تفسیر عکس های هوایی

علی خان نصراصفهانی

جلسه ششم

1

- به نام خداوند خورشید و ماه
- که دل را بنامش خرد داد راه

2

جلسه ششم

۲۸/۲/۱۳۹۹

به کلاس درس اینجانب خوش آمدید

3

برنامه این جلسه

- برنامه درس:
- خواص هندسی عکس های هوایی
- کار با استریومتر یا پارالاکس بار

4

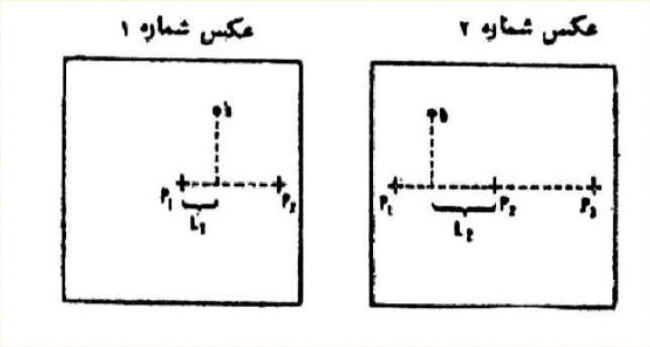
5

اثر پارالاکس

- تغییر مکان ظاهری هر جسم نسبت به یک نقطه مبنا که در اثر تغییر زاویه یا جابجایی محل دید حاصل شده باشد به نام اثر پارالاکس موسوم است.
- چون در عکسبرداری هوایی محل نسبی نقاطی که از آن عکس هوایی تهیه می شود تغییر می کند، بنابراین پارالاکس هر نقطه عبارت خواهد بود از اختلاف ظاهری آن نقطه در دو عکس متوالی.

6

اگـر عکسـهای 1 و 2 بـه عنـوان دو دیـد متفـاوت یـک نـاظر در ایستگاههای هوایی 1 و 2 در نظر گرفتـه شـود، حرکـت ظـاهری b نسبت به مرکز عکس پارالاکس نامیده می شود.



شکل2-1- اثر پارالاکس. P1،P2، P3نقاط اصلی سه قطعه عکس متوالی از یک نوار پرواز هستند.

7

پدیده جابجایی (Displacement)

- اختلاف بین نقشه توپوگرافی و عکس هوایی هر منطقه در این است که تمام عوارض موجود در زمین، روی نقشه محل های واقعی خود را اشغال می کنند، یعنی اشکال روی نقشه هر یک تصویر قائمی از عوارض موجود در زمین هستند که سبب می شود نقشه را«orthogonal projection» بنامیم.

8

ادامه

- ولی در عکسهای هوایی قائم به جز مرکز عکس همه بلندیها به سمت خارج جابجایی دارند؛ یعنی عوارض محلهای واقعی خود را در اختیار نخواهند داشت.
- این جابجایی بیشتر در ارتفاعات بوده و به نام «جابجایی ارتفاعات» خوانده می شود.

9

عوامل موثر در جابجایی تصویر عوارض

- وجود پستی و بلندیهای زمین
- افقی نبودن صفحه فیلم
- بروز اشکال فنی در دوربین

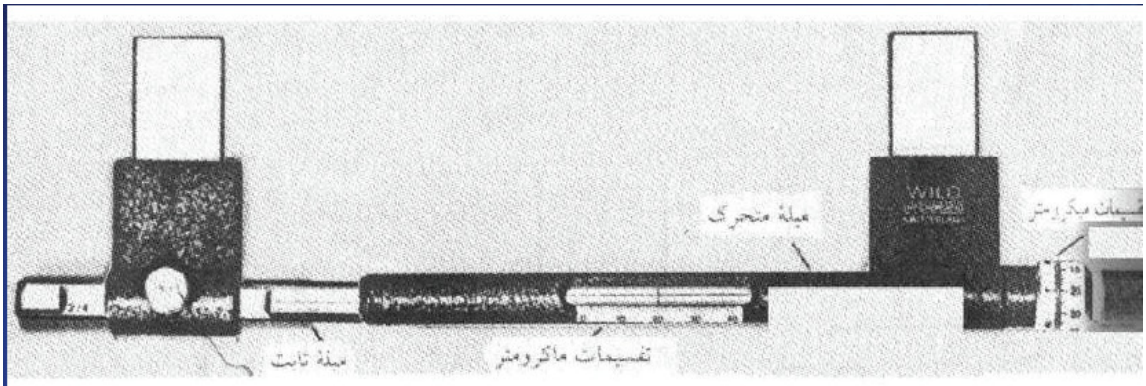
10

پارالاکسبار یا استریومتر

تعریف:

پارالاکسبار ابزار مناسبی برای اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع در عکسهای هوایی است.

11



شکل ۲-۹ پارالاکسبار

12

پارالاکسبار یا استریومتر

روش استفاده از پارالاکسبار در اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه «با ارتفاع متفاوت» روی مدل استریوسکوپی به شرح زیر است:

- درجات ماکرومتری دستگاه را در وسط تقسیمات قرار می‌دهیم.
- درجات میکرومتری را روی صفر قرار می‌دهیم،
- آن را روی یک مدل استریوسکوپی، طوری قرار می‌دهیم که هریک از نشانه‌ها روی نقطه نظیر، به موازات خط پرواز، قرار گیرد و نشانهٔ واحدی را به صورت شناور روی مدل استریوسکوپی به وجود آورد.

13

- در این موقع اگر نشانهٔ یکی از صفحات شیشه‌ای پارالاکسبار (صفحه متحرک) را با چرخاندن پیچ میکرومتری در امتداد خط پرواز حرکت دهیم و روی نقطهٔ بلندتری بگذاریم ملاحظه می‌کنیم که نشانهٔ صفحه شیشه‌ای دیگر، پایین‌تر از این نقطه قرار می‌گیرد. در این مرحله می‌توانیم درجات را روی میکرومتر و ماکرومتر قرائت کنیم. سپس نشانهٔ مربوط به صفحه شیشه‌ای متحرک را با چرخاندن پیچ میکرومتر در امتداد خط پرواز حرکت می‌دهیم و روی نقطهٔ قبلی (نقطهٔ کم ارتفاعتر) برمی‌گردانیم.
- در این حالت هم درجات را روی میکرومتر و ماکرومتر قرائت کنیم.

14

از تفاضل دو عدد قرائت شده اختلاف پارالاکس بین دو نقطه، که در واقع فاصلهٔ بین دو نقطهٔ روی عکس است، به دست می‌آید که با استفاده از فرمول زیر می‌توان ارتفاع یا بلندی یک نقطه را نسبت به نقطه مجاور به دست آورد.

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{b + \Delta p} \times H$$

$$\Delta p = p_x - p_y$$

p_x = قرائت تقسیمات ماکرومتری و میکرومتری برحسب میلی‌متر و صدم میلی‌متر در نقطهٔ X

p_y = قرائت تقسیمات ماکرومتری و میکرومتری برحسب میلی‌متر و صدم میلی‌متر در نقطهٔ Y

ΔP = اختلاف دو قرائت فوق

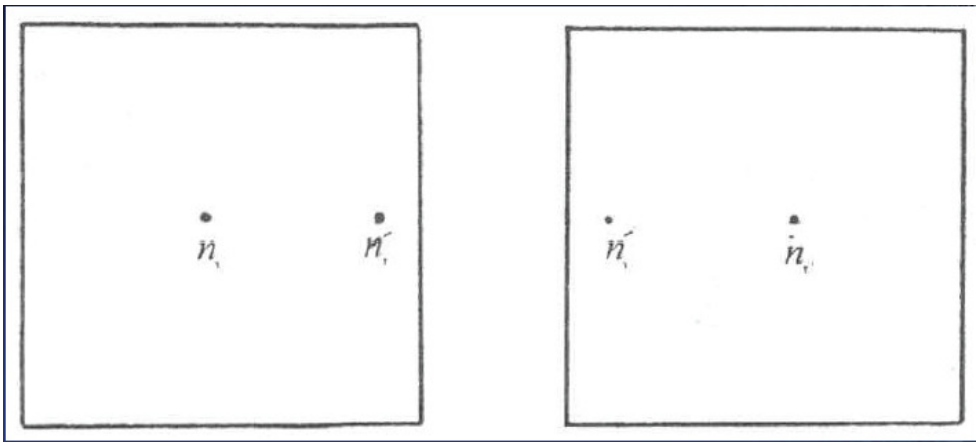
Δh = ارتفاع یا بلندی عارضه برحسب متر

h = ارتفاع پرواز هواپیما برحسب متر

b = فاصله مرکز دو عکس (بازعکس) تا ۱/۰ میلی‌متر

15

موقعیت مرکز عکس ۱و۲ در همدیگر



باتوجه به شکل مقدار b برابر است با:

$$b = \frac{n_1 n'_2 + n_2 n'_1}{2}$$

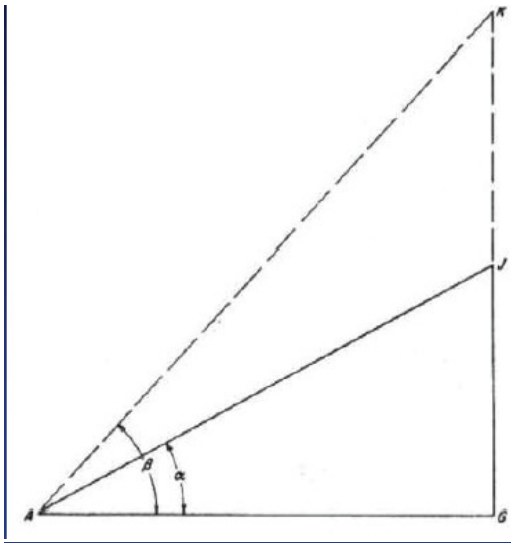
نکته: وقتی که عکسها به طرز معینی برای مشاهدهٔ استرویوسکوپی استقرار یافته باشند، اختلاف پارالاکس این دو نقطه، برابر اختلاف فاصله‌ای است که تصاویر مشابه آنها روی دو عکس متوالی از یکدیگر دارد.

16

بزرگ‌بینی عمودی

با مطالعه استریوسکوپی عکسهای هوایی به ندرت می‌توان تصویر دقیقی از شکل عمومی منطقه به دست آورد. اغلب اوقات شیب و ارتفاع پستی و بلندیهای سطح زمین در عکس بیشتر جلوه‌گر می‌شود که اگر مقیاس عمودی عکسها بیش از مقیاس افقی آنها باشد، بزرگ‌بینی مثبت واگر مقیاس عمودی کوچکتر باشد، بزرگ‌بینی منفی خواهد بود.

17



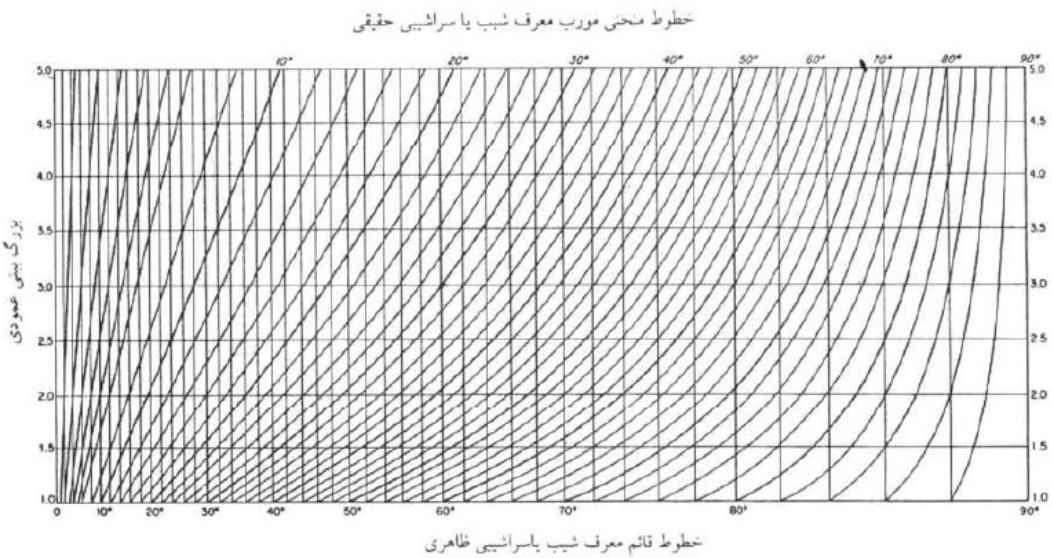
بزرگ بینی عمودی

اگر زاویه JAG برابر با زاویه α و زاویه KAG مساوی β باشد، شیب ظاهری دوبرابر شیب حقیقی α نخواهد بود زیرا:

$$\tan \alpha = \frac{JG}{AG} \qquad \tan \beta = \frac{KG}{AG}$$

18

مقدار متداول تغییر بزرگ‌بینی عمودی معمولاً بین ۵/۲ تا ٤ است. نمودار شکل ۲ـ۱۲ ارتباط بین شیب حقیقی، شیب ظاهری و بزرگ‌بینی عمودی را نشان می‌دهد.



19

عوامل مؤثر در بزرگ‌بینی عمودی

الف: متغیرهای عکس

ب: متغیرهای استریوسکوپی

$$X = \frac{B.d.S}{f.H.E}$$

B= فاصله بین دو عکسبرداری هوایی، شکل ۲-۱۳

S= فاصله جدایی عکسها در ضمن مطالعه ، شکل ۲-۱۶

H= ارتفاع پرواز نسبت به سطح دریا، شکل ۲-۱۴

X= بزرگ بینی عمودی

d= فاصله دید تا سطح عکس در ضمن مطالعه ، شکل ۲-۱۷

f= فاصله کانونی دوربین، شکل ۲-۱۵

E= فاصله دو چشم یا باز چشم، شکل ۲-۱۷

20

تعیین بزرگ‌بینی عمودی

الف: روش استفاده از نقشه:

با تخمین شیب ظاهری دامنه‌های موجود در تصویر برجستهٔ عکس، محاسبهٔ شیب حقیقی مربوط به آنها روی نقشه توپوگرافی و استفاده ازنمودار شکل ۲ـ۱۲ می‌توان ضریب بزرگ‌بینی عمودی را برای آن عکس تعیین کرد.

21

ب: روش اندازه‌گیری صحرایی:

در نقاط مرکزی عکسها چندین شیب معادل را روی عکسها تخمین زد و سپس نقاط مزبور را در روی زمین پیدا و شیب حقیقی آنها را اندازه‌گیری کرد. به این ترتیب با داشتن شیب ظاهری دامنه و شیب حقیقی آن می‌توان ضریب بزرگ‌بینی عمودی را با استفاده از نمودار شکل ۲ـ۱۲ به دست آورد.

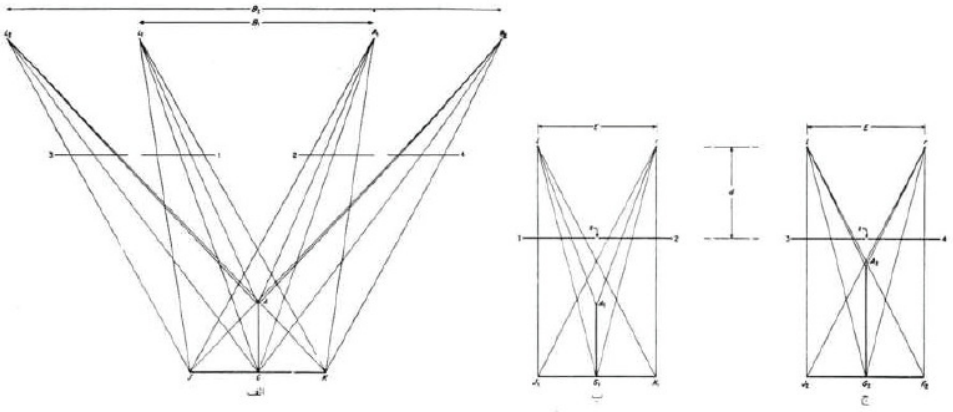
22

توجیه عکسهای هوایی در صحرا و در آزمایشگاه

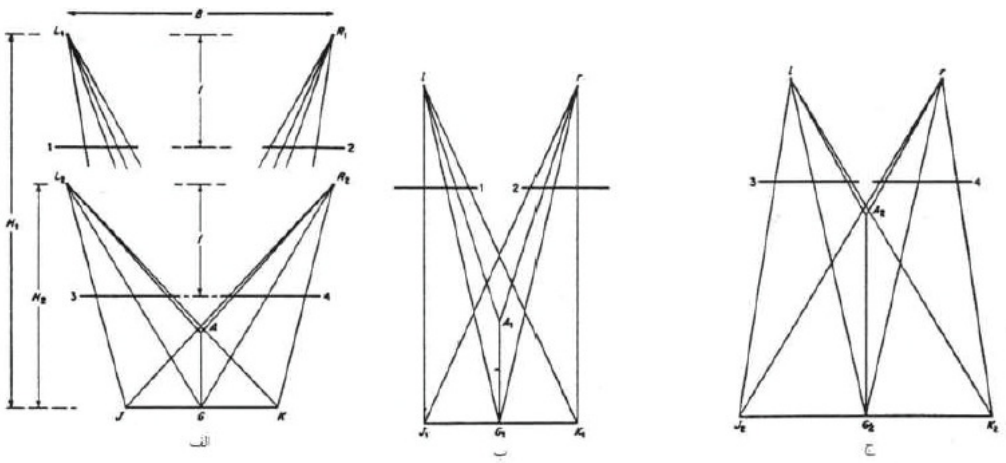
به منظور تشخیص موقعیت مکانی و نیز توجیه جهات جغرافیایی روی عکسهای هوایی، توجیه به دو روش انجام می‌گیرد:

- با مقایسه امتدادهای مشابه عکس با نقشه، در این حالت باید مقیاس عکس نزدیک به مقیاس نقشه باشد.
- با استفاده از کمپاس و تعیین سمت (برینگ) بین دو نقطه روی زمین، و رسم یک خط که از این دو نقطه عبور می‌کند.

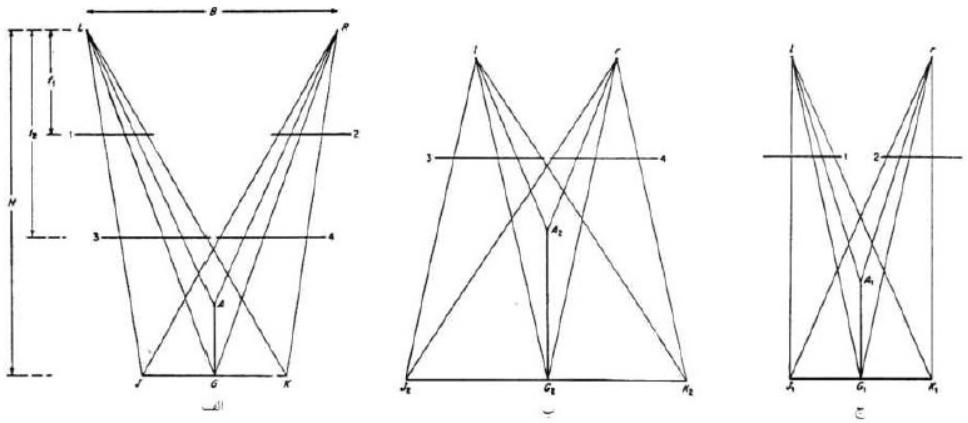
23



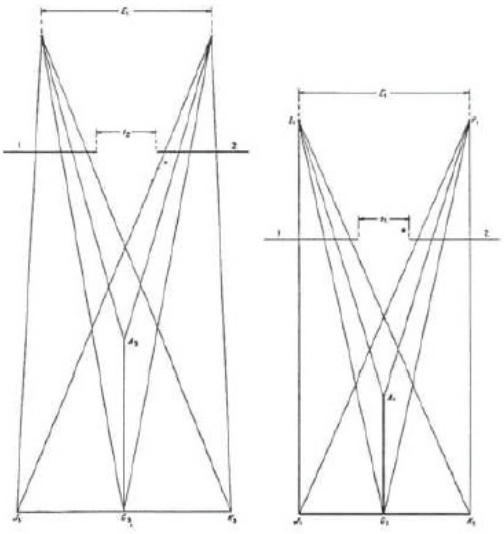
شکل ۲-۱۳ اثر باز عکسبرداری هوایی در بزرگنمایی عمودی. با باز عکسبرداری هوایی B_1 عکسهای ۱ و ۲ و با باز عکسبرداری هوایی B_2 عکسهای ۳ و ۴ از شیء $A_1A_2A_3$ تهیه شده است (شکل الف). شکل ب ارتفاع شیء $A_1A_2A_3$ را با باز عکسبرداری هوایی B_1 در عکسهای ۱ و ۲ و شکل ج ارتفاع همان شیء را با باز عکسبرداری هوایی B_2 در عکسهای ۳ و ۴ نشان میدهد. (عکسها به صورت استریوسکوپی مطالعه شدهاند).



شکل ۲-۱۴ اثر ارتفاع پرواز در بزرگنمایی عمودی . با ارتفاع H_1 عکسهای ۱ و ۲ و با ارتفاع H_2 عکسهای ۳ و ۴ از شیء AG تهیه شده است (شکل الف). شکل ب ارتفاع شیء (A_1G_1) را با ارتفاع H_1 در عکسهای ۱ و ۲ و شکل ج ارتفاع همان شیء (A_2G_2) را با ارتفاع H_2 درعکسهای ۳ و ۴ نشان می‌دهد(عکسها به صورت استریوسکوپی مشاهده شده‌اند).



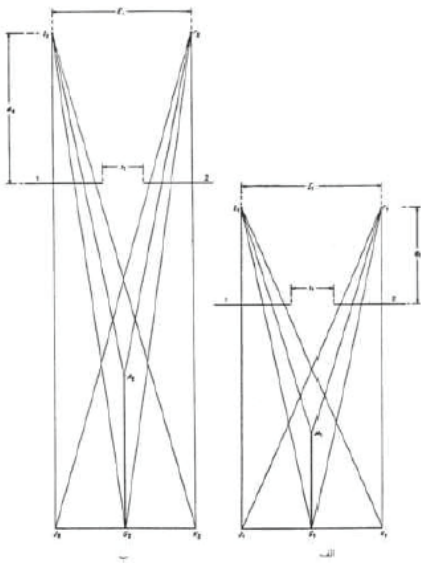
شکل ۲-۱۵ اثرفاصلهٔ کانونی دوربین در بزرگ‌بینی عمودی . با فاصلهٔ کـانونی f_1 عکسهای ۱ و۲ و با فاصلهٔ کانونی f_2 عکسهای ۳و٤ از شیء A_1B_1 تهیه شده است (شکل الـف.) شکل ب ارتفاع شیء $A_2'B_2'$ را در عکسهای ۳ و٤ شکل ج ارتفاع همان شیء را $A_1'B_1'$ درعکسهای ۱و۲ نشان دهد(عکسها به صورت استریوسکوپی مشاهدهٔ شده‌اند).



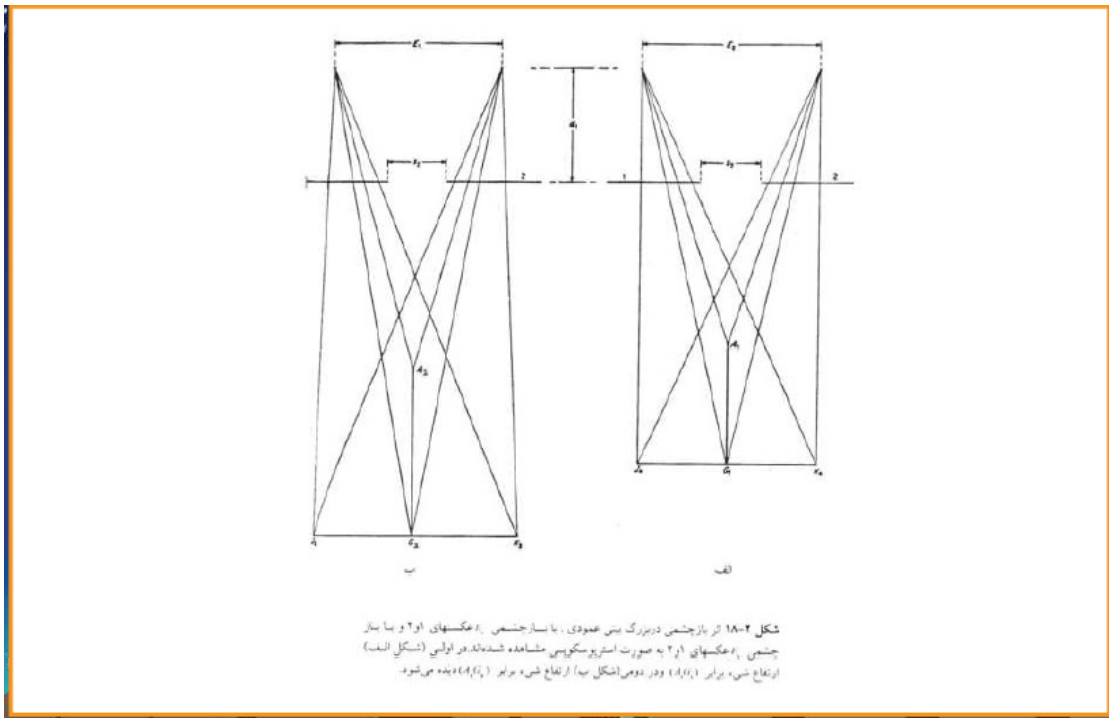
ب الف

شکل ۲-۲۶ ازدیاد فاصلهٔ عکسها در بزرگ‌نمایی عمودی. در (شکل الف) اگه فاصلهٔ دو عکس او۲ برابر B_1 است ارتفاع شیء مساوی (h_1) می‌شود، در حالی که وقتی در شکل ب فاصلهٔ دو عکس او۲ برابر B_2 می‌شود ارتفاع شیء مساوی (h_2) می‌گردد.

27



شکل ۲ – ۱۷ اثر فاصلهٔ دید در بزرگنمایی عمودی. با فاصلهٔ دید D_1 عکسهای او ۲ و با فاصلهٔ دید D_2 عکسهای او ۲ به صورت استریوسکوپی مشاهده شده‌اند. در اولی (شکل الف) ارتفاع شی، برابر $h_1/D_1 = 0.8$ و در دومی (شکل ب) ارتفاع شی، برابر $h_2/D_2 = 0.4$ دیده می‌شود.



ب الف

شکل ۲-۱۸ اثر بازچشمی دربزرگ بینی عمودی ، با بـازچشمی ، ۱عکسهای ۱و۲ و بـا بـاز چشمی ، ۱عکسهای ۱و۲ به صورت استریوسکوپی مشاهده شده‌اند. در اولی (شکل الف) ارتفاع شی، برابر (h_1,h_2) و در دومی(شکل ب) ارتفاع شی، برابر (h_3,h_4) داده می‌شود.

دید سودوسکوپی (دید کاذب:

در موقع کار با عکسهای هوایی در آزمایشگاه باید:

- عکسها را به نحوی قرار داد که سایهٔ عوارض متوجه استفاده کننده باشد تا برجستگیها و فرورفتگیها به شکل واقعی خود دیده شوند.
- در غیراین صورت برجستگیها به صورت فرورفته و فرورفتگیها به صورت برجسته دیده می‌شوند، که به این حالت دید سودوسکوپی گفته می‌شود.

30

آشنایی با پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور[1] (پهپاد[2])

پهپاد (حروف اول کلمات پرنده هدایت‌پذیر از دور) نوعی وسیله پرواز هدایت‌پذیر از راه دور است که می‌تواند در جمع‌آوری اطلاعات، عکس‌برداری، تعیین موقعییت مکانی، و نظارت و کنترل عملیات میدانی در اکثر فعالیت‌های منابع طبیعی نقش موثری بازی کند. کنترل پهپاد بدون دخالت انسان امکان‌پذیر می‌باشد، اگر چه انسان می‌تواند به‌عنوان محموله دخیل باشد. این وسیله پرنده از نیروی ائرودینامیکی برای پرواز در مسیر معینی استفاده می‌کند. پهپادها یا به‌وسیله کنترل از راه دور، یا با برنامه‌های پیش پروازی ریخته شده از قبل و یا با سامانه‌های خودکار دینامیک هدایت می‌شوند. پهپاد را می‌توان از سه نقطه نظر تکنولوژی (صنعت ساخت آن)، فرهنگ (اتیک[3]= تدوین آیین‌نامه بهره‌برداری سالم از آن) و کاربری در منابع طبیعی بررسی کرد. واضح است که در این‌جا فقط به کاربری آن پرداخته می‌شود زیرا که دو مورد دیگر به صنعت و سیاست مربوط می‌شوند.

31

انواع پهپاد

پهپادها در حال حاضر در برنامه‌های نظامی، جاسوسی، حملات انتحاری، حمله موشکی و بمباران استفاده می‌شوند. ابابیل ساخت صنایع دفاع جمهوری اسلامی ایران جزو یکی از پهپادهای پیشرفته محسوب می‌شود. ناگفته نماند که این وسیله همچنین در برنامه‌های غیرنظامی مانند عملیات امداد و نجات، خاموش کردن آتش‌سوزی‌ها در جایی‌که پرواز برای خلبان خطر دارد استفاده شده است.

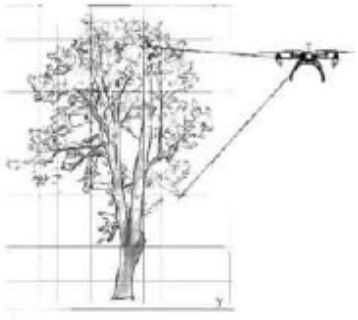
نمونه ساده‌ای از پهپاد (راست) و پهپاد ابابیل- ۳ (چپ)

32

ظرفیت و توانایی پهپادها

پهپادها مانند چرخبال‌ها می‌توانند عمودی پرواز کنند و عمودی به زمین فرود آیند، توسط لپ‌تاپ از روی زمین از فاصله دور قابل کنترل می‌باشند، دوربین و GPS روی بدنه آن‌ها قابل نصب است که برای کنترل و نقطه‌یابی مناطق قابل استفاده است. ابعاد این پرنده بستگی به کاربردهای مختلف دارد، با طول متغیر از ۵۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر و وزن مناسب برای حمل و نقل با دست می‌باشد. پهپادها معمولاً با باطری‌های قابل شارژ کار می‌کنند و قابلیت پروازی بعضی ازنمونه‌های آن در هوای طوفانی و در ارتفاع بالا بین یک تا دو ساعت است. در بعضی نمونه‌های موجود گرفتن نقطه‌های کنترل و ایستادن روی نقطه و دریافت عکس و برداشت نقاط دقیق روی زمین به‌صورت هم‌زمان روی مانیتور کامپیوتر امکان‌پذیر می‌باشد. سیستم موتوری و هدایت‌کننده‌های پهپاد نسبت به سایر وسایل هوایی بسیار کم صدا و محیط زیستی می‌باشد.

33

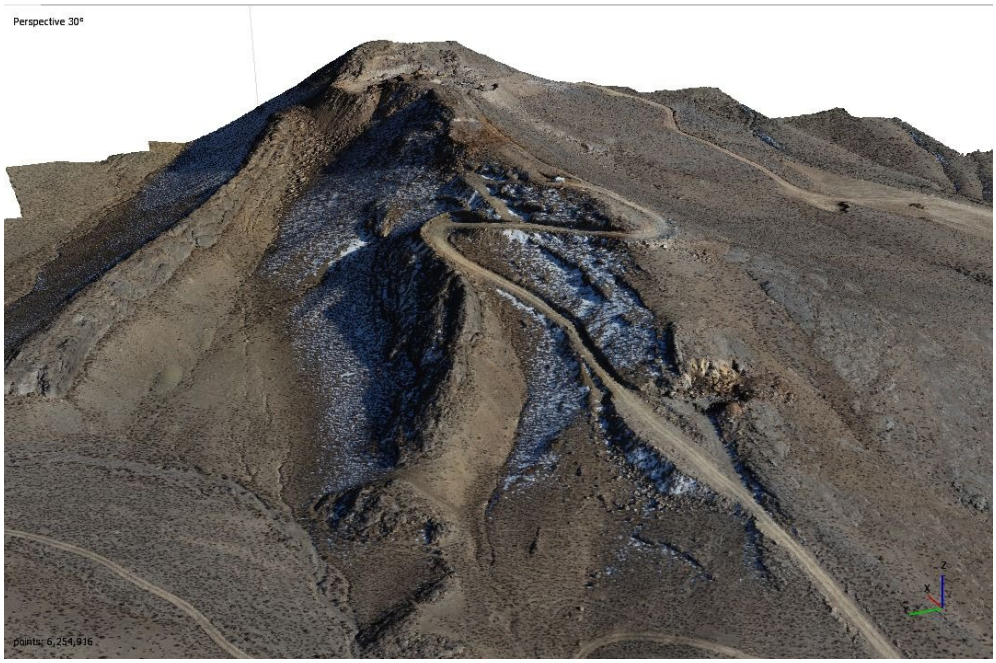


پرواز یک پهپاد و نحوه عکس‌برداری عمودی و مایل از یک پدیده

34

تهیه موزاییک از برداشت‌های پهپاد

35



36

موانع و معایب استفاده از پهپاد

- شروع هر ایده و برنامه‌ای جدید در علوم زمینی به‌ویژه در منابع طبیعی و محیط زیست و کشاورزی ایران، نیازمند فرهنگ-سازی و آموزش می‌باشد. مقاومت مدیران سیاسی و تصمیم‌گیر و مدیران میانی سازمان‌ها و موسسات اجرایی در استفاده از دانش روز از مشکلات بنیادی کارشناسان موضوعی در معرفی و استفاده از سیستم‌ها و نوآوری‌های روز می‌باشد.
- متاسفانه دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی مرتبط کشور به‌علل مختلف در معرفی و استفاده از تکنولوژی‌های پیشرو با احتیاط عمل کرده و یا عمل نمی‌کنند و یا دیر و بعد از اجرا وارد میدان می‌شوند، در صورتی‌که می‌توانند قبل از ورود هر نوآوری تحقیقات لازم را انجام دهند و به کاربران آن توصیه‌های لازم را ارائه نمایند.
- استفاده از این سیستم مستلزم آموزش کارشناسان موضوعی و آشنایی با از آن‌جمله علوم سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، نرم‌افزار و سخت‌افزارهای مناسب کار می‌باشد.
- قوانین جاری مملکتی در مورد اشیاء پرنده نیاز به بازنگری و تطبیق آن با امکانات جدید دارد. برای اموری از قبیل اخذ مجوزهای لازم از سازمان‌های متولی نظیر تعداد پرواز، سطح پرواز، منطقه پرواز و زمان پرواز و غیره به سازماندهی و مدیریت نیاز وجود دارد.
- تجهیز و حمایت از شرکت‌ها و موسسات سازنده این ابزارها در داخل کشور برای نگهداری و تامین قطعات یدکی ضروری است.

37

کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی و مطالعه
پدیده‌های طبیعی

مقدمه

استفاده از عکس‌های هوایی به منظور کسب اطلاعات عوارض طبیعی و زمین‌شناسی در کشف مواد و منابع معدنی و سوختی زمین و توان بالقوه‌ی اراضی نقش مؤثری دارد. موفقیت مالی و اقتصادی که از تفسیر عکس‌های هوایی در گذشته عاید شرکت‌های مشاور بخصوص در زمین‌شناسی نفت و تا حد کم در زمین‌شناسی معدن شده است، گواه بر مثمر ثمر بودن کاربرد عکس‌های هوایی است.

38

کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات ناهمواری‌ها، شبکه‌های زهکشی، فرسایش، پوشش گیاهی شبکه‌های آب‌های سطحی، عوارض بیابانی، جنگل‌ها، کشاورزی و سایر عوارض و پدیده‌های طبیعی بسیار مفید و سودمند است. در شناسایی منابع آب نیز عکس‌های هوایی کاربرد مؤثری دارند، توجه به رسوبات آبرفتی بر روی عکس‌ها، مخروط افکنه‌ها، دره‌های رها شده و یا خشک شده‌ای که توسط مواد آبرفتی پر شده‌اند، هسته‌ی ناودیس‌ها و خطوط جابجایی از جمله مهمترین مکان‌هایی هستند که امکان وجود منابع آب در آنها فراوان است و با استفاده از عکس‌های هوایی می‌توان به شناسایی آن‌ها کمک کرد. انباشت کانی‌های ویژه‌ای در سنگ‌های رسوبی و نهشته‌های آبرفتی و یا تزریق ماگما در سنگ‌های اطراف (که بسترهای مناسبی را برای معادن به وجود می‌آورد) از مواردی هستند که در مطالعه‌ی عکس‌های زمین‌شناسی مورد توجه قرار می‌گیرند. در بررسی خاک‌شناسی و تعیین نوع خاک‌ها و کیفیت آنها که بسیار متنوع‌اند، همچنین برای شناسایی انواع کشت‌های موجود، قابلیت‌های کشت زمین‌های مختلف با توجه به شرایط مورفولوژیکی و کیفیت منابع آب سطحی برای کشت مورد نظر نیز از عکس‌های هوایی استفاده می‌شود. شناسایی نوع جنگل، نوع درختان، محاسبه‌ی حجم برداشت چوب در منطقه خاص جنگلی، تعیین دامنه‌هایی که باید مبادرت به جنگل کاری شوند از دیگر موارد کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی عوارض طبیعی است.

39

معیارهای شناسایی پدیده‌های طبیعی از روی عکس‌های هوایی

در مجموع برای شناسایی درست و کامل ناهمواری‌ها از روی عکس‌های هوایی بایستی از معیارهایی چون توپوگرافی، شبکه‌های زهکشی و بافت آن، نوع و درجه فرسایش، زمینه خاکستری و یا رنگ خاک، لایه‌های زمین و پوشش گیاهی استفاده شود.

40

توپوگرافی

منظور از توپوگرافی به معنی عام کلمه، پستی و بلندی یک منطقه می‌باشد. از روی عکس‌های هوایی می‌توان شکل و اندازه واحدهای ژئومورفولوژیکی را شناسایی نمود. پستی یا بلندی یک واحد ژئومورفولوژی در درجه اول بستگی به مقاومت آن در برابر عوامل تکنونیکی و فرسایشی دارد. لایه‌های رسی در مقابل فرسایش مقاومت کمتری دارند و اغلب نواحی پست را تشکیل می‌دهند. در صورتی که لایه‌های ماسه سنگی یا گرانیتی به علت مقاومت در برابر فرسایش ارتفاعات را تشکیل می‌دهند. یا به عبارت دیگر عوارض آتشفشانی، شکلی گنبدی و عوارض ماسه‌ای، شکلی تخم‌مرغی و تخت پیدا می‌کنند. در مناطق خشک قلل نوک تیز از طبقات آهکی و زمین‌های مرتفع مسطح از لایه‌های ماسه‌ای تشکیل می‌شوند. در مناطق چین‌خورده نواحی بالا آمده طاقدیس و نواحی پایین رفته‌ی مجاور، ناودیس را تشکیل می‌دهند.

41

در شکل ۳-۱ استریوگرامی از یک منطقه کوهستانی نشان داده شده است. با استفاده از استریوسکوپ جیبی به خط وسط شکل تمرکز کنید تا پدیده‌های ژئومورفولوژیکی عکس را به‌صورت سه بُعدی مطالعه نمایید.

شکل ۳-۱: استریوگرامی از پدیده‌های ژئومورفولوژیکی

42

بهترین و آسان‌ترین راه تشخیص ناهمواری یک منطقه بررسی سایه عوارض می‌باشد. زیرا در یک منطقه عکس‌برداری شده، عوارض بلند سایه خود را برروی عوارض پست می‌اندازند. به ویژه اگر عکس‌های نسبتاً مایل برداشته شود، کوچکترین نشانه‌های ناهمواری زمین مشاهده می‌گردد. برای تجسم هرچه بهتر ناهمواری از استریوسکوپ‌های مجهز استفاده می‌کنند.

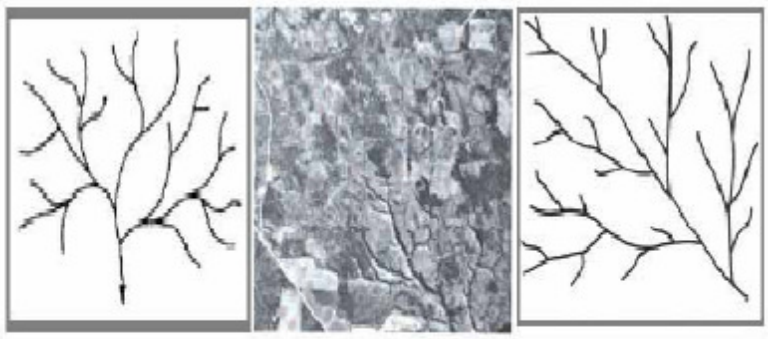
43

شبکه‌های زهکشی

در هر واحد ژئومورفولوژی، انشعابات رودها و یا آبراهه‌ها آرایش خاصی به‌وجود می‌آورند که مربوط به ساختمان و جنس طبقات زمین و جنس خاک روی آنها می‌باشد. این شکل خاص همان شبکه زهکشی منطقه می‌باشد. از نظر شکل ظاهری، شش نوع شبکه اصلی وجود دارد.

44

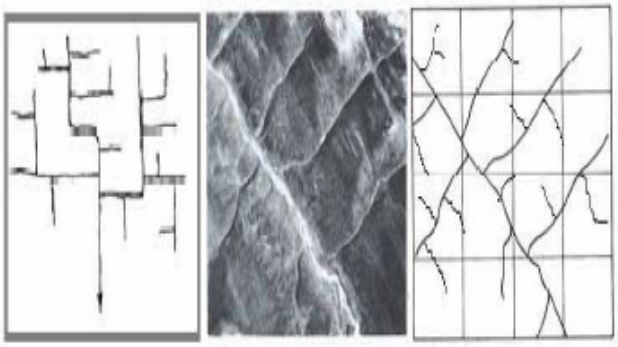
الف) شبکه زهکشی درختی: در این شبکه انشعابات رودخانه از بستر اصلی رودخانه و در جهات مختلف، تحت زاویه‌های متفاوت جدا می‌شوند. این نوع شبکه زهکشی به شکل یک درخت شباهت دارد و در نتیجه به شبکه زهکشی درختی موسوم شده است. معمولاً در جایی به وجود می‌آید که جنس طبقات تقریباً یکنواخت بوده و در مقابل فرسایش آب مقاومت کمتری دارند. در این گونه طبقات، نشانه عوامل تکتونیکی زمین مانند گسل، شکاف، و یا چین‌خوردگی مشاهده نمی‌شود.



شکل ۳-۲: شبکه زهکشی درختی: در نواحی که جنس طبقات یکنواخت است و مقابل فرسایش مقاومت کمی دارند. در این طبقات نشانه‌های عوامل تکتونیکی زمین

45

ب) شبکه زهکشی راست گوشه: مانند شبکه درختی می‌باشد با این تفاوت که انشعابات فرعی زاویه قائمه از آبراهه اصلی جدا می‌شوند. به عبارت دیگر، انشعابات در محل انشعاب به هم عمود هستند. این شبکه در جایی ایجاد می‌شود که شرایط عمومی منطقه سبب ایجاد شبکه درختی شده است ولی عوامل تکتونیک محلی مانند گسل و شکاف و یا چین‌خوردگی‌های بسیار کوچک محلی سبب شده‌اند که انشعابات تحت زاویه قائمه جدا شوند. مثلاً اگر در طبقات ماسه سنگی یا گرانیتی گسل و شکاف ایجاد شود، شبکه درختی آنها به شبکه راست گوشه تبدیل می‌شود.

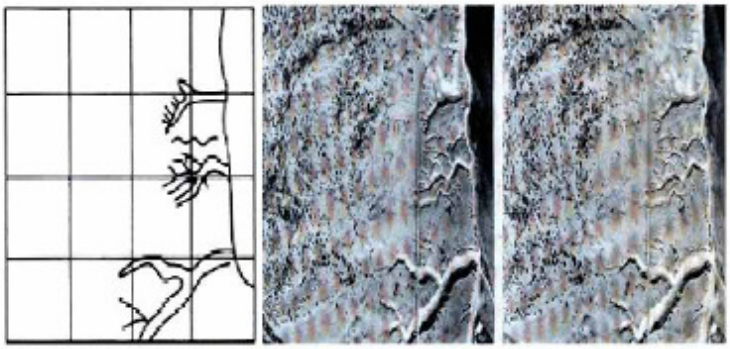


شکل ۳-۳: شبکه **زهکشی راست گوشه:** در این الگو انشعابات فرعی با زاویه قائمه از آبراهه اصلی جدا می‌شوند. معمولا در حوضه‌هایی که عوامل تکتونیکی مانند گسل‌ها، شکاف‌ها و چین‌ها فعال هستند یا لایه‌های زمین‌شناسی متناوب سخت و نرم ساختار حوضه را تشکیل دهند موجب شکل گیری این گونه الگوی زهکشی می‌گردند.

46

فرسایش

فرسایش به فرآیندی اطلاق می‌شود که طی آن مواد روی یک قسمت از زمین تخریب شده و از آن‌جا بیرون برده شوند. از انواع عمده فرسایش می‌توان از فرسایش آبی و فرسایش بادی نام برد. نتیجه فرسایش آبی ظهور شبکه آبراهه‌ها است. علاوه بر این که آرایش مکانی و بافت شبکه آبراهه به تناسب جنس و ساختمان زمین فرق می‌کند، شکل دره آبراهه‌ها نیز با توجه به جنس زمین تغییر می‌کند. مثلاً شکل دره در زمین‌های ماسه‌ای به‌صورت «V» و در زمین‌های لایی و لُسی به شکل «U» و در زمین‌های رسی به‌صورت « ⌣ » می‌باشند. نتیجه فرسایش آبی در زمین‌های آهکی ایجاد چاله‌های متعدد می‌باشد، فرسایش بادی سبب ایجاد تپه‌های ماسه‌ای گوناگون می‌گردد. استریوگرام شکل ۳-۹ کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات فرسایش خاک را نشان می‌دهد.



47

زمینه‌ی خاکستری

یکی از مؤثرترین نشانه‌ها برای شناسایی جنس طبقات زمین، زمینه‌ی خاکستری آنها در عکس‌های سیاه و سفید می‌باشد. زمینه‌ی خاکستری نتیجه بازتاب انرژی تابشی خورشید در بافت مرئی است که خود به بعضی ویژگی‌های طبقات زمین بستگی دارد. عمده‌ترین این ویژگی‌ها عبارتند از جنس بافت خاک، رطوبت خاک، میزان ماده آلی خاک و ارتفاع نسبی طبقه زمین. زمین‌های بلندتر با بافت درشت ماسه‌ای روشن‌تر از

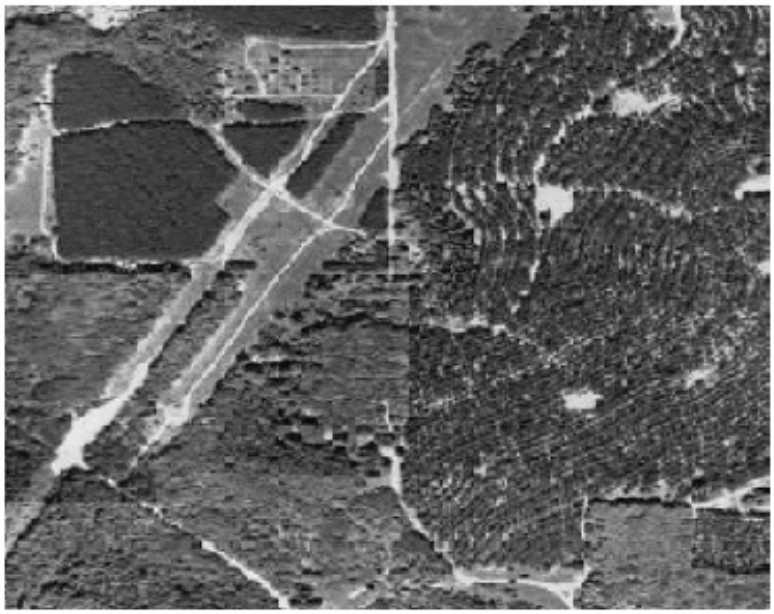
خاک‌های رسی در زمین‌های پست دیده می‌شوند. همچنین خاک‌های مرطوب تیره‌تر از خاک‌های خشک هستند. از آن جایی که زهکشی زمین‌های مرتفع بهتر از زمین‌های پست است. این زمین‌ها روشن‌تر از زمین‌های پست می‌باشند. هرقدر ماده آلی خاک بیشتر باشد، زمینه خاکستری آن بر روی عکس‌های هوایی تیره‌تر می‌افتد. مثلاً زمین‌های ماسه‌ای روشن‌تر از زمین‌های آهکی و طبقات آهکی روشن‌تر از طبقات رسی می‌باشند. پوشش گیاهی نیز بر زمینه خاکستری اثر دارد. معمولاً زمین‌های دارای پوشش گیاهی تیره‌تر از زمین‌های عریان دیده می‌شوند. البته اگر زمینی از پوشش گیاهی پوشیده شود، زمینه خاکستری روی عکس مربوط به خاک نیست و بر اثر پوشش گیاهی به‌وجود آمده است. در این صورت برای شناسایی طبقات زمین از تغییرات پوشش گیاهی استفاده می‌شود.

48

پوشش گیاهی

پوشش گیاهی در اصل رطوبت خاک را نشان می‌دهد. در هر جایی رطوبت باشد گیاهان نیز می‌رویند. مثلاً در نواحی بیابانی، آب باران به عمق طبقات ماسه‌ای نفوذ کرده و از دسترس تبخیر دور می‌شود و سبب می‌شود که فقط بر روی خاک‌های ماسه‌ای تعدادی گیاه اندک بروید. در صورتی که طبقات رسی عاری از پوشش گیاهی است. در مناطق مرطوب، در نواحی نسبتاً مرتفع و یا خاک‌های ماسه‌ای، جایی که زهکشی خاک خوب است و رطوبت خاک در عمق‌های نسبتاً پایین‌تر قرار دارد، گیاهان درختی می‌رویند. این مناطق عمدتاً زیر پوشش جنگل و یا باغات سیب و پرتقال و بادام قرار دارد. در قسمت‌های پست مناطق مرطوب، جایی که رطوبت در فصل رشد در قسمت بالای خاک وجود دارد، درختان رطوبت پسند مانند توسکا و زبان گنجشک می‌رویند و یا مزارع سبزی و صیفی‌جات ایجاد می‌شود.

49



شکل ۳-۱۰: انواع پوشش گیاهی می‌تواند بیانگر ویژگی‌های خاک زیرین باشد
منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

50

سؤال؟

پایدار باشید

52