

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

آموزش کاربردی  
خط تولید فتوگرامتری رقومی  
در

**LPS**

(Lieca Photogrammetry Suite)

مؤلفان:

مهندس میلاد امن زاده

مهندس الناز محمد زنجانی پور

مهندس علیرضا کازرانی



|                     |   |
|---------------------|---|
| سرشناسه             | : امن زاده، میلاد، ۱۳۶۵ -   |
| عنوان و نام پدیدآور | : آموزش کاربردی خط تولید فتوگرامتری رقمی در LPS = (Lica Photogrammetry Suite)             |
| مشخصات نشر          | : تهران : نوآور، ۱۳۹۳.  |
| مشخصات ظاهری        | : ۲۲۴ص.   |
| شابک                | : ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۲۶-۱   |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیبای مختصر   |
| یادداشت             | : این مدرک در آدرس <a href="http://opac.nlai.ir">http://opac.nlai.ir</a> قابل دسترسی است. |
| شناسه افزوده        | : محمدزنجانی پور، الناز، ۱۳۶۳ -   |
| شناسه افزوده        | : کازرانی، علیرضا، ۱۳۶۴ -   |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۳۷۰۳۳۴۳   |

## آموزش کاربردی خط تولید فتوگرامتری رقمی در LPS

مؤلفان: مهندس میلاد امن زاده - مهندس الناز محمد زنجانی پور - مهندس علیرضا کازرانی

ناشر:

ناشر:

نوآور

شمارگان:

۱۰۰۰ نسخه

نشر نوآور. مدیر تولید:

محمدرضا نصیرنیا

نوبت چاپ:

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۲۶-۱

شابک:

### مرکز پخش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان،

پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

تلفن: ۹۲ - ۶۶۴۸۴۱۹۱

[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

## فهرست مطالب

فهرست اشکال

پیشگفتار

### فصل اول: تئوری فتوگرامتری

- ۱-۱. تاریخچه فتوگرامتری
- ۲-۱. انواع فتوگرامتری
- ۱-۳-۱. طراحی اندکس پرواز و عکسبرداری
- ۲-۳-۱. پالایش عکسی
- ۳-۳-۱. تهیه اندکس عکسی
- ۴-۳-۱. طراحی و تعیین مختصات نقاط کنترل زمینی
- ۵-۳-۱. ایجاد و اندازه‌گیری مختصات نقاط کنترل، گرهی و گذر
- ۶-۳-۱. مثلث‌بندی هوایی
- ۷-۳-۱. مدل رقومی زمین
- ۸-۳-۱. اورتوفتو و روش تهیه آن
- ۹-۳-۱. تبدیل مدل سه بعدی
- ۱۰-۳-۱. کارتوگرافی
- ۴-۱. توجیه داخلی
- ۵-۱. ترفیع فضایی
- ۶-۱. تقاطع فضایی
- ۷-۱. سرشکنی دسته اشعه

### فصل دوم: نرم‌افزار Leica Photogrammetry Suite

- ۱-۲. LPS Project Manager
- ۲-۲. LPS Automatic Terrain Extraction
- ۳-۲. LPS Terrain Editor
- ۴-۲. Mosaic Tool
- ۵-۲. PRO600
- ۶-۲. عملیات اصلی در نرم‌افزار LPS



۷-۲. آیکون‌های موجود در منوی اصلی نرم‌افزار LPS

### فصل سوم: ایجاد پروژه جدید، انجام توجیهات و مثلث‌بندی

- ۳-۱. ایجاد پروژه جدید
- ۳-۲. ایجاد بلوک عکسی
- ۳-۳. اضافه نمودن تصاویر به بلوک
- ۳-۴. تعریف مدل دوربین
- ۳-۵. معرفی پارامترهای توجیه داخلی
- ۳-۶. پارامترهای توجیه خارجی
- ۳-۷. استخراج اتوماتیک نقاط گرهی عکسی
- ۳-۸. تعیین مختصات زمینی و مختصات عکسی نقاط کنترل
- ۳-۹. پیغام‌های خطا و مشکلات رایج
- ۳-۱۰. مثلث‌بندی هوایی
- ۳-۱۱. اختصاص وزن‌های آماری به مختصات عکسی
- ۳-۱۲. اختصاص وزن‌های آماری به نقاط کنترل زمینی
- ۳-۱۳. اختصاص وزن‌های آماری به پارامترهای توجیه خارجی در تب پارامترهای توجیه خارجی

- ۳-۱۴. اختصاص وزن‌های آماری به پارامترهای توجیه داخلی در تب پارامترهای توجیه داخلی
- ۳-۱۵. بهینه‌سازی سلف کالیبراسیون باندل اجستمنت
- ۳-۱۶. برآورد پارامترهای اضافی برای سلف کالیبراسیون باندل اجستمنت
- ۳-۱۷. بررسی خودکار خطاهای بزرگ
- ۳-۱۸. به‌هنگام ساختن نتایج
- ۳-۱۹. پذیرفتن نتایج
- ۳-۲۰. گزارش مثلث‌بندی هوایی
- ۳-۲۱. تحلیل گرافیکی نتایج مثلث‌بندی هوایی

### فصل چهارم: مدل‌سازی رقومی زمین

- ۴-۱. مراحل تولید مدل رقومی زمین در نرم‌افزار LPS
- ۴-۲. پارامترهای مدل رقومی زمین
- ۴-۳. تنظیمات عمومی جهت تهیه مدل رقومی
- ۴-۴. تعیین زوج تصاویر مورد نظر جهت استخراج مدل رقومی

- ۴-۵. تعیین ناحیه مورد نظر جهت تهیه مدل رقومی
- ۴-۶. ایجاد و معرفی نواحی با پارامترهای مورد نظر در تهیه مدل رقومی
- ۴-۷. تعیین پارامترهای استرئوژنیک به منظور استخراج مدل رقومی
- ۴-۸. تعیین دقت مدل رقومی زمین
- ۴-۹. تب داده‌های SEED جهت تهیه مدل رقومی
- ۴-۱۰. گزارش مدل رقومی استخراج شده
- ۴-۱۱. تفسیر گزارش مدل رقومی
- ۴-۱۲. خروجی‌های حاصل از تولید مدل رقومی در نرم‌افزار LPS
- ۴-۱۳. ویرایش مدل رقومی زمین
- ۴-۱۴. اتصال فایل‌های جداگانه و ایجاد مدل رقومی یکپارچه

### فصل پنجم: تهیه اورتوفتو و اورتوموزائیک

- ۵-۱. Orthorectification
- ۵-۱. Ortho Resampling
- ۵-۲. تب عمومی در تولید اورتوفتو
- ۵-۳. تنظیمات پیشرفته جهت تهیه اورتوفتو
- ۵-۴. Ortho Calibration
- ۵-۵. مشکلات موجود در تهیه اورتوفتو
- ۵-۶. درون‌یابی مقادیر درجات خاکستری در تولید اورتوفتو
- ۵-۷. نمایش اورتوفتو
- ۵-۸. تهیه اورتو موزائیک
- ۵-۸-۱. برش بخش‌های اضافی از تصویر
- ۵-۸-۲. موزائیک تصاویر برش خورده

### فصل ششم: استخراج عوارض

- ۶-۱. ترسیم عوارض نقطه‌ای
- ۶-۲. ترسیم عوارض خطی
- ۶-۳. ترسیم عوارض سطحی
- ۶-۴. leica Stereo Analyst

پیوست: مخفف‌ها

منابع و مآخذ



## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: روند تکامل فتوگرامتری
- شکل ۱-۲: مراحل استخراج اطلاعات مکانی از تصاویر هوایی
- شکل ۱-۳: پوشش‌های طولی و عرضی
- شکل ۱-۴: مثلث‌بندی هوایی،  $\Delta$  نقاط کنترل،  $\times$  نقاط گره‌ای و  $o$  مراکز تصویربرداری
- شکل ۱-۵: DSM و DTM
- شکل ۱-۶: راست: شبکه نامنظم مثلثی، چپ: مدل رقومی زمین
- شکل ۱-۷: خطای تیلت و اختلاف ارتفاع
- شکل ۱-۸: تولید اورتوفتو
- شکل ۱-۹: چپ: تصویر واقعی، راست: تصویر اورتو
- شکل ۱-۱۰: پارامترهای توجیه داخلی
- شکل ۱-۱۱: سیستم مختصات پیکسلی و عکسی
- شکل ۱-۱۲: ترفیع فضایی
- شکل ۱-۱۳: تقاطع فضایی
- شکل ۱-۱۴: اصول سرشکنی دسته اشعه
- شکل ۱-۱۵: شرط هم‌خطی
- شکل ۳-۱: پنجره مدیریت پروژه
- شکل ۳-۲: پنجره تعریف پروژه جدید
- شکل ۳-۳: پنجره معرفی دوربین
- شکل ۳-۴: پنجره معرفی سیستم تصویر و بیضوی
- شکل ۳-۵: پنجره معرفی سیستم تصویر و بیضوی
- شکل ۳-۶: پنجره معرفی پارامترهای بلوک عکسی
- شکل ۳-۷: تعریف زویای دورانی
- شکل ۳-۸: تعریف محورهای عکسبرداری
- شکل ۳-۹: تعریف ارتفاع پرواز
- شکل ۳-۱۰: پنجره نمایش پارامترهای توجیه خارجی
- شکل ۳-۱۱: پنجره تعریف فرمت پارامترهای توجیه خارجی
- شکل ۳-۱۲: پنجره اصلی نرم‌افزار
- شکل ۳-۱۲: پنجره معرفی تصاویر، پارامترهای توجیه داخلی و توجیه خارجی
- شکل ۳-۱۳: لایه‌های پیرامیدی
- شکل ۳-۱۴: پنجره روش‌های تولید پیرامید
- شکل ۳-۱۵: نمایش مراحل انجام شده در هر یک از تصاویر
- شکل ۳-۱۶: پنجره تعریف مدل دوربین

- شکل ۳-۱۷: پنجره تعریف پارامترهای دوربین
- شکل ۳-۱۸: توجیه داخلی تصاویر آنالوگ
- شکل ۳-۱۹: تعریف سیستم مختصات‌ها
- شکل ۳-۲۰: پنجره توجیه داخلی برای تصاویر آنالوگ
- شکل ۳-۲۱: پنجره‌های قابل مشاهده در هر تصویر آنالوگ در توجیه داخلی
- شکل ۳-۲۲: توجیه داخلی اتوماتیک
- شکل ۳-۲۳: روشنایی و کنتراست تصویر در توجیه داخلی
- شکل ۳-۲۴: پنجره تعریف پارامترهای توجیه داخلی
- شکل ۳-۲۵: پنجره تعریف پارامترهای توجیه خارجی
- شکل ۳-۲۶: پنجره تعریف انحراف معیار پارامترهای توجیه خارجی
- شکل ۳-۲۷: انجام مرحله توجیه داخلی
- شکل ۳-۲۸: محاسبه توجیه نسبی با استفاده از پارامترهای توجیه خارجی
- شکل ۳-۲۹: نوارها و تصاویر بلوک عکسی
- شکل ۳-۳۰: پوشش طولی و عرضی تصاویر
- شکل ۳-۳۱: تعیین جهت مسیر پرواز
- شکل ۳-۳۲: پنجره اندازه‌گیری نقاط در حالت دوبعدی و سه بعدی
- شکل ۳-۳۳: پنجره اندازه‌گیری نقاط
- شکل ۳-۳۴: نمای پنجره اندازه‌گیری نقاط
- شکل ۳-۳۵: ابزارهای بهبود تصویر در پنجره اندازه‌گیری نقاط
- شکل ۳-۳۶: ابزارهای پنجره اندازه‌گیری
- شکل ۳-۳۷: پارامترهای استخراج اتوماتیک نقاط گرهی
- شکل ۳-۳۸: حداقل نقاط کنترل به منظور استخراج اتوماتیک نقاط گرهی
- شکل ۳-۳۹: حداقل نقاط گرهی به منظور استخراج اتوماتیک نقاط مشترک
- شکل ۳-۴۰: ایجاد زیر بلوک به منظور استخراج اتوماتیک نقاط گرهی
- شکل ۳-۴۱: پنجره معرفی استراتژی‌های استخراج نقاط گرهی
- شکل ۳-۴۲: پنجره معرفی پراکندگی استخراج نقاط گرهی
- شکل ۳-۴۳: پنجره نمایش گرافیکی الگوی استخراج نقاط گرهی
- شکل ۳-۴۴: ابزار شروع پروسه استخراج اتوماتیک نقاط گرهی
- شکل ۳-۴۵: پنجره گزارش استخراج اتوماتیک نقاط گرهی
- شکل ۳-۴۶: اضافه کردن نقاط گرهی به صورت دستی
- شکل ۳-۴۷: پنجره نمایش نقاط گرهی موجود در تصاویر پوشش‌دار
- شکل ۳-۴۸: معرفی نقاط کنترل
- شکل ۳-۴۹: تعیین نوع نقاط کنترل
- شکل ۳-۵۰: پنجره تعیین پارامترهای مثلث‌بندی
- شکل ۳-۵۱: پنجره تعیین انحراف معیار مختصات عکسی و زمینی

## ۸ / آموزش کاربردی خط تولید فتوگرامتری رقومی در LPS

- شکل ۳-۵۲: تعیین انحراف معیار مختصات عکسی
- شکل ۳-۵۳: نقاط کنترل بدون وزن
- شکل ۳-۵۴: نقاط کنترل با وزن یکسان
- شکل ۳-۵۵: نقاط کنترل با وزن متفاوت
- شکل ۳-۵۶: پارامترهای توجیه خارجی بدون وزن
- شکل ۳-۵۷: پارامترهای توجیه خارجی با وزن یکسان
- شکل ۳-۵۸: پارامترهای توجیه خارجی با وزن متفاوت
- شکل ۳-۵۹: تعیین انحراف معیار پارامترهای توجیه داخلی
- شکل ۳-۶۰: پنجره تنظیمات پیشرفته
- شکل ۳-۶۱: پنجره نمایش دقت مثلث‌بندی
- شکل ۳-۶۲: مرتب کردن خطاهای نقاط گرهی به صورت نزولی
- شکل ۳-۶۳: حذف نقاط گرهی دارای خطای زیاد از مثلث‌بندی
- شکل ۳-۶۴: گزارش مثلث‌بندی
- شکل ۳-۶۵: تعیین پارامترهای توجیه خارجی پس از مثلث‌بندی
- شکل ۳-۶۶: نمایش گرافیکی بلوک عکسی پس از مثلث‌بندی
- شکل ۳-۶۷: نمایش اطلاعات نقاط موجود
- شکل ۳-۶۸: ابزارهای موجود در پنجره اصلی نرم‌افزار به منظور نمایش گرافیکی بلوک عکسی
- شکل ۴-۱: پنجره اصلی تولید مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۲: وارد کردن رنج ارتفاعی برای جستجو نقاط در هر یک از تصاویر
- شکل ۴-۳: تب عمومی در تهیه مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۴: وضعیت تناظریابی نقاط به منظور تولید مدل رقومی
- شکل ۴-۵: نمایش وضعیت و کیفیت نقاط استخراج شده به منظور تولید مدل رقومی
- شکل ۴-۶: حذف حواشی تصاویر در تولید مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۷: کاهش منطقه جستجو زوج تصاویر
- شکل ۴-۸: تعیین حاشیه بیرونی مدل
- شکل ۴-۹: نمایش گرافیکی زوج تصاویر
- شکل ۴-۱۰: تعیین میزان پوشش زوج تصاویر
- شکل ۴-۱۱: تعیین لایه‌های پیرامیدی برای استخراج نقاط مشترک به منظور تولید مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۱۲: پنجره مربوط به تعیین نواحی مورد نظر برای تولید مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۱۳: نمایش تصویر چپ زوج تصاویر به منظور تعیین مناطق مورد نظر
- شکل ۴-۱۴: نمایش استفاده از ابزار Rectangle در تعریف مناطق مورد نظر
- شکل ۴-۱۵: نمایش استفاده از ابزار Polygone در تعریف مناطق مورد نظر
- شکل ۴-۱۶: استفاده از ابزار Rectangle در تعریف ناحیه دریا
- شکل ۴-۱۷: حذف ناحیه دریا از مدل رقومی استخراج شده
- شکل ۴-۱۸: پنجره پارامترهای استراتژیک تولید مدل رقومی



- شکل ۴-۱۹: جستجو به منظور تعیین نقاط مشترک با استفاده از خطوط ایپی پولار
- شکل ۴-۲۰: نمایش پنجره جستجو و کرولیشن به منظور استخراج نقاط مشترک
- شکل ۴-۲۱: پارامترهای مدل‌سازی و شناسایی عوارض
- شکل ۴-۲۲: وضعیت نواحی انتخاب شده جهت تولید مدل رقومی
- شکل ۴-۲۳: پنجره دقت در تولید مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۲۴: پنجره نمایش گرافیکی تب دقت مدل رقومی
- شکل ۴-۲۵: نمایش نقاط سه بعدی مرجع تعیین شده توسط کاربر
- شکل ۴-۲۴: داده‌های SEED در تولید مدل رقومی
- شکل ۴-۲۷: انتخاب گزینه RUN و شروع پورسه تولید مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۲۸: پنجره اصلی نرم‌افزار بعد از تولید مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۲۹: نمایش مدل رقومی به همراه نقشه منحنی میزان و نقشه کیفیت مدل رقومی
- شکل ۴-۳۰: گزارش مدل رقومی تولید شده
- شکل ۴-۳۱: نمایش دقت نقاط گرهی به منظور تولید مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۳۲: نمایش دقت مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۳۳: نمایش دقت مدل رقومی زمین حاصل از نقاط گرهی
- شکل ۴-۳۴: خطای مطلق NIMA LE90
- شکل ۴-۳۵: اختلاف بین مدل رقومی مرجع و مدل رقومی استخراج شده
- شکل ۴-۳۶: NIMA CE90
- شکل ۴-۳۵: مدل 3D Shape
- شکل ۴-۳۶: مدل ASCII
- شکل ۴-۳۷: مدل Terra Model TIN
- شکل ۴-۳۸: پنجره terrain editor
- شکل ۴-۳۹: انتخاب manual toggle mode در ویرایش مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۴۰: انتخاب رفتار کرسر در ویرایش مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۴۱: terrain files and display در ویرایش مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۴۲: terrain editing در ویرایش مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۴۳: image adjustment در ویرایش مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۴۴: move cursor در ویرایش مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۴۵: انتخاب data prep از منوی erdas جهت تهیه مدل رقومی زمین یکپارچه
- شکل ۴-۴۶: انتخاب create surface از منوی data prep جهت تهیه مدل رقومی زمین یکپارچه
- شکل ۴-۴۷: انتخاب نوع فایل‌های ورودی جهت یکپارچه‌سازی مدل رقومی زمین
- شکل ۴-۴۸: یکپارچه سازی مدل‌های رقومی زمین جداگانه
- شکل ۵-۱: انتقال از زمین به عکس
- شکل ۵-۲: درونیابی در فضای عکسی
- شکل ۵-۳: پنجره تولید اورتوفتو

## ۱۰ / آموزش کاربردی خط تولید فتوگرامتری رقومی در LPS

- شکل ۴-۵: پنجره تعیین محدوده تولید اورتوفتو
- شکل ۵-۵: اضافه نمودن نام و محل ذخیره تک تصویر جهت تولید اورتوفتو
- شکل ۶-۵: انتخاب پسوند کلی و محل ذخیره تصاویر مورد نظر جهت تهیه اورتو از آن‌ها
- شکل ۷-۵: پنجره تنظیمات پیشرفته تولید اورتوفتو
- شکل ۸-۵: تعیین سیستم تصویر و بیضوی در تولید اورتوفتو
- شکل ۹-۵: Ortho calibration
- شکل ۱۰-۵: مدل رقومی دارای پس زمینه‌ای با درجات خاکستری صفر
- شکل ۱۱-۵: تعیین پارامترهای آماری به منظور تصحیح مدل رقومی
- شکل ۱۲-۵: منطقه‌ای از مدل رقومی با درجات خاکستری صفر
- شکل ۱۳-۵: تعیین پارامترهای آماری به منظور تصحیح مدل رقومی
- شکل ۱۴-۵: نمایش اورتوفتو
- شکل ۱۵-۵: نمایش اورتوفتو
- شکل ۱۶-۵: مدل رقومی و اورتوفتوی تولید شده به همراه تصویر اصلی
- شکل ۱۷-۵: تصویر اورتو قبل از بریده شدن بخش‌های اضافی
- شکل ۱۸-۵: بخش tools از منوی AOI
- شکل ۱۹-۵: AOI Tools
- شکل ۲۰-۵: نمونه‌ای از AOI ترسیم شده برای برش تصویر
- شکل ۲۱-۵: ذخیره فایل AOI
- شکل ۲۲-۵: انتخاب برش تصویر
- شکل ۲۳-۵: مشخصات پنجره subset image
- شکل ۲۴-۵: پنجره inquire box
- جدول (۱-۵): نوع داده‌های ورودی و خروجی
- شکل ۲۵-۵: پروسه برش تصویر و تصویر برش خورده نهایی
- شکل ۲۶-۵: انتخاب AOI
- شکل ۲۷-۵: پنجره تنظیم موقعیت تصاویر نسبت به یکدیگر
- شکل ۲۸-۵: پنجره swipe
- شکل ۲۹-۵: تنظیم روشنایی تصاویر
- شکل ۳۰-۵: پنجره brightness/contrast
- شکل ۳۱-۵: دو تصویر قبل و بعد از تنظیم روشنایی
- شکل ۳۲-۵: ترسیم AOI خطی جهت حذف خط مرزی بین دو تصویر
- شکل ۳۳-۵: شروع اورتوموزائیک
- شکل ۳۴-۵: وارد نمودن فایل مدل رقومی زمین جهت موزائیک اورتوفتو
- شکل ۳۵-۵: وارد نمودن تصاویر جهت انجام موزائیک
- شکل ۳۶-۵: محاسبه بخش فعال تصویر جهت موزائیک
- شکل ۳۷-۵: انتخاب AOI جهت موزائیک تصاویر

- شکل ۵-۳۸: پنجره موزائیک تصاویر
- شکل ۵-۳۹: حالت‌های مختلف resampling
- شکل ۵-۴۰: اعمال تصحیحات رنگی در تصاویر جهت موزائیک کردن
- شکل ۵-۴۱: تعیین نواحی exclude
- شکل ۵-۴۲: یافتن نواحی شبیه به AOI ترسیم شده در تصویر
- شکل ۵-۴۳: image dodging
- شکل ۵-۴۴: تنظیم روشنایی تصویر
- شکل ۵-۴۵: تنظیم رنگ تصویر
- شکل ۵-۴۶: انواع سطح قابل برازش برای مدل نمودن تغییرات روشنایی تصویر
- شکل ۵-۴۷: تنظیم دستی رنگ تصویر
- شکل ۵-۴۸: histogram matching
- شکل ۵-۴۹: تنظیم تابع همپوشانی
- شکل ۵-۵۰: تنظیم تابع همپوشانی (cutline exist)
- شکل ۵-۵۱: ایجاد اتوماتیک خط برش بین تصاویر
- شکل ۵-۵۲: weighted cutline
- شکل ۵-۵۳: تنظیم AOI مورد نظر جهت موزائیک تصاویر
- شکل ۵-۵۴: مشاهده وضعیت cutline انتخابی در تصاویر در حال موزائیک
- شکل ۵-۵۵: تغییر خصوصیات تصویر موزائیک نهایی
- شکل ۵-۵۶: تصویر اورتوموزائیک
- شکل ۶-۱: نحوه استخراج عوارض در محیط LPS
- شکل ۶-۲: پنجره استخراج عوارض
- شکل ۶-۳: ایجاد پروژۀ ترسیم عوارض
- شکل ۶-۴: انتخاب کلاس عوارض مورد ترسیم
- شکل ۶-۵: ایجاد کلاس عارضه جدید
- شکل ۶-۶: مشخصات عارضه جدید در حال ایجاد جهت ترسیم
- شکل ۶-۷: مشخصات جدول خصوصیات عارضه جدید
- شکل ۶-۸: زوج تصویر و عوارض قابل ترسیم
- شکل ۶-۹: تغییر مشخصات عوارض ترسیمی
- شکل ۶-۱۰: انواع فایل‌های قابل استفاده در استخراج عوارض
- شکل ۶-۱۱: ایجاد یک مدل استریو از زوج تصویر توجیه نشده
- شکل ۶-۱۲: مشخصات هر تصویر جهت ایجاد مدل استریو
- شکل ۶-۱۳: پنجره 3D measure tools
- شکل ۶-۱۴: تنظیم واحدهای اندازه‌گیری
- شکل ۶-۱۵: اطلاعات عوارض انتخابی در صفحه نمایش
- شکل ۶-۱۶: Position tool

- شکل ۶-۱۷: نمایش مشخصات بلوک
- شکل ۶-۱۸: تب‌های مختلف نمایش مشخصات بلوک
- شکل ۶-۱۹: تغییر وضعیت ظاهری کرسر در stereo analyst
- شکل ۶-۲۰: تنظیمات ارتفاعی کرسر
- شکل ۶-۲۱: تنظیمات دیجیتایز نمودن مدل
- شکل ۶-۲۲: تنظیمات مربوط به برداشت عوارض
- شکل ۶-۲۳: ABC pucker
- شکل ۶-۲۴: mouse-track
- شکل ۶-۲۵: Image manipulation options
- شکل ۶-۲۶: performance
- شکل ۶-۲۷: stereo chooser options
- شکل ۶-۲۸: stereo mode
- شکل ۶-۲۹: stereo view options
- شکل ۶-۳۰: محدوده منطقه همپوشانی و کل تصاویر
- شکل ۶-۳۱: Terrain Following Options
- شکل ۶-۳۲: Texture Filtering
- شکل ۶-۳۳: Texture Memory Usage
- شکل ۶-۳۴: انتخاب زوج استریوی مورد نظر
- شکل ۶-۳۵: تعیین میزان زوم در تصویر
- شکل ۶-۳۶: مشاهده مشخصات عوارض ترسیمی در پروژه
- شکل ۶-۳۷: مختصات نقاط عارضه انتخابی
- شکل ۶-۳۸: اضافه نمودن نقاط جدید به عارضه نقطه‌ای - خطی و پلی‌گونی
- شکل ۶-۳۹: حذف نقاط
- شکل ۶-۴۰: جابجایی موقعیت نقطه
- شکل ۶-۴۱: اضافه نمودن طول عارضه
- شکل ۶-۴۲: حذف یک تکه از عارضه خطی
- شکل ۶-۴۳: افزایش دید سه بعدی عارضه
- شکل ۶-۴۴: مشاهده لایه‌های مختلف تصاویر
- شکل ۶-۴۵: Data scaling
- شکل ۶-۴۶: General Contrast
- شکل ۶-۴۷: Brightness/Contrast Tool
- شکل ۶-۴۸: break points

## پیشگفتار

فتوگرامتری که به علم نقشه‌برداری هوایی معروف است، از جمله دروس تخصصی رشته مهندسی نقشه‌برداری می‌باشد و کاربردهای وسیعی در علوم مختلف نظیر عمران- معماری- زمین‌شناسی- کشاورزی- شهرسازی- جغرافیا- جنگل‌شناسی و.. دارد. علم فتوگرامتری در چند دهه اخیر شاهد تحولات چشمگیری بوده است، بطوریکه روش‌های قدیمی تقریباً منسوخ گردیده و در زمینه فتوگرامتری رقومی روز به روز نرم‌افزارهای مختلفی از جمله 'photomod', 'lps' و 'inpho' ... با قابلیت‌های متفاوت به بازار کار معرفی گردیده است.

آنچه مؤلفین را واداشت تا مبادرت به تالیف کتاب حاضر نمایند، کمبود منابع فارسی و کاربردی در زمینه خط تولید فتوگرامتری با استفاده از نرم‌افزار lps و نیاز مبرم بسیاری از دانشجویان و علاقه‌مندان به کتابی در این خصوص بود که تا حد نیازهای آموزشی و کاربردی جامع باشد. در عین حال مطالب و نکات علمی و روش کار با نرم‌افزار در آن با زبانی ساده ارائه شود تا ابهامات در مورد مطالب مطرح شده به حداقل برسد.

این اثر شامل روند خط تولید فتوگرامتری و همچنین آموزش نرم‌افزار lps می‌باشد که بر اساس تجارب کاری- تحقیقاتی و تدریس نویسندگان و همچنین استفاده از راهنمای خود نرم افزار تهیه گردیده است و قابل استفاده برای کلیه دانشجویان رشته نقشه‌برداری در مقاطع کاردانی، کارشناسی، کارشناسی ارشد و همینطور شرکت‌ها و سازمان‌هایی است که با این نرم افزار کار می‌کنند. امید است در راستای بهره‌گیری کافی این عزیزان، موفق بوده باشیم. لازم به ذکر است فایل‌های لازم برای نصب این نرم افزار به همراه پروژه‌ای انجام شده و همچنین اشکال رنگی که در این کتاب به ناچار به صورت سیاه سفید آمده است، در لوح فشرده‌ای همراه کتاب ارائه گردیده است.

در پایان از شرکت مهندسین مشاور فرازمین و کلیه عزیزانی که در مراحل مختلف این اثر تلاش نمودند، تشکر می‌کنیم.

به یقین کتاب حاضر خالی از نقص نیست. از این رو مصراانه از خوانندگان و دانش پژوهان خواهشمندیم که مارا از نظرات، انتقادات و پیشنهادات خود بی بهره نگذارند.

میلاد امن‌زاده

Info@noavarpub.com



# فصل اول

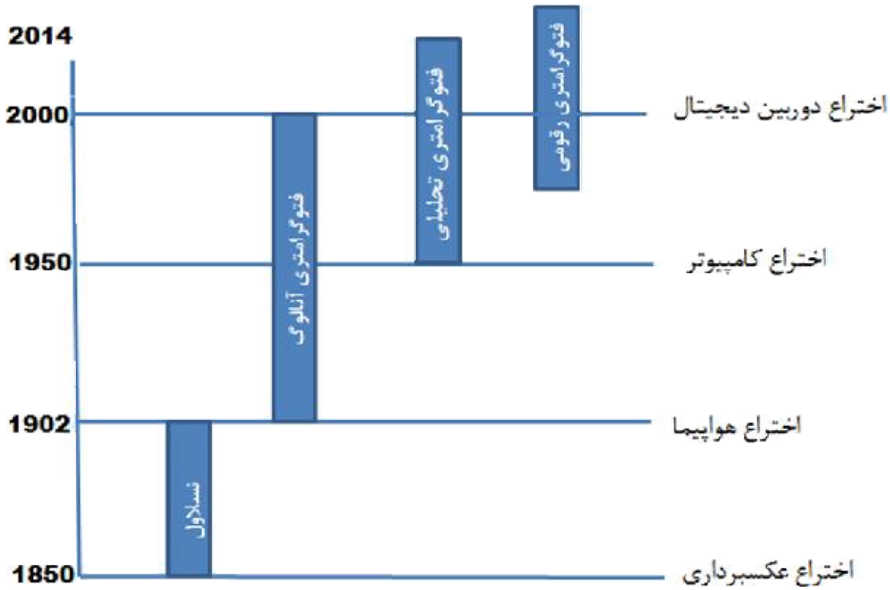
## تئوری فتوگرامتری

فتوگرامتری فرآیند اندازه‌گیری مختصات هندسی اجسام از روی عکس‌های هوایی است. به عبارت دقیق‌تر فتوگرامتری عبارتست از هنر، دانش و فن تهیه اطلاعات درست عوارض از طریق اندازه‌گیری، ثبت و تفسیر بر روی عکس و یا سایر مدارکی که در بر دارنده اثری از انرژی الکترومغناطیس بازتابیده شده باشد. بایستی توجه داشت که عکس مهم‌ترین منبع اطلاعاتی در این علم می‌باشد و اصول کار در فتوگرامتری بر روی عکس‌های هوایی است. آشنایی کامل با فتوگرامتری و مفاهیمی از جمله اورتوفتو و مدل رقومی زمین، از مقدمات لازم برای انجام هر گونه عملیات نقشه‌برداری در این خصوص می‌باشد. به همین علت در ابتدای کتاب و در این فصل، قبل از پرداختن به هر موضوعی، به توضیح در خصوص تاریخچه فتوگرامتری و انواع آن و بعد یکسری مباحث مقدماتی از جمله ترفیع و تقاطع و زمین مرجع نمودن تصاویر می‌پردازیم.

### ۱-۱. تاریخچه فتوگرامتری

اولین تجربه فتوگرامتری در تهیه نقشه‌های توپوگرافی در سال ۱۸۴۹، توسط اداره مهندسی ارتش فرانسه، تحت فرماندهی کلنل رایم لائومرات با عکسبرداری هوایی از داخل کایت و بالن توسط دوربینی که در آن از شیشه استفاده شده بود، بوقوع پیوست. اختراع هواپیما در سال ۱۹۰۲ توسط برادران رایت بزرگترین قدم در پیشبرد فتوگرامتری هوایی نوین بود. اولین عکسبرداری با هواپیما در سال ۱۹۰۹ از یکی از شهرهای ایتالیا انجام شد، بعد از آن با شروع جنگ جهانی اول در سال ۱۹۱۳ عکسبرداری از طریق هواپیما برای تهیه نقشه به اوج خود رسید و در فاصله بین دو جنگ جهانی، شرکت‌های خصوصی و سازمان‌های زیادی در اروپا و آمریکای شمالی برای تهیه نقشه‌های توپوگرافی و با استفاده از

فتوگرامتری تأسیس شد، با شروع جنگ جهانی دوم، بدلیل نیاز شدید به نقشه روش‌ها و دستگاه‌های آنالوگ جهت تهیه نقشه با کمترین زمان ساخته شد. همینطور سیر تکامل فتوگرامتری، موجب شد دستگاه‌های مکانیکی<sup>۱</sup> با وجود کامپیوتر به سیستم‌های تحلیلی<sup>۲</sup> و سپس با وجود دوربین‌های رقومی به دستگاه‌های رقومی<sup>۳</sup> ارتقا یابند. در تصویر (۱-۱) روند تکامل پروسه فتوگرامتری را مشاهده مینمائید.



شکل ۱.۱: روند تکامل فتوگرامتری

## ۱-۲. انواع فتوگرامتری

به طور کلی فتوگرامتری را از نقطه نظر فاصله سنجنده از عوارض به سه دسته زیر تقسیم بندی می‌کنند:

فتوگرامتری برد کوتاه: تصاویر از فاصله کمتر از ۱۰ متر از اشیا اخذ می‌شود که به همین علت اطلاعات هندسی استخراج شده دارای دقت بالاتری نسبت به فتوگرامتری هوایی و فضایی می‌باشد.

فتوگرامتری هوایی: از سکوه‌های هوایی مانند هواپیماهای با سرنشین و یا بدون سرنشین و از فاصله ۵۰۰ متری تا ۱۰ کیلومتری به منظور عکسبرداری استفاده می‌شود.

فتوگرامتری فضایی: از سکوه‌های فضایی مانند ماهواره‌ها و در فواصل بالای ۵۰۰ کیلومتر به منظور تصویربرداری استفاده می‌گردد که به دلیل فاصله زیاد سنجنده از زمین، اطلاعات

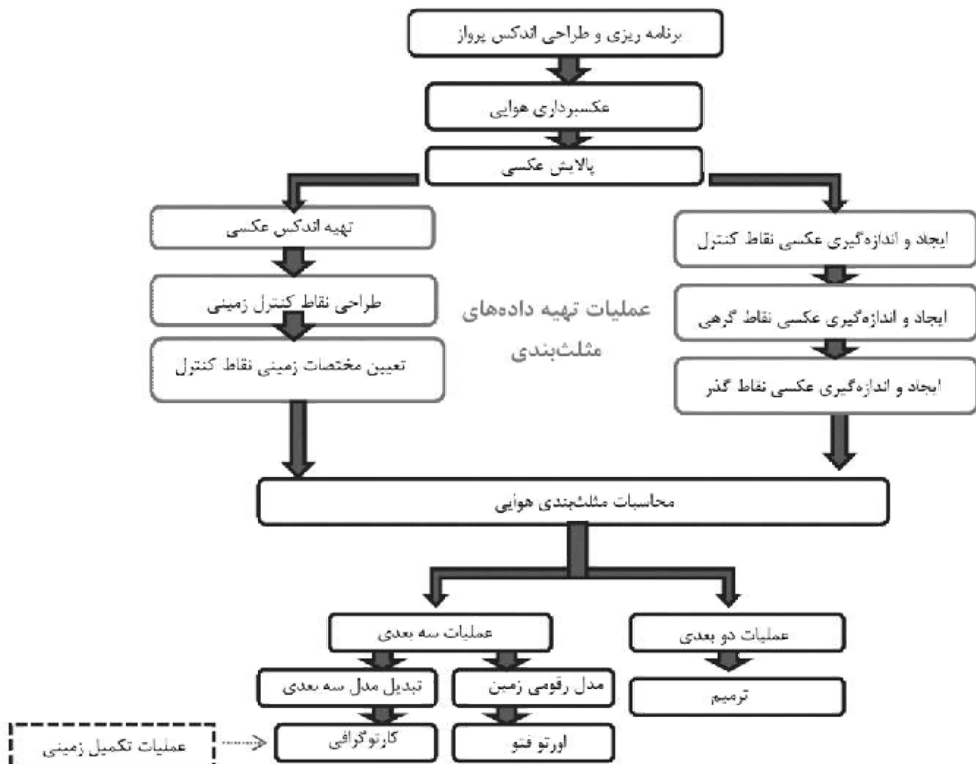
۱. Analogous  
۲. Analytical  
۳. Digital

هندسی استخراج شده دارای دقت کمتری نسبت به فتوگرامتری هوایی می‌باشد.

۳-۱- نرم افزارهای رقومی و مراحل تهیه نقشه به روش فتوگرامتری

نرم افزارهای فتوگرامتری رقومی عمدتاً عملکردی یکسان در پردازش تصاویر رقومی دارند به طوریکه می‌توان گفت برای استخراج داده‌های مکانی، دارای سه مرحله اصلی مثلث‌بندی، تولید مدل رقومی زمین و تولید اورتوفتو هستند.

به منظور پردازش تصاویر هوایی، نرم‌افزارهای مناسب و کارآمدی همچون Photomod (روسی)، LPS (سوئیسی) و Inpho (آلمانی) وجود دارد که عمدتاً در ایران از این نرم‌افزارها در بخش‌های نظامی و غیر نظامی استفاده می‌گردد. به طور کلی تمامی مراحل استخراج اطلاعات مکانی از تصاویر هوایی را می‌توان با تصویر (۱-۲) بیان کرد.



شکل ۱-۲: مراحل استخراج اطلاعات مکانی از تصاویر هوایی

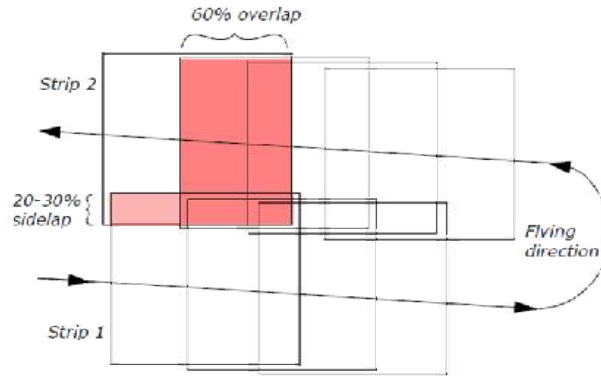
در ادامه هر یک از مراحل نمودار فوق به اختصار مورد بحث قرار می‌گیرد.

### ۳-۱-۱- طراحی اندکس پرواز و عکسبرداری

در این مرحله با توجه به محدوده مورد نیاز تهیه اطلاعات مکانی، مقیاس مورد نظر و همچنین با توجه به توان تفکیک دوربین، فاصله کانونی و ابعاد آن، حداقل و حداکثر سرعت



پرواز سکو، حداقل و حداکثر ارتفاع پرواز سکو و میزان پوشش‌های طولی و عرضی، مسیر و ارتفاع پرواز و مکان‌های اخذ تصاویر در خطوط پرواز تعیین می‌گردند. در تصویر (۱-۳) به صورت شماتیک پوشش‌های طولی و عرضی نمایش داده شده است.



شکل ۱-۳: پوشش‌های طولی و عرضی

در یک تصویربرداری مناسب، پوشش تصاویر باید طوری باشد تا عوارض منطقه مورد بررسی حداقل در سه تصویر ثبت شده باشند. علاوه بر این، تصاویر اخذ شده باید حاوی اطلاعات رادیومتریکی خوب و عاری از کشیدگی تصویر باشند.

### ۱-۳-۲. پالایش عکسی

پالایش عکسی فرآیندی است که طی آن برآوردهای عددی از پارامترهای توجیه داخلی سنجنده، شامل فاصله اصلی و موقعیت مرکز تصویر، و تصحیحات لازم برای به دست آوردن مختصات تصویری صحیح و بدون خطا به دست می‌آید.

در واقع خطاهای موجود در تصاویر، ناشی از خروج اشعه فتوگرامتری از حالت خط مستقیم می‌باشد. منابع اصلی و عمده خطاها را می‌توان به ترتیب زیر بیان کرد:

اعوجاج شعاعی لنز دوربین

اعوجاج مماسی لنز دوربین

خطای ناشی از تغییرات سیستم مختصات در فضای تصویر (یکسان نبودن مقیاس در دو جهت  $x, y$  یا عدم تعامد صحیح محورهای مختصات در فضای تصویر و در صفحه کانونی)

این خطا در توجیه داخلی با استفاده از ترانسفورماسیون‌ها از بین می‌رود.

خطای کرویت زمین

شکست نور در فضا

با مدل‌سازی ریاضی هر یک از این خطاها، مختصات عکسی نقاط مورد نظر را می‌توان با

روابط (۱-۱) تا (۴-۱) تصحیح نمود.

$$x_{\text{correction}} = x + \Delta x_{\text{total}} \quad (1-1)$$

$$y_{\text{correction}} = y + \Delta y_{\text{total}} \quad (2-1)$$

$$\Delta x_{\text{total}} = \Delta x_{\text{Radial}} + \Delta x_{\text{Decentric}} + \Delta x_{\text{atmospheric}} - \Delta x_{\text{Earth-curved}} \quad (3-1)$$

$$\Delta y_{\text{total}} = \Delta y_{\text{Radial}} + \Delta y_{\text{Decentric}} + \Delta y_{\text{atmospheric}} - \Delta y_{\text{Earth-curved}} \quad (4-1)$$

به طور کلی پالایش عکسی صحیح اجزای سیستم مورد استفاده در مدل‌سازی محیط، تاثیر بسزایی بر دقت نتایج نهایی خواهد داشت.

### ۳-۳-۱. تهیه اندکس عکسی

چنانچه نوارهای پرواز شکستگی قابل ملاحظه‌ای نداشته باشند، خطوط مستقیمی از حد واسط مراکز عکس‌های مربوط به هر نوار بعنوان محورهای پرواز ترسیم می‌شود. در ضمن محورهای ترسیمی حتی‌الامکان بصورت موازی ترسیم می‌گردند مگر در مواردی که عدم توازی آن ملاحظه باشد. شماره تصاویر در بالای مراکز و شماره نوارها در ابتدا و انتهای نوار و شمال مغناطیسی نیز به طور تقریبی مشخص می‌گردد.

### ۳-۳-۱. طراحی و تعیین مختصات نقاط کنترل زمینی

جهت طراحی نقاط کنترل زمینی، ابتدا کادری در محدوده مراکز عکس‌ها با پوشش ۶۰٪ و به صورت آزاد انجام می‌گردد. بدیهی است هر کادر انتخابی از این نوع، تنها در سه عکس مجاور از هر نوار وجود خواهد داشت و سپس بر اساس مقیاس نقشه نهایی و دستورالعمل‌های موجود طراحی صورت می‌گیرد. نتیجه حاصل از طراحی به گروه زمینی داده می‌شود و این گروه بر سر زمین رفته و مختصات نقاط را اندازه‌گیری می‌نماید.

### ۳-۳-۱. ایجاد و اندازه‌گیری مختصات نقاط کنترل، گرهی و گذر

تصاویر پالایش شده وارد نرم‌افزار رقومی می‌شود و بعد از معرفی بلوک‌های مورد نظر، موقعیت نقاط کنترل و گرهی و گذر روی تصاویر توسط کاربر مشخص گردیده و مختصات عکسی آن‌ها ثبت می‌گردد و در ادامه نتایج حاصل از این روند و گروه زمینی وارد بخش مثلث بندی می‌شود.