

## درس هشتم: خطرات ریزش کوه

زمین لرزه ها یکی از عوامل اصلی ریزش خاک کوه هستند. ریزش کوه هنگامی اتفاق می افتد که توده های سنگ و دیگر مواد زمین و جریانات زمینی به سمت پایین یک شیب حرکت کنند. ریزش کوه، اگر شرایط مناسب باشد، می تواند در هر نوع زمینی اتفاق بیفتد و باعث تلفات و خسارت به مردم و دارائی هایشان بشود. در این درس، دانش آموزان در مورد ریزش کوه ها بوسیله زمین لرزه و خطرات همراه با آن، و اینکه چرا و چگونه ریزش کوه ها اتفاق می افتد یاد خواهند گرفت. علاوه بر این، دانش آموزان در مورد کارهایی که می توانند انجام دهند تا خطرات ریزش کوه را کاهش دهند نیز بحث می کنند.

برخلاف درس‌های قبل، درس هشتم با یک فعالیت تحلیلی شروع می شود. هدف یک فعالیت تحلیلی، شیوه سازی یک موقعیت پیچیده با پاسخ های گوناگون به دانش آموزان، قبل از آنکه آنها به تمامی دانش مفاهیم درس دست پیدا کرده باشند، می باشد. مبنای تاریخی که به عنوان انگیزه ای برای فعالیتهای تحلیلی در درس‌های هشتم تا یازدهم به کاربرده شده اند، سونامی (Tsunami) سال 2004 جنوب شرقی آسیا و داستان تیلی اسمیت (Tilly Smith) ده ساله می باشد. تیلی اسمیت یک توریست بریتانیایی بود که با خانواده اش در تایلند در سال 2004 سفر می کرد. او خط ساحلی عقب رفته و حباب های سطحی عجیبی را که از درس سونامی که یک هفته پیش از واقعه در کلاس جغرافیا آموخته بود تشخیص داد. او بلافاصله والدینش را آگاه ساخت و آن ها نیز مسئولین ساحل و کارکنان هتل را از سونامی قریب الوقوع آگاه ساختند. در نتیجه عمل درست و به موقع اش او بی درنگ صدها زندگی نجات داده شد.

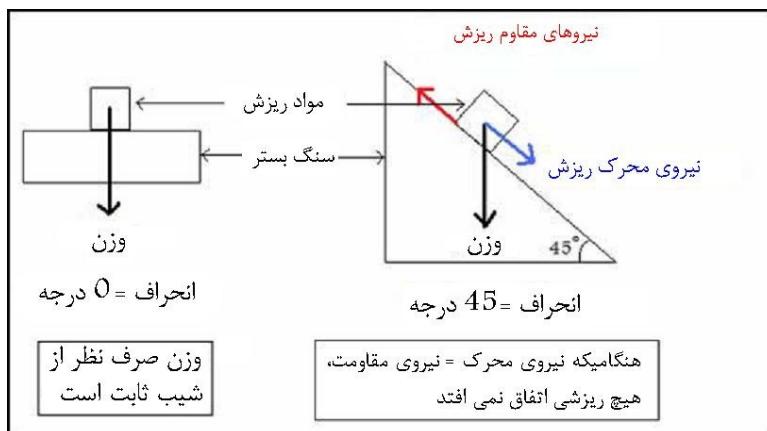
### مقدمه:

۱. از دانش آموزان تا بخواهید تا توصیف و بررسی کنند که زلزله چیست و چه چیزی باعث آن می شود. علاوه بر تاثیرات مستقیم زلزله ها از جمله لرزش زمین، از آن ها بخواهید تا خطرات دیگر همراه با زمین لرزه ها را فهرست کنند. خطرات دیگر ممکن است شامل ریزش (کوه)، خطرات سازه ای (فرو ریختن ساختمان ها)، خطرات غیر سازه ای (افتادن قفسه کتاب یا پنجره خرد شده) و تخریب خطوط تاسیسات (گاز، آب، برق) و جاده ها می باشند.

۲. به دانش آموزان بگویید که آنها در مورد ریزش کوه توسط زلزله و خطرات مرتبط با آن در این درس یاد خواهند گرفت. به دانش آموزان تصاویر ریزش کوه را نشان دهید (برای مثال تصاویر انتهای این درس را ببینید) و از آن ها بخواهید تا مشترکات آن تصاویر را فهرست کنند. فهرست آنها ممکن است شامل تخته سنگ ها، سرآشیبی ها، صخره ها، درختان، بنایا، مردم و غیره باشند. دانش آموزان را تشویق کنید تا یک ریزش کوه را بر مبنای آنچه که در تصویرها می بینند تعریف کنند. برای دانش آموزان توضیح دهید که ریزش های کوه، صخره ها، خاک یا جریان خاک در سرآشیبی ها هستند که به دلیل نیروی جاذبه زمین حرکت می کنند.

۳. (اختیاری) نیروی جاذبه زمین را به دانش آموزان توضیح دهید. جاذبه یک نیروی محركه که سبب جریان ریزش خاک کوه می شود است. جاذبه یک نیروی کششی بین تمامی اجسام است. جاذبه باعث می شود تا سیب ها از درختان به سمت زمین بیفتد، تا ستارگان سیاره ها را در مدارها به سمت خود بکشانند و تا گلوله های توب که به سمت آسمان پرتاپ می شوند به سمت زمین بازگردند. جاذبه وزن یک جسم را تولید می کند که می تواند باعث شود یک جسم از یک سطح شیب دار به پائین حرکت کند. نیروهای مقاومت، نیروهایی هستند که باعث می شوند مواد ریزش کوه در مقابل نیروی کششی به سمت پائین جاذبه مقاومت کنند. دو نیروی اصلی مقاومت در این مثال نیروهای اصطکاک (پیش تر در درس ششم بحث شده است) و نیروهای تولید شده توسط وزن مواد (استرس) هستند.

همانطور که در تصویر 1 نشان داده است و به طور کلی، نیروی حرکه ریزش خاک کوه بسیار تحت تاثیر وزن اجسام ریزش کوه و زاویه انحراف است. هنگامیکه یک جسم یا گروهی از اجسام بر روی یک سطح افقی با زاویه انحراف صفر درجه قرار می گیرند، نیروی جاذبه زمین هیچ نیروی حرکه ریزش خاک را تولید نمی کند. این به آن دلیل است که تمام وزن جسم به صورت عمودی در سطح کشیده می شود. هرچه زاویه انحراف بالاتر رود، جاذبه غالب بیشتری باعث "کشیدن" اجسام به پائین سراشیبی می شود. این بدین دلیل است که بخش از وزن شروع به "کشیدن" جسم در مسیر سطح می کند (همانطور که با رنگ آبی نمایش داده شده و به نام نیروی حرکه ریزش کوه در تصویر 1 مشخص شده است). هنگامیکه نیروهای مقاومت ریزش (کوه) در اندازه یکسان و در مسیر نیروی حرکه ریزش کوه متضاد باشند، جسم یا اجسام حرکت نخواهند کرد. هنگامیکه نیروی حرکه ریزش از نیروی مقاومت ریزش بزرگتر باشد، جسم شروع به حرکت کردن می کند. وقایع حرکت همچون زمین لرزه ها، باران سنگین و واژگون شدن سطح شیبدار توسط حفر کردن می توانند به آغاز یک ریزش کوه کمک کنند، اما نیروی جاذبه زمین همیشه نیروی اولیه ای است که اتفاق افتادن هر نوع ریزش کوه را ممکن می سازد، صرف نظر از اینکه چگونه آن ریزش خاک کوه تحریک به ریزش می شود.



**تصویر 1.** نمودار رابطه بین وزن، نیروهای مقاوم ریزش و انحراف را نشان می دهد.

4. به داش آموزانتان توضیح دهید که سه مرحله برای حرکت ریزش خاک کوه وجود دارد: شکست شبی، انتقال مواد و نشست نهایی مواد لغزende. از آن ها بخواهید تا در تصویر پیدا کنند در کجا این سه مرحله اتفاق می افتد. توضیح دهید که شکست شبی ممکن است تدریجی یا ناگهانی باشد، و می تواند ویژگی های قابل ملاحظه ای همچون شکاف و یا صدای بلند شکستگی هنگام جدایی مواد لغزende از سنگ بستر (اساسی) یا مواد بستر را نشان دهد. انتقال مواد نیز می تواند تدریجی یا ناگهانی باشد و می تواند دامنه گسترده ای از انواع انتقال همچون سقوط تخته سنگ یا خاک، غلتیدن تخته سنگ یا خاک، غلتیدن و لغزیدن انبوه مواد یا ترکیب برخی از تمامی این حالات را نشان دهد.

#### فعالیت تحلیلی: سه دوست در یک دره

**توجه!** این فعالیت تحلیلی مخصوصاً مرتبط با خطرات ریزش خاک کوه به همراه زلزله است، اگرچه، ریزش خاک کوه ها انواع مختلف حرکت شن، خاک، گل، تخت سنگ ها و دیگر ساختارهای خاکی را توصیف می کند. ریزش های خاک کوه در پاسخ به تنوع گسترده رویداد های حرک طبیعی یا بشري از جمله زمین لرزه ها، باران سنگین، فعالیت آتششانی یا جاده و ساختمان سازی اتفاق می افتد. تنوع بیشتری در مکانیزم ها و رویداد های حرک ریزش خاک کوه که می توانند در یک دوره مقدماتی پوشش داده شوند وجود دارد. بنابراین، مهمترین نتیجه هر درسی در مورد ریزش خاک کوه ها آن است که داش

آموزان کنگکاوری و تمایل خود را برای ارزیابی منقادانه آنچه که محیط آنها می تواند به آنها بگوید در مورد ریزش خاک کوه ها را پرورش و توسعه دهد.

سناریو (دادستان) زیر را بخوانید. مکث کنید تا از دانش آموزان تن سئوالاتی را بپرسید و با آنها مطالب را در نقاط مشخص شده یا هنگامیکه دانش آموزان سئوالاتی می پرسند که مرتبط با بحث خطرات زلزله است  
بحث کنید:

سه دوست (سارا، امیرا و گوزن<sup>1</sup>) در شهر کوچک شهرآباد که در دره کوهستانی زیبائی واقع شده است زندگی می کنند. پایین دره روختانه کوچکی وجود دارد که از میان آن می گذرد. زمین دره از جنگل ها و مزارع تشکیل شده است. آن دوستان از زمانی که جوان بودند در آنجا زندگی می کردند و می دانند که گاهی در آنجا زلزله اتفاق می افتد. آنها فقط یک زلزله کوچک را حس کرده بودند، اما والدین و اجداد آنها داستان هایی در مورد چند زلزله بزرگ که در ناحیه اتفاق افتاده را برایشان تعریف کرده اند. گاهی اوقات، در شرایط آب و هوایی بسیار بد مثل برف و باران سنگین، راهی که از شهر نزدیک شهر آباد به آن جا می رسد بسته می شود، بدلیل آنکه تخته سنگ ها در جاده می افتد یا جاده را آب می برد.

سارا و امیرا در همسایگی یکدیگر در مزارع واقع شده در زمین های سراشیب در دره زندگی می کنند. مزرعه سارا یک چشم طبیعی در بین دو تخته سنگ داشت که آب آشامیدنی برای خانواده های سارا و امیرا تولید می کرد، اما چشمی از یک سال پیش تولید آب را متوقف کرد. اخیراً، یک همسایه شروع به شکایت کردن کرده است که بخش هایی از زمینش (مخصوصاً در نزدیکی پایین دره) خیس شده اند.

**سوال 1: چشم طبیعی چیست، و برخی از دلایل اینکه چرا چشم مزرعه سارا آب دادن را متوقف کرده کدامند؟**

**پاسخ های ممکن:** چشم ها هنگامی اتفاق می افتد که آب از میان شکاف های زیر سطح زمین جریان پیدا می کند. آب می تواند مخلوطی از آب باران، آب کانال های زیرزمینی که به سمت سرپایینی سفر می کنند، یا آبی که از عمق زیر زمین در عمق ترین نواحی زمین که پیش از این هیچگاه به سطح نرسیده بودند به سمت بالا آمده باشد. گاهی اوقات چشم هایی که بسیار نزدیک به هم در سطح زمین قرار گرفته اند، دارای مسیرهای کاملاً مجزایی هستند که آب در آن ها حرکت می کند. آبی که زمین همسایه را پوشانده است ممکن است مرتبط با آبی که قبلاً از چشم بیرون می آمده باشد و ممکن است مرتبط نباشد، با این وجود، هردو رویداد نشان می دهند که زمینی که سارا، امیرا و همسایه بر روی آن زندگی می کنند، مستخوش حرکاتی شده است که ممکن است در سطح بیده نشود.

چشم ممکن است متوقف شده باشد به دلیل آنکه برخی تغییرات کوچک در مسیر آب به دلیل حرکات کوچک زمین یا به دلیل آنکه منبع آب خشک شده باشد رخ داده است. تغییرات در مسیر آب در اعماق زمین یا تنها چند متر در زیر مکانی که چشم قرار گرفته اتفاق بیفتد. هنگامیکه آب در میان شکاف های باریک جریان پیدا می کند، تغییرات بسیار کوچکی در زمین می تواند جریان آب را متوقف کند.

مزرعه سارا و امیرا پرچین (دیوار) چوبی مشترکی دارد که حیوانات مزرعه را از سرگردانی حفظ می کند. سارا و امیرا اغلب از پرچین بالا می روند تا در جنگل اطراف مزرعه شان بازی کنند. حدود سه سال پیش، آن ها متوجه شدند که تیرک های پرچین در یک محل از پرچین در نزدیکی مسیر آنها به جنگل کج شده اند. آنها مسیرشان را عوض کردند تا مجبور نباشند از پرچین بالا روند و به تدریج تیرک های خم

<sup>1</sup>. Gozen

شده پرچین را فراموش کردند. اما تیرک های پرچین به خم شدن خود کم ادامه دادند بدون اینکه کسی به آنها توجه کند. تا اینکه یک روز، حدود یک ماه پیش، یک الاغ با پریدن از روی بخش کوتاه پرچین فرار کرد. آنها به پدرشان کمک کردند تا پرچین را تعمیر کند و تیرک های پرچین را صاف کنند تا الاغ دیگر نتواند فرار کند.

## سوال 2: دلایل ممکن برای اینکه چرا پرچین به آرامی خم شده است کدامند؟

**پاسخ های ممکن:** پاسخ های زیادی ممکن است که مرتبط با خطرات ریزش خاک (کوه) نباشد. پرچین ممکن است قدیمی باشد و چوب آن از هم باز شده باشد. الاغ ممکن است به پرچین فشار آورده باشد تا علف های خوشمزه رشد کرده بر بخش خارجی پرچین را بخورد. اما همچنین، زمین ممکن است به آرامی در زیر مزرعه حرکت کرده باشد، که باعث شده تیرک های پرچین در طی سال ها به سمت بالای سرازیری خم شده باشد. این حقیقت که چشممه دادن آب را متوقف کرده است ممکن است این ایده را بیشتر حمایت کند، مخصوصاً اگر مسیر آب به سطح زمین به دلیل اینکه زمین به آرامی تکان خورده است منحرف شده باشد.

گوزن در خانه ای در شهر زندگی می کند. گاهی اوقات تمامی دوستان آنجا جمع می شوند تا شام بخورند و به رادیو گوش دهند یا تلویزیون تماشا کنند. از آنجایی که خانواده او شام می خورند، می توانستند رودخانه را ببینند. پدر او به ساخت و تعمیر لوله هایی که آب را برای کشاورزان در دره می برد کمک می کند، او همچنین به ساخت و تعمیر خانه های نیز کمک می کند. یک مرد ثروتمند اخیراً خانه ای بر بالای یک تپه با شبی زیاد که منظره زیبای دره را دارد ساخته است، و او حتی پول پرداخت کرده است تا از شهر برق را برای خانه اش تا بالای تپه با سیم بکشند. اما اتفاق ها شکاف هایی روی دیوارهای خانه در سمت شبی تپه دارد. باز و بسته کردن برخی از پنجره ها و درها بسیار دشوار است. پدر گوزن چند روز پیش آنجا کار می کرد و در مورد شکایاتی که مرد ثروتمند که خانه اش را کارگران شهر بسیار خوب نساخته اند، جک می گفت.

## سوال 3: دلایل ممکن برای شکاف های روی دیوارها کدامند؟ راه های پیدا کردن اینکه واقعاً چه اتفاقی افتاده است کدامند؟

**پاسخ های ممکن:** مرد ثروتمند ممکن است راست گفته باشد و حقیقتاً دیوارها خوب ساخته نشده باشند. خیلی اوقات، خانه های نیز به طور طبیعی با گذشت زمان نشست می کنند و خانه ویران می شود.

با این وجود، شکاف های تشکیل شده بر روی دیوار در سمت نزدیک به شبی تپه، ممکن است نشان دهد که بخشی از خانه که بر روی زمین بالای شبی تپه قرار گرفته ممکن است بر روی زمین ناپایداری باشد که به آرامی به سمت پایین تپه حرکت می کند. درها و پنجره ها ممکن است به سختی باز و بسته شوند به دلیل آنکه خانه شکلش را تغییر می دهد، همانطور که زمین زیر آن حرکت می کند باعث می شود تا چهار چوب ها شکلشان را از دست بدند. همچنین، اگر زمین به طور طبیعی پیش از ساخته شدن خانه ناپایدار بوده باشد، بار اضافی خانه جدید ممکن است سرعت حرکت سرآشیبی را افزایش داده باشد. زمین ناپایدار یا زمینی که حرکت می کند، زمانی که رویدادی محرك همچون زلزله یا باران سنگین اتفاق می افتد احتمال لغزش دارد.

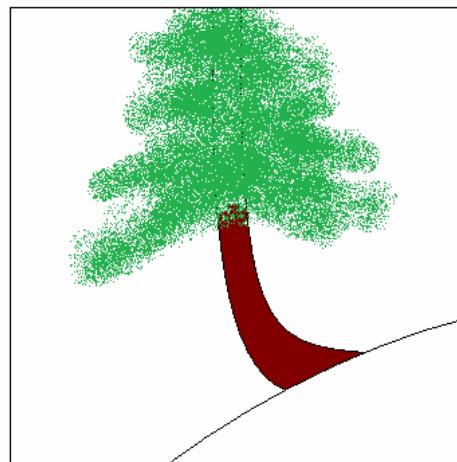
راه های زیادی برای بیان دلیل اصلی شکاف ها ممکن است وجود داشته باشد. نشانه های نیگری همچون خم شدن لوله ها، پرچین ها، پیاده رو ها یا جاده ها را می توان دید برای فهمیدن اینکه آیا زمین حرکت می

کند. اگر زمین حرکت می کند، پس سیم های برق متصل شده به ستون های داخل زمین نزدیک به لبه تپه خیلی کشیده خواهد شد، به دلیل آنکه ستون ها نیز با زمین حرکت می کنند.

یک روز، سه دوست تصمیم گرفتند تا برای بازی با هم به جنگل بروند. آن ها به دورترین جای تپه که تا حالا رفته بودند رفتند. آنها یک دسته درختان بسیار بلند قابل توجه دیدند که کنده آن ها در زاویه ای پیش از آنکه درخت صاف شود و هماند یک درخت معمولی بالا رفته باشند (همانطور که در تصویر پایین می بینید) رشد کرده بودند. برخی از درختان چنان زاویه تیزی داشتند که دخترها می توانستند همانند یک صندلی راحت در آن بشینند و پاهایشان را به سمت پائین شیب تپه آویزان کنند! اکثر درختان در مسیر مشابه از وسط خم شده بودند. سه دوست نام آن را جنگل یک طرفه نامیدند.

#### سوال 4: چه چیزی می تواند باعث چنین رشد این درخت ها شود؟

**پاسخ های ممکن:** درختان همیشه به سمت نور خورشید رشد می کنند، پس احتمالاً درختان در ابتدا در زمانی که جوان بودند به یک زاویه نیگر رشد کرده اند. این حقیقت که تمامی درختان در یک مسیر مشابه خم شده اند و اینکه آن ها همگی در کنار یکدیگر قرار گرفته اند، ممکن است نشان دهد که زمین زیر جنگل یک طرفه تماماً به یک مسیر حرکت کرده است. تمامی درختان از دخترها بسیار مسن تر هستند، این نشان می دهد که این زمین زمان زیادی است که در حال حرکت است. این ممکن است بین معنی باشد که زمیت بالای مزرعه نایابی دارد، و می تواند در باران سنگین، زلزله یا فعالیت های بشری همچون جاده سازی رانش پیدا کند. تصویر 2، شکل درختی را نشان می دهد که ممکن است تاریخ حرکت زمین را به تصویر بکشد، هنگامیکه توسط گروهی از درختان که در کنار یکدیگر قرار گرفته اند نشان داده شده است.



تصویر 2. شکل یک درخت که به دلیل حرکت زمین شکل گرفته است.

یک روز، هنگامیکه دوستان از مدرسه به خانه پیاده بر می گشتند، زلزله شد. به اندازه ای قوی بود که توانست بسیاری از ساختمان های اطرافشان را بزرگاند، و زلزله پس از یک دقیقه تمام شد. آنها به یک اندازه از خانه گوزن و مزارع سارا و امیرا دور بودند.

## سوال 5: دوستان باید اول به کجا بروند؟

پاسخ های ممکن: دلایل بسیاری وجود دارد که آنها اول به خانه گوزن باید بروند. گوزن رادیو و تلویزیون دارد و آنها می توانند در مورد خسارت بوجود آمده توسط زلزله و اینکه آیا نیروهای اورژانس فرستاده شده اند یا خیر مطلع شوند. رادیو یا تلویزیون، اگر فوراً پس از زلزله وارد عمل شوند، ممکن است اطلاعاتی نیز در مورد وضعیت آب و هوایی در حال تغییر نیز بدهند که ممکن است موقعیت ایجاد شده توسط زلزله را بکند همچون باران سنگین یا بارش برف.

علاوه بر این، ترکیب مشاهدات دختران که در اطراف مزارع سارا و امیرا توجه کردند، نشان می دهد که زمین ممکن است ناپایدار باشد و مستعد ریزش خاک (کوه) است اگر زلزله بیگری رخ دهد. آگاه بودن از اینکه کشتزار ناپایدار است، این طبیعی است برای دختران تا بخواهند مطمئن شوند که خانواده و خانه هایشان سالم و امن هستند. در آن لحظه رفتن به آن جا بسیار خطرناک است، زیرا احتمال قوع پس لرزه ها بسیار بالا است. چون دخترها سالم هستند، باید با والدین و خانواده هایشان تماس بگیرند و آن ها از سالم بودن خود آگاه سازند و بفهمند چه اتفاقی افتاده است تا بتوانند یک تصمیم از روی آگاهی در مورد اینکه بعد می خواهند چه کاری انجام دهند بگیرند همچون نگهداری آب و غذا و تجهیزات پزشکی.

تمامی خانواده ها سالم بودند، و در خانه گوزن جمع شدند تا در مورد اینکه چه اتفاقی افتاده است صحبت کنند. بوسیله رادیو آن ها فهمیدند که زلزله ای رخ داده است که باعث ریزش خاک کوههای بسیاری در سراسر منطقه شده است. همسایه ای که زمینش با آب پوشیده شده بود گزارش داد که، در بخش هایی از زمینش، سطح زمین به بخش هایی تقسیم شده است و شب صاف به شکل پلکان در آمده است. جاده با افتادن تخته سنگ هایی مسدود شده است، اما خانواده ها برای زمانیکه جاده بسته می شود، غذا ذخیره کرده اند. پدر گوزن گفت که لوله های بسیاری در نواحی مختلف شکسته شده است، در نتیجه آبی برای جمع کردن از سیستم آب شهری وجود ندارد. آن ها دوستان را به پایین رودخانه فرستادند تا مقداری آب برای خانواده هایشان بیاورند. هنگامیکه سه دوست به رودخانه رسیدند، فهمیدند که سطح آب رودخانه بسیار پایین تر از سطح دیروزی آن است.

## سوال 6: دلایل ممکن برای پایین رفتن سطح آب رودخانه چیستند و دخترها باید در مورد آن چه کاری انجام دهند؟

پاسخ های ممکن: رودخانه های دره که احتمالاً ریزش خاک کوه پس از زلزله را می توانند تجربه کنند، کاهش ناگهانی در سطح آب رودخانه ممکن است نشان دهد که یک مانع (سد) در رودخانه توسط ریزش ایجاد شده است. سد ایجاد شده توسط ریزش، هنگامی رخ می دهد که ریزش خاک کوه، رودخانه یا جریان آب را مسدود کرده است و باعث می شود آب در پشت آن جمع شود. این باعث سیل در بالای رود و خشکی یا کم آبی جریان آب در پایین رود می شود. مانع های ایجاد شده توسط ریزش می تواند بسیار خطرناک باشد، زیرا معمولاً بسیار ناپایدار هستند. همانطور که آب در پشت سد جمع می شود، ریزش خاک کوه با آب اشباع می شود و می تواند به طور مصیبیت باری شکسته شود و تمامی نواحی پایین رود را با هیچ یا کمی هشدار سیل ببرد. ناپایداری مواد جمع شده اشباع شده توسط آب مشاهده شده در طی تمرین در درس 7 را به دانش آموزان یادآوری کنید.

سه دوست فوراً باید والدین یا مسئولین شهر را از این احتمال آگاه سازند تا آن ها بتوانند مشخص کنند که سد حاصل از ریزش خاک (کوه) تشکیل شده است یا خیر. اگر سریع عمل کنند، آب پشت سد به تدریج رها می شود پیش از آنکه به سطح خطرناک برسد. حتی بچه ها می توانند تمام جامعه را نجات دهند!

سه دوست بلافاصله به والدین خود در مورد سطح آب گفتند و آن ها نیز به مسئولین شهر اخطار دادند. یک مانع کوچک حاصل از ریزش خاک کوه یک منبعی در رود شکل داده بود اما به اندازه کافی بزرگ نبود که باعث نگرانی شود. هر سه خانواده در خانه گوزن چند روزی ماندند، چون پس لرزه ها احساس می شد، اما هیچکدام از آن ها به بزرگی زلزله اصلی نبود. در حالیکه هیچ ریزش خاک کوهی بر روی مزارع آن ها در طی این چند زلزله رخ نداده بود، خانواده ها نگران زلزله های آتی و یا رویداد های حرک دیگر که ممکن است باعث شود تا آن ها کشتزارها و خانه هایشان را از دست بدند، شدند. آن ها شروع به بحث در مورد راه های جلوگیری از ریزش خاک کوه ها بر روی زمین هایشان کردند.

**سوال 7: چه کارهایی را خانواده ها برای آماده شدن در برابر ریزش خاک کوه، و برای جلوگیری از اتفاق افتادنش در زمین هایشان می توانند انجام دهند؟**

پاسخ های ممکن: تشخیص و مخابره علائم ناپایداری زمین به مسئولین شهر و همسایه ها در جامعه، و جلوگیری از تغییرات بشری بیشتر که می تواند باعث ریزش خاک کوه شود یا اینکه جان های بیشتری را در معرض خطر قرار دهد (همچون ساخت بناهای بشری بیشتر بر روی زمین ناپایدار) اولین مراحل برای کاستن خطرات آتی هستند.

از دانش آموزان بخواهد تا فهرستی از کسانی که باید با آن ها تماس بگیرند اگر گمان کردند در موقعیت اورژانس ریزش خاک کوه هستند را تهیه کنند. رتبه بندی فهرست، به ترتیبی که دانش آموزان با اولین نفری که پس از اینکه علامت خطر یا رویداد اتفاق افتاد، با آن تماس خواهند گرفت خود نوعی بازی خواهد بود. اگر زمان و منابع اجازه دهد، این رتبه بندی می تواند به صورت نامه ای سازماندهی شود، به مسئولین اورژانس محلی فرستاده شود و برای مهارت فنی مورد ارزیابی قرار گیرد. مسئولین اورژانس محلی باید بتوانند رهنمودی در مورد منابع بیشتر در جامعه که شناسایی نشده اند، و اینکه چگونه واکنش ها و اعمال دانش آموزان در یک موقعیت اورژانس می توانند فعالیت های برنامه زیری شده امداد را کمک کند یا اینکه مانع شود را فراهم کنند.

مرحله دوم آماده شدن برای وقایع آتی با برقرار کردن مکان های امن و اورژانسی در جامعه است. مردم همچنین باید غذا، آب، پتو و تجهیزات پزشکی را نخیره کنند تا در موقع اورژانس بتوانند تا چند روز پس از زلزله یا ریزش خاک کوه به آن ها دسترسی داشته باشند. دانش آموزان یاد خواهند گرفت که چگونه برای موقعیت های اضطراری در درس های بعد آماده شوند.

دشوارترین مرحله، چگونه پایدار کردن زمین است که پیش تر علائم ناپایداری را نشان داده است. کاشت درختان بır روی شبیه ها ممکن است آب موجود در خاک را که می تواند باعث ساده تر شدن ریزش خاک کوه شود را کاهش دهد. سیستم های ریشه ای عمیق درختان ممکن است به محصور کردن و گیرانداختن خاک و شن شل که به آسانی در هنگام ریزش خاک کوه رها می شود کمک کند. مراحل مهندسی دیگر و پرخرج تری نیز وجود دارد از جمله ایجاد موانع ریزش خاک کوه و مطمئن شدن از زه کشی مناسب از جاده ها که می تواند جامعه متقبل شود تا خطرات ریزش خاک کوه را کاهش دهد. هر زمان که ممکن بود، این مراحل باید با اعضای دیگر جامعه نیز هماهنگ شوند تا به کاهش هزینه ها کمک کند و مطمئن شوید که همه از خطر ریزش خاک کوه ها آگاه هستند.

## خلاصه فعالیت تحلیلی و بحث پس از تمرین:

علام اخطار ناپایداری نواحی مستعد ریزش خاک کوه ممکن است در سطح زمین قابل مشاهده باشد. اکنون دانش آموزان تمرین را تکمیل کرده اند، از آن ها بخواهید تا در مورد شواهدی که برای نشان دادن نواحی مستعد ریزش خاک کوه می گردند بحث کنند. از آن ها بخواهید تا چیزهایی که قبل از تمرین می دانستند و نمی دانستند را با هم مقایسه کنند و چه چیزی را همانطور که تمرین به پیش می رفت آموختند. تاکید کنید که نکته این تمرین قراردادن دانش آموزان در موقعیت بوده است بدون هیچ پاسخ روشنی که قبل از اینکه موقعیت آغاز شود فراهم شده باشد، که بسیار به اینکه چگونه یک موقعیت اورژانس واقعی آشکار می شود نزدیک تر است.

شیب سطوح شیب دار، نشانه های قدیمی ریزش خاک کوه بارز ترین علام بالقوه برای ریزش خاک کوه هستند. نشانه های دیگر می تواند شامل پرچین ها، جاده ها، خطوط برق هوایی جا به جا شده، پایه های متمایل به سطح زمین، چشم های جدید یا نفوذ آب در نواحی که هیچوقت پیش از این خیس نبوده اند، پنجره ها و درهایی که در خانه ها به دلیل تغیر شکل چهارچوب های خانه باز نمی شوند و افزایش و کاهش نامعمول در سطح آب نهر که نمی توان آن را به بارش باران یا ویژگی های آب و هوایی نسبت داد.

### آزمایش فعالیت تحلیلی: ریزش خاک کوه خانگی

اکنون که دانش آموزان تجربه های ریزش خاک کوه معمول را شیوه سازی کردهند، آن ها این فرصت را خواهند داشت تا یک نمایش ریزش خاک کوه واقعی را ایجاد، بررسی و توصیف کنند. این آزمایش ساده به دانش آموزان اجازه خواهد تا سه مرحله تغییرات ریزش خاک کوه (شکست شیب، انتقال مواد و نشتیت نهایی مواد لغزنده) را مشاهده کنند و تلاوت های بین ریزش خاک کوه های واقعی و آزمایشی را کشف کنند.

### مواد

یک سینی به ارتفاع 1-5 سانتیمتر، و طول و عرض 60-40 سانتیمتر

مداد

نقاله

شن

خاک

ریگ

تخته سنگ های تخت و صاف

پارچه لباس یا حوله کاغذی

روزنامه برای پوشاندن سطوح در حال کار

آفتابه آب با آب (اختیاری)

خلال دندان (اختیاری)

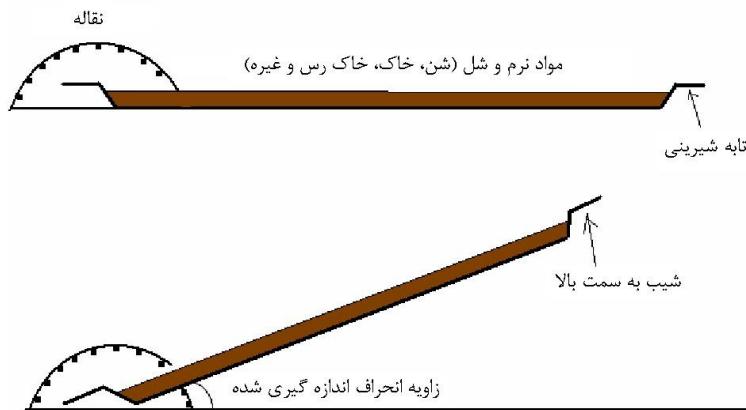
**توجه!** این فعالیت را می توان تمام کلاس با یک سینی یا با تعدادی سینی و نظارت کافی در گروه ها انجام داد. اگرچه، این فعالیت می تواند به راحتی به هم بریزد و شلوغ شود، بنابراین توصیه نمی شود که کلاس به بیش از 3-2 گروه تقسیم شود. رفتار شن، خاک، ریگ و غیره بستگی به ویژگی های خاص موادی دارد که جمع آوری شده است. بسیار توصیه می شود که حداقل یک مربی تمام فعالیت ها را یکبار پیش از اجرا در کلاس انجام دهد تا تمامی مشکلات آن را شناسایی کند و روش های به حداقل رساندن آشکه کاری

ایجاد شده در طی بخش های مشخص این فعالیت را کشف کند. ممکن است ضروری باشد که فعالیت را در خارج از کلاس انجام دهید، یا تمام آزمایش های شبیب دار کردن را درون یک طبق بزرگ اجرا کنید تا آب و مواد ریخته شده را بدست آورید.

## روش کار

1. ناحیه ای را که قصد دارید برای نمایش از آن استفاده کنید را با روزنامه پوشانید. یک میز اطلاعات برای ثبت نتایج آزمایشtan (مثالی در انتهای درس در جدول 1 آورده شده است) ایجاد کنید. دانش آموزان را تشویق کنید تا ستون های جدیدی اضافه کنند یا با مواد دیگر که در بالا گفته نشده است آزمایش کنند یا در مورد رفتار سیستم که به صورت مرتب در هر کدام از این طبقه بنده ها قرار نمی گیرد اظهار نظر کنند.

2. تعیین وظایف: یک دانش آموز را مسئول بلند کردن یک طرف سینی برای ایجاد کردن شبیب همانند تصویر 3 کنید، به دانش آموز بگویید که به آرامی و یکنواختی بلندش کند، بدون تکان دادن سینی یا متوقف کردن آن تا اینکه مواد آن به پایین سینی سر بخورد. دانش آموز دیگری را مسئول اندازه گیری زاویه سینی با نقاله شود. این دانش آموز باید هر موقع زاویه شبیب به 5 درجه رسید، هنگامیکه مواد حرکت نمی کنند را اعلام کند، و باید زاویه را در هنگامیکه مواد حرکت می کنند (مثال: مواد حرکت نمی کند تا زمانیکه به 23 درجه برسد که شروع به شکاف خوردن می کند، سپس در 27 درجه فرو می ریزد: دانش آموز بلند می خواند "5 درجه... 10 درجه... 15 درجه... 20 درجه... در 23 درجه شروع به شکاف خوردن می کند، 25 درجه، در 27 درجه فرو می ریزد) نیز اعلام کند. این دانش آموز باید بر روی بلند خواندن زاویه تمرکز کند، هنگامیکه رویداد مهمی اتفاق می افتد، در حالیکه بقیه دانش آموزان در حال نوشتن یادداشت های خاص هستند که آنچه اتفاق می افتد را توصیف کنند.



تصویر 3. نیمرخ وضعیت سینی، نقاله و تمایل کج شدن برای تولید یک ریزش خاک کوه شبیه سازی شده.

3. ابتدا آزمایش را با مواد خشک انجام دهید، به ترتیب آن هایی که آسان تر می شود تمیز کرد (مثال: تخته سنگ های صاف، سپس ریگ ها، بعد شن و بعد خاک). از بچه بخواهید تا ثبتیاشان را در جدول کامل کنند که توصیف می کند چگونه شبیه سازی ریزش خاک اتفاق افتاد. از دانش آموزانتان بخواهید تا جزئیات موقعیت آزمایش را پیش از کج کردن سینی همانند چه موادی استفاده شد، ابعاد سینی، در چه عمقی مواد در سینی قرار گرفته اند را ثبت کنند. همانطور که مواد شروع به حرکت می کنند هنگامیکه

سینی شب دار می شود، دانش آموزان را تشویق کنید تا آنچه در جدول اطلاعات در زوابای متفاوت اتفاق می افتد را توصیف و یادداشت کنند، همانطور که در جدول 1 در زیر آورده شده است. پس از آنکه مواد فروریخت، از بچه ها بخواهید تا بنویسند چگونه مواد فرو ریخت - آیا مواد همانند جسم سیال جریان پیدا می کنند، یا اینکه در قطعات و صفحات مجزا حرکت میکنند؟ آیا به صورت توده نرمی از مواد قرار گرفت یا آیا برآمدگی ها و شکاف های کوچکی در مواد فرو ریخته وجود داشت؟

اولین مرحله را با تمامی مواد تکمیل و بحث کنید. اگر وقت بود، بیش از یک آزمایش برای هر مواد انجام دهید. هنگامیکه مواد را عوض می کنید، از پارچه یا حolle کاغذی برای تمیز کردن سینی استفاده کنید تا شرایط آزمایش های گوناگون را تا حد امکان مشابه سازید.

**توجه!** کلید هر آزمایش علمی تکرار پذیری آن است. اگر سطح سینی مرتب بین آزمایشهای گوناگون تمیز نشود، به دلیل مواد به جای مانده از آزمایش های پیشین، ممکن است نتایج متفاوت شود.

با دانش آموزان بحث کنید که چه اتفاقی افتاد و آن ها را تشویق کنید تا سوالات جدیدی در مورد آزمایش طرح کنند.

آیا طرح و الگوی وجود داشته است؟ چه موادی در کوچکترین و بزرگترین زاویه فرو می ریزد؟ کدام مواد به سرعت فرو می ریزد و کدام مواد به آرامی فرو می ریزد؟ آیا موادی که استفاده شد مشابه موادی است که کوه ها و تپه های اطراف منطقه را تشکیل می دهند، چرا و چرا نه؟ آیا دانش آموزان حرکات یا رفتارهای موادی که فرو ریخته اند که مرتبط یا عالئم اخطاری که سه دوست در سناریو فعالیت تحلیلی در اطراف شهرشان مشاهده کرده بودند را می توانند تشخیص دهند؟

4. از بچه ها بخواهید تا پیش بینی کنند چه اتفاقی خواهد افتاد اگر این آزمایش را با مواد مشابه دوباره تکرار کنند، به جزء اینکه این بار به آرامی به سینی ضربه بزنند یا آن را به آرامی در هنگامی که اریب شده است تکان دهید. سپس مراحل بالا را دقیقاً همانطور که برای تمامی مواد مشابه انجام دادید تکرار کنید، اما این بار دانش آموزی را تعیین کنید که در هنگامیکه سینی بالا رفته و اریب است به آن به آرامی ضربه بزنند یا آن را به آرامی تکان دهد. به دانش آموز آموزش دهید تا مطمئن شوید که میزانی که سینی بالا می رود مشابه میزان قبلی باشد. به دانش آموز آموزش دهید که حرکت تکان دادن را به طور مشابه (در اندازه حرکت و تناوب) ادامه دهد در هنگامیکه تمامی مواد اریب هستند. تمامی تفاوت های زاویه ای که دانش آموزان مشاهده می کنند تا مواد فرو بریزد ، چقدر سریع فرو می ریزند، و روش هایی که مواد فرو می ریزند و غیره را ثبت کنید.

نتیجه کلی باید این باشد که زاویه سقوط باید پایین تر باشد هنگامیکه سینی تکان می خورد. از دانش آموزان بخواهید تا بر مبنای دانش آن ها در مورد وزن، مسیر جاذبه، اصطکاک و زاویه انحراف توصیف کنند چگونه این طور می بایست باشد. یک پاسخ این است که موادی همچون شن، هنگامیکه بسیار نزدیک به آن نگاه می کنید از نقطه های بسیار کوچک ظریفی تشکیل شده اند، که هر کدام گمان می رود سنگ ریزه های ظریفی هستند که بر روی سنگ ریزه های دیگر قرار گرفته اند، که با کیسه های هوایی که منفذ ( تمرین گذاش در درس 7 را پاد آوری کنید) نامیده می شوند احاطه شده اند. هنگامیکه دانش آموزان سینی را تکان می دهند با سنگریزه های روی سراشیبی، تمایل دارند که یا به طرف پایین شب بغلانند و یا مستقیماً به خارج از روی شب فشار آورند، که باعث "پرتاپ" شدن آن به سمت پایین سراشیبی می شود. هنگامیکه شما به سهم سنگریزه های غیرقابل شمارش که در حال غلتیدن بر روی یکدیگر هستند می افزایید، تاثیر خالص آن می شود که تمامی توده مواد خودشان را به طرف پایین سراشیبی می کشانند، بطوریکه تمامی سنگریزه ها مسافت کوتاه پایین سراشیبی را طی می کنند.

5. در نهایت، برای هر ماد، یک زاویه که مستقیماً بین زاویه سقوط برای تکان خوردن و زاویه سقوط برای مورد بدون تکان خوردن قرار می‌گیرد را انتخاب کنید (مثال: شن هنگامیکه تکان می‌خورد در زاویه 15 درجه فرو می‌ریزد، و در زاویه 25 درجه در هنگامیکه تکان نمی‌خورد فرو می‌ریزد، بنابراین شما باید زاویه 20 درجه را برای این مورد انتخاب کنید). هر ماده را در تابه آمده کنید و تا زاویه انتخاب شده برای آن ماده بالا ببرید. از دانش آموzan پرسید، اعتقاد دارند چه اتفاقی می‌افتد اگر تابه تکان بخورد و چرا - پاسخ باید فرو ریختن باشد، به دلیل آنکه ما ماد را با تغییر محیطشان از یک حالت پایدار به یک حال ناپایدار می‌بریم. این مشابه ریزش خاک (کوه) ناشی از زلزله است.

از آن دانش آموز بخواهید تا تابه را دقیقاً همانند قبل تکان دهد، از بچه‌ها بخواهید تا نتایج را یادداشت کنند.

**هشدار!** نتایج حقیقی ممکن است متفاوت باشند، اما این خود بخشی از تمرین است. در برخی موارد، مواد همانطور که پیش بینی کرده این فرو می‌ریزند، و در مواد دیگر، ممکن است اینگونه نباشد. عوامل گوناگون بیشماری وجود دارد که دیکته می‌کند چه زمانی، چگونه و چرا یک ریزش خاک کوه ممکن است اتفاق بیفتد همچون فشرنگی مواد قرار گرفته در تابه، گوناگونی های تصادفی در تکان دادن تابه همانطور که اریب شده است، و چیدمان تصادفی دانه‌های شن در تماس با تابه، برخی از آن‌ها هستند.

6. تمامی مشاهدات انجام شده را خلاصه کنید. دانش آموzan را تشویق کنید تا محدودیت‌های این موقعیت را در ارتباط با یک محیط طبیعی بحث کنند، و از آن‌ها بخواهید تا برخی از چالش‌هایی را که دانشمندان خاک در هنگام تلاش برای جلوگیری از ریزش خاک کوه ها برای اثر گذاری بر جوامع بشری ممکن است با آن‌ها روبرو شوند را شناسایی کنند. پاسخ‌های ممکن متعددی وجود دارد: مواد طبیعی همگن نیستند، اما مخلوط مواد مختلف یکنواخت و همگون است. سرشاری‌های طبیعی ناهموار و نامنظمه هستند، با سطوح، شکاف‌ها و نیروهای پیچیده. حضور آب نیز یک عامل پیچیده است: برای برخی مواد مشاهده شده با این نوع موقعیت، آب ممکن است پیوستگی را افزایش دهد. زاویه سقوط را بالا ببرد. اما در دنیا حقیقی، آب زیاد تمايل دارد تا زاویه سقوط را به دلیل افزایش در فشار روزنه‌ها پایین ببرد.

7. دانش آموzan را تشویق کنید تا از تخیلات خود و موادی که در دست دارند و با مواد شن، ریگ و خاک برای پایدارکردن سطح استفاده کنند. برخی ایده‌ها می‌توانند شامل قراردادن ساده یک حوله کاغذی خیس بر روی سطح باشد. این عملکردها بسیار مشابه شبکه بندی سطح است و روش بسیار موثر، اما تا حدودی گران، برای پایدار کردن تکه‌های سطح واقعی کنار جاده‌ها و ساختمان‌ها است. ایده‌های دیگر شامل محکم نگه داشتن دیواره‌ها با استفاده از تخته سنگ‌های صاف یا ریگ‌ها برای عقب نگه داشتن مواد است. از دانش آموzan بخواهید با چیدمان‌ها و شکل‌های پشته سازی متفاوت در پایه تابه شیرینی، همانطور که آن را به سمت بالا اریب می‌کند آزمایش کنند، تا بینند چه کسی می‌تواند بنایی را بسازد که که به بهترین نحو از ریزش خاک کوه جلوگیری کند. از دانش آموzan بخواهید تا مواد دیگر در اطراف کلاس از جمله چسب، نخ یا مداد را پیدا کنند تا ممکن است بتوانند برای ایجاد موانع برای ریزش خاک کوه از آن‌ها نیز استفاده کنند.

(اختیاری): اگر زمان اجازه داد، از بچه بخواهید تا با مواد مرطوب آزمایش را انجام دهد. از دانش آموzan بخواهید تا برخی از مواد را کاملاً برای چند دقیقه (هرچه طولانی‌تر، بهتر) در آب غوطه ور کنند. از آن‌ها بخواهید تا تابه شیرینی را بیش از پیش پر کنند و نتایج بالا بردن تابه شیرینی را یادداشت کنند. نتایج ممکن است بسیار غیر قابل پیش بینی باشد. در برخی موارد، مواد در زاویه کم عمق تر فرو خواهند ریخت. در مواد دیگر، مواد در زاویه بالاتر فرو خواهد ریخت اما مصیبت بار تر و ناگهانی تر

خواهد بود. دانش آموزان می توانند نفوذ آب باران را بوسیله ریختن بسیار آرام آب بر روی مواد در بالای تابه شیرینی در حالیکه بالا می رود را آزمایش کنند. دانش آموزان همچنین می توانند با تحمیل کردن یک زلزله در زوایای مختلف با مواد مرطوب آزمایش انجام دهند.

فعالیت های اختیاری دیگری می تواند شامل شبیه سازی تاثیرات حرکت سطح بوسیله قراردادن خلال دندان ها، به صورت عمودی در مواد شن، خاک یا رسک و بالابردن آرام ورقه شیرینی همانند مراحل قبل باشد. برای برخی از مواد، حرکات بسیار کوچک مواد در حرکت خلال دندان ها به آسانی بازتاب می دهد، پیش از آنکه سطح شب فرو ریزد.

#### منابع اینترنتی مفید

مهندسی برای جهان<sup>2</sup>:

<http://www.engineering4theworld.org/>

بیشتر مواد بکار رفته برای تمرین بالای جدول و آزمایش بالای جدول را می توانید به صورت برخط در

آدرس ذیل بباید:

[http://www.bechberger.com/Mel/Landslide\\_Activity/](http://www.bechberger.com/Mel/Landslide_Activity/)

---

<sup>2</sup>. Engineering for the World

2005 زلزله کشمیر: ریزش خاک کوه



ریزش خاک کوه 1



ریزش خاک کوه 2



ریزش خاک کوه 3



ریزش خاک کوه 4



ریزش خاک کوه 5

مواد	شرایط اولیه	زوايا	حالت هاي شکست و انتقال (%) از مواد باقی ماندند)	به تدریج، به سرعت يا به آرامی؟	نهشت سیال يا توده ای	پادداشت های سقوط
تخته سنگ ها						
ریگ						
شن	20 CM X 40 CM (1 X 4 CM (2) خشک (3) عمق ثابت (4) بدون توده	15 درجه 18 درجه 22 درجه 25 درجه	جريان خاک و شن کوچک (%99) جريان خاک و شن کوچک (%90) جريان خاک و شن کوچک (%50) سقوط شن، جريان خاک و شن (%5 باقی مانده)	به تدریج و آرام به تدریج و آرام به تدریج به سرعت	سیال سیال سیال سیال	شن به تدریج رها می شود تا سقوط در 25 درجه
خاک	20 CM X 40 CM (1 X 4 CM (2) خشک (3) عمق ثابت (4) چند توده	26 درجه 30 درجه 38 درجه	شکاف هایی در نزدیکی بالای مواد شکل گرفت، صفحه خاک های لغزان (%100) شکاف های طولانی تر می شد، به صورت دسته ای در پایین مواد (%95) سقوط مصیبت بار، جريان زمین و شن و خاک (%10)	به تدریج به سرعت به سرعت	توده (1-5 س.م) اکثرآ تودهای، کمی سیال توده های پس از لرزش سیال شدند	به جزء توده ای در بالا، صفحه خاک تقریباً پیوسته بود تا سقوط

**جدول 1.** یک نمونه جدول اطلاعات برای ثبت حالات شکست شبیب، انتقال مواد و نهشت نهایی مواد لغزنده یک شبیه ساز ریزش خاک. این جدول از توصیف فعالیت "Landslides to Seafloors" اقتباس شده است که می توان آن را در فایل های اینترنتی فهرست شده تحت عنوان منابع اینترنتی مفید پیدا کرد.