

مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال پنجم، شماره نهم، پاییز ۱۳۹۵

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۲/۱۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۷/۱۴

صفحات: ۳۹-۵۴

## ارزیابی تغییرات بیابان زایی در اصفهان با استفاده از فناوری سنجش از دور و شبکه عصبی مصنوعی

امیر حسین حلیان<sup>۱\*</sup>، محمود سلطانیان<sup>۲</sup>

### چکیده

بیابان زایی، کاهش اکولوژیکی و بیولوژیکی زمین است که ممکن است به صورت طبیعی و یا غیر طبیعی اتفاق بیفتد. فرایند بیابان زایی عمدتاً، مناطق خشک و نیمه خشک را تحت تاثیر قرار داده و با شتابی فزاینده، کارایی سرزمینها را کاهش می دهد، بنابراین شناخت این پدیده دارای اهمیت اساسی است. در این پژوهش به منظور بررسی بیابان زایی منطقه از تصاویر ماهواره ای لندست ۵ و ۸ بعنوان مبنای مطالعات استفاده گردید. علاوه بر این از نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه های زمین شناسی نیز بعنوان مکمل استفاده شد. پس از تکمیل پایگاه داده اطلاعاتی ابتدا به منظور بررسی بیابان زایی منطقه، شاخص های شوری خاک و شاخص پوشش گیاهی NDVI بر روی تصاویر ماهواره ای اعمال گردید. بر اساس روش شبکه عصبی مصنوعی MLP تغییرات کاربریها طی دوره ۱۹۸۶-۲۰۱۵ بررسی گردید ۵ کاربری در منطقه مورد مطالعه بر اساس روش طبقه بندی نظارت شده Fuzzy ARTMAP شناسایی شد. بر اساس بررسی های صورت گرفته بر روی تصاویر ماهواره ای شهر اصفهان حدود ۲۶۰ کیلومتر مربع رشد داشته است. در طی همین دوره ۲۹ ساله بخش های شرقی و جنوب شرقی شهر اصفهان بیشترین میزان کاهش پوشش گیاهی را نشان می دهد که حدود ۶۰ درصد نسبت به سال نخست مطالعه با کاهش مواجه شده است. بخش شمالی شهر اصفهان نیز از بخشهایی است که این میزان کاهش قابل توجه است. با کاهش پوشش گیاهی در این مناطق هجوم اراضی شور و بیابانی در سال ۲۰۱۵ به چشم می خورد که جایگزین مناطق با پوشش گیاهی شده است. این میزان افزایش در مناطق بیابانی و شور حدود ۵۸۰ کیلومتر مربع است که بیانگر کاهش توان اکولوژیک و بیولوژیک منطقه است.

واژگان کلیدی: بیابان زایی، شاخص NDVI، شوری، لندست، شبکه عصبی مصنوعی، اصفهان

## مقدمه

بیابان زایی (یا به طور صحیح تر، بیابانی شدن اراضی)، به عنوان یکی از نمودهای تخریب اراضی و از جمله خطرات طبیعی<sup>۱</sup> است، که در دهه های اخیر با رشد روز افزون جمعیت در جهان و به ویژه در کشورهای در حال توسعه به عنوان خطری که زندگی ساکنین مناطق مستعد بیابان زایی را مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب تهدید می کند، بعنوان بلاای طبیعی<sup>۲</sup> مطرح گردیده است. اساساً بیابان زایی را می توان فرآیندی دانست که طی آن بخشی از حاصلخیزی طبیعی خاک به دلایلی همچون بهره برداریهای نادرست، ماندابی شدن اراضی، شور و سدیمی شدن خاک از دست می رود. عبارت دیگر بیابان زایی به تخریب زمین و کاهش قابلیت های تولید معیشتی خاک در مناطق خشک و نیمه خشک و خشک و نیمه مرطوب می انجامد. این پدیده در نتیجه عوامل گوناگون، از جمله فعالیت های بشر و تغییرات اقلیمی رخ می دهد (Qi et al., 2012). امروزه با دخالت های بشر در طبیعت و مدیریت های غیراصولی وی در استفاده از منابع طبیعی، شاهد مطرح شدن بیابان زایی انسانی و بیابان زایی تکنوژنیک (بیابانی شدن در اثر رشد فناوری و صنعتی شدن) هستیم. بنابراین بیان پدیده بیابانی شدن که یکی از پیامدهای تخریب اراضی است با عنوان خطر محیطی، نقش انسان را در توسعه، شدت و همچنین کنترل این پدیده نمایانتر می سازد. پیامدهای ناشی از بیابانی شدن، همچون از بین رفتن اراضی بارور، کاهش زیست توده (بیوماس) در جنگلها، مراتع و دشتهای حاصلخیز، افت سطح آب های زیرزمینی و کاهش آبهای سطحی، شور شدن اراضی و کاهش کیفیت منابع آبی، خسارات جبران ناپذیری به همراه دارد. (سپهر و همکاران، ۱۳۹۱).

اساساً فرایند شناخت تفاوت ها در وضعیت یک پدیده با مشاهده آن در زمان های مختلف، پایش تغییرات نام دارد. (Singh, 1989). تشخیص به هنگام تغییرات ویژگی های عوارض سطح زمین، پایه و اساس برای درک بهتر روابط بین پدیده های انسانی و طبیعی برای مدیریت بهتر و استفاده از منابع را فراهم می آورد. به طور کلی، پایش تغییرات، شامل استفاده از مجموعه داده های چند زمانه برای تجزیه و تحلیل کمی اثرهای موقتی یک پدیده است (Lu et al., 2004). به منظور ارزیابی پدیده بیابانزایی تحقیقات گسترده ای در نقاط مختلف جهان صورت گرفته و منجر به ارائه مدل های منطقه ای زیادی شده است. به منظور بهره گیری از این مدلها در سایر نقاط جهان نیاز است که شاخص ها و معیارهای آنها مورد بررسی و ارزیابی مجدد قرار گرفته و با توجه به شرایط هر منطقه اصلاح شوند. (Rao, 2006: 575). هاراشه و تاتاشی (۲۰۰۰) در مطالعه ای در غرب آسیا با در نظر گرفتن عوامل تخریب پوشش گیاهی، فرسایش آبی، بادی و شوری خاک به عنوان مهمترین عوامل بیابان زایی اقدام به تهیه نقشه شدت بیابان زایی نمودند. سپس نقشه حاصل را در ۴ طبقه بیابان زایی کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تهیه و ارائه دادند. جیوردانو و همکاران (۲۰۰۲) برای ارزیابی بیابانزایی منطقه سیسیل ایتالیا با روش مدالوس با توجه به شرایط منطقه، چهار شاخص خاک، اقلیم، پوشش گیاهی و مدیریت اراضی که پارامترهای کلیدی بیابانزایی در منطقه مطالعاتی بودند در نظر گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل های این روش نشان داد که در بیش از ۵۰ درصد منطقه حساسیت به

<sup>1</sup> - Natural Hazard

<sup>2</sup> - Natural Disaster

بیابانزایی زیاد تا متوسط است. کوپین و همکاران (۲۰۰۴)، روشهای شناسایی تغییرات اکوسیستم را با استفاده از داده های چند طیفی و چند زمانه ماهواره ای مورد مطالعه قرار داده و بیان کردند که برای پایش تغییرات اکوسیستم، استفاده از تصاویر ماهواره ای از کارایی بالایی برخوردار است. وو و همکاران (۲۰۰۶)، از ترکیب سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور برای بررسی تغییرات کاربری زمین در پکن چین استفاده کردند و به نتایج آنها مبین رشد قابل توجه کاربری شهری و کاهش مراتع طی سالهای ۱۹۸۶ و ۲۰۰۱ بوده است. وانگ و همکاران (۲۰۰۶)، به بررسی بیابان زایی در کشور چین پرداختند. نتایج حاکی از آن است که عوامل اقلیمی و فعالیتهای انسانی، هر دو در فرآیند بیابانزایی شرکت داشته اند. علی و برودی در سال (۲۰۰۸)، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه حساسیت محیطی به بیابان زایی در مصر به این نتیجه رسیدند که بیشترین قسمت از منطقه مورد مطالعه در کلاس متوسط بیابان زایی قرار دارد. واکلاویک و روگان (۲۰۰۹) با روش LCM اقدام به آشکارسازی تغییرات در جمهوری چک کردند و به این نتیجه رسیدند که ۶٪ جنگل مخلوط به جنگل پهن برگ تبدیل شده و ۳/۵٪ افزایش در مناطق مسکونی رخ داده است.

خوی و مورایاما (۲۰۱۰) از روش LCM و شبکه عصبی مصنوعی برای مدلسازی تغییرات جنگل در پارک ملی تام دائو استفاده کردند. نتایج بررسی آنها نشان داد که جنگل اولیه از ۱۸/۰۳٪ در سال ۲۰۰۷ به ۱۵/۱۰٪ در سال ۲۰۱۴ کاهش یافته است. داوولبیت و موراری (۲۰۱۲)، بیابان زایی را در منطقه سودان با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و تحلیل طیفی ترکیبی بررسی کردند. نتایج این پژوهش بیانگر این است که استفاده از تحلیل طیفی ترکیبی و تصاویر لندست نتایج سازگار، دقیق و کم هزینه را برای مناطق در خطر نشان می دهد. لیا و همکاران (۲۰۱۳) بیابانزایی دینامیک را با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست در نینگزیا چین بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که ممنوعیت چرا در منطقه همراه با دیگر اقدامات مهندسی زیست محیطی، می تواند منجر به بیابان زایی معکوس و ترمیم پوشش گیاهی مرتعی منطقه گردد. لامچین و همکاران (۲۰۱۶) تغییرات کاربری اراضی و بیابان زایی را در مغولستان با تکنیک سنجش از دور بررسی کردند. نتایج این تحقیق هیچ رابطه ای بین شاخص پوشش گیاهی و میزان آلبدو یا شاخص TGSi نشان نداد، اما رابطه زیادی بین میزان TGSi و آلبدو نشان داده شد. همبستگی بالا بین دو شاخص TGSi و آلبدو در مناطق فاقد بیابان زایی قابل توجه است.

دادرسی سبزواری و پاکپور، (۱۳۸۶)، روند بیابان زایی به روش سنجش از دور و نزدیک در اراضی دشت سبزواری را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بررسی نشان داد که تغییر قابل ملاحظه ای در سطح اراضی غیر شور حادث نگشته و تغییرات دسته های اراضی شور به گونه ای است که هیچ زمین شوری به غیر شور تبدیل نشده، ولی از وسعت دسته های با شوری متوسط به بالا به صورت پلکانی کاسته و بر مساحت اراضی با شوری کم افزوده شده است. بررسی و تجزیه تحلیل داده های مربوط به کمیت و کیفیت آبهای زیر زمینی در منطقه بیانگر سیر نزولی سطح آبهای زیرزمینی و افزایش شوری آنها به ویژه در جنوب شرق منطقه می باشد. اکبری و همکاران، (۱۳۸۶)، وضعیت بیابان زایی را با فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه خشک شمال اصفهان ارزیابی و طبقه بندی کردند. با توجه به نقشه های بدست آمده، معلوم شد در منطقه خشک شمال اصفهان، مهمترین عوامل موثر انسانی

بیابان زایی در منطقه تبدیل اراضی مرتعی به زمین های کشاورزی، الگوی غلط کشاورزی، چرای بیش از حد دام، وضعیت نامناسب اقتصادی و برداشت بی رویه آبهای زیر زمینی بوده و مهمترین عوامل موثر بیابان زایی طبیعی، خشکسالی، شورشیدن منابع آب و خاک می باشد. روند بیابان زایی به سمت شمال غرب منطقه در حال گسترش است که در آینده نزدیک مراتع و مناطق مسکونی و صنعتی آن مناطق را با مشکل رو به رو می سازد.

مرادی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان زایی محدوده شهر اردکان با استفاده از سنجش از دور پرداختند. نتایج حاصل بیانگر کاهش وسعت مناطق بیابانی از سال ۱۳۳۴ تا سال ۱۳۷۶ به میزان ۲۰۰۰ هکتار و سال ۱۳۷۶ تا سال ۱۳۸۱ به میزان ۱۶۰ هکتار و افزایش مساحت کاربری های دیگر می باشد. در طی دوره مورد مطالعه تخریب اراضی به صورت تبدیل کاربری های باغ و اراضی کشاورزی به اراضی مسکونی و صنعتی دیده می شود. فتاحی (۱۳۸۸) روند بیابان زایی در استان قم را با استفاده از داده های سنجش از دور با تاکید بر تغییرات استفاده از اراضی و تغییرات کمی و کیفی منابع آب بررسی نمود. وی به این نتیجه رسید که فعالیت های انسانی و دستکاری او در طبیعت به ویژه احداث سدهای ۱۵ خرداد و ساوه بر روی دو رودخانه قمرود و قره چای به عنوان دو عامل اصلی تغییر انواع استفاده از اراضی با کاهش پوشش گیاهی، شور شدن بیشتر اراضی و افت کمی و کیفی منابع آب در استان قم بوده که می تواند تشدید بیابان زایی را به دنبال داشته باشد.

خانمانی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از معیار وضعیت پوشش گیاهی و مدیریت اراضی، بیابان زایی را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که ۷۴۱۶۹ هکتار از منطقه مورد مطالعه در کلاس شدید و ۳۷۹۹۸ هکتار از آن در کلاس خیلی شدید بیابان زایی قرار می گیرد. همچنین شاخص های درصد پوشش گیاهی و مدیریت اراضی مرتعی به عنوان مهمترین شاخصهای تاثیر گذار در پدیده بیابان زایی منطقه سگری اصفهان می باشند.

موسوی و همکاران (۱۳۹۲) وضعیت بیابان زایی کویر حاج علیقلی را با تکنیک سنجش از دور در طی دوره ۱۹۸۷-۲۰۰۶ پایش کردند، نتایج شناسایی وضعیت بیابان زایی این پژوهش حاکی از تغییرات گسترده در ویژگی های اکوزئومورفولوژی پهنه مطالعاتی است به گونه ای که ۷۴۸ کیلومتر مربع از مساحت منطقه تحت تاثیر تغییر کاربری و کاهش توان اکولوژیک و بیولوژیک قرار گرفته است. صدری (۱۳۹۴) وضعیت بیابان زایی کویر درانجیر را طی دوره ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۴ بررسی کرد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربری شوری خاک در منطقه تغییر قابل توجهی داشته است. به گونه ای که شوری خاک منطقه افزایش زیادی را نشان می دهد. این افزایش شوری خاک در منطقه بیانگر بیابان زایی و کاهش بارش در حوضه مورد مطالعه است. از آنجایی که رخداد بیابان زایی و پایش تغییرات آن در مقیاس های وسیع زمانی و مکانی روی می دهد، در نتیجه روشهایی چون RS و GIS می توانند در راستای شناخت اولیه مناطق و ارزیابی تغییرات بیابان زایی، همچون ابزاری سودمند برای دست یابی به این مهم، مفید واقع شوند (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲).

### داده‌ها و روش‌ها

در این پژوهش سعی شده است تا وضعیت بیابان زایی محدوده شرق اصفهان بررسی شود، در این راستا شالوده پژوهش بر بهره‌گیری از داده‌ها و تصاویر ماهواره ای لندست استوار گردید. بدین منظور از تصاویر سنجنده TM5 و LDCM8 ماهواره لندست به شماره گذر ۱۶۳ و ردیفهای ۳۷ و ۳۸ استفاده گردید که تاریخ تصاویر مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. تصاویر از روزهایی انتخاب شد که بدون ابر باشند و هیچ اخلاقی در پردازش ایجاد نکنند.

جدول ۱: تاریخ تصاویر ماهواره لندست مورد استفاده

سنجنده	شماره تصویر	میلادی	خورشیدی
TM/LCDM	۱۶۳۰۳۷ ۱۶۳۰۳۸	۱۹۸۶/۶/۱۱	۱۳۶۵/۳/۲۱
		۱۹۹۸/۸/۱۵	۱۳۷۷/۵/۲۴
		۲۰۱۵/۸/۱۴	۱۳۹۴/۵/۲۳

تصاویر ماهواره لندست ۵ شامل ۷ باند طیفی می‌شود که باندهای ۱ تا ۵ و ۷ دارای قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و باند حرارتی ۶ دارای قدرت تفکیک ۱۲۰ متر است. لندست ۸ دارای ۹ باند طیفی است که ۸ باند آن ۳۰ متری و باند پانکروماتیک ۸ آن دارای قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متری است. باندها عموماً بین محدوده مرئی و مادون قرمز نزدیک ثبت شده اند، به استثنای باند ۹ لندست ۸ که دارای طول موج ۱/۳۶ تا ۱/۳۸ میکرومتر است. مدل رقومی ارتفاعی زمین (DEM<sup>۱</sup>) ۱۰ متری نیز برای شناسایی تغییرات مورد استفاده قرار گرفت (سازمان زمین شناسی ایالات متحده). روش کار این پژوهش شامل سه مرحله است. الف: پیش پردازش داده‌ها از جمله تصحیح هندسی تصاویر، تبدیل DN به تابش، ب: طبقه بندی نظارت شده تصاویر منطقه، ج: آشکارسازی تغییرات.

از نظر رادیومتریکی تصاویری که از سازمان زمین شناسی امریکا اخذ می‌شوند در سطح ۱ اصلاح شده هستند. (Landsat handbook) از آنجایی که این تصاویر دارای مقادیر DN بین ۰ تا ۲۵۵ هستند بنابراین برای پردازش این تصاویر باید این مقادیر به تابش تبدیل گردند. برای محاسبه تابش طیفی تصاویر لندست TM و ETM+ و OLI از رابطه شماره ۱ استفاده شده است.

$$L_{\lambda} = \frac{(LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda})}{QCALMAX - QCALMIN} \times (DN - QCALMIN) + LMIN_{\lambda} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه  $L_{\lambda}$  بیانگر تابش طیفی در روزه سنسور و  $LMIN$  حداقل تابش طیفی و  $LMAX$  بیانگر حداکثر تابش طیفی برای هر باند است.  $QCALMAX$ ، بیانگر حداکثر مقدار هر یاخته واسنجی شده در واحد DN و  $QCALMIN$

<sup>۱</sup>- Digital Elevation Model

بیانگر حداقل مقدار هر یاخته واسنجی شده در واحد DN است. DN مقدار عددی هر یاخته است و بیانگر  $\lambda$  طول موج است. این مقادیر به همراه هر تصویر ماهواره‌ای موجود است. (هایبین و همکاران، ۲۰۱۰).

در ادامه از شاخص پوشش گیاهی برای شناسایی پوشش گیاهی استفاده گردید.

$$NDVI = \frac{(\rho NIR - \rho RED)}{(\rho NIR + \rho RED)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این رابطه PNIR باند مادون قرمز نزدیک، PNIR باند قرمز است. به منظور محاسبه شاخص NDVI از باند قرمز برای محدوده مرئی و از باند مادون قرمز نزدیک استفاده شد. (کرکنل، ۱۹۹۷).

از آنجایی که شورش‌دگی خاک یکی از فرایندهای بیولوژیکی ناشی از بیابان‌زایی است و برعکس، افزایش شوری خاک می‌تواند یکی از دلایل کاهش توان بوم‌شناختی و زیست‌شناختی یک منطقه و به نوع عامل تخریب اراضی و رخداد بیابان‌زایی باشد. بنابراین با استفاده از ارزیابی شاخص شورش‌دگی خاک در دوره‌های زمانی مختلف می‌توان به روند بیابان‌زایی یک منطقه پی‌برد. (زارعانی و همکاران، ۱۳۹۰)، از شاخص‌های زیر برای تعیین مقدار شوری خاک استفاده گردید (Douaoui et al., 2006).

$$S1 = \sqrt{b2 \times b3} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$S2 = \sqrt{b2^2 + b3^2 + b4^2} \quad \text{رابطه (۴)}$$

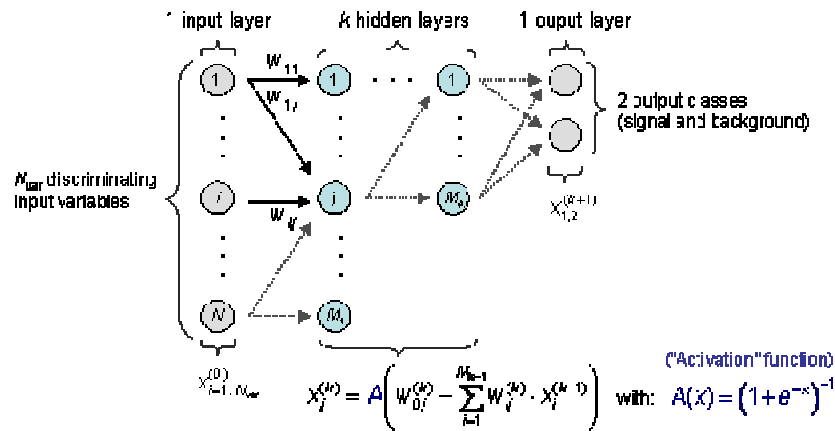
$$S3 = \sqrt{b2^2 + b3^2} \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در این روابط  $b2$  بیانگر باند سبز است که در محدوده طیف مرئی واقع شده،  $b3$  بیانگر باند قرمز است که جهت تشخیص گیاهان استفاده می‌شود،  $b4$  بیانگر باند مادون قرمز نزدیک است در تشخیص میزان سبزیگی گیاهان بکار می‌رود.

به منظور تهیه نقشه کاربری‌های منطقه از روش طبقه‌بندی نظارت شده کاربری‌ها بر اساس روش Fuzzy ARTMAP استفاده شده است (Mannan, Roy, 1998). پس از شناسایی مناطقی که تحت تاثیر بیابان‌زایی قرار گرفته اند، اقدام به پایش روند بیابان‌زایی طی دوره ۲۹ ساله گردید. تغییرات بوسیله رگرسیون لجستیک یا  $MLP^1$  گسترش یافته شبکه عصبی مدلسازی می‌شود. نتیجه در هر دو مورد یک نقشه انتقال بالقوه برای هر انتقال است که یک توضیحی از پتانسیل خاص زمان برای تغییر است. برای پیش‌بینی تغییرات نیاز است که هر یک از انتقالات (تغییرات) به صورت تجربی مدلسازی شود. دو روش برای این کار وجود دارد: رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی  $MLP$  (از بین ۱۲ مدل). در صورت استفاده از سوابق، هر یک از این انتقالات باید به صورت مجزا مدلسازی شود. هرچند اگر مدل  $MLP$  استفاده شود، یک مزیت وجود دارد که می‌تواند چند انتقال یا حتی تمامی انتقالات را مدله کرد. این مورد در صورتی معقول و منطقی است که نیروهای اصلی در این انتقالات مشابه باشند و اینکه یک گروه عام از متغیرهای

<sup>1</sup>- Multi layer Perceptron

تبیینی بتوانند تمامی انتقالاتی که به یک زیرمدل مجتمع شده اند را به اندازه کافی مدله کرد. در این پژوهش نیز از مدل MLP استفاده گردید. اگر بخواهید چند انتقال را در یک زیرمدل گروه کنید، نیاز است که یک اسم عام داشته باشند، مدل نهایی می تواند شامل یک دامنه باشد، یک زیر مدل که تمامی انتقالات را تشریح کند یا برای هر انتقال یک زیر مدل باشد (Collobert, 2004). پرسپترون‌های چند لایه (MLP)، شبکه‌هایی پیشرو با یک لایه مخفی هستند که جزو پرکاربردترین مدل‌های شبکه‌های عصبی به منظور پیش بینی سری‌های زمانی به حساب می آیند. این گونه مدلها از سه لایه پردازش ساده اطلاعات متصل به هم تشکیل شده اند.



شکل ۱: ساختار کلی یک پرسپترون چندلایه

در این مدل بجز گره‌های ورودی، هر گره با یک تابع کنشوری غیرخطی یک نرون (عنصر پردازشی) محسوب می شود. MLP در واقع اصلاح شده مدل پرسپترون خطی استاندارد است و می تواند داده‌هایی که به صورت خطی قابل تفکیک نیستند را متمایز کرد. در این گونه از شبکه‌ها رابطه بین خروجی  $(y_t)$  و ورودی‌ها  $(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p})$  به صورت زیر است:

$$y_t = b_0 + \sum_{j=1}^Q w_j \cdot g(b_{0j} + \sum_{i=1}^P w_{i,j} \cdot y_{t-i}) + \varepsilon_t$$

رابطه (۶)

به طوری که  $w_{ij}$  پارامترهای مدل بوده که غالباً وزنه‌های اتصالی نامیده می شوند، P تعداد گره‌های ورودی و Q تعداد گره‌های مخفی اند. تابع سیگموئیدی اغلب بعنوان تابع کنشوری لایه مخفی مورد استفاده قرار می گیرد.

$$g(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

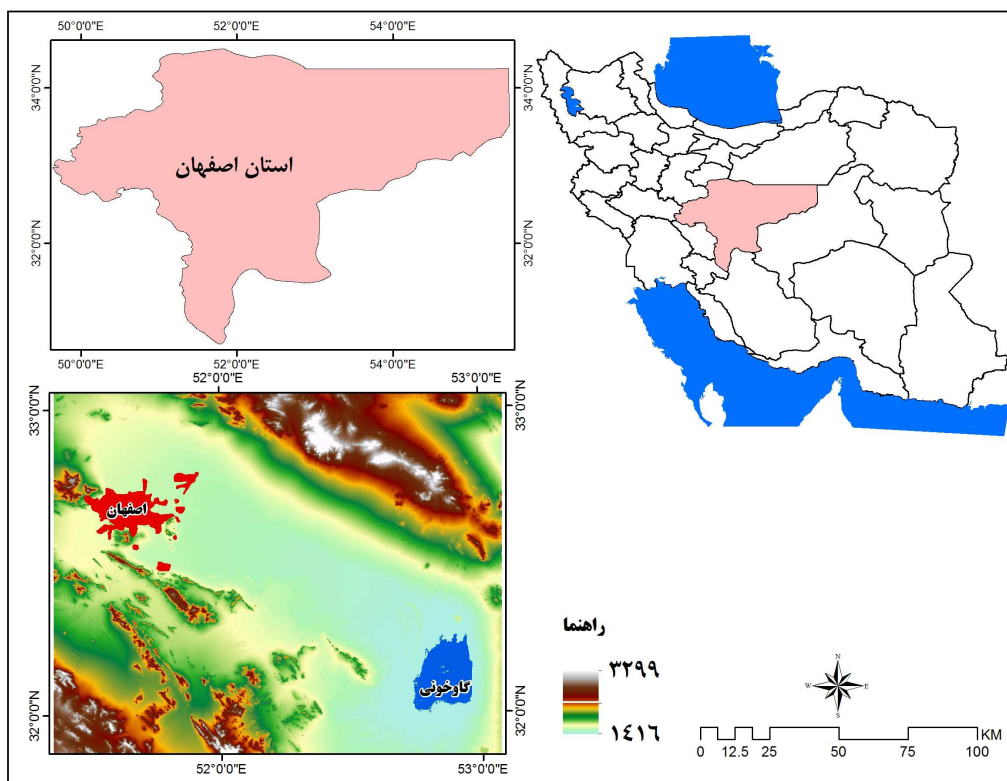
رابطه (۷)

از این رو پرسپترون چندلایه (MLP) اشاره شده در رابطه ۶ در حقیقت بعنوان یک نگاهت غیرخطی از مشاهدات گذشته به مقدار آینده خواهد بود. یعنی:

$$y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}, W) + \epsilon_t \quad \text{رابطه (۸)}$$

به طوری که  $W$  بردار همه پارامترها و  $f$  تابعی است که توسط ساختار شبکه عصبی و وزنه‌های اتصالی تعیین می‌شود، از این رو شبکه‌های عصبی معادل مدل‌های خودرگرسیون غیرخطی هستند. مدل ساده بیان شده در رابطه ۶ دارای قدرت تقریب بسیار زیادی بوده، چرا که قادر است هر تابع دلخواه را به شرط آنکه تعداد گره‌های مخفی ( $Q$ ) به اندازه کافی بزرگ باشد را تقریب بزند. در عمل ساختار یک شبکه عصبی ساده که تعداد نرون کمتری در لایه مخفی خود دارد، غالباً در پیش‌بینی‌های خارج از نمونه بهتر عمل خواهد کرد و این به دلیل دوری جستن از مسئله برازش بیش از حد است که عمدتاً در فرایند مدل‌سازی شبکه‌های عصبی مصنوعی رخ می‌دهد.

در پژوهش حاضر بر اساس مدل شبکه عصبی مصنوعی MLP و با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست وضعیت بیابان‌زایی محدوده شرق شهر اصفهان بررسی شد. (شکل ۲).



شکل ۲: محدوده مورد مطالعه و توزیع ارتفاعی آن

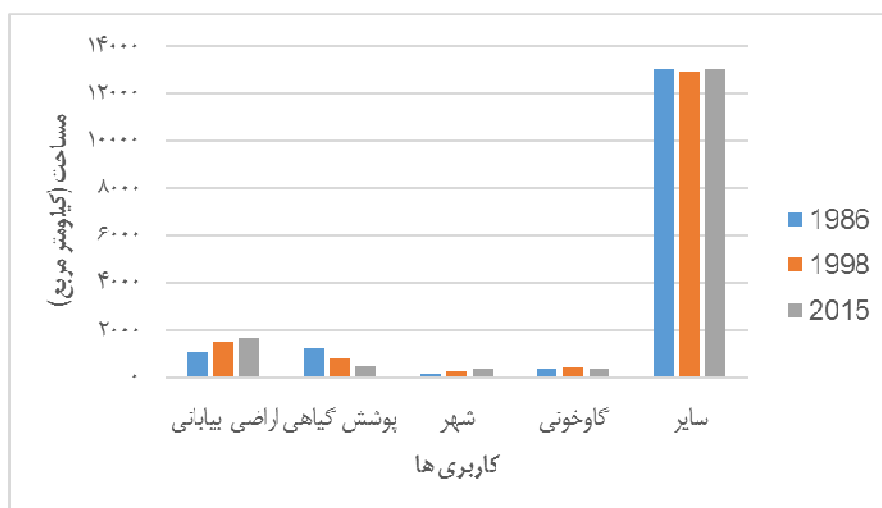


### نتایج و بحث

طبق نتایج بدست آمده از جدول شماره ۲ بیشترین میزان تغییر طی دوره ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۸ مربوط به پوشش گیاهی است که این میزان طی این دوره ۴۶۵ کیلومتر مربع کاهش یافته است. در رتبه دوم اراضی بیابانی و شور است که طی دوره ۱۲ ساله ۴۴۷ کیلومتر مربع افزایش را نشان می دهد. وسعت شهر و محدوده گاوخونی در این دوره افزایش به میزان ۱۵۸ و ۳۱ کیلومتر مربع را به ترتیب نشان می دهند، دیگر کاربریهای منطقه حدود ۱۴۳ کیلومتر مربع طی دوره ۱۲ ساله کاهش داشته اند. اما طی دوره ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۵ افزایش مناطق شور و بیابانی رشد کمتری را نشان می دهد به گونه ای که طی این دوره ۱۳۷ کیلومتر مربع از منطقه با شدت بیابان زایی مواجه بوده است. پوشش گیاهی منطقه باز هم مانند دوره قبلی کاهش را نشان می دهد که این میزان حدود ۳۲۷ کیلومتر مربع است. اما برعکس دوره قبلی از میزان رطوبت سطح گاوخونی کاسته شده است به گونه ای که وسعت این پهنه حدود ۵۱ کیلومتر مربع کمتر شده است. وسعت شهر و دیگر کاربریها نیز در این دوره با رشد همراه بوده اند.

جدول ۲: مساحت کاربری ها (کیلومتر مربع)

کاربری	سال ۱۹۸۶	سال ۱۹۹۸	سال ۲۰۱۵
اراضی بیابانی	۱۰۸۸	۱۵۳۵	۱۶۷۲
پوشش گیاهی	۱۲۷۳	۸۰۸	۴۸۱
شهر	۱۳۰	۲۸۸	۳۹۰
گاوخونی	۴۱۹	۴۵۰	۳۹۹
سایر	۱۳۰۳۹	۱۲۸۹۶	۱۳۰۶۵



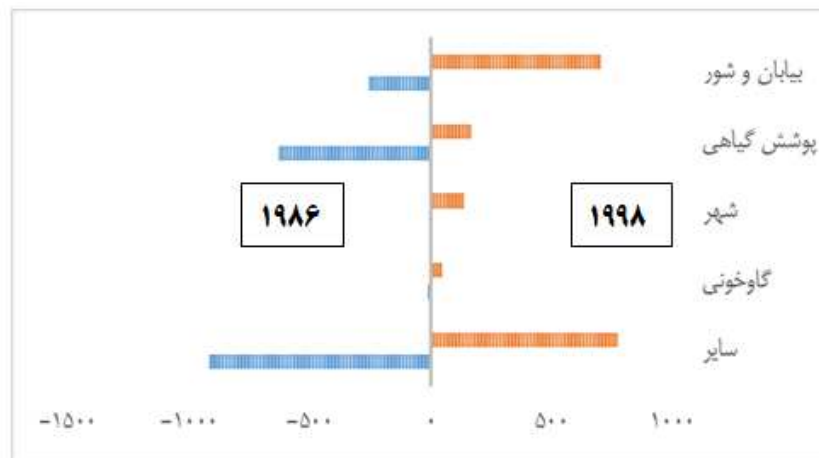
شکل ۳: نمودار مساحت کاربریها (کیلومتر مربع)

جدول ۳: درصد تغییرات کاربری‌ها (۱۹۹۸-۱۹۸۶)

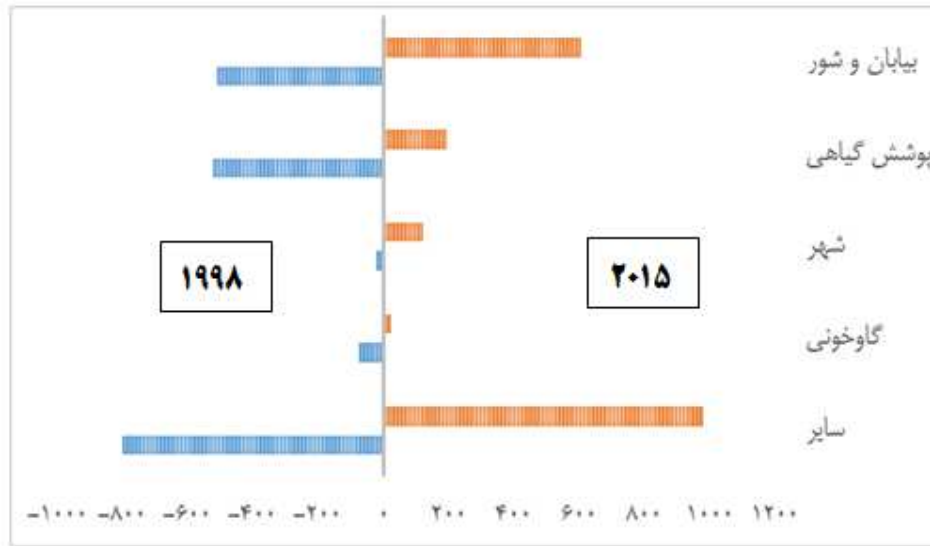
نوع کاربری	اراضی بیابانی و شور	پوشش گیاهی	شهر	گاوخونی	سایر
اراضی بیابانی و شور	۰	-۲/۱۶	۰/۱۸	۰/۳۴	-۳۹/۷۲
پوشش گیاهی	۱/۸۳	۰	۵/۴۶	۰	۲۹/۲۵
شهر	-۲/۰۳	-۷۱/۸۶	۰	۰	-۶۰/۷۷
گاوخونی	-۰/۸۸	-۰/۰۱	۰	۰	-۶/۶۲
سایر	۳/۲۹	-۲/۸۶	۰/۴۵	۰/۲۱	۰

جدول ۴: درصد تغییرات کاربری‌ها (۲۰۱۵-۱۹۹۸)

نوع کاربری	اراضی بیابانی و شور	پوشش گیاهی	شهر	گاوخونی	سایر
اراضی بیابانی و شور	۰	-۳/۶۵	۰/۱۴	-۰/۳۳	-۲/۵۸
پوشش گیاهی	۶/۹	۰	۲/۵۸	۰	۳۰/۹۵
شهر	-۰/۹۴	-۹/۱۷	۰	۰	-۳۳/۶۹
گاوخونی	۰/۷۷	-۰/۰۱	۰	۰	۱۰/۴۹
سایر	۰/۳	-۱/۹۴	۰/۵۹	-۰/۳۷	۰



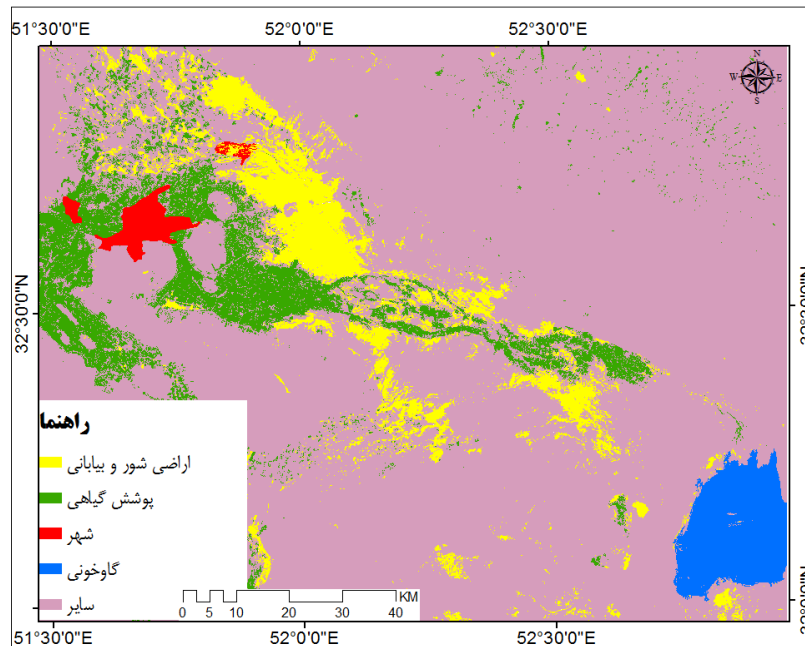
شکل ۴: تغییرات کاربری‌ها (۱۹۹۸-۱۹۸۶) (کیلومتر مربع)



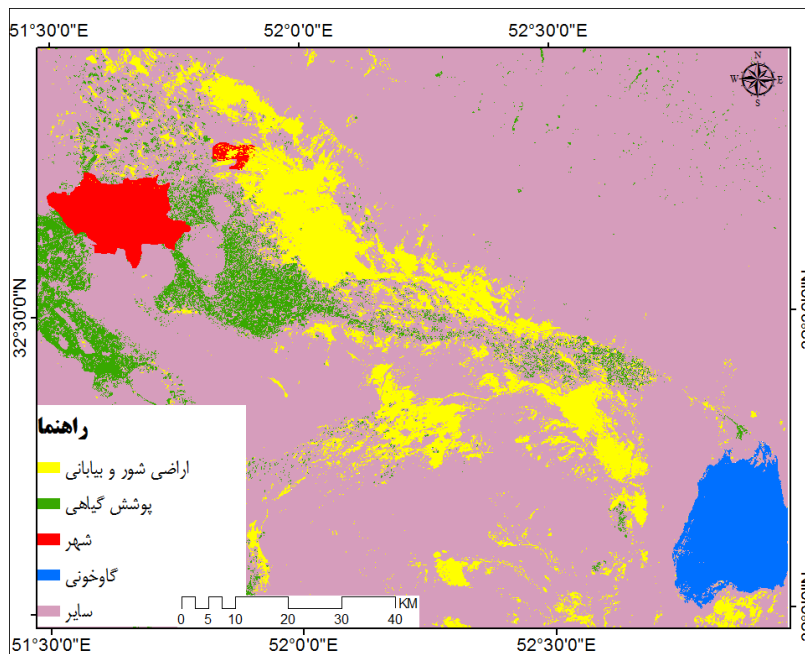
شکل ۵: تغییرات کاربری‌ها (۱۹۹۸-۲۰۱۵) (کیلومتر مربع)

طبق نقشه های بدست آمده شماره (۶، ۷، ۸) بیشترین میزان کاهش سطح پوشش گیاهی در بخش شرقی شهر اصفهان در حوالی مناطق اژیبه و ورزنه دیده می شود به گونه ای که در دوره آخر این بخش از منطقه تقریباً عاری از پوشش گیاهی قابل توجهی است. در قسمت های جنوب شرقی شهر اصفهان بعد از خوراسگان نیز این فرایند رخ داده که بخش اعظم پوشش گیاهی منطقه از بین رفته است. همین کاهش را می توان در بخش غرب و جنوب غربی شهر اصفهان نیز مشاهده نمود که بیانگر کاهش توان اکولوژیک و بیولوژیک منطقه است.

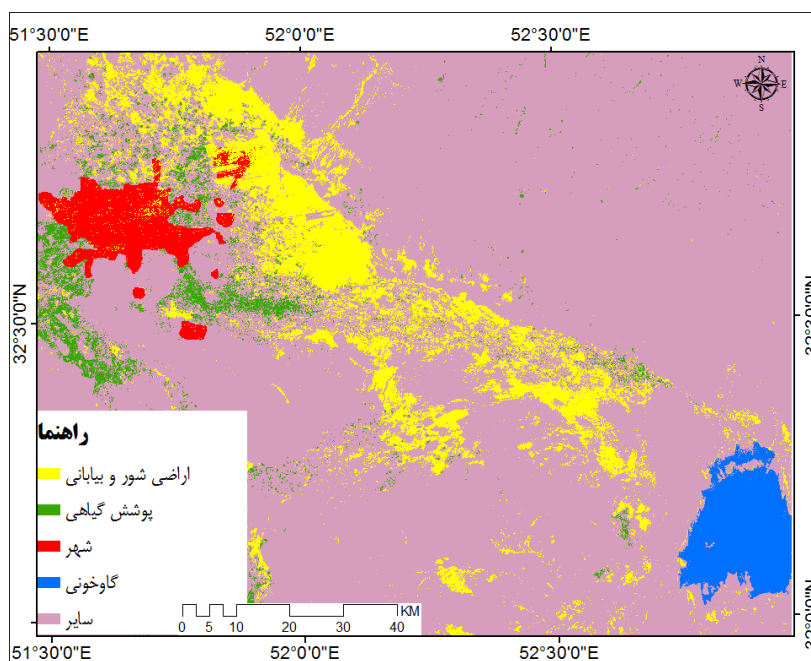
مناطق شور و بیابانی بر اساس نقشه های تهیه شده طی این دوره جایگزین اراضی دارای پوشش گیاهی شده است. هجوم این اراضی بیشتر در بخش شمالی و شرقی شهر اصفهان دیده می شود که با کاهش شدید پوشش گیاهی همراه بوده است. این شورشدگی خاک ناشی از بیابان زایی است که باعث کاهش توان بوم شناختی و زیست شناسی منطقه گردیده است و نتیجتاً عامل تخریب اراضی و رخداد بیابان زایی شده است. این مناطق را می توان بعنوان کانون های تغییر کاربری و افت پتانسیل محیطی در محدوده معرفی نمود (بر مبنای افزایش میزان شوری خاک و افت شدید پوشش گیاهی در طی این دوره) (شکل ۶ و ۷ و ۸). علت کاهش توان زیست محیطی بخش های اطراف شهر را می توان ناشی از تغییرات کاربری اراضی، گسترش شهرنشینی، تخریب مراتع، فعالیت های کشاورزی، افزایش فرسایش پذیری خاک که عمدتاً عوامل انسانی هستند معرفی نمود. این افزایش مناطق شور می تواند بعنوان مناطق و کانونهای بحرانی شناسایی شوند.



شکل ۶: کاربری های اراضی در سال ۱۹۸۶



شکل ۷: کاربری های اراضی در سال ۱۹۹۸



شکل ۸: کاربریهای اراضی در سال ۲۰۱۵

### نتیجه گیری

در حال حاضر بیابان زایی بعنوان یک پدیده مخرب، بسیاری از کشورهای جهان بویژه کشورهای در حال توسعه را تحت تاثیر قرار می دهد که نتیجه آن از بین رفتن منابع تجدید شونده در هر یک از این کشورهاست (احمدی، ۱۳۸۷). بیابان زایی نه تنها در نواحی خشک و نیمه خشک، بلکه در بخشهایی از مناطق نیمه مرطوب نیز به وقوع می پیوندد. در این پژوهش با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند زمانه اقدام به شناسایی وضعیت بیابان زایی و شوری منطقه اصفهان گردید. در این راستا ابتدا تصاویر ماهواره ای سه دوره ۱۹۸۶ و ۱۹۹۸ و ۲۰۱۵ استخراج و تصحیح گردید. در مرحله بعدی شاخص های سه گانه شوری جهت شناسایی مناطق تحت تاثیر بیابان زایی بر روی تصاویر اعمال گردید. بعنوان مکمل کار و تکمیل این بخش شاخص NDVI برای تعیین پوشش گیاهی منطقه محاسبه گردید. جهت شناسایی تغییرات در این دوره نقشه کاربری اراضی در سه تاریخ بر اساس روش Fuzzy ArtMap تهیه گردید و نهایتا میزان تغییرات با روش شبکه عصبی MLP بدست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که پوشش گیاهی منطقه در طی ۲۹ سال اخیر بیش از ۶۰ درصد کاهش داشته است که بیشترین میزان کاهش در بخش جنوب شرقی و شرق شهر اصفهان دیده می شود. از طرفی کاهش زیادی هم در بخشهای شمالی شهر دیده می شود. این کاهش در میزان پوشش گیاهی با افزایش شدید مناطق شور و بیابانی منطقه همراه شده است به طوری که حدود ۵۸۰ کیلومتر مربع به میزان این کاربری اضافه شده است. بیشترین افزایش میزان شوری و مناطق بیابانی در بخش هایی بوده که با کاهش شدید پوشش گیاهی همراه بوده اند. در پایان پیشنهاد می شود ضمن شناخت و ارزشگذاری تنوع

گیاهی و جانوری منطقه به ملاحظات بوم شناختی و زیست محیطی در امر توسعه و در هنگام اولویت بندی طرحهای مرتبط با توسعه پایدار منطقه توجه ویژه شود و اساسا چیدمان توسعه متناسب با توان اکولوژیک منطقه صورت گیرد. در عین حال، استفاده از شیوه های نوین آبیاری، کشت ارقام با نیاز آبی پایین و مقاوم به خشکی، مدیریت مصرف آب در بخش های کشاورزی و صنعتی، بهره برداری کنترل شده منابع و سفره های آب زیرزمینی به منظور کاهش شوری اراضی منطقه، بررسی و توسعه گونه های گیاهی بومی و سازگار به زیست بوم منطقه با توجه به فناوریهای نوین و بیولوژیک و خودداری از تبدیل بیرویه اراضی کشاورزی اعم از باغی و زراعی به واحدهای صنعتی و مسکونی می تواند در این زمینه مورد توجه قرار گیرد. این مهم نیازمند فرهنگ سازی و ارتقا دانش فنی بهره برداران عرصه منابع طبیعی، مشارکت همه جانبه، هماهنگی و همگرایی همه سازمان ها و دستگاههای متولی (منابع طبیعی، کشاورزی، محیط زیست، منابع آب و ...) است.

## منابع

- احمدی، حسن (۱۳۸۷)، ژئومورفولوژی کاربردی بیابان - فرسایش بادی، جلد دوم، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- اکبری، مرتضی، کریم زاده، حمیدرضا، مدرس، رضا، چکشی، بهاره (۱۳۸۶)، ارزیابی و طبقه بندی بیابان زایی با فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه خشک شمال اصفهان)، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۴، شماره ۲، صفحه ۱۲۴-۱۴۲.
- خانمانی، علی، جعفری، رضا، کریم زاده، حمیدرضا (۱۳۹۰)، استفاده از معیار وضعیت پوشش گیاهی و مدیریت اراضی جهت ارزیابی بیابان زایی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال دوم، شماره ۲، صفحه ۴۱-۵۳.
- دادرسی، سبزواری، ابوالقاسم، پاکپور (۱۳۸۶)، بررسی روند بیابان زایی به روش سنجش از دور و نزدیک در اراضی دشت سبزواری، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۴، شماره ۱، صفحه ۳۳-۵۲.
- زارعانی ارانانی، محمد، حکیم زاده، محمدعلی، گیوئی اشرف، زهرا، ابراهیمی خوسفی، زهره (۱۳۹۰)، روندیابی شوری خاک با استفاده از سنجش از دور به منظور ارزیابی بیابان زایی مطالعه موردی دشت مروست استان یزد، مجموعه مقالات دومین همایش ملی مقابله با بیابان زایی و توسعه پایدار تالابهای کویری ایران، تهران.
- سپهر، عادل، اختصاصی، محمدرضا، المدرسی، سیدعلی (۱۳۹۰)، ایجاد سامانه شاخصهای بیابانزایی بر اساس DPSIR (بهره گیری از روش فازی-تاپسیس)، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۳، پیاپی ۴۵، شماره ۱، صفحه ۳۳-۵۰.
- صدری، سجاد (۱۳۹۴)، پایش بیابان زایی کویر درانجیر، پایان نامه کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، به راهنمایی دکتر علیرضا تقیان، دانشگاه اصفهان، ۹۳ صفحه.
- فتاحی، محمدمهدی (۱۳۸۸)، بررسی روند بیابان زایی در استان قم با استفاده از داده های سنجش از دور با تاکید بر تغییرات استفاده از اراضی و تغییرات کمی و کیفی منابع آب، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۶، شماره ۲، صفحه ۲۳۴-۲۵۳.
- مرادی، حمیدرضا، فاضل پور، محمدرضا، صادقی، حمیدرضا، حسینی، زین العابدین (۱۳۸۷)، بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان زایی محدوده شهر اردکان با استفاده از سنجش از دور، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، شماره ۱، صفحه ۱-۱۲.
- موسوی، حجت، ولی، عباسعلی، معیری، مسعود، رنجبر، ابوالفضل (۱۳۹۲)، پایش وضعیت بیابان زایی کویر حاج علی قلی (۱۹۸۷، ۲۰۰۶)، پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی، شماره ۴، بهار، صفحه ۸۵-۱۰۲.

- Ali, R. R. & Baroudy, E.I. (2008), Use of GIS in Mapping the Environmental Sensitivity to Desertification in Wadi El Natrun Depression, Egypt. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol 2, Issue 1, pp 157-164.
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., (2004), Digital Change Detection Methods Cracknell, A.P., 1997. *The Advanced Very High Resolution Radiometer*. Taylor & Francis, London.
- Cracknell, A.P., (1997), *The Advanced Very High Resolution Radiometer*. Taylor & Francis, London.
- Douaoui, A.E.K., Nicolas, H., and Walteer, Ch., (2006), Detecting Salinity Hazards within a Semiarid Context by Means of Combining Soil and Remote Sensing Data, *Journal of Geoderma*, No. 134, PP. 217-230.
- Douaoui, A.E.K., Nicolas, H., and Walteer, Ch., (2006), Detecting Salinity Hazards within a Semiarid Context by Means of Combining Soil and Remote Sensing Data, *Journal of Geoderma*, No. 134, PP. 217-230.
- Giordano L, Giordano, F. Grauso, S. Lannetta, M. Scicortino, M. Bonnati, G., & Borfecchia. F., (2002), Desertification vulnerability in Sicily, Proc. of the 2nd Int. Conf., On New Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life:Eco-compatible solutions for Aquatic Environmental, Capri, Italy.
- Haibin, S., Jin, Z., Shuqing, Y., Liang, L., (2010), Study of regional evapotranspiration of Hetao irrigation district based on TMImages. In: Proceedings of the 17th World Congress of the International Commission of Agriculture and Biosystems Engineering (CIGR), Quebec City, Canada.
- Harashe h, R.Tatashi, (2000), Desertificatoin mapping of west ASIA –GIS and Remot sensing applicione available at <http://www.gis.development.net/aars> in Ecosystem Monitoring: A Review, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25.
- Jinya Lia, Xiuchun Yanga, Yunxiang Jina, Zhi Yangb, Wenguang Huangc, Lina Zhaod, Tian Gaoa, Haida Yua, Hailong Maa, Zhihao Qina, Bin Xu, (2013), Monitoring and analysis of grassland desertification dynamics using Landsat images in Ningxia, China, *journal of Remote Sensing of Environment*, Volume 138, November 2013, Pages 19–26.
- Khoi, D. D., Y., Murayama, (2010), Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao Landscape and Urban Planning, 78 (4), 322-333.
- Lamchin M, Lee JY, Lee K, Lee eun, Kim M, Lim H, Choi H, Kim S, (2016), Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in a local region of Mongolia, *advances in space research*, Volume 57, Issue 1, 64–77.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., and Moran, E., (2004), Change Detection Techniques, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25, No. 12, PP. 2365-2407.
- M. Dawelbaita, b, F. Morari, (2012), Monitoring desertification in a Savannah region in Sudan using Landsat images and spectral mixture analysis, *Journal of Arid Environments*, Volume 80, May 2012, Pages 45–55.
- Mannan, B. and Roy, J., (1998), Fuzzy ARTMAP supervised classification of multi-spectral remotely-sensed images. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 767-774.
- National aeronautics and space administration, Landsat handbook.
- Qi, Y., Chang, Q., Jia, K., Liu, M., Liu, J., Chen, T., (2012), Temporal-spatial Variability of Desertification in an Agro-pastoral Transitional Zone of Northern Shaanxi Province, China, *Journal of Catena*, Vol. 88, No. 1, PP. 37-45.
- Rao K., (2006), *Economic Sustainable Development and Mechanisms*, Translator R., Yavari, Tehran University Press, 575 pp.
- Singh, A., (1989), Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 10, No. 6, PP. 989-1003.
- Vaclavik, T., J., Rogan, (2009), Identifying trends in land use/land cover changes in the context of postsocialist.
- Wang X., Chen F., and Dong Z., (2006), The relative role of climatic and human factors in desertification in semiarid China. *Environmental Change* 16, 48-57.
- Wu, Q., et al., (2006), Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS. [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov).

## Assessment of the Isfahan Desertification Changes Using Remote Sensing and Artificial Neural Network

A.H. Halabian<sup>1\*</sup>, M. Soltanian<sup>2</sup>

1- Associate Professor, Geography Department, Payame Noor University, Tehran, Iran

Email: halabian\_a@yahoo.com

2- PhD student, Isfahan University

Received: 2016.05.01

Accepted: 2016.10.05

---

### Abstract

Desertification is the ecological and biological reduction of land that may occur naturally or unnaturally. The desertification processes influence the arid and semiarid regions essentially and decrease the land's efficiency with increasing speeds. Therefore, recognizing this phenomenon is very important. In this research, the Landsat satellite images 5 and 8 were used as the study base for studying region desertification. Moreover, the topography maps 250000 and 50000 and geology maps were used as a complement too. After completing the information database, first, the soil salinity and vegetation NDVI indices were extracted from the satellite images. According to the artificial neural network MLP method, the usage was recognized in the studied region, according to the controlled categorization method Fuzzy ARTMAP. According to the studied satellite images, Isfahan has been grown about 260 km<sup>2</sup>. During this 29 years' period, the eastern and southeast regions of Isfahan indicate the most decline in vegetation that has been encountered to decline about 60% relative to the first year of study. This decline amount is considerable in the north region of Isfahan too. With decreasing the vegetation in these regions, the onset of saline and desert lands is visible that displaced to regions with vegetation. This increasing amount in saline and desert regions is about 580 km<sup>2</sup> that represents decreasing the ecological and biological potential of the region.

**Key words:** Desertification, NDVI index, salinity, Landsat, Artificial neural network, Isfahan.