

بسمه تعالیٰ



گروه مهندسی نقشه برداری دانشگاه آزاد اسلامی زنجان

آموزش استخراج DEM از زوج تصاویر ماهواره ای با

استفاده از نرم افزار PCI Geomatica

نوشته شده توسط دکتر فرید اسماعیلی

Farid_63@yahoo.com

۱- مقدمه

نمایش بعد سوم یا مولفه سوم مختصات برای بسیاری از کاربرد ها اهمیت اساسی دارد. اما نمایش بعد سوم سطح زمین یعنی Z بر روی سطح مسطح کاغذ یا صفحه نمایش دشوار است. به همین دلیل از دیر باز نقشه برداران، نقشه کش ها و جغرافی دانان تلاش کرده اند روش‌هایی را برای نمایش ارتفاعات روی نقشه ارائه نمایند. استفاده از هاشور، سایه روش، گامهای رنگی، اعداد ارتفاعی و منحنی های میزان از جمله این روش ها محسوب می شوند. امکانات و قابلیت های کامپیوترا اجازه می دهند تا سطح پیوسته زمین به شکل رقومی نمایش داده شود به گونه ای که برای کاربران به خوبی ملموس و محسوس باشد.

سطح زمین یک سطح پیوسته است که راه های متعددی برای به ترسیم کشیدن آن ممکن است وجود داشته باشد.

مدل رقومی زمین حاصل تلاش برای به ترسیم کشیدن زمین است به گونه ای که به طور رقومی در سه بعد قابل نمایش باشد. در حقیقت DEM سطحی است که تغییرات ارتفاع (z) نسبت به سطح زمین (x,y) در آن تعریف می شود. پس به طور کلی DEM سه مشخصه عمدۀ دارد [1] :

- سطح زمین (earth surface) را نمایش می دهد
- سه بعدی (3D) است
- رقومی (digital) است

اجزاء DEM

از آنجا که سطح زمین یک سطح پیوسته است برای داشتن یک مدل کامل از این سطح تعداد نامحدودی نقطه لازم است، که در عمل ممکن نیست. بنابراین اطلاعات مورد نیاز باید از طریق نمونه برداری نقاط زمینی به دست آیند. نقاط نمونه (sample points) در حقیقت مجموعه ای از نقاط هستند که با دقت مشخص نمونه برداری شده اند. DEM به وسیله تابعی فاصله بین این نقاط را پر میکند و تغییرات ارتفاع بروی سطح زمین را از این حالت گسسته به صورت پیوسته و با دقت مشخص نمایش می دهد. در واقع نقاط نمونه و تابع نمایش دهنده سطح، اجزای تشکیل دهنده DEM هستند.

برای DTM عبارت دیگری نظیر DHM ، (Digital Elevation Model) DEM و (Digital Terrain Elevation Data) DTED و (Digital Ground Model) DGM DSM نیز به کار می رود.

محصولی است که در آن به سطح خارجی یا رویه زمین با تمامی عوارض موجود در آن اهمیت داده می شود، در حالیکه در DEM فقط به سطح یا کف زمین توجه می شود بدون آنکه عوارض مصنوعی یا دست ساز بشر مثل ساختمنها در نظر گرفته شوند. روش و تکنولوژی نمایش DEM را علاوه بر ارتفاعات می توان برای سایر اطلاعات با خصوصیات مشابه مانند فشار، جاذبه، حرارت، تراکم جمعیت، جذر و مد، آلودگی هوا و ... بسط و تعمیم داد[1].

کاربردهای DEM در علوم مختلف[1]

DEM در علوم مختلف دارای کاربردهای متعددی است که با هدف استخراج این اطلاعات مورد استفاده قرار می-

گیرد:

- تعیین مقدار z با استفاده از x و y مشخص
- برازش یک سطح جهت تعیین z به عنوان تابعی از x و y با استفاده از x ، y و z نقاط معلوم
- تعیین مقدار z در فواصل ثابت از طریق درونیابی با استفاده از x ، y و z نقاط معلوم
- تعیین سطح مقطع خط یا صفحه با سطح (تولید پروفیل)
- برآورد و ارزیابی منحنی های تراز و تولید پروفیل
- تعیین خط دید یا تعیین مناطقی که از سایر نقاط قابل دید هستند
- محاسبه حجم بین سطوح مشخص
- محاسبه شیب
- محاسبه منظر یا جهت شیب
- ناوبری هوایی با اهداف نظامی
- تامین اطلاعات ارتفاعی از سطح زمین

مثالهای شاخص از کاربردهای DEM عبارتند از: مهندسی عمران، علوم زمین، برنامه ریزی و مدیریت منابع، کاربردهای نظامی، نقشه برداری و فتوگرامتری و GIS.

- مهندسی عمران: محاسبات مربوط به خاکبرداری و خاکریزی، نقشه برداری زمین، محاسبات حجم در ساخت سد ها مخازن آب و مانند آنها از کاربردهای DEM در مهندسی عمران است.

- علوم زمین: کاربرد های DEM در علوم زمین اساسا بر روی توابع خاصی جهت مدل کردن، تحلیل و تفسیر مورفولوژی عوارض مرکز شده است. به عنوان مثال توصیف و توسعه شبکه های زهکشی و مدل کردن جریان های آبی (هیدرولوژی)، شبیه سازی و طبقه بندی ژئومورفولوژیکی و مدل سازی زمین شناسی، تهیی نقشه های شیب و منظر و پروفیلهای شبیه سازی برای تولید نقشه های ارتفاعی از کاربرد هایی است که در آنها معمولا از DEM استفاده می شود.

- برنامه ریزی و مدیریت منابع آب: این بخش شامل رشته های مختلفی مثل سنجش از دور، کشاورزی، علوم خاک، هواشناسی، اقلیم شناسی، برنامه ریزی محیطی و شهری و جنگل داری است که همگی آنها روی مدیریت مابع طبیعی تمرکز دارند. کاربرد های DEM این بخش شامل مکانیابی نقاط، کمک به طبقه بندی تصاویر سنجش از دور به وسیله مشتقات DEM، تصحیحات هندسی و رادیو متريکی تصاویر سنجش از دور، مدل های پتانسیل فرسایش خاک، مطالعات شرایط محصولات کشاورزی، مدل های انتشار جریان باد و آلودگی می باشد. همانطور که واضح است این گروه دامنه وسیعی از کاربرد ها را پوشش می دهد و شامل روش هایی برای تغییر و ویرایش اطلاعات، تحلیل های قوی، مدل سازی و ابزار تجسم سازی یا نمایش است.

- شبیه سازی و تجسم: بیشتر کاربران ترجیح می دهند که عوارض زمین را به طور شبیه سازی شده مورد بررسی قرار دهند. معمولا شبیه سازی به صورت پرواز بر فراز منطقه انجام می شود، به طوریکه با تنظیم ارتفاع و زاویه دید می توان عوارض را از جنبه های گوناگون مورد بررسی قرار داد. هدایت موشکها، مدیریت عملیات های جنگی و غیره میتواند از نتایج این بررسی ها باشند.

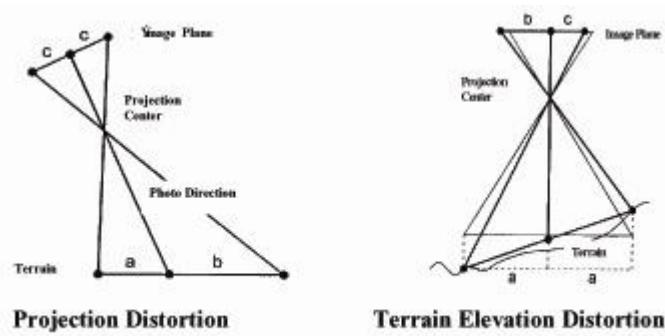
- نقشه برداری و فتوگرامتری: از کاربرد های DEM در نقشه برداری و فتوگرامتری می توان تولید منحنی میزانها با کیفیت بالا، تولید اورتر فتو، ارزیابی کیفیت داده ها و نقشه برداری توپوگرافیک را نام برد.

- کاربرد های نظامی: بخش نظامی نه تنها یک مصرف کننده عمده DEM می باشد بلکه تولید کننده مهم آن نیز هست. تقریبا همه جنبه های محیط نظامی وابسته است به یک درک صحیح و قابل اطمینان از عوارض، ارتفاع و شیب سطح زمین. مثالهایی از این گونه استفاده ها شامل تحلیل دید برای هدایت میدان جنگ، نمایش سه بعدی برای سیستم های هدایت سلاح و شبیه سازی پرواز و تحلیل مسیر دید را دار می باشد. در ادامه چند کاربرد از کاربرد های مدل های رقومی ارتفاعی زمین که متناسب با اهداف این پژوهه می باشند را توضیح می دهیم.

- کاربرد DEM در تهیه Orthophoto

گاهی اوقات در فتوگرامتری هدف تبدیل تصاویر به نقشه دقیق است. برای این منظور تمام خطاهای موجود روی تصویر از جمله جابجایی ناشی از اختلاف ارتفاع و تیلت حذف می شود، در این حالت یک تصویر ارتوфتو دو بعدی حاصل می شود که در آن تمام خطاهای حذف شده است. ارتوفتو تصویر قائم عوارض زمین بر روی سطح می باشد، مثلاً تصویر ساختمان و بلندیها در تصویر اورتو بصورت کاملاً قائم روی کف تصویر می شود و پای ساختمانها در این تصاویر مشاهده نمی شود.

ارتوفتو در واقع نمایش ارتوگرافیکی سطح زمین است. از آنجا که ارتوفتو فقد تیلت و جابجایی ارتفاعی است موقعیت مسطحاتی صحیحی از عوارض ارائه می دهد. فواصل، زوايا و مساحت را می توان درست نظری نشان داد. ارتوفتو اندازه گیری نمود. خطاهای ناشی از اختلاف ارتفاع و تیلت در شکل زیر نشان داده شده است.



خطاهای ناشی از اختلاف ارتفاع و تیلت

هر تصویر و عکس دارای کشیدگی تصویری است. این کشیدگی یک اعوجاج هندسی است که به علت ارتفاع متفاوت زمین در قسمتهایی که عکس آنها گرفته شده است بوجود می آید. اجسام بلند مانند ساختمان‌ها و درختها بصورت شعاعی به سمت بیرون از مرکز عکس جابجا می‌شوند. اجسام بلندتر و اجسامی که از مرکز عکس دورترند، جابجایی بیشتری دارند. عملیات اورتو نمودن تصاویر، این اعوجاج‌ها و نامنظمی‌ها را با اعمال ترانسفورماتیون‌های ریاضی که با استفاده از DEM روی عکس انجام می‌شود، تصحیح می‌کند.

یک اورتوфتو رقومی فقط در جایی که DEM دقیق موجود باشد می‌تواند دقیق باشد. لذا اگر لازم باشد پلهای و ساختمانها به جای صحیح خود ترمیم شوند، باید ساختمانها و پلهای بعنوان قسمتی از DEM وارد آن شوند که این کار بسیار پرهزینه است.

تولید ارتوفتوی رقومی در مقایسه با تکنیکهای تولید آنالوگ با بهره جستن از تکنیکهای پردازش رقومی تصاویر از انعطاف پذیری بیشتری برخوردار است. علاوه بر این، خروجی رقومی در دامنه متنوعی از کاربردها مثلًا در محیط GIS قابل استفاده است.

کاربرد DEM در تعیین میدانهای دید

از جمله توابع توپوگرافی که بر روی مدل‌های رقومی زمین قابل اجراست، می‌توان به توابع میدانهای دید اشاره کرد که از مهمترین آنها، توابع قابلیت دید (Line of sight)، خطوط دید (Intervisibility)، نورپردازی (Illustration) و دید پرسپکتیو نام برد.

به طور ساده میدان دید منطقه‌ای است که می‌توان آنرا از یک نقطه (یا نقاط) معلوم مشاهده کرد. تعیین میدانهای دید، در تعیین مناطقی که با یک آنتن مخابراتی یا رادار پوشش داده می‌شوند، ارزیابی چگونگی خارج شدن و یا وارد شدن جاده‌ها به میدان دید در هنگام طراحی قوسهای مسیر، تعیین مناسبترین نقاط چشم‌اندازها و نقاط گردشگری، تعیین منطقه تحت پوشش یک حوزه نظامی و سایر کاربری‌های نظامی و مخابراتی کاربرد دارد. با استفاده از توابع خودکار میدان دید می‌توان در روشهای تجزیه و تحلیل به صورت آزمایش و خطای نیز عمل کرد، بدین صورت که با قرار دادن عوارض و یا آنتن‌ها در نقاط مختلف میزان پوشش را در نقطه‌ای مطالعه کرد و با تغییر موقعیت آن نقطه، به پوشش‌های دیگر رسید. تعیین بهترین مکان برای سیستم‌های راداری و مایکروویو که نیاز به خطوط دید بدون مانع دارند بدین طریق می‌تواند صورت گردد.

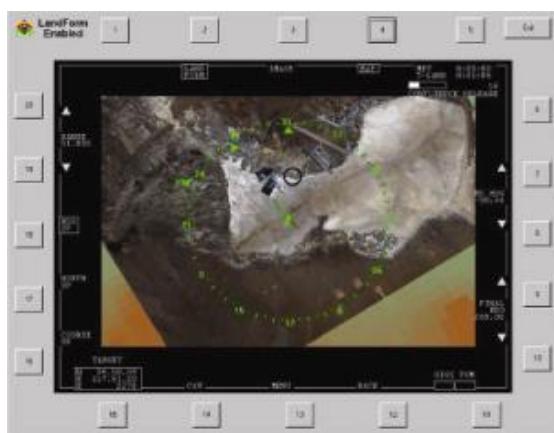
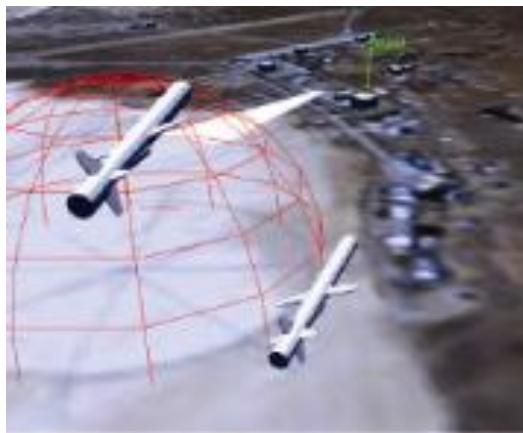
کاربرد DEM در شبیه سازی مسیر پرواز

این طرح تحقیقاتی توسط شرکت Land Form در امریکا انجام شد. داده ورودی سیستم DEM منطقه بود که برای کاربردهای زیر مورد استفاده قرار گرفت:

استفاده در طرح پرواز عکسبرداری هوایی

استفاده در نرم افزارهای شبیه ساز لحظه‌ای

استفاده در حافظه ریزپردازنده‌های موشکهای خودکار و هوایپیماهای بدون سرنشین



این طرح قابلیتهای زیر را دارد:

- تهیه DEM با دقت بالا

- طراحی همزمان چند مسیرهوايی بطور مستقل

- انحنای زمین به همراه مدل زمین

- استفاده از سایر مدل‌های جهانی

از کاربردهای طرح میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- تجزیه و تحلیل ترافیک هوایی

- برنامه ریزی مأموریتهای هوایی

- طراحی خطوط هوایی و فرودگاهها

- مطالعات امنیت پرواز

مباحث مطرح در DEM

به طور کلی مباحث مطرح در DEM شامل مراحل زیر است:

- تولید (generation) DEM : شامل دو مرحله جمع آوری داده ها و ساختار دهنده مدل است.

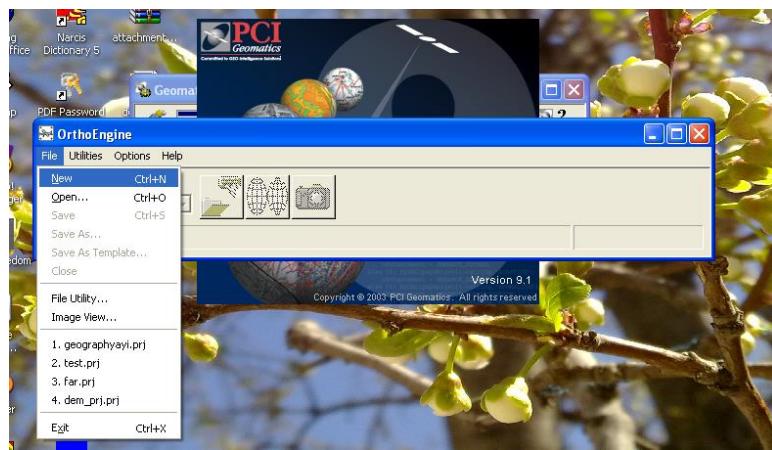
- تغییر و اصلاح (DEM manipulation) : شامل اصلاح خطاهای موجود، تغییر در ساختار مدل، ترکیب کردن و به هم پیوستن DEM های مختلف و ... می باشد.
- تفسیر (interpretation): در واقع استخراج اطلاعات با استفاده از تحلیل DEM می باشد که می تواند مستقیماً در کاربردهای مختلف مثل تهیه نقشه شبیه یا شبکه راهها مورد استفاده قرار گیرد.
- نمایش (visualization): نشان دادن نتایج تفسیر و نمایش بصری DEM است.
- کاربرد (application): شامل روش‌های اجرایی و الگوریتمها می باشد.

۲- شروع کار با نرم افزار و مراحل استخراج DEM به کمک آن

پس از نصب با اجرای آیکون مربوطه بر روی دسکتاپ  نرم افزار به فرم زیر اجرا خواهد شد.

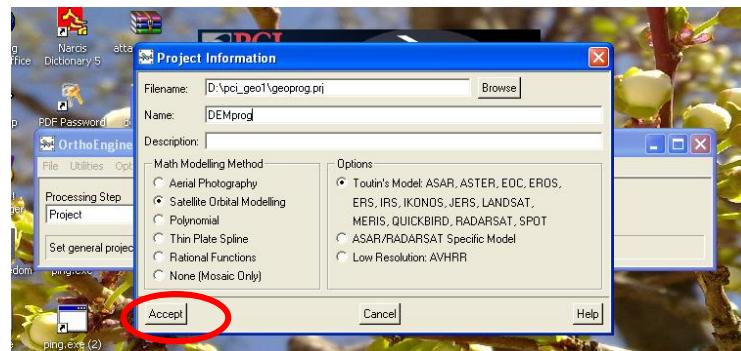


در شکل فوق منوهای اصلی نرم افزار در قالب ابزار های تعریف شده در نرم افزار PCI مشخص می باشد. برای هدف استخراج DEM از تصاویر ماهواره ای، با کلیک بر روی منوی OrthoEngine  وارد این ماژول از نرم افزار می شویم.

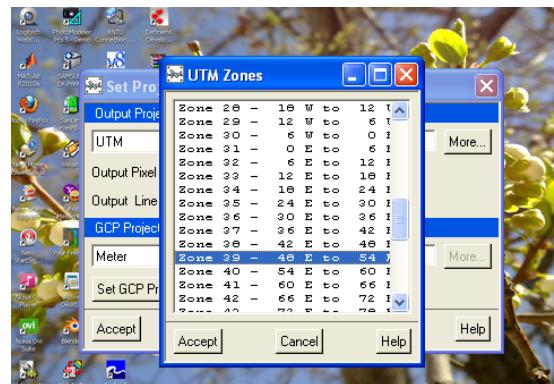
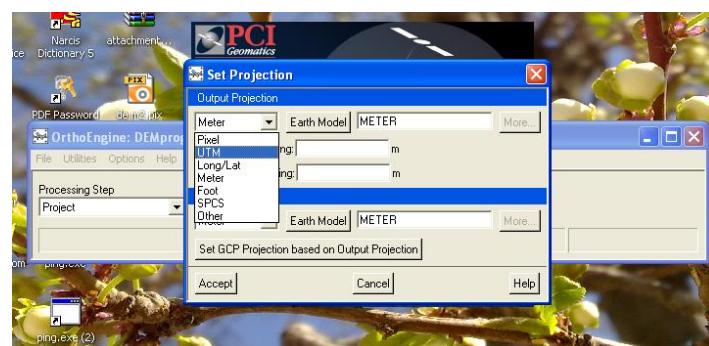


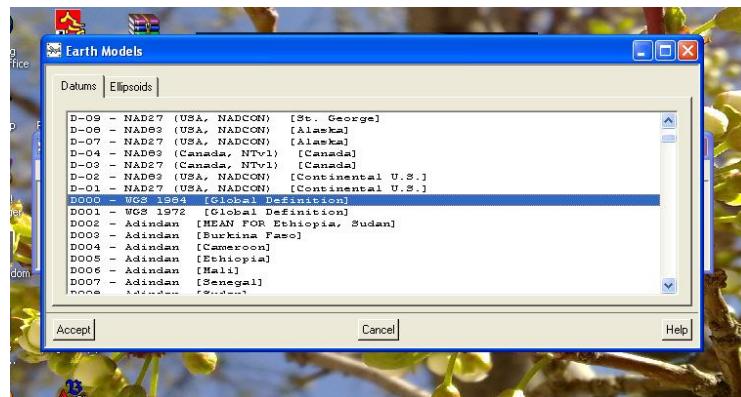
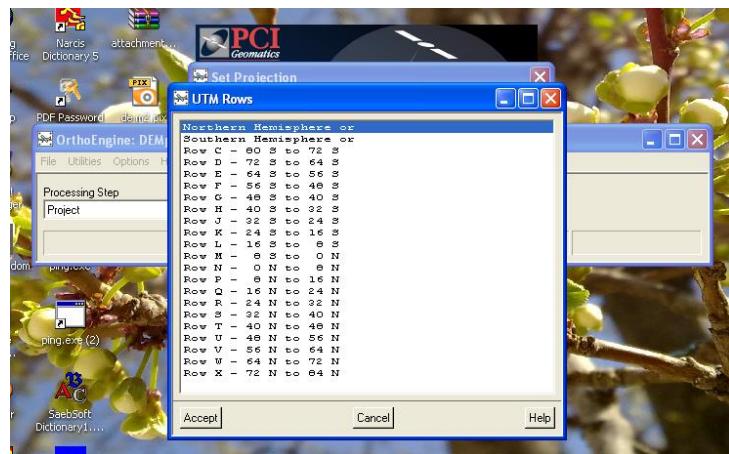
مطابق شکل فوق پس از ورود به ماژول OrthoEngine برای ساختن یک پروژه جدید بر روی گزینه های File و New به ترتیب کلیک می کنیم. مسیر ذخیره سازی و نام پروژه جدید را تعیین می کنیم. با توجه به اینکه پارامتر

های مداری سنجنده Aster برای نرم افزار PCI شناخته شده می باشد، گزینه انتخاب می کنیم.

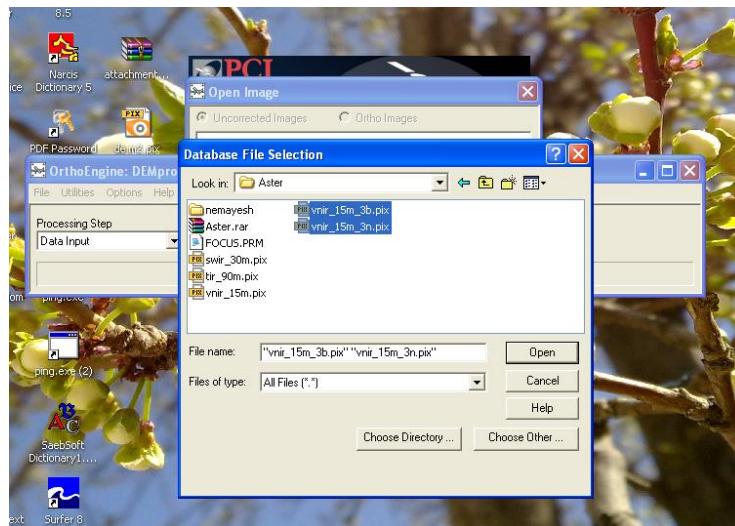
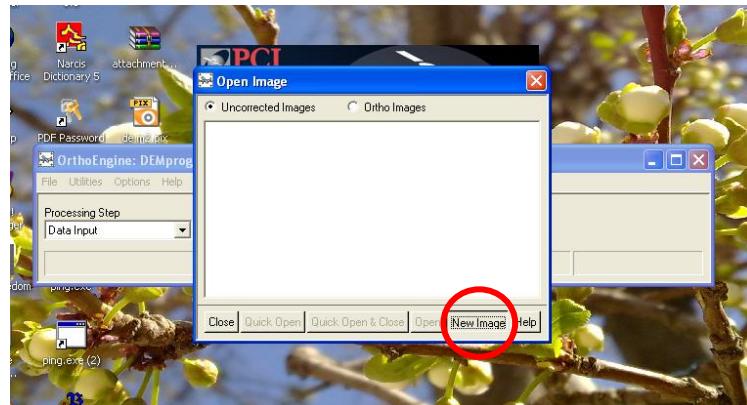
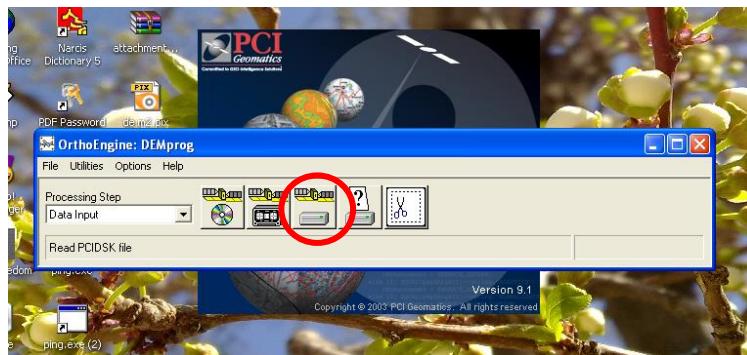


در منوی ظاهر شده، سیستم تصویر، zone ، بیضوی و رزولوشن DEM ای که استخراج خواهیم کرد را وارد می کنیم. این مراحل به صورت مصور برای زوج تصاویر Aster از بلوک تهران مشخص می باشد.



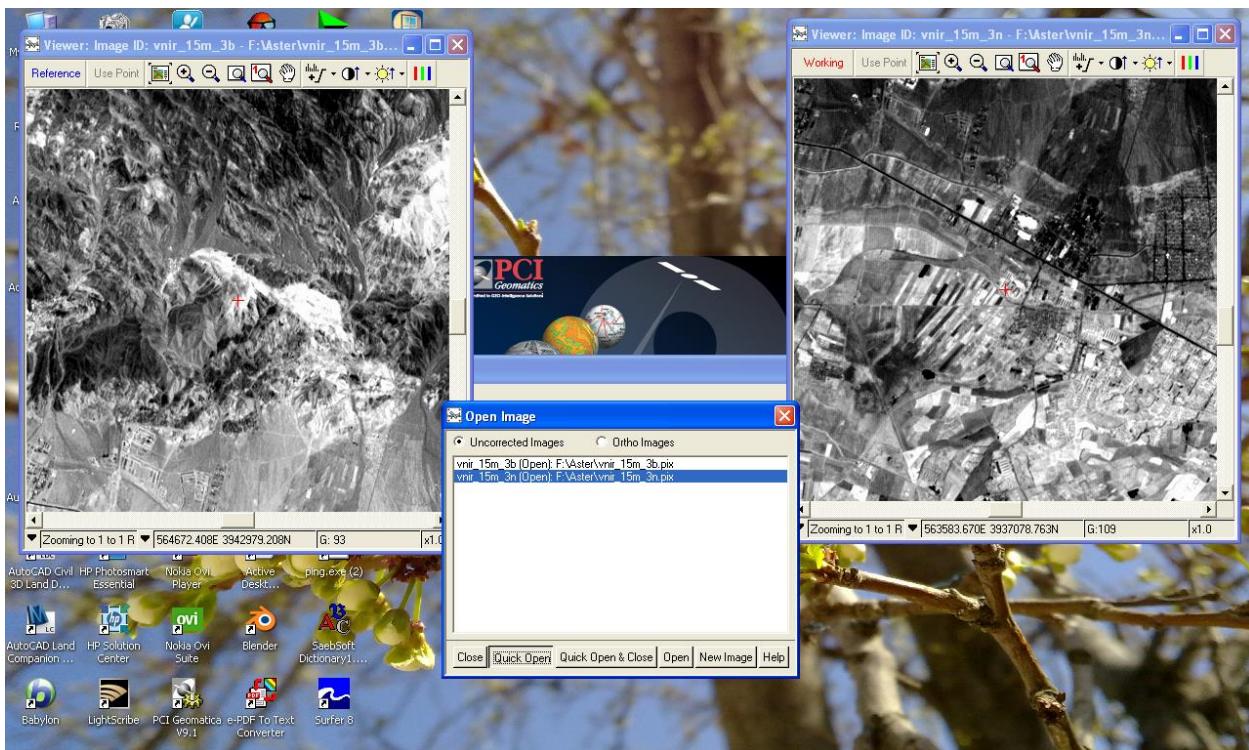
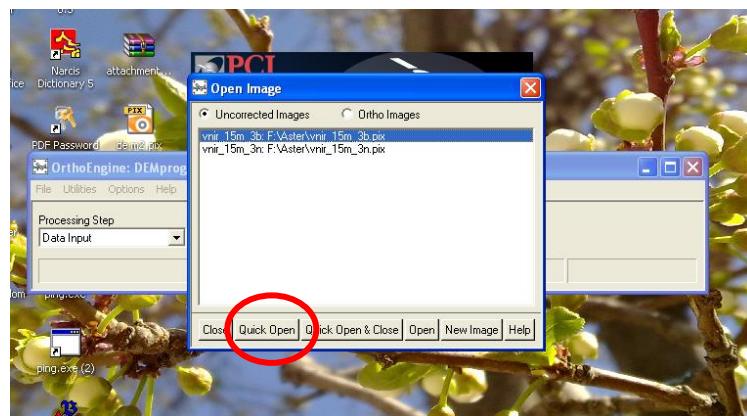


پس از انجام تنظیمات پروژه، وارد مرحله بعدی یعنی ورود داده ها (Data Input) می شویم. مطابق شکل زوج تصاویر مورد نظر را لود می کنیم.

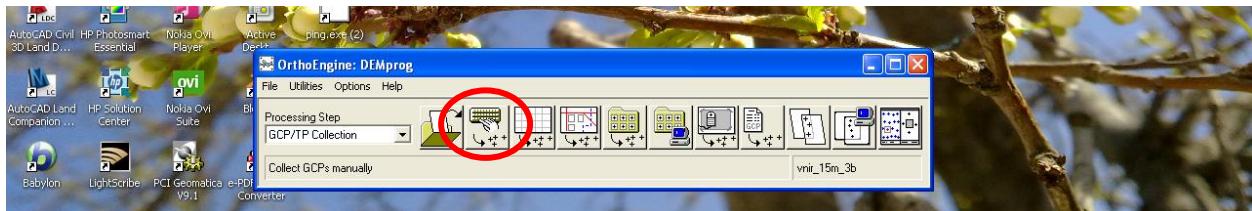
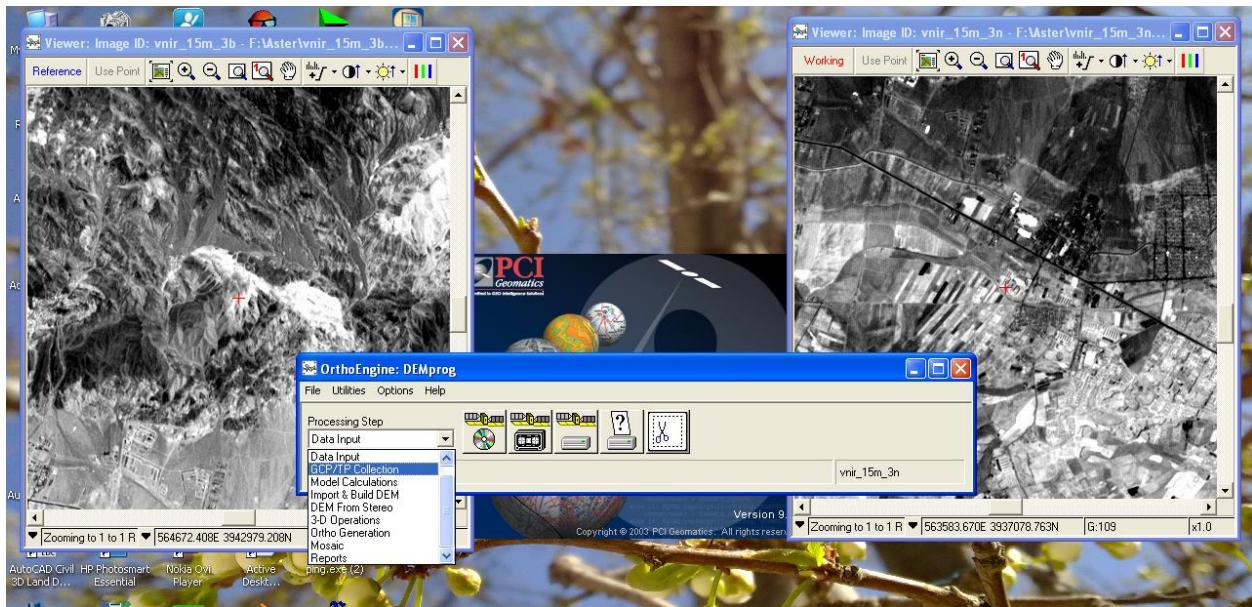




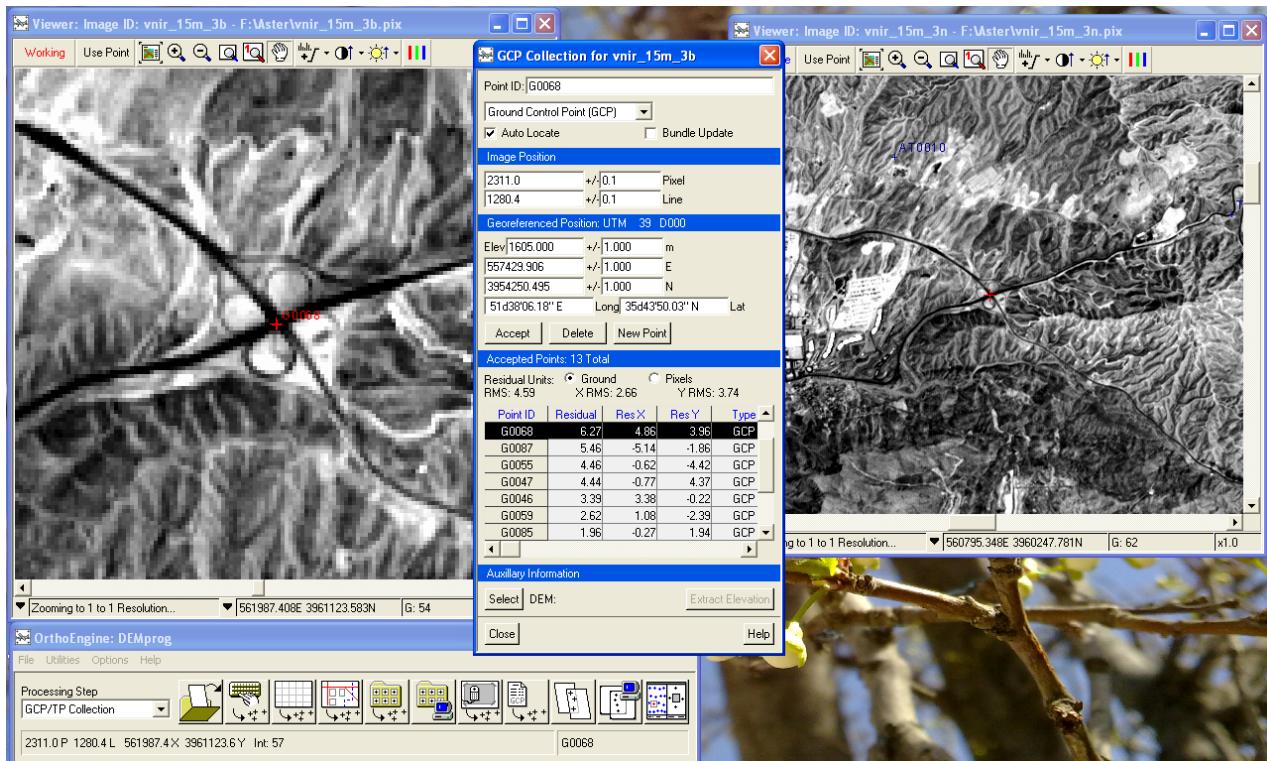
پس از وارد شدن فایل تصاویر به دیتابیس، جهت مشاهده آنها گزینه Quick Open را انتخاب می کنیم و هر ۲ تصویر را باز گشایی می نماییم.



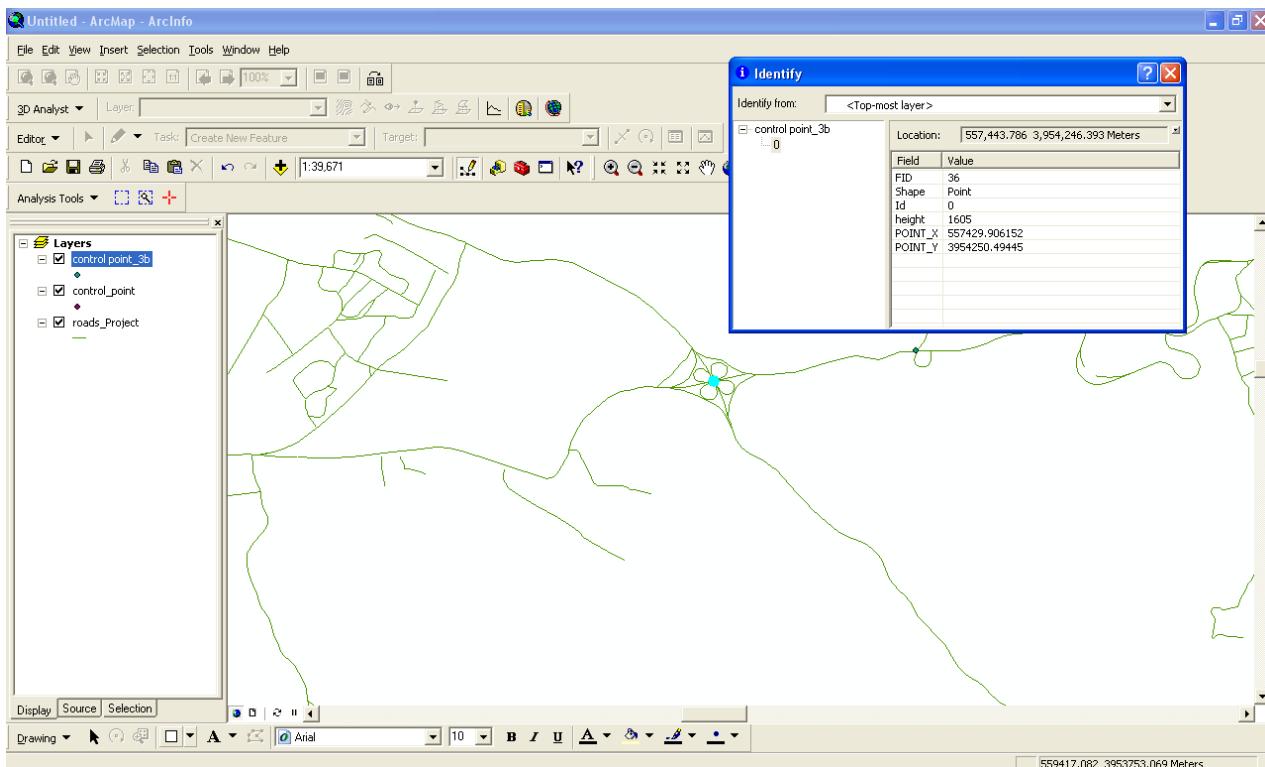
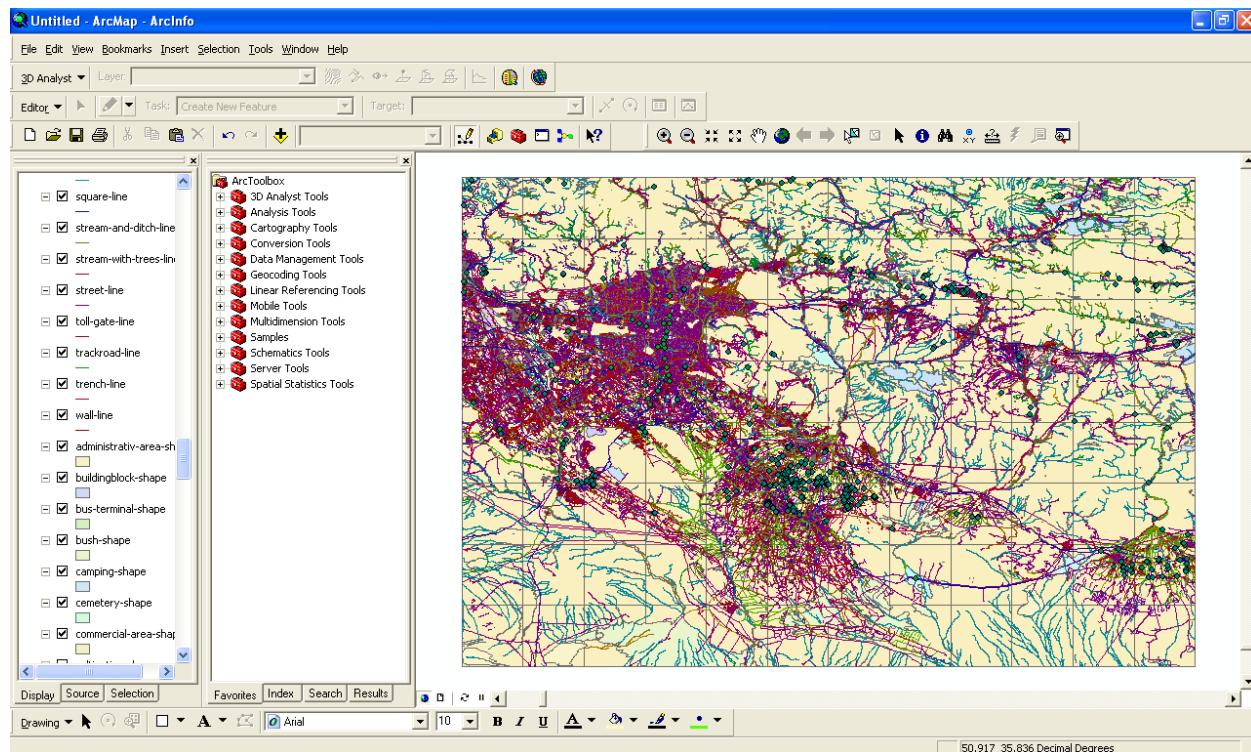
حال وارد مرحله بعدی جهت جمع آوری نقاط کنترل می شویم.



در صورتی که فایل TXT نقاط کنترل شامل مختصات عکسی و زمینی نقاط کنترل را نداشته باشم، وارد بخش جمع آوری نقاط کنترل به صورت دستی می شویم.



در سمت چپ گوشه بالا، تصویری که می خواهیم بر روی آن نقاط کنترل را تعیین کنیم، در حالت Working می دهیم. نشانه گر قرمز رنگ را بر روی نقطه مورد نظر قرار داده و دکمه Use Point را فشار می دهیم. حال مختصات زمینی نقطه کنترل مورد نظر را نیز در بخش مربوطه مطابق شکل بالا وارد می کنیم. این مختصات زمینی برای نقاط کنترل یا به روش نقشه برداری زمینی تعیین شده اند و یا مطابق شکل زیر از روی نقشه پوششی منطقه تعیین می شود. در خصوص نقاط کنترل، تعداد و چیزیش آنها در فصل دوم بحث خواهیم کرد.



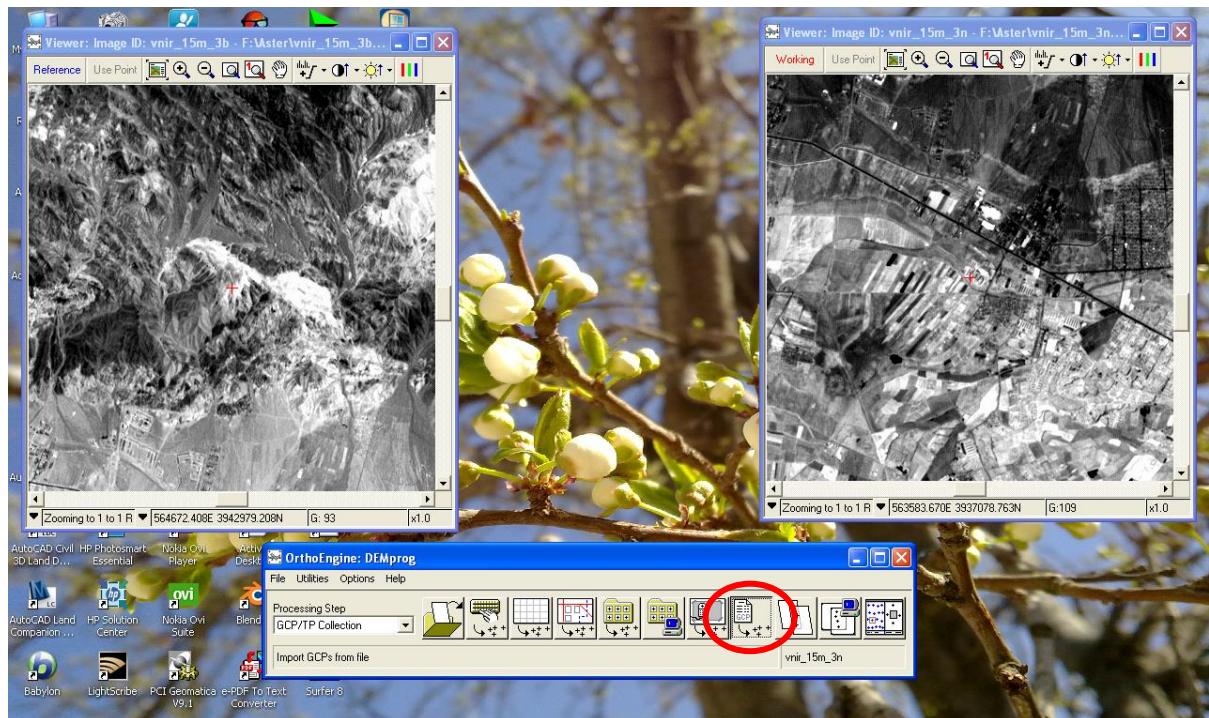
نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ منطقه و استخراج مختصات زمینی برای نقاط کنترل

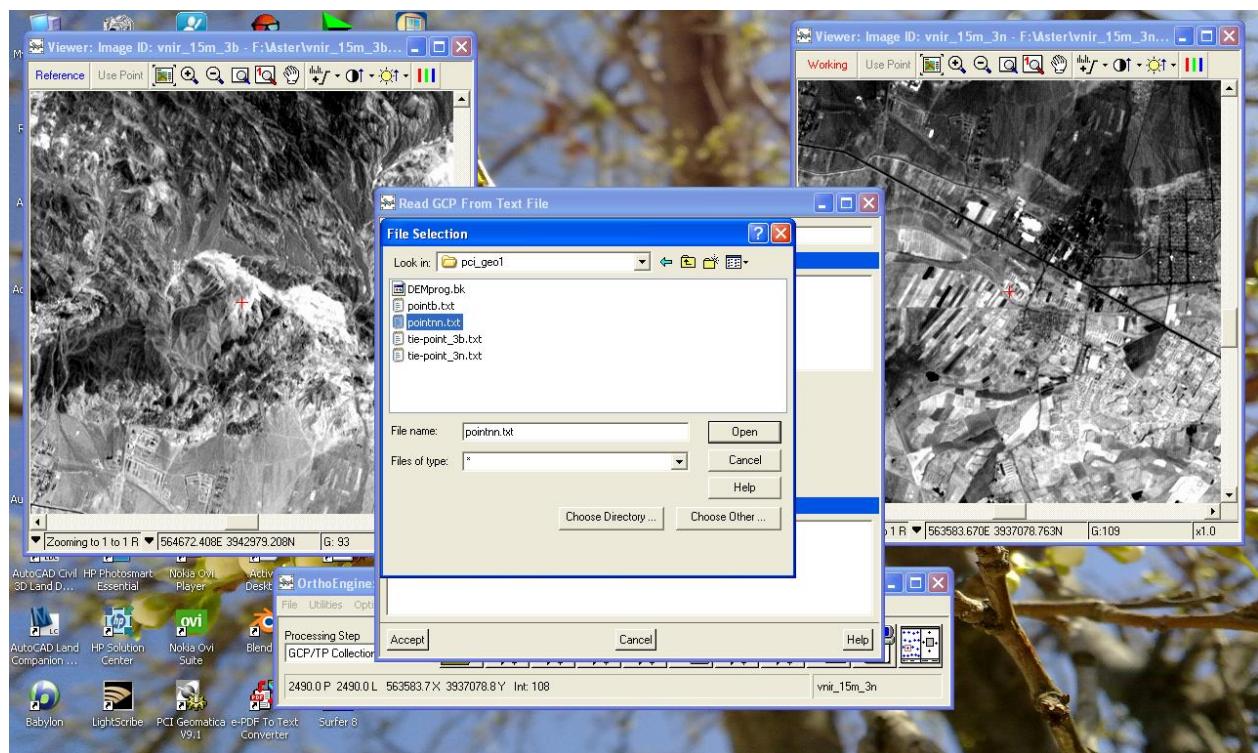
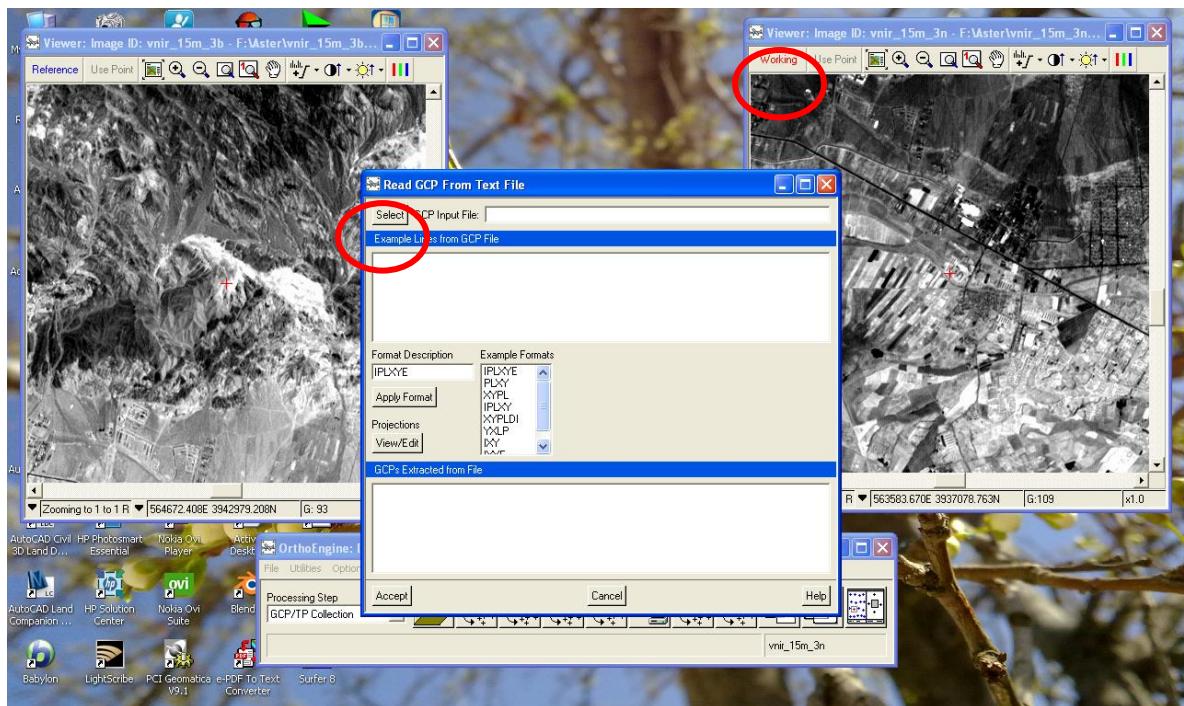
با ورود نقاط کنترل مقدار RMS ای که از حل چند جمله ای برای این نقاط بین ۲ فضای عکسی و زمینی بدست می آید، نمایش داده می شود. با حذف نقاط کنترلی که RMS مناسبی ندارند، می توان دقیق نظر را کنترل

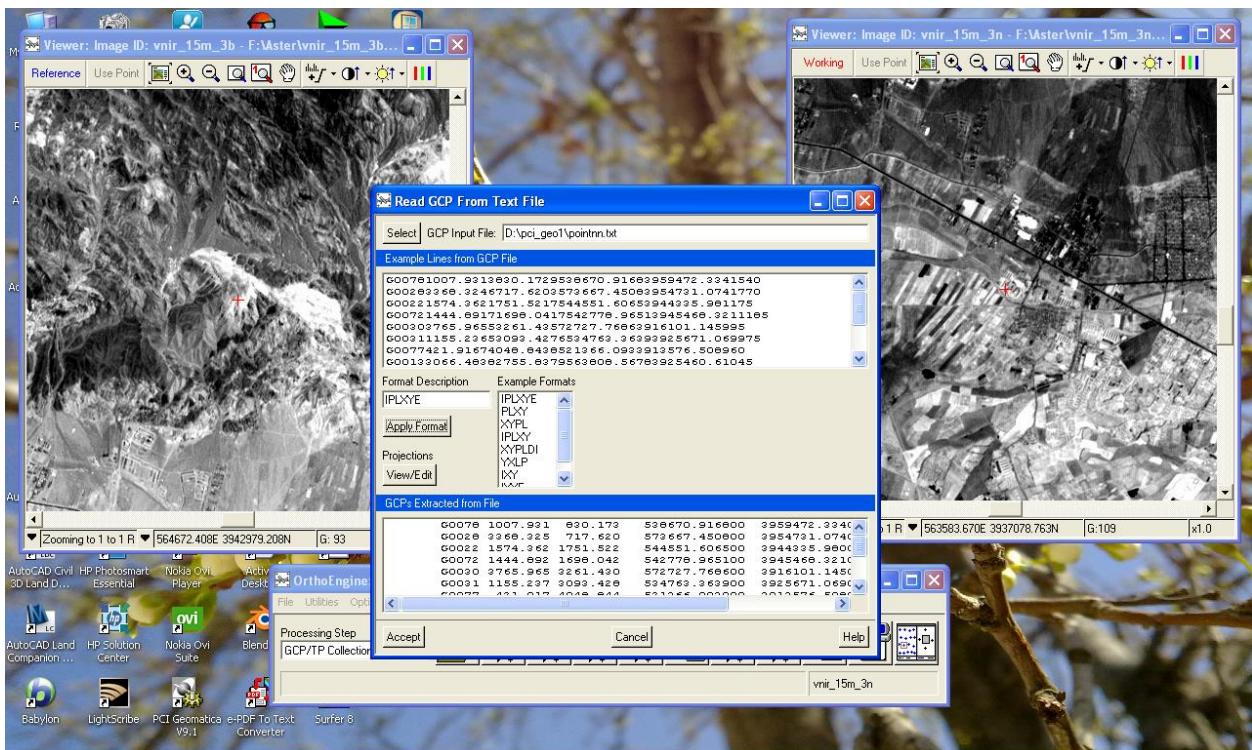
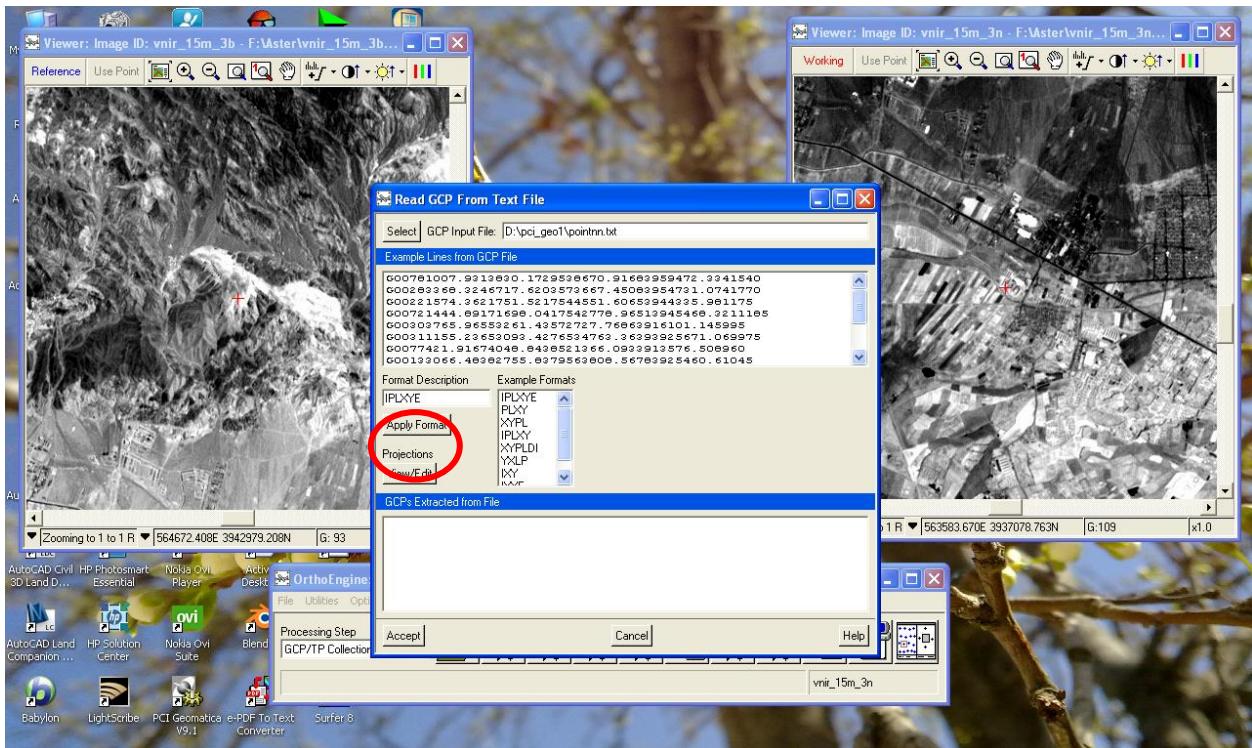
نمود. به هر حال در خصوص نقاط کنترل باید دقت شود که پراکندگی این نقاط در کل مدل و در مناطق ارتفاعی باید مناسب باشد. در این پروژه ما در حدود ۲۵ نقطه کنترل در هر دو تصویر در نظر گرفتیم که به دقت RMS در حدود ۲ متر دست یافتیم. با توجه به رزولوشن ۱۵ متری تصاویر Aseter در هر پیکسل، این دقت به دست آمده قابل قبول می باشد.

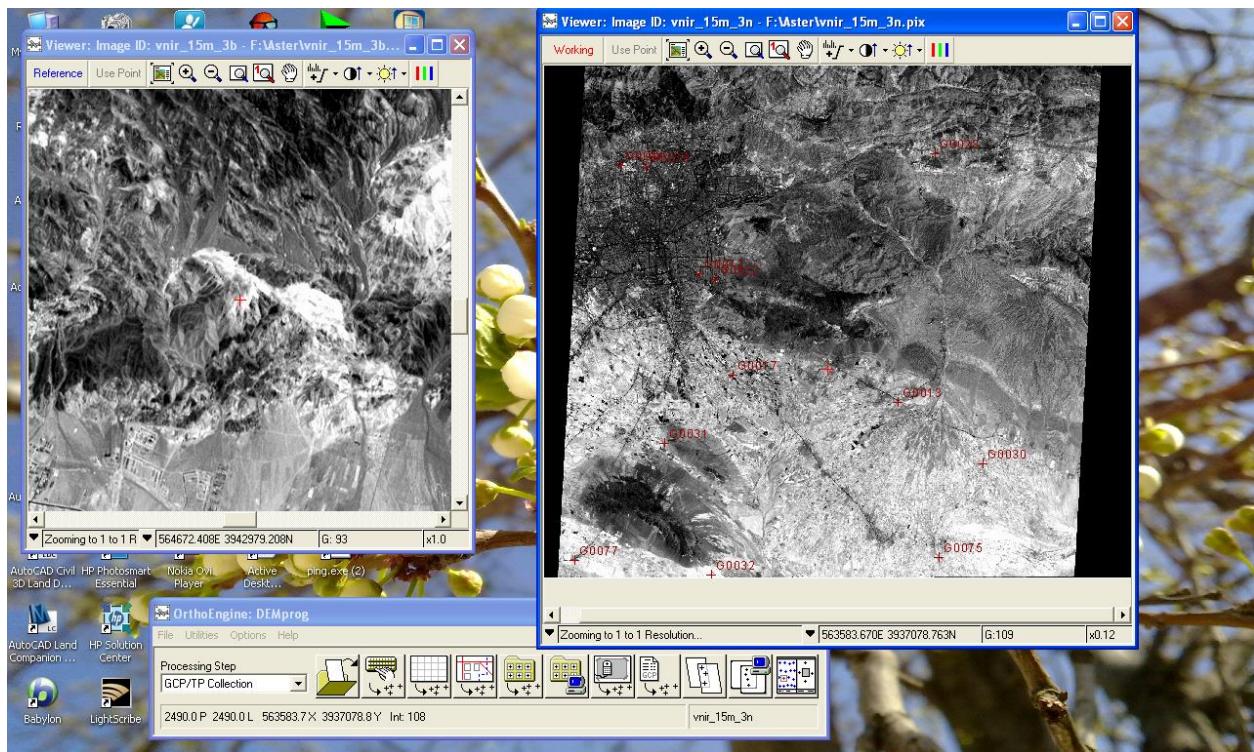
pointn.txt - Notepad						
G0078	1007.9313	830.1729	538670.9168	3959472.334	1540	
G0028	3368.3246	717.6203	573667.4508	3954731.074	1770	
G0022	1574.362	1751.5217	544551.6065	3944335.98	1175	
G0072	1444.8917	1698.0417	542778.9651	3945468.321	1185	
G0030	3765.9655	3261.43	572727.7686	3916101.145	995	
G0018	1401.2355	3093.4376	534635.6839	3915460.069	975	
G0077	421.9367	4048.8438	521362.092	3913176.308	1060	
G0013	3066.4838	275.8379	563808.5678	3925460.1	1045	
G0024	796.3384	813.4204	535599.7749	3960281.571	1585	
G0075	3401.9625	4025.0245	565315.8011	3905827.998	905	
G0017	1716.3011	2534.3002	544531.8293	3932397.195	1015	
G0032	1541.6068	4175.7575	537511.534	3908663.019	895	

در صورتی که فایل نقاط کنترل به فرمت فوق موجود باشد، می توان مطابق شکل زیر آنها به نرم افزار معرفی نمود. فقط دقت شود زمانی که نقاط کنترل عکس چپ یا راست وارد می گردد، تصویر مربوطه در حالت Working قرار داشته باشد.

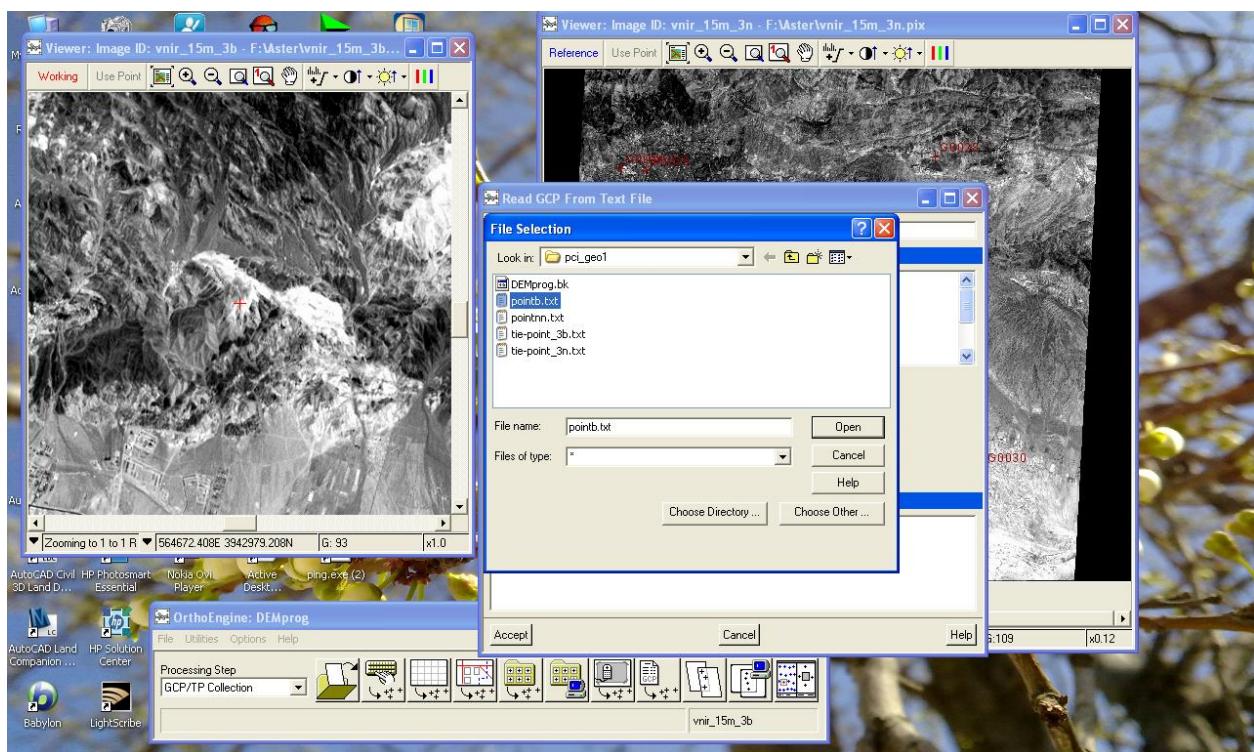


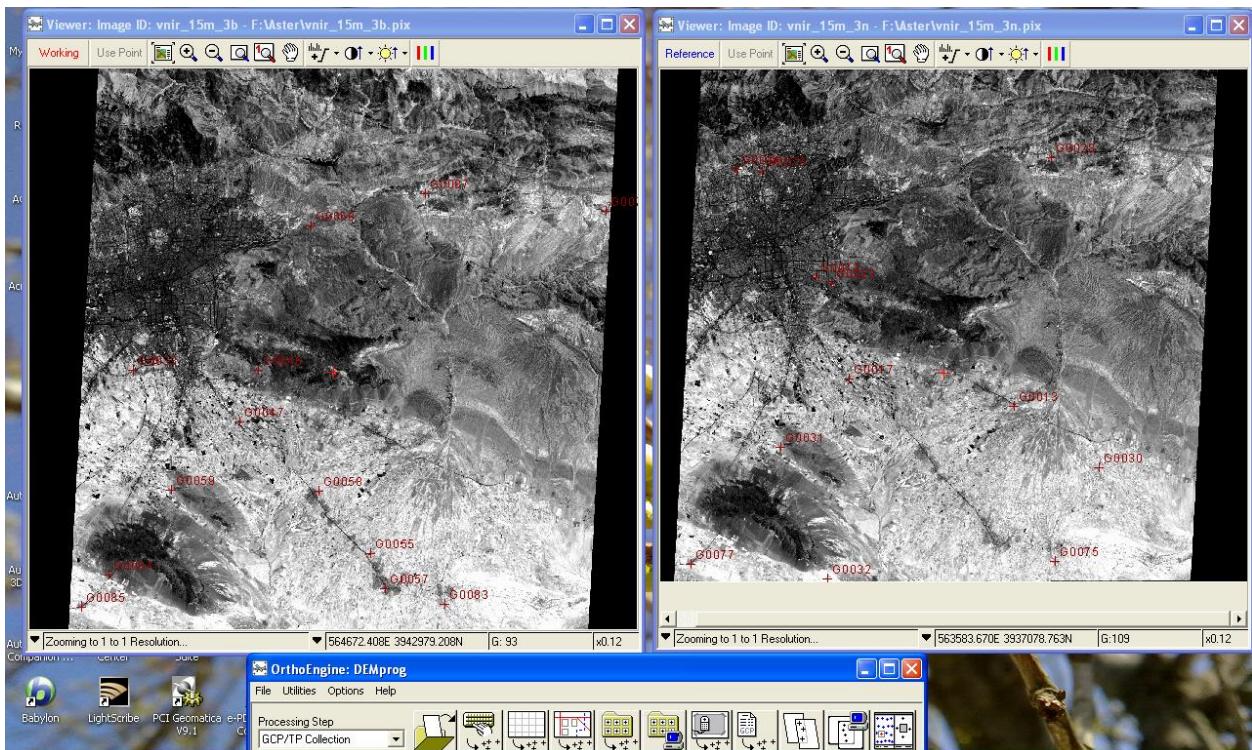
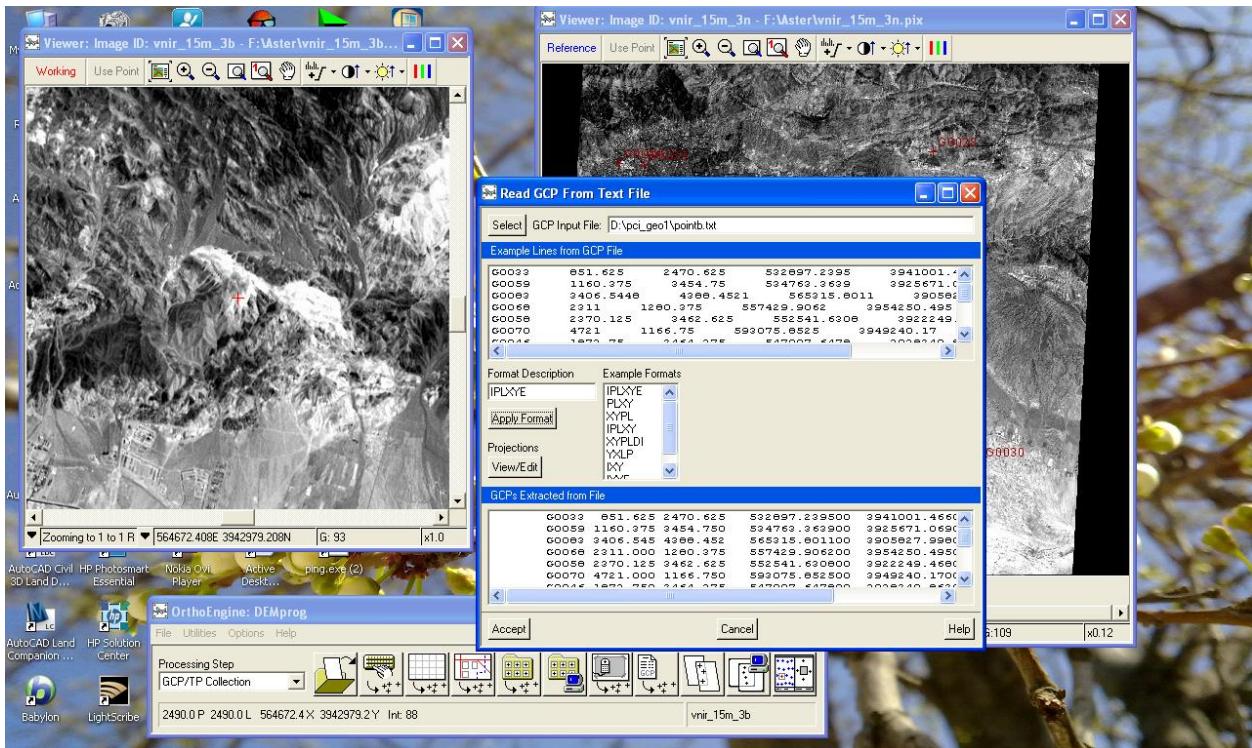






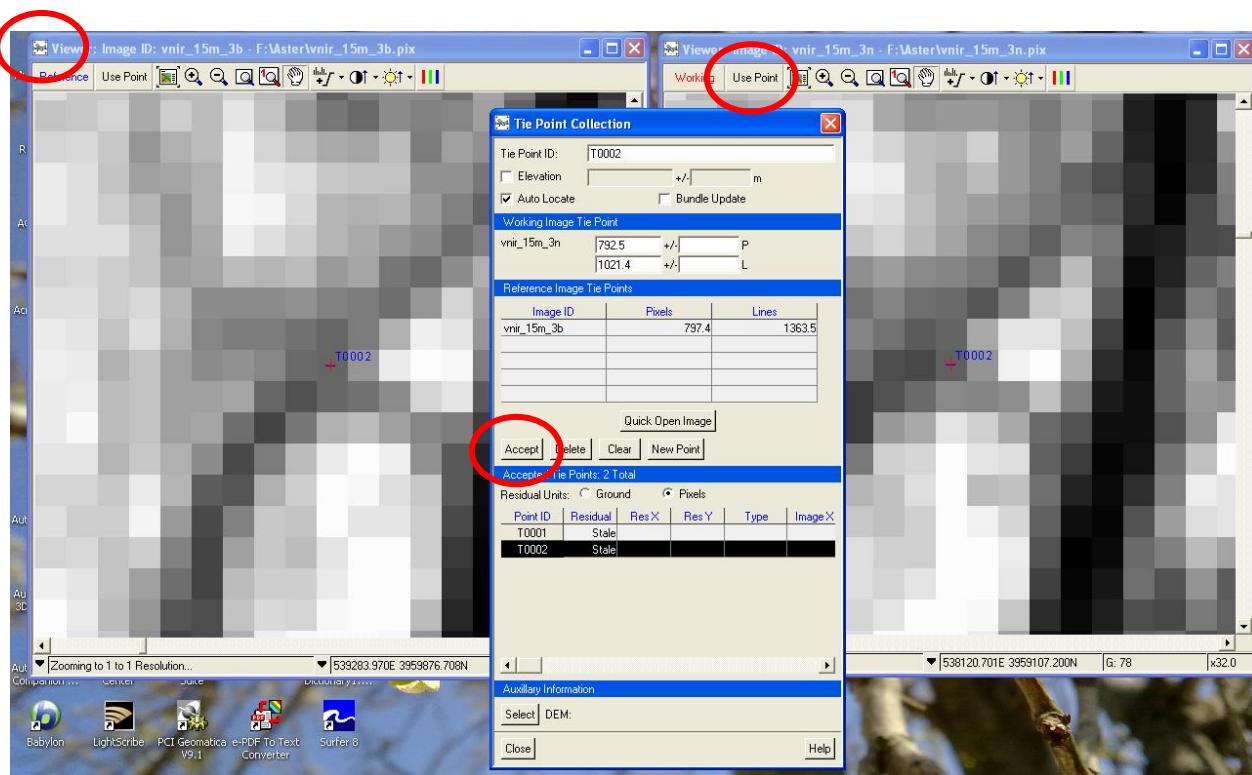
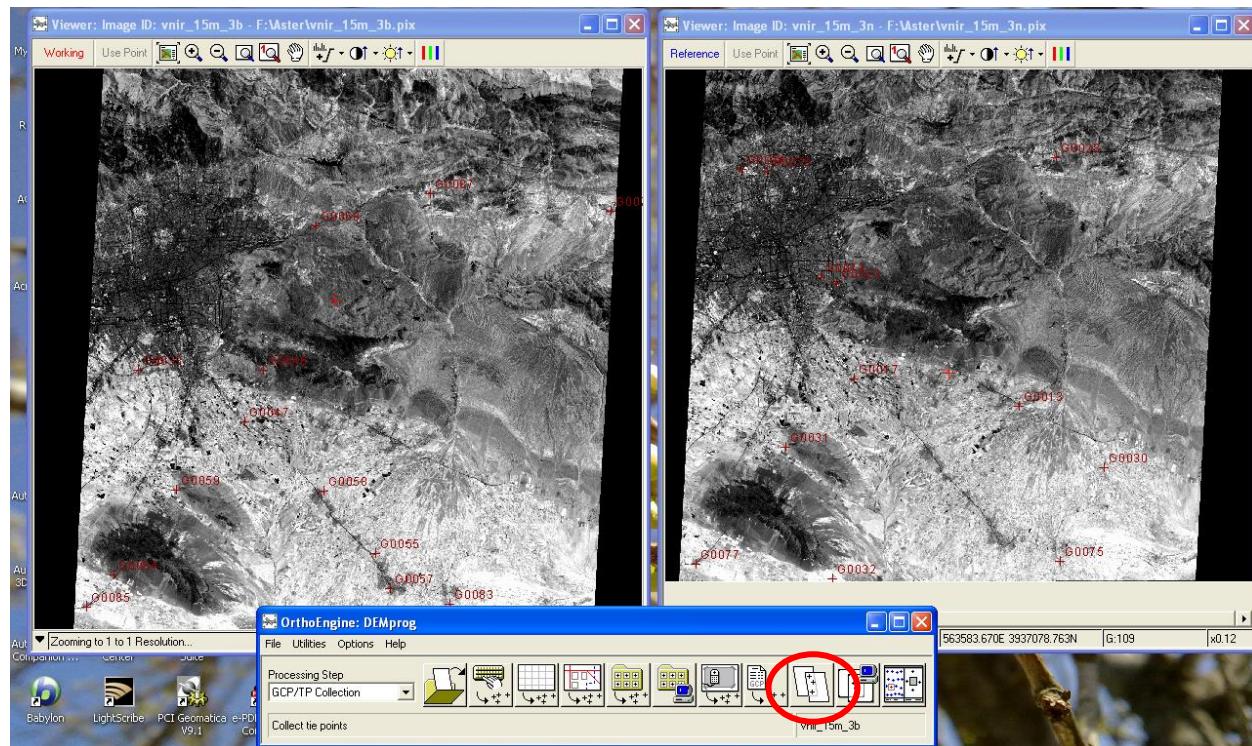
و برای تصویر دوم هم به همین ترتیب نقاط کنترل از فایل مربوطه معرفی می‌گردد.

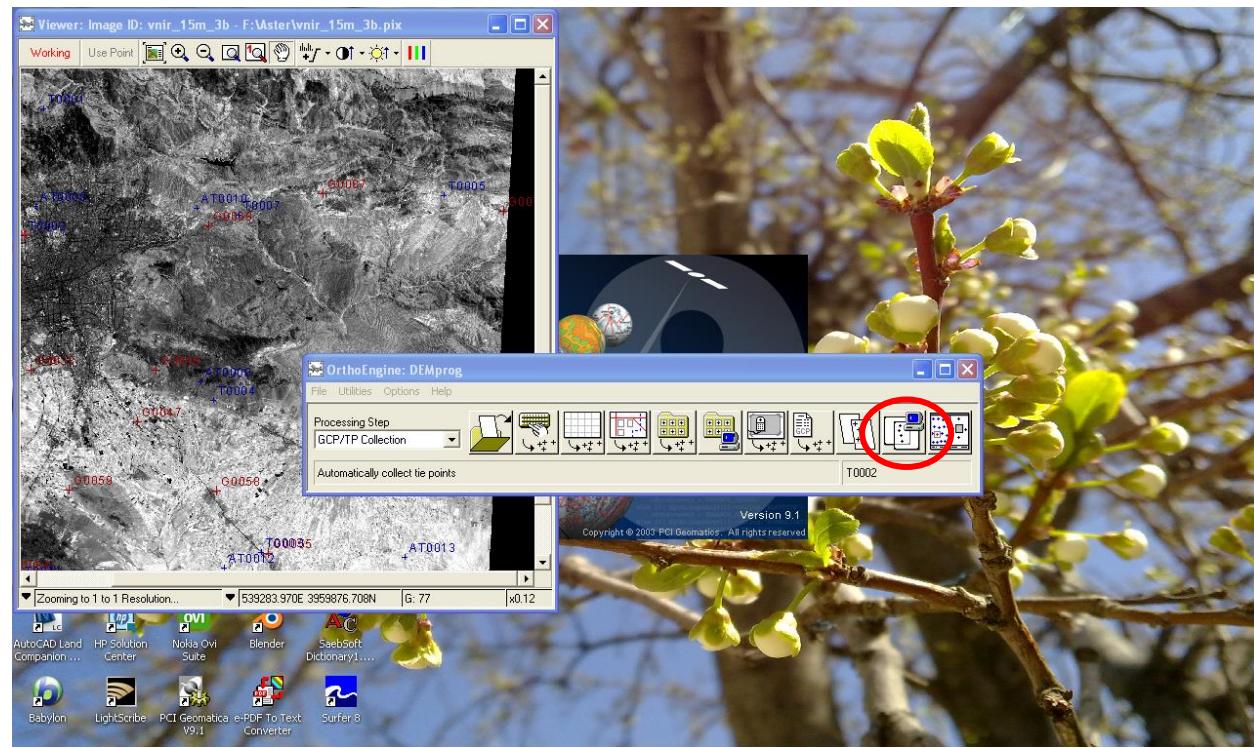
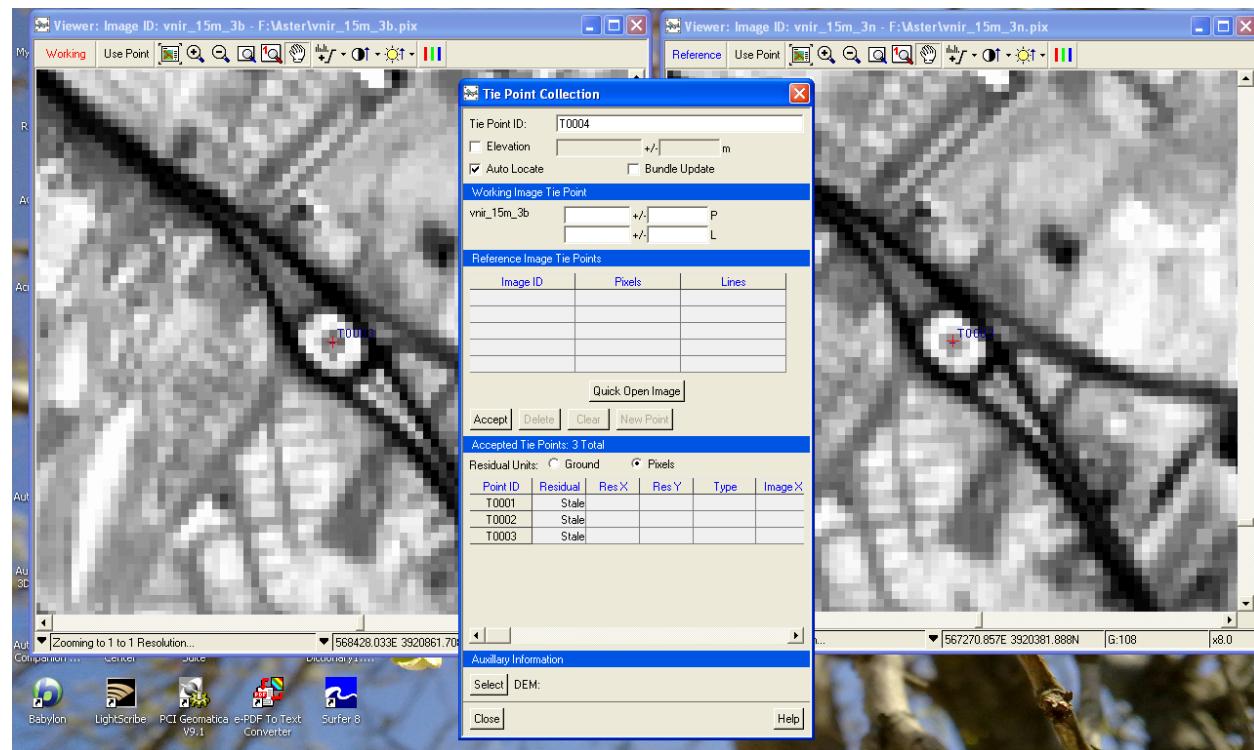


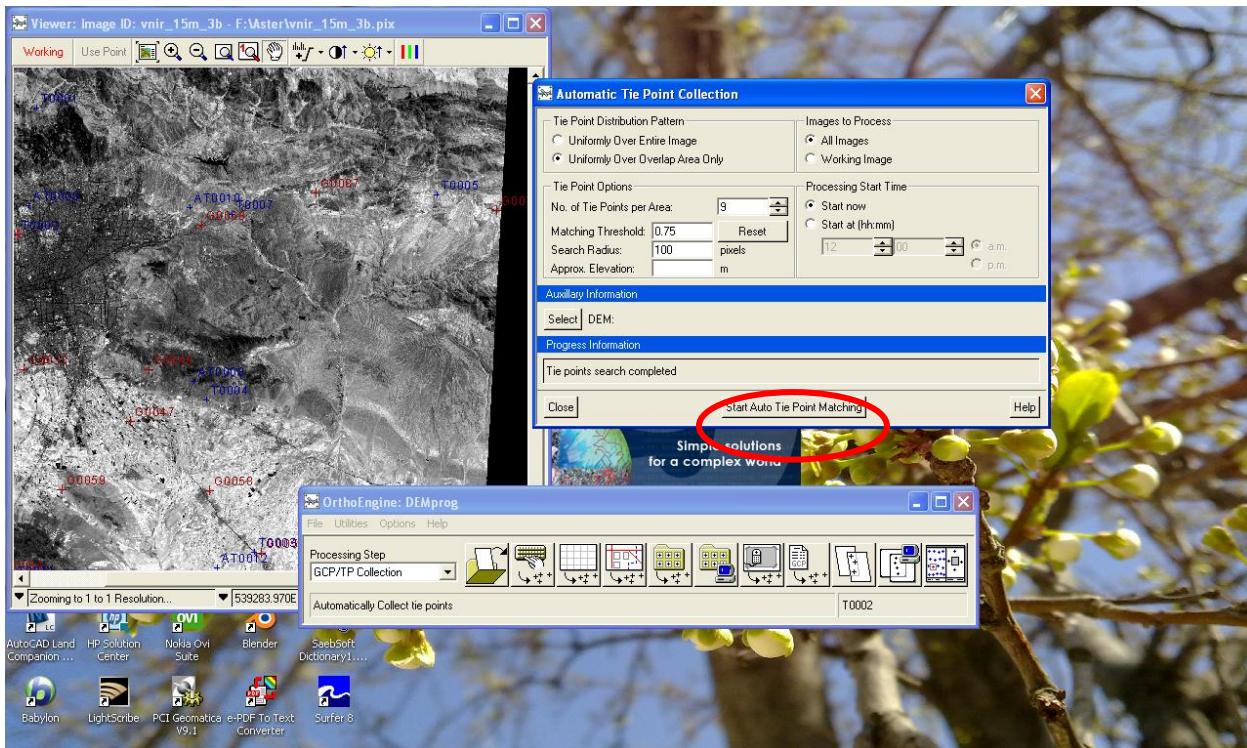


استفاده از نقاط گرهی برای افزایش دقت تشكیل تصاویر اپی پولار و خط اپی پولار در این تصاویر و همچنین افزایش دقت نهایی حل معادلات باندل مؤثر می باشند. در نرم افزار PCI Geomatica به دو روش دستی و اتوماتیک امکان تعیین نقاط گرهی وجود دارد. پیشنهاد می شود حداقل ۶ نقطه گرهی در ۶ گوشه اصلی مدل به

صورت دستی تعیین شود و سپس به صورت اتوماتیک توسط نرم افزار نقطه گرهی جمع آوری گردد. در شکل های زیر مراحل جمع آوری دستی نقاط گرهی و سپس تعیین اتوماتیک آنها مشخص شده است.

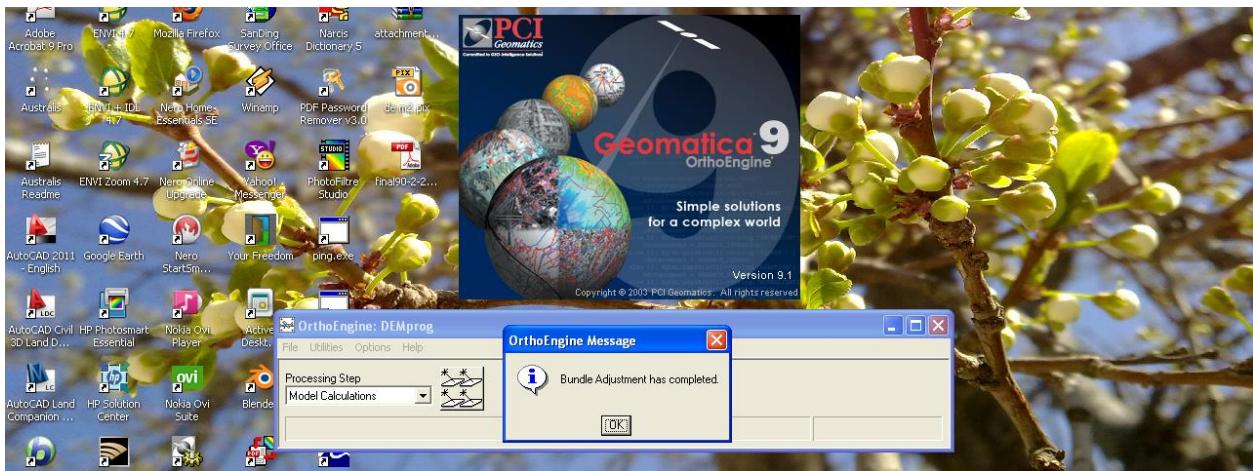
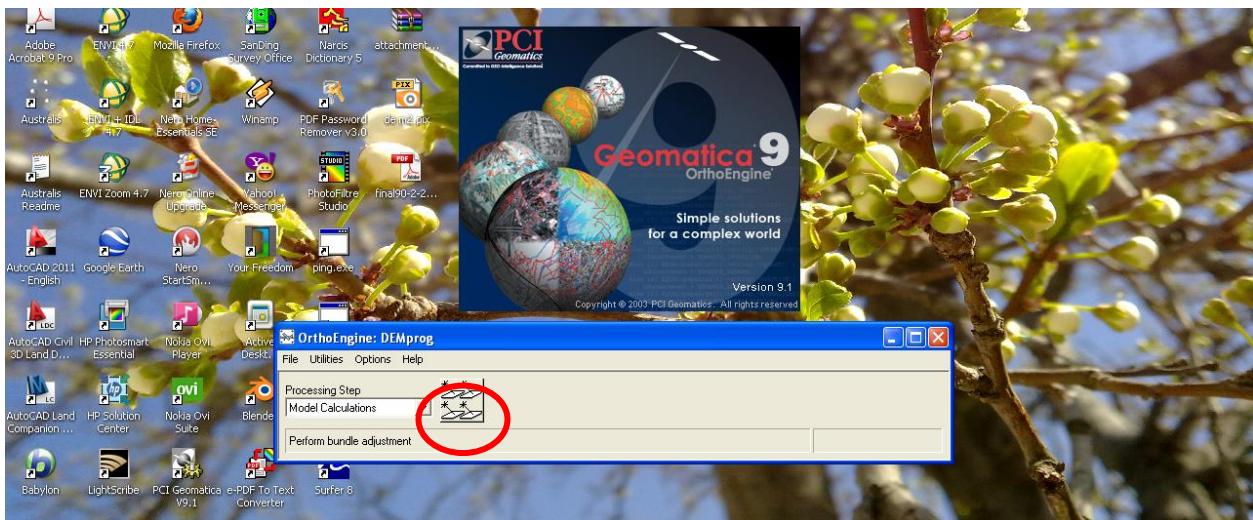




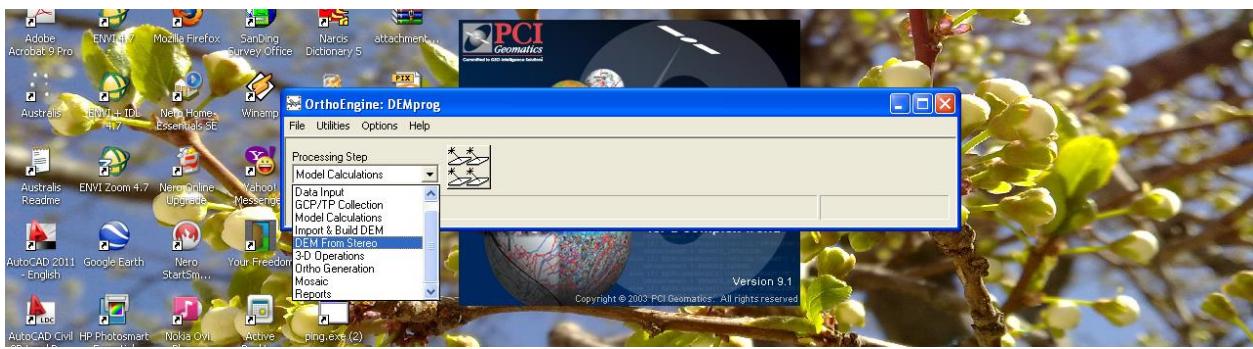


تعیین نقاط کنترل و گرهی بحث مفصلی است که همچنان نیز در مقالات بسیاری در خصوص بهینه سازی تعداد، چینش، دقت و ارزیابی آنها منتشر می‌گردد. در فصل دوم سعی شده است تا حد امکان رویکردهای مربوط در این زمینه را مورد بحث قرار دهیم. پس از تعیین نقاط کنترل و نقاط گرهی در ۲ تصویر پوشش داد، نوبت به حل معادلات باندل برای مدل می‌رسد. این مرحله را مطابق شکل‌های زیر انجام می‌دهیم.



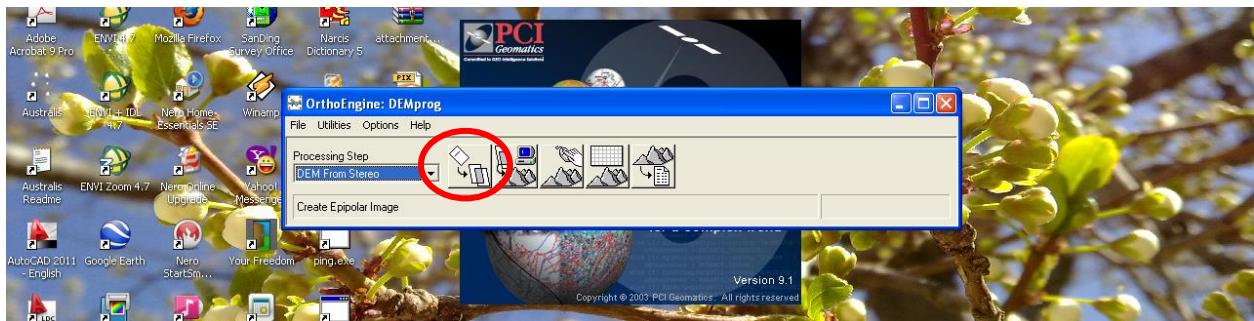


پس از حل معادلات باندل وارد مرحله ساخت DEM از زوج تصاویر می شویم.

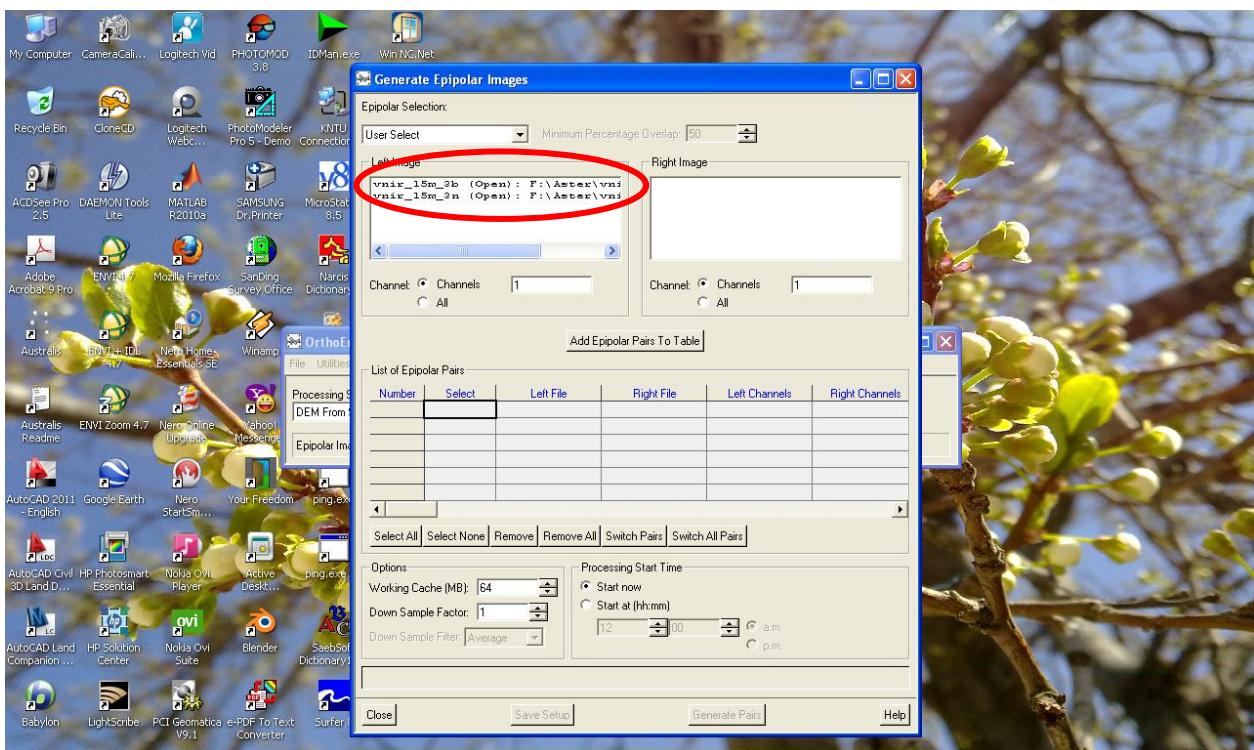


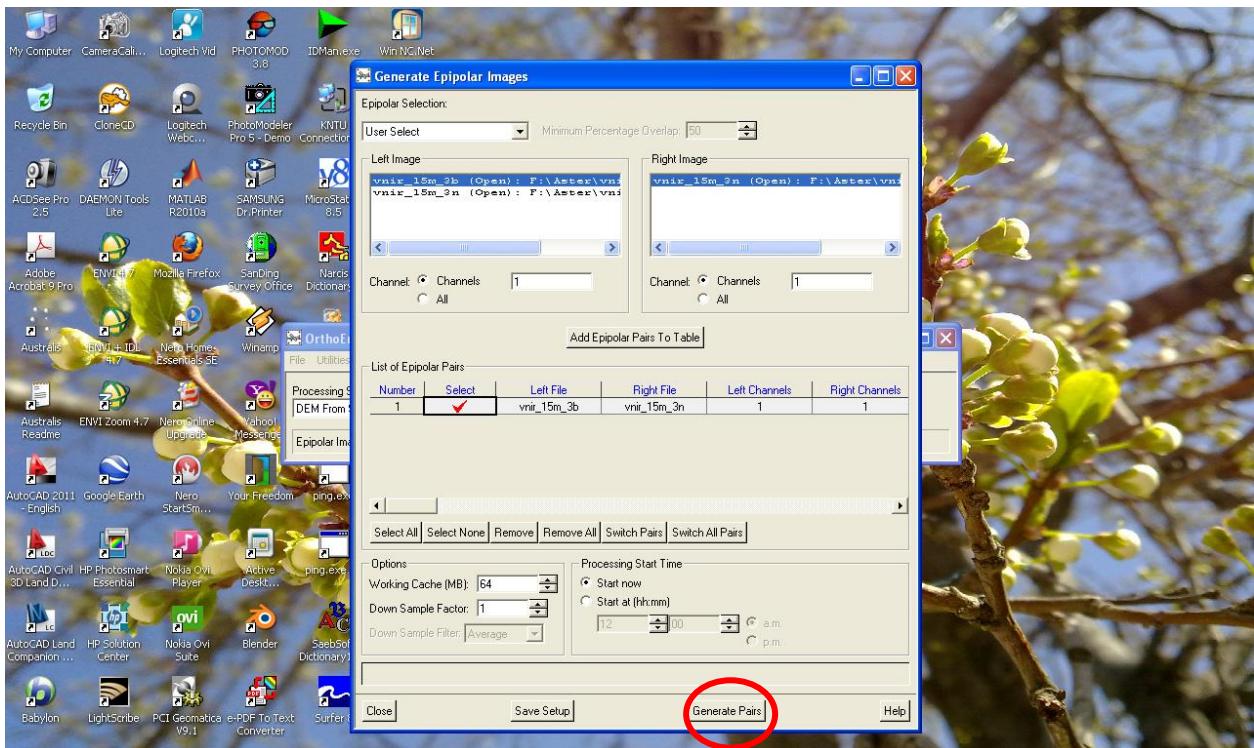
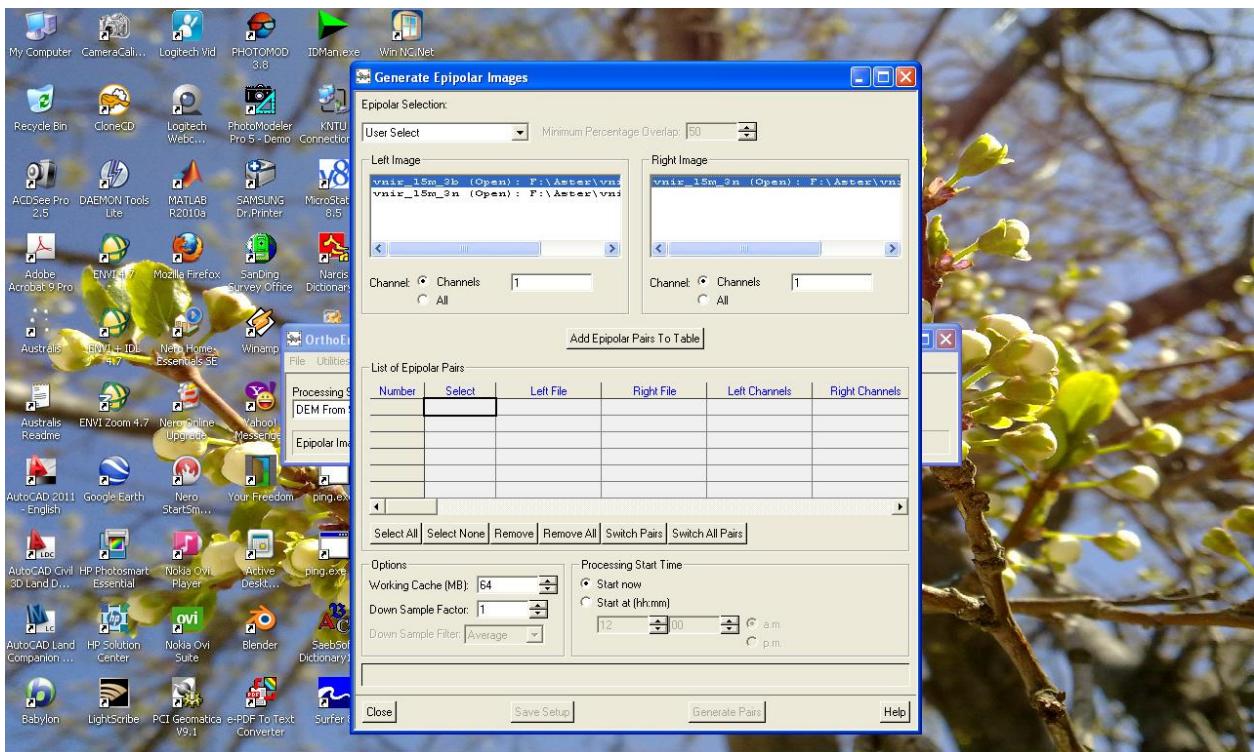
در نرم افزار Geomatica برای ایجاد امکان تناظر یابی سریع بین دو تصویر پوشش دار جهت تعیین نقاط مشترک در دو تصویر و نهایتاً امکان تقاطع و ایجاد DEM، ایده جالبی در قالب ایجاد تصاویر اپی پولار قرار داده شده است. با ایجاد این تصاویر در حقیقت جابجایی در جهت محور Y بین دو تصویر پوشش دار به حداقل رسیده و فضای

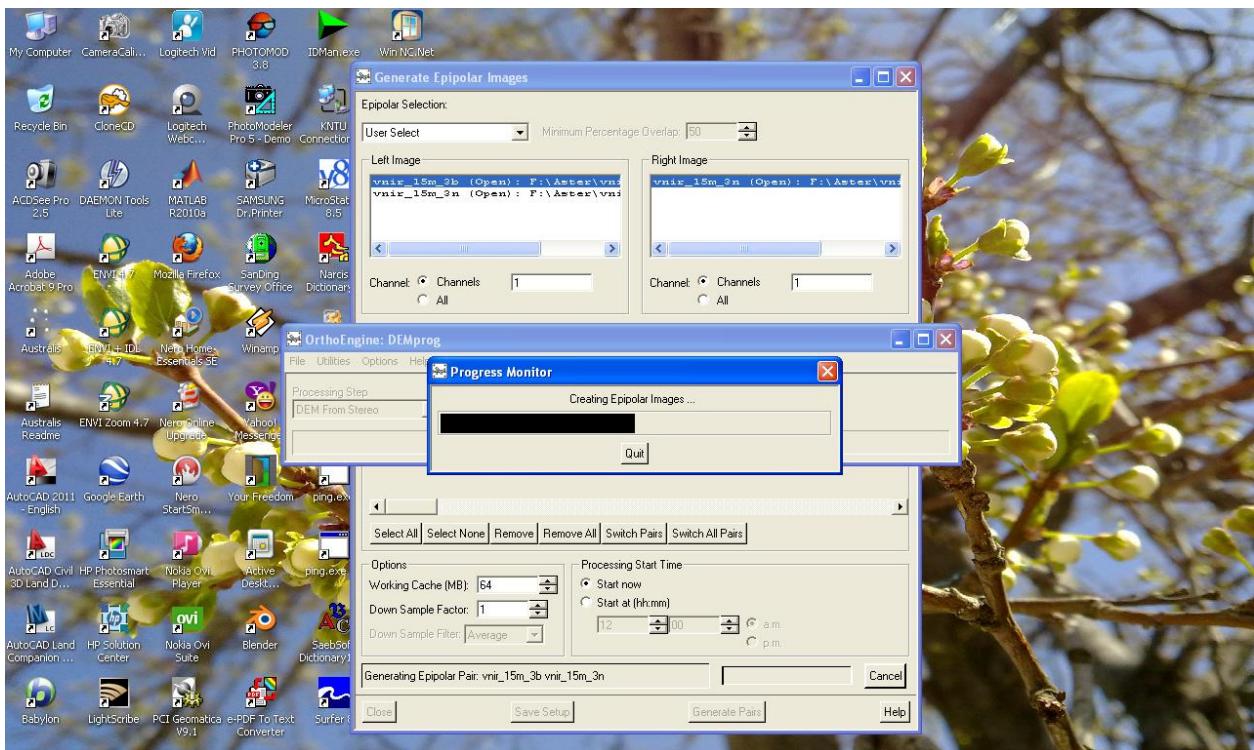
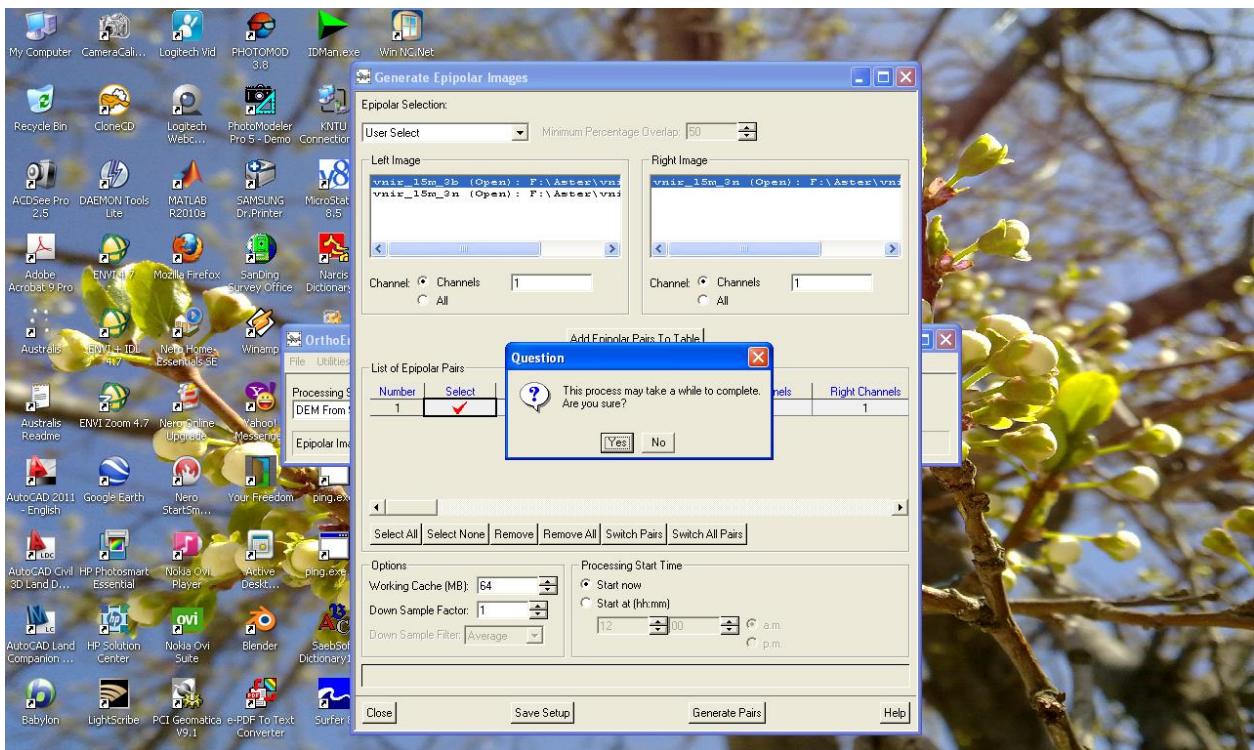
جستجو برای تناظر یابی کاهش می یابد. نهایتاً نتیجه، تناظر یابی دقیق تر و سریع تر بین ۲ تصویر اپی پولار ایجاد شده از دو تصویر اصلی می باشد. پس مطابق شکل های زیر تصاویر اپی پولار را ایجاد می کنیم.

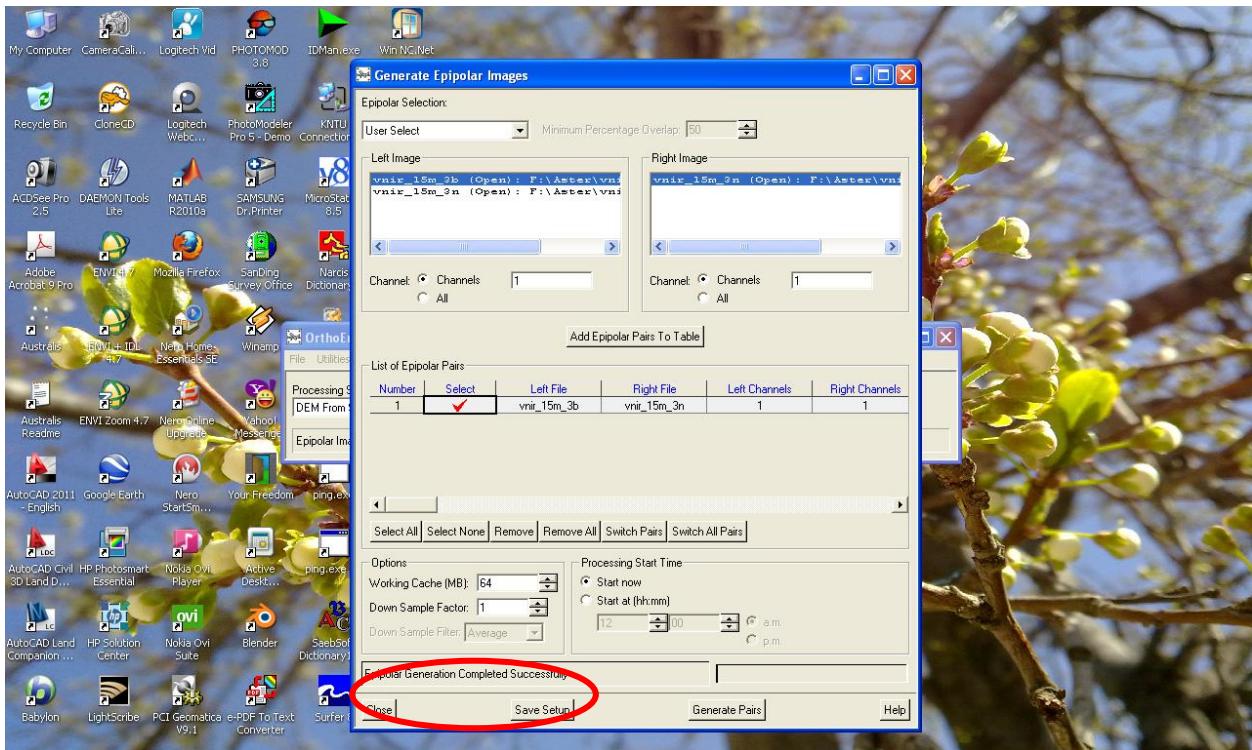


مطابق شکل زیر در این قسمت ابتدا بر روی تصویر راست و چپ کلیک کرده و آنها را در قسمت مربوطه به رنگ آبی به حالت انتخاب در می آوریم.





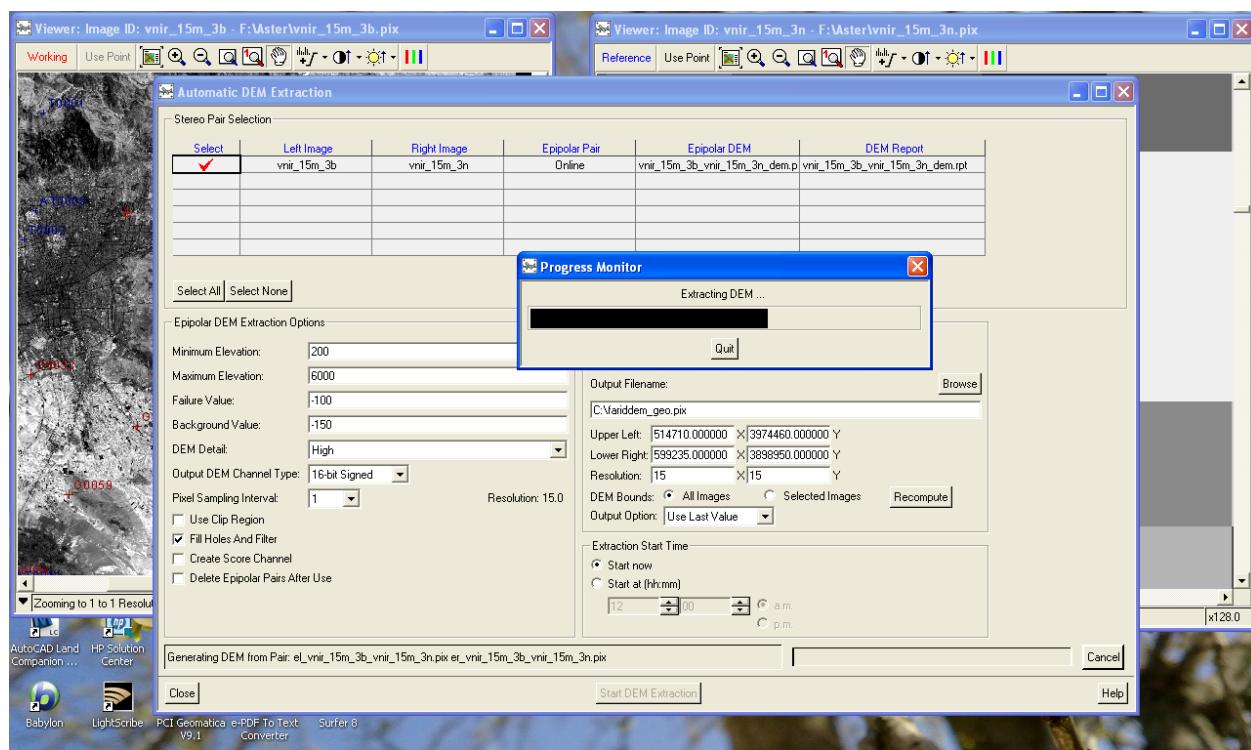
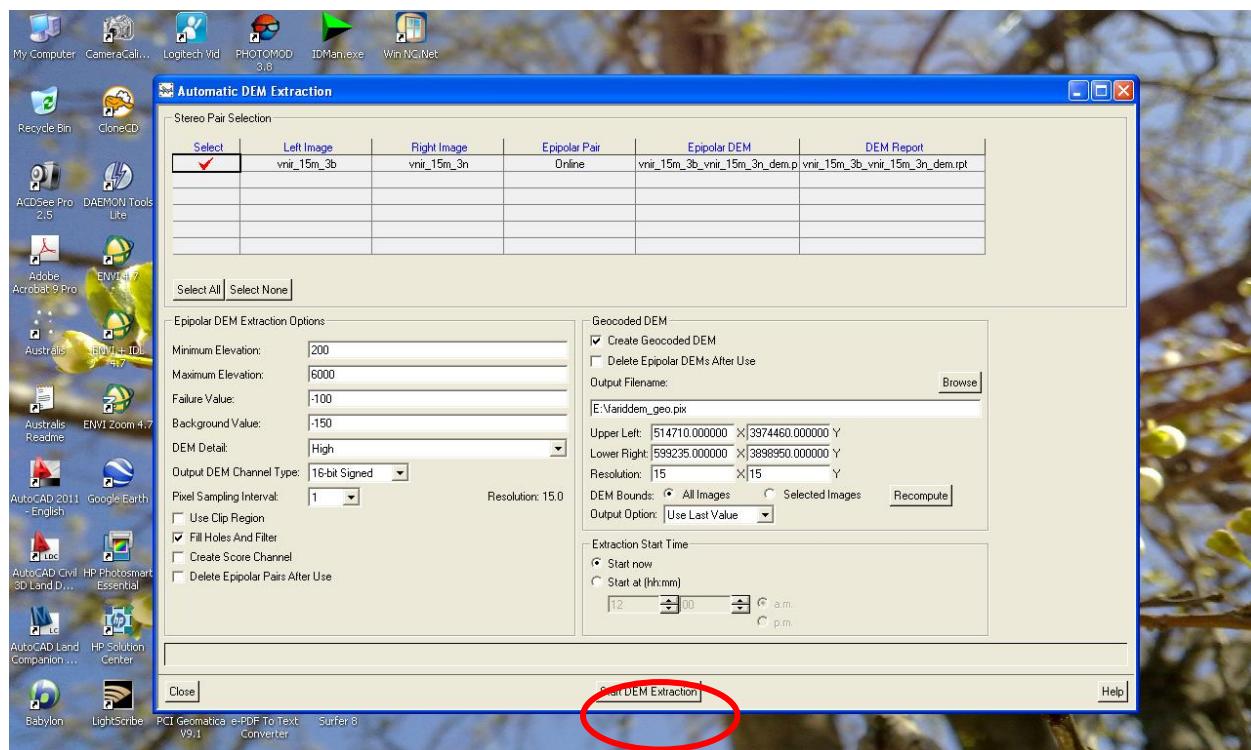


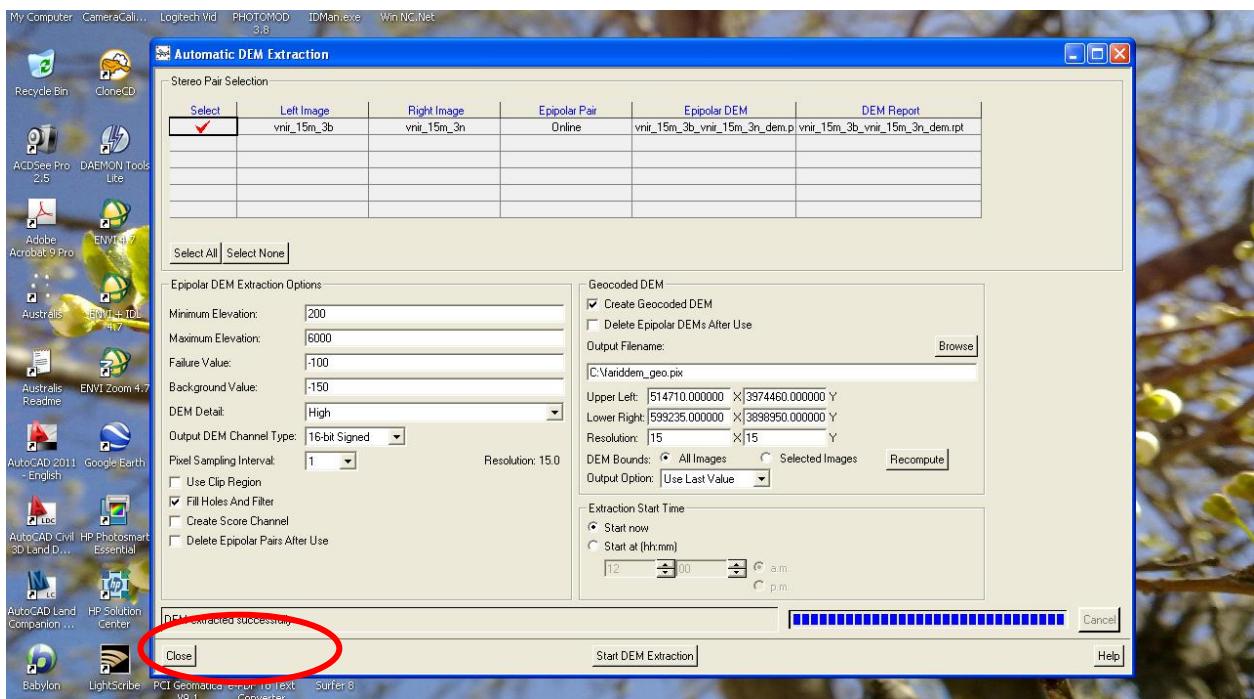


حال نوبت استخراج اتوماتیک DEM می‌رسد. گزینه مربوطه را مطابق شکل انتخاب می‌کنیم.



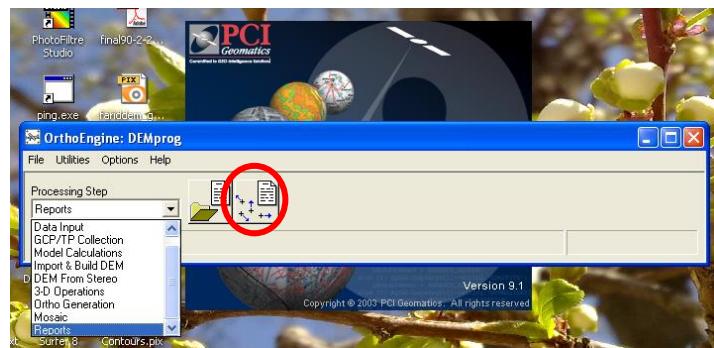
در پنجره ظاهر شده، زوج تصاویر اپی پولار تشکیل شده را برای ایجاد DEM انتخاب می‌کنیم. کمترین و بیشترین ارتفاع منطقه را برای کاهش محدوده تقاطع از نظر ارتفاعی و نتیجاً کاهش خطاهای وارد می‌کنیم. ابعاد پیکسل های تصویر DEM را که در حقیقت دقت (نه صحت) خروجی حاصله می باشد را نیز در فسمت مربوطه وارد می‌نماییم. نهایتاً تعیین می‌کنیم که تصویر خروجی در کجا ذخیره گردد. توجه کنید که فرآیند تولید DEM ممکن است کمی طولانی گردد. در خصوص این پروژه تنظیمات را مطابق شکل زیر انجام می‌دهیم.

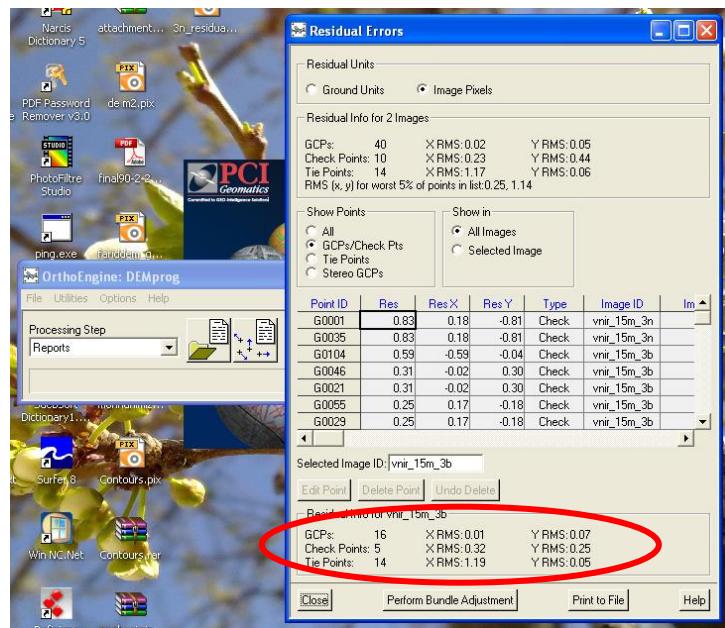




پس از پایان فرآیند فایل DEM ما در فرمت pix به شکل یک تصویر که درجات خاکستری در آن نشان دهنده ارتفاع نقاط هستند، ساخته می شود.

برای مشاهده خروجی rms های نقاط کنترل و چک و نقاط گرهی، در مژول OrthoEngine گزینه آخر یعنی Reports را انتخاب می کنیم.





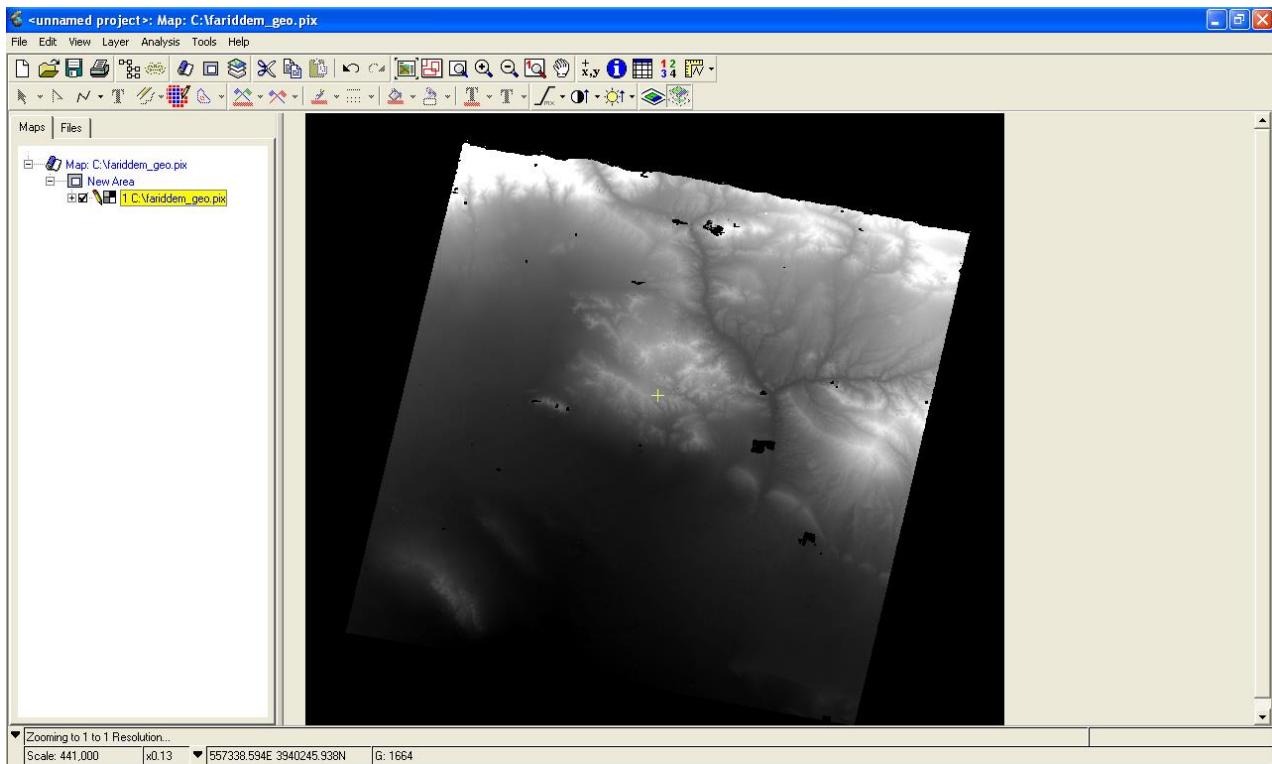
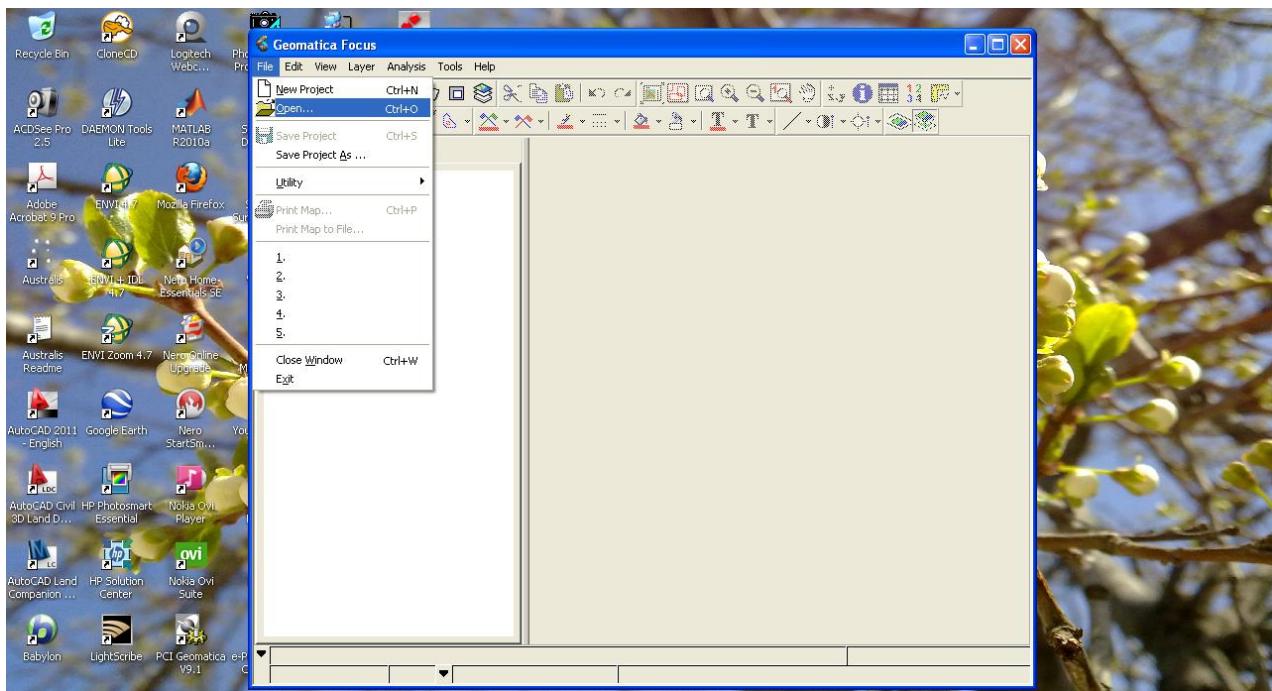
مقادیر RSM ها برای تصویر backward در شکل فوق مشخص می باشند(بر حسب پیکسل).

۱-۲- ویرایش DEM

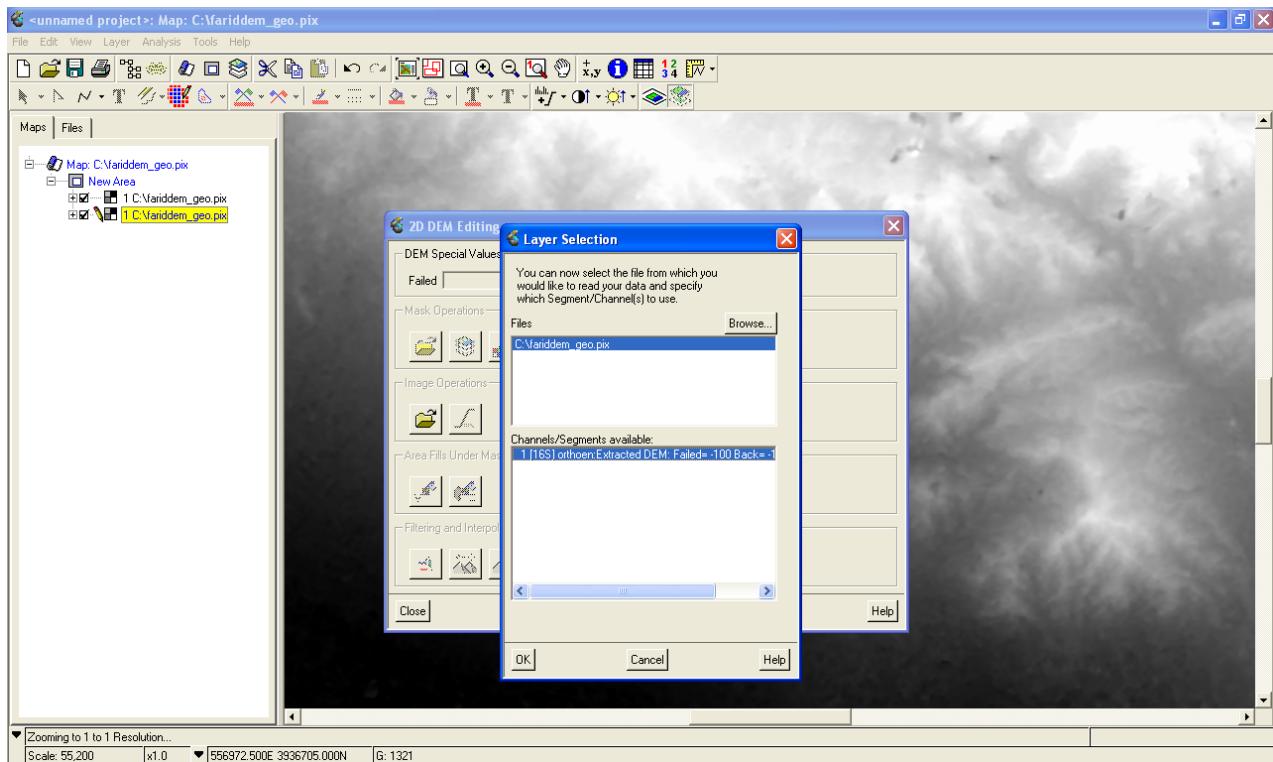
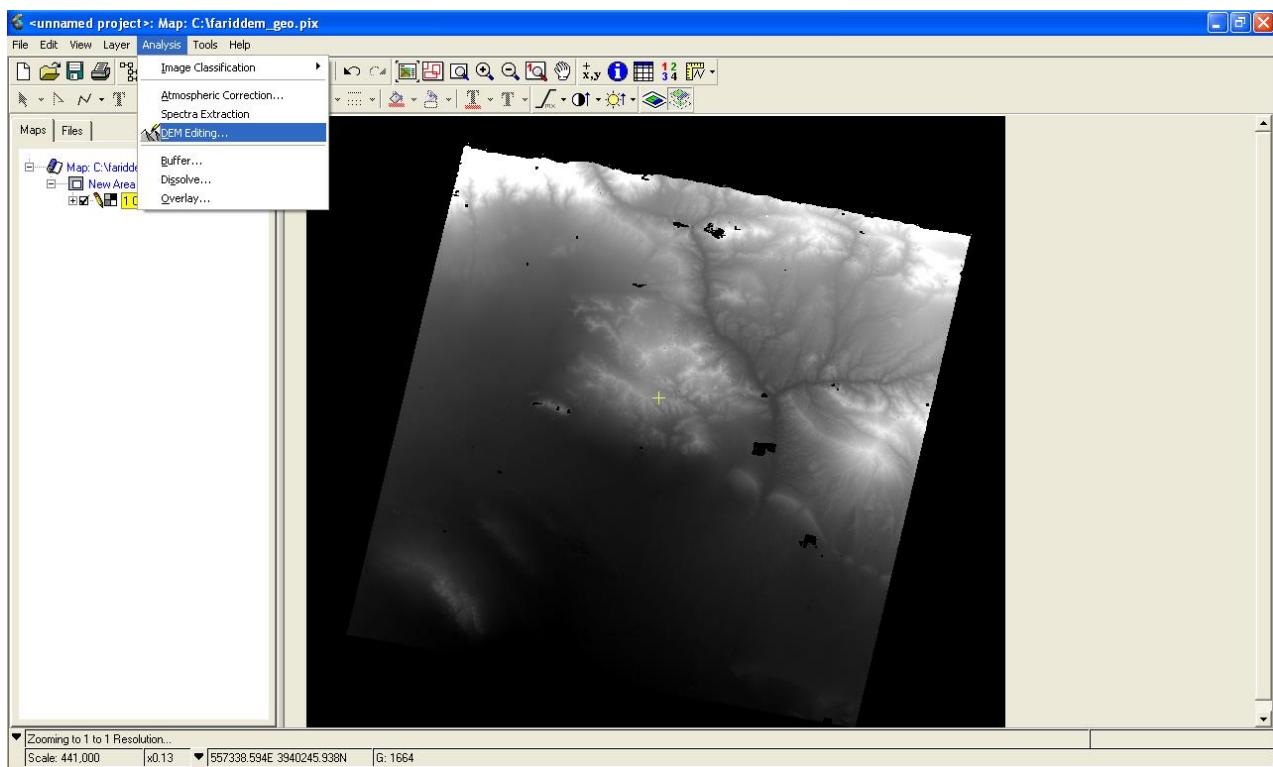
با توجه به امکان وجود خطا در تناظر یابی به ویژه در تصاویر با قدرت تفکیک پایین، همواره امکان اینکه در برخی از مناطق DEM صحیحی تولید نشود وجود دارد. بنابر این عموماً قسمتهایی از DEM تولید شده نیاز به ویرایش خواهد داشت. برای این کار وارد ماژول Focus نرم افزار می شویم.

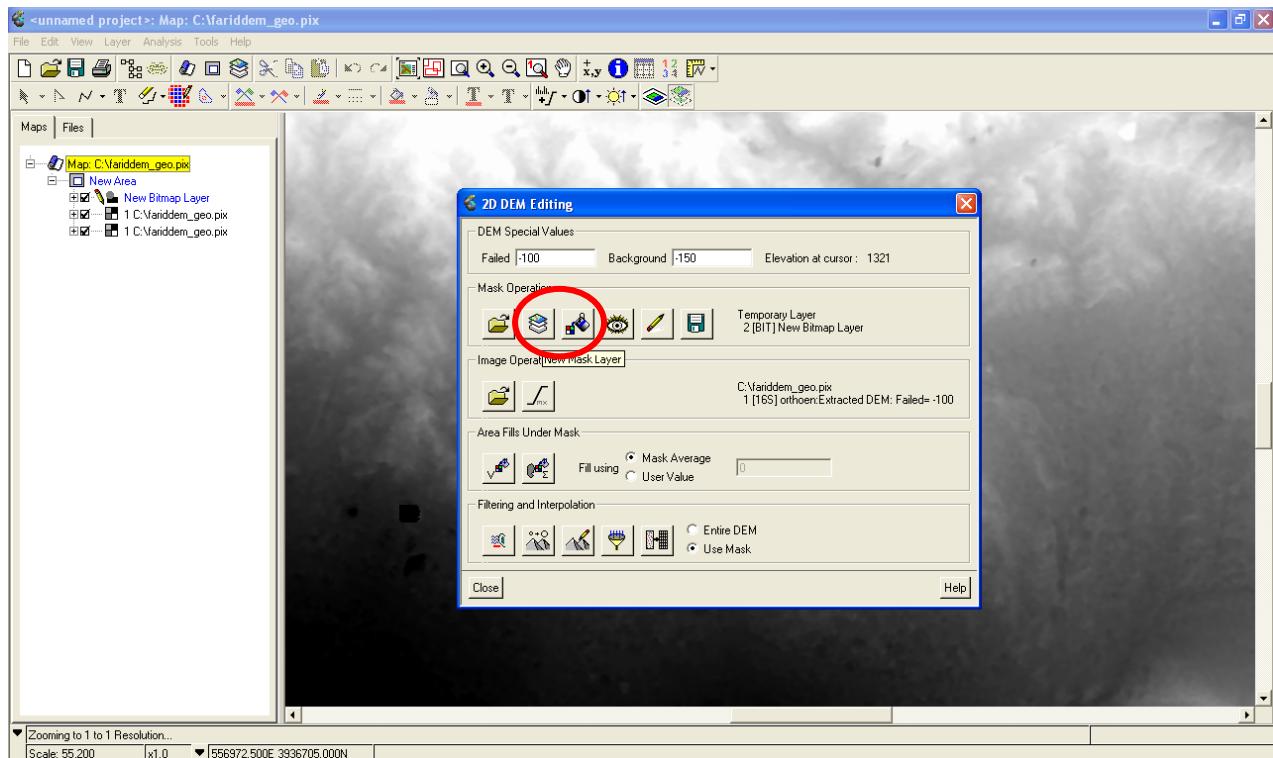
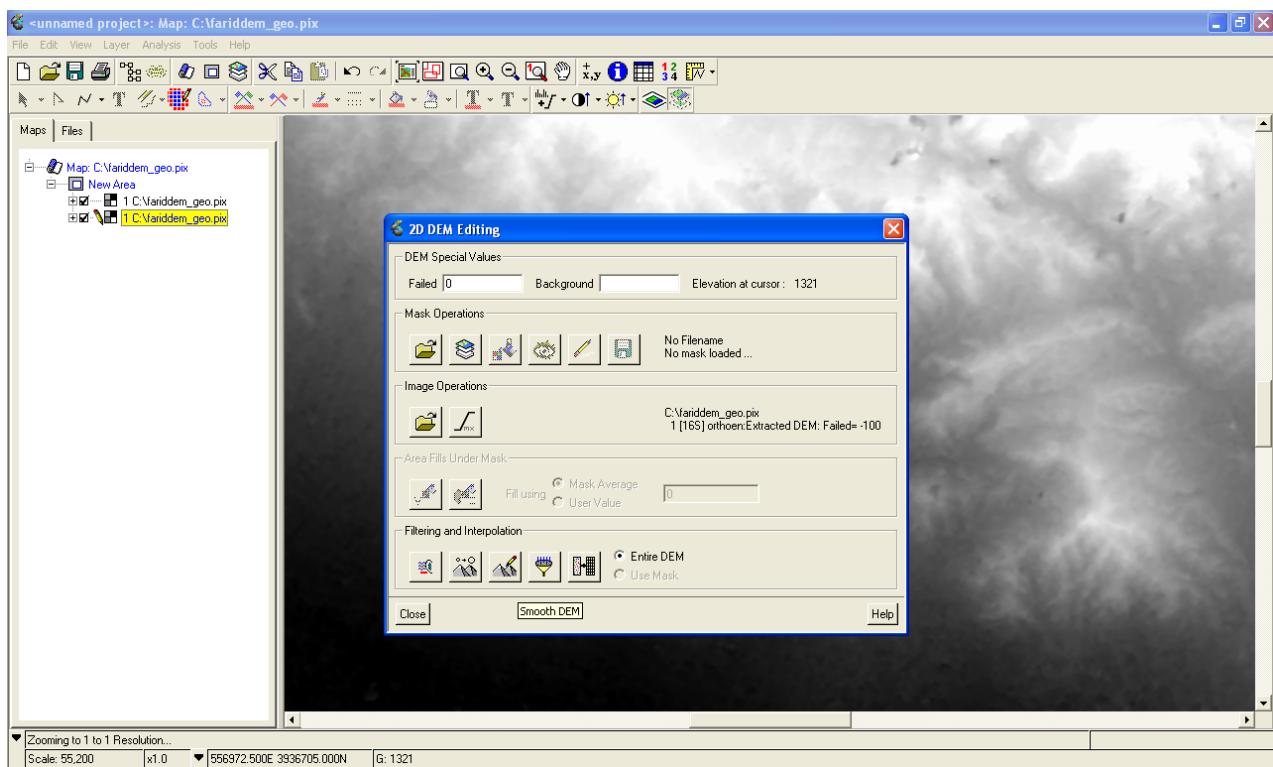


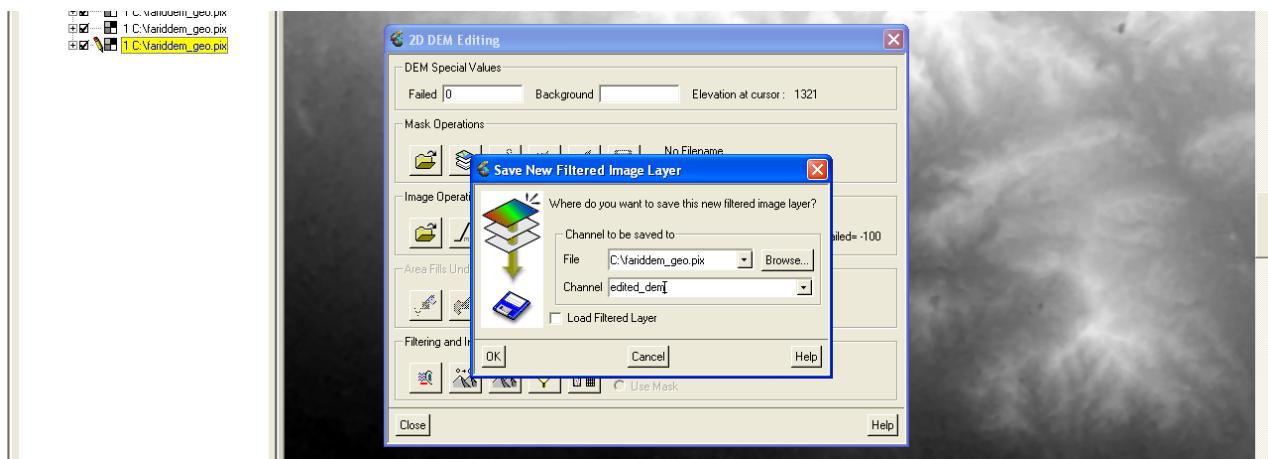
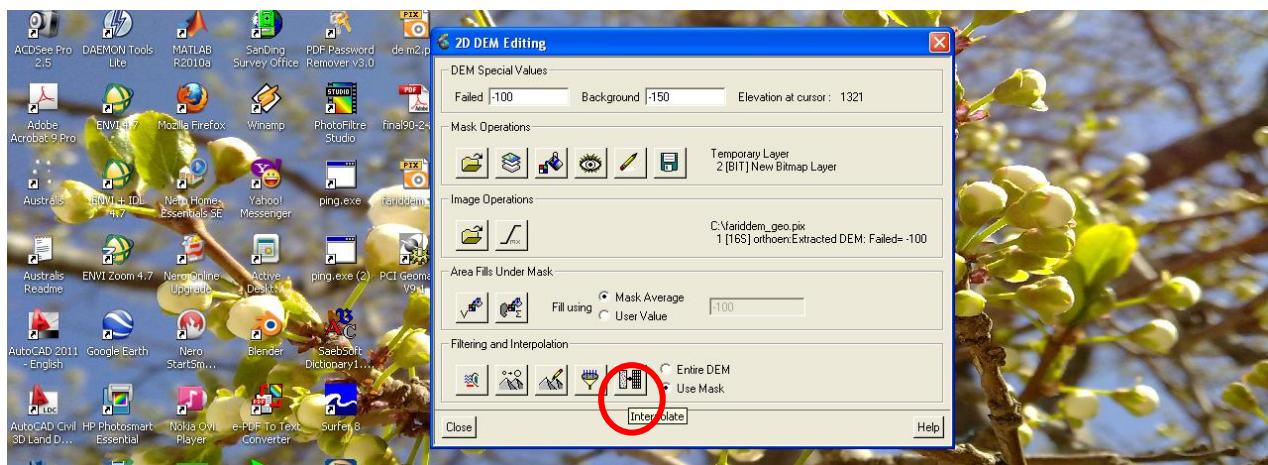
مطابق شکل زیر DEM تولید شده با پسوند pix را باز می کنیم.



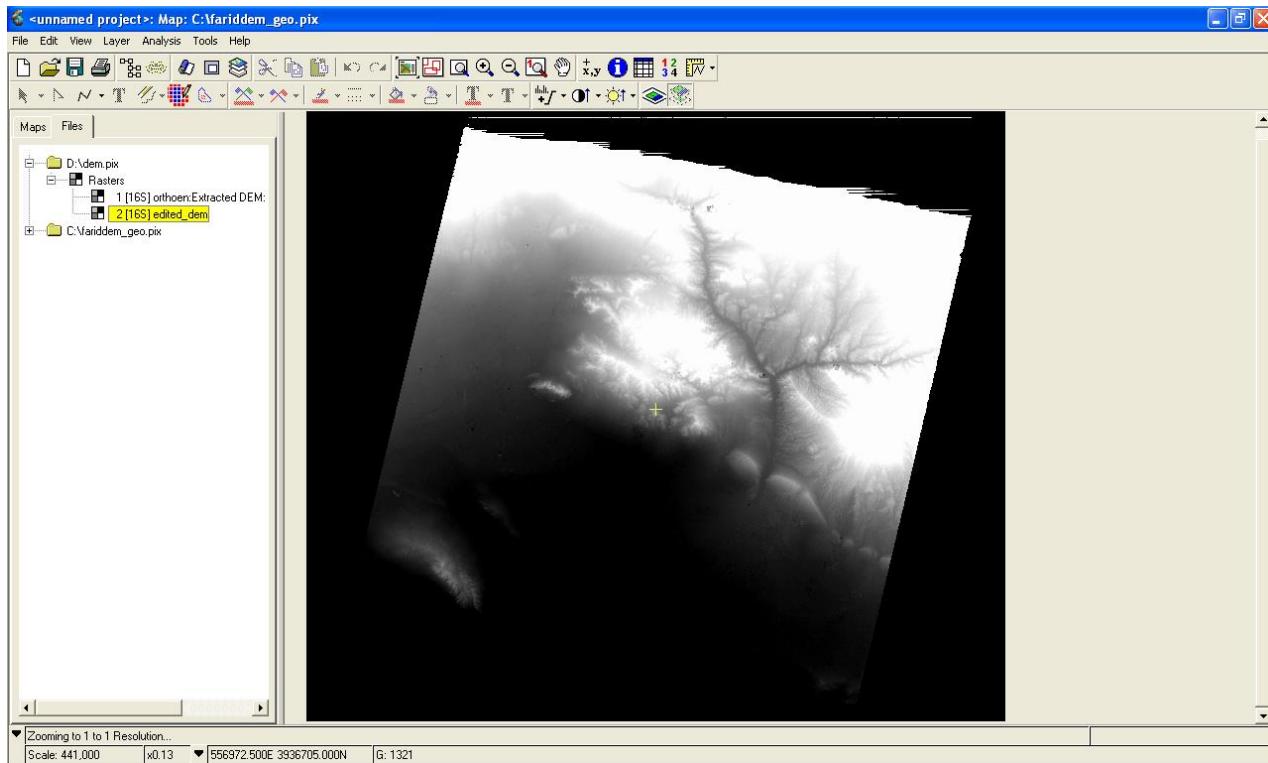
همانطور که در تصویر بالا نیز مشاهده می شود، نویز ها لکه های سیاهی هستند که بر روی DEM مشخص می باشند. از منوی DEM Editing گزینه Analysis را انتخاب می کنیم.







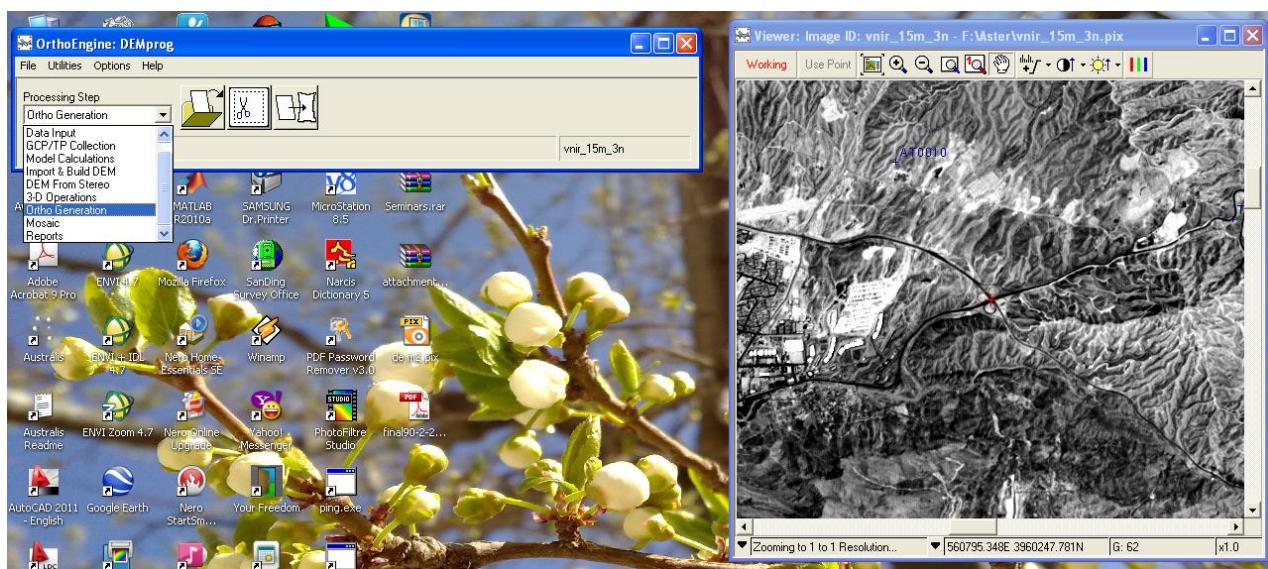
و نهایتاً تصویر DEM ویرایش شده به عنوان یکی از لایه های تصویر قبلی و یا یک تصویر جدید قابل ذخیره سازی است. در این روش نقاطی از مدل که DEM برای آنها تولید نشده است، با استفاده از انترپولاسیون مناطق مجاور تصحیح می گردند.



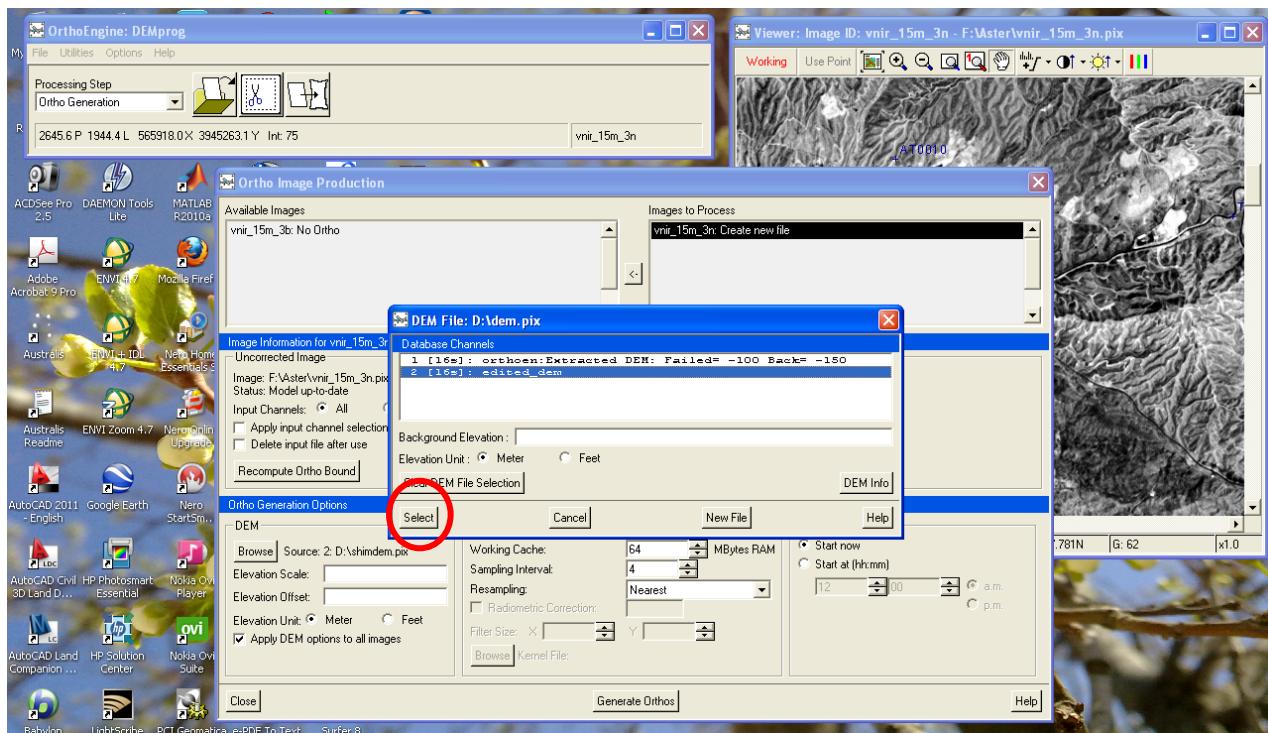
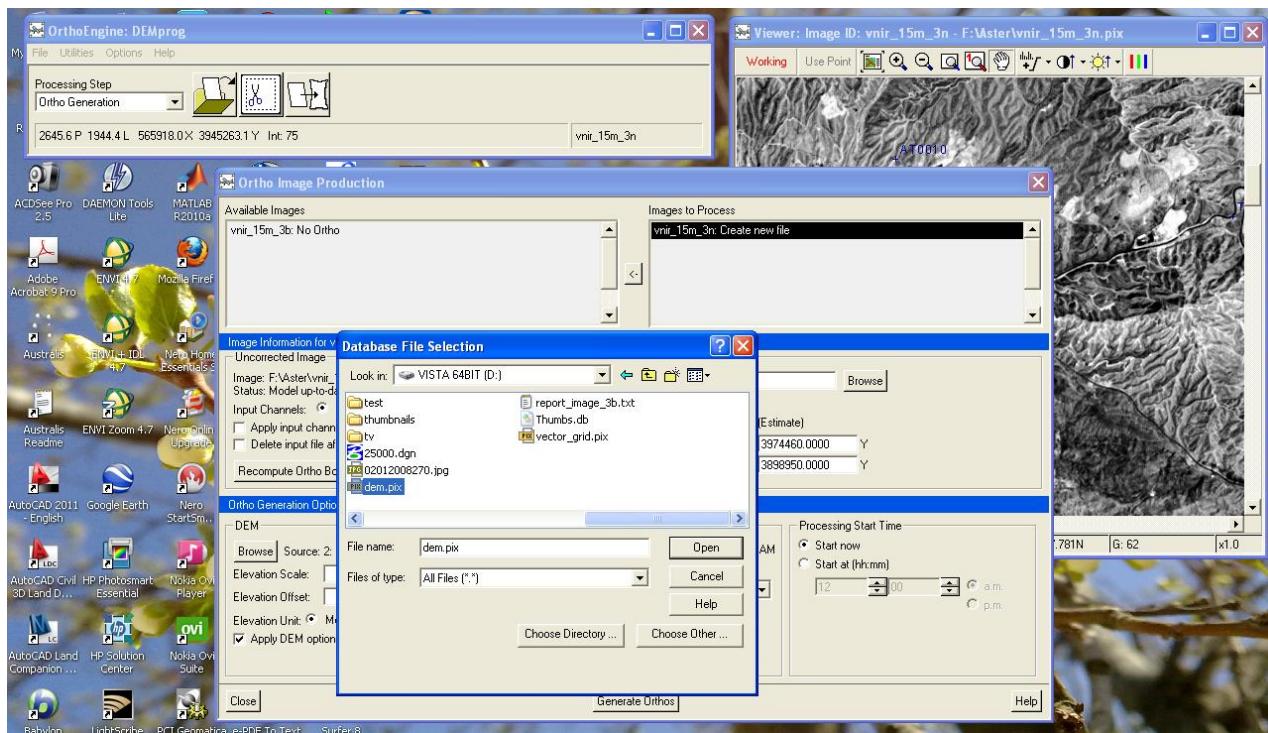
تصویر DEM ویرایش شده را در شکل بالا مشاهده می کنید.

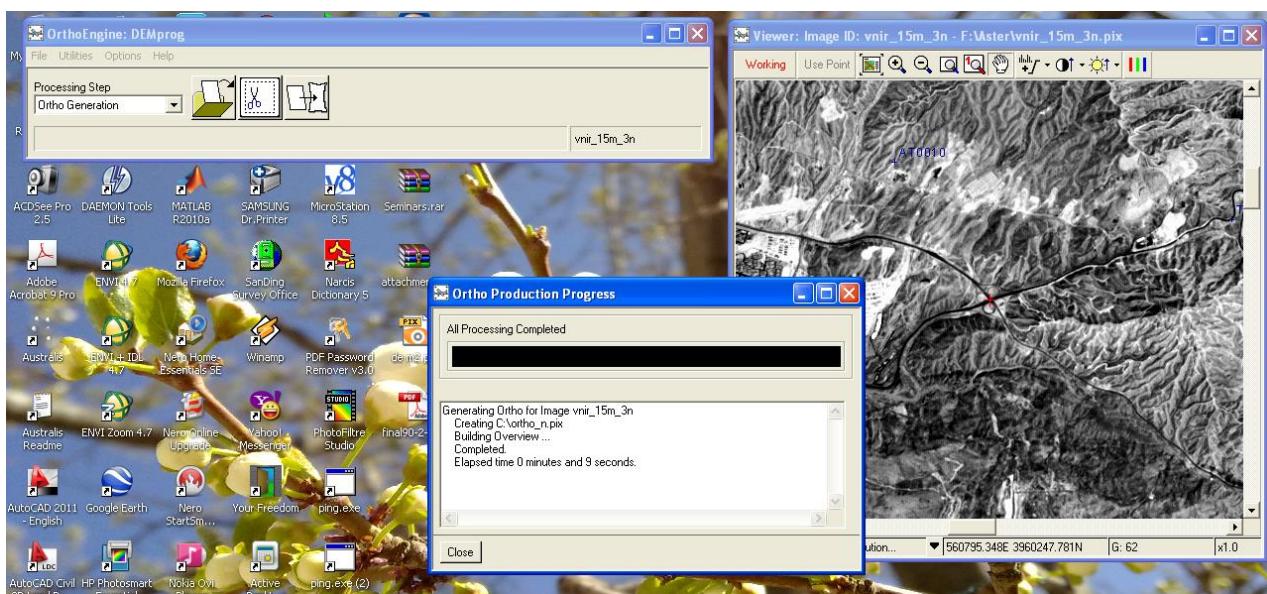
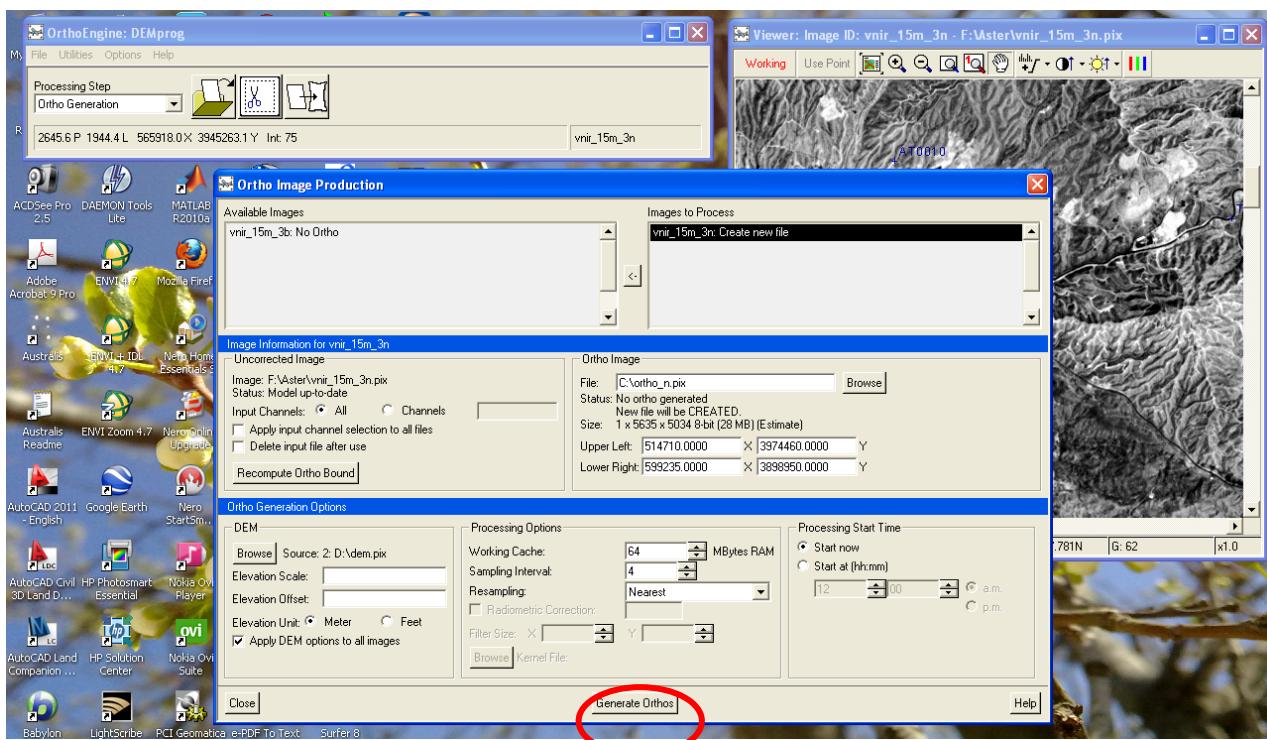
۲-۲- ساخت اورتو فتو

در ادامه به ایجاد تصویر Ortho از منطقه می پردازیم. در مأذول OrthoEngine وارد مرحله Ortho و در مرحله Ortho Generation می شویم.

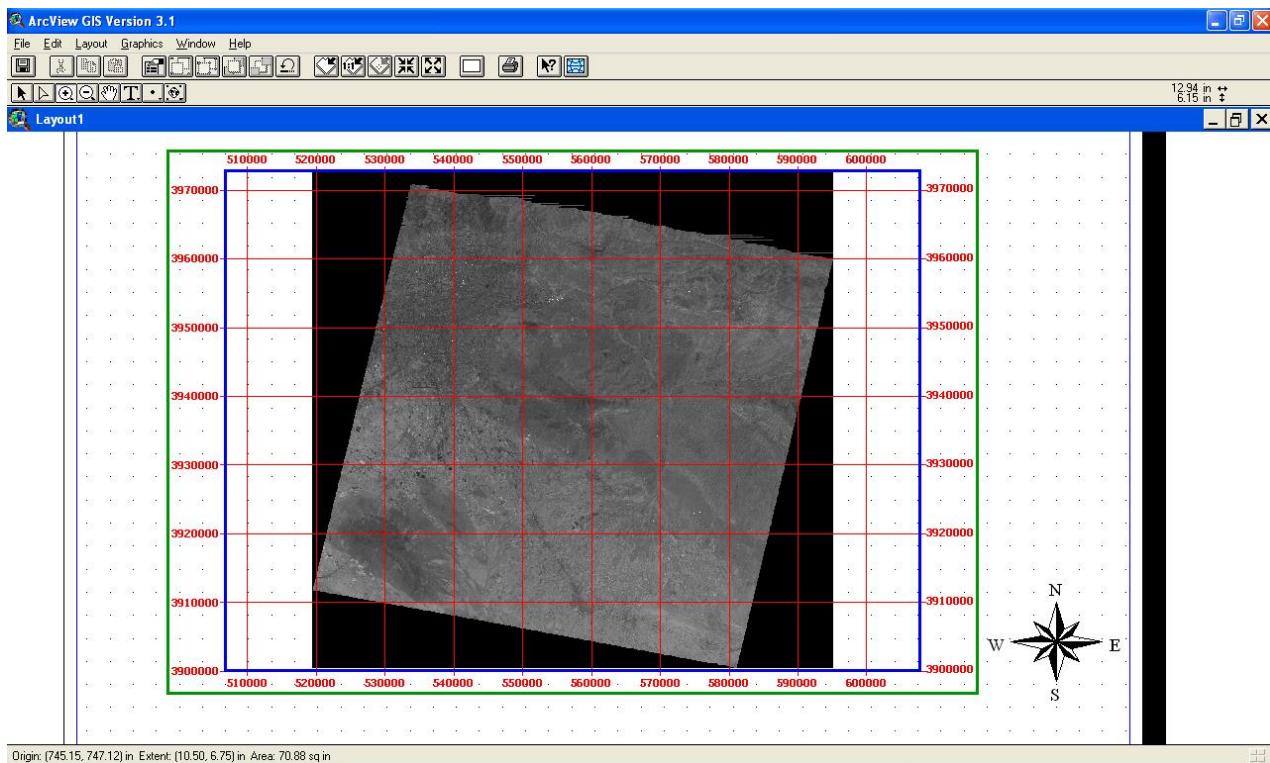


تصویر مورد نظر جهت ساخت تصویر Ortho و فایل DEM مربوطه را باز میکنیم.





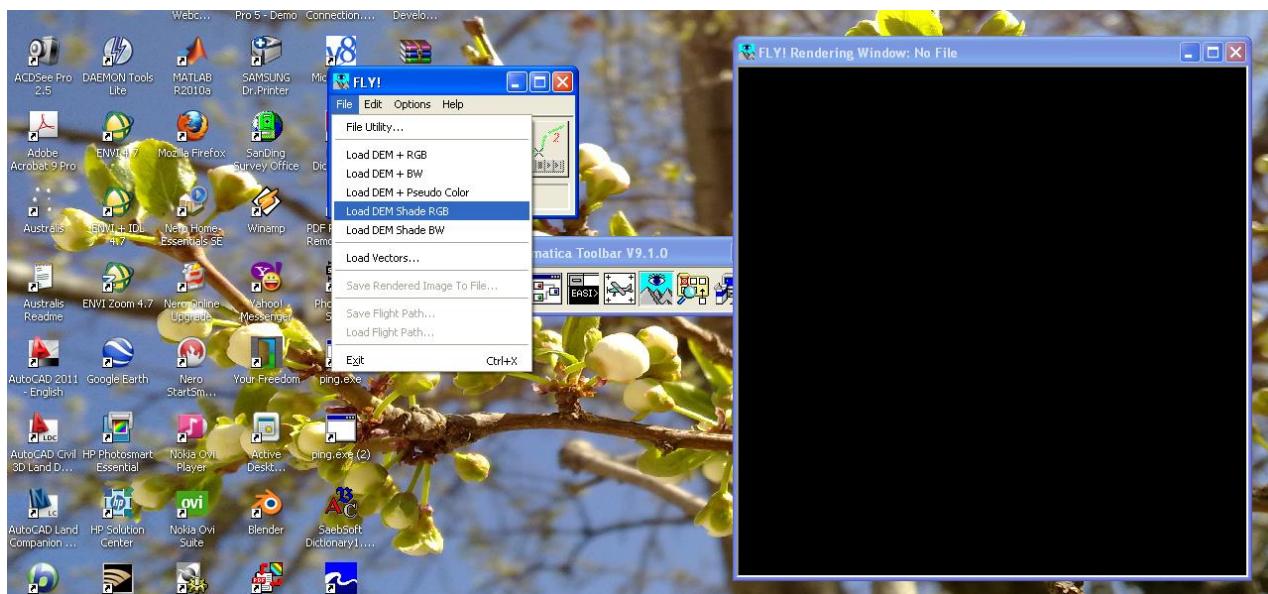
همانطور که می دانیم تصویر Ortho تولید شده قابلیت استفاده به عنوان عکس نقشه را دارا می باشد.



۳-۲- مشاهده ۳ بعدی DEM و ارزیابی بصری آن

برای مشاهده وضعیتی از DEM تولید شده به صورت ۳ بعدی می‌توان از ماژول Fly استفاده نمود.





فایل DEM مورد نظر را از گزینه Select Elevation File انتخاب می کیم.

