



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

**مبانی فتوگرامتری**  
**فصل چهارم: برجسته بینی**

**Nurollah Tatar**  
**Fundamentals of Photogrammetry**  
**Semester 2018-1**

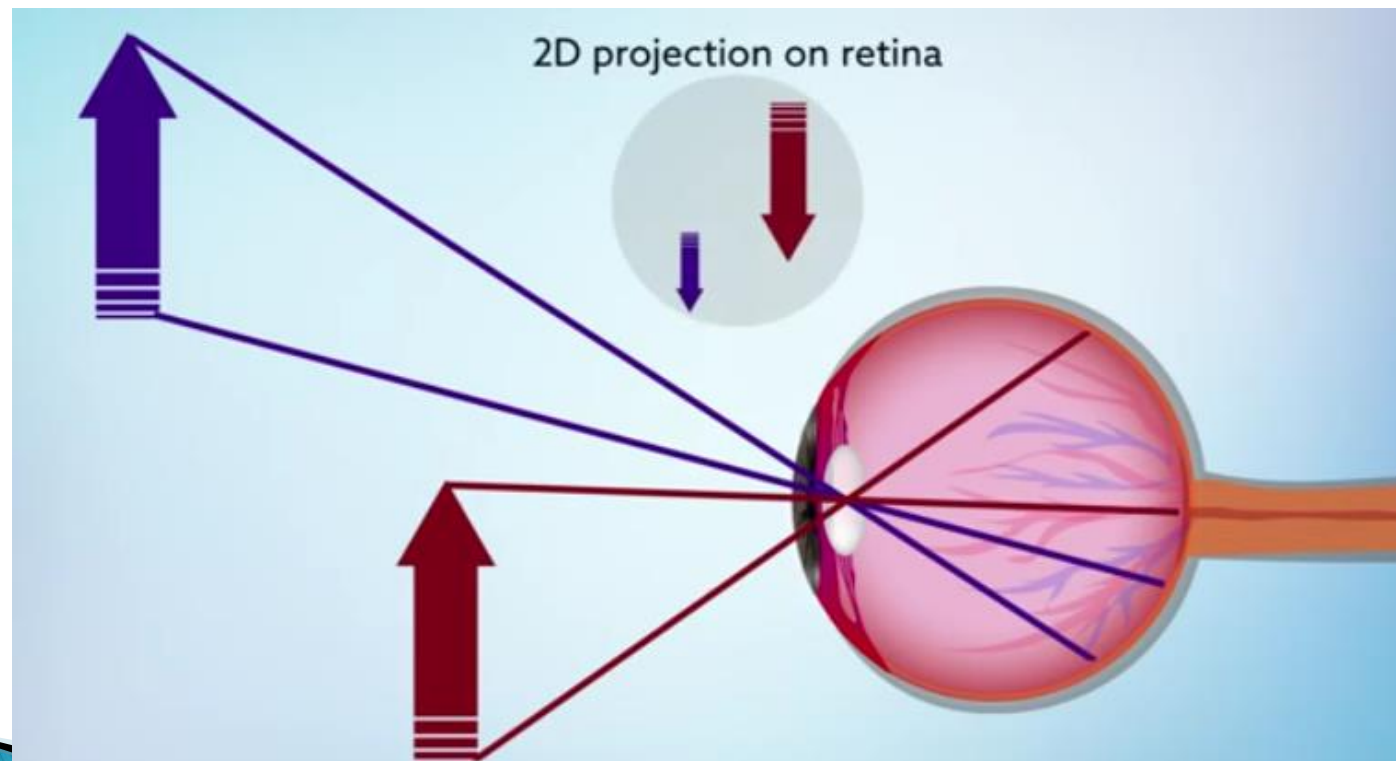
# فهرست مطالب

---

- دید دو چشمی
- تصویربرداری استریو
- روش ها و ابزار برجسته بینی
- پارالاکس
- اندازه گیری پارالاکس
- کاربرد پارالاکس در فتوگرامتری

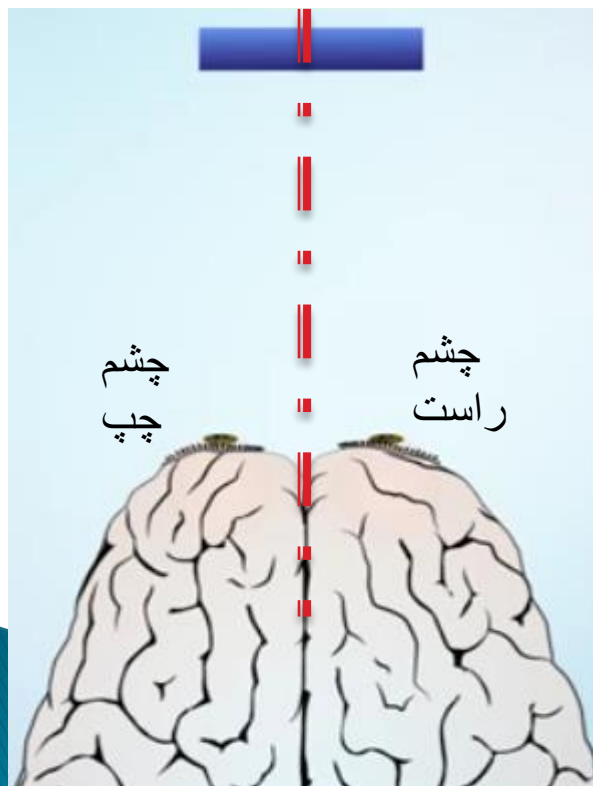
# دید دو چشمی

- نحوه تشکیل تصویر در چشم باتوجه به فاصله اشیا تا چشم

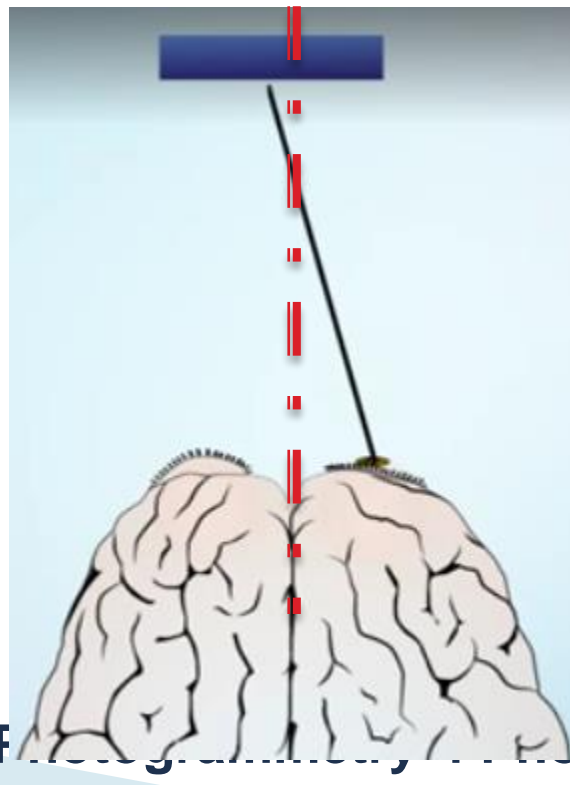


# دید دو چشمی

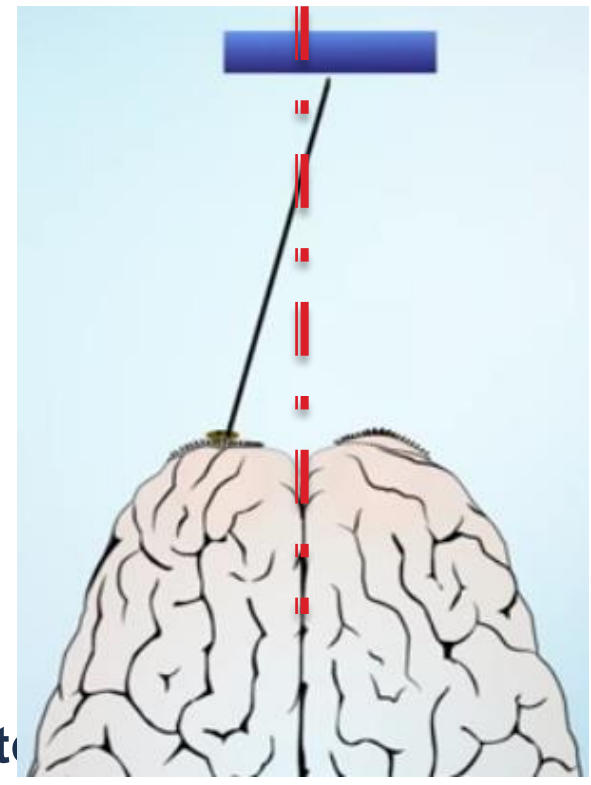
- دلیل دید سه بعدی در مغز انسان تغییر محل ظاهری جسم مورد مشاهده به دلیل تغییر نظارت از چشم چپ و چشم راست است.



N. Tatar



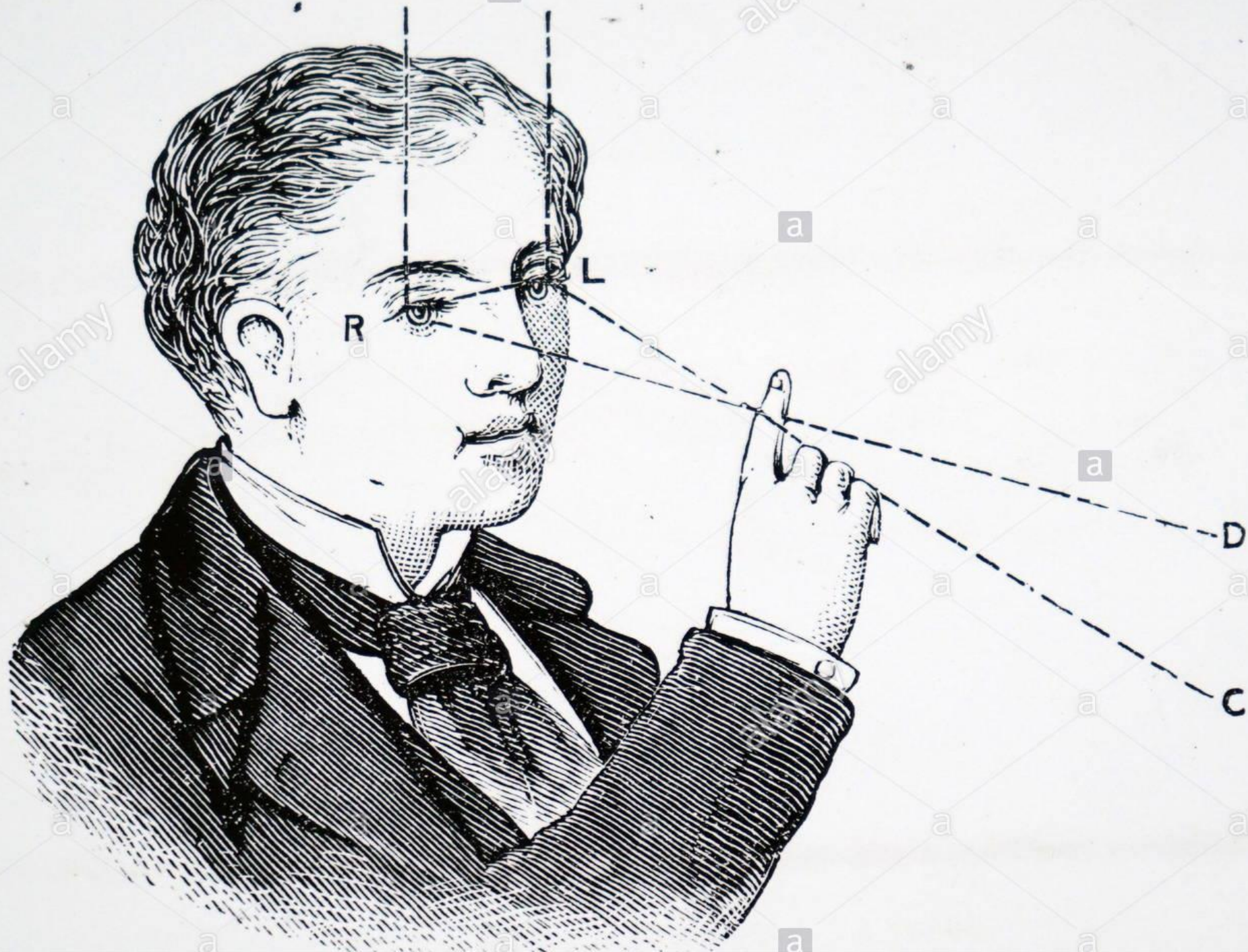
Jundi Shapur



## دید دو چشمی

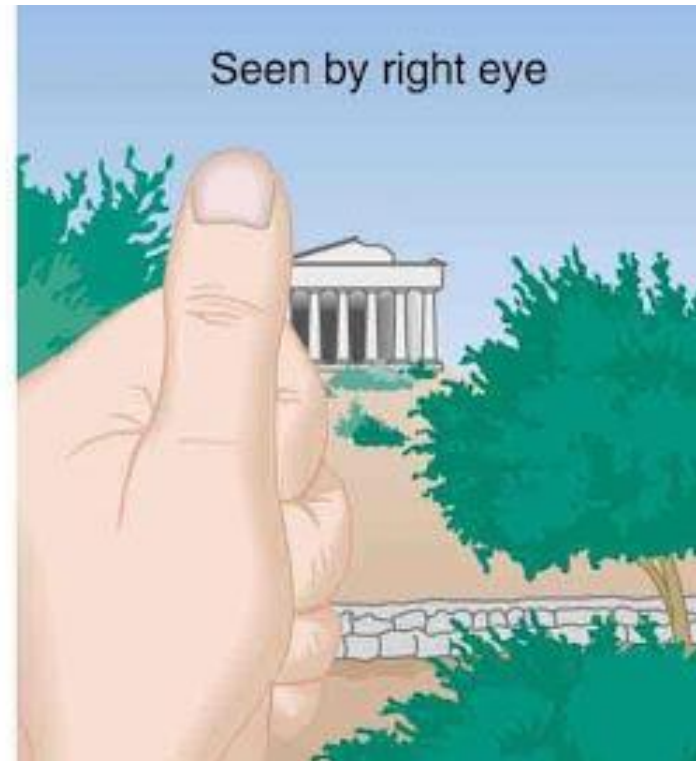
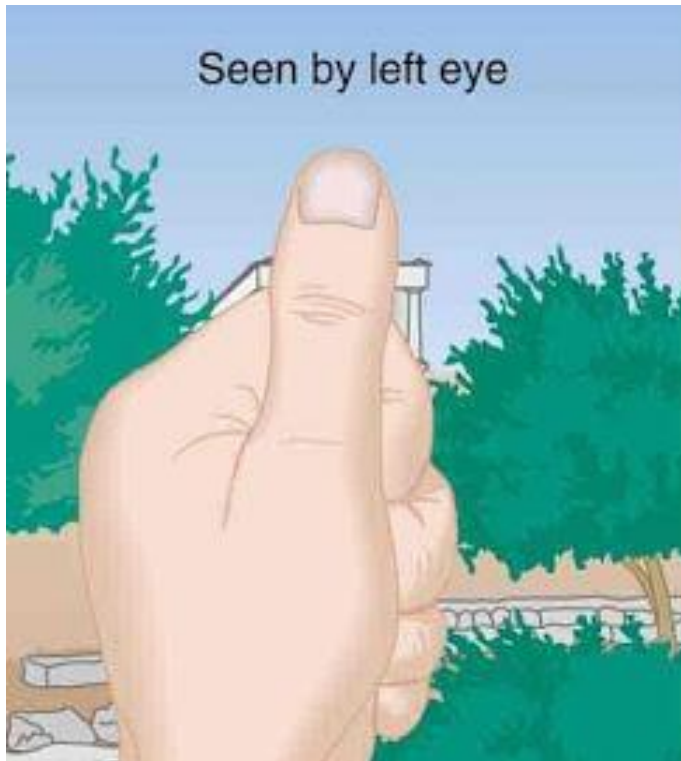
- به صورت تمرین: انگشت خود را مقابل چشمتان بدون حرکت بگیرید و چشم چپ و راست را به صورت پی در پی باز و بسته کنید.
- آن چیزی که به نظر می‌رسد حرکت انگشت است، در حالی که تغییر محل دید چنین تفکری را ایجاد می‌کند.
- اصل دید سه بعدی به همین علت است.





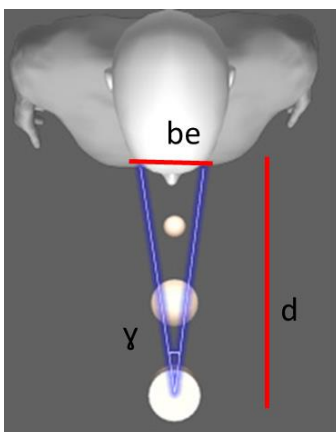
# دید دو چشمی

• به صورت تمرین:



# دید دو چشمی

- برخی اصطلاحات در برجسته بینی
- **تقارب:** تلاقی اشعه های دیدگانی برای دیدن اشیاء را گویند.
- **فاصله تقارب:** فاصله محل تلاقی اشعه های دیدگانی تا چشم را گویند.



$$\gamma = 2 \tan^{-1} \frac{be}{2d}$$

• **زاویه تقارب:** زاویه بین دو اشعه چشم

- **تطابق:** تغییر تحدب عدسی چشم برای واضح دیدن

اشیا را گویند.



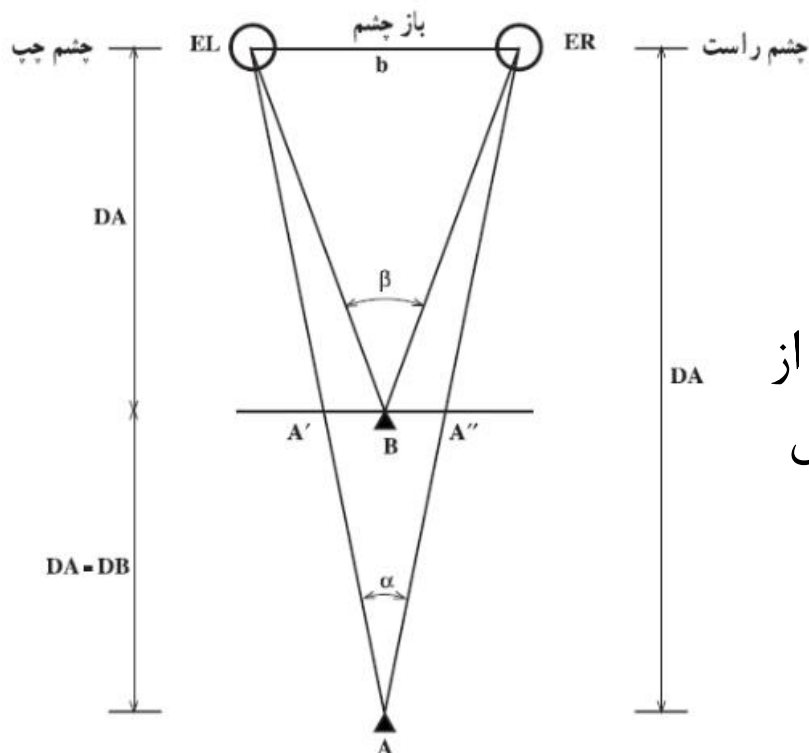
# دید دو چشمی

• تشخیص عمق با دید دو چشمی:

• علت دید سه بعدی و تشخیص عمق در تغییر زاویه تقارب بین

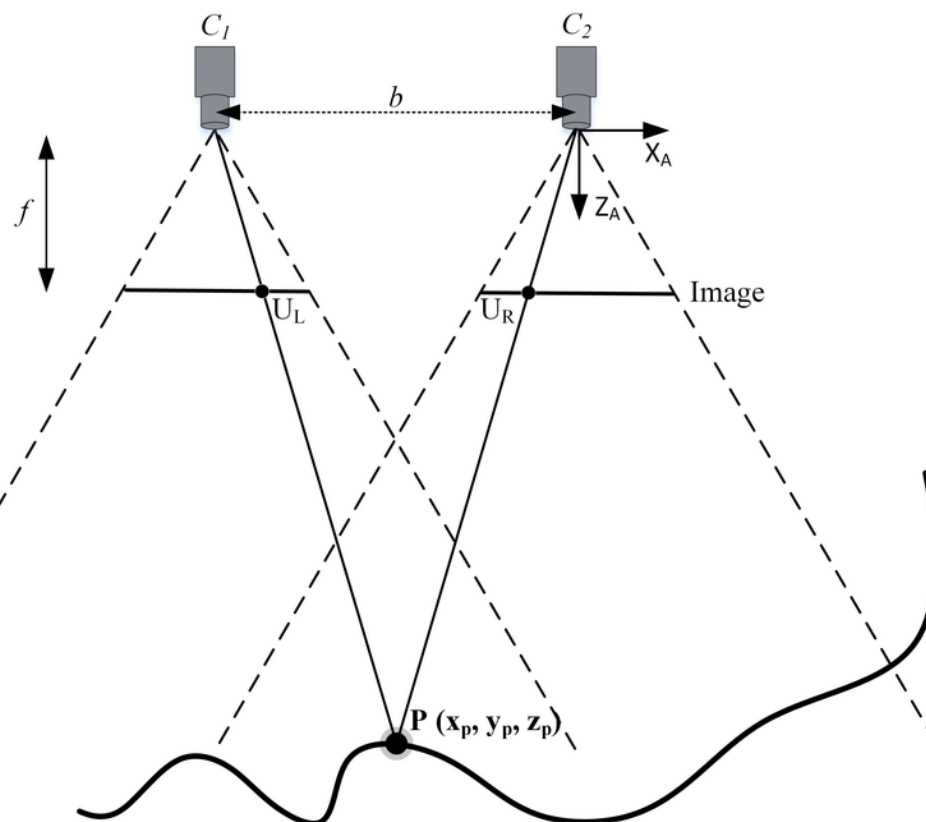
دو نقطه است.  $\Delta\gamma = \gamma_A - \gamma_B$

اگر اختلاف این دو زاویه بزرگتر از ۱۲ ثانیه زاویه ای باشد تشخیص عمق امکان پذیر خواهد بود.



# تصویربرداری استریو

- برای استخراج اطلاعات سه بعدی بایستی تصاویر نیز به مانند چشم انسان به صورت استریو اخذ شوند.



# تصویربرداری استریو

- به دلیل وجود قسمت مشترک از یک منظر در تصاویر هوایی پوشش دار، امکان تشخیص عمق و دید سه بعدی از طریق مشاهده این تصاویر توسط وسائل برجسته بینی ممکن خواهد بود.
- عکس های هوایی معمولاً حدود ۶۰ درصد پوشش مشترک دارند که برجسته بینی را ممکن می سازند.

# تصویربرداری استریو

- شرایط برجسته بینی در تصاویر استریو:

(الف) باید از منطقه مشترک و به صورت پوشش دار اخذ گردند.

(ب) تیلت تصاویر کم باشد

(ج) مقیاس دو تصویر تقریباً یکسان باشد (اختلاف تا ۱۵ درصد در

مقیاس تصاویر مشکلی ایجاد نمی کند)

(د) قرار گیری صحیح در دستگاه برجسته بینی (عوض نشدن

محل تصویر چپ و راست)



# تصویربرداری استریو

• شرایط برجسته بینی در تصاویر استریو:

(ح) تشابه در دوربین های عکس برداری

(خ) محور دیدگانی با خط اپی پلار موازی باشد

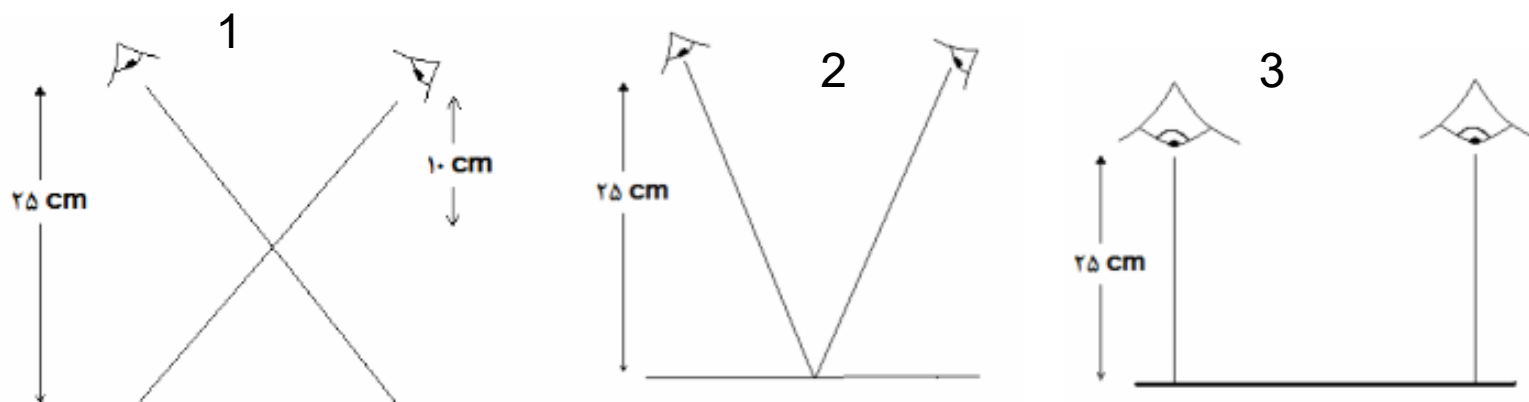
(ج) نسبت باز به ارتفاع پرواز مناسب باشد.

$$0.2 < \frac{B}{H} < 1$$

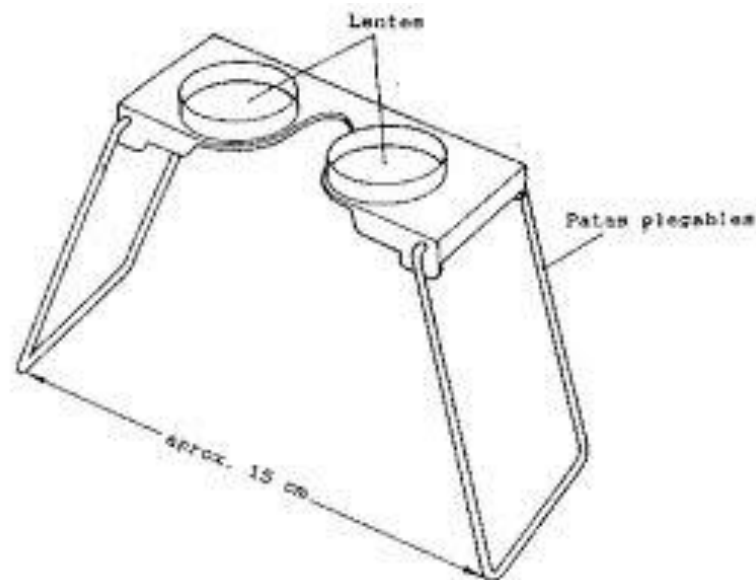
# روش‌ها و ابزار برجسته‌بینی

• روش‌های برجسته‌بینی:

1. روش دید متقاطع (فتوگرامتری آنالوگ)
2. روش دید متقارب (استریوسکوپ جیبی)
3. روش دید موازی (استریوسکوپ آینه‌ای)

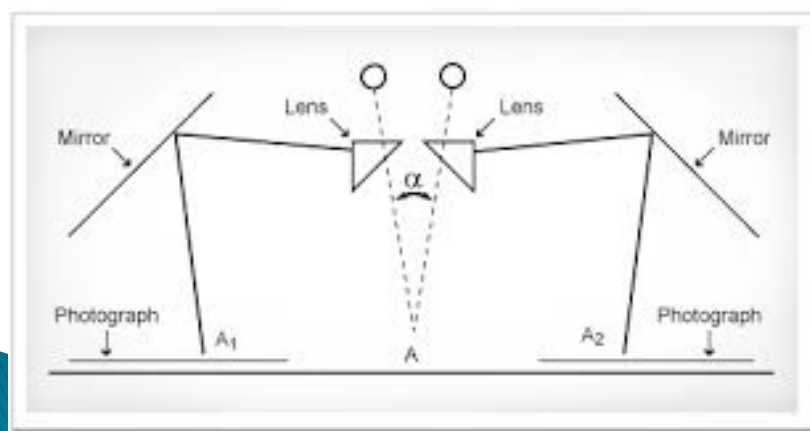


- 



# روش ها و ابزار برجسته بینی

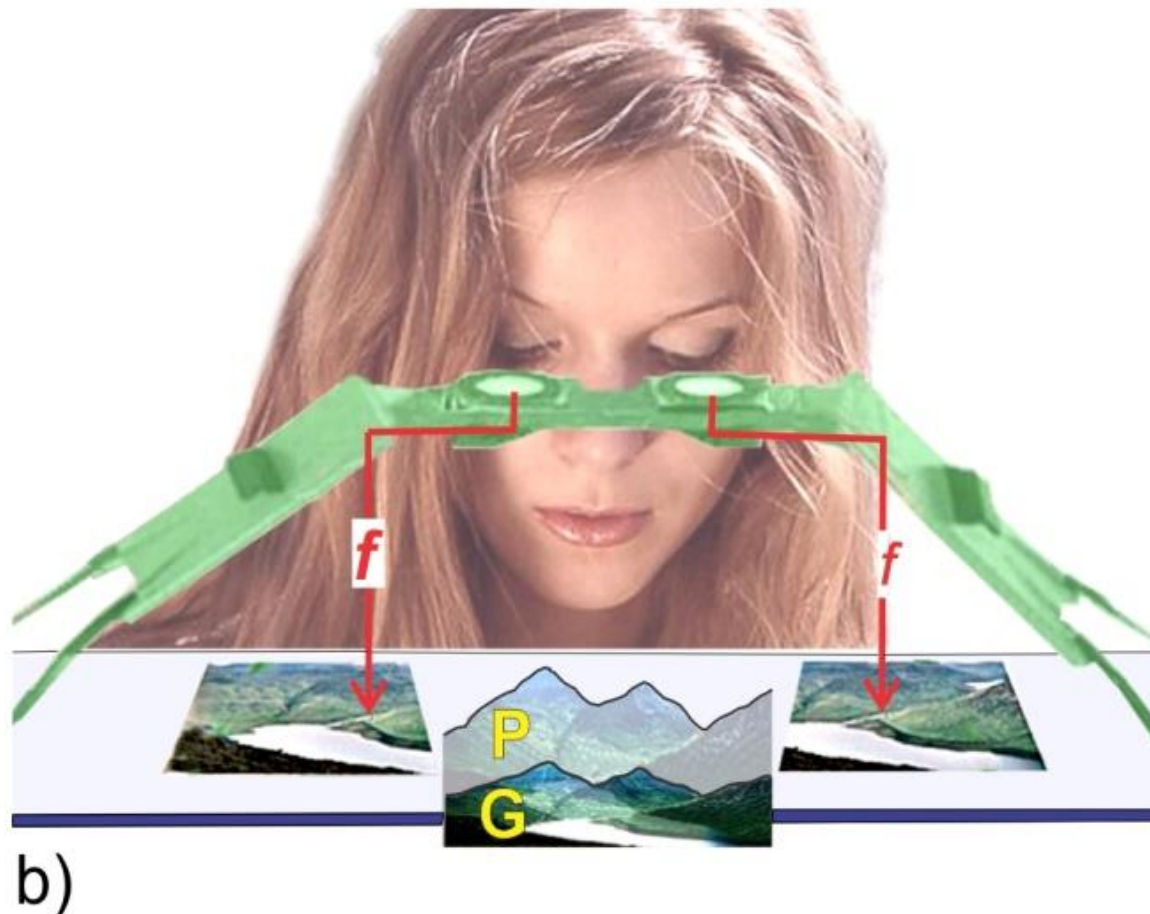
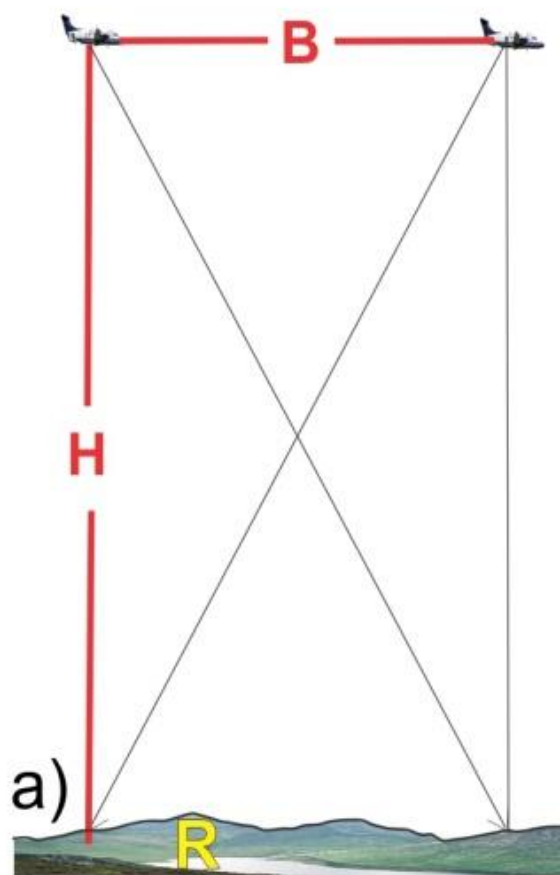
- استریوسکوپ آینه ای:
- عکس ها جدا بر روی میز قرار گرفته و با استفاده از آینه ها دید موازی بر روی نقاط مشترک ایجاد میگردد. عکس ها بر روی هم قرار نمی گیرند.



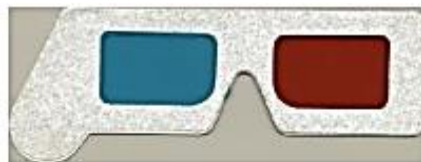


# روش‌ها و ابزار برجسته‌بینی

- استریوسکوپ آینه‌ای:



# روش‌ها و ابزار برجسته‌بینی



- استفاده از عینک آناگلیف:



- در این روش تصویر چپ تنها با لامپ‌های قرمز رنگ نمایشگر و تصویر راست با لامپ آبی رنگ نمایشگر نمایش داده می‌شود (یا بالعکس). از طرفی کاربر با استفاده از یک عینک رنگی مجهز به فیلتر آبی و قرمز به صفحه نمایشگر نگاه میکند. این کار باعث می‌شود هر عکس تنها با یک چشم دیده شود. دید همزمان دو عکس استریو باعث دید برجسته بینایی می‌شود.



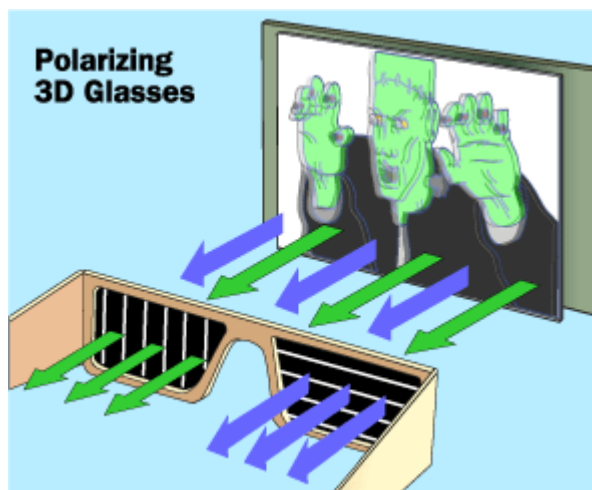
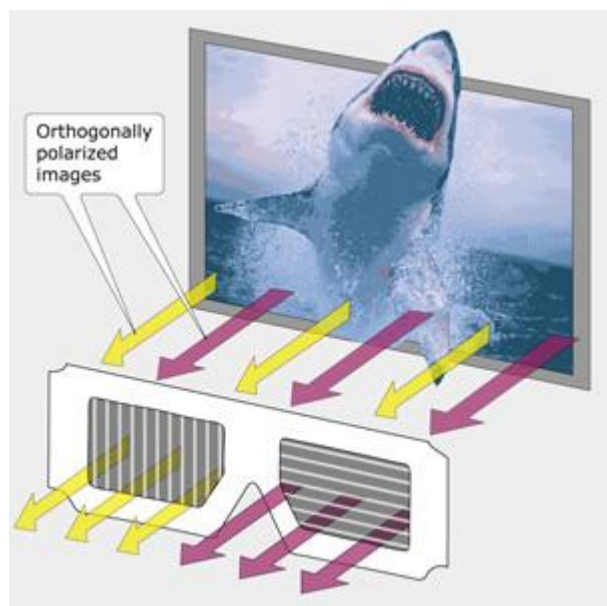
- از معایب عینک‌های آناگلیف می‌توان به عدم امکان استفاده از عکس‌های رنگی نام برد.

# روش‌ها و ابزار برجسته‌بینی

- استفاده از عینک پلاریزه (وکتورگراف):
- در این روش تصاویر چپ و راست به ترتیب با پلاریزه افقی و عمودی نمایش داده می‌شوند (یا بالعکس). از طرفی کاربر با استفاده از یک عینک پلاریزه به صفحه نمایشگر نگاه می‌کند. در عینک پلاریزه یکی از شیشه‌ها فقط تصاویر با پلاریزه افقی را می‌تواند ببیند و دیگری تصاویر با پلاریزه عمودی را. این کار باعث می‌شود هر عکس تنها با یک چشم دیده شود. دید همزمان دو عکس استریو باعث دید برجسته بینی می‌شود.
- از معایب عینک‌های پلاریزه می‌توان ابهام در دید نام برد.

# روش‌ها و ابزار برجسته‌بینی

- استفاده از عینک پلاریزه (وکتورگراف):





# روش‌ها و ابزار برجسته‌بینی

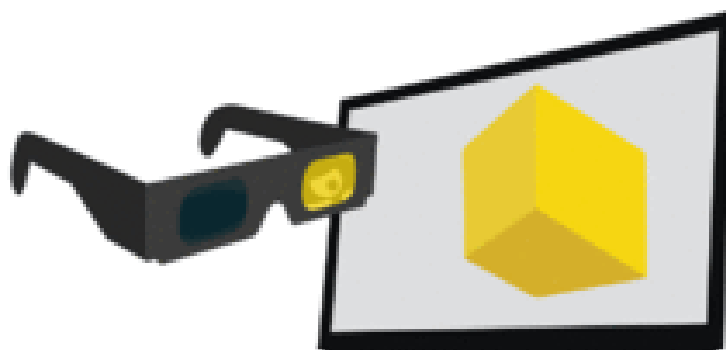
- سیستم های شاتر فعال:
- در این سیستم ها عکس چپ و راست با فرکانسی در حد ۶۰ مگا هرتز به نمایش در می آیند.
- همزمان با نمایش عکس چپ، شیشه عینک چپ تار شده و زمانی که عکس راست نشان داده می شود، شیشه عینک چپ تار می شود. این عمل با سرعت ۶۰ بار در ثانیه انجام می‌گیرد، لذا ذهن متوجه آن نمی شود.

# روش‌ها و ابزار برجسته‌بینی

- سیستم های شاتر فعال:
- برخلاف روشهای قبلی این روش قابلیت تصاویر رنگی به صورت رنگ واقعی خودشان را نیز دارد.
- برای دید سه بعدی با این روش به یک مانیتور ۱۲۰ هرتزی نیاز است. مانیتورهای معمولی ۳۰ هرتزی هستند.
- در حال حاضر این عینکها توسط تعدادی شرکت محدود ساخته می‌شوند و به دلیل تحریم گران قیمت هم هستند.

# روش‌ها و ابزار برجسته‌بینی

- سیستم‌های شاتر فعال:



## پارالاکس

- جابجایی ظاهری در موقعیت یک جسم نسبت به یک نقطه یا یک سیستم به دلیل تغییر محل ناظر را پارالاکس گویند.
- از دید فتوگرامتری و عکسی:
- تغییر موقعیت یک نقطه از یک عکس به عکس دیگر را به دلیل حرکت سکوی حمل دوربین (در فتوگرامتری هوایی هواپیما) را پارالاکس گویند.



# پارالاکس

- انواع پارالاکس:
- الف) پارالاکس  $y$  که در راستای محور  $y$  سیستم مختصات اندازه گیری می شود.
- ب) پارالاکس  $x$  که تابعی از پارمتر ارتفاع و برخی دیگر از المانهاست
- در تصاویر پوشش دار با حذف پارالاکس  $y$  امکان دید سه بعدی میسر می گردد.

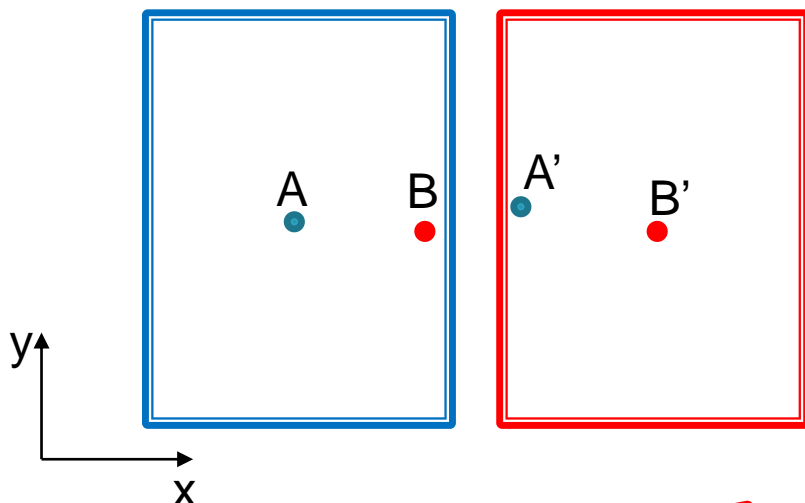
# پارالاکس

## • پارالاکس:

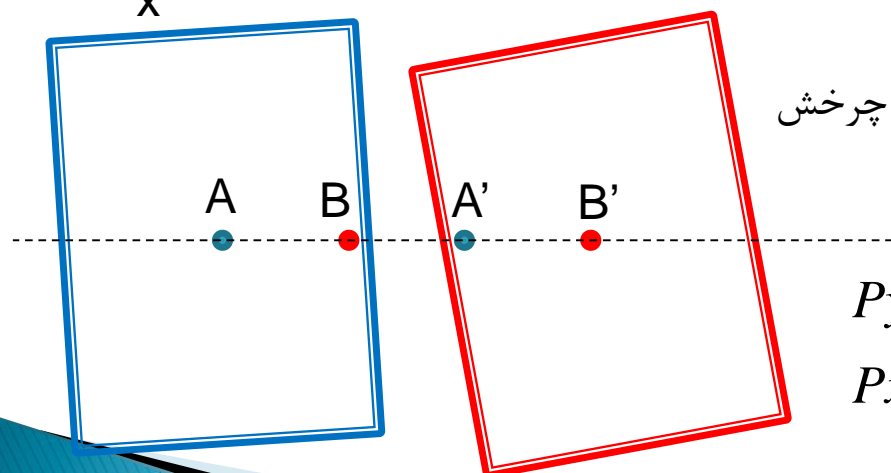
مرحله ۱  
زوج عکس اولیه

$$Py = |y_{B'} - y_B|$$

$$Px = |x_{A'} - x_A|$$



مرحله ۲  
زوج عکس بعد از چرخش

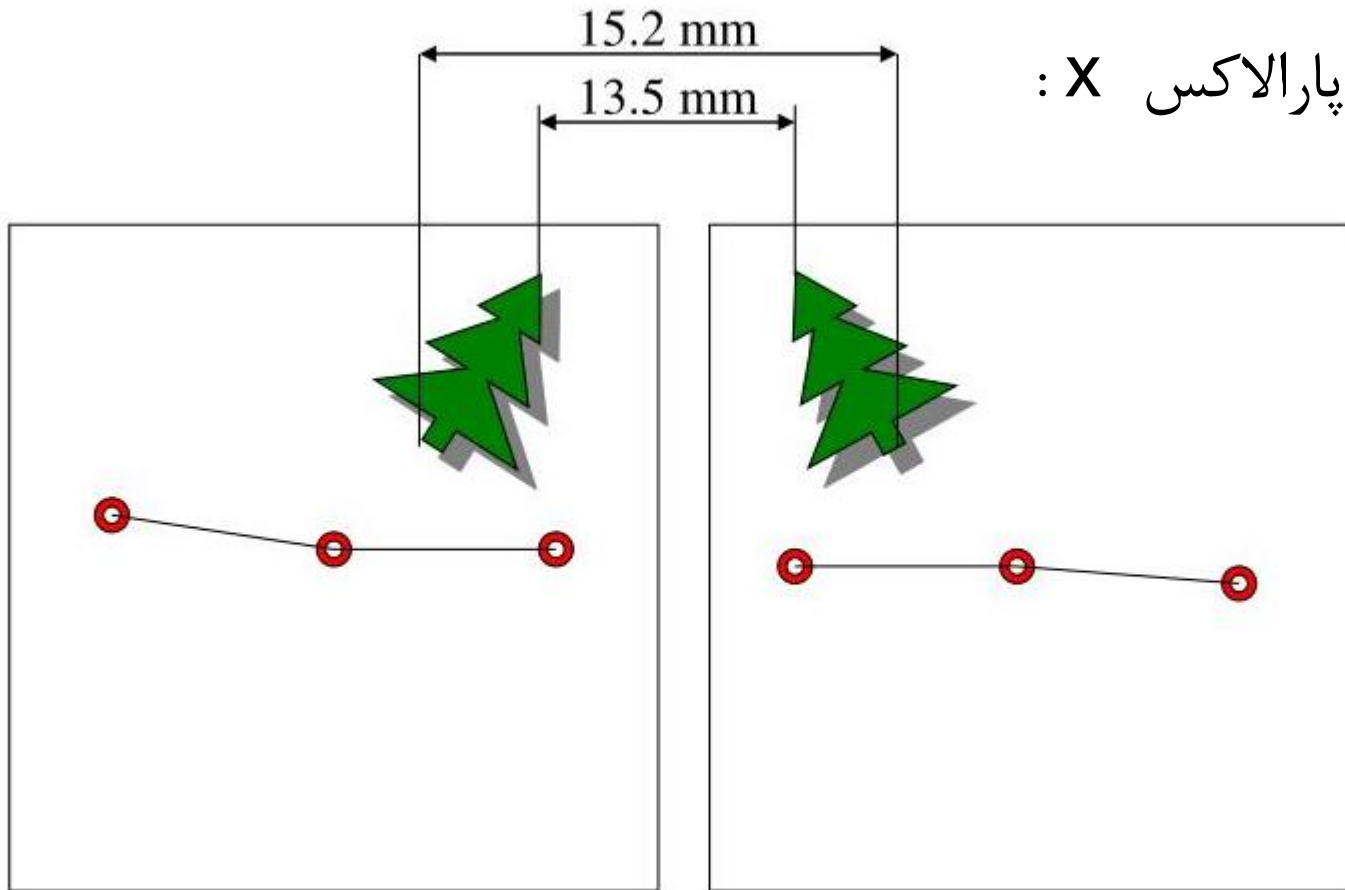


$$Py = 0$$

$$Px = |x_{A'} - x_A|$$

# پارالاکس

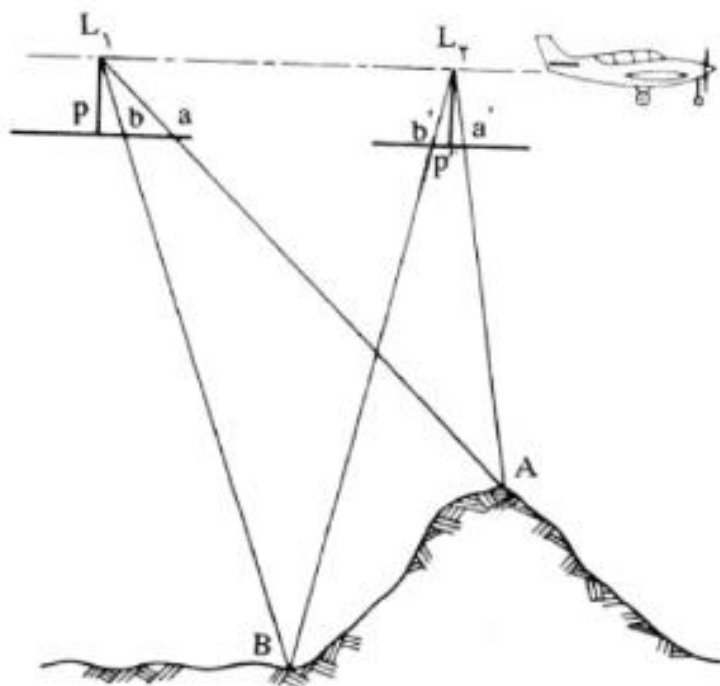
• پارالاکس X :



$$dP = 15.2\text{mm} - 13.5\text{mm} = 1.7 \text{ mm}$$

# پارالاکس

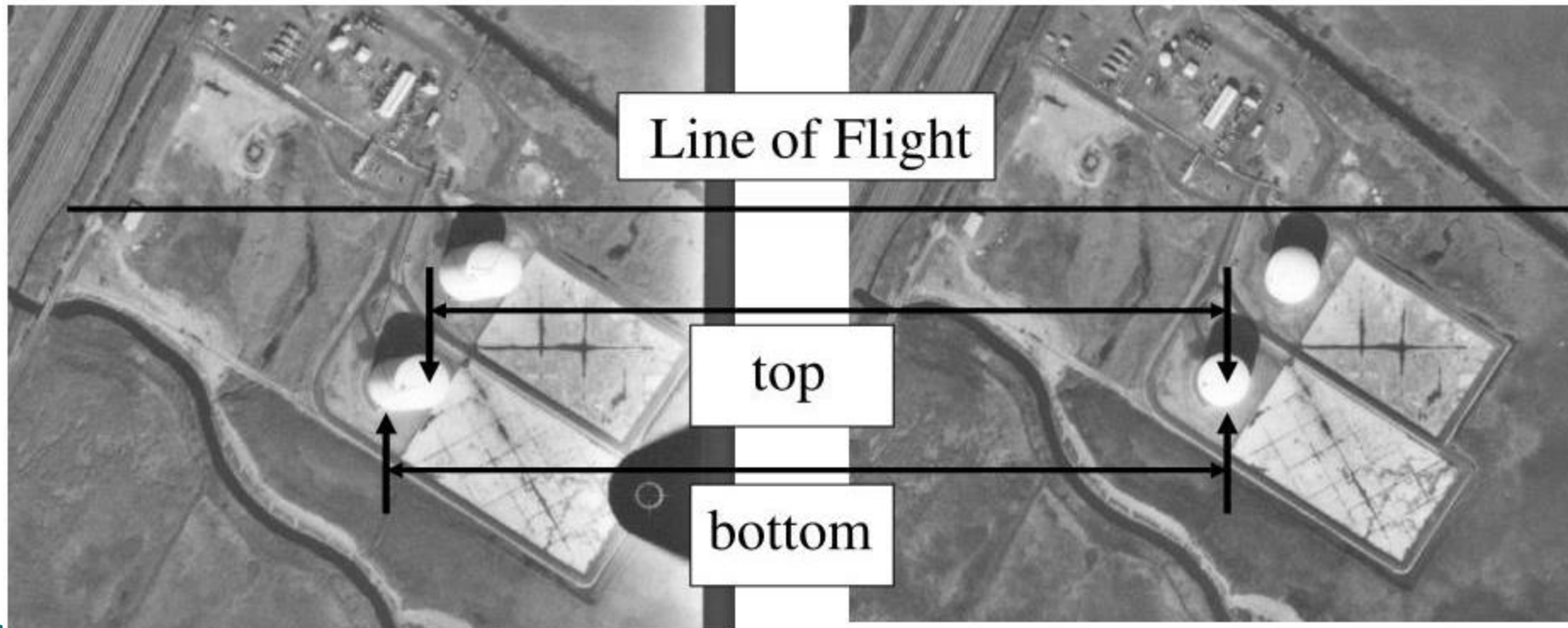
- پارالاکس X با ارتفاع رابطه مستقیم دارد.
- نقاط با ارتفاع بیشتر دارای اختلاف پارالاکس بیشتری هستند.



$$\frac{Pxa}{Pxb} = \frac{h_a}{h_b}$$

انگشت دست که قبلا در خصوص دید سه بعدی مطرح شد.  
را در حالت دوری و نزدیکی امتحان نمایید!!

- رابطه پارالاکس X با ارتفاع





# پارالاکس

- اندازه گیری پارالاکس  $X$  با پارالاکس بار:
- ابتدا دو عکس را زیر استریوسکوپ قرار داده و پارالاکس  $Y$  را حذف کنید.
- محکم کردن عکس ها زیر استریوسکوپ، قرار دادن پارالاکس بار بر روی عکس ها. ثابت کردن علامت سمت چپ پارالاکس بار، حال می توان با تغییر پیچ میکرومتر، فاصله دو علامت را نسبت به هم تغییر داد. پیچ تند سمت راست را بسته و تا آخر پروژه ثابت می ماند.

# پارالاکس

- اندازه گیری پارالاکس X با پارالاکس بار:

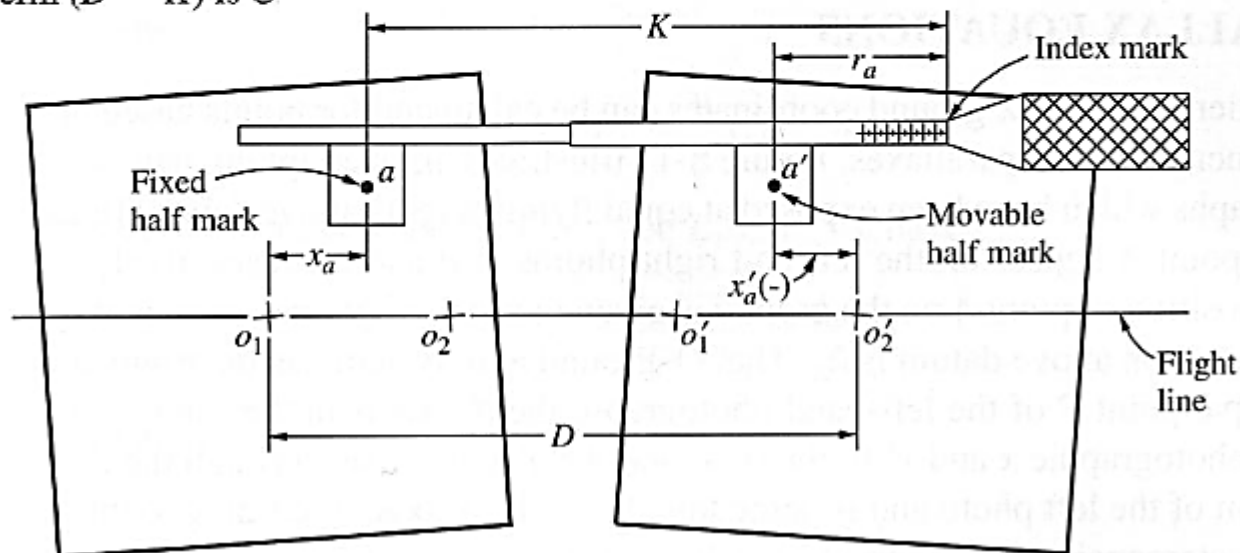


# پارالاکس

## • اندازه گیری پارالاکس $X$ با پارالاکس بار:

• حال با پیچاندن پیچ میکرومتر علامت سمت راستی می تواند نسبت به علامت سمت چپ حرکت کند تا فاصله آن با علامت سمت چپ تغییر یابد. تغییر فاصله دو علامت در واقع مبین تغییر پارالاکس نقاط یا به عبارت دیگر تغییر ارتفاع نقاط است. شکل اساس ساختمان و طرز کار پارالاکس بار را نشان می دهد. وقتی که علامت سمت چپ را ثابت نمودیم عدد ثابت پارالاکس باری یعنی  $C$  تعیین می شود.

The term  $(D - K)$  is  $C$



# پارالاکس

- اندازه گیری پارالاکس  $X$  با پارالاکس بار:
  - فاصله بین دو نقطه اصلی برابر با  $D$  و ثابت است. فاصله علامت ثابت پارالاکس بار تا نقطه مبنای واقع بر آن مقدار ثابت  $K$  است.
  - بنابراین با توجه به شکل پارالاکس نقطه  $A$  برابر با :
- $$Pa = (D - K) + ra$$
- $ra$  قرائت پیچ میکرومتر است

## پارالاکس

- اندازه گیری پارالاکس  $X$  با پارالاکس بار:
- مقدار  $D-K$  را برابر با ثابت پارالاکس بار بوده و با  $C$  نمایش می دهند.
- پارالاکس نقطه اصلی  $O1$  و  $O2$  برابر با باز عکسی چپ رو راست است.
- به طور کلی پارالاکس بار یک کولیس ورنیه برای استرئوسکوپ هاست.

# پارالاکس و کاربردهای آن

- محاسبه بازه‌وایی و ارتفاع پرواز:  
اگر مقیاس متوسط به صورت روابط زیر باشد:

$$S = \frac{\bar{b}}{B} = \frac{P_{xa}}{B} = \frac{f}{H-h_A}$$

مختصات تقریبی زمینی نقاط (از روی مختصات عکس در صورتی که سیستم مختصات زمینی منطبق بر اصلی عکسی باشد)

$$\begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \end{pmatrix} = \frac{B}{P_{xa}} \begin{pmatrix} x_a \\ y_a \end{pmatrix}$$



# پارالاکس و کاربردهای آن

- محاسبه بازه‌وایی و ارتفاع پرواز:  
در خصوص ارتفاع نقطه A با معلوم بودن پارالاکس آن نقطه داریم:

$$\frac{P_{xa}}{B} = \frac{f}{H-h_A} \Rightarrow h_A = H - \frac{B \cdot f}{P_{xa}}$$

روش تقریبی محاسبه بازه‌وایی و ارتفاع پرواز:

$$B = b \times N$$

$$H = f \times N$$

- N همان عدد مقیاس است.

# پارالاکس و کاربردهای آن

روش دقیق محاسبه باز هوایی و ارتفاع پرواز:

اگر مختصات دو نقطه A و B بر روی زمین معلوم باشد:

$$A \begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix}, \quad B \begin{pmatrix} X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \end{pmatrix} = \frac{B}{P_{xa}} \begin{pmatrix} x_a \\ y_a \end{pmatrix} \quad AB = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2}$$

$$B^2 = \left[ \frac{AB^2}{\left( \frac{x_b}{P_b} - \frac{x_a}{P_a} \right)^2 + \left( \frac{y_b}{P_b} - \frac{y_a}{P_a} \right)^2} \right] \quad H - h_A = \frac{B \cdot f}{P_{xa}}$$

# پارالاکس و کاربردهای آن

اختلاف پارالاکس و اختلاف ارتفاع:

$$\Delta h = h_b - h_a$$

$$h_A = H - \frac{B.f}{P_{xa}}$$

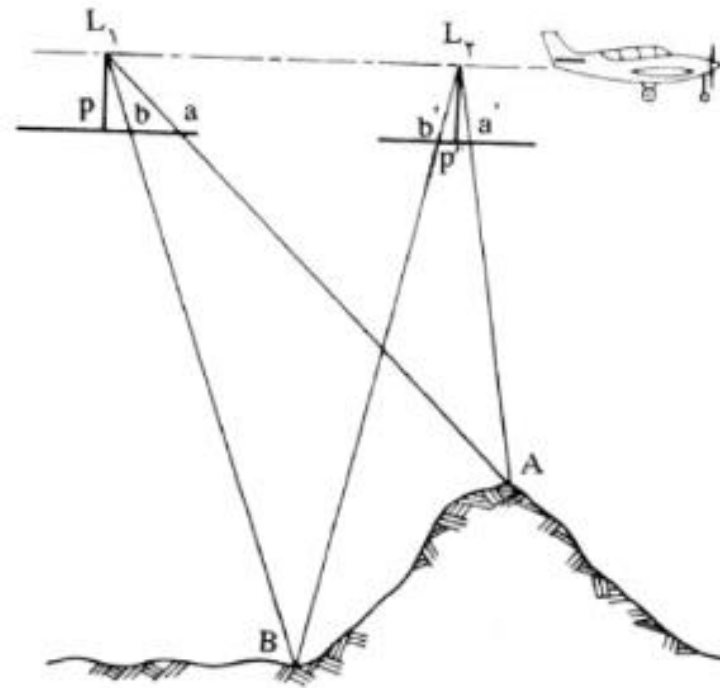
$$h_B = H - \frac{B.f}{P_{xb}}$$

$$\Delta h_{AB} = \frac{(H-h_A) \times (H-h_B)}{B.f} \cdot \Delta P_{xab}$$

$$1 \gg \Delta h_{AB} \cong \frac{(H-h_A)^2}{B.f} \cdot \Delta P_{xab}$$

$$2 \gg \Delta h_{AB} \cong \frac{(\bar{H})^2}{B.f} \cdot \Delta P_{xab}$$

$$3 \gg \Delta h_{AB} \cong \frac{(H-h_A)}{P_{xa}} \cdot \Delta P_{xab}$$



# پارالاکس و کاربردهای آن

تهیه نقشه ساده:

- امکان تهیه نقشه با استفاده از ابزارهای ساده استریوسکوپ و پارالاکس بار به صورت زیر وجود دارد. ابتدا با در نظر گرفتن فرضیاتی موقعیت مسطحاتی نقاط از رابطه زیر محاسبه میگردد:

$$\begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \end{pmatrix} = \frac{B}{P_{xa}} \begin{pmatrix} x_a \\ y_a \end{pmatrix}$$

- سپس با استفاده از فرمول زیر ارتفاع هر نقطه محاسبه گردد.

$$\Delta h_{AB} = \frac{(H - h_A)}{P_{xa}} \cdot \Delta P_{xab}$$

## تمرین شماره ۵

- قسمت اول:
- در مورد تمام موضوعات زیر تحقیق کرده و نتیجه را تا دو هفته آینده به آدرس [noorollah.tatar@gmail.com](mailto:noorollah.tatar@gmail.com) با موضوع "تمرین شماره ۵ درس مبانی فتوگرامتری" ایمیل کنید.
- 1. در مورد نحوه نمایش و تکنیک های سه بعدی در تلویزیون های سه بعدی تحقیق کنید.
- 2. در مورد ورنیه و نحوه کار آن تحقیق کنید (اختیاری).

## تمرین شماره ۵

- قسمت دوم:
- اگر مختصات زمینی نقطه A و B به ترتیب برابر با  $(1000, 1000, 200)$  و  $(2200, 2100, 220)$  باشد. در صورتی که پارالاکس نقاط نیز به ترتیب برابر با ۸۰ و ۹۰ میلیمتر اندازه گیری شده باشد. با توجه به اینکه مختصات عکسی نقاط a و b برابر با  $(10, 10)$  و  $(22, 22)$  باشد، در صورتی که تصاویر فتوگرامتری با دوربینی به فاصله کانونی ۱۵۲ میلی متر اندازه گیری شده باشد. آنگاه ارتفاع پرواز و نیز باز هوایی بین دو تصویر را حساب نمایید؟



سوال؟

# تمرین شماره ۱ عملیات مبانی فتوگرامتری

- در محیط برنامه نویسی متلب یا پایتون (هر کدام که راحتتر هستید)
- برنامه‌ای بنویسید که در آن با **استفاده از حلقه‌ها** محاسبات زیر انجام شود:
  1. درایه‌های ماتریس ورودی را در عدد ۲ ضرب کند
  2. ترانهاده ماتریس ورودی را محاسبه و چاپ کند.
- کسانی که با گوگل کولب کار می‌کنند، می‌توانند از کد نوشته شده اسکرین شات بگیرند و بفرستند.
- نتیجه را تا هفته آینده به آدرس [noorollah.tatar@gmail.com](mailto:noorollah.tatar@gmail.com)
- موضوع "تمرین شماره ۱ درس عملیات مبانی فتوگرامتری" ایمیل کنید.