

"مقاله پژوهشی"

بررسی روند بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA با تاکید بر سه معیار اقلیم، آب و زمین‌شناسی (مطالعه موردی: دشت دهلران استان ایلام)

ثریا یعقوبی^۱، مرزبان فرامرزی^۲ و حاجی کریمی^۳

۱- دانشجوی دکتری دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

(نویسنده مسوول: Soraya_yaghobi@yahoo.com)

۲- دانشیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۳- استاد دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۱

صفحه: ۱ تا ۱۲

چکیده

با توجه به گسترش پدیده بیابان‌زایی، ارائه روش‌های مدیریتی مناسب، شدت پدیده بیابان‌زایی و گسترش آن را کاهش می‌دهد. به همین منظور به نظر می‌رسد درک درستی از روند بیابان‌زایی و همچنین عوامل محرک آن برای بررسی یک پروژه تحقیقی ضروری است. هدف اصلی از این مطالعه بررسی روند بیابان‌زایی به وسیله مدل IMDPA در سه دوره زمانی ۸۳-۷۹، ۸۸-۸۴، ۹۳-۸۹ در دشت دهلران با مساحت ۵۴۳/۵۲ کیلومترمربع می‌باشد. به همین منظور از سه معیار مؤثر اقلیم، آب و ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی برای بررسی پدیده بیابان‌زایی استفاده شد. همچنین هر معیار به وسیله چندین شاخص مورد ارزیابی قرار گرفت نتایج حاصل از روند بیابان‌زایی در دوره اول ۸۳-۷۹ نشان داد که معیار اقلیم، ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی و آب به ترتیب با متوسط وزنی ۱/۳۸، ۱/۳۰ و ۱/۱۹ معیارهای مؤثر در این دوره بوده‌اند. با این تفاوت در دوره دوم از ۸۸-۸۴ معیارهای آب، اقلیم و ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی به ترتیب با متوسط وزنی ۱/۸۰، ۱/۵۰ و ۱/۳۰ بیشترین تأثیر را برافزایش بیابان‌زایی داشته‌اند. در دوره سوم ۹۳-۸۹ نیز معیارهای اقلیم، ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی و آب به ترتیب با متوسط وزنی ۱/۸۸، ۱/۳۰ و ۱/۲۰ مؤثرترین معیارها در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. در نهایت عامل شوری به‌عنوان مؤثرترین شاخص در روند بیابان‌زایی در همه دوره‌های زمانی تشخیص داده شد. بیشترین تأثیر این شاخص در دوره دوم به دلیل استفاده بی‌رویه کشاورزان از چاه‌های بهره‌برداری بوده که منجر به کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و افزایش شوری شده است. به‌طور کلی در منطقه مورد مطالعه شاخص شوری روند افزایشی داشته که می‌تواند به علت کاهش بارندگی، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و شرایط زمین‌شناسی ویژه باشد.

واژه‌های کلیدی: آب، اقلیم، دشت دهلران، زمین‌شناسی، IMDPA

مقدمه

از شدت و ضعف این فرایندها و عوامل امری مهم و ضروری می‌باشد که باید مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. شناخت معیارها و شاخص‌ها به‌منظور ارائه یک مدل برای نشان دادن روند بیابان‌زایی و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آن جهت جلوگیری از گسترش فاکتورهای بیابان‌زایی ضرورت دارد. برای شناخت وضعیت و روند پدیده بیابان‌زایی و تفکیک عرصه‌های آسیب‌پذیر در برابر عوامل تخریب بایستی معیارها و شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی را شناسایی و مورد ارزیابی قرار داد. با توجه به این که دشت دهلران یک منطقه خشک و نیمه‌خشک و مستعد وقوع بیابان‌زایی می‌باشد در سال‌های اخیر کاهش سطح آب‌های سطحی و زیرزمینی، پدیده فرسایش بادی و چرای بیش از حد در این منطقه اتفاق افتاده است. برای بررسی وضعیت بیابان‌زایی مدل‌های ارزیابی شدت بیابان‌زایی به‌طور گسترده توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به همین سبب در این مطالعه سعی شده است از مدل ایرانی IMDPA جهت بررسی روند بیابان‌زایی استفاده شود تا راهکارهای مناسبی برای مقابله با این معضل در نظر گرفته شود و از پیشرفت این پدیده در سال‌های بعد جلوگیری به عمل آید. به همین سبب در برخی مطالعات برای بررسی بیابان‌زایی از مدل‌های مختلفی استفاده شده است. MoniaSantini و همکاران (۱۹) جهت ارزیابی خطر

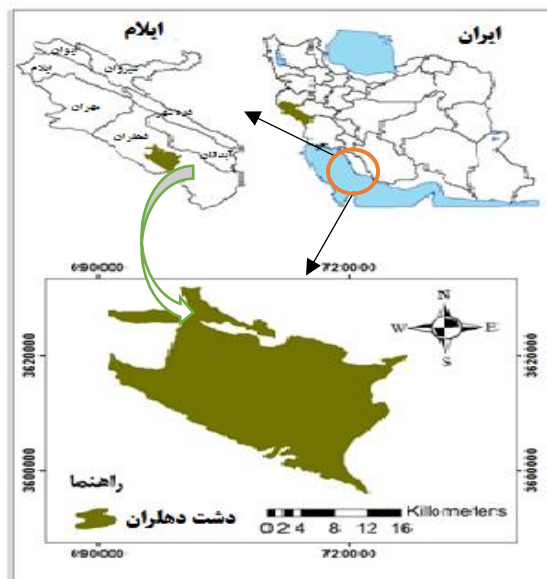
بیابان‌زایی به‌عنوان نقصان یا تخریب استعداد زیستی زمین تعریف شده، که در نهایت می‌تواند منجر به ایجاد شرایط بیابانی شود. این وضعیت یک جنبه‌ی رایج و شایع از پسرفت اکوسیستم‌هایی است که تحت تأثیر فشارهای متعدد، نوسان‌های آب و هوایی و بهره‌برداری مفرط قرار گرفته‌اند. بروز چنین فشاری موجب کاهش توان بالقوه زیستی و تولیدات گیاهی و جانوری شده، که در بسیاری از موارد نیازمند حفاظت و حمایت هستند (۲۵). بیابان‌زایی زمانی صورت می‌گیرد که در یک سرزمین تغییرات ایجاد شده از حد آستانه ویژه (که حد آستانه تغییرات شدید است) فراتر رود (۱۴). یکی از عواملی که سبب سرگردانی در تحلیل عوامل بیابان‌زایی می‌شود وجود مکانیزم‌های پس‌خورد می‌باشد. تعدادی از دانشمندان بیابان‌زایی را گسترش بیابان‌های طبیعی نمی‌دانند، بلکه آن را تخریب و کاهش باروری سرزمین بیان می‌کنند، به عبارتی بیابان‌زایی را مترادف تخریب سرزمین می‌دانند (۹،۱۳،۱۶،۲۱). با توجه به گسترش پدیده بیابان‌زایی ارائه راهکارها و روش‌های مدیریتی مناسب از شدت پدیده بیابان‌زایی کاسته و از گسترش و پیشروی آن جلوگیری به عمل می‌آورد. در این راه شناخت فرایندهای بیابان‌زایی و عوامل به وجود آورنده و تشدیدکننده‌ی آن و همچنین آگاهی

در کلاس خیلی شدید می‌باشد Bahraini و همکاران (۶) به اولویت‌بندی مکانی تخریب اراضی با استفاده از مدل ایرانی IMDPA با استفاده از دو معیار فرسایش بادی و اقلیم در منطقه بردخون، بوشهر پرداختند. جهت ارزیابی بیابان‌زایی به امتیازدهی شاخص‌های مورد بررسی پرداخته شد با تعیین میانگین هندسی معیارها نقشه شدت بیابان‌زایی به دست آمد. نتایج نشان داد که کلاس متوسط مساحت ۳۱/۷۴ درصد و کلاس شدید و خیلی شدید به ترتیب مساحت‌های ۶۲/۶۲ و ۶۵/۴ درصد را به خود اختصاص داده‌اند و دو شاخص خشکی و شاخص درصد تراکم پوشش غیرزنده از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در فرایند بیابان‌زایی می‌باشد. مدل بیابان‌زایی موجود با هدف بررسی روند بیابان‌زایی در دشت دهلران و تهیه نقشه‌های بیابان‌زایی منطقه مورد استفاده قرار گرفته است. جهت دسترسی به این امر ضرورت دارد به مطالعات آب، اقلیم و زمین‌شناسی پرداخته شود. از آنجا که دشت دهلران در سال‌های اخیر با مشکل کم آبی و بیابان‌زایی ناشی از این پدیده روبروست، در نظر است تا به کمک مدل مذکور وضعیت روند بیابان‌زایی آن مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه دشت دهلران واقع در استان ایلام با مختصات جغرافیایی "۱۶' ۰۲" تا "۰۷' ۲۵" ۴۷ طول شرقی و "۱۸' ۳۲" تا "۳۳' ۴۸" ۳۲ عرض شمالی با مساحت ۵۴۳/۵۲ کیلومتر مربع، بارش متوسط ۲۵۱/۶ میلی‌متر و میانگین دمای ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد است (شکل ۱). اقلیم منطقه به روش دومارتن خشک و به روش آمبرژه حدفاصل بیابانی گرم میانه و شدید است (۲۲).

بیابان‌زایی در ایتالیا از شش پارامتر مهم بیابان‌زایی شامل چرای بیش از حد، تولیدات گیاهی، حاصلخیزی خاک، فرسایش‌آبی، فرسایش بادی و حریم دریا استفاده کرد. دوره زمانی را در محیط GIS شبیه‌سازی کردند بعد از عمل وزن دهی، نتایج در دامنه صفر تا ۱ که نشانگر بهترین و بدترین شرایط است قرار گرفتند و خطر بیابان‌زایی منطقه در ۶ طبقه تقسیم‌بندی شد. Lavado و همکاران (۱۵) با بررسی حساسیت اراضی به تخریب، از مدل ESAs در جنوب غرب اسپانیا استفاده و به این نتیجه رسیدند که نقشه بیابان‌زایی به دست آمده نسبت به سایر مدل‌ها بهتر و با شرایط طبیعی سازگارتر می‌باشد. Brunner و همکاران (۷) با استفاده از مدل WEPP به بررسی فرسایش خاک در اوگاندا جنوبی پرداختند. خصوصیات خاک متأثر از توپوگرافی منطقه بوده و همین ویژگی تأثیر زیادی بر فرسایش خاک منطقه گذاشته است. Giordano (۱۱) جهت ارزیابی منطقه سیسل ایتالیا با استفاده از مدل مدالوس از چهار شاخص خاک، اقلیم، پوشش گیاهی و مدیریت اراضی استفاده کردند. نتایج حاکی از حساسیت به بیابان‌زایی زیاد تا متوسط در منطقه مورد بررسی است. Nateghi و همکاران (۲۰) در دشت سگری اصفهان به ارزیابی تأثیر معیارهای زمین‌شناسی-ژئومورفولوژی و خاک بر بیابان‌زایی منطقه پرداختند. جهت بررسی بیابان‌زایی از مدل ایرانی IMDPA استفاده و ۷ شاخص دو معیار فوق مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس امتیازدهی هر شاخص، نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه به دست آمد. با توجه به میانگین هندسی معیارها معلوم شد که معیار خاک با ارزش عددی ۳/۴ و زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی با ارزش عددی ۳ در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار دارد. نتایج حاکی از آن بود که اثرگذارترین شاخص مربوط به شاخص شوری با ارزش ۳/۷۵



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در ایران و استان ایلام
Figure 1. Map of the geographical location of the study area in Iran and Ilam province

روش تحقیق

مدل بیابان‌زایی IMDPA

در این پژوهش جهت بررسی وضعیت بیابان‌زایی و ارائه نقشه بیابان‌زایی، مدل ایرانی IMDPA و سه معیار آب، اقلیم و ژئومورفولوژی-زمین‌شناسی مورد استفاده قرار گرفتند که طبق مدل IMDPA برای هر کدام از این معیارها، شاخص‌هایی برای ارزیابی مدنظر می‌باشد. مهم‌ترین معیار موردنظر معیار آب می‌باشد، که شامل شاخص‌های EC (هدایت الکتریکی)، SAR (نسبت جذب سدیم)، TDS (کل مواد محلول در آب)، CL (کلر) و افت تراز آب زیرزمینی می‌باشد. دومین معیار مورد استفاده معیار اقلیم، با سه شاخص مقدار بارش سالانه، شاخص خشکسالی و تداوم خشکسالی است سومین معیار، معیار ژئومورفولوژی-زمین‌شناسی با شاخص‌های شیب، رخساره‌های ژئومورفولوژی و سازند زمین‌شناسی می‌باشد. ابتدا برای تهیه نقشه واحدکاری منطقه مورد مطالعه گردید از تلفیق نقشه‌های زمین‌شناسی، شیب و کاربری زمین استفاده شد. نقشه واحدکاری همان نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی شکل (۲) می‌باشد که شامل ده رخساره یا ده واحدکاری اعم از کشاورزی، جنگل، مناطق برداشت، اراضی رهاشده، اراضی فرسایش یافته (فرسایش متوسط)، شوره‌زار، بستر رودخانه، فرسایش آبراه‌های شدید، دشت ریگی ریزدانه و فرسایش آبراه‌های متوسط می‌باشد. هر رخساره به‌عنوان یک واحدکاری در نظر گرفته شده است. در مطالعه اولیه مدل IMDPA به فرض همگنی این واحدهای کاری همه امتیازدهی‌ها در درون واحدهای کاری انجام می‌گیرد. مطابق با روش پیشنهادی IMDPA در هر واحدکاری بر اساس جداول پیشنهاد شده امتیاز هر شاخص به دست آمد و از میانگین هندسی این شاخص‌ها امتیاز کمی شاخص‌ها و معیارها و سپس امتیاز کیفی آن‌ها محاسبه شد. میانگین هندسی ارزش کمی این شاخص‌ها، به‌عنوان ارزش کمی آن معیار در نظر گرفته می‌شود، در نهایت میانگین هندسی ارزش کمی آن معیارها ارزش کمی پتانسیل بیابان‌زایی منطقه را نشان می‌دهد. به هرکدام از این شاخص‌ها مطابق نظر کارشناس و شدت تأثیر آن در بیابان‌زایی وزنی بین ۱ تا ۴ داده شد. در این روش هر معیار از میانگین هندسی شاخص‌های خود طبق فرمول زیر به‌دست می‌آید:

معادله (۱):

$$Index - X = [(Layer - 1).(layer - 2)...(Layer - n)]^{1/n}$$

Index-X: معیار موردنظر، Layer: شاخص‌های هر معیار، N: تعداد شاخص‌های هر معیار

بنابراین از طریق فرمول فوق و آنالیزهای انجام شده در نرم‌افزار ArcGIS 10.3 سه نقشه نهایی معیارهای مذکور برای نشان دادن وضعیت بیابان‌زایی منطقه به دست آمد که مطابق جدول (۲) در چهار کلاس طبقه‌بندی شده است. در این پژوهش هر طبقه بیابان‌زایی به سه زیر کلاس ۱، ۲ و ۳ جهت نشان دادن روند بهتر پیشروی بیابان‌زایی، دسته‌بندی شد

(۱۲،۱۸). هرچه عدد زیر طبقه موردنظر افزایش یابد نشان‌دهنده افزایش شدت بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

معیار اقلیم

معیار اقلیم به‌وسیله پارامترهای در دسترس گیاه به آب، از قبیل میزان شاخص خشکسالی، بارش سالانه و شاخص استمرار ارزیابی شد. مقدار بارندگی سالانه صرف‌نظر از نحوه توزیع در ایام سال شاخص مناسبی برای ارزیابی مؤلفه بارندگی است. اطلاعات آب و هوایی در چهار دوره زمانی بررسی شد و از آمار شش ایستگاه موجود در منطقه و خارج از منطقه شامل ایستگاه‌های دهلران، تم تم آب، شهید علی دشتی، سنگر نادر، بیشه دراز و موسیان در طی دوره آماری سال‌های ۹۳-۷۹ استفاده شد. به منظور محاسبه شاخص بارش سالانه ابتدا متوسط بارش سالانه شش ایستگاه داخل و خارج منطقه موردنظر برای هر سه دوره به دست آمد. سپس داده‌های بارش سالانه کلیه ایستگاه‌ها از نظر صحت و همگنی مورد بررسی قرار گرفتند و پس از اطمینان از همگنی آن‌ها، داده‌های مفقود هر ایستگاه با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های مجاور و از طریق روش نسبت‌ها و تفاضل‌ها بازسازی شدند. در بررسی شاخص خشکسالی دو زیر شاخص SPI و استمرار تعیین گردیده است. جهت مطالعه خشکسالی‌های اقلیمی از شاخص SPI استفاده شده است. پس از تکمیل سری زمانی سالانه بارندگی، شاخص SPI بر اساس رابطه زیر محاسبه شد:

$$SPI = \frac{(Pi - p)}{s}$$

در رابطه فوق Pi مقدار بارش در دوره موردنظر، P میانگین درازمدت بارش برای دوره موردنظر و S انحراف معیار مقادیر بارش است. برای محاسبه شاخص SPI قبل از استفاده از فرمول فوق در صورت وجود چولگی در سری آماری بایستی داده‌ها را با روش‌های مختلف نرمال نمود. این شاخص به‌منظور پایش خشکسالی اقلیمی ایالت کلرادور آمریکا در سال ۱۹۹۳ ابداع گردید (۱۷). با توجه به نقشه‌های به‌دست‌آمده از شاخص خشکسالی SPI و ترسیم نمودارهای میانگین متحرک یا لغزان در مقیاس‌های ۳، ۵ و ۷ ساله از منطقه مورد مطالعه با استفاده از میانگین درازمدت کل دوره مورد بررسی و تداوم خشکسالی‌ها برای هر دوره محاسبه شد و بر اساس مدل IMDPA در جدول (۱) امتیازدهی شد.

معیار آب

یکی از پیامدهای مهم برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی متراکم شدن لایه‌ها و نشست زمین است. افت سطح آب زیرزمینی موجب کاهش فشار هیدروستاتیک سفره شده و بخش جامد یا ساختمان سفره پایداری خود را از دست می‌دهد و باعث فشرده شدن ذرات و از بین رفتن فضاهای مفید بین‌ذره‌ایبه‌خصوص در ذرات سیلت و ماسه می‌گردد. نشست زمین به‌طور معمول بلافاصله با خروج سیال رخ نمی‌دهد بلکه در زمانی طولانی‌تر از برداشت اتفاق می‌افتد (۱۰). در معیار آب، روند و اثر تغییرات شاخص نوسانات سطح

دشت سر پوشیده و فرسایشی قرار گرفته‌اند. جدول (۳) و شکل (۲) نشان‌دهنده نام و کد رخساره‌های ژئومورفولوژی می‌باشد.

نتایج و بحث معیار اقلیم

بر اساس شاخص بارش سالانه میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی در سال‌های ۸۳-۷۹، ۸۴-۸۸، ۸۹-۹۳ و ۹۳-۸۹ به ترتیب ۱/۶۷، ۱/۸۰ و ۲/۰۲ به دست آمد. در دوره اول منطقه در طبقه ناچیز زیر کلاس ۳ و متوسط زیر کلاس ۱ و ۲ قرار گرفته است. اما در دوره دوم بیشتر منطقه وارد طبقه متوسط با زیر کلاس ۲ شده است در دوره سوم نیز بر وسعت طبقه متوسط زیر کلاس ۲ افزوده شده است که نشان از افزایش شدت بیابان‌زایی می‌باشد. نتایج حاصل از شاخص خشکسالی نیز نشان داد که میانگین وزنی بیابان‌زایی منطقه دشت دهلران در دوره ۸۳-۷۹ و ۸۴-۸۸ به ترتیب برابر با ۱/۶۲ و ۱/۹۳ که در کلاس بیابان‌زایی ناچیز و متوسط قرار دارند. دوره ۸۹-۹۳ با میانگین وزنی بیابان‌زایی ۲/۲۵ در طبقات متوسط و شدید طبقه‌بندی شد. نتایج حاصل از امتیازدهی شاخص تداوم خشکسالی نشان می‌دهد که دوره اول و دوم ۸۳-۷۹ و ۸۴-۸۸ در طبقه ناچیز و کم قرار گرفته‌اند و میانگین وزنی هر دوره برابر با ۱ بوده است. در مقابل، دوره سوم ۸۹-۹۳ با میانگین وزنی ۱/۵۱ در کلاس بیابان‌زایی متوسط قرار گرفته است. جدول (۴) و شکل (۳) مقادیر ارزش و وضعیت بیابان‌زایی دشت دهلران را براساس معیار اقلیم طی سه دوره مورد بررسی نشان می‌دهند. دوره اول ۸۳-۷۹ در دو کلاس ناچیز زیر کلاس ۳ و متوسط زیر کلاس ۱ با میانگین وزنی ۱/۳۸ قرار گرفته است. دوره دوم ۸۴-۸۸ نیز با میانگین وزنی ۱/۵۰ در دو کلاس متوسط زیر کلاس ۱ و ناچیز زیر کلاس ۳ قرار گرفته بود. دوره سوم ۸۹-۹۳ با میانگین وزنی ۱/۸۸ در طبقات ناچیز و کم و متوسط قرار گرفته‌اند.

سفره آب زیرزمینی، EC^1 ، SAR^2 ، CL^3 و TDS^4 در سه دوره ۸۳-۷۹، ۸۴-۸۸، ۸۹-۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های افت آب زیرزمینی، EC ، CL ، TDS و SAR براساس جدول (۲) ارزیابی و امتیازدهی شد، سپس متوسط هندسی معیار آب مورد بررسی قرار گرفت. به همین دلیل با استفاده از داده‌های چاه‌های پیژومتری، میزان تراز آب زیرزمینی به‌دست آمد و در مدل IMDPA وزن‌دهی شد.

ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی

از عوامل تأثیرگذار بر شدت بیابان‌زایی و افزایش پتانسیل بیابانی شدن منطقه عامل زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی می‌باشد که نسبت به دیگر معیارهای مورد بررسی در مدل IMDPA در تشدید تخریب سرزمین نقش مهم‌تری ایفا می‌کنند. پدیده بیابان‌زایی با مشکلات ناشی از آن متأثر از عوامل ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناسی می‌باشد. بنابراین اگر بتوان این عوامل را مورد بررسی قرار داد شدت بیابانی شدن منطقه مشخص می‌شود. در این تحقیق معیار زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی را با استفاده از مدل IMDPA که شامل شاخص‌های شیب، سازند و رخساره ژئومورفولوژی می‌باشد که هرکدام از این شاخص‌ها در واحدهای کاری منطقه مورد بررسی قرار گرفت و عرصه‌هایی که از لحاظ معیار ژئومورفولوژی-زمین‌شناسی با خطر بیابان‌زایی کم، متوسط، شدید و خیلی شدید روبرو بودند مشخص گردید.

مطالعات ژئومورفولوژی (تعیین واحدهای همگن ژئومورفولوژی)

در منطقه مورد مطالعه یک واحد و سه تیپ و ده رخساره ژئومورفولوژی مورد شناسایی و تفکیک قرار گرفته است. همه رخساره‌های ژئومورفولوژی در واحد دشت قرار دارند. در واحد دشت سه تیپ فرسایشی، آپانداز و پوشیده و ده رخساره ژئومورفولوژی تشخیص داده شده که بیشتر رخساره‌ها در

جدول ۱- تعیین امتیاز شاخص‌های معیار اقلیم در روش IMDPA (۲)

شاخص‌ارزیابی	کلاس	غیر قابل‌ملاحظه	کم	متوسط	شدید	بسیار شدید
بارش سالانه (میلی‌متر) <td>امتیاز <td>۰/۱-۱</td> <td>۱/۰۱-۱/۵۰</td> <td>۱/۵۱-۲/۵۰</td> <td>۲/۵۱-۳/۵</td> <td>۳/۵۱-۴</td> </td>	امتیاز <td>۰/۱-۱</td> <td>۱/۰۱-۱/۵۰</td> <td>۱/۵۱-۲/۵۰</td> <td>۲/۵۱-۳/۵</td> <td>۳/۵۱-۴</td>	۰/۱-۱	۱/۰۱-۱/۵۰	۱/۵۱-۲/۵۰	۲/۵۱-۳/۵	۳/۵۱-۴
شاخص خشکسالی SPI		≥ 6.0	۲.۸۰-۶.۰۰	۱.۵۰-۲.۸۰	۰.۷۵-۱.۵۰	< 0.75
تداوم خشکسالی		کمتر از ۳ سال	۳ تا ۴ سال	۵ تا ۶ سال	۶ تا ۷ سال	بیشتر از ۷ سال

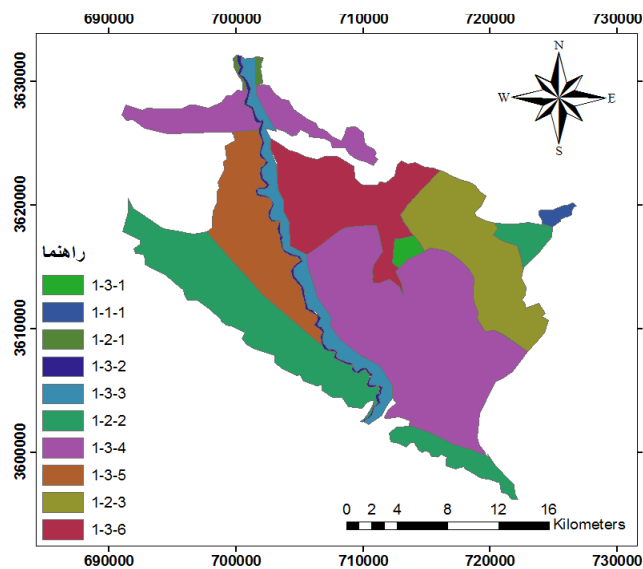
جدول ۲- تعیین امتیاز شاخص‌های معیار آب در مدل IMDPA (۲)

شاخص ارزیابی	کلاس بیابان‌زایی	کم	متوسط	شدید	بسیار شدید
افت آب زیرزمینی (cm/year)	امتیاز	۱/۰۰-۱/۵۰	۱/۵۱-۲/۵۰	۲/۵۱-۳/۵	۳/۵۱-۴
$EC(\mu\text{mhos/cm})$		< 20	۲۰-۳۰	۳۰-۵۰	> 50
$SAR(\mu\text{mhos/cm})$		< 75	۷۵-۲۲۵	۲۲۵-۵۰۰	> 500
$CL(\text{mgr/lit})$		< 15	۱۵-۲۶	۲۶-۳۲	> 32
$TDS(\text{mgr/lit})$		۰-۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۵۰۰	> 1500
		۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	> 3000

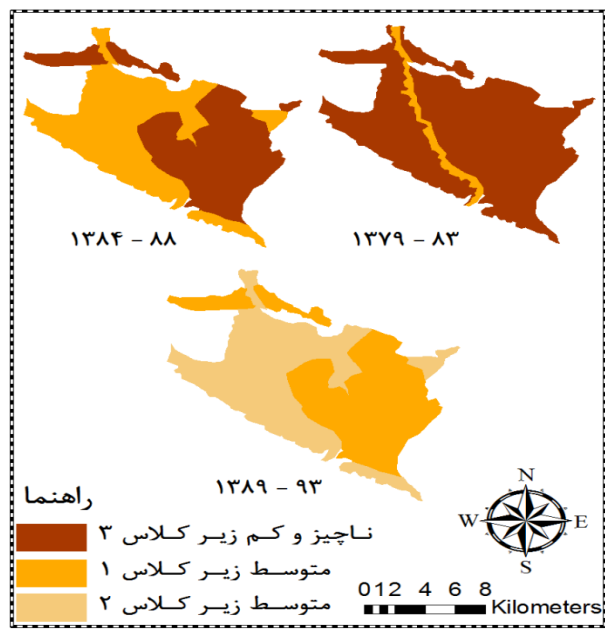
جدول ۳- کد و نام واحدها، تیپ‌ها و رخساره‌های ژئومورفولوژی

Table 3. Code and name of units, types and geomorphic facies

مساحت به کیلومتر مربع	کد و نام رخساره ژئومورفولوژی		کد و نام تیپ ژئومورفولوژی		کد و نام واحد ژئومورفولوژی	
	نام	کد	نام	کد	نام	کد
۳/۹۷	دشت ریگی ریزدانه	۱-۱-۱	دشت‌سر آپانداژ	۱-۱	دشت‌سر	۱
۵/۶۴	فرسایش ابراهه‌ای متوسط	۱-۲-۱				
۱۰۷/۷۹	جنگل	۱-۲-۲	دشت‌سر فرسایشی	۱-۲		
۶۸/۱۰	اراضی برداشت	۱-۲-۳				
۴/۹۴	اراضی شوره‌زار	۱-۳-۱				
۸/۰۵	بستر رودخانه	۱-۳-۲				
۲۸/۸۲	فرسایش ابراهه‌ای شدید	۱-۳-۳				
۱۹۵/۰۲	اراضی کشاورزی	۱-۳-۴	دشت‌سر پوشیده	۱-۳		
۵۷/۶۰	اراضی فرسایش یافته (فرسایش ابراهه‌ای متوسط)	۱-۳-۵				
۶۳/۵۹	اراضی رهاشده و بایر	۱-۳-۶				



شکل ۲- نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی (واحد کاری) دشت دهلران
Figure 2. Geomorphologic facies map of Dehloran Plain



شکل ۳- نقشه روند بیابان‌زایی دشت دهلران بر اساس معیار اقلیم
Figure 3. Desertification Map of Dehloran plain based on climate criteria

جدول ۴ - توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی بر اساس معیار اقلیم

Table 4. The frequency distribution of the intensity of desertification classes based on climate criteria

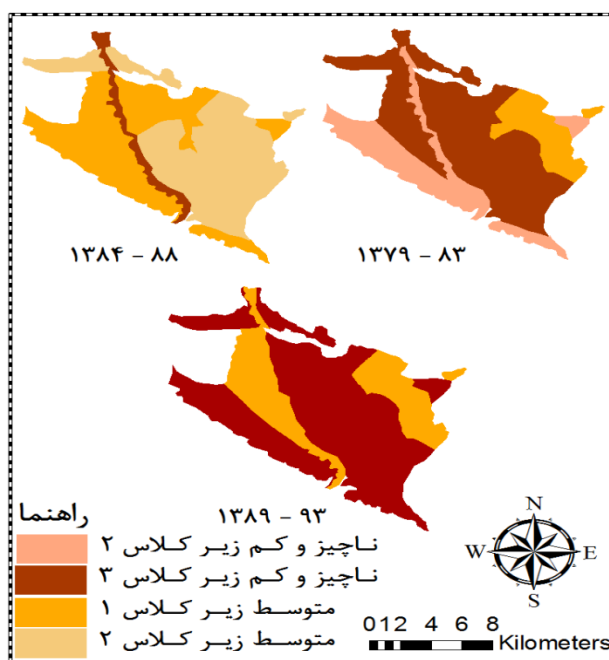
دوره	میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی	زیر کلاس	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
۱۳۷۹-۸۳	۱/۳۸	ناچیز و کم	۳	۵۱۵/۰۹	۹۴/۷۶
		متوسط	۱	۲۸/۴۳	۵/۲۴
۱۳۸۴-۸۸	۱/۵۰	ناچیز و کم	۳	۲۷۰/۳۵	۴۹/۷۵
		متوسط	۱	۲۷۳/۱۷	۵۰/۲۵
۱۳۸۹-۹۳	۱/۸۸	متوسط	۱	۲۶۵/۶۶	۴۸/۸
		متوسط	۲	۲۷۸/۳۸	۵۱/۲۵

در دوره ۷۹-۸۳ برابر با ۰/۳۶، دوره دوم ۰/۴۵ و دوره سوم ۰/۴۶ ارزیابی شد. مقادیر میانگین‌های وزنی ارزیابی‌شده شاخص CL برای دوره ۷۹-۸۳، ۱/۹۶، دوره ۸۴-۸۸، ۲/۴۲ و برای دوره ۸۹-۹۳، ۲/۳۵ می‌باشد. نتایج حاصل از شاخص TDS نیز نشان داد که میانگین وزنی دوره ۷۹-۸۳، ۸۴-۸۸ برابر با ۲/۱۵ و ۲/۶۴ و دوره سوم ۸۹-۹۳ نیز ۲/۰۳ ارزیابی‌شده است. با توجه به نتایج حاصل از وزن‌دهی ۵ شاخص کمی و کیفی (جدول ۵) نقشه بیابان‌زایی معیار آب (شکل ۴) به دست آمد. میانگین بیابان‌زایی در دوره اول و دوم به ترتیب ۱/۱۹ و ۱/۸۰ می‌باشد و در دوره سوم با کاهش ۰/۶۰ به ۱/۲۰ رسیده است که حاکی از بهبود شرایط بیابان‌زایی از نظر کاهش میانگین بیابان‌زایی است. دوره اول با قرار گرفتن در طبقات ناچیز و کم زیر کلاس ۲ و ۳ و طبقه متوسط زیر کلاس ۱ کمترین میانگین بیابان‌زایی را به خود اختصاص داده است. در دوره دوم از وسعت طبقه ناچیز و کم زیر کلاس ۲ کاسته شده و به زیر کلاس ۳ افزوده شده است و طبقه متوسط نیز به زیر کلاس ۲ پیشرفت کرده است. با بهبود شرایط در دوره سوم از وسعت طبقه متوسط زیر کلاس

به‌منظور بررسی توزیع مکانی نوسانات سطح آب زیرزمینی طی هر دوره، ۲۰ حلقه چاه پیزومتر در نظر گرفته شد (۳۴). نتایج حاصل از وزن‌دهی شاخص افت آب نشان داد که در دوره اول ۷۹-۸۳، میانگین وزنی ۱/۸۴ می‌باشد. در این دوره میزان آب‌های زیرزمینی افت چشم‌گیری نداشته است. در دوره دوم ۸۴-۸۸ میزان افت آب‌های زیرزمینی منطقه افزایش پیدا کرده است میانگین وزنی منطقه نیز به عدد ۳ رسیده است. به دلیل برداشتهای بیش‌ازحد از چاه‌های بهره‌برداری در این دوره و افت شدید آب‌های زیرزمینی در دوره بعدی ۸۹-۹۳ از آب رودخانه میمه جهت مصارف کشاورزی، صنعتی و آبیاری جنگل‌های دست‌کاشت استفاده شده است. به همین منظور از چندین موتور پمپ در اطراف رودخانه میمه که از دشت دهلران می‌گذرد، برای برداشت آب جهت مصارف کشاورزان و اهالی منطقه استفاده شده است. همین امر سبب شده میانگین وزنی بیابان‌زایی نیز کاهش‌یافته و به ۱/۶۳ برسد. میانگین شدت بیابان‌زایی برای شاخص EC به ترتیب برای دوره‌های ۷۹-۸۳، ۸۴-۸۸، ۸۹-۹۳ برابر با ۲/۷۹، ۲/۸۶، ۲/۸۳ ارزیابی‌شده است. مقدار میانگین وزنی شاخص SAR

سفره‌های زیرزمینی از آب رودخانه میمه بیشترین برداشت شده است. به همین سبب از نظر شاخص‌های کمی و کیفی و درنهایت معیار آب در شرایط مطلوب‌تری نسبت به دوره دوم قرار دارد و همین امر باعث کاهش بیابان‌زایی از نظر معیار آب در منطقه در دوره مذکور شده است.

۲ کاسته شده و به طبقه ناچیز و کم زیر کلاس ۳ افزوده شده است. در این دوره در بعضی از چاه‌های منطقه سطح آب زیرزمینی افزایش یافته و در بقیه چاه‌ها افت بسیار ناچیز بوده و چون در سال‌های قبل برداشت بیش‌ازحد از چاه‌های منطقه صورت گرفته است در دوره سوم جهت بالا آمدن سطح



شکل ۴- نقشه روند بیابان‌زایی دشت دهلران بر اساس معیار آب
Figure 4. Desertification map of Dehloran plain based on water criteria

جدول ۵- توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی بر اساس معیار آب
Table 5. The frequency distribution of the intensity of desertification classes based on water criteria

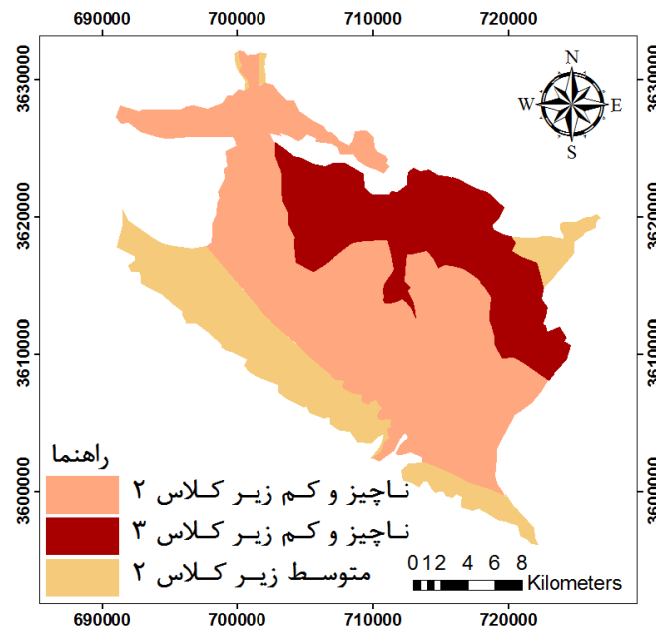
دوره	میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی	زیر کلاس	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱۳۷۹-۸۳	۱/۱۹	ناچیز و کم	۲	۱۴۲/۳۲	۲۱/۳۹
		ناچیز و کم	۳	۳۲۷/۹۵	۶۰/۳۳
		متوسط	۱	۷۴/۵۱	۱۳/۷۰
۱۳۸۴-۸۸	۱/۸۰	ناچیز و کم	۳	۳۷/۳۸	۰/۸۶
		متوسط	۱	۳۲۳/۰۸	۴۳/۹۷
		متوسط	۲	۲۷۲/۵۸	۵۵/۱۷
۱۳۸۹-۹۳	۱/۲۰	ناچیز و کم	۳	۳۸۰/۰۹	۷۰/۰۸
		متوسط	۱	۱۶۳/۴۵	۲۳/۵۷

معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی
معیار زمین‌شناسی- ژئومورفولوژی از میانگین هندسی سه شاخص شیب، سازندهای زمین‌شناسی و رخساره ژئومورفولوژی به دست آمد شکل (۵). با توجه به ثابت بودن شاخص‌های ذکر شده در طی دوره‌های مورد بررسی این سه شاخص بر اساس مدل IMDPA ثابت در نظر گرفته شده‌اند. میانگین وزنی شاخص شیب برابر با ۰/۷۳ تعیین شد که در دو کلاس ناچیز زیر کلاس ۱، ۲ و ۳ و متوسط زیر کلاس ۳ قرار دارد. شاخص سازند نیز با میانگین وزنی ۱/۷۷ در سه کلاس ناچیز و کم زیر کلاس ۱ و متوسط و شدید زیر کلاس ۲ قرار گرفته است. شاخص رخساره نیز با میانگین وزنی ۲/۳۰ در دو طبقه متوسط و شدید زیر کلاس ۲ قرار گرفته است. جدول (۶) میزان امتیازدهی و مساحت کلاس‌های معیار زمین‌شناسی می‌باشد.

کلاس ناچیز زیر کلاس ۱، ۲ و ۳ و متوسط زیر کلاس ۳ قرار دارد. شاخص سازند نیز با میانگین وزنی ۱/۷۷ در سه کلاس ناچیز و کم زیر کلاس ۱ و متوسط و شدید زیر کلاس ۲ قرار گرفته است. شاخص رخساره نیز با میانگین وزنی ۲/۳۰ در دو طبقه متوسط و شدید زیر کلاس ۲ قرار گرفته است. جدول (۶) میزان امتیازدهی و مساحت کلاس‌های معیار زمین‌شناسی می‌باشد.

جدول ۶- توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی بر اساس معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی
Table 6. The frequency distribution of the intensity of desertification classes based on Geological and geomorphological criteria

درصد مساحت	مساحت (کیلومتر مربع)	زیر کلاس	کلاسیابان‌زایی	میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی
۵۴/۲۶	۲۹۴/۹۴	۲	ناچیز و کم	۱/۳۰
۲۴/۶۹	۱۳۴/۱۵	۳		
۲۳/۲۶	۱۲۶/۴۴	۲	متوسط	

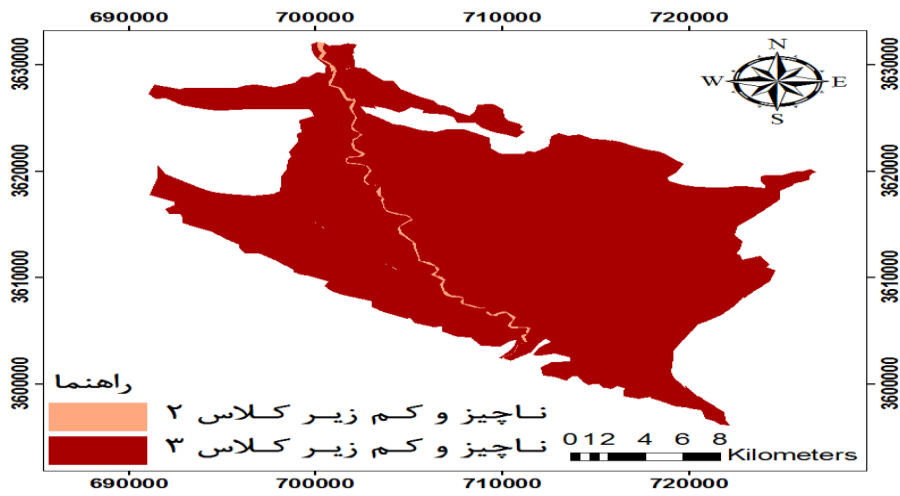


شکل ۵- نقشه شدت بیابان‌زایی دشت دهلران بر اساس معیار زمین‌شناسی- ژئومورفولوژی
Figure 5. Desertification map of Dehloran plain based on Geological and geomorphological criteria

ارزیابی شدت کل بیابان‌زایی

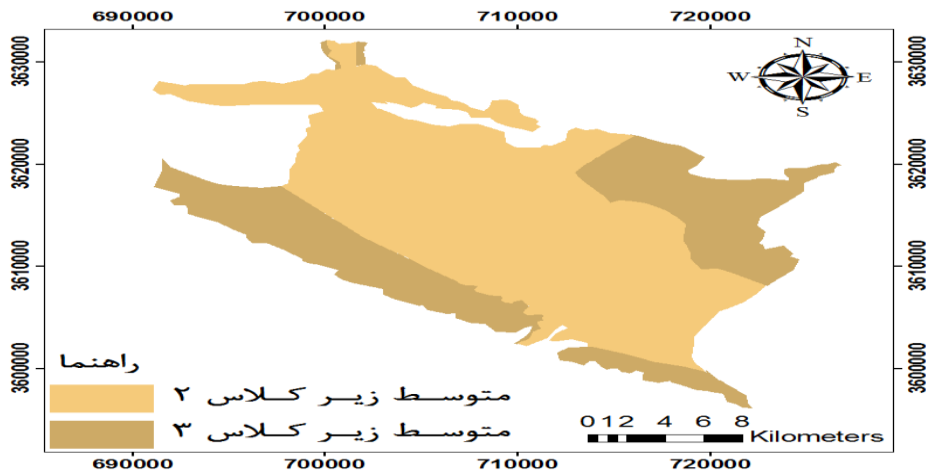
بر اساس مدل IMDPA شدت کل بیابان‌زایی دشت دهلران بر اساس سه معیار اقلیم، آب و زمین برای چهار دوره مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده آن است که در دوره ۸۳-۷۹ میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی برابر با ۱/۵۰ می‌باشد، که کل منطقه در طبقه ناچیز و کم زیر کلاس ۲ و ۳ قرار دارد. می‌توان گفت که در این دوره شدت بیابان‌زایی خیلی ناچیز و کم بوده است. به دلیل کاهش خشکسالی‌ها و افزایش بارش و همین‌طور کم بودن زمین‌های کشاورزی میزان بهره‌برداری از چاه‌های منطقه کمتر بوده و سطح سفره‌های آب زیرزمینی بالا آمده است. همین امر سبب کاهش افت و در نتیجه کاهش بیابان‌زایی در منطقه شده است زیرا بقیه پارامترهای کیفی از شاخص افت آب تأثیرپذیر هستند در دوره‌ای که افت کمتر بوده از نظر کیفی نیز در شرایط مطلوب‌تری می‌باشند. شکل (۶) نشان‌دهنده شدت بیابان‌زایی در دوره ۸۳-۷۹ می‌باشد. نتایج حاصل از وزن‌دهی نشان داد که در دوره ۸۴-۸۸ طبقه متوسط با زیر کلاس ۲ مساحت ۳۶۱/۵۸ کیلومتر مربع از کل منطقه را به خود

اختصاص داده درحالی که طبقه متوسط با زیر کلاس ۳ مساحت ۱۸۱/۹۴ کیلومتر مربع در بر گرفته است که نسبت به دوره اول میزان طبقه متوسط وسعت چشمگیری داشته که می‌توان علت آن را دو معیار اقلیم و آب دانست که در این دوره باعث ایجاد شرایط بیابان‌زایی در منطقه شده‌اند. میانگین بیابان‌زایی در این دوره نیز ۱/۸۷ ارزیابی شده است. شکل (۷) نشان‌دهنده شدت بیابان‌زایی در دوره ۸۴-۸۸ می‌باشد. در دوره سوم میانگین شدت بیابان‌زایی ۱/۸۵ می‌باشد که دشت مورد نظر در این دوره در طبقه متوسط زیر کلاس ۲ و ۳ قرار گرفته است که میزان وسعت طبقه متوسط زیر کلاس ۲ نسبت به دور قبل افزایش یافته و از طبقه متوسط زیر کلاس ۳ کاسته شده است. در این دوره بر اساس معیار اقلیم میزان بارندگی‌ها کاهش پیدا کرده و شرایط خشکسالی به وقوع پیوسته اما در مقابل از نظر معیار آب در شرایط مساعدتری قرار داشته و از بیشتر چاه‌های منطقه در این دوره کمتر استفاده شده به گونه‌ای که در بیشتر چاه‌های منطقه سطح آب افزایش داشته (خیز) و افت ناچیزی اتفاق افتاده است. شکل (۸) نشان‌دهنده شدت بیابان‌زایی در دوره ۸۹-۹۳ می‌باشد.



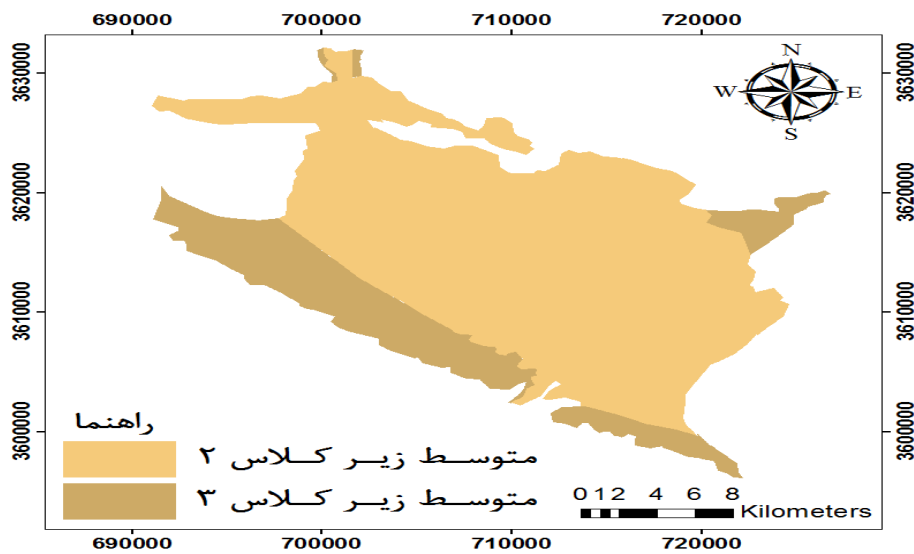
شکل ۶- نقشه شدت بیابان‌زایی دشت دهلران ۸۳-۱۳۷۹

Figure 6. Desertification intensity map of Dehloran plain, 2000-2004



شکل ۷- نقشه شدت بیابان‌زایی دشت دهلران ۸۸-۱۳۸۴

Figure 7. Desertification intensity map of Dehloran plain, 2005-2009



شکل ۸- نقشه شدت بیابان‌زایی دشت دهلران ۹۳-۱۳۸۹

Figure 8. Desertification intensity map of Dehloran plain, 2010-2014

نتیجه‌گیری

مطالعات انجام‌شده در این زمینه جهت تأیید این مطلب که معیار آب و شاخص EC مؤثرترین معیار و شاخص در ارزیابی بیابان‌زایی می‌باشند در ذیل آمده است: نتایج حاصل از ارزیابی بیابان‌زایی در منطقه کاشان حاکی از قرار گرفتن این منطقه در طبقات شدید و بسیار شدید می‌باشد، و معیار منابع آب معیار غالب در منطقه موردنظر محسوب می‌شود (۲۶). در تحقیق حاضر نیز معیار آب در دوره دوم و سوم تعیین‌کننده اصلی وضعیت بیابان‌زایی منطقه بوده است. در بررسی توان بیابانی شدن اراضی کوه‌دشت با استفاده از مدل ICD نشان داد که معیار آب مهم‌ترین معیار در ارزیابی بیابان‌زایی می‌باشد (۸،۲۳). در کویر میقان اراک و در منطقه ابوزید آباد مشخص گردید که شاخص هدایت الکتریکی خاک مهم‌ترین شاخص بیابان‌زایی در منطقه است (۱). در بررسی شد بیابان‌زایی دشت گرمسار با استفاده از مدل IMDPA مشخص شد که شاخص‌های آبیاری و هدایت الکتریکی بیشترین وزن را در راستای بیابان‌زایی دارا هستند (۵).

در دوره سوم ۹۳ - ۸۹ نیز به ترتیب معیارهای اقلیم، زمین و آب با میانگین وزنی ۱/۸۸، ۱/۳ و ۱/۲ بیشترین تأثیر در بیابان‌زایی منطقه دارند و شاخص‌های تأثیرگذار نیز به ترتیب EC، CL، خشکسالی، رخساره، TDS، بارندگی، سازند، تداوم خشکسالی، شیب، افت و SAR دسته‌بندی شده است. شدت بیابان‌زایی در این دوره نیز ۱/۸۵ بررسی شده است. در این دوره نسبت به دوره‌های قبل از نظر معیار اقلیم منطقه مورد نظر به سمت بیابان‌زایی پیش رفته اما از نظر معیار آب شرایط بهتری در واحدهای کاری ایجاد شده به‌گونه‌ای که در دوره سوم کشاورزان و ساکنین منطقه جهت جلوگیری از خشک شدن چاه‌های بهره‌برداری به سمت برداشت آب از رودخانه میمه روی آورده‌اند، به‌طوری‌که در بعضی از چاه‌های منطقه خیز آب اتفاق افتاده و در اغلب چاه‌ها افت ناچیزی رخ داده است. پس می‌توان گفت که در این دوره معیار اقلیم تأثیر گذارتر از معیار آب در پیشروی منطقه به سمت بیابان‌زایی بوده است. بررسی‌های انجام شده نشان داد که شاخص EC در همه دوره‌ها بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه به دلیل کاهش افت آب زیر زمینی، کمبود نزولات جوی و افزایش املاح داشته و در مقابل پارامتر SAR با داشتن کمترین امتیاز در همه دوره‌ها کمترین اثر را در بیابان‌زایی منطقه داشته است.

در این تحقیق به منظور ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی دشت دهلران در زمان گذشته به ارائه مدلی منطقه‌ای اقدام شد. در روش مذکور از سه معیار و همچنین شاخص‌های مهم و تأثیرگذار متعلق به هر یک از معیارهای بیابان‌زایی در دشت دهلران استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل معیارها و شاخص‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که در دوره اول ۸۳-۷۹ از بین معیارهای آب، اقلیم و زمین‌شناسی ارزیابی شده در منطقه مورد نظر به ترتیب معیارهای اقلیم، زمین و آب با میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی ۱/۳۸، ۱/۳۰ و ۱/۱۹ مهم‌ترین عوامل در تشدید پدیده بیابان‌زایی به شمار می‌روند. از بین شاخص‌های بررسی شده در این دوره نیز شاخص‌های EC، رخساره، TDS، CL، سازند، بارندگی، خشکسالی، تداوم خشکسالی، افت، شیب و در نهایت SAR به ترتیب مؤثرترین شاخص‌ها در تشدید فرایند بیابان‌زایی در منطقه هستند. علت این امر که EC اولین و تأثیرگذارترین شاخص به حساب آمده وجود املاح نمک و گچ با درصد زیاد در بافت و ساختمان سازندهای آجاجاری در قسمت‌های غربی و جنوب غربی در منطقه مورد نظر می‌باشد و همین امر سبب کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی و ایجاد محدودیت برای این منطقه شده است. در این دوره شدت بیابان‌زایی منطقه ۱/۵۰ ارزیابی شده است. در دوره دوم ۸۸-۸۴ شدت بیابان‌زایی نسبت به دوره اول تفاوت چشم‌گیری دارد به‌گونه‌ای که امتیاز معیارها و شاخص‌های مورد بررسی حاکی از افزایش ۰/۳۷ شدت بیابان‌زایی در این دوره از منطقه است. در این دوره بر اساس معیارهای مورد ارزیابی معیار آب، اقلیم و زمین به ترتیب هرکدام با میانگین وزنی ۱/۸، ۱/۵ و ۱/۳ بیشترین تأثیر را از نظر شدت بیابان‌زایی در منطقه داشته‌اند. تأثیرگذارترین شاخص‌ها نیز به ترتیب شامل افت، EC، TDS، CL، رخساره، خشکسالی، بارندگی، سازند، تداوم خشکسالی، شیب و SAR می‌باشد. طبق نتایج حاصل از شاخص افت آب، نشان داده شد که در این دوره افزایش افت زیاد بوده به‌طوری‌که در بیشتر چاه‌های منطقه کاهش سطح آب اتفاق افتاده و همین امر باعث افزایش املاح شوری EC و همین‌طور املاحی مانند TDS و CL در چاه‌های بهره‌برداری شده است. خصوصاً در واحد کشاورزی به دلیل برداشت بی‌رویه آب جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی چاه‌هایی که در این واحدکاری قرارگرفته‌اند در کلاس شدید با زیرکلاس ۳ قرارگرفته‌اند.

منابع

1. Abdi, G. 2007. Assessment and desertification map based on IMDPA model with emphasis on criteria two soil and water (area Abozeydabad). Master Thesis, Department of Natural Resources, Tehran University, (In Persian).
2. Ahmadi, H. 2004. Development plan as comprehensive services and methodology Determining criteria and indexes for assessing desertification in Iran. Faculty of Natural Resources, University of Tehran, (In Persian).
3. Ahmadi, H., A.A. Nazarisamani, M.R. Ekhtesasi, F. Moghiminejad and M. Hosseinabadi. 2012. The Effects of Urban and Industrial Development (Technogenic Desertification) in the desertification (Case Study: Eastern Region of Esfahan Province). Journal of Environmental Erosion Research, 2(1): 63-77 (In Persian).
4. Ahmadi, H., M.R. Ekhtesasi and GH.R. Zehtabian. 2006. Calibrating Plan criteria and indexes for assessing desertification in Iran. Faculty of Natural Resources, University of Tehran, (In Persian).

5. Azareh, A. 2012. The Assessment effective indices of water and land use to determine the severity desertification based on DPSIR framework Case Study (Plains Garmsar). Master Thesis, Department of Natural Resources, Tehran University, (In Persian).
6. Bahraimi, F., A. Pahlevanrodi, A.R. Moghaddamnia and G.R. Rahi 2012. Spatial Prioritization of Land Degradation Using IMDPA Model with Emphasis on Wind Erosion and Climate (Case Study: Bordekhun Region of Boushehr) *Journal of Soil and Water*, 26(4): 897-907 (In Persian).
7. Brunner, A.C., S.J. Park, G.R. Ruecker and P.L.G. Vlek. 2008. Erosion modeling approach to simulation the effect of land management options on soil loss by considering catenary soil development and farmers precipitation. *Journal of Land Degrad. Develop*, 19: 623-635.
8. Chamanpira, G.R. 2003. evaluation of desertification in the south of Lorestan, Master Thesis, Department of Natural Resources, Tehran University (In Persian).
9. Dregne, H. 1999. Desertification Assessment and Control in: The United Nations University (Ed.). *New Technologies to Combat Desertification. Proceedings of the International Symposium held in Tehran*, 12(15): 121.
10. Galloway, D.D., R. Jones and S.E. Ingebritsen. 1999. Land Subsidence in the United States. Washington, D.C, United State Geological Survey. Circular 1182.
11. Giordano, L., F. Giordano, S. Grauso, M. Lannetta, M. Scicortino, G. Bonnati and F. Borfecchia. 2002. Desertification vulnerability in Sicily, Proc. Of the 2nd Int. Conf. On New Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Ecocompatible solutions for Aquatic Environmental, 52-53 pp, Capri, Italy.
12. Karimi, K. 2014. Evaluating the Trend and Prediction of Desertification in Abbas Plain by Using Neural Network (Emphasizing Biophysical Factors). Master Thesis, Department of Natural Resources, Tehran University. (In Persian)
13. Kassas, M. 1995. Desertification: a General Review. *Journal of Arid Environments*. 30(2):115-128.
14. Kosmas, C., M. Kirkby and N. Geeson. 1999. The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping Environmentally sensitive areas to desertification. Science, Research and Development. EUR18882.
15. Lavado C.J.F., S. Schnabel, A.G. Mezo Gutierrez and F.M. Pulido. 2009. Mapping Sensitivity to land degradation Extremadura, SW Spain. *Journal of Land Degrad Develop*, 20: 129-144.
16. McCormick, M.P., L.W. Thomason and C.R. Trepte. 1995. Atmospheric Effects of the Mt Pinatubo Eruption. *Nature*, 373: 399-404.
17. Mckee T.B, N.J. Doesken and J. Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scale, *Proceedings of the Eight Conference on Applied Climatology*, 179-184 pp. American Meteorological Society, Boston, M.A.
18. Mohamadi, A.R. 2014. Evaluating the Trend and Prediction of Desertification in Mehran Plain by Using Neural Network. Master Thesis, Department of Natural Resources, Ilam University, (In Persian).
19. MoniaSantini, A., C. Gabriele Caccamob, B. Alberto Laurenti, B. Sergio Noce and A. Riccardo Valentini. 2010. Multicomponent GIS Frame work for Desertification Risk Assessment by an Integrated Index. *Applied Geography*, 30: 394-415.
20. Nateghi, S., GH.R. Zehtabian and H. Ahmadi. 2009. Evaluation of impact of the two criteria of Geology and geomorphology and soil on desertification Segzi plain. *Journal of Rangeland and watershed*, 62(3): 419-430 (In Persian).
21. Owen, O., S. Chiras, D. Daniel and J. P. Reganold. 1998. *Natural Resource Conservation Management for a Sustainable Future*, 7th Ed., Prentice.
22. Parvaz, G.M., H. Rostaminia and A. Alizadeh. 2018. Optimization of cultivation pattern using software AquaCrop-GIS (Case study: Dehloran plain, Ilam province). *Juornal of Water and soil research*, 49(4): 865-877.
23. Razavi, M. 2008. Compare geometric with Arithmetical averages on desertification intensity by using IMDPA (Case Study: Meighan Desert), Master Thesis, Department of Natural Resources, Tehran University.
24. Regional Water Organization Ilam. 2011. (In Persian).
25. Verstraet, M.M. 1986. Defining Desertification: a review, *Climatic Change*, 9: 5-18.
26. Zehtabian, Gh., H. Ahmadi, H. Khosravi and A. Rafiei Emam .2005. The approach of desertification mapping using MEDALUS methodology in Iran. *Journal of Desert*, 10(1): 205-220 (In Persian).

Assessment the Desertification Trend Using the IMDPA Modele With Emphasis on Three Criteria Climate, Water and Geomorphology and Geology (Case Study: Dehloran Plain In Ilam Province)

Soraya Yaghob¹, Marzban Faramarzi² and Haji Karimi³

1-PhD Student, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran (Corresponding author: Soraya_yaghobi@yahoo.com)

2- Associate Professor of Faculty of Agricultural Sciences, Ilam University, Ilam, Iran

3- Professor of Faculty of Agricultural Sciences, Ilam University, Ilam, Iran

Received: August 29, 2020

Accepted: April 21, 2021

Abstract

Since the desertification is increases, providing the appropriate management strategies will decreased the desertification intensity and its expansions. For this, understanding of desertification process as well as its driving forces seems to be necessary to study in a research project. The main purpose of this study is to assess the desertification by using, IMDPA model in three periods those of 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014 on Dehloran plain, Ilam province having 543.52 Km²areas. For this purpose, three affective criteria of climate, water and geomorphology-geology have been used for assessment of desertification. Each criterion was also evaluated by using a number of indices. The results of the desertification process in the first period of 2000-2004 showed that the criteria of climate geomorphology and geology and water, respectively, with weighted average 1.38, 1.30 and 1.19 were the most affective criteria in this period. Differently, in the second period of 2005-2009 the criteria of water, climate and geomorphology and geology, respectively, with weighted average 1.80, 1.50 and 1.30, had the most impact on increasing desertification. In the third period of 2010-2014 the criteria of climate geomorphology and geology and water, respectively, with weighted average 1.88, 1.30 and 1.20, were the most effective criteria in the intensity of desertification. Salinity index was recognized as the most affective indices in desertification process in all periods of time. This index hadthe greatest impact in the second period due to the indiscriminate use of farmers from exploitation wells which resulted in both decreasing groundwater levels and increasing salinity index. Overall, in study area the salinity index had an increasing trend which could be because of low rainfall, decreasing groundwater levels, and the special geology conditions.

Keywords: Climate, water, Dehloran Plain, Desertification, Geomorphology-Geology, Ilam province, IMDPA model