دکتر علی شکوری
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی لارستان
مهران قرائی

کاربرد عکس‌های هوایی و تکنیک موزائیک‌سازی عکس‌های هوایی

چکیده:

اهمیت آب به عنوان ماده حیاتی همواره در عرصه تاریخ بشریت به عنوان شریان زندگی در کشاورزی ما را به تحقیق بیشتر در مورد نوع استفاده آن در کشاورزی وادار می‌کند. وادی‌ها به عنوان یک میراث و تاریخچه کواترنر در یمن وقوع حوادث اقلیمی محیطی را به صورتی بارز در بستر خود به تصویر کشانیده و از اهمیتی حیاتی در میان قلمروهای ژئومورفولوژیکی در شبه جزیره عربستان برخوردار است. روش بررسی و تحلیل در این مقاله متکی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به خصوص فتوگرامتری است. لذا تکنیک‌های به کار رفته در تحقیق عبارتند از عملیات ورود داده‌ها و تبدیل فرمت آنالوگ به دیجیتال، بررسی حجم فایل‌های حاصله جهت پردازش در رایانه، تصحیح هندسی و رادیومتری تصاویر و عملیات موزائیک سازی و انطباق و هموار سازی تصاویر زمین.

واژه‌های کلیدی:

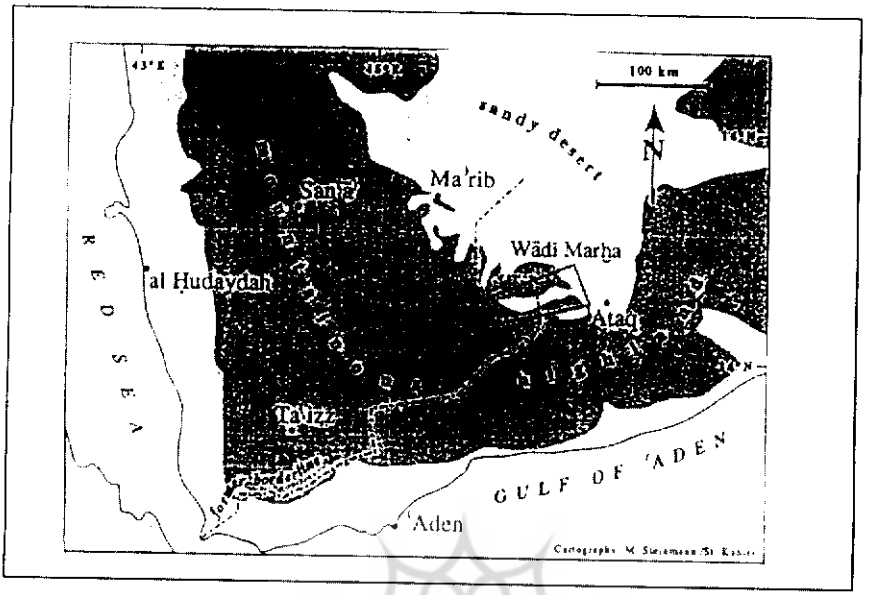
فتوگرامتری، عکس‌های هوایی، اورینتیشن خارجی و داخلی، پروجکشن مرکزی، زمین مرکزسازی و رسامپلینگ، تصحیح هندسی و رادیومتری، رادپال تریانگولاسیون مدل رقمی ارتفاع موزائیک سازی

مقدمه

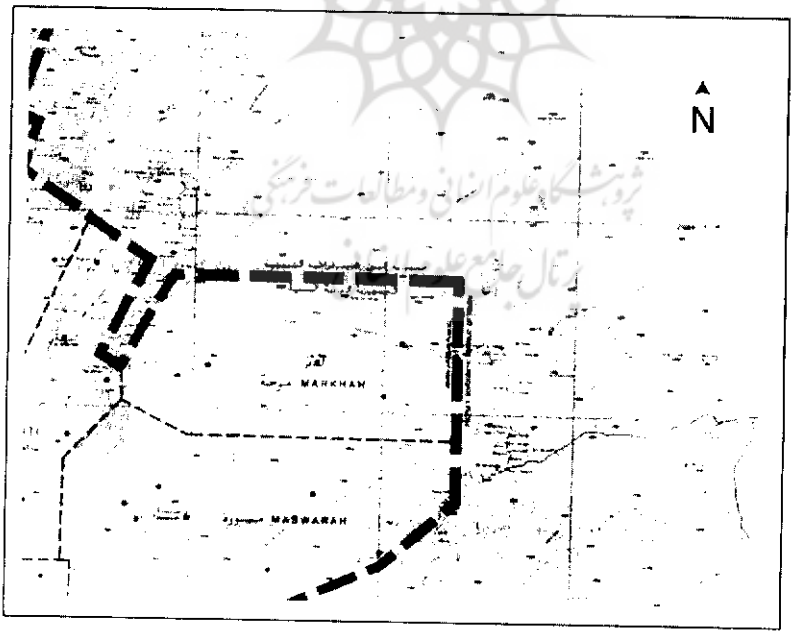
وادی‌ها را به عنوان مهم‌ترین مراکز اجتماعی، اقتصادی، تاریخی می‌توان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و یا هوایی برای تعیین قلمروهای دیرینه شناختی و دینامیک ژئومورفولوژیک بازسازی کرد. در این‌جا ویژگی‌های خاص تصاویر هوایی مانند ماهیت برداشت لحظه‌ای و گستردگی محدوده مورد نیاز، امکان دید مایل و عمودی، قابلیت موزائیک و اتصال، امکان کلان نگری دید وسیع، برقراری ارتباط فضایی و هندسی بین لندفرم‌ها و سطوح ژئومورفیک را مهیا می‌سازد و نیز فاکتورهایی همچون نوع اطلاعات، قدرت تفکیک طیفی و فضایی سنجیده‌ها (ارتفاع پرواز دوربین) و مقیاس هوایی تصاویر، رفتار طیفی متفاوت لندفرم‌ها، بارزسازی و شناخت پدیده‌های ژئومورفیک را به شیوه‌های گوناگون مقدور می‌سازد. کاربرد سنجش از دور و GIS در تعیین قلمروهای ژئومورفولوژیکی و زیست محیطی مناطق خشک به عنوان تکنیکی برتر توان مطالعاتی ژئومورفولوژیست‌ها و هیدرولوژیست‌ها را افزایش داده و آن‌ها را در بازسازی قلمروهای ژئومورفولوژیک گذشته و حال یاری کرده است.

مشخصات منطقه‌ی مطالعاتی

منطقه‌ی مطالعاتی در ´۳۵ °۴۵ درجه تا ´۵۰ °۴۵ عرض شمالی و ´۵۳ °۱۴ تا ´۲۸ °۱۴ درجه طول شرقی در شرق جمهوری عربی یمن واقع است و به صورت دره‌ای وسیع، به طول تقریبی ۷۰ کیلومتر و عرض متوسط ۱۰ کیلومتر از شرق تا غرب کشیده شده است (نقشه ۱ و ۲).



نقشه ۱ - موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مطالعاتی
ماخذ: ا. کوهلر



نقشه ۲- موقعیت وادی مرخا، قسمتی از نقشه ۱:۵۰۰۰۰۰ از کشور یمن (ماخذ: Swiss Technical Cooperation Service, Bern, Switzerland)

این وادی دریافت کننده‌ی رواناب ارتفاعات بلند احاطه کننده‌ی خود است و به طور معمول سیلاب دو بار در سال بستر این منطقه را می‌پوشاند. بیشتر نواحی این بستر دارای ارتفاعی در حدود ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ متر است. چین‌خوردگی و مخروطه افکنه‌هایی با ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰ متر نیز از دیگر عوارض بارز این ناحیه هستند (بوسهارد/ ۱۹۹۶/ ۱۷) از نظر آب و هوایی این منطقه تحت تأثیر دو نوع سیستم جریانی است. یکی سیستم جریانی شمالی که در تابستان از جریان سیکلون جنوب آسیا و در زمستان از آنتی سیکلون آسیای مرکزی منشا می‌گیرد و دیگری سیستم جریانی تابستانی جنوب غربی و زمستانی شمال شرقی (مانزوم) (فشینگ/ ۱۹۹۶ و کوهلر/ ۹۱/۱۹۹۳).

زمین‌شناسی منطقه مطالعاتی

سنگ‌های ارتفاعات این منطقه بیشتر از سازندهای گرانیتی و گنایسی با سن پرکامبرین تشکیل شده است. بستر وادی پوشیده از ماسه، رس و سیلت است که پوشش ماسه‌ای در پایین دست وادی بیشتر است. لایه‌های رسوبی متفاوتی همچون رسوبات آتشفشانی و کربنات‌ها در تصاویر هوایی می‌توانند به صورت عمده با تغییر سطوح خاکستری نمایان و بارزسازی شوند (بوسهارد/ ۱۹۹۶/ ۲۳).

سؤال و هدف

چگونه می‌توان از تصاویر هوایی یک منطقه اندازه‌گیری نشده و نقشه برداری نشده به روشی ساده و با کم‌ترین هزینه در زمانی کوتاه یک موزائیک با دقت کافی تهیه کرد؟

وضعیت داده‌ها

- نقشه منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰
- عکس‌های هوایی با کیفیت خوب
- فقدان نقاط ثابت
- فقدان دیگر داده‌های اندازه‌گیری شده زمینی

خصوصیات داده‌ها

- پرواز به منظور تصویربرداری از جهت شمال شرق به جنوب غرب انجام شده است.
- رشته کوه‌های اصلی منطقه به موازات تقریبی پرواز هستند.
- در قسمت همپوشی داده‌ها همچنین در جهت شمال- جنوب رشته کوه (پروفیل) تفسیر مدل مشکل می‌شود، چرا که سایه‌ها خود را متمایز نمی‌کنند؛ بنابراین سعی شده است که چنین ناهماهنگی‌هایی در داده‌ها به وسیله‌ی تغییر تقابل اصلاح گردد.

روش‌های موجود جهت ساخت موزائیک از عکس‌های هوایی

در ادبیات فتوگرامتری و دورسنجی تعاریف گوناگونی برای موزائیک وجود دارد. از قبیل موزائیک کنترل نشده (در این روش هیچ گونه تطابقی جهت به کم‌ترین حد رساندن اعوجاجات هندسی و متاثر از آن و انحراف‌های رادیومتری صورت نمی‌گیرد و این نیز به علت فقدان مراجعی همچون نقشه‌ای مناسب و یا دیگر داده‌های مساعد زمینی است)، موزاییک نیمه کنترل شده (در این روش تطابق جهت به کمترین حد رساندن اعوجاجات هندسی و متأثر از انحراف‌های رادیومتری صورت می‌گیرد و این نیز به علّت وجود معدود نقاط کنترلی در مراجعی همچون نقشه و یا داده‌های مساعد دیگری همچون داده‌های دورسنجی است)، موزائیک کنترل‌شده و یا اورتوفتو (در این روش تطابق کامل جهت از بین بردن اعوجاجات هندسی و متاثر از انحراف‌های رادیومتری صورت می‌گیرد و این نیز به علت وجود مراجعی همچون نقشه‌ی مناسب و یا سایر داده‌های مساعد زمینی امکان پذیر است د رنهایت بهترین آنان این است که یک موزائیک یا نقشه‌ی عکس‌های هوایی باید یک دقت مغایرتی مطابق نقشه‌ی توپوگرافی هم مقیاس خود نشان دهد (آلبرتس/ ۷۱/۱۹۸۹)، (بوهمن/ ۲۱۱/۱۹۹۷)، (هیلدبرانت/۱۹۹۶/ ۱۱۴)، (هاکه/۱۹۸۵/)، (گرون/۱۹۹۱)، (کراوز/۱۲۶/۱۹۹۰)، (شویدافسکی/ ۱۹۹۳/ ۲۷۰)

روش تحقیق و مراحل انجام کار

در این تحقیق با توجه به این که تنها نقشه‌ی ۱:۵۰۰۰۰۰ در دسترس بوده بنابراین از روش موزائیک نیمه کنترل شده استفاده شده است.

- فراهم کردن تصاویر هوایی از منطقه‌ی مطالعاتی در مقیاس هوایی مناسب

در این مطالعه از تعداد ۱۳۱ عکس هوایی برداشت شده توسط شرکت Maps Geosystem GmbH Munich در تاریخ ۱۹۹۴/۱/۲۰ و با مقیاس ۱:۳۰۰۰۰ و با ارتفاع پرواز ۴۶۰۰ متر و نیز داده‌های ماهواره‌ای MOMS مورخ ۱۹۸۴/۲/۸ در مقیاس ۱:۴۵۰۰۰۰ و با ارتفاع ۳۰۰ کیلومتر و قدرت تفکیک هندسی ۲۰ متر و داده‌های ماهواره‌ای لندست ۵ از سنجنده TM مورخ ۱۹۸۷/۱۱/۱۰ با قدرت تفکیک هندسی حدود ۳۰ متر برای مقایسه نتایج استفاده شده است.

- رقمی سازی تصاویر هوایی تهیه شده

تبدیل عکس‌های آنالوگ به رقمی با عمق ۸ بیت و تفکیک ۲۰۰ dpi در فرمت Tiff

- تصحیح هندسی و جهت یافتگی‌داده‌ها

برای زمین مرجع نمودن (Georeffrence) گذر اول و دوم (۱ و ۲) از نرم افزار ARCINFO بهره گرفته شده است. میزان دقت یا Rms کمتر از ۲۳ متر می‌باشد و این نیز پس از مقایسه‌ی ۵۰ نقطه‌ی کنترل ممکنه با تصویر متناظر آن در لندست ۵ از سنجنده tm در سیستم مختصات utm است که کم تر از میزان قدرت تفکیک هندسی حدود ۳۰ متر است از این رو شرایط لازم جهت تهیه و انتخاب نقاط تطبیق بالقوه با روش گونیایی مثلث بندی شعاعی مهیا و این زاویه بندی در نرم افزار ER-Mapper انجام می‌شود.

تصحیحات هندسی

انتخاب و انتقال نقاط شعاعی

در اولین و دومین عکس‌هوایی و عکس‌های مجاور (از گذر دوم) تا حد امکان بهترین نقاط قابل تشخیص بر روی نقشه و تصاویر ماهواره‌ای (MOMS and landsat5) انتخاب و مقایسه می‌شود. (تصاویر مقایسه‌ای) این عمل به علت کوچک بودن مقیاس نقشه

بسیار دشوار است ولی انجام دقیق آن لازمه‌ی ادامه‌ی کار الصاق بر اساس فاصله‌ی لبه تا نادیر از سمت راست و چپ است.

انتخاب و انتقال نقاط خطی بارز

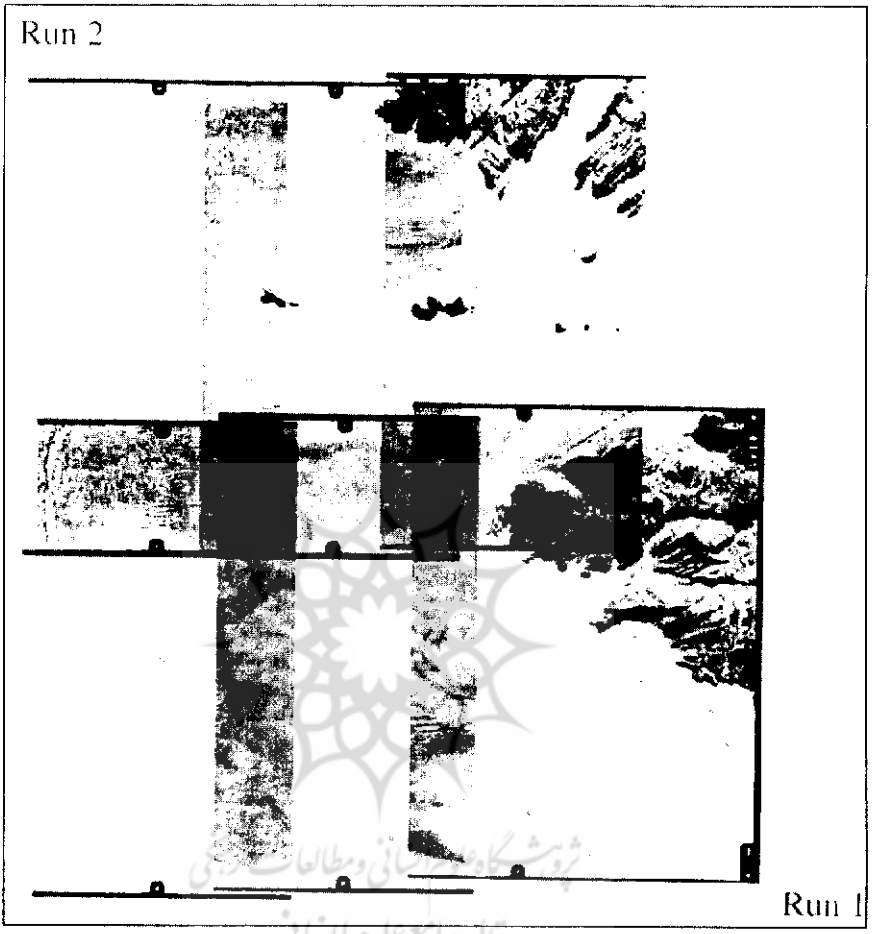
بر روی مرکز عکس (نادیر) در محل پوشش دو تصویر چه در گذر بالا و چه در گذر پایین نقاط بارز همچون تقاطع خیابان‌ها و جاده‌ها و در این تحقیق دهانه‌ی مسیل‌های وادی به عنوان نقاط بارز خطی انتخاب شده و مجدداً از لحاظ فاصله یکسان تطابق داده شده‌اند.

کنترل نقاط انتقال داده شده (انتقال تصاویر به سمت مرکز تصویر برداری(نقطه نـادیر) و یکسان سازی آن)

بعد از انتخاب نقاط شعایی و خطی و انتقال آن‌ها به عکس‌های همجوار باید در مرکز مجموعه تصاویر سه نقطه شعاعی و ۵ تا ۷ نقطه خطی حاصل شده باشد. تطابق عکس‌های همجوار بر اساس تطابق نقاط بر روی قسمت‌های همپوش با استفاده از درجه شفافیت (Opacity) و در نهایت ایجاد ماسک یا Runmask انجام شده است.

تشکیل شابلون انطباق

در تشکیل موزائیک نیمه کنترل شده از عکس‌های هوایی جهت تعیین زوایای لازم برای انطباق تصاویر در حالت نیمه شفاف از ترکیب مجموعه‌ای از شابلون‌های حاصل از مرحله‌ی قبل استفاده شده است. (تصویر ۱) از آن‌جایی که اعوجاجات در نقطه نادیر در عکس برداری در حالت پروجکشن مرکزی (central projection) در کم‌ترین حد است، می‌تواند بهترین و در عین حال تنها مرجع موجود جهت همسان سازی تصاویر تحت شرایطی همچون فقدان مدل ارتفاعی رقومی زمین است. لذا جهت انطباق نهایی (انطباق پیکسلی) و شفاف کردن لایه (تصویر مجاور) از خط مرکزی (نقطه نادیر) استفاده شده است. نظیر این کار در مورد ۱۳۱ عکس در ۸ گذر و در دو فایل جداگانه انجام گرفته است (تصویر ۴).



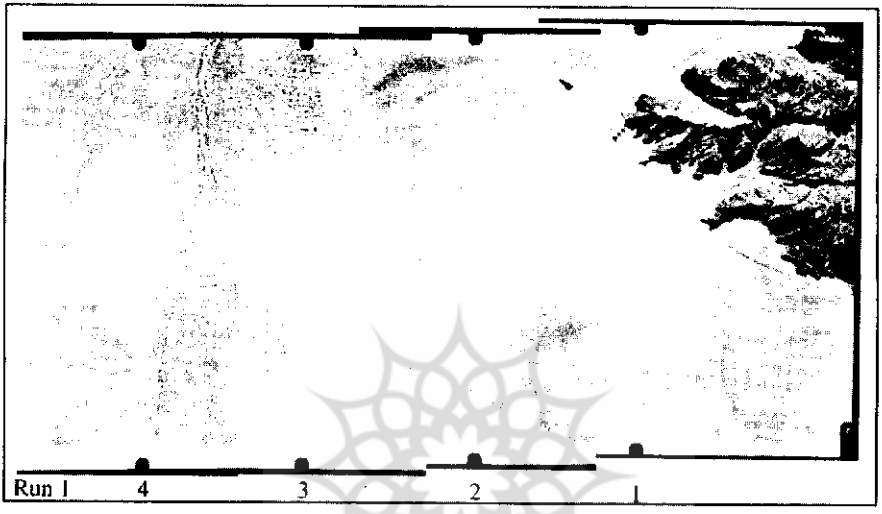
تصویر ۱: موزائیک تهیه شده پس از تصحیح هندسی توسط شابلون انطباق برای ۵ تصویر اولیه در دو گذر

تصحیحات رادیومتری

تنظیم تقابل و روشنایی تصاویر

به عنوان مرجع در این مورد درجه روشنایی، افت نور و سایه‌سازی در بخش (Hotspot) در نقطه نادیر در نظر گرفته شده است. پس از انجام این عمل به صورت

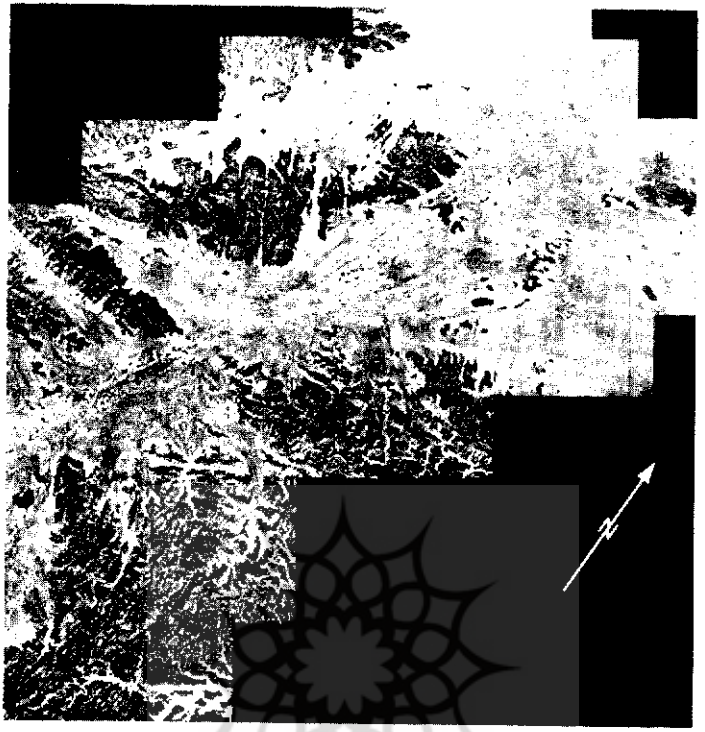
مونتاژ عکس، ماسک سازی بر اساس منحنی شیب نور و کنتراست انجام گرفته است (تصاویر ۲ و ۳).



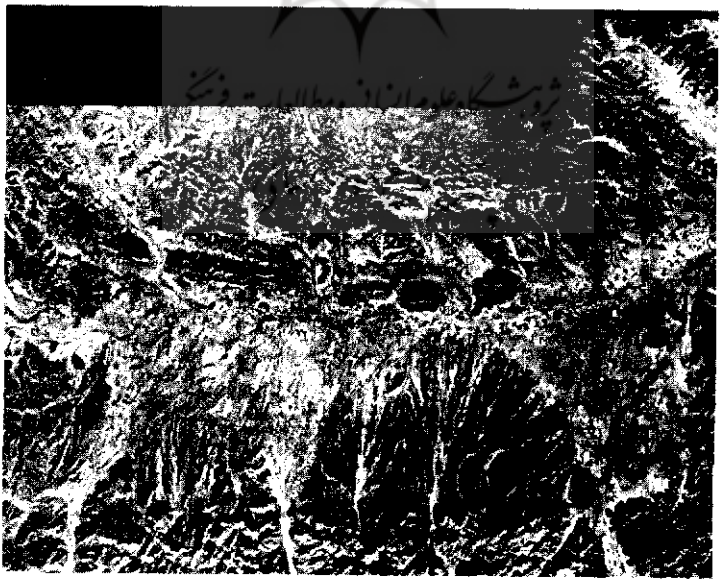
تصویر ۲: انجام تصحیحات رادیومتری به عنوان نمونه برای ۴ عکس در گذر اول

تصویر ۳: فایل نهایی پس از تصحیحات هندسی و سرشکنی رادیومتری بر اساس اصول فتوگرامتری برای دو گذر به عنوان نمونه

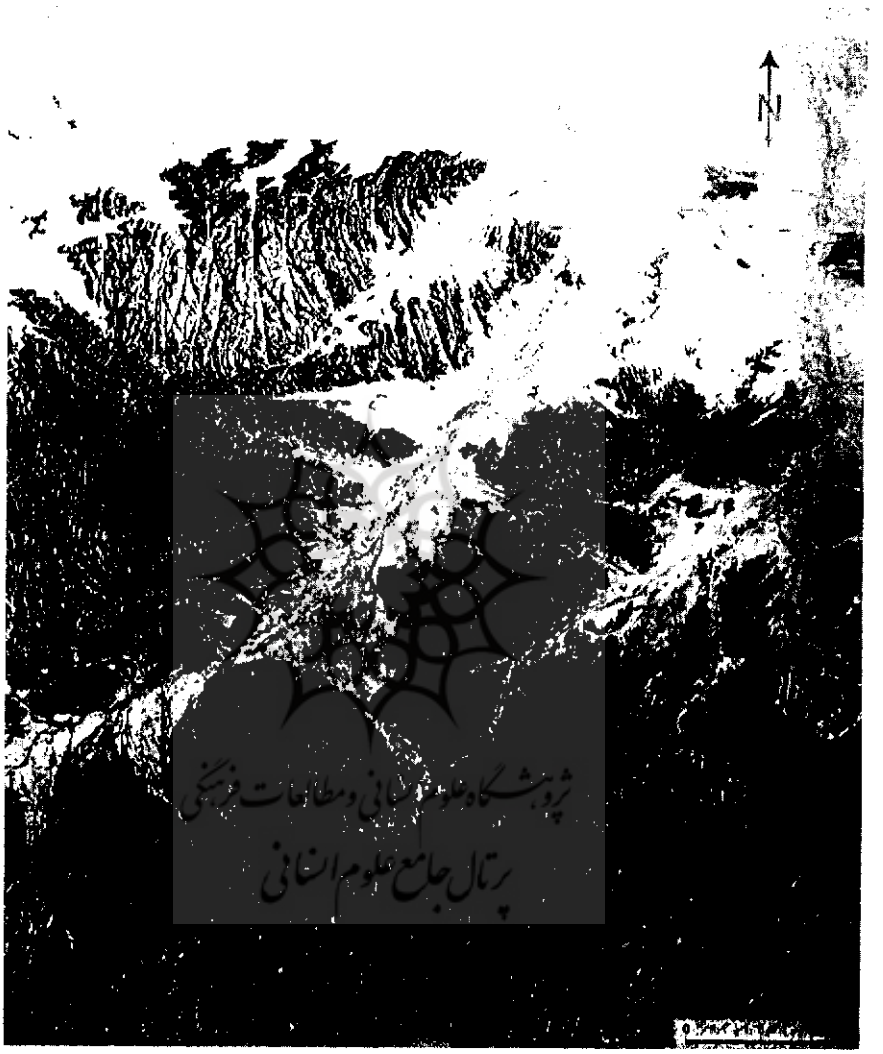
تصویر ۴: موزائیک تهیه شده از ۱۳۱ عکس هوایی در ۸ گذر تقسیم شده در دو فایل مستقل ۵ گذر و ۳ گذر



تصویر ۵ (الف): موزائیک رقمی نهایی در مقیاس ۱۲۰۰۰۰۰ بخش سمت راست



تصویر ۵(ب): موزائیک رقمی نهایی در مقیاس ۱۲۰۰۰۰۰ بخش سمت چپ



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تصویر مقایسه‌ای ۱: باند ۴ از ماهواره MOMS مورخ ۱۹۸۴/۲/۸

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تصویر مقایسه‌ای ۲: ماهواره لندست ۵ سنجنده TM مورخ ۱۹۸۷/۱۰/۱۱

نتیجه‌گیری

وادی‌ها به عنوان یک میراث و تاریخچه‌ی کواترنر در یمن وقوع حوادث اقلیمی محیطی را به صورتی بارز در بستر خود به تصویر کشانیده‌اند و از اهمیتی حیاتی در میان قلمروهای ژئومورفولوژیکی در شبه جزیره عربستان برخوردار هستند. در این تحقیق با استفاده از عکس‌های هوایی و ادغام آن‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی و دورسنجی می‌توان یک موزائیک گسترده از عکس‌های هوایی وادی بزرگ مارخا و بدون هیچ‌گونه نقاط اندازه‌گیری شده زمینی تهیه شده است.

با توجه به شرایط داده‌های موجود و تنها در دست داشتن یک نقشه ۱:۵۰۰۰۰۰۰ جهت ساخت موزائیکی از عکس‌های هوایی از بهترین روش ممکن یعنی روش مثلث بندی شعاعی Radial triangulation جهت برطرف کردن اعوجاجات در عکس‌های هوایی ایجاد نقاط کنترل شده جهت الصاق مرتب عکس‌ها و تبدیل آن‌ها به یک موزائیک نیمه کنترل شده استفاده شده است. در این روش با به کارگیری کم‌ترین تعداد نقاط ثابت و گره سازی آن‌ها با نقاط بارز و هم ارزشان در نقشه (نقشه زمین مرجع شده و مقایسه موقعیت نقاط منتخب در تصاویر ماهواره‌ای) بر اساس فاصله و زاویه آن نقطه با خطالراس بخش استریو (همپوشی بعدی) عکس مجاور انجام گرفته است. بدین گونه تصحیحات هندسی تقریبی حاصل شد؛ چرا که مدل رقومی ارتفاعی زمین به علت فقدان داده‌های توپوگرافی در مقیاس بالا غیر قابل تهیه بود و این نیز تصحیحات ارتفاعی را غیرممکن می‌ساخت. پس از این مرحله تصحیحات رادیومتری از قبیل همسان سازی نور و کنتراست بر اساس قوانین فتوگرامتری بر روی موزائیک در مرحله پایانی انجام گرفت به این ترتیب با ایجاد موزائیک شرایط لازم جهت اهداف بالقوه‌ای همچون مطالعات ژئومورفولوژیک به منظور شناسایی رسوبات آبیاری سنتی این تمدن دیرینه و مدل سازی و ادغام آن‌ها در محیط نرم افزاری GIS مهیا گردیده است.

منابع و مآخذ

1-Albertz J. 1989: Photogrammetrisches Taschenbuch: J. Albertz, W. Kreiling, K. Jakobsen; Karlsruhe/Wichmann
2-Bosshard O. 1996: Die antike kulturlandschaft Wadi Marcha, Jemen, Uni. Zurich
3-Brunner U.1997: Geography and Human Settlements in Ancient Southern Arabia. Arabian Archaeology and Epigraphy; No 8
4-Gruen, A. et al. 1991: Photogrammetrie and Fernerkundung als Komponenten Geo-Informations systemen; (Hrsg.), Proc. Int. Seminar; ETH-Zurich
5-Hake G. 1985: Kartographie; Berlin/ de Gruyter
6-Hildebrandt, G. 1996: Fernerkundung und Luftbildmessung; Heidelberg / Wichmann
7-Lillesand T. M. & Kiefer R. W., 1994: Remote sensing and image interpretation; Third edition, New York/John Wiley & Sons Inc.
8-Schneider S. (Hrsg) 1984: Angewandte Fernerkundung; Methoden und Beispiele; Hannover/Vincenz
9-Loffler E. 1994: Geographie und Fernerkundung;Teubner Stuttgart
10-Zeiss, 1956: Radialschlitztriangulation, Gebrauchsanweisung zum Radialsecator II; Oberkochen
11-McKean, J.; Buechel, S.; Gaydos, L.: Remote sensing and landslide hazard assessment. Photogramm. Eng. Remote sensing 1997
12-Loffler, E.: Landform interpretation with modern remote sensors 1997
13-Maurel, P.: Agricultural land use mapping in Mediterreanen areas. Montpellier 1987
14-Quarmby, N. A.; Townshend, J. R. G.; Millington, A. C.; White, K.; Reading, A. J.; Monitoring sediment transport systems in a semiarid area using Thematic Mapper data. Remote sensing Environ. 1989

پرتال جامع علوم انسانی