

## روش بررسی زمین‌شناسی مهندسی پدیده‌ها (قسمت اول)

نویسنده: محمد حسن نبوی کارشناس ارشد مهندسی زمین‌شناسی

این مقاله در دو بخش و به صورت پیاپی در دو شماره مجله درج خواهد شد. در بخش اول واژه‌های معرفی شده توسط نویسنده درج شده است. از اندیشمندان و مهندسان تقاضا می‌شود چنانچه در باره این واژه‌ها، پیشنهادی دارند به دفتر مجله ارسال کنند.

## چکیده:

همه پدیده‌ها (ph) از کارکرد یک یا چند عامل (A) یا فرآیندهای آنها (p) و در یک محیط (E) به وجود می‌آیند که در آن سازوندهای (F) یاری دهنده وجود دارند. همبند این پنج عامل است که پدیده را به وجود می‌آورد

$$ph=f(A,P,F,E)$$

در این نوشتار، پدیده‌ها که جایگاه سازه‌های مهندسی خواهند بود، از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی بخش بندی شده‌اند.

- گروه پدیده‌های عادی، ویژه، گواه، کمیاب، نادر خور و تله‌های ریختاری
  - گروه پدیده‌ها از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی که ناشی از اثر آنها بر سازه‌ها و اثر سازه‌ها بر آنها است و پنج گونه‌اند:
  - خطر زلزله، سودبخش، سودمند، زیان‌رسان، بی اثر
- روش بررسی این پدیده‌ها یک روش پرسشگرانه است که جستجو برای یافتن پاسخ پرسش‌ها کار پایه‌ای است.

## پرسش‌های هفتگانه

- ریختاری: چرا پدیده‌ها به چنین ریختی در آمده است؟
- جایگاه: به چه علت در جایگاه کنونی به وجود آمده است؟
- زدایشی: چگونه درست شده است؟
- شمارگانی: تک پدیده است یا به صورت گروهی همانند، در یک جا هستند و علت آن چیست؟
- سودبخشی یا زیان‌رسانی: در چه زمینه‌ای است؟
- گزینش: این پدیده برای چه هدفی گزینش شده است؟
- آینده‌نگری: با ساخته شدن سازه، چه بر سر این پدیده می‌آید؟
- نمونه‌وارها و چگونگی پاسخ‌یابی نیز در میان نهاده شده است.

## ۱. پیش در آمد

هر جا و هر سو نگاه شود، آنچه به دید می‌آید، خواه طبیعی

باشد و خواه از کارکرد آدمیان به وجود آمده باشد، همه را پدیده

## ۱-۱ نگرش و نیاز به بررسی پدیده‌ها

در پیرامون ما، به دیگر سخن در زیست محیط آدمی، به نام داده‌اند که بسیار گونه‌گون‌اند<sup>(۱)</sup>.

۱- واژه پدیده در فرهنگ‌های ارزشمند زبان فارسی مانند دهخدا، معین، نفیسی و عمید نیامده است و تنها از پدید آمدن، پدیدار نمودن و پدید آوردن یاد شده است. در فرهنگ بزرگ سخن در برابر "قنومن" واژه پدیده آمده است اما برای «حادثه»، چشم‌گیر نیز یاد شده است. در واژه‌نامه فرهنگستان زبان فارسی، برای "قنومن" واژه پدیده، رویداد یا وضعیت و یا واقعیت مشهود آمده است. اما همانگونه که خواهد آمد، در این نوشتار، پدیده و رویداد یکسان نیستند. در دانش زمین‌شناسی، واژه پدیده همان است که در این نوشتار تعریف می‌شود.

در این نوشتار تنها به پدیده‌های زمین‌شناسی پرداخته می‌شود.

بارها و بسیار دیده و یا خوانده‌ایم که در جایی از زمین، پدیده‌ای موجب زیان‌های مشترک به روستاها، شهرها، سازه‌های مهندسی و آبادانی شده و جان‌ستانی‌های غم‌انگیز نیز در پی داشته است.

نتیجه‌ای که تاکنون در نوشتارها آمده است، می‌رساند که پدیده‌ی زیان‌رسان را یا نمی‌شناخته‌اند و یا بهای درخوری به آن نداده‌اند و یا اینکه پیش‌بینی زیان‌رسانی، بسیار کمتر از آن بوده که به بار آمده است. راستی چرا چنین شده است؟ آیا روشی برای پی‌بردن درست‌تر و آگاهانه‌تری که این ویژگی‌ها را برساند، وجود نداشته است؟ در این نوشتار کوشش شده به این پرسش، پاسخ درخوری داده شود.

درباره سدها و زبان‌هایی که بر پایه‌ی ناشناخته بودن ویژگی‌های پدیده‌ها در تکیه‌گاه‌ها و مخزن‌ها به بار آمده، نوشتارهای ارزنده‌ای سامان داده شده که بسیار درس‌آموزاند. نمونه‌وار نوشتاری که درباره‌ی نارسایی‌ها و ندانسته‌های زیان‌رسان به سدها تا سال ۱۹۸۶ مسیحی است، به روشنی کاستی‌ها در شناسایی پدیده‌ها را نشان می‌دهد<sup>(۱)</sup>. در این نوشتار ارزشمند به رویداد غم‌انگیز فروریختن توده‌ی بسیار بزرگ زمین لغزه به درون دریاچه‌ی پشت سد وایونت ایتالیا (Vaiont) و کشته و زخمی شدن ۲۰۰۰ نفر در نهم اکتبر ۱۹۶۳ مسیحی از همه بدتر بوده است، اشاره می‌شود. توده‌ی لغزیده را به درستی نشناخته بودند و این ناگوارترین رویداد در سال‌های مهندسی است. شوربختانه نه در نوشتار یاد شده و نه در دیگر نوشتارها به چگونگی بررسی پدیده‌ها، انسان که در بخش‌های دیگر خواهد آمد، پرداخته شده است. نیاز بوده که کوشش شده تا روشنگری بشود.

در اینجا بایسته است چند واژه که در روش پیشنهادی به کار می‌روند، در میان نهاد شوند و تفاوت‌های آنها بر شمرده شود.

۲-۱ چند واژه در بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی پدیده‌ها  
۲-۱-۱ عامل (Agent = A)

هر آنچه که در طبیعت هست و یا به وجود خواهد آمد، در زمین‌شناسی ریختاری به نام پدیده خوانده شده است. در میان این پدیده‌های بسیار گونه‌گون، گروهی را می‌توان جدا کرد که سرشت آنها با انجام کارهای کوچک تا بسیار بزرگ شناخته شده و آنها را عامل نام نهاده‌اند.

عامل‌ها پدیده را به وجود می‌آورند و یا پدیده‌ای را نابود می‌کنند و در بیشتر جاها موجب دگر شده‌های آشکار یا نهان می‌شوند. نمونه‌وار به یخ‌بنگریم که سنگ‌ها را می‌ترکاند. گیاهان را می‌پژمرد و آنگاه که روانه شود، بستر خود را می‌ساید و نشانه‌های یخ‌گذر را بر جای می‌گذارد. بنابراین یخ یک عامل زمین‌ریختی است (geomorphic). آب، باد، اکسیژن، گرماب کافی دار، ماگ‌ها، انسان و غیره، عامل‌های شناخته شده‌ای هستند که در نوشتارهای زمین‌ریخت‌شناسی و زمین‌شناسی مهندسی به اثر آنها پرداخته شده و می‌شود. نیروی گرانشی زمین کره، یک عامل بسیار اثرگذار است اما یک عامل جهانی به شمار می‌آید که همه جا کارساز است و پدیده‌سازی می‌کند.

#### ۲-۲-۱ فرآیند (Process = P)

دگر شده‌های گونه‌گون فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و زیستی که نتیجه‌ی کارکرد عامل‌های زمین‌ریختی در سنگ کره هستند، به نام فرآیندهای زمین‌ریختی خوانده شده‌اند. به سخن دیگر، هر پدیده‌ای، نشانه‌های یک یا چند فرآیند را با خود دارد که شناخت آنها از کارهایی است که در بررسی‌های جستجوگرانه‌ی زمین‌شناسی مهندسی بایسته است.

فرآیندها بسیار گونه‌گون‌اند مانند فرسایش، هوازدگی، دگرسانی، کنی‌زایی، لرزش، لغزش، خزش، زبایش (Capturing)، گسلش، آتشفشانی، هس‌رزگی (هس‌ر = یخ بسته شده روی زمین) و بسیاری دیگر.

#### ۲-۲-۳ محیط (Environment = E) و محیط زمین‌شناسی

##### مهندسی (Engineering E. = EE)

هر پدیده‌ای در جایی از یک محیط طبیعی یا ناطبعی به وجود آمده یا آن را به وجود آورده‌اند (کارکرد انسان). در این محیط، افزون بر پدیده‌ی درست بررسی، پدیده‌های دیگر

1-Janson R.B. 1986(ed.)- Advanced dan engineering for design ....

## ۱-۲-۵ رویداد (event = e)

به وجود آمدن یک پدیده، از آغاز تا هنگام بررسی آن و یا پیگیری و دریافت چگونگی دگرشدن‌ها در درازنای زمان، رویداد آن پدیده یا چون شدن آن است. بنابراین یک رویداد همیشه در درازنایی است که یا بسیار کوتاه، چند ثانیه‌ای است مانند زمین لرزه یا بلندمدت مانند رسوب‌گذاری در یک محیط رسوبی و یا بسیار دراز مدت، چند میلیون سالی است مانند کوه‌زایی - قاره زایی و ...  
روشن است که یک رویداد، پدیده نیست<sup>(۲)</sup> اما در درازنای آن پدیده‌ها و دگرشدن‌هایی پیاپی در پی خواهد بود.

## ۲-۰ در آمدی بر بررسی زمین‌شناسی پدیده‌ها

## ۲-۱ چپستی یک پدیده

## (Phenomenon = Ph)

در بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی هر پدیده‌ای که به نگاه در آید، تنها با یک واژه نمی‌توان آن را شناسانید. نمونه‌وار این پدیده نیست که گفته شود لغزیده تو (slided mass) و سخن به پایان رسد.  
به هیچ روی چنین نیست و ریشه‌ای از ویژگی‌ها و یا رویدادها به آن وابسته‌اند و بایستی به آنها پرداخته شود. عامل یا عامل‌های به وجود آورنده آن، فرآیندها و سازوندها و به ویژه محیط فراگیر پدیده در دست بررسی خودنمایی می‌کنند که ناگزیر به نگرستن و پژوهیدن آنها هستیم.

به سخن دیگر بایسته است رابطه وابستگی‌های میان آنها که نمود ساده‌ای دارد، پی‌گیری و کاویده شود. رابطه را می‌توان میان پنج عضو مجموعه چنین نوشت

$$PH \rightarrow (E+f) : (A+P) \text{ یا } ph = f(A,P,E,f)$$

## ۲-۲ گروه‌بندی زمین‌شناسی مهندسی پدیده‌ها

پدیده‌ها بسیار گونه‌گون‌اند و در زمین ریخت‌شناسی به آنها پرداخته شده است اما از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی در پیوند با سازه‌ها، رده‌بندی ویژه‌ای پیشنهاد می‌شود که در زیر آن یاد شده است.

عامل‌های گونه‌گون و همچنین سازگرهایی وجود دارند که اثرگذار یا اثرپذیر هستند و بنابراین در بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی بایستی به آنها نگریسته شود. بر این پایه، کارکرد انسان نیز در محیط طبیعی بسیار اهمیت دارد.

محیط پدیده‌ها بسیار گونه‌گون و بزرگی و گستردگی آنها از یک آبراهه یا شیله کوچک (gully) تا بسیار بزرگ و گسترده مانند رشته کوهستان یا یک قاره و یا یک کشتزار کوچک تا کلان شهر است. گاهی هم تنها یک واحد لیتولوژی، محیط یک یا چند پدیده است مانند یک کانسار، غار و غیره.

## ۱-۲-۴ سازوندها (factor = f)

نمودهای طبیعی و ناطیعی محیط‌های یک پدیده، در پایگیری ریخت و اندازه‌های پدیده‌ها بسیار اثرگذار است. این نمودها از بسیار ساده و یکنواخت تا پیچیده و چندنواخت‌اند و ویژگی‌های ریختاری پدیده وابسته به آنها است. سازوندهایی که در پدیده‌های ریختاری زمین‌شناسی اثرگذار هستند در زیر آورده شده‌اند:

۱) چنانی زمین‌شناسی (geological condition):  
لیتولوژی و ویژگی‌های فیزیکی آن، شیوه چین‌خوردگی، گسلش (Style) تا تباربری‌های زمین‌ریختی (Geodiversity) و غیره.  
۲) ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی توده‌های سنگی - خاکی تک یا چندآمیزی آنها (mono-Polymiet) و یا هر ماده دیگری که درون و پیرامون پدیده است مانند نفوذپذیری، تاب فشاری، هوازدگی و غیره.

۳) چنانی اقلیمی: بارش، دما، پوشش گیاهی مانند بیشه<sup>(۱)</sup>، بوته زار

۴) دوری - نزدیکی به تراز پایه‌های فرسایش (base Level) مانند دریا، دریاچه و رودخانه بزرگ

۵) گستره لرزه خیز که در آن جنبش زمین موجب دگرشدهایی می‌شود.

۶) دوری - نزدیکی به کارگاه‌های معدنی، راه‌سازی، صنعتی، آبادانی و غیره.

۱- بیشه، بیشه زار، بیشه سار، هم ارز واژه هندی (سانسکریت) جنگل است.

۲- شوربختانه در بسیاری از نوشتارها هر پنج نیاز برای به وجود آمدن یک پدیده را به نام رویداد و یا پدیده نوشته‌اند که از رسایی آن کاسته شده است.

## ۲-۲-۲ پدیده‌های ویژه (Eph. = especial ph)

پدیده‌های که در یک گستره از برونزادی‌های محیط، تک باشد و یا در میان مجموعه پدیده‌های آن محیط، پرشمارترین باشد، آن را پدیده ویژه می‌نامیم. برخی از چنین پدیده‌ها در یک استان و یا کشور نیز تک و بی همتا هستند و در ایران نیز بسیاریند. نمونه وار چندگونه از آنها در زیر بر شمرده می‌شوند. (۱) شکاف شترمل در دامنه دست چپ دره - رودخانه چوار (استان ایلام) که همانند آن در ایران وجود ندارد و در نگاره‌ها نمای آن از نزدیک دیده می‌شود.

(۲) چشمه‌ای در دشت نور آباد لرستان که آن را چشمه «دو» نامیده‌اند. در این دشت چند چشمه است که در یکی از آنها چنانچه خاک در آن ریخته شود، آبش چون دوغ سپید می‌شود (دو = دوغ به زبان بومی).

(۳) آبشار مارگون در ۳۰ کیلومتری اردکان فارس که آب آن، از چند دهانه‌ای در دیواره بلند سنگاکی، برون می‌شود. (۴) خرسنگ بالا جهیده در دشت هستی (لالی خوزستان) که بر تنه درختی یله داده است.

(۵) بسیاری دیگر که در ایران زمین، اینجا و آنجا دیده می‌شوند و همگان آنها را می‌شناسند. تک خرسنگی چند تنی روی دامنه، جا خوش کرده است (ناحیه فلاورجان)، دریاچه تار در ناحیه دماوند، تنگ براک (= براق) در شاخه‌ای از رودخانه کر نزدیک سده (استان فارس)، غاری در یک دامنه، تنها پنجابه‌ای بزرگ (meander) در رودخانه، تنها رگه کانی دار در دامنه، نمودگاه جدا مانده در یک دامنه، چشمه بل در ناحیه میان پاوه و اورامان، چاله‌های درون دشتی (sink hole)، بالانده بستر (steah) و غیره.

## ۲-۲-۳ پدیده‌های گواه (wifness ph. = wph)

پدیده‌هایی هستند که از توده‌های سنگی اند و از هر سو، نهشته‌های پوششی (آبرفت‌ها) آن را در بر گرفته و از برونزدهایی بالیتولوژی همانند، دور مانده است (گاهی بسیار دور چندین کیلومتری) و گاهی هم لیتولوژی آنها بسیار بیگانه نسبت به برونزدهای دور دست پیرامون آن است. با دیدن اینگونه پدیده‌ها که کوهک و تپه مانند یا سنگ



نگاره ۱- شکاف شترمل در دیواره سنگاکی (سازند سروک) دره - رودخانه چویل در استان ایلام که در ایران زمین بی‌همتا است. رود چوار (CR) از درز و شکاف‌های سنگاکی و زیر این شکاف به سوی رهخیز بوم‌های عراق روان است. چگونگی به وجود آمدن آن جز با روش پیشنهادی دانسته نمی‌شود. توده‌ای بسیار بزرگ از دست راست دره به درون آن ریخته و یک سد طبیعی به وجود آورده که آن نیز بی‌همتا است و همچنان استوار مانده است. علت پایه‌ای به وجود آمدن شکاف، همین سد طبیعی بوده که ۱۰ تا ۱۵ متر پایین‌تر از شکاف است. بررسی درست این پدیده و دیگر پدیده‌هایی که در کوه‌های هزار ننگ (زاگرس) وجود دارند، راهگشای چگونگی به وجود آمدن ننگ‌های فراوانی است که در این کوهستان، ریختار چیره‌ای شده است.

## ۲-۲-۱ پدیده‌های عادی

پدیده‌هایی هستند که همه جا دیده می‌شوند مانند کوه، دره، دشت، دامنه، آبراهه، گسله و بسیاری دیگر. بررسی اینگونه پدیده‌ها به هدف و مقیاس کار بستگی دارد و چنانچه این پدیده‌های عادی در برخی از پیکرنمایی (= طراحی) ها جای ویژه‌ای داشته باشند، نگرشی که برای دیگر پدیده در این نوشتار خواهد آمد، به کار گرفته می‌شود. نمونه‌وار، دامنه‌ای که در آن دهانه‌های درون شو یا برون شو، تونل‌های جاده‌ها یا گالری‌های اکتشافی مهندسی یا معدنی و ترانشه‌ها پیش بینی شده باشد. چگونگی به وجود آمدن پدیده‌های عادی در نوشتارهای زمین ریخت‌شناسی آمده است.



نگاره ۲- یکی از چاله‌های انفجاری در ناحیه قلعه حسنعلی راین (کرمان) که درون سنگ‌های گدازه‌ای و خاکستر و توف آتشفشانی وجود دارد. در این سنگ‌ها، سولفات سدیم (mirabilite) وجود دارد که در خور بهره‌برداری است.

رشته‌ای (ridge) هستند، می‌توان تا اندازه‌ای و گاهی خیلی خوب به آنچه زیر نهشته‌های پوششی است، پی برد و نمود ساختاری و لیتولوژی آنها را گواه آنچه در زیر است به شمار آورد.

برونزدهای گواه، در زیر بر نویسی شده است. (۱) کوهک<sup>(۱)</sup> جلگه دستگردان (سنگاهک کرتاسه) که تا ۲۰-۳۰ کیلومتری چنین سنگاهکی دیده نمی‌شود (منطقه طبس).

(۲) کوهکی در دشت داراب که کهن شهر دارابگرد پیرامون آن ساخته شده بود. واحد سنگی آن از سازند هرمز است (کابرین) که همانند آن

در این منطقه نیست و تنها در گنبدهای نمکی دیده می‌شود. این کوهک را قلعه دهبیا می‌نامند.

(۳) برونزدی در بخش جنوبی کویر قم که آن را جزیره سرگردان نامیده‌اند.

(۴) چنانچه برونزد جدا مانده، نزدیک توده سنگ آن باشد، آن را بالامانده پی (sarsen) گویند و بسیاری دیگر.

#### ۲-۴ پدیده‌های کمیاب

پدیده‌هایی هستند که هم شمار آنها کم یا خیلی کم است و هم عادی نیستند، اما در برخی از محیط‌ها دیده شده‌اند. نمونه‌وار از چند گونه آنها یاد می‌شود (این پدیده‌ها یا از گونه ویژه و یا از گونه گواه هستند).

(۱) چاله‌های برخورداردی: چاله‌های کوچک و بزرگی اند که به تنهایی یا در کنار هم هستند و از گونه پدیده‌های ویژه به شمار می‌آیند. برخوردارد شخانه‌ها<sup>(۲)</sup> (meteorite) با زمین ناگزیر، زاینده چاله‌اند. برخوردارد بمب‌ها در سرزمین‌های جنگ زده نیز اینگونه چاله‌ها اما خیلی کوچک‌تر را موجب می‌شوند. انفجارهای آتشفشانی پرفشار نیز چاله‌هایی به وجود می‌آورند.

یکی از اینگونه چاله‌ها در نگاره ۲ دیده می‌شود (ناحیه قلعه حسن علی این<sup>(۳)</sup>)

(۲) گلفشان‌ها (mud volcano): در مکران چندان گلفشان کوچک و بزرگ وجود دارد که نام بومی آنها بوتین در ناحیه جاسک تا مرز ایران و یا پوراف در باختر جاسک است (ناپاک هم گفته شده است). بلندترین گلفشان ایران در مکران قرار دارد که به نام ناپک و ۱۵ کیلومتری دریای مکران و عمان) و بندر ننگ است.

(۳) پیامدهای زمین لرزه: پله‌ها و شکاف‌ها و گاهی هم جوشیده ماسه (sand boil)

(۴) نشتگاه‌ها: نشت کردن نفت و گاز و به وجود آمدن قیر<sup>(۴)</sup> در سرزمین‌های نفت خیز (مانند خوزستان)

(۵) پدیده‌های نادرخور (misfit) و قلعه‌های ریختاری (morphologic teap): اینگونه پدیده‌های ریختاری، افزون بر شناسایی ویژگی‌های دیداری، گاهی ناگزیر از کاوش‌های زیرزمینی و آزمایش‌های ویژه خواهد بود.

پدیده نادرخور آن است که در ریختار ناحیه‌ای یا منطقه‌ای،

۱- برجستگی‌های جدا مانده که در فارس وجود دارند، مردم شیراز آنها را گریخته کوه نامیده‌اند.

۲- شخانه یک واژه فارسی است که شور بختانه و به نادرست آن را شهاب سنگ نوشته‌اند (شهاب، واژه تازی است) و یا سنگ آسمانی نامیده‌اند که هیچ نیازی به چنین ترکیب سازی واژگانی نیست.

۳- چندین چاله‌ای که در منطقه راین (استان کرمان) وجود دارد، به دهانه‌های برخوردی نسبت داده شده که درست نمی‌نماید. احتمال دارد پدیده انفجار آتشفشانی و گریز گانه، از آن باشد (پیشنهاد شده است) و یا ....؟

۴- در استان ایلام و جنوب گیلان غرب، مردم بومی آن را رگیر می‌نامند. در زبان فارسی زفت و کرف هم گفته شده است.





نگاره ۳- نشست زمین در دشت آبرفتی سرجان که به علت بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی است. اینگونه نشست، دور بیشتر دشت‌ها دیده شده و اندازه آن در یک دشت نیز تفاوت می‌کند که بایستی علت‌یابی بشود.

هر پدیده‌ای را که انسان می‌سازد (سازه‌ها) از همان آغاز با یورش و کارکرد عامل‌های دیگر و یا خود انسان روبه‌رو خواهد شد (به سروده فردوسی بزرگوار، بناهای آباد گرد و خراب - ز باران و از تابش آفتاب و باد).

از چندگونه از سازه‌هایی که برای به وجود آمدن پدیده نوین ساخته می‌شوند، یاد می‌شود. (۱) سدی ساخته می‌شود. رواناب و سیلاب‌ها در پشت آن دریاچه‌ای به وجود می‌آورند که یک پدیده انسانی - طبیعی است.

(۲) دیوار خاکی یا بتنی درست می‌شود تا جلوگیری با دررفت یا ریزش دامنه‌ای باشد و پدیده نوین با دررفت انباشته شده در پشت دیوار به وجود می‌آید.

(۳) چاه آبی زده می‌شود تا از گونه خود برای (آرتزین) بشود. (۴) بندی می‌سازند تا پارگی‌های معدنی یا پساب‌های صنعتی را انباره کنند و یا گندابه (Leachate) را در پشت آنها جای بدهد. در اینگونه پدیده‌ها، همیشه احتمال زیان‌رسانی به ویژه آلوده کردن آب زیرزمینی وجود دارد.

(۵) فروشست‌های پیامد بهره‌برداری از آب زیرزمینی، کانی‌ها و کانسارهای زیرزمینی، نفت و گاز نیز در این گروه جای دارند (نگاره ۳)

### ۲-۳ پدیده‌ها و سازه‌های مهندسی - آبادانی

بسیاری از پدیده‌ها از هر گروه پنج‌گانه یاد شده، برای سازه‌های ساخته شده، در دست ساخت و محیط زمین‌شناسی مهندسی انسان اثرگذار خواهند بود که بایسته است به آنها پرداخته شود. بر این پایه آنها را می‌توان در چهار گروه جای داد.

### ۲-۳-۱ پدیده‌های خطرناک

پدیده‌هایی هستند که دست‌کاری آنها می‌تواند خطر آفرینی را در پی داشته باشد مانند توده لغزه‌ای که از جنبش، باز ایستاده و پایدار شده است. توده زمین لغزه‌ای که نونده (= active) باشد برای سازه‌هایی که در کنار و یا میدان جنبش آن باشند، خطرناک به شمار می‌آید و بنابراین بایسته است حالت آن شناخته

درون پدیده بزرگ‌تری به وجود آمده که روند زایشی پدیده بزرگ‌تر را ندارد و ناگزیر بایستی عامل یا فرآیند دیگری کارساز بوده باشد. نمونه وار بخشی از دره طاهرآباد - سیکوند (شاخه‌ای از رودخانه شور ناحیه لالی خوزستان) بسیار پهن‌تر و فراخ‌تر از دو سوی خود است و سراسر دره در سازند گچساران است. قله‌های ریختاری پدیده‌هایی هستند که موجب می‌شوند پدیده دیگری در آنها یا پیوسته به آنها به وجود آید و این ناگزیرین است. نمونه‌وار یک پدیده ساختاری مانند گسله موجب می‌شود که آب‌های فرارسیده به آن، تندابه (rapid) یا آبشار در دره را به وجود آورد. این گسله، در دره، تله ریختاری می‌شود. در برخی از حالت‌ها، یک تکه ریختاری موجب به وجود آمدن پدیده نادر خوری می‌شود.

وجود غارها زیر پوشش آبرفتی نیز گاهی موجب به وجود آمدن چاه‌ها و چاله‌ها در پوشش آبرفتی می‌شوند و بنابراین غارهای پوشیده قله‌هایی می‌شوند که در بیشتر جاها درون ریزی پوشش در آنها ناگزیرین می‌شود. اینگونه چاله‌ها در ناحیه سولار و بسیاری دشت‌های دیگر بسیار نامور شده‌اند.

### ۲-۵ پدیده‌های نتیجه همکاری انسان و دیگر عامل‌های طبیعی

انسان نیز پدیده‌هایی به وجود می‌آورد که به آنها نیاز دارد تا هم جلوگیری عامل‌های دیگر بشود و هم پدیده‌های نوینی به وجود آید که برای زیست و زیست محیط سودبخش بشود.

## ۲-۳-۳ پدیده‌های زیان رسان

پدیده‌های زیان رسان گرچه شمار آنها خیلی کمتر از پدیده‌های سودرسان است اما وجود دارند و بررسی آنها نیز به ویژه در حالت‌هایی که اثرگذار بر سازه‌ها باشند، بسیار بایسته است. اثر زیان‌رسانی به زیست محیط نیز درباره‌ی همه‌ی پدیده‌ها بایستی دانسته شود. پدیده‌ای که موجب آلودگی محیط می‌شود، از گروه زیان‌بخش است و چاره‌ی آن بسیار اهمیت دارد.

نمونه‌ی از یک پدیده‌ی زیان‌بخش که چاره‌ی آن در دست بررسی است در زیر برگویی می‌شود.

در دره‌ی سیکوند از شاخه‌های رودخانه‌ی شور در منطقه‌ی لایی (خوزستان) چشمه‌ای است که آن را آب لجن می‌نامند. رسانایی الکتریکی آن بسیار و بیشتر از ۴۰ موهس بر سانتی‌متر اندازه‌گیری شده است و آب رودخانه‌ی شور را به ویژه در زمانه‌ی کم‌آبی آلوده می‌کند. از این چشمه هم اکنون آب آلوده و ناجور برون می‌جوشد و زیان‌بخشی می‌کند. آلوده کردن محیط به آن اندازه است که زمانی در این اندیشه بودند که آن را با دینامیت کور کنند. در نگاره‌ی ۴ نمای از این چشمه دیده می‌شود.

آب این چشمه که در سازند گچساران به وجود آمده بسیار نادر خور است و رسانایی الکتریکی آن بسیار زیاد است (۴۰ موهس بر سانتی‌متر) رنگ خاکستری آب چشمه و آب رودخانه (نشانه‌ی X) به خوبی تفاوت‌ها را نشان می‌دهد. این چشمه درون مخزن سد بر رودخانه می‌شود، از شاخه‌های رود کارون است. بنابراین یافتن علت این چنین نادرخور بودن و جایگاه دهانه‌ی چشمه بایستی بررسی شود.

## ۲-۳-۴ پدیده‌های بی‌اثر بر سازه‌ها

برای هر سازه‌ای یک محیط زمین‌شناسی مهندسی را می‌توان جداسازی کرد، به سانی که فراتر از آن، هرگونه پدیده‌ای یا عاملی که وجود داشته باشد، اثری بر سازه نتواند داشت.

روشن است که محیط‌های زمین‌شناسی برای یک سازه یا بسیار کم گستره‌اند و یا بسیار بسیار بزرگ هستند که به گونه و اندازه‌های سازه وابسته‌اند. محیط اثرگذار بر یک سد، بسیار گسترده‌تر از محیط زمین‌شناسی مهندسی یک دهانه‌ی درون

بشود. اینگونه پدیده‌ها بسیار دیده شده که درباره‌ی یکی از آنها (پته سیف جاجرود) نوشتاری به نام ۸۰ روز پیگیری جنبش زمین، فصلنامه‌ی رشد آموزش زمین‌شناسی شماره‌ی ۵۲ سال ۱۳۸۷ که از نگارنده است، وجود دارد.

اینگونه پدیده‌ها چنانچه در مخزن یک سد باشند، بالا و پایین رفتن آب همان دست‌کاری در توده است و بنابراین احتمال خطرزا بودن آن بایستی پیش‌بینی و چاره شود.

زمین‌های سیلاب‌گیر یا سیلاب‌گذر، زمین‌هایی که آب زیرزمینی در آنها خیلی بالا و نزدیک‌رو به زمین باشد، زمین‌هایی که سر راه ورزش‌باده‌ها و توفان‌ها باشد، خطرمند به شمار می‌آیند و سازه‌سازی در آنها، بی‌آنکه چاره‌جویی و یافتن راهی برای بهینه‌سازی آنها بشود، بی‌گمان خطرهایی را در پی خواهند داشت.

## ۲-۳-۲ پدیده‌های سودبخش و سودمند

پدیده‌ای سودبخش است که در محیط بررسی‌ها در حال سودبخشی است و از ویژگی‌های محیط زیست به شمار می‌آید و گاهی هم به سازه‌هایی که در آن محیط به وجود آمده و یا در دست ساخت است سود می‌رساند. نمونه‌های اینگونه پدیده‌ها، چشمه‌های عادی، معدنی، کارستی، آبگرم و غیره‌اند. بایسته است حالت سودبخشی آنها نگهداری بشود و یا جایگزین در خور آنها به وجود آید. بنابراین چگونگی به وجود آمدن آن و نمود جایگاهی آن بایستی به خوبی شناخته بشود (با روشی که پیشنهاد شده است).

در کف رودخانه یا سیلاب‌گذر، شن و ماسه‌ای وجود دارد که در حالت همگانی سودمند است و آنگاه که به بهره‌برداری برسد، سودبخش می‌شود. بنابراین بررسی‌هایی زمین‌شناسی بایستی چگونگی سودبخشی یا سودمندی پدیده را روشن کند (برای چه هدفی).

درون مایه‌ی توده‌هایی که پدیده‌های ویژه در آنها به وجود آمده، گاهی برای بهره‌برداری از آن اقتصادی دانسته می‌شود و در نتیجه پدیده از سودمندی به سودبخشی می‌رسد. عدسواره‌ای از بنتونیت که در لایه‌های توف به وجود آمده، چنین پدیده‌ای است.

کار بررسی پس از گردآوری مجموعه داده و دانسته‌ها و ارزیابی آنها، در سه گامه انجام می‌شود. با نگرستن و آنگاه پژوهیدن می‌توان به ویژگی‌های یک پدیده پی‌برد و آنها را برشمرد. - گامه نخست: سوی نگرستن (peering sight = ps) به مرزهای پدیده است تا چگونگی آنها دانسته شود. پس از آن گستره یا میدان پژوهیدن (in sight domain = ID) که در دو سوی مرزهاست و در برگزیده درونمایه پدیده (تنه پدیده در دست بررسی) و پیرامون اثرگذار و اثرپذیر بوده که بایستی جداسازی



نگاره ۴- چشمه آب لجن در دره - رودخانه سیکوند (SR) در منطقه لالی خوزستان

شوند. سپس گزینش مقیاس بررسی‌ها است که بایستی در برگزیده هدف بررسی و زمینه شناساندن پدیده باشد. روشن است که مقیاس بررسی درون مایه و محیط مهندسی پدیده را می‌توان نابرابر گزینش کرد و نقشه‌های آنها را برکشید. - گامه دوم: کارها روی زمین برای یافتن پاسخ پرسش‌ها و نگارگری از ویژگی‌های پدیده‌هاست. نمونه‌برداری برای آزمایش‌های بایسته اگر نیاز باشد، در این گام انجام می‌شود. کنترل یافته‌های سودمند از درون مجموعه گردآوری شده نیز در آغاز گامه دوم انجام می‌شود.

- گامه سوم: بر نویسی مجموعه کارهای انجام شده و ساماندهی پاسخ‌های به دست آمده و نقشه‌ها و برش‌های بایسته. نمونه‌وار نتیجه به کارگیری روش یاد شده که برای شناسایی مرزهای توده لغزیده و دورنمایه آن است، جدول وار در اینجا آورده می‌شود. این نمونه‌وار از آنجا که برای شناسایی توده لغزیده نونده (active) از توده پایدار شده می‌باشد، سودمند است و می‌توان آن را در بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی به یادداشت و به کار بست.

بیشتر آنچه که در جدول ۱ است بر پایه نوشتار ف. ژ. بل (۱۹۹۹)<sup>(۱)</sup> آمده و واژه‌هایی که در آن آورده شده، پیشنهاد انجمن جهانی زمین‌شناسی مهندسی (IAEG)<sup>(۲)</sup> می‌باشند

شوی تونل و یا پایه یک دکل کابل برق است. در این محیط، پدیده‌های بی اثر بر سازه نیز وجود دارند. درون این محیط زمین‌شناسی مهندسی نیز پدیده‌هایی وجود دارند که یا از گونه سه پدیده یاد شده‌اند و یا اثر درخور نگرستن ندارند. بنابراین در بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی، بایسته است به اینگونه پدیده‌ها نیز پرداخته شود.

## ۲-۴ نگرش و روش بررسی پدیده‌ها

بررسی و پژوهیدن پدیده‌ها با یک دیدگاه پرسش‌گرانه و پاسخ‌یابی است. روشی که پیشنهاد می‌شود برای هرگونه پدیده اثرگذار به کار گرفته شود تا چند و چون آنها شناخته شود. در این دیدگاه پرسش از خود و پاسخ آن بسیار اهمیت دارد.

### ۲-۴-۱ روش بررسی

هر پدیده ریختاری، با هر ریخت و اندازه‌ای باشد، از هر سو به پایان می‌رسد و درون مرزهای خود است. این مرزها یا آشکار و ناگهانی (sharp)، یا زبانه‌ای و گذرینه (= تدریجی) با دیگر پدیده‌ها است. بنابراین شناسایی مرزهای یک پدیده و ویژگی‌های آنها و آنگاه ویژگی‌های درون مرزی و برون مرزی (محیط زمین‌شناسی مهندسی) بایستی در دستور کار بررسی گنجانیده شود.

۱- نوشتار بل به نام خطرهای زمین‌شناسی (geological hazard)، انتشار E&FNSpace در لندن

۲- پیشنهاد نام‌گذاری توده‌های لغزیده، بولتن IAEG شماره ۴۱، پاریس ۱۹۹۰



مانند:

پدیده، محیط اثرگذار بر آن یا اثرپذیر از آن در نتیجه عامل‌ها، فرآیندها و سازووندهایی است که گونه‌گونی آنها در این نوشتار در میان نهاده می‌شود.

### ۲-۳-۳ درون‌مایه و برون‌مایه پدیده

هر پدیده از هرگونه‌ای که باشد، در چهار چوبه‌مرزهایش، فضایی را در بر گرفته که در آن مایه‌هایی از سنگ، خاک، هوا، آب، کانی‌ها، جانداران زنده و مرده، فلز و یا همبسته آنهاست و کارکرد انسان هم در برخی از آنها وجود دارد. روشن است که فراسوی مرزهای یک پدیده نیز همه آنچه که در درون هست با همان ویژگی‌ها و یا مایه‌هایی با ویژگی‌های دیگر وجود دارند. بنابراین بایسته است عامل، عامل‌ها و یا رویدادی در کار بوده باشد تا پدیده در دست بررسی، به وجود آید. در توده لغزیده، در تنه‌های پایه‌ای و تازیده آن (foot, main body)<sup>(۱)</sup> نیز پدیده‌هایی است که شناسایی آنها نوندگی یا پایدار بودن زمین لغزه را نشان می‌دهند.

سرمرز (head)، کنارمند یا پهلو (Flane)، پایین مرز (toe) و دورترین نقطه از سرمرز که آن را نقطه پیشتاز گویند. (tip) مرز توده با پی سنگ یا خاک‌های زیر آن در حالت همگانی دیده نمی‌شود مگر با دست‌کاری‌ها و شکافتن آن. ۲-۴-۲ نگرش پایه‌ای برای دست‌یابی به هدف بررسی‌ها درباره پدیده‌هایی از گروه ویژه و یا گروه گواه و چنانچه نیاز باشد از هر گروه پدیده دیگر، نگرش پایه‌ای بررسی‌ها یک نگرش پرسش‌گرانه است؛ به ویژه پرسش از خود و کوشش برای یافتن پاسخ‌ها. پرسش از خودروشی است که به آزموده‌ها و دانسته‌های پژوهشگر بستگی تنگاتنگی دارد. پاسخ به این گونه پرسش‌ها بر این پایه است که پژوهشگر به راستی به آنچه نتیجه گرفته باور دانش‌گرانه داشته باشد (همه راه‌ها را به کار گرفته باشد). پرسش‌های دیگر درباره دریافت چگونگی به وجود آمدن

جدول ۱- راهنمای شناسایی زمین لغزه نونده از توده پایدار شده

مرزها و تنه لغزیده	توده نونده ناپایدار (active)	توده پایدار شده (Inactive)
سرمرز	شکاف میان تنه و دیواره لغزشگاه باز و کم و بیش خالی است.	شکاف، پر شده و کهنه می‌نماید و گاهی هم، پوشیده از سبزه است
کنارمرز	ناگهانی و دو سوی آن ریختار نابرابر و ترک دو شکافچه‌ها، آشکارا دیده می‌شوند.	فرسوده و بی ترک و شکافچه است
پایین مرز	(۱) در رودخانه یا سیلابگذر: ریزشی و نایکنواخت است. نقطه تازیده جابه جا می‌شود. (۲) در دشت، مرز پیشرونده دارد.	(۱) مرز پایدار و یا آبرفت، هم آمیزه شده است. دهانه چشمه اگر باشد گیاه زار شده است. (۲) مرز گاهی چندان آشکار نیست.
تنه توده لغزیده	بلوک سنگ‌ها رویه‌های تازه‌ای دارند.	رویه‌های هوازده و کهنه آشکار است.
تنه توده لغزیده	ترک‌ها و شکاف‌ها لبه‌های تیزی دارند.	لبه‌ها فرسوده‌اند.
تنه توده لغزیده	تنه درختان کج شده است.	تنه درختان راست و ایستاده است.
تنه توده لغزیده	گیاهان، تند رشد و روییده‌اند و یا بافت نو* دارند.	گیاهان کند رشد و یا بی‌بافت نو هستند.
تنه توده لغزیده	الگوی زهکشی، بی نظم و با چاله‌های زهکش نشده.	الگوی زهکشی عادی است.
تنه توده لغزیده	روی بره‌های پیوسته به کنار مرز، رخس لغزنده	خش لغزه کهنه و فرسوده‌اند.
تنه توده لغزیده	برآمدگی - برجستگی‌های فشارشی در همبری با زمین پیرامون	چنین پدیده‌هایی دیده نمی‌شوند.

\* = New Supportive Secondary Tishue

۱- نام‌گذاری نموده‌ها و بخش‌های یک زمین لغزه در نوشتار سو کمیسیون زمین لغزه برای انجمن جهانی زمین شناسی IAEG آمده است (۱۹۹۰) بولتن شماره ۴۱، پاریس: Suggested Nomenclature for Landslides