

## امکان سنجی تشخیص انواع فرسایش خاک از طریق اعمال فیلترهای تصویری روی تصاویر سنجنده‌های ETM<sup>+</sup> و ASTER

وحید چیت‌ساز<sup>۱\*</sup>، سید باقر فاطمی<sup>۲</sup> و ذبیح‌الله اسکندری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، <sup>۲</sup> مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد و <sup>۳</sup> مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۳/۰۱

### چکیده

امروزه به‌کارگیری سنجش از دور در پروژه‌های حفاظت و فرسایش خاک مرسوم شده است که در بیشتر آن‌ها از عکس‌های هوایی استفاده می‌شود که با وجود مزایای فراوان، دارای محدودیت‌هایی هستند. در این پژوهش جایگزینی داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک متوسط به‌جای عکس‌های هوایی، با تأکید بر قابلیت پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از فیلترهای تصویری، با هدف تشخیص اشکال فرسایش خاک مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. پس از انجام فعالیت‌های ستادی و بررسی تصحیح‌های اتمسفری و هندسی و انجام پیش پردازش‌ها و پردازش‌های اولیه روی تصاویر ETM<sup>+</sup> و ASTER، در نهایت تصویر پردازش شده‌ای از منطقه و دارای بیشینه قابلیت تفسیر بصری عوارض مرتبط با موضوع فرسایش تهیه شد. به‌منظور بررسی کارایی فیلترها در بارزسازی و تشخیص انواع فرسایش خاک، دو دسته مهم فیلترهای پایین‌گذر و بالاگذر از جمله فیلترهای میانه، میانگین، High Pass، Gaussian، Laplacian، Sobel و فیلترهای خطی، روی تصاویر ETM<sup>+</sup> و ASTER قسمتی از حوضه دستکن اصفهان مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از فیلترهای پایین‌گذر به‌علت کاهش وضوح تصویر در بررسی فرسایش خاک توصیه نمی‌شود. فیلترهای بالاگذر تا حدی می‌توانند لبه‌های موجود در تصویر را بارز ساخته و به تفسیر بصری (مخصوصاً در حالت ترکیب با تصویر اصلی) کمک نمایند. به‌دلیل وجود مشکلات ناشی از کاربرد فیلترها در تفکیک واحدهای فرسایشی خاک، استفاده از فیلتر تنها به‌صورت ترکیب با تصویر و به‌عنوان کمک برای تفسیر بصری توصیه می‌شود. با توجه به ابعاد عارضه‌های فرسایش خاک (شیاری و آب‌کندی) و در مقایسه با قدرت تفکیک مکانی سنجنده‌های مورد استفاده در این پژوهش، عوارض مورد نظر به وضوح و تمایز در تصویر ظاهر نشده و اعمال فیلترهای مختلف تصویری به‌منظور کشف و استخراج خودکار این عوارض کارا نیست. قدرت تفکیک تصاویر ETM<sup>+</sup> و ASTER برای تهیه نقشه فرسایش به‌روش خودکار پاسخگو نبوده و باید به دنبال راه‌حل‌های نیمه خودکار و تفسیر بصری بود. همچنین، به‌علت تشابه طیفی و هندسی بین این دو تصویر، تفاوت عمده‌ای در نتایج به‌دست آمده مشاهده نمی‌شود. بنابراین توصیه می‌شود به‌جای تولید نقشه انواع فرسایش خاک یک منطقه، نقشه احتمال حساسیت به فرسایش یا نقشه خطر فرسایش تولید شود.

واژه‌های کلیدی: اشکال فرسایش، سنجش از دور، پردازش تصاویر ماهواره‌ای، عکس هوایی، منطقه دستکن



## مقدمه

یکی از ابزارهای موثر در زمینه مطالعات علوم زمین، استفاده از فناوری سنجنش از دور و بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای است. نقشه فرسایش خاک یکی از نقشه‌های پایه، علمی و کاربردی در بخش‌های مختلف اجرایی، پژوهشی و آموزشی در مطالعات علوم زمین است. هر چند اخیراً بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و تفسیر این داده‌ها در برخی از پروژه‌های فرسایش خاک مرسوم شده، اما هنوز هم استفاده از عکس‌های هوایی در بسیاری از این پروژه‌ها استفاده می‌شود که با تمام مزایایی که دارند، به دلیل عدم هم‌پوشانی برای کل کشور، کیفیت طیفی پایین آن‌ها، وقت‌گیر بودن استفاده از آن‌ها و نیز نداشتن دید سینوپتیکی، دارای محدودیت‌هایی هستند (Rahnema, ۲۰۰۶). در این پژوهش جایگزینی داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک متوسط به جای عکس‌های هوایی، با تأکید بر قابلیت پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از فیلترهای تصویری برای تشخیص اشکال فرسایش خاک، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

اغلب پژوهش‌هایی که در زمینه فرسایش خاک و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای انجام شده، در قالب طرح‌های نقشه‌برداری خاک می‌باشد. همچنین، مطالعات انجام شده به وسیله GIS، با معادله جهانی فرسایش و سایر مدل‌های ارزیابی فرسایش خاک سر و کار داشته (Raofi, ۲۰۰۱) و به پردازش‌های رقومی داده‌های ماهواره‌ای و به خصوص استفاده از فیلترهای تصویری کمتر پرداخته شده است. Alavipanah (۲۰۰۳) ضمن بیان کاربردهای سنجنش از دور در علوم زمین و از جمله علوم خاک، به کاربرد فیلترها و اندازه کرنل<sup>۱</sup> در آشکارسازی لبه‌ها اشاره نموده و نشان داده است که اندازه کرنل یک فیلتر که در آشکارسازی لبه‌ها به کار برده می‌شود، بستگی به زبری سطح و زاویه تابش خورشیدی در زمان اخذ تصویر دارد. Raofi (۲۰۰۱) کارآیی روش‌های پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای ETM و کاسموس را به منظور تهیه نقشه فرسایش و شناسایی فرسایش خاک در حوضه

طالقان بررسی کرده است. این پژوهش در دو بخش انجام شده است که بخش اول شامل استفاده از تکنیک ادغام<sup>۲</sup> تصاویر ماهواره‌ای به منظور به دست آوردن تصویر مطلوب برای شناسایی و طبقه‌بندی فرسایش و بخش دوم شامل طبقه‌بندی و تهیه نقشه از مناطق فرسایش یافته بوده است. ایشان نتیجه گرفتند، تصویری که از ادغام تصویر کاسموس در نوارهای ETM<sup>+</sup> حاصل می‌شود، بهترین قدرت تفکیک مکانی را داشته و بهترین تصویر برای شناسایی فرسایش است. همچنین، تصویر "RGB انتقال یافته از IHS" بهترین وضوح را برای شناسایی پدیده‌ها داشته است. Zehtabian و Tabatabaei (۱۹۹۹) به کمک پردازش تصاویر ماهواره‌ای TM، تفسیر عکس هوایی و سایر داده‌های مرجع زمینی و استفاده از GIS، اراضی تخریب شده منطقه شوشتر را شناسایی و گسترش آن‌ها را بررسی کردند. در این پژوهش به کمک تفسیر استریوسکوپی عکس هوایی، محدوده‌های فرسایش آبکندی منطقه تعیین و برای مقایسه با تصاویر ماهواره‌ای روی هم‌گذاری شد. با توجه به نتایج این پژوهش، از بین کلیه تصاویر مرکب رنگی ساخته شده، ترکیب (RGB) TM1,3,4 بهترین تصویر مرکب رنگی برای شناسایی خندق‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها بود. این محققین توصیه کردند که این نوارها قبل از ترکیب می‌بایست به روش کنتراست خطی مورد پردازش قرار گیرند. Nejabat (۲۰۰۰) از تصاویر TM برای بررسی فرسایش استفاده نمود و با استفاده از روش‌های پردازش تصویر به بررسی و شناسایی فرسایش سطحی، شیاری، خندقی و فرسایش کناره‌ای پرداخت. نتایج این بررسی نشان داد که در مناطق دارای پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ درصد، نقشه شدت فرسایش به طور غیرمستقیم می‌تواند با استفاده از سنجنش از دور و پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای تفکیک شده، تولید شود. همچنین، نتیجه گرفت که اراضی تحت اثر فرسایش خندقی، دارای ویژگی‌هایی هستند که با بررسی غیرمستقیم آن‌ها می‌توان به شناخت مناطق مستعد و تاثیرپذیر دسترسی یافت. در این پژوهش برای شناسایی فرسایش سطحی از تغییرات مواد آلی

<sup>2</sup> Fusion<sup>1</sup> Kernel

پانکروماتیک نسبت به عکس‌های مادون قرمز و عکس‌های مرکب نتایج بهتری را نشان می‌دهد، هر چند که این اختلاف جزئی است. Bocco و Valenzuela (۱۹۸۸) با استفاده از تصاویر SPOT و TM و GIS به بررسی فرسایش خندقی در منطقه مکزیکو پرداختند. در این پژوهش ابتدا تصاویر TM و SPOT به‌روش نظارت نشده طبقه‌بندی و سپس طبقات به‌دست آمده در هر تصویر به‌کمک GIS و تفسیر چشمی و استریوسکوپی تصاویر SPOT به طبقات واقعی‌تر تبدیل شد. در نهایت با بررسی‌های انجام شده این نتیجه به‌دست آمد که مناطق فرسایش یافته بدون نیاز به بارزسازی مقدماتی مانند نسبت‌گیری، قابل طبقه‌بندی هستند ولی نه قدرت تفکیک مکانی بالای SPOT و نه قدرت تفکیک TM اجازه تشخیص بهتر مناطق فرسایش یافته را نمی‌دهد. همچنین، با استفاده از تصاویر SPOT طبقه‌بندی بهتری بین طبقات مختلف فرسایش یافته می‌توان انجام داد.

Kolejka و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از GIS و داده‌های سنجش از دور پژوهش مشترکی را با هدف به‌دست آوردن اطلاعات طیفی استاندارد شده و قانونمند در مورد خاک‌های فرسایش یافته انجام داده و پیشنهاد کردند که با توجه به نتایج به‌دست آمده، با کمک اطلاعات سنجش از دور، GIS، کار میدانی و آزمایشگاهی، روش جدیدی پایه‌ریزی شود که هم‌بستگی بین مناطق فرسایش‌یافته و انعکاس طیفی را مشخص کند تا به‌وسیله آن، بتوان مناطق فرسایش یافته را بهتر تشخیص و مکان‌یابی کرد.

Dwivedi و همکاران (۱۹۹۶) از داده‌های MSS، TM و SPOT استفاده و با کمک تفسیر چشمی تصویر SPOT در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ مناطق فرسایش یافته را روی تصویر جدا کردند و به این ترتیب پنج طبقه مختلف فرسایش تفکیک و طبقات به‌وسیله کار میدانی اصلاح شد. به‌کار بردن ترکیبی از سه نوع داده، صحت طبقه‌بندی را افزایش داد و بهترین نوع ترکیب: نوار یک MSS، نوار دو SPOT و نوار چهار TM معرفی شد؛ البته صحت طبقه‌بندی در آن، همانند تصویر SPOT بود.

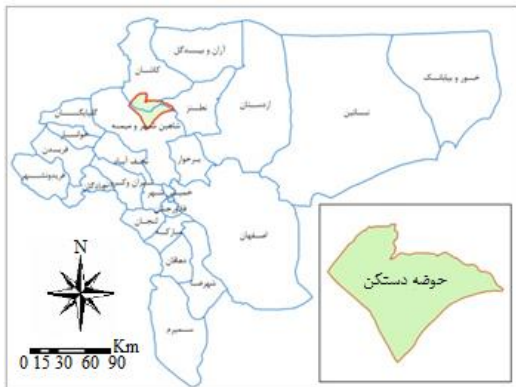
خاک سطحی استفاده شد. Iranmanesh (۲۰۰۴) با هدف تعیین مناسب‌ترین روش پردازش ماهواره‌ای با بیشینه وضوح و استخراج تغییرات پهنه و رشد طولی خندق‌ها، پژوهشی را در منطقه دشتیاری چابهار انجام داد. ایشان از روش‌های بارزسازی مکانی، ادغام و تحلیل مولفه‌های اصلی<sup>۱</sup> استفاده و بیان کردند که امکان استفاده از داده‌های دورسنجی ETM<sup>+</sup> برای تشخیص روند رشد طولی خندق‌ها در همه شرایط وجود ندارد. ایشان وجود عواملی مانند پوشش گیاهی در کف خندق‌ها، نزدیکی خندق‌ها، ریزش پیشانی خندق‌ها، سایه و سایر موارد را از عوامل محدودکننده عنوان کرد و متذکر شد که در این خصوص، وجود شرایط تقریباً مشابه از نظر زمان تصویربرداری، رطوبت و شرایط آبی، کمک زیادی در تشخیص و مقایسه نتایج خواهد داشت. به‌نظر این محقق برای شناسایی و بررسی این نوع فرسایش، به نسبت کاهش قدرت تفکیک مکانی، تصاویری با دوره زمانی بیشتری مورد نیاز است.

Mathews و همکاران (۱۹۷۳) از تصاویر چندطیفی هوایی برای بررسی طبقات مختلف فرسایش، در سری‌های خاک استفاده کردند. در این بررسی از روش‌ها و مدل‌های کامپیوتری استفاده شد. نتایج مقایسه شده با نقشه‌های تهیه شده از عکس‌های هوایی ۱:۶۰۰۰ بسیار رضایت بخش بود. Kaminsky و همکاران (۱۹۷۹) از تصاویر سنجنده MSS و روش‌های پردازش تصویر برای نقشه‌برداری خاک استفاده و مناطقی با فرسایش متوسط و شدید را شناسایی کردند که تقریباً دارای هم‌بستگی ۱۰۰ درصد با طبقات طیفی بود (Raofi, ۲۰۰۱).

Garland (۱۹۸۲) در آفریقای جنوبی از عکس‌های هوایی مادون قرمز سیاه و سفید و عکس‌های هوایی پانکروماتیک با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ به‌منظور شناسایی عوارض فرسایشی خطی، مثل خندق‌ها استفاده نمود. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که برای برخی از کاربردها استفاده از عکس‌های مادون قرمز میزان اطلاعات استخراج شده از عکس‌ها را افزایش می‌دهد. وی همچنین، نتیجه گرفت که استفاده از عکس‌های

<sup>۱</sup> Principal components analysis

ArcGIS، ENVI و نیز گیرنده دستی GPS مدل Garmin Etrex Vista استفاده شد.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبخیز دستکن در استان اصفهان

به‌منظور بررسی‌های میدانی و جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های صحرایی مورد نیاز و نیز کنترل میزان ارتباط پردازش‌های انجام شده با واقعیات منطقه، بازدیدهایی از منطقه دستکن انجام شد. با بررسی و تفسیر چشمی تصاویر و نمایش آن‌ها بر روی صفحه نمایش رایانه برای پیش پردازش داده‌های ماهواره‌ای، مشخص شد که در این داده‌ها نارسایی‌های ناشی از عمل‌کرد سنجنده‌ها<sup>۱</sup> وجود ندارد و با توجه به وضوح و کیفیت تصویر، نیازی به انجام تصحیحات اتمسفری نیست؛ لذا تصحیح هندسی تصاویر، مهم‌ترین عملیات پیش پردازش انجام شده در مورد داده‌های ماهواره‌ای منطقه دستکن بود. برای انجام تصحیحات هندسی، نوار ETM<sup>+</sup>8 به لحاظ بالاتر بودن قدرت تفکیک مکانی نسبت به سایر نوارهای ETM<sup>+</sup>، به‌عنوان تصویر مبنا انتخاب و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و با خطای RMS=0.661 (پیکسل) تصحیح هندسی شد. تصحیح هندسی سایر تصاویر به‌روش تصویر به تصویر به نوار TM8 لندست انجام شد. پس از انجام تصحیحات هندسی بر روی نوارها، در نهایت یک تصویر شش نوری از تصویر ETM<sup>+</sup> با قدرت تفکیک ۲۸/۵ متر و یک تصویر نه نوری از تصویر ASTER با قدرت تفکیک اسمی ۱۵ متر از منطقه دستکن برای پردازش‌های بعدی آماده و مبنای پردازش‌های بعدی قرار گرفت.

Dwivedi و همکاران (۱۹۹۷)، به‌منظور بررسی اراضی فرسایش یافته در هندوستان، از داده‌های TM، MSS و II و LISS (ماهواره IRS-1A) استفاده کردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تصاویر MSS، TM و LISSII برای ارزیابی و پایش اراضی فرسایش یافته در مناطقی که فرسایش خاک به‌طور وسیعی وابسته به گسترش و تراکم پوشش گیاهی باشد، مفید و قابل استفاده است.

جمع‌بندی نهایی از بررسی نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و پردازش این تصاویر نمی‌تواند به‌طور مستقیم در شناسایی فرسایش و طبقه‌بندی طبقات فرسایش کمک نماید و در اغلب مطالعات از روش‌های غیرمستقیم و استفاده از تغییرات پوشش گیاهی، تغییرات مواد آلی، بازدیدهای صحرایی، ترکیب چند سنجنده و در نهایت تفسیر چشمی عکس هوایی استفاده شده یا پیشنهاد شده که برای گرفتن نتایج بهتر در پژوهش‌ها و مطالعات آینده استفاده شود. اما هیچ‌یک از محققین از فیلترهای تصویری که هدف اصلی پژوهش حاضر است، به‌عنوان ابزار و تکنیکی برای افزایش کیفیت تصاویر و تولید تصاویری با قابلیت تفسیر چشمی بالاتر استفاده نکرده‌اند.

## مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی در قسمتی از حوضه دستکن با مشخصات جغرافیایی ۴۵° ۵۰' الی ۳۴° ۵۱' طول شرقی و ۱۰° ۳۳' الی ۴۲° ۳۳' عرض شمالی که دارای تنوع سازند، کاربری اراضی، واحدهای ژئومورفولوژی، تیپ اراضی و اشکال فرسایش متنوعی است، اجرا شد تا تمامی اشکال فرسایش در واحدهای اراضی مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد. شکل ۱ موقعیت حوضه آبخیز دستکن را در استان اصفهان نشان می‌دهد.

داده‌های مورد استفاده در پژوهش شامل نقشه‌های توپوگرافی، تصویر رقومی لندست ۷ سنجنده ETM<sup>+</sup>، تصویر رقومی سنجنده ASTER، نقشه فرسایش خاک با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شده به‌وسیله مدیریت آبخیزداری اصفهان و نقشه زمین‌شناسی کاشان است. همچنین، در این پژوهش از نرم‌افزارهای ILWIS،

<sup>۱</sup> Sensor or Detectors

و بدیهی است که تاثیر منفی در تفکیک بهتر واحدهای فرسایشی داشت. این مسئله با مقایسه جاده‌ها (عارضه خطی) و استخرهای آب (عوارض نقطه‌ای) با تصویر اصلی به راحتی اثبات می‌شود و بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از این‌گونه فیلترها نمی‌تواند در مورد تفکیک واحدهای فرسایشی کمک کند؛ به‌خصوص این‌که بعضی از انواع فرسایش نظیر فرسایش خندقی و شیاری به‌صورت عوارض خطی ظاهر می‌شوند. بنابراین در اثر اعمال فیلترهای پایین‌گذر از وضوح تصویر کاسته شده، تشخیص این‌گونه عوارض مشکل‌تر نیز می‌شود.

به‌عنوان یک نتیجه کلی استفاده از فیلترهای پایین‌گذر در مورد تفسیر و استخراج انواع فرسایش از تصاویر ماهواره‌ای توصیه نمی‌شود. چنین مسئله‌ای دقیقاً در مورد فیلترهای Addaptive نیز مصداق دارد چرا که این فیلترها نیز عملکرد مشابهی نظیر فیلترهای پایین‌گذر دارند و بیشتر برای حذف غلایم ناخواسته از تصاویر راداری به‌کار می‌روند. لازم به توضیح است که نوع تصویر تاثیر چندان‌ی در عملکرد فیلترهای پایین‌گذر در تشخیص و جداسازی واحدهای فرسایشی نداشت، به‌همین دلیل نتیجه یکسانی برای تصاویر ASTER و ETM<sup>+</sup> به‌دست آمد که با نتایج Bocco و Valenzuela (۱۹۸۸) که عنوان کرده‌اند، قدرت تفکیک مکانی بالای SPOT و قدرت تفکیک TM تفاوتی را در تشخیص بهتر مناطق فرسایش یافته نشان نداد، مطابقت دارد.

فیلترها را معمولاً بر روی تصاویر اعمال کرده و نتایج آن‌ها را مورد پردازش قرار می‌دهند. ولی می‌توان نتیجه فیلتر را با تصویر اصلی ادغام کرد و به این ترتیب تصویری به‌دست آورد که در آن عوارض خطی بارزتر شده‌اند. شکل ۲ یک ترکیب رنگی ۵۴۳ تصویر ETM<sup>+</sup> را نشان می‌دهد که در کنار تصویری قرار گرفته که با نتایج فیلتر آشکارسازی لبه ادغام شده و در کنار این دو تصویر، نمایشی از اعمال فیلتر بر روی نوار ۴ به‌صورت خام آورده شده است. همان‌طور که در شکل نشان داده شده، در تصویری که با نتایج فیلتر ادغام شده است (شکل ۲b)، عوارض خطی و نقطه‌ای بهتر دیده می‌شوند که این نتیجه با پژوهش Raoofi (۲۰۰۱) که بهترین قدرت تفکیک مکانی و بهترین

به‌منظور بررسی تأثیر فیلترها بر روی تصویر و تفسیر بصری آن برای تفکیک واحدهای فرسایشی، دو دسته مهم فیلترهای پایین‌گذر و بالاگذر بر روی تصاویر TM و ASTER اعمال شد. یک فیلتر را می‌توان عمل‌گری در نظر گرفت که با انجام محاسبات بر روی یک پیکسل و همسایگان آن در یک محدوده مشخص، یک مقدار برای پیکسل در تصویر خروجی تولید می‌کند. فیلترهای پایین‌گذر اطلاعات با تغییرات کم را عبور داده، به این ترتیب همگنی بیشتری را در سطح تصویر باعث می‌شوند. اگرچه استفاده از این فیلترها می‌تواند برخی عوامل محدودکننده نظیر غلایم ناخواسته<sup>۱</sup> را کاهش دهد ولی به‌نوعی سطح اطلاعات را نیز کاهش داده و موجب مات یا بلر شدن<sup>۲</sup> تصویر می‌شوند. به‌همین دلیل، در اثر اعمال این فیلتر عوارض نقطه‌ای و خطی در تصویر، مبهم‌تر شده و مناطق وسیع یکنواخت‌تر می‌شوند. فیلترهای بالاگذر اطلاعات با فرکانس بالا و یا تغییرات شدید مقدار روشنایی پیکسل‌ها را آشکار می‌نمایند و انتظار می‌رود تا عوارض خطی و نقطه‌ای ظاهر شده در تصویر، به‌صورت بارزتری آشکار شوند. بنابراین با توجه به این‌که بعضی از انواع فرسایش (خندقی و شیاری) به‌صورت عوارض خطی ظاهر می‌شوند، انتظار می‌رود که با اعمال این فیلتر، بتوان عوارض را به‌صورت واضح‌تری بر روی تصویر مشاهده نمود.

فیلترهای بالاگذر بسیار متنوع هستند و انواع مختلفی از آن‌ها در منابع و کتاب‌های پردازش تصاویر (Mather, ۱۹۹۹) آورده شده که تعدادی از مهم‌ترین آن‌ها از جمله فیلترهای Laplacian, Gaussian light pass, Sobel و فیلترهای خطی بر روی تصاویر ماهواره‌ای منطقه اعمال شده است.

## نتایج و بحث

همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، به‌منظور بررسی تاثیر پردازش‌های همسایگی روی تصاویر ماهواره‌ای منطقه دستکن، فیلترهای مختلفی اعمال شد. نتایج فیلترهای پایین‌گذر به‌علت حذف جزئیات، قابل پیش‌بینی است. اعمال این‌گونه فیلترها باعث مبهم‌تر شدن تصویر شده

<sup>1</sup> Noise

<sup>2</sup> Blur

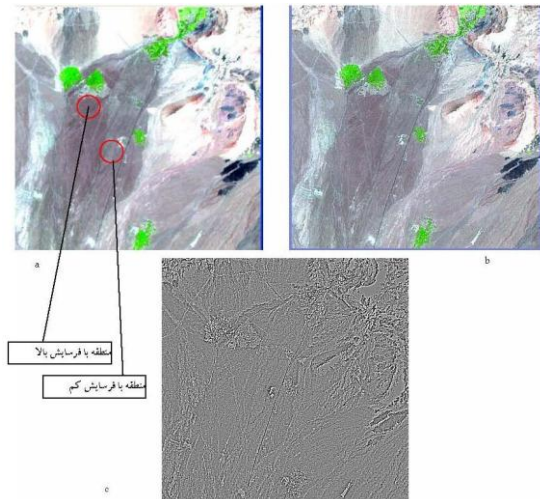
در کنار نتیجه مستقیم فیلتر نشان داده شده است. همان‌طور که از شکل نیز مشخص است، اعمال فیلتر بالا گذر Sobel جز با بارزسازی لبه‌های عمومی موجود در تصویر (فارغ از این‌که آیا این لبه‌ها جز فرسایش‌های شیاری یا آبکندی هستند یا نه) کار دیگری انجام نداده است.



شکل ۳- فرسایش سطحی، شیاری و آبکندی در منطقه دستکن

بالاترین احتمال برای تشخیص فرسایش می‌تواند برای فرسایش خندقی باشد و اغلب محققین از جمله Raofi (۲۰۰۱)، Iranmanesh (۲۰۰۴)، Nejabat و Zehtabian (۲۰۰۰) و Tabatabaei (۱۹۹۹) و Garland (۱۹۸۲) بر روی این نوع فرسایش کار کرده

تصویر برای شناسایی فرسایش را تصویر حاصل از ادغام تصویر کاسموس و ETM<sup>+</sup> معرفی کرد، مطابقت دارد.



شکل ۲- فرسایش سطحی و اثر فیلترهای بالاگذر در کشف آن (a): ترکیب رنگی ۵۴۳ تصویر ETM<sup>+</sup> (b): ادغام تصویر a با نتیجه اعمال فیلتر بالاگذر (c): نتیجه فیلتر بالاگذر بر روی نوار ۴

با توجه به بازدیدهای انجام گرفته، فرسایش سطحی در قسمت‌هایی از منطقه بسیار نامحسوس و در برخی مناطق بسیار زیاد بود، اما همان‌طور که در شکل ۲ نیز مشاهده می‌شود، هیچ‌گونه تمایزی بین این مناطق در تصویر حاصل از فیلتر قابل تشخیص نیست. در مورد فرسایش شیاری نیز می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که اندازه این شیارها در قیاس با قدرت تفکیک تصاویر به کار برده شده در این پژوهش بسیار کوچک است و بنابراین نمی‌توان انتظار داشت که این‌گونه عوارض با اعمال فیلتر قابل مشاهده باشند. حتی در مناطقی که این شیارها به‌طور واضح و مشخص در طبیعت و به تعداد قابل توجهی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند نیز تشخیص آن‌ها در تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک ۱۵ متری (تصاویر ASTER) و ۳۰ متری (تصاویر لندست) کاری تقریباً غیرممکن است. در شکل ۳ نمونه‌ای از تصاویر مربوط به فرسایش سطحی، شیاری و آبکندی در منطقه دستکن ارائه شده است.

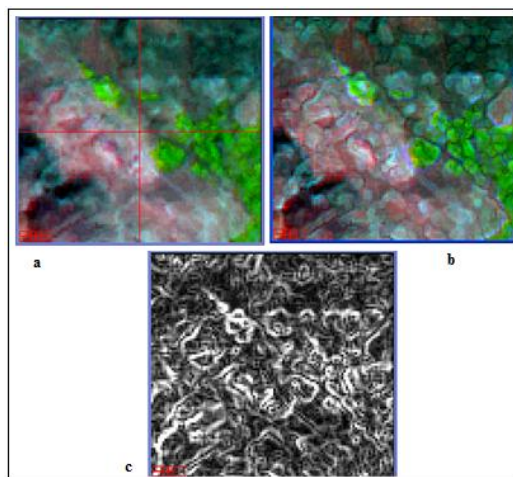
در شکل ۴ تصویر سنجنده ASTER (ترکیب ۴۳۲) منطقه‌ای با فرسایش شیاری شدید همراه با تلفیق همان تصویر با نتیجه اعمال یک فیلتر Sobel

مختصات دار، به راحتی می‌توان آن عارضه (محدوده فرسایش آبکندی) را پیدا کرد، ولی سوال اینجاست که اگر اطلاعاتی در خصوص فرسایش از یک منطقه‌ای وجود نداشته باشد، آیا باز هم امکان تشخیص و تمایز فرسایش آبکندی به وسیله راه‌حلی خودکار و یا حتی نیمه خودکار امکان‌پذیر است؟ در عمل می‌توان گفت که چنین کاری در مورد عوارضی چون خندق‌ها و در چنین مقیاس‌هایی ممکن نیست، چرا که عوامل طیفی زیادی از جمله نوع و میزان پوشش گیاهی، تغییر جنس و ویژگی‌های خاک، تأثیر عوارض ساخت بشر، تغییرات توپوگرافی و از جمله فرسایش خاک باعث می‌شوند تا عوارض مشابهی بر روی تصویر نقش بندد. این نتیجه با پژوهش Iranmanesh (۲۰۰۴) که عنوان کرده امکان استفاده از تصاویر ETM<sup>+</sup> برای تشخیص روند طولی خندق‌ها در همه شرایط وجود ندارد، مطابقت دارد و با نظر Nejabat (۲۰۰۰) که عنوان کرده با بررسی غیرمستقیم اراضی تحت فرسایش آبکندی می‌توان مناطق مستعد و تأثیرپذیر را شناسایی کرد، انطباق دارد.

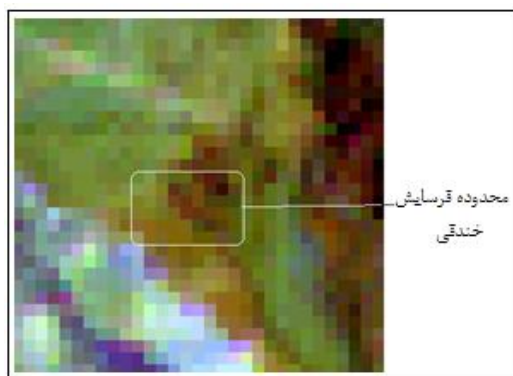
نتایج پژوهش Zehtabian و Tabatabaei (۱۹۹۹) نیز که ترکیب (RGB) TM1,3,4 را بهترین تصویر مرکب رنگی برای شناسایی خندق‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها عنوان کرده، هماهنگی دارد چرا که در این پژوهش محدوده‌های فرسایش آبکندی در واقع با استفاده از تفسیر چشمی عکس‌های هوایی تهیه و بر روی تصاویر پردازش شده TM اضافه شده است.

در شکل ۶ نتیجه فیلتر بالاگذر Gaussian high-pass بر روی نوار ۴ (شکل ۶a) با تصویر حاصل از ادغام ترکیب رنگی ۵۴۳ تصویر ETM<sup>+</sup> با تصویر فیلتر بالاگذر (شکل ۶c) مقایسه شده است. مقایسه این تصاویر نشان می‌دهد که اعمال فیلترهای مختلف و از جمله فیلتر بالاگذر Gaussian high-pass در تشخیص و جداسازی فرسایش آبکندی به همان میزان موفق است که در جداسازی و تفکیک سایر عوارض عمل می‌نماید. به عبارت دیگر وجود لبه‌های مشابه که مثلاً مربوط به مرز تغییر جنس خاک یا نوع پوشش گیاهی و یا مرزهای حاصل از سایه‌ها و سایر عواملی که باعث تغییر ناگهانی درجات خاکستری در تصویر می‌شود و می‌تواند هیچ‌گونه ربطی به فرسایش خاک نداشته

اند. فرسایش آبکندی مخصوصاً در حالت شدید، عوارض نسبتاً بزرگی در طبیعت ایجاد می‌کند و انتظار می‌رود در تصویر ETM<sup>+</sup> و ASTER ظاهر شود. برای بررسی تأثیر اعمال فیلتر در تفکیک فرسایش خندقی منطقه دستکن، مختصات چند نقطه از امتداد گسترش تعدادی خندق در منطقه به وسیله GPS برداشت و بر روی تصویر ETM<sup>+</sup> (ترکیب ۴۵۱) پیاده شد (شکل ۵).



شکل ۴- اعمال فیلتر Sobel و بررسی اثر آن در تشخیص فرسایش شیبی بر روی تصویر سنجنده ASTER ترکیب رنگی ۴۳۲ تصویر ASTER، (b) ترکیب تصویر a (c) نتیجه فیلتر Sobel، اعمال فیلتر Sobel بر روی نوار ۳

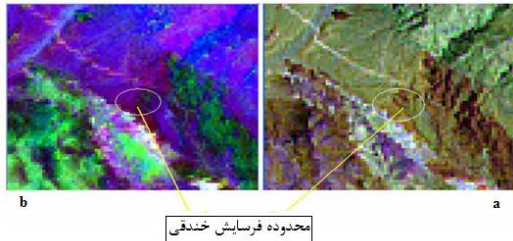


شکل ۵- آشکارسازی یک فرسایش خندقی شدید بر روی تصویر ETM<sup>+</sup> (ترکیب ۴۵۱ GB)

گرچه فرسایش آبکندی در تصویر ETM<sup>+</sup> به علت بزرگی قابل توجه در قیاس با اندازه پیکسل سنجنده ظاهر شد ولی یافتن و تمایز آن در بین عوارض متعدد ظاهر شده روی تصویر بسیار مشکل است، چرا که با داشتن مختصات یک عارضه روی یک تصویر



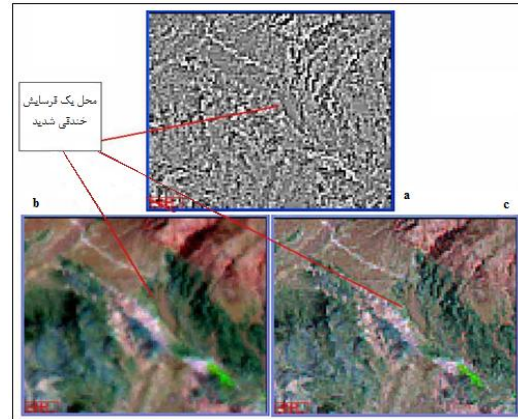
بررسی و مشخص شده که موقعیت این عارضه یعنی محدوده فرسایش آبکندی در کجای تصویر قرار دارد و گرنه بدون اطلاعات جانبی در چنین مقیاسی تشخیص قطعی از این قبیل عوارض امکان‌پذیر نخواهد بود.



شکل ۷- مقایسه نتیجه تبدیل PCA و فیلتر بالاگذر در کشف فرسایش آبکندی بر روی تصویر ETM<sup>+</sup> (a): ترکیب نتیجه فیلتر بالاگذر با ترکیب رنگی ۴۵۱ (b): تصویر PCA سه نوار اول

استفاده از فیلترهای پایین‌گذر به‌علت کاهش وضوح تصویر در بررسی فرسایش خاک به‌هیچ وجه توصیه نمی‌شود. فیلترهای بالاگذر تا حدی می‌توانند لبه‌های موجود در تصویر را بارز ساخته و به تفسیر بصری (مخصوصاً در حالت ترکیب با تصویر اصلی) کمک نمایند، ولی قابلیت این‌گونه فیلترها وقتی کارگشاست که عارضه به‌طور ذاتی در تصویر مشخص باشد و نقش فیلتر تنها در مشخص‌تر کردن و بارزتر کردن عارضه است. بنابراین، عارضه باید به‌صورت یک لبه در تصویر ظاهر شده باشد تا فیلتر بتواند در بارزسازی آن موثر واقع شود. با توجه به قدرت تفکیک تصاویر مورد استفاده و همچنین، اندازه عوارض ایجاد شده در تصویر، دو مشکل بزرگ در رابطه با استفاده از فیلترها در تفکیک واحدهای فرسایش خاک وجود دارد. اولین مشکل وجود لبه‌های مشابه بسیار زیادی است (مثلاً مرز تغییر جنس خاک، نوع پوشش گیاهی، مرز عوارض، مرزهای حاصل از توپوگرافی، مرزهای حاصل از سایه‌ها و هر جایی که تغییر ناگهانی درجات خاکستری در تصویر باشد) که می‌تواند ارتباط کمی با مسئله فرسایش خاک داشته و با اعمال فیلتر آن‌ها نیز آشکار شده، به‌هیچ‌روش خودکار و یا نیمه‌خودکاری نمی‌توان آن‌ها را از هم متمایز ساخت. دومین مشکل، عدم ظهور بسیاری از انواع فرسایش (مخصوصاً شیاری و سطحی) با توجه به قدرت تفکیک تصاویر، به‌صورت

باشد نیز با اعمال فیلتر بارز می‌شود. ادغام تصویر حاصل از فیلتر با تصویر ترکیب رنگی ETM<sup>+</sup> ۵۴۳ توانست تصویری تولید کند که عوارض منطقه و از جمله محدوده فرسایش آبکندی را بهتر و با وضوح بالاتری برای تفسیر چشمی نمایش دهد.



شکل ۶- ظهور فرسایش آبکندی در تصویر ETM<sup>+</sup> و نتیجه اعمال فیلتر بالاگذر Gaussian high pass (a): نتیجه اعمال فیلتر بالاگذر بر روی نوار ۴ (b): ترکیب رنگی ۵۴۳ تصویر ETM<sup>+</sup> (c): ادغام تصویر b با نتیجه فیلتر بالاگذر

به‌منظور بررسی و مقایسه تاثیر پردازش‌های PCA و فیلتر، نتیجه اعمال این دو نوع پردازش بر روی تصویر ETM<sup>+</sup> منطقه‌ای با فرسایش خندقی مقایسه شده است. تبدیل PCA که یک ترکیب رنگی از سه نوار اول آن نمایش داده شده، در کنار ترکیب رنگی ۴۵۱ که لبه‌های آن با استفاده از فیلتر بالاگذر، بارزسازی شده در شکل ۷ ارائه شده است. نتایج بررسی نشان داد که اگرچه نتایج فیلتر بالاگذر نسبت به تبدیل PCA، لبه‌های بیشتری را آشکارسازی کرد ولی در تصویر خروجی هیچ‌گونه تمایزی میان لبه‌های متفرقه و آن‌هایی که مربوط به فرسایش‌های آبکندی و شیاری است، قابل تشخیص نبود. نتیجه این‌که پردازش PCA نیز کمک چندانی به حل مسأله نکرد و وضوح تصویر را نیز تا حدودی از بین برد. نتیجه دیگر این‌که در تصویر فیلتر زده شده (شکل ۷a) نیز، کمی عوارض خطی واضح به نظر می‌رسند ولی تمایز خاصی برای عارضه حاصل از فرسایش ایجاد نشد. نکته مهم این‌که این اطلاعات قبلاً از طریق بازبینی‌های زمینی

<sup>1</sup> Edge

تنها به بررسی و ارزیابی تفاوت نتایج اعمال فیلتر بر روی مناطق فرسایش یافته در یک محدوده مشخص و مقایسه آن با مناطق دیگر پرداخته شد. از آنجا که ارزیابی کیفی تصاویر منطقه دستکن نشان داد که امکان تشخیص و تفکیک واحدهای فرسایشی از طریق اعمال فیلترهای تصویری و با استفاده از داده‌ها و نرم‌افزارهای موجود وجود ندارد، لذا پیشنهاد می‌شود از روش‌های تحلیلی و مدل‌سازی برای شناخت مناطق حساس به انواع فرسایش استفاده شود.

ظهور فرسایش‌هایی نظیر فرسایش شیاری و خندقی بر روی تصویر، به‌طور قابل توجهی به قدرت تفکیک مکانی سنجنده بستگی دارد و استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا و بالطبع تعریف و توسعه فیلترهای تصویری پیشرفته‌تر، می‌تواند در تشخیص این نوع از فرسایش بهتر عمل کند. چنانچه در مورد عکس‌های هوایی که دقت مکانی آن‌ها بالاتر است، امکان تشخیص بهتری برای این نوع از فرسایش وجود دارد. علاوه بر این پیشنهاد می‌شود، قدرت تفکیک مکانی و طیفی به‌طور هم‌زمان بالا برود و تاثیر اعمال فیلترها بر روی این تصاویر بررسی شود.

### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از پژوهشگرده حفاظت خاک و آبخیزداری که زمینه انجام این پژوهش را فراهم نموده و نیز آقای مهندس فیض‌ا... رهنما، آقای دکتر کورش شیرانی و آقای دکتر نادر جلالی به‌خاطر راهنمایی‌های ارزنده و سایر همکاران و دوستانی که در انجام این پژوهش همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

لبه در تصویر است. این مسئله باعث می‌شود تا اساساً فیلتر چیزی را به‌عنوان لبه تشخیص ندهد. بنابراین استفاده از فیلتر تنها به‌صورت ادغام با تصویر و آن‌هم به‌عنوان کمک برای تفسیر بصری قابل توصیه است.

به‌طور کلی استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک متوسط فقط در کنار بازدیدهای میدانی، تفسیر چشمی عکس‌های هوایی و اطلاعات جانبی دیگر می‌تواند در تهیه نقشه فرسایش خاک و به‌عنوان اطلاعات کمی مطرح باشد و نتیجه اعمال انواع فیلترها به‌طور مستقل نمی‌تواند به‌منظور تهیه نقشه فرسایش خاک استفاده شود. استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک متوسط نظیر  $ETM^+$  و ASTER در رابطه با تهیه نقشه فرسایش از طریق راه‌حل‌های خودکار جواب‌گو نبوده، باید به‌دنبال راه‌حل‌های نیمه‌خودکار و تفسیر بصری بود و از مجموعه توابع پردازش تصویر نظیر فیلترها و یا تبدیل PCA به‌عنوان ابزارهای کمی بهره گرفت. در تشخیص و جداسازی واحدهای فرسایشی، نوع تصویر تاثیر چندانی در عملکرد فیلترهای پایین‌گذر نداشت و به‌همین خاطر نتیجه یکسانی برای تصاویر ASTER و  $ETM^+$  به‌دست آمد. به‌عبارت دیگر به‌علت تشابه طیفی و مکانی بالا بین تصاویر  $ETM^+$  و ASTER تفاوت عمده‌ای در نتایج به‌دست آمده از این دو تصویر مشاهده نمی‌شود.

در این پژوهش به‌دلایلی مانند عدم دسترسی به یک مجموعه داده معلوم و دقیق و عدم کفایت داده‌های زمینی حاصل از بازدیدها و عدم دستیابی به یک نقشه فرسایش مشخص به‌عنوان نتیجه اعمال فیلترها به‌طوری که با طبقات نقشه فرسایش همخوانی داشته باشد، امکان ارزیابی کمی نتایج وجود نداشت و

### منابع مورد استفاده

1. Alavipanah, S.K. 2003. Application of remote sensing in the earth sciences (soil science). Tehran University Press, 58 pages (in Persian).
2. Bocco, G. and C.R. Valenzuela. 1988. Integration of GIS and image processing in soil erosion studies using ILWIS. Interdenominational Theological Center Journal, 4: 309-318.
3. Dwivedi, R.S., R.L. Karale and S. Senchaudhary. 1997. The inventory and monitoring of eroded lands using remote sensing data. International Journal of Remote Sensing, 18(1): 107-119.
4. Dwivedi, R.S, A.B. Kumar and K.N. Tewari. 1996. The utility of multi-sensor data for mapping eroded lands. International Journal of Remote Sensing, 18(11): 2303-2318.
5. Garland, G.G. 1982. Mapping erosion with airphotos, panchromatic or black and white infrared. Interdenominational Theological Center Journal, 3: 309-312.

6. Iranmanesh, F. 2004. Investigation the change and trend of gully development with using digital processing technique in Dashtyari of Chabahar. The final report of the research project. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran (in Persian).
7. Kolejka, J.S., N.Y. Manakos and A. Konstadinidis. 1997. Getting standardized spectral information about eroded soil by intergration of GIS and remotely sensed data. www.muni.cz.
8. Mather, P.M. 1999. Computer processing of remotely sensed images. Wiley, 292 pages.
9. Mathews, H.L., R.L. cunningham, J.E. Cripa and T.R. West. 1973. Application of multispectral remote sensing to soil survey research in Southern Pennsylvania. Soil Science Society of America, (37): 88-93.
10. Kaminsky, S.A., R.A. Weismiller and B.O. Blair. 1979. An investgition of analysis techniques of landsat MSS data designed to aid the soil survey. Purdue University, Laboratory for Applications of Remote Sensing, 68 pages.
11. Nejabat, M. 2000. Evaluation methods for processing satellite images to identify and preparation the soil erosion map. Livestock and Natural Resources Research Center of Fars province (in Persian).
12. Rahnema, F. 2006. The accuracy and speed of erosion mapping by using remote sensing data in Dastkan of Esfahan province. The final report of the research project. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran 126 pages (in Persian).
13. Raoofi, M. 2001. Evaluation of methods for processing satellite images to map preparation and identification of soil erosion in the catchment of Taleghan. MSC project. Agriculture faculty of Tehran University (in Persian).
14. Zehtabian, Q., M. Tabatabaei. 1999. The process of desertification in the province by using satellite image processing and GIS. Journal of Research and desert regions of Iran, 4(2): 9: 23 (in Persian).

## Feasibility of detecting various soil erosion on ETM<sup>+</sup> and ASTER images by applying filters

Vahid Chitsaz, Agricultural and Natural Resources Research Center of Isfahan

Seyed Bagher Fatemi,  
Zabihollah Eskandari,

### Abstract

Nowadays, application of remote sensing is common in soil conservation and erosion projects and most of them are used aerial photographs and despite of the numerous advantages, there are some limitations. In this study, replacement of moderate-resolution satellite data instead of aerial photographs has been investigated with emphasis on processing of satellite images and using image filters and the purpose of soil erosion figures detection. Finally, image processing of area are prepared with maximum capability visual interpretation of effects associated with erosion, after the study design, atmospheric and geometric corrections and perform pre-processing and initial processing on ETM<sup>+</sup> and ASTER images. In order to evaluate the efficiency of filters for detection and identification of soil erosion were used low-pass and high-pass filters such as filters, median, mean, High Pass, Gaussian, Laplacian, Sobel and linear filters on ASTER and ETM images in the part of the Esfahan Dastkan basin. According to the results, using of low pass filters are not recommended because of the resolution reduction of soil erosion. High-Pass filters can be partially appear the edges of image and can be help to visual interpretation (especially in combination with the original image). Use of filters is recommended in combination with the image and as an aid to visual interpretation, due to problems of application the filters for separate soil erosion units. Regard to the dimension of soil erosion (rill and gully) and compared to the spatial resolution of the used sensor in this study, the erosions are not clearly appeared in the picture and application various image filters to automatically discover and exploit of these effects can not be efficiently. Resolution images of ASTER and ETM<sup>+</sup> are not responsive for mapping erosion by using automated method and should be looked for a solution of semi-automated and visual interpretation. Also, because of the similarity between the spectral and geometrical picture was not found a major difference in the results. Therefore, it is recommended to produce a susceptibility map of erosion or erosion risk map instead the various types of regional soil erosion.

**Key word:** Aerial photo, Dastkan area, Image processing, Remote sensing, Soil erosion types

## Feasibility of detecting various soil erosion on ETM<sup>+</sup> and ASTER images by applying filters

Vahid Chitsaz<sup>1</sup>, Seyed Bagher Fatemi<sup>2</sup> and Zabihollah Eskandari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MSc, Agricultural and Natural Resources Research Center, Esfahan, Iran, <sup>2</sup> Scientific Board, Najaf abad Unit, Islamic Azad University, Iran, <sup>3</sup> Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Esfahan, Iran

Received: 10 November 2012 Accepted: 22 May 2013

### Abstract

Nowadays, application of remote sensing is common in soil conservation and erosion projects and most of them are used aerial photographs and despite of the numerous advantages, there are some limitations. In this study, replacement of moderate-resolution satellite data instead of aerial photographs has been investigated with emphasis on processing of satellite images and using image filters and the purpose of soil erosion figures detection. Finally, image processing of area are prepared with maximum capability visual interpretation of effects associated with erosion, after the study design, atmospheric and geometric corrections and perform pre-processing and initial processing on ETM<sup>+</sup> and ASTER images. In order to evaluate the efficiency of filters for detection and identification of soil erosion were used low-pass and high-pass filters such as filters, median, mean, High Pass, Gaussian, Laplacian, Sobel and linear filters on ASTER and ETM images in the part of the Esfahan Dastkan basin. According to the results, using of low pass filters are not recommended because of the resolution reduction of soil erosion. High-Pass filters can be partially appear the edges of image and can be help to visual interpretation (especially in combination with the original image). Use of filters is recommended in combination with the image and as an aid to visual interpretation, due to problems of application the filters for separate soil erosion units. Regard to the dimension of soil erosion (rill and gully) and compared to the spatial resolution of the used sensor in this study, the erosions are not clearly appeared in the picture and application various image filters to automatically discover and exploit of these effects can not be efficiently. Resolution images of ASTER and ETM<sup>+</sup> are not responsive for mapping erosion by using automated method and should be looked for a solution of semi-automated and visual interpretation. Also, because of the similarity between the spectral and geometrical picture was not found a major difference in the results. Therefore, it is recommended to produce a susceptibility map of erosion or erosion risk map instead the various types of regional soil erosion.

**Key word:** Aerial photo, Dastkan area, Image processing, Remote sensing, Soil erosion types