

تعیین محدوده‌های در معرض نشست حاصل از وجود قنات‌های پنهان در محدوده دانشگاه شهید باهنر کرمان با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی

سیما محمودی دهشتران

دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان

آزاده حجت

استادیار بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان

حجت‌الله رنجبر

استاد بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان

سعید کریمی‌نسب

دانشیار بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۲۸

ahojat@uk.ac.ir

چکیده

رشته قنات‌های متعددی در شهر کرمان وجود دارد که به دلیل توسعه شهر و تغییر سیستم آبرسانی، متروکه شده‌اند. نشست زمین و ترک‌های ایجاد شده در ساختمان‌ها در برخی از نقاط شهر، مشکلات ناشی از عدم شناخت دقیق مکان قنات‌ها در زیر زمین را نشان می‌دهد. در این تحقیق، شناسایی رشته قنات‌های موجود در پردیزه افضل‌پور دانشگاه شهید باهنر کرمان مورد توجه قرار گرفت. بدین منظور ابتدا عکس‌های هوایی در سه بازه زمانی ۱۳۳۳، ۱۳۴۳ و ۱۳۷۰ زمین مرجع گردید و میله‌های قنات‌ها بارزسازی شدند. سپس در نرم افزار Arcmap مسیر قنات‌ها رسم گردید و بر روی تصویر ماهواره‌ای فعلی دانشگاه منطبق گردید. بر اساس مطالعات انجام شده بر روی پردیس افضل‌پور دانشگاه شهید باهنر، رشته قنات‌ها در منطقه مورد مطالعه مشخص شد که تعداد ۲۰ ساختمان در مسیر رشته قنات‌ها واقع شده است. تعداد میله قنات‌ها در منطقه مورد مطالعه ۴۲۶ می‌باشد. این مطالعه نشان داد که می‌توان از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در بازه‌های زمانی مختلف به‌نحو مطلوبی جهت تعیین مسیر رشته قنات‌ها به‌خصوص در مناطقی که ساخت و ساز انجام شده است استفاده کرد.

کلمات کلیدی: قنات، سنجش از دور، GIS، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

مقدمه

قنات یکی از قدیمی‌ترین و اقتصادی‌ترین روش‌های استخراج آب‌های زیرزمینی است (شکل ۱) که از ۲۵۰۰ سال پیش به‌خصوص در ایران رایج بوده است. بزرگ‌ترین کانون قنات و محل تکامل آن اطراف کویرهای ایران است. قنات یک نظام آبرسانی است که در آن آب‌های زیرزمینی بدون نیاز به نیروی مکانیکی و تنها با استفاده از نیروی جاذبه زمین به سطح زمین آورده می‌شود. به‌طور کلی قنات تشکیل شده از یک دهانه که روباز است و یک مجرای تونل‌مانند زیرزمینی و چندین چاه عمودی که مجرا یا کوره زیرزمینی را در فواصل مشخص با سطح زمین مرتبط می‌سازد (حافظی مقدس و همکاران، ۱۳۸۶).

نیاز روز افزون به آب در پی تغییرات شدید اجتماعی-اقتصادی کشور به همراه خشکسالی در نیم قرن گذشته باعث جایگزینی چاه‌های عمیق، نیمه عمیق و سدهای بزرگ به‌جای قنات‌ها شده است. استحصال بیشتر آب‌های زیرزمینی از طریق حفر چاه‌های عمیق افت سطح آب زیرزمینی و در نتیجه خشک و متروکه شدن قنات را به‌دنبال داشته است. بخشی از قنات‌ها نیز با گسترش شهرها در محدوده شهری قرار گرفته‌اند. احداث ناآگاهانه سازه‌ها بر روی این قنات‌ها می‌تواند

موجب مشکلاتی از قبیل نشست سازه‌ها شود (هاشمی سهمی و هاشمی سهمی، ۱۳۸۴). به‌منظور جلوگیری از به‌وجود آمدن چنین مشکلاتی، تعیین مسیر قنات‌ها قبل از احداث بناهای مختلف، الزامی می‌باشد.

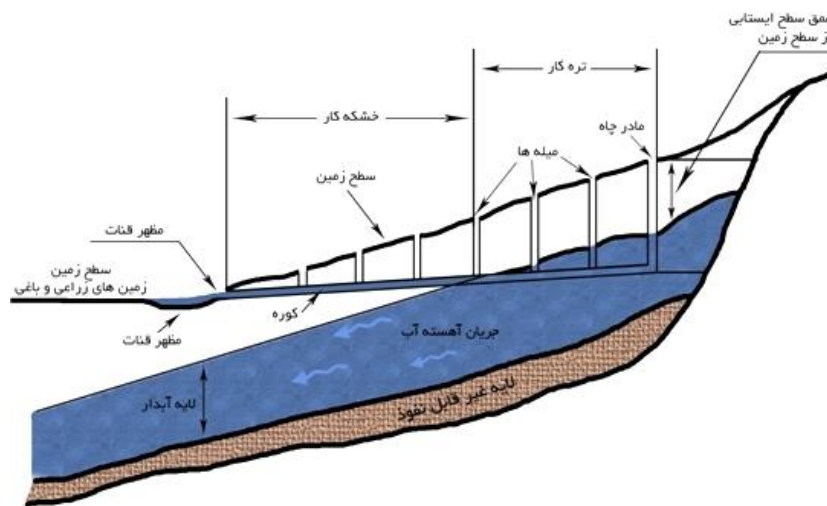
شواهد نشان می‌دهد قنات‌های بسیاری در شهر کرمان وجود دارد. (برشان، ۱۳۸۴، صفاری، ۱۳۸۴) در پردیزه افضل‌پور دانشگاه شهید باهنر کرمان ریزش و نشست در مناطقی که ساختمان وجود دارد و میله‌های قنات در مناطقی که ساخت و سازی صورت نگرفته است، گواه وجود قنات‌ها در این منطقه است (شکل ۲).

مهندسين عمران می‌توانند جهت تحلیل بسیاری از مسائل مهم و اتخاذ تصمیمات مناسب، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌عنوان ابزاری قدرتمند استفاده کنند (حجازی و توران‌پور، ۱۳۹۴). بزرگ‌ترین مزیت تهیه نقشه با استفاده از GIS، امکان انجام بهترین ترکیب و ادغام لایه‌های اطلاعاتی و تغییر سریع در داده‌های مورد استفاده است (نخعی و همکاران، ۱۳۹۲).

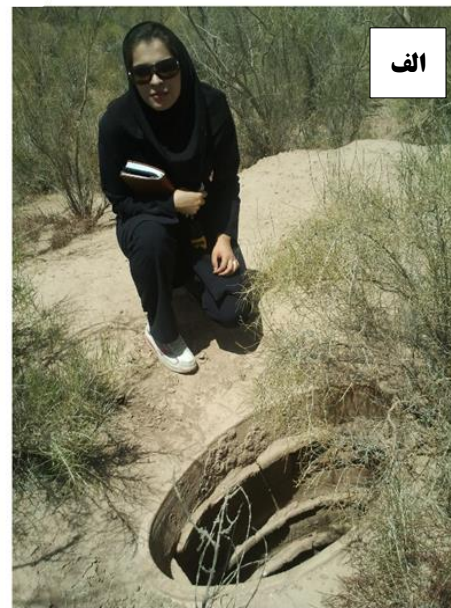
تاکنون مطالعات محدودی جهت بررسی قنات‌ها با استفاده از مطالعات دورسنجی انجام گرفته است. هدف از این تحقیق شناسایی قنات‌های موجود

با زمین و جو مرتبط است. با استفاده از عکس‌های هوایی منطقه مورد نظر، موقعیت قنات‌ها مشخص می‌گردد. در مرحله بعد برای تعیین موقعیت کنونی قنات‌ها از تصاویر ماهواره‌ای استفاده می‌شود.

در پردیزه افضل‌پور دانشگاه شهید باهنر کرمان و آشکارسازی ساختمان‌هایی که بر روی مسیر قنات‌ها احداث گردیده‌اند، می‌باشد. سنجش از دور تکنولوژی جدیدی است که کاربرد وسیعی در تمام علوم و دانش‌های امروزی دارد و به نحوی



شکل ۱. سیستم قنات (Saeidian, 2013).

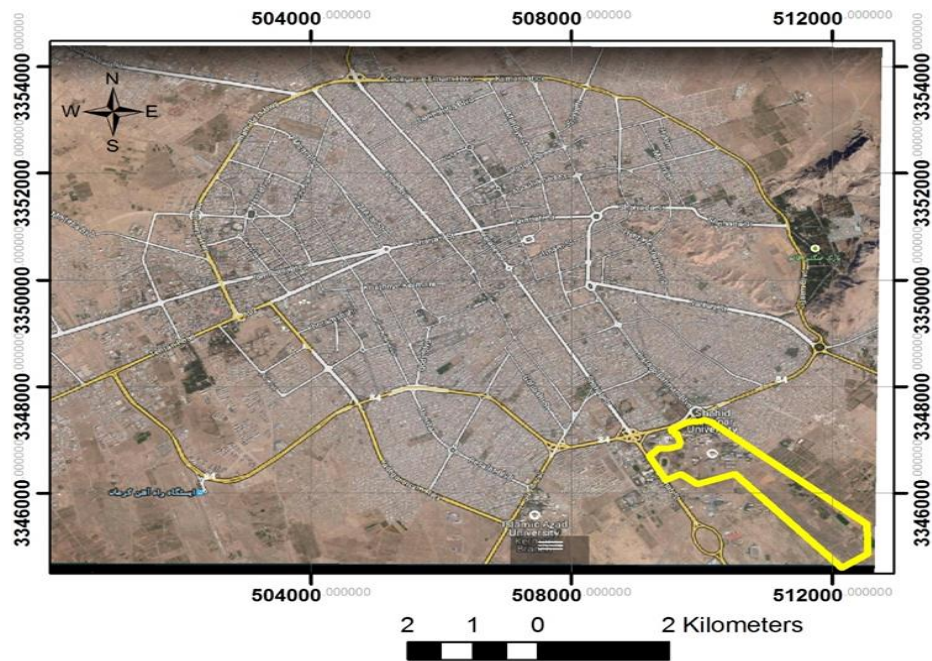


شکل ۲. میله قنات (شکل الف) و ریزش و نشست به خاطر وجود قنات در عمق (شکل ب) در منطقه مورد مطالعه.

۰۷° ۵۷ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۱۳° ۳۰' و ۱۵° ۳۰' شمالی واقع شده است. در (شکل ۳) موقعیت محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است (حسین-زاده و بیدخوری، ۱۳۹۲).

محدوده مورد مطالعه

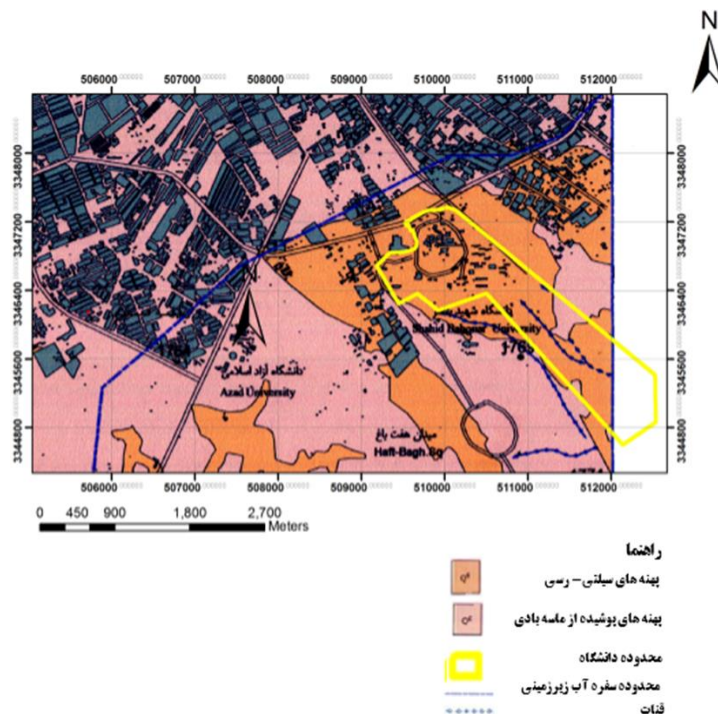
پردیس افضل‌پور دانشگاه شهید باهنر کرمان در جنوب شرقی شهر کرمان، در منطقه‌ای به مساحت ۲۸۴۶۱۱۴ مترمربع، بین طول‌های جغرافیایی ۵۷° ۰۵' و



شکل ۳. موقعیت پردیس افضل‌پور دانشگاه شهید باهنر کرمان (محدوده منطقه مورد مطالعه با رنگ صورتی مشخص شده است)؛ از تصویر (Google Earth).

های بادی بوده است. در این محدوده‌ها کانی‌های تبخیری مانند گچ به وفور دیده می‌شود. در محدوده مورد مطالعه بر روی قسمتی از نقشه زمین‌شناسی کرمان با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ نشان داده شده است. (شکل ۴)

بخشی از پردیس افضل‌پور دانشگاه شهید باهنر در پهنه‌های رسی-سیلتی و قسمتی از آن در پهنه‌های پوشیده از ماسه بادی قرار گرفته است. دلیل وجود درخت‌های گز فراوان در منطقه مورد مطالعه جلوگیری از گسترش هجوم ماسه-



شکل ۴. محدوده پردیس افضل‌پور دانشگاه شهید باهنر کرمان بر روی قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱/۵۰۰۰۰ کرمان (عطاپور و همکاران، ۱۳۸۹)

مواد و روش‌ها

به منظور دستیابی به اهداف این تحقیق از عکس‌های هوایی مربوط به منطقه مورد مطالعه در بازه‌های زمانی ۱۳۳۵، ۱۳۴۴ و ۱۳۷۰ به ترتیب با مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰، ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۴۰۰۰۰ استفاده شده است (شکل ۵). برای تعیین موقعیت کنونی قنات‌ها از تصویر ماهواره‌ای Quick Bird استفاده شده است. در شکل (۶) تصویر ماهواره‌ای مورد استفاده نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای Arc map 9.3 و ENVI 4.7 انجام گرفت.

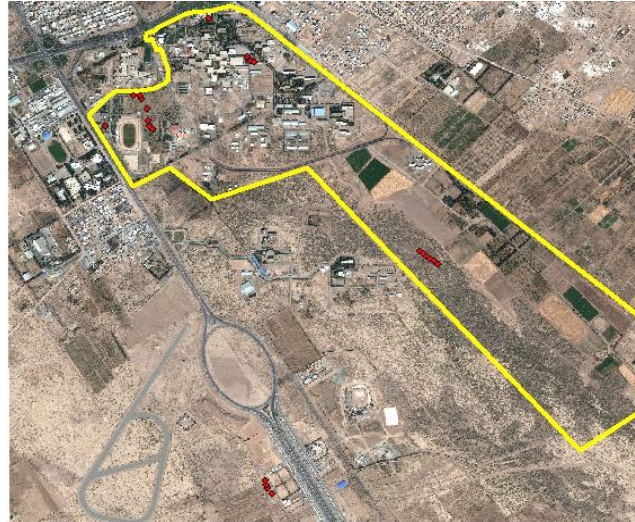
ابتدا در نرم افزار Arc map 9.3 با استفاده از تصویر ماهواره‌ای Quick Bird عملیات زمین مرجح (Georeferencing) بر روی عکس‌ها انجام شد. برای ارزیابی صحت عملیات زمین مرجح از تعدادی نقاط کنترل زمینی استفاده شد. مختصات نقاط کنترلی با استفاده از دستگاه GPS برداشت گردید (حسین‌زاده و بیدخوری، ۱۳۹۲). موقعیت نقاط کنترلی بر روی تصویر Google Earth در شکل (۷) نشان داده شده است.



شکل ۵. عکس‌های هوایی: (الف) ۱:۵۰۰۰۰، (ب) ۱:۲۰۰۰۰ و (ج) ۱:۴۰۰۰۰.



شکل ۶. تصویر ماهواره‌ای مورد استفاده در مطالعه.

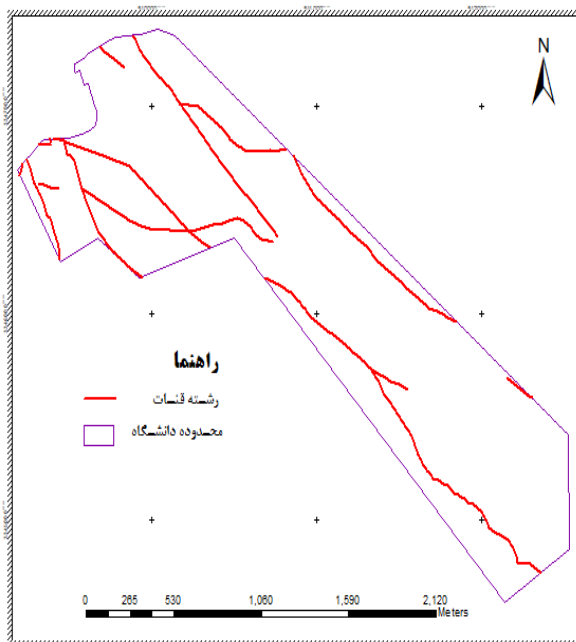


شکل ۷. موقعیت نقاط کنترل زمینی بر روی تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه.

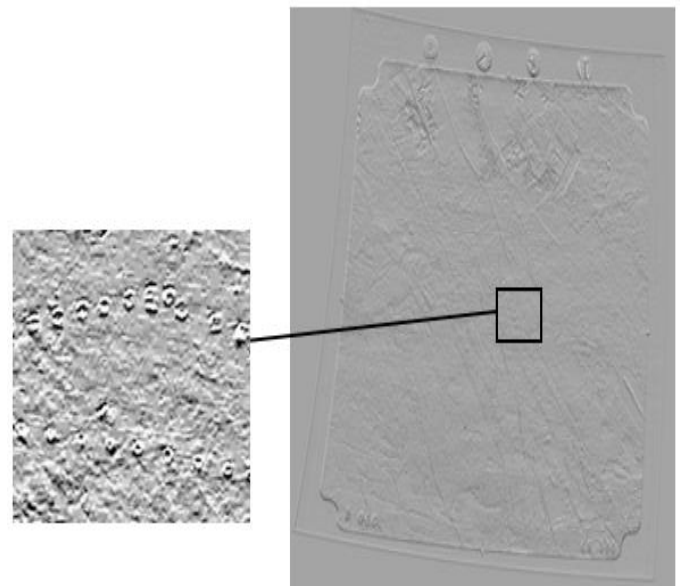
یافته‌ها

(۱۰) نشان داده شده است. در این مطالعه پس از رقومی سازی میله‌ها و مسیر قنات‌ها، عملیات همپوشانی این لایه‌ها بر روی تصویر ماهواره‌ای Quick Bird مربوط به منطقه مورد مطالعه صورت گرفت (حسین‌زاده و بیدخوری، ۱۳۹۲). موقعیت میله قنات‌ها و رشته قنات‌ها بر روی تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه در شکل‌های (۱۱) و (۱۲) نشان داده شده است.

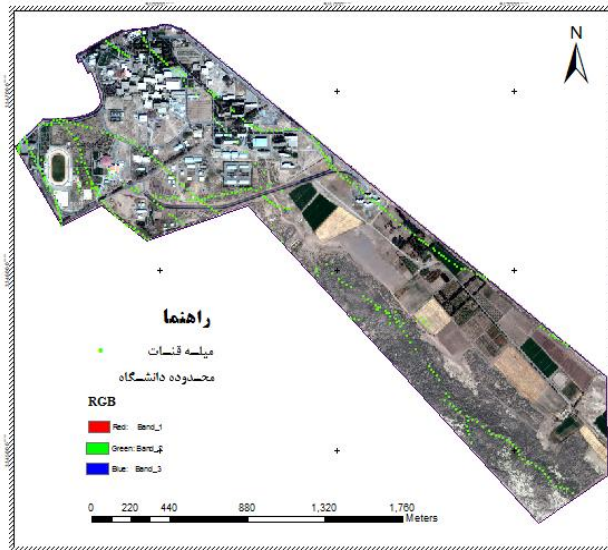
برای بارزسازی مسیر قنات‌ها، فیلترهای بالاگذر جهت‌دار مورد استفاده قرار گرفت. چگونگی بارزسازی توسط فیلتر جهت‌دار ۹۰ درجه در (شکل ۸) نشان داده شده است. در مرحله بعد میله قنات‌ها با استفاده از روش نقطه‌ای و رشته قنات‌ها با استفاده از روش خطی با روش پیشنهادی حسین‌زاده و بیدخوری (۱۳۹۲) رقومی شدند. میله‌ها و رشته‌های قنات رقومی شده به ترتیب در شکل‌های (۹) و



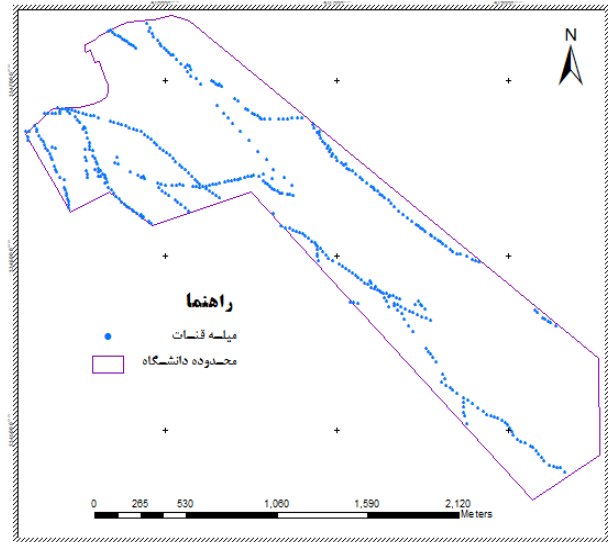
شکل ۹. میله‌های قنات رقومی شده با روش نقطه‌ای.



شکل ۸. عکس هوایی فیلترشده در راستای ۹۰ درجه.



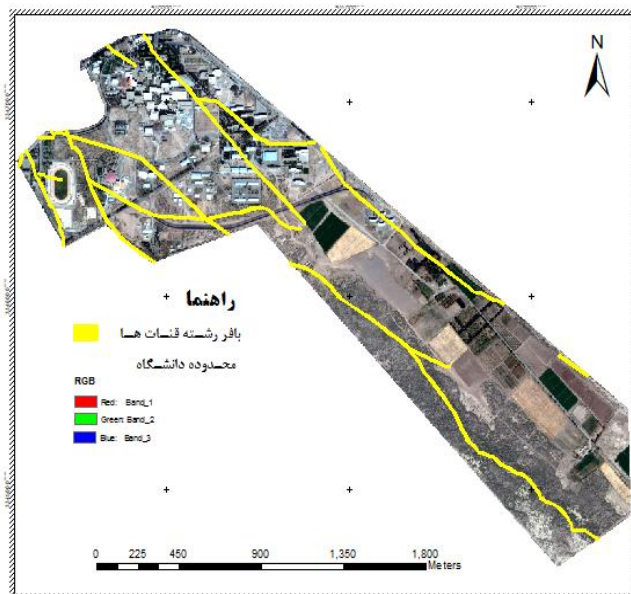
شکل ۱۱. موقعیت میله قنات‌ها.



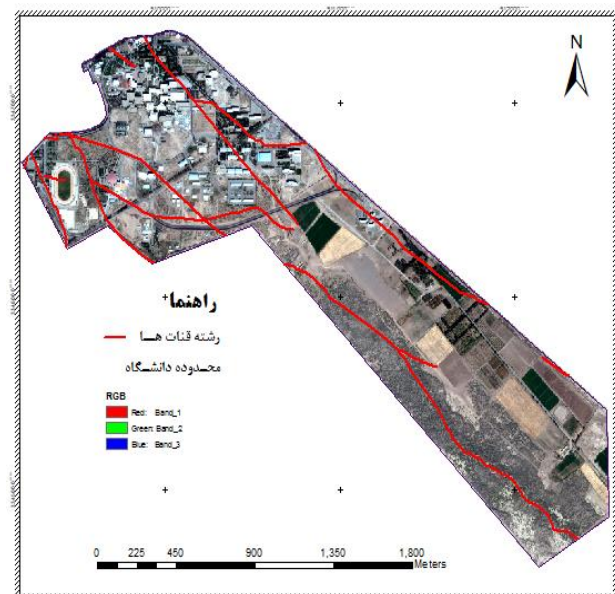
شکل ۱۰. رشته‌های قنات رقومی شده با روش خطی

مسیر قنات‌های موجود در پردیس افضل‌پور دانشگاه شهید باهنر کرمان مشخص شد. استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در بازه‌های زمانی مختلف، باعث بهبود کیفیت مطالعات جهت شناسایی قنات‌ها گردید. تعداد میله قنات‌ها در منطقه مورد مطالعه ۴۲۶ می‌باشد. برخی از رشته قنات‌ها در محدوده ساختمان‌های دانشگاه واقع شده‌اند که محل ساختمان‌ها در (شکل ۱۴) نشان داده شده است.

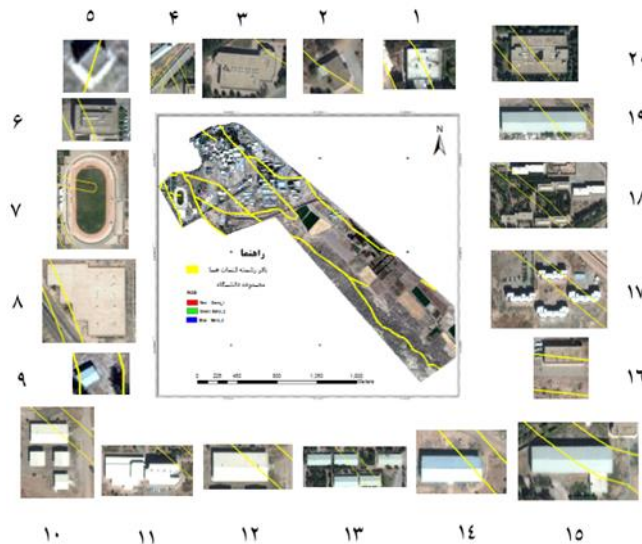
با توجه به اینکه مختصات نقاط کنترلی در محدوده دانشگاه با استفاده از دستگاه جی پی اس سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) اندازه‌گیری شده است که میزان خطای حدود ± 5 متر را می‌توان برای نقشه‌های تهیه شده در نظر گرفت. در آخرین مرحله با توجه به خطای مختصاتی مذکور یک حریم ده متری برای رشته قنات‌ها در نظر گرفته شد (Longley et al., 2005) و دیگران، ۲۰۰۵). حریم بندی رشته قنات‌ها در (شکل ۱۳) نشان داده شده است. با استفاده از نتایج مطالعات سنجش از دور،



شکل ۱۳. حریم ۱۰ متری پیرامون رشته قنات‌ها.



شکل ۱۲. موقعیت رشته قنات‌ها.



شکل ۱۴. محل ساختمان‌های واقع در محدوده خطر.

نتیجه‌گیری

رشته قنات‌هایی در پردیس اصلی پور دانشگاه شهید باهنر کرمان وجود دارد که بخش عمده چاه‌های آن‌ها به علت ساخت و ساز پنهان شده است. در قسمت‌هایی که چاه‌های پنهان وجود دارد، شکستگی در ساختمان‌ها و در قسمت‌هایی که ساخت و سازی صورت نگرفته است، وجود میله‌ها دال بر وجود قنات است. در این تحقیق، به تعیین مسیر رشته قنات‌های موجود در پردیس اصلی پور دانشگاه شهید باهنر کرمان و ساختمان‌های احداث شده بر آن‌ها پرداخته شد. با استفاده از عکس‌های هوایی، تصویر ماهواره‌ای و نقاط کنترلی بر روی زمین، مسیر رشته قنات‌ها در محدوده پردیس اصلی پور نقشه برداری گردید. بررسی‌ها نشان داد در حالی که در ساخت و سازهای منطقه مورد مطالعه سعی شده ساختمان‌ها در مسیر قنات‌ها قرار نگیرند، اما ساختمان‌هایی وجود دارند که مسیر قنات از زیر آن‌ها عبور می‌کند. روش دورسنجی توانست مسیر قنات‌ها در

قسمت‌هایی از دانشگاه که به دلیل احداث ساختمان‌ها مسیر قنات‌ها پوشیده شده است را با دقت بالایی آشکار کند. نتایج حاصل از تحقیق حاضر را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱. با استفاده از عکس‌های هوایی زمین مرجع شده، و انطباق آن‌ها بر روی تصویر ماهواره اخذ شده در سال‌های اخیر، مسیر قنات‌های پنهان مشخص گردید.
۲. مطالعات انجام شده حاکی از وجود چندین رشته قنات و ۴۲۶ میله قنات در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.
۳. وضعیت ساختمان‌های دانشگاه نسبت به مسیر قنات‌ها آشکار و ساختمان‌های در معرض خطر مشخص شدند. تعداد ۲۰ ساختمان در مسیر رشته قنات‌ها واقع شده است.
۴. نقاط کنترلی در نقاط مختلف دانشگاه نشان می‌دهد که موقعیت چاه‌ها و میله‌های قنات با صحت قابل قبولی نقشه برداری شده است.

منابع

- برشان، م.، ۱۳۸۴، کرمان و قنات‌ها، کنفرانس بین المللی قنات، جهاد دانشگاهی استان کرمان، ص ۳۶-۲۳.
- حافظی مقدس، ن.، غفوری، م.، قزی، ۱۳۸۶، مشکلات قنات قدیمی در شهر مشهد، پنجمین همایش زمین‌شناسی مهندسی و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت معلم، ص ۵۳۶-۵۳۱.
- حجازی، ج.، توران پور، ع.، ۱۳۹۴، کاربرد نرم‌افزار ArcMap GIS در تعیین مکان سیستم‌های حمل و نقل هوشمند در راه‌های برون شهری، مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، شماره ۱۵، ص ۲۷-۲۰.
- حسین‌زاده، ر.، بیدخوری، ع.، ۱۳۹۲، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS (مبانی و آموزش نرم‌افزار ArcGIS)، جهاد دانشگاهی مشهد.
- نخعی، م.، امیری، و.، رحیمی شهربابکی، م.، ۱۳۹۲، ارزیابی پتانسیل آلودگی و آنالیز حساسیت آب زیرزمینی در آبخوان خاتون‌آباد با استفاده از مدل دراستیک مبتنی بر GIS، مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، شماره ۸، ص ۱-۱۰.
- هاشمی سهمی، ح.، هاشمی سهمی، م.، ۱۳۸۴، قنات نشست خاک و مشکلات ساختمان‌سازی، کنفرانس بین‌المللی قنات، جهاد دانشگاهی استان کرمان، ص ۷۰۷-۷۰۱.
- صفاری، م.، ۱۳۸۴، قنات‌های استان کرمان؛ فن‌آوری گذشتگان، چالش آیندگان، کنفرانس بین‌المللی قنات، جهاد دانشگاهی استان کرمان، ص ۱۲۰-۱۱۲.
- عطاپور، ح.، طاهری، م.، رحمانی، ف.، ۱۳۸۹، زمین شیمی زیست‌محیطی سنگ، خاک، آب و گیاه در محدوده ورقه ۵:۵۰۰۰۰ کرمان با نگرشی بر زمین‌شناسی پزشکی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مدیریت کرمان، ۴۹۶ صفحه.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., Rhind, D., 2005, Geographic information systems and science, John Wiley and Sons Ltd., p: 537.
- Saeidian, A., 2013, Qanat traditional irrigation infrastructure system in iran, Elixir Sustain. Arc: 55 p: 12743-12747.