به نام خدا

کارگاه تخصصی
اصول تفسیر عکس های هوائی

دکتر کاوه کاشفی
بهمن ماه ۱۳۹۸

تعریف نقشه :

نقشه تصویر قائم عوارض سطح زمین است بر روی صفحه ای افقی که پدیده های سطح زمین به طور یکسان در آن کوچک شده باشد .

تفاوت نقشه با دیگر اسناد و مدارک:

چند نکته نقشه را از سایر مدارکی که شبیه نقشه اند جدا می سازد :

یکی قائم بودن تصویر

دیگری یکسان بودن نسبت کوچک شدن عوارض و بالاخره دقت ریاضی و هندسی آن

نمونه ای از عکس هوائی با
علائم حاشیه ای قبل از اصلاح
69 155

عکس هوائی پس از اصلاح
69 155

اصلاح عکس هوائی

وجود شرایطی مانند :

- مسطح نبودن زمین .
- تاثیر عوامل جوی .
- خطاهای سیستماتیک دوربین .
- قائم نبودن کامل محور دوربین هنگام عکس برداری (TILT).

باعث می شود عکس هوائی در حالت عادی دارای اعوجاجات وکشیدگی هائی باشد که از مرکز عکس به سمت کناره ها میزان آن افزایش می یابد.

جهت حذف و یا کاهش اثر عوامل فوق ونیز افزایش دقت مکانی پدیده ها برروی عکس اقدامات ذیل صورت می گیرد.

۱- **بهبود کنتراست عکس :**

شامل اعمال فیلترهائی به منظور حذف بعضی ازتاثیرات جوی وافزایش کیفی عکس می باشد.

۲- **توجیه داخلی عکس :**

مشخصات کالیبراسیون شامل مختصات نقاط فیدوشال مارک وفاصله کانونی عکس می باشد که جهت حذف خطاهای مختلفی مانند : تغییر بعد فیلم ، اعوجاج عدسی ،شکست نور، و... استفاده می شود.

۳- **توجیه خارجی عکس :**

مختصات هر نقطه از عکس دریک سیستم قائم الزاویه ومعمولا نسبت به مرکز عکس سنجیده می شود ومحور Z محور اپتیکی عدسی دوربین در امتداد قائم بر صفحه عکس می باشد ،حال برای انتقال یا ترانسفورماسیون این مدل مختصات عکس به یک سیستم مختصات زمینی از نقاطی بنام GCP استفاده شده ومختصات X,Y,Z نقاط آشکارومشخصی از نقشه ها ی موجود DEM, استخراج شده وبه نقاط متناظر آن بر روی عکس ثبت می گردد.

۴- **اصلاح عکس هوائی (Rectification) :**

بااستفاده از فایلهای توجیه داخلی وخارجی ،همچنین مدل رقومی ارتفاع (DEM)، اصلاح عکس بمنظور حذف خطا های یاد شده انجام می شود.

تاریخچه تهیه عکس هوائی

در سال ۱۸۳۹ اختراع اولین دوربین ثبت شده است.

در سال ۱۸۵۸ از پاریس عکس برداری کردند.
و در سال ۱۸۶۰ هم در آمریکا اولین عکس هوایی را از شهر بوستون گرفتند.
که هر دو با بالون گرفته شد.

برادران رایت write آمریکایی در سال ۱۹۰۳ هواپیما را به پرواز در آوردند و در سال ۱۹۰۹ از ایتالیا عکس هوایی گرفته شده است.

تاریخچه تهیه عکس هوائی ...

درجنگ جهانی اول برای مصارف نظامی عکس برداری هوایی انجام شده ولی از جنگ جهانی دوم برای مصارف غیر از جنگ آغاز شده است.

اولین قمر مصنوعی در سال ۱۹۵۷ توسط اتحاد جماهیر شوروی اعزام شد. این قمر مصنوعی Sputnik نام داشت.

Landsat توسط آمریکا در ۱۹۷۲ اعزام شده است.

تاریخچه تهیه عکس هوائی ...

در ایران از سال ۱۳۳۵ عکس هوایی تهران در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰تهیه شد و سپس از دیگر شهر ها گرفته شد.

عکس برداری سراسری ایران درمقیاس ۱:۵۵۰۰۰ توسط شرکت های خارجی ۱۳۳۴-۱۳۳۶ تهیه شد، که اصطلاحاً عکس های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ می نامند.

از عکس های ۱:۵۵۰۰۰، نقشه های ۱:۵۰۰۰۰برای کل کشور تهیه شد.
از همین عکس ها نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ هم برای بخشی از کشور تولید شد. که نزد سازمان جغرافیایی ارتش است.

تاریخچه تهیه عکس هوائی ...

سری عکس های هوایی دوم کشور مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ دارد که از سال ۱۳۴۳ اجرای آن آغاز شد و طی بیش از ده سال برای کشور تکمیل شد. این عکس ها نزد سازمان نقشه برداری کشور است.

سری سوم، عکس های ۱:۴۰۰۰۰ از حدود سال ۱۳۷۶ تهیه شده که برای کشور تکمیل نشده و در حال اجراست که سازمان نقشه برداری کشور آنها را مدیریت کرده است.

از سری عکس های ۱:۴۰۰۰۰ برای تهیه نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ جدید و به روز کردن آنها استفاده می شود.

این نقشه ها توسط سازمان نقشه برداری کشور تولید شده است.

کاربران عکس های هوائی

از عکس های هوایی سازمان ها و موسسات مختلف از جمله:

شرکت نفت

سازمان زمین شناسی

موسسه خاک شناسی

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان جنگل ها و مراتع کشور

سازمان های اکتشاف معادن

وزارت نیرو

سازمان محیط زیست

کاربرد عکس های هوائی

مسائل نظامی

تولید نقشه های موضوئی مختلف

طراحی پروژه های زهکشی و هیدرولوژی

امور مرتع داری و آبخیزداری

امور جنگلداری

بررسی توسعه شهری

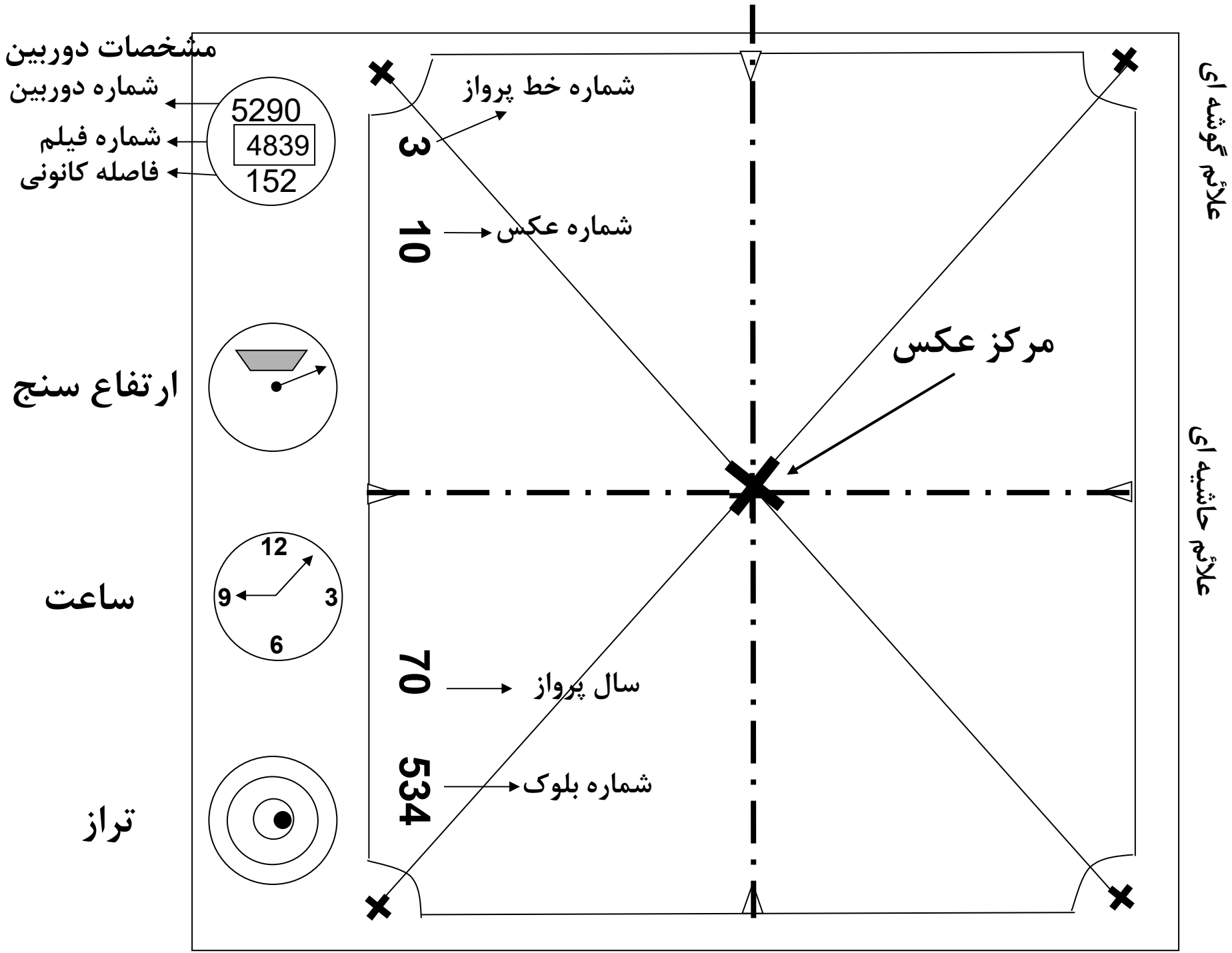
بررسی تغییرات زمانی

خاکشناسی

مسائل زیست محیطی

نقشه های کاربری اراضی

تعیین مسیر مثل راه، کانال و ...


مشخصات دوربین
شماره دوربین
شماره فیلم
فاصله کانونی
5290
4839
152
ارتفاع سنج
ساعت
12
9
3
6
تراز
شماره خط پرواز
3
10
شماره عکس
مرکز عکس
70
سال پرواز
534
شماره بلوک
علائم گوشه ای
علائم حاشیه ای

اطلاعات حاشیه عکس هوایی:

علائم:

در چهار گوشه عکس علائمی وجود دارد که علامت + در گوشه ها و علائم مثلثی شکل در حاشیه ها است.

از برخورد خطوطی که علائم مقابل را به یکدیگر متصل میکنند، مرکز عکس را مشخص می کنند.

با استفاده از علائم مثلثی وسط اضلاع عکس، مرکز عکس هوایی تعیین می شود.

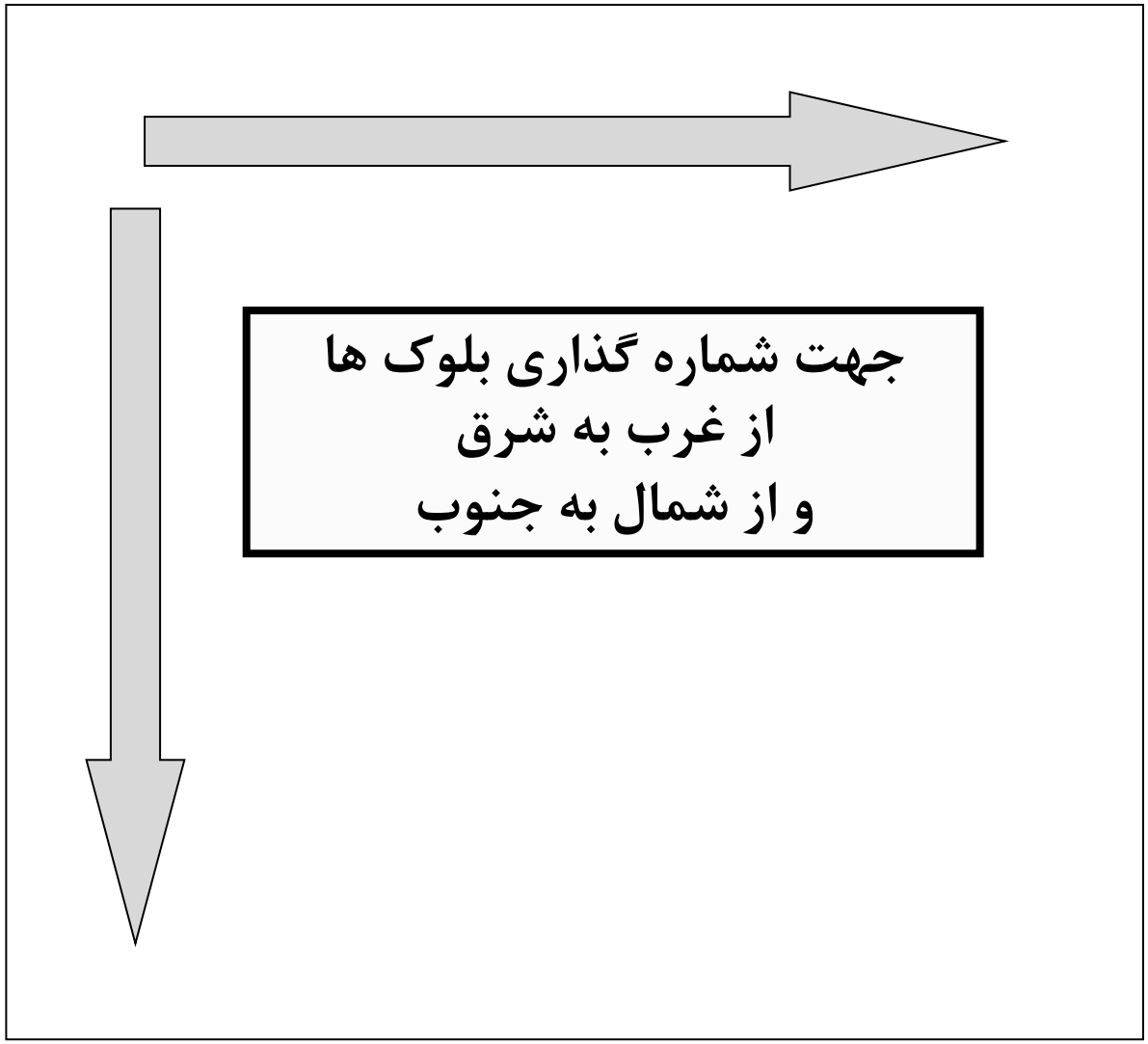
اطلاعات حاشیه عکس هوایی...

شماره عکس:

شماره عکس در یک نوار و یا در بلوک است
از هر شماره ای ممکن است شروع شود.

شماره نوار یا شماره بلوک در عکسبرداری هوایی تعیین میشود
ودر روی هر عکس ذکر می شود.

با این شماره میتوانیم موقعیت عکس را در بین عکس های
یک مقیاس کشور پیدا کنیم


جهت شماره گذاری بلوک ها
از غرب به شرق
و از شمال به جنوب

اطلاعات حاشیه عکس هوایی...

شماره عکس:

شماره بلوک و یا شماره فتو اندکس با هم یکی بوده و مساوی می باشد.

جهت شماره گذاری فتو اندکس ها از شمال غرب کشور شروع میشود
شماره بلوک معمولا درحاشیه هر عکسی نوشته میشود.

شماره عکس شماره ردیف آن روی خط پرواز است.

ترتیب عکسبرداری وشماره عکس در یک بلوک

اطلاعات حاشیه عکس هوایی...

شماره بلوک:

عکس هوایی ۱:۲۰۰۰۰ ایران

به ۴۸۰ قطعه یا بلوک به ابعاد ۴۵ دقیقه در ۳۰ دقیقه تقسیم شده
شماره بلوک در عکس ذکر نشده

عکس هوایی ۱:۴۵۰۰۰ ایران

به ۴۸۰ قطعه یا بلوک به ابعاد ۴۵ دقیقه و ... دقیقه تقسیم شده
شماره بلوک در عکس ذکر نشده

عکس هوایی ۱:۵۵۰۰۰ ایران

به ۴۸۰ قطعه یا بلوک به ابعاد ۹۰ دقیقه در ۶۰ دقیقه تقسیم شده
شماره بلوک در عکس ۱:۵۵۰۰۰ ذکر نشده

مقیاس عکس هوایی

عکس هوایی با مقیاس خیلی بزرگ ۱:۲۰۰ تا ۱:۳۰۰۰

عکس هوایی با مقیاس بزرگ ۱:۳۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰

عکس هوایی با مقیاس متوسط ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰

عکس هوایی با مقیاس کوچک ۱:۲۵۰۰۰ و کوچکتر

فاصله کانونی f:

بر حسب mm تا صدم آن در حاشیه عکس چاپ شده و از ۸۸ میلیمتر تا ۶۱۰ میلیمتر تغییر میکند.

عکس ۱:۵۵۰۰۰ ایران با فاصله های کانونی:
۱۵۳/۱۶ و ۱۵۳/۹۲ و ۱۵۴/۳۴ میلیمتر

عکس ۱:۴۵۰۰۰ ایران: با فاصله کانونی ۱۵۲/۸۷ میلیمتر

عکس ۱:۲۰۰۰۰ ایران: با فاصله کانونی ۱۵۲/۸۷ میلیمتر

ارتفاع پرواز:

ارتفاع هواپیما با آلتیمتر نشان داده می شود و بر روی عکس ثبت می گردد.

ارتفاع از سطح دریای آزاد محسوب می گردد.

ارتفاع سطح محل تا سطح دریا نیز از روی نقشه و غیره تعیین میکنند.

از این اطلاعات برای اندازه گیری های مقیاس عکس استفاده میشود.

ساعت:

زمان دقیق عکس برداری در حاشیه عکس ذکر شده است
برای تعیین زمان عکس برداری و تجزیه و تحلیل سایه ها کاربرد دارد
فاصله زمانی دو عکس پشت سر هم نیز از این زمان محاسبه می شود.

تراز:

معمولا تراز گردی در حاشیه عکس وضعیت خط پرواز را نشان میدهد.
Tilteعکس هم از روی همین تراز تغیین میگردد.

شماره دوربین:

شماره کنتور نیز گاهی دربرخی از عکس ها ثبت شده.

مشخصات حاشیه در هر عکس با باز و بسته شدن دیافراگم در حاشَیه عکس ثبت می گردد.

در پروژه های مختلف هر کشور، این علائم متفاوت است.

تعریف مقیاس عکس

به طور کلی مقیاس ، نسبت فاصله دو نقطه روی عکس به فاصله واقعی آنها در روی زمین را گویند و به صورت کسری نشان داده می شود. مثلاً:

1mm=10 cm	1:100
1mm=1m	1:1000
1mm=10m	1:10,000
1mm=50m	1:50,000
1mm=100m	1:100,000
1mm=250m	1:250,000
1mm=500m	1:500,000
1m=1km	1:1000,000

مقیاس ...

روی نقشه مقیاس در همه قسمت ها ثابت است
و درپای نقشه مقیاس آنرا ثبت می کنند.

روی عکس مقیاس در قسمت های مختلف متفاوت است
و مقیاس متوسط برای آن محاسبه می شود.

در روی عکس هوایی از منطقه مسطح مقیاس نسبتا ثابت است
در مناطق کوهستانی تغییر میکند.

تعیین مقیاس یک عکس:

به سه طریق انجام می گیرد

روش اول

از رابطه زیر محاسبه می شود

$$\frac{1}{S} = \frac{f}{H - h}$$

f: فاصله کانونی از حاشیه عکس خوانده می شودبر حسب میلیمتر است

H: ارتفاع هواپیما از سطح دریا از حاشیه عکس

h: ارتفاع منطقه از سطح دریا (ارتفاع چند نقطه از مناطق مختلف یک عکس از روی نقشه تعین و گرفته می شود.)

$\frac{1}{S}$: مقیاس عکس

مثال: برای تعیین مقیاس یک عکس در منطقه اصفهان:

اول درمنطقه مورد نظر عکس، پنج نقطه روی نقشه تعیین ارتفاع شده که منطقه دشت و کوهستان است.

1400 1350 1600 1370 1550

ارتفاع میانگین منطقه عبارت است از:

$$h = \frac{1400 + 1350 + 1600 + 1370 + 1550}{5} = 1454m$$

فاصله کانونی دوربین: f=153

ارتفاع پرواز هواپیما از سطح دریا: H=3000

$$\frac{1}{S}=\frac{f}{(H-h)\times 1000}=\frac{153}{(3000-1454)\times 1000}=\frac{1}{10104.57}$$

عدد ۱۰۰۰ در مخرج کسر برای تبدیل متر به میلیمتر است.

اگر ارتفاع هواپیما از زمین را که ۱۴۵۴متر محاسبه شده، ۱۴۷۰ متر فرض کنیم (یعنی تقریب ۱۶ متر)، مقیاس برابر میشود با:

$$\frac{1}{s}=\frac{1}{10000}$$

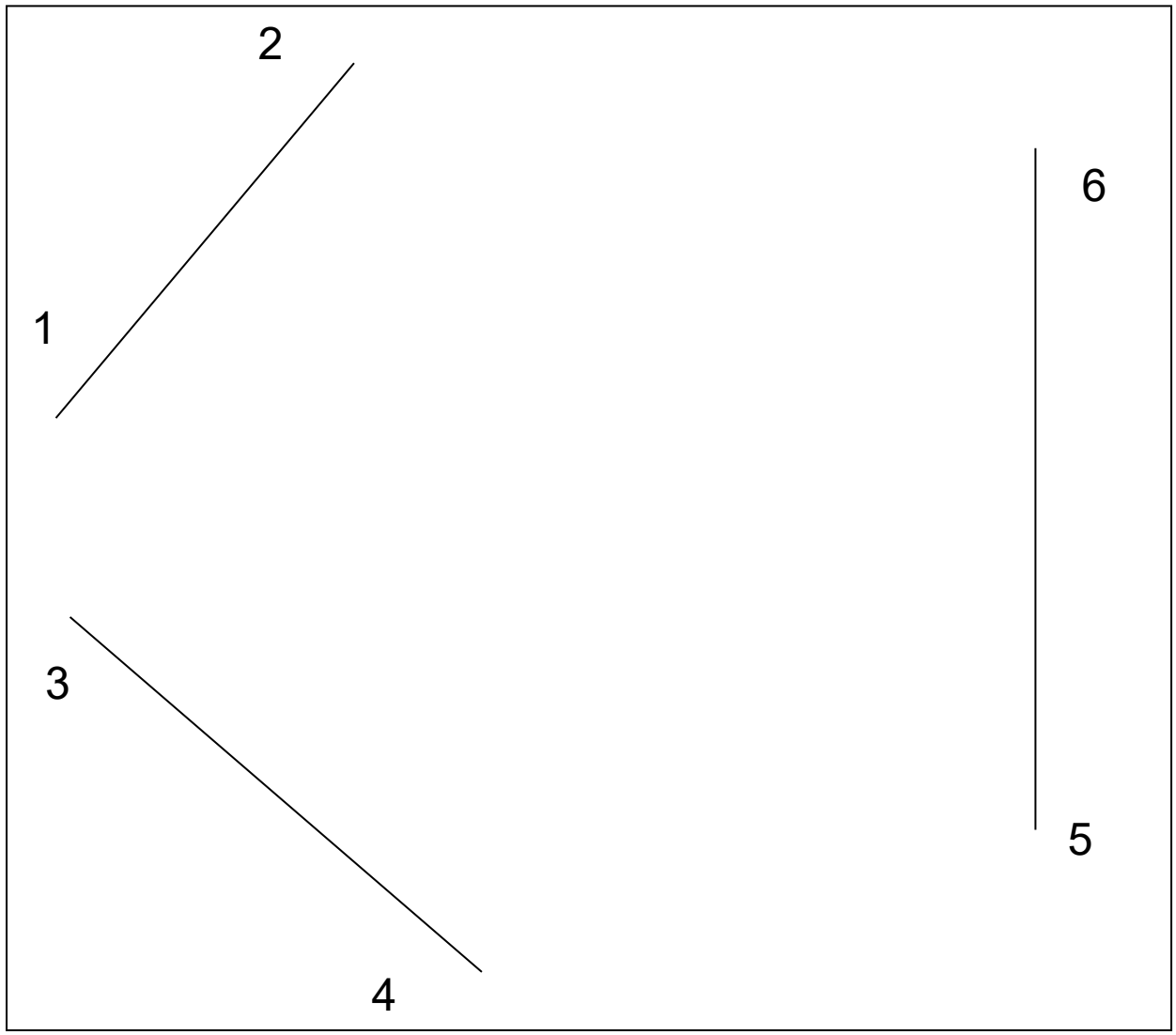
روش دوم

تعیین مقیاس با اندازه گیری فاصله روی زمین و روی عکس هوایی که با اندازه گیری چند فاصله و بدست آوردن فاصله میانگین اقدام می شود.

$$\frac{1}{s} = \frac{PD}{GD}$$

PD = فاصله دو نقطه روی عکس

GD = فاصله دو نقطه روی زمین


2
6
1
3
5
4

مسیر	فاصله روی زمین	فاصله روی عکس
	متر	میلیمتر
۱-۲	۳۰۰	۱۵
۳-۴	۲۸۰	۱۶
۵-۶	۳۲۴	۴/۱۴

۱-۲ $\frac{15}{300\times1000}=\frac{1}{20000}$

۳-۴ $\frac{16}{280\times1000}=\frac{1}{17500}$

$$\frac{14.4}{324\times1000}=\frac{1}{22500}$$ 5-6

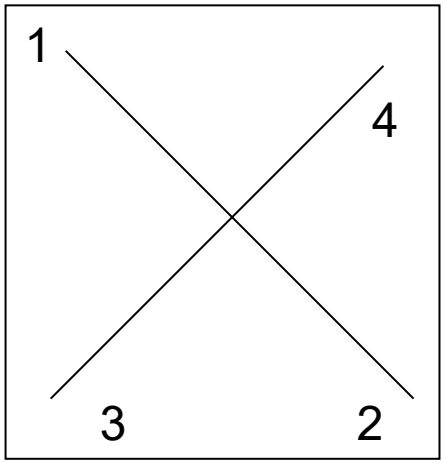
$$\frac{20000+17500+22500}{3}=\frac{60000}{3}=20000$$

مقیاس متوسط عکس $$\frac{1}{S}=\frac{1}{20000}$$

روش سوم

محاسبه مقیاس متوسط عکس از روی نقشه توپوگرافی

$$\frac{1}{s} = \frac{PD}{GD}$$



PD فاصله محاسبه شده روی عکس

GD فاصله محاسبه شده روی نقشه

فاصله بین دو نقطه یک و دو روی نقشه $\frac{1}{25000}$ برابر است با ۹۵ میلیمتر همان نقطه روی عکس برابر است با ۲۵۵ میلیمتر نقطه ۳و۴ روی همان نقشه ۱۰۵ میلیمتر و روی عکس ۲۷۴ میلیمتر:

۱و۲ برای نقطه اول:

$$95 \times 25 = 2375\ \text{m}$$

$$105 \times 25 = 2625\ m$$

برای نقطه ۱و۲

$$\frac{1}{S_{1,2}} = \frac{255}{2375 \times 1000mm} = \frac{1}{9314}$$

برای نقطه ۳و۴

$$\frac{1}{S_{3,4}} = \frac{274}{2625 \times 1000mm} = \frac{1}{9580}$$

مقیاس عکس

$$S = \frac{9314 + 9580}{2} = 9447 \qquad \frac{1}{S} = \frac{1}{9447}$$

طرح عکسبرداری و پوشش مشترک (مثلا طرح ۱:۵۰۰۰۰ ایران):

طرح عکسبرداری با هماهنگی های قبلی تنظیم و برنامه ریزی می شود. موارد ذیل از قبل تصمیم گیری می شود.

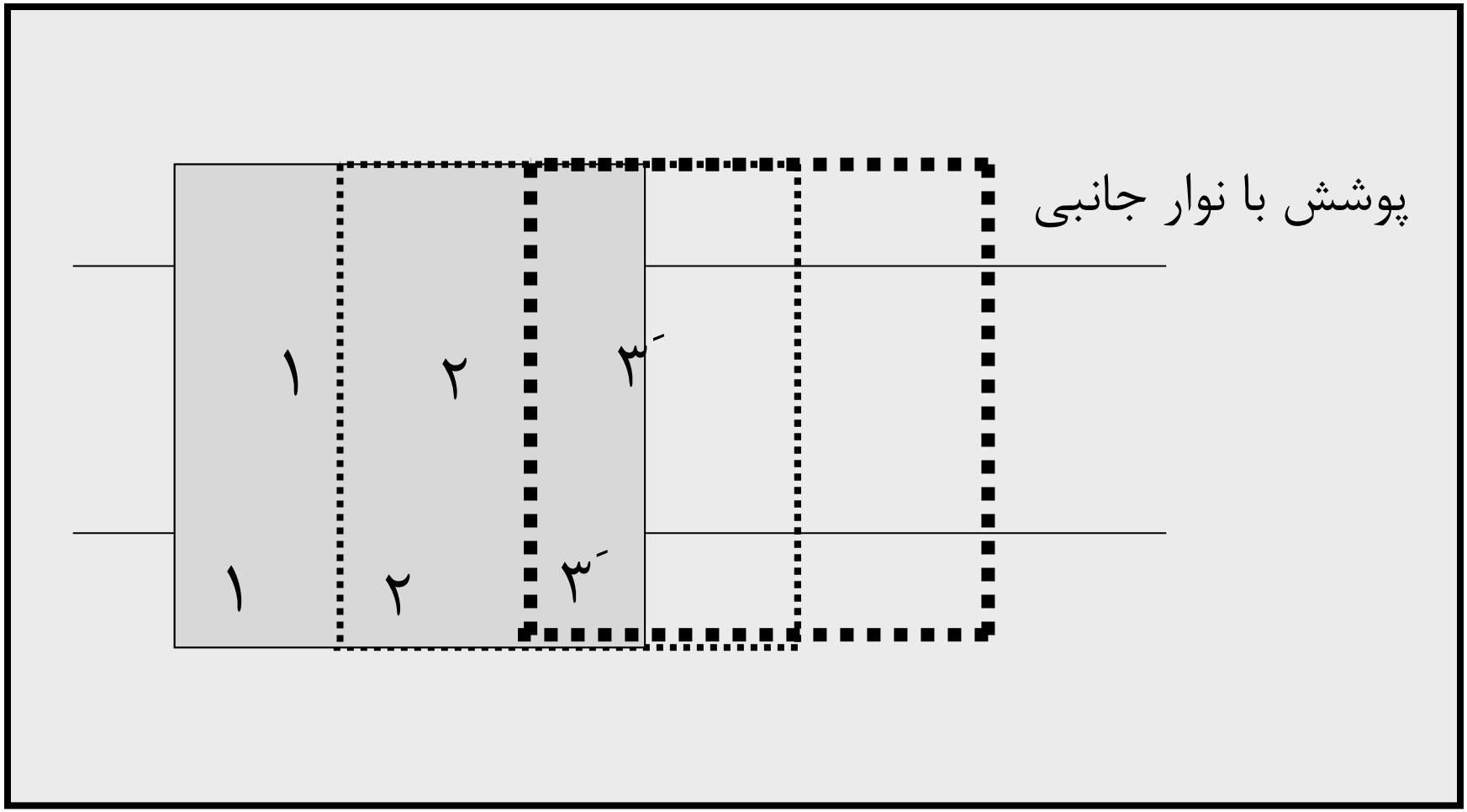
۱- مقیاس عکس

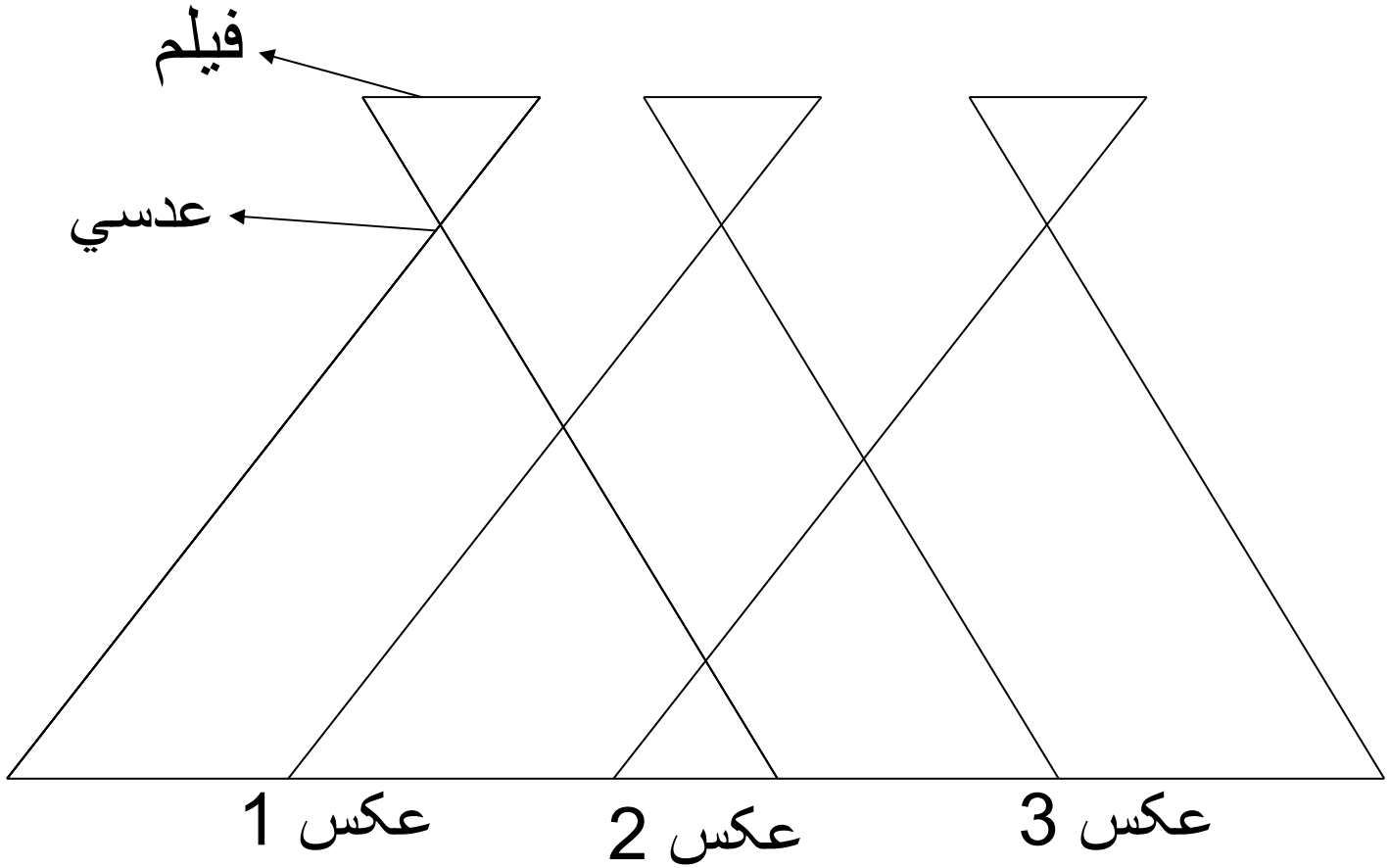
۲- هدف (با در نظر گرفتن وضع توپوگرافی منطقه و همچنین ارتفاع متوسط زمین از سطح دریا، خط پرواز را روی نقشه ترسیم و عکسبرداری می شود).

۳- فصل عکسبرداری برای پوشش گیاهی و برف اهمیت دارد.

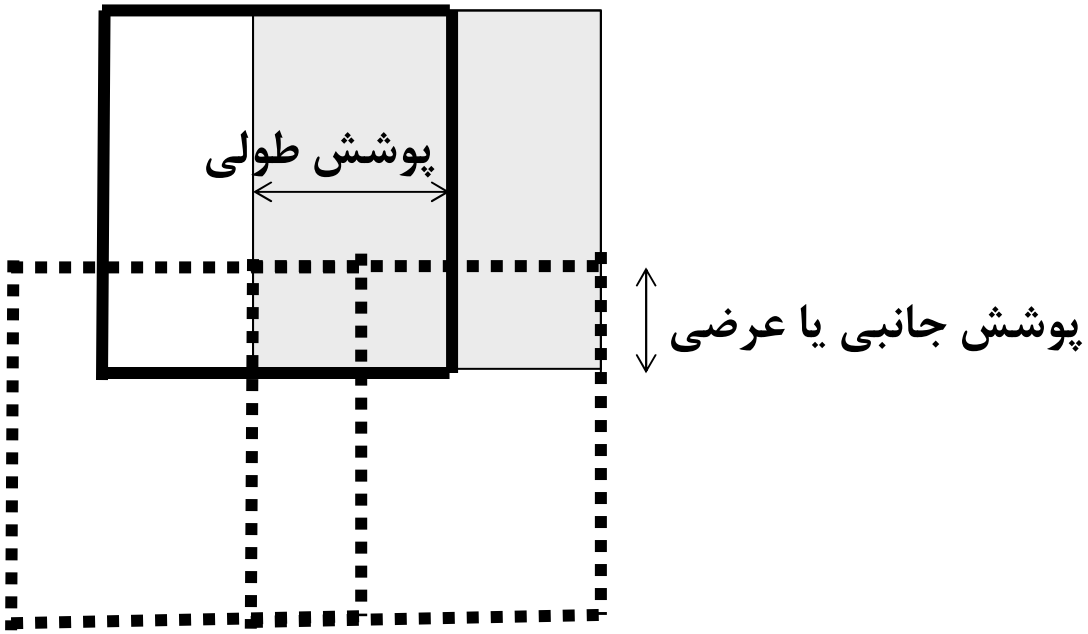
در طرح عکس برداری : امکانات و تسهیلات لازم از نظر فیلم، فیلتر، دوربین و نوع هواپیما مد نظر است. لابراتوار چاپ و ظهور فیلم ها و مواردی از این قبیل مثل نیروی کارشناسی مطرح است.

- میزان همپوشانی عکس ها که ۵۵-۶۵٪ است برای برجسته بینی مطرح می گرد که دو عکس کنار هم است. ۱۵ الی ۴۵ درصد هر نوار با نوار عکس برداری هم پوشانی دارد. که متوسط آن ۳۰ درصد است.


پوشش با نوار جانبی
۱
۲
۳´
۱
۲
۳´


فيلم
عدسي
عكس 1
عكس 2
عكس 3

پوشش جانبی:



پوشش طولی مشترک توسط دوربین و دستگاه خاصی به طور اتوماتیک انجام می شود لذا دقت بیشتری دارد.

پوشش عرضی یا جانبی:

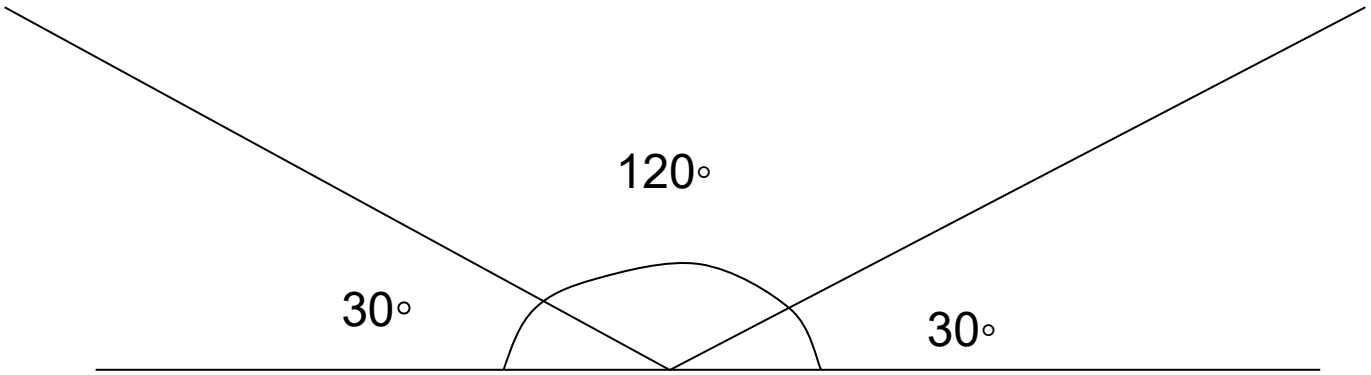
به علت آنکه توسط خلبان و خدمه هواپیما باید تنظیم گردد و در برگشت تنظیم میشود، لذا از اثر طوفان و غیره متاثر می شود و اشتباهات زیادی دارد.

گپ:

اگر در پوشش عرضی که توسط خلبان تنظیم می شود، و روی نقشه تنظیم می گردد، دقت نشود، فاصله ای خالی اتفاق می افتد که موجب ایجاد گپ می گردد. این فواصل با پرواز مجدد و صرف هزینه زیاد، تولید می گردد.

زمان عکس برداری:

سایه تاثیر زیادی روی عکس ها دارد و تفسیر آنها را با مشکل مواجه می کند. لذا بهترین زمان عکس برداری وقتی است که خورشید صبح ها حدود ۳۰ درجه از افق بالا آمده است و یا بعد از ظهر ها تا ۳۰ درجه مانده به غروب خورشید می توان عکس برداری کرد.



سطح موثر عکس های هوایی :

هر عکس هوایی سطحی را می پوشاند که از روی آن می توان سطح روی زمین را محاسبه نمود.

از نظر هندسی هر عکس هوایی سطحی برابر با :

۲(مقیاس متوسط)*عرض عکس* طول عکس=مساحتی از زمین که توسط عکس برداشته شده

$$F = a^2 \times \frac{(H-h)^2}{f^2} \times 100$$

F مساحت یک عکس روی زمین

H-h متوسط ارتفاع پرواز (متر)

a اندازه ابعاد عکس (سانتی متر)

f فاصله کانونی (میلی متر)

روش محاسبه :

a ضلع عکس به سانتی متر

مساحت هر عکس= a^2

که جهت تبدیل به F مساحت روی زمین ، باید آن را در مقیاس عکس ضرب کنیم که چون مقیاس روی طول و عرض محاسبه می شود لذا S2 می باشد که باید جداگانه برای طول و عرض عکس مقیاس را اعمال کنیم پس :

$$\frac{1}{S}=\frac{f}{(H-h)}$$

$$S=\frac{(H-h)}{f}$$

$$F=a^2\times S^2=a^2\times\frac{(H-h)^2}{f^2}\times 100$$

مثال برای فرمول فوق:

(H-h)=3040 m

F=152mm

a^2 =23*23

$$F = 23^2 \times \frac{(3040)^2}{152^2} \times 100$$

F= 2116m^2

10000 یک هکتارپس

F=2116h$a$$m^2$

روش دوم:

مقیاس از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\frac{1}{S} = \frac{f}{(H-h)\times 1000}$$

با اعداد قبلی که در مثال به کار رفت:

$$\frac{1}{S} = \frac{152}{3040\times 1000} = \frac{1}{20000}$$

یعنی در عکس های هوایی $\frac{1}{20000}$ که در روی زمین مساحت آن

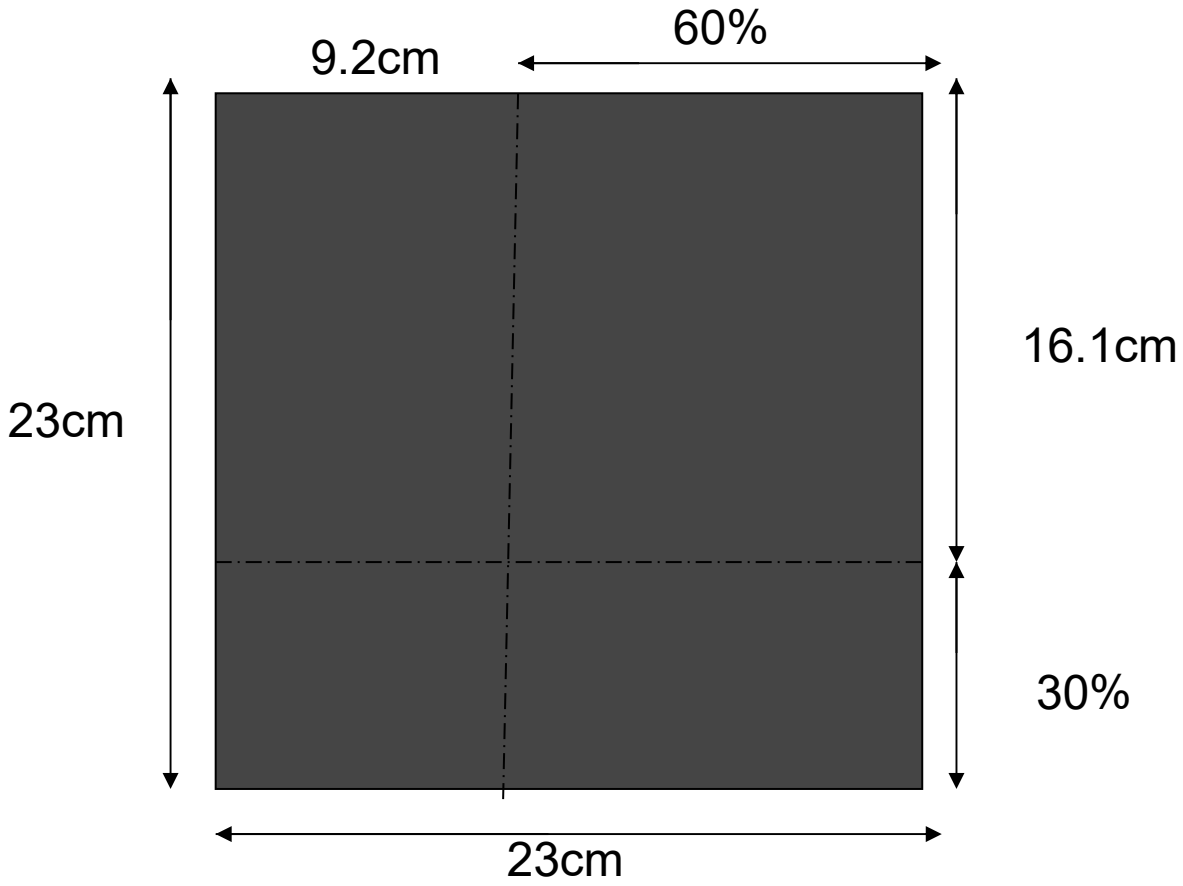
1cm=200m می باشد. (طول هر ضلع عکس در روی

زمین 23cm*200m=4600m) مساحت روی زمین

F=4600*4600=21160000m2

که توسط عکس $\frac{1}{20000}$ پوشانیده می شود.

عکس ها دارای ۶۰٪ پوشش طولی و ۳۰٪ پوشش جانبی یا عرضی هستند.
لذا سطح موثر هر عکس بخشی از 2116ha است.



S= عدد مخرج در مقیاس عکس در مثال 1:20000 با استاندارد ایران

$$A = \frac{a \times a(1-\%60)(1-\%30) \times S \times S}{10^8}$$

a= طول یا عرض عکس (سانتي متر)

$$\%60 \text{ طول} = \frac{23 \times 60}{100} = 13.8$$

- 23-13.8=9.2

30% عرض= $\frac{23\times30}{100}=6.9$

23-6.9= 16.1

روي عکس cm^2 9.2*16.1=148.12

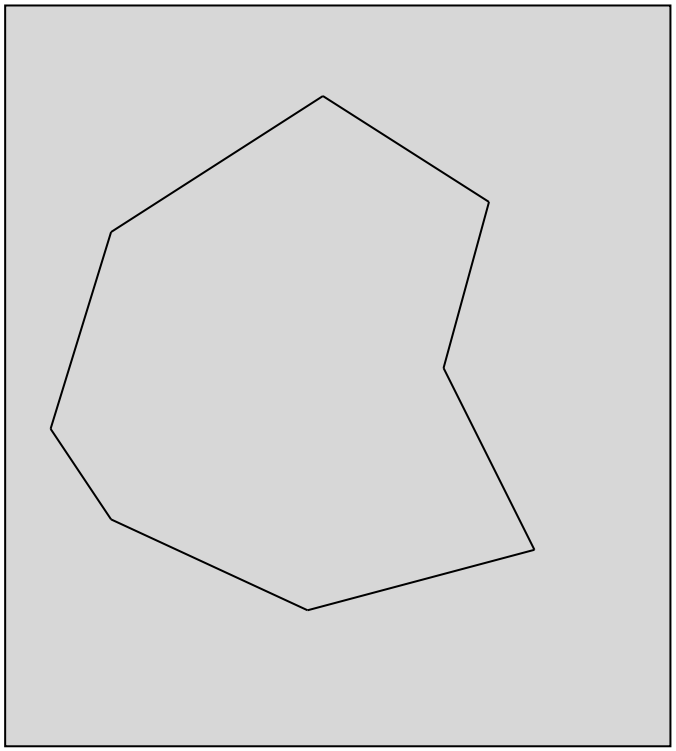
- $A=\frac{23\times23(1-0.6)(1-0.3)\times20000\times20000}{10^8}=592ha$

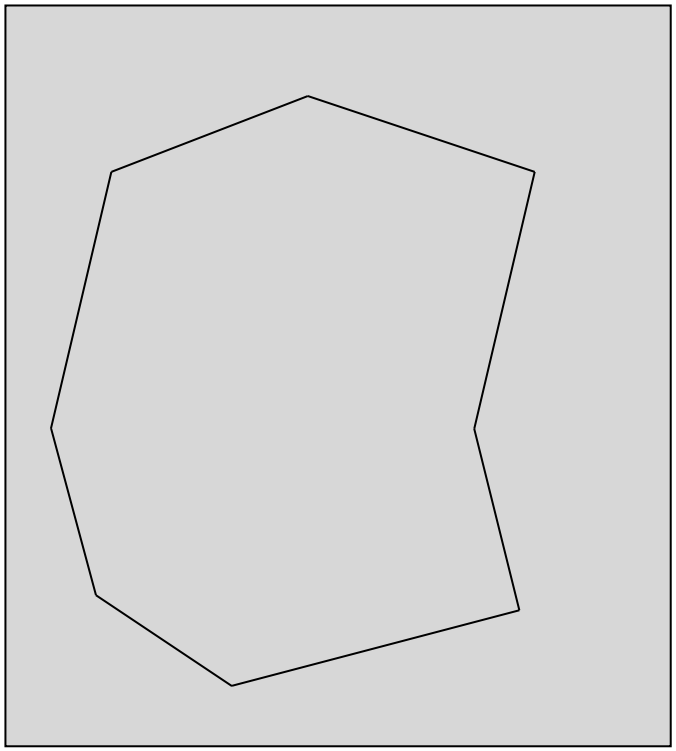
برای عکس های مقیاس1:20000 = 592ha

برای عکس های مقیاس1:55000 = 4480ha

از وسط عکس ها استفاده میکنند. تا خطا ها را کاهش دهند. لذا حاشیه ها را که دارای اعوجاج است حذف می کنند. عکس ها را برای راحتی کار یک در میان کار می کنند تا هزینه ها را کاهش دهند.

برای ترسیم حدود سطح موثر، باید نقاط قرینه را در عکس های چهار طرف مجاور تعیین و به عکس اصلی منتقل نمود.





محاسبه تعداد عکس هوایی در هر پروژه

با اطلاع از سطح موثر هر عکس، می توان تعداد عکس های لازم در هر منطقه را از فرمول زیر محاسبه کنیم:

$$N = \frac{Ta}{A}$$

N تعداد عکس هوایی مورد لزوم

Ta مساحت منطقه به هکتار

A سطح موثر یک عکس برحسب هکتار

- مثلا برای عکس $\frac{1}{20000}$ ایران A= 592ha پس اگر مساحت منطقه کاری ۱۰۰۰۰۰۰ هکتارباشد:

$$N = \frac{1000000}{592}$$

و اگر هدف، عکسبرداری کل کشور باشد، تعداد عکس لازم برابر خواهد بود

برای عکسهای $\frac{1}{20000}$

$$N = \frac{1640000\ ^{Km^2} \times 100\ ^{ha}}{592\ ^{ha}} = 277027$$

برای عکسهای $\frac{1}{55000}$

$$N = \frac{1640000\ ^{Km^2} \times 100\ ^{ha}}{4480\ ^{ha}} = 36607$$

وسایل تفسیر عکسهای هوایی

وسایل زیر برای تفسیر عکسهای هوایی مورد نیاز است:

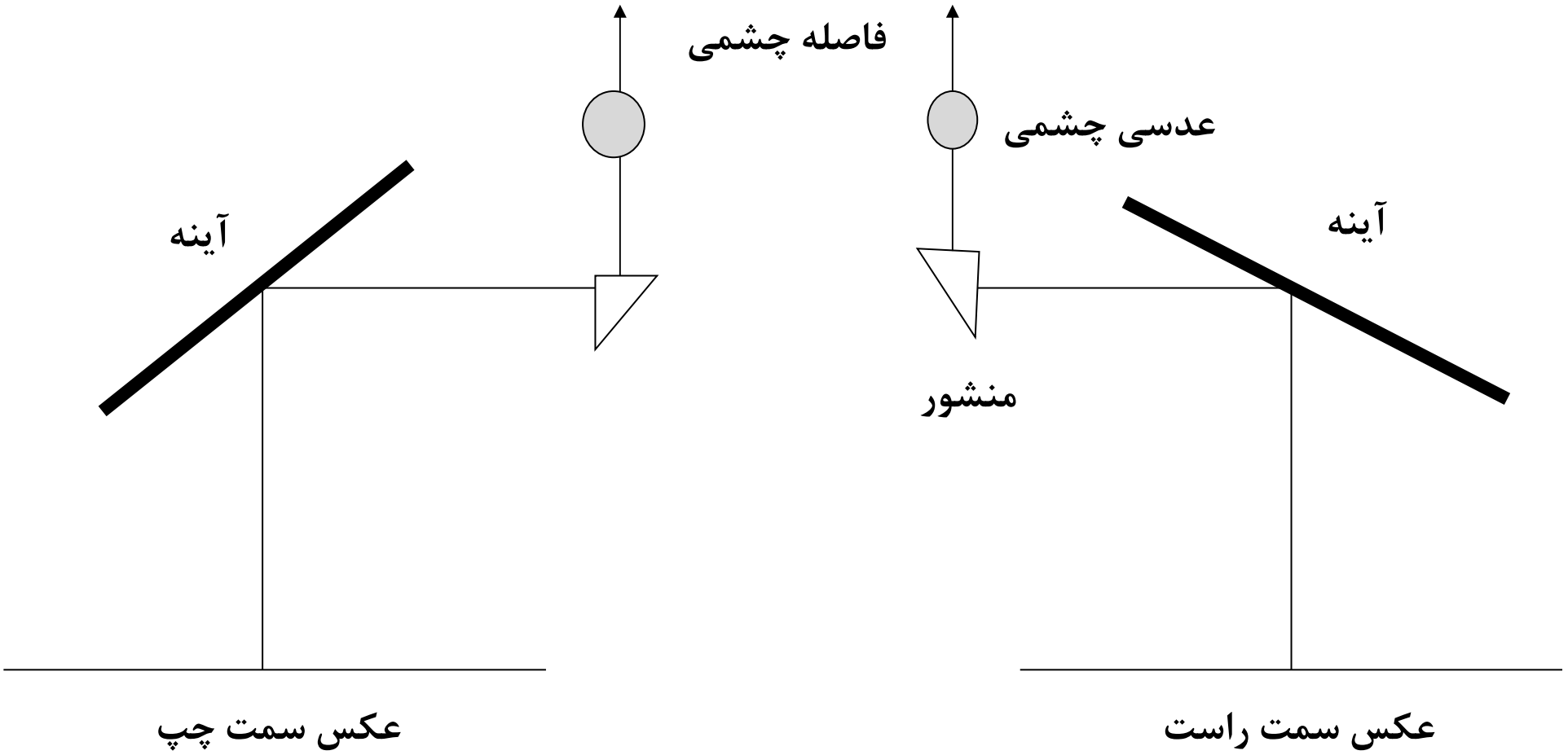
استریوسکوپ پارالاکس بار پارالاکس ودج طلق مشبک

وسایل نقشه کشی

استریوسکوپ :

برای جدا کردن دید هر چشم از عکس مربوطه از استریوسکوپ استفاده می کنیم. تا دید هر چشم جداگانه به مرکز بینایی مغز برسد و از ترکیب آنها تصویر برجسته حاصل آید. انواع مختلف دارد.

استریوسکوپ جیبی استریوسکوپ آئینه دار



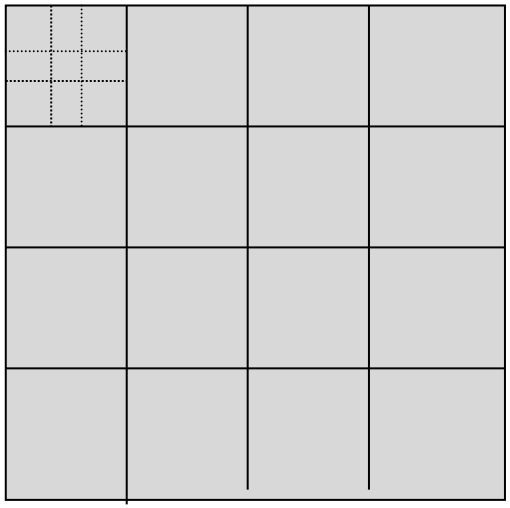
عکس سمت راست

عکس سمت چپ

طلق مشبک:

طلقی است شفاف که در روی آن نقاط با فواصل مساوی قرار دارند و برای اندازه گیری مساحت روی عکس های هوایی و یا نقشه به کار می رود .

مثلا فاصله ۲*۲ میلی متر یا ۴*۴ میلیمتر



اگر مقیاس عکس برابر با $\frac{1}{20000}$ باشد هر میلی متر آن برابر با ۲۰ متر می شود.

طول و عرض یک نقطه روی عکس $20 * 4 = 80 \quad m$

مساحت هر نقطه روی عکس $80 * 80 = 6400\, m^2$

اگر طلق را روی عکس قرار دهیم و مثلا ۱۰۰ نقطه منطقه مورد نظر ما را پوشش داده باشد

$$6400 * 100 = 640000\, m^2$$

$$640000 \div 10000 = 64\, ha$$

اگر نقطه در حاشیه قرار گیرد و یا بخشی از آن در داخل و یا خارج باشد، باید به صورت تخمینی مساحت را برای آنها محاسبه کنیم

پارالاکس Parallax

(اختلاف منظر) جابجایی ظاهری موقعیت یک جسم نسبت به یک نقطه یا سیستم را گویند که به علت تغییر محل ایستگاه مطالعه کننده به وجود می آید.

اگر انگشت را مقابل چشم بگیریم و آن را با چشم چپ و راست در روی دیوار مقابل ببینیم فاصله بین دو موقعیت روی دیوار را پارالاکس گویند.

فاصله دو موقعیت روی دیوار = پارالاکس
در این صورت
چشم ها = استگاه مطالعه کننده که تغییر مکان میدهد = محل عکس برداری هواپیما

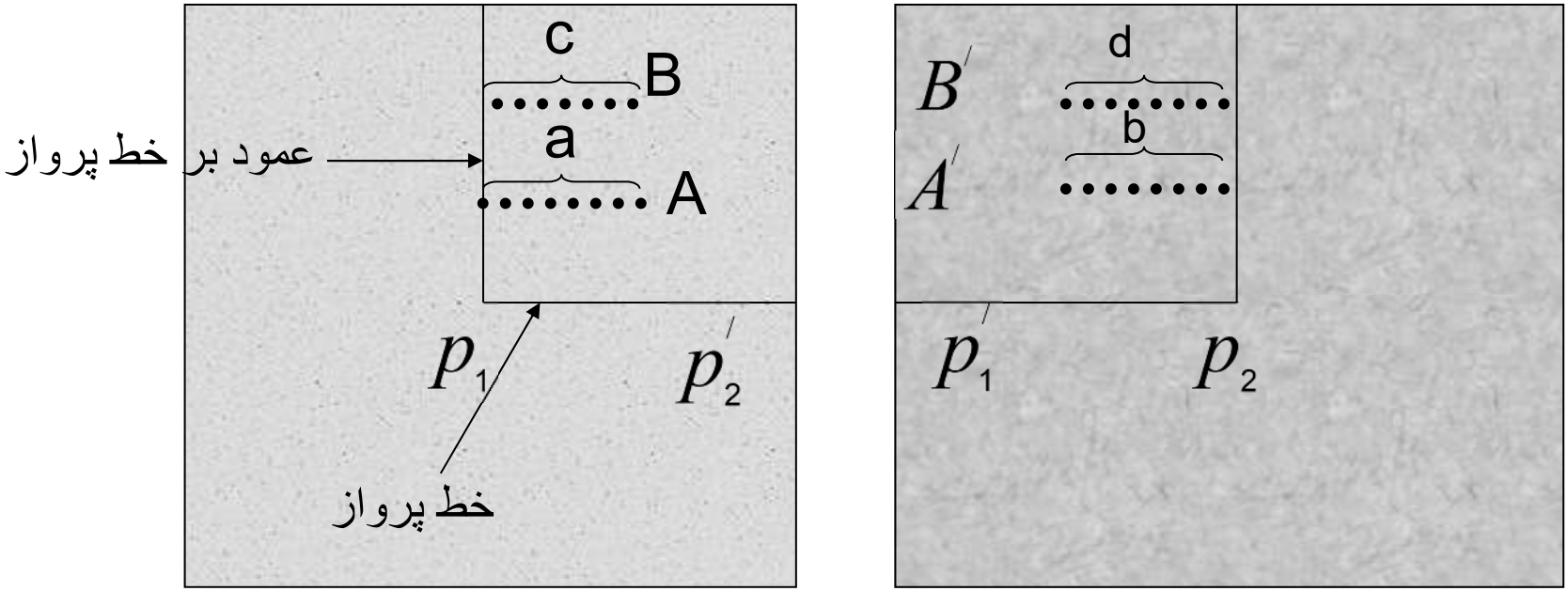
جسم = انگشت که در مطالعه ثابت است = عوارض زمینی

پارالاکس مطلق

جمع جبری دو فاصله تصویر یک جسم مشابه در هر عکس از خط عمود بر مسیر پرواز در مرکز عکس. موازی خط پرواز اندازه گیری می گردد.

پارالاکس c+d=B

پارالاکس a+b=A


c
B
a
A
عمود بر خط پرواز
p_1
p_2'
خط پرواز
d
B'
b
A'
p_1'
p_2

اختلاف پارالاکس:

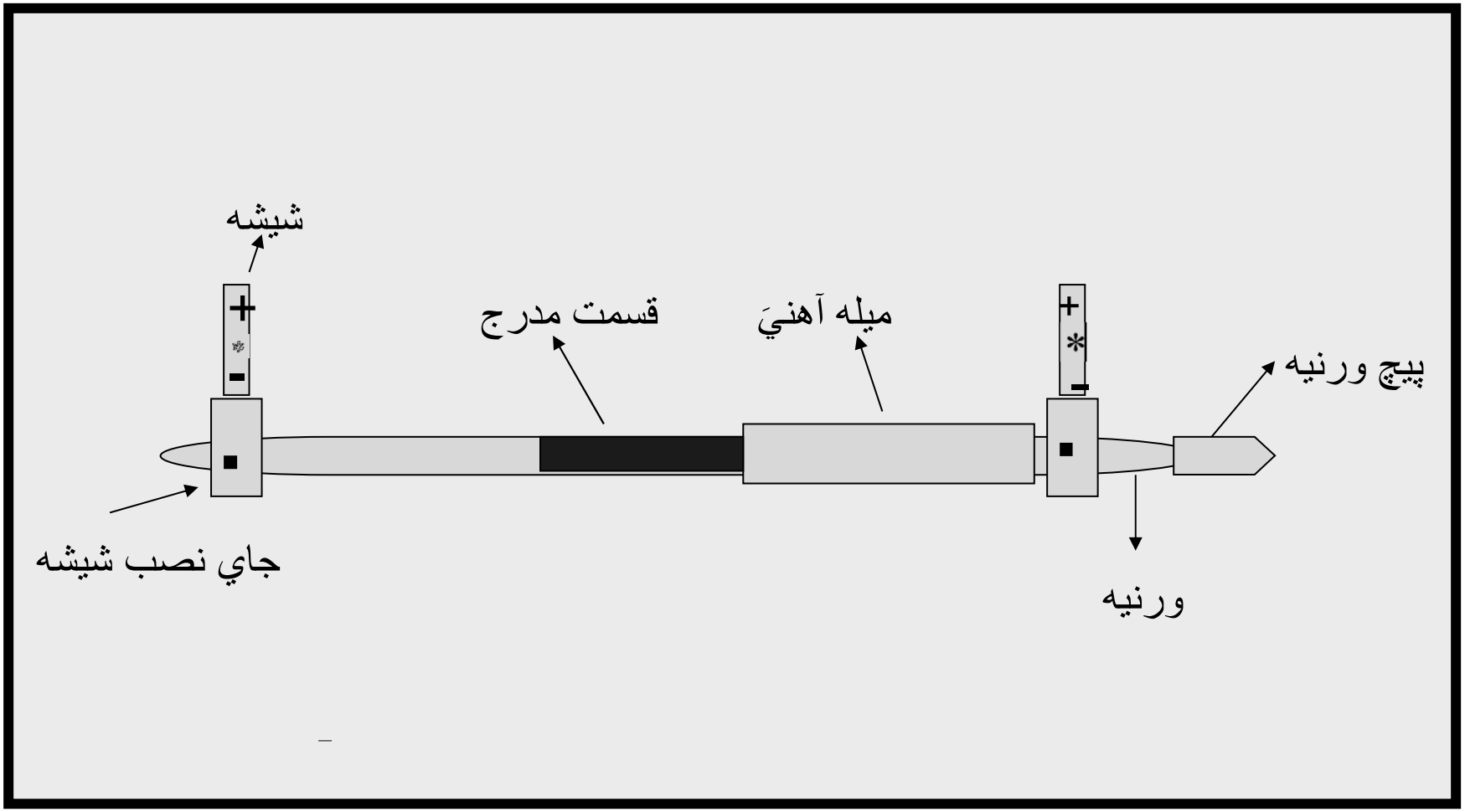
اختلاف بین پارالاکس استریوسکوپی دو نقطه را گویند. لذا برای مثال بالا

اختلاف پارالاکس $= d_p = \Delta P = (a + b) - (c + b)$

پارالاکس ودج:

در روی طلق شفاف یا شیشه چاپ می شود. دو خط مدرج که دو ردیف نقاط است که با یکدیگر موازی نیستند. فاصله دو خط از یکدیگر ۵۰ میلیمتر تا ۷۰ میلیمتر می باشد. برای اندازه گیری اختلاف پارالاکس یا Δp بر روی عکس های هوایی با استریوسکوپ جیبی می باشد.

پارالاکس بار:
دو شیشه که بر روی آن چند نقطه وجود دارد. شیشه سمت چپ ثابت و شیشه سمت راست حرکت می کند. میله ای است که شیشه ها روی آن ثابت شده است . دسته ای که با پیچاندن آن شیشه سمت راست به طرفین حرکت می کند. و ورنیه ای دارد که می توان اندازه گیری را تا دهم میلیمتر قرائت کرد. میلیمتر را به طور مستقیم قرائت می کنند و تا صدم آنرا از روی ورنیه تخمین می زنند. برای کار با استریوسکوپ آینه دار می باشد.


شيشه
قسمت مدرج
ميله آهنيَ
پيچ ورنيه
جاي نصب شيشه
ورنيه

فرمول اندازه گیری ارتفاع روی عکس:

مثلا ارتفاع درخت

$$Ho = \frac{(H - h)dp}{P + dp}$$

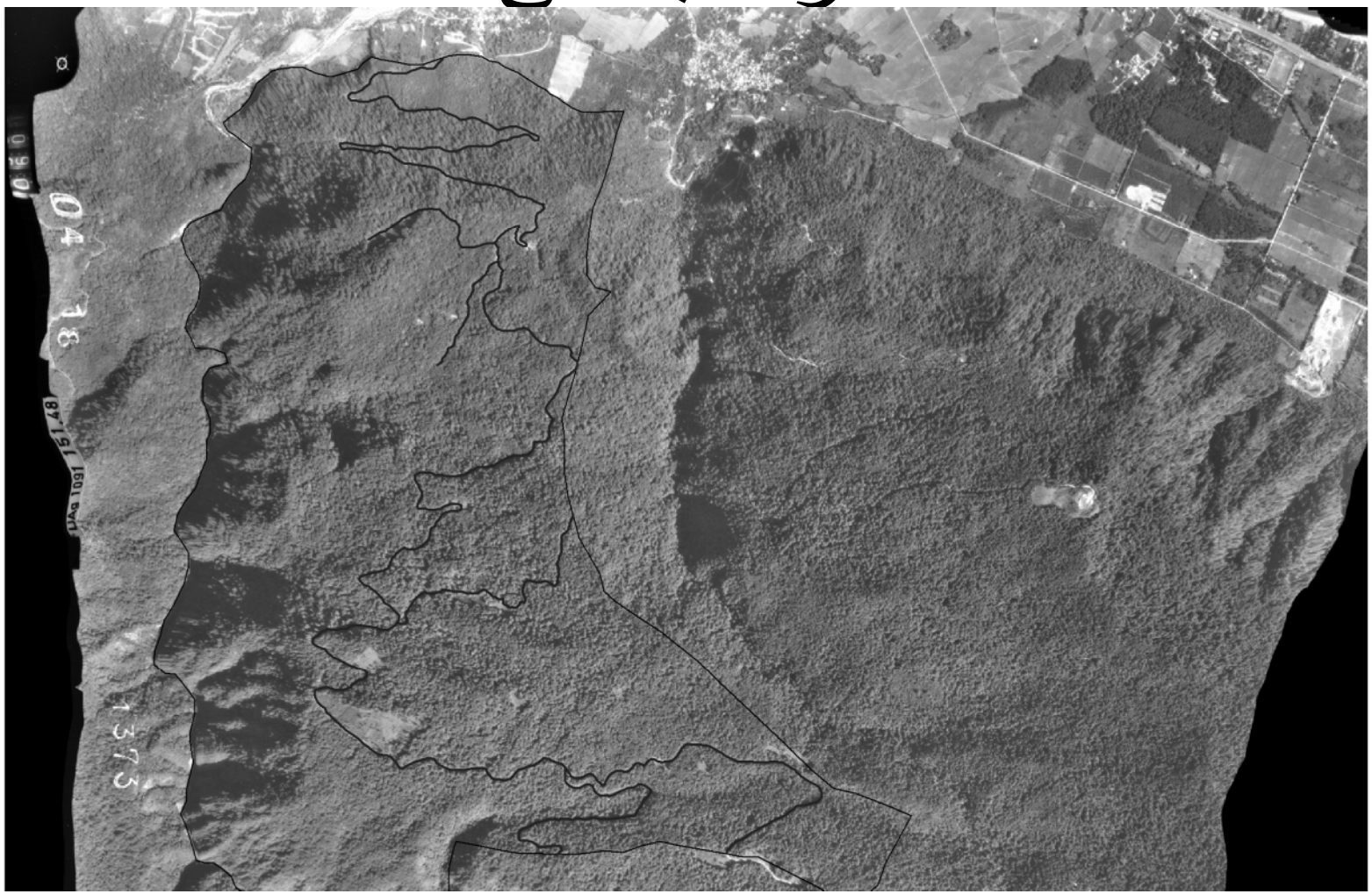
H-h : ارتفاع پرواز هواپیما

P : پارالاکس مطلق برای بن درخت

Δ p یا dp : اختلاف پارالاکس مطلق نوک و پارالاکس مطلق بن درخت

Ho : ارتفاع درخت

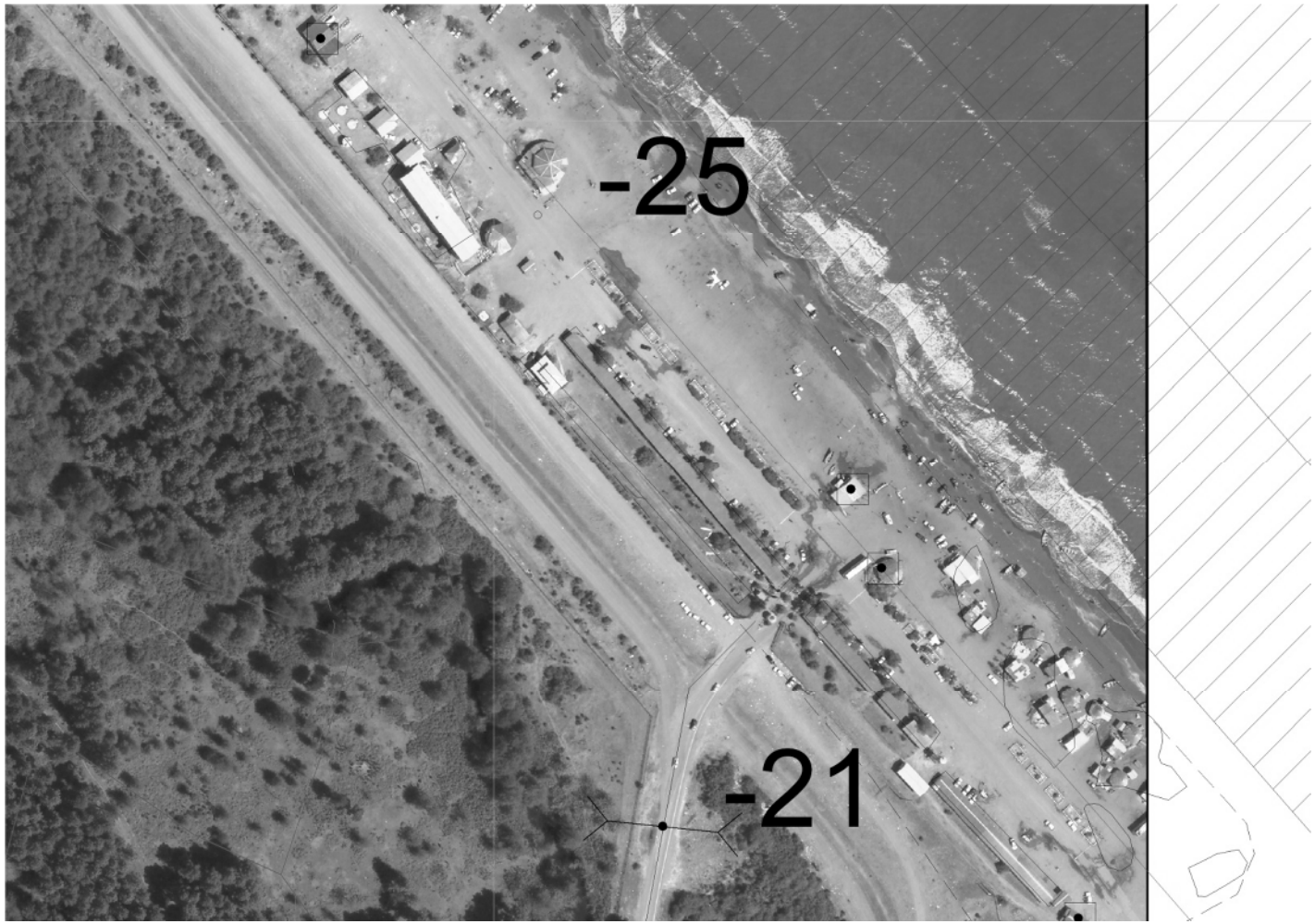
راه جنگلی



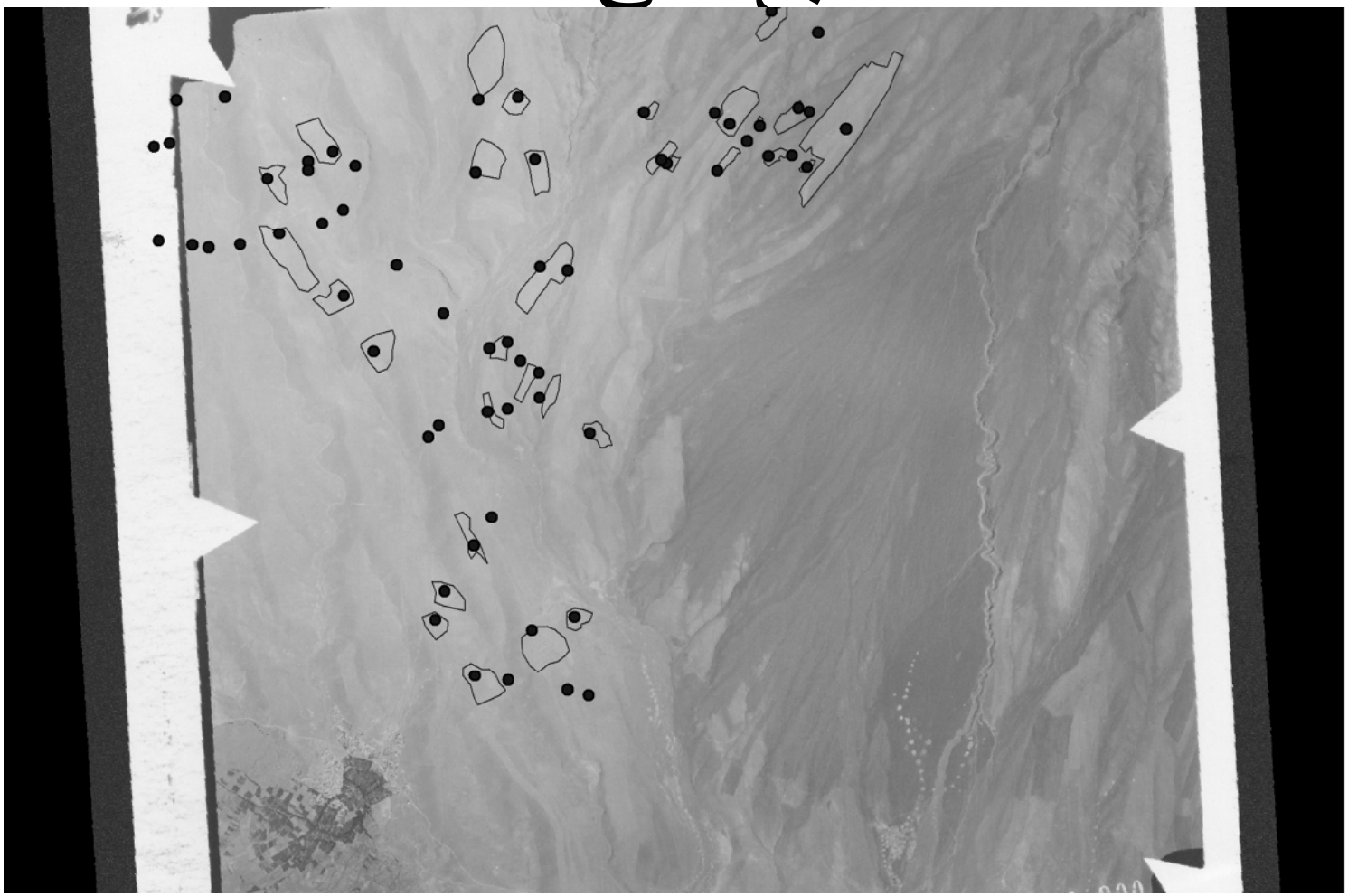
تغييرات اب درياي خزر طي سه دهه

تغييرات اب درياي خزر

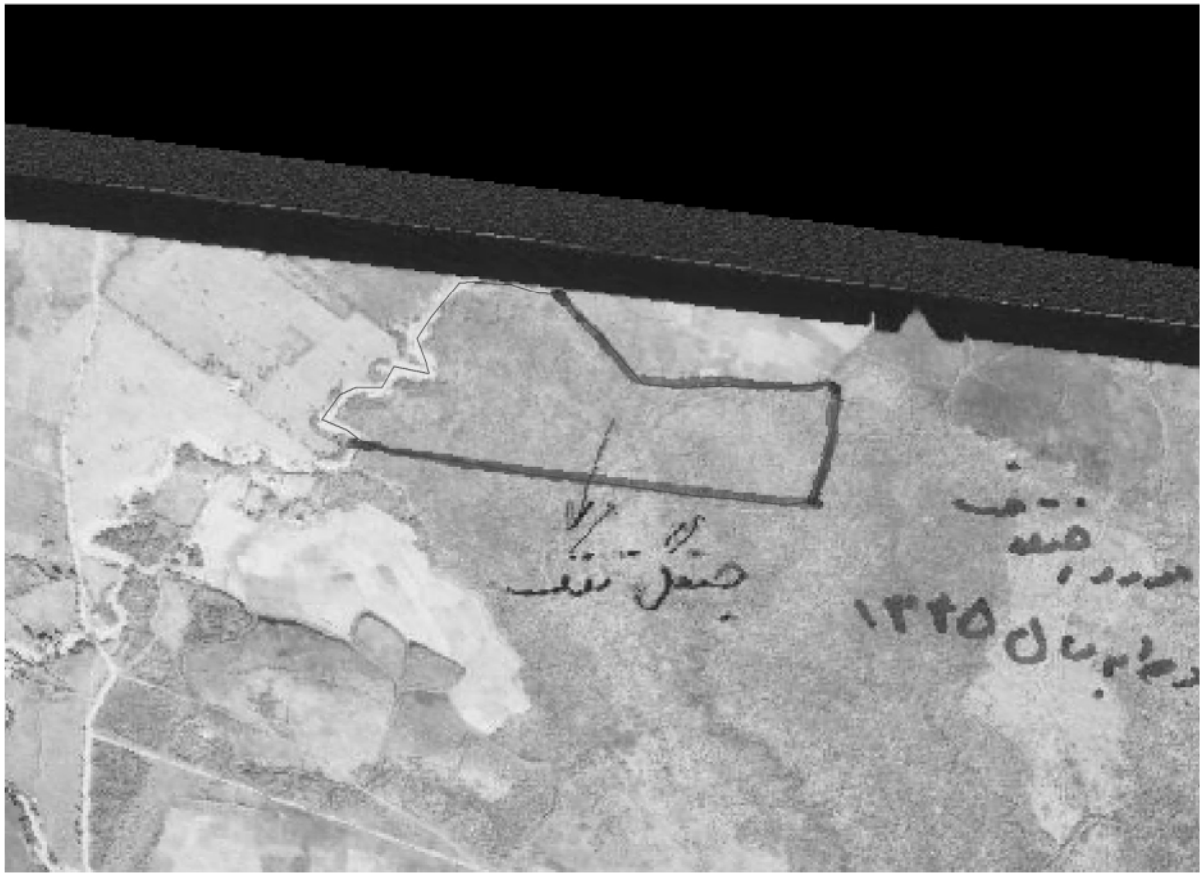
ارتفاع از سطح دریا



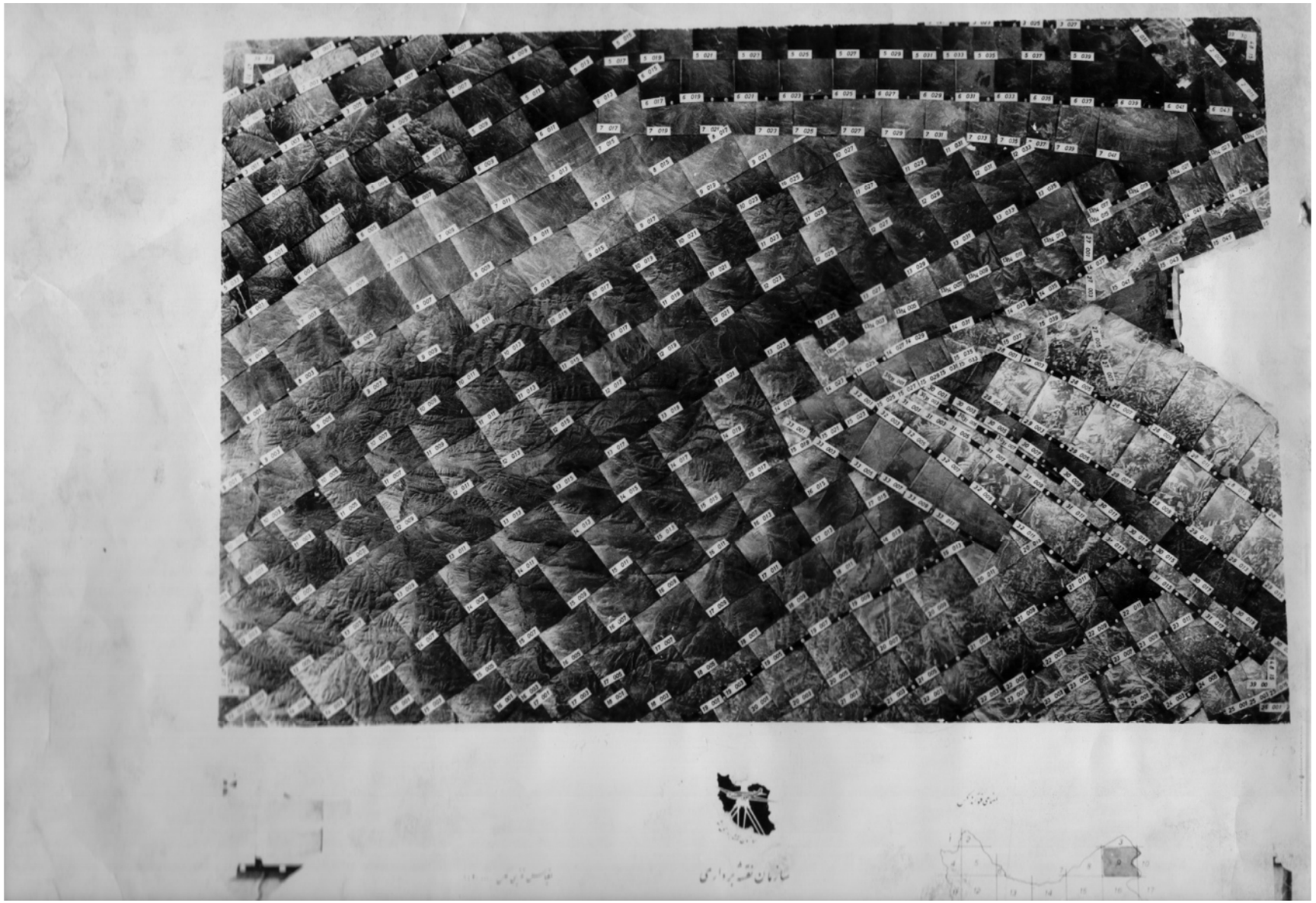
منابع ملی1



منابع ملي



منابع ملي



با تشکر