مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۴
ص ۴۲۷-۴۳۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۲۳

پایش بیابان‌زایی دشت گرمسار با تأکید بر دو معیار آب و کشاورزی

❖ **علی آذره** ؛ دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **غلامرضا زهتابیان؛** استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **علی‌اکبر نظری سامانی؛** دانشیار دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **حسن خسروی*؛** استادیار دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

پایش در مدیریت جامع به معنای جمع‌آوری و ذخیرهٔ نظام‌مند آمار و اطلاعات از فعالیت‌ها و استراتژی‌هایی است که امکان ارزیابی و گزارش از شرایط کلی محدودهٔ مورد نظر را فراهم می‌نماید. برای پایش بیابان‌زایی در دشت گرمسار از مدل IMDPA استفاده شد. با اطلاع از شرایط منطقه، دو معیار آب و کشاورزی معیارهای اصلی در بیابان‌زایی در نظر گرفته شد. طبق مدل برای معیار آب سه شاخص- هدایت الکتریکی، میزان جذب سدیم، و افت سطح آب زیرزمینی- و برای معیار کشاورزی چهار شاخص- الگوی کشت، عملکرد با توجه به تناسب اراضی، سیستم آبیاری و شدت کاربرد نامناسب ماشین‌آلات، و کود و سموم شیمیایی- در نظر گرفته شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد معیار کشاورزی در سال ۱۳۸۱ با متوسط وزنی ۲/۱۷ و در سال ۱۳۹۰ با متوسط وزنی۲/۲۷ معیار غالب بیابان‌زایی در منطقهٔ مورد مطالعه است. از بین شاخص‌های مورد مطالعه، شاخص سیستم آبیاری در هر دو دوره بیشترین وزن و تأثیر را در بیابان‌زایی داشت. همچنین، بر اساس ارزیابی‌ها و بررسی‌های انجام‌شده، متوسط وزنی ارزش کمّی شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی برای کل منطقه برای سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۰ به‌ترتیب ۹۳۱ و ۲/۱۰ تعیین شد که نشان‌دهندهٔ افزایش روند بیابان‌زایی است. از طرفی، با توجه به اینکه معیار کشاورزی جزو عوامل انسانی است، با مدیریت اصولی می‌توان از گسترش بیابان‌زایی در منطقه جلوگیری کرد.

واژگان کلیدی: بیابان‌زایی، دشت گرمسار، شاخص، مدل IMDPA، معیار، میانگین هندسی.

*. نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۲۶-۳۲۲۴۹۳۱۳ فاکس: ۰۲۶-۳۲۲۴۹۳۱۳ Email: hakhosravi@ut.ac.ir

مقدمه

در حال حاضر، بیابان‌زایی، به عنوان یک معضل، گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه است؛ نتیجهٔ این فرایند ازبین‌رفتن منابع تجدیدشونده در هر یک از این کشورهاست [۳]. بیابان‌زایی مشتمل بر فرایندی است که در نتیجهٔ عوامل طبیعی و عملکرد نادرست انسان ایجاد می‌شود [۱۷]. بیابان‌زایی عبارت است از تخریب اراضی در مناطق خشک، نیمه‌خشک، و خشک جنب مرطوب در نتیجهٔ عوامل مختلف از جمله تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی [۲۰].

با توجه به اینکه یک‌پنجم جمعیت انسانی جهان در مناطق خشک ساکن‌اند و سطوح وسیعی از مناطق خشک در آسیا، مدیترانه، افریقا، اقیانوسیه، و امریکا با شدت‌های مختلف دچار بیابان‌زایی است، بیابان‌زایی، پس از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب شیرین، سومین چالش مهم جامعهٔ جهانی در قرن بیست‌ویکم است [۱۲]. برای ارزیابی بیابان‌زایی، بررسی‌ها و مطالعات مختلفی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته و باعث ارائهٔ مدل‌های منطقه‌ای فراوانی شده است. مهم‌ترین مدل‌های رایج مدل جهانی فائویونپ[1]، لادا[2]، گلاسود[3]، تاکسونومی[4]، و مدالوس[5] است. به همین منظور، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران طرح جامع کمّی‌سازی معیارها و شاخص‌های تأثیرگذار بر روند بیابان‌زایی در زیست‌بوم‌های طبیعی کشور را در قالب مدل IMDPA[6] ارائه کرد [۲].

نتایج بررسی تغییرات بیابان‌زایی در ایالت مینکوئین چین در سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۷ نشان داد که فرسایش بادی علت غالب بیابان در بیش از نیمی از منطقهٔ مورد مطالعه بوده است و این افزایش در فرایندهای شوری منطقه مؤثر بود [۱۹]. بررسی تغییرات الگوی چشم‌انداز نشان داد که فرایندهای بیابان‌زایی در سطح چشم‌انداز همراه با افزایش سطح تکه‌تکه‌شدن، پیچیدگی در شکل و جداسازی تکه، و نوسانات عمده در نوع و درجهٔ بیابان‌زایی در حاشیهٔ آبادی‌ها یافت می‌شود؛ جایی که تغییر مداوم در بین زراعت و رهاشدن اراضی کشاورزی و احیای دوبارهٔ آن‌ها وجود دارد.

در ایالات ادومکسی در ویتنام و ایالت لویی در تایلند اطلاعات پیوستهٔ چند طیفی از ماهواره‌های NOAA و اطلاعات رادیومتری با رزولیشن بالای AVHRR بین سال‌های ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۲ برای تهیهٔ نقشهٔ پوشش سطح زمین و شناسایی مناطق در حال تغییر در سطح زمین به‌کار گرفته شد [۶].

مطالعهٔ شاخص گیاهی NDVI در منطقهٔ رندما در جنوب غربی برزیل با استفاده از داده‌های MSS، TM، NOAA، و AVHRR نشان داد که بین سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۹۹ بیش از ۳۰ درصد جنگل‌ها تخریب شده است [۷].

برای بررسی و تهیهٔ نقشهٔ بیابان‌زایی منطقهٔ ابوزیدآباد کاشان با تکیه بر دو معیار آب و خاک از مدل IMDPA استفاده شد [۱]. بر اساس مطالعات انجام‌شده، معیار خاک با متوسط ارزش عددی ۲٫۰۳ در کلاس متوسط و معیار آب با متوسط ارزش عددی ۱٫۳۰ در کلاس کم و ناچیز قرار گرفت. همچنین، از بین شاخص‌های مورد بررسی به‌ترتیب دو شاخص

1. Fao-Unep
2. Lada
3. Glasod
4. Taxonomy
5. Medalus
6. Iranian Model of Desertification Potential Assessment

هدایت الکتریکی خاک و آب تأثیرِ بیشتری در بیابان‌زایی منطقه داشتند، در نتیجه، ارزش کمّی بیابان‌زایی برای کل منطقهٔ مورد مطالعه ۲٫۶۰ به‌دست آمد که بیانگر قرارگرفتن شدت بیابان‌زایی منطقه در کلاس متوسط است.

بررسی شاخص‌های بیوفیزیکی شدت بیابان‌زایی متأثر از فعالیت‌های انسانی در منطقهٔ شهرستان‌های کاشان و آران و بیدگل با استفاده از مدل IMDPA نشان داد که از میان معیارهای بیابان‌زایی معیار فرسایش با میانگین هندسی ۳٫۱۷ و معیار آب با میانگین هندسی ۲٫۹۲ به‌ترتیب در اولویت اول و دوم قرار دارند و در کلاس شدید طبقه‌بندی می‌شوند (vesali). مطالعهٔ عوامل مؤثر در شدت بیابان‌زایی بیابان‌های ساحلی در منطقهٔ کهیر کنارک با استفاده از مدل IMDPA نشان داد که از بین معیارهای بیابان‌زایی در منطقهٔ مورد مطالعه معیار تخریب خاک بالاترین درصد وزنی را به‌خود اختصاص داد؛ به طوری که با متوسط وزنی ۱٫۷۰ در کلاس شدید طبقه‌بندی می‌شود و پس از آن معیار فرسایش بادی با متوسط وزنی ۱٫۶۳ در رتبهٔ بعدی قرار دارد. اقلیم و پوشش گیاهی به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند [۱۶].

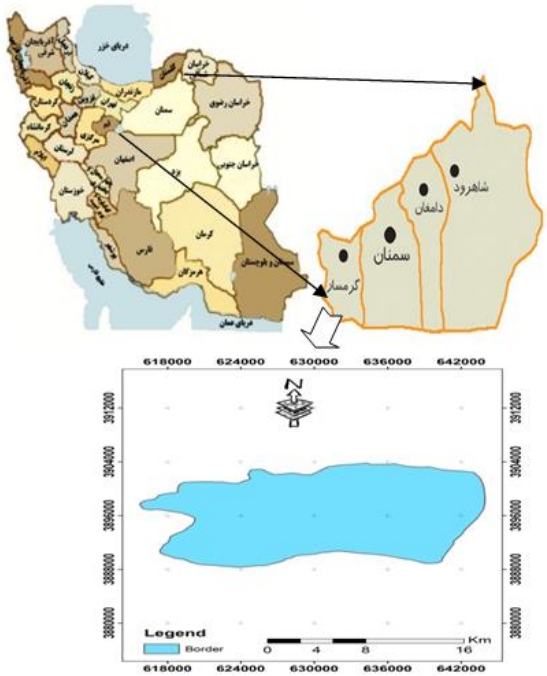
هدف از این تحقیق پایش بیابان‌زایی دشت گرمسار با توجه به تجزیه و تحلیل مدل IMDPA و شرایط موجود منطقه بر اساس دو معیار آب و پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۰ است.

روش‌شناسی تحقیق

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

دشت گرمسار با وسعتی بالغ بر ۳۲۰ کیلومتر مربع بر روی آبرفت رودخانهٔ حبله‌رود و مخروط‌افکنهٔ آن در طول '۵۲°۱۰ تا '۵۲°۴۵ درجهٔ شرقی و عرض '۳۵°۰۰ تا '۳۵°۲۰ درجهٔ شمالی در غرب استان سمنان واقع شده است. متوسط ارتفاع دشت از سطح دریا ۸۷۵ متر است (شکل ۱).

به واسطهٔ قرارگرفتن در حاشیهٔ بیابان مرکزی ایران، اقلیم حاکم بر منطقهٔ مورد مطالعه بیابانی است. میزان متوسط درجهٔ حرارت سالانه بر اساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک گرمسار معادل ۱۸٫۷ درجهٔ سانتی‌گراد است. همچنین، ژانویه (دی‌ماه) با میانگین ۴٫۶ درجهٔ سانتی‌گراد سردترین ماه سال و جولای (تیرماه) با ۳۲٫۸ درجهٔ سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه سال است.



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در ایران و استان سمنان

روش تحقیق

نخست با بررسی گزارش‌های مختلف و بازدید از منطقه، اطلاعات پایه و سایر اطلاعات مورد نیاز گردآوری شد و محدودهٔ منطقهٔ مورد مطالعه مشخص

گردید. به منظور تهیهٔ نقشهٔ شدت بیابان‌زایی منطقهٔ مورد مطالعه، از بین نُه معیار موجود در مدل IMDPA بر اساس نظر کارشناسان و بازدید از منطقه دو معیار آب و کشاورزی به عنوان معیارهای کلیدی در ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار درنظر گرفته شد. اطلاعات مربوط به معیار آب از ادارهٔ آب منطقه‌ای استان سمنان و اطلاعات مربوط به معیار کشاورزی نیز از ادارهٔ جهاد کشاورزی شهرستان گرمسار تهیه شد.

بر اساس مدل IMDPA، برای معیار آب سه شاخص هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، و نوسانات سطح سفره درنظر گرفته شد. جدول ۱ شاخص‌های مربوط به معیار آب و نحوهٔ امتیازدهی به آن را نشان می‌دهد. در ضمن، برای به‌دست‌آوردن پارامترهای کمّی و کیفی از ۴۵ چاه در منطقه بر اساس پراکندگی نمونه‌برداری شد.

برای امتیازدهی به شاخص‌های معیار کشاورزی، گزارش‌ها و اطلاعات موجود بررسی شد و از منطقهٔ مورد مطالعه بازدید میدانی به‌عمل آمد. سپس، شاخص‌های انتخاب‌شده، با توجه به جدول ۲، در هر واحد کاری امتیازدهی شد. در ضمن، به علت وجود مناطق مسکونی و مرتع در بخش‌هایی از منطقهٔ مورد مطالعه، این کاربری‌ها در کلاس کم قرار گرفتند.

جدول ۱. امتیاز شاخص‌های معیار آب در مدل IMDPA

شاخص ارزیابی	کلاس بیابان‌زایی	کم	متوسط	شدید	بسیار شدید
	امتیاز	۱٫۰۰ ـ ۱٫۵۰	۱٫۵۱ ـ ۲٫۵۰	۲٫۵۱ ـ ۳٫۵	۳٫۵۱ ـ ۴
افت سطح آب زیرزمینی (cm)		<۲۰	۲۰ ـ ۳۰	۳۰ ـ ۵۰	>۵۰
EC (µmhos/cm)		<۷۵۰	۷۵۰ ـ ۲۲۵۰	۲۲۵۰ ـ ۵۰۰۰	>۵۰۰۰
SAR		<۱۵	۱۵ ـ ۲۶	۲۶ ـ ۳۲	>۳۲

جدول ۲. تعیین امتیاز شاخص‌های ارزیابی معیار کشاورزی در مدل IMDPA

کلاس	بسیار شدید	شدید	متوسط	کم
شاخص امتیاز	۳٫۵۱ ـ ۴	۲٫۵۱ ـ ۳٫۵	۱٫۵۱ ـ ۲٫۵۰	۱٫۰۰ ـ ۱٫۵۰
کاربرد نهاده‌ها	تمام مکانیزه با کاربرد سنگین ماشین و نهاده‌های شیمیایی خارج مزرعه	نیمه‌مکانیزه با کاربرد متوسط و نهاده‌های خارجی شیمیایی و ماشین‌آلات	سنتی با کاربرد نهاده‌های خارجی شیمیایی	سنتی با کاربرد نهاده‌های درون مزرعه‌ای
سیستم آبیاری	کاربرد نامناسب ماشین‌آلات و مقدار زیاد کود و سم سنتی بدون طراحی بهینه مانند آبیاری غرقابی	کاربرد نامناسب ماشین‌آلات و مقدار متوسط کود و سم سنتی با طراحی بهینه (ابعاد کرت، نشتی)	سنتی با کاربرد کم ماشین‌آلات، کود، و سم سنتی مدرنیزه‌شده (سیفون، دریچه‌های سوراخ‌دار)	سنتی با کاربرد زیاد کود دامی و سبز تحت فشار
عملکرد	اراضی مرتفع با کشت موقت	اراضی مرتفع با کشت دائمی	اراضی دشت با کشت موقت	اراضی دشت با کشت دائمی
الگوی کشت	اراضی دیم	اراضی آیش	زراعت آبی	باغات

به هر شاخص بر اساس تأثیر آن در بیابان‌زایی با توجه به شرایط منطقه، مطالعات میدانی، و نظر کارشناس وزنی بین ۱ تا ۴ داده شد؛ به طوری که ارزش ۱ بهترین و ارزش ۴ بدترین وزن بوده است. برای هر شاخص، با توجه به وزن‌دهی انجام‌شده، یک نقشه تهیه شد [۱۰]. در این روش هر معیار از میانگین هندسی شاخص‌های خود طبق معادلهٔ ۱ به‌دست می‌آید:

$$\text{Index} - X = [(\text{Layer} - ۱)(\text{Layer} - ۲)(\text{Layer} - n)]^{۱/n} \quad (۱)$$

که در آن: Index-x معیار مورد نظر، Layer شاخص‌های هر معیار، N تعداد شاخص‌های هر معیار است.

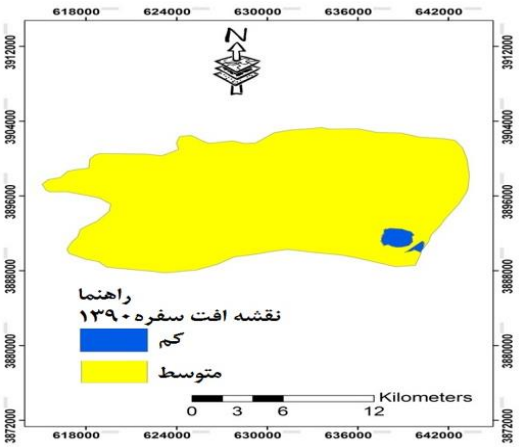
برای پایش تغییرات، نخست نقشهٔ شاخص‌های مربوط به هر معیار تهیه شد. سپس، نقشهٔ معیارها، که از میانگین هندسی شاخص‌ها به‌دست می‌آید، برای دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۰ تهیه شد. سپس، با کم‌کردن نقشهٔ معیار سال ۱۳۹۰ از نقشهٔ سال ۱۳۸۱، نقشهٔ پایش یا روند تغییرات به‌دست آمد. اگر تغییرات مثبت باشد، یعنی شدت بیابان‌زایی افزایش یافته و تخریب صورت گرفته است. اما، اگر تغییرات منفی باشد، بدین معنی است که شدت بیابان‌زایی در حال کاهش است و احیا صورت گرفته است. همچنین، ممکن است در بعضی از نقاط نیز تغییری در شدت بیابان‌زایی در طی این دوره صورت نگرفته باشد.

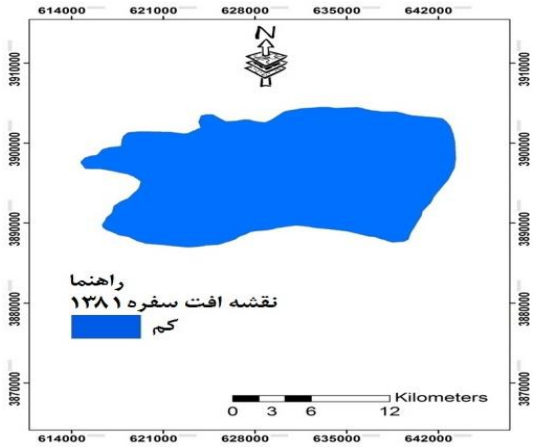
نتایج

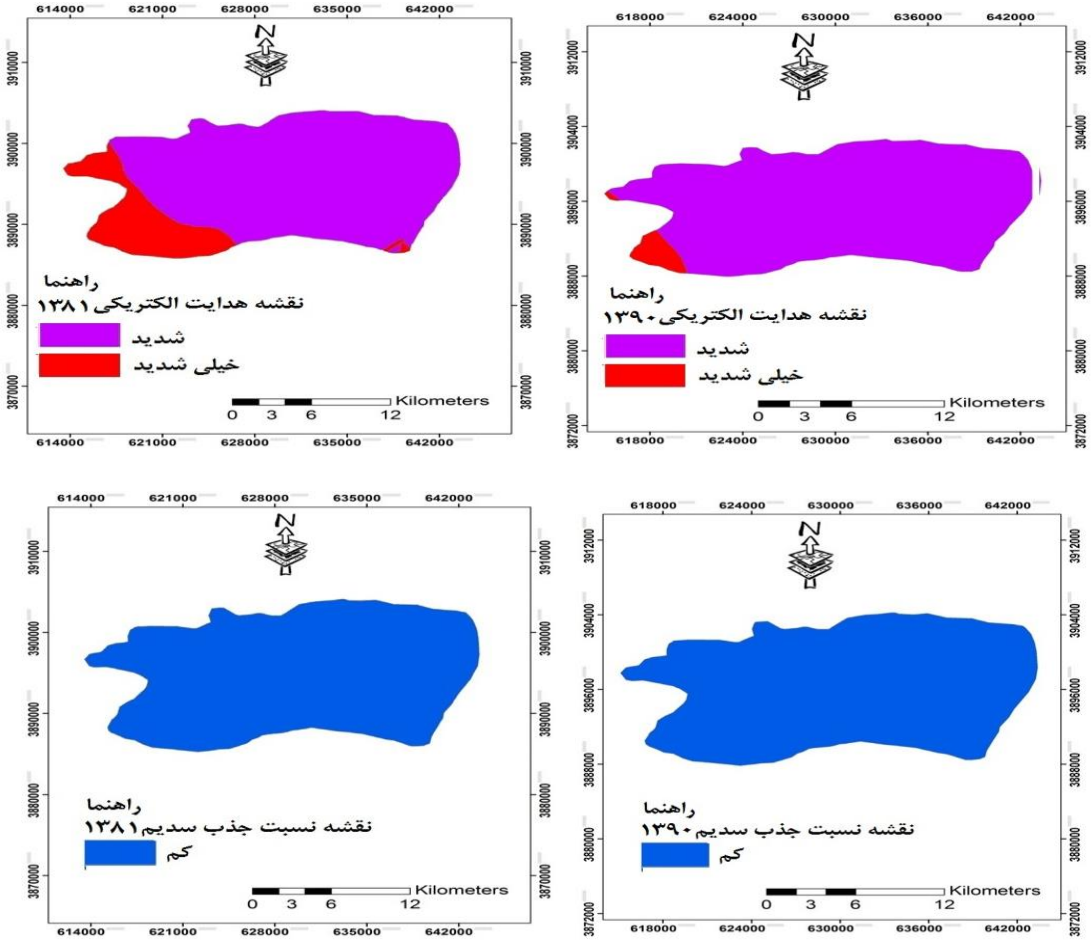
معیار آب

بررسی‌های انجام‌شده بر روی متوسط وزنی ارزش‌های کمّی عوامل مؤثر بر معیار آب (شکل ۲) نشان می‌دهد که در منطقهٔ مورد مطالعه شاخص هدایت الکتریکی مؤثرترین عامل افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه است.

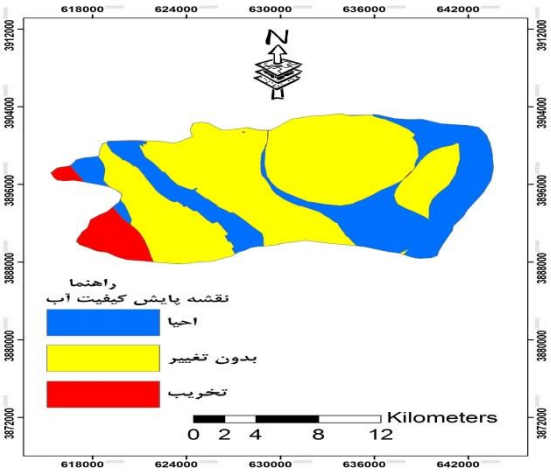
نقشهٔ پایش بیابان‌زایی معیار آب نشان می‌دهد در طول بازهٔ مورد مطالعه فقط در سمت غرب منطقه تخریب بیابان‌زایی وجود داشته و بیش از ۵۰ درصد از منطقهٔ مورد مطالعه در این دَه سال بدون تغییر بوده است (شکل ۳).







شکل ۲. نقشهٔ وضعیت بالفعل بیابان‌زایی شاخص‌های معیار آب



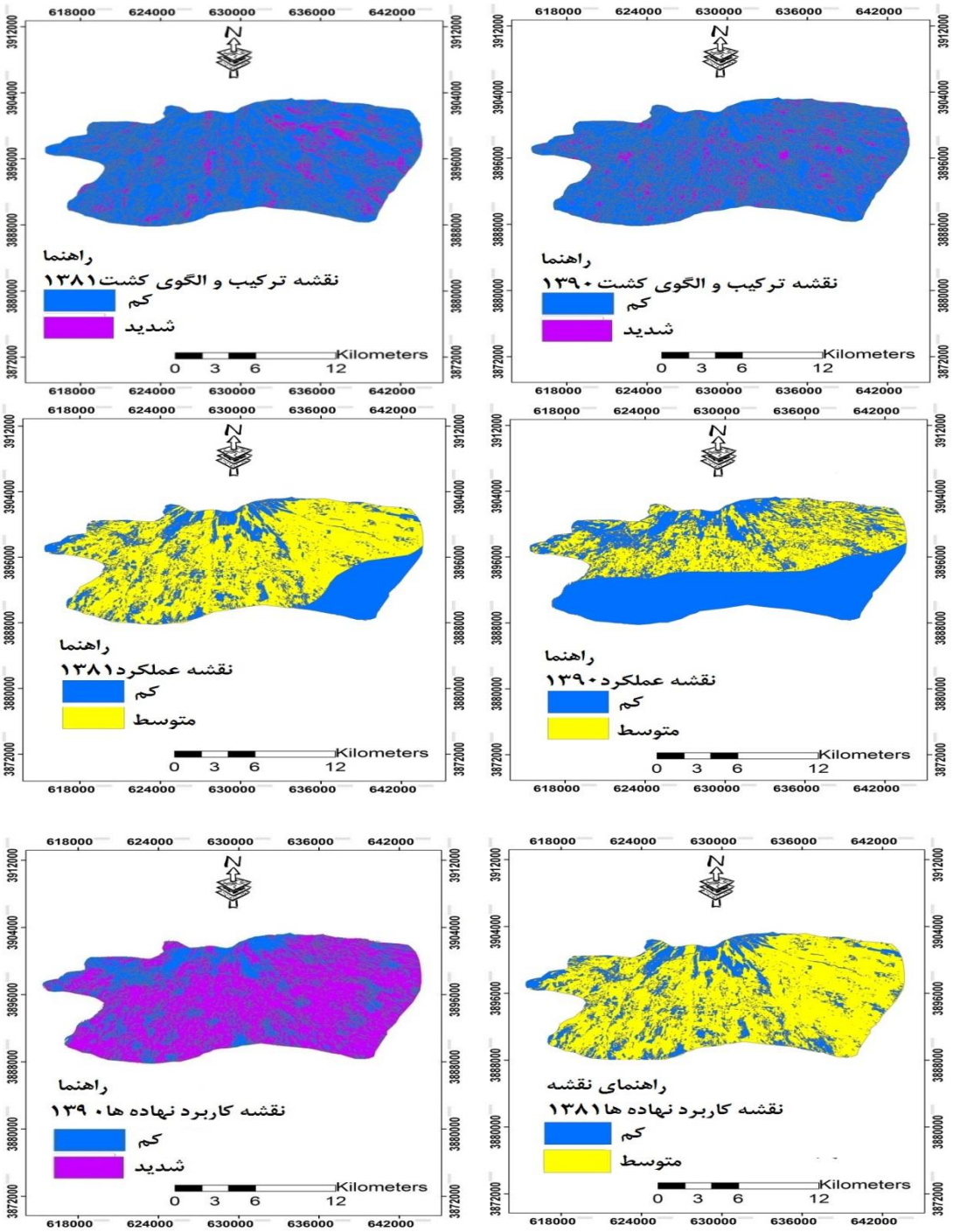
شکل ۳. نقشهٔ پایش بیابان‌زایی معیار آب دشت گرمسار

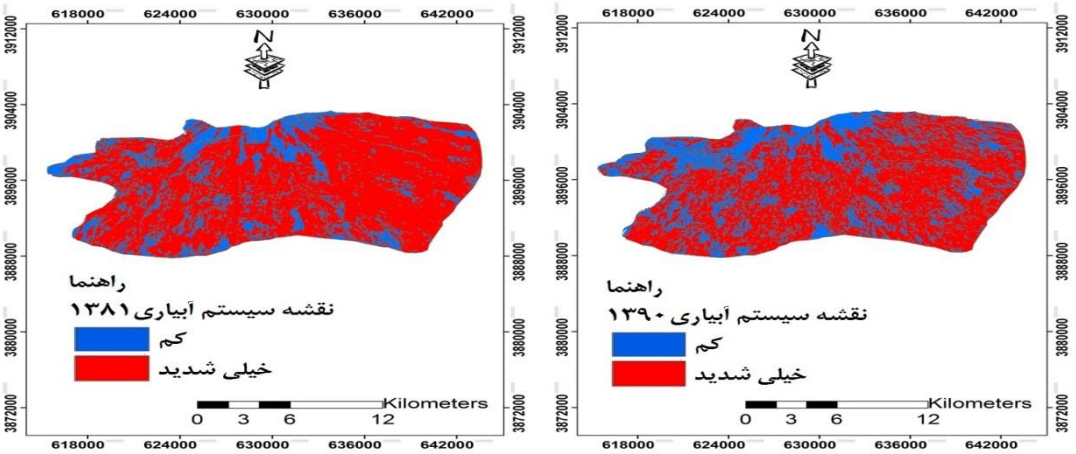
معیار کشاورزی

شکل ۴ نقشهٔ شاخص‌های معیار کشاورزی برای دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد. همان طور که در روش‌شناسی تحقیق ذکر شد، اراضی غیرکشاورزی

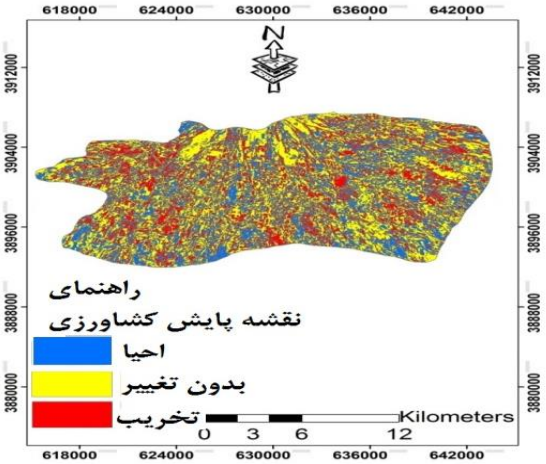
شامل اراضی مرتعی و مسکونی برای همهٔ شاخص‌ها در کلاس کم و ناچیز قرار گرفتند. شکل ۵ نقشهٔ پایش معیار کشاورزی را نشان می‌دهد.

جدول ۴ ارزش کمّی و کلاس معیارها و شکل ۶ ارزش عددی شاخص‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.





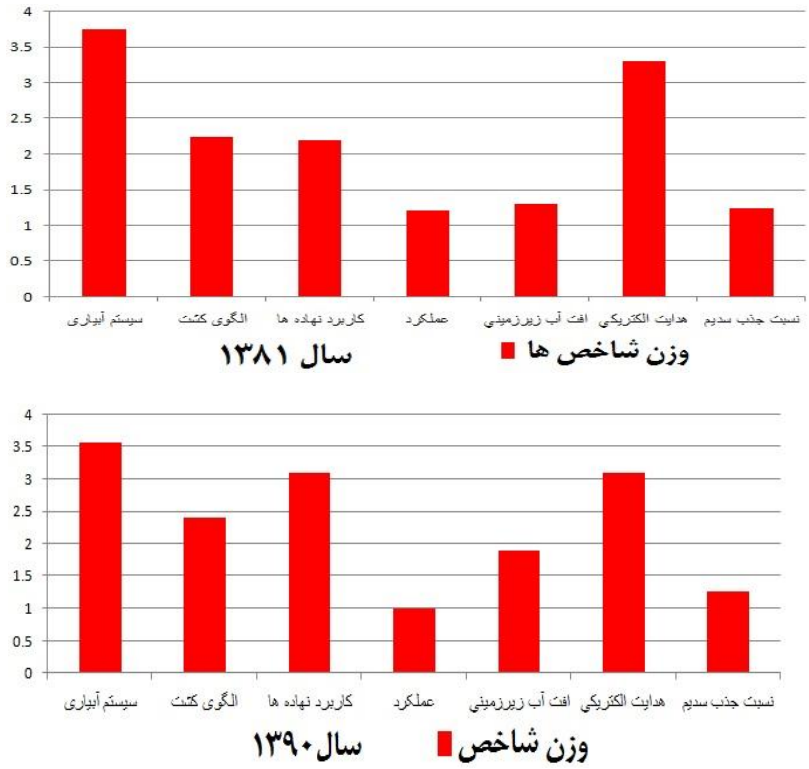
شکل ۴. نقشهٔ وضعیت بالفعل بیابان‌زایی شاخص‌های معیار کشاورزی



شکل ۵. نقشهٔ پایش بیابان‌زایی معیار کشاورزی

جدول ۴. متوسط وزنی ارزش کمّی و کلاس بیابان‌زایی معیارها

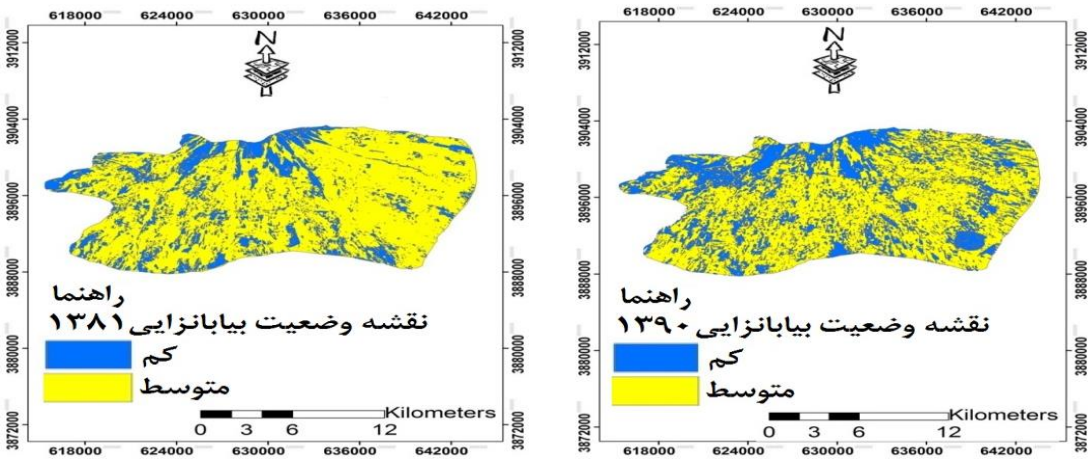
سال	معیار	ارزش کمّی	کلاس بیابان‌زایی
۱۳۸۱	آب	۱٫۷۳	متوسط
	کشاورزی	۲٫۱۷	متوسط
۱۳۹۰	آب	۱٫۹۴	متوسط
	کشاورزی	۲٫۲۷	شدید



شکل ۶. تجزیه و تحلیل متوسط وزنی شاخص‌های بیابان‌زایی در منطقهٔ گرمسار

شدت بیابان‌زایی

بررسی‌های انجام‌شده در مورد کلاس‌های شدت وضعیت فعلی (شکل ۷) نشان می‌دهد که پدیدهٔ بیابان‌زایی در منطقهٔ مورد مطالعه در دو کلاس با شدت‌های متوسط و شدید قرار دارد و توزیع فراوانی درجات مختلف بیابان‌زایی (جدول ۵) نشان می‌دهد که بیش از ۷۵ درصد منطقه در کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار دارد.



شکل ۷. نقشهٔ وضعیت بیابان‌زایی دشت گرمسار

جدول ۵. توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی

سال	طبقه‌بندی کیفی شدت بیابان‌زایی	کلاس	دامنهٔ ارزش عددی	مساحت (km^2)	درصد مساحت
۱۳۸۱	ناچیز و کم	یک	۱ ـ ۱٫۵	۶۷٫۲	۲۱
	متوسط	دو	۱٫۵ ـ ۲٫۵	۲۵۲٫۸	۷۹
۱۳۹۰	ناچیز و کم	یک	۱ ـ ۱٫۵	۸۳٫۲	۲۶
	متوسط	دو	۱٫۵ ـ ۲٫۵	۲۳۶٫۸	۷۴

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، از بین معیارهای مورد اندازه‌گیری معیار کشاورزی تأثیر بیشتری در بیابان‌زایی دشت گرمسار دارد و در هر دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۰ معیار غالب در راستای بیابان‌زایی منطقه است و در کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار دارد. در ضمن، شاخص سیستم آبیاری نیز بیشترین نقش را در بیابان‌زایی منطقه در هر دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۰ دارد و علت آن نیز کاربرد سیستم‌های آبیاری سنتی است که علاوه بر بازدهی پایین و افت سفره بر روی کیفیت آب دشت نیز تأثیر دارد.

از بین شاخص‌های معیار آب در هر دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۰ شاخص هدایت الکتریکی بیشترین امتیاز را داراست؛ این نتیجه با نتایج حاصل از ارزیابی بیابان‌زایی در جنوب گرمسار [۴]، ابوزیدآباد [۱]، کاشان [۱۳، ۱۸]، و دشت دامغان [۱۵] مشابهت دارد. این شباهت، با توجه به علل مشابه شوری منابع آب، اختلال آب شور و شیرین در اثر برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، افت سطح سفره، و بالابودن میزان تبخیر در مناطق مذکور و منطقهٔ مورد مطالعه توجیه‌کردنی است.

تجزیه و تحلیل حاصل از پایش در منطقه نشان داد که، به‌جز قسمت‌هایی در شرق منطقه، در سایر مناطق افت آب زیرزمینی و تخریب منابع آب مشهود است؛ که یکی از علل اصلی آن برداشت بیش از حد از سفرهٔ آب زیرزمینی است. نتایج حاصل گویای آن است که مهم‌ترین عوامل بیابان‌زایی در منطقه شامل برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، بارندگی کم، و تبخیر شدید و، در نتیجه، کمبود منابع آبی، آبیاری با آب شور، و شیوه‌های نامناسب آبیاری است که با نتایج اختصاصی و مهاجر [۵]، جعفری‌زاده [۸]، خسروی [۹، ۱۰]، خسروی و همکاران [۱۱]، و ذوالفقاری و همکاران [۲۲] مطابقت دارد.

در پایش و مانیتورینگ پارامترهای کیفی آب مشخص شد که بخش‌های شرق منطقه احیا شده (بهبود پارامترهای سال ۱۳۸۱ نسبت به ۱۳۹۰) و بخش‌های غرب منطقه تخریب شده است. در مجموع، موارد مذکور گویای آن است که شاخص هدایت الکتریکی آب یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بیابان‌زایی در منطقهٔ مورد مطالعه است.

پایش معیار کشاورزی نیز نشان داد که از وسعت زمین کشاورزی کاسته شده و این اراضی به اراضی غیرکشاورزی تبدیل شده است؛ علت آن را می‌توان در گسترش شهری در دو شهر گرمسار و آرادان دانست. از طرفی، استفادهٔ نادرست از اراضی کشاورزی باعث شده مقداری از آن‌ها به اراضی بایر تبدیل شود.

در مجموع می‌توان گفت کاربرد مدل IMDPA، به دلیل سادگی پارامترها و اینکه برای شرایط ایران طراحی شده، مدل مناسبی برای پایش بیابان‌زایی است و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در تلفیق نقشه‌ها ارزش آن را دوچندان می‌کند. البته، این مدل و سایر مدل‌های بیابان‌زایی به شرطی کارایی خود را حفظ خواهند کرد که به طور مرتب، با تزریق اطلاعات جدید، سرعت و روند بیابان‌زایی را مشخص سازند و به تناسب آن راه‌های مقابله با آن نیز ارائه شود. بنابراین، می‌توان گفت به‌روزرسانی اطلاعات یکی از شرط‌های موفقیت برای مقابله با پدیدهٔ بیابان‌زایی است.

تشکر و قدردانی

در این پژوهش از پشتیبانی‌های علمی و مالی طرح اطلس بیابان‌زایی ایران بهره‌مند شدیم؛ بدین وسیله از مجری طرح، جناب آقای دکتر غلامرضا زهتابیان، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

[1] Abdi, J. (2007). Investigation and the Map Supply of Desertification Intensity Based on IMDPA Model Emphasis on two Criteria Water and Soil in Abu zeid-Adad Region, M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 143p.

[2] Ahmadi, H. (2004). *Iranian Model of Desertification Potential Assessment*, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 268p.

[3] Ahmadi, H. and Nazari Samani, A.A. (2006). Introduction of Iranian Model of Desertification Potential Assessment to Monitoring and Assessment of Land Degradation: A Case Study from Northern Hableh-rood, Iran, International Symposium on Drylands Ecology and Human Security, Dubai, United Arab Emirates.

[4] Dolatshahi, R. (2008). Preparing a desertification map based on IMDPA model with emphasis on water, soil, vegetation cover (case study south of Garmsal). M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 133p.

[5] Ekhtesasi, M. and Mohajer, M. (1994). The Method of Iranian Classification Desertification.

[6] Giri, C., Defouny, P. and Shresta, S. (2002). Land covers characterization & mapping of continental Southeast Asia using multi-resolution satellite sensor data, *International Journal of Remote Sensing*, 6, 4181-4197.

[7] Hurcom, S.J. and Harrison, A.R. (2003). The NDVI & spectral decomposition for semi-arid vegetation abundance estimation, *International Journal of Remote sensing*, 19, 3109-3125.

[8] Jafari zadeh, M. (2010). Evaluation of desertification intensity using IMDPA model (case study:Molasalasy Ahvaz), M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. 120p.

[9] Khosravi, H. (2005). Application of MEDALUS model in desertification of Kashan, M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University, 160p.

[10] Khosravi, H. (2012). Monitoring of Desertification and present Early Warning Desertification System (Case Study: Kashan Regio), PhD Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University, 205p.

[11] Khosravi, H., Zehtabian, Gh., Ahmadi, H. and Azarnivand, H. (2014). Hazard Assessment of Desertification as a Result of Soil and Water Recourse Degradation in Kashan Region, Iran, *Desert Journal*, 14, 45-55.

[12] Le Hou´erou, H.N. (1996). Drought-tolerant and water-efficient trees and shrubs (Trubs) for the rehabilitation of tropical and subtropical arid lands, with particular reference to Africa and Asia, *Land Husbandry*, 1, 43-64.

[13] Masoudi, R. (2010). Desertification early warning system based on weather and climate factors (case study: Plain Kashan), M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 187p.

[14] Mesbahzadeh, T. (2008). Evaluation and Mapping of Desertification condition using IMDPA model with emphasis on Land criteria (case study: Abu zeid-abad), M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 176p.

[15] Nikoo, Shima (2011). Evaluation of potential desertification based on method IMDPA Order identifies factors affecting land degradation (case study: region Damghan), PhD Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran,196p.

[16] Raeesi, A., Zehtabian, Gh., Ahmadi., H., Khosravi, H. and Dastoorani, M. (2012). Evaluation of

current desertification status in shore deserts using biophysical criteria of IMDPA model. *Journal of Watershed Management Research*, 97, 43-51.

[17] Reynolds, J., Fernando, M., Paul, R., Kemp Stafford-Smith, D.M. and Lambing, E. (2002). Do humans cause deserts? In: Reynolds JF, Stafford Smith M. (eds.), *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?*, Dahlem University Press, Berlin, pp. 1-22.

[18] Shakerian, N., Zehtabian, G.R., Azarnivand, H. and Khosravi, H. (2011). Evaluation of desertification intensity based on soil and water criteria in Jarghooyeh region, *Desert Journal*, 16, 23-32.

[19] Sun, Y., Shaozhong, K. and Zhang, L. (2009). Comparison of interpolation methods for depth to groundwater and its temporal and spatial variations in the Min-Qin oasis of northwest China, *Environmental Modeling & Software*, 24, 1163-1170.

[20] United Nations Environment Programme (1992). *World Atlas of Desertification*, London: Edward Arnold, 69p.

[21] Vesali, A. (2008). Biophysics indices of desertification intensity affected by human activities (study area: Kashan, Aran and Bidgol), M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

[22] Zolfaghari, F., Shahriyary, A. Faghireh, A., Rasaki, A., Noori, S. and Khosravi, H. (2011). Assessment of desertification potential using IMDPA model in Sistan plain, *Journal of Watershed Management Research*, 91, 97-107.