

موضوع : تمرین چهارم قسمت اول درس فتوگرامتری تحلیلی

نیمسال اول 1400-1401

دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول

مهلت تحویل: 1400/09/21

## 1- مقدمه

در نقشه برداری عوارض و اشیا به کمک یک یا تعدادی نقطه تعریف می‌شوند. عوارضی مانند تیر برق، تک درخت و مانند آن یک عارضه تک نقطه ای محسوب می‌شوند، که برای تعیین موقعیت آن کافی است مختصات آن نسبت به یک سیستم مختصات تعیین گردد. مختصات یک نقطه می‌تواند به صورت  $(X, Y, Z)$  و یا هر نوع مختصات دیگری باشد. عوارض دیگری مانند عوارض خطی (راهها، خطوط نیرو و ...) و چندضلعی (ساختمان‌ها، زمین‌های کشاورزی و ...) نیز از تعداد نقطه تشکیل شده‌اند که در نقشه‌برداری مختصات نقاط گوشه‌های آنها اندازه‌گیری می‌شود.

برای تهیه نقشه به روش فتوگرامتری بایستی در وهله اول موقعیت همه نقاط در یک سیستم مختصات تعیین گردد. از این رو یکی از مهمترین مراحل تهیه نقشه به روش فتوگرامتری هوایی تعیین سیستم مختصات برای عکس است. برای تعیین سیستم مختصات در عکس‌های هوایی آنالوگ، در مخزن دوربین و بر روی صفحه کانونی یکسری علائم ضربدری شکل (یا به علاوه ای شکل) در گوشه‌های یا اطراف آن حک کرده‌اند. زمانی که فیلم بر روی صفحه کانونی قرار می‌گیرد و شاتر باز و بسته می‌شود (به عبارتی وقتی عکس گرفته می‌شود) موقعیت این علائم گوشه‌ای بر روی عکس مشخص می‌شود. از طرفی موقعیت دقیق این علائم گوشه‌ای در آزمایشگاه‌ها به صورت خیلی دقیقی اندازه‌گیری می‌شود. لذا برای تعیین سیستم مختصات عکس‌های آنالوگ از این علائم گوشه‌ای استفاده می‌شود. علاوه بر این برای تعیین موقعیت سایر عوارض و اشیاء موجود در عکس از سیستم مختصات همین علائم گوشه ای استفاده می‌شود.

اما مسئله‌ای که وجود دارد این است که مبدا و محورهای سیستم مختصات علائم کناری بر روی عکس به صورت گرافیکی ترسیم نمی‌شود، زیرا با این کار سطحی زیادی از عوارض از روی تصویر پاک می‌شوند و کار دقیقی هم نیست. با این حال می‌توان تصاویر را بر روی یک صفحه ای که اطراف آن خط کش‌های دقیق وجود دارد، قرار داد و بعد از اینکه عکس را روی آن صفحه چسباند، موقعیت عوارض را اندازه گرفت. اگرچه با این کار می‌توان موقعیت همه عوارض را و علائم گوشه‌ای را اندازه‌گیری و تعیین موقعیت کرد؛ اما این کار هنوز کافی نیست. زیرا برای تهیه

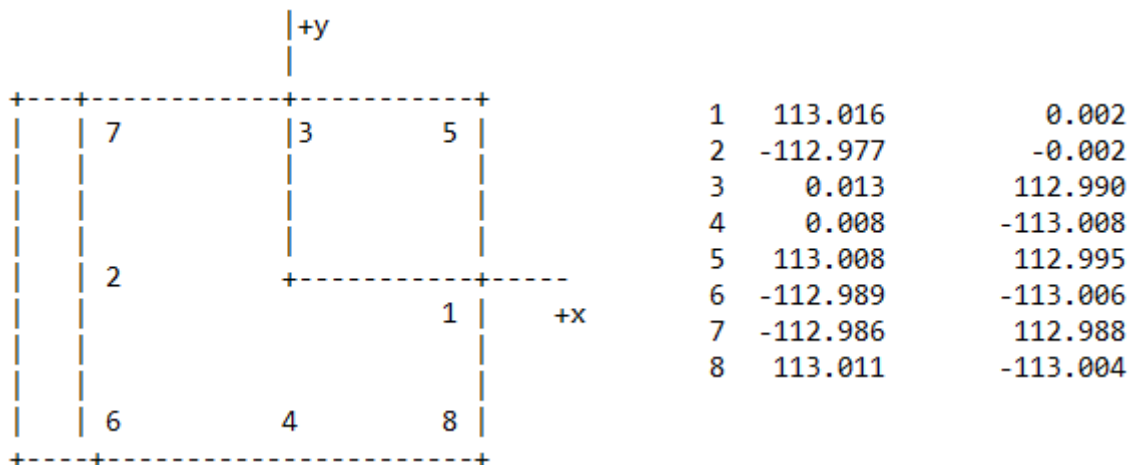
نقشه، بایستی موقعیت نقاط نسبت به محور اپتیکی دوربین (و به طور خاص نقطه اصلی) مشخص شوند. از طرفی با توجه به اینکه مختصات نقطه اصلی در سیستم مختصات زمینی (و جهانی) تعیین شده یا می‌شود، برای تعیین موقعیت سایر عوارض و اشیا در سیستم مختصات زمینی بایستی موقعیت آنها نسبت به نقطه اصلی مشخص شود. به عبارت دیگر تعیین موقعیت عوارض و اشیا در سیستم مختصات علائم کناری ضرورتی تردید ناپذیر است.

همانطور که پیشتر در مباحث تئوری توضیح داده شد، می‌توان عکس هوایی را بر روی یک صفحه چسباند و با خط کش‌های کناری آن (که بر هم عمودند و یک سیستم مختصات فیزیکی را تشکیل داده‌اند) موقعیت هر نقطه بر روی عکس را با آن تعیین کرد. که به آن سیستم مختصات دستگاهی می‌گفتند.

از طرفی با توجه به اینکه مختصات علائم گوشه‌ای در سیستم مختصات علائم کناری قبل از آزمایشگاه اندازه‌گیری شده‌اند، می‌توان ضرایب رابطه ریاضیاتی (مانند متشابه، افاین، پروژکتیو یا چندجمله‌ای) بین مختصات نقاط متناظر (فیدوشل مارکهای اندازه‌گیری شده در سیستم مختصات دستگاهی و سیستم مختصات علائم کناری) را بدست آورد. خروجی حاصل از برقراری رابطه بین این دو سیستم مختصات، ضرایب مدل ریاضیاتی خواهند بود. سپس سایر عوارض و اشیای روی عکس در سیستم مختصات دستگاهی اندازه‌گیری می‌شوند. در ادامه مختصات اندازه‌گیری شده سایر عوارض و اشیای روی عکس در سیستم مختصات دستگاهی به سیستم مختصات علائم کناری منتقل می‌شوند. برای تبدیل کافی است مختصات اندازه‌گیری شده را در رابطه ریاضیاتی قرار داد.

## 2- داده

در این تمرین یک عکس هوایی اسکن شده در اختیار دانشجویان قرار داده می‌شود. این عکس هوایی توسط یک دوربین آنالوگ با فاصله کانونی 152.844 میلیمتر اخذ شده‌اند. مختصات نقطه اصلی در سیستم مختصات علائم کناری برابر با  $(0.002, -0.005)$  میلیمتر اندازه‌گیری شده است. مختصات علائم کناری که به صورت آزمایشگاهی و خیلی دقیق اندازه‌گیری شده‌اند. همچنین مقادیر و موقعیت آنها در شکل 1 نمایش داده شده‌اند.



شکل 1- موقعیت و مختصات علائم کناری کالیبره در سیستم مختصات علائم گوشه‌ای

برای تسهیل کار دانشجویان عکس هوایی اسکن شده در یک فایل پی دی اف با کاغذ A3 کپی شده‌اند. دانشجویان لازم است این فایل را در کاغذ A3 پرینت کنند. مبدا سیستم مختصات دستگاهی را در گوشه پایین سمت چپ کاغذ در نظر بگیرید و محورهای مختصات را طوری در نظر بگیرید که محور X در جهت طول کاغذ و محور Y را نیز به گونه ای در نظر بگیرید که سیستم مختصات دست راستی باشد (شکل 2).



شکل 2- مبدا و محورهای سیستم مختصات دستگاهی

### 3- روش انجام کار

پیش از انجام هر کاری لطفا فایل پی دی اف این تمرین را در برگه A3 پرینت کنید. این فایل شامل یک عکس هوایی اسکن شده می باشد. برای پرینت فایل تصاویر در کاغذ A3 می توانید به کافی نت ها یا انتشاراتی های شهرتان مراجعه کنید. سپس جداول زیر را با توجه به توضیحات پر کنید. ضمناً در گزارش نهایی از تمام نتایج عکس گرفته و آن ها را در گزارش کارتان قرار دهید.

الف – فرض کنید مبدا سیستم مختصات دستگاهی شما گوشه سمت چپ پایین کاغذ A3 می باشد (مانند شکل 2). ابتدا کاغذ A3 را روی یک سطح صاف (مانند میز) پهن کرده و بر آن را بر روی آن سطح صاف بچسبانید. سپس با استفاده از خط کش (یا متر فلزی که توان تفکیک آن حداقل یک میلیمتر باشد) مختصات دستگاهی نقاط فیدوشل مارک را اندازه بگیرید و جدول 1 را پر کنید. (اندازه گیری ها بر حسب میلیمتر باشد)

جدول 1- اندازه گیری مختصات تصویری نقاط گوشه ای (فیدوشل مارکها)

شماره فیدوشل مارک	مختصات کالیبره آزمایشگاهی علائم کناری		مختصات علائم کناری در سیستم مختصات دستگاهی	
	x (mm)	y (mm)	x (mm)	y(mm)
1	113.016	0.002		
2	-112.977	-0.002		
3	0.013	112.99		
4	0.008	-113.008		
5	113.008	112.995		
6	-112.989	-113.006		
7	-112.986	112.988		
8	113.011	-113.004		

ب – از روی جدول 1، نقاط 4 تا 8 را به عنوان نقاط کنترل در نظر بگیرید و ضرایب مدل های متشابه، افاین و پروژکتیو را محاسبه کنید. سپس مقدار باقیمانده تمام فیدوشل مارکها (هم نقاط چک و هم نقاط کنترل) را با مدل های بدست آمده محاسبه کنید و جدول 2 تا 4 را پر کنید (محاسبات ها بر حسب میلیمتر باشد).

نکته) منظور از باقیمانده اختلاف بین مختصات اندازه گیری شده و محاسبه شده همان نقطه در یک سیستم مختصات است. برای توضیح بیشتر؛ فرض کنید مختصات یک نقطه در دو سیستم مختصات معلوم است و ضرایب مدل ریاضیاتی تبدیل کننده بین آن ها نیز مشخص است. در ادامه، مختصات آن نقطه در سیستم مختصات اول با کمک مدل ریاضیاتی مورد نظر به سیستم مختصات دوم منتقل شود. چنانچه مختصات انتقال یافته با مختصات همان نقطه در سیستم مختصات دوم از هم کم شوند، به اختلاف آن ها باقیمانده می گویند.

جدول 2- نتایج تبدیل بین سیستم مختصات دستگاهی و سیستم مختصات علائم کناری با مدل متشابه				
نتایج مدل متشابه		شماره فیدوشل مارک	باقی مانده روی فیدوشل مارکها	
ضریب	مقدار		Vx (mm)	Vy (mm)
a		1		
b		2		
c		3		
d		4		
		5		
		6		
		7		
		8		

جدول 3- نتایج تبدیل بین سیستم مختصات دستگاهی و سیستم مختصات علائم کناری با مدل افاین				
نتایج مدل افاین		شماره فیدوشل مارک	باقی مانده روی فیدوشل مارکها	
ضریب	مقدار		Vx (mm)	Vy (mm)
a <sub>1</sub>		1		
a <sub>2</sub>		2		
a <sub>3</sub>		3		
b <sub>1</sub>		4		
b <sub>2</sub>		5		
b <sub>3</sub>		6		
		7		
		8		

جدول 4- نتایج تبدیل بین سیستم مختصات دستگاهی و سیستم مختصات علائم کناری با مدل پروژکتیو				
نتایج مدل پروژکتیو		شماره فیدوشل مارک	باقی مانده روی فیدوشل مارکها	
ضریب	مقدار		Vx (mm)	Vy (mm)
a <sub>1</sub>		1		
a <sub>2</sub>		2		
a <sub>3</sub>		3		
b <sub>1</sub>		4		
b <sub>2</sub>		5		
b <sub>3</sub>		6		
c <sub>1</sub>		7		
c <sub>2</sub>		8		

ج- بهترین مدل ریاضیاتی برای تبدیل سیستم مختصات دستگاهی به سیستم مختصات علائم کناری کدام مدل است؟ برای ارزیابی بهترین مدل ریاضیاتی کافی است مقدار RMSE را برای نقاط چک محاسبه کنید. مدلی که کمترین RMSE را داشت بهترین مدل ریاضیاتی است. RMSE عبارت است از ریشه میانگین جذر خطاها که از رابطه زیر بدست می آید:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Vx_i^2 + Vy_i^2)}{n}}$$

لطفا جدول 5 را نیز تکمیل نمایید.

جدول 5- ارزیابی مدل‌های ریاضیاتی تبدیل سیستم مختصات دستگاهی به سیستم مختصات علائم کناری با RMSE نقاط چک			
مدل پروژکتیو	مدل افاین	مدل متشابه	معیار
			RMSE

نکته پایانی: فعالیتی که در این تمرین انجام می دهید، دقت پائینی دارد که انجام آن برای یادگیری درس فتوگرامتری تحلیلی ضروری است.

موفق باشید

07 آذر 1400

نوراله تتر