Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

حساسیت‌پذیری تخریب زمین در حوزه آبخیز شازند استان مرکزی به عوامل جمعیتی و مدیریتی

علی‌اکبر داودی‌راد[۱]، سیّدحمیدرضا صادقی[۲] و امیر سعدالدین[۳]

۱- دانشجوی مقطع دکتری رشته علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی استان مرکزی

۲- استاد (نویسنده مسئول) گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

sadeghi@modares.ac.ir

چکیده

امروزه عوامل انسانی شاید بیش از هر عامل دیگری بر فرآیند تخریب زمین موثر باشد. لکن این مهم کم‌تر مورد توجه مدیران و سیاست‌گزاران قرار گرفته است. در این راستا پژوهش حاضر در حوزه آبخیز شازند با بهره‌برداری‌ها و مدیریت‌های متنوع و توسعه صنعتی قابل توجه، با هدف بررسی نقش عوامل جمعیتی و مدیریتی در تغییرات حساسیت به تخریب زمین و بر مبنای شاخص منطقه حساس محیطی (ESAI)، در بازه زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۳ برنامه‌ریزی شد. نتایج نشان داد که امتیاز عامل انسانی و مدیریتی در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۳ در طبقه بحرانی قرار گرفته است. مهم‌ترین عامل در بروز این تغییرات، گروه متغیرهای مغایرت کاربری و به‌ویژه میزان تغییرات مغایرت کاربری اراضی بوده و متغیرهای جمعیتی در ابتدای دوره زمانی اثرگذاری بیش‌تری داشته است.

کلمات کلیدی: حساسیت به تخریب، مدیریت استفاده از زمین، مدیریت سازگار، مغایرت کاربری اراضی

مقدمه

با توجه به روند روبه‌رشد جمعیت و هم‌چنین توسعه اقتصادی، بهره‌برداری غیرعلمی و غیرمنطقی از منابع طبیعی، بروز تخریب زمین[۱۰] اجتناب‌ناپذیر است. از این‌رو کاربری زمین و نوع برنامه مدیریتی آن به‌عنوان رد پای انسان[۱۱] (واریس و همکاران، ۲۰۱۴)، از مهم‌ترین عوامل موثر بر تخریب زمین تلقی می‌شود. لذا تخریب زمین فرآیند پیچیده‌ایی است که اندازه‌گیری آن آسان نبوده و معیارها و شاخص‌های متفاوتی برای سنجش و ارزیابی آن در نظر گرفته می‌شود (ناشترگیل و همکاران، ۲۰۱۰). در این رابطه می‌توان به معیار شاخص منطقه حساس محیطی[۱۲] اشاره نمود که بر مبنای پروژه استاندارد MEDALUS[۱۳] بنا نهاده شده و برآیند کل فرآیند تخریب را نشان می‌دهد و متغیرهای مورد استفاده در آن با توجه به شرایط منطقه‌ای و ماهیت موضوع مورد بررسی، در چهار گروه عوامل اقلیمی، زمین‌شناسی و خاکی، پوشش گیاهی و انسانی و مدیریتی قرار می‌گیرد (باسو و همکاران، ۲۰۰۰؛ فرارا و همکاران، ۲۰۱۲). ESAI در مطالعات مختلف استفاده و اعتبار آن در ارزیابی و تعیین سطح تخریب واقعی و آسب‌پذیری زمین[۱۴] مورد تایید قرار گرفته است (کونتادور و همکاران،

10 Land Degradation
11 Human Footprint
12 Environmental Sensitive Area Index, ESAI
13 The Mediterranean Desertification and Land Use
14 Land Vulnerability

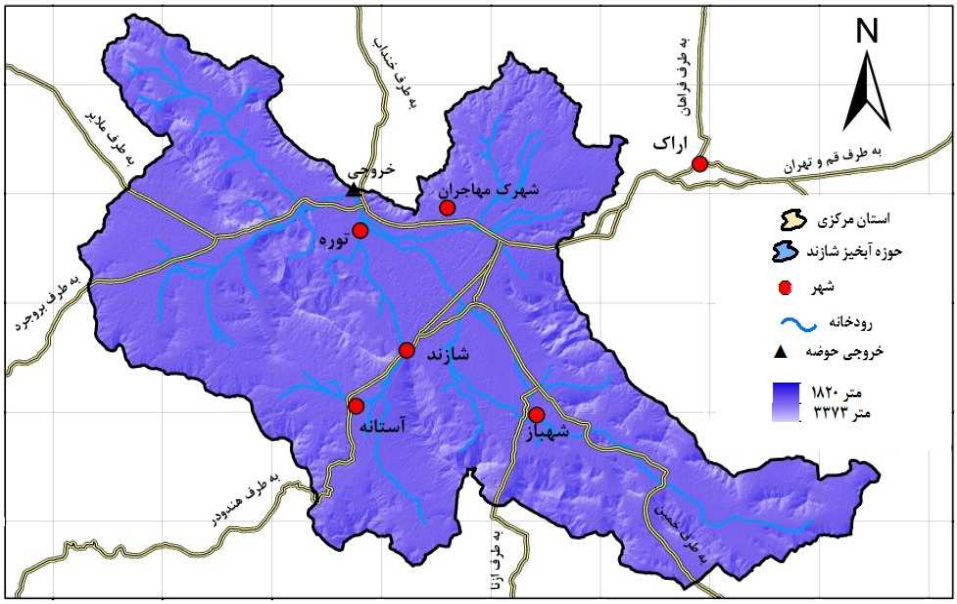
www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۰۹). در این راستا می‌توان به پژوهش باسو و همکاران (۲۰۰۰)، سالواتی و زیتی (۲۰۰۹) و فرارا و همکاران (۲۰۱۲) در جنوب و بخش مرکزی ایتالیا، بکر و همکاران (۲۰۱۲) در مصر و نیز پرواری و همکاران (۲۰۱۱)، بحرینی و پهلوان‌راوی (۲۰۱۳)، زهتابیان و همکاران (۱۳۸۶)، طباطبایی‌فر و همکاران (۱۳۹۱) و رایگانی و همکاران (۱۳۹۲) در ایران به ارزیابی خطر بیابان‌زایی اشاره نمود. حال آن‌که پژوهش‌های مستند در خصوص نقش عوامل انسانی در تغییر حساسیت تخریب زمین در سطح حوزه‌های آبخیز کم‌تر مورد توجه بوده است. لذا در پژوهش حاضر تغییرپذیری عوامل انسانی و مدیریتی و نقش آن در روند حساسیت به تخریب زمین در حوضه‌ای در جنوب غربی استان مرکزی به سبب تغییرات خاص به‌ویژه در طی دو دهه اخیر، مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا روند تخریب زمین در منطقه مورد مطالعه بر اساس شاخص ESA (ESAI) و در چارچوب شکل اصلی و با توجه به گروه عوامل انسانی و مدیریتی تحلیل شد.

مواد و روش ها

حوزه آبخیز شازند با مختصات جغرافیایی "۱۵ '۴ °۴۹ تا "۱۲ '۵۲ °۴۹ طول شرقی و "۴۲ '۴۴ °۳۳ تا "۱۳ '۱۲ °۳۴ عرض شمالی و مساحت ۱۷۴۰ کیلومتر مربع، یکی از زیرحوضه‌های دریاچه نمک است (شکل ۱). متوسط بارندگی سالانه حوزه آبخیز شازند برابر ۴۲۸/۸ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه آن برابر ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر اساس روش آمبرژه، اقلیم این منطقه نیز در طبقه نیمه خشک معتدل تا نیمه خشک سرد قرار می‌گیرد (داودی‌راد و صادقی، ۱۳۹۴). بیش‌ترین مساحت حوضه مربوط به طبقه شیب کم‌تر از ۵ درصد بوده که دشت حاصل‌خیز شازند را در خود جای داده است. مهم‌ترین مراکز سکونت‌گاهی منطقه شامل شهرهای شازند، آستانه، مهاجران و شهباز و مهم‌ترین واحدهای صنعتی نیز شامل پتروشیمی، پالایشگاه و نیروگاه حرارتی می‌باشند که به‌تدریج بعد از سال ۱۳۶۷ فعال شدند. جمعیت حوزه آبخیز براساس آمار سرشماری نفوس و مسکن کشور از ۷۵۲۰۴ نفر در سال ۱۳۵۵ به ۱۰۲۲۷۸ نفر در سال ۱۳۹۰ رسیده که متاثر از شرایط رژیم گذشته در ایران، پیروزی انقلاب، جنگ تحمیلی و توسعه صنعتی، دچار تغییرات زیادی شده است.



شکل ۱- سیمای عمومی حوزه آبخیز شازند در استان مرکزی

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی حساسیت به تخریب و تحلیل تغییرات آن در حوزه آبخیز شازند و متاثر از عوامل انسانی و مدیریتی بر اساس ESAI و در مقاطع زمانی ۱۳۶۵، ۱۳۷۷، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۳ متناسب با روند و تغییرات توسعه‌ای در منطقه مورد مطالعه انجام شد. در گروه عوامل انسانی و مدیریتی متغیرهای تراکم جمعیت[۱۵]، میزان رشد سالانه جمعیت[۱۶] (سالواتی و کارلوسی، ۲۰۱۰) و میزان تطابق کاربری[۱۷] (سکوتی اسکوئی و فرشاد، ۱۳۷۹) (مغایرت کاربری اراضی متناسب با قابلیت و استعداد منطقه) و درصد تغییرات سالانه مغایرت‌ها، متناسب با شرایط منطقه و موجودیت داده‌ها، درنظر گرفته شد.

پس از تهیه هر متغیر در چهار مقطع زمانی، مقادیر آن‌ها در دامنه یک (بدون تخریب) تا دو (بالاترین حساسیت به تخریب) مد نظر قرار گرفت (فرارا و همکاران، ۲۰۱۲). تنظیم طبقات و امتیازدهی هر متغیر در دامنه یک تا دو براساس سوابق مرتبط (باسو و همکاران، ۲۰۰۰؛ کونتادور و همکاران، ۲۰۰۹)، هیستوگرام تغییرات، حداقل و حداکثر مقادیر هر متغیر در مقاطع زمانی مورد مطالعه و در نهایت شرایط منطقه‌ای صورت گرفت. سپس با توجه به متغیرهای هرگروه، از طریق میانگین هندسی، مقدار عامل‌های مورد نظر محاسبه شد. در نهایت پهنه‌بندی حوزه آبخیز شازند بر اساس ESAI، از طریق ترکیب لایه‌های عوامل مورد استفاده و براساس مسیر بیان شده در محیط نرم‌افزار ArcGIS صورت گرفته و در ادامه مقادیر ESAI متاثر از عامل انسانی و مدیریتی در چهار طبقه از کم تا زیاد به‌صورت شرایط بدون مشکل[۱۸](ESAI<۱/۱۷۵)، در معرض تخریب[۱۹] (۱/۱۷۵>ESAI>۱/۲۲۵)، شکننده[۲۰] (۱/۲۲۵>ESAI>۱/۳۷۵) و بحرانی[۲۱] (۱/۳۷۵>ESAI) (فرارا و همکاران، ۲۰۱۲) طبقه‌بندی شده و مساحت هر طبقه و در مقاطع زمانی مورد مطالعه در حوزه آبخیز شازند حاصل شد. هم‌چنین به‌منظور بررسی نقش عامل انسانی و مدیریتی در تغییرات ESAI، چهار متغیر آن در دو گروه متغیرهای جمعیتی شامل تراکم و میزان رشد جمعیت و متغیرهای مغایرت کاربری شامل تراکم مغایرت و میزان تغییرات سالانه مغایرت کاربری مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

طبقات و امتیازات متغیرهای مورد استفاده در گروه‌های عوامل انسانی و مدیریتی در جدول ۱ آمده است. با توجه عوامل مورد استفاده، نقشه‌های ESAI در مقاطع ۱۳۶۵، ۱۳۷۷، ۱۳۸۷و ۱۳۹۳ در حوزه آبخیز شازند تهیه شد. درصد مساحت طبقات چهارگانه آن بر مبنای عامل انسانی و مدیرتی، به تفکیک مقاطع زمانی در جدول ۲ ارائه شده است. هم‌چنین نقش عامل انسانی و مدیریتی در تغییرات ESAI در شکل ۲ نشان داده شده است.

15 Population Density
16 Annual Population Growth Rate
17 Land Use Compatibility
18 Non Affected
19 Potentially Affected
20 Fragile
21 Critical

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- طبقات و امتیازات ESAI عوامل انسانی و مدیریتی

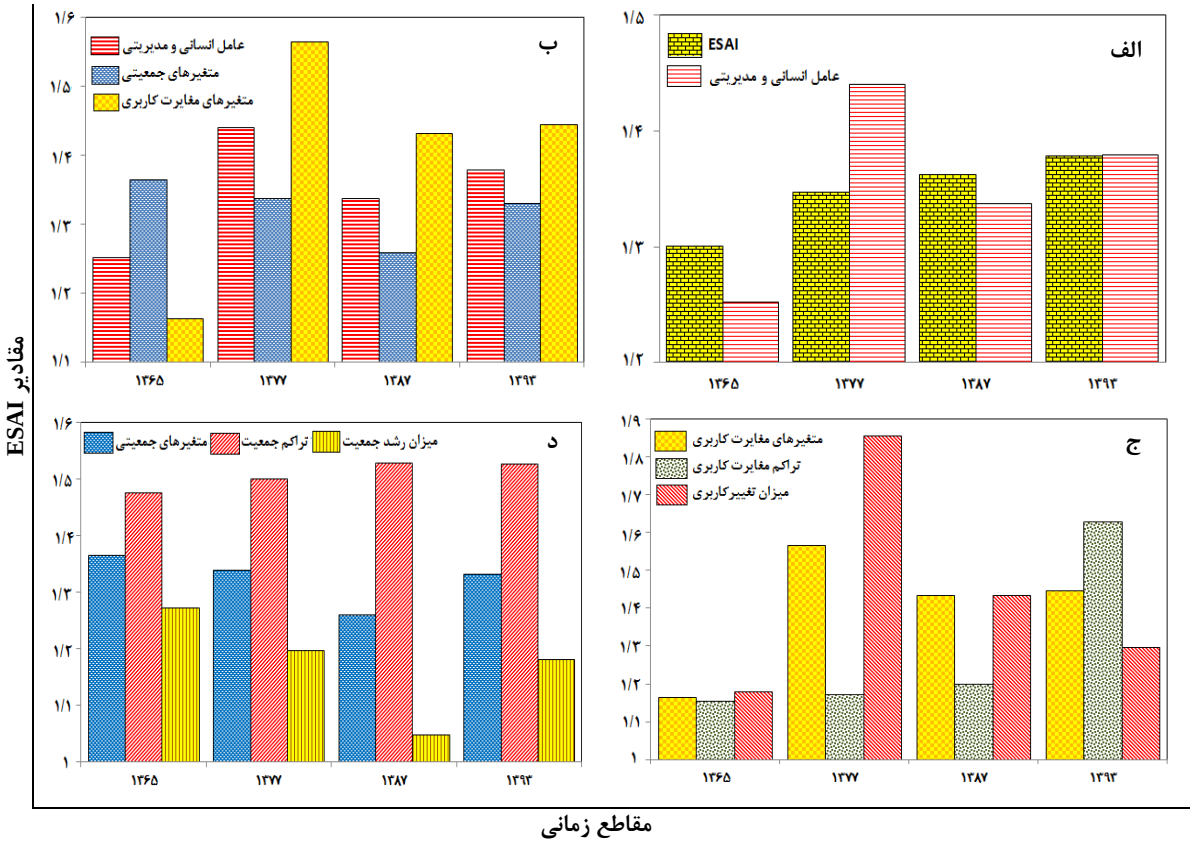
متغیر	طبقات	امتیاز
تراکم جمیت (نفر بر کیلومتر مربع)	۱۰>	۱
	۲۰-۱۰	۱/۱
	۳۰-۲۰	۱/۲
	۵۰-۳۰	۱/۴
	۷۵-۵۰	۱/۶
	>۷۵	۲
رشد جمعیت (درصد)	۰/۵>	۱
	۱-۰/۵	۱/۱
	۱/۵-۱	۱/۲
	۲-۱/۵	۱/۴
	۳-۲	۱/۶
	>۳	۲
مغایرت کاربری اراضی (درصد مساحت)	۱۰>	۱
	۱۸-۱۰	۱/۳
	۲۵-۱۸	۱/۶
	>۲۵	۲
تغییر سالانه مغایرت کاربری اراضی (درصد)	۱>	۱
	۲-۱	۱/۱
	۳-۲	۱/۲
	۴-۳	۱/۴
	۸-۴	۱/۶
	>۸	۲

جدول ۲- درصد مساحت طبقات حساسیت زمین به تخریب براساس عامل انسانی و مدیریتی در حوزه آبخیز شازند در مقاطع مختلف زمانی

مقاطع زمانی	طبقات ESAI			
	NA	PA	F	C
۱۳۶۵	۳۶/۰۷	۹/۹۳	۳۷/۳۵	۱۶/۶۵
۱۳۷۷	۱/۳۹	۲/۳۹	۴۲/۰۹	۵۴/۱۳
۱۳۸۷	۱۰/۳۲	۱۱/۹۶	۳۲/۸۹	۴۴/۸۳
۱۳۹۳	۱۰/۳۱	۱۲/۱۱	۱۶/۴۲	۶۱/۱۶

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- وضعیت عامل انسانی و مدیریتی نسبت به ESAI (الف)، دو گروه متغیرهای جمعیتی و مغایرت کاربری نسبت به عامل انسانی و مدیریتی (ب)، متغیرهای تراکم و میزان تغییرات مغایرت کاربری و برآیند آن (ج) و متغیرهای تراکم و میزان رشد جمعیت و برآیند آن (د) در حوزه آبخیز شازند و در مقاطع زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۳.

بحث

حوزه آبخیز شازند که به استناد شرایط اقلیمی و بارش از دیرهنگام قطب کشاورزی محسوب می‌شده، از سال ۱۳۶۷ از نظر صنعتی جایگاه خاصی پیدا کرده و صنایع مهمی در آن به‌وجود آمد. از سوی دیگر وقوع اتفاقات مهمی در کشور مانند پیروزی انقلاب و جنگ تحمیلی و تاثیرات آن بر تغییرات جمعیتی، مباحث اقتصادی (فروتن، ۱۳۹۰) و مدیریت استفاده از زمین، در این منطقه نیز مشهود بوده و از نظر تخریب زمین نیز جنبه‌های متفاوتی در پی داشته است. لذا در پژوهش حاضر با توجه به عدم تغییر معنی‌دار مقدار بارش منطقه در یک دوره ۳۰ ساله (داودی‌راد و صادقی، ۱۳۹۴)، برای تحلیل حساسیت به تخریب زمین و بررسی تغییرات آن در منطقه مورد مطالعه بر مبنای شاخص ESA، ضرورت توجه و تمرکز بیش‌تر روی عوامل انسانی و مدیریتی مد نظر قرار گرفت.

در منطقه مورد مطالعه دامنه تغییرات تراکم جمعیت کم‌تر از ۱۰ تا بیش از ۷۵ نفر بر کیلومترمربع و به میزان رشد کم‌تر از ۱ تا بیش‌تر از ۳ درصد بوده (جدول ۱) و حداکثر میانگین تراکم جمعیت در منطقه در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۳ دیده می‌شود (به ترتیب ۵۸/۷ و ۵۸/۸ نفر برکیلومتر مربع) و در دوره زمانی مطالعاتی حداکثر میانگین تراکم جمعیت به

www.SID.ir

Archive of SID

میزان ۱/۴ درصد و بر اساس سرشماری سال‌های ۱۳۵۵ و ۱۳۶۵ دیده می شود که همزمان با تحولات پیروزی انقلاب اسلامی و جنگل تحمیلی در کشور ایران بوده و در این دوره به اقتضای شرایط میزان رشد جمعیت و هم‌چنین مهاجرت به شهرها فزونی یافته است (فروتن، ۱۳۹۰). مقادیر متغیر مغایرت کاربری اراضی نیز از کم‌تر از ۱۰ تا بیش از ۲۵ درصد مساحت منطقه تغییر کاربری نامناسب یافته (جدول ۲) و حداقل میانگین این متغیر در سال ۱۳۶۵ به‌میزان ۵/۸ درصد و در سال ۱۳۷۷ به ۱۵/۳ با بیش‌ترین تغییر در دوره زمانی مورد مطالعه رسیده است. هم‌چنین مقادیر جدول ۲ نشان می‌دهد که در سال ۱۳۷۷ نسبت به سال ۱۳۶۵ (قبل از توسعه صنعتی در منطقه)، طبقات بدون مشکل و در معرض تخریب از ۴۶ درصد به حدود ۴ درصد مساحت منطقه کاهش یافته و مناطق بحرانی نیز به بیش از سه برابر افزایش یافته است. پس از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۷ هرچند روند تخریب ادامه داشته ولی آهنگ آن تا حد قابل توجهی کندتر شد و مجدداً در دوره ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۳ تخریب شدت یافته، به‌طوری‌که ۶۱/۱۶ درصد منطقه را طبقه بحرانی (جدول ۲) می‌پوشاند. از سوی دیگر مقایسه نمودار مقادیر ESAI و عامل انسانی و مدیریتی (شکل ۲ الف) نشان می‌دهد که مقدار این عامل در دوره زمانی منتهی به ۱۳۷۷ روند تند افزایشی داشته و در سال ۱۳۹۳ این روند مجدداً با شتاب کم‌تری تکرار شده است، در این رابطه فرارا و همکاران (۲۰۱۲) نیز معتقدند که عوامل مدیریتی با حساسیت به تخریب همبستگی بالایی دارند. متغیرهای مغایرت کاربری به‌جز در سال ۱۳۶۵، عامل اصلی این افزایش بوده و در ابتدای دوره متغیرهای جمعیتی تاثیرگذار بوده‌اند (شکل ۲ ب). به‌نظر می‌رسد علی‌رغم گستردگی تغییر نابه‌جای کاربری در منطقه، از نظر وسعت چندان زیاد نبوده ولی در مقابل میزان رشد آن قابل توجه بوده و در سال ۱۳۷۷ باعث افزایش نقش عامل انسانی و مدیریتی شده و در سال ۱۳۹۳ نیز با توجه به مقادیر تجمعی تغییر کاربری، تراکم تغییرات باعث افزایش عامل مذکور شده است (شکل ۲ ج). در کل متغیرهای جمعیتی نسبت به تغییر کاربری در افزایش مقادیر عامل انسانی و مدیریتی نقش چندانی نداشته و اثر آن در وهله اول در ابتدای دوره (قبل از توسعه صنعتی) که میزان رشد جمعیت بیش‌تر بوده و سپس در انتهای دوره دیده می‌شود و اثر افزایشی تراکم جمعیت بیش از میزان رشد آن است (شکل ۲ د). لذا نقش موثر فعالیت‌های انسانی و مدیریتی در بروز این وضعیت مشهود بوده است. فرشاد (۲۰۱۱) و بکر و همکاران (۲۰۱۲) نیز نقش عوامل انسانی بر تشدید حساسیت به تخریب را مورد تایید قرار داده‌اند.

نتیجه‌گیری

گسترش تخریب زمین ناشی از استفاده و بهره‌برداری نامعقول و بیش از حد منابع و نهاده‌ها توسط انسان و مدیریت ضعیف انسان بر منابع به‌لحاظ عدم شناخت ابعاد کامل منابع طبیعی، باعث ایجاد ابهامات و عدم قطعیت‌های[22] زیادی شده است. یکی از سازوکارهای مناسب در مدیریت منابع، انجام مدیریت سازگار[23] مبتنی بر یک شبکه پایش تغییرات تخریب می‌توان با توجه به نتایج حاصل از مدیریت‌های اعمال شده قبلی به مبنایی برای مدیریت آتی دست یافت. در این پژوهش به‌منظور دستیابی به الگوی مدیریتی صحیح در حوزه آبخیز شازند سعی شد با توجه مقاطع زمانی متفاوت و منطبق بر دوره‌های تغییر، نقش عامل انسانی و مدیریتی بر روند تخریب زمین بر اساس ESAI ارزیابی شود. نتیجه این بررسی نشان داد که به‌طور کلی روند فزاینده تخریب در منطقه دیده می‌شود و در دوره‌های منتهی به سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۳ با شدت بیش‌تری صورت گرفته است و نقش عامل انسانی و مدیریتی در این مقاطع به‌ویژه سال ۱۳۷۷ به‌خوبی مشهود است. هم‌چنین تغییرات نابه‌جای کاربری اراضی مهم‌ترین نقش در تشدید تخریب زمین را داشته است. لذا هر برنامه مدیریتی و

22 Uncertainty
23 Adaptive Management

www.SID.ir

Archive of SID

توسعه‌ای در منطقه از یک سو باید برمبنای قابلیت و پتانسل اراضی و کاهش فشار و دست‌کاری مناطق با شدت تخریبی بیش‌تر صورت گرفته و از سوی دیگر تمرکز برنامه‌های احیایی در مناطق با شرایط تخریبی شکننده را در بر داشته باشد.

منابع

داودی‌راد، ع.ا.، صادقی، س.ح.ر. (۱۳۹۴). تحلیل تغییرات رسوب‌دهی متاثر از توسعه صنعتی در حوزه آبخیز شازند- استان مرکزی، چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۱۶ تا ۱۸ شهریور ۱۳۹۴: ۸۸-۹۳.

رایگانی، ب.، زهتابیان، غ.، براتی، س.، (۱۳۹۲). نقدی بر مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان زایی (IMDPA)، اکولوژی کاربردی، ۲(۴): ۷۳-۹۸.

زهتابیان، غ.، احمدی، ح.، اختصاصی، م.، خسروی، ح.، (۱۳۸۶). واسنجی مدل مدالوس به منظور ارائه یک مدل منطقه‌ای برآورد شدت بیابان‌زایی در منطقه کاشان، نشریه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۶۰(۳): ۷۲۷-۷۴۴.

سکوتی اسکوئی، ر.، فرشاد، ع.، (۱۳۷۹). پیشنهاد روشی مناسب برای ارزیابی استفاده پایدار از اراضی، مجموعه مقالات دومین همایش ملی فرسایش و رسوب، دانشگاه لرستان، ۶ تا ۷ شهریور ۱۳۷۹: ۱۷۷- ۱۸۴.

فروتن، ی.، (۱۳۹۰). جمعیت، جنگ و قدرت: تجربه های جهانی و ایرانی، فصل‌نامه جمعیت، ۷۵-۷۶: ۱-۲۰.

طباطبائی‌فر، س.م.، زهتابیان، غ.، رحیمی، م.، خسروی، ح.، نیکو، ش.، (۱۳۹۲). ارزیابی تاثیر تغییرات زمانی شرایط اقلیمی و وضعیت آب‌زیرزمینی بر شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار، مجله مدیریت بیابان، ۲: ۳۹-۴۸.

Bahreini, F., Pahlavanravi, A., (2013). Assess and Mapping the Environmental Sensitivity to Desertification (a Case Study in Boushehr Province, Southwest IRAN), International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(18): 2172-2183.

Bakr, N., Weindorf, D., Bahnassy, M., El-Badawi, M., (2012). Multi-temporal assessment of land sensitivity to desertification in a fragile agro-ecosystem: Environmental indicators, Ecological Indicators, 15: 271–280.

Basso, F., Bove, E., Dumontet, S., Ferrara, A., Pisante, M., Quaranata, G., Taberner, M., (2000). Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy), Catena, 40: 19-35.

Contador, L.J.F., Schnabel, S., Gómez Gutiérrez, A., Pulido Fernández, M., (2008). Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura, SW Spain, Land Degradation & Development. 20: 129–144.

Farshad, A., (2011). Mapping Units in Degradation/Conservation-Oriented Studies, International Journal of Natural Resources and Marine Sciences, 2011, 1 (2): 125-145.

Ferrara, A., Salvati, L., Sateriano, A., Nole, A., (2012). Performance evaluation and costs assessment of a key indicator system to monitor desertification vulnerability, Ecological Indicators, 23: 123–129.

Nachtergaele F., Biancalani, R., Bunning, S., George, H., (2010). Land Degradation Assessment: the LADA approach, 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 August, Brisbane, Australia: 72- 75.

Parvari, S.H., Pahlavanravi, A., Moghadamnia, A.R., Dehvari, A., Parvari, D., (2011). Application of Methodology for Mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification in Dry Bed of Hamoun Wetland (Iran), International Journal of Natural

www.SID.ir

Archive of SID

Resources and Marine Sciences,1(1): 65-80.
Salvati, L., Zitti, M., (2009). Substitutability and weighting of ecological and economic indicators: Exploring the importance of various components of a synthetic index, Ecological Economics, 68: 1093 – 1099.
Salvati, L., Carlucci, M., (2010). Estimating land degradation risk for agriculture in Italy using an indirect approach, Ecological Economics, 69: 511–518.
Varis, O., Kummu, M., Lehr, C., Shen, D., (2014). China's stressed waters: Societal and environmental vulnerability in China's internal and transboundary river systems, Applied Geography, 53: 105-116.

www.SID.ir