

# مطالعه حرکت‌های توده‌ای از روی عکس‌های هوایی

Varoujan Kh. Sissakian

نویسنده:

رشیداحمدی (کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی)

مترجم:

## اشاره

حرکات توده‌ای به کلیه حرکت‌هایی که در دامنه‌ها تحت تأثیر نیروی ثقل انجام می‌گیرد اطلاق می‌گردد. این حرکتها خود به انواع مختلفی از جمله ریزش، لغزش، خزش، سولیفکسیون، روانه‌ها و غیره تقسیم می‌شوند.

این حرکتها و فرسایش ناشی از آنها، در بعضی از مناطق، در مقایسه با سایر انواع فرسایش سهم بیشتری در ایجاد رسوب و تغییر شکل دامنه دارند. هرچند تلفات انسانی ناشی از این حرکتها کم است، ولی این حرکتها هر ساله خسارات بسیار عظیمی را بر زمین، املاک و تأسیسات کشوری وارد می‌سازند، برای مثال در آمریکا، این حرکتها سالانه یک میلیارد دلار به املاک و تأسیسات کشوری خسارات وارد می‌کنند. در کشور ما سهم خسارات سالانه ناشی از حرکت‌های توده‌ای ۵۰ میلیارد تومان برآورد شده است (کمیتة ملی کاهش بلایای طبیعی وزارت کشور سال ۱۳۷۳ ه.ش.).

از طرفی شناسایی و مطالعه این حرکتها، نیاز به ابزار و اجرای روش‌هایی دارد. یکی از بهترین ابزار و ساده‌ترین راه استفاده از آنها عکس‌های هوایی می‌باشند.



## مطالعه حرکت‌های توده‌ای از روی عکسهای هوایی

### چکیده

در این مقاله کاربرد عکسهای هوایی بزرگ مقیاس (۱:۵۰۰۰ و بزرگتر) برای مطالعه حرکت‌های توده‌ای بررسی و توصیف می‌شوند. تفسیر این عکسها، جنبه‌های مختلف مربوط به حرکت‌های توده‌ای نظیر طبقه‌بندی، پیش‌بینی، شناسایی، عمر و فعالیت آنها را مورد بحث قرار می‌دهند. و عمدتاً برای همه طرح‌های مربوط به زمین توصیه می‌شوند.

### مقدمه

حرکت‌های توده‌ای، اصطلاحی است که برای تمام حرکت‌هایی که در سنگها و یا خاکها، به دلیل یا دلایلی در دامنه‌ها رخ می‌دهند اطلاق می‌شود. این حرکتها ممکن است در طول یک یا چند سطح برشی پدید آمده و از نظر شکل، اندازه و منشأ و نوع متفاوت باشند (که به آن لغزش گویند) و یا در منطقه ضمیم و مقاوم به صورت مجموعه‌ای از سطوح لغزشی جزئی دیده شوند. (۱). (Menzel و Zaruba، سال ۱۹۶۹ م). حرکت‌های توده‌ای و لغزش ممکن است خسارات عظیمی را به سازه‌های مهندسی و املاک و زندگی و فعالیتهای انسانی وارد آورند. با توجه به دلایل ایجاد حرکت‌های توده‌ای، بسیاری از محققان سعی کرده‌اند که حرکت‌های توده‌ای را به انواع مختلف تقسیم کنند. از میان آنها می‌توان به افراد زیر اشاره کرد:

Hiem، ۱۸۸۲ م؛ Howe، ۱۹۰۹ م؛ Almagia، ۱۹۱۰ م؛ Terzaghi، ۱۹۵۲ م؛ Ladd، ۱۹۳۵ م؛ Shape، ۱۹۳۸ م؛ Emelyanova، ۱۹۵۲ م؛ Varnes، ۱۹۵۸ م؛ Eckel، ۱۹۵۸ م؛ Ter Stepanian، ۱۹۶۶ م؛ Mencl و Zaruba، ۱۹۶۹ م؛ Nemcok et al، ۱۹۷۸ م.

این مؤلفین با توجه به موارد زیر به تقسیم‌بندی‌هایی از حرکت‌های توده‌ای پرداختند.

- ۱) شکل سطح لغزش؛
- ۲) نوع مواد حرکت یافته؛
- ۳) عمرومقدار حرکت؛
- ۴) مراحل تکاملی حرکت.

اما هنوز در تشخیص نوع حرکت توده‌ای مشکلات زیادی وجود دارد. زیرا نوع حرکت تنها به موادی که حرکت در آن اتفاق افتاده بستگی ندارد، بلکه به مقیاس حرکت نیز وابسته است. به علاوه تنها در نتیجه تأثیر یک یا دو فاکتور حرکت به شکل کامل اتفاق نمی‌افتد (Yague، سال ۱۹۷۸ م). عکس هوایی به‌ویژه عکسهای بزرگ مقیاس (۱:۱۰،۰۰۰ و بزرگتر) می‌توانند برای مطالعه جنبه‌های مختلف حرکت‌های توده‌ای نظیر نوع، منشأ، علل حرکت، نواحی مستعد حرکت (نواحی بحرانی) فعالیت و پیش‌بینی آنها مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر این در مناطق ناشناخته زمین، قبل از هر گونه خدمات مهندسی و یا عملیات صحرایی، مطالعه عکس هوایی بسیار مهم می‌باشد. ولی در سطح کلان و مقیاس وسیع عکسهای هوایی

بزرگ مقیاس کارایی خود را از دست می‌دهند. استفاده از عکسهای هوایی توسط افراد زیرتوصیه شده است. Mencl و Zaruba، ۱۹۶۹ م؛ Harold و Taliang، ۱۹۷۸ م؛ Nossin، ۱۹۷۸ م؛ Yague، ۱۹۷۸ م؛ Varnes، ۱۹۷۶ م.

## ۱) طبقه‌بندی حرکت‌های توده‌ای از عکسهای هوایی

در این مطالعه طبقه‌بندی حرکت‌های توده‌ای براساس نظرات al. Nemcok et al، سال ۱۹۷۸ م؛ صورت پذیرفته که به شرح زیر می‌آید.

### ۱-۱) لغزش<sup>۱</sup>

این نوع حرکت، همه حرکت‌های منسجم توده‌ای را در طول یک یا چند شکاف سطحی کاملاً مشخص شامل می‌شود. دو نوع اصلی لغزش از روی عکس هوایی تشخیص داده می‌شود.

الف) لغزش در سنگها؛

ب) لغزش در خاکها.

این لغزشها با توجه به معیارهای زیر قابل تفکیک هستند.

- پیشانی لغزش<sup>۲</sup> در سنگ واقع شده یا در خاک؛
  - مواد جابه جا شده خاک است یا سنگ؛
  - مواد مناطق اطراف (مواد محاصره‌کننده حرکت) سنگ باشد یا خاک.
- بدیهی است که این نوع حرکتها در عکسهای هوایی به آسانی قابل تشخیص هستند.

### ۱-۲) خزش<sup>۳</sup>

این نوع حرکت، حرکت دراز مدّت بدون داشتن سرعت را شامل می‌شود که مرز مشخص جداکننده‌ای، بین خزش و لغزش سطحی وجود ندارد. Mencl و Zaruba، سال ۱۹۶۹ م؛ این نوع حرکت را مطرح کردند. ذکر این نکته لازم است که اگر در حرکت خزش توده‌ای سرعت به هر دلیلی اضافه شود، فرآیند خزش منجر به ایجاد انواع مختلف حرکت‌های توده‌ای می‌شود این حرکتها بعد از این که به حالت تعادل رسیدند، متوقف می‌شوند. بنابراین هر خزشی که در عکس هوایی قدیمی تشخیص داده شود ممکن است در همان منطقه پدیده‌های مشابه دیگری در عملیات صحرایی یافت شوند. معمولاً خزش در خاکها و یا در قسمت جلوی لغزشهای کوچک به وقوع می‌پیوندد. و همچنین خزشها ممکن است در سنگها نیز اتفاق بیافتند اما تشخیص آنها مشکل است.

### ۱-۳) روانه‌ها (جریانها)<sup>۴</sup>

روانه‌ها آن دسته از حرکت‌های توده‌ای در سنگها یا خاکها هستند که

شبيه به حرکتهاي مایعات می‌باشند. این حرکتها در نتیجه خمیری شدن مواد به دلایل مختلف اتفاق می‌افتند. بر طبق نظریه Varnes، سال ۱۹۷۸ م بعضی از محققان از اصطلاح و بخش حرکت خزش برای نشان دادن روانه استفاده کردند. Mencl و Zaruba، سال ۱۹۶۹ م؛ اصطلاحات مختلفی را برای روانه‌ها به کار بردند، نظیر روانه‌های خاکسی<sup>۵</sup>، روانه‌های واریزه‌ای<sup>۶</sup> و متداولترین نوع این حرکتها روانه گلی<sup>۷</sup> است.

#### ۴-۱) ریزشها

ریزش یک حرکت توده‌ای ناگهانی است. توده حرکت یافته، انسجام خود را از دست داده و در مدت زمان کوتاه به زمین فرو می‌ریزد. متداولترین نوع این حرکت، ریزش سنگ است. اندازه قطعه‌های فروریخته سنگها ممکن است به بیش از دهها متر رسیده و نیز صدها متر از منطقه را تحت پوشش قرار دهند. هرچند ریزش سنگها کوچک هستند ولی چون حرکت آنها با سرعت نسبتاً زیادی همراه است بنابراین قادر هستند خسارات و حرکتهاي نسبتاً عظیمی را به وجود آورند (Schuster، سال ۱۹۷۸ م).

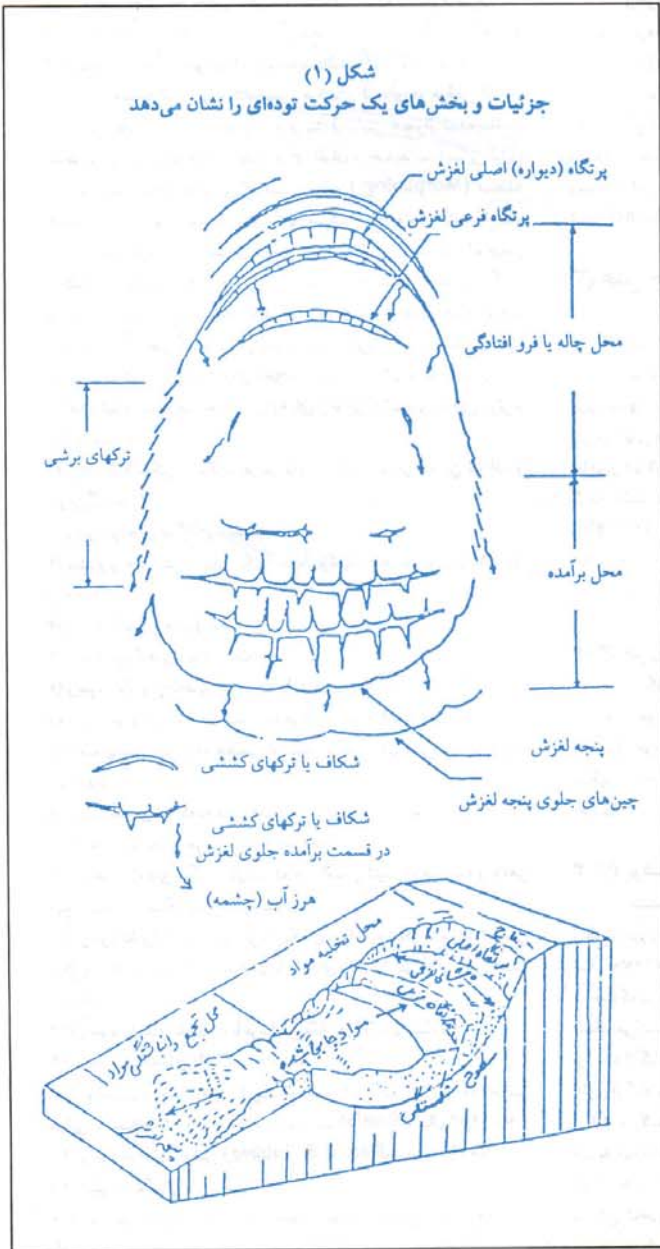
#### ۲) چگونگی تشخیص حرکتهاي توده‌ای

##### از عكسهای هوایی

بدون شك تفسیر عكسهای هوایی (به‌ویژه عكسهای هوایی بزرگ مقیاس) یکی از مطمئنترین روشها برای تشخیص حرکتهاي توده‌ای می‌باشد.

بسیاری از پدیده‌های حرکتهاي توده‌ای، نمی‌توانند در روی زمین و بدون کمک و بهره‌گیری از عكسهای هوایی قابل تشخیص باشند. به‌ویژه موقعی که حرکتهاي توده‌ای، قدیمی و غیرفعال باشند و یا حرکت توده‌ای به قدری بزرگ باشد که محدوده آنرا در روی زمین نتوان تشخیص داد. روند اصلی برای تشخیص و شناسایی حرکتهاي توده‌ای از روی عكسهای

شکل (۱)  
جزئیات و بخش‌های یک حرکت توده‌ای را نشان می‌دهد



هوایی، جستجوی سه بخش اصلی آن است (به نگاره ۱ رجوع شود). که عبارت هستند از: (۱) قسمت شروع ۹ پانچ ۱۰ حرکت (منطقه پرتگاه<sup>۱</sup>)؛ (۲) قسمت زبانه ۱۲ حرکت (موادجابه جاشده<sup>۱۳</sup>)؛ (۳) قسمت پیشانی حرکت ۱۴. مسلماً شناسایی و تشخیص حرکتهای توده‌ای در موقعی که این سه بخش جابه‌جا شده و یا به وسیله فرآیند فرسایش هموار شده باشند مشکل‌تر می‌شوند. به عبارتی پدیده‌های فعال و جدید به آسانی قابل تشخیص هستند. به خاطر این که مورفولوژی (Morphology) منطقه اغلب وقوع حرکتهای توده‌ای را منعکس می‌کنند. مثلاً وجود دامنه نامنظم که با محیط اطراف خود تطابق ندارد. مشکل دیگری که در تشخیص حرکتهای توده‌ای وجود دارد، این است که توده حرکت یافته بسیار بزرگ و قدیمی است، در این صورت باید آنرا تحت عنوان فرآیندهای دیگر زمین‌شناسی<sup>۱۵</sup> نظیر گسلا<sup>۱۶</sup> در نظر گرفت و تشریح کرد (به عبارتی، دیگر نمی‌توان به آن حرکتهای توده‌ای اطلاق نمود)، علایم و نشانه‌هایی که مشاهده آنها در تشخیص حرکتهای توده‌ای از طریق عکسهای هوایی مؤثرند عبارت هستند از:

(۱) وجود شکستگی و شکاف در شیبهای تند (در صورتی که این شکاف در درز بزرگ باشد)؛

(۲) وجود تپه‌های مدور در دامنه‌ها؛

(۳) پیشروی فرسایش تا پای یک دامنه پرشیب که جویبار را تشکیل می‌دهد؛

(۴) وجود برآمدگی در پای دامنه؛

(۵) وجود بریدگیهای تند در دامنه‌ها؛

(۶) وجود تفرق و چاله‌های حوضچه مانند در پای دامنه؛

(۷) وجود مواد متراکم و انباشته شده در پای دامنه پرشیب یا پرتگاه؛

(۸) دامنه پرشیبی که توده عظیمی از سنگ و خاک (پوشش سطحی) را از دست داده باشد؛

(۹) شکستگیهای تند که به دامنه‌ها، شکل پرشیب می‌بخشند؛

(۱۰) وجود چاله‌ها و حوضچه‌ها در دامنه‌ها؛

(۱۱) وجود دژه‌های تنگ و باریک که در دامنه پرشیب ظاهر شده و ظاهراً هیچ ارتباطی با سنگ بستریزیرین ندارند؛

(۱۲) وجود تغییرات در مسیر جریان یک رودخانه به شکل پیچ تند (قوسی شکل) و ظاهر شدن دامنه نامتقارن با دژه‌های کاملاً باز در بالا و پایین دست پیچ تند؛

(۱۳) وجود دژه‌های نامتقارن با فرسایش فعال در کناره پرشیب‌تر؛

(۱۴) وجود شبکه‌های داخلی در دامنه‌ها؛

(۱۵) وجود مناطق اشباع شده از آب که در عکس هوایی با اختلاف نژن در دامنه‌ها نمایان است (Nossin، سال ۱۹۷۳ م)؛

(۱۶) وجود مناطق ترواشی (Harold & Taliang، سال ۱۹۷۸ م)؛

(۱۷) تغییرات ناگهانی در شیب دژه‌ها؛

(۱۸) تجمع واریزه در دامنه (وجود حجم عظیمی از واریزه‌ها در دامنه‌ها).

وجود تنها یکی از عوامل ذکر شده دلالت بر شناسایی و وجود حرکتهای توده‌ای نمی‌کند زیرا این مورد ممکن است نشانگر فرآیند دیگری (ژئومورفولوژی) باشد.

معمولاً برای اظهار وجود یک نوع حرکت توده‌ای باید چند عامل (علایم ذکر شده بالا) وجود داشته باشند. که در نهایت باید وجود آنها به وسیله مشاهده‌های صحرائی تایید شود. (مقدار حرکت نیز می‌تواند به وسیله عکس هوایی از طریق مشاهده انقطاع در شکاف خطی پرآورد شود، Zaruba & Menci، سال ۱۹۶۹ م).

### ۳) علل حرکتهای توده‌ای

#### ۳-۱) شرایط زمین‌شناسی

سنگایی که سنگهای رسی درزبر سنگهای مقاوم و ضخیم لایه و بر روی شیبهای تند قرار می‌گیرند تمایل دارند که مانند یک سطح لغزشی در زیر سنگهای مقاوم عمل نمایند. سنگهای تخریبی با دانه‌های ریز استحکام خاک را کم کرده و در جایی که خاکهای رسی در زیر سنگهای سخت قرار گرفته باشند تقریباً به طور مشابه باعث ایجاد حرکتهای توده‌ای می‌شوند (Terzaghi، سال ۱۹۵۰ م). از آنجاییکه این سنگها به آسانی از روی عکسهای هوایی تشخیص داده می‌شوند بنابراین علت ایجاد حرکت شناخته می‌شود.

#### ۳-۲) هوازدگی

سنگهایی که انسجام خود را در نتیجه هوازدگی از دست می‌دهند، به‌ویژه در هوازدگی مکانیکی که قابلیت نفوذپذیری آب افزایش یافته باشد. این عمل خود باعث ایجاد خلل و فرج و در نتیجه باعث کاهش انسجام در سنگها و کاهش زاویه اصطکاک داخلی می‌شود و این خود باعث ایجاد حرکتها در دامنه‌ها خواهد شد.

#### ۳-۳) پوشش گیاهی

مسلم است که پوشش گیاهی، پایداری دامنه‌ها را تقویت کرده و سطح زمین را از لغزش سطحی و فرسایش حفاظت می‌کند (Cotchia، سال ۱۹۷۸ م)؛ ولی (Prandini et al.، سال ۱۹۷۷ م) خاطر نشان ساخت که بسیاری از مؤلفان معتقدند که پاکسازی جنگل به پایداری دامنه‌ها کمک می‌کند. بعضی از دانشمندان معتقدند که زاویه پایداری<sup>۱۷</sup> یک دامنه پوشیده از گیاه ۶۰ (درجه) می‌باشد در حالی که این مقدار در دامنه‌های عاری از گیاه تا ۳۶ کاهش می‌یابد. ریشه گیاهان نقش حافظ پایداری دامنه‌ها را بازی می‌کنند. به عبارتی دیگر آنها نقش انسجام مواد را در طی نفوذپذیری آب به عهده دارند. البته وزن زیاد درختان می‌تواند تعادل دامنه را به هم بزند که این عمل خود به وزن زیاد و سنگینی مواد دامنه بستگی دارد. تغییرات پوشش گیاهی به آسانی از روی عکس هوایی قابل مشاهده است ولی ارتباط آنها را با حرکتهای توده‌ای باید در روی زمین تعیین کرد.

### ۳-۴) فعالیتهای انسانی

بسیاری از حرکت‌های توده‌ای که اتفاق می‌افتند بستگی به فعالیتهای انسانی نظیر: عملیات حفاری؛ تراس‌بندی دامنه‌ها به منظور کشت؛ پاکسازی جنگل؛ عملیات انفجاری و غیره دارد. چنین فاکتورهایی در صورتی که عکس آن منطقه بعد از عملیات گرفته شده باشد در روی عکس هوایی قابل مشاهده خواهد بود.

### ۳-۵) فعالیتهای تکنیکی

هر تغییر ناگهانی در دامنه‌ها بستگی به فعالیتهای تکنیکی نظیر گسل دارد، که ممکن است منجر به حرکت توده‌ای شود. به ویژه وقتی که دامنه‌ای به دلایل مختلف در حالت تعادل بحرانی باشد. بدیهی است که گسلها به آسانی از روی عکس هوایی قابل تشخیص هستند بنابراین می‌توان اظهار نمود که دلیل و علت ایجاد پدیده‌های حرکت توده‌ای در مناطق گسلی ممکن است عامل گسل باشد.

### ۴) پیش‌بینی حرکت‌های توده‌ای

عکسهای هوایی در پیش‌بینی انواع حرکت‌های توده‌ای کمک می‌کنند. تفسیر این عکسها قبل از شروع هر کار مهندسی خیلی تأکید می‌شود. فعالیتهای تأسیساتی برای کارهای مهندسی، باعث حرکت در مناطق مستعد شده و تنها با مشکلات زیاد و صرف هزینه بالا متوقف می‌شوند. پیش‌بینی حرکت‌های توده‌ای از مشاهده عکس هوایی (به موارد ۱ تا ۹ زیر رجوع شود) انجام می‌پذیرد. اما این حرکتها وقتی برآورد می‌شوند که (توده‌ها) شروع به حرکت کنند در حالی که ممکن است اصلاً حرکت نکنند.

- ۱) وجود شکاف در دامنه‌های پرشیب، موقعی که این شکاف به‌حد کافی بزرگ بوده و در عکس هوایی قابل مشاهده باشد؛
  - ۲) وجود حجم عظیمی از خاک‌های کُپه (توده) شده در دامنه‌های تند (Gray et al., سال ۱۹۷۷ م)؛
  - ۳) سطوح لایه‌بندی و مطبق که شیب طبقاتی آن به طرف شیب دامنه باشد؛
  - ۴) وجود مناطق اشباع شده از آب؛
  - ۵) وجود حرکت‌های توده‌ای قدیمی؛
  - ۶) فعال بودن فرسایش در پای کوه؛
  - ۷) وجود مناطقی که به هم خوردگی پوشش گیاهی را نشان می‌دهند. (کج شدن و شکم دادن درختان)؛
  - ۸) وجود تپه‌های مدور سطحی؛
  - ۹) وجود چاله‌های کوچک در دامنه‌ها؛
- نگارنده معتقد است که اکثر نشانه‌های مذکور از طریق عکسهای هوایی قابل مشاهده هستند. لازم است خاطر نشان کرد که وجود تنها یکی از موارد، نمی‌تواند به طور حتمی در پیش‌بینی حرکت‌های توده‌ای مورد توجه باشد.

(بلکه باید چند فاکتور باهم در یک جا مشاهده شوند).

### ۵) سن و فعالیت حرکت‌های توده‌ای

سن حرکت‌های توده‌ای را می‌توان تقریباً از طریق عکس هوایی و با توجه به شناسایی چند مورد از موارد ذکر شده (۴-۵ تا ۱-۵) تعیین کرد. البته فعالیت حرکت‌های توده‌ای، از قبیل فعال بودن یا غیرفعال بودن، جوان بودن یا پیر بودن را می‌توان تا حدودی از عکس هوایی به خصوص عکسهای مقیاس بزرگ تشخیص داد.

### ۱-۵) پوشش گیاهی

عمر درختان یا بوته‌ها به وسیله ارتفاع‌ایشان از طریق عکس هوایی برآورد می‌شود. بنابراین با مشخص شدن عمر درختی که در منطقه حرکت یافته، رشد کرده تقریباً عمر حرکت را نیز حدس می‌زنند و همچنین با مقایسه و تطبیق دادن عمر درختی که در داخل منطقه حرکت یافته وجود دارد با محیط اطراف آن، عمر حرکت را تعیین می‌کنند.

### ۲-۵) فرسایش

فرآیند فرسایش تنها فعالیت حرکت را تعیین می‌کند و از آنجاییکه این فرآیندها از طریق عکس هوایی قابل مشاهده هستند. بنابراین مراحل مختلف این پدیده‌ها نیز قابل بررسی و شناسایی می‌باشند که این شناخت خود در برنامه‌ریزیهای مختلف فعالیت انسانی اهمیت زیادی دارد.

### ۳-۵) فعالیتهای انسانی

مناطق که دارای حرکت‌های فعال و جدید هستند، معمولاً فعالیتهای انسانی در آنجا متوقف می‌شود. بنابراین به طور تقریبی می‌توان با شناسایی خانه‌های متروک، راه‌ها، مزارع و مراکز استخراجی و غیره، برآورد حرکت را تعیین کرد. بدیهی است چنین شناساییهایی به آسانی به وسیله عکس هوایی انجام می‌شود، به خصوص عکسهای که در سالهای اخیر گرفته شده‌اند (جدید باشند).

### ۴-۵) شناسایی فرآیندهای رسوب‌گذاری

اگر حرکتی به وسیله رسوبات پوشیده یا در تراس‌های آبرفتی و مخروط‌افکنه و رسوبات آواری واقع شده باشد، با برآورد عمر این فرآیندها به طور تقریبی عمر حرکت را تعیین می‌کنند. اما برآورد عمر حرکت باید با دقت انجام شود و در روی زمین نیز تأیید شود در غیر این صورت این برآورد اشتباه‌آمیز خواهد بود. به هم خوردگی فرآیند رسوب‌گذاری جدید ممکن است فعالیت حرکت توده‌ای را تعیین کند و اگر موارد ذکر شده ۲ و ۴ وجود داشته باشند دلالت بر وجود حرکت دارند.



## ۶) نمایش حرکت‌های توده‌ای

### پایاده کردن و مشخص کردن حرکت‌های توده‌ای بر روی نقشه

بعد از تفسیر حرکت‌های توده‌ای از عکس‌های هوایی و تأیید آنها بر روی زمین، ضروری است آنها را بر روی نقشه زمین شناسی مهندسی پایاده کرد. جنبه‌های مختلف یک حرکت توده‌ای که از عکس‌های هوایی مشاهده شده و در نقشه‌ها به نمایش گذاشته می‌شوند عبارت هستند از: پرتگاه یا مناطق تاج ۱۸ قسمت مواد حرکت یافته (زیانه حرکت)؛ بخش پیشانی یا جلوی حرکت؛ مویجهای ایجاد شده در روی توده حرکت یافته؛ شکافها؛ مناطق اشباع شده از آب و مناطق مستعد حرکت.

برای تمایز بین حرکت‌های جدید یا فعال / قدیمی یا غیرفعال و آرام مشاهده شده در عکس هوایی، باید آنها را به وسیله رنگ‌های مختلف به نمایش گذاشت. معمولاً از رنگ قرمز برای نمایش حرکت‌های فعال و جدید، و از رنگ مشکی برای حرکت قدیمی و غیرفعال استفاده می‌شود. هرچند نقشه‌های تفسیر شده مهندسی زمین‌شناسی در تمام سطح جهان معمول نیستند ولی در اکثر کارهای مهندسی اهمیت زیادی دارند. در مناطق مستعد برای حرکت که ممکن است حرکت در آنهاجا ایجاد شود باید حتی المقدور به تهیه نقشه آن اقدام کرد.

### نتایج

مطالعه عکس‌های هوایی مقیاس بزرگ (۱:۵۰۰۰ و بزرگتر) و به منظور نشان دادن همه حرکت‌های توده‌ای و مناطق مستعد حرکت که به وسیله انسان ایجاد می‌شود، تأکید شده است. بدون تهیه نقشه مناطق مستعد حرکت، ممکن است خسارات زیادی به زندگی و املاک وارد آید. به خاطر بسپاریم که مناطق مستعد حرکت، بدون استفاده از عکس‌های هوایی بر روی زمین به آسانی قابل مشاهده نیستند (به‌ویژه عکس‌هایی که جدید باشند). واضح است که اطلاعات تفسیر شده از عکس هوایی در زمینه موضوعات مذکور، باید با زمین تطبیق داده شده و تأیید شوند مگر اینکه اطلاعات تفسیری چندان مهم و با اهمیت نباشند. □

### منابع

- 1) Barton M.E 1977. Landslide along bedding plane Bull. IAEG No.16.
- 2) Cotechia V. 1978, Systematic reconnaissance mapping & registration of slop movements. Bull. IAEG No. 17(5-37)
- 3) Gray R.E. & Gardner G.D. 1977. Process of colluvial slop development of MoMecken, West Virginal. Bull IAEG No. 16(29-32).
- 4) Nemeok A., Pasek J. & Rybar j. (1972). Classification of landslides and other movments. Rock mechanics Vol. 4/2 (71-78)

- 5) Nossin J.J. 1973. Use of airphotos in studies of slope stability in Crati basin (Calabria, Italy), Geologia, Applicate e Idrogeologia, Vo.8, part I.
- 6) Prandini L., Guidioni G., Bottura J.A., Pocano L. & Santor A.R., 1977. Vegetation in slop stability. A critical review. Bull. IAEG No. 16(51-55)
- 7) Schuster R.L. 1979, Reservoir induced landslides. Bull. IAEG No. 20 (8-15)
- 8) Sissakfan V. 1982. Applicability of aerial photographs and orthophotographs at various scale for engineering geological mapping. M.Sc. Thesis submitted to International Institute For Aerial Survey and Earth Sciences (I.T.C), Enschede The Netherlands.
- 9) Terzaghi K. 1950. Mechanism of landslides in application of geology to engineering practice (Berkey Vol.) Geol. Soc. America (5-7)
- 10) Varnes D.J. 1976. Landslides - causes and effects. Bull. IAEG No. 14 (205 - 214)
- 11) Varnes D.J., Harold T.R. & Taliang 1978. Landslides - analysis and control. National Acedemy of Sciences. Washington D.C.
- 12) Yague A.G. 1978. Modern methods used in study od mass movement Bull. IAEG. No. 17 (65-71)
- 13) Zaruba Q. & Mencil V. 1969. Landslides and their control. Czechoslovak Academy of Sciences, Prague. Elsevier.

### پاورقی:

- 1) Slide
- 2) Scarpe
- 3) Creep
- 4) Flow
- 5) Earth flow
- 6) Debris flow
- 7) Mud flow
- 8) Falls
- 9) The root area
- 10) Crown
- 11) Scarp area
- 12) The tongue area
- 13) Displaced materials
- 14) The toe
- 15) Geological
- 16) Faults
- 17) Angleofrepose

توضیح: یعنی زاویه‌ای که پوشش سطحی دامنه بر روی سنگ زیرین (لایه زیرین) آرامش داشته و نمی‌لغزد.

- 18) Crown area , Scarp