

## بررسی و مقایسه روند بیابان‌زایی در مناطق خشک و نیمه خشک با تاکید بر معیار اقلیم مطالعه موردی: دشت عباس و دشت دهلران (استان ایلام)

ثریا یعقوبی؛ دانشجو دکتری مدیریت و کنترل بیابان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران.  
کامران کریمی<sup>۱</sup>؛ دانشجو دکتری مدیریت و کنترل بیابان؛ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران.  
مرزبان فرامرزی؛ دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۷ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۲۰

### چکیده

در حال حاضر بیابان‌زایی به عنوان یک معضل گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه است. این معضل مشتمل بر فرآیندهایی است که هم زائیده عوامل طبیعی بوده و هم به عملکرد نادرست انسان برمی‌گردد. هدف از این پژوهش مقایسه بیابان‌زایی دشت دهلران به ترتیب با مساحت ۳۴۱۰۴ و ۵۴۲۵۲ هکتار می‌باشد. در این مطالعه با استفاده از مدل ایرانی IMDPA شدت بیابان‌زایی دشت عباس و دشت دهلران در دوره زمانی ۸۸-۱۳۸۴ و ۹۳-۱۳۸۹ مورد ارزیابی قرار گرفت. به همین منظور معیار اقلیم به عنوان موثرترین معیار ارزیابی بیابان‌زایی در نظر گرفته شد. برای معیار اقلیم سه شاخص بارش سالانه، شاخص خشکسالی SPI و استمراریت خشکسالی در نظر گرفته شد. بعد از آماده سازی داده‌ها با استفاده از جدول امتیازدهی مدل IMDPA هر یک از شاخص‌ها بصورت لایه‌های اطلاعاتی وارد نرم افزار Arc GIS ۹.۳ شد. در نهایت با استفاده از میانگین هندسی نقشه‌های تهیه شده دو دوره زمانی با هم ادغام شده و با قرار دادن لایه‌های امتیازدهی شده سه شاخص مذکور نقشه نهایی مدل IMDPA از اقلیم دشت عباس و دشت دهلران تهیه گردید. نتایج تحقیق نشان داد که شاخص SPI به عنوان موثرترین شاخص، در دشت عباس در دو دوره به ترتیب با میانگین وزنی ۳/۰۴ و ۳/۵ در طبقه شدید با زیر کلاس ۲ و ۳ قرار دارد. در مقابل در دشت دهلران نیز شاخص SPI در دوره اول و دوم با میانگین وزنی ۱/۹۳ و ۲/۲۵ در طبقات متوسط زیر کلاس ۱ و ۲ و ۳ و شدید زیر کلاس ۱ قرار گرفته است. می‌توان نتیجه گرفت که شدت بیابان‌زایی در دشت عباس در مقایسه با دشت دهلران از نظر اقلیم در شرایط نامطلوبی قرار دارد. بطوری که وقوع بیابان‌زایی با شدت بیشتر در دهه‌های آتی دور از انتظار نخواهد بود.

واژه‌های کلیدی: بیابان‌زایی، IMDPA، اقلیم، دشت عباس، دشت دهلران.

## مقدمه

بیابان‌زایی عبارت است از تخریب سرزمین در مناطق خشک و نیمه خشک و خشک‌نیمه مرطوب در اثر تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی دان فنگ و همکاران؛ فرارا و همکاران (۲۰۰۶؛ Danfeng et al, ۲۰۱۲؛ Ferrara et al). کشور ما در طول سال‌های اخیر، یکی از بیشترین خشکسالی‌ها را تجربه کرده که در پنجاه سال اخیر کم سابقه بوده است. حدود ۸۰ درصد کشور ایران در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده است و یک سوم آن مستعد بیابان‌زایی است. بعضی مطالعات نشان می‌دهند که شور شدن خاک و منابع آب، آب و هوا، فرسایش بادی، مدیریت نامناسب زمین و تخریب پوشش گیاهی از عوامل مهم بیابان‌زایی در اکوسیستم‌های خشک ایران است (فرج‌زاده و نیک اقبال (۲۰۰۷) Faragzadeh and Nikeghbal). نتیجه به سبب مجموعه شرایط اقلیمی، ویژگی‌های طبیعی حاکم بر آن، بخش عمده‌ای از زیست بوم‌های این سرزمین در برابر شیوه‌های نامناسب بهره‌برداری بسیار حساس و شکننده بوده و بالقوه و بالفعل در معرض پدیده بیابان‌زایی قرار دارند و یا به صورت کاملاً بارزی شرایط بیابانی در آن‌ها رخ نموده است. امروزه پدیده بیابان‌زایی به عنوان یکی از بارزترین وجوه تخریب محیط زیست و انهدام منابع طبیعی در جهان مطرح گردیده و طی چند دهه گذشته کوشش‌های جهانی فراوانی جهت مقابله با گسترش این پدیده و تعدیل آثار زیان‌بار آن صورت گرفته است که از مهم‌ترین این اقدامات می‌باید به موضوع کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی و تقلیل اثرات خشکسالی از سوی سازمان ملل متحد اشاره نمود (۲۰۰۵، UNCCD).<sup>۱</sup> 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 تشدیدکننده آن و همچنین آگاهی 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 به منظور ارائه یک مدل برای نشان دادن روند بیابان‌زایی و تعیین مهم‌ترین عوامل موثر بر آن جهت جلوگیری از گسترش فاکتورهای بیابان‌زایی ضرورت دارد. برای شناخت وضعیت و روند پدیده بیابان‌زایی و تفکیک عرصه‌های آسیب پذیر در برابر عوامل تخریب‌ناپذیر معیارها و شاخص‌های موثر در بیابان‌زایی را شناسایی و مورد ارزیابی قرار داد. در ذیل به بررسی مطالعات صورت گرفته در زمینه بیابان‌زایی می‌پردازیم:

لادیسا و همکاران (۲۰۰۲، Ladisa et al) برای ارزیابی بیابان‌زایی در منطقه باری منطقه ایتالیا با توجه به متدولوژی مدالوس، ۶۰ شاخص را برای ارزیابی در نظر گرفتند. این شاخص‌ها عبارت بودند از شاخص‌های خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مدیریت کیفیت و شاخص فشار انسانی. تحقیقی در سال ۲۰۰۲ به کمک جیاردانو و همکاران (۲۰۰۲، Giordano et al) انجام گرفت. بدین ترتیب که پس از اصلاح و بازسازی مدل ESAs با توجه به شرایط منطقه، چهار معیار را که پارامترهای کلیدی بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی بودند در نظر گرفت. این چهار معیار عبارت بودند از خاک، اقلیم، پوشش گیاهی و مدیریت اراضی. مونیا سانتینی و همکاران (۲۰۱۰، Monia Santini) جهت ارزیابی خطر بیابان‌زایی در ایتالیا از شاخص پارامتر مهم بیابان‌زایی شامل چرای بیش از حد، تولیدات گیاهی، حاصلخیزی خاک، فرسایش آبی، فرسایش بادی و حریم دریا استفاده کرد. دوره زمانی را در محیط GIS شبیه‌سازی کردند بعد از عمل وزن دهی، نتایج در دامنه ۰ تا ۱۰ که نشانگر بهترین و بدترین شرایط است قرار گرفتند و خطر بیابان‌زایی منطقه در ۶ طبقه تقسیم‌بندی شد. لاوادو و همکاران (۲۰۰۸، Lavado et al) با بررسی حساسیت اراضی به تخریب، از مدل ESAs در جنوب غرب اسپانیا استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که نقشه بیابان‌زایی بدست آمده نسبت به سایر مدل‌ها بهتر و با شرایط طبیعی سازگارتر می‌باشد. با بهره‌گیری از مدل IMDPA شدت بیابان‌زایی دشت سگزی را مورد بررسی قرار گرفت، در این مطالعه سه معیار آب، زمین و پوشش مورد بررسی قرار گرفته، سپس با توجه به شرایط منطقه برای هر معیار چند شاخص در نظر گرفته شد. نتایج حاکی از آن بود که معیار آب با میانگین وزنی ۳/۹۷ (کلاس خیلی شدید) بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد. (ناطق و همکاران، ۱۳۸۸). مصباح‌زاده (۱۳۸۶)

<sup>۱</sup> - United Nations Convention to Combat Desertification

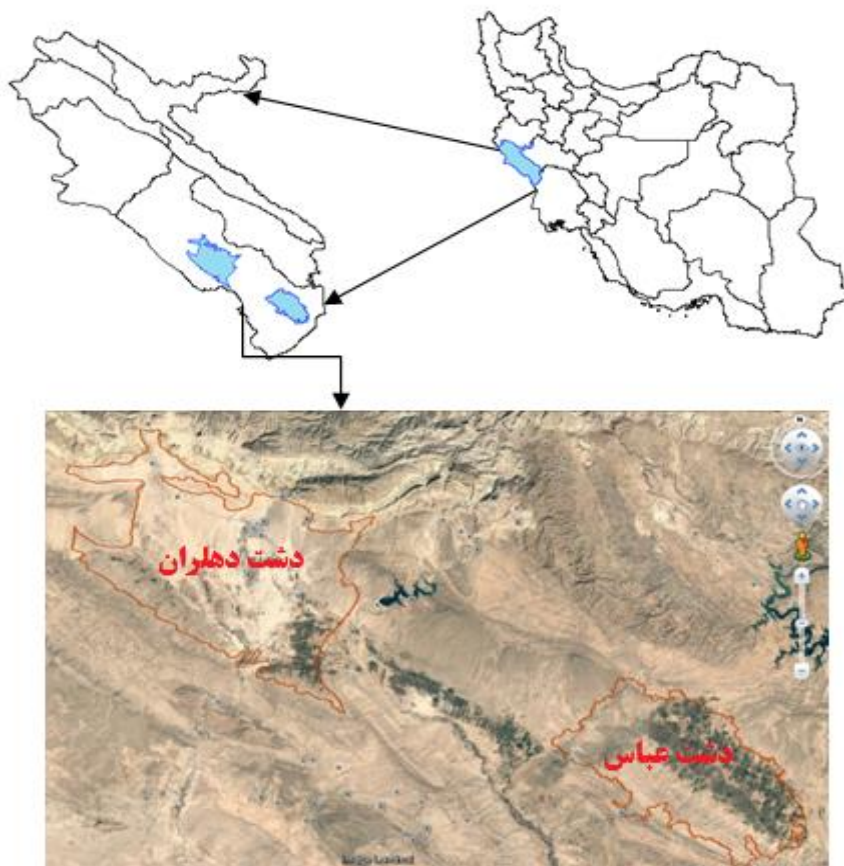
با استفاده از مدل IMDPA به ارزیابی وضعیت و شدت بیابان‌زایی منطقه ابوزیدآباد پرداخت. وی برای بررسی شدت بیابان‌زایی منطقه سه معیار زمین‌شناسی- ژئومورفولوژی، خاک و فرسایش بادی را مورد مطالعه قرار داد. وی پس از بررسی‌های انجام شده متوسط ارزش عددی شدت بیابان‌زایی را برای کل منطقه بر اساس معیار فوق  $DS=2/1$  به دست آورد که بیانگر قرار گرفتن شدت بیابان‌زایی منطقه در کلاس شدید می‌باشد. عبدی (۱۳۸۶)، جهت بررسی و تهیه نقشه بیابان‌زایی منطقه ابوزیدآباد کاشان با تکیه بر دو معیار آب و خاک از مدل IMDPA استفاده نمود. بر اساس مطالعات انجام شده توسط وی معیار خاک با متوسط ارزش عددی  $2/03$  در کلاس متوسط و معیار آب با متوسط ارزش عددی  $1/3$  در کلاس کم و ناچیز قرار گرفت. همچنین از بین شاخص‌های مورد بررسی به ترتیب دو شاخص هدایت الکتریکی خاک و آب بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه داشته‌اند و در نتیجه ارزش کمی بیابان‌زایی برای کل منطقه مورد مطالعه  $2/6$  به دست آمد که بیانگر قرار گرفتن شدت بیابان‌زایی منطقه در کلاس متوسط می‌باشد. طباطبایی فر و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی تأثیر تغییرات زمانی شرایط اقلیمی و آب زیرزمینی و تأثیر آن بر شدت بیابان‌زایی در منطقه دشت گرمسار از مدل ایرانی IMDPA در طی چهار دوره زمانی استفاده شد. دو معیار اقلیم و آب به عنوان مهم‌ترین معیارهای مؤثر در بیابان‌زایی منطقه در نظر گرفته شد. برای معیار اقلیم از سه شاخص بارش سالانه، شاخص خشکسالی و شاخص خشکی ترانسو و برای معیار آب، سه شاخص افت آب زیرزمینی، نسبت جذب سدیم و هدایت الکتریکی در نظر گرفته شد. در نهایت با تلفیق نقشه معیارها به روش متوسط هندسی نقشه وضعیت بیابان‌زایی برای چهار دوره به دست آمد. نتایج تجزیه و تحلیل معیارها نشان داد که معیار آب بیشترین تأثیر را بر روی تخریب زمین و بیابان‌زایی منطقه داشته است. ناطقی و همکاران (۱۳۹۱) در دشت سگزی به ارزیابی تأثیر معیارهای زمین‌شناسی- ژئومورفولوژی و خاک بر بیابان‌زایی منطقه پرداختند. جهت بررسی بیابان‌زایی از مدل ایرانی IMDPA استفاده شد، و ۷ شاخص دو معیار فوق مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس امتیازدهی هر شاخص، نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه بدست آمد. با توجه به میانگین هندسی معیارها معلوم شد که معیار خاک با ارزش عددی  $3/4$  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  $3/75$  در کلاس خیلی شدید می‌باشد. وصالی (۱۳۸۷)، به بررسی شاخص‌های بیوفیزیکی شدت بیابان‌زایی متأثر از فعالیت‌های انسانی در منطقه شهرستان‌های کاشان و آران و بیدگل با استفاده از مدل IMDPA پرداخت. وی پس از امتیازدهی شاخص‌ها نتیجه گرفت که شاخص میزان ساعت پمپاژ، بیشترین تأثیر و شاخص عملکرد کشاورزی کمترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارند. همچنین از میان معیارهای بیابان‌زایی، معیار فرسایش با میانگین هندسی  $3/17$  در اولویت قرار داشته و در کلاس شدید طبقه‌بندی می‌شود و پس از آن معیار آب با میانگین هندسی  $2/92$  در کلاس شدید قرار دارد. وی بر اساس مطالعات انجام شده، میانگین هندسی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه را  $DS=2/31$  برآورد نمود که بر اساس طبقه‌بندی در کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار گرفت. رئیس‌ی، (۱۳۸۷)، عوامل مؤثر در شدت بیابان‌زایی (بیابان‌های ساحلی) با استفاده از مدل IMDPA در منطقه کهیر کنارک را مورد مطالعه قرار داد. وی در انجام این تحقیق به این نتیجه رسید که از بین معیارهای بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه، معیار تخریب خاک بالاترین درصد وزنی را به خود اختصاص داده بطوری که با متوسط وزنی  $1/70$  در کلاس شدید طبقه‌بندی می‌شود و پس از آن معیار فرسایش بادی، با متوسط وزنی  $1/63$  در رتبه بعدی قرار دارد، اقلیم و پوشش گیاهی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. و در نهایت بر اساس ارزیابی انجام شده متوسط وزنی کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه بر اساس چهار معیار مورد بررسی  $DS=1/2322$  تعیین گردید که با مقایسه این مقدار با طبقه‌بندی رایج در ایران، شدید برآورد می‌گردد. مسعودی (۱۳۸۹)، با استفاده از مدل IMDPA در دشت کاشان دو معیار آب و اقلیم را مورد بررسی قرار داد و با استفاده از GIS نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه در دوره‌های مطالعاتی رسم نمود. بر طبق نتایج برآورد شده از ارزش عددی معیارها و شاخص‌های مورد مطالعه، سه شاخص افت آب زیرزمینی، هدایت الکتریکی آب و شاخص خشکی ترانسو به ترتیب با ارزش عددی  $3/82$ ،  $3/04$  و  $3/01$  بیشترین تأثیر و سه شاخص استمرار خشکسالی، شاخص SPI و بارش به ترتیب با ارزش عددی  $0/60$ ،  $1/92$  و  $2/73$  کمترین تأثیر را

در بیابان‌زایی دارند. وی با توجه به تجزیه و تحلیل معیارها بیان نمود که، معیار آب با ارزش عددی ۳/۳۶ بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد. نتایج تحقیق غلامی و موسوی (۱۳۹۴) در بررسی شدت بیابان‌زایی با مدل IMDPA با تأکید بر معیار اقلیم نشان داد که شاخص خشکسالی، خشکی و میزان بارش با میانگین وزنی ۳/۳، ۲/۲ و ۲/۵ و کلاس بیابانی شدید تا متوسط بیشترین تأثیر در بیابان‌زایی منطقه داشته است. هدف از این تحقیق بررسی و مقایسه بیابان‌زایی در دو منطقه خشک و نیمه خشک استان ایلام با استفاده از مدل IMDPA با در نظر گرفتن معیار اقلیم به منظور تأثیر گذارترین معیار در بیابان‌زایی مناطق می باشد.

## داده‌ها و روش کار

### • منطقه مورد مطالعه

مناطق مورد مطالعه دشت عباس و دشت دهلران در جنوب استان ایلام می باشد. دشت دهلران با مختصات جغرافیایی  $32^{\circ} 18' 48''$  تا  $32^{\circ} 48' 33''$  عرض شمالی و مساحت  $52 \times 543$  هکتار در جنوب شرقی استان و دشت عباس نیز با مختصات جغرافیایی  $32^{\circ} 37' 55''$  تا  $32^{\circ} 57' 50''$  عرض شمالی و مساحت  $34104$  هکتار در جنوب استان واقع شده اند (شکل ۱). دشت عباس از شمال شرقی به فاصله ۱۶ کیلومتر به سد کرخه، از شرق به فاصله ۴۹ کیلومتر به شهر دزفول، از جنوب شرقی به فاصله ۳۵ کیلومتر به شهرستان شوش و از شمال غربی به فاصله ۴۱ کیلومتر به شهرستان دهلران محدود می‌گردد. دشت دهلران نیز با توجه به شکل خاص منطقه، تمام راه‌های ارتباطی آن در ناحیه جنوبی واقع شده‌اند. با توجه به عبور جاده اصلی دهلران - اندیمشک از جنوب منطقه و همچنین واقع شدن شهر دهلران در این قسمت، اکثر راه‌های ورودی از این جاده منعش می‌گردد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیای دشت عباس و دشت دهلران در استان ایلام

## - ایستگاه‌های هواشناسی مورد بررسی

در این مطالعه برای هر دشت ایستگاه‌های در نظر گرفته شد. در دشت دهلران از ۶ ایستگاه در داخل و اطراف منطقه استفاده شد که مشخصات هر کدام از این ایستگاه‌ها در (جدول ۱) آمده است و سعی شده که از حداکثر ایستگاه‌های قابل اعتماد و دارای آمار کافی استفاده شود. تنها ایستگاه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه، ایستگاه دهلران و تم آب می‌باشد که به دلیل ناکافی بودن آمار از چهار ایستگاه دیگر به دلیل نزدیکی به منطقه و داشتن آمار قابل اعتماد استفاده شد. در دشت عباس نیز به دلیل نزدیکی به شهرستان دهلران و اعتمادی که به آمار این ایستگاه وجود داشت از آمار این ایستگاه به منظور بررسی پارامترهای اقلیمی استفاده شده است. لازم به یادآوری است که به دلیل اینکه منطقه مورد مطالعه همانند نقطه‌ای در بین مثلث ایستگاه‌های سینوپتیک دزفول، بستان، آبدانان و دهلران قرار گرفته است. ایستگاه‌های آبدانان، بستان و دزفول نیز که نزدیک‌ترین ایستگاه‌ها به دشت و با آمار طولانی و قابل اعتماد بوده‌اند نیز بررسی شده است (جدول ۲). چرا که مشخص گردید که آمار ایستگاه دهلران در تمام زمینه‌ها برای منطقه مناسب‌تر است و اعداد و ارقام آن با ایستگاه‌های باران‌سنجی ابوغویر، چم هندی، دشت عباس و عین خوش هماهنگی بیشتری دارند. مناطق غربی و جنوبی استان که دشت دهلران و دشت عباس را شامل می‌شود، دارای اقلیم استپی گرم و نیمه-بیابانی است که هر چه به طرف نواحی پست‌تر و مرزی کشور نزدیک‌تر می‌شود، به ناحیه گرم بیابانی تبدیل می‌شود. در این مناطق، تابستان بسیار گرم و خشک و زمستان نسبتاً معتدل است، میزان بارش کم و اختلاف دما در فصول سال زیاد است. حداکثر درجه حرارت این مناطق تا ۴۵ درجه بالای صفر می‌رسد. میزان بارندگی این مناطق حدود ۲۰۰ میلی‌متر در سال است.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی دشت دهلران

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	ارتفاع (m)	موقعیت جغرافیایی	
				طول	عرض
۱	تم آب	باران‌سنجی	۲۴۱	۷۰۶۱۱۳	۳۶۲۵۷۱۳
۲	سنگر نادر	باران‌سنجی	۳۴۴	۶۸۸۸۹۸	۳۶۲۷۲۱۹
۳	شهید علی دشتی	باران‌سنجی	۳۶۸	۶۹۱۹۸۵	۳۶۲۹۱۲۷
۴	دهلران	سینوپتیک	۲۳۲	۷۱۴۰۸۱	۳۶۱۸۴۸۶
۵	بیشه دراز	باران‌سنجی	۳۵۸	۶۸۴۰۷۷	۳۶۳۴۵۲۳
۶	موسیان	باران‌سنجی	۱۵۱	۷۲۳۸۷۴	۳۶۰۰۲۱۰

جدول ۲: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی دشت دهلران

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	ارتفاع به متر	موقعیت جغرافیایی	
				طول	عرض
۱	دشت عباس	باران‌سنجی	۲۶۶/۱۷	۴۷-۵۰	۳۲-۲۵
۲	دهلران	سینوپتیک	۲۳۲	۴۷-۱۷	۳۲-۴۱
۳	آبدانان	سینوپتیک	۵۸۸/۶	۴۷-۲۵	۳۲-۵۹
۴	دزفول	سینوپتیک	۱۴۳	۴۸-۲۳	۳۲-۲۴
۵	بستان	تبخیرسنج	۷/۸	۴۸-۰۰	۳۱-۴۳

## - توزیع فصلی بارندگی ایستگاه‌های مطالعه شده

جهت بررسی میزان بارندگی در فصل‌های مختلف سال از آمار ایستگاه‌های داخل و اطراف منطقه استفاده شد. که نتایج مقدار و درصد فصلی بارندگی‌ها که در جدول (۳ و ۴) آمده است، نشان می‌دهد که بیشتر بارندگی‌ها در فصول پاییز و زمستان اتفاق افتاده است.

جدول ۳: توزیع فصلی بارندگی ایستگاه‌های مطالعه شده در دوره بلند مدت

ایستگاه	میانگین بارش	بهار	تابستان		پاییز		زمستان	
			مقدار (mm)	درصد	مقدار (mm)	درصد		
تم تم آب	۲۲۶/۱۳	۱۷	۷/۵۱	۰/۳	۲۶/۳	۰/۱۳	۶/۳۲	۲/۷۹
سنگر نادر	۲۴۳/۵۰	۱۷	۶/۹۸	۰/۴	۲۸/۲	۰/۱۶	۳۸/۸	۱۵/۹۳
شهیدعلی دشتی	۲۹۰/۱۵	۱۳/۸	۴/۷۵	۰/۳	۳۱/۸	۰/۱۰	۵۰/۲	۱۷/۳۰
دهلران	۲۲۰/۹۸	۱۵/۳	۶/۹۲	۰/۴۳	۲۵/۸۵	۰/۱۹	۳۱/۲۷	۱۴/۱۵
بیشه دراز	۲۴۶/۶	۱۶/۲	۶/۵۶	۰/۷	۲۶/۳	۰/۳۰	۴۰/۶	۱۷/۹۵
موسیان	۲۲۷/۳۸	۱۴/۸	۶/۵۰	۰/۲	۲۴/۱	۰/۰۸	۳۴/۸	۱۵/۳۰

جدول ۴: توزیع فصلی بارندگی ایستگاه‌های مطالعه شده در دوره بلند مدت

ایستگاه	میانگین بارش	پائیز	زمستان		بهار		تابستان	
			مقدار (mm)	درصد	مقدار (mm)	درصد		
دهلران	۲۴۸/۹۳	۶۰	۲۴/۹	۱۳۳/۱	۵۳/۷۹	۵۳/۶	۲۱/۳۱	۰/۶
دشت عباسی	۲۲۷/۱	۸۰/۲۷	۳۵/۳	۱۰۶/۶	۴۷/۴	۳۸/۳۶	۱۶/۹	۰/۴
آبدانان	۵۶۰/۲۸	۱۶۲/۴	۲۸/۹۸	۳۰۶/۸	۵۴/۷۵	۹۰/۸	۱۶/۲۰	۰/۱۰
دزفول	۳۹۸/۹۸	۱۱۴/۴۲	۲۸/۶۸	۲۱۳/۹۳	۵۳/۶۲	۶۷/۳	۱۶/۸۷	۰/۸۳
بستان	۱۹۶/۴۳	۵۵/۷۴	۲۸/۳۸	۱۰۹/۵۴	۵۵/۷۷	۲۹/۶۴	۱۵/۰۹	۰/۷۶

## • روش کار

## - مدل بیابان‌زایی مورد استفاده

در این تحقیق جهت پایش بیابان‌زایی از مدل ایرانی IMDPA استفاده گردید. این مدل که جدیدترین روش ارزیابی بیابان‌زایی در ایران می‌باشد، در سال ۱۳۸۴ ارائه شد و برای اولین بار معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی رایج در ایران به وسیله‌ی این مدل در شرق اصفهان واسنجی شد و نتایج خوبی به دست آمد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵). پایه و اساس مدل IMDPA، مدل MEDALUS است که توسط کمیسیون بین‌المللی اروپا در سال ۱۹۹۹ ارائه شده است. از مزایای

مهم مدل MEDALUS دقت بیشتر این مدل جهت تهیه شکل بیابان‌زایی است، مدل IMDPA نیز از این قاعده تبعیت می‌کند و با این مدل می‌توان پارامترهای موثر را در بیابان‌زایی بررسی کرده و شکل بیابان‌زایی دقیق تری را تهیه نمود. این مدل بر پایه روش مدالوس زهتابیان و همکاران (Zehtabian et al, ۲۰۰۵) تدوین شده است و مزایای خاص این روش چون استفاده محدودتر از نظرات کارشناسی (در مقایسه با سایر روش‌های ارزیابی بیابان‌زایی)، استفاده از میانگین هندسی و GIS در سطوح مختلف ارزیابی موجب افزایش دقت و صحت ارزیابی می‌شود (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۶). در روش IMDPA تمامی اندازه‌گیری‌ها در واحدهای کاری انجام می‌گیرد. به همین دلیل اقدام به تهیه نقشه واحدکاری مناطق مورد مطالعه گردید. نقشه واحدکاری از تلفیق نقشه‌های زمین‌شناسی، شیب و کاربری زمین تهیه می‌شود. در این پژوهش معیار اقلیم مورد استفاده قرار گرفت که طبق مدل IMDPA برای این معیار، سه شاخص برای ارزیابی مدنظر می‌باشد: معیار اقلیم: ۱- مقدار بارش سالانه ۲- شاخص خشکسالی ۳- تداوم خشکسالی. در این روش معیار اقلیم از میانگین هندسی شاخص‌های مذکور طبق فرمول زیر بدست می‌آید:

$$\text{Index-X} = [(Layer - 1).(layer - 2)...(Layer - n)]^{1/n} \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن:

Index-X: معیار مورد نظر

Layer: شاخص‌های هر معیار

N: تعداد شاخص‌های هر معیار

به منظور ارزیابی بهتر روند بیابان‌زایی، در این تحقیق به عنوان یک نوآوری هر طبقه بیابان‌زایی به سه زیرطبقه مساوی با علامت ۱، ۲ و ۳ تقسیم شده است که مطابق جدول (۵) با افزایش شدت بیابان‌زایی در هر طبقه مقدار علامت زیر طبقه نیز افزایش می‌یابد.

جدول ۵: توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی

طبقه‌بندی بیابان‌زایی	کیفی شدت	دامنه ارزش عددی	علامت	دامنه ارزش عددی
ناچیز و کم	۰-۱/۵	۱-۱/۱۶۶	کلاس ۱	
		۱/۱۷-۱/۳۲	کلاس ۲	
		۱/۳۳-۱/۵	کلاس ۳	
متوسط	۱/۵۱-۲/۵	۱/۵۱-۱/۸۴۳	کلاس ۱	
		۱/۸۴۳-۲/۱۷۶	کلاس ۲	
		۲/۱۷۶-۲/۵	کلاس ۳	
شدید	۲/۵۱-۳/۵	۲/۵۱-۲/۸۴۳	کلاس ۱	
		۲/۸۴۳-۳/۱۷۶	کلاس ۲	
		۳/۱۷۶-۳/۵	کلاس ۳	
بسیار شدید	۳/۵۱-۴	۳/۵۱-۳/۶۷۶	کلاس ۱	
		۳/۶۷۶-۳/۸۴۲	کلاس ۲	
		۳/۸۴۲-۴	کلاس ۳	

## • معیار و شاخص‌های پایش بیابان‌زایی

### - معیار اقلیم

معیار اقلیم به وسیله پارامترهای در دسترس گیاه به آب، از قبیل میزان شاخص خشکی، بارش سالانه و شاخص خشکسالی ارزیابی شد. مقدار بارندگی سالانه صرف نظر از نحوه توزیع در ایام سال شاخص مناسبی برای ارزیابی مولفه بارندگی است. اطلاعات آب و هوایی در دو دوره زمانی بررسی شد و از آمار ایستگاه‌های موجود در منطقه و خارج از منطقه در طی دوره آماری سال‌های ۹۳-۸۹ استفاده شد.

### - شاخص بارش سالانه

به منظور محاسبه شاخص بارش سالانه ابتدا متوسط بارش سالانه هر دو دوره مورد نظر برای هر ایستگاه بدست آمد سپس مقادیر بدست آمده در محیط Arc Map موجود در نرم‌افزار ArcGIS ۹.۳ از طریق روش‌های درونیابی از جمله وزن دهی معکوس فاصله به نقشه واحدهای کاری اضافه گردید و میزان بارش در هر واحدکاری بدست آمد. در نهایت نقشه‌های بارش از طریق مقادیر بدست آمده در هر واحدکاری بر اساس جدول (۶) امتیازدهی شد و هر واحدکاری بر اساس امتیازهای گرفته شده در یک طبقه بیابان‌زایی قرار گرفت.

جدول ۶: تعیین امتیاز شاخص‌های معیار اقلیم در روش IMDPA (احمدی، ۱۳۸۳)

شاخص ارزیابی	کلاس	غیرقابل 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	< ۷۵
شاخص خشکسالی SPI		۷	۵،۶	۴	۲،۳	۱
تداوم خشکسالی		کمتر از ۳ سال	۳ تا ۴ سال	۵ تا ۶ سال	۶ تا ۷ سال	بیشتر از ۷ سال

### - شاخص خشکسالی

شاخص بارش استاندارد شاخصی است که بر اساس احتمال بارش برای مقیاس‌های زمانی متفاوت به‌کاربرده می‌شود همچنین رخداد شرایط خشکسالی را قبل از وقوع پیش‌بینی می‌کند و به تخمین شدت خشکسالی کمک می‌کند.

محاسبه شاخص بارش استاندارد شده برای هر منطقه بر اساس ثبت داده‌های بارش در بلندمدت برای یک دوره دلخواه استوار می‌باشد این گزارشات (بارش) در بلندمدت با یک توزیع احتمال متناسب شده‌اند، بنابراین متوسط بارش استاندارد شده برای هر منطقه و برای هر دوره دلخواهی صفر و انحراف معیار آن یک می‌باشد.

ارقام مثبت شاخص بارش استاندارد معرف بهتری نسبت به میانگین بارش می‌باشد درحالی‌که مقادیر منفی این شاخص معرف پایین‌تری نسبت به میانگین بارش می‌باشند. چون شاخص بارش استاندارد شده، رقومی شده است یعنی به صورت عدد درآمده بنابراین می‌تواند به روش یکسانی معرف اقلیم‌های خشک و مرطوب باشد همچنین می‌توان دوره‌های مرطوب را نیز از طریق این شاخص نشان داد.

طبق این روش دوره خشکسالی هنگامی اتفاق می‌افتد که SPI به طور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر برسد و هنگامی پایان می‌یابد که SPI مثبت گردد و مقادیر تجمعی SPI نیز، بزرگی و شدت دوره خشکسالی را نشان می‌دهد. طبقه‌بندی مقادیر SPI در جدول (۷) آمده است.

معادله (۲)

$$SPI = \frac{Pik - Pi}{\sigma_i}$$



در معادله فوق: SPI بارش استانداردشده،  $P_{ik}$  مقادیر بارش در ایستگاه  $i$  در  $k$  امین سال مشاهده به میلی متر،  $\bar{P}_i$  میانگین بارش بلندمدت ایستگاه  $i$  به میلی متر و  $\sigma_i$  انحراف معیار داده‌های بارش بلندمدت ایستگاه  $i$  می‌باشد. دامنه طبقه‌های شدت برای تعیین ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها بر اساس نمایه‌ی SPI در جدول ذیل آمده است. در نرم‌افزار GISArc، به جای داده‌های بارش، در رابطه شاخص SPI، نقشه‌های بارش هر سال جایگزین شد به عبارت دیگر نقشه‌ی حاصل از تفاضل نقشه‌ی بارش هر سال و نقشه میانگین بارش کل دوره تقسیم بر نقشه انحراف معیار دوره تهیه و در نتیجه نقشه SPI دوره مورد نظر به دست آمد. حسن این کار به دست آمدن پیکسل به پیکسل شاخص خشکسالی و پهنه بندی صحیح تر شاخص نسبت به روش‌های موجود، می‌باشد زهتابیان و همکاران؛ نخعی نژاد فرد و همکاران (۲۰۱۴؛ Nakhaee Nezhad Fard et al, ۲۰۱۳) در نهایت بعد از تعیین مقدار شاخص خشکسالی برای هر سال مقدار شاخص خشکسالی برای هر دوره مورد مطالعه بدست آمد و بر اساس جدول (۶) ارزش-دهی شد.

جدول ۷: مقیاس طبقه‌بندی دوره‌های مرطوب، نرمال و خشک بر اساس روش SPI

طبقه	بی‌نهایت مرطوب	مرطوب شدید	مرطوب متوسط	بارش نرمال	خشکی ملایم	خشکی شدید	خشکی حاد
مقدار SPI	۱/۹۹ تا ۱/۵	۱/۴۹ تا ۰/۵	۰/۵ تا -۰/۵	-۰/۵ تا ۰/۵	-۱/۴۹ تا -۱/۵	-۱/۹۹ تا -۱/۶	-۲ و کمتر
کد طبقه	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

#### - شاخص استمرار خشکسالی

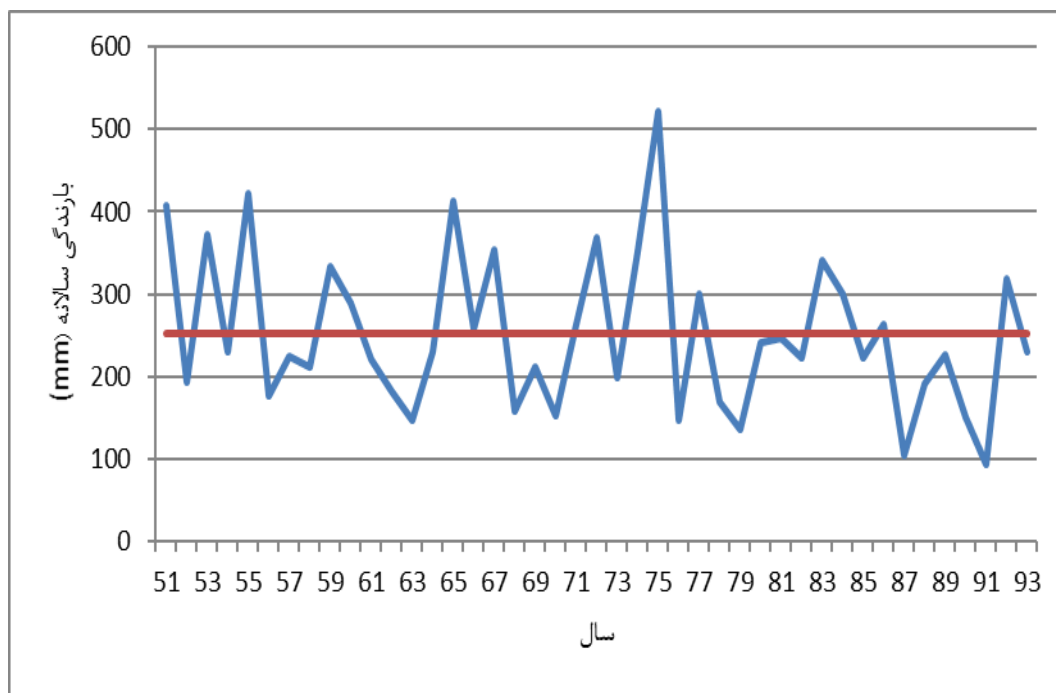
با استفاده از مقادیر نقشه‌های بدست آمده از شاخص خشکسالی برای هر سال و نمودار میانگین‌های متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله بدست آمده از منطقه مورد مطالعه شاخص استمرار خشکسالی برای هر دوره محاسبه گردیده و بر اساس جدول ۶ بر پایه مدل IMDPA امتیازدهی شد. بر این اساس هرچه تعداد سال‌های تحت خشکسالی افزایش یابد طبقه بیابان‌زایی بیشتر خواهد بود.

#### شرح و تفسیر نتایج

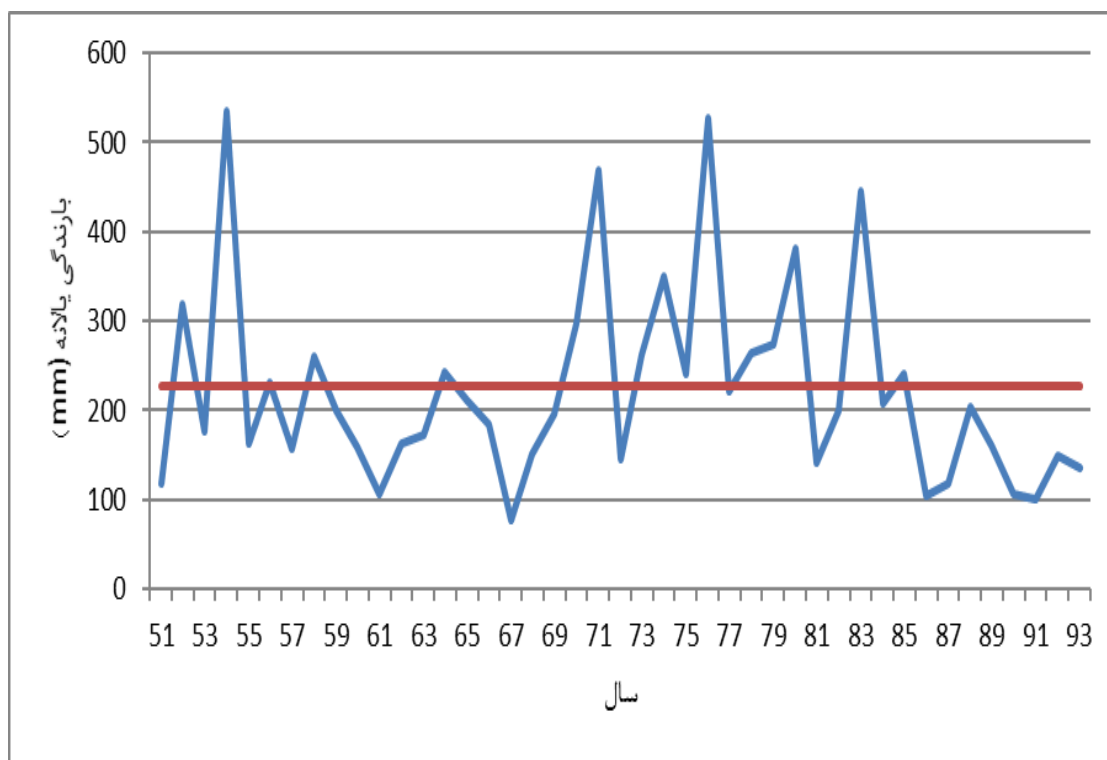
تجزیه و تحلیل شاخص‌ها، در مناطق مورد مطالعه، به صورت وزنی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج به شرح زیر به دست آمد:

#### • شاخص بارندگی

بررسی میانگین سالانه دراز مدت ایستگاه تبخیر سنجی دهلران و دشت عباس در طول دوره آماری ۴۲ ساله به ترتیب برابر با ۲۵۱/۶ و ۲۲۷/۱ میلی‌متر بوده است. شکل (۲ و ۳) تغییرات بارندگی را طی ۴۲ سال آمار مذکور را به همراه میانگین بلندمدت بارندگی دشت دهلران و دشت عباس را نشان می‌دهد. برطبق شکل مشاهده می‌شود که در دشت دهلران از سال ۸۴ تا ۹۳ که دوره مورد بررسی برای ارزیابی بارندگی منطقه می‌باشد، تنها سال‌های ۸۴ و ۹۲ میانگین بارش منطقه بیشتر از میانگین بلندمدت بوده و در بقیه سال‌ها شرایط خشکسالی در منطقه حاکم بوده است. در دشت عباس نیز بر اساس نمودار بارندگی مشاهده می‌شود که از سال ۱۳۸۴ به بعد میانگین بارش منطقه کمتر از میانگین بلند مدت بوده و شرایط خشکسالی در منطقه حکم فرما بوده است و در چند سال اخیر شدت خشکسالی اتفاق افتاده شدید شده که با توجه به تداوم ۱۰ ساله اثرات مخربی بیش از پیش بر اقلیم منطقه وارد می‌کند.



شکل ۲: نمودار تغییرات ۴۲ ساله بارندگی دشت دهلران



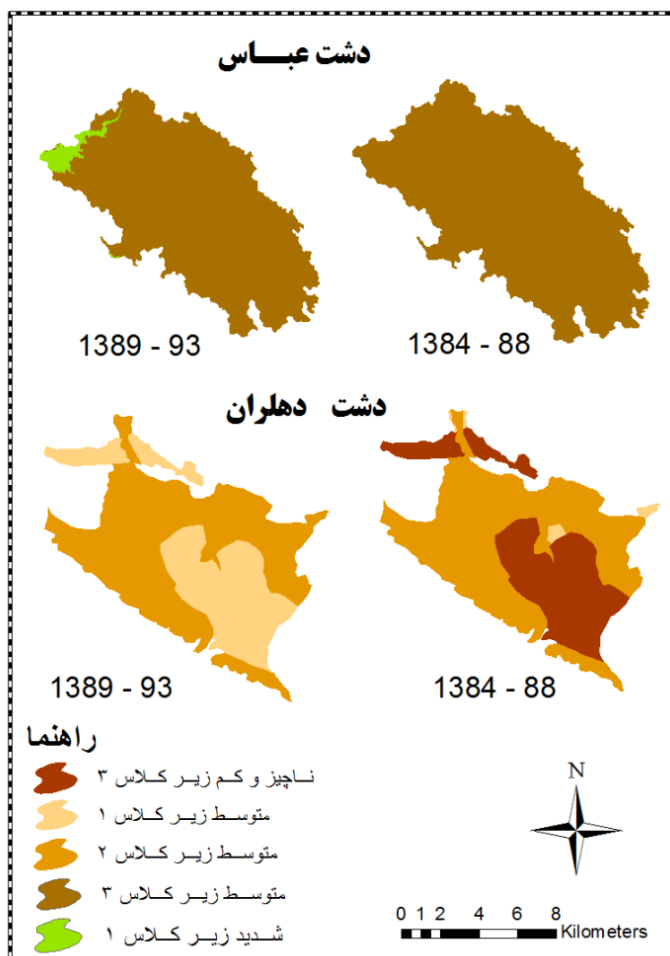
شکل ۳: نمودار تغییرات ۴۲ ساله بارندگی دشت عباس

از نظر میزان بارش، بیابان‌زایی دشت عباس و دشت دهلران طی دو دوره مورد مطالعه بررسی شد جدول (۸)، همانطور که ملاحظه می‌شود مقدار بارندگی طی دوره‌های بررسی شده سیر نزولی داشته است و طبقات بیابان‌زایی با اینکه ثابت بوده، اما به مقدار ارزش عددی بیابان‌زایی افزوده شده است. به طوریکه میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی برای دوره‌های ۸۸-۱۳۸۴ و ۹۳-۱۳۸۹ به ترتیب برابر با ۲/۳ و ۲/۵ بوده است. در دشت دهلران نیز طبق جدول مقدار بارندگی

طی دوره‌های مورد بررسی سیر نزولی داشته و بیشتر منطقه در دوره‌های ذکر شده در طبقه متوسط قرار گرفته اما بر مقدار میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی افزوده شده است. به طوریکه میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی در سال‌های ۸۸-۸۴ و ۹۳-۸۹ به ترتیب  $1/80$  و  $2/02$  بوده است. نتایج حاصل از بررسی شاخص بارندگی بر اساس مدل IMDPA نیز گویای این مطلب است که مقدار بارندگی طی دوره‌های بررسی شده سیر نزولی داشته و طبقات بیابان‌زایی به سمت طبقه شدید پیش رفته است. به طوری که میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی دشت عباس برای دوره‌های ۸۸-۱۳۸۴ و ۹۳-۱۳۸۹ به ترتیب برابر با  $2/303$  و  $2/5$  بوده است. در دوره ۸۷-۱۳۸۴، ۱۰۰ درصد منطقه به زیر کلاس ۳ طبقه متوسط بیابان‌زایی انتقال پیدا کرده است و در دوره ۹۳-۱۳۸۸ نیز با کاهش بارندگی مقدار  $3/16$  درصد از مساحت منطقه به طبقه شدید و زیر کلاس ۱ تغییر پیدا کرده است. در دشت دهلران نیز میانگین وزنی بیابان‌زایی بارندگی نسبت به دشت عباس کمتر بوده به گونه‌ای که در دور‌های ۸۸-۱۳۸۴ و ۹۳-۱۳۸۹ برابر با  $1/8$  و  $2/02$  بوده که در دوره اول  $61/4$  درصد و در دوره دوم  $63/5$  درصد منطقه در طبقه متوسط با زیر کلاس ۲ قرار گرفته است. با توجه به میانگین وزنی بدست آمده از شاخص‌های مورد بررسی نشان داده شد که در دو دوره مورد ارزیابی میانگین وزنی بیابان‌زایی شاخص بارندگی در دشت عباس بیشتر از دشت دهلران بوده است. (شکل ۴).

جدول ۸: توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی شاخص بارندگی طی دوره‌های مورد مطالعه

دوره	میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی	زیر کلاس	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
دشت عباس	$2/5$	متوسط	۳	$34104/62$	۱۰۰
		شدید	۱	$1078/88$	$3/163$
	$1/80$	ناچیز و کم	۳	$198/12$	$36/45$
دشت دهلران	$2/02$	متوسط	۲	$33376$	$61/40$
		متوسط	۱	$19812$	$36/45$
	$2/5$	متوسط	۲	$34540$	$63/55$



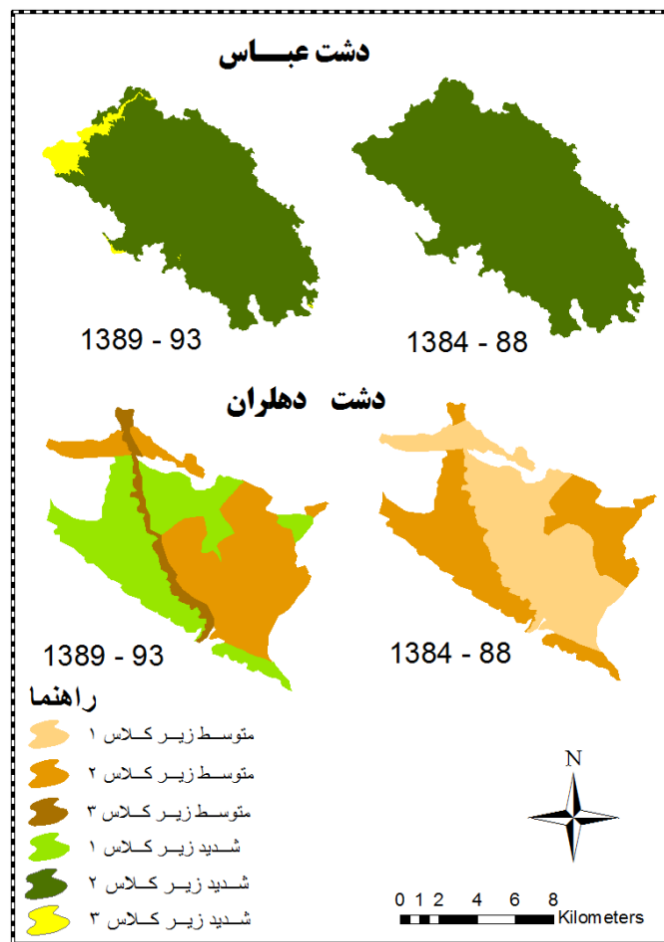
شکل ۴: نقشه روند بیابان‌زایی دشت عباس و دشت دهلران بر اساس شاخص بارندگی

#### • شاخص خشکسالی

شاخص خشکسالی بر اساس شاخص استاندارد شده بارش برای دو دوره بررسی شد. طبق جدول (۹) نتایج حاکی از آن است که میانگین وزنی شاخص خشکسالی بیابان‌زایی منطقه دشت عباس در دوره‌های ۱۳۸۴-۸۸ و ۱۳۸۹-۹۳ نیز به ترتیب برابر با ۳/۰۴۶ و ۳/۵ بدست آمد که در هر دو دوره در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار گرفت. اما میانگین وزنی شاخص خشکسالی بیابان‌زایی منطقه دشت دهلران در دوره ۸۸-۸۴ برابر با ۱/۹۳ و کلاس متوسط زیر کلاس ۱ و ۲ ارزیابی شد. دوره ۸۹-۹۳ با میانگین وزنی بیابان‌زایی ۲/۲۵ در طبقات متوسط زیر کلاس ۳ و شدید زیر کلاس ۱ طبقه‌بندی شد. از نظر شاخص SPI به عنوان موثرترین شاخص تأثیر گذار در هر دو منطقه میزان میانگین وزنی در دوره اول و دوم به ترتیب ۳/۰۴ و ۳/۵ بوده که نسبت به میانگین وزنی همین شاخص در دشت دهلران بیشتر بوده و سبب شده که دشت عباس در این دوران در کلاس شدید با زیر کلاس ۲ و ۳ قرار بگیرد در مقابل دشت دهلران در دوره اول با میانگین وزنی ۱/۹۳ در کلاس متوسط با زیر کلاس ۱ و ۲ و در دوره دوم نیز با میانگین وزنی ۲/۲۵ در کلاس متوسط زیر کلاس ۲ و ۳ و شدید زیر کلاس ۱ قرار گرفته است. (شکل ۵).

جدول ۹: توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی شاخص خشکسالی طی دوره‌های مورد مطالعه

درصد مساحت	مساحت (هکتار)	زیر کلاس	کلاس بیابان‌زایی	میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی	دوره	
۱۰۰	۳۴۱۰۴/۶۲	۲	شدید	۳/۰۴۶	۱۳۸۴-۸۷	دشت عباس
۹۷/۵۳	۳۳۲۵۶/۱۷	۲	شدید	۳/۵	۱۳۸۸-۹۱	
۲/۴۸۷	۸۴۸/۴۵۲	۳				
۵۵/۱۹	۲۹۹۹۷	۱	متوسط	۱/۹۳	۱۳۸۴-۸۸	دشت دهلران
۴۴/۸۱	۲۴۳۵۵	۲	متوسط			
۴۹/۶۹	۲۷۰۰۸	۲	متوسط	۲/۲۵	۱۳۸۹-۹۳	
۶/۸۷	۳۷۳۸	۳	متوسط			
۴۳/۴۵	۲۳۶۰۴	۱	شدید			



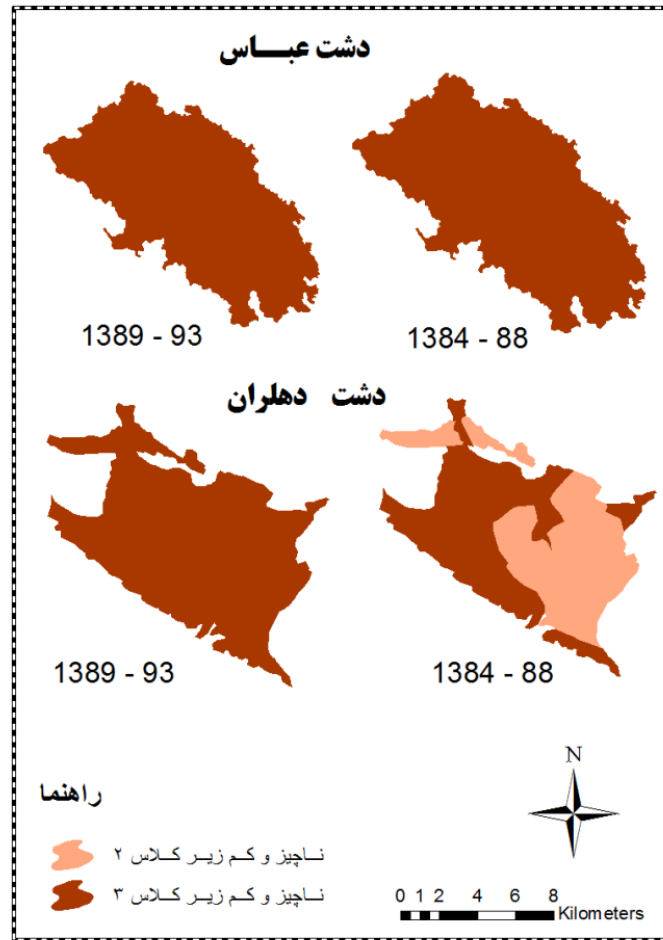
شکل ۵: نقشه روند بیابان‌زایی دشت عباس و دشت دهلران بر اساس شاخص خشکسالی

### • شاخص استمرار خشکسالی

با استفاده از نتایج به دست آمده از روش SPI و توضیحات داده شده در قبل، به منظور بررسی اثر تداوم خشکسالی از آمار ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره ۴۲ ساله (۱۳۹۳-۱۳۵۱) استفاده شده و شاخص استمرار خشکسالی برای دشت عباس و دشت دهلران طی دوره‌های مورد مطالعه محاسبه گردید و بر اساس جدول (۶) وزن‌دهی شد. همچنین به منظور ارزیابی صحت تداوم خشکسالی مقادیر بدست آمده از شاخص خشکسالی با نمودار میانگین متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله مقایسه شد. نتایج حاصل از جدول (۱۰) نشان می‌دهد که در هر دو دشت مذکور با توجه به اینکه در دو دوره ۸۸-۱۳۸۴ و ۹۳-۱۳۸۹ کلاس بیابان‌زایی در طبقه ناچیز و کم قرار گرفته است اما مقادیر میانگین وزنی نشان می‌دهد که وضعیت بیابان‌زایی دشت عباس و دشت دهلران بر اساس شاخص استمرار خشکسالی رو به افزایش بوده است، به طوریکه میانگین وزنی افزایش پیدا کرده است و در دوره ۹۳-۸۹ برابر با ۱/۵ شده است. از طرفی میانگین وزنی بیابان‌زایی شاخص استمرار خشکسالی در دشت عباس در هر دو دوره به ترتیب ۱/۰۳ و ۱/۵ بوده که در طبقه ناچیز و کم زیر کلاس ۳ قرار گرفته است. دشت دهلران نیز در همین دوران با میانگین وزنی برابر با ۱ و ۱/۵ در طبقه ناچیز و کم با زیر کلاس ۲ و ۳ قرار گرفته است. در هر دو دشت مذکور از نظر شاخص استمرار خشکسالی تفاوت چندانی وجود ندارد. شکل (۶) تغییرات تداوم خشکسالی را در دوره‌های مورد بررسی نشان می‌دهد.

جدول ۱۰: توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی شاخص استمرار خشکسالی طی دوره‌های مورد مطالعه

دوره	میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی	زیر کلاس	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱۳۸۴-۸۸	۱/۰۳	ناچیز و کم	۳	۳۴۱۰۴/۶۲	۱۰۰
	۱/۵	ناچیز و کم	۳	۳۴۱۰۴/۶۲	۱۰۰
۱۳۸۴-۸۸	۱	ناچیز و کم	۲	۲۶۵۶۶	۴۸/۸۷
		ناچیز و کم	۳	۲۷۷۸۶	۵۱/۱۳
۱۳۸۹-۹۳	۱/۵	ناچیز و کم	۳	۵۴۳۵۲	۱۰۰



شکل ۶: نقشه روند بیابان‌زایی دشت عباس و دشت دهلران بر اساس شاخص استمرار خشکسالی

#### ارزیابی روند بیابان‌زایی بر اساس معیار اقلیم

وضعیت بیابان‌زایی منطقه دشت عباس طی دو دوره مورد بررسی از نظر معیار اقلیم از طریق میانگین هندسی شاخص‌های بارندگی ( $Q_{1.1}$ ) خشکسالی ( $Q_{1.2}$ ) و تداوم خشکسالی ( $Q_{1.3}$ ) بر اساس رابطه زیر مورد ارزیابی قرار گرفت.

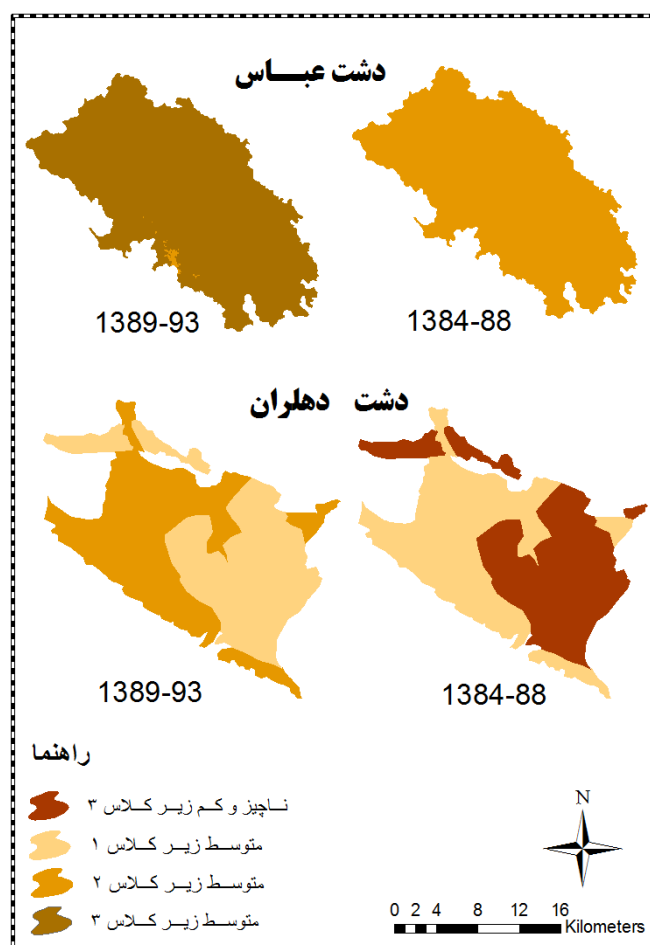
$$Q_1 = \prod_{j=1}^3 Q_{1,j} = \sqrt[3]{(Q_{1.1}) \cdot (Q_{1.2}) \cdot (Q_{1.3})}$$

معادله (۳)

جدول (۱۱) و شکل (۷) وضعیت بیابان‌زایی دشت عباس را بر اساس معیار اقلیم طی ۲ دوره مورد بررسی نشان می‌دهد. نتایج بررسی معیار اقلیم بر اساس مدل IMDPA در دشت عباس حاکی از این است که کلاس بیابان‌زایی برای دوره ۸۸-۱۳۸۴ متوسط با زیر کلاس ۲ و مقدار میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی برای این دوره ۱/۹۲ ارزیابی شده در دوره ۹۳-۱۳۸۹ میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی افزایش پیدا کرده و به ۲/۳ رسیده است به طوری که ۹۹/۵۳ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه از کلاس متوسط با زیر کلاس ۲ به کلاس متوسط با زیر کلاس ۳ تغییر یافته است. در این دوره مقدار ۰/۴ به شدت بیابان‌زایی منطقه افزوده شده که نسبت به دوره قبل آهنگ افزایش شدت بیابان‌زایی بیشتر شده است. همچنین مقادیر ارزش و وضعیت بیابان‌زایی دشت دهلران بر اساس معیار اقلیم طی دو دوره مورد بررسی نشان می‌دهد که دوره ۸۸-۸۴ نیز با میانگین وزنی ۱/۵۰ در دو کلاس متوسط زیر کلاس ۱ و ناچیز زیر کلاس ۳ قرار گرفته است. دوره ۹۳-۸۹ نیز با میانگین وزنی ۱/۸۸ در طبقات متوسط قرار گرفته است (شکل ۷).

جدول ۱۱: توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی بر اساس معیار اقلیم

درصد مساحت	مساحت (هکتار)	زیر کلاس	کلاس بیابان‌زایی	میانگین وزنی شدت بیابان‌زایی	دوره	
۱۰۰	۳۴۱۰۴/۶۱۹	۲	متوسط	۱/۹۲	۱۳۸۴-۸۸	دشت عباس
۰/۴۶۹	۱۵۸/۸۸۵	۲	متوسط	۲/۳	۱۳۸۹-۹۳	
۹۹/۵۳	۳۳۹۴۴/۵۸۶	۳	متوسط			
۴۹/۷۵	۲۷۰۳۵	۳	ناچیز و کم	۱/۵۰	۱۳۸۴-۸۸	دشت دهلران
۵۰/۲۵	۲۷۳۱۷	۱	متوسط			
۴۸/۸	۲۶۵/۶۶	۱	متوسط	۱/۸۸	۱۳۸۹-۹۳	
۵۱/۲۵	۲۷۸/۳۸	۲	متوسط			



شکل ۷: نقشه روند بیابان‌زایی دشت عباس و دشت دهلران بر اساس معیار اقلیم



## نتیجه گیری

در این تحقیق به منظور ارزیابی و مقایسه بیابان‌زایی دشت دهلران و دشت عباس به ارائه مدلی منطقه‌ای اقدام شد. در روش مذکور از معیار اقلیم و همچنین شاخص‌های مهم و تاثیرگذار متعلق به این معیار بیابان‌زایی در هر دو دشت استفاده شد. با توجه به تجزیه و تحلیل‌های انجام‌شده و نتایج به دست آمده از ارزشیابی روش IMDPA در مناطق دشت عباس و دشت دهلران و مقایسه این مناطق با هم از نظر بیابان‌زایی آشکار می‌گردد که روش موجود برای منطقه مورد مطالعه مناسب بوده و از کارایی خوبی برخوردار است.

با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسه دو دشت مذکور نشان داده شد که هرچند در هر دو منطقه از سال ۸۴ سیر نزولی بارندگی اتفاق افتاده است و شرایط خشکسالی در منطقه حکم‌فرما بوده است و در چند سال اخیر شدت خشکسالی تشدید یافته که با توجه به تداوم ۱۰ ساله اثرات مخربی بیش از پیش بر اقلیم منطقه وارد می‌کند. اما متوسط میزان بارندگی دوره ۴۲ ساله در دشت عباس ۲۲۷/۱ میلی‌متر بوده که نسبت به دشت دهلران با متوسط بارندگی ۲۵۶/۶ میلی‌متر کمترین بارندگی را به خود اختصاص داده است.

به همین منظور در دشت عباس و دشت دهلران در دوره ۸۸-۱۳۸۴ و ۹۳-۱۳۸۹ به ترتیب شاخص‌های SPI، شاخص بارندگی و شاخص تداوم خشکسالی به ترتیب موثرترین شاخص‌ها در تشدید فرایند بیابان‌زایی در دو منطقه بوده‌اند. به گونه‌ای که شاخص خشکسالی SPI بیشترین تاثیر و شاخص تداوم خشکسالی کمترین تاثیر را در بیابان‌زایی هر دو منطقه داشته‌اند. نتایج این تحقیق با تحقیق جهرمی و همکاران (۱۳۹۳) در کاشان که در بررسی روند بیابان‌زایی شاخص (SPI) با ارزش عددی ۲/۹۹ بیشترین تاثیر و شاخص استمرار با ارزش عددی ۰/۱۴ کمترین تاثیر در بیابان‌زایی ارزیابی نمودند مطابقت دارد. در کل در هر دو دوره روند بیابان‌زایی از نظر معیار اقلیم با سرعت بیشتری در حال افزایش است به طوری که شدت بیابان‌زایی از نظر معیار اقلیم در دوره اول و دوم در دشت عباس ۱/۹ و ۲/۳ و در دشت دهلران به ترتیب ۱/۵ و ۱/۸ می‌باشد. این شتاب بیابان‌زایی در هر سه شاخص اقلیمی کاملاً آشکار می‌باشد. با همه این تفاسیر می‌توان گفت با اینکه هر دو منطقه جزو مناطق خشک و نیمه خشک شهرستان دهلران می‌باشند اما در دشت عباس وضعیت بیابان‌زایی منطقه از نظر عوامل اقلیمی در شرایط بحرانی تری قرار دارد. در مجموع می‌توان گفت که روند بیابان‌زایی از منظر معیار اقلیم رو به گسترش می‌باشد. به طوری که در چنین شرایطی، وقوع بیابان‌زایی با شدت بیشتر در دهه‌های آتی دور از انتظار نخواهد بود.

## منابع

- احمدی، حسن. ۱۳۸۳. طرح تدوین شرح خدمات جامع و متدولوژی تعیین معیارها و شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی در ایران. دانشگاه منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- احمدی، حسن؛ محمدرضا اختصاصی و غلامرضا زهتابیان. ۱۳۸۵. طرح کالیبره کردن شاخص‌ها و معیارهای ارزیابی بیابان‌زایی در ایران (منطقه شرق اصفهان)، دانشگاه منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- رئیس، عبدالغنی. ۱۳۸۷. بررسی عوامل موثر در شدت بیابان‌زایی (بیابان‌های ساحلی) با استفاده از مدل IMDPA در منطقه کهپیرکنارک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی تهران.
- زهتابیان، غلامرضا؛ حسن احمدی، محمدرضا اختصاصی و حسن خسروی. ۱۳۸۶. واسنجی مدل مدالوس جهت ارائه یک مدل منطقه‌ای برآورد شدت بیابان‌زایی در منطقه کاشان، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۰ (۳): ۷۲۴-۷۴۴
- طباطبایی‌فر، سید مهرداد؛ غلامرضا زهتابیان، محمد رحیمی، حسن خسروی و شیما نیکو. ۱۳۹۲. ارزیابی تاثیر تغییرات زمانی شرایط اقلیمی و وضعیت آب زیرزمینی بر شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار، مجله مدیریت بیابان، ۱ (۲): ۳۹-۴۸
- قرائتی جهرمی، مجتبی؛ عباسعلی ولی، سید حجت موسوی، فاطمه پناهی و حسن خسروی. ۱۳۹۳. بررسی روند بیابان‌زایی دشت کاشان با استفاده از مدل IMDPA با تاکید بر معیار اقلیم، نشریه هواشناسی کشاورزی، ۲ (۲): ۶۱-۴۷
- عبدی، ژاله. ۱۳۸۶. بررسی و تهیه نقشه بیابان‌زایی بر اساس مدل IMDPA با تاکید بر دو معیار آب و خاک (منطقه آبوزید آباد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

- غلامی، حمید و سیده مهدخت موسوی. ۱۳۹۴. بررسی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA با تاکید بر معیار اقلیم (مطالعه موردی: شمیل تخت)، اولین همایش ملی پدافند غیر عامل در بخشهای کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست با رویکرد توسعه پایدار، تهران، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، مسعودی، ریحانه. ۱۳۸۹. سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی بر اساس دو فاکتور آب و اقلیم (مطالعه موردی: دشت کاشان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- مصباح زاده، طیبه. ۱۳۸۶. ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA با تکیه بر معیارهای زمین در منطقه ابو زید آباد (کاشان)، پایان نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ناطق، سعیده؛ غلامرضا زهتابیان و حسن احمدی. ۱۳۹۱. بررسی شدت اثر دو معیار زمین‌شناسی-ژئومورفولوژی و معیار خاک بر بیابان‌زایی منطقه دشت سگری، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۹(۴): ۵۴۰-۶۰۰
- وصالی، علی. ۱۳۸۷. بررسی شاخص‌های بیوفیزیکی شدت بیابان‌زایی متأثر از فعالیت‌های انسانی (منطقه مورد مطالعه: کاشان و آران بیدگل)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- Danfeng, S. ; R. Dawson, and Li. Baoguo. ۲۰۰۶. Agricultural causes of desertification risk minqin China. *J. Environ. Manag.*, ۷۹(۴): ۳۴۸-۳۵۶.
- Faragzadeh, M. and M. Nikeghbal. ۲۰۰۷. Evaluation medalus model eor desertification hazard zonation using GIS; study area: iyzad khast plain, iran.pakistan. *journal of biological sciences*, ۱۰(۱۹):۲۶۲۲-۲۶۳۰
- Ferrara, A. ; L. Salvati, A. Sateriano, A. Nole. ۲۰۱۲. Performance evaluation and cost assessment of a key indicator system to monitor desertification vulnerability. *J. Ecol. Indicators*, ۲۳:۱۲۳-۱۲۹
- Giordano, L. ; F.Giordano, S. Grauso, M. Lannetta, M. Scicortino, G. Bonnati, and F. Borfecchia. ۲۰۰۲. Desertification vulnerability in Sicily. Proc. Of the ۲nd Int. Conf. On New Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: *Eco-Compatible Solution for Aquatic Environments*.
- Ladisa, G. ; M. Todorovic, and G. Trisorio\_liuzzi. ۲۰۰۲. Characterization of Area Sensitive to Desertification in Southern Ital. *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.
- Lavado, C.J.F. ; S. Schnabel, A.G. Mezo Gutierrez, and F.M. Pulido. ۲۰۰۸. Mapping Sensitivity to land degradation Extremadura. SW spain. *Land Degrad Develop*, ۲۰(۲): ۱۲۹-۱۴۴.
- Monia Santini, A. ; B.C. Gabriele Caccamo, B. Alberto Laurenti, B. Sergio Noce, and A. Riccardo Valentini. ۲۰۱۰. Multicomponent GIS Framework for Desertification Risk Assessment by an Integrated Index, *Applied Geography*, ۳۰(۳):۳۹۴-۴۱۵.
- Nakhaee Nezhad Fard, S. ; K. Karimi, and H. Khosravi. ۲۰۱۴. Assessment of Climatic Drought and its Economic Effects (Case Study: South Khorasan Province), *Journal of Rangeland Science*, ۴(۱):۶۲-۷۰
- UNCCD. ۲۰۰۵. *Adoption of the agenda and organization of work, ICCD/COP (۷)/CST ۱*, ۱۵
- Zehtabian, Gh. ; A. Malekian, and H. Khosravi. ۲۰۰۵. Effective Parameters and Indices in Desertification, *Jangal & marta* ۶۶.
- Zehtabian, GH.R. ; K. Karimi, S. Nakhaee Nezhad Fard, M. Mirdashtvan, and H. Khosravi. ۲۰۱۳. Comparability Analyses of the SPI and RDI Meteorological Drought Indices in South Khorasan province in Iran, *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, ۱(۹): ۹۸۱-۹۹۲.