تهیه کننده : محمد هادی عقیلی
hadi.aghili@gmail.com

فصل اول

Photogrammetry

- **Photo :** عکس
- **Gram :** ثبت
- **Metry :** اندازه گیری

فتوگرامتری: علم، هنر و فناوری ای است که به اندازه گیری و تفسیر از روی عکسی که از ثبت انرژی الکترومغناطیس به دست آمده می پردازد.

فتوگرامتری به دو دسته تقسیم می شود :

1- **فتوگرامتری تفسیری** : **عبارت است از تشخیص و تعیین نوع اجسام بر اساس یک سری تجزیه و تحلیل سیستماتیک** یا به عبارت دیگر به تفسیر عکس و کسب اطلاعات موضوعی و توصیفی می پردازد.

در این نوع از فتوگرامتری از عکسهای رنگی استفاده می شود و به شناسایی وتعیین کیفی عوارض می پردازد .

2- **فتوگرامتری متریک**: نوعی از فتوگرامتری که به اندازه گیری دقیق از روی عکس می پردازد که در نهایت به تولید نقشه می انجامد.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

فتوگرامتری از لحاظ ایستگاه گیرنده عکس (از لحاظ فاصله تا جسم) :

1- **فتوگرامتری زمینی(برد کوتاه)**: دوربین بر روی سه پایه نصب شده و فاصله آن تا جسم کم است .(1m -200m)

2- **فتوگرامتری هوایی:در این نوع از فتوگرامتری دوربین را در هواپیما قرار می گیرد و منجر به** تولید نقشه های توپوگرافی می گردد.

3- **فتوگرامتری فضایی**:

در این نوع از فتوگرامتری ماهواره یا سکوی فضایی دوربین را حمل می کنند.(مانند ایستگاه فضایی شاتل)

فتوگرامتری براساس نوع تکنولوژی (دستگاه تبدیل) :

دستگاه تبدیل	ورودی	پردازش	خروجی
آنالوگ	سخت (عکس)	سخت	سخت (بر روی کاغذ)
تحلیلی	سخت	نرم (توسط کامپیوتر)	نرم
نیمه تحلیلی	سخت	سخت	نرم
رقومی	نرم(scan عکس)	نرم	نرم

* سخت(hard copy) : منظور شیئی است که وجود فیزیکی دارد مانند: عکس، کاغذ و ...

* نرم(soft copy): ظهور فیزیکی ندارد.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

چرا دستگاه نیمه تحلیلی پس از تحلیلی به بازار آمد ؟

زیرا شرکتهای آنالوگ : 1. هزینه زیادی برای دستگاه های آنالوگ کرده بودند.

2. پرسنل این شرکت ها به دستگاه های آنالوگ تسلط داشتند.

3. به دستگاه های تحلیلی آشنا نبودند.

4. دقت دستگاه های آنالوگ فوق العاده بالا بود. بنابراین دستگاه آنالوگ برای این شرکت ها ارزش بالایی داشت.

تاریخچه فتوگرامتری :

1. اختراع دوربین عکاسی در سال 1839 میلادی در فرانسه
2. اولین عکس از بالون در سال 1859 در نزدیکی پاریس و 1860 در امریکا گرفته شد.
3. عکاسی از بالون طی جنگهای داخلی امریکا کاربرد نظامی یافت.(کاربرد نظامی)
4. اختراع هواپیما انقلابی در تهیه عکس های هوایی بود.
5. در اوایل قرن 20(1914) و در جنگ جهانی اول اولین عکسهای هوایی توسط هواپیما گرفته شد.(کاربرد نظامی)
6. بین جنگ جهانی اول و دوم اولین دستگاه های تبدیل فتوگرامتری به بازار ارائه شد.(در این زمان کاربرد غیر نظامی توسعه یافت.)

دستگاه تبدیل(Stere Plotter): این دستگاه با گرفتن عکس و انجام یکسری پردازش ها نقشه تولید می کند.(دستگاهی برای تبدیل عکس هوایی به نقشه)

7. در جنگ جانی دوم استفاده از فتوگرامتری برای کارهای نظامی از جمله تولید نقشه سرعت یافت.
8. با ساخت کامپیوتر در سال 1960م ورود آن به دنیای فتوگرامتری نیز آغاز شد.(فتوگرامتری آنالوگ – دستگاه های مکانیکی تبدیل)

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

9. ظهور سیستم های تحلیلی ،نیمه تحلیلی و رقومی به بازار
10. سال 1970م ورود تخصصی کامپیوتر به فتوگرامتری .

- آغاز علم فتوگرامتری برابر با اختراع دوربین عکاسی است.

مزایای فتوگرامتری:

1) مناسب برای مناطق وسیع
2) نیاز به حضور کمتر در منطقه
3) هزینه کمتر
4) سرعت بالاتر
5) امکان اتوماسیون
6) زمان کمتر
7) امکان کنترل بیشتر بر پردازش ها
8) ثبت عوارض به صورت طبیعی

کاربردهای فتوگرامتری:

1- تولید نقشه
2- کنترل پروژه
3- بررسی آثار باستانی (نظیر: تعمیر کلیسا در ایتالیا ، ارگ بم)
4- کشف جرم (کمک به امور جنایی)
5- تشخیص هویت
6- نظارت بر عملکرد وسایل (مانند: ساخت هواپیما ، عیب یابی لوله ها و ...)

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

فصل دوم

عکس و عکاسی

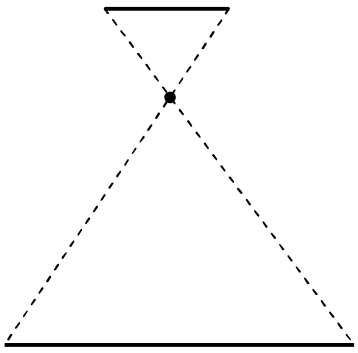
عکس: تصویر مرکزی عوارض بر روی یک صفحه مستوی که از تاثیر نورهای بازتابیده از عوارض بر روی یک لایه حساس به نور (امولیسون) ایجاد می شود.(عکس تصویر مرکزی عوارض است)

فیلم ها به سه دسته تقسیم می شوند:

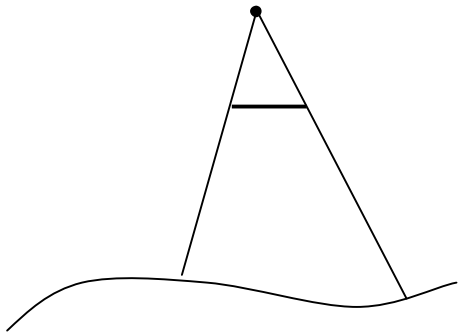
1. **نگاتیو**: فیلم عکاسی که نقاط تاریک را روشن و نقاط روشن را تاریک نشان می دهد.
2. **پوزیتیو**: در این نوع از فیلم ها نسبت رنگ ها همانند حالت طبیعی است.(عکس)
3. **دیاپوزیتیو**: عکسی است که برروی یک صفحه شفاف مانند تلق،شیشه و غیره چاپ می شود.

در یک شکل چنانچه صفحه تصویر بین زمین و عدسی رسم شده باشد ، فیلم پوزیتیو و اگر زمین و صفحه تصویر در دو طرف عدسی رسم شده باشند فیلم نگاتیو است.

* در فتوگرامتری برای اثبات فرمول ها از نگاتیو یا پوزیتیو استفاده می کنند.



نگاتیو



پوزیتیو

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

عکس ها از لحاظ دید به سه دسته تقسیم می شوند:

1- عکس قائم : عکسی که دقیقاً موازی سطح منطقه (افق) گرفته شده باشد.این عکس از روابط هندسی ساده ای برخوردار است و زاویه تیلت آن کمتر از 3 درجه است.

2- عکس مایل : عکسی که در آن افق دیده نشود. این عکس دارای زاویه تیلت بیش از 3 درجه بوده و برای کارهای تفسیری به کار می رود. این عکس ها دارای هندسه پیچیده ای هستند.

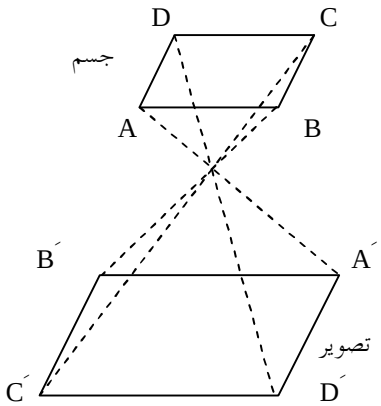
3- عکس خیلی مایل : در این عکس افق منطقه قابل رؤیت است و در کارهای شناسایی به کار می روند. همچنین این عکس ها دارای هندسه درهمی هستند.

*** مقیاس در عکس قائم برای یک ارتفاع ثابت ،ثابت است.**

*** در عکس مایل مقیاس متغیر بوده (به ارتفاع وابسته نیست) و از سمت جلو به انتهای عکس مقیاس کوچکتر می شود.**

سیستم های تصویربرداری :

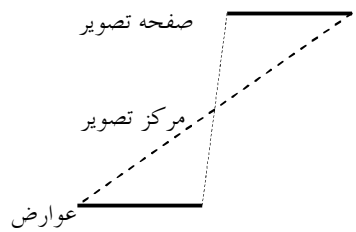
سیستم های تصویربرداری برای نگاشت **(Mapping)** عوارض بر روی سطح مبنا به کار می روند. سیستم های تصویر برداری به دو دسته کلی تقسیم می شوند: سیستم تصویر **مرکزی** و **موازی** که هر کدام به دو دسته **قائم** و **مایل** تقسیم بندی می شوند.



1- سیستم تصویر برداری مرکزی قائم :

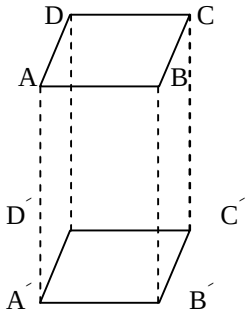
در این سیستم دو صفحه تصویر و عوارض با هم موازی بوده و شعاع های نوری از مرکز می گذرند.

2- سیستم تصویربرداری مرکزی مایل:



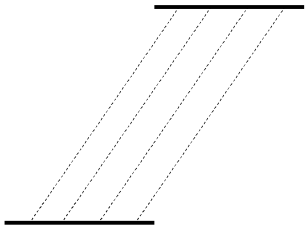
hadi.aghili@gmail.com
تهیه کننده : محمد هادی عقیلی

3- **سیستم تصویربرداری موازی قائم** :



در نقشه برداری از این نوع عکس ها استفاده می شود.زیرا دارای دید عمودی از بالا است و تمام نقاط با زاویه قایم تصویر می شوند.

4- **سیستم تصویربرداری موازی مایل**:



تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

تفاوت عکس با نقشه

عکس	نقشه
سیستم تصویربرداری عکس مرکزی است	سیستم تصویر برداری نقشه موازی قائم است
نمایش تمام عوارض	انتخابی از عوارض
احتیاج به تفسیر دارد	عدم احتیاج به تفسیر
مقیاس متغیر	مقیاس ثابت
اختلاف ارتفاع نسبی است	اختلاف ارتفاع به صورت صریح و مطلق است
تبدیل مقیاس در دو جهت	تبدیل مقیاس در یک جهت(در جهت کوچکترشدن)
سطح جزئیات زیاد	سطح جزئیات دلخواه

وسایل عکسبرداری هوایی

دوربین های عکسبرداری

اجزای یک دوربین :

1) بدنه دوربین : قطعه ای که تمام اعضای دوربین در آن جای گرفته است و وظیفه آن نگهداری کل اجزای داخلی دوربین است.

2) **مخزن دوربین** : که خود شامل :

الف- **قرقره ها** : که وظیفه چرخاندن و تعویض فیلم را دارند.

ب- **فیلم**: بر روی قرقره ها در مخزن دوربین سوار می شود

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

ج- **صاف کننده فیلم** : که اکثراً با استفاده از یک سیستم مکشی سطح فیلم را در حین عکسبرداری صاف می کنند.

3) **عدسی** : که وظیفه آن بزرگنمایی و جمع آوری شعاع های نوری حاصل از انعکاس اجسام می باشد.

4) **شاتر**: وظیفه این قسمت از دوربین کنترل کردن رسیدن نور به سطح فیلم است.(شاتر فقط باز و بسته می شود و بدین صورت در هنگام عکسبرداری عبور نور را کنترل می کند.)

* شاتر میتواند در پشت عدسی **یا** بین عوامل تشکیل دهنده عدسی **ویا** در سطح کانونی در جلوی فیلم قرار گیرد.

5) **دیافراگم** : تنظیم کننده میزان نور ورودی است.

6) **فیلتر**: این قسمت از دوربین :

الف- از طریق حذف عامل انکسار و تفرق باعث کم شدن اثر اتمسفری و حفظ شفافیت عکس می شود .

ب- باعث توزیع یکنواخت نور می شود.

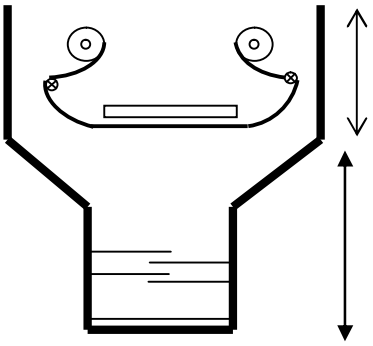
ج- جلوگیری از ورود گرد و غبار به داخل بدنه دوربین و آسیب به عدسی

7) **قاب دوربین** : که دوربین روی آن سوارمی شودوقاب از نوسانات دوربین جلوگیری می کند.

***نقطه نودال عقبی**: عبارتست از نقطه ای بر روی محور اپتیکی عدسی که شعاع های ورودی به سیستم عدسی دوربین پس از عبور از نودال جلویی، از آن به موازی خط ورودی از عدسی خارج می شوند.

* **فاصله کانونی**: فاصله نودال عقبی تا سطح فیلم را فاصله کانونی گویند.

hadi.aghili@gmail.com
تهیه کننده : محمد هادی عقیلی



انواع دوربین های عکاسی :

الف) از لحاظ ایستگاه (مکان دوربین) :

1. **زمینی (برد کوتاه-Close Range)**
2. **هوایی (Air born)**
3. **فضایی (Space born)**

ب) از لحاظ ساختار تصویربرداری :

1. **تک عدسی** : یک دریچه دارد و در هر لحظه فقط یک عکس می گیرد.

این نوع از دوربین ها عکس سیاه وسفید می گیرند و برای تهیه نقشه به کار می روند.

*** کاربرد در فتوگرامتری متریک** (پرکاربردترین نوع دوربین می باشد.)

2. **چند عدسی**: این نوع از دوربین ها دارای چندین عدسی هستند و برای گرفتن عکس های رنگی استفاده می شوند. این دوربین به تعداد عدسی هایی که دارند عکسهایی در طول موج های متفاوت می گیرند.

***کاربرد درفتو گرامتری تفسیری**

hadi.aghili@gmail.com تهیه کننده : محمد هادی عقیلی

3. **متقارب**: دو دوربین به طور متقارب به گونه ای تنظیم می شوند که عکسهایی با پوشش 100 درصد بگیرند. (از یک منطقه همزمان دو عکس سیاه و سفید می گیرد.)

*** استفاده برای کارهای دقیق (از جمله تولید نقشه دقیق)**

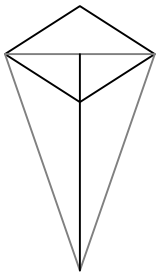
4. **پانورامیک** : دوربین هایی که در یک لحظه از افق تا افق منطقه را عکسبرداری می کنند. این کار با چرخش محور دوربین به طرفین صورت می گیرد.
5. **استریپ** : به صورت پیوسته یک نوار متوالی را از یک منطقه عکسبرداری می کند.

*** به منظور شناسایی مسیر**

ج) از لحاظ زاویه دید :

[***زاویه دید**: زاویه است که تحت آن دو طرف فیلم منفی (نگاتیو) قابل رؤیت است.

$$\tan\left(\frac{a}{2}\right)=\frac{\frac{\partial}{2}}{F}\Rightarrow a=2\tan^{-1}\left(\frac{\partial}{2f}\right)$$



مثال: دوربینی با فاصله کانونی 152mm و ابعاد فیلم 23cm دارای چه زاویه دیدی است؟]

1- **زاویه باریک (Narrow Angle)**: $\alpha < 50^{\circ}$

* تولید عکس های کوچک مقیاس و استفاده در کارهای شناسایی

2- **زاویه معمولی (Normal Angle)**: $50^{\circ} < \alpha < 75^{\circ}$

* استفاده برای شناسایی ، تهیه نقشه های کوچک مقیاس و تولید موزاییک عکسی

3- **زاویه باز (Wide Angle)**: $75^{\circ} < \alpha < 100^{\circ}$

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

* این نوع دوربین مناسب ترین دوربین جهت تهیه عکس هوایی برای تولید نقشه توپوگرافی است.

4- **زوایه خیلی باز (Super Wide Angle)**: $\alpha > 100^{\circ}$

* تهیه نقشه از مناطق نسبتاً مسطح

د) از لحاظ مشخصات فنی :

مشخصات فنی یا پارامترهای کالیبراسیون شامل مشخصات زیر می باشد :

فاصله کانونی ، ابعاد قاب ، زاویه میدان دید، اعوجاج عدسی ، نقطه اصلی، مختصات علایم کناری و ...

دوربین ها از لحاظ مشخصات فنی به دو دسته تقسیم بندی می شوند:

1. دوربین متریک : کلیه مشخصات فنی در این دوربین ها مشخص بوده و دارای اطلاعات کالیبراسیون می باشند.

* در فتوگرامتری از دوربین های متریک استفاده می شود.

2. دوربین غیر متریک : این گونه از دوربین ها مشخصات فنی مشخصی ندارند.

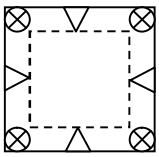
* از این دوربین ها برای کارهای معمولی و شناسایی استفاده می شود.

چند اصلاح

1- **علائم کناری (گوشه ای) (Fiducial Marks)** :

علایم کوجک و نقطه ای موجود در گوشه های عکس که تعداد استاندارد آن ها 8 عدد می باشد.

کاربرد: الف) توجیه داخلی ب) تعیین محل نقطه ای اصلی ج) تعیین پارالاکس نقاط



تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

2- **محور نوری (Optical Axis)** :

خطی است که از مرکز عدسی (مرکز پرسپکتیو) بر صفحه فیلم به طور عمود رسم شود.

3- **نقطه اصلی (Principal Point - PP)** :

تصویر مرکز بر روی صفحه فیلم را گویند. (**و یا** : نقطه تقاطع محور نوری با صفحه فیلم)

4- **نقطه شاغولی (Nadir Point)** :

محل تقاطع صفحه فیلم با خط عمود بر سطح زمین را نقطه شاغولی گویند.

* در عکس های قایم نقطه شاغولی با نقطه اصلی برابر است.

5- **نقطه همبار (Iso Center Point)** :

محل برخورد نیمساز زاویه تشکیل شده از خط شاغولی و محور نوری با صفحه فیلم را نقطه همبار گویند.

6- **فاصله کانونی (Focal Length)** :

فاصله بین نقطه نودال عقبی هر عدسی تا محل تمرکز شعاع های نوری ساتع شده از بی نهایت(صفحه فیلم) در امتداد محور عدسی(محور نوری) را فاصله کانونی گویند.

7- **زاویه تیلت (Tilt Angle)** :

زاویه بین محور شاغولی و محور نوری را زاویه تیلت گویند.

* در عکس قائم زاویه تیلت مطلقاً صفر است و عکس های که تیلت آن زیر 30° باشد عکس قائم فرض می شوند.

8- **فاصله اصلی (Principal Distance)** :

فاصله میان مرکز پرسپکتیو عدسی تا فیلم را گویند.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

فاصله اصلی با فاصله کانونی در دوربین های عکاسی هوایی یکی است ولی در دستگاه های تبدیل چنین نیست.

9- نقطه نظیر (Conjugate Point) :

نقاط معادل مربوط به عوارض یکسان که در دو عکس با پوشش مشترک ظاهر می گردد.

10- خط اصلی (Pricipal Plane) :

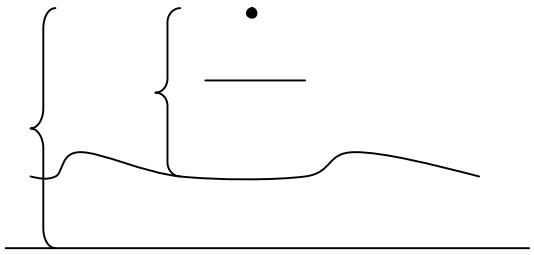
محل تقاطع صفحه عکس با صفحه ای متشکل از خط شاغولی و محور نوری می باشد.

*این خط را خط بزرگترین شیب نیز گویند زیرا این خط جهت حداکثر شیب را نشان می دهد.

11- ارتفاع پرواز:

فاصله عمودی بین عدسی و سطح زمین را ارتفاع پرواز گویند.

بنابراین اگر H ارتفاع پرواز از سطح دریا باشد و ارتفاع متوسط زمین از سطح زمین h_m باشد ارتفاع پرواز برابر است با : $H - h_m$



12- روزنه نسبی (Relative Aperture) :

نسبت فاصله کانونی هر عدسی به قطر آن را روزنه نسبی یا f-stop و یا f-number گویند.

از f-stop برای نشان دادن سرعت عدسی و یا قدرت عدسی برای جمع آوری نور استفاده می شود. هرچه f-stop کوچکتر باشد سرعت عدسی بیشتر است.

با توجه به ثابت بودن فاصله کانونی تنها می توان دیافراگم را کم و زیاد کرد.

نسبت f-stop ها برابر با جذر سرعت آن ها می باشد :

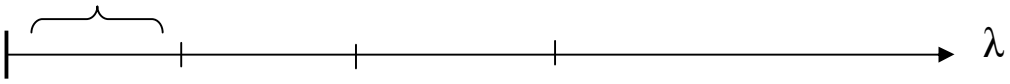
$$\frac{Fs_2}{Fs_1} = \sqrt{\frac{V_2}{V_1}}$$

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

مثال: اگر سرعت شاتر یک دوربین عکس برداری برابر با $1/500$ ثانیه و fs =4 تنظیم شده باشد در صورتی که بخواهیم سرعت شاتر را به یک هزارم ثانیه افزایش دهیم مقدار f/stop چقدر باید باشد؟

انواع فیلم

طیف الکترومغناطیسی



ساختار فیلم عکاسی :

فیلم عکاسی از دو قسمت تشکیل شده است :

1- لایه حساس (امولسیون)

2- صفحه حامل

لایه حساس از جنس هالید نقره بوده و نسبت به به امواج الکترومغناطیس حساس می باشد. نور هنگام برخورد با لایه حساس موجب تجزیه آن و تشکیل پیوندهای ضعیف نقره و هالید می شود، در این صورت یک تصویر نهان بر روی فیلم نقش می بندد.

در هنگام ظهور فیلم محل هایی که به آن نور رسیده است سیاه تر دیده می شوند و قسمت هایی که به آن ها نور نرسیده روشن تر دیده می شوند. (مقدار سیاهی تابعی از مقدار نوردهی در حین عکسبرداری می باشد.)

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

اگر صفحه حامل سفید رنگ نباشد (شیشه یا فیلم پلاستیکی) قسمت های نور ندیده شفاف باقی می مانند.

مواد ضد هاله بدین منظور به کار می روند تا نورهای اضافی از پشت فیلم وارد نشوند تا عکس مبهم به نظر نرسد.

انواع فیلم های عکاسی : 1- فیلم تند 2- فیلم کند

فیلم های کند به زمان بیشتری برای نوردهی احتیاج دارند و فیلم های تند به زمان کمتری برای نوردهی نیازمند هستند.

فیلم های تند دارای دانه بندی درشتی هستند و فیلم های کند دانه بندی ریزی دارند.

ابعاد عکس ها در فتوگرامتری متفاوت می باشد که ابعاد استاندارد آن عبارت است از : **18cm*18cm** و **23cm*23cm** (در ایران از ابعاد23*23 استفاده می شود.)

فیلم ها به طور کلی به دو دسته تقسیم می شود:

1) سیاه- سفید (پانکروماتیک) 2) رنگی که هرکدام از آن ها به دو قسمت معمولی و مادون قرمز تقسیم می شوند.

- **فیلم سیاه- سفید معمولی** : این نوع از فیلم ها در محدوده نور مرئی استفاده می شوند و امواج مرئی بر روی فیلم به ثبت می رسند. این فیلم ها فقط یک لایه حساس دارند. فیلم های پانورامیک معمولی بیشترین کاربرد را در تهیه نقشه دارند.
- **فیلم سیاه- سفید مادون قرمز**: این فیلم ها در محدوده بین مادون قرمز و قرمز قرار دارند و فقط یک لایه حساس به امواج مادون قرمز دارند.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی
hadi.aghili@gmail.com

- **فیلم رنگی معمولی:**

معمولاً شامل سه لایه هستند.

لایه حساس به نور آبی
فیلتر زرد
لایه حساس به نور سبز
لایه حساس به نور قرمز
پایه فیلم

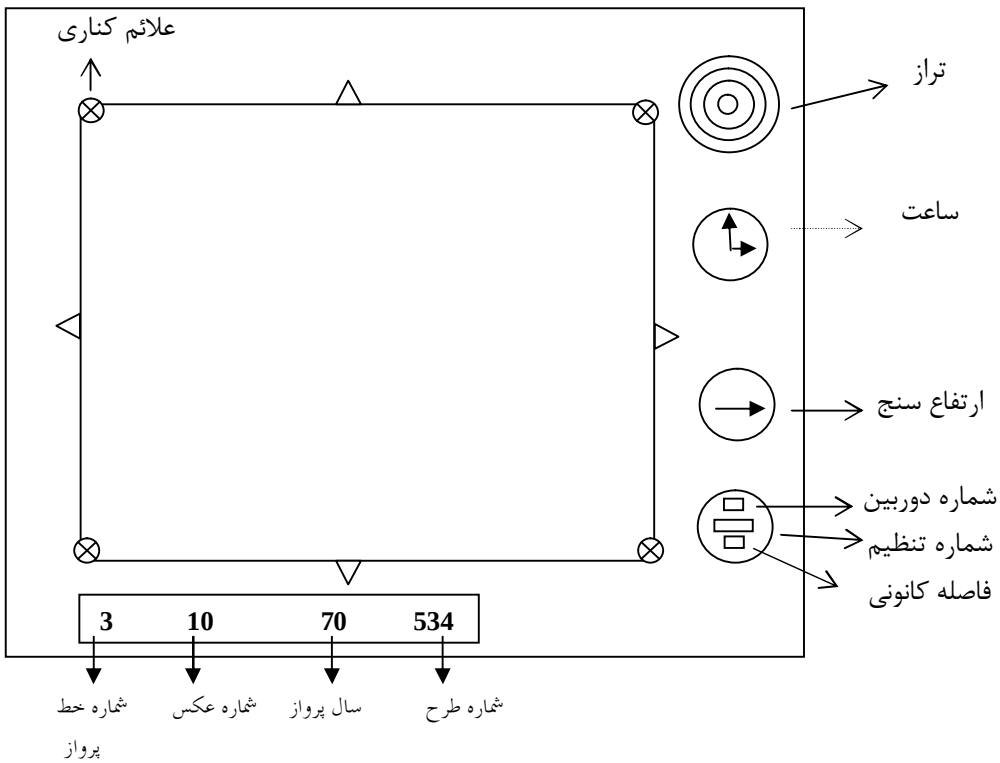
- **فیلم رنگی مادون قرمز:**

به تصاویر رنگی مادون قرمز تصاویر کاذب نیز می گویند.

این فیلم ها بیشترین کاربرد را در تفسیر دارند.

فیلتر زرد
لایه حساس به نور سبز
لایه حساس به نور قرمز
لایه حساس به مادون قرمز
پایه فیلم

اطلاعات حاشیه ای عکس



تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

علائم کناری: مرکز تصویر را مشخص می کنند.

ارتفاع سنج: ارتفاع هواپما را نسبت به سطح مبنا نشان می دهد.

ساعت: با داشتن ساعت عکسبرداری می توان اطلاعات بیشتری را از روی عکس تفسیر کرد، از جمله تحلیل سایه ها و فاصله زمانی در عکس مجاور.

تراز: با مشخص بودن تراز بر روی عکس می توان میزان تقریبی انحراف دوربین (زاویه Tilt) را محاسبه نمود.

شماره دوربین ، شماره فیلم ، فاصله کانونی ، شماره خط پرواز ، شماره عکس ، سال پرواز ، شماره طرح یا بلوک ، نام منطقه .

* **بلوک**: به مجموعه ای از چند نوار پروازی بلوک می گویند.

*** اطلاعات حاشیه ای عکس بسته به پروژه های مختلف و دوربین های مورد استفاده متغیر می باشد**

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

فصل سوم

عکس برداری هوایی

مراحل عکسبرداری هوایی :

1- **طراحی پرواز**

2- **پرواز** : که بصورت نوار به نوار **(Run)** انجام می پذیرد.

3- **عکاسی** : در هنگام پرواز عکس ها با پوشش مشترک گرفته می شوند.

4- **چاپ**

پوشش عکس ها معمولاً به دو صورت پوشش طولی و مشترک می باشد.

پوشش طولی(End Lap): در طول یک پرواز عکس هایی که گرفته می شوند دارای همپوشانی 60% هستند که آن را پوشش طولی می نامند.

پوشش عرضی (Side Lap) : نوارهای پروازی دارای پوشش عرضی30% - 15% می باشند.

دلایل هم پوشانی :

1. یک نقطه در عکس های متفاوت ظاهر می شود. که در این صورت می توان معادلات ریاضی مختلفی را برای آن نقطه نوشت.
2. ایجاد امکان برجسته بینی **(Stereo Pair)**

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

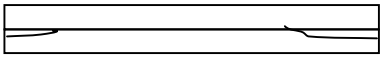
3. استفاده از هسته مرکزی عکس برای ایجاد موزائیک تصویری. که نتیجه آن خطای کمتر خواهد بود.

پوشش طولی را معمولاً می توان به وسیله دستگاه های اتوماتیک حفظ کرد ولی حفظ پوشش عرضی مشکل بوده و با خطاهای متعددی مواجه می شویم.

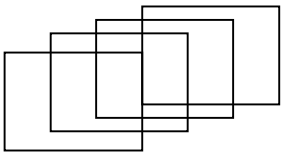
مشکلات عکس برداری:

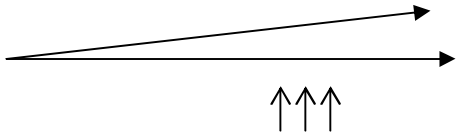
1) **گپ (Gap)** : به فاصله های میان نوارها گویند که به هر علتی عکسبرداری نشده است. یکی از علت های بوجود آورنده گپ پرواز نکردن هواپیما در خطوط طراحی شده می باشد (عدم رعایت صحیح پوشش عرضی) .

برای اصلاح این مشکل باید در نواری که گپ ایجاد شده است پرواز مجدد صورت گیرد.

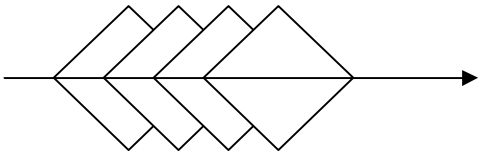


2) **دریفت (Drift)** : انحراف از مسیر پروازی تعیین شده را دریفت گویند. که در اثر طوفان و باد به وجود می آید. در اثر دریفت لبه های عکس موازی ولی پله پله می شوند.





3) کرب **(Crab)**: به منظور جبران دریفت هواپیما را می توان کمی در خلاف جهت باد مایل نمود که اگر در این حالت سر دوربین اصلاح نگردد عکس ها نسبت به خط پرواز انحراف خواهند داشت که سبب بروز مشکل کرب می شود. از نشانه های کرب موازی نبودن لبه عکس ها با خط پرواز می باشد. اگر میزان دریفت و کرب زیاد باشد گپ قابل توجهی به وجود می آید.



تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

انواع باز (Base) :

1) **باز چشم**: فاصله بین دو مردمک چشم را باز چشم گویند.

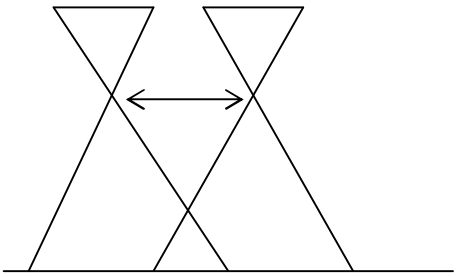
2) **باز عکس**: فاصله میان دو مرکز عکس مجاور بر روی عکس را گویند.

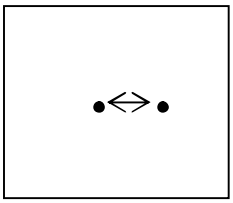
3) **باز هوایی(B)**: فاصله میان دو مرکز تصویر در حین پرواز یا حالت واقعی را باز هوایی گویند.

4) **باز دستگاهی** : فاصله بین دو مرکز تصویر در دستگاه تبدیل را گویند.

نسبت باز به ارتفاع تاثیر بسیاری در دقت ارتفاعی دارد. هرچه این نسبت ($\frac{B}{H}$) بیشتر باشد دقت ارتفاعی بیشتر است.

چنانچه باز هوایی زیاد شود میزان هم پوشانی کم می شود.





سطح موثر هر عکس

سطح موثر یک عکس (تک عکس):

$$A = \left(a \frac{H-h}{f} \times 10 \right)^2$$

A : سطح موثر تک عکس (بر حسب m^2)

a : اندازه یک ضلع عکس (بر حسب cm)

H : ارتفاع از سطح دریا

h : ارتفاع متوسط منطقه

H - h : ارتفاع پرواز از سطح زمین (بر حسب **m**)

f :فاصله کانونی (بر حسب mm)

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

مثال: اگر ارتفاع متوسط پرواز تا سطح زمین 3040 متر و فاصله کانونی دوربین 152mm مساحتی که یک عکس 23×23cm در زمین می پوشاند چقدر است ؟

سطح موثر هر عکس

با توجه به پوشش طولی و عرضی هر عکس با عکس بعدی سطح موثر هر عکس برابر است با :

$$A = \frac{a^2(1-L_C)(1-S_C)S^2}{10^8}$$

A : سطح موثر هر عکس (بر حسب هکتار)

a : ضلع (طول) عکس (بر حسب **Lc**(cm

$\mathbf{L_C}$: پوش طولی(0/6= 60%)

$\mathbf{S_C}$: پوشش عرضی

S : عدد مقیاس عکس (عدد مخرج مقیاس عکس متوسط)

* در عمل معمولاً سطح موثر هر عکس را در وسط آن در نظر می گیرند تا میزان خطا به کمترین حد برسد.

کیفیت عکس هوایی

عوامل موثر در کیفیت عکس هوایی (وضوح تصویر) عبارتند از :

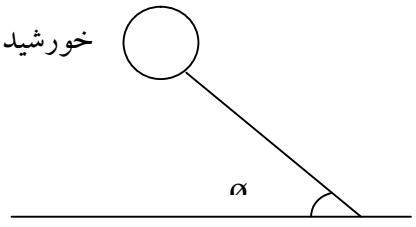
1) **قدرت اپتیکی دوربین عکسبرداری** : هر چه عدسی قویتر باشد، اعوجاج کمتر و درنتیجه کیفیت عکس نهایی بهتر است.

2) **قدرت نقش بندی و کنتراست قشر حساس فیلم**

3) **شرایط جوی در زمان عکسبرداری**

4) **شدت و زاویه ارتفاعی تابش** : زاویه ارتفاعی کم سایه های بلند ایجاد می کند و کیفیت عکس را پایین می آورد و ممکن است عوارضی را حذف کند و یا به صورت تیره نشان دهد.

Ø : زاویه ارتفاعی تابش



تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

5) کیفیت ظهور و چاپ (عملیات پردازش در لابراتور عکاسی)

یک عکس هوایی مطلوب عکسی است که :

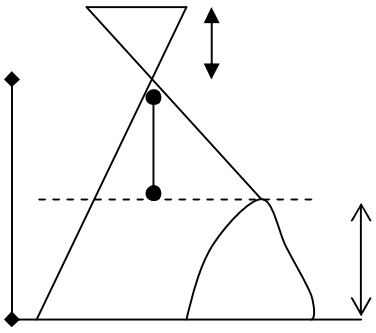
1. تشخیص عوارض از یکدیگر به خوبی صورت پذیرد(جزئیات در آن عکس واضح باشد.)
2. عوارض در سایه ها به خوبی دیده شوند.
3. سایه های بلند در عکس وجود نداشته باشد.
4. خطای اتمسفری در عکس به حداقل برسد.

هندسه عکس هوایی

مقیاس(Scale)

$$S = \frac{f}{h'} \qquad h' = H - h_m \quad \Longrightarrow \quad S_m = \frac{f}{H - h_m}$$

مقیاس در عکس قائم:



f : فاصله کانونی (در اطلاعات کالیبراسیون داده می شود.)

$\mathbf{h_m}$: ارتفاع متوسط منطقه

h´ : ارتفاع پرواز از سطح متوسط منطقه

H : ارتفاع پرواز از سطح مبنا

$$h_m = \frac{h_{\max} + h_{\min}}{2} \quad \Longrightarrow$$ مقیاس متوسط

نتایج فرمول بالا: 1- مقیاس در قسمت های مختلف عکس هوایی متفاوت است.

2- مقیاس در **عکس قائم** در نقاط هم ارتفاع برابر است.

hadi.aghili@gmail.com تهیه کننده : محمد هادی عقیلی

مثال: الف) هواپیمایی از ارتفاع 5000 متری از سطح متوسط دریا از منطقه ای با ارتفاع متوسط 2000متری با دوربینی با فاصله کانونی 152mm عکس هوایی تهیه می کند مطلوب است مقیاس متوسط عکس؟

ب) اگر 20 عکس هوایی با همین شرایط در طول یک نوار گرفته شود و عرض هر عکس 23 cm فرض شود محاسبه نمایید با پوشش طولی 60% سطح تقریبی پوشیده شده توسط عکس ها بر روی زمین چقدر خواهد بود؟

مساحتی که هر تک عکس روی سطح زمین می پوشاند:

$S = (n + c - nc)A$ **c**: پوشش طولی **n** : تعداد عکس ها **A** : مساحت یک عکس

مقیاس در عکس مایل (تیلت دار):

در عکس مایل (تیلت دار) تیلت در جهت خط اصلی اتفاق می افتد.

S : زاویه **Swing** $S_t = \dfrac{f \sec t - y' \sin t}{H - h_p}$

S_t : مقیاس در عکس تیلت دار $q = 180^0 - S$ $y' = y\cos q - x\sin q + f\tan t$

H : ارتفاع پرواز از سطح مبنا **h_p** : ارتفاع نقطه از سطح مبنا **t** : زاویه تیلت

x و **y** : مختصات عکسی

سیستم مختصات عکسی

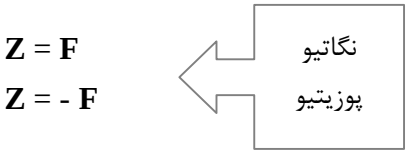
سیستم مختصات عکسی محورهای x و y توسط علایم کناری مشخص می گردد.که مرکز مختصات محل نقطه اصلی است.

برای ایجاد یک سیستم مختصات دست راستی محور z را به سمت بالا رسم می کنیم.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

عکس در یک نوار:

محور x در جهت پرواز است و مقدار z برابر با فاصله کانونی است.



سیستم مختصات کمکی عکسی در عکس های تیلت دار :

در این سیستم خط بزرگترین شیب (خط اصلی) را محور y ها تشکیل می دهد و در محل نقطه همبار محور x ها بر محور y ها عمود می شود.

] جابجایی ناشی از تیلت نسبت به نقطه همبار شعاعی است.]

اندازه گیری مختصات عکس

اندازه گیری مختصات عکسی توسط کمپاراتورها **(Comparator)** انجام می شود.

دستگاه های کمپاراتور بر دو نوع هستند:

1) **مونو کمپاراتورها**: این دستگاه اندازه گیری را بر روی یک عکس انجام می دهد.(فقط تک عکس می پذیرد.)
2) **استریو کمپاراتورها** : این نوع از دستگاه ها زوج عکس پوشش دار می پذیرند. (اندازه گیری را بر روی قسمت مشترک دو عکس انجام می دهند.)

در واقع کار کمپاراتورها **محاسبه مختصات،قرائت زاویه** و **قرائت طول** می باشد.

اجزای مونو کمپاراتورها: 1- صفحه متحرک (در جهت x و y)

2- پیچهای حرکت x و y 3- چشمی 4- دستگاه های نمایش و ثبت مختصات

(در استریوکمپاراتورها دو صفحه برای عکس ها وجود دارد که زوج عکس در آن قرار می گیرد.)

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

مختصات زمینی

در عکس قائم :

در این سیستم فرض بر آن است که محورهای عکس و مختصات زمینی در یک راستا هستند و مبدا سیستم مختصات زمینی تصویر مرکز عکس (نقطه اصلی) می باشد.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \frac{H-h}{f}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

مثال : در روی یک عکس قائم مختصات دو نقطه عکسی **A** و **B** بصورت زیر اندازه گیری شده اند، اگر عکس در ارتفاع 7810 ft از سطح دریا و با فاصله کانونی 8/212 inch گرفته شده باشد طول **AB** را بر روی زمین برآورد کنید.

نقطه	x (in)	y (in)	h (ft)
A	-1/954	-3/502	974
B	-3/106	2/250	146

در عکس مایل:

محور Y زمینی در صفحه اصلی و X از نقطه نادیر زمینی عبور می کند. بنابراین نقطه نادیر زمینی مبدأ سیستم مختصات زمینی اختیاری می باشد.

$$X = \frac{H-h}{f\sec t - y'\sin t}x'$$

$$Y = \frac{H-h}{f\sec t - y'\sin t}y'\cos t$$

$$x' = x\cos q + y\sin q$$

$$y' = -x\sin q + y\cos q + f\tan t$$

$$q = 180 - s$$

$$AB = \sqrt{(y_A - y_B)^2 + (x_B - x_A)^2} = L_{AB}$$

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

جابجایی ارتفاعی

جابجایی ارتفاعی (**Relief Displacement**) عبارتست از:

پدیده ای بر روی عکس که در اثر اختلاف ارتفاع عوارض و جابجایی ارتفاعی برای نقـاط مرتفـع به سمت خارج نادیر و پای نقاط گود بر عکس می باشد. $\Delta r = r\frac{\Delta H}{H}$

$r = nb$ در فیلم (نگاتیو) تا نوک عارضه

$r = na$ در عکس (پوزیتیو) تا پای عارضه

$\Delta r = ab$

جابجایی ارتفاعی به عواملی نظیر : 1- ارتفاع پرواز 2- فاصله کانونی 3- ارتفاع عارضه 4- محل عارضه نسبت به مرکز بستگی دارد.

- با نزدیک شدن به مرکز عکس جابه جایی ارتفاعی کمتر می شود.
- هر چه ارتفاع پرواز بیشتر باشد جابجایی ناشی از اختلاف ارتفاع کمتر است.
- هر چه مقیاس کوچکتر باشدجابجایی کمتر می شود.
- در مناطق کوهستانی برای کم کردن اثر جابجایی از دوربین هایی با فاصله کانونی بزرگ استفاده می شود.
- جابجایی ناشی از عوارض مرتفع تر همیشه بیشتر است.
- **جابجایی ناشی از اختلاف ارتفاع نسبت به نقطه نادیر شعاعی است.**

مثال: 1. هر گاه ارتفاع پرواز از سطح زمین 3000 متر و زمین مسطح فـرض شـود مطلـوب اسـت ارتفاع تقریبی یک دکل برق که جابجایی تصویری ناشی از ارتفاع آن بـر روی عکـس 0/1 mm و فاصله تصویر نوک این دکل تا نقطه نادیر 8 mm باشد؟

hadi.aghili@gmail.com تهیه کننده : محمد هادی عقیلی

2. جابجایی تصویر روی عکس هوایی در یک مقیاس ثابت به چه عواملی بستگی دارد؟

الف- ارتفاع جسم و تیلت **ü** ب- فاصله کانونی

ج- ارتفاع پرواز د- ارتفاع متوسط منطقه

3. بهترین راه کم کردن اثر جابه جایی ارتفاعی در مقیاس ثابت چیست؟

الف – تغییر ارتفاع پرواز ب- دوران دوریش

ج- ازدیاد سرعت هوایی د- زیاد نمودن پوشتی طولی – عرضی **ü**

جابجایی ناشی از تیلت :

تفاوت جابجایی ناشی از تیلت با جابجایی ناشی از اختلاف ارتفاع :

1) مقدار آن ناچیز و قابل چشم پوشی می باشد.
2) هر چه از مرکز عکس دورتر شویم میزان جابجایی ناشی از تیلت بیشتر می شود.
3) **جابجایی ناشی از تیلت نسبت به نقطه همبار شعاعی است.**

نکته :

1- جابجایی ناشی از تیلت به فاصله کانونی بستگی دارد که رابطه اشان عکس یکدیگر است :

Δr_t : **جابجایی در اثر تیلت** $\Delta r_t \alpha 1/f$

2- جابجایی ناشی از تیلت در روی خط عمود بر خط بزرگترین شیب در نقطه همبار صفر است.

برای نقاط روی محور اصلی داریم :

Y فاصله تا نقطه همبار که در امتداد محور اصلی اندازه گیری می شود.

$$\Delta r_a = \frac{y_a^{\,2} \sin q}{f + y_a \sin q}$$

$$\Delta r_b = \frac{y_b^{\,2} \sin q}{f - y_b \sin q}$$

در حالت کلی:

$$\Delta r = \frac{y^2 CosySin q}{f \pm yCosySin q}$$

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

انواع اعوجاج

1) کشش تصویر در اثر سرعت هواپیما:

در اثر حرکت هواپیما حین باز بودن شاتر ،نوعی کشیدگی عوارض ایجاد می گردد :

$$d = v.t\frac{f}{H-h}$$

d : مقدار کشیدگی فیلم **v** : سرعت هواپیما

t : مدت زمان باز بودن شاتر **f** : فاصله کانونی

h : ارتفاع متوسط منطقه **H** : ارتفاع پرواز از سطح مبنا

مثال: در صورتی که اطلاعات مربوط به پرواز فتوگرامتری مطابق زیر باشد خطای کشیدگی مربوط به سرعت هواپیما را محاسبه نمایید ؟

h =1500m , t =1/500 s , H = 4500m , f = 150mm , v =180 km/h

راههای جبران این نوع خطا :

1- استفاده از هواپیماهای کم سرعت (با کم شدن v ، d نیز کوچک می شود.)

2- استفاده از فیلم های تند (زیرا این فیلم تند دانه بندی درشتی دارد و مدت زمان کمتری را برای نوردهی نیاز دارد.)

3- دستگاه FMC (**Forward Motion Compensation**) :

این دستگاه در حین باز بودن دریچه شاتر متناسب با **سرعت نسبی ،سرعت هواپیما و سرعت شاتر** عوارض فیلم را به جلو حرکت می دهد. (که میزان جلو بردن در حد میکرون است.)

مزیت های FMC :

1. عدم محدودیت استفاده از فیلم ها (امکان استفاده از فیلم های کند با قدرت تفکیک زیاد فراهم شد.)
2. استفاده از هواپیماهای سریعتر
3. امکان عکسبرداری در روشنایی کم

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

4. کاهش خطای کشیدگی به حداقل
5. امکان عکسبرداری با دوربین های زاویه باریک در ارتفاعات کم (مقیاس بزرگ)

پارامترهای کالیبراسیون:

1) فاصله کانونی 2) مختصات علائم کناری 3) زاویه دید دوربین

4) مختصات نقطه اصلی 5) میزان اعوجاج عدسی 6) ابعاد قاب دوربین

7) میزان صاف بودن فیلم (**Flatness**)

که از این پارامترها در پردازش های بعدی استفاده می کنند.

عدم انطباق نقطه اصلی و محل تقاطع علائم کناری :

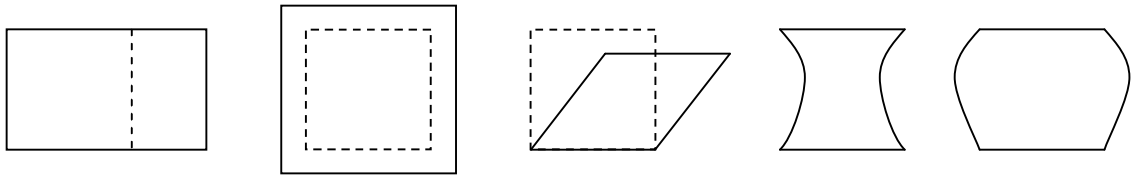
نقطه اصلی، پای عمود از نودال عقبی عدسی بر روی صفحه کانونی است که اگر سیستم ایده ال باشد مشکلی به وجود نمی آید و با مرکز تقاطع علایم کناری یکسان می شود. ولی همیشه شرایط ایده ال نیست.

عدم انطباق نقطه اصلی و محل تقاطع علائم کناری در اکثر محاسبات به صورت زیر اعمال می شود :

$X' = x - x_0$, $Y' = y - y_0$

خطای تغییر بعد فیلم :

خطای تغییر بعد در اثر : کشیدگی ، رطوبت ، حرارت ، نگهداری نادرست ، در موقع ظهور فیلم و همچنین اگر قرقره های جمع کننده فیلم بطور صحیح کار نکنند به وجود می آید.

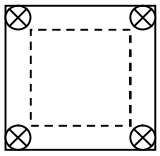


(1) (2) (3) (4) (5)

hadi.aghili@gmail.com تهیه کننده : محمد هادی عقیلی

- اگر تغییر بعد به صورت خطی و یکسان (ساده) باشد : (شکل 1و2)

در این صورت مختصات یکی از علایم کناری را اندازه می گیریم $(x,y)_m$ سپس مختصات یک نقطه مجهول نظیر p را نیز بر روی عکس به دست می آوریم:



$$x_p = \frac{x_c}{x_m} x'_p$$

$$y_p = \frac{y_c}{y_m} y'_p$$

- هنگامی که مدل ریاضی خطای تغییر بعد را نداریم :

$$X = ax - by + c$$
$$Y = bx + ay + d$$

در عمل از مدل چهار پارامتری استفاده نمی شود زیرا : 1. دقت این مدل پایین است.

2. در این مدل فرض بر آن است که دو سیستم مختصات ،ایده ال و عاری از خطا است که در عمل اینگونه نیست. **بنابراین** یک پارامتر به پارامترهای قبلی اضافه شد تا دقت بالاتر رود.

مدل شش پارامتری(Affine):

$$X = ax + by + c$$
$$Y = dx + ey + f$$

خطای کرویت

مختصات زمینی در فتوگرامتری معمولاً در یک سیستم کارتزین سه بعدی ارایه می شود. **x** و**y** در یک صفحه هستند ولی **z** در امتداد عمود بر سطح منحنی زمین اندازه گیری می شود بنابراین نیاز به تصحیح اثر کرویت داریم.

برای محاسبه خطای ناشی از کرویت از فرمول روبرو استفاده می شود : $\Delta = \frac{H'r^3}{2Rf^2}$

H´: ارتفاع پرواز از سطح منطقه

r : فاصله نقطه تا نقطه شاغولی **R** : شعاع زمین **f** : فاصله کانونی

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

اعمال خطای ناشی از کرویت :

$$\begin{cases} x_c = x(1+\frac{\Delta}{r}) \\ y_c = y(1+\frac{\Delta}{r}) \end{cases}$$

* جابجایی ناشی از کرویت زمین نسبت به نقطه نادیر (شاغولی) شعاعی است.

خطای انکسار

اگر جو وجود نداشت خطای انکسار به وجود نمی آمد.

خطای انکسار بر اثر عبور نور از لایه های مختلف جو به وجود می آید و نور به جای مسیر مستقیم مسیر منحنی شکلی را طی می کند.

به علت آن که جو رفتار ثابتی ندارد فرمول های مختلفی برای محاسبه خطای انکسار وجود دارد :

رابطه 1)

$$\Delta = k(r + \frac{r^3}{f^2})$$

$$r = na'$$

$$\Delta = k_1 r + k_2 r^3$$

$$k_1 = \frac{H'}{100000}$$

$$k_2 = \frac{k_1}{f^2}$$

رابطه 2) Δ : جابجایی ناشی از انکسار

k : ضریبی برای اتمسفر H' : ارتفاع پرواز از سطح منطقه

برای اعمال خطای انکسار خواهیم داشت:

$$x_c = x(1-\frac{\Delta}{r})$$

$$y_c = y(1-\frac{\Delta}{r})$$

* خطای انکسار نسبت به نقطه نادیر شعاعی است و از آن دور می شود.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

اعوجاج عدسی

اعوجاج عدسی در اثر کیفیت ساخت عدسی به وجود می آید. اگر عدسی ایده ال باشد دقیقاً بر طبق قوانین نور در عدسی ها رفتار می کند.ولی به علت اینکه عدسی ها به دست انسان ساخته می شوند ، خطاهایی به وجود می آید و نور همانند قانون عدسی ها عبور نمی کند که در این صورت اعوجاج عدسی پدید می آید.

سه نوع اعوجاج عدسی داریم :

1- **اعوجاج شعاعی متقارن (Symmetric Radial Distortion)** : عوارض به فاصله یکسان در جلو و پشت عدسی قرار دارند.(در تمام جهات میزان جابجایی یکسان است.)
2- **اعوجاج شعاعی نامتقارن (Asymmetric Radial Distortion)** : در این نوع از اعوجاج میزان جابجایی یکسان نیست.

*** اعوجاج شعاعی اعوجاجی است که نسبت به مرکز عدسی جابجایی ایجاد می کند.**

3- **اعوجاج مماسی (Tangential Distortion)** : این اعوجاج در جهت عمود بر اعوجاج شعاعی است.

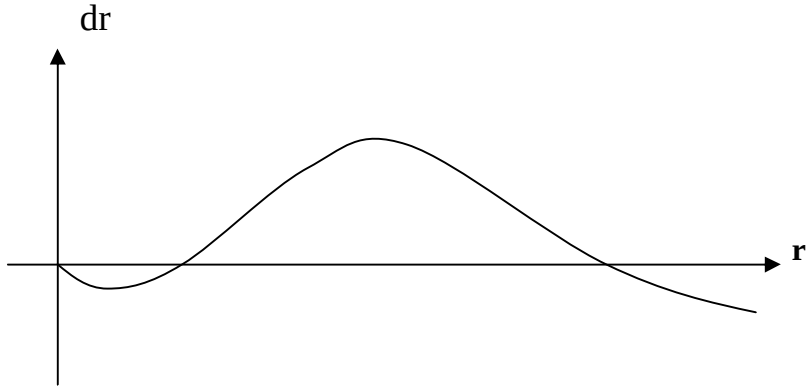
خطاهای شماره 2و3 بسیار کوچک هستند و به همین دلیل در پروژه های با دقت بسیار بالا به کار می روند. این خطاها در دوربین های جدید تقریباً به صفر رسیده است. ولی خطای شماره 1 (شعاعی متقارن) در حدود 5µ استو بیشترین جابجایی در اثر این اعوجاج به وجود می آید.
در دوربین های قدیمی تا 40µ نیز جابجایی در اثر اعوجاج به وجود می امده است.
با پیشرفت تکنولوژی از میزان اعوجاج عدسی ها کاسته شده است.
اعوجاج عدسی باعث می شود تا نور پس از ورود به عدسی از مسیر خود کمی منحرف گردد.

برای محاسبه اعوجاج شعاعی متقارن از سه روش زیر استفاده می کنیم :

1) به صورت نمودار:

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

با استفاده از یک سری نقاط معلوم (رزوها) یکبار با عدسی برداشت می کنیم و یک بار برداشت مختصات این نقاط را بدون عدسی انجام می دهیم ، سپس منحنی اعوجاج را بر اساس فاصله رسم می کنیم.



$$x_c = x(1-\frac{\Delta}{r})$$
$$y_c = y(1-\frac{\Delta}{r})$$

$$r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

r : فاصله تا نقطه اصلی (عکس)

2) به صورت جدول :

r(mm)	10 20 30 ....
dr (μ)	2 4 5 .....

جدول را می توان بر اساس منحنی بدست آورد.

همچنین می توان با استفاده از درون یابی مقادیر خارج از جدول را محاسبه نمود.

3) با استفاده از چند جمله ای :

$$(\partial r)\Delta = k_o r + k_1 r^3 + k_2 r^5 + ...$$

ضرایب k با استفاده از داده های معلوم بدست می آید.

اعوجاج اگر از نقطه اصلی دور شود **مثبت** و اگر نزدیک شود **منفی** خواهد بود.

- سه خطای اعوجاج عدسی، اتمسفر و کرویت زمین را به ترتیب زیر اعمال می کنیم :

1- خطای کرویت

2- خطای انکسار

3- اعوجاج عدسی

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

فصل چهارم

برجسته بینی و پارالاکس

1) مونوسکپی: با یک چشم دیدن

2) استریوسکپی: با دو چشم دیدن

در فتوگرامتری برای کسب اطلاعات دقیق به برجسته بینی نیاز داریم.

برجسته بینی : سه بعدی دیدن ، اجسام را در حالت واقعی مشاهده نمودن.

فاصله: عمل چشم جهت واضح دیدن اجسام در فواصل معین را تطابق گویند.(فاصله ای که چشم نیاز دارد تا اجسام را واضح ببیند.)

فاصله ای است که در آن اجسام واضح دیده می شود یعنی دو تا تصویر تشکیل شده از دو چشم از روی جسم A با هم مطابق می شود و یک تصویر شفاف و واضح ایجاد می کند. اگر فاصله تطابق رعایت نشود جسم را تار می بینیم.

فاصله تقارب : شعاع های نوری ای که به چشم می خورند در یک نقطه با هم متقاطع می شوند که به این فاصله ،فاصله تقارب می گویند.

زاویه پارالاکتیک: زاویه بین دو محور دیدگانی متقارب را گویند.

هنگامی که با دو چشم به یک جسم(نقطه معین) نگاه می کنیم محورهای اپتیکی هر دو چشم در آن نقطه یکدیگر را قطع کرده و زاویه پارالاکتیک را تشکیل می دهند.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

هر چه جسم به چشم نزدیکتر باشد زاویه پارالاکتیک آن بزرگتر بوده و برجسته بینی واضح تر است.

$$f = 2Arc\tan\frac{be}{2d}$$

در هنگام برجسته بینی بر روی زوج عکس ها یک زاویه مجازی (زاویه پارالاکتیک) در مغز ما ایجاد می شود که مغز با توجه به تفاوت میان زوایای پارالاکتیک که می تواند عمق را تشخیص بدهد. برای اینکه انسان بتواند یک جسم را به طور صحیح سه بعدی ببیند و عمق را به درستی تشخیص دهد باید فاصله تطابق آن بین **700m** >**فاصله چشم** > **25cm** باشد. در این فاصله تشخیص و برجسته بینی تا حد نیاز ممکن است.

اساس برجسته بینی زاویه پارالاکتیک است. و به همین دلیل در هنگام عکسبرداری عکس ها را بصورت پوشش مشترک می گیرند.

انواع بر جسته بینی:

1) **بر جسته بینی با دید متقاطع** : در این نوع برجسته یینی فاصله تطابق بزرگتر از فاصله تقارب است. بر جسته بینی با دید متقاطع برای چشم سخت می باشد.

2) **بر جسته بینی با دید متقارب**: در این نوع برجسته بینی فاصله تقارب با فاصله تطابق برابر است.

3) **بر جسته بینی با دید موازی** : در تمام دستگاه های فتوگرامتری از این نوع برجسته بینی استفاده می شود که در آن فاصله تقارب از فاصله تطابق بسیار بزرگتر است.

شرایط لازم برای برجسته بینی با دید موازی :

1- باید به هر چشم یک تصویر (شعاع نوری) از جسم برسد. که با استفاده از زوج عکس این کار امکان پذیر است. [زوج عکس : دو عکس پوشش دار]

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

2- محورهای دیدگانی برای مشاهده تصاویر نظیر باید موازی یکدیگر باشند. با استفاده از استریوسکوپ این کار امکان پذیر است.

مدل سه بعدی

انواع پوشش :

پوشش عکس ها بر دو نوع می باشد:

1) **پوشش داخلی** : هنگامی است که عکس ها از قسمت پوشش هایشان در کنار یکدیگر قرار می گیرند.(به ترتیب قرار دادن زوج عکس ها)
2) **پوشش خارجی** : چنانچه عکس ها از طرف پوشش هایشان در کنار یکدیگر قرار نگیرند.

پوشش خارجی پوشش داخلی

هنگام عکسبرداری پوشش خارجی است و هنگام دیدن زوج عکس ها با استریوسکوپ و برجسته بینی پوشش داخلی است. برجسته بینی همیشه در طول نوار صورت می گیرد و در عرض امکان برجسته بینی کم است.

دید کاذب (گودبینی) : اگر اشتباهاً در هنگام سه بعدی سازی با استریوسکوپ عکس ها را به صورت پوشش خارجی قرار دهیم (جای عکس سمت چپ و راست عوض شود)، آن گاه گودی های عکس برجسته و بلندی های آن به صورت گودی دیده می شود که به این حالت اصطلاحاً دید کاذب می گویند. در این حالت سیر تابش نور در موقع دید با جهت نور در هنگام عکسبرداری مطابقت نداشته و سایه ها مخالف جهت تفسیر کننده قرار می گیرند.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

سه بعدی بینی توسط مغز:

در واقع اختلاف زاویه تقارب تعداد بیشماری از نقاط موجود در عکس بطور پیوسته در زمان های کوتاه توسط مغز قرائت شده و اجسام برجسته به نظر می رسند مدل برجسته ای که به این صورت و توسط یک زوج عکس بدست می آید. اصطلاحا مدل سه بعدی بینی نامیده می شود.

شرایط برجسته بینی دو عکس:

1) پوشش مشترک داشته باشند.

2) مقیاس هر دو عکس تقریباً یکسان باشد.(اختلاف مقیاس تا 15% قابلیت برجسته بینی دارد ، و بیشتر از آن باعث خستگی و صدمه وارد شدن به چشم می شود.)

3) تشابه دوربین عکسبرداری دو عکس

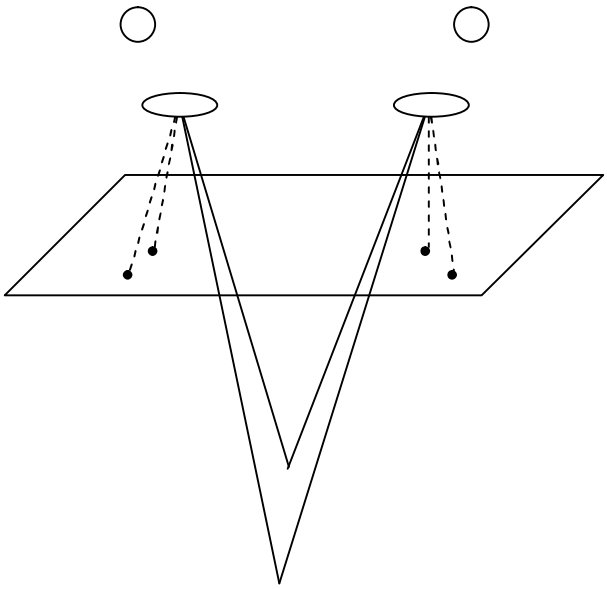
4) محورهای عکسبرداری در یک صفحه قرار داشته باشند. (دو محور موازی یا متقاطع باشند و متنافر نباشند.)

5) نسبت باز هوایی به ارتفاع پرواز مناسب باشد : $0.3 < b/h < 1$

استریوسکوپ (Steteoscopic) :

وسیله ای است که برای ایجاد دید موازی و جهت برجسته بینی دو عکس به کار می رود.

اصول برجسته بینی با استریوسکوپ :



نقاط **A** و **A´** نسبت به **B** و**B´** به یکدیگر نزدیکترند بنابراین زاویه پارالاکتیک بزرگتری توسط چشم برای آنها تشکیل می شود، در نتیجه نقطه **a** بالاتر از نقطه **b** دیده می شود.

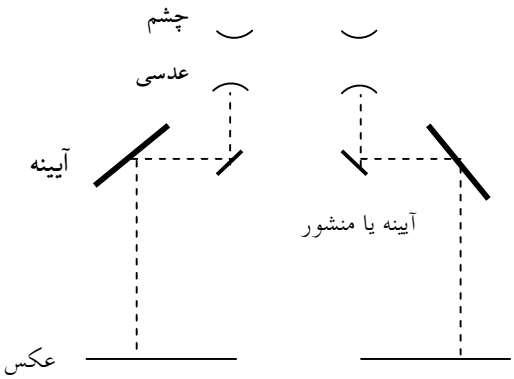
تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

انواع استریوسکوپ:

1) استریوسکوپ جیبی (**Pocket**)(**Lens Stereoscope**) : این نوع استریوسکوپ از دو عدسی بر روی یک قاب که بر روی یک پایه سوار است تشکیل شده است. فاصله بین این دو عدسی قابل تغییر بوده و از**mm** 75 - **mm** 55 جابجا می شود. بزرگنمایی این دستگاه 3-2 برابر است.

برای ایجاد دید برجسته در استریوسکوپ جیبی باید فاصله نقاط نظیر در فاصله ای معادل یا کمتر از فاصله چشم ها قرار داد. که قسمت کمی از پوشش مشترک دو عکس قابل برجسته بینی است و برای مشاهده قسمت های دیگر عکس باید استریوسکوپ جیبی را بر روی عکس جابه جا نمود. یکی از معایب استریوسکوپ جیبی این است که دو عکس روی هم قرار می گیرد بنابراین یک بخش از عوارض روی هم قرار گرفته می شود و نشان داده نمی شود.

2) استریوسکوپ آیینه ای :



زاویه آیینه ها = 45 درجه

در استریوسکوپ آیینه ای عکس ها را می توان جدا از هم در زیر استریوسکوپ قرار داد. که در اثر آن قابلیت دید کل منطقه پوشش مشترک امکان پذیر می شود.

مزایای استریوسکوپ آیینه ای : 1- میزان دید وسیع تر نسبت به استریوسکوپ جیبی

2- قابلیت تجهیز به لنزهای (عدسی) کمکی

3- دارای قابلیت بزرگنمایی بیشتری نیز می باشد

از معایب این دستگاه می توان هزینه بالا و همچنین حمل و نقل سخت را نام برد.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

تنظیم عکس ها در زیر استریوسکوپ:

1. ترتیب قرارگیری عکس ها : عکس ها را از سمت پوشش داخلی اشان در کنار یکدیگر قرار می دهیم (از شماره عکس ها یا ساعت)

2. موازی نمودن :

الف) محور چشم ها ب) محور استریوسکوپ را موازی محور پرواز قرار می دهیم :

[**محور استریوسکوپ** : خط واصل بین دو مرکز عدسی استریوسکوپ]

[**محور پرواز**: خط واصل بین دو مرکز عکس]

3. تنظیم فاصله عکس ها : در نوع جیبی عکس ها بر روی هم قرار گرفته و فاصله دو نقطه نظیر معادل باز استریوسکوپ است. در استریوسکوپ آیینه ای عکس ها جدا از یکدیگر قرار گرفته و فاصله آنها معادل فاصله مرکز دو آیینه اصلی است.

4. مهار کردن یکی از عکسها : عکس سمت چپ را ثابت نگه داشته و با جابجا کردن عکس سمت راست تصویر سه بعدی را ایجاد می کنیم.

5. نگاه و تنظیم عکس ها: که در مورد 4 توضیح داده شد.

اغراق ارتفاعی:

به مدل برجسته تشکیل شده در دستگاه استریوسکوپ مدل استریویی می گویند. در این مدل ارتفاع عوارض نسبت به حالت واقعی بیشتر نشان داده می شود (به این علت که معمولاً مقیاس عمودی بزرگتر از مقیاس افقی است). در نتیجه ارتفاعات به صورت اغراق آمیزی بیش از واقعیت نمایش داده می شوند. که این امر موجب تخمین غلط ارتفاع اجسام و اندازه شیب ها می گردد.

اغراق ارتفاعی عامل اصلی مساوی نبودن نسبت $\mathbf{be / h}$ با $\mathbf{B/H}$ است.

* اگر نسبت $\mathbf{B/H}$ زیاد شود اغراق ارتفاعی نیز افزایش می یابد.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

نسبت مقیاس عمودی به افقی :

$$v = (1 - \frac{PE}{100}) \frac{d}{f} \times \frac{h}{be}$$

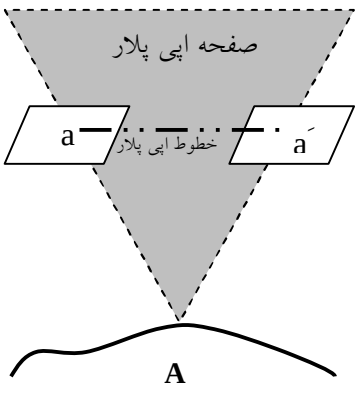
v : نسبت مقیاس ارتفاعی (عمودی) به مقیاس افقی **PE** پوشش طـولی

d: ابعاد عکس **f** : فاصله کانونی **be** : باز چشم ها

h : فاصله چشم تا مدل استریوسکوپی (**h** فاصله ای مجازی بوده و از قوانین فیزیک نـور پیـروی می کند و معمولاً بین **cm** 25 تا **cm** 50 می باشد.)

مثال: نسبت مقیاس عمودی به افقی را برای عکسهای هوایی قائم که با دوربینی به فاصـله کـانونی **mm** 152/4 گرفته شد. محاسبه نمایید.(اندازه عکسها 23*23 ، پوشش مشترک طـولی آنهـا 60% می باشد، v = 4 و **h** / **be** = 6/67)

برای دو عکس متوالی با تیلت که در دو موقعیت L1 و L2 گرفته شـده انـد پارامترهـا و تعـاریف زیر را خواهیم داشت:



صفحه اپی پلار(Epipolar plane) : برای هر نقطـه صـفحه گذرنده از مراکز تصـویر و نقطـه زمینـی را صـفحه اپـی پـلار گویند.

خطوط اپی پلار : محل تقاطع صـفحه اپـی پـلار و صـفحات عکس ها را گویند.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

شرط هم خطی : بر طبق این شرط هر نقطه زمینی با تصویر آن بر روی عکس و مرکز تصویر آن عکس بر روی یک خط قرار دارند. (نقطه زمینی A و تصویر آن بر روی یک عکس و همچنین مرکز تصویر عکس مذکور بر روی یک خط قرار دارند.)

شرط هم صفحه ای :

این شرط بیان می کند که نقطه زمینی و دو تصویر نقطه زمینی بر روی عکس ها و همچنین مراکز دو عکس در یک صفحه قرار دارند. (عملاً صفحه اپی پلار)

* برای برجسته بینی خوب باید باز چشم با خطوط اپی پلار نقطه مورد نظر موازی باشند.

پارامترهای مؤثر بر برجسته بینی:

1) **ارتفاع پرواز در دو عکس مجاور** : اگر ارتفاع پرواز در عکس بعدی خیلی زیاد تغییر کند به طوری که تغییر مقیاس بیش از 15% را داشته باشیم دچار مشکل دید می شویم و در برجسته بینی چشم خسته می شود.
2) **محور دیدگانی باید با خطوط اپی پلار نقطه موازی باشد.**
3) **توجیه خط پرواز**
4) **توجیه استریوسکوپ بر روی زوج عکس**
5) **تفاوت زیاد پارالاکس میان تصاویر مجاور.**

روش های برجسته بینی:

اساس برجسته بینی این است که یک تصویر به چشم راست و تصویر دیگر به چشم چپ برسد.

برجسته بینی از چهار طریق صورت می گیرد :

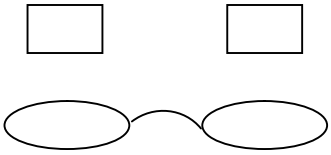
1. **استریوسکوپ** : که چگونگی برجسته بینی با این دستگاه توضیح داده شده است.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

2. استفاده از عینک آناگلیف (Anagliph):

برای این کار هر عکس با یک رنگ مکمل مثلاً قرمز و آبی نمایش داده می شود و با عینکی که هر چشم آن فیلتری به همان رنگ دارد دیده می شود. همانند استریوسکوپ هر عکس تنها توسط یک چشم دیده می شود.

از معایب عینک های آناگلیف می توان عدم امکان استفاده از عکس های رنگی را نام برد.



3. وکتوگراف (Vectograph) :

در این سیستم از نورهای پولاریزه استفاده می شود. دو تصویر پلاریزاسیون با اختلاف 90 درجه نمایش داده می شود و هر چشم با فیلتری که تنها یکی از پلاریزاسیون ها را دریافت می کند تصویر را مشاهده می نماید. (یکی از تصاویر با پلاریزاسیون افقی و دیگری با پلاریزاسیون عمودی نوردهی می شود.

از معایب وکتوگراف ابهام در دید را می توان نام برد.

4. سیستم جابه جایی دید (Stereo Image Alternator - SIA) :

دو عکس همزمان و با نور دهی مساوی ، نور دهی می شوند.منبع نوری هر عکس با یک شاتر که نسبت به دیگری 90 درجه تفاوت فاز دارد نمایش داده می شود یعنی هنگامی که یک منبع روشن است دهانه دیگری بسته است.چنین سیستم دیدی در مقابل مشاهده کننده نیز قرار می گیرد. به این صورت که با باز شدن منبع نور سمت چپ ، شاتر مقابل چشم چپ نیز باز می شود و

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

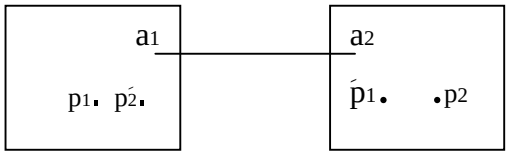
بالاعکس . که به این ترتیب هرعکس با یک چشم دیده می شود. در هنگام کار با این سیستم سرعت شاتر ها آنقدر زیاد است که دیدی پیوسته را ممکن می سازد.

* از مزایای این سیستم امکان استفاده از عکس های رنگی و همچنین وضوح بیشتر عکس ها می باشد.

اختلال در برجسته بینی:

برای برجسته بینی باید خط واصل بین دو نقطه نظیر تقریباً موازی با محور پرواز باشد.

خط پرواز (خطی که دو مرکز تصویر و تصاویر آن ها در عکس ها را به یکدیگر متصل می کند.)



باید با خطی که دو تصویر یک نقطه را به هم وصل می کند موازی باشند.

اگر $\mathbf{a_2a_1}$ با $\mathbf{p_1p_2p_1p_2}$ موازی باشد مشکلی به وجود نمی آید. اما چنانچه این توازی برقرار نباشد اصطلاحاً پارالاکس **Y** به وجود می آید.

عوامل مختلفی باعث به وجود آمدن این مشکل می شوند از جمله :

1- اختلاف ارتفاع عکس برداری میان دو عکس مجاور :

این مسئله باعث اختلاف مقیاس دو عکس خواهد شد و درنتیجه جابه جایی نقاط و عدم توازی محورهای ذکر شده می شود. اگر این مقدار زیاد باشد موجب خستگی و گاهی عدم امکان برجسته بینی خواهد شد.(اگر هواپیما عکس بگیرد و در عکس بعدی بطور ناگهانی تغییر ارتفاع داشته باشد یعنی ارتفاع کم یا زیاد شود مقیاس تغییر می کند. به علت تغییر مقیاس نقطه جابجایی خواهد داشت و پارالاکس **Y** تولید خواهد شد. هر گاه پارالاکس y بوجود آید اختلال در برجسته بینی صورت می گیرد که باید پارالاکس را از بین برد.)

2- عدم توازی محور پرواز با محور دیدگانی(عدم تنظیم صحیح عکس ها) :

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

اگر عکس ها در زیر استریوسکوپ درست تنظیم نشده باشند و یا استریوسکوپ با دوران زیاد نسبت به محور پرواز قرار گرفته باشدآن گاه پارالاکس **Y** به وجود می آید.

3-وجود تیلت :

پارالاکس **Y** برای اختلاف ارتفاع و تیلت بسیار ناچیز است. اگر عکس ها به صورت نادرست تنظیم شده باشند، با جابجایی عکس ها به صورت عمود بر محور پرواز ،و یا چرخش استریوسکوپ مشکل حل می شود.

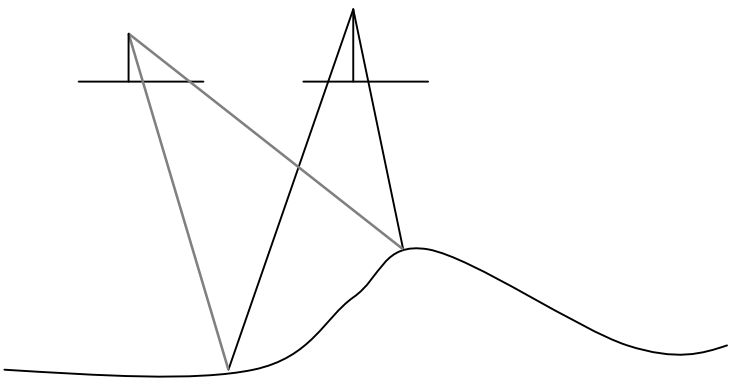
فصل پنجم

پارالاکس

پارالاکس(Parallax): به جابه جایی ظاهری موقعیت یک جسم نسبت به یک نقطه یا یک سیستم که به علت تغییر محل ناظر به وجود می آید پارالاکس گویند.

در عکس های هوایی با توجه به عکسبرداری پوشش دار نقاط در بخش پوشش دار دارای پارالاکس می باشند.

* پارالاکس با ارتفاع رابطه مستقیم دارد. هرچه نقطه مرتفع تر باشد میزان پارالاکس (جابه جایی ظاهری عکس) بیشتر است و بالعکس.



نقاط a و a´ تصویر نقطه **A** می باشند که نسبت به مراکز عکسها در مکان های مختلف ظاهر شده اند.نقطه **A** مرتفع تر

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

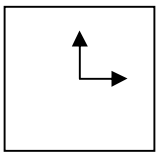
بوده (نسبت به **B**) و تغییر مکان آن نسبت به **B** بیشتر است. اگر برای این دو عکس همپوشانی انجام دهیم آن گاه خواهیم داشت : $\mathbf{P_a = aa = x_a - x_a}$

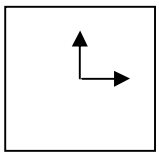
پارالاکس مطلق (پارالاکس استرئوسکپی) :

پارالاکس مطلق عبارت است از جمع جبری دو فاصله ی تصویر یک جسم مشابه در هر عکس از خط عمود بر مسیر پرواز در مرکز عکس. **و یا** :

عبارت است از مختصات **x** نقطه بر روی عکس سمت چپ منهای مختصات **x** همان نقطه بر روی عکس سمت راست.

به این پارالاکس ، پارالاکس **X** می گویند ،بدلیل این که در جهت محور x است.





$$P_A = x_a - x'_a$$

روشهای اندازه گیری پارالاکس x :

1) **روش مونوسکپی اول**: در این روش به ترتیب زیر عمل می کنیم :

1- پیدا کردن خط پرواز : بدین صورت که با استفاده از علائم کناری عکس ها نقطه اصلی در هر عکس را پیدا می کنیم. سپس تصویر نقاط اصلی در دو عکس را مشخص می کنیم .

2- اندازه گیری x هر نقطه از رابطه : $P = X_L - X_R$

عیب این روش آن است که باید دوبار اندازه گیری صورت گیرد.

2) **روش مونوسکپی دوم**: در این روش :

الف- محور پرواز را تعیین می کنیم.

ب- یک خط را بر روی میز کار ترسیم می کنیم.

ج- پس از آن محور پرواز عکس ها را با خط ترسیمی منطبق می سازیم.

hadi.aghili@gmail.com تهیه کننده : محمد هادی عقیلی

د- فاصله $D = P_1P_2$ را اندازه می گیریم.

ه- فاصله میان دو تصویر یک نقطه را با استفاده از فرمول زیر اندازه می گیریم :

(به علت فیکس شدن عکس ها بر میز کار d ثابت است.)

$$P = D - d$$

مزایای روش منوسکپی دوم: سرعت این روش از منوسکپی اول بالاتر است.

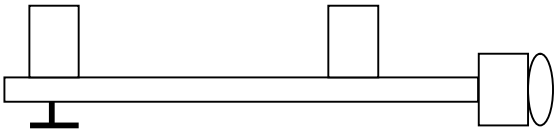
3) **روش استرئوسکپی**:

در این روش از استریوسکپ آینه ای و دستگاه پارالاکس بار استفاده می شود.

پارالاکس بار **(Parallax bar Stereameter)** وسیله ای برای اندازه گیری پارالاکس نقاط است.

پارالاکس بار از اجزای زیر تشکیل شده است :

1. میله مدرج 2. دو صفحه شیشه ای 3. میکرومتر



شیشه سمت چپ قفل می شود و شیشه سمت راست با پیچ میکرومتر حرکت می کند. با این وسیله می توان تا صدم میلیمتر را قرائت کرد.

از مزیت های این روش : 1-امکان برجسته بینی عوارض

2- همچنین پس ازمحاسبه C به یک بار اندازه گیری بیشتر نیاز نداریم.

مبانی استفاده از پارالاکس بار:

1- **تنظیم دید استریوسکپی** : دو عکس دارای پوشش را برای دید استریوسکپی در زیر یک استریوسکپ آیینه ای تنظیم می کنیم.

2- یک نقطه مشخص را در دو عکس پیدا کرده و با استفاده از قفل سمت چپ و پیچ میکرومتر دو نقطه نشانه را بر روی دو نقطه تنظیم می کنیم .

3- شیشه سمت چپ را تثبیت می کنیم.

hadi.aghili@gmail.com تهیه کننده : محمد هادی عقیلی

4- اندازه گیری فاصله میان دو نقطه اصلی دو عکس (**D**) و هم چنین فاصله میان نقطه شیشه سمت چپ تا نشانه میکرومتر (**K**).

5- محاسبه پارالاکس از رابطه : $P_a = C + r_a$

که در آن r_a فاصله شیشه سمت راست تا نشانه میکرومتر و یا همان قرائت روی میله است و چون مقادیر **D** و **K** ثابت هستند، بنابراین **C** نیز ثابت است. $C = D - K$

برای به دست آوردن **C** می توان **P** را از یک روش مونوسکپی به دست آورد و سپس قرائت نقطه را انجام داد : ($C = P - r$) که معمولاً **C** را توسط چند نقطه محاسبه کرده و میان گیری می کنند.

اندازه گیری اختلاف پارالاکس :

برای اندازه گیری اختلاف پارالاکس به ترتیب زیر عمل می کنیم :

ابتدا مدل سه بعدی را در زیر استریوسکوپ ایجاد می کنیم. سپس با ایجاد نقطه شناور با تنظیم نشانه متحرک و ثابت ومحکم کردن پیچ قفل ثابت به قرائت نقطه اول می پردازیم.سپس برای قرائت پارالاکس بار ابتدا نشانه ثابت را روی نقطه دوم (عکس سمت چپ) قرار داده سپس با تنظیم پیچ میکرومتر نقطه شناور را بر روی نقطه مشابه در عکس سمت راست قرار می دهیم.

پس از انجام این مراحل اختلاف پارالاکس را با توجه به فرمول زیر به دست می آوریم :

$$\Delta P = P_B - P_A = r_b - r_a$$

* این کار برای سنجش ارتفاع نقاط نسبت به یک نقطه کنترل زمینی می تواند به انجام برسد. بدین صورت که نقطه اول کنترل می شود،سپس ارتفاع نقطه دوم و یا هرنقطه نا معلوم دیگری را نسبت به این نقطه و با استفاده از رابطه ارتفاع و پارالاکس محاسبه می کنیم.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

معادلات پارالاکس:

$x_A = \frac{H - h_A}{f} x_a$ مختصات نقطه در عکس سمت چپ

$\frac{x'_a}{f} = \frac{x_A - B}{H - h_A}$ مختصات نقطه در عکس سمت راست

$$\Rightarrow h_A = H - \frac{B \times f}{x - x'_a} \Rightarrow h_A = H - \frac{B \times f}{P_a}$$

بنابراین خواهیم داشت :

$$\text{عکس}\begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \end{pmatrix} = \frac{B}{P_a}\begin{pmatrix} x_a \\ y_a \end{pmatrix}\text{زمینی}$$

محاسبه اختلاف ارتفاع دو نقطه با استفاده از اختلاف پارالاکس دو نقطه :

$$\Delta P_{AB} = P_B - P_A$$
$$\Delta H_{AB} = H_B - h_A$$
$$\Rightarrow \Delta H_{AB} = \frac{H - h_A}{P_A + \Delta P_{AB}} \Delta P_{AB}$$

می توان در مناطق مسطح از ΔP صرفنظر کرد و با استفاده از رابطه پارالاکس ار تفاع را بدین صورت محاسبه نمود : $\Delta H = \frac{(H - h_A)^2}{B \times f} \Delta P$

مسئله : اگر مختصات عکس دو نقطه A و B مطابق جدول زیر و باز هوایی معادل 450 متر باشد و همچنین میزان پارالاکس مطلق این دو نقطه بر روی عکس ها مطابق جدول زیر باشد طول زمینی AB چقر است ؟

نقطه	X_{mm}	Y_{mm}	P_{mm}
A	53/41	50/84	91/67
B	88/92	46/96	95/98

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

مفهوم نقطه ی شناور (Floating Mark)

برجسته بینی بر اساس تغییر کوچک پارالاکس از نقطه ای به نقطه دیگر به وجود می آید. می توان یک علامت مجزا را همراه با تصویر سه بعدی معرفی نمود که در فضای تصویرسه بعدی ، شناور به نظر برسد که به آن **نقطه شناور** گویند. (چون این نقاط در فضای سه بعدی معلق و شناور دیده می شوند.)

نقطه شناور اساس اندازه گیری سه بعدی است . بر روی هر چشمی وسایل سه بعدی بینی (مانند استریوسکپ)یک نقطه حک شده که پس از تنظیم برای دید استریویی به صورت شناور در فضا دیده می شوند. با کمی تغییر پارالاکس (جابه جایی) می توان این نقطه شناور را (به ظاهر) بالا و پایین برد.

اگر نقطه شناور در ارتفاع ثابتی نگه داشته شود می توان منحنی میزان ها را دنبال نموده و ترسیم کرد.

محاسبه ی باز هوایی

با استفاده از پارالاکس و دو نقطه کنترل باز هوایی را به صورت زیر محاسبه می کنیم :

x و **y** : مختصات زمینی

P : پارالاکس مطلق

AB : مختصات زمینی دو نقطه کنترل که بر طبق فرمول روبه رو محاسبه می گردد.

$$B = \left[\frac{(AB)^2}{\left(\frac{x_b}{p_b} - \frac{x_a}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{y_b}{p_b} - \frac{y_a}{p_a}\right)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$AB = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

تهیه نقشه به صورت ساده:

با استفاده از پارالاکس بار و استریوسکوپ می توان یک نقشه را به صورت ساده ترسیم نمود. این کار را می توان به دو روش انجام داد :

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

روش اول : در ایـن روش ابتـدا موقعیـت مسـطحاتی نقـاط مـورد نظـر را بـا اسـتفاده از فرمـول $\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \frac{B}{P_a}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ به دست آورده و سپس از فرمول $\Delta H = \frac{(H - h_A)}{P_a}\Delta P$ ارتفـاع نقـاط را تعیـین می کنیم.

روش دوم : برای انجام این روش به ترتیب زیر عمل می کنیم :

1- ایجاد مدل سه بعدی در زیر استریوسکوپ

2- نصب یک کاغذ شفاف بر روی عکس سمت چپ

3- ترسیم عوارض با استفاده از استریوسکوپ

4- محاسبه ارتفاع نقاط با استفاده از پارالاکس بار

5- ترسیم (درج)نقاط ارتفاعی

6- درون یابی و ترسیم منحنی های میزان

در این کار معمولاً مقیاس نقشه تولیدی کوچکتر و یا مساوی با مقیاس عکس انتخاب می شود تـا میزان خطا به حداقل برسد.

از مزایای این روش سرعت بالا و ساده و کم دردسر بودن آن است. و عیـب ایـن روش آن اسـت که دقت مسطحاتی آن دقیق نیست(اما به علت استفاده از پارالاکس بار دقت ارتفاعی خوب است).

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

فصل ششم

طراحی پرواز در فتوگرامتری

چند اصطلاح:

1) **خط پرواز**: خطی است که بر روی نقشه ترسیم شده و نماینده ی مسیری است که هواپیما باید بر روی آن پرواز نماید.که در نقشه های کوچک متوسط مقیاس مسیر هواپیما تعیین می گردد.

2) **نقشه پرواز** : نقشه ای که بر روی آن خطوط پرواز (قبل یا بعد از پرواز) ترسیم می گردد. (نقشه ای کوچک مقیاس که راهنمای پیدا کردن عکس ها و مسیر پرواز است.)

3) **نقشه اندکس**: نقشه ای کوچک مقیاس که اطلاعات لازم پروژه در آن آمده است.

4)**گروه پرواز** : این گروه شامل سه نفر می باشد: 1. خلبان 2. عکاس 3. ناوبر که ناوبر کار هدایت خلبان و عکاس را بر عهده دارد.

پارامترهای مهم پرواز

مهمترین پارامترهایی که قبل از پرواز باید مشخص شوند عبارتند از :

1) **ارتفاع پرواز**: این پارامتر عاملی تعیین کننده در مقیاس عکس است.

2) **بازهوایی**: میزان پوشش طولی را بیان می کند که به عکاس مربوط می شود.

3) **فاصله ی زمینی میان خطوط پرواز**: که در تعیین پوشش عرضی اهمیت دارد.

4) **مقیاس عکس برداری**: همیشه عکس بیشتر از مقیاس ،دارای اطلاعات است.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

5) **هدف از عکس برداری** : باید مشخص شود که کار متریک است و یا تفسیری که هریک از این عامل ها خود در تعیین نوع فیلم و نوع دوربین دخیل هستند.

6) **میزان پوشش عرضی و طولی**: که برای ناوبر مشخص می گردد.

این پارامترها کاملاً به یکدیگر وابسته بوده و بر روی هم تأثیر می گذارند.

هدف از فتوگرامتری و نوع منطقه:

موقعیت منطقه :

1. اگر منطقه دارای توپوگرافی ساده ای باشد از دوربین های زاویه باز استفاده می شود. **(F=152 mm)**
2. اگر منطقه بسیار مسطح باشد از دوربین های زاویه خیلی باز استفاده می شود. **(F=88 mm)**
3. در زمین های جنگلی از دوربین های زوایه باریک (معمولی) استفاده می شود تا بتوان سطح زیر درختان را مشاهده نمود.

پوشش طولی برای مناطق :

1- استاندارد (مناطقی که دارای توپوگرافی معمولی هستند): پوشش طولی 60% و پوشش عرضی تقریبا 30-15 درصد می باشد.

2- در مناطق نسبتاً ناهموار (مناطق دارای توپوگرافی شدید مانند: مناطق کوهستانی) : به دلیل این که پوشش طولی متغیر است ، پوشش طولی را بزرگتر از 60% در نظر می گیرند.

انتخاب ارتفاع پرواز

انتخاب ارتفاع پرواز به دو عامل دقت دستگاه تبدیل و مقیاس بستگی دارد.که ارتفاع پرواز با دقت دستگاه تبدیل نسبت مستقیم داشته و هرچه دقت دستگاه تبدیل بالاتر باشد ارتفاع پرواز نیز بیشتر می شود.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

در دستگاه تبدیل برای بیان دقت ارتفاعی پارامتری با نام **C-Factor (C.F)**تعریف می شود که بین **C.F** <2500 <750 بوده و آن را با استفاده از فرمول زیر به دست می آوریم :

$$C.F = \frac{H}{C.I} \Leftrightarrow H = C.F \times C.I$$

این پارامتر با توجه به کلیه شرایط محیطی و پس از تولید نقشه های توپوگرافی بعد از مدتی برای دستگاه تعریف می شود. اگر**H** و**CI** معلوم باشند آن گاه دستگاه تبدیل مورد نظر انتخاب می شود و چنانچه **CF** و**CI** مشخص باشند ارتفاع پرواز معین می گردد.

محاسبه طرح پرواز:

یعنی ترسیم خطوط پرواز بر روی یک نقشه کوچک مقیاس، محاسبه ی زمان عکسبرداری و تعداد فیلم مورد نیاز. که به عوامل زیر بستگی دارد:

1) **فاصله کانونی(عدسی های)دوربین**

2) **ارتفاع پرواز از یک سطح مبنای مشخص**

3) **ابعاد عکس ها**: 23×23 و 18×18

4) **ابعاد و محدوده عکسبرداری** (اگر شکل منطقه نامنظم باشد باید شکل آن برای طراحی خطوط پرواز در نظر گرفته شود.)

5) **موقعیت خطوط پرواز بیرونی با توجه به محدوده عکسبرداری**

6) **همپوشانی های طولی و عرضی**

7) **مقیاس نقشه پرواز**

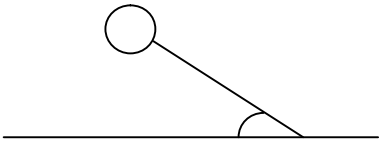
8) **سرعت هواپیما**: که در رابطه با محاسبه باز هوایی- مدت زمان و موارد تنظیمات دوربین مورد استفاده قرار می گیرد.

9) **زمان عکسبرداری** : چندین عامل در زمان عکسبرداری دخیل هستند از جمله :

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

الف- قابل رؤیت بودن عوارض سطح زمین

ب- زاویه ارتفاعی خورشید نسبت به عوارض : بهترین حالت برای زاویه ارتفاعی خورشید هنگامی است که زاویه ارتفاعی خورشید 30 درجه باشد.



چنانچه این زاویه کمتر از 30 درجه باشد آن گاه سایه های خیلی بلند پدیدار می شود که باعث ناپدید شدن عوارض جانبی (ابهام در عوارض)و اختلال در برجسته بینی می شود. اگر زاویه آن بزرگتر از 30 درجه باشد سایه ها خیلی کوچک می شوند و در تفسیر فتوگرامتری و تعیین ارتفاعات با مشکلاتی روبه رو می شویم.

ج- وضعیت آب و هوا

مثال: منطقه ای نسبتاً هموار با ابعاد**km** 11/6*730**m** در یک نوار به منظور تولید نقشه توپوگرافی عکسبرداری می شود.اگر ابعاد عکس ها**cm** 23*23 **cm** و فاصله کانونی 147/3 میلیمتر و همپوشانی طولی 65% و عرضی 90% باشد، و دوعکس نیز در انتهای هر خط پرواز گرفته شود و مقیاس نقشه پرواز 1:10000 است.داده های مورد نیاز طرح پرواز را محاسبه نمایید.

حل:

فاصله میان مراکز عکسها $b=(1-0.65)\times 230=80.5mm$

عرض مؤثر پوشش عکسی $230\times 0.90=207\ mm$

ارتفاع پرواز از سطح مبنا $\frac{147.3}{H}=\frac{207}{730}\rightarrow H=520mm$

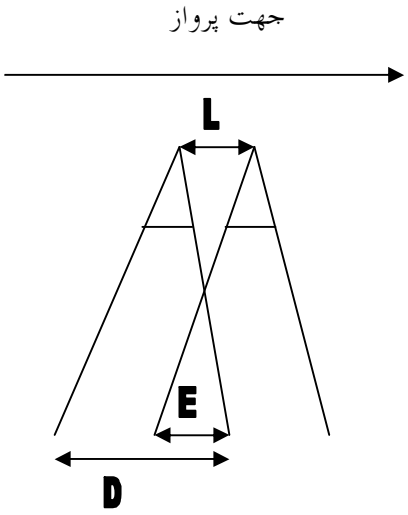
فاصله میان مراکز عکسبرداری بر روی نقشه پرواز $\frac{B}{80.5}=\frac{520}{147.3}\Rightarrow B=284m$

$b_m=\frac{284}{10000}=28.4mm$

تعداد عکس ها $\frac{11600m}{284}+4=44.9\cong 45$

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی
hadi.aghili@gmail.com

محاسبه ی پوشش طولی و عرضی:



D : ابعاد زمینی عکس B : باز هوایی E :پوشش طولی

پوشش طولی : $E = \frac{D-B}{D} \times 100$

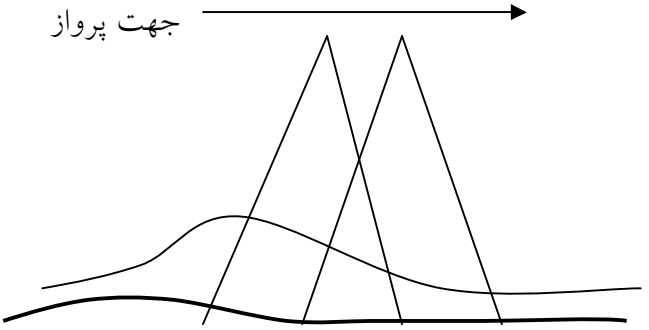
پوشش عرضی: $S = \frac{D-L}{D} \times 100$

L : فاصله دو محور پرواز در دو نوار مجاور

میزان پوشش بسته به پارامترهای مختلف تغییر پیدا می کنند.

عوامل موثر بر روی میزان پوشش طولی و عرضی :

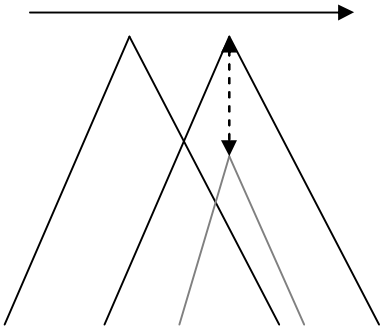
1- توپوگرافی



توپوگرافی زیاد

توپوگرافی ساده

2- تغییر ارتفاع پرواز

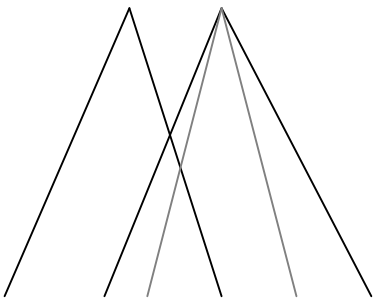


در شکل رو به رو در اثر تغییر ارتفاع هواپیما میزان پوشش طولی کم شده است.

3- تیلت

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

اگر عکس ها قائم گرفته شوند پوشش طولی مشخص می باشد ولی اگر ناگهان عکس تیلت دار شود میزان پوشش طولی تغییر می کند.



فصل هفتم

عملیات تبدیل: به مجموعه ی عملیات فتوگرامتری گویند که با بازسازی وضعیت عکسبرداری و ارتباط آن با سیستم مختصات زمینی به تولید نقشه (تبدیل عکس به نقشه) می پردازد.

عملیات تبدیل دارای سه مرحله می باشد :

1) توجیه داخلی 2) توجیه خارجی نسبی 3) توجیه خارجی مطلق

توجیه داخلی (**Interrior orientation**) : عبارت است از معرفی شرایط هندسی داخلی دوربین عکسبرداری و یا در واقع ساخت مجدد دسته اشعه مانند لحظه عکسبرداری.

دسته اشعه : مجموعه اشعه هایی که از عوارض به دوربین می رسند.

توجیه داخلی به دو روش آنالوگ و تحلیلی صورت می پذیرد :

توجیه داخلی در دستگاه های آنالوگ : که در مراحل زیر انجام می پذیرد :

1- سنتر کردن : در این مرحله هرم نوری مربع القاعده را تنظیم می کنند. (تنظیم دیاپوزیتیو بر قاب پروژکتور)

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

2- تنظیم فاصله اصلی (فاصله کانونی) به وسیله پیچ تنظیم کننده آن

3- اعمال قاب تصحیح کننده اعوجاج عدسی : به این صورت که در قدیم یک عدسی که اعوجاجش برخلاف اعوجاج دستگاه بوده را بر روی قاب قرار می داده اند.

توجیه داخلی در دستگاه های رقومی (تحلیلی) :

در این دستگاه ها بخش مکانیکی حذف شده است. در هنگام کار با این دستگاه ها به ترتیب زیر عمل می شود :

ابتدا اطلاعات کالیبراسیون دوربین را با کلیک کردن بر روی علایم کناری به نرم افزار می دهند. سپس مختصات دستگاهی علایم کناری قرائت می گردد. پس از انجام این مراحل نرم افزار با توجه به اطلاعاتی که به آن داده شده است معادلات زیر را حل می کند :

$$\text{تصویری} \quad \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}_N = \begin{pmatrix} F(x,y) \\ g(x,y) \end{pmatrix} \quad \text{کالیبراسیون}$$

نرم افزار معادلات را با توجه به مدل **Affine** حل می کند.

توجیه خارجی : معرفی شرایط هندسی بخش خارجی دوربین عکسبرداری که شامل توجیه نسبی و مطلق می گردد.

توجیه نسبی : بازسازی موقعیت هندسی دو دسته شعاع های نوری تصویر کننده در دو لحظه عکسبرداری نسبت به هم را توجیه نسبی گویند.

در توجیه نسبی از لحاظ زاویه ای دو سیستم تصویر دستگاه تبدیل نسبت به هم توجیه می شوند. پس از توجیه نسبی مدل سه بعدی تشکیل می گردد که در اثر تقاطع دو دسته اشعه دو عکس است، به صورتی که زوایای پارالاکتیک عوارض در لحظه عکسبرداری دوباره تشکیل شوند.

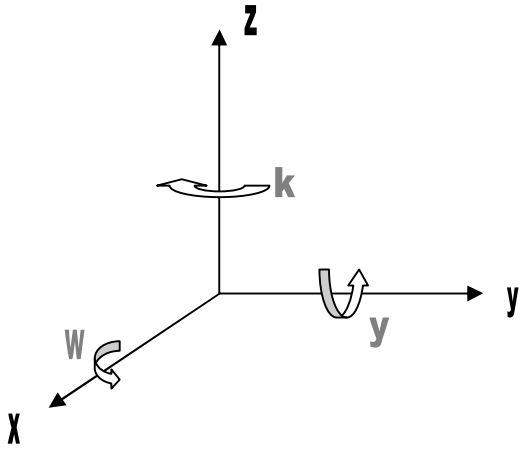
hadi.aghili@gmail.com تهیه کننده : محمد هادی عقیلی

دو تصویر نظیر در صورتی به مدل سه بعدی تبدیل می شوند که با مشاهده برجسته بینی بر یکدیگر منطبق شوند؛ و انطباق تصاویر نظیر در صورتی برقرار می شود که دسته شعاع های نظیر مربوط به آن ها یکدیگر را قطع کنند ، تا از هر نقطه فقط یک تصویر دیده شود.(یعنی عملاً حذف پارالاکس **y**)

در علم هندسه ثابت شده است که اگر شعاع های نظیر در پنج نقطه مختلف (که نقط استاندارد نامیده می شوند.) مدل همدیگر را قطع کنند تمامی شعاع های نظیر متقاطع خواهند شد.(اگر پارالاکس **y** را در پنج نقطه از مدل حذف شوند پارالاکس **y** به طور کامل حذف شده و شعاع های نوری یکدیگر را قطع می کنند و در نتیجه تصویر سه بعدی به طور کامل تشکیل می گردد.)

انتقال یک سیستم مختصات سه بعدی به یک مختصات سه بعدی دیگر شامل :

سه دوران **w ,y ,k** و سه انتقال **bx,by,bz** و یک مقیاس λ می باشد.



3.	4.
1.	2.
5.	6.

نقاط استاندارد
(دربخش مشترك دو عکس)

توجیه مطلق :

توجیه مدل نسبت به سطح زمین را توجیه مطلق گویند. که شامل مقیاس کردن (**Scaling**)و تراز نمودن (**Leveling**) است.(توجیه مطلق یعنی از مدل به زمین رسیدن)

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

پس از انجام توجیه نسبی یک مدل سه بعدی تشکیل می شود که باید نسبت به یک سیستم مختصات مشخص سه بعدی زمینی توجیه شود.پارامترهای لازم برای این تبدیل عبارتند از :

ø و **K** و Ω و λ و $\mathbf{B_X}$ و $\mathbf{B_Y}$ و $\mathbf{B_Z}$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = lR \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_X \\ B_Y \\ B_Z \end{bmatrix}$$

این کار توسط چند نقطه زمینی با مختصات معلوم انجام می پذیرد.

در مقیاس گذاری مسئله مقیاس توسط چهار پارامتر λ و $\mathbf{B_X}$ و $\mathbf{B_Y}$ و **K** حل می شود و در تراز نمودن مسئله ارتفاع توسط سه پارامتر Ω و $\mathbf{B_Z}$ و ø محاسبه می گردد.

فصل هشتم

تهیه عکس های قائم از عکس های تیلت دار:

برای تهیه عکس قایم از عکس تیلت دار دو روش عمده یکی ترمیم و دیگری روش اورتوفتو وجود دارد.

1- **ترمیم (Rectification)** : به عمل تهیه عکس قایم از عکس تیلت دار از طریق حذف جابجایی ناشی از تیلت ترمیم می گویند.

که محصول این کار عکس ترمیم شده **(Rectified Photo)** می باشد.

در چنین عکسی جابه جایی ناشی از اختلاف ارتفاع وجود دارد.

عمل ترمیم در دستگاهی به نام **Rectifier** (یک سو کننده) انجام می گیرد. این دستگاه با استفاده از عناصر توجیه خارجی و محاسبات لازم کار می کند.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

پارامترهایی که برای توجیه این دستگاه لازم است عبارتند از :

الف- فاصله کانونی دوربین عکسبرداری

ب- فاصله کانونی عدسی **Rectifier**

ج- زاویه تیلت

د- مقیاس عکس

ه- مقیاس عکس قائم مورد نظر

عکس پس از این که در دستگاه قرار گرفت و توجیه شد، نوردهی می شود تا لایه حساس بر روی آن نقش ببندد و یک عکس ترمیم شده تولید شود.

2- اورتوفتو (Ortho Photo) :

عکسی است که از روی عکس های هوایی به ترتیبی تهیه شده که فاقد جابجایی های تصویری ناشی از تیلت و ناهمواری می باشد.

اورتوفتو عکسی است که از لحاظ هندسی دارای سیستم تصویر قائم موازی است ، یعنی عملاً می توان آن را بسیار شبیه به نقشه دانست.

دستگاه های مختلفی برای تولی اورتوفتو اختراع شده اند.دستگاه اورتوفتو ابتدا توجیحات سه گانه برایش تعریف می شود سپس یک صفحه حساس در میز پایین قرار می گیرد(این میز می تواند در جهت **Z** بالا و پایین برود). سپس اپراتور به گونه ای میز را بالا و پایین می برد که یک شکاف بر روی آن همیشه در سطح مدل مماس باشد. پس از نوردهی عکس ها و عبور نور از شکاف و رسیده آن به لایه حساس (فیلم) باعث تشکیل عکس تصحیح شده می شود.

روش رقومی اورتوفتو در کامپیوتر و با کمک DEM صورت می گیرد.

تهیه کننده : محمد هادی عقیلی hadi.aghili@gmail.com

موزائیک عکسی

به مجموعه عکس های هوایی که در کنارهم قرار داده می شوند و تشکیل یک عکس واحد از یک منطقه را وی دهند، موزاییک گفته می شود.

برا ی تشکیل موزاییک معمولاً قسمت های اضافی عکس بریده می شود وتنها قسمت وسط عکس که از خطای کمتری نیز برخوردار است ،استفاده می شود.موزاییک بر اساس شماره نوار و شماره عکس ها تنظیم می شود.

موزاییک بر دو نوع است:

1) موزاییک کنترل نشده : هنگامی که عکس های معمولی در کنار هم قرار گیرند.
2) موزاییک کنترل شده : در موزاییک کنترل شده از عکس های ترمیم شده یا اورتوفتو استفاده می شود.

بسته به دقت مکانی از موزائیک کنترل شده یا نشده استفاده می شود.

*** موزاییک به منظور بررسی کلی یک منطقه و کشف گپی ها استفاده می شود.**