

## ارزیابی تأثیر تغییرات زمانی شرایط اقلیمی و وضعیت آب زیرزمینی بر شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار

سید مهرداد طباطبائی فر<sup>۱</sup>، غلامرضا زهتابیان<sup>۲</sup>، محمد رحیمی<sup>۳</sup>، حسن خسروی<sup>۴</sup> و شیما نیکو<sup>۵</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
  ۲. استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
  ۳. استادیار دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
  ۴. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
  ۵. استادیار دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
- \* نویسنده مسئول: m.tabatabaei@alumni.ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۰۲

### چکیده

نخستین گام در بیابان‌زدایی، جلوگیری از گسترش بیابان می‌باشد؛ که این مسئله باید متکی بر شناخت پدیده‌هایی است که با کنش و اندرکنش با یکدیگر در یک ناحیه تغییراتی را به وجود می‌آورند و منجر به بیابان‌زایی می‌شوند. در این پژوهش با استفاده از روش ایرانی IMDPA شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار در ۴ دوره زمانی ۱۳۷۳-۷۵، ۱۳۷۵-۸۱، ۱۳۸۱-۸۸ و ۱۳۸۸-۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از بررسی و ارزیابی‌های اولیه دو معیار اقلیم و آب به‌عنوان مهم‌ترین معیارهای موثر در بیابان‌زایی منطقه در نظر گرفته شد. برای معیار اقلیم ۳ شاخص خشکی ترانسو، بارش سالانه و شاخص خشکسالی و برای معیار آب ۳ شاخص افت آب زیرزمینی، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در نظر گرفته شد. سپس براساس مدل مذکور به هر شاخص امتیاز ددهی شد و با میانگین هندسی نقشه‌های وضعیت بیابان‌زایی در نرم‌افزار ARCGIS9.3 برای ۴ دوره زمانی تهیه شد؛ سپس با تلفیق نقشه معیارها به روش متوسط هندسی، نقشه وضعیت بیابان‌زایی برای ۴ دوره به‌دست آمد. از بین شاخص‌های بررسی شده در این دوره، چهار شاخص خشکی ترانسو، افت آب زیرزمینی، هدایت الکتریکی آب و شاخص بارش سالانه به ترتیب با ارزش عددی ۳/۱۷، ۳/۱۱، ۳/۰۹ و ۳/۰۹ بیشترین تأثیر و دو شاخص نسبت جذب سدیم، شاخص خشکسالی به ترتیب با ارزش عددی ۱/۱۷ و ۱/۶۳ کمترین تأثیر را در بیابان‌زایی دشت گرمسار دارند. تجزیه و تحلیل معیارهای بیابان‌زایی در منطقه گرمسار نشان داد که در میان معیارهای مورد بررسی، معیار آب بیشترین اثر را بر روی تخریب زمین و بیابان‌زایی از سال ۱۳۷۳ داشته است.

واژگان کلیدی: شدت بیابان‌زایی؛ آب و اقلیم؛ شاخص؛ IMDPA؛ گرمسار.

## ■ مقدمه

در ایران برای برای طبقه‌بندی نوع و شدت بیابان‌زایی اراضی روشی تحت عنوان ICD<sup>۳</sup> ابداع شد. در این روش سعی بر این بود تا بیشتر عوامل موثر بیابانی شدن اراضی به صورت گام به گام مورد بررسی قرار گرفته شود (اختصاصی و مهاجر، ۱۳۷۴). بیابان‌زایی دشت ورامین با تکیه بر مسائل آب و خاک و در قالب روش ESAs مورد بررسی قرار گرفت. در روش گفته شده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به منظور تهیه لایه‌های اطلاعاتی مختلف استفاده شد. به طوری که پس از وزن دادن به هر لایه اطلاعاتی با توجه به فرمول موجود در این رابطه، بیابان‌زایی دشت ورامین مورد بررسی قرار گرفته و در پایان نقشه بیابان‌زایی تهیه شد (زهتابیان و رفیعی امام، ۱۳۸۴). بیابان‌زایی منطقه عین خوش دهلران در دشت ابوغویر، براساس دو معیار آب و خاک با استفاده از روش MEDALUS مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیابان‌زایی برای کل منطقه براساس هر دو معیار مورد بررسی در کلاس بیابان‌زایی شدید بوده و برای کل منطقه بحرانی برآورد شد (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۷).

برای بهره‌گیری از این مدل‌ها در منطقه‌های دیگر باید شاخص‌ها و معیارهای آن‌ها مورد بررسی و ارزیابی دوباره قرار گرفته و با توجه به شرایط منطقه مورد بررسی تعدیل و اصلاح شوند. به همین منظور طرح جامع کمی‌سازی معیارها و شاخص‌های تاثیرگذار بر روند بیابان‌زایی در زیست بوم‌های طبیعی کشور توسط دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران در سطح ملی تدوین شد. بر پایه نتایج این طرح، ۹ معیار و ۳۵ شاخص بیابان‌زایی در ایران همراه با روش‌شناسی ارزیابی کمی و کیفی آنها در قالب مدل IMDPA<sup>۴</sup> ارائه شد (احمدی، ۱۳۸۳). در روش IMDPA برای رسیدن به نقشه شدت بیابان‌زایی مناطق با توجه به شرایط منطقه مورد بررسی معیارهای کلیدی بیابان‌زایی تعریف شده‌است. بهره‌گیری از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در تلفیق لایه‌ها از برتری‌های دیگر این مدل می‌باشد (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۵).

در ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت سگزی با بهره‌گیری از مدل IMDPA، مشخص شد که معیار آب با متوسط

اولین گام در اجرای فعالیت بیابان‌زایی جلوگیری از گسترش بیابان می‌باشد که باید متکی بر شناخت پدیده‌هایی باشد که هم به‌طور جداگانه و هم در کنش با یکدیگر در یک ناحیه تغییراتی را به‌وجود می‌آورند و منجر به بیابان‌زایی می‌شوند. می‌توان با ارائه راهکارها و روش‌های مدیریتی مناسب از شدت بیابان‌زایی کاست و نیز از گسترش و پیشروی آن جلوگیری به‌عمل آورد. در این راه شناخت فرآیندهای بیابان‌زایی و عوامل به‌وجود آورنده و تشدید کننده‌ی آن و همچنین آگاهی از شدت و ضعف این فرآیندها و عوامل و شاخص‌ها به منظور ارائه یک مدل برای نشان دادن شدت بیابان‌زایی و تعیین مهم‌ترین عوامل موثر بر آن برای جلوگیری از گسترش فاکتورهای بیابان‌زایی، ضرورت دارد (احمدی، ۱۳۷۵).

برای ارزیابی بیابان‌زایی بررسی‌های مختلفی در خارج و داخل کشور صورت گرفته که منجر به ارائه مدل‌های منطقه‌ای فراوانی شده‌است. برای ارزیابی بیابان‌زایی منطقه سیسیل ایتالیا با روش MEDALUS<sup>۱</sup> با توجه به شرایط منطقه، چهار شاخص خاک، اقلیم، پوشش گیاهی و مدیریت اراضی که مشخصه‌های کلیدی بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی بودند، در نظر گرفته شد. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل‌های این روش نشان داد که در بیش از ۵۰ درصد منطقه حساسیت به بیابان‌زایی زیاد تا متوسط است (Giordano et al., 2002). با بررسی حساسیت اراضی به تخریب با استفاده از مدل ESAs<sup>۲</sup> در جنوب غرب اسپانیا به این نتیجه رسیدند که نقش بیابان‌زایی تهیه شده طی این پژوهش نسبت به سایر مدل‌ها بهتر و با شرایط طبیعی سازگارتر می‌باشد (Lavado et al., 2008). برای تهیه نقشه حساسیت محیطی به بیابان‌زایی در مصر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، به این نتیجه رسیدند که بیشترین قسمت از منطقه مورد مطالعه در کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار دارد (Ali & Broudy, 2008). همچنین می‌توان روش‌های ASSOD, LADA (LDA conference, 2002) را هم نام برد.

<sup>3</sup> - Iranian Classification of Desertification

<sup>4</sup> - Iranian Model of Desertification Potential Assessment

<sup>1</sup> - Mediterranean Desertification and Land Use

<sup>2</sup> - Environmental Sensitive Arias

## روش پژوهش

در این پژوهش با بررسی گزارش‌های مختلف و بازدید از منطقه، اطلاعات پایه از جمله نقشه‌های موضوعی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و سایر اطلاعات مورد نیاز گردآوری شد و محدوده منطقه مورد مطالعه قرار گرفت. برای استفاده از این مدل و ترسیم نقشه بیابان‌زایی در مخروط افکنه گرمسار، دو معیار اقلیم و آب با توجه به شرایط منطقه و نظر کارشناس به‌عنوان معیارهای کلیدی بیابان‌زایی در نظر گرفته شد. هر معیار نیز دارای چندین شاخص می‌باشد. به هر شاخص مطابق نظر کارشناس و شدت تأثیر آن در بیابان‌زایی وزنی بین ۱ تا ۴ داده شد و نحوه وزندهی به‌صورت خطی و نسبت برابر بود. به‌طوری که ارزش ۱ بهترین و ارزش ۴ بدترین وزن بوده است (جدول ۳). در پایان برای هر شاخص و زیرشاخص با توجه به وزندهی انجام شده یک نقشه تهیه شد. در این روش هر معیار از متوسط هندسی شاخص‌های خود طبق رابطه ۱ به‌دست می‌آید.

$$Index - X = [(Layer - 1), (layer - 2), \dots, (Layer - n)]^{1/n} \quad (1)$$

Index-x: معیارموردنظر

Layer: شاخص‌های هر معیار

n: تعداد شاخص‌های هر معیار

## معیار اقلیم

در این پژوهش برای معیار اقلیم از سه شاخص خشکی ترانسو، بارش سالانه و شاخص خشکسالی استفاده و اطلاعات آب و هوایی در ۴ دوره‌ی زمانی ۷۵-۱۳۷۳، ۸۱-۱۳۷۵، ۸۸-۱۳۸۱ و ۹۰-۱۳۸۸ بررسی شد. از آمار بارش ۴ ایستگاه بنکوه، گرمسار (باران‌سنج)، ده نمک، سینوپتیک گرمسار درون حوزه و ایستگاه جنداب ایوانکی خارج از حوزه استفاده شد. برای بررسی روند شاخص خشکی، شاخص ترانسو مورد استفاده قرار گرفت (رابطه ۲). با توجه به مطالعات صورت گرفته توسط افراد دیگر و سابقه پژوهشی که در زمینه شاخص‌های خشکسالی وجود دارد از دو زیر شاخص استمرار خشکسالی و شاخص خشکسالی بارندگی سالانه<sup>۱</sup> (SIAP) استفاده شد (خسروی، ۱۳۹۱). طبق این روش، دوره

وزنی ۳/۹۷ بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد و در کلاس بیابان‌زایی خیلی شدید قرار می‌گیرد (ناطقی و همکاران، ۱۳۸۸). برای ارائه یک سیستم هشدار بیابان‌زایی در دشت کاشان با استفاده از مدل IMDPA و با نرم افزار GIS و با تأکید بر دو معیار آب و اقلیم، نتایج پژوهش نشان داد که معیار آب با ارزش عددی ۳/۳۶ بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد و در کلاس شدید قرار می‌گیرد (مسعودی، ۱۳۸۹). در ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار با استفاده از مدل IMDPA مشخص شد که شاخص‌های سیستم آبیاری و هدایت الکتریکی بیشترین وزن را در راستای بیابان‌زایی دارا هستند (آذره، ۱۳۹۱).

در این پژوهش از مدل IMDPA استفاده شده است. تعیین معیارها، شاخص‌ها و زیر شاخص‌های موثر در بیابان‌زایی با توجه به تجزیه و تحلیل روش و شرایط موجود در منطقه و ترسیم نقشه بیابان‌زایی هر معیار و در پایان ترسیم نقشه وضعیت بیابان‌زایی منطقه را می‌توان از اهداف مورد نظر در این پژوهش برشمرد.

## ■ مواد و روش‌ها

## منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش با وسعت حدود ۸۶۶۸۸ هکتار مخروط افکنه‌ی گرمسار در استان سمنان را در بر گرفته است. این منطقه دارای مختصات جغرافیایی ۵۱°۵۳' تا ۵۲°۵۵' طول شرقی و ۳۴°۲۸' تا ۳۵°۳۰' عرض شمالی بوده که از شمال به شهرستان دماوند، از جنوب به شهرستان‌های اردستان و کاشان، از شرق به شهرستان سمنان و از غرب به شهرستان‌های ورامین و قم محدود می‌شود. قسمت جنوبی این منطقه، چاله مرکزی (دشت کویر) و ناحیه شمالی آن را ارتفاعات جنوبی رشته کوه‌های البرز در بر گرفته است. در تحلیلی که بر چند مشخصه اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک استان سمنان در تابستان ۹۰ و مقایسه‌ای که با سال گذشته و در بلندمدت انجام شده در تحلیل آماری دمای آن، گرمسار به عنوان گرم‌ترین ایستگاه سینوپتیک با متوسط دمای ۳۱/۴ درجه سانتی‌گراد معرفی شد.

<sup>1</sup>. Standardized Precipitation Index

۹۰-۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی روند و اثرات تغییرات مشخصه‌های کیفی آب در دشت گرمسار، از اطلاعات مربوط به ۵۲ حلقه چاه و برای شاخص نوسانات سطح سفره آب زیرزمینی از ۷۵ حلقه چاه مشاهده‌ای استفاده شد. لازم به یادآوری است مطالعات براساس چاه‌های پیژومتری که در منطقه موجود بود، انجام شد. شاخص‌های افت آب زیرزمینی، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم براساس جدول ۲ مورد ارزیابی و متوسط هندسی معیار آب قرار گرفت.

(۶)

$$\text{نسبت جذب سدیم} \times \text{هدایت الکتریکی} \times \text{شاخص افت آب زیرزمینی} = \sqrt[3]{\text{معیار آب}}$$

پس از تهیه ۲۴ لایه رستری شاخص‌های مربوط به معیارهای مورد بررسی در ۴ دوره‌ی زمانی گفته شده، از تلفیق لایه‌های مربوط به هر معیار، لایه‌های معیارهای مورد مطالعه به دست آمد. به عبارت دیگر در این روش هر معیار از متوسط هندسی شاخص‌های خود طبق رابطه (۱) به دست می‌آید (احمدی، ۱۳۸۳). در پایان پس از تهیه لایه‌های مربوط به معیارهای مورد مطالعه، از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی دو معیار آب و اقلیم در محیط ArcGIS9.3 نقشه نهایی وضعیت بیابان‌زایی در ۴ دوره زمانی به دست آمد و با توجه به جدول ۳ طبقه‌بندی شد.

$$\text{شدت} = \sum \sqrt[2]{\text{آب} \times \text{اقلیم}} \quad (۷)$$

بیابان‌زایی

خشکسالی هنگامی اتفاق می‌افتد که SIAP به‌طور مستمر کاهش یابد و به سمت منفی برسد، و هنگامی پایان می‌یابد که SIAP مثبت شود. مقادیر تجمعی SIAP نیز، بزرگی و شدت دوره خشکسالی را نشان می‌دهد. شاخص‌های خشکی ترانسو، بارش سالانه و شاخص خشکسالی بر اساس جدول ۱ مورد ارزیابی و متوسط هندسی معیار اقلیم تعیین گردید.

$$I = \frac{P}{ETP} \quad (۲)$$

I: شاخص خشکی

P: بارش سالانه،

ETP: تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه

(۳)

$$\text{زیر شاخص SIAP} \times \text{زیر شاخص استمرار خشکسالی} = \sqrt[2]{\text{شاخص خشکسالی}}$$

(۴)

$$\text{شاخص خشکسالی} \times \text{شاخص خشکی} \times \text{شاخص بارش سالیانه} = \sqrt[3]{\text{معیار اقلیم}}$$

$$SIPA = (pi - p) \times 100/sd \quad (۵)$$

که در آن  $pi$ : مقدار بارندگی در سال مورد نظر،  $p$ : متوسط دراز مدت بارندگی سالانه، و  $sd$  انحراف معیار از داده‌های بارندگی سالانه می‌باشد.

معیار آب

روند و اثر تغییرات شاخص نوسانات سطح سفره آب زیرزمینی، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در ۴ دوره زمانی ۷۵-۱۳۷۳، ۸۱-۱۳۷۵، ۸۸-۱۳۸۱ و

جدول ۱. شاخص‌های معیار اقلیم و تعیین امتیاز در روش IMDPA

شاخص	کلاس				
	غیر قابل ملاحظه	کم	متوسط	شدید	بسیار شدید
امتیاز	۰/۰۱-۱	۱/۰۱-۱/۵۰	۱/۵۱-۲/۵۰	۲/۵۱-۳/۵	۳/۵۱-۴
بارش سالیانه (میلیمتر)	$\geq 600$	۲۸۰-۶۰۰	۱۵۰-۲۸۰	۷۵-۱۵۰	$< 75$
شاخص خشکی ترانسو	$> 0/65$	۰/۴۵-۰/۶۵	۰/۲-۰/۴۵	۰/۰۵-۰/۲	$< 0/05$
شاخص خشکسالی	۷	۵،۶	۴	۲،۳	۱
استمرار خشکسالی	کمتر از ۳ سال	۳ تا ۴ سال	۵ تا ۶ سال	۶ تا ۷ سال	بیشتر از ۷ سال

جدول ۲. شاخص‌های معیار آب و تعیین امتیاز در مدل IMDPA

شاخص	کلاس	کم	متوسط	شدید	بسیار شدید
امتیاز		۱/۰۰-۱/۵۰	۱/۵۱-۲/۵۰	۲/۵۱-۳/۵	۳/۵۱-۴
افت (cm/year)		<۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۵۰	>۵۰
EC ( $\mu\text{mhos/cm}$ )		<۷۵۰	۷۵۰-۲۲۵۰	۲۲۵۰-۵۰۰۰	>۵۰۰۰
SAR ( $\mu\text{mhos/cm}$ )		<۱۵	۱۵-۲۶	۲۶-۳۲	>۳۲

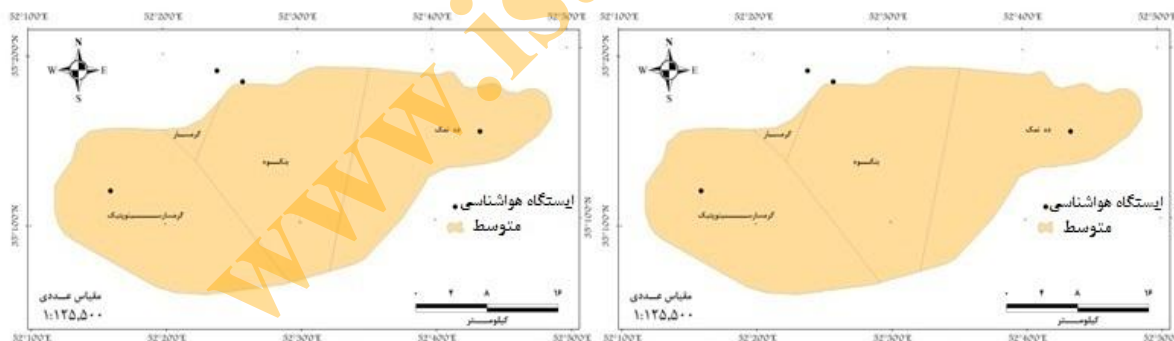
جدول ۳. توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی

طبقه‌بندی کیفی شدت بیابان‌زایی	علامت	دامنه ارزش عددی
ناچیز و کم	۱	۰-۱/۵
متوسط	۲	۱/۵۱-۲/۵
شدید	۳	۲/۵۱-۳/۵
بسیار شدید	۴	۳/۵۱-۴

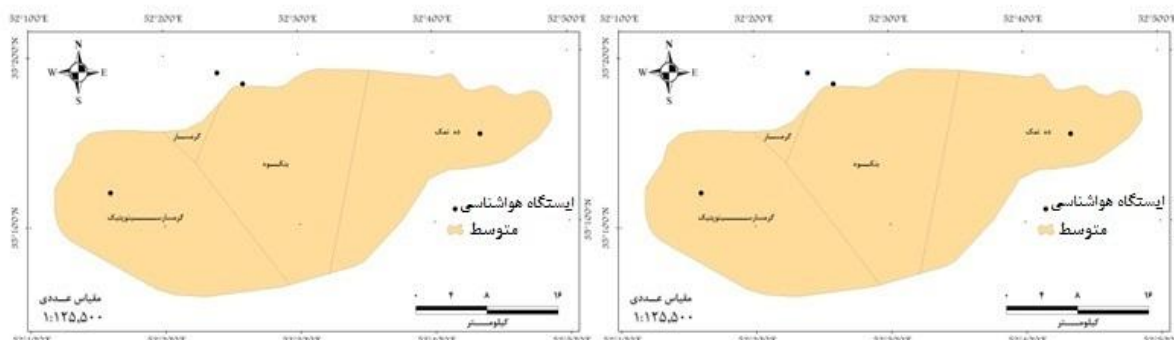
## نتایج

زایی براساس معیار آب و شکل‌های ۹ تا ۱۲ نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه براساس دو معیار آب و اقلیم در ۴ دوره زمانی می‌باشد.

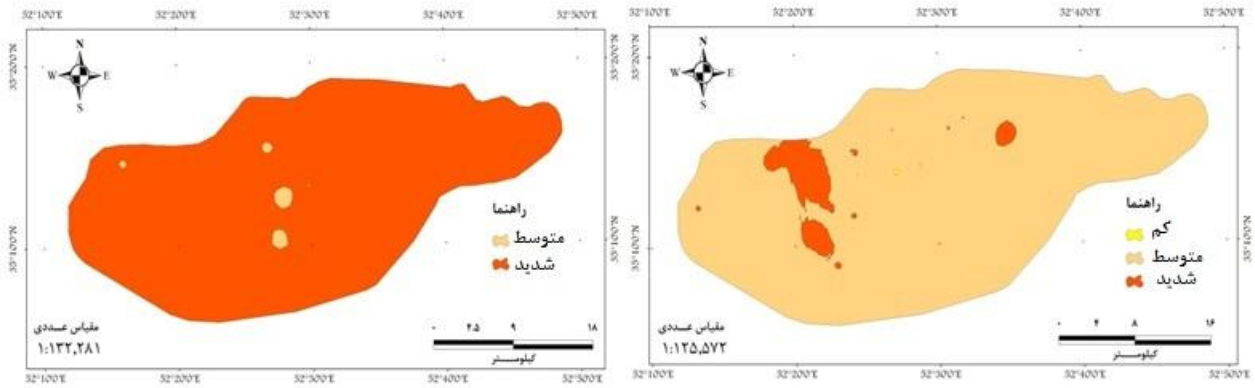
شکل‌های ۱ تا ۴ نشان دهنده نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار اقلیم، شکل‌های ۵ تا ۸ نقشه شدت بیابان-



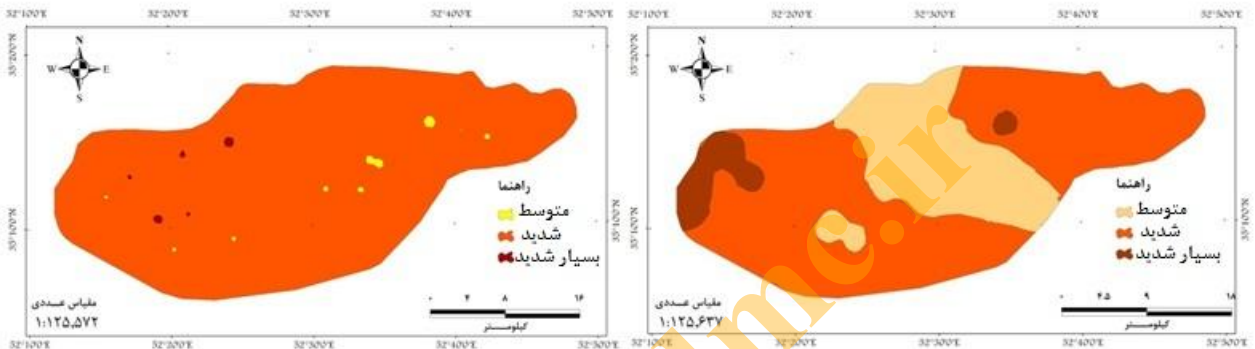
شکل ۱. نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار اقلیم (دوره ۷۵-۱۳۷۳) شکل ۲. نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار اقلیم (دوره ۸۱-۱۳۷۵)



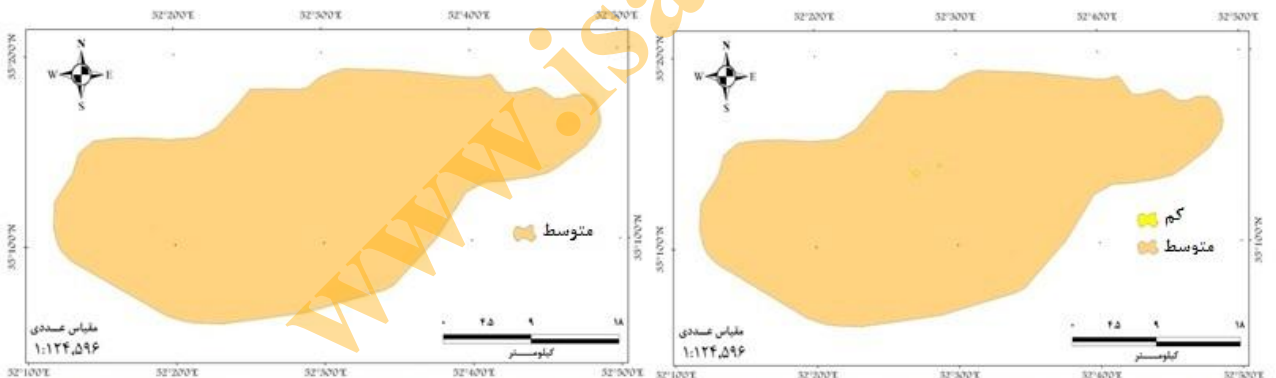
شکل ۳. نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار اقلیم (دوره ۸۸-۱۳۸۱) شکل ۴. نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار اقلیم (دوره ۹۰-۱۳۸۸)



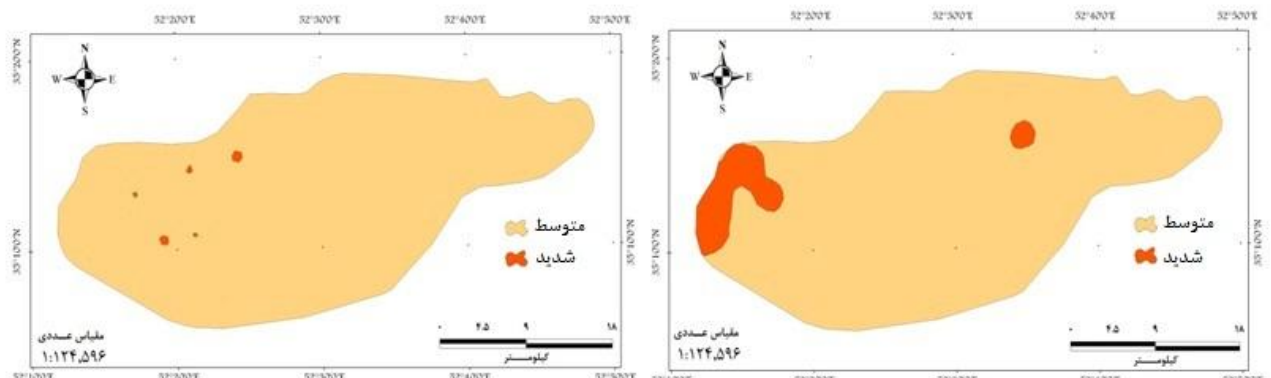
شکل ۵. نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار آب (دوره ۷۵-۱۳۷۳) شکل ۶. نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار آب (دوره ۸۱-۱۳۷۵)



شکل ۷. نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار آب (دوره ۸۸-۱۳۸۱) شکل ۸. نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار آب (دوره ۹۰-۱۳۸۸)



شکل ۹. نقشه شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار (دوره ۷۵-۱۳۷۳) شکل ۱۰. نقشه شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار (دوره ۸۱-۱۳۷۵)



شکل ۱۱. نقشه شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار (دوره ۸۸-۱۳۸۱) شکل ۱۲. نقشه شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار (دوره ۹۰-۱۳۸۸)

جدول ۴. نتایج حاصل از وزن دهی شاخص‌ها و کلاس بیابان‌زایی معیار اقلیم در ۴ دوره زمانی

دوره زمانی	شاخص ترانسو	کلاس	شاخص بارش سالانه	کلاس	شاخص خشکسالی	کلاس
۱۳۷۳-۷۵	۳/۶۳	بسیار شدید	۲/۷۶	شدید	۱/۴۲	کم
۱۳۷۵-۸۱	۳/۶۳	بسیار شدید	۲/۹	شدید	۱/۳۸	کم
۱۳۸۱-۸۸	۳/۶۳	بسیار شدید	۳/۰۹	شدید	۱/۵۶	متوسط
۱۳۸۸-۹۰	۳/۸۱	بسیار شدید	۳/۰۱	شدید	۱/۶۳	متوسط

جدول ۵. نتایج حاصل از وزن دهی شاخص‌ها و کلاس بیابان‌زایی معیار آب در ۴ دوره زمانی

دوره زمانی	شاخص افت	کلاس	شاخص هدایت الکتریکی	کلاس	شاخص نسبت جذب سدیم	کلاس
۱۳۷۳-۷۵	۲/۵۱	شدید	۱/۹۷	متوسط	۱/۰۵	کم
۱۳۷۵-۸۱	۳/۳۶	شدید	۲/۵۶	شدید	۱/۱۷	کم
۱۳۸۱-۸۸	۲/۴	متوسط	۳/۱۶	شدید	۱/۱۷	کم
۱۳۸۸-۹۰	۳/۱۷	شدید	۳/۱۱	شدید	۱/۱۷	کم

### ■ بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد که منطقه از نظر وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از روش IMDPA، در دوره زمانی ۱۳۷۳-۷۵، ۹۹/۹۶ درصد از کل منطقه معادل ۸۶۶۵۷ هکتار، در کلاس بیابان‌زایی متوسط و ۰/۰۴ درصد معادل ۳۱ هکتار، در کلاس کم قرار گرفت. در دوره ۱۳۷۵-۸۱، وسعت کلاس بیابان‌زایی کم از منطقه حذف شده و بر وسعت کلاس متوسط افزوده شد. به گونه‌ای که کل منطقه مورد مطالعاتی معادل ۸۶۶۸۸ هکتار در کلاس بیابان‌زایی متوسط قرار گرفت. در دوره ۱۳۸۱-۸۸، از وسعت کلاس بیابان‌زایی متوسط کم شده و بر وسعت کلاس شدید افزوده شد، به گونه‌ای که ۶/۱ درصد از کل منطقه معادل ۵۲۹۸ هکتار در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار گرفت و ۹۳/۹ درصد از کل منطقه معادل ۸۱۳۹۰ هکتار، در کلاس متوسط قرار گرفت. در دوره ۱۳۸۸-۹۰، وسعت کلاس بیابان‌زایی شدید به ۰/۲۸ درصد (۲۳۶ هکتار) رسید و ۹۹/۷۲ درصد از کل منطقه معادل ۸۶۴۵۲ هکتار، در کلاس متوسط قرار گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده در معیار اقلیم، شاخص خشکی ترانسو بیشترین نقش را در بیابان‌زایی منطقه دارد که در کلاس بیابان‌زایی بسیار شدید قرار گرفت. شاخص بارش سالانه پس از شاخص خشکی ترانسو بیشترین نقش را در بیابان‌زایی منطقه ایفا می‌کند و شاخص خشکی کمترین

نقش را در بیابان‌زایی منطقه دارد. که البته با توجه به نتایج، شاخص خشکی در دو دوره اول در کلاس بیابان‌زایی کم بوده اما در دو دوره دوم کلاس بیابان‌زایی متوسط جایگزین شده‌است، که روند بیابان‌زایی در آن مشهود است. برای روشن‌تر شدن این پژوهش، در تحلیلی که بر چند مشخصه اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک استان سمنان در تابستان ۹۰ و مقایسه‌ای که با سال گذشته و در بلندمدت انجام شد، در تحلیل آماری دمای آن، گرمسار به عنوان گرم‌ترین ایستگاه سینوپتیک استان سمنان با متوسط دمای ۳۱/۴ درجه سانتی‌گراد معرفی شد. درجه حرارت بسیار بالا سبب تبخیر و تعرق بسیار بالای آب در این دشت آبرفتی شده است و با توجه به این که در شاخص خشکی ترانسو از مشخصه تبخیر و تعرق استفاده می‌شود، بنابراین بالاتر بودن نقش شاخص خشکی ترانسو در معیار اقلیم به لحاظ بیابان‌زایی، در مقایسه با شاخص‌های دیگر معیار اقلیم کاملاً منطقی می‌باشد. در معیار آب، شاخص افت آب زیرزمینی بیشترین نقش را در بیابان‌زایی منطقه داشته و شاخص هدایت الکتریکی بعد از شاخص افت بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد. شاخص نسبت جذب سدیم کمترین نقش را در بیابان‌زایی منطقه داشته‌است. افت آب زیرزمینی دشت گرمسار در اثر چند عامل مهم اتفاق افتاده‌است. اولین و مهم‌ترین دلیل افزایش برداشت از آب

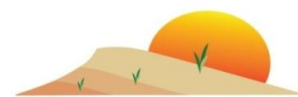
خشکی ترانسو، افت آب زیرزمینی و هدایت الکتریکی آب به ترتیب با ارزش عددی ۳/۸۱، ۳/۱۷ و ۳/۱۱ بیشترین تاثیر و سه شاخص نسبت جذب سدیم، شاخص خشکسالی و شاخص بارش سالانه به ترتیب با ارزش عددی ۱/۱۷، ۱/۶۳ و ۳/۰۹ کمترین تاثیر را در بیابان‌زایی دارند. لازم به یادآوری است که در سایر پژوهشات انجام گرفته در رابطه با تعیین شاخص‌ها و معیارهای مربوط به هر منطقه و ارزیابی شدت بیابان‌زایی آن‌ها در ایران از جمله روش مدالوس در کاشان (خسروی، ۱۳۸۳)، ارزیابی بیابان‌زایی دشت ورامین با تکیه بر مسائل آب و خاک (زهتابیان و رفیعی، ۱۳۸۴)، سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی براساس دو فاکتور آب و اقلیم در دشت کاشان با استفاده از مدل IMDPA (مسعودی، ۱۳۸۹)، ارائه مدل پایش و سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی در دشت کاشان (خسروی، ۱۳۹۱) و مقایسه آن‌ها با شرایط موجود نتایج بسیار نزدیک و مشابهی حاصل گشت. با توجه به این‌که بیشتر روش‌های متداول در تعیین شدت بیابان‌زایی، بسیار وقت‌گیر بوده و نیاز به عملیات صحرایی بسیاری دارد (خسروی، ۱۳۸۳)، استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی ضمن کاهش هزینه‌های پرسنلی موجب افزایش سرعت و دقت در برآورد نتایج حاصله می‌شود (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به تجزیه و تحلیل انجام شده و نتایج بدست آمده از ارزشیابی روش پیشنهادی در دشت گرمسار، روش پیشنهادی با در نظر گرفتن شاخص‌های مناسب و به تعداد نسبتاً کافی در مناطق خشک و به علت سادگی و مرحله‌ای بودن آن، روش وزن دادن به شاخص‌ها، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تلفیق نقشه‌ها و استفاده از میانگین هندسی به جای جمع یا میانگین حسابی (ICD, FAO-UNEP) در محاسبه شاخص‌ها و نقشه نهایی بیابان‌زایی روش به‌نسبت دقیقی است و می‌تواند در مناطق مشابه مورد مطالعه، برای تعیین شدت بیابان‌زایی مورد استفاده قرار گیرد و در صورت لزوم شاخص‌ها و کلاس‌های آن اصلاح شود.

رودخانه حبله رود در بالادست (شهرستان‌های فیروزکوه و دماوند) این منطقه را با بحران کمبود آب مواجه کرده- است، چرا که رودخانه حبله‌رود تنها منبع مطمئن تأمین آب دشت گرمسار محسوب می‌شود، به‌دلیل نوسانات آب رودخانه حبله‌رود در سال‌های گذشته، کشاورزان اقدام به حفر تعداد قابل توجهی چاه عمیق و نیمه عمیق کرده‌اند. دومین دلیل افزایش برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و چاه‌های خود منطقه می‌باشد. نبود تغذیه مناسب این سفره‌ها چه به‌صورت طبیعی و یا غیرطبیعی، ذخایر آب‌های زیرزمینی دشت گرمسار را در وضعیت نامناسبی قرار داده‌است. از مهم‌ترین دلایل بالا بودن شاخص هدایت الکتریکی در دشت گرمسار رودخانه حبله‌رود است. چنانکه اشاره شد دشت آبرفتی گرمسار در پایین دست حوضه آبخیز حبله رود قرار گرفته‌است. این رودخانه که تنها منبع مطمئن تأمین آب دشت گرمسار محسوب می‌شود، در بالادست از کیفیت خوبی برخوردار است ولی قبل از ورود به دشت گرمسار در فاصله بین ایستگاه‌های سیمین دشت تا بنکوه از سازندهای شور عبور می‌کند و شاخه‌های شوری نیز به آن می‌پیوندد که میزان املاح آن افزایش و در نتیجه کیفیت آن به‌شدت کاهش می‌یابد. همچنین طی سال‌های اخیر به‌دلیل برداشت بیش از حد از چاه‌های آب کشاورزی، ضمن پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی، کیفیت آب آنها نیز تغییر کرده و بر میزان شوری و املاح آنها افزوده شده- است، که این امر در کیفیت خاک زراعی نیز تاثیر گذار بوده‌است. با مقایسه‌ی دو دوره‌ی ۱۳۷۳-۷۵ و ۱۳۸۸-۹۰ روند شدت بیابان‌زایی منطقه را می‌توان به‌صورت واضح مشاهده کرد. به‌گونه‌ای که در دوره‌ی ۱۳۷۳-۷۵ منطقه در دو کلاس متوسط و کم قرار داشته اما در دوره‌ی ۹۰-۱۳۸۸ کلاس بیابان‌زایی کم به کلی از منطقه حذف شده و علاوه بر کلاس متوسط، کلاس بیابان‌زایی شدید وارد منطقه شده‌است. براساس مطالعات انجام شده، برای کل دوره‌ها معیار آب بیشترین تاثیر را در شدت بیابان‌زایی منطقه داشته‌است. همچنین دوره‌ی ۹۰-۱۳۸۸ برای وضعیت بالفعل بیابان‌زایی در نظر گرفته شد و از بین شاخص‌های مطالعه شده در این دوره، سه شاخص



## ■ منابع

۱. احمدی، ح. (۱۳۷۵). بررسی عوامل موثر در بیابان‌زایی. مجله جنگل و مرتع، شماره ۶۲، ۶۶-۷۰.
۲. احمدی، ح و همکاران. (۱۳۸۳). گزارش نهایی طرح تدوین شرح خدمات جامع و متولوژی تعیین معیارها و شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی در ایران، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۳. اختصاصی، م.ر. و مهاجری، س. (۱۳۷۴). روش طبقه‌بندی نوع و شدت بیابان‌زایی اراضی در ایران (ICD)، مجموعه مقالات دومین همایش بررسی مناطق بیابانی کشور، کرمان.
۴. آذره، ع. (۱۳۹۱). بررسی شاخص‌های موثر آب و کاربری اراضی در تعیین شدت بیابان‌زایی براساس چارچوب DPSIR (مطالعه موردی: دشت گرمسار). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۵. خسروی، ح. (۱۳۸۳). کاربرد مدل مدالوس در بررسی بیابان‌زایی منطقه کاشان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۶. خسروی، ح. (۱۳۹۱). ارائه مدل پایش و سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی (مطالعه موردی: منطقه کاشان). رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۷. ناطقی، س.، زهتابیان، غ.ر. و احمدی، ح. (۱۳۸۸). ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت سگزی با بهره‌گیری از مدل IMDPA. نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۲ (۳)، ۴۳۰-۴۱۹.
۸. زهتابیان، غ.ر. و رفیعی، ع. (۱۳۸۴). ESAs روشی جدید برای ارزیابی و تهیه نقشه حساسیت مناطق به بیابان‌زایی. مجله بیابان، ۸ (۱)، ۱۲۶-۱۲۰.
۹. زهتابیان، غ.ر.، ملکیان، آ. و خسروی، ح. (۱۳۸۵). معیارها و شاخص‌های موثر در بیابان‌زایی ایران. فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۶۶، ۸۰-۷۶.
۱۰. زهتابیان، غ.ر.، احمدی، ح. و آزادنی، ف. (۱۳۸۷). بررسی معیارهای آب و خاک در بیابان‌زایی منطقه عین‌خوش دهلران (دشت ابوغویر). مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۸۱، ۱۶۹-۱۶۳.
۱۱. مخدوم، م.، درویش صفت، ع.ا.، جعفرزاده، ه. و مخدوم، ع.ر. (۱۳۹۰). ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). انتشارات دانشگاه تهران.
۱۲. مسعودی، ر. (۱۳۸۹). پایش بیابان‌زایی و ارائه سیستم هشدار بیابان‌زایی با استفاده از دو معیار اقلیم و آب (مطالعه موردی: دشت کاشان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
13. Ali, R. R., Baroudy, E.I.m. (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.
14. 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.
15. Lavado Conntador, J.F., Schnabel, S., Mezo Gutierrez, A.G., & Pulido. F. M. (2008). Mapping Sensitivity to land degradation Extremadura. SW Spain. Vol 1, Issue 1, pp. 25-41.
16. LDAs conference. (2002). Land degradation assessment in dry lands- LADA project, Report of email conference, Oct-Nov2002. <http://www.fao.org/landandwater/agll/lada/emailconf.stm>.



## **The Impact Assessment of Temporal Variation of Climatological and Groundwater Condition on Desertification Intensity in Garmsar Plain**

**S.M. Tabatabaeifar<sup>\*1</sup>, Gh. R. Zehtabian<sup>2</sup>, M. Rahimi<sup>3</sup>, H. Khosravi<sup>4</sup> and Sh. Nikoo<sup>3</sup>**

1. MSc Student, Semnan University, Iran

2. Professor, University of Tehran, Iran

3. Assistant Professor, Semnan University, Iran

4. Assistant Professor, University of Tehran, Iran

\* Corresponding Author: m.tabatabaei@alumni.ut.ac.ir

**Received: 2013.04.22**

**Accepted: 2013.09.09**

### **Abstract**

Desertification consists of land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid areas induced by climate change and human activities. For evaluation and mapping of desertification many research have been conducted leading to regional and local models. In this research, among different existing methods, IMDPA model was selected and desertification intensity of Garmsar plain was evaluated based on 2 criteria and 6 indices including: climate (precipitation, drought and aridity index) and water (groundwater table depletion, electrical conductivity, sodium absorption ratio) over four periods; 1995-1997, 1997-2003, 2003-2009 and 2010-2012. Each criterion was assessed based on the selected indices resulted in qualitative mapping of each criterion based on geometric average of the indices. Finally, desertification map of the region was extracted using geometric average of criteria for each period. Thematic databases, with a 1:50000 scale resolutions were integrated and elaborated in ArcGIS9.3. The results showed that during the periods, four indices including groundwater table depletion, electrical conductivity, aridity index and precipitation index have the most significant effects on desertification with the values of 3.81, 3.17, 3.11 and 3.09, respectively. Also two indices including Sodium absorption ratio and drought have the least effect on desertification with the values of 1.17, 1.63 of the Plain, respectively. Also, analysis of desertification criteria in Garmsar region showed that among studied criteria, water criteria have had the most effect on land degradation and desertification since 1994.

**Keywords:** Desertification intensity; Water and climate criteria; Index; IMDPA; Garmsar.