

## تحول در سیستم‌های عکسبرداری و ناوبری هوایی

عکسبرداری هوایی یکی از بهترین روشهای جمع‌آوری داده‌های جغرافیایی است که در طی سده اخیر با کاربردهای متنوع خود یکی از مناسب‌ترین ابزار و دانش ارزشمند مهندسی نقشه‌برداری می‌باشد. با پایان یافتن جنگ جهانی، کار عکسبرداری هوایی پیشرفت چشمگیری نمود و توانایی تهیه عکس‌های هوایی مناطق وسیع، در مدت زمان کوتاهی میسر گردید. در سال ۱۹۱۸ میلادی در طی یک زمان چهار روزه جنگ - پنجاه و شش هزار قطعه عکس هوایی تهیه شد. در فاصله بین جنگ جهانی اول و دوم، پیشرفت به‌کارگیری عکسهای هوایی به میزان قابل توجهی متوقف گردید. در نیروهای مسلح تفسیر عکسهای هوایی در ارتباط مستقیم با دقت عکسبرداری و شرایط هندسی دقیق و اطلاعات به‌روز آن بود. بعدها پیشرفتهای پارزشی در زمینه تجاری و علمی تهیه عکسهای هوایی صورت گرفت و سازمانهای نظامی تهیه‌کننده نقشه اقدام به عکسبرداری هوایی، تفسیر عکسهای هوایی و تبدیل آنها به نقشه نمودند. روش استفاده از عکسهای هوایی برای انجام اندازه‌گیری دقیق در حوزه عملکردهای مهندسی فتوگرامتری رونق یافت. تکنیک تهیه نقشه‌های توپوگرافی از زوج عکسهای هوایی در خلال دو جنگ جهانی پیشرفت نمود. عکسبرداری هوایی هزینه و زمان تهیه نقشه توپوگرافی که تا آن زمان به‌طریقه زمینی تهیه می‌شد به میزان قابل توجهی کاهش داد و علاوه بر آن امکانی را فراهم نمود تا از مناطق مرتفع و صعب‌العبور بتوان نقشه‌های دقیق تهیه کرد. کشور آلمان با توجه به آشنایی و اهمیت عکسهای هوایی و تفسیر آن، در جنگ جهانی دوم، برنامه‌ریزی‌های خود را بر اساس استفاده از عکسهای پوششی مناطق جنگلی قرار داد. از تفسیر عکسهای هوایی در زمینه تخمین عمق آبها بهره‌گرفته شد. پس از جنگ جهانی دوم، بر اثر تجاری‌سازی که در طول جنگ در زمینه تفسیر عکس به دست آمده بود، مبنایی برای کاربردهای متنوع آن در بازسازی و فعالیتهای عمرانی و آبادانی و اهداف صلح‌آمیز گردید. از جمله تهیه نقشه‌های توپوگرافی پوششی و نیز نقشه‌های بزرگ مقیاس عمرانی و ثبتی.

### مشخصات

تهیه نقشه‌های دقیق مستلزم عنایت خاص و انتخاب هوایمای عکسبرداری هوایی متناسب با مشخصات فنی و اهداف تهیه نقشه است و این امر تا بیست سال قبل نیز به عنوان یک معضل و محدودیت در نقشه‌برداری مورد توجه بوده و همواره ذهن و تلاش مدیران و کارشناسان دستگاههای تهیه‌کننده نقشه، در جستجوی مشخصاتی از قبیل:

○ توان ایستایی مناسب؛

○ سطح بزرگ‌بال؛

○ شعاع عمل و قدرت مانور و از همه مهمتر

○ در پی توجه به سرعت کم یا متوسط هوایمای عکسبرداری مصرف می‌گردید.

به عنوان مثال کمی سرعت بدلیل مورد نظر و مطلوب بودن زمان عکسبرداری (هنگام بازبودن در نتیجه نورگیری دوربین)، مشکلات ناشی از حرکت هواپیما به جلو، کشیدگی هوازش (در سطح تصویر) را تا جایی که ممکن بود، به حداقل رساندن و این نکته نیز مانع بزرگی در انتخاب فیلمهای حساس (فیلمهایی که دارای قشر حساس با دانه بندی ریز و توانایی قدرت تفکیک بیشتری می‌باشند) بوده است زیرا سرعت تأثیر پذیری این نوع فیلم‌ها بدلیل دانه بندی ریز (کرستالهای دانه ریز) در امولسیون<sup>(۱)</sup> خیلی کند بوده و مستلزم قرار گرفتن مدت زمان بیشتری در معرض نور است. به این منظور برای پرینت از کشیدگی تصویر، توجه بیشتری به انتخاب هوایمای کم سرعت و از سوی دیگر فیلمهای سریع (فیلمهایی که با دانه بندی درشت و در واقع قدرت تفکیک کم) گردید تا بدینوسیله بتوان در زمانی بسیار کوتاه (لحظه‌ای) با دریافت نوری به میزان مناسب، تصویری مطلوب (عکس هوایی) تهیه نمود.

- عکسهای هوایی زمانی دارای کاربردهای متنوع هستند که از کیفیت مطلوب برخوردار باشند تا بتوانند مورد بهره‌برداری مناسب قرار گیرند از جمله کیفیتهای مورد انتظار عبارتند از:
- امکان تشخیص کامل عوارض از یکدیگر به سهولت فراهم باشد یعنی عکس از قدرت تفکیک بالای عوارض برخوردار باشد.
  - عوارض و پدیده‌های مناطق آفتابی و سایه در تصویر (عکس) دارای کنتراست مناسب باشند.
  - شرایط فیزیکی مناسب عکسبرداری تأمین باشد (زمان عکسبرداری متناسب با زاویه اوج خورشید و زاویه دید عدسی دوربین عکسبرداری انتخاب شده باشد).
  - در زمان عکسبرداری هوایی، هواکاری از غبارهای جوی باشد.
  - علاوه بر مواردی که به آن اشاره شد، عوامل مؤثر و تعیین کننده‌ای که در تأمین شرایط مطلوب عکسهای هوایی تأثیر فراوان دارند باستی مورد توجه قرار گیرند و تنظیم گردند از جمله:
- ۱- قدرت اپتیکی<sup>(۲)</sup> عدسی (دوربین عکسبرداری هوایی)؛
  - ۲- نوع فیلم<sup>(۳)</sup> (بلاحظه سرعت ثبت عوارض کند و سریع) و قدرت تفکیک عوارض و توان کنتراست امولسیون فیلم؛
  - ۳- شرایط مناسب جوی<sup>(۴)</sup> (تمیزی هوا از غبارهای جوی، ابری نبودن هوا و غیره)؛
  - ۴- شدت تابش در زاویه اوج خورشید؛
  - ۵- ناهمواری زمین و مشخصات دهانه دوربین و نیز
  - ۶- عملیات پردازش (ظهور و ثبت) فیلم.

### تحولات و پیشرفتهای عکسبرداری هوایی

با پیشرفت در زمینه هواپیماهای پرسرعت، فن آوری و سیستم‌های عکسبرداری و تهیه فیلم‌های مناسب، در راستای تهیه عکس هوایی با سرعت بیشتر و استفاده از شرایط جوی با بازده بالا، گرایش در بکارگیری هواپیمای پرسرعت (جت) در عکسبرداری بوجود آورد. این مسئله با محدودیت میزان کشیدگی تصویر مقابله می‌کند و در آغاز کار از هواپیمای جت تنها برای عکسبرداری کوچک مقیاس استفاده می‌شد زیرا در این حالت سرعت زاویه عبور عوارض از مرکز تصویر عدسی دوربین کم و در نتیجه کشیدگی تصویر در حد مجاز محفوظ می‌ماند.

برای جلوگیری از معایبی که از کشیدگی تصویر ناشی می‌شود تدبیر طراحان راه‌آباد سیستم ترمیم کننده<sup>(۵)</sup> کشیدگی تصویر کشانید. دستگاه F.M.C. در آشنای باز بودن در بجه نورگیر دوربین به منظور ثبت تصویر، متناسب با سرعت نسبی عبور عوارض، فیلمی که در معرض نور قرار دارد به جلو حرکت می‌دهد و در نتیجه کشیدگی تصویر ترمیم و به صفر نزدیک می‌شود.

محدودیت شرایط جوی در بسیاری از کشورها<sup>(۶)</sup> تأثیر زیادی در تغییر و تحول سیستم عکسبرداری هوایی راباعت گردیده به طوری که همزمان با ابداع FMC در طرح عدسی دوربین‌های هوایی، اقدام مؤثر استفاده از شرایط جوی در شکل اتساع نسبی دهانه دوربین عکسبرداری هوایی رابا  $f/4$  که قدرت نورگیری آن دو برابر عدسیهای قبلی (با اتساع نسبی  $f/5.6$ ) می‌باشد، افزایش داده است.

طی چند سال اخیر سیستم تعیین موقعیت جهانی<sup>(۷)</sup> GPS در زمینه‌های مختلف علوم و فنون مهندسی نقشه برداری و نیز ناوبری هوایی تحولی شگرف ایجاد نموده است. در بسیاری از مراکز، سیستم ناوبری GPS، بخش عمده‌ای از محدودیتهای فنی سایر سیستم‌های ناوبری را کنار گذاشتند و ناوبری GPS کاری خود را با انحوازشمندی



به نمایش گذاشته است. این نوع ناوبری تابعی از زمان می باشد. سیستم ناوبری GPS در مسیر اتوماسیون عکسبرداری هوایی، دقت کار و سرعت و صرفه جویی در نیروی انسانی و پرواز را افزایش می بخشد. با به کارگیری فن آوری مورد لزوم ناوبری GPS و تکمیل پوشش فضایی ماهواره ها، مثلث بندی هوایی نیز دستخوش پیشرفت های چشمگیری شده است. سیستم GPS به همان خوبی که جهت ناوبری هوایی به کار می رود، برای تعیین موقعیت مختصات مراکز تصویر عکسهای هوایی مورد استفاده واقع می شود. در مقایسه با ناوبری، مثلث بندی هوایی توسط GPS در ارتباط تعیین موقعیت دقیق مرکز تصویر در لحظه عکسبرداری هوایی می باشد که این تعیین موقعیت در سیستم مختصات سه بعدی و در لحظه دقیق باز شدن درجه دوربین صورت می پذیرد. این موقعیت به کمک روش تعیین موقعیت متحرک GPS زمانی که باد و گیرنده GPS اقدام شود، حاصل می گردد که این خود منشاء اثرات زیادی در فرآیند نقشه برداری می باشد. □

منابع:

- 1) دل افکاران، غلامرضا: تازه های عکسبرداری هوایی، نشریه علمی فنی سپهر، دوره اول، شماره اول، ۱۳۶۹.
- 2) صالح آبادی، عباسعلی: نتایج جدید از پروازهای عکسبرداری به همراه سیستم G.P.S، نشریه علمی فنی سپهر، دوره چهارم، شماره سیزدهم، ۱۳۷۲.
- 3) مدیری، مهدی: عکاسی و چاپ، جزوه درسی، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه امام حسین (ع)، ۱۳۷۰.
- 4) مدیری، مهدی: تکنیکهای پیشرفته نقشه برداری، جزوه درسی، دانشکده نقشه برداری سازمان جغرافیایی، ۱۳۷۵.

## پاورقی:

### 1) Emulsions

امولسیون مواد حساس فیلمهای عکاسی است که ترکیبی از ژلاتین و نمکهای نقره می باشند. رسوب این نمکها به صورت لایه بسیار نازک از کریستالهای نقره بر روی پایه فیلم قرار گرفته که در مقابل نور حساس هستند.

۲) قدرت اپتیکی به عوامل مختلفی بستگی دارد. در ساختمان عدسی، زمانی که کلیه خطاهای ناشی از کرویته عدسی و کروماتیک حذف و یا به حداقل برسند، باز هم مسئله ای به نام «تفرق نور» مانع از تشکیل تصویر واضح می گردد. بر اثر این پدیده، تصویر یک نقطه در یک عدسی بدون خطا به صورت یک نقطه نبوده بلکه دایره ای از نور است که قطر مشخصی دارد که آن را Airy Disk می نامند. مسئله پخش نور (پهن شدن نور) در سطح عدسی های مرکب در رساندن اشعه نورانی به سطح کانونی تأثیر می گذارند. (مجموعه ای از دوازده تا چهارده عدسی ساده، عدسی مرکب یک دوربین عکسبرداری هوایی را تشکیل می دهند و نور وارده به سیستم باید از چندین لایه هوا و شیشه عبور کند. باید دانست که قدرت انتقال شیشه صدها درصد نبوده مقداری جذب و مقداری در سطح آن منعکس می شود. اما نور منعکس شده در داخل مجموعه عدسی از بین نمی رود بلکه پس از چندین بار انعکاس در سطوح مختلف بالاخره از سیستم عدسی خارج شده به طرف سطح کانونی می رود). شعاع مزبور سازنده هیچ قسمت از تصویر اصلی نبوده و به صورت پرده نازک نورانی سطح تصویر را فرامی گیرد. عوامل یاد شده، قدرت تفکیک عدسی را از بین می برند. قدرت تفکیک با انتخاب قطر دهانه دیافراگم بزرگتر و بیشتر شده و از سویی در عدسی باز یک بیشترین و در عدسی زاویه خیلی باز (Super Wide Angle lens) کمترین مقدار را دارد و در دوربین زاویه باز (Wide Angle) دارای مقدار بهینه است.

۳) حساسیت فیلم به اندازه کریستالهای ترکیبات نمکهای نقره در امولسیون (ترکیبات حساس) سطح فیلم است. هرچه کریستالها ریزتر باشد قدرت نقش پذیری بیشتر خواهد بود و بهمین دلیل در برابر نور حساسیت کمتری داشته و بر ثبت تصویر به مدت ناشی نور بیشتری نیاز است. به عبارتی فیلم های ریزدانه را «فیلم کنده» می نامند.

۴) شرایط جوی در لحظه عکسبرداری با لحاظ وضوح تصویری از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا هوایی غبارآلود پرده ای نورانی که نتیجه اشعه انعکاس یافته خورشید از ذرات غبار جوی به سمت بالا یعنی سمت عدسی دوربین در کف هواپیمای موجود می آورد. این پرده نورانی موجب از بین رفتن کنتراست و تفکیک عوارض می شود.

### 5) Forward Motion Compensation (F.M.C)

۶) در بسیاری از کشورهای جهان تعداد روز مساعد عکسبرداری هوایی محدود می باشد و در مواردی همانند پاناما حتی یک روز سال هم هوای مناسب عکسبرداری مطلوب متصور نیست.

### 7) Global Positioning System (GPS)

ناوبری GPS کارایی خود را به نحو ارزشمندی به نمایش گذاشته است. این نوع ناوبری تابعی از زمان می باشد. سیستم ناوبری GPS در مسیر اتوماسیون عکسبرداری هوایی، دقت کار و سرعت و صرفه جویی در نیروی انسانی و پرواز را به حد اکثر می رساند.