سازمان نقشه برداری کشور

راهنمای استفاده از نرم افزار PCI در پردازشهای سنجش از دور

فهرست مطالب

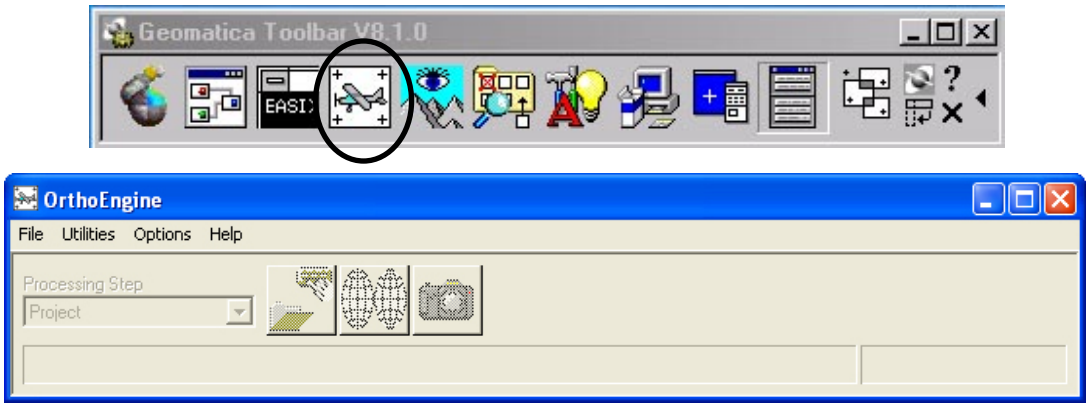
۱) خواندن تصاویر ماهواره ای ۴
۱-۱) خواندن تصاویر ماهواره ای در OrthoEngine ۴
۱-۱-۱) ساخت فایل پروژه ۴
۱-۱-۲) معرفی سیستم مختصات، بیضوی و قدرت تفکیک ۵
۱-۱-۳)ورود داده ها ۶
۱-۲) خواندن تصاویر ماهواره ای درXpace ۷
۱-۲-۱) تنظیم پروژه ۷
۱-۲-۲) ورود داده ها ۸
۲) نمایش تصاویرماهواره ای در Image Works ۹
۲-۱) تنظیم پروژه و ورود داده ها ۹
۲-۲) تنظیم نحوه نمایش تصویر ۱۰
۳) مختصات دار کردن تصاویر در GCP Works ۱۳
۳-۱) معرفی انواع روشهای مختلف تنظیم پروژه ۱۳
۳-۱-۱) معرفی انواع مدل های ریاضی ۱۳
۳-۲) ورود داده ها ۱۵
۳-۳) معرفی سیستم مختصات و بیضوی ۱۷
۳-۴) جمع آوری نقاط کنترل زمینی ۱۸
۳-۴-۱) نکاتی در مورد تعیین نقاط کنترل ۱۹
۳-۴-۲) ارزیابی دقت مدل ریاضی ۲۰
۳-۵) ساخت تصویر مختصات دار ۲۱
۳-۵-۱) انتخاب روش نمونه برداری ۲۲
۴) تولید تصاویر اورتو ۲۵
۴-۱) ساخت فایل پروژه ۲۵
۴-۱-۱) معرفی انواع مدل های ریاضی و تعداد نقاط کنترل مورد نیاز برای آنها ۲۵
۴-۲) معرفی سیستم مختصات و بیضوی ۲۸
۴-۳) ورود داده ها ۲۸
۴-۴) جمع آوری نقاط کنترل زمینی ۳۰
۴-۴-۱) تغییر سطح مبنای ارتفاعی DEM ۳۲
۴-۴-۲) ارزیابی دقت مدل ریاضی ۳۴
۴-۴-۳) جمع آوری نقاط Check ۳۵
۴-۵) ساخت تصویر اورتو ۳۶
۴-۵-۱) نکاتی در مورد انتخاب DEM ۳۷
۴-۵-۲) انتخاب روش های نمونه برداری ۳۸
۴-۵-۳) معرفی فاصله نمونه برداری ۳۸
۴-۵-۴) کشف و رفع عیوب تصاویر اورتو شده ۳۹
۵) تولید تصاویر ارتو با استفاده فایل RPC.* ۴۰
۵-۱) ساخت فایل پروژه ۴۰
۵-۲) معرفی سیستم مختصات و بیضوی و قدرت تفکیک ۴۰

۵-۳) ورود داده ها ۴۱
۵-۴) جمع آوری نقاط کنترل ۴۱
۵-۵) حل مدل ریاضی ۴۲
۵-۶) ساخت تصویر اورتو ۴۳
۶) تولید عکسهای هوایی اورتو ۴۴
۶-۱) ساخت فایل پروژه ۴۴
۶-۲) معرفی سیستم مختصات و بیضوی ۴۵
۶-۳) تنظیم پارامتر های کالیبراسیون دوربین ۴۶
۶-۳-۱) نکاتی در مورد پارامتر های کالیبراسیون دوربین ۴۶
۶-۴) ورود داده ها ۴۸
۶-۵) توجیه داخلی ۴۸
۶-۵-۱) جمع آوری فیدوشال مارکها به صورت اتوماتیک ۵۰
۶-۶) جمع آوری نقاط کنترل زمینی و گرهی ۵۰
۶-۶-۱) نکاتی در مورد جمع آوری نقاط کنترل زمینی و گرهی ۵۰
۶-۶-۲) جمع آوری نقاط گرهی به صورت دستی ۵۱
۶-۶-۳) جمع آوری نقاط گرهی به صورت اتوماتیک ۵۳
۶-۶-۴) جمع آوری نقاط کنترل زمینی بوسیله تصویر مختصات دار ۵۴
۶-۶-۵) جمع آوری نقاط کنترل زمینی بوسیله نقشه های برداری ۵۵
۶-۷) نمایش طرح کلی پروژه ۵۶
۶-۸) گزارش ۵۷
۶-۹) حل مدل ریاضی ۵۹
۶-۱۰) تولید تصویر اورتو ۵۹
۶-۱۱) موزاییک عکسها ۶۰

۱) خواندن تصاویر ماهواره ای

۱-۱) خواندن تصاویر ماهواره ای در OrthoEngine

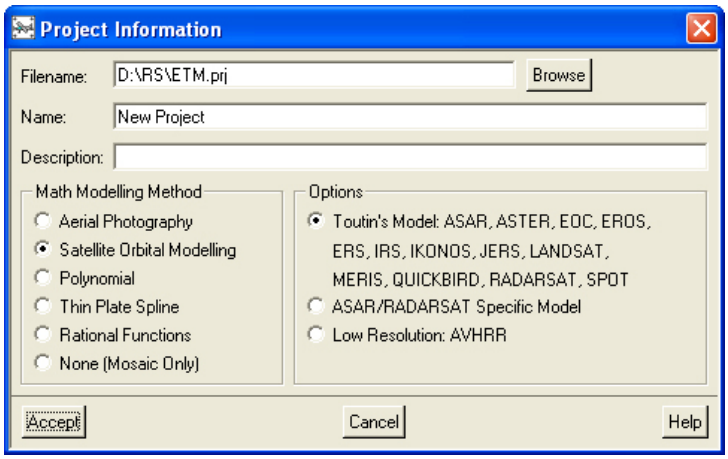
ماژولOrthoEngine را کلیک نمائید.



۱-۱-۱) ساخت فایل پروژه

از منوی File گزینه New را انتخاب کنید.

در قسمت File Name نام پروژه مورد نظر به همراه مسیرآن را نوشته و یا با دکمه Browse آن را انتخاب کنید.

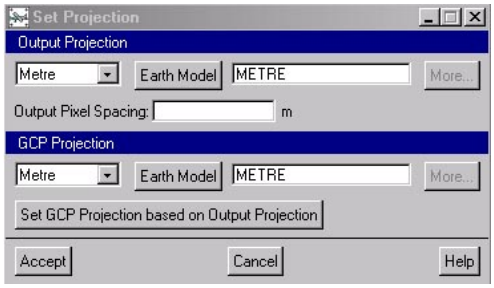


مدل ریاضی Satellite Orbital Modeling را انتخاب کنید

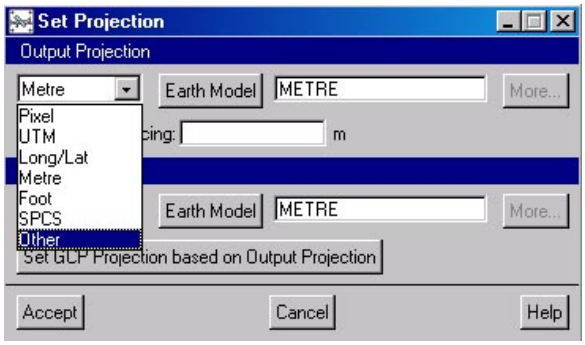
در قسمت option مدل Toutin را انتخاب کنید. همانطور که در مقابل این گزینه نوشته شده است میتوان تصاویر ماهواره های مختلفی را با انتخاب این گزینه خواند. با این روش تصویر با توجه به داده های مداری ماهواره خوانده می شود. برای تـصاویر راداری از گزینـه دوم و برای تصاویربا قدرت تفکیک پایین مثل AVHRR گزینه سوم را انتخاب کنید.

Accept را کلیک نمائید تا پنجره تنظیم سیستم مختصات باز شود.

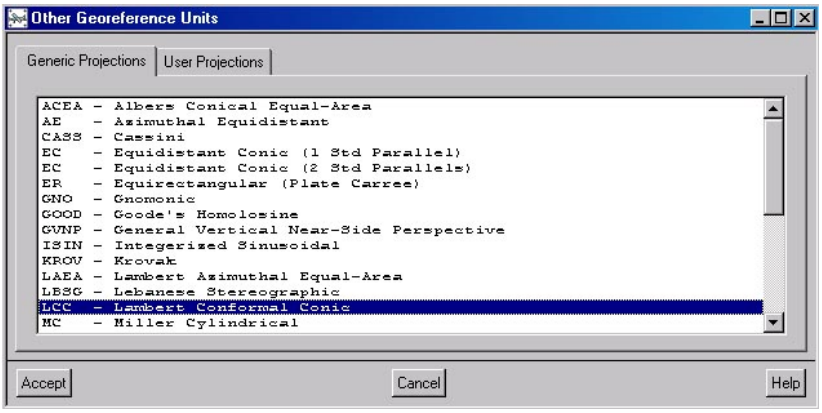
۱-۱-۲) معرفی سیستم مختصات، بیضوی و قدرت تفکیک



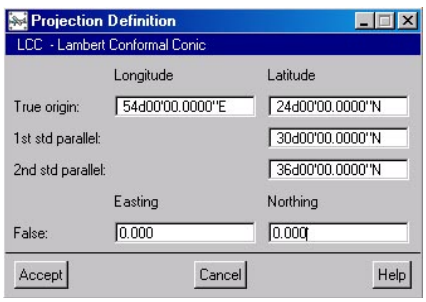
در پنجره فوق باید سیستم مختصات فایل خروجی و نقاط کنترل را تعریف کنید. مطابق آنچه در شکل زیر دیده می شود، امکان انتخاب انواع سیستم های مختصات در این قسمت وجود دارد. فرضا اگر می خواهید سیستم مختصات را روی مختصات سیستم لامبرت ایران (Lambert) تنظیم کنید به صورت زیر عمل نموده و گزینه Other را انتخاب کنید.



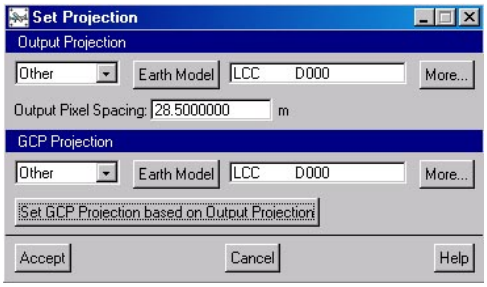
با این کار پنجره ای به صورت زیر باز می شود. در این پنجره گزینه LCC را انتخابکرده و دکمه Accept را بفشارید.



در پنجره ای که ظاهر می شود مقادیر مربوط به سیستم مختصات لامبرت ایران را وارد کرده و دکمه Accept را بفشارید.

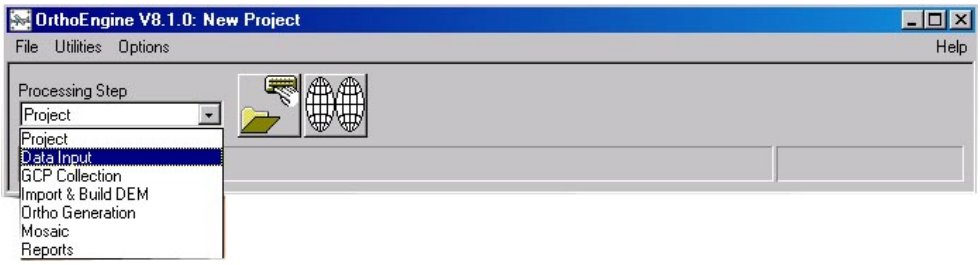


با زدن دکمه Earth Model نیز می توان بیضوی یا دیتوم مورد نظر را انتخاب نمود.
در مقابل گزینه Output Pixel Spacing، اندازه پیکسل تصویرماهواره ای را وارد نمائید. در صورتی که لازم باشد در مراحل بعد از نقاط کنترل استفاده شود، در اینجا باید سیستم مختصات نقاط کنترل را وارد نمود. با زدن دکمه Set GCP Projection based on Output Projection سیستم مختصات نقاط کنترل معادل سیستم مختصات خروجی انتخاب می شود. اما در صورتی که این دو با یکدیگر متفاوت باشند مانند فوق سیستم مختصات نقاط کنترل را نیز وارد کنید. دکمه Accept را کلیک نمائید.
لازم است ذکر شود که این سیستم مختصات مربوط به فایل خروجی و نقاط کنترل است و روی تصویر ماهواره ای که خوانده می شود تاثیری ندارد. تصویر قرائت شده دارای مختصات موجود در فایل header خواهد بود.

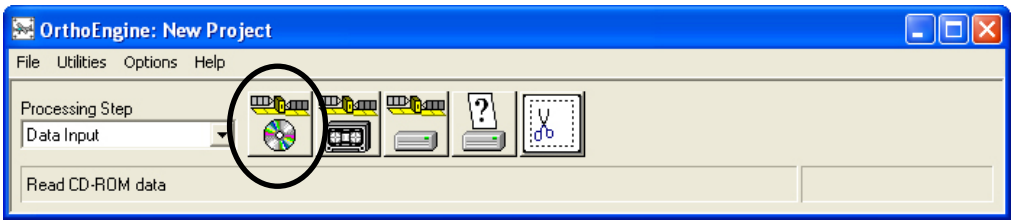


۱-۱-۳)ورود داده ها

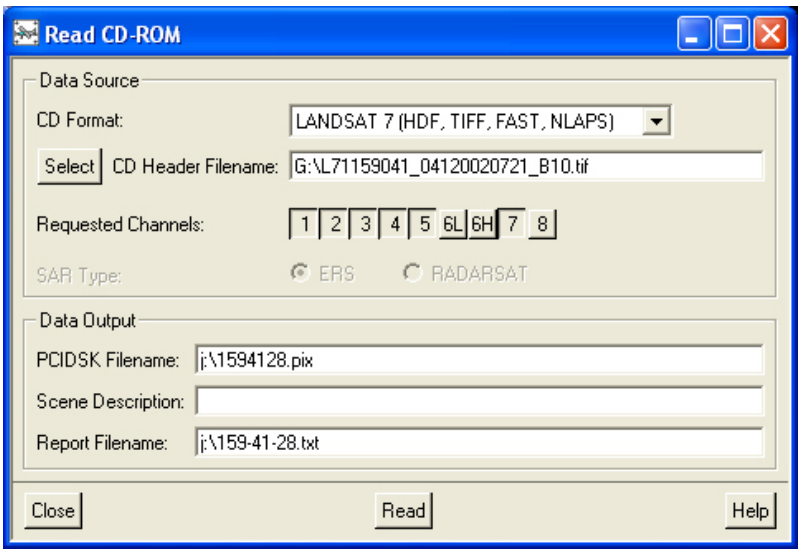
از منوی اصلی، مرحله بعدی یعنیData Input را انتخاب کنید.



پنجره ای به صورت زیر ظاهر می شود.



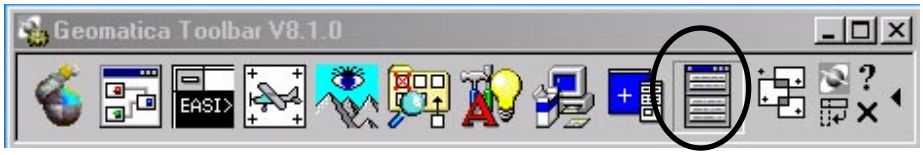
در این پنجره دکمه Read CD-ROM data را انتخاب کنید تا پنجره ای به شکل زیر باز شود.



در این پنجره در قسمت CD format بسته به نوع تصویر، گزینه مربوط انتخاب می شود. بسته به این انتخاب و نوع تصویر در قسمت select مسیر فایل header و یا فایل image (یکی از باندهای تصویر در صورت موجود بودن بیش از یک باند) وارد می شود. در قسمت Requested Channels کانالهای دارای قدرت تفکیک یکسان انتخاب می شوند تا در یک فایل ذخیره شوند. در قسمت Data Output در مقابل گزینه PCIDSK File name مسیر و نام فایل خروجی و در قسمت Report Filename مسیر و نام فایل متنی که گزارش کار قرائت تصویر در آن ذخیره می شود، انتخاب می شود. برای خواندن بقیه باندهای تصویر نیز با انتخاب فایل خروجی جدید، به همین صورت عمل می شود.

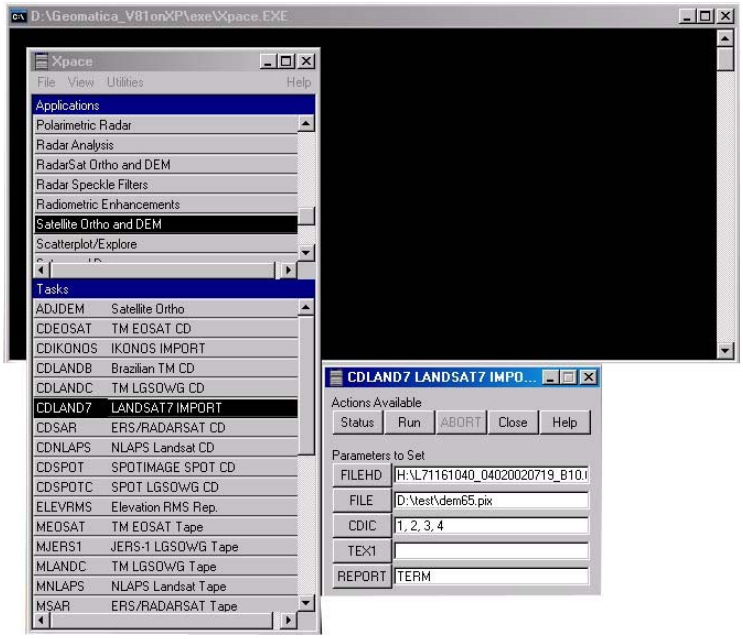
۱-۲) خواندن تصاویر ماهواره ای در Xpace

پس از کلیک برروی آیکون Geomatica و باز شدن پنجره ابزارهای آن ماژول Xpace را کلیک نمائید.



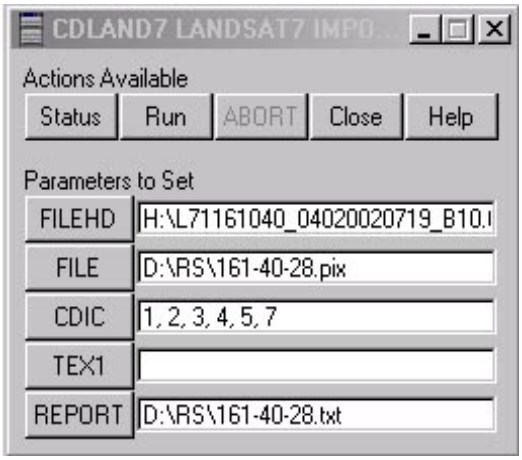
۱-۲-۱) تنظیم پروژه

در پنجره ای که باز می شود، در قسمت Packages گزینه Satellite Ortho and Dem را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه در قسمت Tasks، انواع ماهواره ها ظاهر می شود که بسته به نوع تصویر گزینه مورد نظر انتخاب می شود. مثلا برای تصاویر ETM گزینه LANDSAT7 IMPORT CDLAND7 را انتخاب کنید.



۱-۲-۲) ورود داده ها

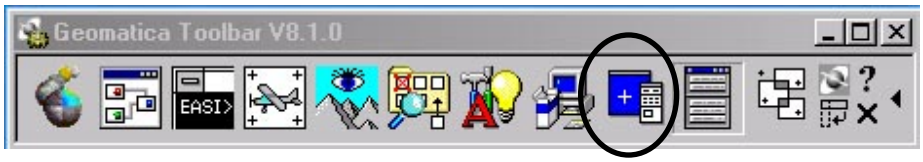
در این قسمت نیز مثل قبل لازم است باندهای با قدرت تفکیک های مختلف از یکدیگر تفکیک شوند. برای این منظور در پنجره ای که به صورت زیر باز می شود، در قسمت FIEHD یکی از باندهای تصویر مورد نظر را انتخاب کنید. در قسمت FILE مسیر فایل خروجی را وارد کنید. در قسمت CDIC شماره باندهای با قدرت تفکیک یکسان را با فاصله یک کاما، تایپ کنید. در قسمت REPORT مسیر فایل متنی گزارش کار را وارد کنید.

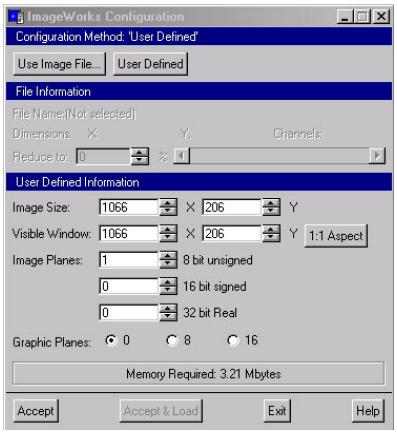


پس از تکمیل مراحل فوق، دکمه های Status و Run را به ترتیب بفشاید. هنگامی که Status و Run مجددا روشن شود import تصویر به اتمام رسیده است.

۲) نمایش تصاویرماهواره ای در Image Works

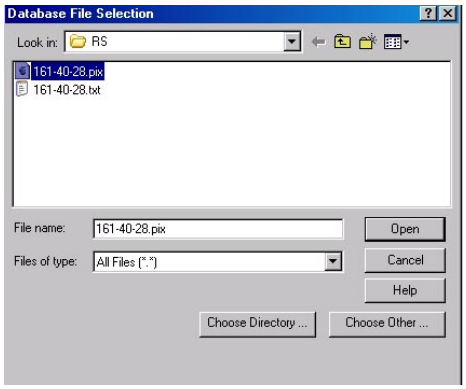
برای نمایش تصویرماهواره ای در Image Works این گزینه را کلیک نمائید.



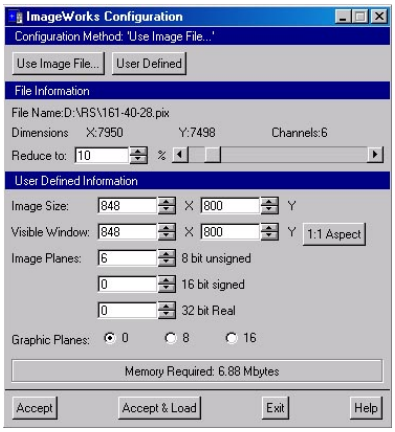


۲-۱) تنظیم پروژه و ورود داده ها

در پنجره باز شده به صورت فوق، با انتخاب دکمه Use Image File مسیر فایل مورد نظر را مطابق شکل زیر وارد کرده و دکمه open را بفشارید.



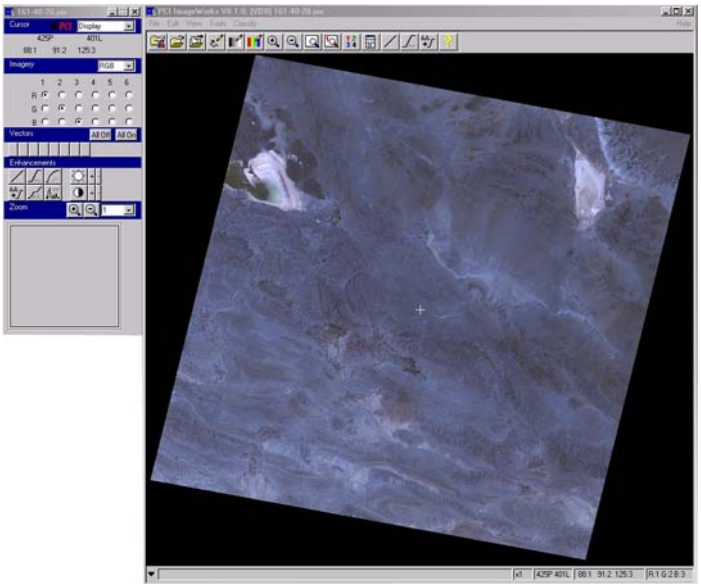
در پنجره باز شده، در مقابل گزینه Image Planes مطابق با آنکه تصویر چند بیتی است، تعداد باندهای تصویر را وارد کنید.



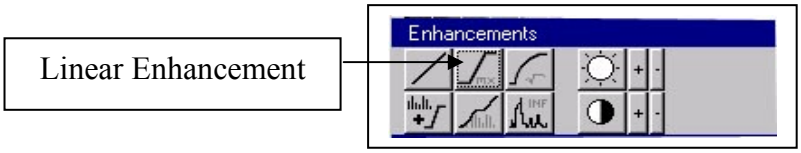
با زدن دکمه Accept and Load، تصویر ماهواره ای مورد نظر ظاهر می شود.

۲-۲) تنظیم نحوه نمایش تصویر

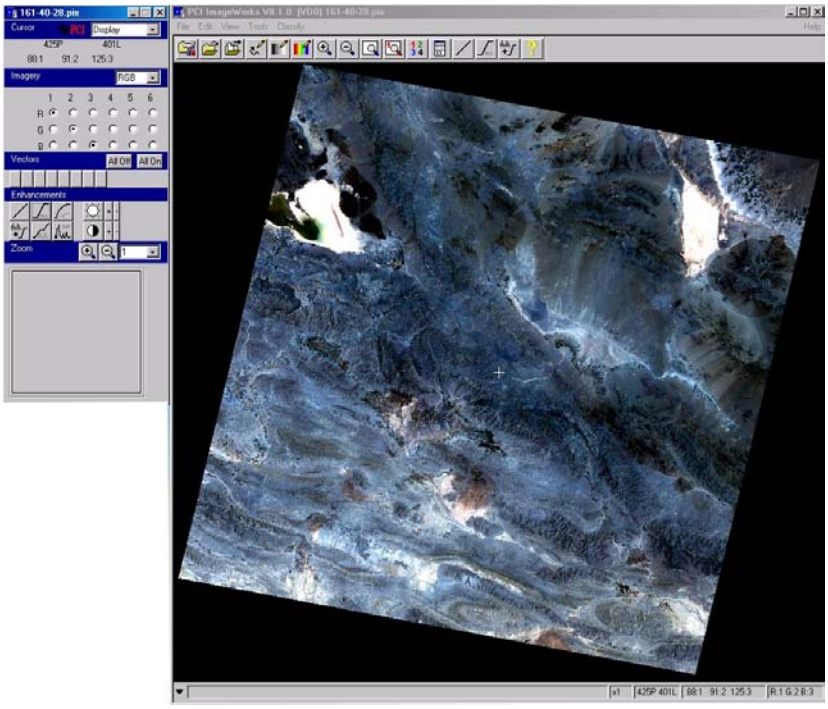
در صورتی که تصویر حداقل دارای سه باند باشد، در جدول کناری شماره باندهای اختصاص داده شده به سه رنگ Red, Green, Blue قابل نمایش و تغییر است.



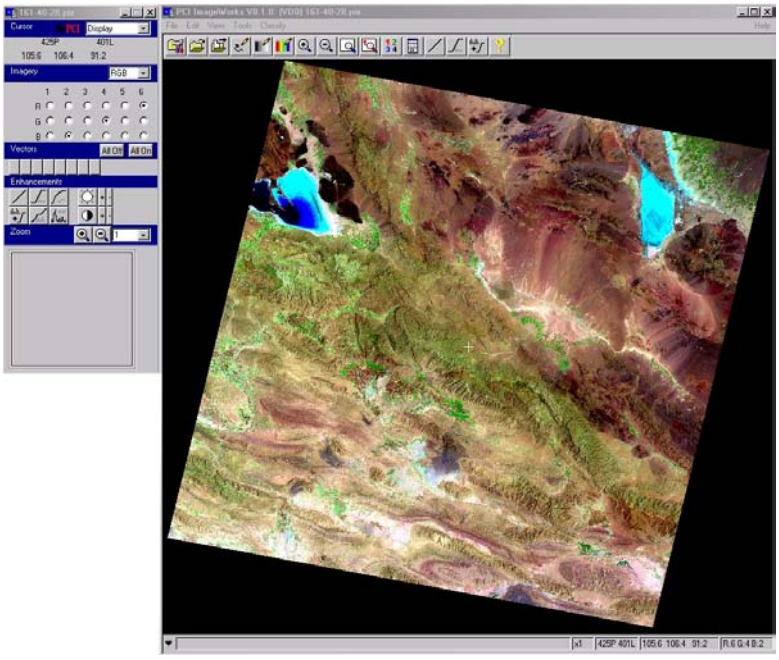
برای واضح سازی تصویر، ازابزارهای Enhancement استفاده نمائید.



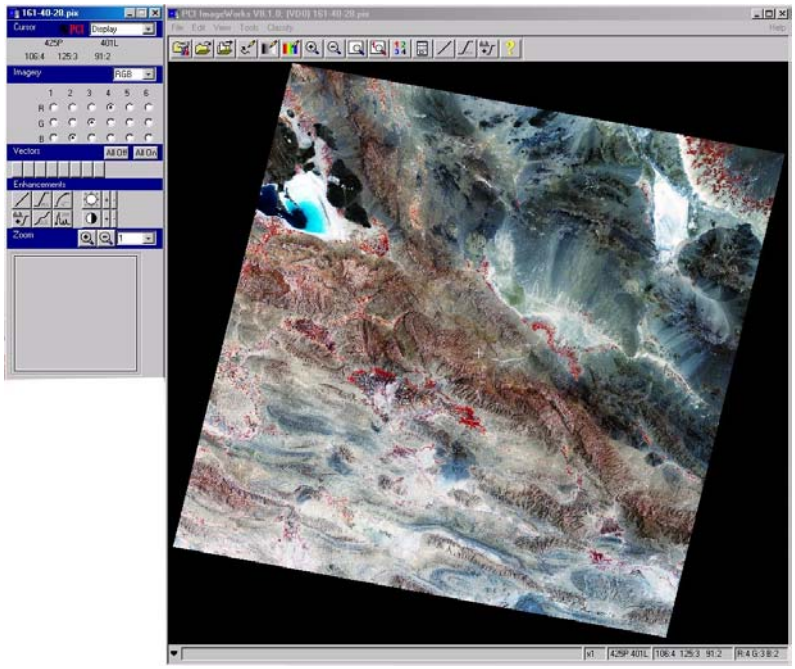
تصویر زیر تصویر فوق را پس از اعمال Linear Enhancement نشان میدهد.



در تصاویر دارای تعداد باند بیشتر می توان ترکیب رنگهای مختلف را انتخاب نمود. مثلا برای ایجاد تصویر ETM با ترکیب رنگی صحیح لازم است باندهای ۳۲۱ را به RGB اختصاص دهیم تا True color composite image (تصویر با ترکیب رنگی صحیح) مطابق تصویر زیر تشکیل گردد.

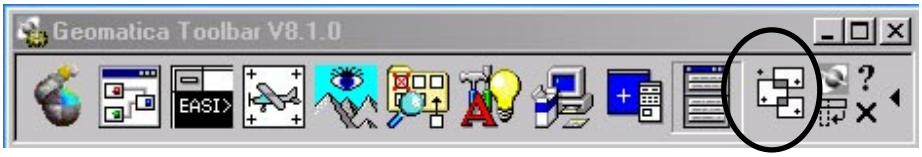


برای ساختن تصویر با رنگهای کاذب لازم است مثلا باندهای۴۳۲ را به RGB اختصاص دهیم تا False color composite image (تصویر با ترکیب رنگی کاذب) مطابق تصویر زیر تشکیل گردد.


161-40-28.pix
Cursor
PCI
Display
425P
401L
106:4
125:3
91:2
Imagery
RGB
1 2 3 4 5 6
R
G
B
Vectors
All Off
All On
Enhancements
Zoom
1
PCI ImageWorks V8.1.0: [VD0] 161-40-28.pix
File Edit View Tools Classify
Help
x1
425P 401L 106:4 125:3 91:2
R:4 G:3 B:2

۳) مختصات دار کردن تصاویر در GCP Works

برای مختصات دار نمودن تصویر با استفاده از ماژول GCP Works این ماژول را کلیک نمائید.



۳-۱) معرفی انواع روشهای مختلف تنظیم پروژه

GCP work در تصاویر ماهواره ای با خطاهای غیر سیستماتیکی سر و کار دارد که در واقع باقیمانده خطاهای سیستماتیک حذف شده از روی آنها می باشند. این خطاهای سیستماتیک شامل خطاهایی از قبیل خطاهای سنجنده، موقعیت لحظه ای، ارتفاع، سرعت و دوران های ماهواره، دوران و کرویت زمین و غیره می باشند که در ایستگاههای دریافت تصاویر با استفاده از پارامترهای مداری لحظه تصویر برداری تصحیح می شوند. اما از آنجا که این اطلاعات خیلی دقیق نیستند مقداری از این خطاها باقی می مانند که در اینجا قابل برطرف کردن هستند. تصحیح این خطاها به وسیله انتخاب تعدادی نقطه کنترل بر روی تصویر انجام می شود. از این نقاط کنترل به منظور تعیین ضرایب معادلات ترانسفورماسیون دو بعدی که تصویر دارای اعوجاج را به تصویری دارای سیستم تصویر مناسب (مانند نقشه) مربوط می کند، استفاده می شود. البته در مواردی که تصاویر کاملا خام مثل عکسهای هوایی یا نقشه های اسکن شده ای که لازم است سیستم مختصات آنها تغییر کند نیز مورد نظر باشد می توان از این روش ها استفاده نمود. مدل های ریاضی ساده ای که در GCP work استفاده می شوند مثل توابع چند جمله ای، Thin Plate Spline و Rational Function نقاط کنترل را برای محاسبه یک ترانسفورماسیون که تصویر خام را با تاباندن آن به مختصات زمینی منطبق (fit) می کند، استفاده می کند. تابیدن تصویر خام به عنوان تصحیح هندسی (Geometric Correction) شناخته شده است.

پس از انتخاب ماژول GCP Works، در پنجره ظاهر شده به صورت زیر، در قسمت Processing Requirement گزینه هایی به ترتیب زیر قابل انتخاب است:

Full Processing: با انتخاب این گزینه می توان مراحل انتخاب نقاط کنترل (به روشهایی گوناگون)، موزائیک نمودن تصاویر و تولید تصاویر مختصات دار را انجام داد.

Collect/review GCPs only: در این قسمت تنها امکان انتخاب نقاط کنترل و یا تصحیح آنها وجود دارد. اما امکان مختصات دار کردن تصویر و یا موزائیک نمودن تصاویر وجود ندارد.

Mosaic Only: در این حالت فرض می شود که تصاویر ورودی و خروجی مختصات دار هستند و امکان تصحیح مختصات برای تصاویر وجود ندارد و تنها مراحل موزائیک نمودن تصاویر قابل انجام است.

۳-۱-۱) معرفی انواع مدل های ریاضی

در قسمت Mathematical Model می توان یکی از مدلهای ریاضی موجود را برای انجام تصحیحات در تصاویر انتخاب نمود:

Polynomial:

انتخاب یک چند جمله ای از درجه یک تا درجه پنج (حداکثر ۲۱ جمله) امکان پذیر است. معادلات چند جمله ای بر مبنای مختصات دو بعدی نقاط کنترل با استفاده از روش کمترین مربعات می توانند بدو ن دانستن و شناسایی منبع اعوجاجات، تصاویر را تصحیح کنند. برای انتخاب درجات چند جمله ای ها پیشنهاد می شود که از چند جمله ای های با درجات پایین تر و ترجیحا چند جمله ای درجه یک استفاده شود زیرا با بالا رفتن تعداد جملات اولا زمان محاسبات بالا می رود و ثانیا احتمال آنکه در مناطق بدون نقطه کنترل اعوجاجاتی پیش آید بیشتر است (اگر چه در نزدیکی نقاط کنترل دقت بالاتر می رود). تعداد نقاط کنترلی که لازم است در نظر گرفته شود بستگی به

درجه چند جمله ای دارد. مثلا برای یک چند جمله ای درجه یک حداقل ۳ نقطه و برای یک چند جمله ای درجه دو حداقل ۷ نقطـه لازم است که در عمل بیشتر از این تعداد GCP در نظر گرفته می شود تا خطاها به حداقل کاهش یابد.

None (Mosaicing and OrthoEngine):

تنها برای موزائیک کردن تصاویر استفاده می شود و در صورتی قابل استفاده است کـه تـصاویر ورودی تـصحیح شـده باشـند، زیـرا امکـان انتخاب نقاط کنترل وجود ندارد.

Thin Plate Spline:

مدلی ریاضی بر مبنای نقاط کنترل است که دقیقا از تک تک نقاط عبور می کند. این روش در ترانسفورماسیونهای نرم (smooth) تر مثل تغییر سیستم مختصات (اگر پارامترهای سیستم مختصات معلوم نباشد) مساله مهمی ایجاد نمی کند، اما در ترانسفورماسیون های پیچیده مثل آنهایی که برای مختصات دار کردن یک تصویر در مناطق ناهموار استفاده می شوند، لازم است که صد ها نقطه کنترل تهیه و استفاده شود. در واقع باید در هر قسمت از زمین در نقاط اوج یا فرود و در طول خطوط شکستگی ها (break lines) نقطه گرفته شود، و از سوی دیگر با افزایش تعداد نقاط زمان محاسبات بالا خواهد رفت. عیب دیگر این روش آن است که امکان کشف و تصحیح خطاها در نقاط GCP وجود ندارد زیرا باقیمانده و خطای RMS برای این نقاط صفر است. پس برای کنترل ترانسفورماسیون حاصله باید نقاط check بـه طـور مستقل در نظر گرفته شوند که برای ارزیابی کل منطقه باید تعداد آنها زیاد و در حدود نصف تعداد GCP ها باشد. این مـساله هزینـه ایـن روش را بالا برده و باعث می شود در مناطقی که تعداد نقاط check کم است دقت بیشتر یا کمتر از مقدار واقعی محاسبه شود. با در نظـر گرفتن نقاط check می توان در جاهاییکه مدل رضایت بخش نیست، نقطه کنترل اضافه نمود. این مدل می تواند تغییرات بیـشتری را در زمین نسبت به مدل polynomial در نظر بگیرد. چون نقاط کنترل را میتواند به صورت سه بعدی بشناسد و خطاهای extrapolation که بین نقاط اتفاق می افتد را به حداقل می رساند. در مجموع این روش برای اعوجاجاتی که به وسیله حـداکثر ۲۰ تـا ۳۰ نقطـه بـه طـور دقیق مدل می شوند، مناسب است و برای حذف اعوجاجات ناشی از زمین که برای آنها باید روش های تحلیلی (بر مبنای مدل فتوگرامتری و با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی زمین) استفاده شود، توصیه نمی شود. یک مدل rigorous مثل مدل مداری ماهواره یـا مـدل عکـس هوایی انتخاب بهتری برای حذف اعوجاجات زمین یا برای تصحیح تصاویر مناطق ناهموار خواهد بود.

Satellite Ortho Correction:

این مدل که بر مبنای مدل توتن(toutin) است، تمامی اعوجاجات حاصل از نحوه و زمان اخذ داد ها و هم چنین تغییرات زمـین را مـدل می کند. مدل هندسی توتن بر مبنای شرط هم خطی شرایط لحظه اخذ تصویر را با استفاده از مدل مدار ماهواره بازسـازی کـرده و رابطـه بین فضای شیء و تصویر را برقرار می کند. در این روش معادلات با تعداد کمی نقطه کنترل حل می شوند. حداقل با ۳ یا ۴ نقطـه کنتـرل دقیق برای تصاویر visible (مثل SPOT و LANDSAT) و ۷ نقطه کنترل دقیق برای تـصاویر رادار (مثـل ERS و Radarsat) مـی توان به ترتیب به دقت حدود یک سوم پیکسل و یک پیکسل رسید. اگر نقاط دقیق نباشند به ترتیب باید ۶ نقطه و ۱۲ نقطه کنتـرل بـرای این تصاویر در نظر گرفت. در این مدل نقاط کنترل باید دارای ارتفاع باشند و در مناطقی با ارتفاعات مختلف انتخاب شوند. آنها هم چنـین باید دارای توزیع یکنواخت در کل تصویر باشند و در مرزهای تصویر نیز باید نقطه انتخاب شود. این نوع توزیع نقـاط باعـث مـی شـود کـه خطای extrapolation ایجاد نشود.

ذکر این نکته ضروری است که تصویر ورودی به این مدل باید با استفاده از مدل مداری ماهواره خوانده شده باشد در واقع این تصویر بایـد دارای یک orbital segment باشد که همه داده های ephemeris تصویر در آن ذخیره شده باشد.

البته باید توجه شود که این مدل برای قسمتی از یک تصویر، برای تصویری که قبلا تصحیح هندسی شده ویا هنگامی که اطلاعات مـداری ماهواره در دست نیست، قابل استفاده نیست.

توتن با امتحان این روش برای تصاویر مختلف از مناطق متفاوت (ناهموار، مسطح یا مرتفع) مناسب بودن این مدل را ثابت کرده است است. البته در GCP Works تنها امکان انتخاب و یا تصحیح نقاط کنترل با این روش امکان پذیر است و برای تهیه تصویر تـصحیح شـده لازم است از این نقاط در قسمت Ortho Engine نرم افزار استفاده شود.

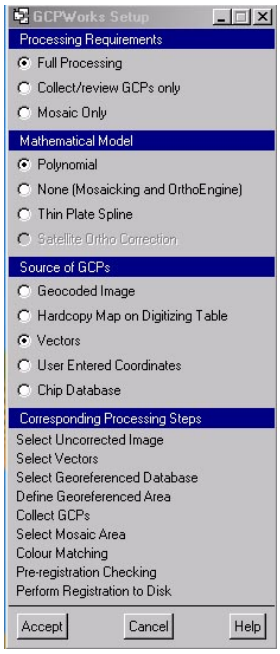
در قسمت Source of GCPs به ترتیب زیر گزینه مورد نیاز را انتخاب کنید:

Geocoded Image: در صورتی که می خواهید از یک تصویر مختصات دار موجود برای گرفتن نقاط کنترل استفاده کنید.

Vector: اگر منبعی که از آن نقاط کنترل استخراج می کنید نقشهء برداری است.

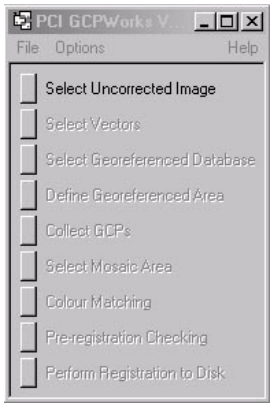
User Entered Coordinates: اگر نقاط کنترلی برای منطقه موجود باشد و یا به صورت زمینی گرفته شده باشد یعنی برای یک سری نقاط مشخص مختصات صحیح وجود داشته باشد.

در صورتی که استفاده از چند جمله ای ها و نقشه های برداری، مختصات دار کردن تصویر ETM مورد نظر باشد مطابق شکل زیر عمل کرده و دکمه Accept را بفشارید.

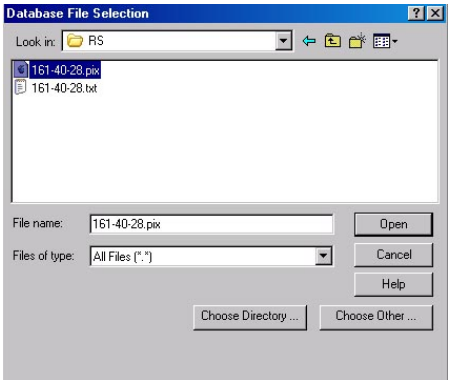


۳-۲) ورود داده ها

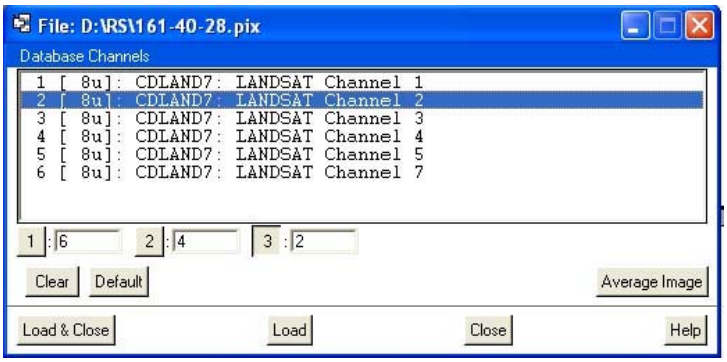
در صورتی که مطابق فوق از گزینه Vectors استفاده کنید، پنجره زیر باز می شود، که لازم است دکمه Select Uncorrected Image را فشار دهید.



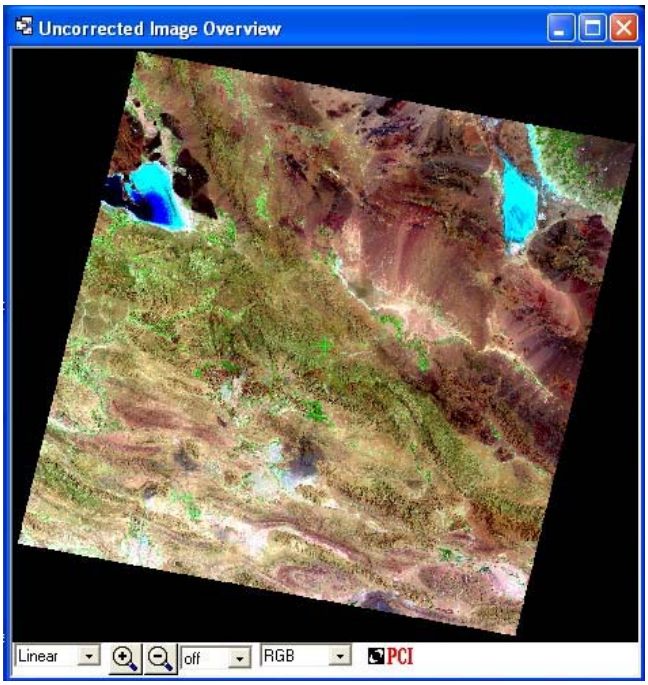
سپس مسیر تصویر خام را وارد نموده و دکمه open را بزنید.



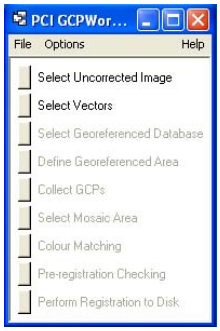
بعد از انتخاب تصویر مورد نظر پنجره ای باز می شود که در آن بایستی شماره باندهای دلخواه را برای نمایش تصویربه ترتیب مورد نظر انتخاب نمود.



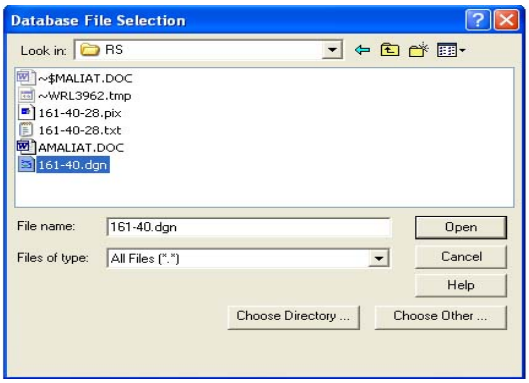
پس از زدن دکمه Load & Close، تصویر قابل مشاهده خواهد بود.



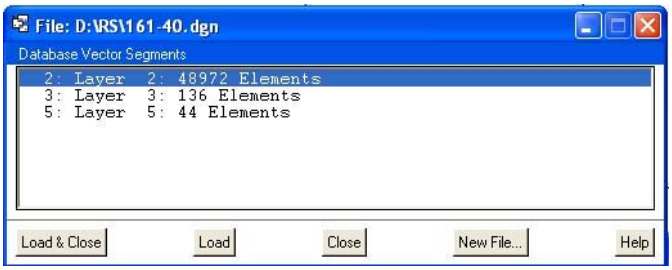
با ظهور پنجره زیر گزینه select vector را انتخاب کنید.



فایل برداری را برای انتخاب نقاط کنترل در پنجره زیر انتخاب کرده و دکمه open را فشار دهید.

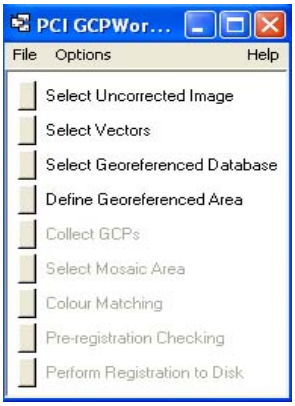


برای باز نمودن فایل برداری لازم است لایه های آن انتخاب شده و load شوند. پس در پنجره ظاهر شده، یکی یکی باند های مورد نظر را انتخاب و دکمه load را بزنید. با انتخاب آخرین باند دکمه Load & Close را فشار دهید.



۳-۳) معرفی سیستم مختصات و بیضوی

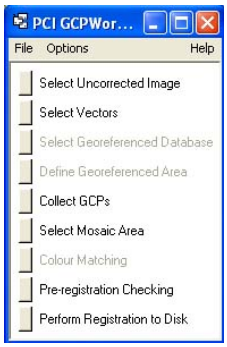
در این مرحله با زدن کلید Define Georeferenced Area در پنجره زیر مطابق آنچه در قبل ذکر شد، به معرفی سیستم مختصات منطقه مورد نظر بپردازید.



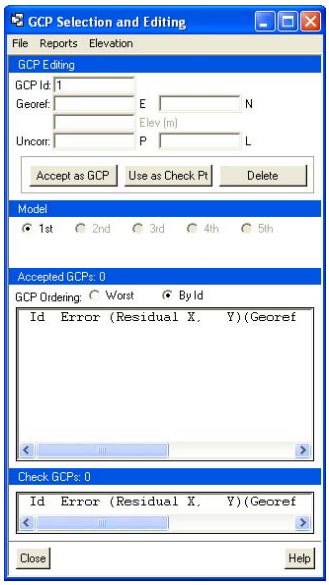
پس از انجام این کار نقشه منطقه قابل مشاهده می شود.

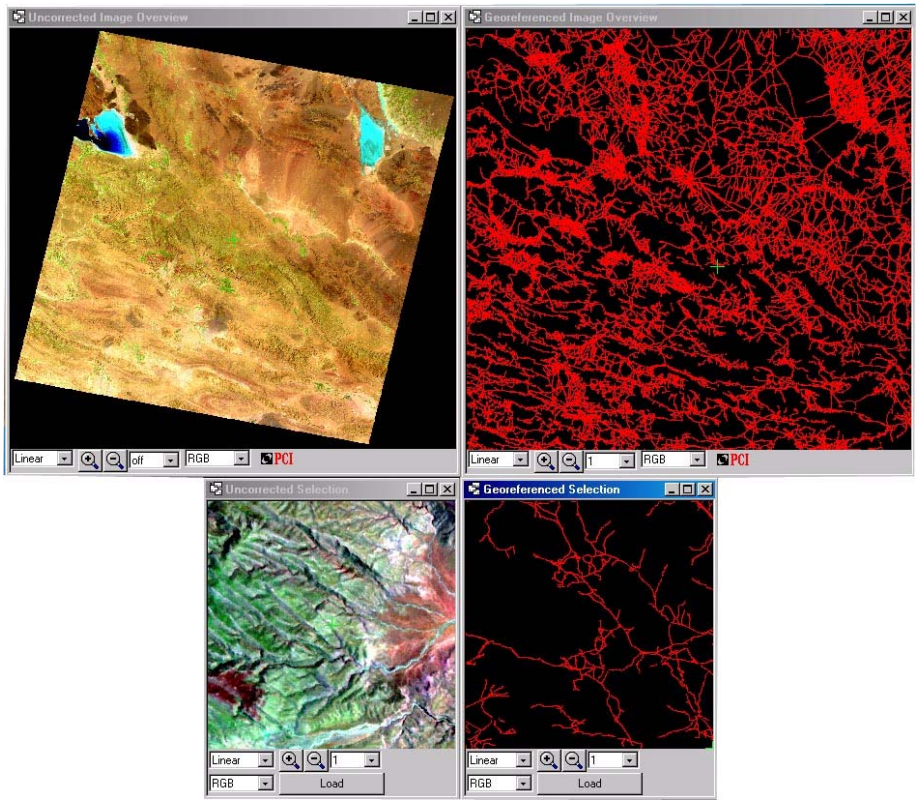
۳-۴) جمع آوری نقاط کنترل زمینی

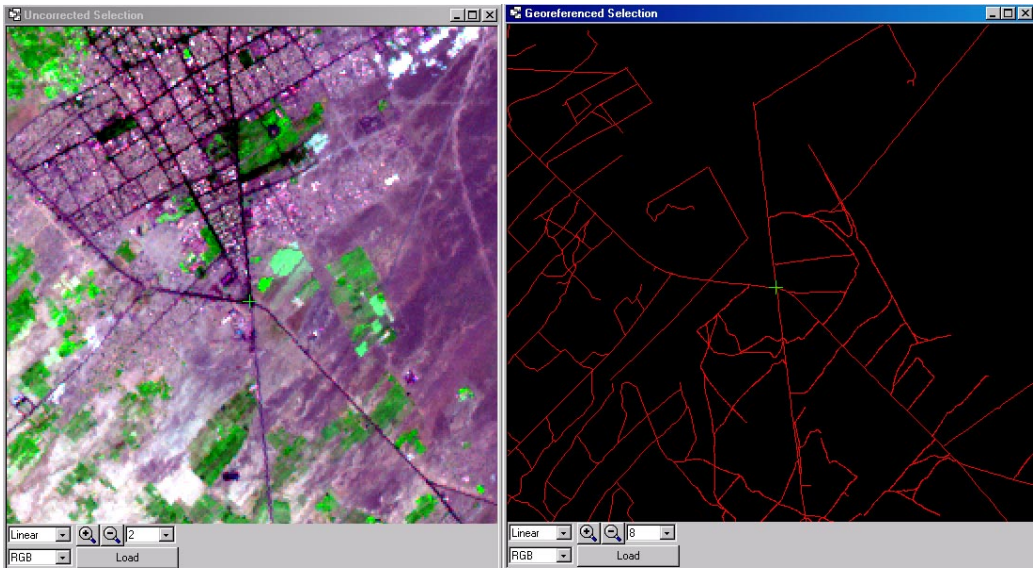
در این مرحله در پنجره زیر دکمه Collect GCP را برای گرفتن نقاط کنترل بفشارید.



پس از باز شدن پنجره ای مطابق شکل زیر، برای انتخاب نقاط کنترل، روی تصویر و نقشه به جستجوی نقاط متناظر بپردازید.







نقاط کنترل برای تعیین ارتباط بین تصویر خام و زمین به وسیله اختصاص دادن مختصات Pixel(P) و Line(L) در عکس به مختصات (X,Y,Z) روی زمین (که در اینجا از نقشه استخراج می شود) استفاده می شود. کیفیت نقاط کنترل زمینی، مستقیما روی دقت مدل ریاضی و در نتیجه دقت تصویر خروجی تاثیر می گذارد.

۳-۴-۱) نکاتی در مورد تعیین نقاط کنترل

هنگام تعیین نقاط کنترل موارد زیر را در نظر داشته باشید:

- عوارضی را انتخاب کنید که بر مبنای قدرت تفکیک تصویر به طور دقیق در تصویر قابل تشخیص باشند.

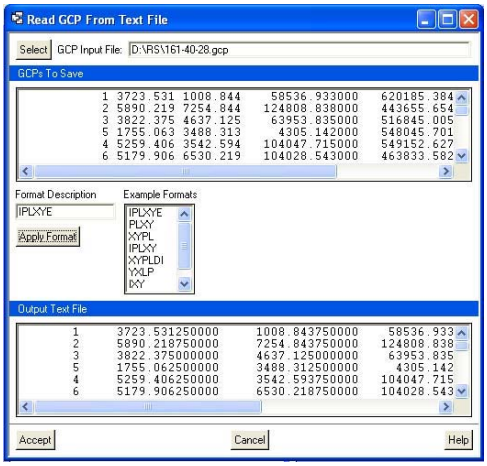
- عوارضی را انتخاب کنید که به سطح زمین نزدیک باشند، زیرا نقاطی که بالای سطح زمین قرار می گیرند مثل نقاط روی ساختمانها، ممکن است نسبت به مختصات واقعی خود روی زمین جابجایی داشته باشند.
- از انتخاب سایه ها به عنوان نقاط کنترل اجتناب کنید زیرا اگرچه سایه ها ممکن است به راحتی در تصاویر قابل تشخیص باشند اما ناپایدارند و ممکن است از یک تصویر به تصویر دیگر تغییر کنند.
- از انتخاب عوارض تکرارشونده ای مثل خطوط پارکینگها و خطوط روی بزرگراهها اجتناب کنید زیرا موقع تشخیص آنها روی تصویر ممکن است تشخیص محل صحیح آنها مشکل باشد.
- قبل از اینکه برای به دست آوردن مختصات زمینی نقاط کنترل به وسیله GPS یا نقشه برداری زمینی به سر زمین بروید، محل نقاطی را که می خواهید به عنوان نقطه کنترل زمینی در نظر بگیر ید را روی تصویر خام مشخص کنید.
- علاوه بر آنکه نقاط را در سرتاسر تصویر به صورت پراکنده انتخاب می کنید، آنها را در مناطقی با ارتفاعات متفاوت در نظر بگیرید.
- در صورتی که تصحیح بیش از یک تصویر مورد نظر باشد، نقاط را در مناطق پوشش تصاویر انتخاب کنید. اتنخاب نقاط با مختصات زمینی یکسان در دو یا چند تصویر به افزایش دقت مدل کمک می کند.
- در مورد تعداد نقاط کنترل مورد نیاز برا ی مدلهای مختلف در قسمت Ortho Engine توضیحات لازم آورده شده است.

پس از انتخاب دقیق هر جفت نقطه متناظر، در پنجره فوق (GCP Selection and Editing) دکمه Accept as GCP را بفشارید تا آن نقطه به عنوان نقطه کنترل ثبت شود.
به همین ترتیب تعدادی نقاط (با پراکندگی مناسب) را انتخاب نمائید. پس از انتخاب سه نقطه اول، نرم افزار معادله را حل می نماید و برای انتخاب نقطه چهارم به بعد، اگر بر روی Georeferenced Image کلیک نمائید، حدود نقطه متناظر آن را بر روی Uncorrected image نشان می دهد (و برعکس) که عملیات انتخاب نقاط کنترل را تسهیل می نماید.
در پنجره GCP Selection and Editing می توان درجه چند جمله ای مورد نظر را با توجه به تعداد نقاط تعیین نمود که معمولا درجه یک انتخاب می شود.

۳-۴-۲) ارزیابی دقت مدل ریاضی

خطای RMS برای هر نقطه کنترل در لیست Accepted GCPs و Check GCPs در این پنجره محاسبه و نمایش داده شده است. هم چنین میزان RMS کل نیز در این پنجره محاسبه شده است. با استفاده از این مقادیر می توان دقت ضرایب به دست آمده با استفاده از نقاط کنترل را کنترل نمود. به این ترتیب که اگر میزان RMS کل از میزان خطای پذیرفته شده بیشتر باشد، با مقایسه مقادیر RMS روی نقاط، نقطه یا نقاطی که دارای بیشترین میزان خطا هستند تعیین می شوند، که یا مورد تصحیح قرار می گیرند و یا از لیست نقاط حذف می شوند. معمولا خطای کمتر از یک پیکسل به عنوان خطای قابل قبول در نظر گرفته می شود. در صورتی که از روش Thin Plate Spline استفاده کرده باشید، مقادیر خطا در این پنجره برابر صفر خواهد بود و برای ارزیابی دقت مدل باید از گرفتن نقاط check کمک گرفت. نقاط چک به همان ترتیبی که برای نقاط کنترل ذکر شد، تهیه می شوند با این تفاوت که به جای فشردن دکمه accept as GCP لازم است دکمه Use as check Pt فشرده شود. با این کار مقادیر خطا روی نقاط check قابل مشاهده و بررسی خواهد بود. در این حالت در مناطقی که میزان خطای نقاط check، بیش از مقدار مجاز (معموا یک پیکسل) باشد لازم است که نقطه کنترل گرفته شود.

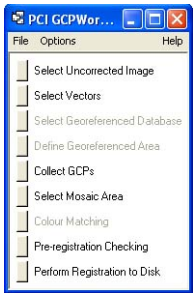
پس از ثبت و اخذ نقاط کنترل، لازم است نقاط به صورت یک فایل متنی ذخیره شوند. برای این کار در گزینه file گزینه save GCP text file را انتخاب کنید.
در پنجره ای که به صورت زیر باز می شود، پس از انتخاب مسیر و نام مناسب برای فایل متنی، با انتخاب فرمت دلخواه در لیست Example Formats و زدن دکمه Apply format، و فشردن دکمه accept این کار انجام می شود.



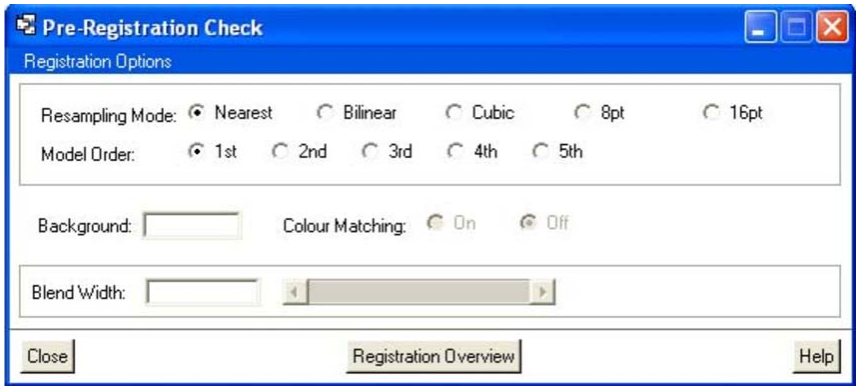
در این مرحله با تمام شدن کار انتخاب نقاط کنترل پنجره GCP selection and Editing را ببندید.

۳-۵) ساخت تصویر مختصات دار

در پنجره زیر دکمه Pre-registration checking را انتخاب کنید.



با زدن این دکمه پنجره ای مطابق زیر باز می شود.



ذکر این نکته در اینجا ضروری است که تصحیح هندسی در دو مرحله انجام می شود. ابتدا چند جمله ای تعیین شده در مرحله قبل (با استفاده از نقاط کنترل) روی تصویر خروجی (تصحیح شده) اعمال می شود تا برای هرپیکسل در تصویر خروجی محل پیکسل متناظر در تصویر ورودی تعیین شود. در مرحله دوم مقدار پیکسل برای قرار گرفتن در تصویر خروجی با استفاده از پیکسل یا پیکسل های ورودی با روش نمونه برداری (resampling) تعیین می شود.

۳-۵-۱) انتخاب روش نمونه برداری (resampling)

در این پنجره باید روش نمونه برداری (resampling) برای تولید تصویر تصحیح شده تعیین شود که از میان گزینه های موجود انتخاب می شود:

Nearest: روش Nearest Neighbors از نزدیکترین پیکسل به مختصات تعیین شده تصویر ورودی برای اختصاص درجه خاکستری استفاده می کند. این روش کمترین زمان محاسباتی را داراست زیرا مقدار درجه خاکستری را تغییر نمی دهد. در مواقعی که لازم است تغییرات جزئی در درجات خاکستری حفظ شود و یا در مراحل بعد قرار است تصویر طبقه بندی شود، و یا اگر تصویر طبق بندی شده ای مورد نمونه برداری قرار می گیرد، این روش ترجیح داده می شود. این روش خطای کوچکی به تصویر تصحیح شده اعمال می کند که بر اثر آن تصویر ممکن است تا نصف پیکسل دارای شیفت شود. این مساله باعث می شود که اگر دوران زیاد یا تغییر مقیاس زیادی در تصویر اعمال شده باشد تصویر خروجی به صورت دندانه دندانه در آید.

Bilinear: روش Bilinear Convolution، درجه خاکستری را از میانگین وزن دار چهار پیکسل نزدیک به مختصات تعیین شده در تصویر ورودی تعیین می کند. تصویر حاصل از این روش نسبت به روشNearest Neighbor نرم (smooth) تر است، اما مقادیر درجات خاکستری در این روش تغییر می کند که باعث محوشدگی (blurring) یا کاهش قدرت تفکیک تصویر می شود. به دلیل این تغییرات در درجات خاکستری هر نوع طبقه بندی تصویر باید قبل از این مرحله انجام شود. زمان مورد نیاز برای این روش سه یا چهار برابر روش Nearest Neighbor است.

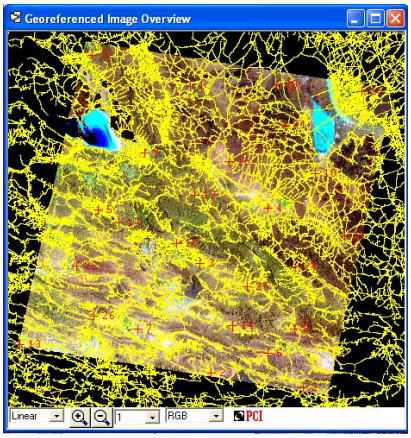
Cubic: روش Cubic Convolution درجه خاکستری را با استفاده از میانگین گیری وزن دار ۱۶ پیکسل نزدیک محاسبه می کند. تصویر حاصل از این روش کمی واضح تر از تصویر حاصل از روش Bilinear Convolution است و ناپیوستگی حاصل از روش Nearest Neighbor در آن وجود ندارد. هر نوع طبقه بندی تصویر باید قبل از اعمال این روش انجام شود. زمان مورد نیاز برای این روش ده برابر روش Nearest Neighbor است.

8Pt: روش (sinX)/X 8Pt درجه خاکستری را از میانگین گیری وزن دار ۶۴ نقطه نزدیک (یک پنجره ۸ در ۸) محاسبه می کند.

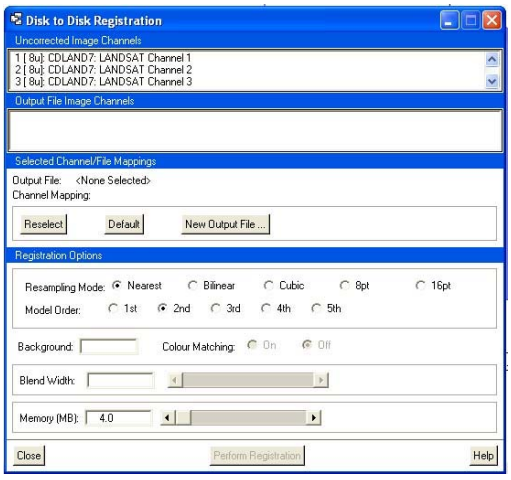
16Pt: روش (sinX)/X 16Pt درجه خاکستری را از میانگین گیری وزن دار ۲۵۶ نقطه نزدیک (یک پنجره ۱۶ در ۱۶) محاسبه می کند.

تصویر حاصل از دو روش فوق واضح تر از روش Bilinear Convolution است و ناپیوستگی حاصل از روش Nearest Neighbor در آن وجود ندارد. هر نوع طبقه بندی تصویر باید قبل از اعمال این روش انجام شود. زمان مورد نیاز برای روش 8Pt بیست تا چهل برابر و برای روش 16Pt چهل تا هشتاد برابر روش Nearest Neighbor است.

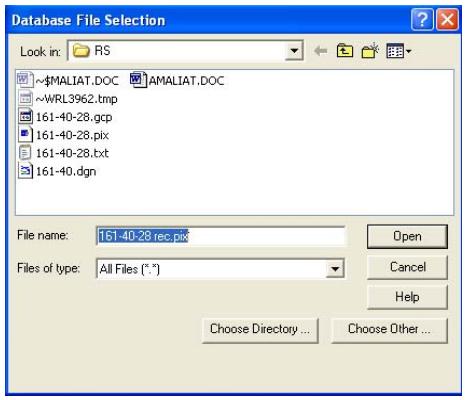
پس از انتخاب درجه چند جمله ای و روش نمونه برداری، با زدن دکمه Registration Overview می توان به صورت کلی تصویر را پس از تصحیح هندسی مشاهده کرده و با نقشه ای که روی آن قرار گرفته مقایسه نمود.



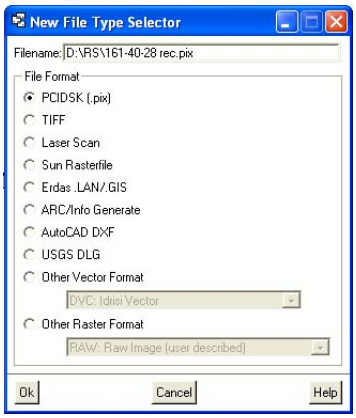
برای آنکه تصویر به طور کامل تصحیح شده و در یک فایل جداگانه ذخیره شود پس از بستن پنجره Pre-registration check، در پنجره اصلی PCI GCPwork ، گزینه Perform registration to disk را انتخاب کنید تا پنجره زیر باز شود.



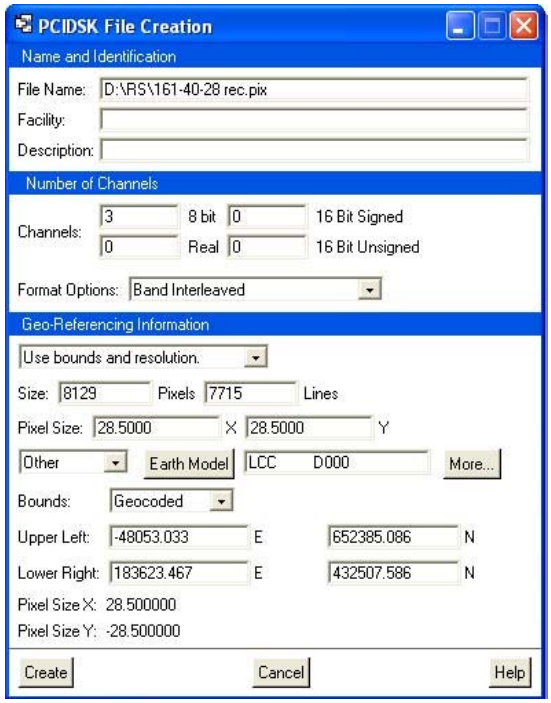
با زدن دکمه New output file و ظهور پنجره زیر نام و مسیر فایل جدید را معرفی کرده و دکمه open را بزنید.



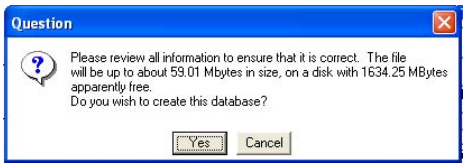
در پنجره ای که به صورت زیر باز می شود پس از انتخاب فرمت فایل خروجی، دکمه OK را بفشارید.



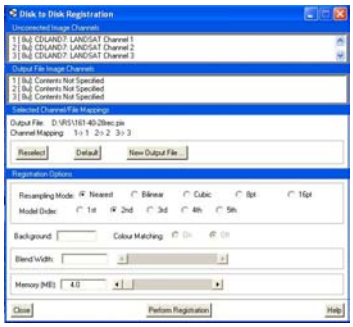
در پنجره PCIDSK در قسمت Number of Channels تعداد باندهای تصویر را درج کنید. در قسمت Georeferencing Information با زدن منوی کرکره ای، گزینه use bands and resolution را انتخاب کنید. در قسمت Pixel Size مقدار resolution تصویر را وارد کنید و دکمه Create را بفشارید.



در جواب سوالی که در مورد حجم داده، پرسیده می شود، مطابق شکل دکمه Yes را بفشارید.



با ظهور پنجره زیر پس از انتخاب باندهای مورد نظر در قسمت Uncorrected Image Channels و فرستادن آنها به قسمت Output Image Channels با کلیک روی هر یک و در صورت نیاز تعیین تعداد جملات و روش نمونه برداری ، دکمه Perform Registration را بفشارید.

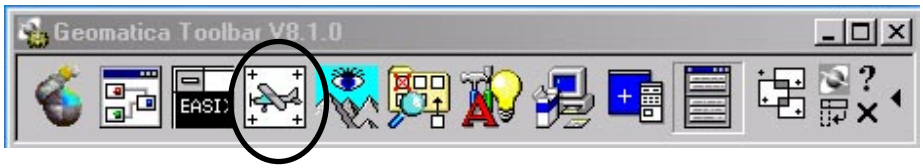


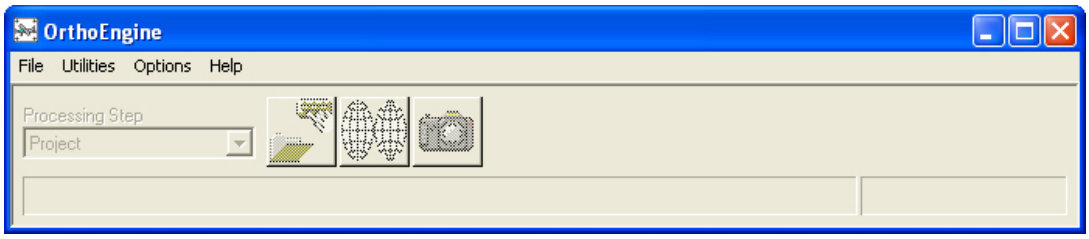
پس از اتمام این عملیات می توان تصویر تولید شده را مطابق آنه گفته شد، در image work مشاهده نمود.

۴) تولید تصاویر اورتو

تصاویر اورتو تصاویری هستند که علاوه بر اعوجاجات ذکر شده در قسمت های قبل، جابجایی های ناشی از اختلاف ارتفاع نیز در آنها بر طرف شده است. بنابر این با استفاده از یک مدل ریاضی که ارتفاعات را در نظر می گیرد و یک مدل ارتفاعی رقومی (DEM) می توان به این هدف دست یافت. کیفیت تصاویر اورتو مستقیما به کیفیت مدل ریاضی و DEM بستگی دارد. یک مدل ریاضی کم دقت یا یک DEM نادقیق، باعث ایجاد خطا در تصویر اورتو می شود.

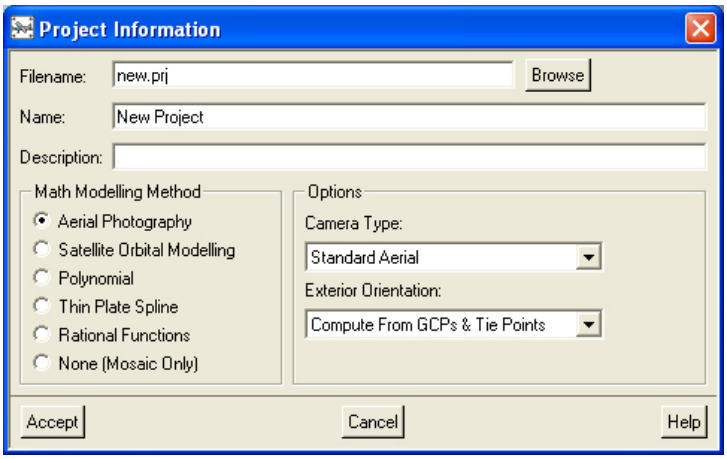
برای تهیه تصاویر اورتو، ماژولOrtho Engine را کلیک نمائید.





۴-۱) ساخت فایل پروژه

از منوی file گزینه new را انتخاب کنید تا پنجره ای مطابق زیر باز شود.



در این پنجره باید نوع مدل ریاضی مورد استفاده برای تصحیح تصویر را تعیین کنید.

۴-۱-۱) معرفی انواع مدل های ریاضی و تعداد نقاط کنترل مورد نیاز برای آنها

از میان مدلهای موجود در این قسمت، مدلهای Satellite Orbital Modelling، Polynomial، Thin Plate Spline و None (Mosaic Only) در قسمت GCPworks توضیح داده شده اند. مدلهای دیگر مطابق زیر می باشند.

Areal Photography:

مدل ریاضی عکس هوایی یک مدل rigorous بر مبنای هندسه دوربین عکسرداری هوایی است. با انتخاب این مدل، جبران اثرات تغییرات زمین و اعوجاجات موجود در دوربین مثل عدسی، فاصله کانونی، اثرات پرسپکتیو و موقعیت و وضعیت دوربین امکان پذیر خواهد بود. این مدل ریاضی موقعیت و جهت دوربین را در لحظه عکسبرداری محاسبه می کند. این مدل برای قسمتی از یک عکس، برای عکسی که قبلا تصحیح هندسی شده و یا هنگامی که اطلاعات کالیبراسیون دوربین در دست نیست، قابل استفاده نیست.

Satellite Orbital Modelling:

این مدل در قسمت GCP Works توضیح داده شده است، اما ذکر نکاتی در مورد تصاویر IKONOS در اینجا لازم به نظر می رسد:

Space Imaging تصاویر IKONOS را به فرمتهای مختلف توزیع می کند اما پارامترهای مداری را در اختیار قرار نمی دهد. مقرون به صرفه ترین محصول آن یعنی IKONOS GEO یک فایل تصویری ساده دارای دقت حداکثر ۱۵۰ متر بدون در نظر گرفتن اثرات زمین است. برای اورتو نمودن این تصاویر می توان با انتخاب مدل مداری ماهواره با استفاده از حداقل ۲۰ نقطه کنترل به دقت حدود ۳ تا ۴ متر رسید.

تصاویر IKONOS Ortho Kit یک فایل GEOTIFF است که یک فایل متنی به نام Image Geometry Model (IGM) حاوی ضرایب Rapid Positioning Capability (RPC) به همراه دارد. این تصاویر هم چنان داده های مداری ماهواره را در بر ندارند اما در فایل متنی ضرایب RPC برای تعریف مدل ریاضی توابع Rational وجود دارد. استفاده از این توابع برای این نوع تصویر با استفاده از این فایل متنی، دقتی حدود ۱۰ تا ۲۵ متر را برای تصاویر حاصل می کند. اما با افزودن یک یا دو نقطه کنترل می توان دقت را به ۳ تا ۴ متر رسانید (چگونگی این روش در قسمت های بعدی توضیح داده شده است). البته از این تصاویر GEOTIFF نیز میتوان به روش قبل در مدل مداری ماهواره استفاده نمود.

Rational Function:

این مدل در مواقعی که در زیر ذکر می شود قابل استفاده می باشد:

- اطلاعات مورد نیاز برای یک مدل ریاضی rigorous وجود نداشته باشد. (پارامترهای مداری برای یک سری سنجنده های خاص)
- تصویر از قبل مورد تصحیح هندسی قرار گرفته باشد.
- تولید کنندگان داده ها مدل ریاضی را محاسبه کرده و آن را به همراه تصویر در اختیار قرار داده باشند. (مثل داده های IKONOS)
- موقعی که تصحیح کل تصویر مورد نظر نباشد.

این مدل از آنجا که ارتفاعات را در نظر می گیرد، می تواند نسبت به مدلهای Polynomial و Thin Plate Spline دقیقتر باشد اما ممکن است به تعداد زیادی نقطه کنترل نیاز داشته باشد. این مدل نسبت دو تابع چند جمله اس را برای محاسبه سطر و مشابه چنین نسبتی را برای محاسبه ستون استفاده می کند. هر چهار چند جملهای مورد استفاده تابعی از سه مختصات X، Y و Z می باشند. هر چند جمله ای حداکثر دارای ۲۰ ضریب است البته بعضی از این ضرایب اغلب صفر هستند. ضرایب چند جمله ای ها که داده های Rapid Positioning Capability (RPC) نامیده می شوند، به دو روش به دست می آیند:

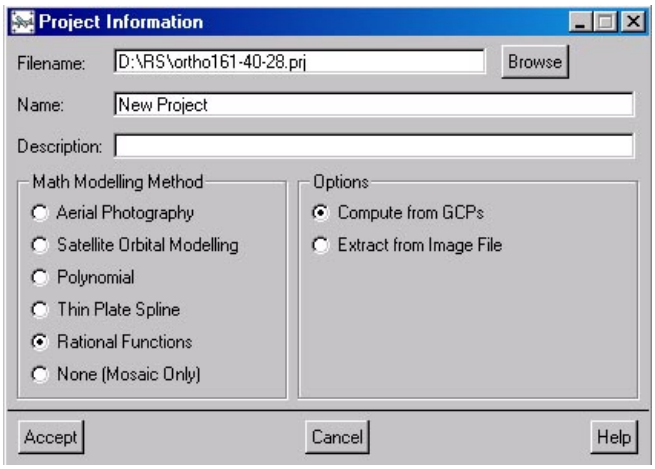
- محاسبه نرم افزار با استفاده از تعدادی نقطه کنترل: کمترین تعداد نقاط مورد نیاز در این روش با ضرب تعداد ضرایب در ۲، منهای یک به دست می آید. مثلا اگر بخواهید از ۱۰ ضریب استفاده کنید به ۱۹ نقطه احتیاج دارید.
- محاسبه ضرایب برای هر تصویر توسط تولید کنندگان تصاویر و در اختیار گذاشتن آنها به همراه تصویر: تهیه ضرایب از این روش تنها برای تصاویر IKONOS (Ortho Kit)، QuickBird و تصاویری که با فرمت NITF 2.0 توزیع میشوند و داده های RPC در فایل NITF موجود می باشد، امکان پذیر است. ضرایب به صورت خودکار وارد Ortho Engine می شوند. اما افزودن نقاط کنترل زمینی می تواند مدل ریاضی را بهبود بخشد.

بیشترین توان برای هر مولفه (X,Y,Z) در معادله عدد ۳ است و مجموع توان های آنها برای هر جمله نباید از ۳ بیشتر شود. یعنی ضرایب چند جمله ای برای مواقعی که مجموع ضرایب بیشتر از ۳ باشد، صفر است.

استفاده از تعداد ضرایب بیشتر باعث می شود که در نزدیکی نقاط کنترل دقت مدل بیشتر شود اما ممکن است که در فواصل دورتر از نقاط، خطاهای بزرگی ایجادکند. خطاهای ایجاد شده گاهی بزرگتر از خطاهای اولیه موجود در تصویر می شوند. معمولا استفاده از تعداد ۱۰ ضریب توصیه می شود اما تجربه نشان داده است که با تعداد ۶ تا ۸ ضریب هم می توان به نتایج خوبی دست یافت.
جدول زیر حداقل تعداد نقاط کنترل برای مدلهای مختلف را نشان می دهد. توصیه می شود که تعداد نقاط بیشتری برای رسیدن به دقت مورد نظر استفاده شود، اما معمولا تعداد بیش از ۲۰ نقطه کنترل در هر تصویر دقت اغلب مدل ها را به مقدار قابل توجهی بالا نمی برد. برای بهبود دقت، نقاط کنترل را در سرتاسر تصویر، در مناطق با ارتفاعات مختلف و در محل های پوشش تصاویر انتخاب کنید. هم چنین کیفیت نقاط کنترل بر تعداد مورد نیاز برای رسیدن به دقت مورد نظر تاثیر می گذارد.

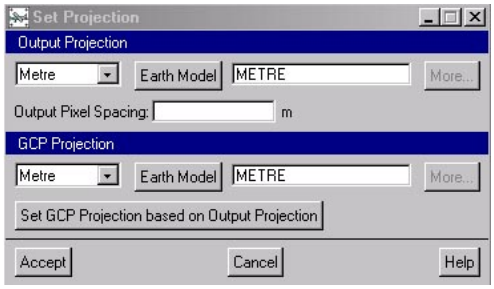
Math Model	Minimum GCPs	Recommended
Aerial Photography	3 or 4 per project	3 per photo for highest accuracy
Satellite Orbital:		
Optical		
SPOT 1 TO 4	4 per image	depends on GCP quality
SPOT 5	6 per image	depends on GCP quality
IRS, ASTER, EOC	6 per image	6 to 8 per image
LANDSAT, QUICKBIRD	6 per image	10 to 12 per image
IKONOS	8 per image	10 to 12 per image
SAR images		
RADARSAT, ERS, JERS, ASAR, EROS	8 per image	10 to 12 per image
RADARSAT with the RADARSAT specific model	GCPs optional	improve accuracy with 1 or 2 GCPs
Rational Functions:		
If Computed from GCPs	5 per image*	19 per image*
If Extracted from Image File	none	optional, for IKONOS Ortho Kit improve accuracy with 1 or more GCPs
Thin Plate Spline	3 per image	more than the minimum will average out errors introduced by inaccurate GCPs or terrain variations
Polynomial:		
First-order	4 per image	more than the minimum will average out errors introduced by inaccurate GCPs
Second-order	7 per image	
Third-order	11 per image	
Fourth-order	16 per image	
Fifth-order	22 per image	

در صورتی که بخواهید از مدل Rational برای اورتو نمودن تصاویر مورد نظر استفاده کنید، پس از وارد کردن نام پروژه در قسمت Filename و انتخاب مدل ریاضی Rational Function و Compute from GCPs دکمه Accept را بزنید.



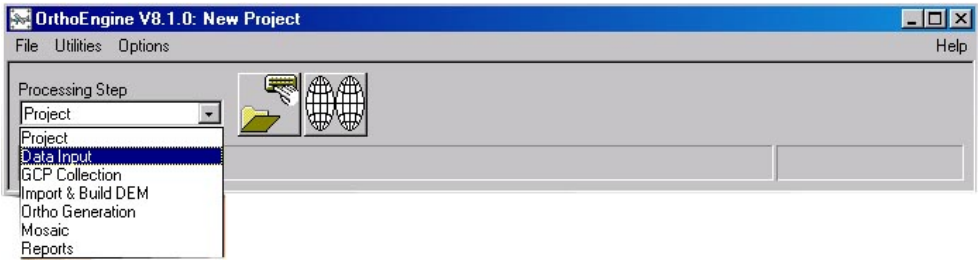
۴-۲) معرفی سیستم مختصات و بیضوی

در پنجره ای که به شکل زیر باز می شود، باید سیستم مختصات و قدرت تفکیک تصویر را مطابق آنچه ذکر شد، وارد کنید.

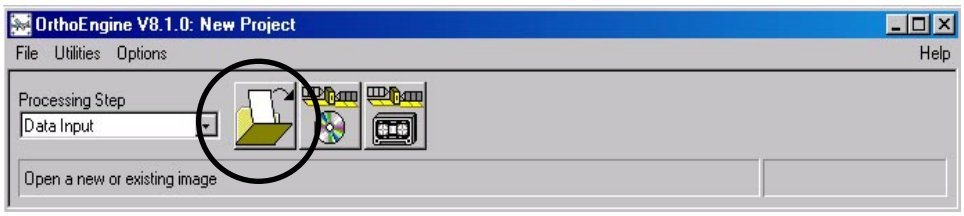


۴-۳) ورود داده ها

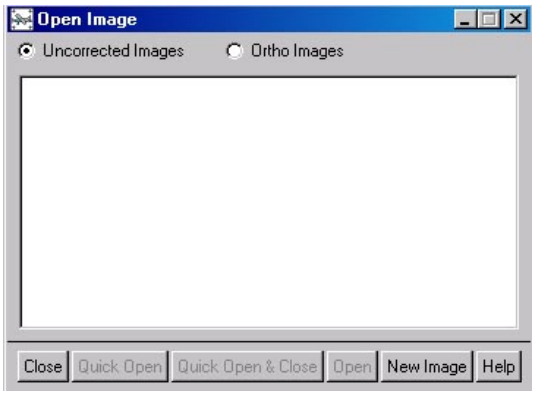
از منوی اصلی، مرحله بعدی یعنیData Input را انتخاب کنید.



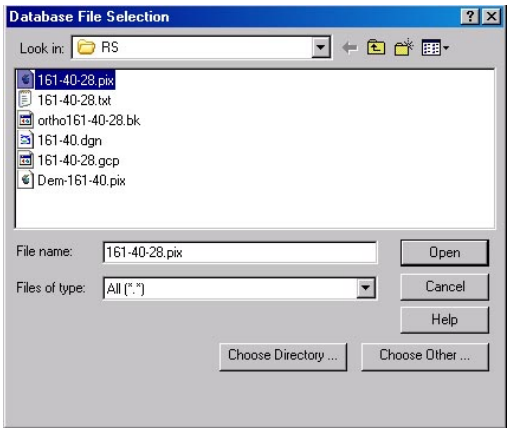
مطابق شکل زیر Open a new or existing image راکلیک کنید.



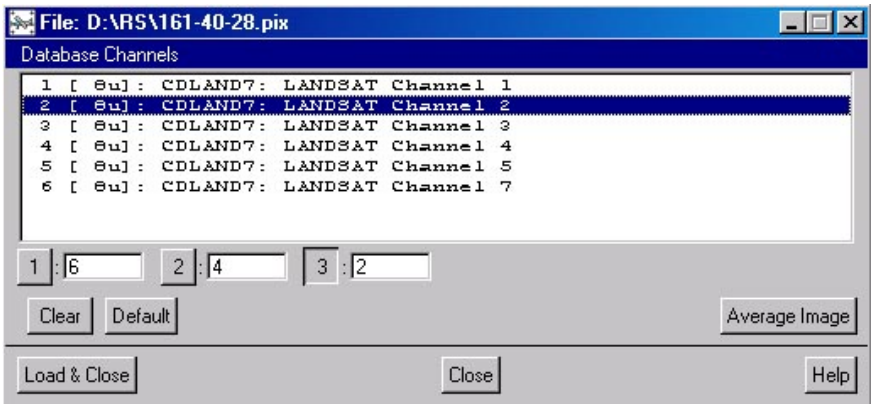
دکمه New Image را بفشارید.



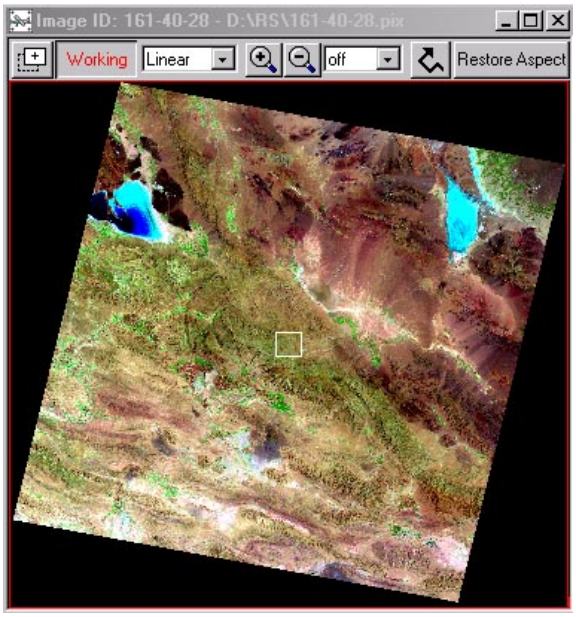
تصویر مورد نظر را open نمائید.



در پنجره ظاهر شده زیر باندهای دلخواه را بعنوان RGB انتخاب نمائید.

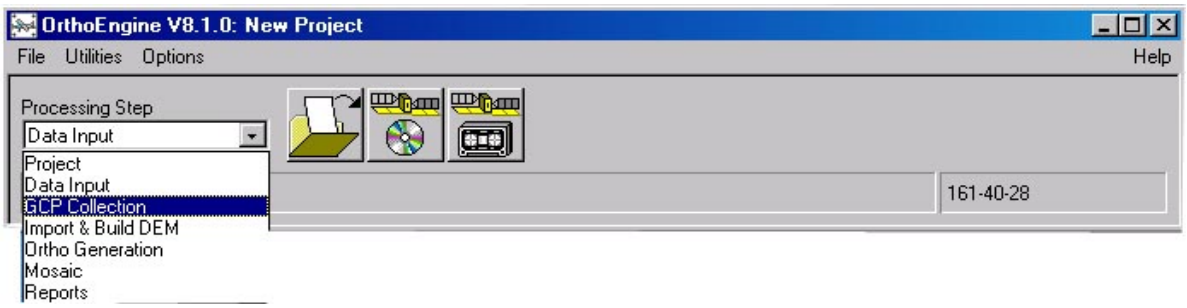


دکمه Load & close را کلیک کنید تا نرم افزار تصویر را نمایش دهد.

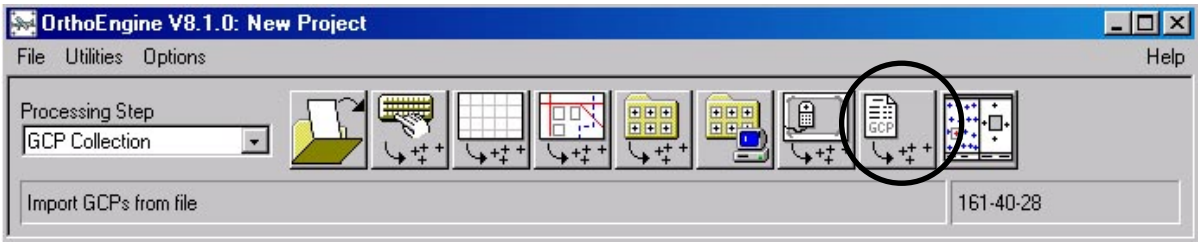


۴-۴) جمع آوری نقاط کنترل زمینی

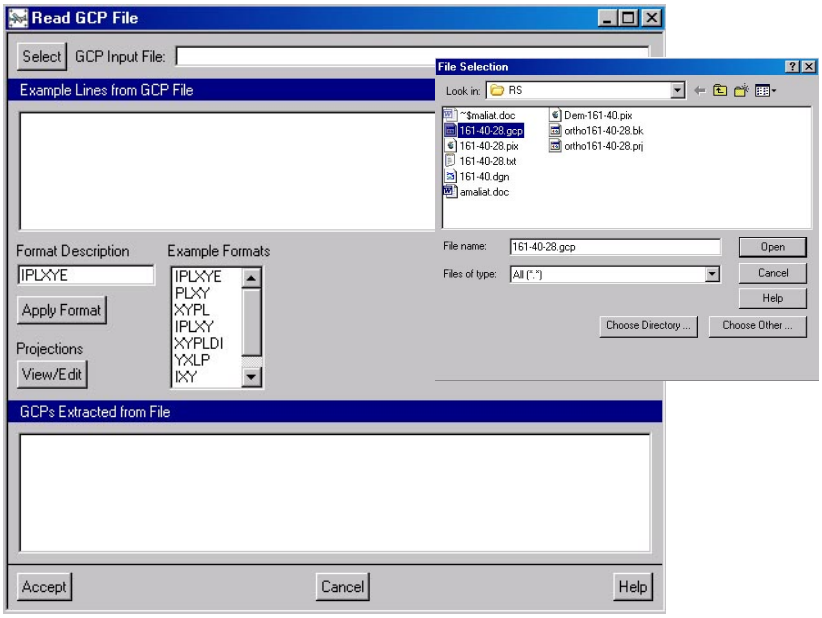
از منوی اصلی GCP Collection را انتخاب نمائید.



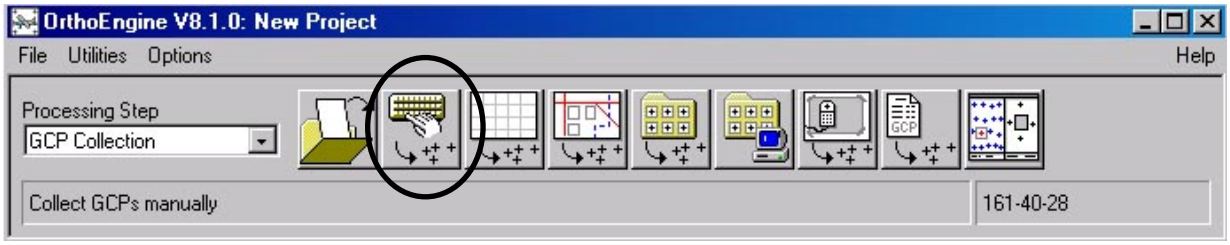
در صورتیکه نقاطی از قبل گرفته شده باشند، Import GCPs from file را انتخاب کنید.



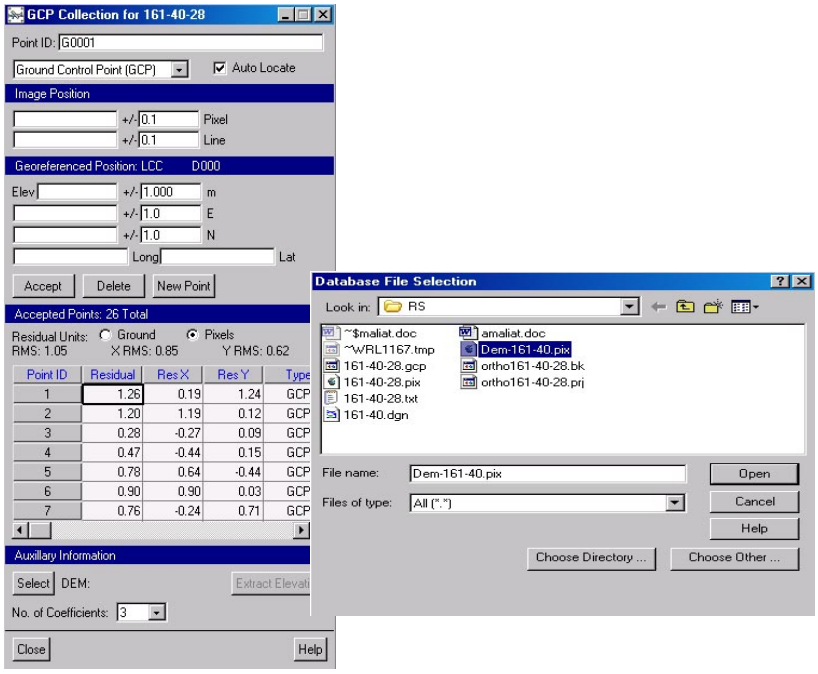
گزینه Select را کلیک کرده و فایل حاوی نقاط کنترل را انتخاب نمائید. مطابق قسمتهای قبل، دکمه Apply Format و Accept را بفشارید.



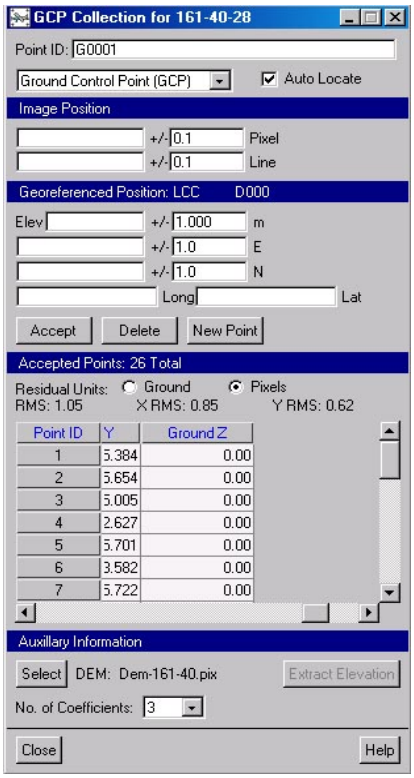
Collect GCPs manually را از منوی اصلی انتخاب نمائید تا لیست نقاط را مشاهده کنید.



سپس DEM منطقه را با زدن دکمه Select در قسمت Auxiliary Information و معرفی مسیر DEM مورد نظر وارد کنید.



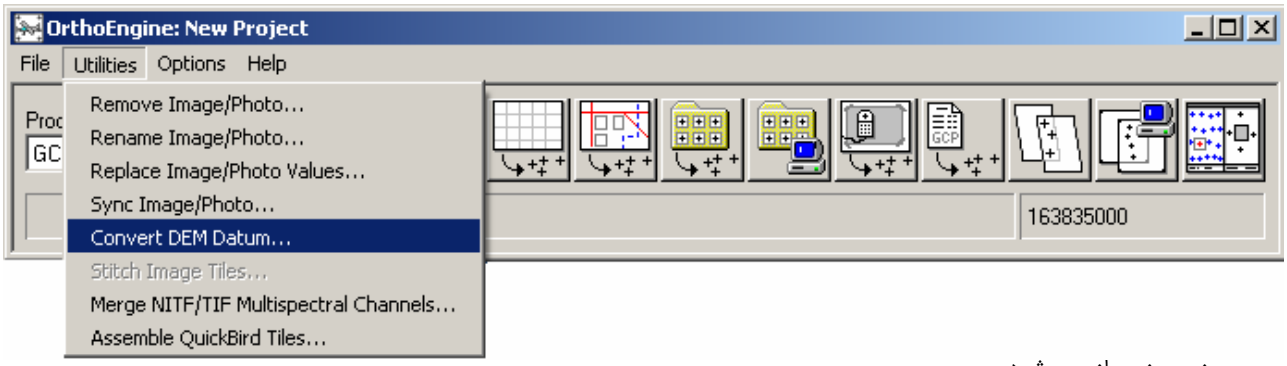
در پنجره باز شده، پس از انتخاب کانال DEM مورد نظر، مقدار Background Elevation بایستی وارد شود. منظور از این مقدار، مقدار عددی در نظر گرفته شده برای مناطق بدون داده یا No Data Value می باشد که معمولا مقداری خیلی بیشتر یا کمتر از ارتفاعات موجود در منطقه در نظر گرفته می شود. مثلا در DEM های سازمان نقشه برداری این مقدار معادل ۱۰۰- در نظر گرفته شده است. هم چنین در مواقعی که DEM تمام منطقه تحت پوشش تصویر را در بر نمی گیرد، لازم است مقدار عددی آن مناطق خالی (در صورت وجود) در این قسمت وارد شود. در لیست نقاط مشاهده می شود که هیچیک از نقاط دارای مولفه Ground Z نیستند و برای همه آنها صفردر نظرگرفته شده است. حال باید ارتفاع هر یک از این نقاط را از روی DEM استخراج نمائید تا معادله قابل حل شود.



در مورد تهیه تصاویر اورتو، DEM در دو مرحله استفاده می شود. یکی برای استخراج ارتفاع نقاط کنترل در این مرحله و دیگری در مرحله آخر برای تولید تصویر اورتو. در هر دو مرحله باید در مورد مبنای ارتفاعی DEM دقت لازم را به کار برد. بیشتر مدلهای ریاضی بر مبنای نقاط کنترل هستند، و نقاط کنترل معمولا بر مبنای سطح متوسط دریا (MSL) یا سطح زئوئید می باشند. اما مدل ماهواره ای RadarSat و مدل توابع Rational مورد استفاده برای تصاویر IKONOS-Geo Ortho Kit بر مبنای بیضوی می باشند. مبنای ارتفاعی این دو مدل در عوض نقاط کنترل (که معمولا بر مبنای زئوئید هستند)، بر مبنای اطلاعات مداری است و اطلاعات مداری همیشه بر مبنای بیضوی هستند. از انجا که اختلاف بین زئوئید و بیضوی در بعضی مناطق به ۱۰۷ متر نیز می رسد، لازم است مبنای ارتفاعی نقاط کنترل و DEM مورد استفاده برای تهیه تصاویر اورتو با مدل ریاضی هم خوانی داشته باشد.

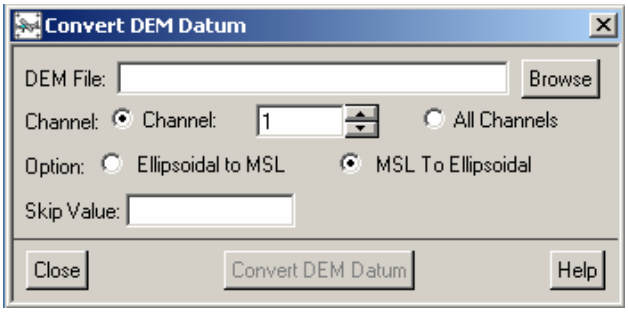
۴-۴-۱) تغییر سطح مبنای ارتفاعی DEM

در صورتیکه لازم باشد سطح مبنای DEM مورد استفاده تغییر کند، طبق مراحل زیر عمل کنید.
از منوی Utilities گزینه Convert DEM Datum را انتخاب کنید.



سپس پنجره زیر باز می شود.

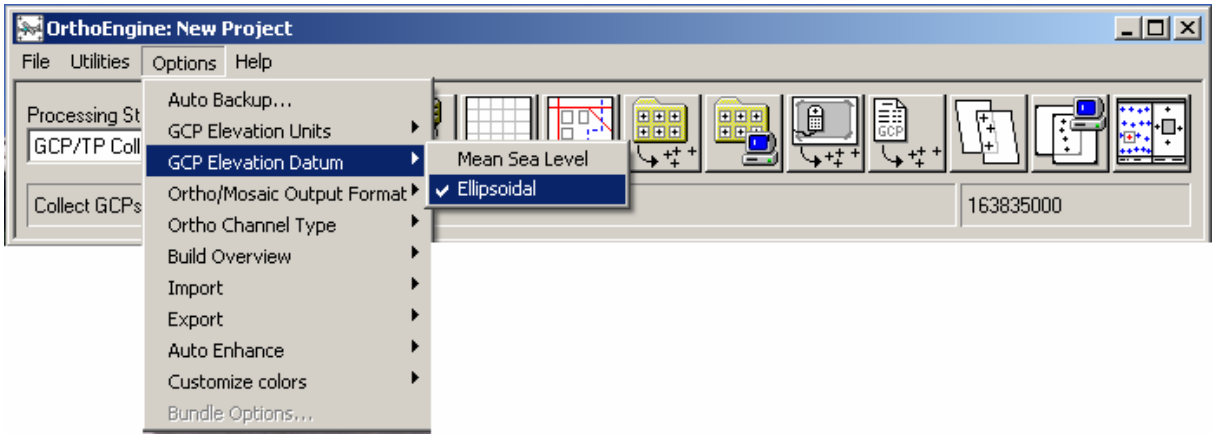
در قسمت DEM File مسیر فایل DEM، در قسمت Channel، شماره کانل مورد نظر از DEM انتخاب شده، و در قسمت Option، گزینه MSL To Ellipsoid را برای تبدیل به سطح مبنای بیضوی انتخاب کنید.



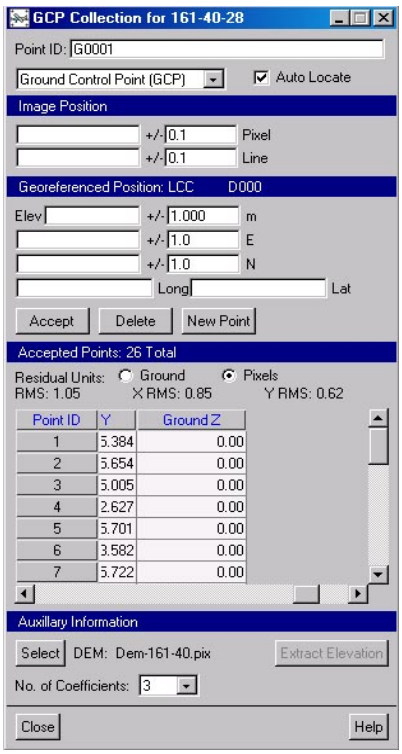
در قسمت Skip Value مقادیری که لازم نیست مورد تبدیل قرار گیرند مثل مقدار background وارد می شود. در نهایت دکمه Convert DEM Datum را برای انجام تبدیل کلیک کنید.

پس از انجام مراحل فوق لازم است در پنجره مربوط به انتخاب نقاط کنترل پس از انتخاب DEM مورد نظر، در پنجره باز شده به شکل زیر در قسمت Datum گزینه Ellipsoid را انتخاب کرده و سپس دکمه Select را بفشارید.

به منظور استفاده داده های ارتفاعی از سطح مبنای بیضوی در قسمت Option/GCP Elevation Datum گزینه Ellipsoidal را انتخاب کنید.



برای انتخاب DEM و استخراج ارتفاع برای نقاط، در لیست نقاط، روی هر یک از نقاط کلیک کرده، دکمه Extract Elevation را فشار دهید و سپس Accept نمائید.



در پنجره GCP Selection می توان درجه چند جمله ای مورد نظر را با توجه به تعداد نقاط تعیین نمود. باید توجه شود که تعداد ضرایب را نباید خیلی بالا انتخاب نمود چون ضرایب بالا باعث می شود تا RMSE روی نقاط کنترل کم شود اما دقت مدل در مناطق دیگر از بین برود. به عنوان مثال در مورد تصاویر IKONOS تجربه نشان داد که در اکثر موارد ضرایب ۶ یا ۷ مناسب بوده اند.
هم چنین خطای باقیمانده برای هر نقطه کنترل در لیست Accepted GCPs و میزان RMS کل در این پنجره محاسبه و نمایش داده شده است. با استفاده از این مقادیر می توان دقت ضرایب به دست آمده با استفاده از نقاط کنترل را کنترل نمود.

۴-۴-۲) ارزیابی دقت مدل ریاضی

از آنجا که تعیین بهترین راه حل ممکن برای مدل ریاضی اساس پروژه است، دانستن اینکه آیا روش مورد نظر برای رسیدن به نتایج مورد نظر خوب است یا نه، مهم است و در صورتی که روش مناسب نباشد باید مراحلی را برای تعدیل مدل انجام داد. استفاده از خطاهای باقیمانده (residual errors) برای دانستن این مورد مناسب است. خطاهای باقیمانده از اختلاف بین مختصات وارد شده برای نقاط کنترل یا گرهی و مختصات محاسبه شده برای آنها بر مبنای مدل ریاضی تعیین شده است. خطاهای باقیمانده لزوما خطای روی نقاط GCP یا نقاط گرهی را نشان نمی دهند، بلکه بیشتر کیفیت کلی مدل ریاضی را نمایش می دهند. به عبارت دیگر خطاهای باقیمانده لزوما اشتباهاتی نیستند که باید اصلاح شوند. آنها ممکن است نقاط نامناسب (bad points) را مشخص کنند اما در کل آنها مشخص می کنند که مدل ریاضی محاسبه شده تا چه حد به سیستم مختصات زمینی منطبق (fit) شده است.
راه دیگر برای تحقیق کیفیت مدل انتخاب بعضی نقاط GCP به عنوان نقطه check است. نقاط check در محاسبه مدل ریاضی استفاده نمی شوند اما اختلاف بین مختصات اولیه و مختصات حاصل از مدل آنها محاسبه و نمایش داده می شود. بنابراین نقاط check ارزیابی دقت مستقلی از مدل ریاضی حاصل می کنند.
در بیشتر پروژه ها، هدف، رسیدن به خطای باقیمانده یک پیکسل یا کمتر است. به هر حال باید در نظر گرفته شود که چطور قدرت تفکیک تصویر، دقت مبنای نقاط کنترل زمینی (نقشه، تصویر و . . .) و سازگاری بین مبنای نقاط کنترل زمینی و تصویر می تواند روی خطاهای باقیمانده تاثیر بگذارد. برای مثال:

- موقع استفاده از یک نقشه تو پوگرافی به عنوان مبنای نقاط کنترل عوارض ممکن است چند متر شیفت داشته باشند (مثلا به علت زیباسازی نقشه ها) که این مساله دقت مختصات مورد استفاده که از نقشه حاصل می شود را کم می کند. هم چنین جزئیات قابل مشاهده روی یک نقشه ۱:۵۰۰۰۰ ممکن است با قدرت تفکیک بالای عکسهای هوایی سازگار نباشد. برای مثال اگر

یک تقاطع جاده در یک نقشه به عنوان نقطه کنترل در نظر گرفته شود همان نقطه ممکن است روی یک عکس هوایی شامل چند پیکسل باشد. پس خطاهای باقیمانده بیش از یک پیکسل خواهد بود.

- برای مختصات دار کردن یک تصویر IKONOS با استفاده از یک تصویر LANDSAT حتی اگر نقطه ای صحیح در تصویر IKONOS گرفته شود، دقت انتخاب آن نقطه در تصویر LANDSAT حدود ۳۰ متر خواهد بود. پس دقت ذکر شده چند متر برای IKONOS در صورت داشتن نقاط مناسب امکان پذیر خواهد بود.
- دقت ۲۵۰ متر در نظر اول زیاد به نظر می رسد اما زمانی که قدرت تفکیک تصویر ۱۰۰۰ متر باشد این مقدار دقت زیر پیکسل خواهد بود.

اگر باقیمانده یک یا چند نقطه کنترل یا گرهی نسبت به دیگران خیلی بیشتر باشد ممکن است در اثر خطا در مختصات اولیه نقاط کنترل، اشتباه در وارد کردن مختصات یا اشتباه در تعیین موقعیت آن روی تصویر خام باشد. در این صورت نقاط دوباره کنترل شده و خطایشان کشف و تصحیح می شود و اگر اشتباه کشف نشد نقطه حذف شده یا جزو نقاط چک در نظر گرفته می شود.

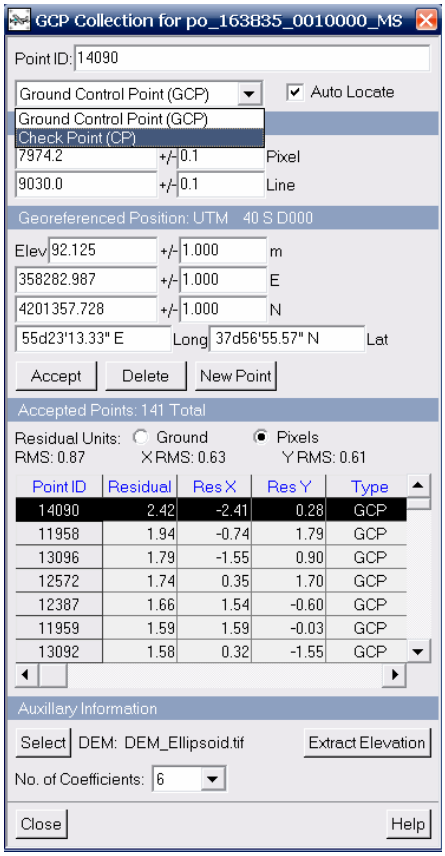
اگر خطای باقیمانده برای همه نقاط کنترل یا گرهی، در مجموع بالا باشد حل مدل ضعیف انجام شده است که می تواند بر اثر انتخاب نقاط کنترل نا دقیق، خطا در سیستم تصویر یا دیتوم، توزیع نامناسب نقاط کنترل یا تعداد ناکافی نقاط کنترل باشد.

اگر همه خطاهای باقیمانده صفر باشد، مشخص می شود که حداقل تعداد نقاط کنترل یا کمتر از آن در نظر گرفته شده که باید تعداد نقاط را اضافه نمود (البته به جز مدل Thin Plate Spline که در آن باقیمانده نقاط کنترل همیشه صفر است).

اگر در خطا های باقیمانده خطای سیستماتیکی موجود باشد، یعنی در یک قسمت از تصویر یا پروژه ایجاد شده باشد، مشخص می شود که در منطقه مشکل دار به نقاط کنترل بیشتری نیاز است و یا اینکه یک یا چند نقطه بد در منطقه وجود دارد که باعث خرابی مدل ریاضی می شود. تشخیص نقاط نامناسب در این حالت مشکل خواهد بود زیرا نقاط روی یکدیگر تاثیر می گذارند.

۳-۴-۴) جمع آوری نقاط Check

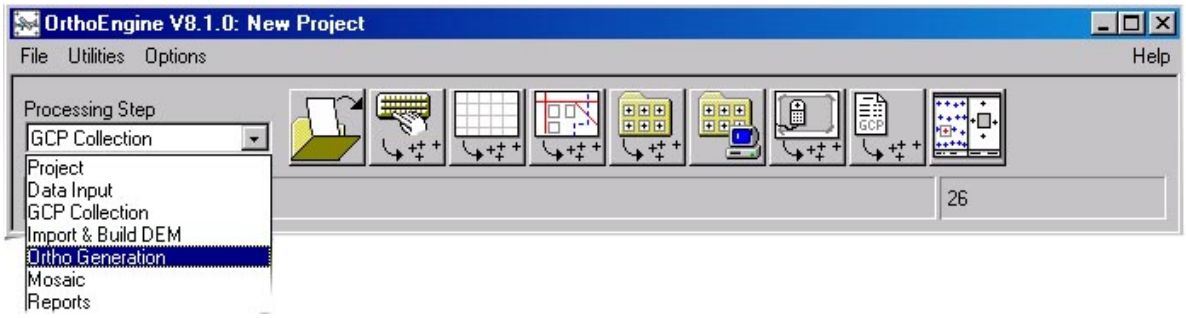
در صورتی که بخواهید تعدادی از نقاط را به عنوان نقطه check در نظر بگیرید، پس از انتخاب نقطه مورد نظر با فشردن منوی کرکره ای، Check Point(CP) را انتخاب کنید و سپس دکمه Accept را کلیک کنید.



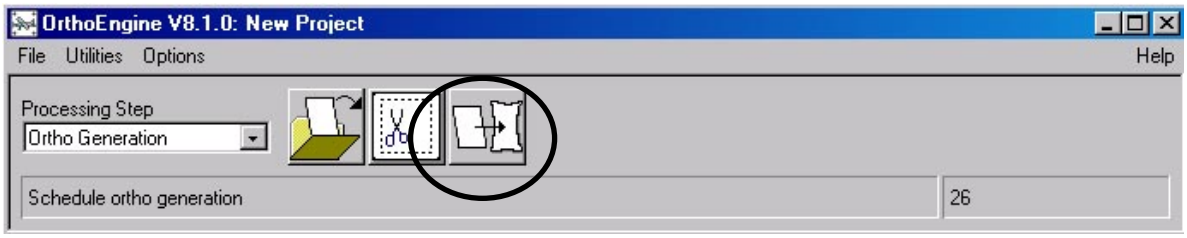
در صورتی که مقدار RMS مقدار مناسبی باشد (معمولا زیر یک پیکسل) این پنجره را close نمائید.

۴-۵) ساخت تصویر اورتو

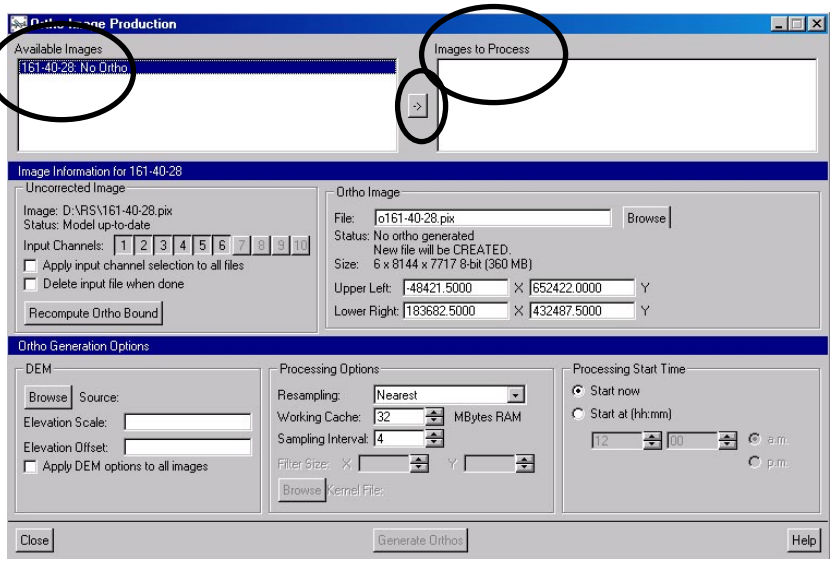
در منوی اصلی گزینه Ortho Generation را انتخاب کنید.



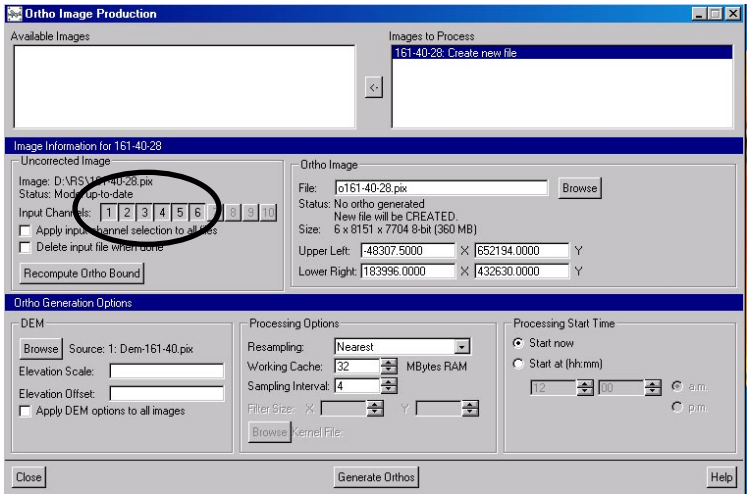
در منوی مربوط به Ortho Generation دکمه Schedule ortho generation را کلیک نمائید.



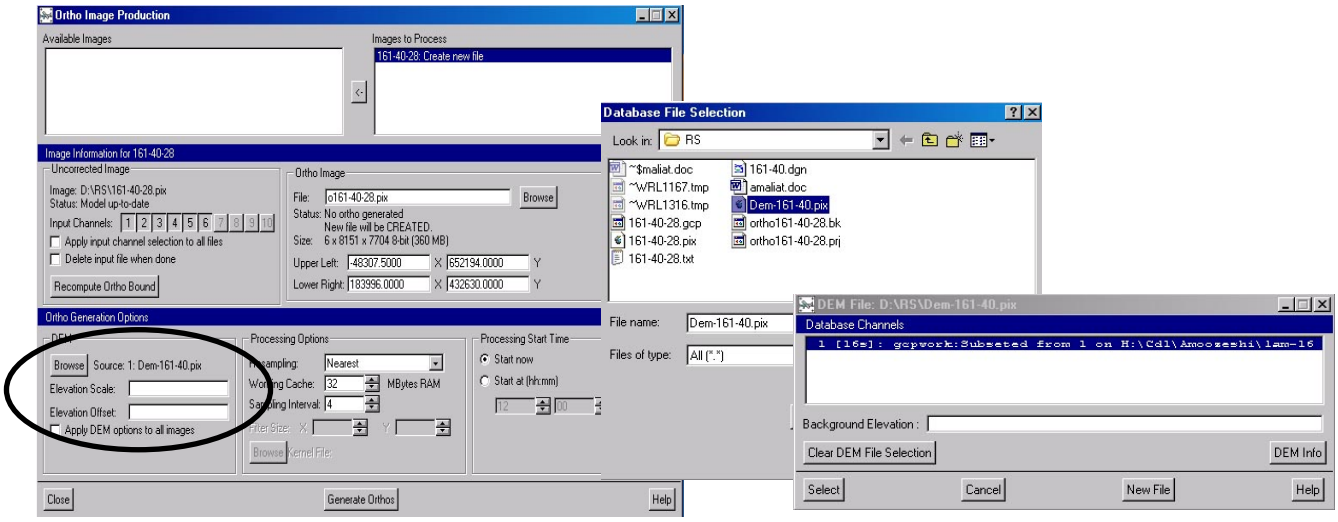
در پنجره ظاهر شده، تصویر موجود در قسمت Available Images را با استفاده از فلش مقابل آن بـه قـسمتImages to Process منتقل نمائید.



در قسمت Image Information مطابق شکل زیر، تعداد کانالهای تصویر که نهایتا ارتو خواهند شد قابل مشاهده است.



در قسمت DEM ، مدل ارتفاعی رقومی مربوط به منطقه را با توجه به سطح مبنای ارتفاعی و مقدار background elevation آن را مطابق شکل زیر انتخاب نمائید.



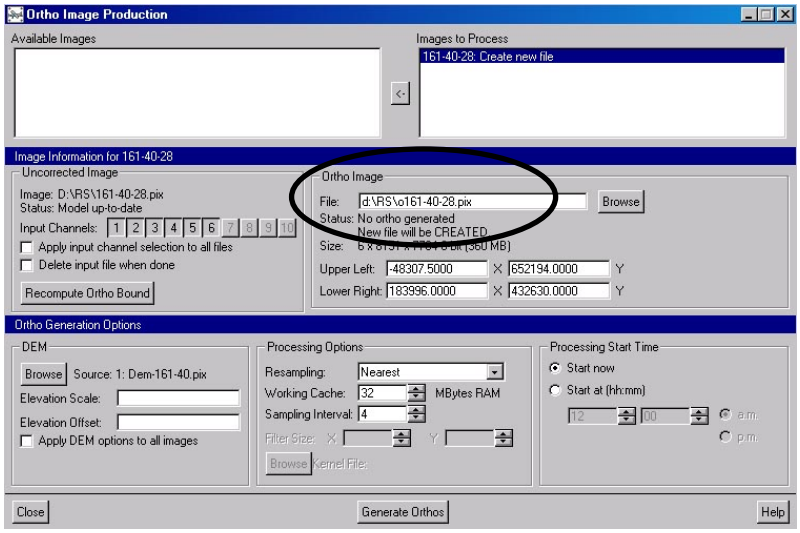
۴-۵-۱) نکاتی در مورد انتخاب DEM

در صورتی که از مدلهای چند جمله ای یا Thin Plate Spline استفاده کرده باشید، اجازه انتخاب DEM را نخواهید داشت زیرا این روشها تنها تصویر را مورد تصحیح هندسی قرار می دهند. چند جمله ای ها برای تاباندن تصویر خام حول نقاط GCP برای منطبق (fit) کردن تصویر به سیستم مختصات زمینی استفاده می شوند و Thin Plate Spline ها از GCP ها به طور همزمان برای منطبق (fit) کردن تصویر خام به سیستم مختصات زمینی به وسیله توزیع ترانسفورماسیون روی کل تصویر استفاده می کنند. اما توابع Rational از GCP ها برای ساخت یک رابطه بین پیکسل ها و موقعیت های زمینی آنها استفاده می کنند و مدل مداری ماهواره نیز این رابطه را در لحظه اخذ تصویر ایجاد می کند، پس امکان استفاده از DEM و تولید تصاویر اورتو با استفاده از آنها وجود دارد.

در مورد انتخاب DEM باید به این نکته توجه شود که آیا DEM مورد نظر سطح دقتی را که برای پروژه در نظر گرفته شده است را فراهم می کند یا نه. مثلا زمانی که هدف، تهیه یک تصویر اورتو با دقت ۰۱،۰ متر است، DEM با قدرت تفکیک ۱ کیلومتر، دقت مورد نیاز را فراهم نمی کند. یا هنگام بررسی بزرگراهها DEM ای که smooth و resample شده باشد جزئیات مورد نظر را به دست نخواهد

داد. هم چنین در صورتی که تهیه تصویری اورتو با قدرت تفکیک پایین و smooth شده مورد نظر است، DEM دارای جزئیاتی مثل ساختمانها، ممکن است اطلاعات خیلی جزئی داشته باشد که مورد نیاز نباشد.

در قسمت Ortho Image و در بخش File مسیر و نام فایل خروجی را تایپ نمائید.



در قسمت Processing Options، باید روش نمونه برداری مورد نظر، مقدار RAM مورد نیاز و Sampling Interval را انتخاب کنید. با فشردن دکمه Generate Ortho تصویر اورتو ایجاد خواهد شد.

۴-۵-۲) انتخاب روش های نمونه برداری

در مورد روشهای نمونه برداری در قسمتهای قبل توضیح داده شد اما در اینجا امکان انتخاب گزینه های بیشتری وجود دارد.

- Average Filter: در این روش درجه خاکستری از میانگین (جمع مقادیر تقسیم بر تعداد) همه پیکسل های قرار گرفته در پنجره ای با ابعاد مشخص، تعیین می شود. در این روش ابعاد پنجره توسط کاربر تعیین می شود. برای پیکسلهای نزدیک به لبه، مقادیر پیکسل های لبه تکرار می شود تا داده های کافی تولید شوند. این روش تصویر را نرم (smooth) می کند.
- Median Filter: در این روش درجه خاکستری از میانه پیکسل های قرار گرفته در پنجره ای با ابعاد مشخص، تعیین می شود. برای تعیین میانه، درجات خاکستری بر طبق مقادیرشان مرتب می شوند و پیکسل وسطی تعیین می شود. در این روش ابعاد پنجره توسط کاربر تعیین می شود. برای پیکسلهای نزدیک به لبه، مقادیر پیکسل های لبه تکرار می شود تا داده های کافی تولید شوند. این روش تصویر را نرم (smooth) می کند.
- Gaussian Filter: در این روش درجه خاکستری از میانگین وزندار همه پیکسل های قرار گرفته در پنجره ای با ابعاد مشخص، تعیین می شود. وزنها با استفاده از یک معادله Gaussian محاسبه می شوند. سایز پنجره از یک تا ۳۲ تغییر می کند. با انتخاب first Gaussian SQ در تصویر محو شدگی به وجود خواهد آمد و با انتخاب second Gaussian SQ در تصویر تغییرات ناگهانی ایجاد خواهد شد.

غیر از موارد فوق روشهای خاصی برای تصاویر راداری وجود دارد که از ذکر آنها در اینجا خودداری می شود.

۴-۵-۳) معرفی فاصله نمونه برداری

گزینه Sampling Interval (فاصله نمونه برداری) کنترل می کند که هنگام اورتو یا تصحیح هندسی کردن تصاویر، محاسبات چگونه انجام شود. هنگامی که یک تصویر تصحیح می شود OrthoEngine یک پیکسل از فایل خروجی را انتخاب کرده، ارتفاع آن را از DEM

قرائت کرده و مدل ریاضی را برای تعیین پیکسل متناظر از تصویر خام اعمال می کند و سپس مقداری را به پیکسل تصویر خروجی انتقال می دهد. فاصله نمونه برداری تعیین می کند که چند پیکسل خروجی مطابق این روش محاسبه شوند. با انتخاب مقدار یک، همه پیکسل های خروجی مورد عمل قرار می گیرند. اما پردازش همه آنها وقت می گیرد و ممکن است لازم نباشد. برای افزایش سرعت پردازش می توان این مقدار را افزایش داد، تا تصحیح برای تعدادی از پیکسلها انجام شود و بقیه در این میان واسطه یابی شوند. برای مثال با انتخاب مقدار ۴، تصحیح برای هر ۴ پیکسل یک بار محاسبه می شود و بقیه واسطه یابی می شوند. هنگام استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک بالا مثل عکس های هوایی، و یک DEM با قدرزت تفکیک بالا، مقدار کمتری برای فاصله نمونه برداری توصیه می شود. تا از تصحیح همه تغییرات ریز ارتفاعی در طول تهیه تصویر اورتو مطمئن شویم. هنگامی که قدرت تفکیک تصویر بیشتر از DEM است، مقدار بیشتری در نظر گرفته می شود. در این حالت تعداد زیادی از پیکسل های خروجی در محدوده یک پیکسل DEM قرار می گیرند. پس استفاده از یک فاصله نمونه برداری بالا، سرعت پردازش را بالا می برد، بدون آنکه در کیفیت تصویر خروجی تاثیر زیادی بگذارد. در کل زمانی که لازم نباشد از تمام جزئیات DEM استفاده شود، فاصله نمونه برداری بزرگتری در نظر گرفته می شود. زمانی که تصویر مورد تصحیح هندسی قرار می گیرد (یعنی بدون استفاده از DEM)، بسته به پیچیدگی مدل ریاضی، یک فاصله نمونه برداری بالا، نسبت به مدلهای ریاضی مورد استفاده برای تهیه تصویر اورتو، اثر کمتری روی دقت نهایی خواهد داشت.

۴-۵-۴) کشف و رفع عیوب تصاویر اورتو شده

در تصویر اورتو عوارضی که در نقشه های مسطحاتی، مستقیم هستند مثل جاده ها، خطوط لوله و لبه های ساختمان ها باید در تصویر اورتو نیز مستقیم باشند. اگر چنین نباشد، ممکن است در DEM یا مدل ریاضی خطا وجود داشته باشد که باید مورد بازبینی قرار بگیرند. ممکن است ابعاد تصویر اورتو خیلی بزرگتر یا خیلی کوچکتر از تصویر اولیه باشد، که دلایل آن می تواند به شرح زیر باشد:

- DEM کل تصویر را نمی پوشاند و در واقع تصویر اورتو شده تنها تا منطقه موجود بودن DEM تصحیح شده و بقیه تصویر بریده می شود.
- مقدار background elevation وارد شده برای DEM صحیح نیست.
- مقادیر ارتفاع مدل ریاضی صحیح نیست.
- در مورد عکسهای هوایی فاصله کانونی دوربین درست وارد نشده است.
- DEM و تصویر دارای یک سیستم تصویر نیستند.

اگر تصویر اورتو شده به صورت لکه لکه و دارای محوشدگی باشد، ممکن است بر اثر کافی نبودن قدرت تفکیک DEM برای اورتو کردن تصویر ایجاد شده باشد. مثلا اگر ساختمانها یا صخره ها به این صورت در آمده باشند، ممکن است بر اثر پایین بودن قدرت تفکیک DEM برای نمایش دقیق لبه های صخره ها یا ساختمانها باشد.

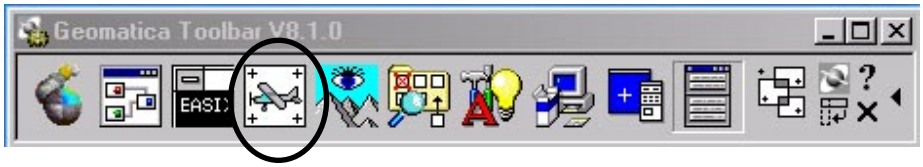
اگر عوارض تصاویر اورتو پوشش دار در یک راستا قرار نگرفته باشند یا در مناطق دارای پوشش روی هم قرار نگیرند، ممکن است مدل ریاضی داری خطا باشد که در این صورت باید اصلاح شود یا نقاط کنترل یا گرهی به آن افزوده شود. هم چنین ممکن است DEM دارای خطا بوده و یا جزئیات لازم برای اورتو کردن صحیح تصویر را نداشته باشد.

اگر نرم افزار تصویر اورتو را تولید نکرده باشد، ممکن است تصویر مورد پردازش یا فایل DEM مورد نظر در مسیر داده شده در دسترس نباشد که در این صورت به صورت offline در project file در خواهد آمد.

۵) تولید تصاویر ارتو با استفاده فایل RPC.* :

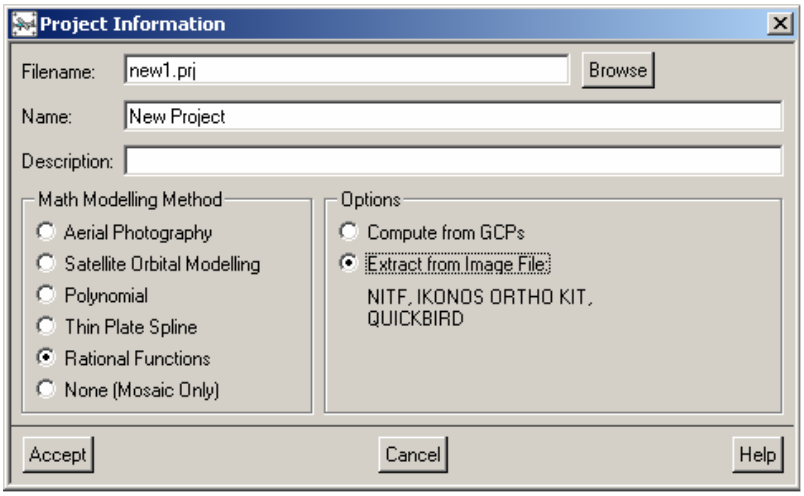
این روش برای تصاویر ماهواره های IKONOS و QuickBird و در صورتی که فایل RPC.* موجود باشد قابل استفاده است. فایل RPC.* یک فایل متنی است که ضرایب تابع rational در این فایل موجود می باشد و در پوشه و مسیر تصویر خام قرار دارد. از آنجا که تولید تصاویر ارتو با استفاده از این توابع نسبت به روشهای دیگر از دقت بالاتری برخوردار است پیشنهاد می شود در صورت وجود این ضرایب (فایل RPC.*) از این روش استفاده شود. برای این منظور به ترتیب زیر عمل نمایید:

ماژولOrthoEngine را کلیک نمائید.



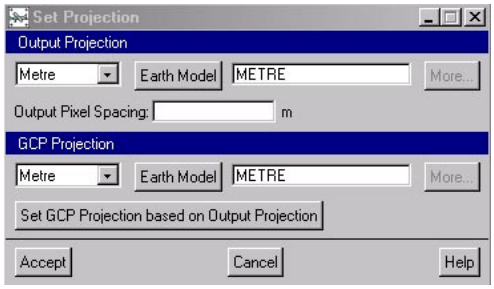
۵-۱) ساخت فایل پروژه

از منوی File گزینه New را انتخاب کنید. در پنجره باز شده، در قسمت Filename نام و مسیر پروژه مورد نظر را واردکنید. مدل ریاضی Rational Function و گزینه Extract from Image File را انتخاب کنید تا از ضرایب موجود در فایلRPC.* استفاده نمائید (همانطور که گفته شد این فایل باید در مسیر تصویر خام باشد).



Accept راکلیک نمائید تا پنجره زیر باز شود.

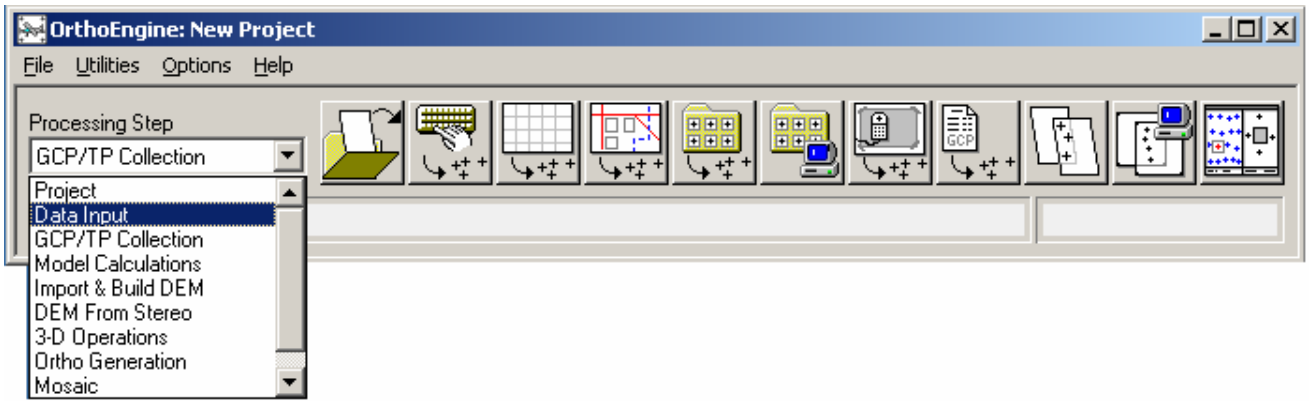
۵-۲) معرفی سیستم مختصات و بیضوی و قدرت تفکیک



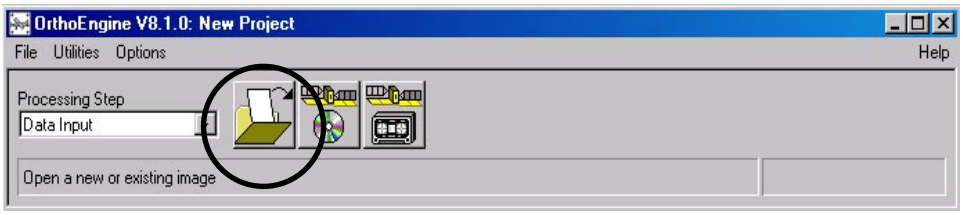
در پنجره فوق باید سیستم مختصات بردارها و اندازه پیکسل تصویر را وارد کنید. دکمه Accept را کلیک نمائید.

۵-۳) ورود داده ها

از منوی اصلی، Data Input را انتخاب کنید.

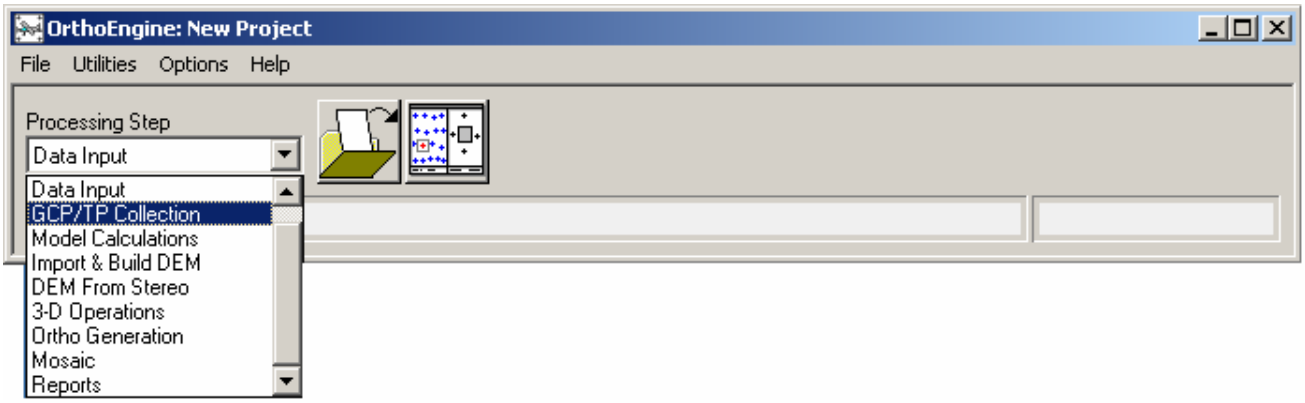


مطابق شکل زیر Open a new or existing image راکلیک کرده و مطابق آنچه کر شد، تصویر را به پروژه وارد کنید.



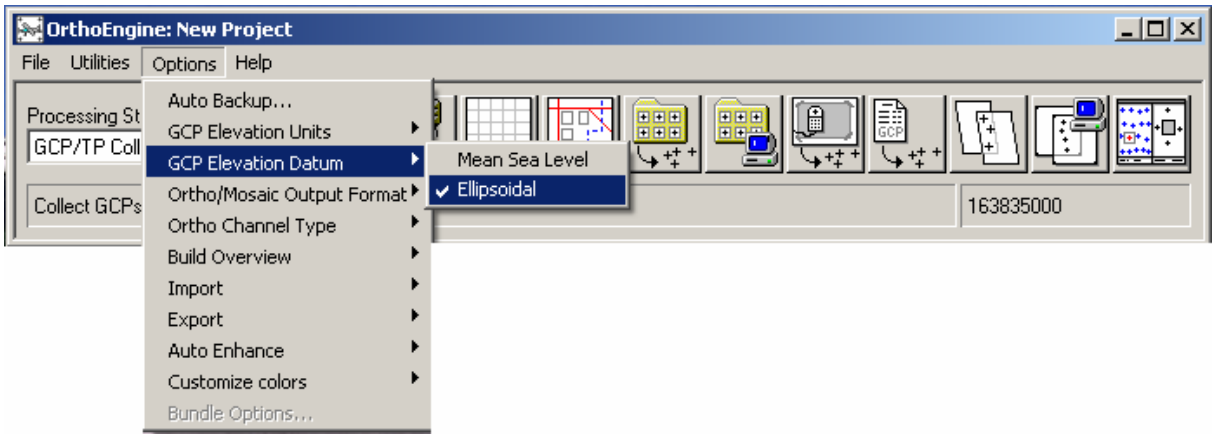
۵-۴) جمع آوری نقاط کنترل

از منوی اصلی GCP Collection را انتخاب نموده و مطابق قبل نقاط کنترل را وارد کنید.



همان طور که ذکر شد، در استفاده از این روش بایستی DEM مورد استفاده نسبت به سطح مبنای بیضوی باشد در نتیجه در صورتیکه DEM مورد استفاده در مبنای ژئوئید باشد طبق مراحل ذکر شده قبل می توان DEM را تبدیل به سطح مبنای بیضوی ببرید.
در پنجره مربوط به انتخاب نقاط کنترل پس از انتخاب DEM مورد نظر، در پنجره باز شده به شکل زیر در قسمت Datum گزینه Ellipsoid را انتخاب کرده و سپس دکمه Select را بفشارید.

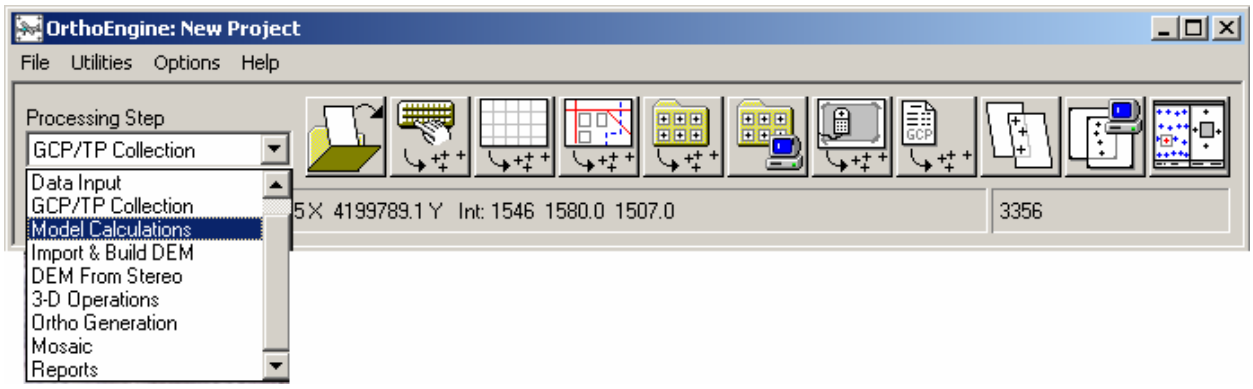
به منظور استفاده داده های ارتفاعی از سطح مبنای بیـضوی در قـسمت Option/GCP Elevation Datum گزینـه Ellipsoidal را انتخاب کنید.



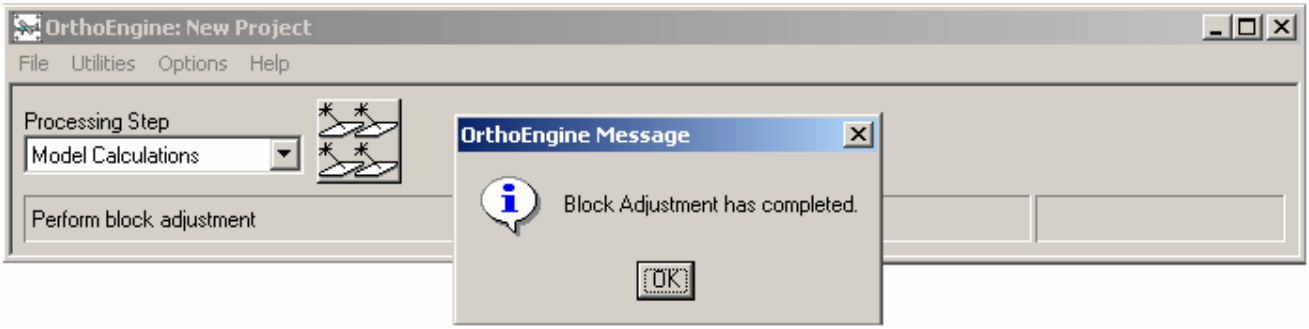
پس از انجام این مرحله در پنجره انتخاب نقاط کنترل، ارتفاع نقاط را از DEM استخراج کنید.
ذکر این نکته لازم است که در این روش استفاده از دو یا سه نقطه کنترل کافی می باشد و از بقیه نقا ط می توان بـه عنـوان نقـاط چـک استفاده کرد.

۵-۵) حل مدل ریاضی

پس از انتخاب نقاط کنترل و ارزیابی دقت مدل، به منوی اصلی برگردید و Model Calculations را انتخاب نمائید

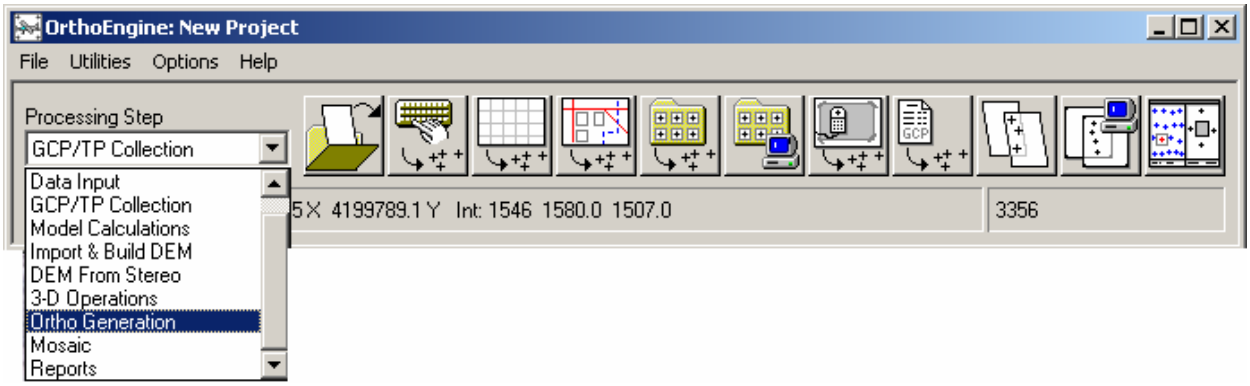


دکمه Perform block adjustment را کلیک کرده و در پنجره باز شده دکمه ok را کلیک کنید.

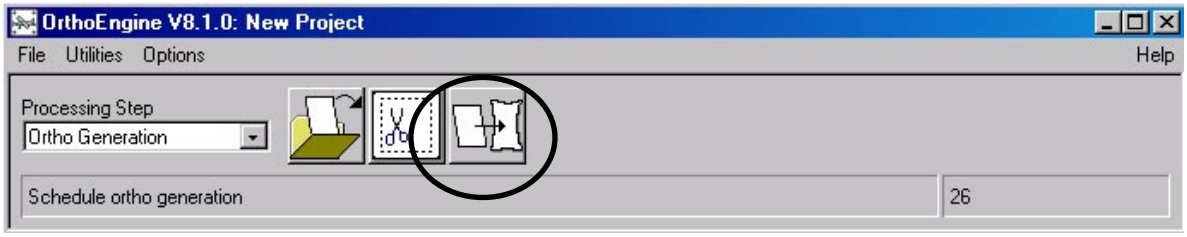


۵-۶) ساخت تصویر اورتو

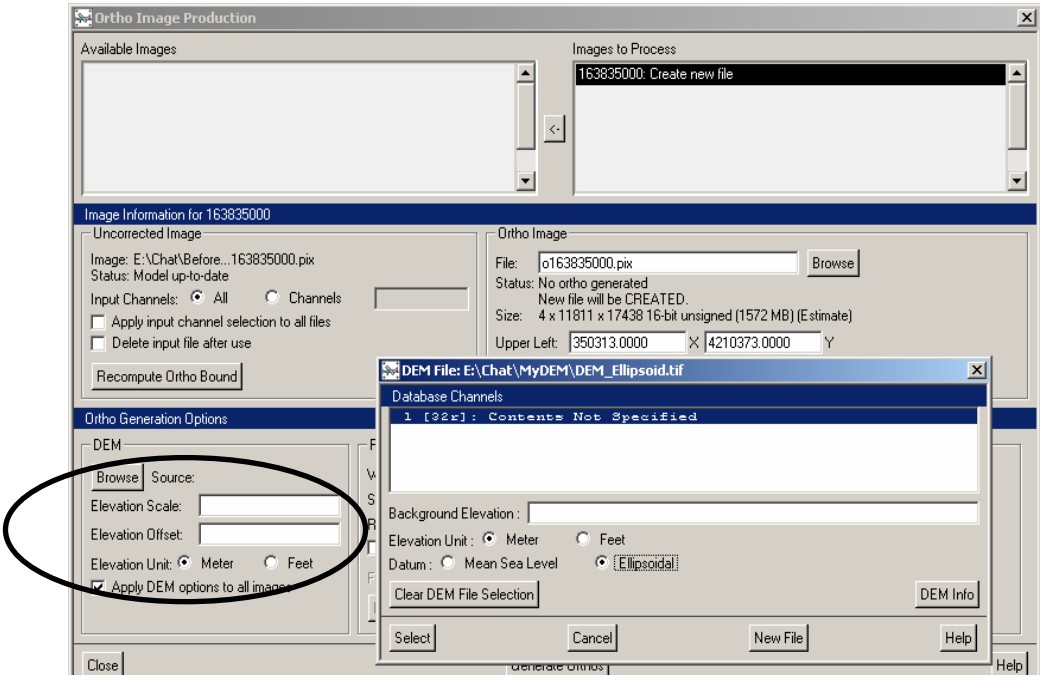
در منوی اصلی گزینه Ortho Generation را انتخاب نمائید.



در منوی مربوط به Ortho Generation دستور Schedule Ortho generation را کلیک نمائید.



در پنجره ظاهر شده، تمامی موارد را مطابق قسمتهای قبل وارد کنید تنها در قسمت DEM، پس از انتخاب مدل ارتفاعی رقومی مربوط به منطقه گزینه Datum را روی Ellipsoidal تنظیم کنید.



سپس Generate Ortho راکلیک نمائید تا نرم افزار شروع به کارنماید.

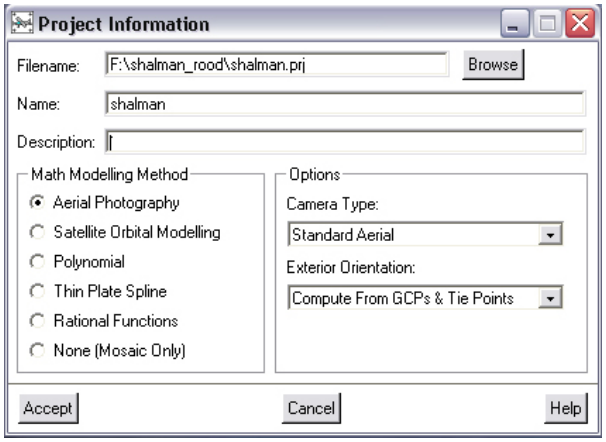
۶) تولید عکسهای هوایی اورتو

ماژول Ortho Engine را در Toolbar نرم افزار Geomatica انتخاب کنید.

۶-۱) ساخت فایل پروژه

از روی منوی File گزینه New را انتخاب کنید.

پنجره ای مانند شکل زیر ایجاد می گردد.



در قسمت File Name مسیر و نام فایل پروژه را انتخاب کنید. در قسمت Name عنوان پروژه (که می خواهید روی صفحه نمـایش داده شود) را تعیین کنید. در قسمت Math Modeling Method مدل ریاضی مورد نظر را انتخاب کنید که در مورد اورتو کردن عکـسهای هوایی، گزینه Aerial Photography انتخاب می شود.

این مدل، مدلی rigorous بر مبنای هندسه دوربین است. در این مدل خطاهای ناشی از تغییر زمین و اعوجاجات موجود در دوربین مورد تصحیح قرار می گیرند. اعوجاجات دوربین شامل انحنای عدسی، فاصله کانونی، اثرات پرسپکتیو و موقعیت و جهت دوربین می باشد.در واقع مدل محاسبه شده موقعیت و جهت دوربین را در لحظه عکسبرداری محاسبه می کند. در صورت داشتن قسمتی از یک عکس یا تصویر تصحیح هندسی شده یا در صورت عدم در اختیار داشتن اطلاعات کالیبراسیون دوربین نباید از این روش استفاده نمود.

در قسمت Option نوع دوربین و نوع روش مورد استفاده برای توجیه خارجی عکس ها باید وارد شود که در مورد نوع دوربین دو گزینه Standard Aerial Camera و Digital/Video بسته به نوع دوربین انتخاب می شود. در مورد عکسهای معمول هوایی که پس از تهیه، مورد اسکن قرار می گیرند، گزینه Standard Aerial Camera و در مورد تصاویر حاصل از دوربینهای رقومی یا ویدیویی گزینه Digital/Videoرا انتخاب کنید. در مورد گزینه اول لازم است ذکر شود که این تصاویر باید دارای فیدوشیال مارک باشند و گزارش کالیبراسیون دوربین آنها در دسترس باشد. گزارش کالیبراسیون دوربین شامل اطلاعاتی مثل فاصله کانونی، مختصات فیدوشیال مارکها و پارامترهای اعوجاج شعاعی عدسی می باشد. گزینه دوم در مواقعی استفاده می شود که تصاویر با استفاده از CCD تولید شده باشند. معمولا این تصاویر گزارش کالیبراسیون دوربین ندارند اما شرکتهایی که سرویس های کالیبراسیون را برای دوربینهای هوایی استاندارد ایجاد می کنند می توانند برای این دوربینها نیز سرویس کالیبراسیون تهیه کنند. کمترین اطلاعات مورد نیاز برای چنین دوربینهایی، فاصله کانونی و chip size است که اولی هنگامی که عدسی تنظیم می شود و دومی توسط سازندگان دوربین تعیین می شود.

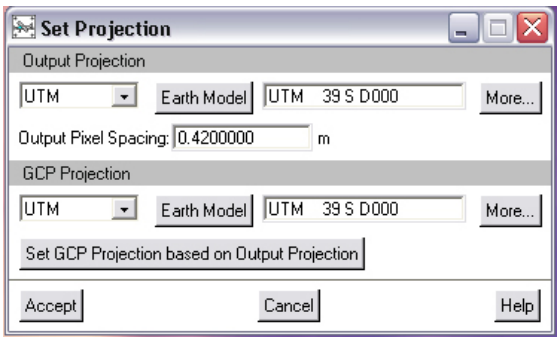
به منظور انجام توجیه خارجی با استفاده از نقاط کنترل و گرهی گزینه Compute from GCPs & Tie Points و در صورت موجود بودن عوامل توجیه گزینه User input را انتخاب کنید. بعضی از هواپیماها با دستگاههای GPS و INS تجهیز شده اند که در آنها عوامل توجیه خارجی دوربین به طور مستقیم روی هواپیما تعیین می شود. در این موارد که عوامل توجیه خارجی دوربین معلوم هستند این مقادیر مستقیما وارد نرم افزار می شود. می توان این مقادیر را به عنوان مقادیر صحیح پذیرفت و یا از نقاط کنترل زمینی و گرهی برای بهبود بخشیدن آنها استفاده نمود. هم چنین در صورتی که مثلث بندی از قبل و یا با استفاده از نرم افزار های دیگر مثلث بندی روی چنین پروژه ای انجام شده باشد و المانهای توجیه خارجی معلوم باشند نیز می توان از آنها در این مورد استفاده نمود.

سپس گزینه Accept را انتخاب کنید.

لازم به ذکر است که در صورتی که گزینه Compute from GCPs & Tie Points انتخاب شده باشد نیز می توان داده های GPS/INS را در قسمت data input با دکمه import GPS/INS or exterior orientation data from file در پنجره Import GPS/INS data from text file وارد نمود. اما در صورتی که User input انتخاب شده باشد، پنجره فوق با عنوان Import Exterior Orientation Data from Text File ظاهر خواهد شد.

۶-۲) معرفی سیستم مختصات و بیضوی

پنجره زیر به منظور معرفی سیستم مختصات پروژه پس از Accept پنجره فوق باز می شود. در غیر این صورت از منوی اصلی ortho engine می توان گزینه Set The Projection را انتخاب نمود. در این مرحله سیستم مختصات و بیضوی مورد نظر برای تصاویر اورتوی نهایی در قسمت Output Projection و همچنین ابعاد پیکسل خروجی بر حسب متر در قسمت Output Pixel Spacing انتخاب می گردد. این مقدار بستگی به مقیاس در نظر گرفته شده برای فایل های نهایی دارد. بسته به مقیاس و قدرت تفکیکی که بر حسب مقیاس تعیین شده و عکس طبق آن اسکن شده است میتوان این مقدار را محاسبه کرد. مثلا زمانی که عکس خام دارای مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ است و لازم است که تصاویر یا موزائیک خروجی دارای مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ باشند قدرت تفکیک عکسها برای اسکن طبق استاندارد حدود ۴۲ میکرون خواهد بود. برای تعیین اندازه پیکسل خروجی کافی است ۴۲ میکرون در ۲۰۰۰۰ ضرب شود. یعنی اندازه پیکسل خروجی برابر ۰,۸۴ متر خواهد بود.



پس از وارد کردن سیستم مختصات و بیضوی فایل خروجی دکمه Set GCP Projection based on Output Projection را فشار دهید تا سیستم مختصات و بیضوی نقاط کنترل با فایل خروجی یکسان شود. در صورتی که سیستم مختصات و بیضوی نقاط کنترل متفاوت از فایل خروجی باشد، در این قسمت می توان آنرا وارد نمود.
سپس Accept را انتخاب کنید.

۶-۳) تنظیم پارامتر های کالیبراسیون دوربین

پنجره Standard Aerial Camera Calibration Information به منظور معرفی پارامترهای کالیبراسیون دوربین، پس از Accept پنجره مرحله قبل به صورت خودکار باز می شود. در غیر این صورت از منوی اصلی Ortho Engine می توان گزینه Set Camera Calibration را انتخاب نمود.

۶-۳-۱) نکاتی در مورد پارامتر های کالیبراسیون دوربین

داده های کالیبراسیون دوربین به منظور تعیین وتصحیح اعوجاجات موجود در عکس بر اثر انحنای عدسی، فاصله کانونی و اثرات پرسپکتیو استفاده می شوند. این اطلاعات برای محاسبه پارامتر های توجیه داخلی که ارتباط میان فیلم و هواپیما یا وضعیت داخلی دوربین را تعیین می کنند به کار می روند. اطلاعات کالیبراسیون شامل فاصله کانونی، جا به جایی نقطه اصلی، پارامترهای اعوجاج شعاعی و غیر شعاعی دوربین، مقیاس عکس، شعاع زمین، مختصات فیدوشیال مارکها می باشد.
فاصله کانونی حتما باید به صورت دقیق در پروژه وارد شود. زیرا فاصله کانونی غیر دقیق اعوجاجات ناخواسته ای را در پروژه وارد می کند. جابه جایی نقطه اصلی معمولا جزو گزارش کالیبراسیون دوربین ذکر می شود اما واردکردن آن اصطلاحا optional است یعنی وارد نکردن آن تاثیر قابل توجهی در پروژه نخواهد داشت.
از آنجا که مقدار اعوجاج شعاعی دوربین مقداری حدود یک تا دو میکرون است، که معمولا از قدرت تفکیک اسکن کمتر است، وارد کردن آن تنها باعث افزایش زمان پردازش می شود در حالی که روی نتیجه اصلی تاثیر کمی می گذارد. یعنی وارد کردن اعوجاجات شعاعی و هم چنین غیر شعاعی optional است و حتی مقادیر آنها ممکن است در گزارش کالیبراسیون وجود نداشته باشد. البته پیشنهاد می شود که مقادیر اعوجاج شعاعی و غیر شعاعی برای دوربین های رقومی وارد شود، چون این دوربینها و عدسیهای آنها اغلب به دقیقی دوربین های فتو گرامتری استاندارد نیستند و اعوجاجات شعاعی و غیر شعاعی آنها بیشتر است.
وارد کردن مقدار مقیاس عکس نیز optional است مگر آنکه کاربر بخواهد مشاهدات GPS/INS را وارد کند. وارد کردن اشتباه مقیاس، باعث اشتباه شدن محاسبات مدل ریاضی (Bundle Adjustment) خواهد شد.
منظور از شعاع زمین، شعاع انحنای زمین در محل انجام پروژه است. این پارامتر optional است زیرا عکسهای هوایی معمولا دارای مقیاس های بزرگ (مثلا۱:۸۰۰۰) هستند و در این مقیاس ها خطای ناشی از شعاع زمین ناچیز و قابل چشم پوشی می باشد. تصحیح شعاع زمین تنها برای عکسهای کوچک مقیاس تر از ۱:۲۰۰۰۰ لازم است.
مقادیر مختصات فیدوشیال مارکها که برای تعیین و محاسبه سیستم مختصات عکسی استفاده می شوند، پارامترهای اجباری برای عکسهای هوایی استاندارد هستند. اگر مختصات کالیبره آنها در دسترس نباشد، می توان مختصات را با اندازه گیری فاصله بین فیدوشیال

مارکها روی پرینت کاغذی یا دیاپوزتیو تعیین نمود. در صورتی که کل عکس اسکن نشده باشد، می توان از گوشه های عکس (exposure) نه گوشه های فایل یا کاغذ به عنوان فیدوشیال مارکها استفاده نمود.

از آنجا که تصاویر گرفته شده با دوربین های رقومی یا ویدیویی فیدوشیال مارک ندارند، در مورد این تصاویر از مقادیر chip size و y-factor برای تعین هندسه دوربین استفاده می شود. chip size اندازه فیزیکی CCD در این دوربینها است. بیشتر دوربین ها cell های سنسور مربعی شکل دارند اما بعضی (بخصوص دوربینهای ویدیویی) ممکن است cell های سنسور مستطیلی داشته باشند.y-factor نسبت بین اندازه های هر cell سنسور در راستای افق و قائم استو زمانی که CCD مربعی نیست استفاده می شود. با استفاده از این دو معیار، تصاویر ویدیویی یا رقومی به صورت اتوماتیک تبدیل به سیستم مختصات عکسی مربعی نرمالیزه می شوند. در این حالت تصویر میتواند در حین محاسبه مدل ریاضی Bundle Adjustment به همان روش دوربین هوایی استاندارد مورد پردازش قرار گیرد.

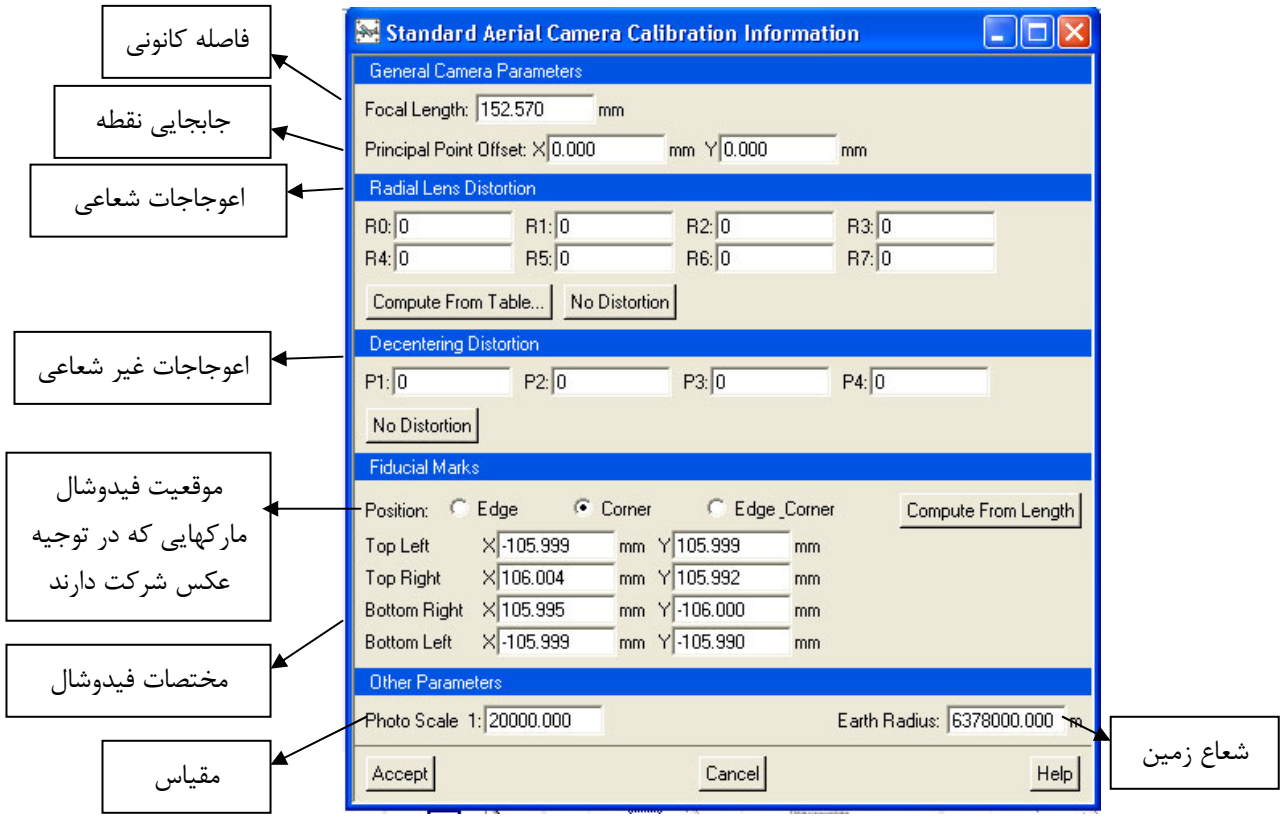
در پنجره Standard Aerial Camera Calibration Information، اطلاعات مربوط به کالیبراسیون دوربین را باید وارد نمود. اطلاعاتی نظیر فاصله کانونی (Focal Length)، مقیاس عکس (Photo Scale)، شعاع کره زمین (Earth Radius)، ضرایب معادله اعوجاجات عدسی (در صورت وجود) و هم چنین مختصات فیدوشال مارک ها در این قسمت وارد می شود.

در مورد اعوجاجات شعاعی این نکته قابل ذکر است که این پارامتر یا به صورت ضرایب یک چند جمله ای و یا به صورت یک جدول در گزارش کالیبراسیون آورده شده است. در حالت اول مقادیر R0 تا R7 در پنجره زیر وارد می شود و در حالت دوم با زدن دکمه Compute from Table مقادیر اعوجاج مطابق فاصله از مرکز عکس وارد می شوند. در هر دو مورد اعوجاج شعاعی و غیر شعاعی در صورتی که مقادیر در دسترس نباشد دکمه No Distortion را فشار دهید.

مختصات فیدوشال مارک ها با توجه به گزارش کالیبراسیون به سه صورت: تمام فیدوشال مارکها (Edge-corner)، فیدوشال مارکهای کناری (corner) و فیدوشال مارکهای میانی(Edge) قابل ورود به پروژه است. که مطابق آن در قسمت Position حالت مناسب انتخاب شده و مختصات آنها وارد می شود. در صورتی که مختصات کالیبره آنها در دسترس نباشد، می توان فاصله اندازه گیری شده بین فیدوشیال مارکها روی پرینت کاغذی یا دیاپوزتیو را وارد نمود.

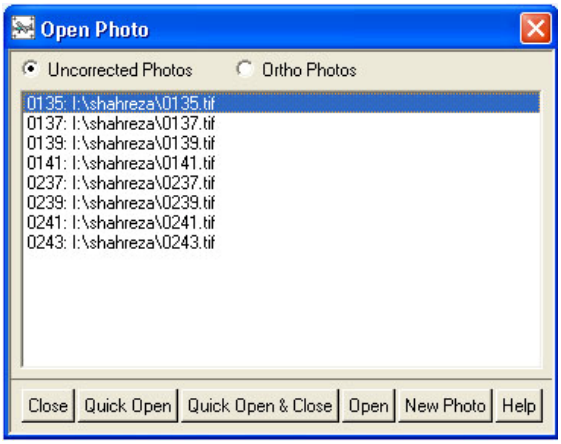
پس از وارد کردن موارد فوق دکمه Accept را انتخاب کنید.

در شکل زیر نمونه ای از ورود پارامترهای کالیبراسیون دوربین آورده شده است.



۶-۴) ورود داده ها

از قسمت Processing Step گزینه Data Input را انتخاب کنید.
در پروژه های دارای حجم زیادی از تصاویر، پیشنهاد می شود که فیدوشیال مارکها و نقاط کنترل زمینی برای تعداد محدودی تصویر (تا ۵ تصویر) وارد شود، bundle adjustment وکامل شود و قبل از ادامه کار، خطاها کنترل شود. با این کار مشخص کردن نقاط نامناسب روی تعداد کمی نقطه راحت تر از کل تصاویر است.
در مورد عکسهای قرار گرفته در چندین باند متوالی، بهتر است عکسهای هر باند عکسبرداری به صورت باند به باند وارد شود و پس از آنکه همه مراحل روی آن ها انجام شد، باند بعدی را وارد نمود. به این صورت کشف و اصلاح خطاها راحت تر انجام می گیرد.
برای ورود عکسها به پروژه Open a new or existing photo را انتخاب کنید. سپس گزینه New photo را انتخاب نموده و عکسهای مورد نظر را انتخاب کنید. برای باز کردن عکسها پس از انتخاب نام عکس در پنجره، گزینه Quick Open& Close را انتخاب کنید.



۶-۵) توجیه داخلی

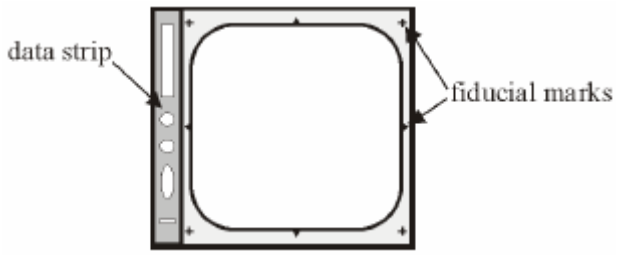
در این مرحله با انتخاب Collect Fiducial Marks برای هر عکس، مرکز فیدوشال مارکها انتخاب شده و بـر روی پنجـره Fiducial Mark Collection بر اساس آنکه کدام فیدوشال مارک انتخاب شده، در جلوی گزینه مورد نظر دکمه Set فشرده می شود.

به عنوان مثال در تصویر فوق فیدوشال مارک بالا سمت راست مد نظر میباشد که باید دکمه Set در مقابل گزینـه Top Right فـشرده شود.

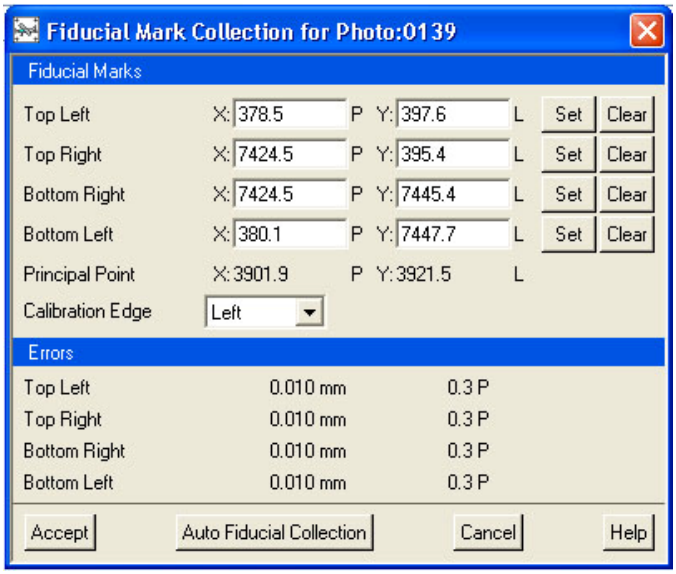
برای تعیین مکان فیدوشال مارکها می توان از جهت عکس اسکن شده چشم پوشی کرد و موقعیت آنها را به صورتی که در تصویر روی صفحه نمایش قرار گرفته اند، مشخص نمود. نرم افزار به صورت اتوماتیک پارامترهایش را برای محاسبه توجیه عکس اسکن شده نسبت به توجیه دوربین تخمین می زند.

در قسمت Calibration Edge موقعیت نوار داده (اطلاعاتی که در حاشیه فیلم دوربین ثبت شده اند.) چنانچه در تصویر روی صفحه نمایش ظاهر شده است انتخاب کنید. از آنجا که در کالیبراسیون دوربین فرض می شود که نوار داده در سمت چپ تصویر قرار گرفته است، نرم افزار اختلاف را در صورت وجود جبران می کند. اما برای راحتی کار توصیه می شود دو عکس مجاور طوری کنار هم قرار گیرند که منطقه پوشش آنها در جهت پرواز قرار گیرد. در صورتی که عکسهای مجاور چنین وضعیتی نداشتند می توان در نرم افزاری مثل photoshop عکسها را طوری چرخاند که در چنین موقعیتی قرار گیرند. این کار باعث می شود که جهت قرار گرفتن عکسها با جهت پرواز یکی شده و از آنجا که معمولا باندهای پرواز شرقی - غربی هستند عکسها به سمت شمال توجیه می شوند و یافتن نقاط کنترل و گرهی در آنها راحت تر خواهد بود. البته می توان در خود نرم افزار این کار را انجام داد. در قسمت Processing Steps/Data Input/Change Photo Orientation، با معرفی مسیر فایل یا فایل های خروجی، نام فایل یا فایل های ورودی و تعیین میزان چرخش، عکسها چرخانده شده و مطابق آن نقاط کنترل و گرهی، فیدوشال مارکها و بقیه موارد تغییر می کنند تا با وضعیت جدید مطابقت داشته باشند. البته به نظر می رسد انجام این کار درphotoshop راحت تر و سریع تر صورت می گیرد.

پس از این کار و با ورود عکسها به پروژه، در قسمت Calibration Edge موقعیت نوار داده، باید آن طور که دیده می شود، وارد شود. اگر عکس طوری اسکن شده باشد که نوار داده در آن قرار نگرفته باشد، لازم است دیاپوزتیو اولیه یا عکس را مطابق عکس اسکن شده طوری چرخانده شود تا محل نوار داده مشخص شود. شکل زیر موقعیت نوار داده را در یک عکس نشان می دهد.



پس از تعیین محل فیدوشیال مارکها، مقدار خطا در قسمت Errors قابل مشاهده است که بهتر است به حدود ۰/۵ پیکسل برسد. این خطا در واقع از مقایسه مختصات کالیبره با مقدار اندازه گیری شده توسط نرم افزار از مکانهایی که کاربر معرفی کرده، حاصل شده است. این خطا باید کمتر از یک پیکسل باشد مگر در مورد تصاویری که با قدرت تفکیک خیلی بالا اسکن شده اند. خطای زیاد مشخص می کند که یا مختصات کالیبره شده به درستی وارد نشده است و یا محل فیدوشال مارکها در تصویر به درستی تعیین نشده است.



۶-۵-۱) جمع آوری فیدوشال مارکها به صورت اتوماتیک

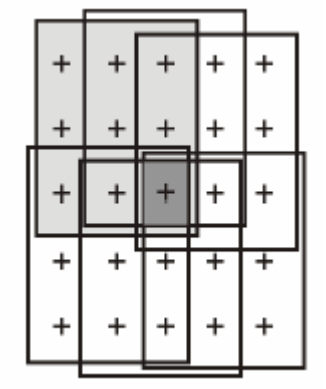
بعد از جمع آوری فیدوشال مارکها به صورت دستی برای یک تصویر، نرم افزار می تواند با استفاده از تناظر یابی، فیدوشال مارکها را برای بقیه تصاویر موجود در پروژه جمع آوری کند. برای این کار می توان همه عکسها را به پروژه اضافه کرد و به صورت دستی فیدوشال مارکهای یک تصویر را وارد نمود. هنگامی که خطای به دست آمده مناسب باشد، دکمه Auto Fidocial Mark را بزنید. در پنجره سوالی که باز می شود، این سوال پرسیده شده که آیا می خواهید عکسها را با فیدوشال مارکها overwrite کنید؟ با جواب yes محل فیدوشال مارکها روی همه تصاویر با استفاده از تناظر یابی تعیین می شود. ولی جواب no این کار را تنها برای تصاویر بدون فیدوشال مارک انجام می دهد. برای تحقیق دقت فیدوشال مارکها می توان تک تک عکسها را باز کرده و محل و باقیمانده های آنها را کنترل نمود و یا گزارشی که در فایل fiducial.rpt (در محلی که پروژه ذخیره شده ایجاد می شود) آمده است را بررسی کرد.
با استفاده از Ortho Engine می توان پنجره ای روی عکسها یا تصاویر مشخص نمود که نرم افزار تنها این منطقه را مورد پردازش قرار دهد. این کار باعث می شود عملیات سریعتر و در محدوده کوچکتری انجام شود. هم چنین می توان از این روش برای حذف نوار داده و یا فیدوشال مارکهای روی عکس استفاده نمود. به این منظور پس از باز کردن تصویر Processing Steps/Data Input/Define Clip Region را انتخاب کنید و محدوده مورد نظر را که با کادر قرمز رنگی نمایش داده شده است را با مختصات تصویری یا با ترسیم کردن آن مشخص کنید.
بهتر است در این مرحله فایل پروژه را با استفاده از گزینه save در منوی File ذخیره نمایید.

۶-۶) جمع آوری نقاط کنترل زمینی و گرهی

در قسمت Processing Step گزینه GCP/TP Collection را انتخاب کنید. در مواقعی که یافتن نقاط کنترل به علت تفاوت زمانی زیاد بین عکس و نقشه یا کلا بین عکس و منبع نقاط کنترل زیاد باشد، بهتر است که ابتدا بین عکسها نقاط گرهی گرفته شود. برای این منظور دو عکس که با هم همپوشانی دارند (دو عکس پشت سر هم) را باز کنید.

۶-۶-۱) نکاتی در مورد جمع آوری نقاط کنترل زمینی و گرهی

نقاط گرهی، عوارضی هستند که هر یک به وضوح در دو عکس یا بیشتر قابل تشخیص می باشد. این نقاط مختصات زمینی معینی ندارند اما می توان از آنها برای گسترش کنترل زمینی روی مناطق فاقد نقطه کنترل استفاده نمود. نقاط گرهی تنها در مدلهای rigorous مثل مدل عکس هوایی و مدل مداری ماهواره قابل استفاده هستند. این نقاط مشخص می کنند که تصاویر در پروژه مورد نظر به چه صورت به یگدیگر مرتبط هستند. در مدل ریاضی عکس هوایی معمولا نقاط گرهی به صورت الگوی شناخته شده ۳*۳ مطابق شکل زیر در نظر گرفته می شوند. از آنجا که عکسها حداقل دارای ۶۰٪ پوشش عرضی و ۲۰٪ پوشش طولی می باشند، می توان از این الگو برای اتصال ۶ عکس به یکدیگر استفاده نمود. به این ترتیب هر عکس دارای ۹ نقطه گرهی خواهد بود و یک نقطه وجود خواهد داشت که در هر ۶ عکس مشترک باشد. اما در حالتی که از تصاویر به صورت یک در میان استفاده شود و یا پوشش عکسها کمتر از ۶۰٪ باشد، می توان ۸ نقطه را برای هر عکس در نظر گرفت. در این حالت می توان ۴ عکس را به یکدیگر متصل نمود.



در پروژه هاییکه از تصاویر ماهواره ای استفاده می شود، تعداد تصاویر معمولا کمتر است و پوشش بین تصاویر غیر قابل پیش بینی است. در چنین مواقعی در هر جایی که پوشش بین تصاویر اتفاق افتاده باشد می توان نقاط گرهی را در نظر گرفت.

استفاده از نقاط گرهی در محاسبه مدل ریاضی، کاربر را از دستیابی به بهترین نتیجه، نه تنها برای یک تصویر منفرد، بلکه در تمام تصاویر که به صورت یک مجموعه واحد در آمده اند مطمئن می سازد.

در مورد گرفتن مناسبترین نقاط گرهی و کنترل همان مواردی که در مورد نقاط کنترل در قسمتهای قبل ذکر شد، باید مورد توجه قرار گیرد. اما ذکر این نکته ضروری است که بهتر است نقاط کنترل را در مناطق پوشش تصاویر انتخاب کنید. انتخاب نقاط با مختصات زمینی یکسان در دو یا چند تصویر به افزایش دقت مدل کمک می کند.

برای صرف وقت کمتر می توان همه تصاویری که دارای منطقه مشترک می باشند را همزمان باز کرد و نقاط گرهی و کنترل مشترک را برای همه آنها به وسیله انتخاب عارضه در هر تصویر و فشردن دکمه Use Point، تعیین نمود.

تمام پنجره هایی که برای جمع آوری و ثبت نقاط کنترل و گرهی باز می شوند، دارای دو گزینه Auto Locate و Bundle Update می باشند.

از Auto Locate می توان برای سرعت دادن به عملیات استفاده نمود. زیرا نرم افزار می تواند همینکه اطلاعات کافی برای محاسبه مدل ریاضی داشته باشد، موقعیت نقطه را به صورت اتوماتیک تخمین بزند. منظور از اطلاعات کافی برای تصاویر ماهواره ای، داده های مداری، و برای عکس های هوایی، داده های GPS/INS یا حداقل سه یا چهار نقطه کنترل در پروژه و یا سه نقطه گرهی در هر تصویر است تا Auto Locate بتواند کار کند.

هنگامی که تیک گزینه Bundle Update زده شود، نرم افزار bundle adjustment را به محض اضافه کردن هر نقطه به پروژه انجام می دهد. این کار (با استفاده از باقیمانده های نمایش داده شده برای نقاط)، کمک می کند تا تعیین شود نقطه ای که در نظر گرفته شده به قدر کافی برای پروژه مناسب است یا نه.

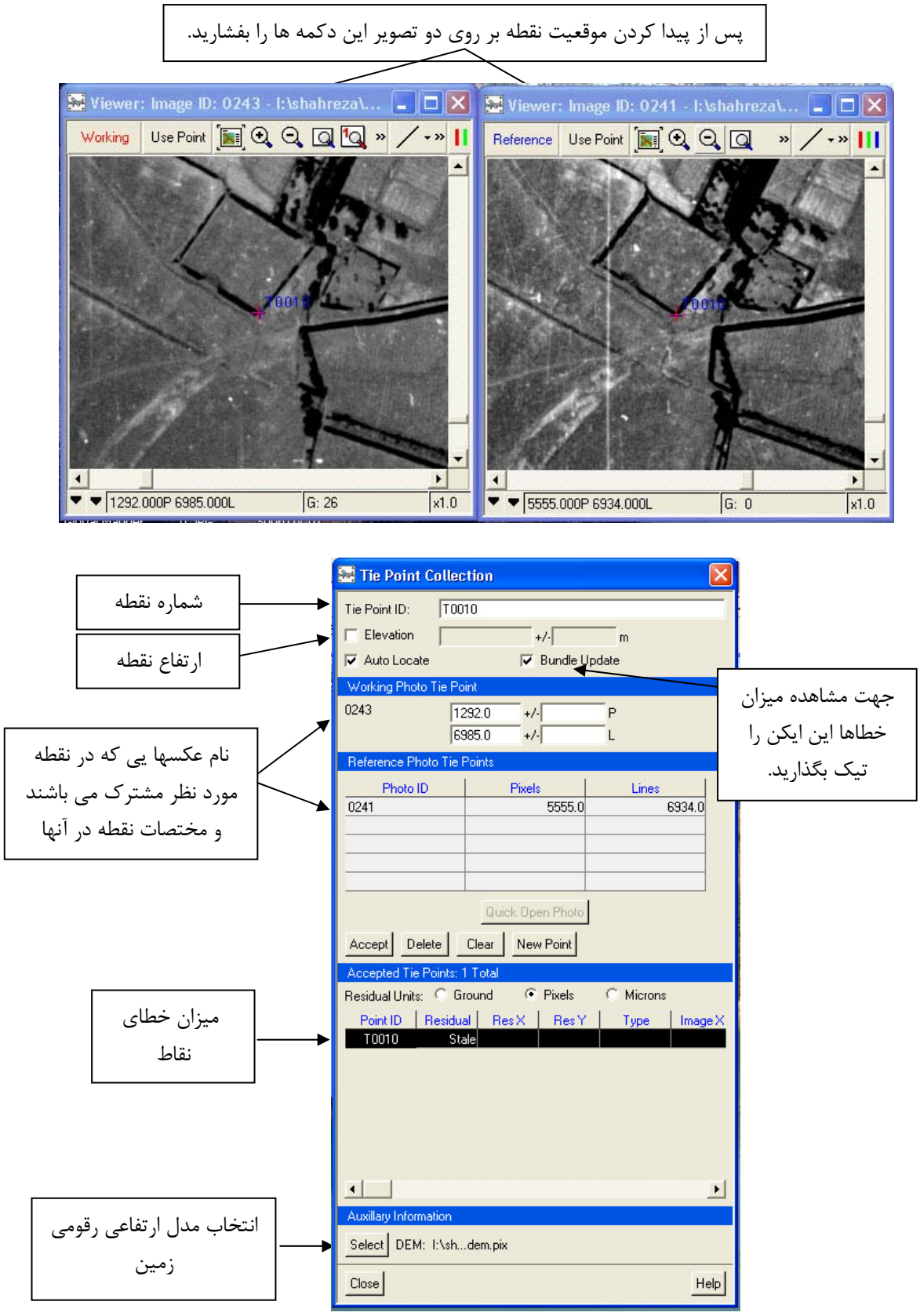
مورد دیگری که در تمام پنجره های نقاط دیده می شود، علامتی به صورت -/+ در مقابل مختصات های وارد شده می باشد. در این قسمتها باید خطای تخمین زده شده برای هر مختصات را وارد کنید. می توان خطای تخمینی در محل مختصات تصویری را متناظر با توانایی کاربر در تشخیص دقیق یک عارضه تغییر داد. برای مثال اگر تصویری با قدرت تفکیک پایین مورد نظر است احتمالا می توان تنها تا نزدیکترین پیکسل به نقطه مورد نظر، اندازه گیری را انجام داد. اگر تصویری مورد استفاده است که فشرده سازی شده یا به صورت نادقیقی اسکن شده است، می توان تا نزدیکترین دو پیکسل به آن، اندازه گیری نمود. حتی اگر یک پیکسل را به نزدیکترین پیکسل شناسایی کنید، مختصات ممکن است تا چندین متر دقیق باشد. در مورد خطای تخمینی در محل مختصات زمینی مقدار خطای مختصات زمینی وارد شده را وارد کنید.

۶-۶-۲) جمع آوری نقاط گرهی به صورت دستی

گزینه Manually collect tie points را انتخاب نمایید. سپس دو عکس که با هم همپوشانی دارند را در کنار هم قرار داده و در منطقه مشترک بین عکسها عوارض متناظر را پیدا نموده و سپس ایکن Use Point را در هر دو عکس انتخاب نمایید. برای وارد کردن ارتفاع نقطه می توان به دو روش عمل نمود. در پنجره Tie Point Collection در قسمت Auxiliary Information با انتخاب

DEM مربوط به منطقه، پس از انتخاب هر زوج نقطه، ارتفاع نقطه گرهی به صورت اتوماتیک از DEM استخراج شده و در محاسبات در نظر گرفته می شود. هم چنین میتوان با روشن نمودن تیک گزینه Elevation، مقدار عددی ارتفاع نقطه را به صورت دستی وارد کرد. در صورتی که هر دو مورد فوق رعایت شود، نرم افزار تلاش می کند که ارتفاع را از DEM استخراج کند. اگر هیچ ارتفاعی برای نقطه مورد نظر از DEM به دست نیامد، ارتفاع وارد شده برای نقطه در نظر گرفته می شود.

دکمه Accept را فشار دهید.



پس از آنکه بین تمام عکسها نقاط گرهی گرفته شد، با زدن دکمه Close پنجره بسته میشود.

۶-۶-۳) جمع آوری نقاط گرهی به صورت اتوماتیک

نرم افزار می تواند با بهره گیری از روشهای تناظر یابی (correlation) تصویر، به صورت اتوماتیک این نقاط را شناسایی و تعیین کند. بدین منظور برای یافتن عوارض متناظر در منطقه پوشش دو تصویر یا بیشتر، از یک روش درختی با استفاده از یک پنجره متحرک با شعاع جستجوی معین، استفاده می کند. مقدار این شعاع جستجو به صورت پیش فرض در نرم افزار معادل ۱۰۰ در نظر گرفته شده است. اما بسته به قدرت تفکیک تصویر و یا دقت مدل ریاضی، این مقدار ممکن است تغییر داده شود. مثلا اگر قدرت تفکیک تصویر ۰,۱ متر و دقت تقریبی مدل ۱۵ متر باشد، عارضه ای که نرم افزار برای تناظریابی آن تلاش می کند، ممکن است تا ۱۵۰ پیکسل با موقعیت تخمین زده شده برای آن فاصله داشته باشد. بنابراین در صورتی که در تعیین نقاط گرهی به صورت اتوماتیک نتیجه خوبی حاصل نشد، می توان این مقدار شعاع جستجو را گسترش داد. افزایش این مقدار البته زمان مورد نیاز برای این عمل را افزایش می دهد.

برای جمع آوری اتوماتیک نقاط کنترل به ترتیب زیر عمل کنید.

در پنجره Ortho Engine در لیست Processing Step، گزینه GCP/TP collection را انتخاب کنید. در پنجره Ortho Engine دکمه Automatically collect tie points را کلیک کنید. در زیر عنوان Tie Point Distribution Pattern یکی از گزینه های زیر را انتخاب کنید.

با انتخاب گزینه Uniformly over area of each Photo (or Image) نقاط گرهی در سرتاسر تصویر جستجو می شوند. این گزینه معمولا برای انتخاب نقاط کنترل با الگوی ۳*۳ در عکسهای هوایی استفاده می شود.

گزینه Per Overlapping Area زمانی استفاده می شود که لازم باشد نقاط کنترل تنها در محدوده پوشش دو تصویر جمع آوری شوند. معمولا زمانی از این گزینه استفاده می شود که عکسهای ماهواره ای مورد نظر باشند یا پوشش تصاویر کمتر از ۶۰٪ باشد.

در پنجره Automatic Tie Point Collection، در قسمت No. of Tie Points per Area، تعداد نقاط گرهی مورد نیاز در هر تصویر یا منطقه پوشش را وارد کنید.

در قسمت Matching Threshold حداقل مقدار correlation را که لازم است نرم افزار پس از رسیدن به آن جستجو را برای یافتن عارضه متناظر متوقف کند، وارد کنید. محدوده عددی این مقدار، بین صفر و یک است.

در قسمت Search Radius، تعداد پیکسل های تعریف کننده شعاع جستجو را وارد کنید.

در قسمت Approx. Elevation، ارتفاع تقریبی منطقه را وارد کنید.

هم چنین می توان از DEM برای استخراج ارتفاعات منطقه بهره گرفت. برای این کار در قسمت Auxiliary Information، دکمه select را کلیک کنید و مسیر DEM ای که منطقه را تحت پوشش قرار می دهد را وارد کنید. ارتفاع نقاط به صورت اتوماتیک از DEM استخراج شده و در مدل ریاضی شرکت می کند. در صورتی که هر دو مورد فوق انجام شود، نرم افزار تلاش می کند که ارتفاع را از DEMاستخراج کند. اگر هیچ ارتفاعی برای نقطه مورد نظر از DEM به دست نیامد، ارتفاع وارد شده برای نقطه در نظر گرفته می شود.

در قسمت Photos to Process یا Images to Process دکمه All Photos یا All Images را بفشارید تا برای همه تصاویر نقاط گرهی جمع آوری شود. در صورتی که لازم باشد نقاط گرهی تنها برای تصاویر خاصی تهیه شوند، دکمه Working Photo یا Working Images را بزنید تا تصاویری که روی آنها کلمه Working درج شده مورد پردازش قرار بگیرند.

پس از تکمیل موارد فوق دکمه Start Auto Tie Point Matching را فشار دهید.

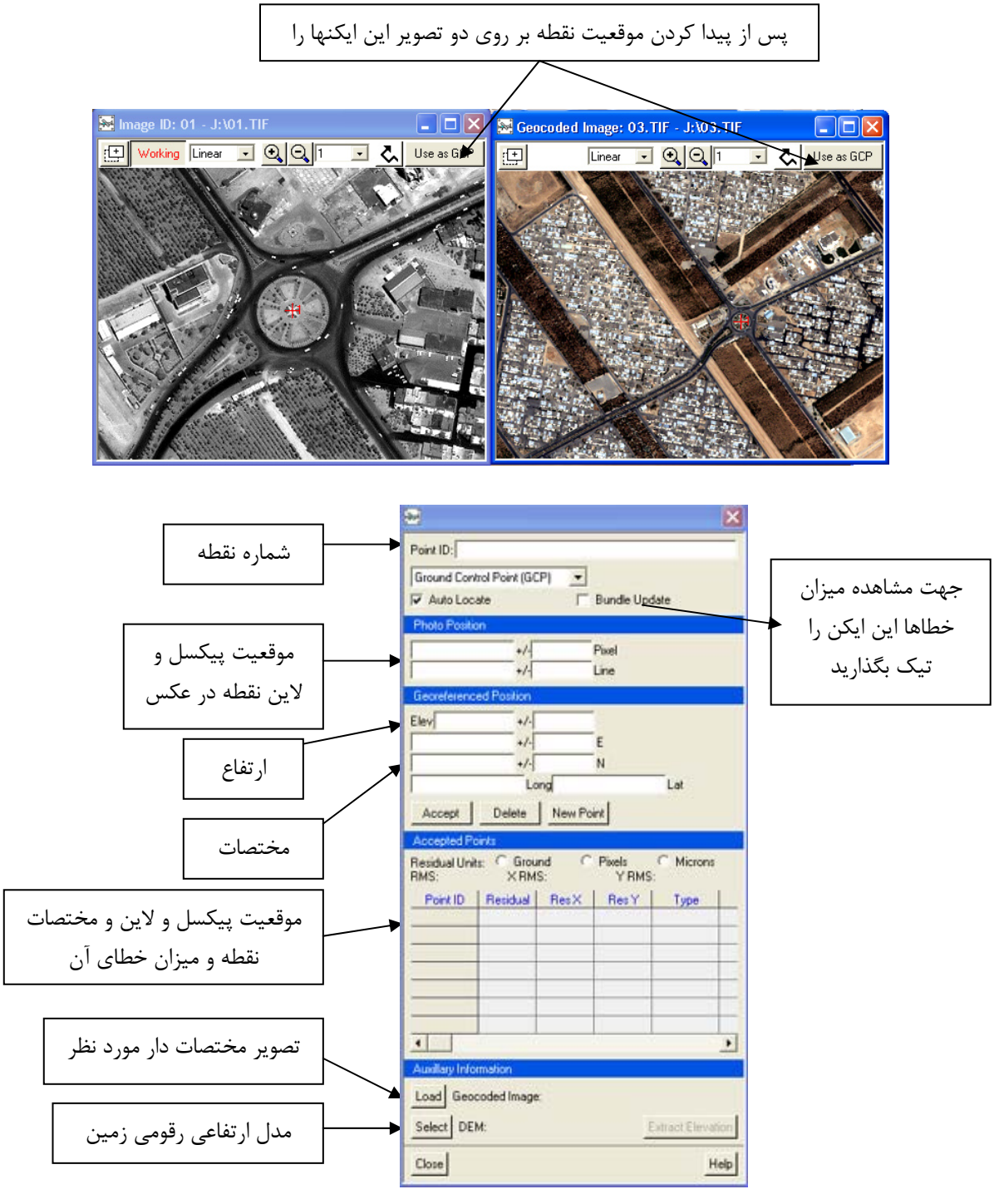
پس از انجام این مرحله فایلی با نام autotie.rpt در مسیری که پروژه در آن ذخیره شده ایجاد می شود که گزارشی از نقاط تهیه شده را در بر دارد.

لازم است پس از تهیه نقاط گرهی به این روش، نقاط را مورد بازبینی قرار داد تا از ورود هر گونه خطای نرم افزار در پروژه جلوگیری نمود.

۶-۶-۴) جمع آوری نقاط کنترل زمینی بوسیله تصویر مختصات دار

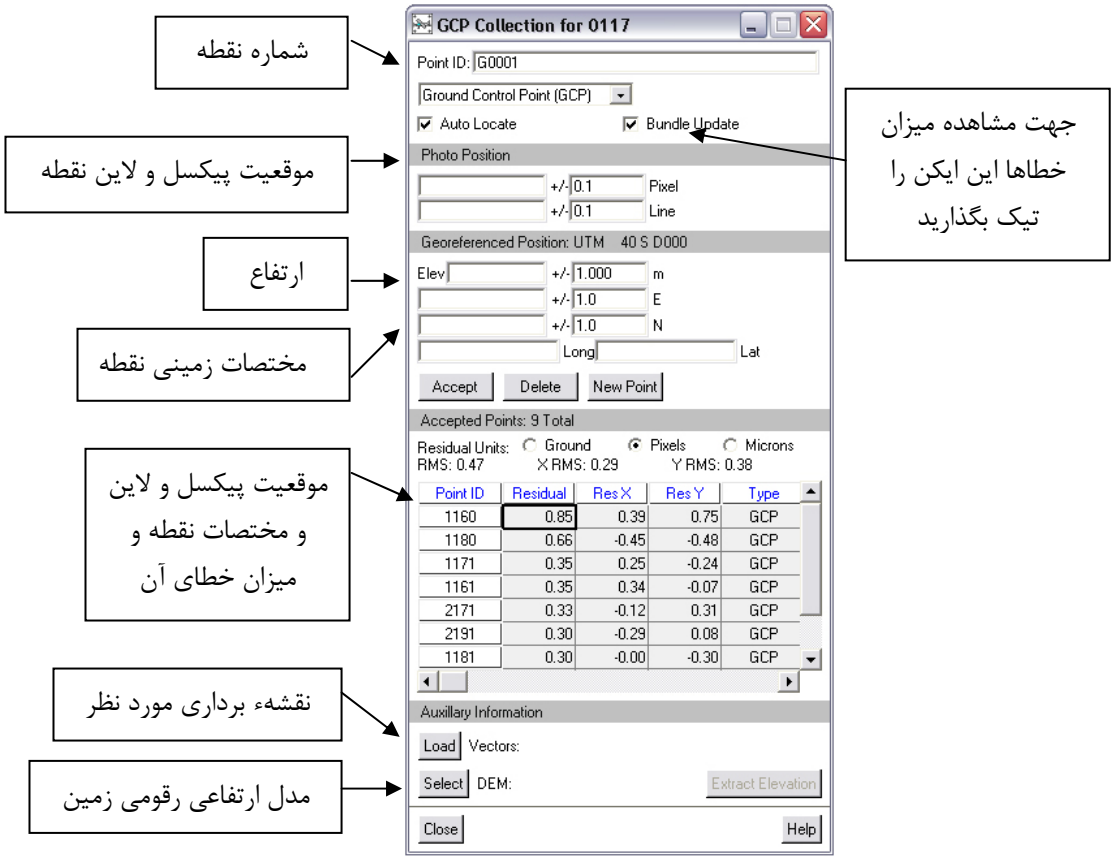
برای جمع آوری نقاط کنترل به این روش، گزینه Collect GCPs from geocoded image را انتخاب کنید. در این مرحله میتوان با استفاده از تصاویر مختصات داری که از منطقه وجود دارد، به جمع آوری نقاط کنترل زمینی پرداخت.

برای جمع آوری نقاط کنترل زمینی بایستی عوارض مشابه را در عکس خام (بدون مختصات) و تصویر مختصات دار پیدا نمود. سپس گزینه Use as GCP را در پنجره نمایش هر دو عکس انتخاب کنید. در قسمت Georeferenced Position مختصات x, y نقاط آورده می شود و با استفاده از DEM منطقه میتوان ارتفاع نقاط را استخراج نمود. به این ترتیب که در قسمت پایین پنجره Auxiliary Information مدل رقومی را معرفی نموده و پس از انتخاب نقطه مورد نظر از لیست نقاط گزینه Extract Elevation را انتخاب نمایید تا ارتفاع نقطه مورد نظر از DEM منطقه استخراج و در قسمت Elev (ارتفاع) ثبت گردد. سپس Accept را انتخاب نمایید.



۶-۶-۵) جمع آوری نقاط کنترل زمینی بوسیله نقشه های برداری

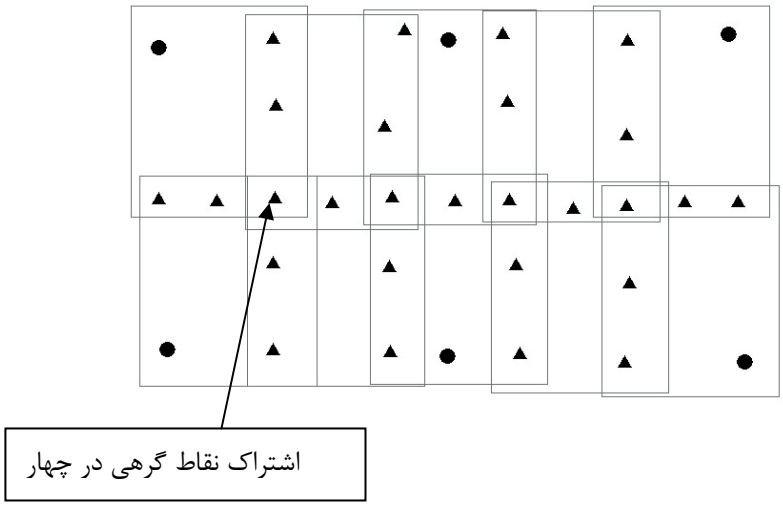
علاوه بر استفاده از تصاویر مختصات دار به عنوان مبنای نقاط کنترل، می توان در صورت امکان از نقشه های برداری موجود منطقه استفاده نمود. به خصوص در صورتی که منطقه مانند مناطق شهری دارای عوارض فراوانی باشد. برای این منظور پس از باز کردن عکس مورد نظر، آیکن Collect GCPs from vectors را انتخاب نمایید.
پنجره ای مانند شکل زیر باز می شود.



برای جمع آوری نقاط کنترل زمینی بایستی عوارض مشابه را در عکس و نقشهء برداری پیدا نمود. سپس گزینه Use as GCP را در هر دو پنجره عکس و نقشه انتخاب کنید و در صفحه GCP Collection در مقابل گزینه DEM دکمه Extract Elevation را فشار دهید تا ارتفاع نقطه مورد نظر از DEM منطقه استخراج و در قسمت Elev (ارتفاع) ثبت گردد.

سپس Accept را انتخاب نمایید.

توجه کنید که لازم نیست در تمام عکسها نقطه گرفته شود، فقط سعی می شود نقاط طوری انتخاب شوند که تمام منطقه را بپوشاند به این صورت که مطابق شکل زیر، در ابتدا و انتها و وسط باند ها نقطه کنترل زمینی وجود داشته باشد. شکل زیر نمونه ای از روش نقطه گیری مناسب در منطقه را نشان می دهد. علامت دایره نشانگر نقاط کنترل و علامت مثلث نشانگر نقاط گرهی می باشند.



پس از اتمام مراحل فوق عکس های دیگر را وارد پروژه کنید. سعی کنید پس از اتمام هر باند یا هر سری عکس، میزان خطاها کنترل و در صورت بروز خطا و یا اشتباه آن را در همان مرحله اصلاح نمایید.

۶-۷) نمایش طرح کلی پروژه

با استفاده از گزینه ای به نام Overall Layout که در واقع ابزاری برای کنترل کیفیت پروژه است، می توان موقعیت نسبی عکسها و توزیع نقاط کنترل و گرهی را در پروژه مورد بررسی قرار داد. تصاویر پروژه به وسیله مربعی که در مرکز آن یک علامت بعلاوه وجود دارد و

نام تصویر نیز در کنار آن نوشته شده است، نمایش داده می شوند. اگر اطلاعات وارد شده برای تعیین موقعیت تصاویر نسبت به زمین کافی نباشد، پیغامی از طرف نرم افزار داده می شود که بیان می کند تعداد بیشتری نقطه کنترل باید در منطقه گرفته شود. مطابق جدول زیر می توان به نوع اطلاعات نمایش داده شده توسط این طرح پی برد.

Item	Symbol
Selected image	red frame
Reference image	dark blue frame
Offline image	black frame
Other image	light blue frame
GCP	small red square
GCP existing on more than one image	large dark red square
Tie point	blue square
Tie point existing on more than one image	large dark blue square

برای نمایش این طرح کلی مطابق زیر عمل کنید.

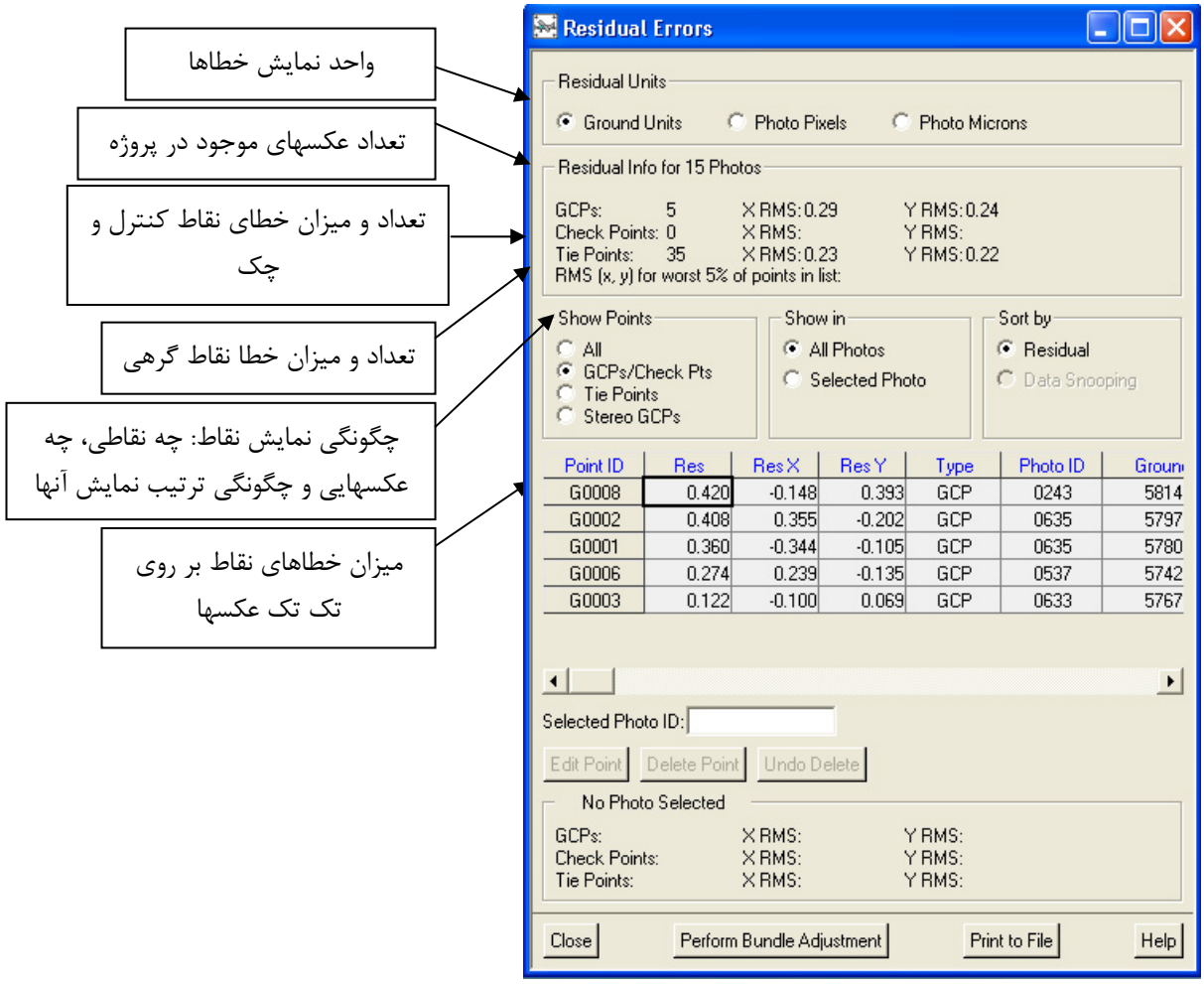
در پنجره Ortho Engine در لیست Processing Step، گزینه GCP/TP collection را انتخاب کنید. در پنجره Ortho Engine جدید دکمه Display overall image layout را بفشارید.

در قسمت Overview شماره تصاویر موجود در پروژه دیده می شود. با کلیک روی هر یک میتوان در طرف مقابل نام تصویر و موقعیت آن نسبت به دیگر تصاویر و توزیع نقاط آنرا ملاحظه کرد. با دوبار کلیک روی هر تصویر، می توان تصویر را باز نموده و مورد بررسی قرار داد. در طرح نمایش داده شده راستای شمال به سمت بالا می باشد.در صورتی که توزیع یا تعداد نقاط در تصاویر رضایتبخش نباشد می توان به تصویر مورد نظر مراجعه کرده و توزیع یا تعداد نقاط را تغییر داد.

۶-۸) گزارش

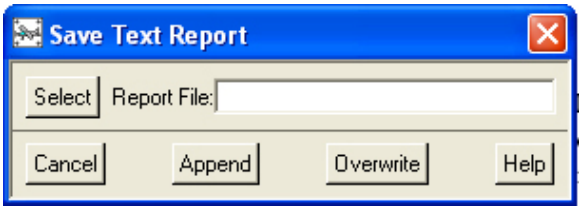
به منظور تهیه یک گزارش از پروژه در قسمت Processing Step، در قسمت Reports، گزینه Residual Report را انتخاب کنید تا پنجره ای مانند شکل زیر نمایش داده شود.

Residual Report می تواند این مساله را تعیین کند که آیا مدل ریاضی به قدر کافی خوب محاسبه شده است یا نه. خطاهای باقیمانده نشان داده شده لزوما خطای نقاط کنترل یا گرهی را نمایش نمی دهند بلکه کیفیت کلی مدل ریاضی را برآورد می کنند.



با استفاده از این پنجره می توان میزان خطاهای نقاط کنترل و گرهی را مشاهده و در صورت لزوم نقاط را حذف و یا اصلاح نمود. برای این کار در این پنجره پس از انتخاب نقطه مورد نظر با زدن دکمه Edit Point تصویر مربوط به نقطه مورد نظر و پنجره نقاط کنترل یا گرهی باز می شود و می توان نقطه را به این وسیله اصلاح نمود. هم چنین با زدن دکمه Delete Point وUndo Delete به ترتیب می توان نقطه انتخاب شده را پاک کرد و یا آخرین نقطه پاک شده را برگرداند.

با زدن دکمه Print to File می توان این گزارش را در یک فایل متنی ذخیره نمود. با زدن این دکمه پنجره ای به صورت زیر باز می شود.



در این پنجره با زدن دکمه Select مسیر فایل متنی را وارد کنید. با زدن دکمه Append گزارش در فایل جدید و با دکمه Overwrite روی یک فایل موجود ذخیره می شود.

۶-۹) حل مدل ریاضی

از گزینهProcessing Step، در قسمت Model Calculations، گزینه Perform bundle adjustment را انتخاب نمایید. پس از حل مدل پنجره ای مانند شکل زیر مشاهده می گردد که نمایشگر انجام شدن مثلث بندی به روش Bundle Adjustment است.

البته با تیک کردن گزینه Bundle Update در پنجره GCP Collection در واقع این مرحله به طور خودکار با افزودن هر نقطه به پروژه انجام می شود.

Bundle Adjustment در واقع محاسبه یک مدل ریاضی rigorous است که طی آن موقعیت و جهت سنجنده در لحظه عکسبرداری که ممکن است هواپیما یا ماهواره باشد، تعیین می شود. همین که موقعیت و جهت سنجنده تعیین شود می توان از آن برای محاسبه و تعیین اعوجاجات تصویر استفاده نمود. در مورد عکسهای هوایی موقعیت و جهت هواپیما با ۶ پارامتر توجیه خارجی بیان می شود. در مدل ریاضی مداری ماهواره، موقعیت و جهت ماهواره به وسیله ترکیب چندین متغیر هندسه تصویر برداری که اثرات موقعیت سکو، سرعت، جهت سنجنده، زمان و زاویه دید و موارد دیگر است، تعیین می شود.

bundle adjustment با استفاده از نقاط کنترل و گرهی با دانستن هندسه rigorous سنجنده، بهترین مدل برای همه تصاویر در پروژه به طور همزمان محاسبه می کند. برای عکسهای هوایی bundle adjustment تنها زمانی قابل محاسبه است که حداقل نقاط کنترل و گرهی جمع آوری شده باشند. اما اگر با استفاده از GPS/INS المانهای توجیه خارجی وارد شده باشد، و یا در مورد تصاویر ماهواره ای که داده های مداری ماهواره وارد پروژه می شود، bundle adjustment بدون نیاز به نقطه محاسبه می شود. اما در این حالت اخیر نقاط به منظور دستیابی به بهترین دقت استفاده می شوند.

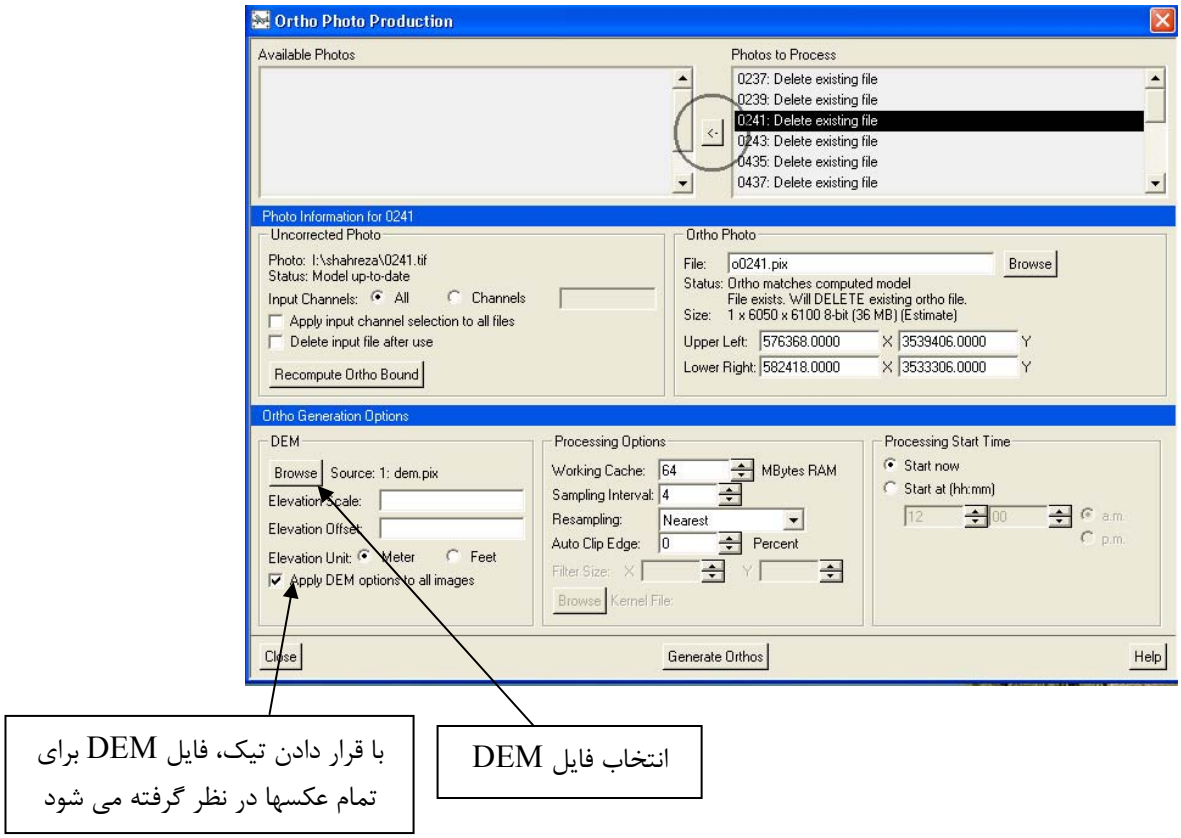
در حالت کلی چه با داشتن حداقل تعداد نقاط یا داشتن المانهایتوجیه خارجی یا داده های مداری، با افزودن به تعداد نقاط کنترل می توان مدل را اصلاح کرد و به دقتهای بالاتری دست یافت. اما تمام نقاط کنترل مورد استفاده دارای دقت و اعتماد پذیری یکسانی نیستند. از این رو نرم افزار داده های موجود یعنی نقاط کنترل و گرهی و داده های GPS/INS را به نسبت عکس خطای آنها وزن دار کرده و در مدل استفاده می کند. به این ترتیب نقاط کنترل و گرهی دارای بیشترین دقت، مدل را بیشتر تحت تاثیر قرار می دهند و بر عکس.پس استفاده از نقاط کنترل و گرهی بیشتر اگرچه فراوانی داده ها را بالا می برد اما باعث می شود نقاط نامناسب روی مدل تاثیر زیادی نداشته باشند و راحت تر تشخیص داده شوند.

ذکر این نکته لازم به نظر می رسد که در صورتی می توان به پردازشهای دیگری مثل تولید مدل ارتفاعی رقومی از تصاویر استریو و تهیه تصاویر اورتو پرداخت که موقعیت و جهت سنجنده مطابق نتایج bundle adjustment به بهترین نحو تعیین شود.

۶-۱۰) تولید تصویر اورتو

از گزینهProcessing Step، در قسمت Ortho Generation، گزینه Schedule ortho generation را انتخاب نمایید.

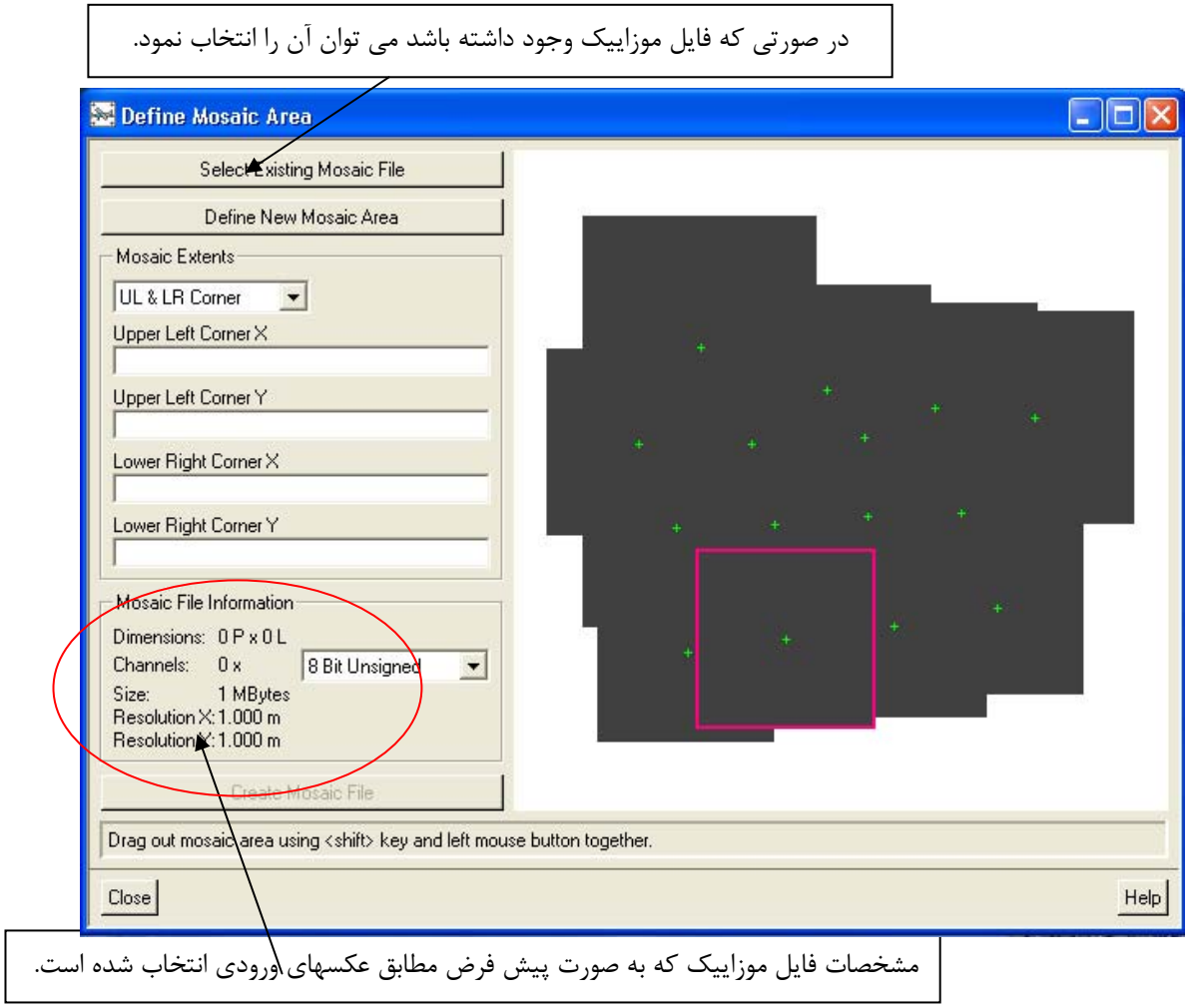
ابتدا در قسمت Available photos عکسهای مورد نظر را انتخاب کرده و عکسها را وارد پنجره پردازش کنید. سپس در قسمت Ortho Generation Option برای گزینه DEM مدل رقومی منطقه انتخاب می گردد.



با انتخاب عکسها برای پردازش گزینه Generate Ortho روشن شده و با انتخاب آن تصویر اورتو ساخته می شود.

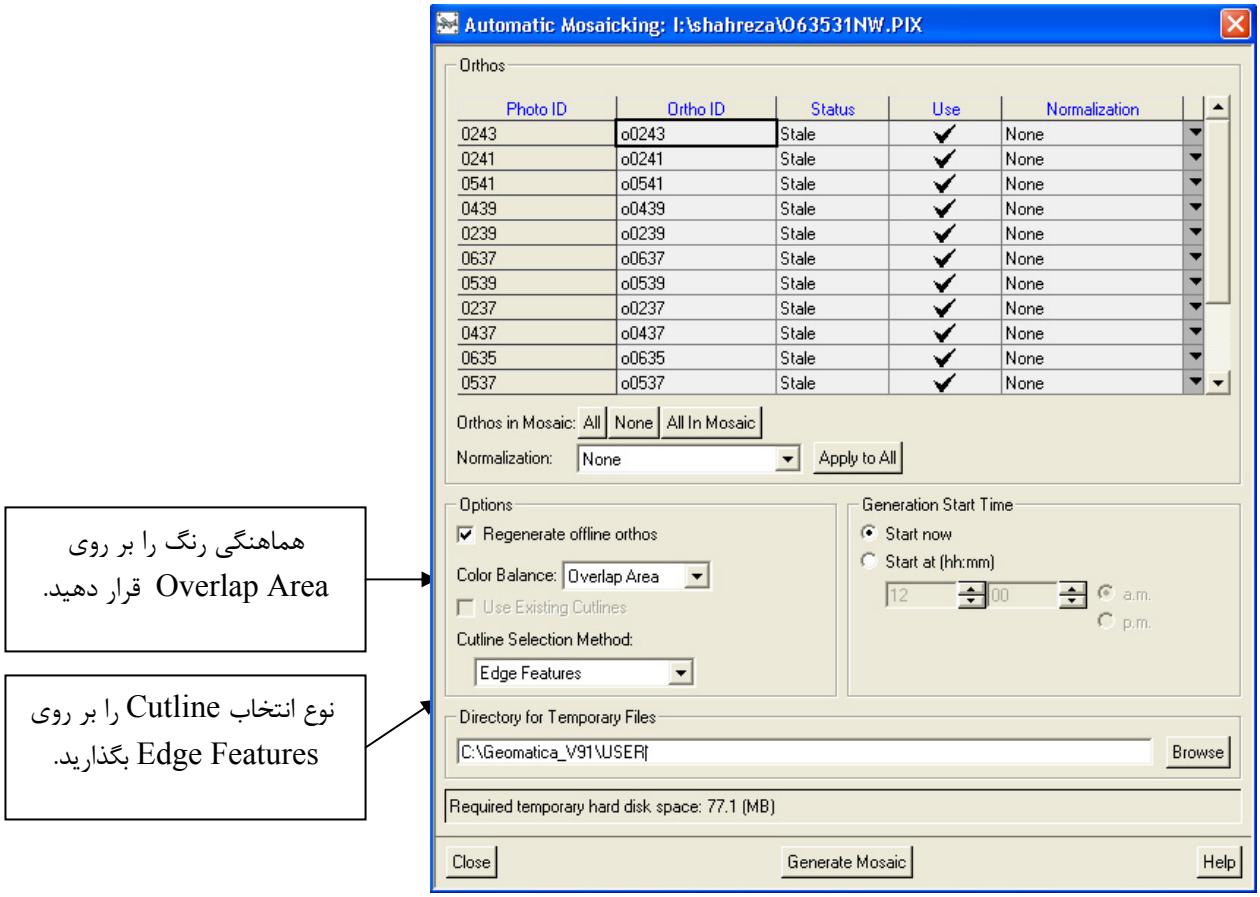
۶-۱۱) موزاییک عکسها

برای این منظور در قسمت Processing Step، گزینه Mosaic را انتخاب کنید. با این کار پنجره ای مانند شکل زیر باز می شود که در سمت راست آن موقعیت عکسهایی که اورتو شده اند نسبت بهم نشان داده شده است. جهت تولید فایل موزاییک در صورتی که مختصات منطقه برای موزائیک معلوم باشد در طرف چپ پنجره، مختصات منطقه را وارد کنید. در غیر این صورت می توان بر اساس عکسها محدوده مورد نظر را انتخاب نمود. برای این منظور کلید شیفت را گرفته و در سمت راست پنجره بوسیله کشیدن Mouse محدوده را ترسیم کنید. سپس آیکنCreate Mosaic File را انتخاب کرده و مسیر فایل موزاییک را به آن معرفی و Create را انتخاب کنید تا فایلی با این ابعاد ایجاد گردد. در صورتیکه یک فای خالی در محدوده موزائیک مورد نظر از قبل وجود داشته باشد می توان با فشردن دکمه Select Existing Mosaic File آن را انتخاب نمود.



پیشنهاد می شود عکسها را به صورت اتوماتیک به هم موزائیک نمود. برای این منظور ایکن Automatic Mosaicking را انتخاب کنید تا پنجره زیر آشکار شود.

در این پنجره در قسمت Orthos لیست تمام عکسهای موجود در پروژه آورده شده است و عکسهایی که در منطقه فایل موزا ئیک قرار گرفته اند تیک خورده اند. در قسمت Options در مقابل گزینه Color Balance، با انتخاب گزینه Overlap Area می توان برای نرم افزار مشخص کرد که در نواحی پوشش بین عکس ها رنگ موزائیک را تعدیل کند تا تفاوت رنگی در مرز پوشش تصاویر ایجاد نشود. گزینه های دیگر قابل انتخاب در این قسمت None و Entire Image است که در اولی هیچ تغییر رنگی در تصاویر ایجاد نمی شود و در دومی کل تصویر، مورد تعدیل رنگی قرار می گیرد. در قسمت Cutline Selection Method با انتخاب گزینه Edge features عکسها از روی عوارض لبه در منطقه پوشش بریده شده و به هم موزائیک می شوند. در این قسمت امکان انتخاب گزینه های Minimum Difference برای انتخاب مسیر cutline در مناطق با کمترین تفاوت رنگی، Minimum Relative Difference برای انتخاب در مناطق با کمترین تفاوت رنگی به طور نسبی و Use Entire Image برای عدم انتخاب cutline و استفاده از کل عکس وجود دارد.



با انتخاب گزینه Generate Mosaic عکسها در فایل مورد نظر به هم موزائیک می شوند.