



**Jundi Shapur**  
**University of Technology-Dezful**

**مبانی فتوگرامتری**  
**فصل هشتم: توجیهات**

**Nurollah Tatar**  
**Fundamental of Photogrammetry**  
**Semester 2021**

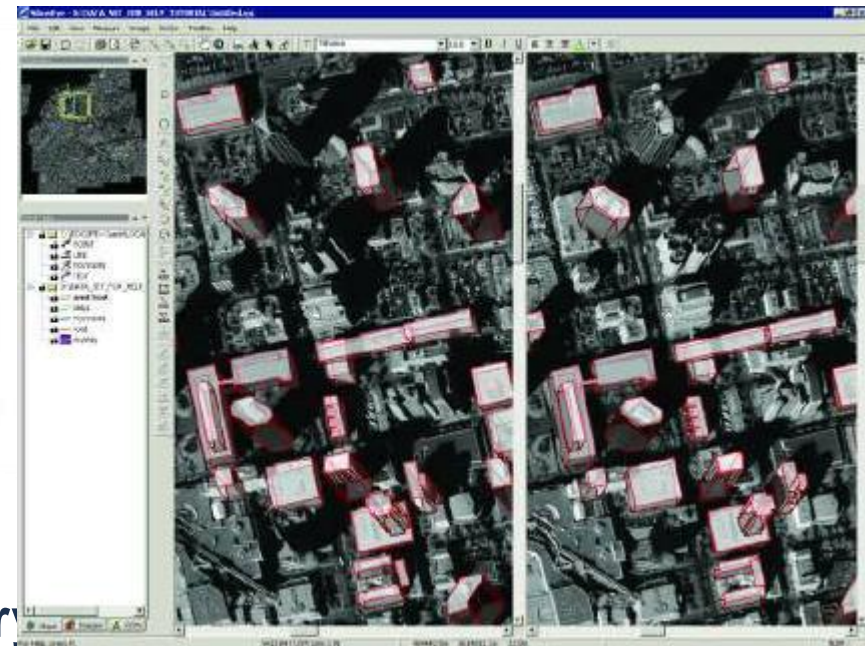
# فهرست مطالب



- تبدیل و ترسیم
- توجیهات در فتوگرامتری
- مروری بر تبدیلات سه بعدی
- توجیه داخلی
- توجیه نسبی
- توجیه مطلق
- توجیه خارجی

# تبدیل و ترسیم

- به مجموعه عملیاتی که عامل انسانی از روی زوج تصاویر استریو با دید سه بعدی مرز عوارض را ترسیم میکند، عملیات تبدیل می‌گویند. در واقع عبارتست از تبدیل عکس به نقشه



# تبدیل و ترسیم

- برای تبدیل عکس به نقشه می توان به (۱) تبدیل و ترسیم روی اورتوفتو و (۲) تبدیل و ترسیم با برجسته بینی اشاره کرد.
- تبدیل و ترسیم از روی اورتوفتو باعث انتقال خطاهای اورتوفتو به نقشه می شود. این کار بیشتر شبیه نقاشی کردن است تا نقشه برداری!
- در مقابل، تبدیل و ترسیم با دید برجسته بینی به شرط انتخاب زوج عکس های مناسب و رفع اعوجاجات روشی مهندسی است.



# تبدیل و ترسیم

- در حال حاضر در ارتوفتو حاصل از تصاویر فتوگرامتری، لبه ساختمان‌ها کیفیت مناسبی ندارد و یک نوع سایش یا گسترش ابعاد ساختمان‌ها در آن دیده می‌شود. لذا ترسیم عوارض از روی ارتوفتو یک نوع نقاشی است تا نقشه برداری!



ارتوفتو لایدار-مبنا



ارتوفتو فتوگرامتری-مبنا

# تبدیل و ترسیم

- ترسیم منحنی میزان ها به صورت اتوماتیک از ابر نقاط یا مدل رقومی ارتفاعی حاصل از فتوگرامتری نیز از منظر کارتوگرافی و بصری به خصوص در مناطق شهری دارای خطاهای فراوانی است که نیاز به ویرایش دستی دارد.
- در مناطق شهری عوارض غیر زمینی بسیاری وجود دارند که باید از ابر نقاط حذف شوند و خطوط شکست زیادی وجود دارند که برای تولید منحنی میزان باید ترسیم شوند.

# تبدیل و ترسیم

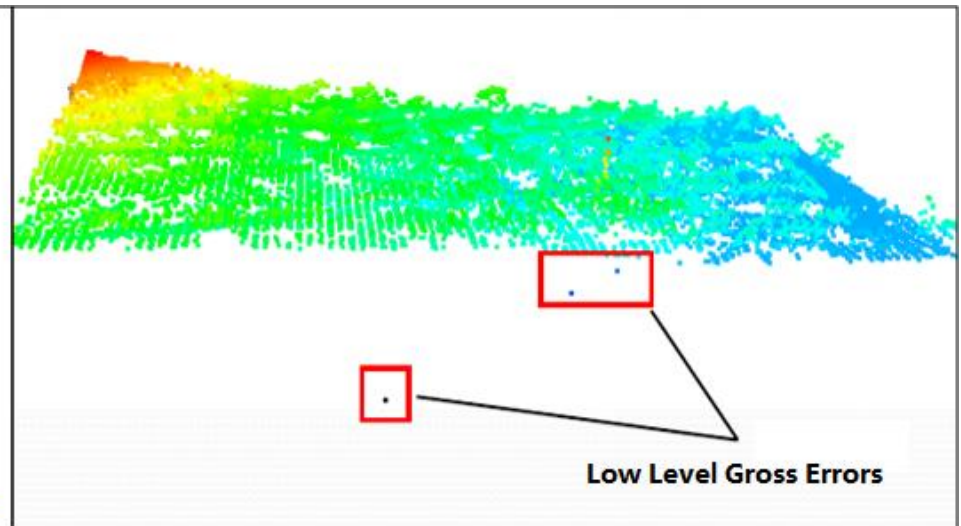
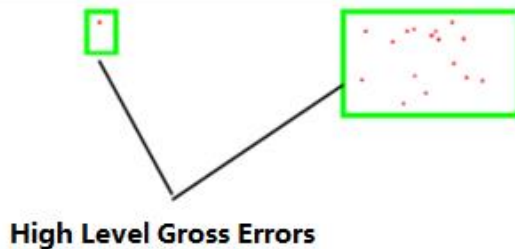


- ویرایش منحنی  
میزان ها:
- در کارتوگرافی  
بایستی منحنی  
میزانهای واقع  
در ساختمانها  
حذف شوند و ...

# تبدیل و ترسیم



- ویرایش منحنی میزان ها:
- در روشهای اتوماتیک تولید ابرنقطه از روی تصاویر فتوگرامتری به دلیل اشتباهات تناظریابی با یکسری اشتباهات و میخ شدگیها روبرو هستیم که بایستی حذف شوند.





# تبدیل و ترسیم

- روش ترسیم اتوماتیک منحنی میزان از ابر نقاط صرفاً برای مناطق تپه ماهوری و کوهستانی غیرشهری از لحاظ معیارهای زمان، هزینه و کیفیت منطقی است.
- در مناطق شهری، روش برحسته بینی بسیار عملی تر و با کیفیت تر است.
- همچنین ترسیم دو بعدی روی ارتوفتوموزائیک و سه بعدی کردن با DSM نیز مشکلات زیادی به همراه دارد.

# تبدیل و ترسیم

- به طور کلی ترسیم نقشه در حالت برجسته بینی چون مستقیماً با عکس های اصلی به صورت سه بعدی توسط عامل تبدیل انجام می گیرد از لحاظ دقت و جزییات هندسی، دقت توصیفی، کامل بودن و سازگاری عوارض دارای کیفیت بسیار بالاتری از ترسیم دو بعدی نقشه از روی اورتوفتو است.
- علاوه براین سازمان نقشه برداری تنها نقشه های حاصل از دید برجسته بینی را تایید می کند.

# Orientations

توجیهات

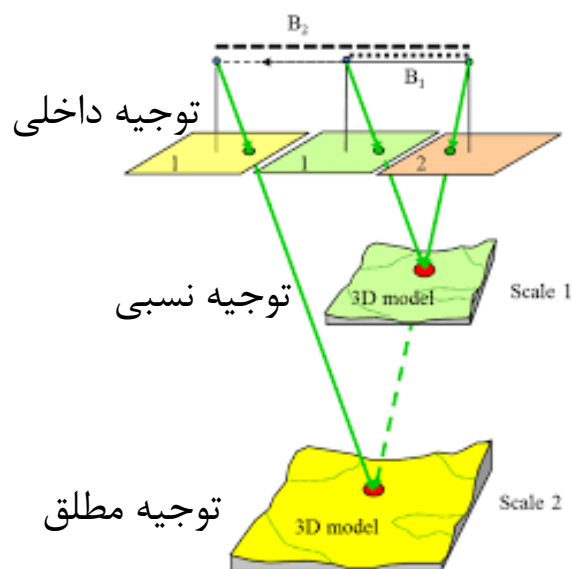
# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه در اصطلاح به معنی جهت دار کردن یا سمت و سو دادن است.
- توجیه در فتوگرامتری به معنی پیدا کردن (تعیین) مسیر یک پرتو نسبت به یک سیستم مختصات مشخص است.
- سیستم مختصات می تواند سیستم مختصات داخل دوربین، یک سیستم مختصات مطلق یا یک سیستم مختصات نسبی باشد.

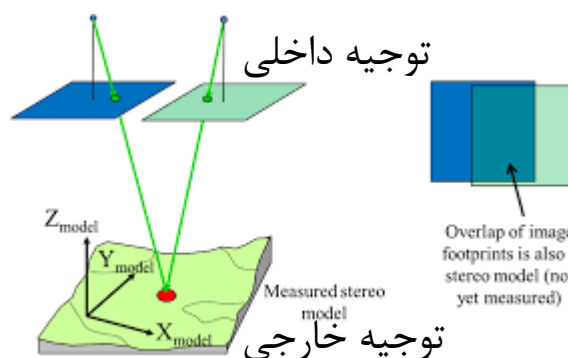


# توجیهات در فتوگرامتری

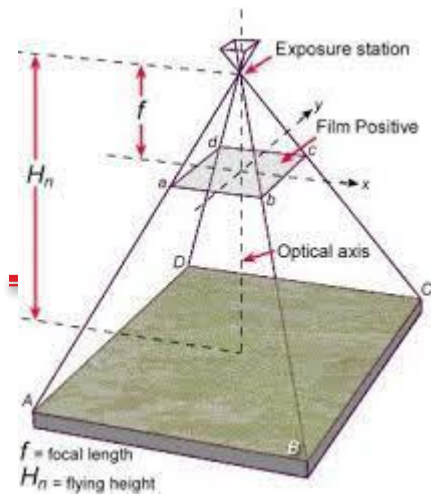
- در فتوگرامتری با چهار نوع توجیه سر و کار داریم:



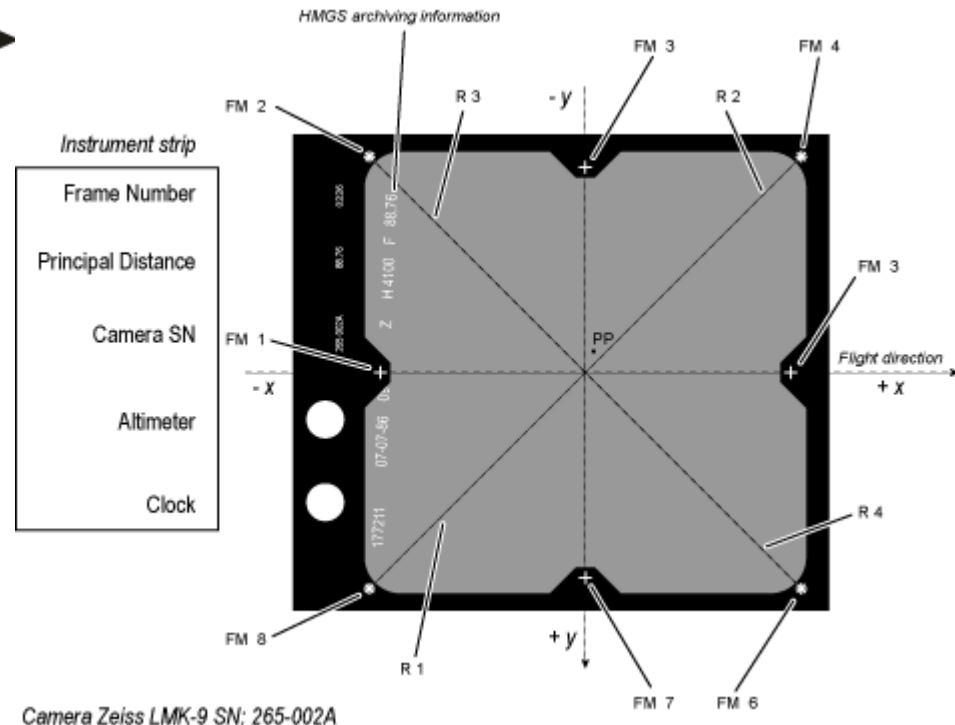
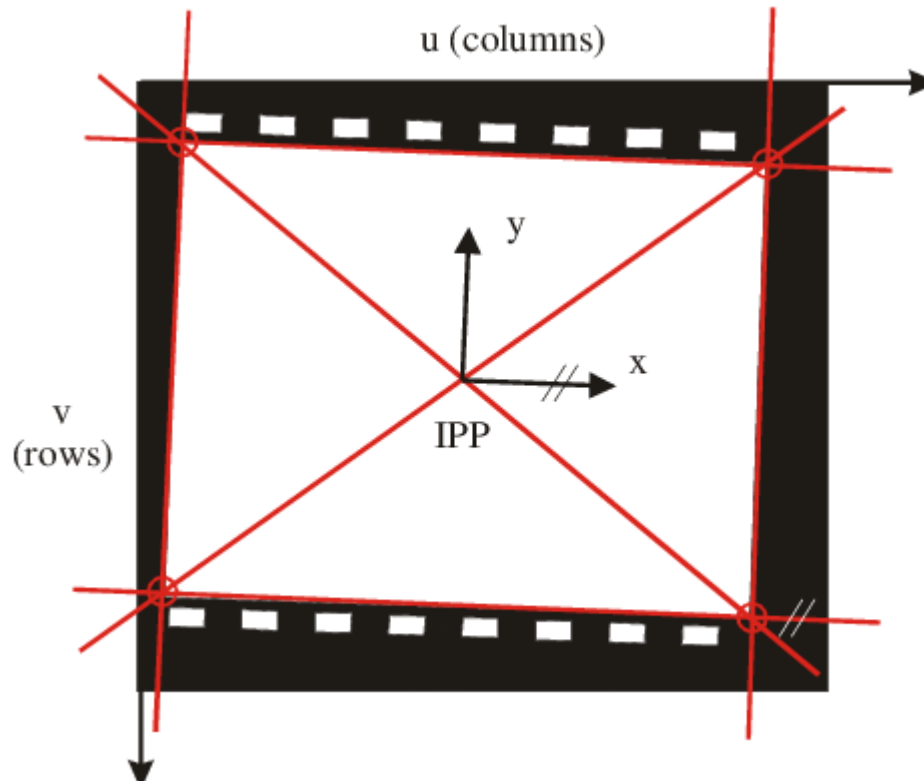
1. توجیه داخلی
2. توجیه نسبی
3. توجیه مطلق
4. توجیه خارجی



# توجیهات در فتوگرامتری



## • توجیه داخلی (Interior Orientation):



# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه داخلی
- توجیه داخلی عبارتست از پیدا کردن مسیر نور نسبت به محور اصلی. یا به عبارتی "بازسازی هرم داخلی دوربین هوایی"
- هدف از توجیه داخلی، بدست آوردن مقادیر زیر میباشد:
  1. فاصله کانونی ( $f$ )
  2. موقعیت نقطه اصلی ( $x_p, y_p$ )
- در دوربین‌های متریک این مقادیر برای عکس‌ها تقریباً ثابتند.

# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه داخلی

- در دوربین‌های آنالوگ، سه پارامتر برای توجیه داخلی وجود

دارد.  $(x_{p.p} \quad y_{p.p} \quad f)$

- در دوربین‌های رقومی چهار پارامتر در نظر گرفته می‌شود.

پارامتر اضافه‌تری که در دوربین‌های رقومی در نظر گرفته

می‌شود، فاصله کانونی متفاوت در راستای  $X$  و  $Y$  است.

$(x_{p.p} \quad y_{p.p} \quad f_x \quad f_y)$



# توجیهات در فتوگرامتری

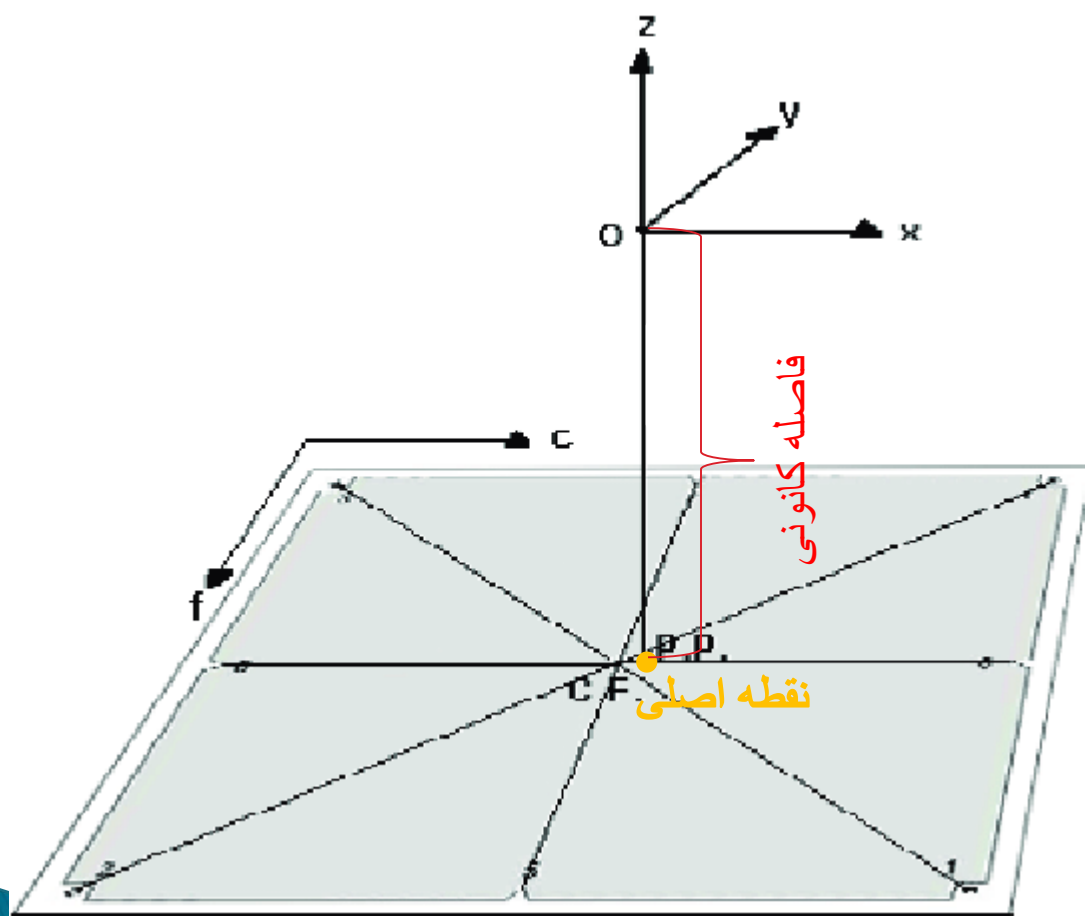
• توجیه داخلی

• پارامترهای

توجیه داخلی

در هرم داخلی

دوربین هوایی



# توجیهات در فتوگرامتری

- روش‌های توجیه داخلی:
- به طور کلی روش‌های توجیه داخلی عبارتند از:
  1. توجیه داخلی آنالوگ
    - منطبق کردن فیدوشل مارکها به روش مکانیکی
  2. توجیه داخلی تحلیلی
    - اندازه‌گیری فیدوشل مارک به صورت دستی بعلاوه محاسبه کامپیوتری مدل‌های ریاضیاتی  $2D \rightarrow 2D$
  3. توجیه داخلی رقومی
    - اندازه‌گیری فیدوشل مارک به صورت اتوماتیک

# توجیهات در فتوگرامتری

- مراحل توجیه داخلی دستگاهی:

- آماده کردن دیاپوزیوها و قراردادن آنها در دستگاههای مکانیکی
- حذف اعوجاجات عدسی با قابهای تصحیح کننده اعوجاج شعاعی (قابهای با شیشه کروی)
- انطباق نقطه اصلی دیاپوزیو ( $x_p, y_p$ ) بر روی محور عدسی پروژکتور
- تنظیم فاصله اصلی پروژکتور (معرفی  $f$ )

# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه داخلی تحلیلی:
- پیشتر در فصل سوم این درس و همچنین تمرینات شماره ۲ عملیات مبانی فتوگرامتری و تمرین شماره ۴ مبانی فتوگرامتری نمونه‌ای از توجیه داخلی تحلیلی (محاسباتی) انجام گرفت.
- لازم به ذکر است در آن تمرینات مختصات نقطه اصلی ( $x_p, y_p$ ) به عنوان یک شیفت جداگانه به مختصات ها اعمال می‌شد. ولی مهمترین مرحله برآورد پارامترهای تبدیل برای توجیه داخلی بود که انجام گرفت.



# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه داخلی رقومی:
- تفاوت توجیه داخلی رقومی با توجیه داخلی تحلیلی اینست که در توجیه داخلی تحلیلی مختصات فیدوشل مارکها به صورت دستی اندازه گیری می شود ولی در توجیه داخلی رقومی فیدوشل مارکها به صورت اتوماتیک انجام میگیرند.
- در تمرین شماره سه عملیات مبانی فتوگرامتری (تمرین نرم افزار متاشیپ) نمونه های این توجیه را شاهد بودیم. اگرچه در آنجا لازم بود موقعیت اندازه گیری شده، تصحیح شود.

# توجیهات در فتوگرامتری

• مدل‌های توجیه داخلی/ارقومی:

• بسته به تغییر بعدهای به وجود آمده معمولا از مدل‌های تبدیل

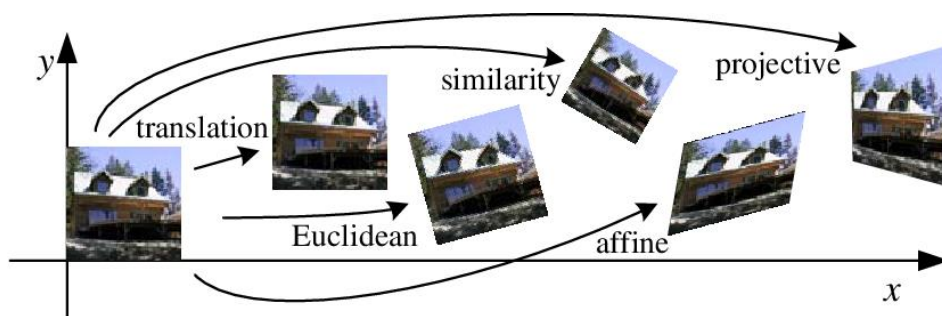
دو بعدی به دو بعدی زیر برای توجیه داخلی استفاده می‌شود:

1. مدل متشابه

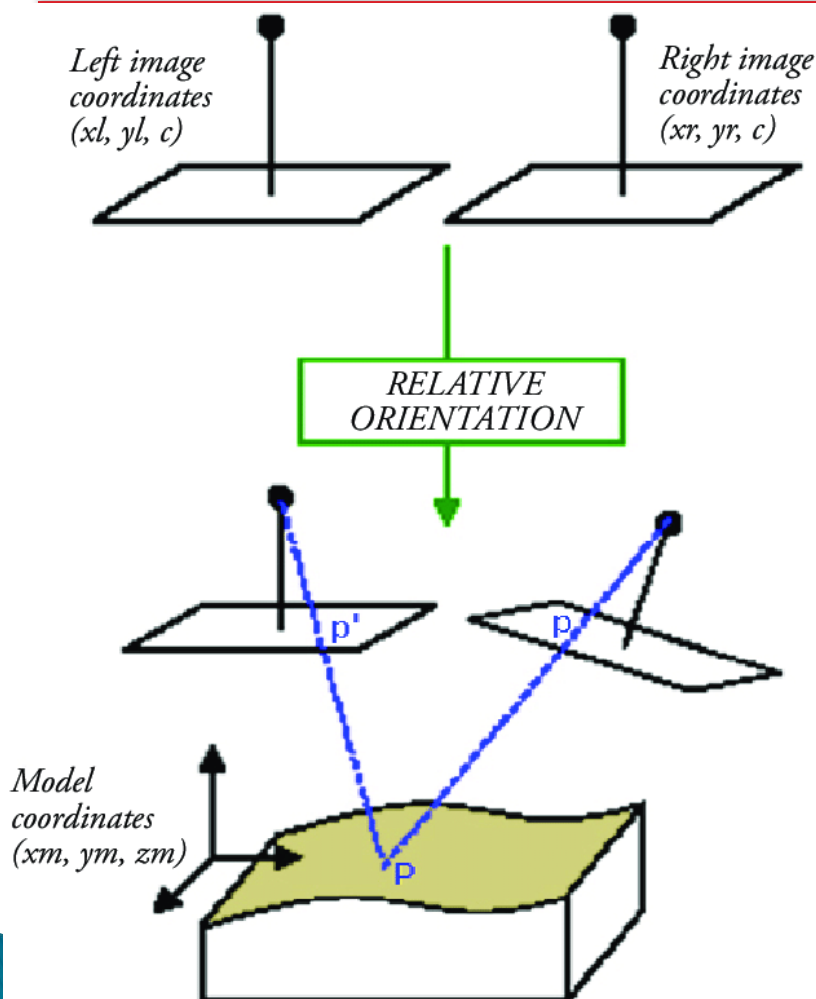
2. مدل افاین

3. مدل پروژکتیو

4. چند جمله‌ای ها



# توجیهات در فتوگرامتری



• توجیه نسبی ( Relative Orientation )

- توجیه نسبی عبارتست از چرخاندن عکسها حول محور اپتیکی شان به نحوی که پرتوهای نظیر همدیگر را قطع کنند.

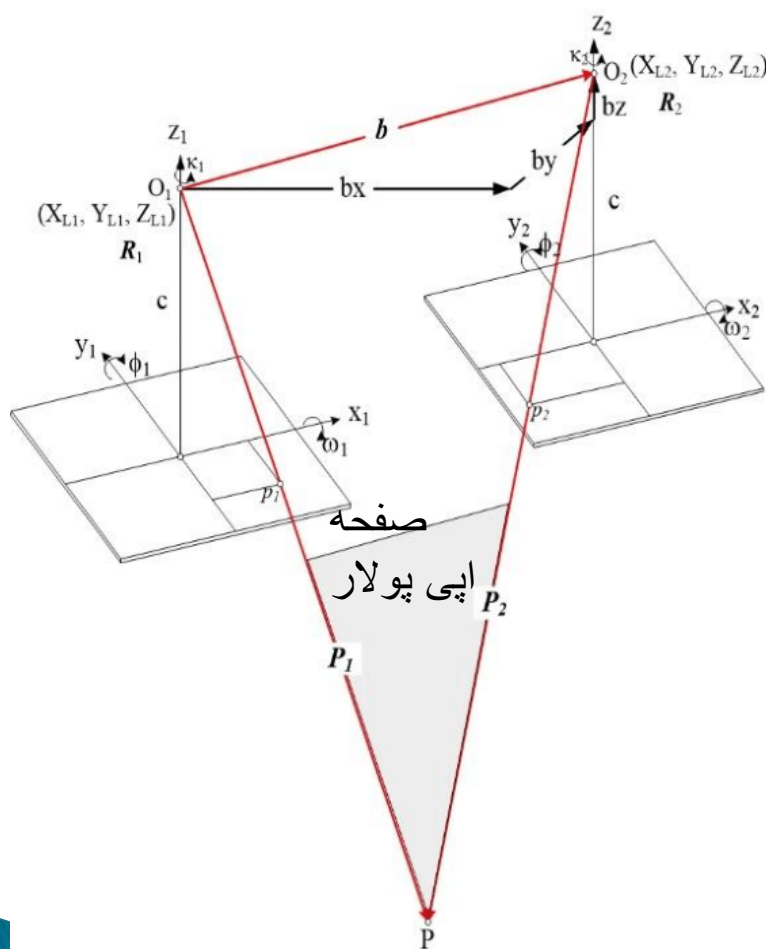
# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی:
- در صورتی که دو تصویر استریو نسبت به هم توجیه شوند، امکان دید برجسته بینی بدون پارالاکس  $\gamma$  بوجود خواهد آمد.





# توجیهات در فتوگرامتری



• توجیه نسبی:

- وقتی تصاویر استریو نسبت به هم توجیه شوند نقاط متناظر و مراکز عکسی در یک صفحه قرار می گیرند که به آن صفحه اپی پولار می گویند.

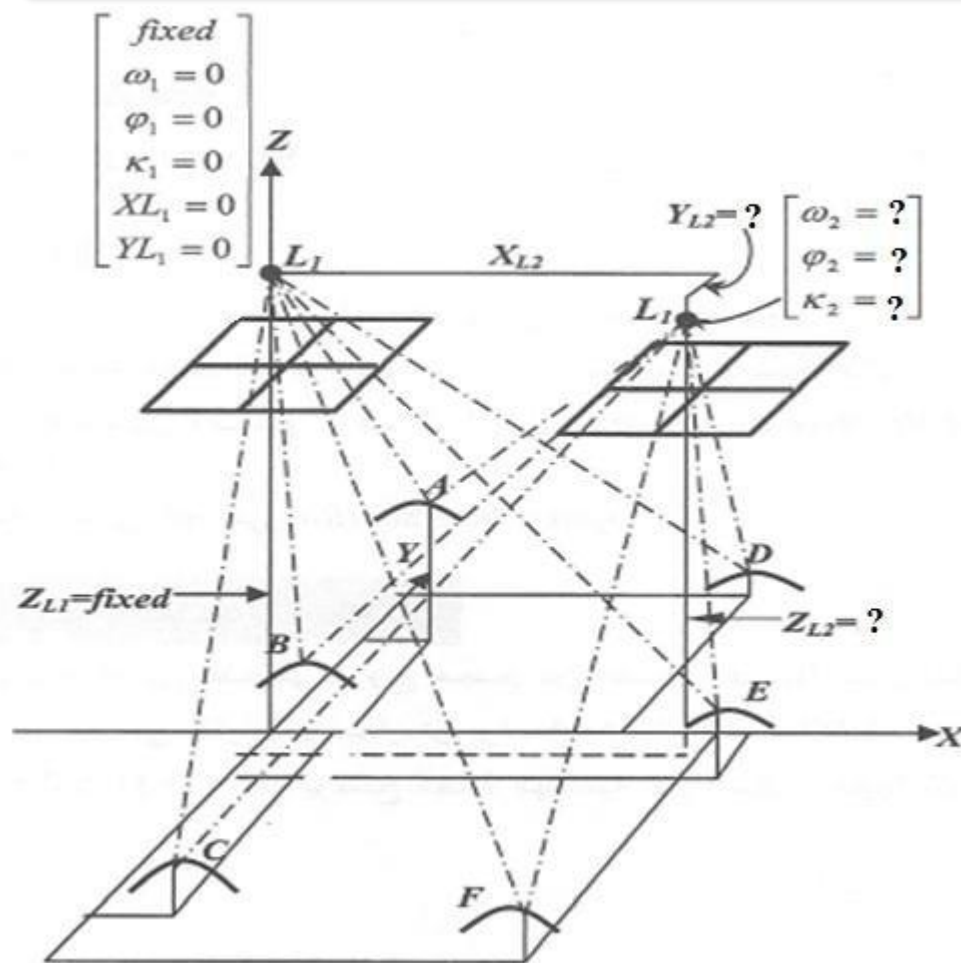


- هر عکس با سه دوران و سه جابجایی می‌تواند نسبت به یک سیستم مختصات توجیه شوند. لذا هر عکس شش پارامتر دارد که به آنها پارامترهای توجیه خارجی می‌گویند.

# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی:
- از آنجا که توجیه نسبی برای یک زوج عکس استریو تعریف می شود در مجموع ۱۲ پارامتر خواهیم داشت.
- فرض کنید مبدا سیستم مختصات مدلی، مرکز تصویر اول باشد و توجیه سیستم مختصات مدلی بگونه ای باشد که تصویر اول هیچگونه دورانی نداشته باشد. در این صورت ۶ پارامتر از پارامترهای توجیه نسبی مشخص می شوند.

# توجیهات در فتوگرامتری



• توجیه نسبی:

• توجیه نسبی

یک طرفه

# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی:
- به عبارتی مقدار دوران عکس اول صفر خواهند بود. همچنین مختصات مرکز تصویر در سیستم مختصات مدلی صفر خواهند بود.
- بسته به ابعاد دستگاه، می توان فاصله بین دو مرکز تصویر را نیز ثابت در نظر گرفت. این کار باعث می شود مدل سه بعدی با واقعیت یک مقیاس کلی داشته باشد.

# توجیهات در فتوگرامتری

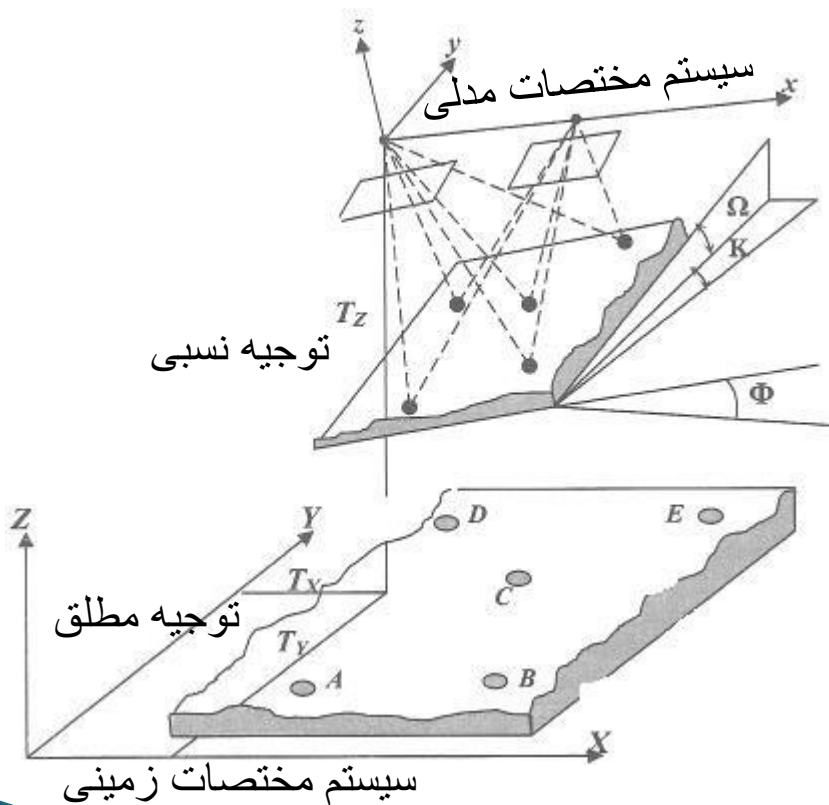
- توجیه نسبی:
- روش فوق حالت خاصی از توجیه نسبی بود که به آن توجیه نسبی یکطرفه می‌گویند.
- مشابه روش فوق می‌توان با ثابت در نظر گرفتن هفت پارامتر، و پیدا کردن پنج پارامتر دیگر محورهای اپتیکی دو تصویر را نسبت به هم توجیه کرد. چنانچه از روش توجیه نسبی یکطرفه استفاده نشود به آن توجیه نسبی دو طرفه می‌گویند.



# توجیهات در فتوگرامتری

## • توجیه نسبی:

- بنابراین برای توجیه نسبی پنج پارامتر وجود دارد.
- چنانچه پرتوهای نظیر گذرنده از دو تصویر استریو در پنج نقطه مدلی همزمان همدیگر را قطع کنند، آن دو تصویر نسبت به هم توجیه شده اند.



# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی:
- در قدیم توجیه نسبی در دستگاه‌های مکانیکی انجام می‌گرفت؛ که به آنها توجیه نسبی دستگاهی نیز گفته می‌شود. روش‌های توجیه نسبی دستگاهی در ادامه به طور مختصر ارائه می‌شوند.
- در مقابل با روی کار آمدن رایانه‌ها، روش‌های تحلیلی پا به عرصه وجود نهادند. این روش‌ها در ترم‌های آینده به شما آموزش داده می‌شوند.

# توجیهات در فتوگرامتری

- انواع توجیه نسبی دستگاهی:

- برای توجیه نسبی دستگاهی دو روش کلی وجود دارد:

1. توجیه نسبی یکطرفه (dependent relative orientation)

- در این روش یکی از پروژکتورها ثابت باقی می ماند و پروژکتور دیگر سه دوران و دو جابجایی را اعمال می کند.

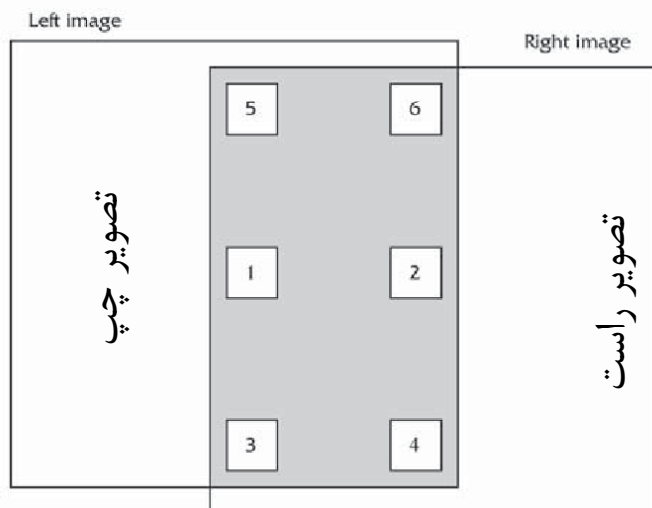
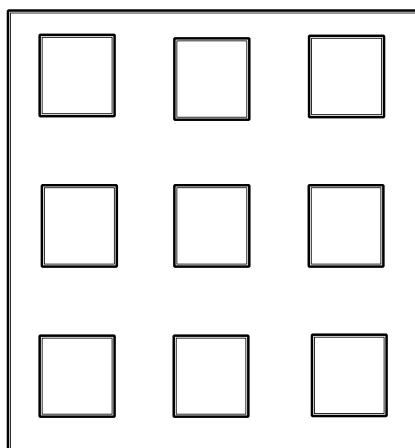
2. توجیه نسبی دو طرفه (independent relative orientation)

- در این روش تنها با دوران پروژکتورها توجیه نسبی انجام می گیرد.

# توجیهات در فتوگرامتری

• انواع توجیه نسبی دستگاهی:

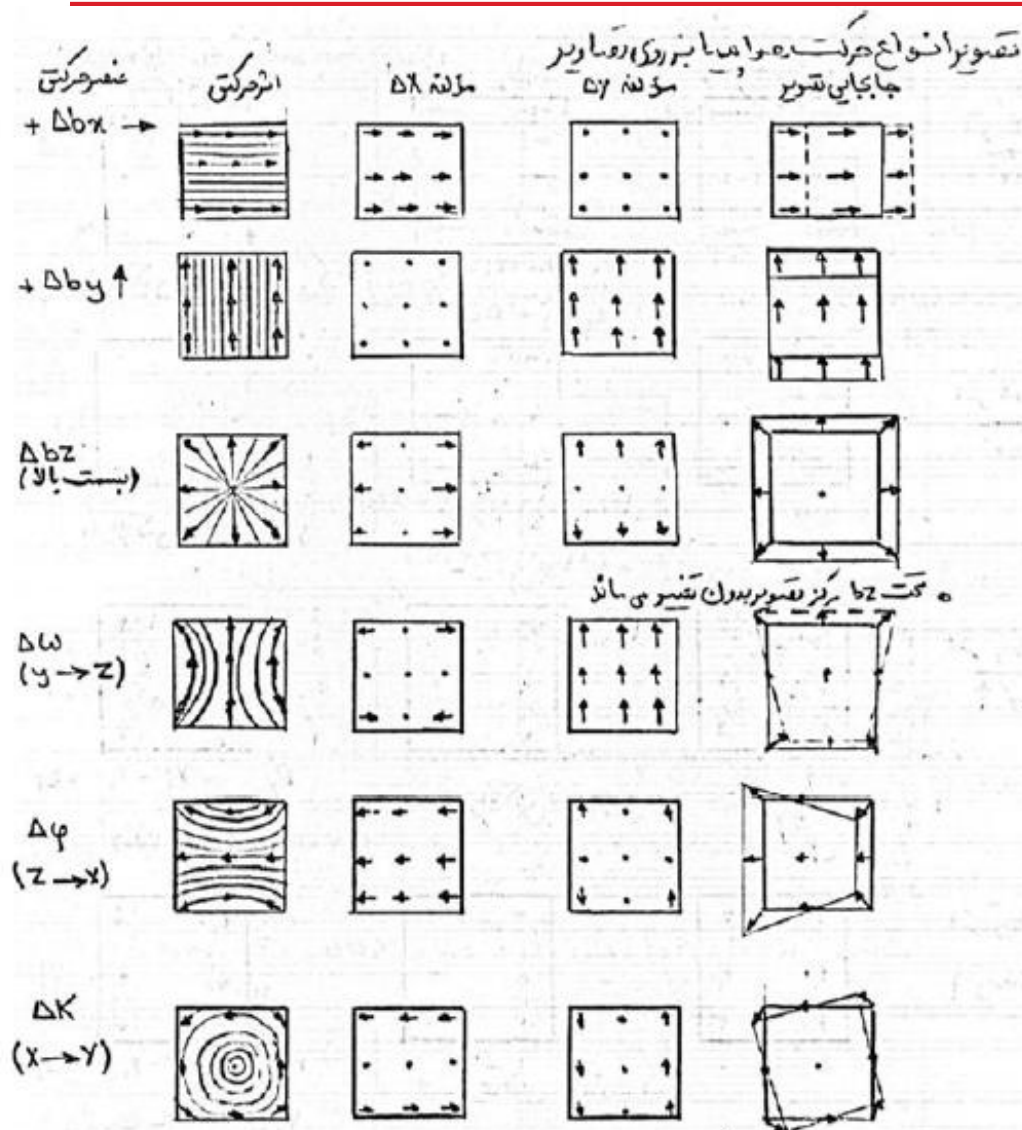
- در هر عکس ۹ ناحیه موثر وجود دارد که به آن‌ها نواحی گروبر نیز می‌گویند. که در توجیه نسبی پرتوهای نظیر را در ۵ نقطه از این نواحی متقاطع خواهیم کرد.



# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی دستگاهی:
- چنانچه در پنج نقطه از این شش ناحیه پرتوهای نظیر متقاطع شوند، آنگاه برای همه نقاط مدل پرتوهای نظیر خودبه خود متقاطع خواهند بود.
- در واقع عامل انسانی در دستگاههای مکانیکی با دوران و جابجایی پروژکتورها توجیه نسبی را حل در پنج نقطه حل می کرد و پس از آن تبدیل و ترسیم را انجام می داد.

# توجیهات در فتوگرامتری



• توجیه نسبی

دستگاهی:

• اثر المانهای توجیه

نسبی بر نقاط

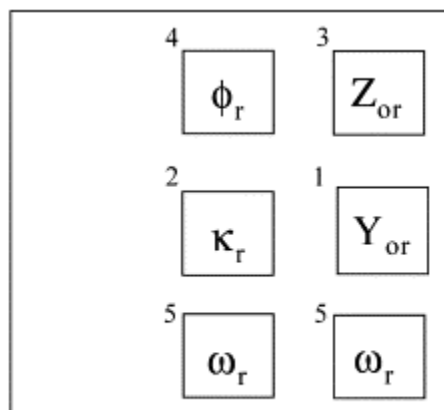
مدلی در یک نگاه



# توجیهات در فتوگرامتری

• توجیه نسبی دستگاهی یکطرفه سمت راست:

- $K$  کاپا
- $\varphi$  فی
- $\omega$  اومگا
- ترتیب اعمال المانهای توجیه نسبی یکطرفه سمت راست در شکل زیر مشاهده می شود.



Dependent RO

- ابتدا المان  $by$  در نقطه ۱، سپس  $K$  سمت راست در نقطه ۲، سپس  $bz$  در نقطه ۳، سپس  $\varphi$  سمت راست در نقطه ۴، سپس  $\omega$  سمت راست در نقطه ۵

# توجیهات در فتوگرامتری

• توجیه نسبی دستگاهی دوطرفه :

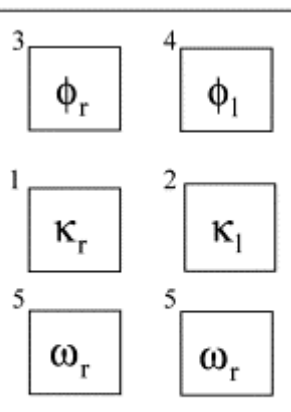
- $K$  کاپا
- $\varphi$  فی
- $\omega$  اومگا
- ترتیب اعمال المانهای توجیه نسبی دوطرفه در شکل زیر مشاهده می شود.

• ابتدا المان  $k$  سمت چپ در نقطه ۱، سپس  $K$

سمت راست در نقطه ۲، سپس  $\varphi$  سمت چپ

در نقطه ۳، سپس  $\varphi$  سمت راست در نقطه ۴،

سپس  $\omega$  سمت راست در نقطه ۵



Independent RO

# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی دستگاهی:
- در روش‌های فوق، با دوران یا جابجایی پروژکتورها پارالاکس  $\gamma$  را با المان‌هایی که اشاره شد در نقاط واقع در نواحی گروبر حذف می‌کنیم. در واقع طی یک فرآیند تکراری و به ترتیبی که در اسلایدهای قبل گفته شد با تغییر دوران و جابجایی پروژکتورها پارالاکس  $\gamma$  در نقاط مختلف مدل حذف می‌شود. وقتی در پنج نقطه پارالاکس  $\gamma$  حذف شود، مدل برجسته بینی ایجاد می‌شود.

# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی دستگاهی:

- از آنجا که باز مدلی معمولاً ثابت در نظر گرفته میشود، هر پروژکتور می‌تواند سه دوران و دو جابجایی تجربه کند. بنابراین ۱۰ المان قابل تغییر داریم. با توجه به اینکه توجیه نسبی به تغییر ۵ المان نیاز دارد؛ ۲۵۲ حالت برای توجیه نسبی وجود دارد که با در نظر گرفتن المانهای وابسته با ۵۰ حالت می‌توان

$$\binom{10}{5} = \frac{10!}{5!(10-5)!} = 252$$

توجیه نسبی انجام داد.

# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی دستگاهی:

- المان‌های زیر برای پروژکتور چپ و راست اثر یکسان ولی تفاوت

علامت دارند:  $\omega' = \omega''$      $bz' = -bz''$      $by' = -by''$      $bx' = -bx''$

- در عمل توجیه نسبی با هفت المان مستقل می‌تواند انجام شود

که در سه گروه دسته‌بندی می‌شوند:

1. گروه انتقالی     $k' \quad k''$      $by$

2. گروه مقیاسی     $\varphi' \quad \varphi''$      $bz$

3. گروه اومگا     $\omega$

# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی دستگاهی:
- توجیه نسبی ۵ مجهول دارد که از میان هفت المان مستقل اسلایدهای قبل به ۵۰ حالت مختلف می توان المانهای توجیه نسبی را انتخاب کرد. به عبارتی با انتخاب ۵ المان از المانهای فوق می توان پارالاکس  $\gamma$  را در پنج نقطه حذف کرد.
- توجیه نسبی یکطرفه سمت راست که در اسلایدهای قبل ارائه شد، یکی از این حالتها بود.



# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی دستگاهی:
- در توجیه نسبی معمولاً با حذف پارالاکس  $\gamma$  در نقطه ۴ بر روی سایر نقاط دوباره یک پارالاکس  $\gamma$  ایجاد می‌شود. چنانچه مقدار پارالاکس  $\gamma$  در نقطه پنجم به طور کامل با اومگا حذف شود پارالاکس  $\gamma$  سایر نقاط تشدید می‌شود. برای حذف پارالاکس  $\gamma$  در تمام نقاط معمولاً نصف پارالاکس  $\gamma$  نقطه پنجم حذف می‌شود و طی یک فرآیند تکراری توجیه نسبی حل می‌گردد.

# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی دستگاهی:
- راه حل دیگری که برای حذف پارالاکس نقطه پنجم وجود دارد، استفاده از ضریب تصحیح اضافی است. که پرداختن به آن از حوصله این درس خارج است.
- به دلایل زیر ممکن است در تکرار دوم پارالاکس  $\gamma$  حذف نشود:
- (الف) عدم تقارن نقاط ۱ تا ۶؛ (ب) کوهستانی بودن منطقه؛  
(ج) مقدار پارالاکس نقطه پنجم خطادار محاسبه شده باشد؛  
(د) خطادار بودن حذف پارالاکس  $\gamma$  در نقاط ۱ تا ۴

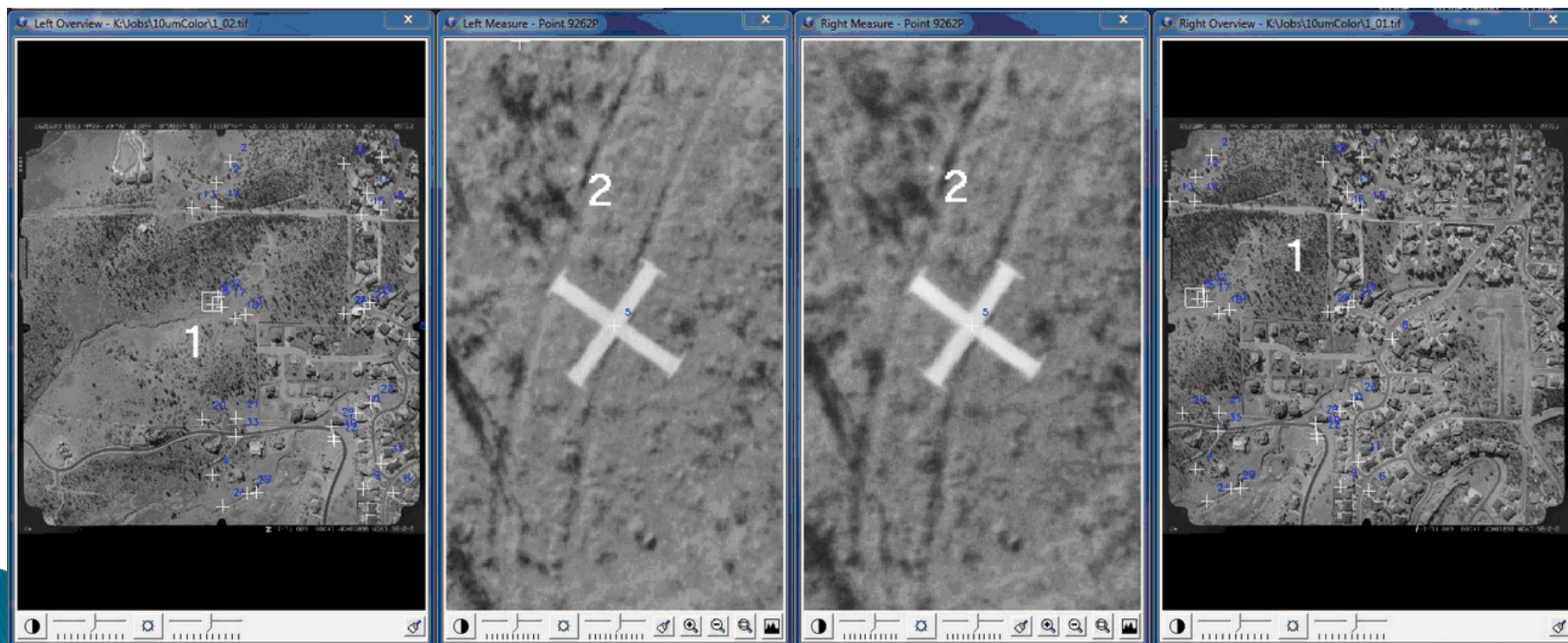
# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی دستگاهی:
- برای توجیه نسبی لازم است توجیه داخلی به طور کامل انجام شده باشد.
- چنانچه توجیه داخلی با خطا حل شده باشد، با حذف پارالاکس  $\gamma$  در پنج نقطه در سایر نقاط پارالاکس  $\gamma$  باقی خواهد ماند!
- همچنین چنانچه در دستگاه خطا سیستماتیک وجود داشته باشد، توجیه نسبی به طور کامل حل نمی گردد.

# توجیهات در فتوگرامتری

• مراحل توجیه نسبی :

• برای توجیه نسبی، یکسری نقاط متناظر اندازه گیری می شود.

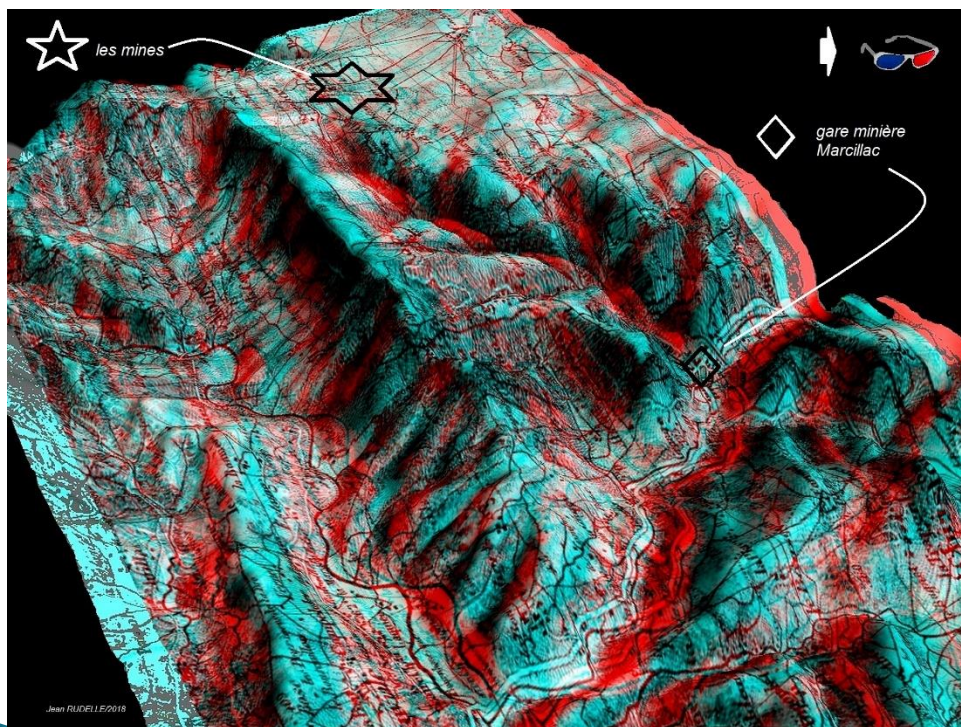




# توجیهات در فتوگرامتری

• توجیه نسبی :

• سپس با حل توجیه نسبی و باز نمونه برداری تصاویر استریو در راستای هندسه اپی پولار مدل سه بعدی ایجاد می شود.

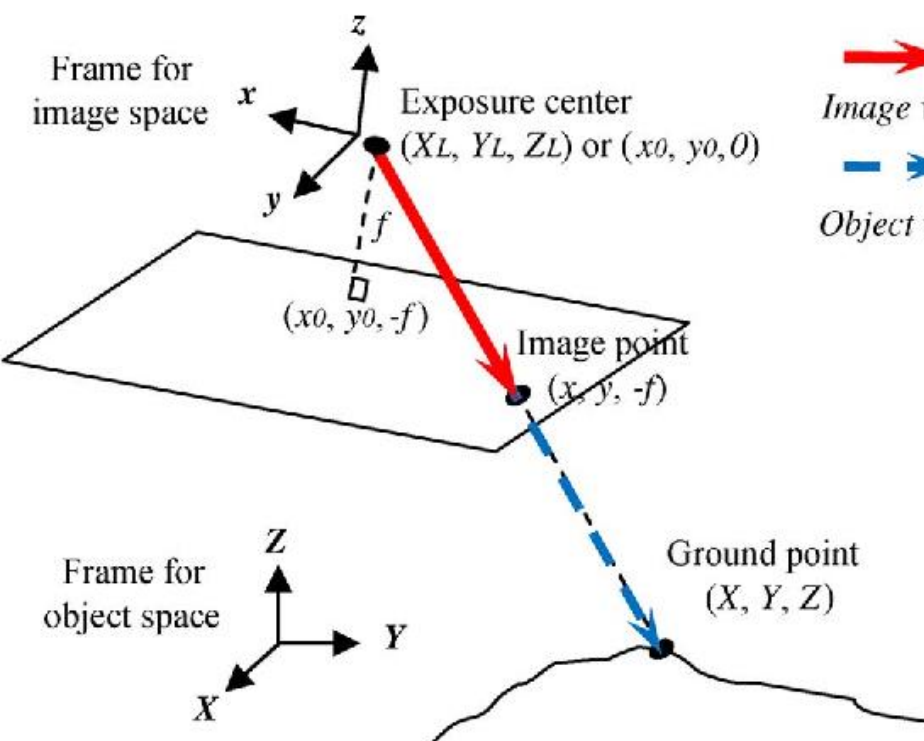


# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه نسبی تحلیلی:
- توجیه نسبی دستگاهی و عددی دقت مناسبی ندارند.
- روش‌های تحلیلی به دلیل استفاده از تعداد نقاط بیشتر و معادلات دقیقتر از دقت بالایی برخوردارند.
- توجیه نسبی تحلیلی به دو روش انجام می‌گیرد:
  1. توجیه نسبی با معادلات شرط هم خطی
  2. توجیه نسبی با معادلات شرط هم صفحه‌ای

# توجیهات در فتوگرامتری

• شرط هم خطی:



- در فتوگرامتری فرض می شود پرتو گذرنده از نقطه زمینی، عکسی و مرکز تصویر بر روی یک خط مستقیم قرار دارد.



# توجیهات در فتوگرامتری

• شرط هم خطی:

• فرض کنید مختصات هر نقطه مانند  $a$

در سیستم مختصات مرکز عکسی برابر

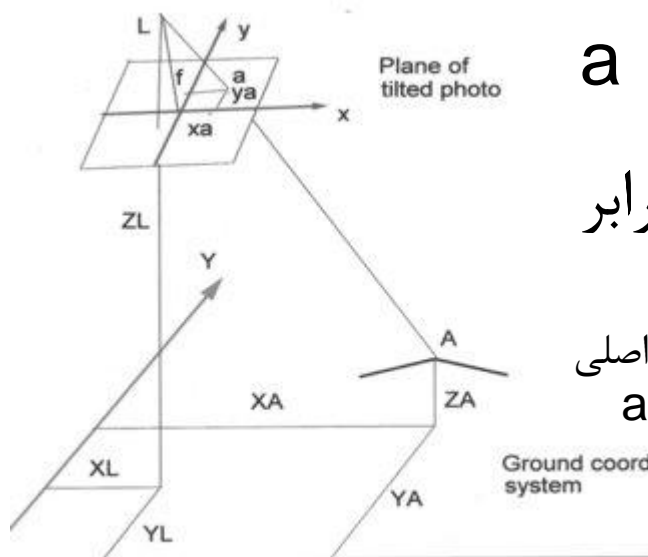
باشد با: 
$$\begin{pmatrix} x_a - x_o \\ y_a - y_o \\ -f \end{pmatrix}$$

$x_o, y_o$  مختصات نقطه اصلی  
 $x_a, y_a$  مختصات نقطه  $a$   
 $f$  فاصله کانونی

• مختصات زمینی نقطه  $A$  در سیستم

$$\begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix}$$

مختصات زمینی نیز برابر است با:



# توجیهات در فتوگرامتری

- شرط هم خطی:
- چنانچه مختصات مرکز تصویر در سیستم مختصات زمینی برابر باشد با:
 
$$\begin{pmatrix} X_L \\ Y_L \\ Z_L \end{pmatrix}$$
- آنگاه طبق شرط هم خطی رابطه هر نقطه زمینی با متناظر عکسی اش برابر است با:
 
$$\begin{pmatrix} x_a - x_o \\ y_a - y_o \\ -f \end{pmatrix} = \lambda R \begin{pmatrix} X_A - X_L \\ Y_A - Y_L \\ Z_A - Z_L \end{pmatrix}$$
- که در آن R ماتریس دوران و  $\lambda$  یک مقیاس کلی است.

# توجیهات در فتوگرامتری

• شرط هم خطی:

• با ساده سازی فرم برداری فوق شرط هم خطی برابر است با:

$$\begin{pmatrix} x_a - x_o \\ y_a - y_o \\ -f \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_A - X_L \\ Y_A - Y_L \\ Z_A - Z_L \end{pmatrix} \Rightarrow$$

$$x_a - x_o = \lambda [m_{11}(X_A - X_L) + m_{12}(Y_A - Y) + m_{13}(Z_A - Z_L)]$$

$$y_a - y_o = \lambda [m_{21}(X_A - X_L) + m_{22}(Y_A - Y) + m_{23}(Z_A - Z_L)]$$

$$-f = \lambda [m_{31}(X_A - X_L) + m_{31}(Y_A - Y) + m_{33}(Z_A - Z_L)]$$

# توجیهات در فتوگرامتری

- شرط هم خطی:
- با تقسیم جمله اول و دوم بر جمله سوم معادلات شرط هم خطی برابر خواهند بود با:

$$x_a - x_o = -f \frac{[m_{11}(X_A - X_L) + m_{12}(Y_A - Y) + m_{13}(Z_A - Z_L)]}{[m_{31}(X_A - X_L) + m_{31}(Y_A - Y) + m_{33}(Z_A - Z_L)]}$$

$$y_a - y_o = -f \frac{[m_{21}(X_A - X_L) + m_{22}(Y_A - Y) + m_{23}(Z_A - Z_L)]}{[m_{31}(X_A - X_L) + m_{31}(Y_A - Y) + m_{33}(Z_A - Z_L)]}$$

# توجیهات در فتوگرامتری

• شرط هم خطی:

• المانهای ماتریس دوران نیز برابرند با :

$$\begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi \cos k & \cos \omega \sin k + \sin \omega \sin \varphi \cos k & \sin \omega \sin k - \cos \omega \sin \varphi \cos k \\ -\cos \varphi \sin k & \cos \omega \cos k - \sin \omega \sin \varphi \sin k & \sin \omega \cos k + \cos \omega \sin \varphi \sin k \\ \sin \varphi & -\sin \omega \cos \varphi & \cos \omega \cos \varphi \end{pmatrix}$$

• که در آن  $\omega$  و  $\varphi$  و  $k$  به ترتیب برابرند با دوران حول محور X

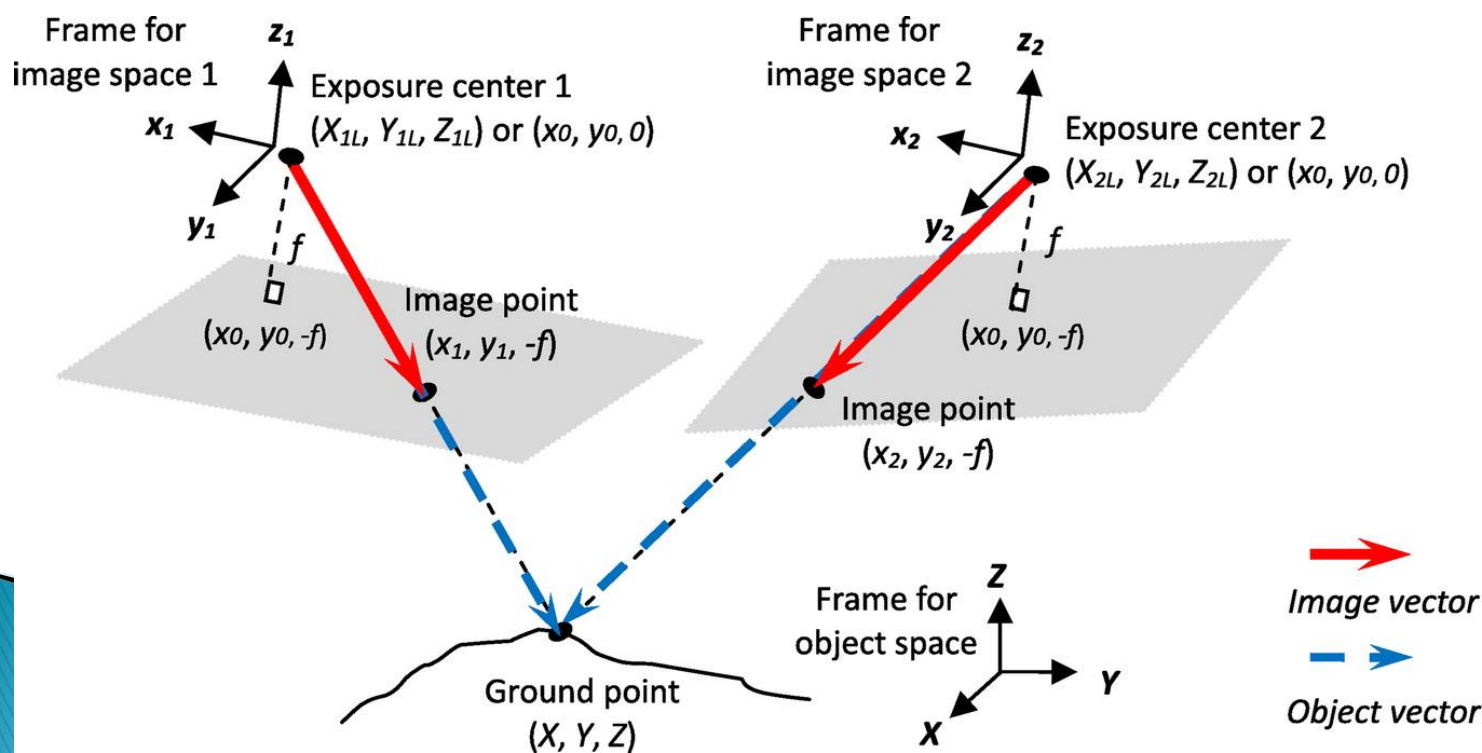
و Y و Z

# توجیهات در فتوگرامتری

• توجیه نسبی با شرط هم خطی:

• معادلات و روابط مربوط به توجیه نسبی با شرط هم خطی در

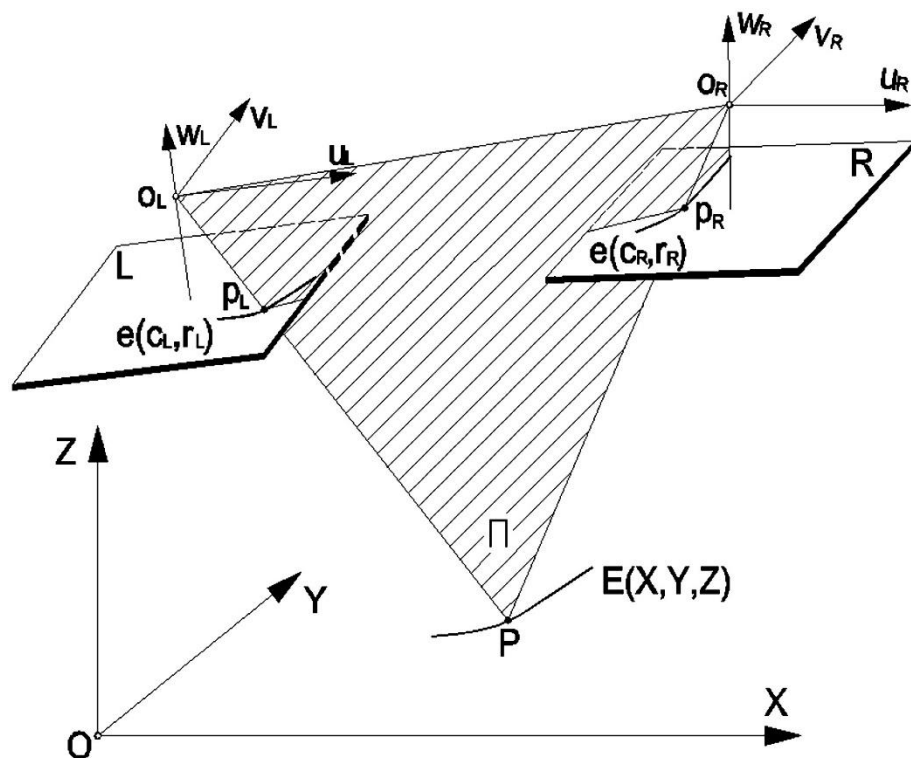
درس فتوگرامتری تحلیلی ارائه می شود.



# توجیهات در فتوگرامتری

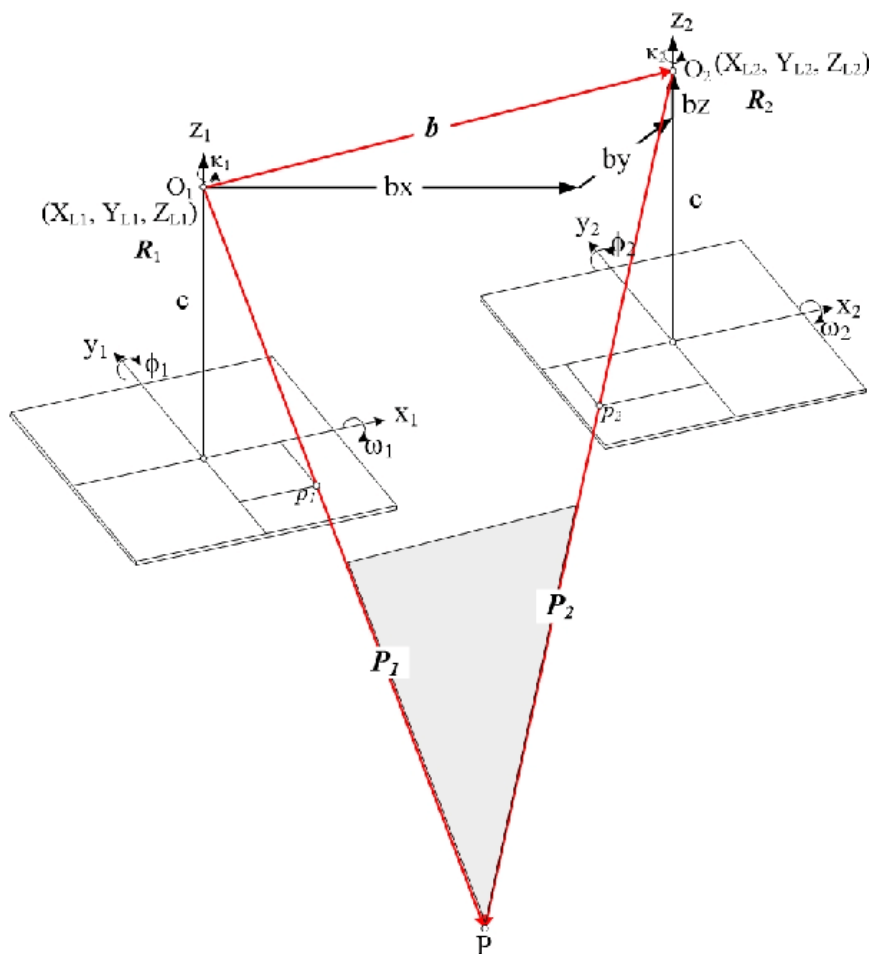
• شرط هم صفحه‌ای:

- در شرط هم صفحه‌ای مراکز تصویر، نقاط متناظر و نقطه زمینی‌شان روی یک صفحه قرار می‌گیرند.





# توجیهات در فتوگرامتری



• شرط هم صفحه‌ای:

• معادلات

$$b.(P_1 \times P_2) = 0$$

$$\begin{vmatrix} b_x & b_y & b_z \\ X_{1i} & Y_{1i} & Z_{1i} \\ X_{2i} & Y_{2i} & Z_{2i} \end{vmatrix} = 0$$

• ادامه توجیه نسبی

شرط هم صفحه در در

فتوگرامتری تحلیلی

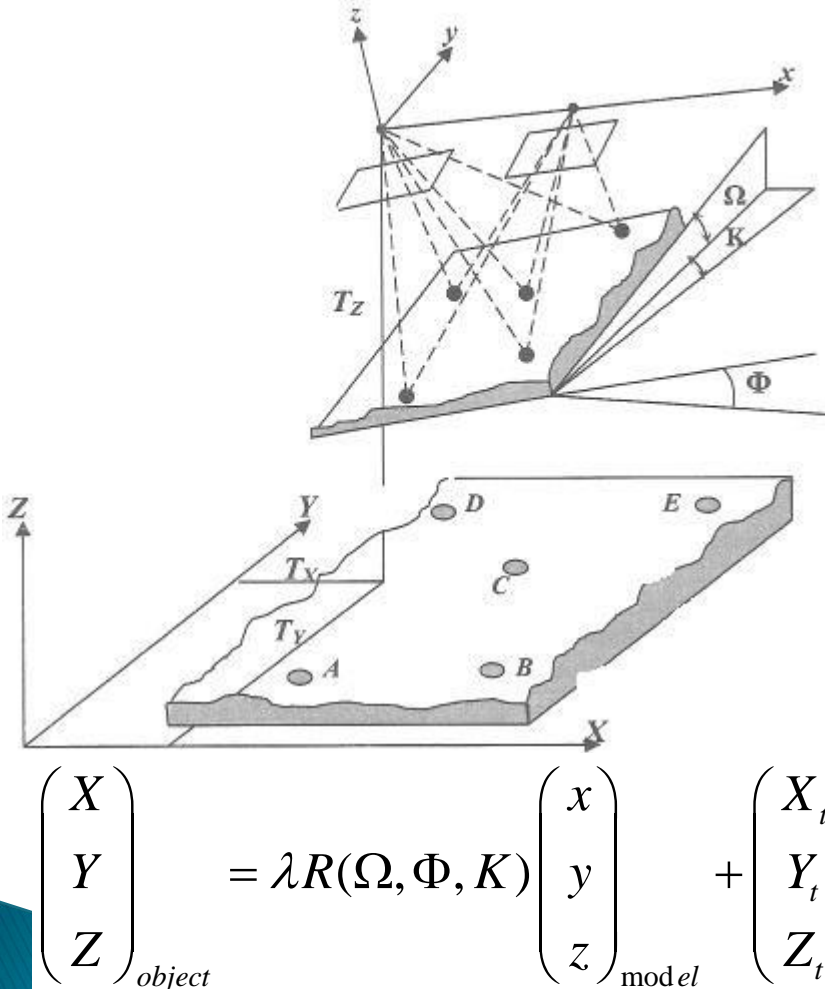
# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه مطلق (absolute orientation):
- پس از تولید مدل سه بعدی در توجیه نسبی، برای انطباق آن به واقعیت توجیه مطلق انجام می گیرد.
- هدف از توجیه مطلق تبدیل مختصات مدلی به مختصات زمینی (واقعی) است.
- برای این کار کافی است سه نقطه متناظر زمینی، و مدلی وجود داشته باشد.

# توجیهات در فتوگرامتری

## • توجیه مطلق:

- مجهولات توجیه مطلق هفت
- المان خواهند بود. زیرا سه دوران، سه انتقال و یک مقیاس کلی بین مختصات مدلی و مختصات زمینی وجود دارد.

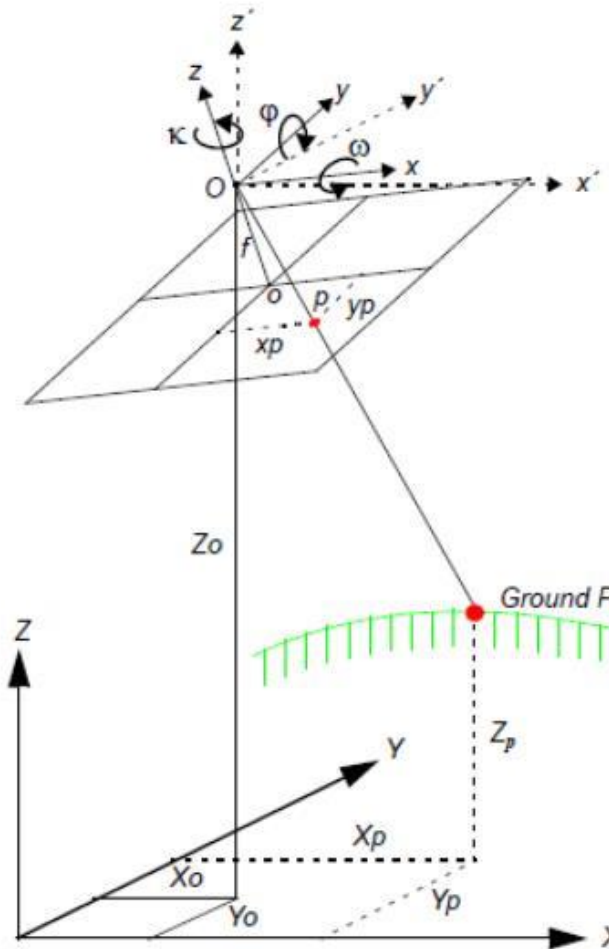


# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه مطلق:
- اگر توجیه نسبی به درستی انجام نگرفته باشد، یک تغییر ارتفاع در مختصات نهایی خواهیم داشت.
- اگر توجیه داخلی به درستی انجام نگرفته باشد یک نوع پیچیدگی و یا کشیدگی در مختصات نهایی شاهد خواهیم بود.
- بدون توجیه داخلی، توجیه نسبی امکان ندارد.
- و بدون توجیه نسبی امکان توجیه مطلق هم وجود ندارد.

# Elements of Exterior Orientation

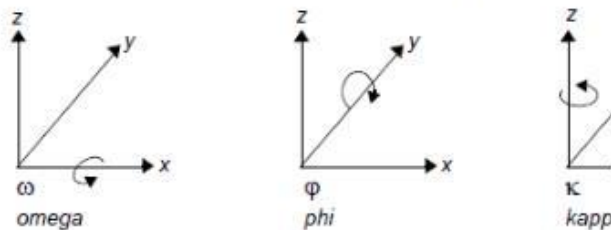
Figure 15: Elements of Exterior Orientation



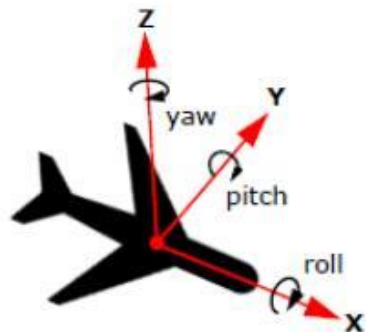
$x, y, z$  - image

$X, Y, Z$  - ground

Figure 16: Omega, Phi, and Kappa



- Omega is a rotation about the photographic x-axis
- Phi is a rotation about the photographic y-axis
- Kappa is a rotation about the photographic z-axis

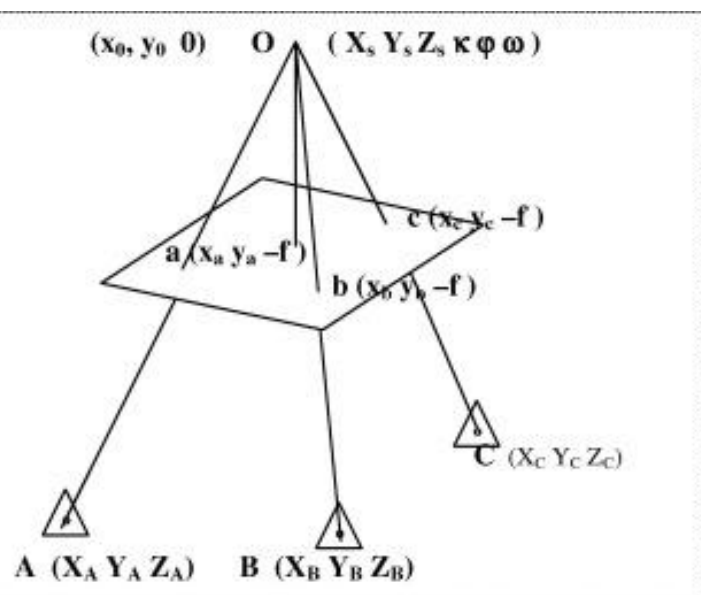


# توجیهات در فتوگرامتری

• توجیه خارجی ( exterior

:orientation)

• توجیه خارجی عبارتست از برآورد پارامترهای موقعیت  $(X, Y, Z)$  و وضعیت  $(\omega, \varphi, k)$  دوربین در لحظه عکسبرداری (پارامترهای توجیهی مرکز تصویر)



# توجیهات در فتوگرامتری

- توجیه خارجی :
- پارامترهای توجیه خارجی را می توان از طریق معادلات شرط هم خطی بدست آورد.
- همچنین چنانچه پارامترهای وضعیت و موقعیت توسط دستگاههای IMU و GPS به طور دقیق اندازه گیری شده باشند، سایر توجیهات و همچنین تهیه نقشه توسط معادلات توجیه خارجی و شرط هم خطی امکانپذیر است.



## تمرین شماره ۸

- در مورد دستگاهها مکانیکی و نرم افزارهای تبدیل و ترسیم فتوگرامتری تحقیق کنید.
- نتیجه این تحقیق را تا هفته آینده به آدرس [noorollah.tatar@gmail.com](mailto:noorollah.tatar@gmail.com) با موضوع "تمرین شماره ۸" ایمیل کنید.

سوال؟