به این ترتیب سیاره آغازی یا پروتوپلانت با حجمی بیش از مقدار فعلی خود به وجود آمدند با ادامه تراکم، دما دوباره افزایش یافت و این عمل سبب پیدایش حالت مایع در غبار گاز اولیه گردید. ظهور حالت مایع نیز سبب جدایش و تفکیک عناصر سنگین در مرکز و عناصر سبک و گاز در سطح سیارات گردید. به این ترتیب سیارات متولد شدند.

در آخرین مرحله از تکوین سیارات نیز دوباره دما کاهش می‌یابد و سیاره آغازین شروع به انقباض می‌کند و در نتیجه گازهای آن شروع به مهاجرت می‌کند و با کاستن از آن بر اثر نیروی جاذبه سیاره در حول و حوش آن باقی می‌مانند. همانند زمین کسه قسمت مهمی از

به آن دسته از سنگهایی که منشأ غیرزمینی داشته ولی در سطح زمین دیده شود شخانه (شهابسنگ) می‌گویند. سقوط این شهابسنگها ممکن است با چشم دیده شود. در اینحالت در مورد آنها اصطلاح سقوط کرده (Fall) را بکار می‌برند. ولی انواعی که در طی ادوار زمین‌شناسی سقوط کرده‌اند و با توجه به مشخصات ظاهری و شیمیایی خود قابل تشخیص هستند نیز وجود دارند این گروه‌ها را پیدا شده‌ها (Find) می‌گویند. امروزه عقیده دارند که زمین و سنگهای آسمانی از ابتدای پیدایش، تحت فرایند مشترکی به وجود آمده‌اند. یعنی مانند سایر سیارات منظومه شمسی ابتدا به صورت غباری بوده‌اند (غبار نخستین) که به شکل و حجم تقریباً تسخیم مرغی (الیپسوئید) در محفل فعلی منظومه شمسی پخش بودند. دما در مرکز آن زیاد و در جهست بیرون از آن، از مقدار آن کاسته می‌شد به نحوی که کیپپر (Kuiper)، دمای بخش‌هایی مختلف این حجم هم‌مرغی را مطابق فرمول زیر اعلام داشته است.

گازهای خود را در فضا پخش کرده و در نتیجه در ساختمان اتمسفر و هیدروسفر و آب گردیده است. به همین دلیل در فضا به قدرت نیروی جاذبه به آن بستگی ندارد. به نحوی که می تواند مراد بین سیارات را به خود جذب کند و در نتیجه به صورت سیارات حجیم و بزرگ در آیند و بعضی هم کوچک ماندند. و یا گاهی حتی بر اثر تصادم و برخورد قطعه قطعه شده و به صورت شبه سیارات (Astroïde) یا سیارکها در می آمده اند.

### فرق متئور با متئوریت

سیارات در مدار بیضی، در امتداد مسیر سیارات منظومه شمسی به دور خورشید در حرکت اند. حال به دوره سوال مورد بحث را تکرار می کنیم. آیا در این محل سیاره ای جاذبه نموده است یا مراحل تکوین و تکامل آن به پایان نرسیده است؟ جواب این مسأله شاید در آینده بتوان پیدا کرد.

با توجه به ترکیب تقریباً ثابت سنگهای آسمانی و با توجه به پراکندگی سیارکها در فاصله بین مریخ و مشتری این مطلب مورد قبول همگان است که شهاب سنگها از سیارکهایی می آیند که مانند سایر سیارات منظومه شمسی تکامل خود را به پایان نرسانده و فعلاً در جمع سیارات منظومه شمسی وجودشان محسوس نیست. ولی به جای آن و در فاصله بین مریخ و مشتری یعنی در فاصله ۲۶/۵ از خورشید خرده سیارات یا سیارکها پراکنده اند. برای روشن شدن مطلب می توان از قانون بودتینوس استفاده نمود و سپس این سؤال را مطرح کرد: چرا در فاصله بین مریخ و مشتری سیاره ای تشکیل نگردیده است؟

متئور Meteor همان شهاب است که عبارت از رگه نورانی ناپایداری که در آسمان بر اثر برخورد قطعات جامد از منشاء غیر زمینی با جو زمین و ایجاد دمای زیاد (بر اثر اصطکاک) تولید نور می کند. به قطعاتی که تولید متئور می کند متئورئید (Meteoroid) می گویند. اگر متئورئید از جو زمین عبور کند، و به سطح زمین برسد آن را شخانه (شهاب سنگ) یا متئوریت می گویند. بیشتر متئورئید به علت عدم مقاومت و ذوب در اتمسفر از بین می روند. لذا تعداد متئوریتها کمتر از متئورئید است.

### چگونه می توان متئوریتها را تشخیص داد:

تشخیص اینکه یک سنگ متئوریت است یا نه کار آسانی نیست زیرا شباهت ایندو گمراه کننده می باشد. در هر حال با عنوان فوق دو مسئله مورد توجه قرار می گیرد. یکی آنکه نمونه مزبور یک سنگ آسمانی واقعی است و دیگر آنکه پس از اطمینان از متئوریت بودن، مانند آنچه که در سنگ شناسی انجام می گیرد نوع آن را تشخیص دهیم ولی تشخیص آنکه هر شیئی مشکوک یک متئوریت واقعی است بسیار مشکل است. دو نکته زیر در تشخیص انواع آهنیها کمک فراوانی می کند.

گرچه این قانون در شماره دوم مجله رشد زمین شناسی بیان شده است و در اینجا برای پاسخ به سؤال فوق یکبار دیگر آن را مرور می کنیم. تعدادی عدد چهار بنویسید به چهار (۴) اول عدد صفر ولی به چهار دوم عدد ۳ و به چهار سوم عدد ۲ × ۳ یعنی ۶ و به چهار چهارم عدد ۲ × ۶ یعنی ۱۲ و به چهار پنجم عدد ۲ × ۱۲ یعنی ۲۴ و الی آخر بیفزایید و سپس اعداد را با هم جمع کنید. اعداد حاصل فاصله تقریبی سیارات را از خورشید (به استثنای نپتون و پلوتو) نشان میدهد. به شرط اینکه فاصله زمین با خورشید را ۱۰ فرض کنیم.

۱ - وجود نیکل خالص که بطور کلی در تمام متئوریتهای آهنی دیده می شود و در سایر متئوریتها کم و بیش وجود دارد و به آسانی می توان آن را تشخیص داد. ابتدا برای خارج ساختن نیکل پودر نمونه مورد نظر را در اسید نیتریک قرار داده و باین طریق نیکل سنگ در اسید نیتریک حل می شود سپس محلول آمونیاکی و الکلی که دارای محلول دی متیل گلی اکسیم (glyoxime) است به آن اضافه می کنیم در صورت وجود نیکل، حلقه سرخ رنگی در محلول ظاهر می شود. در نمونه های مصنوعی یا زمینی، نیکل عموماً وجود نداشته و یا مقدار آن بسیار ناچیز است.

نپتون	اورانوس	زحل	مشتری	؟	مریخ	زمین	زهره	عطارد
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۳۸۴	۱۹۲	۹۶	۴۸	۲۴	۱۲	۶	۳	۰
۳۸۸	۱۹۶	۱۰۰	۵۲	۲۸	۱۶	۱۰	۷	۴

فاصله سیارات از خورشید:

۳/۵	۷/۲	۱۰	۱۵/۲	—	۵۲	۹۵	۱۹۲	۳۰۶
-----	-----	----	------	---	----	----	-----	-----

حال اعداد فوق را با فاصله دقیق سیارات از خورشید (با همان شرط) مقایسه کنید شباهتها بسیار عجیب و باور نکردنی است ولی چرا در فاصله ۲۶/۵ سیاره ای وجود ندارد و بجای آن خرده سیارات با اندازه های بسیار متفاوت و به اشکال مختلف موجودند این خرده

۲ - در سطح صاف و صیقلی شده آنها آثار خاصی دیده می شود که به نام کاشف آن ویدمن اشتاتسن (widmanstatten) نامیده می شود. این آثار به نوارهای بافته شده سید مانند شباهت دارد. (شکل ۱ و ۲)

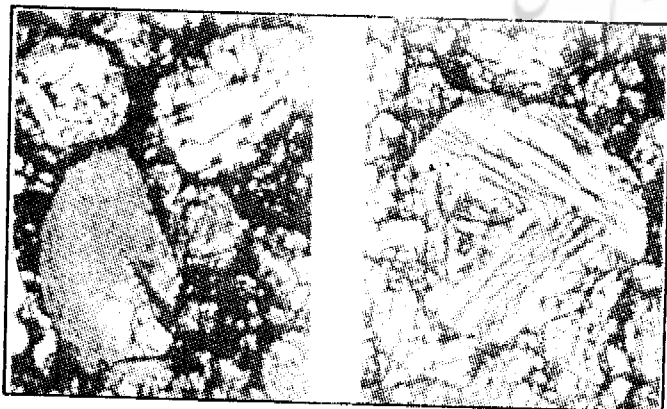


شکل ۲ - ساختمان ویدمن اشتاتن - مقایسه آن با شکل یک نشان می‌دهد که در این نمونه نوارها پهن‌تر است و این مسئله مربوط به کمبود نیکل در این نمونه است (نیکل ۶۱/۷ درصد).

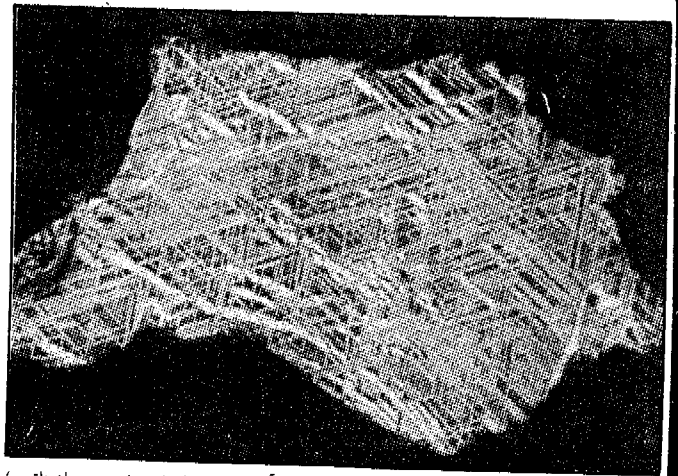
سیلیکاتی تشکیل یافته و در آن یک یا چند کانی به نحوی پهلوی هم قرار می‌گیرد که مجموعاً شکل کروی از آن دیده می‌شود (شکل ۴ و ۳).

آکندریت فاقد کندر است ولی از سایر جهات به کندریت‌ها شباهت دارد. عدم وجود کندر در این گروه از سنگهای آسمانی تشخیص آکندریت را بسیار مشکل می‌کند. نسبت تعداد آتروولیت‌هایی که در سطح زمین تاکنون بدست آمده اند نسبت به سایر سنگهای آسمانی زیاد بوده و در حدود ۶۱/۳ درصد است (مطابق جدول زیر).

نام	درصد فراوانی
آتروولیت‌ها } کندریت آکندریت	۵۷/۵٪
	۳/۸٪
سنگ آسمانی سنگی - آهنی	۴٪
آهنی‌ها	۳۴/۷٪
جمع	۱۰۰٪ درصد



شکل ۴ - کندرهای مختلف با اشکال و ترکیب متفاوت. نمونه دست چپ یک کندر پیچیده و کانی آن از نوع اولیون است.

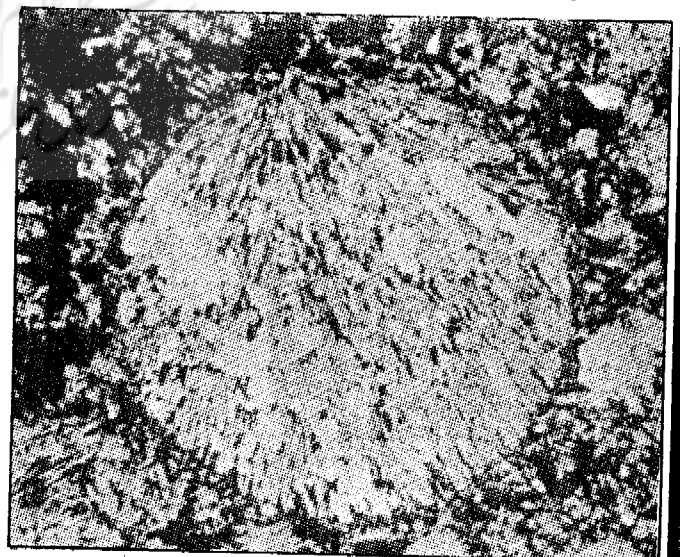


شکل ۱ - در سطح صاف و صیقلی شده متوریت‌های آهنی ساختمان فوق (ویدمن اشتاتن) دیده می‌شود. مقدار نیکل آن ۱۲/۵۷ درصد است. طول این نمونه ۱۲ سانتیمتر می‌باشد.

### رده‌بندی متوریت‌ها:

در ترکیب متوریت‌ها آهن و نیکل خالص (نسبت این دو به طور متوسط ۹۰ درصد آهن و ۱۰ درصد نیکل است) و سیلیکات‌هایی مانند الیون، پیروکسن و پلازیوکلاز وجود دارد و با توجه به فراوانی این دو گروه از کانیها، سنگهای آسمانی را به سه دسته بزرگ و به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌نمایند.

۱ - آتروولیت‌ها: که شباهت زیادی با سنگهای بازیک و خیلی بازیک زمینی داشته و مانند آنها از الیون، پیروکسن و پلازیوکلاز تشکیل شده‌اند. آتروولیت‌ها را هم به دو گروه کندریت‌ها و آکندریت تقسیم می‌نمایند که در گروه اول کانی‌های الیون و پیروکسن، کندرهای تشکیل می‌دهند که اساس تشخیص آنها با سنگهای زمینی است. کندر عبارت از اشکال کروی میلیمتری است که از کانیهای



شکل ۳ - در مقطع میکروسکپی وضعیت و حالت کندر چنین است. قطر این دایره که در واقع به صورت کره در داخل سنگ است یک سیستر برده و این کندر از جنس پیروکسن می‌باشد.

از این میان کندریت‌ها، که به استثنای از سایر سنگهای آسمانی زیاده‌ترین گروهی از کندریت‌ها است که به آن کندریت‌های کربن‌دار می‌گویند مسائلی را مطرح کرده‌اند. در دهه‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ تحقیقات درباره آنها به نحوی ادامه یافت که بعضی از محققین وجود حیات را با توجه به پیدا شدن مواد آلی با ترکیبات پیچیده (کربن C۱۸ تا C۲۳) تأیید نمودند ولی بعدها ثابت شد که مواد موجود در کندریت‌های کربن‌دار منشأ غیرجیایی دارند که بحث آن در این مقاله نمی‌گنجد.

۲- سنگی - آهنی‌ها یا Stony-Irons یا لیتوسیدریت یا سیدرولیت: Lithosiderites که در آن درصد کانیهای سیلیکاته و آهن - نیکل کم و بیش باهم مساوی است (۵۰ درصد از آلیاژ آهن - نیکل و ۵۰ درصد سیلیکاتهای مختلف). درصد فراوانی این گروه چندان زیاد نیست فقط ۴ درصد از متئوریت‌های دنیا از نوع سنگی - آهنی می‌باشند.

۳- آهنی‌ها یا Irons یا متئوریت‌های فلزی: این گروه از نظر فراوانی مقام دوم را دارد. در ترکیب آنها آهن و نیکل تشکیل دهنده عمده‌اند و کانی‌های سیلیکاته رل فرعی دارند (در حدود ۲ درصد آنها را تشکیل میدهد) و برحسب فراوانی آهن یا نیکل به سه گروه تقسیم می‌شوند.

گروه (۱) که در آن نیکل ۴ تا ۶ درصد است.

گروه (۲) که در آن نیکل بین ۶ تا ۱۴ درصد آلیاژ را تشکیل

می‌دهد.

گروه (۳) که در آن نیکل بیش از ۱۴ درصد است.

غیر از آهن و نیکل، کبالت نیز در آنها دیده می‌شود که مقدار آن کم و کمتر از یک درصد است.

خاطر نشان می‌کنیم که گروه دیگری که به آنها تکنیت می‌گویند مسائلی را مطرح می‌نمایند که محتاج به بحث جداگانه است.

## منشأ و اندازه

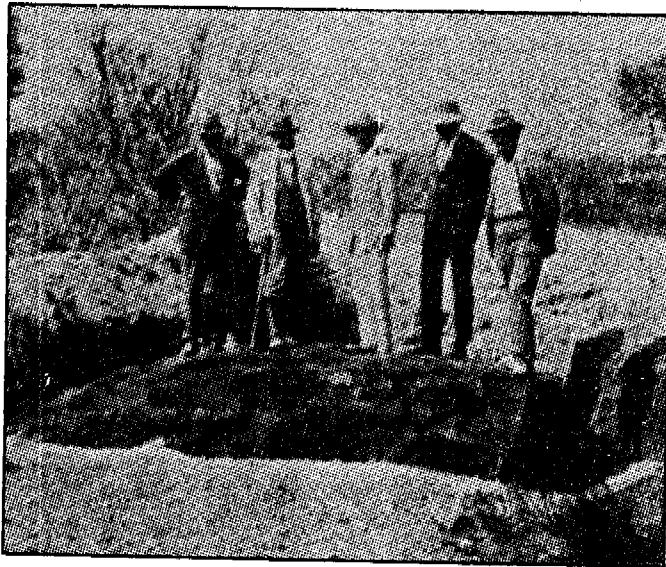
در شب ۷ آوریل ۱۹۵۹ حادثه جالبی اتفاق افتاد زیرا شهابی در آسمان ایالات متحده دیده شد و از آن در دو نقطه مختلف که فاصله آنها در حدود ۱۰۰ کیلومتر بود و تقریباً در یک زمان، فیلم برداری گردید. این شهاب پس از سقوط متئوریتی از نوع کندریت به وجود آورد که آن را پریرام (Periram) نامگذاری کردند نتیجه این فیلم برداری و بررسیهای دقیق دو موضوع مهم را روشن ساخت. اولاً مسیر حرکت آن در مداری بیضوی شکل بود، و ثانیاً این متئوریت به کمر بند خرده سیارات (سیارکها) متعلق است.

چنانکه قبلاً اشاره شد اندازه و سروریت‌ها بسیار متفاوت است و ممکن است به اندازه شرات غبار برسد و یا فرق‌العالم بزرگ باشد. یا مشاهده دهانه‌هایی که از برخورد سنگهای آسمانی بر زمین به وجود آمده است و مثلاً یکی از آنها در صحرای آریزونا به قطر ۱۲۰۰ متر است. نشانه‌ای از حجم بزرگ و اندازه شتوریتها است (شکل ۵). باید خاطر نشان کنیم محل خلیج مکزیک و خلیج هردسن را که شکل تقریباً مدوری دارند محل اصابت و برخورد سنگ آسمانی می‌دانند. ضمناً دهانه‌هایی عجیب و بسیار بزرگی در سطح زمین وجود دارد که هیچگونه سنگ آسمانی در آن دیده نشده است. در این مورد عقیده بر آن است که: پس از سقوط و ایجاد دهانه بر اثر شدت تصادم و برخورد، سنگ آسمانی متلاشی و حتی به صورت گاز و بخار از بین رفته است. در هر حال به کمک تلسکوپ‌های قوی و مجهز و نظاره کردن به کمر بند خرده سیارات و با توجه به اینکه بسیاری از سنگهای آسمانی از منشأ همین کمر بند می‌باشند بزرگترین سیارکی که در این کمر بند دیده میشود و به نام سرس (Ceres) نامگذاری شده است که در حدود ۷۸۰ کیلومتر قطر دارد. بنابراین آن را باید بزرگترین سنگ آسمانی دانست (که البته هنوز به زمین سقوط نکرده است). ضمناً کوچکترین سیارکی که بوسیله قوی‌ترین تلسکوپ‌های امروزی قابل رویت باشد در حدود یک کیلومتر قطر دارد. مسلماً حد بین این دو و کوچکتر از آن نیز وجود دارد که به تعداد بیشمار در مدار بین مریخ و مشتری در حرکت‌اند.

ولی ابعاد بزرگترین سنگ آسمانی (از نوع آهنی‌ها است) شناخته شده که در جنوب شرقی افریقا پیدا شده است چنین می‌باشد. طول ۲/۹ متر، عرض ۲/۴ متر و ضخامت در حدود ۱/۲ متر است



شکل ۵ - دهانه‌ای که بر اثر اصابت شهاب سنگ صحرای آریزونا بوجود آمده است. این دهانه را متئور کراتر می‌گویند قطر دهانه در حدود ۱۲۰۰ متر است.



شکل ۷ - شهاب سنگ آهنی که در جنوب شرقی افریقا سقوط کرده و آن را بزرگترین شهاب سنگ موجود در سطح زمین می دانند.

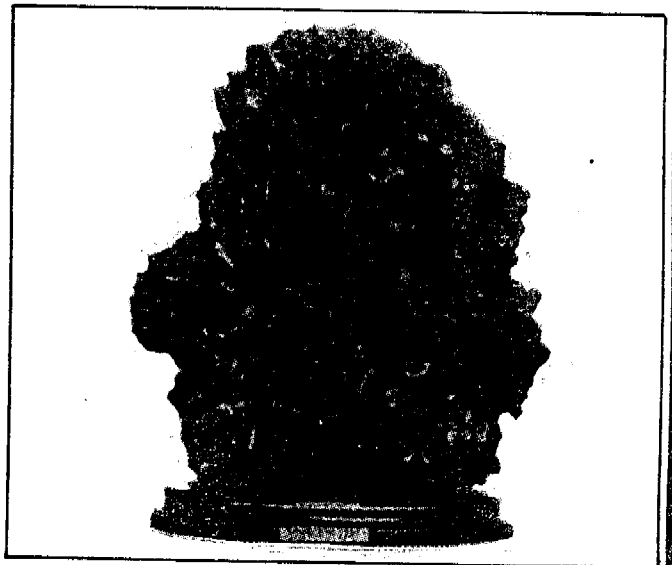
می باشد و در این نقطه فشار نیز خیلی زیاد است. در نتیجه ازدیاد فشار، عموماً سنگهای آسمانی را خرد و متلاشی شده و به هزاران قطعه تقسیم می گردد.

سرعت

سرعت یک متئوریت هنگام ورود به جو زمین به سرعت اولیه آن و هم چنین امتداد حرکت آن نسبت به حرکت زمین بستگی دارد. متئوریتها در خارج از جو دارای یک مسیر بیضی بدور خورشید می باشند که سرعت خطی آنها در این حرکت کمی کمتر از ۴۲ کیلومتر در ثانیه است. سرعت خطی زمین بدور خورشید ۳۰ کیلومتر در ثانیه می باشد. بنابراین اگر جهت حرکت متئوریت در جهت مخالف حرکت وضعی زمین باشد سرعت آن نسبت به زمین در هنگام ورود حدود ۷۲ کیلومتر خواهد بود (۳۰ + ۴۲) ولی اگر جهت حرکتشان متحدالجهت باشد سرعت ورود به جو (۳۰ - ۴۲) برابر ۱۲ کیلومتر در ثانیه خواهد شد. دو عدد ۷۲ و ۱۲ حداکثر و حداقل سرعت ورود را نشان می دهد. متئوریتهایی که اندازه آنها کوچک و یا متوسط باشند پس از ورود به جو بر اثر نیروی مقاومت هوا از سرعت آنها کاسته شده و حتی سرعت اولیه آنها از بین می رود در حالیکه با نزدیک شدن به زمین به علت نیروی جاذبه سرعت افزایش می یابد.

محل اصابت و برخورد

اثر اصابت متئوریت به سطح زمین بستگی به جرم متئوریت و انرژی مکانیکی آن دارد که خود انرژی مکانیکی به سرعت متئوریت بستگی دارد. علاوه بر آن از نوع سنگ و محل برخورد نیز می باشد.



شکل ۶ - در سطح خارجی شهاب سنگهای آهنی غالباً آثار فرو رفتگی خاصی مانند اثر انگشت بر روی رس نرم دیده می شود.

(شکل ۷). وزن آن نیز در حدود ۶۰ تن می باشد. مسلماً وزن این سنگ آسمانی بیش از این مقدار بوده است. و چون از لایه لیمونیتی به ضخامت نیم متر پوشیده شده است تصور می کنند که وزن آن در لحظه سقوط در حدود ۱۰۰ تن بوده باشد.

شکل

شکل سنگهای آسمانی متغیر است و این شکل حتی در مسیر حرکت خود در کمربند خورده سیارات نیز نامنظم است زیرا روشنایی آنها که از نور خورشید نتیجه می شود در مسیر حرکت آنها متغیر است. بنابراین باید شکل آنها نامنظم باشد. البته وقتی به جو زمین می رسند بر اثر ذوب و انهدام شکل آنها دستخوش تغییرات دیگر می شود و بالاخره، تغییر شکل نهایی در برخورد با سطح زمین پدید می آید.

دما

دمای سنگهای آسمانی، در خارج از جو زمین، مربوط به تعادل بین جذب و تشعشع دمای از نور خورشید است ولی احتمالاً، هر سنگ آسمانی، تا قبل از رسیدن به جو زمین، دمای زیر صفر خواهد داشت. ضمناً سنگهای آسمانی، قبل از رسیدن به جو زمین، درخشندگی ندارند و در نتیجه غیر قابل رؤیت می باشند ولی در داخل آتمسفر می توان وجود آنها را به کمک روشنائی ناشی از ازدیاد دما و حتی ذوب تشخیص داد. مشاهدات و بررسیها نشان می دهد که خاصیت درخشندگی از فاصله ۱۵۰ کیلومتری سطح زمین نمایان می گردد. رنگ نور نیز معمولاً سفید است ولی متمایل به سبز و قرمز و حتی زرد سم گزارش شده است. حداکثر درجه دمای یک سنگ آسمانی، هنگامی که در جو زمین سردت می کنند در سطح جلویی آن

اغلب متئوریت‌هایی که به سطح زمین می‌رسند آنهایی هستند که قسمت اعظم از سرعت فضایی خود را هنگام برخورد به جو زمین از دست داده‌اند برای متئوریت‌های کوچک و متوسط (بیش از یک تن) حفره و فرورفتگی ای ایجاد میشود که عمق و شکل این حفرات به قطر متئوریت بستگی دارد که بهتر است به آنها دهانه‌های متئوریتی گفته شود. در مورد قطعات کوچک و متوسط که سرعت رسیدن آن به سطح زمین کمتر از ۴ کیلومتر بر ثانیه است دهانه ایجاد شده یک سوراخ ساده است که عمق و قطر آن بستگی به مقاومت و سختی سنگ نقطه سقوط دارد. این نوع دهانه را دهانه اصابتی (Impact) می‌گویند. برای متئوریت‌های بزرگتر که وزنی بالاتر از ۱۰ تن داشته باشند و سرعت رسیدن آن‌ها بسطح زمین بیشتر از ۴ کیلومتر بر ثانیه است تولید دهانه انفجاری می‌کنند. در اطراف نقطه سقوط مخاک سنگها پخش می‌گردد و با قطعات ترکیده متئوریت مخلوط می‌شود.

در محل برخورد گودالی ایجاد می‌شود و در اطراف گودال سنگها و قطعات متئوریت قابل ملاحظه است..

برای متئوریت‌های خیلی بزرگ که بیش از ۱۰۰ تن وزن داشته باشند انرژی جنبشی ( $E = \frac{1}{2}MV^2$ ) بسیار قابل ملاحظه است.

چنانکه: اگر  $M = 100t$  و  $V = 10 \text{ Km/s}$  باشد.

$$E = 5 \times 10^{11} \text{ ارگ}$$

خواهد شد چنین انرژی زیادی می‌تواند در محل برخورد دهانه‌های بزرگی تشکیل دهد و سبب تولید موجهایی در سنگها گردد. قسمتی از این انرژی به دما تبدیل می‌شود. دمای حاصله آنقدر زیاد است که سنگها را ذوب می‌کند و سبب تولید کانیتهایی می‌شود که در فشار و دمای زیاد به وجود می‌آیند مانند کوئرتز Coesite که پلی‌مورف سیلیس است و در ساسد سنگهای اطراف دهانه دیده می‌شود و دیگر استیشوویت Stishovite که در دهانه متئورکر اثر Meteor-Crater آریزونا یافت شده است (شکل ۱۲) به فرمول  $\text{SiO}_2$  که پلی‌مورف سیلیس است. بالاخره الماس و موسانیت به فرمول  $\text{Csi}$ .

با دمای که بر اثر برخورد این نوع متئوریتها با زمین بوجود می‌آید متئوریت بکلی محسوس نمی‌شود و حتی کانیتهای آن تبخیر می‌گردند. بهمین دلیل است که هیچگاه متئوریتی که بیش از ۱۰۰ تن وزن داشته باشد پیدا نکرده‌اند.

باید دانست که در دهانه‌های متئوریت در اتمسفر زمین می‌شود که غالباً از داخل دهانه سازه بزرگتری نباشند و دلیل از رسیدن به سطح زمین سلسله‌ای از انفجارها و قطعات بزرگ تا اندازه‌ای از ذوب مصون می‌مانند. این انفجارها که در بعضی سنگها پس از انفجار (Brown ۱۹۶۱)، در اتمسفر زمین در اثر برخورد با سنگها و ذرات بسیار کوچکی که

بر سطح کره زمین سقوط می‌کند در حدود ۵۰۰ است. با توجه به اینکه دریاها و اقیانوس‌ها ۷۰ درصد سطح زمین را پوشانیده‌اند. لذا ۲۵۰ تایی آنها در دریا سقوط میکند که دسترسی به آنها امکان پذیر نیست و بقیه یعنی به تعداد ۱۵۰ بر سطح کره زمین سقوط می‌کند که اندازه متوسط آنها در حدود ۳ الی ۴ کیلوگرم است.

### سطح خارجی متئوریت‌ها:

سطح بسیاری از متئوریتها که بتازگی سقوط کرده‌اند تقریباً دودی شکل و نامنظم است و در بعضی شیار و حفره‌های عمیقی وجود دارد. آنچه که ابتدا نظر بیننده را بر متئوریت جلب می‌کند گودیهای کم عمقی است که شباهت به اثر انگشتان بر روی رُس نرم دارد و از این نظر به اثرات شست معروف است شکل ۶. این آثار مخصوصاً در روی متئوریت‌های آهنی بسیار مشخص تر است. علاوه بر آن در متئوریت‌های آهنی گاهی حفره‌های عمیق دیده می‌شود (شکل ۸). از مشخصات این حفره‌ها آنست که اندازه آنها در سطح کوچک ولی در عمق خیلی بزرگتر می‌شود. عقیده عمومی بر اینست که حفره‌های مزبور آنکلوژیونهای از گرافیت و یا ترویلایت (Troillite به فرمول  $\text{SFe}$ ) وجود داشته است که در اتمسفر سوخته و از بین رفته و بجای آن حفره باقی مانده است. ولی با مطالعاتی که در مورد حفره‌های مزبور انجام داده‌اند نتیجه گرفته‌اند که حفرات ذکر شده قبل از اینکه متئوریت به جو زمین وارد شود چنین ساختمانی ندارد یعنی شکل اولیه متئوریت‌ها حفره‌دار است. اصولاً بسیاری از سنگهای آسمانی پس از سقوط دارای شکل منحنی می‌باشند که خود در نتیجه اصطکاک و ذوب و جهت حرکت به سوی زمین در آنها ایجاد شده است (شکل ۹).

در سطح ذوب شده متئوریت‌هایی که بتازگی سقوط کرده‌اند بافتی پهن شده از قشری تقریباً شیشه‌ای هستند که به آن پوسته ذوب شده می‌گویند. این پوشش در همه جا به استثنای سوراخها که تا زمانیکه شکسته شده باشد دیده می‌شود. ماهیت این پوسته در تمام سنگها متفاوت است و به ترکیب متئوریت بستگی دارد. در بعضی سنگها اغلب متئوریتها سلسله رنگ است. و در بعضی دیگر (آهنی و سنگی) سلسله رنگ با زرد کم رنگ است. زیرا در این نوع سنگها در اثر تابش اشعه آلفا و بتا متئوریت‌های آهنی ضخامت پوسته ذوب شده در بعضی جاها تا ۱۰ سانتیمتر رسیده است و در بعضی دیگر کمتر از ۱ سانتیمتر است. در بعضی سنگها این پوسته از مواد شیشه‌ای تشکیل شده است و در بعضی دیگر از مواد گرانولیتی و در بعضی دیگر از مواد کربناتی تشکیل شده است.



گردید این پوشش در هنگام عبور از اتمسفر و وجود آهن، مس، نیکل و سایر فلزات و وجود پیریت و کوارتز در بعضی از سنگهای آسمانی گزارش شده است. که حضور کوارتز نیز در این سنگها استثنایی بوده و احتمالاً مربوط به پوسته ذوب شده می باشد.

با توضیحاتی که تا اینجا مرور کرده ایم می توان اختصاصات کلی شهابها (شهاب سنگها و منشأ آنها) را بصورت زیر خلاصه کنیم:

- ۱ - بین گروههایی مختلف متئوریتها روابط شیمیایی و کانی شناسی وجود دارد این مسئله نشان می دهد که باید ماده اولیه مشترکی در تشکیل متئوریتها دخالت داشته است.

- ۲ - کندریتها به مراتب فراوانترین متئوریتها هستند

- ۳ - اطلاعات حاصل نشان می دهند که متئوریتها از نظر منشأ با منظومه شمسی در ارتباط مشترک می باشند.

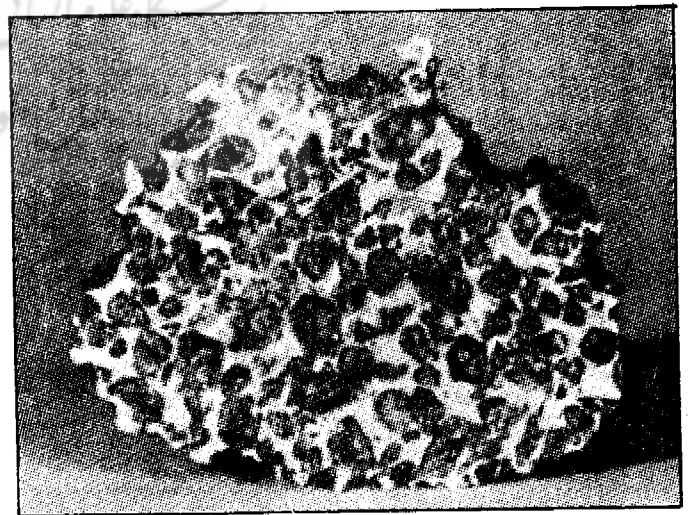
- ۴ - صرفنظر از عناصر فرار  $H, S, C, O$  در کندریتها ترکیب شیمیایی عناصر اصلی تقریباً یکسان است ولی در گروهی از آنها تقریباً مقدار آهن و نیکل کمتری وجود دارد.

- ۵ - بسیاری از کندریتها مرحله ای از تعادل شیمیایی و ترمودینامیکی را پشت سر گذاشته اند.

- ۶ - منشأ و پیدایش گونه های دیگر متئوریتها را می توان در بسیاری موارد به آسانی با ذوب کردن و تفریق بعدی یک ماده با ترکیب کندریتی توضیح داد.

- ۷ - متئوریتهای آهنی با تبلور و انجماد کنند و احتمالاً از مواد مذاب آهن - نیکل حاصل شده اند این تبلور کند، در مرکز سیاره ای که درجه دمای آن چندان زیاد نبوده است انجام گردیده است.

- ۸ - در متئوریتهای آهنی و آهن سنگی، فلز معمولاً ساختمان



شکل ۱۰ - منظره ظاهری یک شهاب سنگی «سنگی - آهنی»

و بدین آشتانی را نشان می دهد که در این سنگها پهنای سنگی دیده نمی شود.

- ۹ - اندازه گیری های پستی نشان می دهد که ساده اولیه رده های مختلف متئوریتها تقریباً در  $4/5$  میلیارد سال پیش متبلور شده است یعنی بازدمین وسایل سیارات منظومه شمسی هم سن اند.

## شهاب سنگهای ایران

در کشور ما هم شهاب سنگهایی سقوط نموده و حتی حوادثی هم بیار آورده است. ما در اینجا اطلاعات خود را برای شما نقل میکنیم و انتظار داریم در صورتی که خوانندگان عزیز اطلاعات و اخبار دیگری هم داشته باشند با ذکر استدلال ما را در جریان امر قرار دهند تا بنام خودشان در مجله رشد چاپ شود و باین طریق اطلاعات علاقمندان را درباره سنگهای آسمانی ایران بیشتر گردد.

در روزنامه اطلاعات مورخ ۲۱ خردادماه سال ۱۳۹۲ چنین نوشته شده است:

### سقوط احجار

زاهدان - دیشب ساعت هشت و نیم بعد از ظهر: بواسطه سقوط احجار جوی و تصادف با آتمسفر و احتراق آن روشناسی فوق العاده ای در آسمان زاهدان طالع گردید که مثل شب چهارده هوا روشن و خط سیر آن از جنوب بشمال بود. هفت الی هشت دقیقه بعد از برطرف شدن روشناسی در اثر افتادن و تصادف بزمین صدای مهیبی مسموع، تصور می رود، محل فرود دورتر از سه چهار فرسخ نباشد.

روزنامه اطلاعات یکشنبه ۲۴ آذرماه ۱۳۵۳

### در خوزستان شهاب سقوط کرد.

این شهاب روی رستورانی در شادگان افتاد و کارگر رستوران را بحال مرگ انداخت:

یک شهاب آسمانی خوزستان ظاهر شده بود با صدای مهیبی روی سقف رستورانی در شادگان سقوط کرد.

شهاب سقف و قسمتی از رستوران را از چند جا شکافت و خراب کرد و یکی از کارگران رستوران که در نزدیکی محل حادثه بود

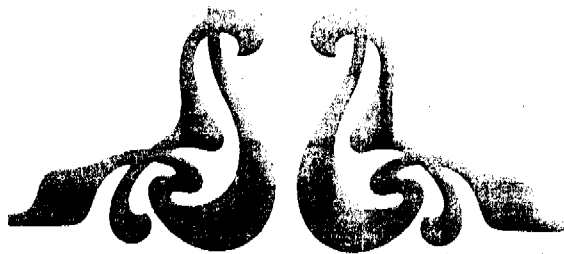


## شهاب سنگ نراق

در ساعت ۶ بعد از ظهر روز دوشنبه ۲۸ مرداد ماه ۱۳۵۳ برابر با ۱۹/۸/۱۹۷۴ میلادی، شهاب سنگی به وزن ۳/۳۵۰ کیلوگرم سقف دبیرستان حاج عباس معصومی واقع در نراق از توابع محلات سقوط نمود و پس از سوراخ کردن سقف اسفالت شده دبیرستان به داخل آزمایشگاه مدرسه افتاد. قطر آن ۲۵ سانتیمتر بوده و پس از سقوط شکل نامنظم داشته است. رنگ آن خاکستری مایل به سبز و قسمتی از سطح آن به علت آغشته به قیر سیاه بوده است. این شهاب سنگ از نوع کندریت انستاتیت دار بوده و در محل، سقوط آن بوسیله افراد حاضر دیده شد. پس از سقوط قطعه کوچکی نیز از آن جدا گردید. این سنگ پس از سقوط در ژاندارمری محل نگهداری شد تا اینکه طی تشریفات لازم و صورت مجلس به نماینده موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران تحویل شد. متأسفانه از آن قطعات زیادی برای مطالعه و احتمالاً کلکسیون بذل و بخشش گردید ولی بقیه آن فعلاً در موسسه ژئوفیزیک نگهداری می‌شود.

## شهاب سنگ تویسرکان

در نیمه اول تیرماه ۱۳۶۴، سنگ آسمانی سبز روشنی در اطراف تویسرکان سقوط نمود که قطری در حدود ۲۰ سانتیمتر داشت. این سنگ فعلاً در سازمان زمین شناسی کشور نگهداری می‌شود. جنس آن تکنیت است ولی در آن رگه‌های تیره رنگی قابل ملاحظه است مطالعه آن ادامه دارد.



دچار شهاب زدگی شد و بدنش بشدت سوخت.

خبرنگار اطلاعات در شادگان که جریان سقوط شهاب را لحظه به لحظه تعقیب کرده است گزارش می‌دهد: در زمان وقوع حادثه آسمان صاف بود و حتی هیچ نشانه‌ئی از رعد و برق دیده نمیشد ناگهان صدای مهیب و عجیبی اهالی شادگان را بسوی رستوران «خورد ورق» کشاند و همه با کمال شگفتی دیدند که قسمتی از رستوران خراب شد و حاتم حمر کارگر رستوران بشکل عجیبی دچار سوختگی شده است. «حاتم» را بستگانش بیدرنگ به بیمارستان شیر و خورشید سرخ ماهشهر انتقال دادند و چون حالش سرعت رو به وخامت میرفت برای مراقبت بیشتر وی را به آبادان بردند «حاتم» هم اکنون بی‌هوش و در حال احتضار است و پزشکان برای زنده ماندن وی تلاش میکنند.

## بزرگترین سنگ آسمانی ایران

در ۸ حمادی الاول ۱۲۹۸ برابر با پنجم مارس ۱۸۸۰، مطابق با ۱۴ اسفندماه ۱۲۵۸ شمسی سنگ آسمانی که نام آن را ورامین گذاشتند در جنوب تهران (احتمالاً بین ورامین و اشتهارد) سقوط نمود. این سنگ ۵۴ کیلوگرم وزن داشت و از گروه دوم یعنی از انواع سنگی - آهنی بود. با پی گیری مداومی که جدیداً بوسیله گروه متخصصین دانشگاه تهران انجام گردید معلوم شد که سنگ مزبور پس از سقوط به دربار ناصرالدین شاه حمل و در کاخ گلستان ضبط شد. ولی چگونه ما به وجود این سنگ پی بردیم: در صفحه ۱۲۲ کتاب متوریت نوشته میسون، جلد ولی وجود دارد که به اختصار از مشخصات این سنگ صحبت شده است. نام‌های به آق‌سای میسون نویسنده کتاب نوشته شد و ایشان، ضمن توضیحات بیشتر، خاطر نشان کردند که این سنگ در کاخ سلطنتی است و با توجه به تاریخ سقوط، حدس زده شد که کاخ مورد بحث باید کاخ گلستان باشد. در خاتمه اضافه می‌کنیم با پی گیری یکی از مسکاران دانشگاهی در زیرزمینهای متروک کاخ گلستان، سنگ مزبور را در بین لوازم اسقاط پیدا نموده‌اند البته تقضانی از آن به وسیله پادشاه تاجار به دانشمندانی که جهت تحقیق و به عین منظور به ایران می‌آمدند اسداء گردیده بود که خود موضوع مقالات علمی آنها و بالاخره میسون شد. درباره این سنگ تا کنون دو مقاله مختصر نوشته شده است. این سنگ شکلی تقریباً مخروطی داشته و رنگ آن سیاه است و امیدواریم بتوانیم از آن اطلاعات جدیدی جالب برای بدست آوریم.



باشد و به عبارت ساده‌تر، در این فصل، ساختار معنایی را بدانند، یا آنکه مفهومی را خودش نه‌همیشه باشد. در چنین صورتی، در انتقال آنها به دانش‌آموزان دچار اشکال خواهیم شد. در تاسف‌ناهی که همکاران به صورتهای مختلف حضوری، نامه، تلفن یا مسافرت دارند، همواره جویای پاسخ صریح و «شاگردپسند» فزون پرسشی کتاب می‌شوند، اما تا آن را یاد می‌گیرند و یکی دو سالی تدریس می‌کنند و به اصطلاح خیالشان راحت می‌شود، می‌بینند که در کتاب تجدیدنظر به عمل آمده و آن سؤال حذف شده، یا چند سؤال یا مفهوم تازه دیگر در کتاب خودنمایی می‌کند! و آن وقت معترض می‌شوند که «چرا اینقدر کتاب را تغییر می‌دهید!»

واقع امر این است که دیگران هم چنین می‌کنند. فرقی نمی‌کند که کار تجدیدنظر در کتاب سال به سال باشد، یا سه سال یک بار، یا پنج سال یک بار. به هر حال، اغلب تغییرات کتاب با این هدفها صورت می‌گیرند (۱) مفاهیم تازه‌تری در کتاب بیاید. (۲) مفاهیم آسانتر بیان و تفهیم شوند (۳) گزینایی مفاهیم برای دانش‌آموز زیادتر شود. نمی‌دانم کدام دانشمند است که می‌گوید «همیشه با خود می‌اندیشم که برای بیان یک مطلب راه ساده‌تری هم وجود دارد... آیا بهتر نیست ما هم چنین بیندیشیم؟

و اما جنبه دیگر مسئله. ممکن است شما با خود بگویید که همه این حرفها درست، من ۵۰ می‌خواهم معلومات خودم را تازه کنم و از روشهای جدید آموزش مطلع باشم، اما با کدام منابع، با کدام کتاب راهنمای تدریس، با کدام آزمایشگاه و وسایل کمک آموزشی، با کدام کلاسی که تعداد شاگردانش متناسب باشد و با کدام انگیزه!

خوب، برای حل این مشکلات چه باید کرد؟ همه آنها واقعیت دارند. همه آنها... اما فعلاً کلاس و مدرسه را چه باید کرد؟ آیا از فردا در منزل می‌نشینید و می‌گویید هر وقت همه چیز درست شد به مدرسه می‌روم؟ تازه، این مشکلات را چه کسی باید از پیش راه ما بردارد؟ دیگران یا خودما؟ راستی این «دیگران» چه کسانی هستند؟

ما به همین سبب دور هم جمع شدیم و مسجله‌ای را به راه انداختیم. این مجله فعلاً همان کتاب راهنمای تدریس و همان کلاس رفع اشکال است که در عین حال می‌خواهد مقداری از تازه‌های علم را به آن همکاری که در شهرستان دورافتاده نشسته و به مراجع لازم، یا

شخصی مطلع‌تر از خودش دم دسترس ندارد برساند. اتفاقاً با توجه به همین مشکلات دیران، تصمیم گرفتیم که از همین شماره، صفحه‌ای هم برای پرسش و پاسخ در مجله باز کنیم. لیبناً اشکالات خودتان را برای ما بنویسید. به این فکر نباشید که ممکن است پرسش و اشکال شما ابتدایی باشد. به هر حال، چیزی که برای شما و همکاران گروه آموزشی شما بدون پاسخ مانده، اشکال است. چه فرقی می‌کند؟ شاید، بتوانیم جوایگوی شما باشیم، یا لاقلاً شمارا دریافتن پاسخ راهنمایی کنیم.

بد نیست نگاهی دوباره به سر مقالات شماره‌های یک و دو مجله بکنید. در شماره یک، اهداف انتشار مجله نوشته شده بود و در شماره ۲، از شما کمک خواستیم. در همین مدت اندک، چند نفر از علاقمندان از دور و نزدیک به ما پیوسته‌اند. شما هم همین کار را بکنید. بعضی از همکاران، نوشته‌هایی را از کتابهای فارسی برداشته و با ذکر مأخذ برای ما فرستاده‌اند. بدیهی است که چاپ مجدد این قبیل نوشته‌ها هم باید با اجازه مؤلف نخستین باشد و هم بسیار ضروری بنماید (که هنوز چنین موردی پیش نیامده است). بنابراین، سعی کنید مطلب تازه و نوشته یا ترجمه خودتان (یا شاگردان خودتان) باشد. شاید ارسال عکس، آسانترین راه شروع همکاری با ما باشد. ما تصمیم گرفته‌ایم تا یک مسابقه بهترین عکس ترتیب بدهیم. بهترین عکس از یک پدیده زمین‌شناسی مربوط به ایران. توضیح بیشتر این مطلب را در صفحه ۶۴ بخوانید.

نکته دیگر آنکه از شماره آینده، تصمیم داریم محللهای مناسب برای گردش علمی را به شما معرفی کنیم که برای این کار هم به کمک شما احتیاج داریم. چه بسا نقاط گمنام ولی جالبی در اطراف محل زندگی شما وجود دارد که محتوی فسیلهای جالب، نمونه سنگهای جالب، یا پدیده‌های جالب است. معرفی این نقاط، کمک به همکاران است.

و سرانجام، در فاصله ۹ ماه گذشته دریافتیم که تعدادی از خوانندگان مجله را کسانی تشکیل می‌دهند که به کار تدریس در دبیرستان اشتغال ندارند. این گروه، طیف وسیعی را شامل می‌شوند که از دانش‌آموزان تا اساتید دانشگاه را در بردارد. ضمن اینکه سعی داریم مقالاتی برای این گروه فراهم آوریم، خواهشمندیم اینان نیز نظریات ارشادی، اصلاحی و انتقادی خود را با ما در میان بگذارند.