

## سیستم فتوگرامتری تحلیلی

### مقدمه

بیش از سی سال است که بخشهایی با اهمیت از فتوگرامتری به صورت خود کار شده‌اند، یکی از کاربردهای اولیه اتوماسیون ( خودکاری فتوگرامتری)، عددی نمودن اطلاعات سیستم اندازه‌گیری دستگاهها با بهره‌گیری از سیستم ثبات عددی است. به طور کلی مختصات نگارهای خودکار بادستگاههای تبدیل (سیستم تبدیل عکس به نقشه) مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دستگاه دستورات را از طریق رایانه دریافت می‌نماید. رایانه می‌تواند دستورات و مختصات نقاط مدل را از دستگاه تبدیل دریافت کرده و به این دستگاه منتقل کند. مجموعه‌ای از انکودرها، سیستم سروموتور<sup>(۱)</sup> و رایانه با دستگاه تبدیل (استریوکمپراتور)، سیستم فتوگرامتری تحلیلی را تشکیل می‌دهند.

### سیستم فتوگرامتری تحلیلی

نخستین بار طرح سیستم فتوگرامتری تحلیلی در سال ۱۹۷۵ میلادی مطرح گردید و سیستم تبدیل اولین دستگاه تحلیلی است که در سال ۱۹۶۴ میلادی به صورت تجاری عرضه شد. در حال حاضر دهه‌نوع مدل‌های مختلف به بازار فتوگرامتری معرفی گردیده است.

سیستم فتوگرامتری تحلیلی از استریوکمپراتور دقیق و مختصات نگاری که به رایانه متصل شده، تشکیل یافته است. انکودرها و سروموتور قسمتهای اصلی سیستم است و باعث می‌شود، رایانه بتواند عملیات فتوگرامتری را به طور خودکار انجام دهد. برای این کار نرم افزارهای پیچیده‌ای مورد نیاز است تا بتواند عملیات سیستم را کنترل نماید. سیستم فتوگرامتری تحلیلی نه شباهتی به سیستم مکانیکی داشته و نه مانند سیستم نوری هستند، بلکه آنها مدل ریاضی را با بهره‌گیری از معادلات خطی محاسبه می‌نمایند. اطلاعاتی که باید به سیستم داده شود تا معادلات را حل کند، عبارت است از:

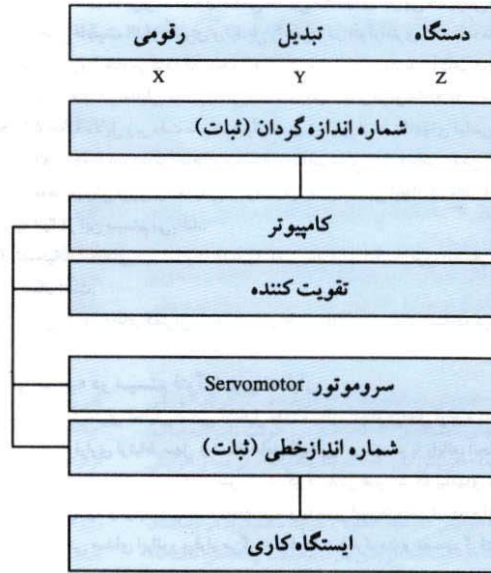
- عوامل توجیه داخلی،

- مختصات نقاط کنترل زمینی و...

- مختصات اندازه‌گیری شده نقاط در داخل دستگاه است.

پالین داده‌ها، رایانه هم‌زمان مدل را محاسبه نموده و می‌تواند به صورت خروجی‌های مختلف بر روی نمایشگر، ترسیم یا به صورت مختصات چاپ کند.

در سیستم فتوگرامتری تحلیلی، طی فرآیندی حرکت مکانیکی به حرکت دورانی تبدیل و سپس به صورت پالس الکترونیکی درمی‌آید. ثبات‌تعداد پالس‌های دریافتی را محاسبه و اندازه مورد نظر را به سروموتور دستور گردش می‌دهد. سیستم نوری دستگاه تبدیل بر روی اهرم خاصی قرارگرفته تا در جهت X و Y و Z حرکت کند. بخش اصلی باعث می‌گردد تا حرکت خطی سیستم نوری را اندازه‌گیری نموده و به پالس الکترونیکی تبدیل و به رایانه ارسال نماید. پالس الکترونیکی وارد رایانهٔ مجهز به نرم‌افزار کار توگرافی شده به اطلاعات گرافیکی تبدیل می‌گردد که دارای مختصات X و Y و Z است و در صفحه نمایشگر قابل ملاحظه است.



### مزایای سیستم فتوگرامتری تحلیلی

- مهمترین و اساسی ترین نقش و اثر سیستم تحلیلی، تشکیل مدل به صورت ریاضی است. بدین ترتیب مدل ریاضی محدودیت‌های سیستم نوری و مکانیکی را ندارد ( دارای انعطاف پذیری زیادی می‌باشند).
- انواع عکس‌ها در سیستم فتوگرامتری تحلیلی پذیرفته می‌شوند.
- در قبول هر فاصله کانونی محدودیت ندارد.
- از تصاویر راداری نیز در این سیستم می‌توان استفاده کرد.
- اگر فاصله کانونی در یک زوج عکس پوشش دار، متفاوت باشند، تشکیل مدل سه بعدی میسر است.

فن آوری و دستاوردهای علمی و فنی در فرآیند فعالیتهای مختلف، تسهیلاتی با اهمیت به وجود می‌آورند که به راحتی قابل تشخیص و توجه می‌باشند. مواردی همچون سرعت، دقت، صرفه‌جویی در هزینه و تقلیل نیروی انسانی، نمود عینی فن آوری و دانش فنی است. در بین تحولاتی که با فن آوری در بخشهای مختلف مهندسی نقشه برداری بدست آمده، مزایای سیستم فتوگرامتری تحلیلی بسیار زیاد و تغییری بنیادی را در بر دارد. در سیستم فتوگرامتری تنها سرعت، دقت و صرفه‌جویی‌ها مورد نظر نمی‌باشد

بلکه مهمتر اینکه مدل تصویر که مینا و اساس تبدیل عکسهای هوایی همپوش به نقشه می باشد به صورت ریاضی قابلیت اندازه گیری و تبدیل را دارد. در فتوگرامتری کلاسیک مدل تصویر از تقاطع دسته شعاعهای نوری ایجاد می گردد که تهیه و تبدیل آن به مهارت و تجربه و آگاهی های اپراتور بستگی تام و کامل دارد و در سیستم تحلیلی مدل ریاضی است، موقعیت ها و هرگونه اطلاعات مدل قابل اندازه گیری می باشد. با توجه به دلایل زیر دقت سیستم فتوگرامتری تحلیلی از دستگاههای قیاسی بیشتر است.

(۱) همانطور که اشاره شد به لحاظ اینکه نقاط مختلف سطح مدل همانند روش قیاسی از تقاطع دسته اشعه ها به روش نوری و مکانیکی و توسط میله های فضایی ایجاد نشده اند. فاقد خطاهای مربوط به آنها در این سیستم می باشد.

(۲) تصحیحات خطای سیستماتیک عدسیها، تغییر بعد فیلم، انکسار نور، اتمسفر نور، کروییت زمین قابل اعمال است.

(۳) روش تبدیل خطای کمترین مربعات را در حل معادلات می توان استفاده کرد.

### چگونگی توجیه در سیستم فتوگرامتری تحلیلی

در سیستم فتوگرامتری تحلیلی اساس تشکیل مدل مستلزم انجام مراحل توجیه داخلی، نسبی و مطلق است و به دلیل برقراری ارتباط سهل و آسان عامل (اپراتور) و سیستم با رایانه، انجام مراحل مختلف با سؤالاتی که سیستم از اپراتور می نماید، صورت می گیرد. بدین صورت که پیامهای مختلف در صفحه نمایشگر ظاهر می شود و ارتباط توسط صفحه کلید و یا سایر ابزارها مانند استفاده از مکان نما و سیستم تماس دست و حتی صدای اپراتور برقرار می گردد و فرصت فکر کردن و تصمیم گرفتن فراهم می باشد. لذا سهولت کار، رابطه متقابل سیستم و اپراتور و تقلیل وسیع خطاهای انسانی باعث بالا بردن دقتهای کمی و کیفی، بازدهی اقتصادی را دربردارد. مجموعه نرم افزاری و سخت افزاری سیستم، بسیاری از معایب و کاستیهای دستگاههای قیاسی را از بین می برند که برای مرفعی مناسب به اختصار چگونگی توجیه داخلی، نسبی و مطلق ارائه می شود.

### توجیه داخلی

- نخست یک زوج دیاپوزیتیو ( فیلم مثبت عکس هوایی) با توجه به مختصات نقاط حاشیه عکسها داخل صفحات مخصوص اندازه گیری قرار می گیرد (مرکزی نمودن دقیق دیاپوزیتوها لازم نیست)؛
- فاصله اصلی دیاپوزیتوها و مختصات نقاط حاشیه عکس به رایانه داده می شود، این عمل به صورت قرائت مختصات تصاویر توسط دستگاه انجام می گیرد؛
- استقرار علامت اندازه گیری دستگاه بر روی نقاط به وسیله دستگاه انجام می باید و نقش عامل (اپراتور) تنها در بالا بردن دقت استقرار است؛
- (چرخهای دستی و پایی باعث حرکت علامت اندازه گیری می شوند در این مرحله حداقل دو نقطه حاشیه عکس و ترجیحاً هشت نقطه برای دستیابی به نتیجه بهتر، اندازه گیری می شود.)
- با روش کمترین مربعات معادله انتقال مختصات حل می شود تا نقاط اصلی دیاپوزیتیو را در محل



- اصلی خود قرار دهد و بین دو سیستم مختصات عکسی با توجه به سیستم اندازه گیری مختصات تصویری رابطه ای برقرار شود. تصحیحات تغییر بعد نیز در معادله انتقال اعمال می گردد.
- مقدار خطاهای کوچک در صفحه نمایشگر رایانه ظاهر می شود و اپراتور می تواند در صورت نیاز، اندازه گیری مجدد نقاط حاشیه را انجام دهد وقتی که حل معادله در حد قابل قبول باشد، متغیرهای توجیه داخلی در رایانه ذخیره می شود.
  - براساس این اطلاعات، تصحیحات مربوط به اعوجاج عدسی، انکسار نور، اتمسفر و کرویّت زمین اعمال می گردد.

#### توجیه نسبی

- برای انجام توجیه نسبی، مختصات تصویری حداقل پنج نقطه اندازه گیری می شود؛
- توسط رایانه علامت اندازه گیری در نزدیکی هر نقطه مستقر می شود و اپراتور استقرار را به صورت دقیق در می آورد ( چنانچه تعداد نقاط بیش از شش تا باشد دقت عمل بیشتر می شود و در همین رابطه سیستم های فتوگرامتری تحلیلی قادر می باشند بیش از بیست نقطه را اختیار نمایند)؛
- با بهره گیری از روش محاسباتی، رایانه عناصر توجیه نسبی را تعیین می نماید (اگر تعداد نقاط بیش از پنج نقطه باشد نرم افزار محاسباتی از روش کمترین مربعات استفاده می کند در صورتی که با زهم خطاهایی توسط رایانه معرفی شود، عامل می تواند تعدادی از نقاط را انتخاب کند و یا تغییر دهد)؛
- پس از پذیرفته شدن توجیه نسبی، رایانه می تواند آن را ذخیره کند.

#### توجیه مطلق

- در این مرحله بایستی مختصات زمینی تمام نقاط کنترل به رایانه معرفی شود.
- برای توجیه مطلق، مختصات زمینی نقاط کنترل در رایانه ذخیره می شود؛
  - اپراتور کافی است، علامت اندازه گیری را بر روی نقاط قرار دهد؛
  - برای توجیه مطلق حداقل به دو نقطه مسطحاتی و سه نقطه ارتفاعی نیاز است ( بهتر است نقاط بیشتر اختیار شود) و از روش کمترین مربعات بهره گیری گردد؛
  - پس از اتمام اندازه گیری، رایانه معادله انتقال سه بعدی را حل می نماید تا متغیرهایی که سیستم مدل را به سیستم مختصات ارتباط می دهد، پیدا شود. مجدداً خطا در صفحه نمایشگر دیده می شود و عامل می تواند تعدادی از نقاط را حذف کند یا آنرا بپذیرد و سپس رایانه ذخیره کند.
- مهدی مدیری

#### پاورقی:

1) Servomotor