تعبیر و تفسیر

تصاویر هوایی و ماهواره‌ای

(قسمت سیزدهم)

نوشته : Lilesand. Kiefer
برگردان : مهندس حمید مالمیریان

چکیده

سنجش از دور علم وهنر به دست آوردن اطلاعات دربارهٔ یک شئی، منطقه یا پدیده از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های حاصله به وسیله ابزاری است که در تماس فیزیکی با شئی، منطقه و یا پدیده تحت بررسی نباشد. همانطوری که شما این کلمات را می‌خوانید، در حال به کار بردن (علم) سنجش از دور هستید. چشمهای شما به عنوان سنجنده‌هایی که نسبت به نور منعکسه این صفحه از خود واکنش نشان می‌دهند، عمل می‌کنند.

فرسایش

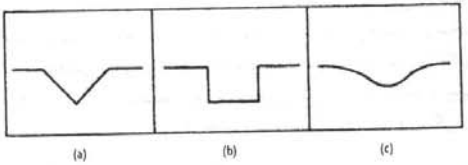
آبریزها کوچکترین عوارض زهکشی هستند که می‌توانند برروی عکس هوایی دیده شوند و ممکن است به باریکی یک متر پهنا و چند صدمتر دراز برسند. آبریزها، ناشی از فرسایش مواد غیر جامد به‌وسیلهٔ زه‌آب می‌باشند و درجاهایی بوجود می‌آیند که بارندگی نتواند به طور کافی درداخل زمین نفوذ کند. لکن در عوض آبها را جمع‌آوری نموده و در عرض زمین در نهرهای کوچکی جریان می‌یابد. این نهرهای اولیه کوچک بزرگ می‌گردند و خصوصیت شکلی ویژه موادی را می‌گیرند که در آن مواد، آنها تشکیل یافته اند. همانطوری که در نگاره‌های (۲ - ۴۱) و (۲ - ۴۲) نشان داده شده است، آبریزها کوتاه با مقطع V شکل در ماسه و شن تشکیل می‌گردند آبریزهای با مقطع U شکل تمایل به تشکیل در خاکهای رسی دارند؛ و آبریزهای طولانی با مقطع تقریباً گردگوشه در خاک‌های رسی و لای‌دار تشکیل می‌شوند.

تُن عکس

واژهٔ تُن عکس مربوط به میزان روشنایی در هرنقطه درعکس سیاه و سفید می‌باشد. مقدار مطلق تُن عکس نه تنها بستگی به خصوصیات عوارض زمینی دارد بلکه همچنین تابعی از عوامل عکاسی همچون ترکیب فیلم و فیلتر، نوردهی، و ظهور و ثبوت نیز می‌باشد.

تُن عکس همچنین بستگی به عوامل اقلیمی و هواشناسی نظیر هالهٔ ناشی از اتمسفر، زاویه خورشید و سایه‌های ابر نیز دارد. به علت اثراین عوامل غیر مرتبط زمینی، مفسر برای ارزیابی عوارض زمینی، باید به جای

اتکا بر مقادیر مطلق تُن، متکی بر تجزیه و تحلیل مقادیر نسبی تُن باشد. مقادیر نسبی تُن مهم هستند زیرا آنها اغلب الگوهای عکاسی مشخص را تشکیل می‌دهند که ممکن است دارای اهمیت برجسته‌ای در تفسیر عکس هوایی باشند. اثر شرایط عوارض زمینی برروی تُن‌های نسبی عکس می‌تواند در نگاره (۲-۵۴) دیده شود. درحالت خاکهای بایر (خاکهای کشت نشده)، مناطقی که دارای تُن‌های روشن‌تر هستند به‌لحاظ توپوگرافی مربوط به موقعیت‌های مرتفع‌تر، خاک درشت بافت‌تر، میزان رطوبت‌کمتر، و میزان مواد آلی کمتر می‌باشند.



نگاره (۲-۴۱): مقاطع آبگذر (زهکشی‌ها) نمایشی : (a) ماسه و شن (b) لای (c) خاک رس لای‌دار یا رس

نگاره (۲ - ۵۴) نوعی از خاکهای تیل یخرفتی[1] **ریزبافت راکه دارای الگوی تُنی لکه** لکه می‌باشد، نشان می‌دهد. اختلافهای تنی به علت اختلاف در انعکاس نور خورشید که اساساً به خاطر تغییرات ناشی از میزان رطوبت خاک می‌باشد، بوجود می‌آید. مناطق دارای تُن‌های روشنتر تقریباً خاکهای زهکشی ضعیف متشکل از لای و رس می‌باشند که بین ۳۰ سانتی‌متر تا یک متر بالاتر از مناطق اطراف با تُن تیره‌تر که دارای خاکهای رسی زهکشی بسیار ضعیف‌تر می‌باشند، قرار دارد. درجهٔ کنتراست بین خاکهای بایر با تُن‌های تیره و روشن با توجه به شرایط کلی رطوبت خاک، همانطوری‌که در پلیت ۸ نشان داده شده است، تغییر می‌کند. وضوح مرزها بین مناطق دارای تُن روشن‌تر و تیره‌تر اغلب مربوط به بافت خاک می‌گردد. خاکهای درشت بافت‌تر عموماً دارای درجات وضوح بیشتری بین تُن‌های روشن و تیره می‌باشند درصورتی که خاکهای ریزبافت‌تر عموماً دارای درجات وضوح تدریجی‌تر خواهند بود. این تغییرات در میزان وضوح تُن‌ها، ناشی از اختلاف در عمل سوراخهای موئین است که در خاکهای بابافت گوناگون رخ می‌دهد.

بحث ما در خصوص تفسیر عکس هوایی برای ارزیابی عوارض زمینی اساساً مربوط به فیلم سیاه و سفید می‌گردد زیرا این نوع فیلم به لحاظ تاریخی برای این هدف بیشترین کاربرد را داشته است. اختلافهای جزئی در رنگ‌های خاک و سنگ در صورت استفاده از فیلم رنگی در مقایسه با فیلم سیاه و سفید می‌تواند خیلی آسانتر آشکار گردد. اختلافهای جزئی در رطوبت خاک و شدت رویش با استفاده از فیلم رنگی مادون قرمز می‌تواند آسان‌تر آشکار گردد.

از آنجائی که رنگهای گوناگون و فراوانی ناشی از خاکها و روییدنیها برروی فیلم‌های مادون قرمز رنگی وجود دارد، امکان بررسی همهٔ آنها در اینجا نیست. بنابراین، بحث ما در خصوص تُن عکس، مربوط به تُن‌های خاکستری است که برروی عکسهای پانکروماتیک دیده می‌شود. اشخاصی که با عکسهای رنگی و مادون قرمز رنگی منطقهٔ جغرافیایی خاصی در زمان بخصوصی از سال کار می‌کنند می‌توانند ملاکهای خود را برای ارزیابی تُن و رنگ با استفاده از اصولی که در این فصل بحث شده است استنتاج نماید.

رویش و کاربری زمین

اختلاف در رویش طبیعی یا کشت شده اغلب بیانگر اختلاف در شرایط زمین است. برای مثال، باغهای میوه و انگور معمولاً روی خاکهایی که دارای زهکشی خوبی هستند قرار دارند، درصورتی‌که فعالیتهای کشاورزی که با استفاده از تراکتور انجام می‌شود اغلب مربوط به خاکهایی است که دارای مواد آلی زیاد نظیر رسوبات ناشی از کودحیوانی و گیاهی می‌باشند. در بسیاری از مواقع، به هر صورت، رویش و کاربرد زمین اختلافهای ناشی از شرایط زمینی را از نظر پنهان می‌کنند و مفسر بایستی مواظب باشد تا نتایج را صرفاً از دید اختلافهای با معنی در رویش و کاربری زمین در نظر بگیرد.

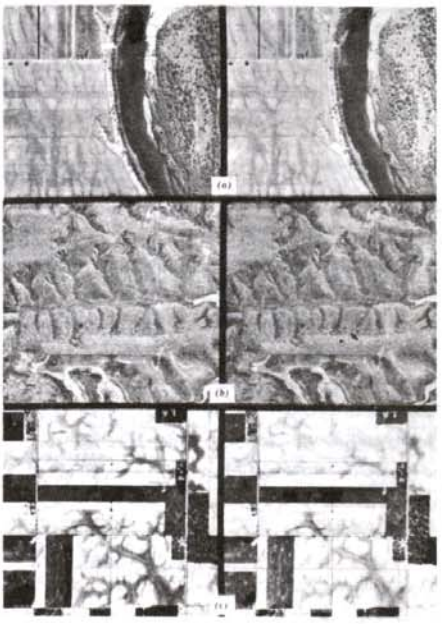
فرآیند تفسیر عکس هوایی

از طریق تجزیه و تحلیل عناصر تفسیر عکس هوایی (عکاسی، بافت و الگوی زهکشی، فرسایش، تُن عکس، رویش و کاربری زمین) مفسر عکس می‌تواند شرایط گوناگون ساختار زمین‌شناسی را تشخیص داده و مرزهای بین آنها را تعیین نماید. درآغاز، مفسرین عکس بررسی دقیق هر یک از عناصر فوق را به تنهایی و با هم دیگر به منظور تخمین شرایط زمین، نیاز خواهند داشت. پس از کمی تجربه، همین که مفسر امکان فهم بعضی از الگوهای عکس هوایی خاص را که تقریباً مرتب تکرار می‌گردد در خود ایجاد نمود این عناصر اغلب به صورت ناخودآگاه بکار برده می‌شوند. در مناطق پیچیده، مفسر نبایستی تصمیمات سریع در خصوص شرایط زمین اتخاذ کند لکن بایستی به دقت توپوگرافی، الگوی زهکشی و بافت، فرسایش، تُن عکس، رویش و خصوصیات کاربری زمین برروی عکس‌های هوایی را بررسی نماید.

در ادامهٔ این فصل، بسیاری از انواع سنگ بسترهای اصلی و خاکهای منتقل شده متداول در سطح زمین و نیز رسوبات آلی را بررسی می‌کنیم. برای هر یک از این موارد، منشاء زمین‌شناسی و شکل‌گیری، خصوصیات خاک و یا سنگ بستر، دلائل برنامه‌ریزی کاربری زمین و تشخیص عکس هوایی با استفاده از عناصر تفسیر عکس هوایی برای ارزیابی عوارض زمین را بررسی می‌کنیم. نمونه ما به رخدادهای ایالات متحدهٔ آمریکا محدود می‌شود. ما برروی فهم عمیق مثالهای مختلف سنگ بستر، انواع خاکهای جابجا شده تأکید می‌کنیم. در طبیعت، برای هر نوع از مواد تغییرات فراوانی وجود دارد. مفسرینی که در مکانهای خاصی کار می‌کنند می‌توانند اصول تنظیم شده در این کتاب را برای فراهم نمودن کلیدهای تفسیری خودشان بکار گیرند. در مواردی که لازم است طبقه‌بندی ها در ظاهر عکس هوایی، برای شرایط گوناگونی از آب و هوا در نظر گرفته شود، در خصوص آب و هوای مرطوب و خشک صحبت می‌کنیم. هنگامی که میزان بارندگی سالانه

حداقل ۵۰ سانتی‌متر یا بیشتر در یک منطقه باشد، آب و هوای آن منطقه را مرطوب می‌گوئیم و هنگامی که کمتر از ۵۰ سانتی‌متر باشد آن مناطق از نظر ما دارای آب و هوای خشک می‌باشند.

در امریکا، کشاورزی دیم در مناطقی که دارای حداقل بارندگی سالانه ۵۰ سانتی‌متر می‌باشند، متداول است. مناطقی که کمتر از ۵۰ سانتی‌متر بارندگی سالانه دریافت می‌کنند نیازمند آبیاری برای فعالیت‌های کشاورزی هستند. حتی بیشترین تحقیق و تجزیه و تحلیل کلاسیک بر روی عکس هوایی می‌تواند از تأیید نهایی ناشی از عملیات میدانی بهره ببرند زیرابه‌نظر می‌رسد بندرت فرآیند تفسیر عکس هوایی صرفاً متکی به خود باشد.



نگاره (۲-۴۲): زوج عکسهای استریو نشان‌دهندهٔ اشکال آبریزهای اصلی (زهکشی ها) (a) تراس شنی و ماسه‌ای، دان کانتی در ویسکانسین (b) رسوب (لای ناشی از رسوب گذاری باد)، بوفالو کانتی، نبراسکا(c) تیل یخچالی رسی همراه با لای شن مادیسون کانتی، ایندیانا مقیاس ۱:۲۰،۰۰۰

مفسر عکس هوایی بایستی از نقشه‌های توپوگرافی ، زمین‌شناسی و خاک‌شناسی موجود استفاده نموده و نسبت به کنترلهای میدانی انتخابی اقدام نماید. بهره‌برداری اساسی از تفسیر عکس هوایی برای ارزیابی عوارض زمینی بایستی منجر به صرفه‌جویی در زمان، هزینه و تلاش گردد. کاربرد روشهای تفسیر عکس هوایی می‌تواند تهیه نقشه‌های عوارض زمین در دوره‌های نامناسب آب و هوایی را که تهیه نقشه‌های میدانی امکان پذیر نیست، میسّر ساخته و زمینه‌ساز مؤثرتر عملیات میدانی گردد.

۲ - ۱۶) اشکال سنگ بستر

سنگهای رسوبی

اغلب انواع سنگهای رسوبی مورد ملاحظه، ماسه سنگ ، سنگ رسی و سنگ آهک می‌باشند. سنگ‌های رسوبی تقریباً اکثریت نوع سنگ قرار گرفته برروی سطح زمین را تشکیل داده و قریب به ۷۵٪ سطح زمین را پوشش می‌دهند. (سنگ‌های آذرین تقریباً ۲۰٪ و سنگ‌های دگردیسی ۵٪ سطح زمین را پوشش می‌دهند). سنگ‌های رسوبی از طریق بهم‌چسبیدن و سخت شدن لایه‌های رسوبی که از طریق آب یا هوا رسوب نموده‌اند، تشکیل می‌گردند. رسوبات بوسیلهٔ پدیدهٔ سنگ‌سازی، فرآیندی که شامل سمنت کاری و تراکم از طریق وزن لایه‌های رسوبی که برروی آنها قرار گرفته، تبدیل به توده‌های سنگ منسجم می‌گردند.

سنگ‌های رسوبی کلاستیک،[۲] **سنگهایی هستند که از ذرات مجّزای حاصله از** فرسایش، انتقال، ته‌نشینی سنگها و خاکهای اولیهٔ بوجود آمده باشند. ماهیّت ذرّات تشکیل دهنده و طریقه‌ای که آنها به یکدیگر می‌چسبند، بافت، قابلیت نفوذ و مقاومت سنگ‌ها را تعیین می‌کند. سنگ‌های جداشوندهٔ رسوبی که اکثراً شامل ذرات هم اندازهٔ ماسه هستند، ماسه سنگ نامیده می‌شوند و سنگ‌هایی که اکثراً شامل ذرّات اندازه لای هستند سنگ سیلت (سنگ لای) و آندسته از سنگهایی که اکثراً دارای ذرات هم اندازهٔ رس هستند سنگهای رسی نامیده می‌شوند. سنگ آهک دارای مقدار زیادی کربنات کلسیم می‌باشد و از طریق عمل شیمیایی یا بیوشیمی تشکیل می‌شود. تشخیص بین دو روش تشکیل به شکل زیر است: سنگهای آهکی تشکیل شده از طریق فعل و انفعالات شیمیایی ناشی از ته‌نشین شدن کربنات کلسیم موجود در آب می‌باشد. سنگ آهک تشکیل شده از طریق بیوشیمی ناشی از فعل و انفعالات شیمیایی عمل کننده برروی سنگهای رسی، پوسته‌های صدف‌دار و یا فلس بدن ماهیان، ذرات پوسته‌ها، و مواد گیاهی می‌باشد.

خصوصیات اصلی سنگهای رسوبی که ظاهر ساختار زمین‌شناسی عکس هوایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند عبارتنداز: لایه[۳]، **شکاف**[۴]، **(درزه) و مقاومت در برابر** فرسایش[۵].

سنگ‌های رسوبی نوعاً در نتیجهٔ تغییرات در فرآیند رسوب گذاری، لایه‌لایه هستند. هر یک از لایه‌ها به تنهایی چینه (لایه) نامیده می‌شود. بالا و پایین هر لایه دارای سطوح کم و بیش قابل تشخیص است که بستره[۶] نامیده شده و انتهای یک بستر و شروع بستر دیگر را با خصوصیات متفاوتی نشان می‌دهند. ضخامت لایه‌ها به تنهایی ممکن است از چند میلیمتر تا چندین متر تغییر کند. لایه‌ها در شرایط اولیهٔ‌شان معمولاً تقریباً به صورت افقی هستند لکن ممکن است در پی یک جابجایی پوستهٔ زمین با هر زاویه‌ای چرخش نمایند. درزه‌ها ترکهایی در بین توده‌های جامد سنگ با جابجایی کم و یا بدون جابجایی موازی درزه‌های سطحی هستند. درزه‌ها در سنگهای رسوبی عمدتاً عمود بر بسترها می‌باشند و سطوح همواری را

تشکیل می‌دهند که ممکن است با سایر بسترها برخورد نمایند.

چندین درزه سیستماتیک تشکیل یک مجموعه درزه را می‌دهند و هنگامی که دو یا تعداد بیشتری مجموعه در یک منطقهٔ تشخیص داده می‌شود، الگوی کلی، یک سیستم درزه نامیده می‌شود. به علت آنکه درزه‌ها صفحات ضعف در سنگها می‌باشند، آنها اغلب تشکیل سطوحی را می‌دهند که به روشنی برروی عکسهای هوایی قابل رؤیت هستند، بویژه در خصوص ماسه سنگ. جویبارها اغلب خطوط درزه را تعقیب می‌کنندو ممکن است به صورت زیگزاگ از مسیر یک درزه به سوی درزه دیگری عبور کنند. مقاومت سنگهای رسوبی در برابر فرسایش بستگی به مقاومت سنگ، قابلیت نفوذ، قابلیت حل شدن دارد. مقاومت سنگ اساساً بستگی به عامل متصل کننده هر یک از ذرات رسوبی به یکدیگر و ضخامت لایه‌ها دارد.

لایه‌های ضخیم ماسه‌سنگ سیمان شده بوسیلهٔ کوارتز بسیار قوی هستند و ممکن است بعنوان مواد ساختمانی بکار برده شوند. لایه‌های خاک رس نازک اغلب آنقدر ضعیف هستند که می‌توانند بوسیلهٔ دست به ورقه‌ها و تکه‌های کوچک خورد شوند. نفوذپذیری سنگ، به توانایی تودهٔ سنگ برای انتقال آب نسبت داده می‌شود و بستگی به اندازهٔ فضاهای خالی بین ذرات رسوبی و پیوستگی اتصال آنها (فضاهای خالی) دارد. ماسه سنگ عموماً یک سنگ نفوذپذیری است . سنگ رسی معمولاً کاملاً غیرقابل نفوذ می‌باشد و آب اساساً در سنگهای رسی بجای عبور از میان فضای خالی بین ذرات رسوب یافته در امتداد صفحات درزه‌ها حرکت می‌کند. سنگ‌های آهکی که دارای مقدار زیادی کربنات کلسیم هستند در آب حل می‌شوند و ممکن است در شرایط بارندگی و حرکت آبهای زیرزمینی حل گردند. ما خصوصیات سنگ آهک، سنگ رسی و ماسه‌سنگ را با وضعیت بستهٔ افقی شرح می‌دهیم. سنگهای رسوبی جابجا شده در اینجا بررسی نشده‌اند.

ماسه سنگ[۷]

رسوبات ماسه‌سنگ معمولاً در لایه‌های دارای چندمتر ضخامت، بین دو بستر سنگ رسی و یا سنگ آهک ایجاد می‌گردد. چنین رخدادهایی را بعداً در این بخش بحث می‌کنیم. در اینجا عمدتاً تشکیل ماسه سنگ با ضخامت حدود ده متر یا بیشتر را بررسی می‌کنیم.

لایه‌های ماسه سنگ اغلب برروی عکس هوایی برجسته هستند، بویژه هنگامی که لایه‌های ماسه‌سنگ برروی رسوبات نرم‌تر و رسوبائی که آسانتر فرسوده می‌گردند نظیر سنگ رسی، ایجاد می‌شود. درزه‌ها، با یک سیستم درزه که از دو یا سه جهت غالب تشکیل یافته است ، (در عکس هوایی) واضح است. مقاومت در برابر فرسایش، براساس مقاومت میزان عناصرچسبنده تغییر می‌کند. ماسه سنگ مستحکم شده با ترکیبات آهن و سیلیکات نوعاً بسیار قوی می‌باشد. در صورتی که ماسه‌سنگ مستحکم شده با کربناتها معمولاً کاملاً ضعیف می‌باشد. از آنجائی که ماسه‌سنگ بسیار نفوذپذیر می‌باشد، اکثریت نزولات آسمانی بجای آنکه موجب ایجاد فرسایش سطحی در اثر بارندگی گردند، از طریق ماسه‌سنگ به سمت پایین نفوذ می‌کنند. ماسه سنگ مستحکم شده با کربناتها ممکن است به علت حل شدن عناصر استحکام بخش در آب نفوذی، ضعیف گردد.

در مناطق خشک، بندرت یک پوشش رسوبی خاک برروی ماسه‌سنگ وجود دارد زیرا تمامی ذرّات ماسهٔ هوازده بوسیلهٔ فرسایش ناشی از باد خارج می‌گردند. در مناطق مرطوب، عمق پوشش خاک رسوبی بستگی به مقاومت عناصر چسبنده دارد لکن معمولاً کمتر از یک متر و بندرت بیش از ۲ متر می‌باشند. بافت خاک باقی مانده در مناطق مرطوب به اندازهٔ ذرات ماسه سنگ و مقاومت عناصر چسبنده بستگی دارد.

ماسه‌سنگی که دارای استحکام و چسبندگی ضعیف می‌باشد در اثر هوازدگی به ماسه تبدیل می‌شود. در صورتی که ممکن است خاکهای رسوبی ناشی از ماسه‌سنگ بسیار مستحکم شده دارای مقداری لای و رس باشند. خاکهای رسوبی در مقایسه با زهکش‌های بیش از حد ماسه‌ای، ماسهٔ رسی و رس‌ماسه‌ای، نوعاً بخوبی زهکشی هستند. مناطق دارای لایه‌های عظیم ماسه‌سنگ با پوشش خاکی رسوبی، به علت ترکیب توپوگرافی ناهموار و عمق کم نسبت به سنگ بستر معمولاً توسعه نیافته‌اند. لایه دفن شدهٔ ماسه‌سنگ اغلب یک منبع عالی آب زیرزمینی هم برای مالکان شخصی و هم برای شهرداریها می‌باشد. ماسه‌سنگ بخوبی مستحکم شده اغلب بعنوان سنگ ساختمانی برای ساخت بناهای مسکونی بکار برده می‌شود.

تشخیص بسترهٔ ماسه‌سنگ افقی با استفاده از عکس هوایی

توپوگرافی: تپه‌های مشخص و بزرگ، قلّه‌های نسبتاً صاف با دامنه‌های تقریباً قائم و یا با شیب بسیار تند.

زهکش: درشت بافت، درزه محدود، الگوی درختی تغییر یافته، اغلب الگوی مستطیل شکل ایجاد شده‌بوسیله مجموعه‌ای از درزه‌هایی که در جهات عمود بر هم می‌باشند.

فرسایش: چندین آبگذر. در صورتیکه در خاک رسوب یافته وجود داشته باشند به شکل V هستند.

تُن عکس: عموماً تُن‌های روشن به علّت رنگ روشن سنگ و زهکش عالی داخلی، در خاک رسوب یافته و ماسه‌سنگ. تُن ماسه سنگ قرمز در مناطق خشک در عکسبرداری برروی فیلم پانکروماتیک یک مقدار تیره بنظر می‌آید.

پوشش متراکم درختی برروی ماسه‌سنگ در مناطق مرطوب عموماً بنظر تیره می‌آید، اما در این حالت مفسر به جای آنکه به خاک یا سطح سنگی زمین نگاه کند به چتر درختان نگاه می‌کند. کاربری رویش و اراضی زمین: رویش تنک در مناطق خشک. معمولاً در مناطق مرطوب به صورت جنگلی در آمده است زیرا خاک رسوبی برای نگهداری محصولات، بسیار خوب زهکش می‌باشد. در یک آب و هوای مرطوب، رشته‌های ماسه‌سنگ نوک پهن با پوشش رسوبی ناشی از باد اغلب کشت شده‌اند. سایر: ماسه‌سنگ گاهی اوقات با گرانیت اشتباه می‌شود.

نگارهٔ (۲ - ۲۳)، ماسه‌سنگ دارای بستر افقی را در یک آب و هوای خشک که مابین چندبسترهٔ نازک رسی قرار گرفته است نشان می‌دهد.

لایه می‌تواند به بهترین وجهی بوسیلهٔ بررسی دیواره‌های دره دیده شود

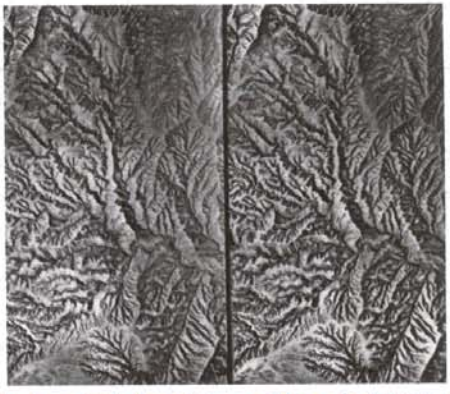
جائی که جویبار در عمق دره عوارض زمین را قطع نموده و شکافته است.

جهت مجموعهٔ درزه‌های اصلی تقریباً عمود بر صفحه است. جهت درزه‌های فرعی بر جهت مجموعهٔ درزه‌های اصلی، عمود است. این مجموعه درزه‌ها تنهابخشی از جهت جریان جویبار اصلی را کنترل می‌کنند. لکن بطور قوی جهت زهکشی ثانویه را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

نگاره (۲-۴۳): سنگ بسترهٔ افقی ماسه سنگ در آب و هوای خشک در جنوب یوتا مقیاس ۱:۲۰،۰۰۰

سنگ رس[۸]

رسوبات سنگ رسی به صورت ضخیم و نازک بین دو بسترهٔ ماسه سنگ و سنگ آهک در سراسر جهان متداول است. لایهٔ سنگ رسی نوعاً با لایه‌های ۱ تا ۲۰ سانتی‌متر ضخامت، بسیار گسترده می‌باشد. لایه همیشه قابل رؤیت برروی عکس‌های هوایی نیست.



نگاره (۲-۴۴): سنگ بسترهٔ افقی رسی در آب و هوای خشک در یوتا مقیاس ۱:۲۶،۷۰۰

به هر صورت اگر لایه‌ها با یک اختلاف مشخص در رنگ یا مقاومت در برابر فرسایش وجود داشته باشند یا اگر سنگ رسی بین دو بسترهٔ ماسه سنگ یا سنگ آهک قرار گرفته باشد، لایه ممکن است دیده شود. اثر درزه همیشه به اندازهٔ کافی برای تغییر سیستم زهکشی سطحی به یک الگوی قابل ملاحظهٔ کنترل شدهٔ درزه، قوی نیست. مقاومت نسبت به فرسایش در مقایسهٔ با انواع دیگر سنگ رسوبی کم است. از آنجائی که سنگ رسی نسبتاً غیرقابل نفوذ است، اکثر بارندگی‌های جاری شده برسطح زمین، موجب فرسایش گسترده می‌گردند. عمق پوشش خاک رسوبی عموماً کمتر از یک متر و بندرت بیش از دو متر است. خاک رسوبی دارای مقدارزیادی لای و رس با بافت‌هایی که نوعاً دارای رس لای‌دار، لای رس و شن، لای رس‌دار و رس می‌باشند، است. با توجه به بافت خاک و ساختار سنگ و خاک، زهکشی داخلی خاک نوعاً ملایم یا ضعیف‌تر می‌باشد. اگرچه توپوگرافی در مناطق سنگ رسی معمولاً برای توسعهٔ شهری مطلوب است، ممکن است زهکشی خاک و عمق نسبت به شرایط سنگ بستره با بروز مشکلات در حفاری زیرزمینی و ایجاد مخازن سپتیک و (خدمات) نگهداری، توسعه شهر را محدود نماید. فراهم نمودن آب زیرزمینی در بسترهٔ سنگی رسی بسیار متغیر است. اگر (بسترهٔ) سنگ رسی دارای درزه عمیقی باشد، آب زیرزمینی ممکن است فراهم شود. در بسیاری از موارد، به هر صورت، حفر نمودن سنگ بسترهٔ رسی به سوی یک لایهٔ زیرزمینی آب، لازم خواهد بود. نگارهٔ (۲ - ۴۴) سنگ بسترهٔ افقی رسی در یک آب و هوای خشک را نشان می‌دهد. یک مقایسه با نگارهٔ (۲ - ۴۳) کنتراست در لایه، درزه و مقاومت در برابر فرسایش بین سنگ بستر رسی و ماسه‌سنگ را نشان می‌دهد.

تشخیص عکس هوایی سنگ بستره افقی رسی

توپوگرافی: در یک هوای خشک، دراثر سیلابهای شدید در یک زمان کوتاه و فرسایش سطحی سریع حاصله و براثر بوجود آمدن شیبهای تند عرضی جویبارها و نهرها بر زمین به طور کامل بریده بریده می‌شوند. در یک هوای مرطوب، شیب کم تا ملایم، تپه‌های به‌نرمی گرد شده.

زهکشی: یک الگوی درختی با جویبارهای منحنی گونه ملایم، بافت ریز در محیط و آب و هوای خشک و بافت ریز تا متوسط در هوای مرطوب.

فرسایش: آبریزها در خاک رسوبی دارای مقاطع گرد شده ملایم‌هستند.

تُن عکسی: به طور گسترده‌ای تغییر می‌کند، عموماً تُن‌های سیاه در مقایسه با ماسه سنگ و سنگ آهک. اختلاف‌ها در تُن عکسی ممکن است لایه را مشخص نماید.

رویش و کاربری زمین: مناطق خشک معمولاً لم‌یزرع هستند. بجز برای رویش کویری. مناطق مرطوب به طور گسترده کشت شده یا به‌طور متراکمی جنگل‌کاری گردیده‌اند.

سایر: سنگ رسی گاهی اوقات با بادرفت اشتباه تشخیص داده می‌شود.

سنگ آهک[۹]

سنگ آهک اساساً از کربنات کلسیم تشکیل می‌گردد که در آب حل

می‌شود. سنگ آهکی که دارای مقدار قابل توجهی کربنات کلسیم و کربنات منیزیم (یا کربنات کلسیم منیزیم) باشد سنگ آهک دولومیتی، یا دولومیت نامیده می‌شود، و کمتر در آب حل می‌شود. سنگ آهک در سراسر جهان بوجود می‌آید. برای مثال، یک منطقه دارای سنگ آهک بسیار حل شونده در منطقه‌ای بین بخشهایی از ایالات ایندیانا، کنتاکی و تنسی واقع در امریکا ایجاد شده است. لایهٔ سنگ آهک عموماً در عکس‌های هوایی برجسته نیست مگر آنکه سنگ آهک بین دو بستره، ماسه سنگ یا سنگ رسی قرار داشته باشد. وجود شکاف (درزه) در بسترهای ماسه سنگ بسیار قوی است و موقعیت بسیاری از معبرهای زهکشی زیرسطحی را تعیین می‌کند. به هر صورت، «درزه» عموماً در عکس‌های هوایی دارای بستر سنگ آهک در یک منطقه با آب و هوای مرطوب برجسته نیست. مقاومت در برابر فرسایش تغییر می‌یابد و این امر بستگی به قابلیت حل شدن و درزهٔ سنگ دارد. از آنجائی که کربنات کلسیم در آب حل میشود، بسیاری از مناطقی که دارای سنگ آهک هستند به شدت بوسیلهٔ بارندگی و فعالیت آبهای زیرزمینی فرسایش یافته‌اند. سطح زمین در مناطق دارای سنگ آهک حل شونده در آب و هوای مرطوب نوعاً بوسیلهٔ هزاران گودال تقریباً دایره‌ای شکل موسوم به "sinkholes" به صورت نقطه، بنظر می‌رسند آنها هنگامی که جریان آبهای سطحی به صورت عمودی از طریق سنگ موجود در امتداد صفحات درزه و محل برخورد صفحات درزه‌ها زهکشی می‌گردند، تشکیل می‌شوند. و بتدریج دراثرحل شدن و ریزش سطوح زیرزمینی، معبرهای زهکشی زیرزمینی بزرگتر شده و تشکیل چاله‌ها،[۱۰] را می‌دهند.

عموماً تنها یک پوشش خاکی رسوبی کم عمق روی سنگ آهک در مناطق خشک، در جائی که سنگ آهک اغلب آبریزها و فلاتها را پوشانیده است، وجود دارد. در مناطق مرطوب، عمق پوشش خاک رسوبی به شدت قابل تغییر است و بستگی به مقدار هوازدگی دارد. عموماً، عمق خاک رسوبی از ۲ تا ۴ متر برای سنگ آهک قابل حل شدن (که نوعاً در دره‌ها یا دشت‌ها رخ می‌دهد) می‌باشد و برای دولومیت مقدار کمتری است (که ممکن است آبریزها و فلات‌ها را بپوشاند). خاک رسوبی در مناطق مرطوب شامل مقدار زیادی رس می‌باشد. بافت خاک دارای رس، لای رسی، رس شنی و لای رسی شن‌دار یکسان است.

خاکها اغلب بخوبی زهکش می‌باشند، مگر در کف «چاله‌ها»، به علت ساختار خاک و چشمه‌های محلول در سنگهایی که در لایه زیرین قرار گرفته است. اگر این خاکها بوسیله فعالیت انسان به شدت آسیب ببینند - نظیر توسعه‌های بخشی - زهکشی خاک می‌تواند بسیار ضعیف گردد. اگرچه مناطق سنگ آهک عموماً ممکن است برای توسعه‌های شهری رضایت بخش باشند. لکن خصوصیات محدود کننده‌ای وجود دارد که بایستی به دقت در نظر گرفته شوند. از آنجائی که خاکهای رسوبی شامل مقدار زیادی رس می‌باشند، نسبتاً خاکهای ضعیفی برای شالوده‌سازی روی آنها هستند. اغلب، لازم خواهد بود که پی‌ریزی را مستقیماً برروی بستر سنگی برای نگهداری صحیح ساختمان قرار داد. اگرچه خاکها در یک شرایط طبیعی به خوبی زهکش هستند، لکن ممکن است مشکلاتی در خصوص عملکرد مخازن سپتیک به علت نشست کم در خاک دست خورده وجود داشته باشد.

تشخیص عکس هوایی لایهٔ افقی سنگ آهک

این بحث مربوط می‌شود به سنگ آهک قابل حل در آب و هوای مرطوب.

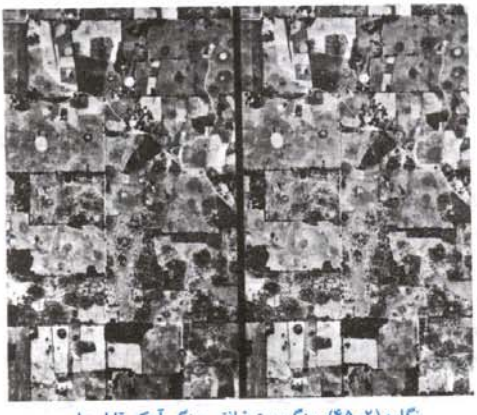
توپوگرافی: یک سطح موج‌دار ملایم شکسته شده بوسیلهٔ حفره‌های متعدد تقریباً دایره‌ای شکل که نوعاً دارای ۳ تا ۱۵ متر عمق و ۵ تا ۵۰ متر قطر می‌باشند.

زهکشی: زهکش مرکزی، به سوی هر یک از حفره‌ها تعداد بسیار کم جویبارهای سطحی. جویبارهای سطحی ناشی از شکل اراضی مجاور یا انواع سنگ ممکن است از طریق حفره‌ها هنگامی که جویبارها به سنگ آهک می‌رسند، در زیر زمین محو گردند.

فرسایش: آبگذرها با مقاطع عرضی تقریباً گرد شدهٔ در خاک رسوبی ریزبافت بوجود می‌آیند.

تُن عکسی: پیدایش تُن‌های لکه لکه در اثر پیشرفت شدید حفره‌ها. کاربری زمین و رویش: نوعاً کشت شده، بجز کف حفره‌ها که اغلب مرطوب هستند یا دربرگیرندهٔ آب ساکن در بخشی از سال می‌باشند.

سایر: سنگ آهک با گسترش شدید حفره ممکن است با فرسایش تیل اشتباه گردد. تشخیص سنگ آهک دولومیتی از سنگ آهک قابل حل بسیار دشوارتر است. سنگ آهک دولومیتی عموماً بخوبی زهکش است و دارای حفره‌های پیچیده می‌باشد.



نگاره (۲-۴۵): سنگ بسترهٔ افقی سنگ آهک قابل حل در یک آب و هوای مرطوب

تعیین موقعیت آب زیرزمینی ممکن است مشکل و بسیار سخت باشد. بعلاوه، ضایعات خروجی مخازن سپتیک ممکن است باعث آلوده شدن آب زیرزمینی گردد. معمولاً تغییر قابل ملاحظه‌ای در توپوگرافی، عمق نسبت به سنگ بستر و شرایط زهکشی خاک، وجود دارد، که نیازمند آزمایش دقیق خاک و تهیه نقشه قبل از ادامهٔ توسعه می‌باشد. فروریختن حفره‌ها تحت

بارهای سنگین نظیر تجهیزات ساختمانی، بزرگراهها و باند فرودگاه‌هایک مشکل جدی در مناطق دارای سنگ آهک می‌باشد.

نگاره (۲ - ۴۵) بستر افقی سنگ آهکی قابل حل در یک آب و هوای مرطوب را نشان می‌دهد. به توسعهٔ حفره‌ها (تا چهل حفره در هر کیلومترمربع) و فقدان کامل جویبارهای سطحی توجه کنید. خاکهای رسوبی در اینجا، لای رسی شن‌دار و لای رسی بخوبی زهکش با ۱/۵ تا ۳ متر عمق، برروی بستر آهکی قرار دارند.

سنگ‌های آذرین

سنگ‌های آذرین بوسیلهٔ خنک شدن و در نتیجهٔ انجماد مواد مذاب یک تودهٔ ذوب شدهٔ مواد سنگی زمین، تشکیل می‌گردند. سنگ‌های آذرین به دو گروه تقسیم می‌شوند: نفوذی[۱۱] و **خروجی**[۱۲]. **سنگهای آذرین نفوذی قبل از آنکه مواد مذاب به سطح زمین** برسند، در حفره‌ها و ترک‌ها از طریق جدا نمودن سنگهای اطراف بوسیلهٔ فشار یا ذوب یا حل شدن آنها، نفوذ نموده و منجمد می‌گردند و به این صورت سنگهای آذرین نفوذی تشکیل می‌شوند. سنگهای آذرین خروجی هنگامی که مواد مذاب به سطح زمین می‌رسند تشکیل می‌گردند. سنگهای آذرین نفوذی معمولاً در توده‌های بزرگی اتفاق می‌افتند که در آن مواد مذاب بسیار آهسته خنک شده است و به صورت کریستالهای بزرگ منجمد می‌گردد. دانه‌های کریستال برای تولید یک سنگ متراکم و مستحکم خالی از حفره‌های آزاد با یکدیگر قفل و بست می‌گردند. سنگهای آذرین خارجی در اشکال گوناگون آتشفشانی ایجاد می‌شوند که شامل انواع مختلف جریانهای آتشفشانی، مخروط‌های آتش‌فشانی و رسوبات خاکستر آتشفشان می‌گردند. این سنگها سریعتر از سنگهای آذرین نفوذی خنک شده و نتیجتاً دارای کریستالهای کوچکتر می‌باشند.

سنگ‌های آذرین نفوذی

سنگهای آذرین نفوذی از گرانیت، سنگ روشن درشت دانه که اساساً از کوارتز، و فلدسپار[۱۳] **تشکیل یافته است شروع می‌گردد تا به سنگ درشت دانه، تیره‌رنگ گابرو**[۱۴] **که** اساساً از مواد معدنی فرومنیزیم و فلدسپار تشکیل شده است می‌رسد.

سنگهای آذرین نفوذی بسیاری وجود دارند که حدفاصل بین گرانیت و گابرو هستند. نظیر گرانودیوریت[۱۵] **و دیوریت**[۱۶]. **ما تنها طبقهٔ وسیعی از سنگهای آذرین نفوذی را که سنگهای گرانیت**[۱۷] **نامیده می‌شوند بررسی می‌کنیم. اصطلاحی که برای شرح هر نوع سنگ** آذرین نفوذی، روشن درشت دانه بکار می‌رود.

سنگ‌های گرانیتی به صورت توده‌ای، اشکال غیربسترگونه نظیر کوههای سیرانوادا[۱۸] **و تپه‌های سیاه در داگوتای جنوبی**[۱۹] **وجود دارد.**

در نتیجهٔ سرد شدن از حالت ذوب و یا آزاد شدن فشار، هنگام فرسایش خاک قرار گرفته روی سنگ بستر، اغلب آنها به صورت قوی، به یک سری درزه‌های جهت یافتهٔ غیرمنظم شکسته می‌شوند. سنگهای گرانیتی دارای مقاومت زیاد در برابر فرسایش می‌باشند.

تشخیص عکس هوایی سنگ‌های گرانیتی

توپوگرافی: تپه‌های عظیم، غیربسترگونه، گنبدگونه با ارتفاع قله‌های متغیر و شیب‌های تندیال. اغلب به شدت با یک الگوی غیرمنظم و گاهی اوقات با الگوی منحنی گونهٔ ملایم بهم پیوند خورده‌اند. درزه‌ها ممکن است موجب تشکیل حفره‌های توپوگرافی گردند که در آنها خاک و رویبدنیها جمع می‌گردند و در امتداد آن آب میل به جریان دارد.

زهکشی و فرسایش: الگوی درختی درشت بافت با تمایل جویبارها که به دور قاعدهٔ گنبدگونهٔ تپه‌ها، بصورت منحنی جریان پیدا می‌کنند. کانالهای زهکشی فرعی در امتداد درزه‌ها شکل می‌گیرند. تعداد معدود حفره، بجز در مناطق خاک رسوبی عمیق‌تر.

تُن عکسی: تن روشن ناشی از رنگ روشن سنگ است. تُن تیره‌تر در گودالهاکه در امتداد درزه‌ها شکل گرفته‌اند.

کاربری زمین و رویش: رویش پراکنده در آب و هوای خشک. اغلب جنگل با مقداری رگه‌های سنگی سخت ایجاد شده در یک آب و هوای مرطوب . رویبدنیها ممکن است در گودی‌هایی متمرکز شوند که در امتداد بعضی از درزه‌ها شکل گرفته‌اند. سایر: سنگ‌های گرانیتی گاهی اوقات با لایه افقی ماسه سنگ اشتباه گرفته می‌شود. اختلاف اساسی در تشخیص عکس هوایی سنگ‌های گرانیتی در مقابل ماسه‌سنگ می‌تواند به شکل زیر خلاصه شود.

۱) *مشاهدات لایه:* سنگهای گرانیتی دارای بستره نیستند، ماسه‌سنگ دارای بستره است.

۲) *توپوگرافی:* پیدایش رگه گرانیتی در سطح زمین دارای برآمدگی‌های مختلف می‌باشند، ماسه‌سنگ کپ‌راک [۲۰] **فلاتها را تشکیل می‌دهد. سنگهای گرانیتی دارای** صخره‌های گردگونه می‌باشند، ماسه‌سنگ دارای صخره‌های عمودی است، عوارض کوچک گرانیتی مدوّر هستند، عوارض کوچک ماسه سنگ بلوک گونه می‌باشند.

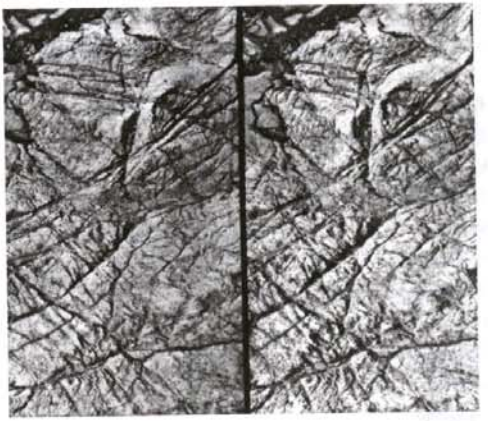
۳) *الگوی درزه:* سنگهای گرانیتی دارای الگوی غیرمنظم درزه با مقداری فرورفتگی‌های خطی قابل تشخیص می‌باشند، ماسه سنگ دارای سیستم درزه می‌باشد که از دو یا سه جهت اصلی تشکیل یافته است.

مادامی که تحت تأثیر هوازدگی قرار می‌گیرند، آنها تمایل به شکسته شدن یا پوسته شدن در ورقه‌های متحدالمرکز از طریق فرآیندی که ورقه ورقه شدن نامیده می‌شود، دارند.

در مناطق خشک، عمق پوشش خاک رسوبی برروی بستر سنگی گرانیت نوعاً خیلی نازک است (کمتر از نیم متر) ، بجز در مناطق شکسته جائی که ممکن است ضخیم‌تر باشد. در مناطق مرطوب، عمق نسبت به بستر سنگی نوعاً بین یک تا ۲ متر است. بافت خاک رسوبی در مناطق مرطوب نوعاً از ماسه‌رسی، ماسه رسی دارای شن، یا رس دارای شن و ماسه تشکیل یافته است. سنگهای گرانیتی ضرورتاً آب نگه نمی‌دارند. بجز در مناطق دارای شکستگی. آب محدودی ممکن است از طریق خاک ماسه‌ای در بالای سنگ جامد (گرانیت) موجود باشد.

به علت ترکیبی از توپوگرافی ناهموار و شیاردار، عمق کم نسبت به

سنگ بستر و مقدار کم آب زیرزمینی، مناطقی که نگاره (۲ - ۴۶) سنگهای گرانیتی را در یک هوای خشک با مقدار خیلی کم خاک یا پوشش گیاهی نشان می‌دهد. به تشکیل تودهٔ غیرلایه‌ای با صخره‌های گودگونه توجه کنید همچنین توجه کنید که تعدادی از درزه‌ها بزرگ شده‌اند و فرورفتگی‌هایی را با مقداری پوشش خاکی و روییدنی تشکیل می‌دهند.



نگاره (۲-۴۶): سنگ گرانیت در آب و هوای خشک، ویونسیک، مقیاس ۱:۳۷،۳۰۰ دارای توده‌های سنگی گرانیتی با پوشش خاک رسوبی می‌باشند نوعاً برای توسعهٔ شهری مناسب نیستند.

سنگ‌های آذرین خروجی

سنگ‌های آذرین خروجی اساساً از جریانهای آتشفشان و مواد تشکیل شده در اثر فعالیت آتشفشان تشکیل یافته‌اند. جریانهای آتشفشان، توده‌های تشکیل یافته از سنگ می‌باشند که از انجماد سنگ مذاب ناشی از مخروطهای آتشفشان و شکافهای آتش‌فشان با فعالیت کم و یا بدون هرگونه فعالیت انفجارگونه بوجود آمده است.

در مقابل، مواد تشکیل شده در اثر فعالیت آتشفشان نظیر سنگ‌های نیم‌سوختهٔ آتش‌فشان و خاکستر آتشفشان از سوراخهای آتشفشان بیرون انداخته شده‌اند. شکل جریانهای مواد مذاب آتشفشان اساساً بستگی به ویسکوزیته مواد مذاب آتشفشان دارد.

ویسکوزیته مواد آتشفشان به نسبت سیلیکات (Si02) و آلومینا (Al2o3) در مواد مذاب آتشفشان افزایش می‌یابد. حداقل ویسکوزیته مربوط به مواد آتشفشان (برای اکثریت سیالها) از نوع بازالت (Al2o3) می‌باشد که تقریباً ۶۵ درصد آن سیلیکات و آلومینا می‌باشد. مواد مذاب آتشفشانی مربوط به سنگ خاکستری تیرهٔ فلدسپات دار دارای ویسکوزیتهٔ متوسط می‌باشند و در حدود ۷۵٪ سیلیکات و آلومینا را شامل می‌گردد. مواد مذاب آتشفشانی دارای خاصیت اسیدی فراوان از ویسکوزیته زیادی برخوردارند بطوری که ۸۵٪ سیلیکات و آلومینا را دربر می‌گیرند. تاکنون چندین نوع آتشفشان اصلی مشخص گردیده‌اند.

آتشفشانهای استراتو (Strato Volcanoes) (آتشفشانهای مرکب نیز نامیده می‌شوند)

آتشفشانهای استراتو عبارتنداز آتشفشانهای مخروطی شکل با شیب تند که از لایه‌های متناوب مواد مذاب آتشفشان و مواد تشکیل یافته در اثر فعالیت آتشفشان ترکیب یافته‌اند.

مواد مذاب آتشفشان نوعاً سنگ خاکستری تیرهٔ فلدسپات‌دار دارای خاصیّت اسیدی فراوان می‌باشند و شیب پال آتشفشان می‌تواند ۳۰ درجه یا بیشتر باشد.

بسیاری از آتشفشانهای استراتو مخروطهای بسیار زیبا بوده و عظمت و شکوه خاصی دارند. هر یک از کوههای زیر یک آتشفشان استراتو می‌باشند. شاستا (کالیفرنیا)[۲۱]، **هود (اُرگون)**[۲۲] رانیر (واشنگتن)[۲۳]، **هلنزمقدس (واشنگتن)**[۲۴]، **فوجی (ژاپن)**[۲۵]، **وزوویوس (ایتالیا)**[۲۶] و کلیمانجارو (تانزانیا)[۲۷]

آتشفشانهای شیلد (Shield Volcanoes) (همچنین آتشفشانهای نوع **هاوایی**[۲۸] **نیز نامیده** می‌شود) وسیع هستند و دارای مخروطهای آتشفشان با شیب ملایم گنبدی شکل مسطح که اصولاً از طریق روی هم قرار گرفتن جریانهای مواد مذاب آتشفشانی از نوع بازالت بوجود آمده‌اند.

شیب یالها عموماً از ۴° تا ۱۰° به صورت ملایم تغییر می‌کند. آتشفشانهای **هالیکا**[۲۹]، **مااوناکیا**[۳۰]، **مااونالو**[۳۱] و **گیلاو**[۳۲] **در هاوایی از نوع آتشفشانهای شیلد هستند.**

آتشفشانهای فلودبازالت[۳۳] (plateau basalt نیز نامیده می‌شوند)

آتشفشانهای فلودبازالت از انفجارها وفورانهای در مقیاس وسیع و از بازالت سیّال تشکیل می‌گردند که سازندهٔ دشت‌های تقریباً مسطح وسیع می‌باشند که بعضی از آنها دارای ارتفاعات بلند هستند. جریانهای وسیع «فلودبازالت»، رودخانهٔ کلمبیا و دشت‌های رودخانهٔ اسنیک شمال غربی ایالات متحدهٔ امریکا را تشکیل داده‌اند.

تشخیص عکس هوایی جریانهای مواد مذاب آتشفشان

توپوگرافی: یک سری جریانهای زبانه مانند که ممکن است همپوش و میان دو سنگ بستره باشند، اغلب با مخروطهای پخش شده نیم سوخته آتشفشان باشند.

مواد مذاب آتشفشان چسبنده (سنگ خاکستری تیرهٔ فلدسپات دار و سنگ آذرین دارای خاصیت اسیدی فراوان)جریانهای ضخیم با لبه‌های تند و برجسته را تشکیل می‌دهند.

سیالهای مواد مذاب آتشفشانی (بازالت) جریانهای نازکی را تشکیل می‌دهند، که بندرت ضخامت آنها از ۱۵ متر بیشتر می‌شود.

زهکشی و فرسایش: مواد مذاب از نظر داخلی به خوبی زهکش هستند

و بندرت یک الگوی زهکشی خوب توسعه یافته وجود دارد.

تُن عکسی و رویش: رنگ مواد مذاب هوانزده و بدون رویش هنگامی که مواد از نوع بازالت است دارای تُن تیره می‌باشند و تُن متوسط برای سنگ خاکستری تیره فلدسپات‌دار و تُن روشن برای سنگ آذرین دارای خاصیت اسیدی فراوان است. بطور کلی، جریانهای اخیر غیررویشی دارای تُن‌های تیره‌تری نسبت به جریانهای هوازده و رویشی می‌باشند.

کاربری زمین: جریانهای اخیر بندرت کشت شده‌اند یا توسعه پیدا نموده‌اند. در اینجا، ما تنها نمونه‌ای از جریان مواد مذاب آتشفشانی رانشان می‌دهیم.

نگاره (۲ - ۴۷) جریانی از مواد مذاب چسبناک و غلیظ راکه از Mt-Shasta کالیفرنیا (یک آتشفشان استراتو) سرچشمه می‌گیرد نشان می‌دهد. این جریان دارای ۶۰ متر ضخامت و سی درجه شیب در جبههٔ جلویی‌اش می‌باشد.

نگاره (۲-۴۷) جریان آتشفشان ویسکوس دریک آب وهوای خشک، سیسکی‌کانتی، کالیفرنیا مقیاس ۱:۳۳،۰۰۰

سنگ‌های دگردیسی[۳۴]

سنگ‌های دگرگون متعارف عبارتنداز کوارتز، مرمر، سنگ‌لوح، گنیس و پلمه‌سنگ (اردوال)، آنها اساساً از بوجود آمدن سنگهای آذرین و یا رسوبی به علت فعالیت گرما و فشار درون زمین شکل گرفته‌اند. گاهی اوقات، فعل و انفعال شیمیایی یا تنش‌های برشی را نیز شامل می‌شوند. اکثریت سنگ‌های دگردیسی دارای یک باند مجزائی هستند که می‌توانند از طریق مشاهدات میدانی دیده شوند و آن مشاهدات آنها را از سنگ‌های رسوبی و آذرین تفکیک می‌کند.

سنگ‌های دگردیسی در سراسر جهان پیدا می‌شوند. به هر صورت، از آنجائی که مقدار آنها محدود است، تشخیص عکس هوایی سنگهای دگردیسی در اینجا مورد بحث قرار نگرفته است. بعلاوه، تشخیص سنگ‌های دگردیسی از طریق عکس هوایی بسیار مشکل‌تر است از تشخیص سنگ‌های آذرین و رسوبی، و روشهای تفسیری برای سنگهای دگرگون بخوبی ایجاد نشده‌اند.

پانوشت

۱) Till : در زمین‌شناسی به معنای آمیزه‌ای از سنگ و ریگ و شن و خاک و غیره که توسط یخرود انباشته شده و فاقد چینه‌بندی است.

2) Clastic

۳) bedding plane در زمین‌شناسی به معنای «بستره»، یعنی سطحی که دو لایهٔ سنگ را از هم جدا می‌کند می‌باشد.

4) jointing

5) Resistance to erosion

6) bedding

7) Sandstone

8) Shale

9) Limestone

10) Sinkholes

11) intrusive

12) extrusive

13) felspa

14) gabbro

15) granodiorite

16) diorite

17) granitic rocks

18) Sierra Nevado

19) Black Hills of south Dakota

20) Caprock

21) shasta (california)

22) Hood (oregon)

23) Ranier (washington)

24) st.Helens (washington)

25) Fuji (Japan)

26) vesuvius (Italy)

27) Kilimanjaro (Tanzania)

28) Hawaiian - type volcanoes

29) Haleakala

30) Mauna Kea

31) Mauna Loa

32) Kilavea

33) Flood Basalt

34) Metamorphic Rocks