

ارزیابی و طبقه بندی بیابان‌زایی با فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه خشک شمال اصفهان)

مرتضی اکبری¹، حمیدرضا کریم زاده²، رضا مدرس، بهاره چکشی³

1- کارشناس ارشد بیابان‌زایی، اداره کل منابع طبیعی خراسان رضوی، بخش GIS و RS

2- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

3- کارشناس ارشد بیابان‌زایی - کارشناس ارشد مرتع‌داری

تاریخ دریافت: 1384/08/17 تاریخ پذیرش: 1385/10/27

چکیده

بیابان‌زایی، کاهش اکولوژیکی و بیولوژیکی زمین می‌باشد که ممکن است به صورت طبیعی یا غیرطبیعی اتفاق بیفتد. فرآیند بیابان‌زایی عمدتاً، مناطق خشک و نیمه‌خشک را تحت تأثیر قرار داده و با شتابی فزاینده، کارآیی سرزمینها را کاهش می‌دهد. این تحقیق با هدف ارزیابی و طبقه بندی بیابان‌زایی و با فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور انجام گرفت. در انجام این پژوهش، از داده های ماهواره ای TM مربوط به 25 شهریور 1369 و داده های ETM⁺ مربوط به 16 شهریور 1380 استفاده گردید. بر روی تصاویر مزبور، تصحیحات هندسی، رادیومتریک و همچنین تصحیح زاویه ارتفاع خورشید اعمال گردید. داده های هردو تصویر، با روش طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده در 9 کلاس کاربری اراضی با توجه به خصوصیات ژئومورفولوژی منطقه، طبقه بندی و با بررسی انواع مناطق بیابانی، مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه کمی قرار گرفتند. هریک از عوامل اصلی و فرعی مؤثر در بیابان‌زایی، جهت تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی، با روش پیشنهادی برای ایران و نقشه خطر بیابان‌زایی با روش فائو، به پایگاه نرم افزاری سیستم اطلاعات جغرافیایی، معرفی و نمره‌دهی شدند. نتایج بدست آمده از شدت بیابان‌زایی که وضعیت، سرعت و استعداد بیابانی شدن را بیان می‌کند، نشان داد که در 35 درصد، بیابان‌زایی با منشأ طبیعی حاکم بوده و از وضعیت شدت بیابان‌زایی متوسط، زیاد و خیلی زیاد برخوردار می‌باشد. شرایط بیابانی با منشأ انسانی، 65 درصد از منطقه را پوشش می‌دهد و دارای وضعیت زیاد و خیلی زیاد است. اما با بررسی نقشه خطر بیابان‌زایی تولید شده، مشخص گردید در 20 درصد با تأثیر همزمان انسان و دام، خطر بیابان‌زایی خیلی زیاد و در 80 درصد منطقه با اثر تخریبی فقط دام، خطر بیابان‌زایی زیاد حکم‌فرماست. با توجه به نقشه های بدست آمده، معلوم شد در منطقه خشک شمال اصفهان، مهمترین عوامل مؤثر انسانی بیابان‌زایی در منطقه، تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی، الگوی غلط کشاورزی، چرای بیش از حد دام، وضعیت نامناسب اقتصادی و برداشت بی‌رویه آبهای زیرزمینی بوده و مهمترین عوامل مؤثر بیابان‌زایی طبیعی، خشکسالی، شور شدن منابع آب و خاک می‌باشند. روند بیابان‌زایی، به سمت شمال غرب منطقه در حال گسترش است که در آینده نزدیک مراتع و مناطق مسکونی و صنعتی آن مناطق را با مشکل روبرو می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: بیابان‌زایی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور، عوامل طبیعی، عوامل انسانی، شوری و خشکسالی.

مقدمه

عنوان مهمترین فرآیندهای بیابان زایی در نظر گرفته شده اند (Harasheh & Tateishi, 2000).

با توجه به نقش منابع طبیعی در زندگی بشر، لازم است اطلاع دقیقی از چگونگی این منابع و روند تغییرات آنها کسب گردد و نظارت بر روند تغییرات و دسترسی به آمار و اطلاعات به روز و به هنگام شده از عوامل کلیدی در برنامه ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و ابزار مدیریت در هر سازمانی می باشد (زهتابیان و طباطبائی، 1378). با توجه به قابلیت بالای تصاویر ماهواره‌ای نظیر به هنگام بودن، چند طیفی بودن، تکراری بودن، پوشش وسیع و افزایش روزافزون توان تفکیک طیفی و مکانی، می‌توان از این ابزار جهت مطالعه و بررسی مراحل مختلف بیابان‌زایی استفاده نمود (چیت ساز، 1378). لایه‌های اطلاعاتی دقیق و مطمئن را می‌توان توسط فناوری سنجش از دور (RS) تهیه نمود و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان یک فناوری رایانه‌ای با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی موجود، مدیریت این لایه‌ها و تلفیق آنها با یکدیگر برای نیل به اهداف مذکور و توسعه و احیاء منابع طبیعی را به عهده دارد (پلهم عباسی، 1381 و پورمنافی، 1381). تولر (1987) اشاره می‌کند: استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای شیوه مناسبی برای ارزیابی پوشش گیاهی، مقایسه آن در زمانهای مختلف و آگاهی از جابجایی تپه‌های شنی در مناطق خشک و بیابانی می باشد. زوو (1989) معتقد است که علاوه بر آن باید سیستمی در دسترس باشد که اطلاعات ماهواره‌ای به سیستم داده‌ها انتقال یافته و آنرا به شکل قابل استفاده تبدیل نماید که قابل تلفیق با اطلاعات دیگر بوده و توان انجام کار در کوتاهترین زمان را داشته باشد (ارزانی، 1377). هاراشه و تاتشی در

طبق برآورد کنفرانس بیابان‌زایی سازمان ملل (UNCOD¹)، پدیده بیابان زایی در آینده بیش از 785 میلیون نفر انسان ساکن در مناطق خشک را که معادل 17/7 درصد جمعیت کل جهان می باشد، تهدید می کند. از این تعداد بین 60 تا 100 میلیون نفر به طور مستقیم بعلت کاهش حاصلخیزی اراضی و دیگر فرآیندهای بیابان زایی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (مشکوه، 1377). بیابان زایی می‌تواند در همه شرایط اقلیمی بوقوع بپیوندد و شدت آن بستگی به رژیم طبیعی آن منطقه دارد. در مناطقی با اقلیم گرم و خشک، فرآیند بیابان‌زایی می‌تواند سرعت پیدا کند و به صورت فاجعه درآید. این فرآیند همواره با تخریب خاک و منابع آب، پوشش گیاهی و دیگر منابع در شرایط تنش طبیعی و اکولوژیکی همراه است (Babaev, 1999). (Man, 1977)، بیابان‌زایی را فرآیندی می‌داند که باعث تغییرات اساسی در یک اکوسیستم می‌شود و شرایط را از حالت نسبتاً غیربیابانی به حالت بیابانی تبدیل می‌کند. (Sen & sharma, 1995)، بیابان زایی را افزایش فشار انسان در سیستم استفاده از اکوسیستم‌های حساس می‌داند که باعث کاهش بازدهی تولید و عدم برگشت‌پذیری می‌گردد.

گرنجر چهار دلیل را برای بیابان زایی نام می‌برد که با افزایش جمعیت بشری شدیدتر می‌شود که عبارتند از: کشت بیش از حد محصولات کشاورزی، جنگل‌تراشی، چرای بیش از حد و آبیاری نامناسب (گرنجر، ترجمه ثامنی، 1374). در مطالعه انجام شده توسط هاراشه و تاتشی در منطقه غرب آسیا جهت تهیه نقشه بیابان‌زایی، فرآیندهایی چون تخریب پوشش گیاهی، فرسایش آبی و بادی و شوری خاک به-

2- Remote Sensing

3- Geographic Information Systems / Spatial Information Systems

1- United Nation Conference of Desertification

تابستان های طولانی و زمستانهای سرد تا معتدل دارد. طبق روش دومارتن ضریب خشکی هوا ($I = 8/14$) نشان‌دهنده اقلیم خشک می باشد. در روش آمبرژه Q^2 برابر با 15 است که اقلیم خشک و سرد را تعیین می کند. در روش سلیمانوف با ضریب ترمیک ($I = 0/41$) اقلیم بیابانی تعیین گردیده است. در قسمت شمالی منطقه تیپها مرتعی زیر دیده می شوند: الف- *Launea acanthodos*, *aphylla* -ب- *Anabasis Convolvulos sp*, *Astragalus sp*, ج- *Noaea mucronata* - *Launea acanthodos* شیوه این مطالعه اقتباس از روشهای انجام شده در جهان و ایران است که در آن از روشهای جهانی فائو/ یونپ (FAO / UNEP) (مشکوه، 1377) و روش ایرانی طبقه بندی بیابان زایی اختصاصی - مهاجر تحت عنوان I.C.D¹ (اختصاصی و مهاجری، 1375) کمک گرفته می شود.

2- شیوه اجرای پژوهش

2-1 جمع‌آوری اطلاعات و ابزارهای مورد نیاز

برای مطالعه: داده‌های ماهواره‌ای سنجنده TM مربوط به 25 شهریور سال 1369 که با 6 باند طیفی و یک باند حرارتی (باند شش) و داده‌های ماهواره‌ای سنجنده ETM^+ مربوط به 16 شهریور سال 1380 که با 6 باند طیفی و یک باند حرارتی (باند شش) و یک باند پانکروماتیک (باند هشت) استفاده شد. این داده‌ها مربوط به مسیر 164 و ردیف 37 است ($37 - 164 =$ WRS)¹ همچنین از نقشه‌های توپوگرافی 1:50000،

غرب آسیا توانستند توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور نقشه بیابان زایی را تهیه و طبقات بیابان‌زایی را به چهار گروه کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم بندی کنند (Harasheh & Tateishi, 2000).

با توجه به توسعه پدیده بیابان‌زایی در مناطق شمال شهر اصفهان و با اهمیت توجه به نتایج این پدیده مخرب در آینده، تحقیق مورد نظر با هدف اصلی ارزیابی و طبقه بندی بیابان‌زایی با فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در منطقه خشک شمال اصفهان و اهداف فرعی چون تشخیص بهترین باندهای داده های ETM^+ و جهت ارزیابی بیابان‌زایی و استفاده از اطلاعات، گزارشها و نقشه‌های موضوعی موجود در منطقه به‌عنوان تولید کننده بخشی از اطلاعات برای بررسی روند بیابان‌زایی و شناسایی نواحی متأثر از بیابان‌زایی و ارزیابی قابلیت سنجش از دور برای تمایز مناطقی که با کاهش قابلیت‌ها مواجهند، انجام گرفت.

مواد و روشها

1- مشخصات منطقه مورد مطالعه: انتخاب منطقه

مورد مطالعه، با توجه به خصوصیات ژئومورفولوژیکی، فیزیوگرافی و ویژگیهای طبیعی آن صورت گرفت. منطقه در محدوده طول جغرافیایی 51 درجه و 30 دقیقه تا 51 درجه و 45 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 32 درجه و 45 دقیقه تا 33 درجه و 5 دقیقه شمالی قرار دارد که با وسعتی بالغ بر 870 کیلومتر مربع در شمال شهرستان اصفهان واقع شده است. از نظر اقلیمی استان اصفهان در بیشتر ایام سال تحت تأثیر کمربند پرفشار جنب حاره قرار دارد و به همین جهت از مقدار بارندگی کمی برخوردار است.

1- Iranian Combat Desertification

2- World wide reference system

جنگل و مرتع (طبیعی و دست‌کاشت)، اراضی فاقد پوشش گیاهی مانند رخنمون سنگی، اراضی شور و شوره زار، اراضی رسی، اراضی سنگفرشی، اراضی کشاورزی و آبادیها بدست آمد. در این تحقیق، سعی گردید از هر دو روش طبقه بندی نظارت شده (با استفاده از نقاط تعلیمی و آزمایشی) و نظارت نشده (به صورت سیستماتیک) استفاده گردد. جهت بیان صحت کمی یک نقشه می‌توان به صورت پیکسل به پیکسل با واقعیت زمینی مقایسه ماتریس خطا تشکیل و صحت کمی و ضریب کاپا، که صحت تولیدکننده و صحت کاربر را بیان می‌کند، بررسی و محاسبه گردید. جهت تعیین عوامل اصلی و فرعی موثر در بیابانزایی با روش پیشنهادی اختصاصی - مهاجر، شش عامل و طبق جدولهای (1 و 2) در نظر گرفته شد.

نقشه زمین‌شناسی در مقیاس 1:100000 و عکس‌های هوایی 1:40000، جهت شناسایی منطقه و تهیه نقشه لندفرم (اشکال اراضی) استفاده گردید (پورمنافی، 1381).
2-2 پردازش اطلاعات ماهواره‌ای: پردازش اطلاعات ماهواره‌ای بر روی تصاویر شامل: تصحیح هندسی و تصحیح رادیومتریک می‌باشد. تصحیح خطای هندسی تصاویر با کمک نقاط کنترل زمین¹ در تصاویر TM⁺ و ETM⁺ صورت گرفت. تصاویر ابتدا به صورت تصویر به نقشه و سپس به صورت تصویر به تصویر به ثبت رسیدند. از تصحیحات رادیومتریک، تصحیح خطای تابش سنجی به علت وجود نوار بدون داده که در باندهای 1 و 3 داده های سنجنده TM، وجود داشت و از طریق تجزیه و تحلیل رگرسیون بین باندها مزبور با باند 2 بعلت همبستگی بالا، صورت گرفت.

سایر پردازش‌های اعمال شده شامل: جداسازی منطقه بر روی تصاویر ماهواره‌ای، بارزسازی تصویر (بهبود کنتراست برای وضوح بهتر تصاویر باندهای مختلف)، تجزیه مولفه های اصلی²، تبدیل Tasseled cap شاخصهای گیاهی، ادغام باندهای مختلف با باند پانکروماتیک (فیوژن) و تعیین بهترین ترکیب باندی جهت استفاده در طبقه‌بندی تصاویر. برای بدست آوردن بهترین ترکیبات باندی از فاکتور شاخص اپتیمم (OIF³) محاسبه گردید. با انجام تجزیه و تحلیل سنجش از دور، واحدهای کاری در منطقه مانند اراضی دارای پوشش گیاهی اعم از

3 -Ground Control Point

4- Principal Components Analysis (PCA)

5- Optimum Index Factor

جدول شماره 1- عوامل اصلی و فرعی محیطی مؤثر در بیابانزایی (اختصاصی و مهاجری، 1375)

عوامل اصلی (Major Causes)	عوامل فرعی (Minor Causes)
آب و هوا و اقلیم	مقدار بارندگی، دوره خشکسالی
ژئومورفولوژی	توپوگرافی و شیب، ژئومورفولوژی
کیفیت و کمیت منابع آب و خاک	کیفیت منابع آب و خاک، کمیت منابع آب و خاک

جدول شماره 2- عوامل اصلی و فرعی انسانی مؤثر در بیابانزایی (اختصاصی و مهاجری، 1375)

عوامل اصلی (Major causes)	عوامل فرعی (Minor causes)
تخریب منابع گیاهی	بوته‌کشی و قطع درختان، چرای مفرط و مدیریت غلط و عدم تناسب الگوی زراعی، احیاء پوشش گیاهی
تخریب منابع آب	افت سفره آب زیر زمینی، سیستم‌های غلط آبیاری و جمع‌آوری آبهای سطحی
تخریب منابع اراضی	شخم غلط و تبدیل جنگل و مرتع به اراضی کشاورزی یا اراضی بدون پوشش و توسعه شهری
فرسایش و تخریب خاک	شدت فرسایش بادی، فرسایش آبی و افزایش شوری
امکان بیابان زدایی	اقدامات مورد نیاز و عملیات انجام شده جهت مبارزه با بیابانزایی

عوامل فوق با توجه به شرایط منطقه ممکن است تغییر کند. برخی از این عوامل به صورت آماری (اطلاعات هواشناسی و ...) و آزمایشگاهی (اطلاعات کمی و کیفی منابع آب و خاک و ...) و برخی دیگر از طریق پردازش های سنجش از دور تهیه می‌شود.

2-3- برآورد شدت بیابانزایی: هدف از تهیه نقشه

شدت بیابانزایی، تعیین مناطقی است که بر اثر عواملی همچون عوامل انسانی و یا طبیعی، شرایط بیابان زایی در آن شدت یافته است. عوامل مؤثر در بیابان زایی جدولهای (1 و 2) پس از انجام عملیات میدانی و آنالیز های آزمایشگاهی (تجزیه پارامترهای آب و خاک) وزن دهی و نمره‌دهی شدند. حدود نمرات و معیارهای (عوامل فرعی) مورد مطالعه براساس جدول شماره 3 تعیین گردید. بایستی خاطر نشان کرد که جهت انجام این تحقیق، با توجه به شرایط طبیعی منطقه، تغییراتی در نحوه

امتیازدهی عوامل صورت گرفت. به طوری که عوامل طبیعی توپوگرافی و ژئومورفولوژی (از عوامل اصلی ژئومورفولوژی) و محدودیتهای کمی و کیفی آب و خاک (از عوامل اصلی منابع آب و خاک) به‌طور جداگانه دیده شده و نمره دهی شدند. از آنجا که شاخصهایی همچون اشکال و شدت فرسایش و یا امکان برگشت‌پذیری اکوسیستم می‌تواند در برآورد دقیق‌تر شدت بیابانزایی مؤثر باشد. در این مرحله نیز علاوه بر عوامل محیطی و انسانی، با استفاده از مطالعات پایه مقدار فرسایش و رسوب و قابلیت اراضی به همراه دیگر عوامل انسانی و محیطی، ارزیابی و امتیازدهی گردیدند. در نهایت، شدت بیابانزایی در 5 طبقه مختلف طبق جدول شماره 4 طبقه بندی شد. بعد از تعیین کلاسهای شدت بیابان زایی، کلیه واحدها با شدت یکسان در یک محدوده قرار گرفته و با توجه به نوع محیط بیابانی و نهایتاً عوامل اصلی و فرعی در بیابانزایی (رابطه 1)، نقشه شدت بیابانزایی تهیه

دام واقع شده اند و با در نظر گرفتن عوامل اصلی و فرعی موثر، در نقشه شدت بیابان زایی، در یک کلاس، طبقه بندی خواهند شد. این نوع طبقه بندی، به مدیران کمک خواهد کرد تا انواع محیطهای بیابانی با شدتهای مختلف بیابان زایی را شناسایی و در رابطه با آن برنامه ریزی نمایند.

گردید. جهت تعیین مناطقی با شدت بیابان زایی یکسان، از تناسب زیر بدست می آید:

نوع محیط بیابانی	شدت بیابان زایی
عامل فرعی بیابان زایی	عامل اصلی بیابان زایی

رابطه شماره (1)

برای نمونه، مرتعی فقیر با پوشش گیاهی کم که مورد چرای بی رویه دام واقع شده، با شدت بیابان زایی IV طبق رابطه فوق طبقه بندی می گردد. این بدان معنی است که تمامی مراتع با پوشش گیاهی کم که مورد چرای بی رویه

نوع محیط بیابانی (مرتع فقیر)	شدت بیابان زایی (IV)
عامل فرعی بیابان زایی (چرای دام و بوته کنی)	عامل اصلی بیابان زایی (تخریب منابع گیاهی)

جدول 3- عوامل بیابان زایی و حدود نمرات ارزیابی شدت بیابان زایی در روش پیشنهادی اختصاصی و مهاجر (1374)

ردیف	عوامل بیابان زایی	حدود نمرات عوامل بیابان زایی	معیارهای مورد مطالعه
1	اقلیمی	0-10	بارندگی و اقلیم - خشکسالی
2	ژئومرفولوژی	0-10	توپوگرافی - ژئولوژی
3	منابع آب و خاک	0-10	محدودیت کمی - محدودیت کیفی
4	تخریب منابع گیاهی	0-10	قطع بوته ها و درختان - چرای دام - الگو غلط کشاورزی و جنگلکاری
5	تخریب منابع آب	0-10	پمپاژ و افت سفره آب زیر زمینی - افزایش سطح ایستائی - آبیاری غلط
6	تخریب منابع اراضی	0-10	تبدیل اراضی مرتعی و جنگلی به شهری و کشاورزی - شخم غلط بی رویه
7	فرسایش و تخریب خاک	0-10	شدت فرسایش - فرسایش آبی و بادی - افزایش شوری
8	امکان بیابان زدایی	0-10	اقدامات مورد نیاز - عملیات انجام شده

جدول 4 - برآورد کلاسهای شدت بیابان زایی بر اساس جمع امتیاز عوامل مورد بررسی (اختصاصی و مهاجری، 1375)

علامت	امتیاز	کلاس بیابان زایی
I	0-15	آرام (پنهان)
II	15-30	کم
III	30-45	متوسط
IV	45-60	زیاد
V	60-80	شدید (اوج)

محدودیت‌های شوری بالا و یا عمق خاک کمتر از 10 سانتیمتر است، توان اقلیمی خاک، به میزان 50 درصد اصلاح گردید و تراکم فعلی دام، بدست آمد و با توجه به نسبت این دو (تراکم فعلی دام و ظرفیت بالقوه دام) فشار دام، طبق جدول شماره 5 محاسبه شد. اما جهت برآورد جمعیت انسانی با توجه به اینکه تولید بالقوه محصولات قابل محاسبه نبود، از روش تراکم جمعیت فعلی انسانی استفاده گردید. با استفاده از اطلاعات آماری بدست آمده و طبق روش ارائه شده از گزارش FAO(1984)، جدول شماره 6 تراکم جمعیت انسانی برآورد گردید.

در مناطق خشک بدون پوشش گیاهی، دخالت عوامل انسانی بسیار محدود می باشد. بنابراین در این مناطق عوامل انسانی نقشی نداشته و امتیازدهی نیز صورت نمی گیرد. بدین منظور جهت حفظ تعادل در جمع امتیازات کسب شده و امکان برآورد شدت بیابان‌زایی، تمامی امتیازات کسب شده از عوامل طبیعی در عدد 2 ضرب شد.

4-2 - برآورد خطر بیابان‌زایی: در این تحقیق

اطلاعات جمعیت انسانی و دامی که به صورت آماری تهیه شده، طبق روش پیشنهادی فائو ارزیابی و به عنوان دو جزء مهم در برآورد خطر بیابان‌زایی مورد استفاده قرار گرفت. روشهای برآورد میزان فشار دام براساس ظرفیت تحمل بالقوه دام و تراکم فعلی دام می باشد. ظرفیت بالقوه تحمل دام از روابط لی هویرو¹ و هست² و طبق رابطه (2)، براساس میزان بارندگی (R) و تولید علوفه قابل مصرف (CF) برای نواحی با رژیم بارندگی مدیترانه‌ای (دارای باران زمستانه) بدست آمد:

$$\text{رابطه (2)} \quad CF = 2/17 \times R - 103/7 \quad (\text{باران زمستانه})$$

CF

با توجه به اینکه 50 درصد خاک منطقه، دارای

جدول 5- برآورد فشاردام و تراکم فعلی دام براساس ظرفیت تحمل بالقوه دام (مشکوه، 377)

فشار دام	ظرفیت بالقوه تحمل دام	
	تراکم فعلی دام (تعداد دام در هکتار)	تراکم فعلی دام
خیلی سنگین	> 200	< 0/5
سنگین	200-100	0/5- 1/0
متوسط	100-66	1/0- 1/5
ناچیز	66-20	1/5- 5/0

جدول 6- طبقه بندی فشار جمعیت انسانی (مشکوه، 377)

فشار انسان	ظرفیت بالقوه پذیرش جمعیت	
	تراکم فعلی انسان (تعداد انسان در هکتار)	جمعیت فعلی
خیلی سنگین	> 200	< 0/5
سنگین	200-100	0/5- 1/0
متوسط	100-66	1/0- 1/5
ناچیز	66-20	1/5- 5/0

برابر بودن امتیاز اثر دام، نسبت به عامل اثر انسان بر اساس فرهنگ اروپا و امریکا ارزیابی شده است، اما با توجه به اثر مخرب تر انسان نسبت به دام در کشور ایران مخصوصاً منطقه مورد مطالعه، امتیازات بر عکس امتیاز دهی فائو در نظر گرفته شد.

با توجه به اینکه کلاس های شدت بیابان زایی مورد تحقیق در 5 کلاس می باشند، بنابراین جهت یکسان شدن امتیاز نمره دهی و مقایسه طبقات، طبقه بندی خطر بیابان- زایی، طبق روش پیشنهادی فائو از چهار کلاس به پنج کلاس تغییر داده شد (جدول 7) و در نهایت نقشه خطر بیابان زایی بدست آمد. مطلب دیگر اینکه در روش فائو، دو

جدول 7 - برآورد خطر بیابان زایی براساس جمع امتیاز شدت بیابان زایی و فشار جمعیت دام و انسان

علامت	مجموع امتیاز شدت بیابان زایی و خطر بیابان زایی	امتیاز عوامل خطر بیابان زایی		کلاس بیابان زایی
		دام - انسان (در شرائط ایران)	دام - انسان (روش فائو)	
I	0-15	2 - 1	1 - 2	آرام (پنهان)
II	15-30	4 - 2	2 - 4	کم
III	30-45	8 - 4	4 - 8	متوسط
IV	45-60	16 - 8	8 - 16	زیاد
V	60-80	20 - 10	10 - 20	شدید (اوج)

رابطه (4) $Y_1 = 2/688 + 0/697x$ $r = 0/99$ که رابطه (3)، برای محاسبه ارزش رقومی TM1 و رابطه (4) برای محاسبه ارزش رقومی TM3 استفاده گردید. ضریب همبستگی آنها نشان می‌دهد که باند TM2 باند مناسبی جهت تصحیح خطای تابش سنجی در باند های TM1 و TM3 می باشد (جدول 8). در این روابط X برابر داده های TM2 و Y_1 برابر داده های TM1 و Y_3 برابر داده های TM3 منظور شده است. برای تولید تصاویر کاذب رنگ در هر دو سنجنده از همبستگی بین باندها استفاده می‌شود که باندهای با ضریب همبستگی کم تولید تصاویر واضح‌تری را می‌نمایند. جهت ارزیابی و طبقه بندی بیابان زایی، پیش پردازش ها و پردازشهای کامپیوتری بر روی تصاویر، براساس ضرائب همبستگی جدولهای شماره (8 و 9) و رگرسیون بین داده های رقومی انجام گرفت. شکل شماره 1 ترکیب باندی 754 را از تصاویر ETM^+ نشان می‌دهد.

در نهایت، نقشه شدت و خطر بیابانزایی براساس اطلاعات وارد شده در پایگاه داده سیستم اطلاعات جغرافیایی و امتیاز دهی عوامل موثر، تهیه گردید.

نتایج

تصحیح خطای تابش سنجی: به علت وجود نوارهای فاقد داده در باندهای TM1 و TM3، همبستگی بین باندهای مختلف TM مورد بررسی قرار گرفت. همبستگی بین باندهای TM1 و TM3 با باند TM2 بیشترین همبستگی را داشت (جدول 1). بنابراین، طبق روابط تجزیه رگرسیونی پیکسلهای فاقد داده در آن باندها با استفاده از داده‌های باند TM2 اصلاح گردیدند. قابل یادآوری است که نوارهای فاقد داده با استفاده از داده‌های سه ردیف بالا و پایین نوارهای بدون داده و اعمال روابط رگرسیونی، اصلاح شدند. روابط رگرسیونی عبارتند از:

$$Y_1 = 8/922 + 1/577x \quad r = 0/98 \quad (3)$$

جدول 8- ماتریس همبستگی بین باند های TM

COR.MATRX	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
TM1	1	0/966648	/918398	0/499832	0/848219	0/819018
TM2	/966648	1	/979816	0/629498	0/898180	0/801893
TM3	/918398	0/979816	1	0/653981	0/915642	0/780062
TM4	/499832	0/629498	/653981	1	0/561505	0/233580
TM5	/848219	0/898180	/915642	0/561505	1	0/898202
TM7	/819018	0/801893	/780062	0/233580	0/898202	1
	0		0			

جدول 9- ماتریس همبستگی بین باندهای ETM⁺

COR.MATRX	ETM1	ETM2	ETM3	ETM4	ETM5	ETM7
ETM1	1	/965871	0/906778	0/497428	/843349	/868395
ETM2	/965871	1	0/972840	0/625288	/909584	/889220
ETM3	/906778	/972840	1	0/625791	/937672	/892625
ETM4	/497428	/625288	0/625791	1	/606704	/405403
ETM5	/843349	/909584	0/937672	0/606704	1	/944427
ETM7	/868395	/889220	0/892625	0/405403	/944427	1

شده و با استفاده از شاخصهای گیاهی PD311 و 1 و PCA و FCC 421 بدست آمد.

- مناطق مسکونی و انسان ساخت: این پدیده ها به علت شباهت و نزدیکی انعکاسهای طیفی با جاده ها و حتی با اراضی کوهستانی به راحتی قابل تفکیک نبودند در FCC642 این اراضی بهتر از سایر شاخصها جدا گردیدند.

- اراضی رها شده، تخریب شده و مسیلهها: شاخصهای اعمال شده و سایر تجزیه و تحلیلها قادر به جدا کردن اراضی تخریب شده حاصل از فرسایش و مسیله ها و نیز اراضی رها شده حاصل از تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی نمی باشند. تنها FCC764 و PCA1، این اراضی را از سایر پدیده های دیگر تفکیک نمودند. زیرا این اراضی بدون پوشش بوده و بازتاب یکسانی دارند.

- نخاله های ساختمانی و معادن: نخاله های ساختمانی و معدنی به علت اینکه به صورت تجمعی قرار گرفتند و دارای بازتاب مشابه می باشند. در اکثر

طبقات تفکیک شده از روی تصاویر ماهواره

با اطلاعات بدست آمده از ضرایب همبستگی بین داده های ماهواره ای، سعی گردید طبقه بندی داده های TM سال 1369 و داده های ETM⁺ سال 1380 از نظر کاربری اراضی جدا شده همانند یکدیگر باشند تا امکان مقایسه روند بیابان زایی باشد (شکل شماره 2 و 3). طبقات تفکیک شده شامل:

- اراضی تحت کشاورزی و باغها: با اعمال شاخصهای گیاهی و ترکیبهای رنگی کاذب FCC432 و FCC754 این کاربری، از سایر کاربریها جدا شد. اراضی کشاورزی موجود در منطقه، اراضی فاریاب (کشاورزی آبی) می باشد که تنوع این کشت به چند نوع محصول خلاصه می شود.

- اراضی مرتعی: پوشش مرتعی منطقه را که قسمت اعظم آن در بالادست منطقه قرار دارد و به صورت پراکنده در سایر قسمتهای منطقه نیز دیده می شود، مرتعی با وضعیت ضعیف تا خیلی ضعیف را نشان می دهد. این طبقه کاربری، توسط طبقه بندی نظارت نشده و نظارت

لازم به توضیح است که کلیه تعاریف شاخصهای گیاهی مورد استفاده در این تحقیق، در کتب سنجش از دور آورده شده و به خاطر طولانی نشدن مطلب از توضیح آنها صرفنظر می‌گردد.

طبقات کاربری فوق، به‌طور جداگانه و براساس تجزیه و تحلیل داده های TM و ETM⁺ تفکیک گردیدند. کاپای کلی طبقات تفکیک شده براساس جدولهای ماتریس خطا مربوط به طبقه بندی داده های TM معادل 0/54 و ماتریس خطا مربوط به طبقه بندی داده های ETM⁺ معادل 0/89 می‌باشد. طبقات تفکیک شده از تصاویر TM و ETM⁺ و مساحت طبقات آنها در جدول شماره 10 آمده است.

شاخصهای گیاهی و تجزیه PCA و تصاویر رنگی کاذب قابل تفکیک از سایر کاربریها هستند. بنابراین از PCA1 و PD311 برای تفکیک این طبقه استفاده شد.

-کوهستان: اراضی کوهستانی در منطقه به‌علت بازتابش یکسان با اراضی مسکونی و انسان ساخت به راحتی قابل تفکیک نبودند. در این مطالعه، سعی شد این عارضه به روش ماسک کردن از سایر طبقات جدا شود. اراضی کوهستانی در دو طبقه به علت اختلاف در ساختار زمین‌شناسی طبقه‌بندی شدند (کوهستان و کوه خان).

- اراضی با سطوح فرسایش یافته قدیمی: این طبقه در بسیاری از شاخصهای گیاهی و تحلیلهای و حتی تصاویر رنگی کاذب تداخل بازتاب یکسانی با سایر طبقات نشان می‌دهد. بنابراین در FCC532 نسبت به سایر تصاویر رنگی قابل تفکیک می‌باشد.

جدول 10- طبقات تفکیک شده از تصاویر TM و ETM⁺ و مساحت هر کدام در سالهای مختلف

شماره	طبقات تفکیک شده	کد طبقه	TM (ha) شهریور 1396	ETM ⁺ (ha) شهریور 1380	میزان تغییرات	% تغییرات
1	اراضی کشاورزی و باغها	Agri	11488	10254	-1234	-10/74
2	مرتع با پوشش حداکثر 5 درصد	R2	9892	6139	-3753	-37/94
3	مرتع با پوشش حداکثر 1 درصد	R3	43378	22966	-20412	-47/06
4	اراضی رها شده و تخریب شده	Deg	17958	40907	22949	127/79
5	اراضی شهری و تاسیسات	Urb	2035	4370	2335	114/74
6	نخاله های ساختمانی و معادن	Deb	317	432	115	36/27
7	سطوح فرسایش یافته قدیمی	G	1024	1024	-	-
8	کوهستان	H	337	337	-	-
9	کوه خان	I	621	621	-	-
	جمع مساحت (هکتار)		87050	87050		

کاسته شده که مدیریت غلط مرتع‌داری را نشان می‌دهد. علت رهاشدگی این اراضی در ابتدا تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی بوده است. اما این اراضی بعد از مدتی به علت بازدهی کم و شور شدن خاک و افت آبهای زیر زمینی در منطقه بصورت رها شده در آمده اند. عامل مؤثر دیگر در تخریب این اراضی، خشکسالی طولانی مدتی است که در چند سال اخیر بر منطقه حاکم بوده است. توسعه شهری و تاسیسات از دیگر انواع کاربری های موجود می‌باشد که با توجه به رشد جمعیت شهری و اقتصاد منطقه، تغییرات قابل توجهی داشته است. مساحت منطقه شهری نیز 114/7 درصد افزایش یافته، یعنی در مدت 11 سال با ایجاد شهرک و یا ساخت و ساز جدید، بخشهای مسکونی یا صنعتی بیش از دو برابر شده است.

همچنین بهره برداری از معادن و انباشته شدن نخاله های ساختمانی در منطقه 36/2 درصد افزایش داشته که ناشی از توسعه بهره برداری از معادن منطقه و نیز تجمع نخاله های ساختمانی به صورت دپو می‌باشد. در مقابل سطح مراتع منطقه با پوشش گیاهی طبیعی، حدود 85 درصد و اراضی کشاورزی و باغها حدود 11 درصد کاهش داشته است که تبدیل کاربری در مساحتی برابر 25399 هکتار را شامل می‌شود. این تغییر کاربری در 29/2 درصد منطقه رخ داده است که عدد قابل توجهی است به خصوص که از سطح مراتع با پوشش گیاهی طبیعی کاسته و بر دیگر کاربریهای انسان ساخت افزوده شده است. با توجه به نظر Harasheh & Tateishi (2000) منطقه با بیابانزایی مواجه است که با فعالیتهای انسانی در منطقه رخ می‌دهد. این نکته مورد تأیید (Sen & Sharma, 1995) نیز می‌باشد و با تعریفهای UNCOD نیز

براساس اطلاعات آمار بارندگی سالانه منطقه، ظرفیت بالقوه تحمل دام (تراکم بالقوه دام) به تراکم فعلی دام جهت برآورد فشار دام معادل 0/0017 بدست آمد که بیانگر فشار بسیار زیاد دام بر روی مرتع می‌باشد و طبق جدول (شماره 5) در کلاس یک، یعنی فشار زیاد دام بر مرتع، قرار گرفت. جهت ارزیابی فشار جمعیت انسانی، از طریق برآورد جمعیت انسانی در حال حاضر و آمار گزارش شده توسط فرمانداری شهرستان برخوار و میمه در سال 1376، فشار جمعیت انسانی در کلاس یک جدول شماره 6، یعنی فشار زیاد جمعیت انسانی بر محیط، قرار گرفت.

قابل یادآوری است که در منطقه مورد مطالعه نخاله های ساختمانی و معادن نیز وجود دارد که طبق جدولها تعیین شدت بیابانزایی و عوامل اصلی و فرعی، قابل نمره‌دهی نمی‌باشند و چون این پدیده حاصل عملکرد انسان می‌باشد. بنابراین به‌عنوان عاملی مهم، در امر خطر بیابان در نظر گرفته شد. محدوده توسعه نخاله‌های ساختمانی و معادن و تأثیر حاشیه ای آن بر محیط، طبق بازدیدها صحرایی معادل 500 متر و محدوده مناطق تحت تدثیر انسان معادل 2000 متر در نظر گرفته شد.

بحث

با مقایسه کمی تصاویر تولید شده (جدول شماره 10) مشخص گردید که، بیشترین تغییرات مربوط به اراضی رها شده و تخریب شده می‌باشد. که حدود 128 درصد افزایش یافته یعنی نسبت به سال 1369 تخریب فزونی داشته است. حدود 11 درصد از اراضی زراعی به علت مدیریت غلط توان تولید خود را از دست داده و به اراضی رها شده تبدیل شده است. همچنین از اراضی مرتعی نیز

به کشاورزی، چرای بیش از حد دام، برداشت بیرویه از منابع آبی، توسعه شهری به علت افزایش رشد جمعیت و وضعیت ضعیف اقتصادی و اجتماعی منطقه از عوامل اصلی بیابانی شدن منطقه با منشأ انسانی میباشند.

نقشه خطر بیابان زایی که به عنوان آخرین مرحله ارزیابی و طبقه بندی بیابانزایی بشمار می آید بیانگر مناطقی است که تحت فشار دام و انسان می باشند. شکل شماره 7 و 8 نشان می دهد که بیش از 15 درصد منطقه با خطر بیابانزایی خیلی زیاد، تحت فشار دام و انسان و 80 درصد منطقه با خطر بیابان زایی زیاد، صرفاً تحت تأثیر چرای بیش از حد دام روبرو است. بایستی خاطر نشان کرد که شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه باعث افزایش روز افزون روند بیابانزایی خواهد شد.

باتوجه به نقشه های تهیه شده (شدت و خطر بیابان-زایی)، منطقه مورد مطالعه بسیار حساس به بیابانزایی می-باشد. بنابراین جا دارد به عنوان مدیریت و کنترل روند پیشرفت بیابان در منطقه، عوامل انسانی و محیطی با توجه به عوامل مؤثر در این روند، در کنار هم در نظر گرفته شود. روند شوری و تخریب اراضی در منطقه مورد مطالعه در جهت جنوب شرقی _ شمال غربی در حال توسعه است. کاهش عمق آبهای زیرزمینی و توسعه مناطق رها شده حاصل از تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی، شوری آبهای زیرزمینی و خشکسالی حاکم بر منطقه دلیلی بر این موضوع می باشد. این روند به خاطر وجود پلایا در جنوب شرق منطقه (شرق اصفهان، پلایای گاو خونی) است. عوامل انسانی مهمترین عامل توسعه روند شوری و تخریب به سمت شمال غرب منطقه مورد مطالعه می باشند. شناسایی مناطق حساس به بیابان زایی و عوامل

هم سو است. بدین ترتیب روند بیابانی زایی در منطقه با سرعت 2309 هکتار در سال، از سال 1369 تا 1380 رو به گسترش است.

ارزیابی کیفیت آب آبیاری، با توجه به نتایج بدست آمده از تجزیه آزمایشگاهی و آمار موجود و همچنین جدول ریچارد، از نظر خطر شوری جهت کشاورزی و سایر مصارف نامناسب شناخته شد. زیرا تجمع نقاطی که معرف شوری هستند در محدوده C4، C3 و C5 قرار گرفته است. به طوری که شوری در سال 1381 نسبت به سال 1375 شدت گرفته است. اما خطر سدیمی بودن و سمیت آب، نیز جهت آبیاری وجود دارد. از نظر قلیایی، کیفیت آب در محدوده S1، S2 و S3 قرار دارد.

براساس آمار موجود معلوم گردید که روند برداشت آبهای زیرزمینی در منطقه بسیار نگران کننده است. کیفیت این آبها به علت برداشت بیش از حد و نفوذ آبهای شور به داخل آنها، بسیار نامطلوب می باشد. عمق آبهای زیر زمینی با برداشت بیرویه در طی سالهای 1375 تا 1381 (آخرین آمار موجود) افزایش پیدا کرده است. تغییرات عمق آبهای زیرزمینی در اراضی کشاورزی بیشتر بوده و علت آن برداشت بیرویه از سفره آب زیرزمینی است که وجود چاههای عمیق با تعداد زیاد موید این مطلب است

نقشه شدت بیابان زایی نشان می دهد (شکلهای 4 و 5) شرایط بیابانی با منشأ طبیعی بیش از 35 درصد از مناطق را پوشش می دهد که معمولاً از وضعیت (III، IV و V) برخوردار می باشد و علل مهم آن شور شدن خاک و آب های زیر زمینی، فرسایش بادی و آبی است. حدود 65 درصد از منطقه، شرایط بیابانی با منشأ انسانی حاکم است. که از وضعیت (IV و V) برخوردار می باشند (شکل شماره 6). به طوری که تبدیل اراضی مرتعی

5- تصاویر سنجنده TM سال (1369) و سنجنده ETM⁺ سال (1380)، مرکز سنجش از دور ایران.

6- چیت ساز، ر.، 1378. تهیه نقشه شوری و قلیائیت خاک در منطقه شرق اصفهان با استفاده از داده های رقومی TM. پایان نامه کارشناسی ارشد بیابان زدایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی.

7- زهتابیان، غ.ر.، و طباطبائی، م.ر.، 1378. بررسی روند بیابان زایی با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای (IP) و سیستم اطلاعات جغرافیائی (GIS). مجله بیابان، 4(2):67-57.

8- عکس های هوایی 1:40000 منطقه اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی.

9- گرنجر، آ.، ترجمه عبدالمجید ثامن، 1374. کویر زایی- چگونه مردم کویر می سازند- چگونه آنرا متوقف می سازند، چرا این کار را نمی کنند. انتشارات دانشگاه شیراز.

10- مشکوه، م.ع.، (مترجم)، 1377. روشی موقت برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان زایی. سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، برنامه محیط زیست ملل متحد (یونپ)، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

11. Babaev, G. A., 1999. Desert Problems and Desertification in Central ASIA. the researches of the Desert insititute springer - velag berlin, Heidelberg Newyork,.

12. Harasheh , H. and tateishi, R., 2000. Desertification mapping of west ASIA- AGIS and remote sensing Application. website: <http://www.gis.development.net/aars/acrs/>.

13. Sen, A.K. and sharma, K.D., 1995. Causative Agents Indicators of Monitoring and Desertification in ASIA and the pacific region Scintific publishers jodhpur (INDIA), 41-58.

مؤثر در این فرآیند مخرب، می تواند کمک شایان توجهی در مدیریت هرچه بهتر منطقه بنماید.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان سپاسگزاری میشود. هم چنین از زحمتهای کلیه عزیزانی که به نحوی در انجام این تحقیق با محققان همکاری نموده اند، قدردانی می شود.

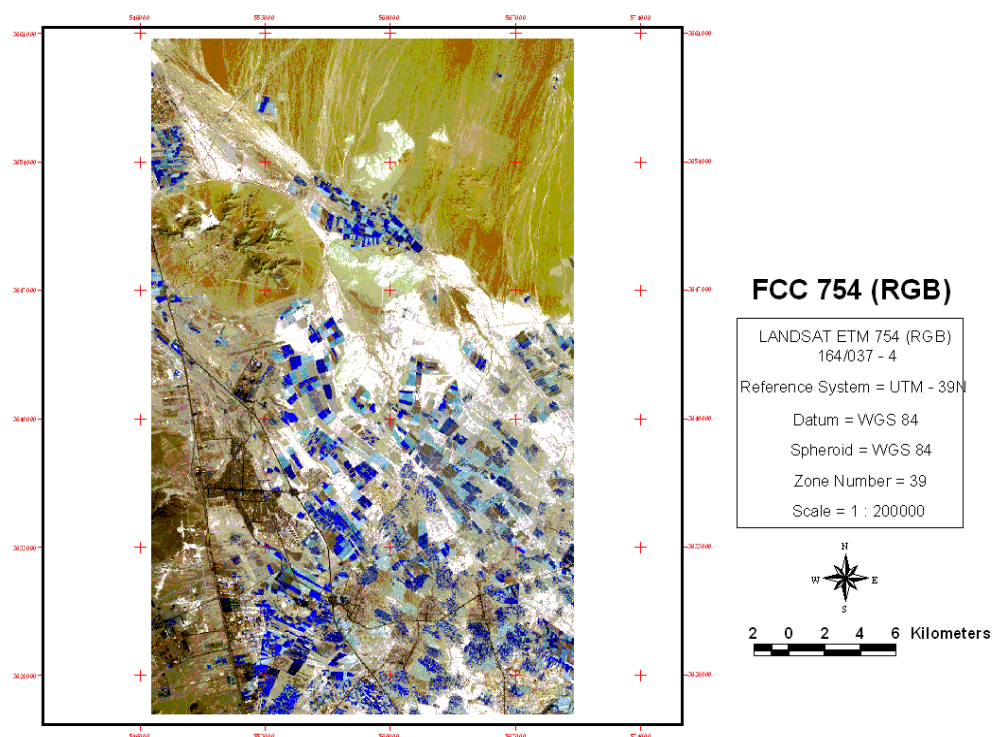
منابع مورد استفاده

1- ختصاصی، م. و مهاجری، س.، 1375. روش طبقه بندی و شدت بیابانی زایی اراضی در ایران. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان زایی و ورشهای مختلف بیابان زدایی، کرمان.

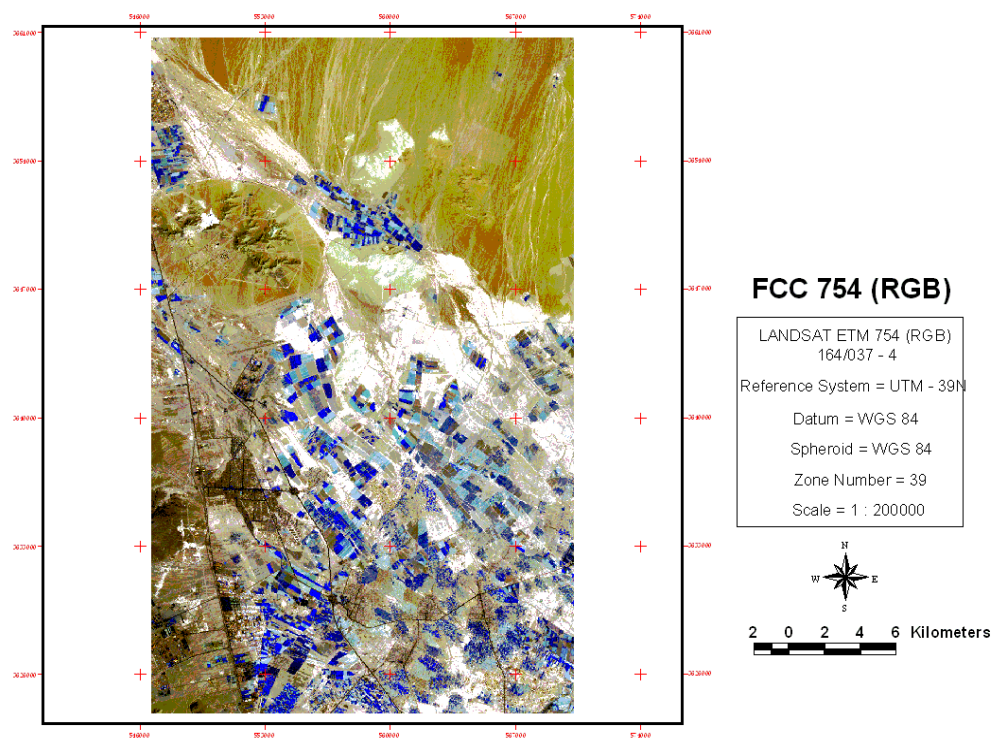
2- ارزانی، ح.، 1377. کاربرد تلفیقی GIS و RS برای ارزیابی و مدیریت مناطق خشک و بیابانی. مجموعه مقالات اولین همایش های بیابان زایی و ورشهای مختلف بیابان زدایی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، 44-11.

3- پلهم عباسی، ا.، 1381. تعیین رویشگاه بالقوه سه گونه صنعتی و نیمه صنعتی مدیریتانه ای در جنگلهای تخریب یافته لردگان با استفاده از تکنیک GIS و RS. پایان نامه کارشناسی ارشد بیابان زدایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی.

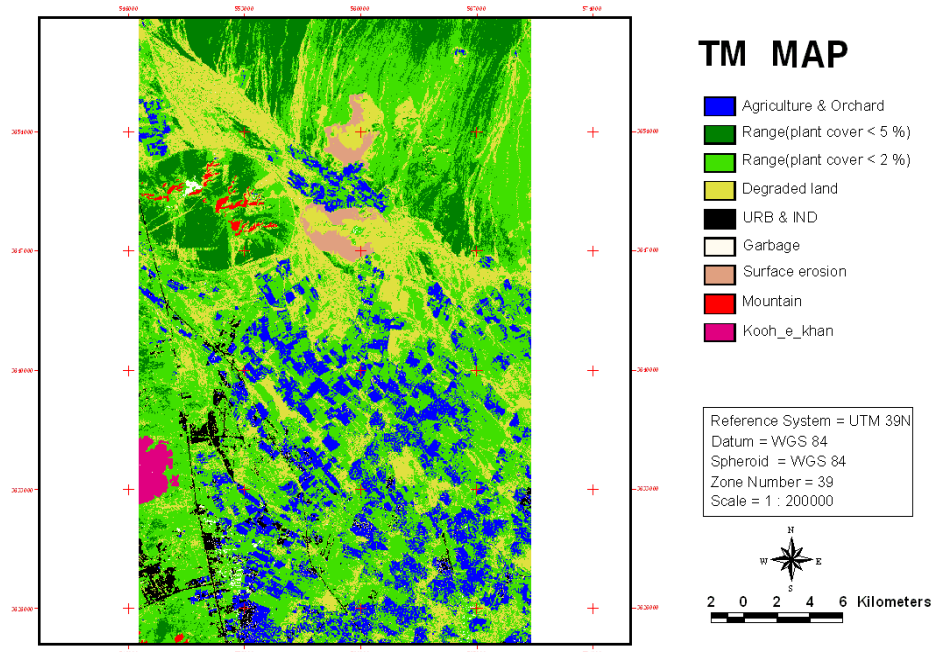
4- پورمنافی، س.، 1381. تعیین رویشگاه بالقوه سه گونه صنعتی و نیمه صنعتی مدیریتانه ای در حوزه آبخیز بازفت با استفاده از تکنیک GIS و RS. پایان نامه کارشناسی ارشد بیابان زدایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی.



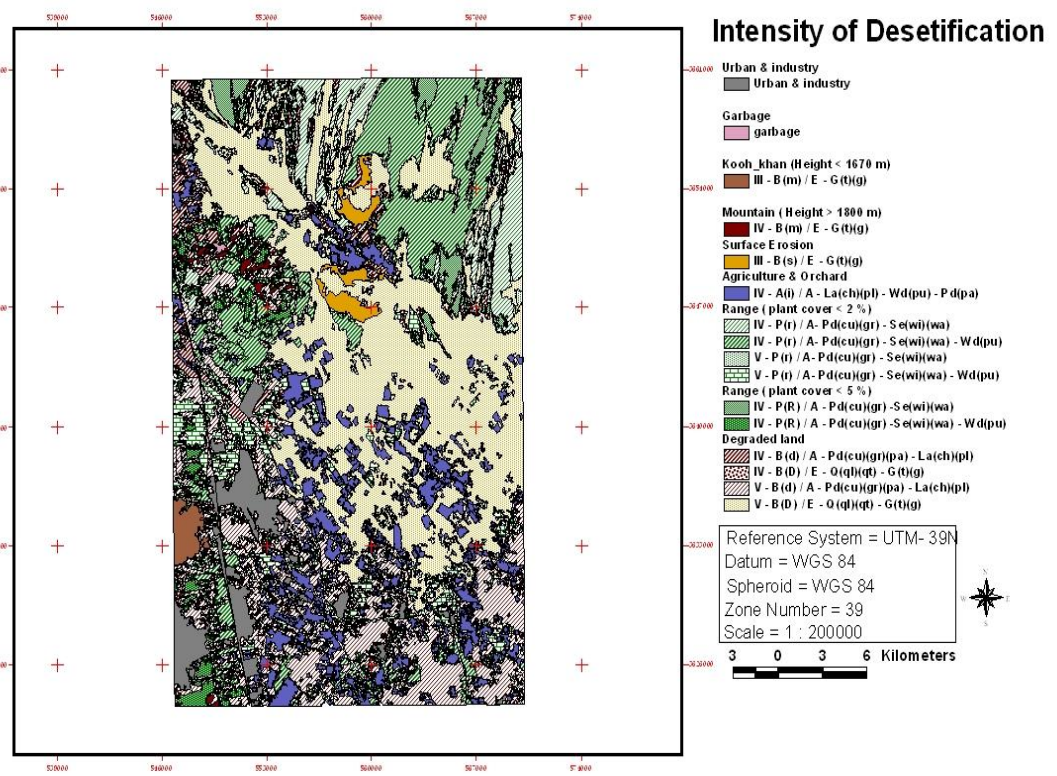
شکل 1- تصویر ماهواره ETM⁺ با ترکیب باندهای 754



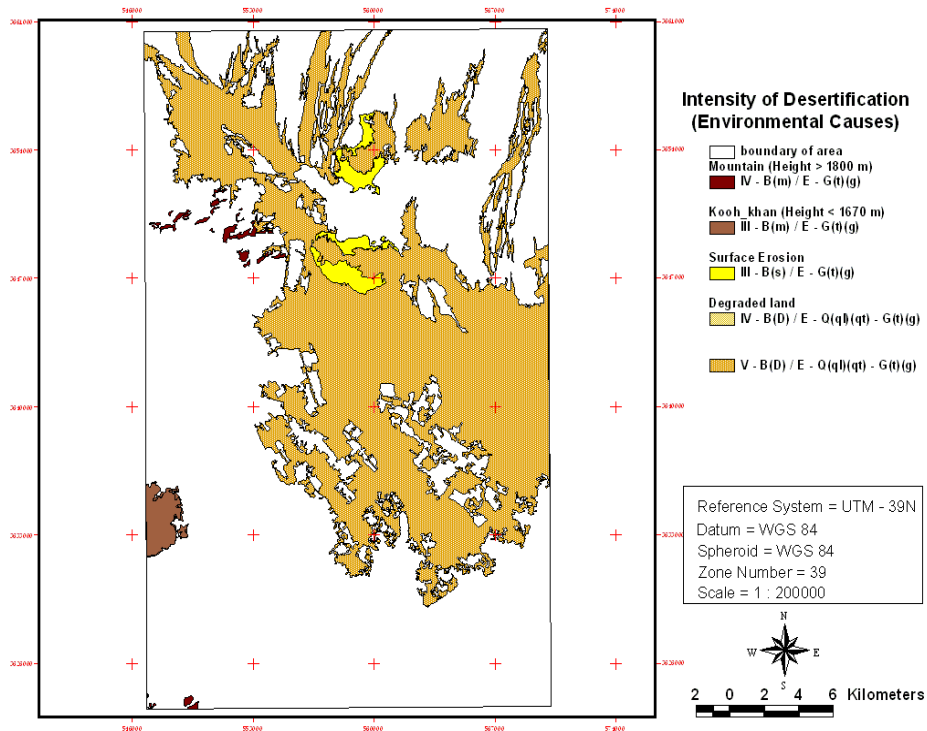
شکل 2- تصویر ماهواره TM طبقه بندی شده



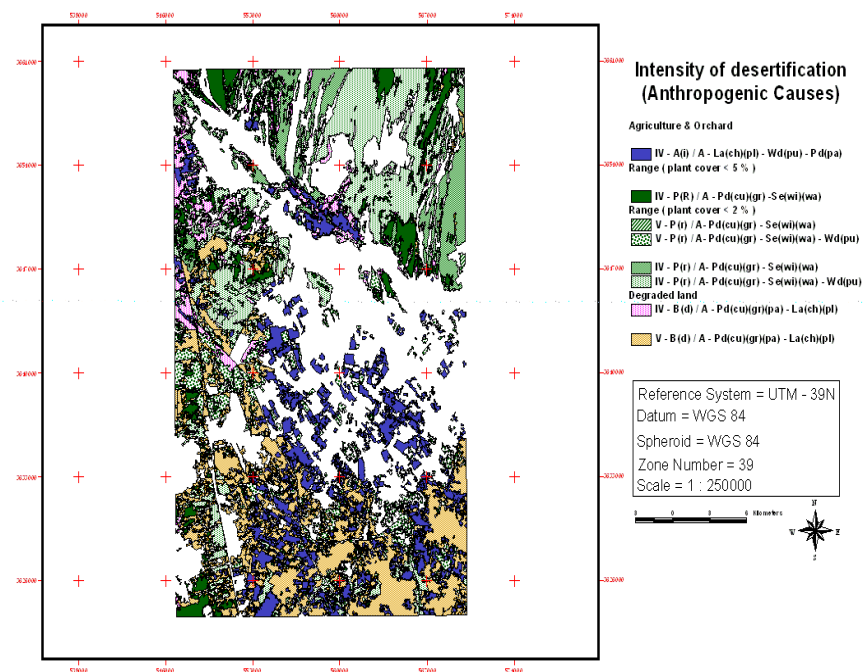
شکل 3- تصویر ماهواره ETM⁺ طبقه بندی شده



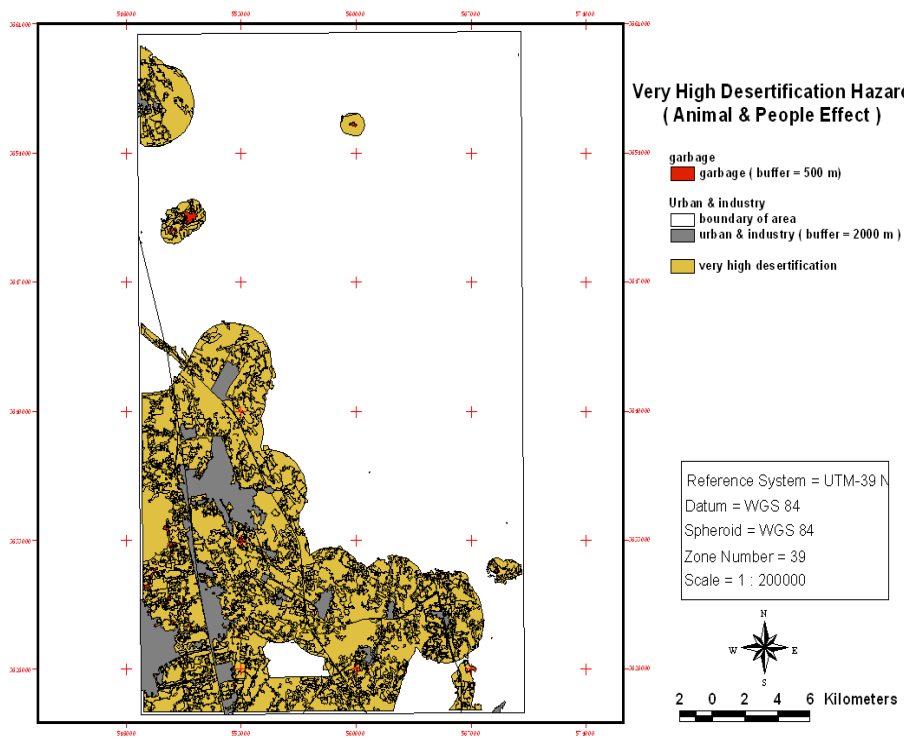
شکل 4- نقشه شدت بیابان زایی



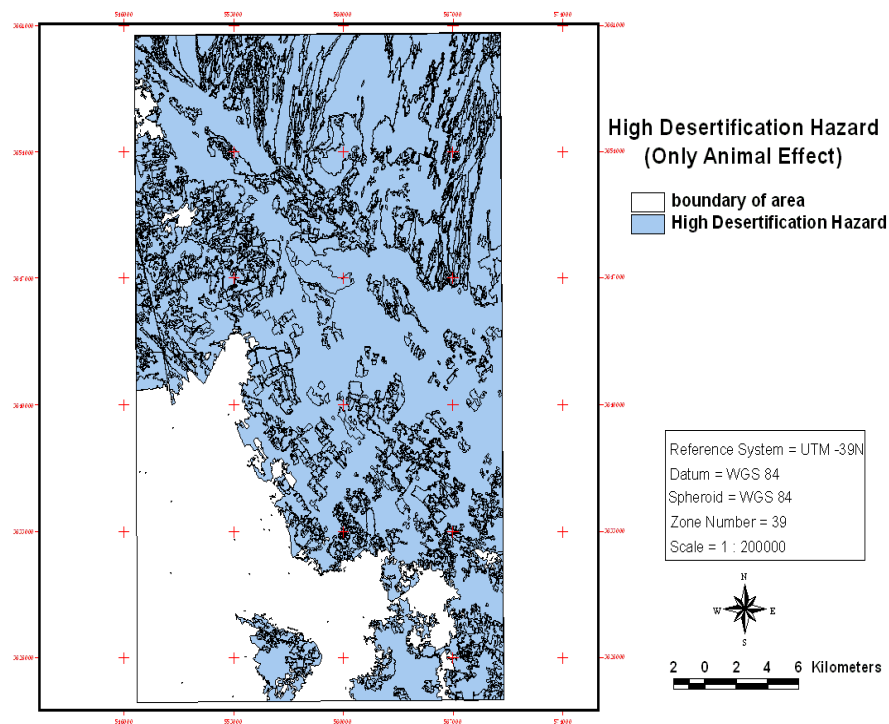
شکل 5- نقشه - نقشه شدت بیابان زایی با عوامل محیطی



شکل 6- نقشه شدت بیابان زایی با عوامل انسانی



شکل 7- نقشه خطر بیابان زایی باتاثر جمعیت انسانی و دام



شکل 8- نقشه خطر بیابان زایی باتاثر جمعیت دام

Assessment and Classification of Desertification Using RS & GIS Techniques (Case Study: the Arid Region, in the North of Isfahan)

M. Akbari¹ , H. R. karimzadeh², R. modarres³, B. Chakoshi³

1 MSc of Combat Desertification, Head office 1 of Natural resources Razavi KHorasan, , GIS&RS section.

2Associate Prof. of College of Agric, Isfahan University of Technology

3 MSc of Combat Desertification, MSc of range management .

Received: 08/11/2005

Accepted:17/01/2007

Abstract

Desertification is the ecologic and biologic reduction which may occur naturally or non naturally. Desertification process usually effects arid and semi arid region and reduce the land efficiency very rapidly. This study has been conducted to evaluate and classify desertification with the aim of geographic information system and remote sensing techniques. In this study, TM data of 25 shahrivar 1369(16 October 1990) and ETM⁺ data of 16 shahrivar 1380 (7 October 2001) were used. Geometric, radiometric and sun height angle correction were carried out on the images. Supervised and unsupervised classification were used for both two images and 9 land uses were classified and compare quantitatively due to geomorphology and desertification attributes. Each main and partial desertification factor was input to geographic information database and scaled to make the map of desertification severity based on recommended method for Iran and FAO map of desertification vulnerability. The result of desertification severity which shows desertification condition, velocity and potentiality, showed that natural desertification occurs in 35 % of area with different medium, high and very high desertification severity. Anthropogenic desertification includes 65 % of study area with high and very high condition. But in desertification vulnerability map, very high desertification vulnerability was determined in 20 % of area with simultaneous human and animal effect and high desertification vulnerability was determined on 80 % area with only animal effect. According to the map, for arid region of north of isfahan, it was identified that range land use change to agriculture, improve agricultural patterns, over grazing, incident economic condition and ground water over exploitation are the most important anthropogenic factor, and drought and soil and water salinity are the most important natural factors. Desertification trend is enhancing to north west of the study area which will make trouble for rangelands, residential and industrial areas.

Key words: desertification, GIS, Remote Sensing, Natural factors, Anthropogenic factor, salinity, drought