



شماره ۱۱۲، پاییز ۱۳۹۵

# روش‌های آبخیزداری

(پژوهش و سازندگی)

## ارزیابی بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند با استفاده از روش فائو و یونپ

### • علی فرمهینی فراهانی

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی (نویسنده مسئول)

### • محمد درویش

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

### • مصطفی زارع

کارشناس ارشد پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۲

Email: am\_farmahini@yahoo.com

### چکیده

شناسائی و ارزیابی عوامل مؤثر در بیابان‌زایی و تعیین مناطق مبتلا به این معضل از ضروریات امر در هر منطقه می‌باشد. یکی از مناسبترین روش‌ها جهت ارزیابی بیابان‌زایی روش فائو و یونپ می‌باشد که در آن فرآیندهای متعددی جهت ارزیابی بیابان‌زایی بررسی و مطالعه می‌گردند. زوال پوشش گیاهی، فرسایش آبی، فرسایش بادی، افت کمی و کیفی منابع آب و شور شدن خاک به همراه فشار دام و جمعیت بر روی محیط زیست فرآیندهای اصلی مورد مطالعه در این تحقیق بودند. دوره زمانی ارزیابی یک دوره ۲۰ ساله (۸۷-۱۳۶۸) و با توجه به قدیمیترین اطلاعات، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای موجود انتخاب شد. برای ارزیابی هر فرآیند چندین شاخص در نظر گرفته شده و با برداشت‌های میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای شاخص‌های منتخب ارزیابی و امتیازدهی شدند. چهار کلاس ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید نیز جهت تفکیک درجات بیابان‌زایی در نظر گرفته شد. هر یک از فرآیندها از سه جنبه وضعیت کنونی، سرعت و استعداد طبیعی بیابان‌زایی بررسی شدند. نقشه‌های بیابان‌زایی از جنبه‌های مذکور در محیط GIS ترسیم و جهت تهیه نقشه نهایی بیابان‌زایی تلفیق گردیدند. بر اساس نتایج حاصله در حوزه آبخیز شازند به ترتیب ۱۱۶۴۶۶ هکتار (۲۰٪) اراضی در کلاس ناچیز، ۲۷۳۲۴۰ هکتار (۴۸٪) در کلاس متوسط و ۱۷۹۱۲۳ هکتار (۳۲٪) در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارند. بیابان‌زایی شدید عمده‌تاً در اراضی با شیب ۳۰-۱۵ درصد و دارای پوشش گیاهی فقیر مشاهده شد. فرسایش آبی و زوال پوشش گیاهی عوامل اصلی بیابان‌زایی و فشار چرای دام علت اصلی افزایش سرعت تخریب اراضی در این منطقه می‌باشد.

کلمات کلیدی: بیابان‌زایی، فائو و یونپ، شازند، فرسایش آبی، زوال پوشش گیاهی.

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 112 pp: 75-87

### Evaluating of desertification in Shazand watershed lands by FAO and UNEP method

By: A. Farmahini Farahani: Scientific board of Markazi Agricultural and Natural Resources Research Center. M. Darvish: Scientific board of Research Institute of Forest and Rangelands (Corresponding Author). M. Zare: Senior Research Expert of Yazd Agricultural and Natural Resources Research Center.

Recognition and evaluation of influencing factors on desertification as well as determination of influenced area with this problem is necessary. The method of FAO-UNEP is one of the proper methods to evaluating the desertification which into study the different factors and process. Vegetation distraction, water and wind erosion, decreasing the quality and quantity of water supply, saltification of soil together with animal pressure and human population on the environment were the main factors and processes investigated in this research. A period time of 20 years (1989-2008) choose for assessment of desertification in this study and data were collected with considering the aerial photograph and remote sensing images. For investigation of each processes were evaluated several indices and scoring with field sampling and library studies. Four class of poor, moderate, intense and very intense were determined for discrimination of desertification levels. Each process was investigated from 3 aspects such as existing condition, speed and natural capability of desertification. Desertification maps was constructed in GIS and integrated for final desertification map. Base on the result were classified 116466ha (%20) in low, 273240ha (%48) in intermediate and 179123ha (%32) in severe class of desertification in Shazand watershed. Intense desertification were observed mainly in mountainous and rocky area with slop higher than %40 and poor vegetation. Severe desertification was observed mainly in mountainous ranges with slop higher than 15-30 percent and poor vegetation. Water erosion and vegetation destruction were the main factors of desertification in this watershed and whereas the animal pressure was the main factor of desertification intensity.

Keywords: Desertification, FAO-UNEP method, Shazand, Water erosion, Vegetation destruction.

بیابان‌زا، مناسب‌ترین اقدامات پیشگیرانه و عملیات بازدارنده را طراحی و تدارک ببینند (Darvish, 2004). از عوامل دیگر انتخاب روش فائو و یونپ، غنی بودن مطالعات انجام شده متناسب با فاکتورهای مورد بررسی این روش در حوزه آبخیز شازند و وجود شهرها و مراکز صنعتی و کشاورزی در این ناحیه می‌باشد.

در زمینه ارزیابی وضعیت و شدت بیابان‌زایی اراضی مطالعات متعددی صورت گرفته است. Wangati et al. (1997) با در نظر گرفتن شاخص‌های مؤثر در تخریب سرزمین نقشه خطرپذیری مناطق مختلف کشور کنیا را به روش فائو و یونپ تهیه نمودند. این محققین به ترتیب 1، 13، 53 و 33 درصد اراضی این کشور را دارای بیابان‌زایی خیلی شدید، شدید، متوسط و خفیف معرفی نمودند. Harasheh and Tateishi (2002) نقشه بیابان‌زایی غرب آسیا را به روش فائو و یونپ تهیه نمودند. زوال پوشش گیاهی، فرسایش آبی و بادی و شوری خاک مهمترین عوامل بیابان‌زایی در این منطقه تشخیص داده شدند. Ladisa (2002) در ارزیابی بیابان‌زایی منطقه باری ایتالیا شش شاخص خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مدیریت و فشارهای انسانی را مورد بررسی قرار داده و با استفاده از میانگین هندسی شاخص‌های مورد استفاده نقشه نهایی بیابان‌زایی باری را تهیه نموده است. (Yonghuan et al, 2005) با استفاده از مجموعه داده‌های 50 سال اخیر مهمترین عوامل مؤثر در

### مقدمه

بیابان‌زایی فرآیندی است که سبب کاهش یا از بین رفتن کامل کارایی سرزمین شده و بیشتر به دلیل فشارهای انسانی و به ندرت به علت عوامل طبیعی بوجود می‌آید (Darvish, 2004). طبق برآورد کنفرانس بیابان‌زایی سازمان ملل (UNCOD) پدیده بیابان‌زایی آینده بیش از 785 میلیون نفر انسان ساکن در مناطق خشک را که معادل 17/7 درصد جمعیت کل جهان می‌باشد را تهدید می‌کند. از این تعداد بین 60 تا 100 میلیون نفر از طریق کاهش حاصلخیزی اراضی بطور مستقیم تحت تأثیر قرار دارند (Meshkat, 1998). بیابان‌زایی محدودیت‌های بسیاری از لحاظ کشاورزی، تأمین مواد غذایی، پرورش دام، توسعه صنعت و ارائه هزینه‌های خدماتی ایجاد می‌نماید. فروپاشی شیوه‌های معیشت دامداران و کشاورزان و مهاجرت از نتایج بیابان‌زایی می‌باشد. با توجه به اثرات مخرب و جبران‌ناپذیر بیابان‌زایی شناسایی و ارزیابی عوامل مؤثر در بیابان‌زایی و تعیین مناطق مبتلا به این معضل از ضروریات امر در هر منطقه می‌باشد. یکی از مناسب‌ترین روشها جهت ارزیابی بیابان‌زایی روش معروف فائو و یونپ می‌باشد. نقشه‌هایی که اجرای روش فائو و یونپ به تولید آن می‌انجامد این توانائی را دارند تا از یکسو علل فرآیندهای بیابان‌زایی و دامنه تحرکات آنها را مشخص کرده و از سوی دیگر به مدیران برنامه در حوزه محیط زیست امکان می‌دهند تا با پیش‌بینی جریان‌های

۳۹/۵، ۵۸ و ۲/۵ درصد اراضی این ناحیه را در کلاس‌های کم، متوسط و شدید بیابان‌زایی طبقه‌بندی نمودند. کرمان و همکاران (۱۳۹۰) نیز افت سفره‌های آب زیرزمینی و تخریب پوشش گیاهی را مهمترین عوامل بیابان‌زایی در حوزه آبخیز کوه‌دشت لرستان با استفاده از روش ICD تشخیص دادند.

ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی، تعیین عوامل اصلی و فرعی مؤثر در بیابان‌زایی، شناخت قابلیت‌ها و نارسائی‌های کاربرد روش فائو و یونپ در شرایط منطقه و استفاده از نقشه‌های تولیدی در پیش‌بینی بیابان‌زایی و برنامه‌ریزی و آمایش پایدار اراضی منطقه مورد مطالعه از اهداف این تحقیق بوده‌اند.

### مواد و روش‌ها

#### موقعیت و ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز شازند به مساحت ۵۸۲۱۵۴ هکتار در ناحیه جنوب غربی استان مرکزی واقع شده و قسمتهائی از شهرستانهای شازند، اراک، کميجان و استان همدان را در بر گرفته است. عمده اراضی این حوزه کوهپایه‌ای بوده و یکی از زیرحوزه‌های اصلی رودخانه دائمی قره چای می‌باشد. آب و هوای آن نیمه خشک سرد بوده و متوسط بارندگی آن حدود ۳۳۰ میلی‌متر می‌باشد.

#### روش پژوهش

اگر چه فرآیندهای متعددی در بیابانی‌شدن محیط دخالت دارند ولیکن در این پژوهش برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی حوزه آبخیز شازند با استفاده از روش فائو و یونپ پنج فرآیند مهم زوال پوشش گیاهی، فرسایش آبی، فرسایش بادی، افت کمی و کیفی منابع آب و شورشدن خاک به همراه دو عامل فشار دام و انسان بر محیط زیست مورد بررسی قرار گرفتند. این فرآیندها با توجه به اهمیت و در دسترس بودن منابع اطلاعاتی انتخاب شده و روش کار مطالعاتی در سطح حوزه آبخیز دریاچه نمک بوده است (طرح ملی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع). سطح مبدأ مطالعه عملاً نامعلوم بوده و وضعیت طبیعی محیط در یک دوره زمانی ۲۰ ساله (۸۷-۱۳۶۸) با توجه به قدیمی‌ترین اطلاعات و تصاویر ماهواره‌ای موجود از سنجنده MSS بررسی شده است. روش مطالعه به ترتیب به شرح ذیل بوده است:

الف: جمع‌آوری آمار، نقشه‌ها، تصاویر ماهواره‌ای، عکسهای هوایی و سایر اطلاعات موجود.

ب: تعیین واحدهای کاری متناسب با فرآیند مورد مطالعه: تیپ‌های گیاهی در فرآیند زوال پوشش گیاهی، واحدهای اراضی در فرآیندهای فرسایش آبی و بادی و شوری‌زایی، دشت در فرآیند افت کمی و کیفی منابع آب، سامان عرفی در فرآیند فشار دام و شهرستان در فرآیند فشار انسان بر محیط زیست.

ج: بررسی پنج فرآیند اصلی بیابان‌زایی از سه جنبه وضعیت کنونی (وضعیت کنونی در مقایسه با سالهای ابتدائی دوره زمانی تحقیق)، سرعت (میزان تخریب در واحد زمان) و استعداد بیابانی‌زایی (آسیب پذیری ذاتی و طبیعی) با استفاده از شاخص‌های مطالعاتی و جمع‌آوری

بیابان‌زایی شمال چین، مینکین و استان گانسو را بررسی نمودند. نتایج بررسی نشان داد که عامل انسانی در بین سالهای ۲۰۰۴-۱۹۵۶ در مقایسه با عامل طبیعی نقش بسیار بیشتری بر شدت بیابان‌زایی داشته است. خسروی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی بیابان‌زایی دشت کاشان فرآیندهای فرسایش آبی و بادی، تخریب منابع آب، پوشش گیاهی، خاک، اقلیم، و مدیریت منابع را مورد بررسی قرار داده و فرآیند تخریب منابع آب زیرزمینی را به عنوان مهمترین فرآیند بیابان‌زایی تشخیص داده و فرآیندهای اقلیم، مدیریت، پوشش گیاهی، فرسایش بادی، خاک و فرسایش آبی در مراحل بعدی قرار گرفتند. مشکوه و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه خود بر روی بیابان‌زایی دشت یزد - اردکان به این نتیجه رسیدند که درجه تخریب پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه شدید تا خیلی شدید، گسترش شوری متوسط تا شدید و میزان فرسایش بادی ناچیز تا متوسط می‌باشد در حالیکه استعداد طبیعی بیابان‌زایی این سه فرآیند به ترتیب خیلی شدید، متوسط تا شدید و متوسط تا شدید می‌باشد. حساس و کمی بودن و دشوار بودن اندازه‌گیری برخی از شاخص‌ها از اشکالات روش فائو و یونپ در این منطقه بوده است. اکبری و همکاران (۲۰۰۷) در ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان‌زایی منطقه خشک شمال اصفهان به این نتیجه رسیدند که در ۳۵ درصد اراضی منطقه بیابان‌زایی با منشاء طبیعی و در ۶۵ درصد اراضی بیابان‌زایی با منشاء انسانی حاکم می‌باشد. شدت بیابان‌زایی اراضی متوسط، شدید و خیلی شدید بوده و در ۲۰ درصد اراضی تأثیر همزمان دام و انسان و در ۸۰ درصد اراضی اثر تخریبی چرای دام عامل مهم بیابان‌زایی بوده است. تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی، الگوی غلط کشاورزی و برداشت بی‌رویه آب از منابع زیرزمینی از عوامل دیگر بیابان‌زایی در این منطقه بوده است. زهتابیان و همکاران (۲۰۰۷) شدت بیابان‌زایی حوزه آبخیز ماهان را با استفاده از تلفیق دو روش فائو و یونپ و ICD مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که عمده‌ترین فرآیندهای مؤثر در تخریب اراضی در منطقه مذکور به ترتیب فرآیندهای فرسایش آبی و تخریب منابع آب می‌باشد. وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه زهک سیستان نیز با تاکید بر معیار فرسایش آبی در چهار کلاس ناچیز و کم، متوسط، شدید و بسیار شدید قرار گرفته است (Hashemi et al, ۲۰۱۱). ذوالفقاری و همکاران (۲۰۱۱) در ارزیابی حساسیت به بیابان‌زایی اراضی دشت سیستان چهار معیار اقلیم، پوشش گیاهی، خاک و فرسایش بادی را ارزیابی و بررسی نمودند. نتایج مطالعات در این منطقه نشان داده است که ۵۱ درصد اراضی در کلاس متوسط و ۴۵ درصد در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد. فرسایش بادی عامل اصلی بیابان‌زایی در این منطقه تشخیص داده شده است. طباطبائی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی شدت بیابان‌زایی دشت فخرآباد مهریز با استفاده از دو مدل IMDDA و MICD بیش از ۸۰ درصد اراضی این منطقه را در کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار دادند. نتایج مطالعات ناطقی و همکاران (۱۳۸۸) در دشت سگری با استفاده از مدل IMPDA نشان داد که عمده اراضی این دشت در کلاس‌های شدید و بسیار شدید بیابان‌زایی قرار دارند. بهزادی و همکاران (۱۳۹۰) وضعیت بیابان‌زایی دشت ورامین را با استفاده از مدل IMPDA بررسی نموده و به ترتیب

شور شدن خاک و آمار جمعیت انسانی و دامی در فرآیندهای فشار دام و جمعیت بر روی محیط زیست از شاخص‌های اصلی مورد بررسی در این تحقیق بودند. برای ارزیابی شاخص‌های مورد استفاده چهار طبقه (کلاس) یا درجه بیابان‌زایی شامل ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید در نظر گرفته شد. با توجه به حجم زیاد جدول‌های ارزیابی، پنج جدول از فرآیندهای مختلف به شرح جداول ۵-۱ ارائه می‌گردد:

آمار و اطلاعات صحرایی و آزمایشگاهی. تاج پوشش گیاهی، کیفیت و تولید مرتع در فرآیند زوال پوشش گیاهی، میزان و نوع فرسایش، خصوصیات خاک و توپوگرافی در فرآیند فرسایش آبی، خصوصیات باد و میزان فرسایش خاک در فرآیند فرسایش بادی، ویژگی‌های کمی و کیفی آبهای زیرزمینی و سازندهای زمین‌شناسی در فرآیند افت کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی، خصوصیات شیمیایی خاک و زهکشی اراضی در فرآیند

جدول ۱- نحوه ارزیابی و طبقه‌بندی زوال پوشش گیاهی از منظر وضعیت کنونی

بسیار شدید (۱۰)	شدید (۷/۵)	متوسط (۵)	ناچیز (۲/۵)	درجه و وزن بیابان‌زایی
>۵۰	۲۰-۵۰	۵-۲۰	< ۵	۱- کاهش تاج پوشش گیاهان دایمی (درصد)
>۷۵	۷۵-۵۰	۲۵-۵۰	<۲۵	۲- کاهش کیفیت مرتع (درصد)
۱۰۰-۸۵	۸۵-۶۵	۶۵-۲۵	<۲۵	۳- کاهش تولید علوفه مرتعی (درصد)

جدول ۲- نحوه ارزیابی و طبقه‌بندی فرسایش بادی از منظر وضعیت کنونی

بسیار شدید (۱۰)	شدید (۷/۵)	متوسط (۵)	ناچیز (۲/۵)	درجه و وزن بیابان‌زایی	عامل بیابان‌زایی
>۳۰	۱۵-۳۰	۵-۱۵	<۵	۱- درصد افزایش وسعت پشته‌ها نسبت به قبل از دوره مورد بررسی	
				۲- بیشتر شسته شدن خاک از روی ریشه گیاهان نسبت به قبل از دوره مورد بررسی (درصد)	
>۷۵	۷۵-۵۰	۵۰-۲۵	<۲۵	الف- چنانچه ضخامت اولیه خاک منطقه مورد بررسی کمتر از یک متر بوده باشد.	
>۹۰	۹۰-۶۰	۶۰-۳۰	<۳۰	ب- چنانچه ضخامت اولیه خاک منطقه مورد بررسی بیشتر از یک متر بوده باشد.	
<۲۵	۶۵-۲۵	۸۵-۶۵	۱۰۰-۸۵	۳- تولید فعلی نسبت به قبل از دوره مورد بررسی (درصد)	
<۱۰	۱۰-۵۰	۵۰-۹۰	>۹۰	۴- ضخامت لایه خاک بر حسب سانتی‌متر	
افزایش قلوه‌سنگ و تخته سنگ >۵۰	افزایش خرده‌سنگ و قلوه سنگ ۳۰-۵۰	افزایش سنگریزه و خرده سنگ ۱۵-۳۰	افزایش سنگریزه <۱۵	۵- افزایش سنگ و سنگریزه نمایان شده در سطح زمین نسبت به قبل از دوره مورد بررسی (درصد)	

جدول ۳- نحوه ارزیابی و طبقه‌بندی فرسایش آبی از منظر سرعت

شاخص‌های ارزیابی	درجه و وزن بیابان‌زایی	ناچیز (۲/۵)	متوسط (۵)	شدید (۷/۵)	بسیار شدید (۱۰)
۱- توسعه مناطق فرسوده شده (درصد در سال)	$< ۱/۱۵$	۱/۲-۱۵/۸۸	۲/۵-۸۸/۷۷	$> ۵/۷۷$	
۲- افزایش حجم خاک تلف شده (تن در هکتار در سال)	$< ۰/۴۳$	۰/۴۳-۰/۵۶	۰/۵۶-۰/۹۷	$> ۰/۹۷$	
۳- کاهش سالانه تولید توده زنده (درصد در سال)	$< ۱/۵$	۱/۳-۵/۵	۳/۷-۵/۵	$> ۷/۵$	
۴- کاهش سالانه حجم (مفید) ذخایر آب (منابع آب سطحی) بر حسب درصد	$< ۰/۲$	۰/۰-۲/۴	۰/۱-۴	$> ۱$	

جدول ۴- نحوه ارزیابی و طبقه‌بندی منابع آب زیرزمینی از منظر سرعت

شاخص‌های ارزیابی	درجه و وزن بیابان‌زایی	ناچیز (۲/۵)	متوسط (۵)	شدید (۷/۵)	بسیار شدید (۱۰)
۱- افزایش سالانه میزان هدایت الکتریکی (درصد در سال)	$< ۰/۳۸$	۰/۰-۳۸/۹۶	۰/۱-۹۶/۹	$> ۱/۹$	
۲- افزایش سالانه نسبت جذب سدیم (درصد در سال)	$< ۰/۳۸$	۰/۰-۳۸/۹۶	۰/۱-۹۶/۹	$> ۱/۹$	
۳- کاهش سالانه عمق ایستابی (سانتی‌متر در سال)	$< ۱۰$	۳۰-۱۰	۵۰-۳۰	$> ۵۰$	

جدول ۵- نحوه ارزیابی و طبقه‌بندی شوری زایی از منظر استعداد طبیعی

عامل بیابان‌زایی	درجه و وزن بیابان‌زایی	ناچیز (۲/۵)	متوسط (۵)	شدید (۷/۵)	بسیار شدید (۱۰)
۱- عمق متوسط سفره آب زیرزمینی (سانتی‌متر)	$> ۳۰۰$	۳۰۰-۱۰۰	۱۰۰-۵۰	$< ۵۰$	
۲- هدایت الکتریکی آب آبیاری یا آب زیرزمینی (میلی موس بر سانتی متر)	$< ۰/۷۵$	۰/۲-۷۵/۲۵	۲/۵-۲۵	$> ۵$	
۳- نسبت جذب سدیم آب آبیاری یا آب زیرزمینی	$< ۱۰$	۱۸-۱۰	۲۲-۱۸	$> ۲۲$	
۴- کربنات سدیم باقیمانده در آب آبیاری (میلی اکی والان بر لیتر)	$< ۱/۵$	۱/۲-۵/۵	۲/۴-۵	$> ۴$	
۵- زهکشی	خوب	ناقص	ضعیف	بسیار ضعیف	
۶- حساسیت بافت خاک به شوری زایی	Sandy	Sandy loam	بقیه کلاسه‌های بافتی	Clay, Clay loam	
۷- شاخص خشکی ترانسو	$> ۰/۴۵$	۰/۰-۲/۴۵	۰/۰-۰۵/۲	$< ۰/۰۵$	

دام با محاسبه مقدار علوفه قابل استفاده موجود در مرتع برآورد شده است. جهت ارزیابی فشار جمعیت روی محیط زیست نسبت وضعیت بالقوه پذیرش جمعیت به بالفعل تعیین شده است. ظرفیت پذیرش بالفعل جمعیت از روی آمارنامه‌های سازمان برنامه و بودجه و ظرفیت پذیرش بالقوه جمعیت با توجه به کیفیت اراضی محاسبه شده است.

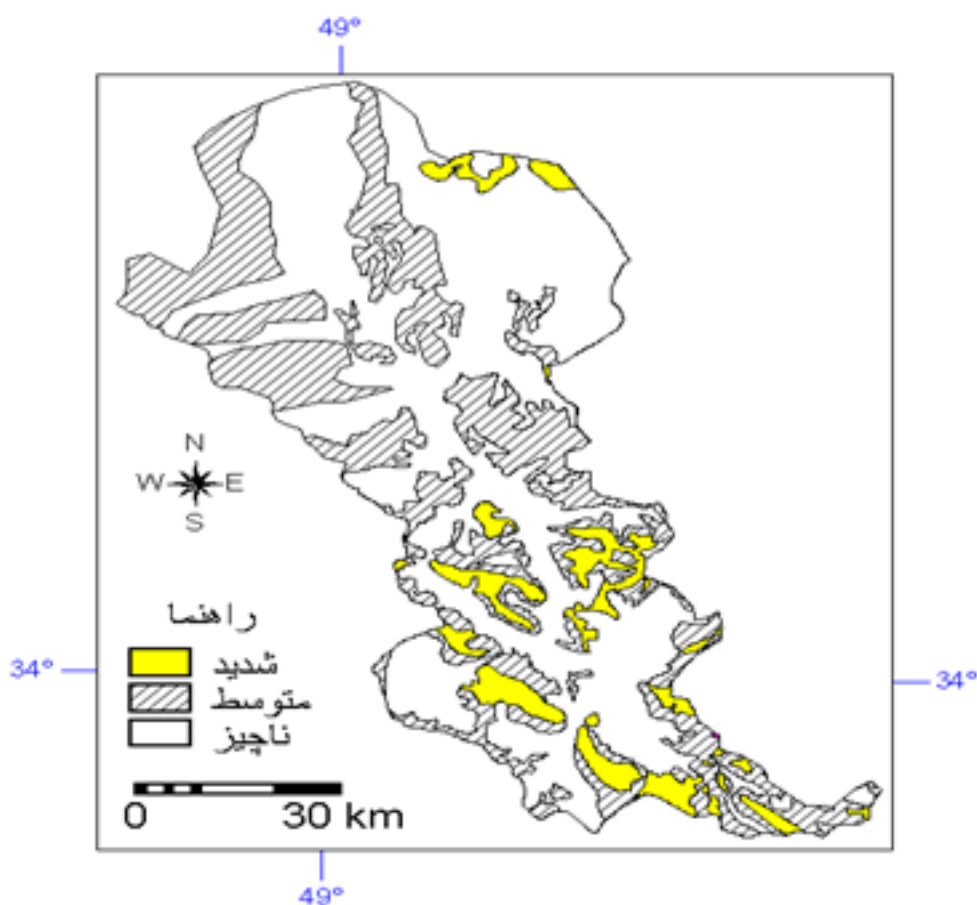
### نتایج

بر اساس روش تحقیق نقشه‌های بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند از دیدگاه‌های زوال پوشش گیاهی، فرسایش آبی، فرسایش بادی، افت کمی و کیفی منابع آب و شور شدن خاک و از سه جنبه وضعیت کنونی، سرعت و استعداد طبیعی بیابان‌زایی تهیه و ترسیم و سپس تلفیق گردیده است (۱۵ نقشه). اشکال ۱ الی ۵ نقشه‌های وضعیت کنونی بیابانی شدن اراضی حوزه آبخیز شازند را از دیدگاه‌های فوق‌الذکر نشان می‌دهند. اشکال ۶ الی ۸ نقشه‌های تلفیقی شدت بیابان‌زایی اراضی منطقه مورد مطالعه از جنبه‌های وضعیت کنونی، سرعت و استعداد طبیعی بیابان‌زایی ۱ و جدول ۶ مساحت کلاس‌های بیابان‌زایی را نشان می‌دهند:

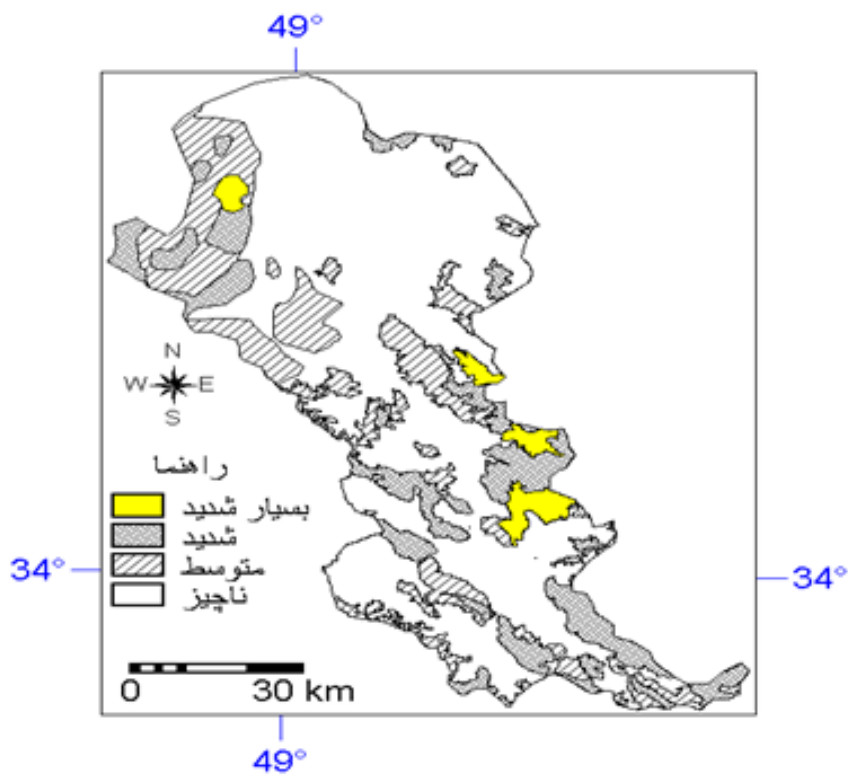
شدت بیابان‌زایی هر یک از واحدهای کاری با توجه به میانگین هندسی مقادیر عددی شاخص‌های بیابان‌زایی برای هر یک از فرآیندهای بیابان‌زایی تعیین گردیده و نهایتاً نقشه بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه از دیدگاه آن فرآیند تهیه شد (این کار برای هر یک از جنبه‌های سه‌گانه بیابان‌زایی انجام شده است). نقشه‌های بیابان‌زایی در محیط GIS و با استفاده از نرم افزار ILWIS تهیه گردیده است. د: تلفیق نقشه‌های بیابان‌زایی فرآیندهای مورد مطالعه از دیدگاه هر یک از جنبه‌های سه‌گانه بیابان‌زایی و تعیین فرآیند غالب بیابان‌زایی در منطقه.

ه: تهیه نقشه بیابان‌زایی از دیدگاه فشار دام و انسان بر روی محیط زیست و تلفیق نقشه‌های حاصله با نقشه‌های جنبه‌های بیابان‌زایی و محاسبه خطر کل بیابان‌زایی با استفاده از فرمول ذیل:  
خطر کل = فشار انسان + فشار دام + استعداد طبیعی + سرعت + وضعیت کنونی

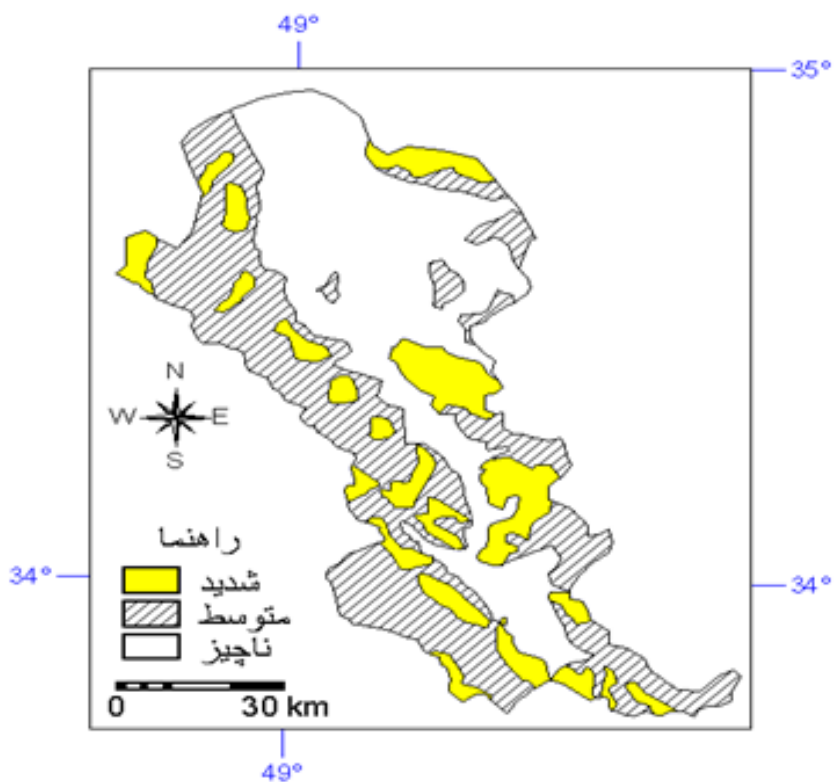
جهت ارزیابی فشار دام بر روی محیط‌زیست، نسبت ظرفیت بالقوه تحمل دام به تراکم فعلی دام محاسبه شده است. تراکم فعلی دام از روی آمار و اطلاعات موجود و یا با تکمیل پرسشنامه و ظرفیت بالقوه



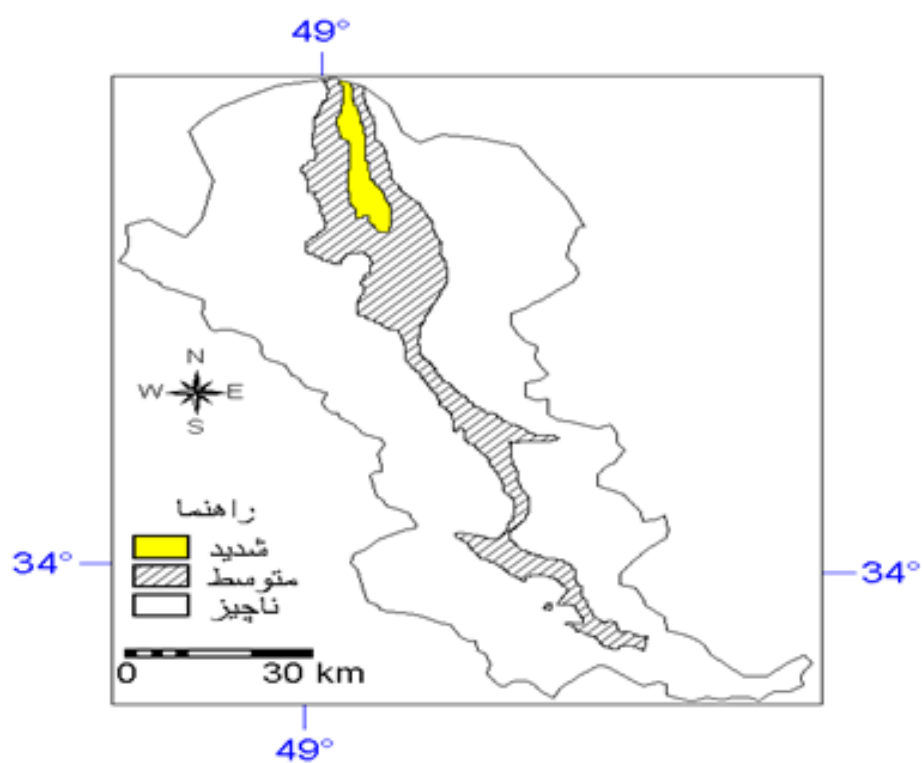
شکل ۱: نقشه وضعیت موجود بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند از دیدگاه زوال پوشش گیاهی



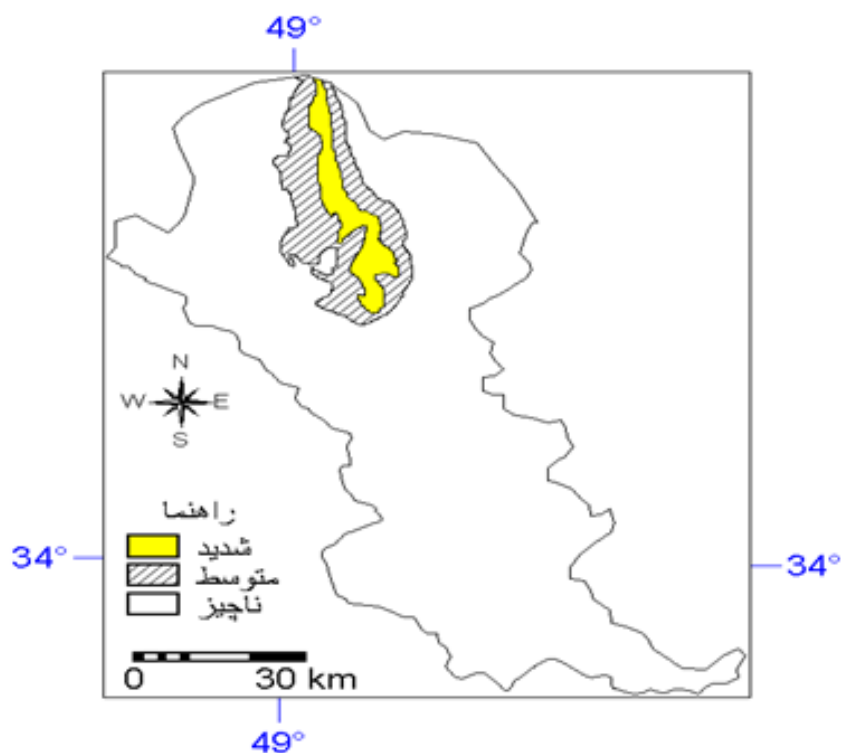
شکل ۲: نقشه وضعیت موجود بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند از دیدگاه فرسایش آبی



شکل ۳: نقشه وضعیت موجود بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند از دیدگاه فرسایش بادی

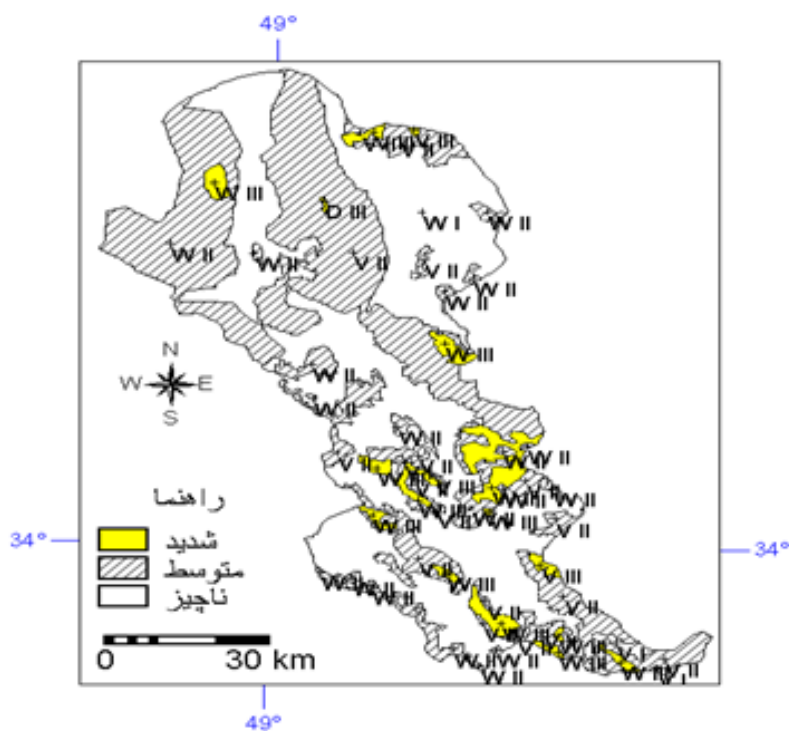


شکل ۴: نقشه وضعیت موجود بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند از دیدگاه افت منابع آب

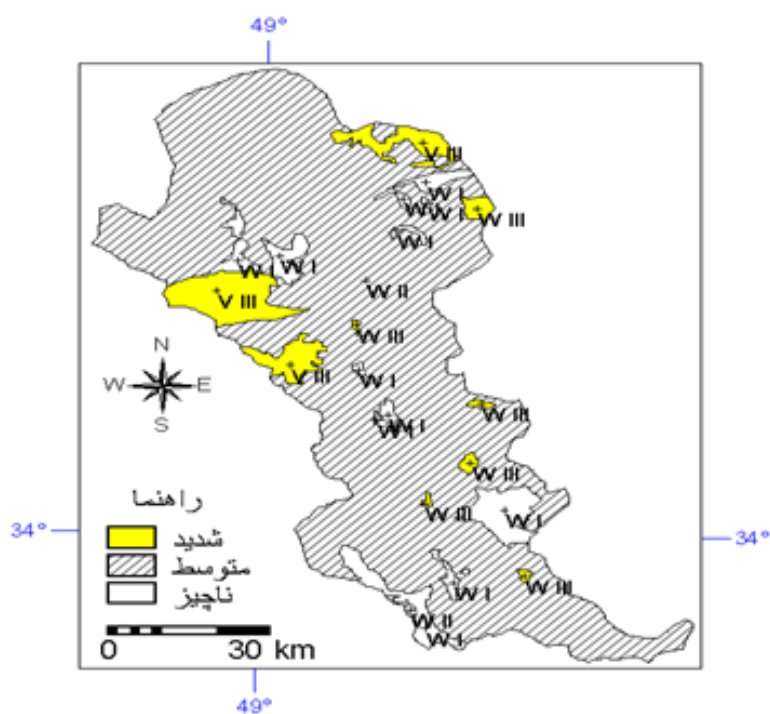


شکل ۵: نقشه وضعیت موجود بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند از دیدگاه شوری‌زائی

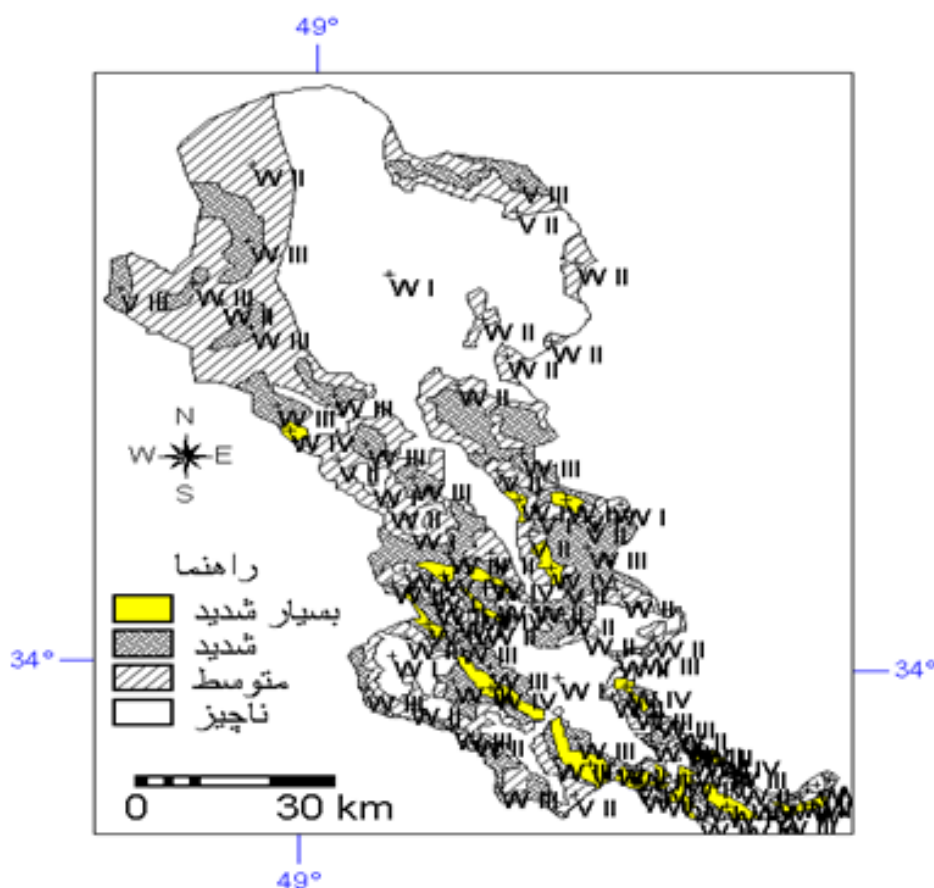




شکل ۶: نقشه وضعیت موجود بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند و عوامل اصلی مؤثر در بیابان‌زایی



شکل ۷: نقشه سرعت بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند و عوامل اصلی مؤثر در بیابان‌زایی



شکل ۸: نقشه استعداد بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند و عوامل اصلی مؤثر در بیابان‌زایی

جدول ۶: مساحت کلاس‌های بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند از دیدگاه کلیه عوامل (هکتار)

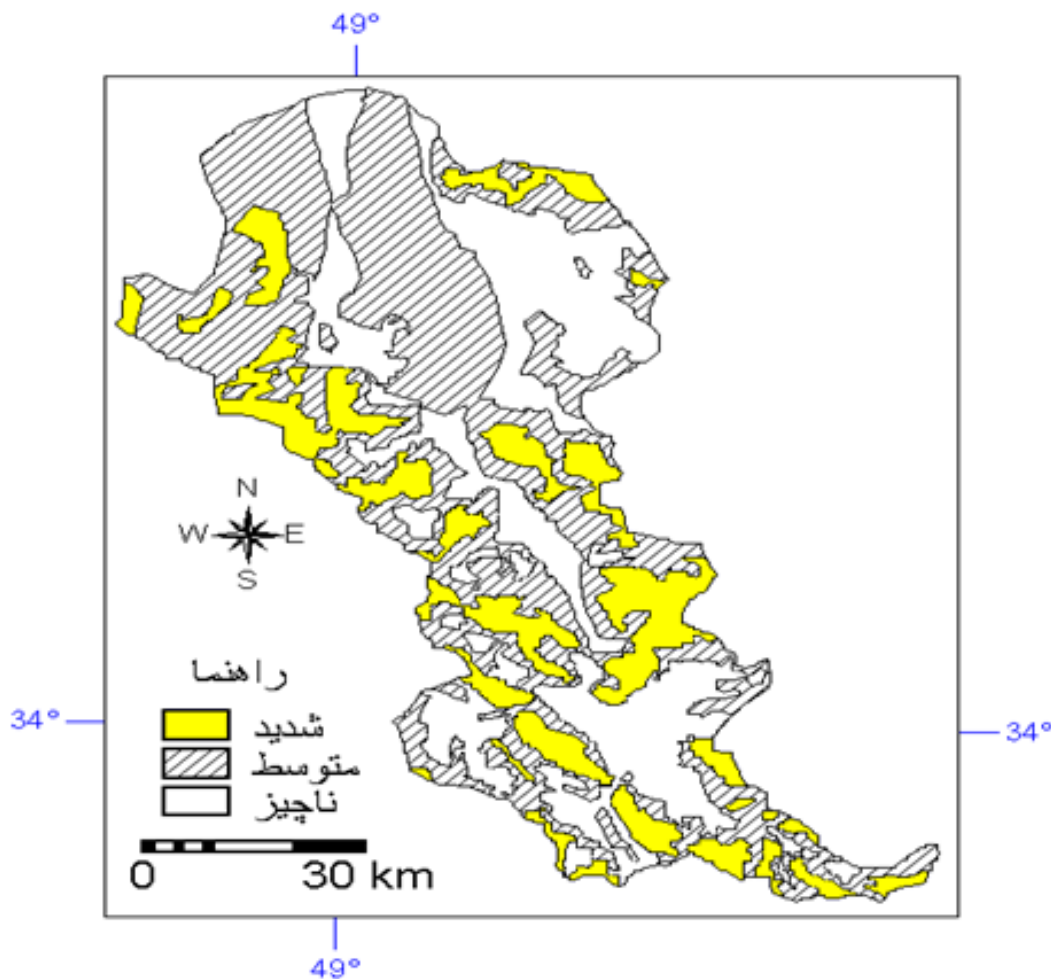
کلاس اراضی	کلاس (۱)	کلاس (۲)	کلاس (۳)	کلاس (۴)
وضع موجود	۲۸۴۵۷۷	۲۶۱۴۸۱	۳۱۳۴۶	-
سرعت	۴۰۵۹۳	۴۹۱۸۷۴	۴۴۹۳۷	-
استعداد طبیعی	۲۵۴۹۰۷	۱۷۷۹۲۶	۱۱۷۹۴۷	۲۶۶۲۴

بر اساس مطالعات انجام گرفته در حوزه آبخیز شازند از دیدگاه وضعیت کنونی بیابان‌زایی فرآیندهای فرسایش بادی و زوال پوشش گیاهی بیشترین نقش را در میزان بیابان‌زایی اراضی داشتند. از دیدگاه سرعت بیابان‌زایی فرآیندهای فرسایش آبی و افت کمی و کیفی منابع آب و از دیدگاه استعداد طبیعی بیابان‌زایی فرآیندهای زوال پوشش گیاهی و فرسایش آبی به ترتیب بیشترین نقش را بخود

اختصاص دادند. بررسی‌های انجام شده در زمینه فشار دام و انسان بر روی محیط زیست نشان دادند که در حوزه آبخیز شازند حدود ۳۲۰۰۰۰ رأس دام حضور داشته و تراکم فعلی دام در این حوزه بطور متوسط ۲ واحد دامی در هکتار می‌باشد (Jihad-e- Agriculture organization of Markazi province, ۲۰۰۵). از دیدگاه فشار دام در حوزه

تلفیق داده‌ها و تهیه نقشه نهایی یا خطر کل بیابان‌زایی (شکل ۹) نشان داد که در حوزه آبخیز شازند به ترتیب ۱۱۶۴۶۶ هکتار (۲۰٪) اراضی در کلاس ناچیز، ۲۷۳۲۴۰ هکتار (۴۸٪) در کلاس متوسط و ۱۷۹۷۲۳ هکتار (۳۲٪) در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارند. بنابراین کلاس‌های متوسط، شدید و ناچیز بیابان‌زایی به ترتیب بیشترین سهم را بخود اختصاص داده‌اند.

آبخیز شازند به ترتیب ۳۶۳۳۰۷، ۱۳۳۴۱۴، ۴۵۸۴۹ و ۳۹۱۹۲ هکتار از اراضی در کلاس‌های ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید بیابان‌زایی قرار گرفتند. آمار جمعیت انسانی در حوزه آبخیز شازند حدود ۱۵۰۰۰۰ نفر و وضعیت بالفعل جمعیت ۰/۲۵ نفر در هکتار می‌باشد (Statistics department of Iran, ۲۰۰۷). از دیدگاه فشار جمعیت به ترتیب ۳۹۲۹۹۱ و ۱۸۶۳۷۷ هکتار اراضی در کلاس‌های بیابان‌زایی ناچیز و بسیار شدید قرار دارد.



شکل ۹: نقشه نهایی بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند

بیابان‌زایی اراضی حوزه قمرود را با استفاده از روش فائو و یونپ بررسی نموده و به ترتیب ۲۳/۵۱، ۷۶/۴۷ و ۰/۰۲ درصد اراضی این حوزه را در کلاس‌های متوسط، شدید و خیلی شدید بیابان‌زایی طبقه‌بندی نمودند. دو فرآیند فرسایش آبی و زوال پوشش گیاهی مهمترین عوامل بیابان‌زایی در حوزه آبخیز شازند می‌باشند که پیشنهاد هر گونه عملیات اصلاحی و حفاظتی در منطقه باید با توجه به میزان

### بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصله شدت بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند عمدتاً در کلاس‌های متوسط و شدید قرار داشته و بیابان‌زایی ناچیز در سطحی کمتر مشاهده می‌شود. بیابان‌زایی شدید عمدتاً در دامنه‌های باشیب ۳۰-۱۵ درصد تحت چرای سنگین دام مشاهده می‌گردد. فتاحی و همکاران (۲۰۱۰) وضعیت موجود و استعداد

- desert wetlands, Arak, pp: 283, (in Persian).
3. Darvish, M., 2004. The Executive of national project "Evaluation and preparation of desertification map by FAO & UNEP method in Salt Lake watershed", Research Institute of Forest and Rangelands, 46 p, (in Persian).
  4. Fattahi, M., Darvish, M., Javid kia, H. & Adnani, S., 2010. Evaluation and preparation of desertification map by FAO & UNEP (A case study: Ghomrood watershed), Iranian journal of Range and Desert Research, -41:575 588, (in Persian).
  5. GIS & Development: Desertification mapping of west Asia by GIS and remote.sensing.application. 2000, from <http://www.gis.development.net/aars/acrs/>.
  6. Hashemi, Z., Pahlavanroy, A., Moghaddam niya, A., Javadi, M. & Miri, A., 2011. Evaluating the present situation of desertification in Zahak region of Sistan based on water erosion criteria, Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), :91 79-68, (in Persian).
  7. Jihad-e-Agriculture organization of Markazi province, 2005. Livestock Statistics and Operating system, Budget and plan management, 320 p, (in Persian).
  8. Karamiyan, R. & Onagh, M., 2011. Evaluation of important desertification factors (by ICD method) and provide appropriate management strategy for Koohdasht watershed basin in Lorestan province. 2nd national conference on combating desertification and development of Iran desert wetlands, Arak, pp: 285, (in Persian).
  9. Khosravi, H., 2004. Application of MEDALUS model for desertification investigation in Kashan, Master Science Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University, (in Persian).
  10. Ladisa, G., Todorovich, M., & Trisorio, G., 2002. Characterization of area sensitive to desertification in southern Italy, Conference on new trend in water and environmental engineering for safety and life, Eco-compatible solution for aquatic environmental, Capri, Italy.
  11. Meshkat, M., 1998. Temporary method for

و نحوه تأثیر عوامل فوق باشد. مهمترین عامل زوال پوشش گیاهی و نهایتاً فرسایش آبی در حوزه آبخیز شازند چرای مفرط دام و تخریب مراتع می‌باشد. فشار جمعیت انسانی و وجود صنایعی نظیر پتروشیمی و پالایشگاه در شهرستان شازند نیز در تسریع بیابان‌زایی اراضی مؤثر می‌باشد. اختصاصی و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه وضعیت بیابان‌زایی ۱۰ میلیون هکتار از اراضی ایران مرکزی عامل انسانی و بویژه چرای مفرط دام و تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی را از عوامل اصلی بیابان‌زایی دانسته‌اند. در مطالعات انجام شده بر روی بیابان‌زایی اراضی مجاور دریاچه آرال، تخریب پوشش گیاهی در ۷۵ درصد منطقه عامل اصلی بیابان‌زایی بوده و شوری‌زائی و فرسایش آبی در مراحل بعدی قرار داشته‌اند (Kharin et al., ۱۹۹۳). نتایج مطالعات بر روی وضعیت بیابان‌زایی در شمال چین سهم تخریب پوشش گیاهی و چرای مفرط دام در تخریب اراضی را بیشتر از بقیه عوامل و بترتیب ۳/۱ و ۲۸/۳ درصد نشان داده است (Zhenda et al., ۱۹۹۳). همچنین فشار چرای دام عامل اصلی بیابان‌زایی در ۸۰ درصد اراضی خشک شمال اصفهان بوده و شدت بیابان‌زایی اراضی متوسط، شدید و خیلی شدید گزارش شده است (Akbari et al., ۲۰۰۷).

در مجموع کاربرد روش فائو و یونپ جهت ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی اراضی حوزه آبخیز شازند اراک مناسب بوده و نقشه‌های حاصله اطلاعات پایه مناسبی جهت عملیات پیشگیری یا مبارزه با بیابان‌زایی را ارائه نمودند. البته نقاط ضعف و قوتی نیز در عمل مشاهده گردید، مثلاً کاربرد عامل قابلیت اراضی در تفکیک طبقات بیابان‌زایی مناسب بوده و کمبود ایستگاه‌های هواشناسی با آمار مناسب از محدودیت‌های کار در مبحث فرسایش بادی بود. مشکوه و همکاران (۲۰۰۵) نیز حساس و کمی نبودن و دشوار بودن اندازه‌گیری برخی از شاخص‌ها را از اشکالات کاربرد روش فائو و یونپ در ارزیابی شدت بیابان‌زایی اراضی دشت یزد- اردکان تشخیص داده‌اند.

### پاورقی‌ها

۱ - در اشکال ۱-۳ حروف لاتین I, II, III, IV به ترتیب بیانگر درجات بیابان‌زایی ناچیز، متوسط، شدید و بسیار شدید بوده و حرف V عامل زوال پوشش گیاهی، W فرسایش آبی، E فرسایش بادی، D تخریب منابع آب و S عامل شوری‌زائی را معرفی می‌نماید.

### منابع مورد استفاده

1. Akbari, M., Karim zadeh, H., Modarres, R. & Chakoshi, B., 2007. Evaluation and classification of desertification by remote sensing and GIS system, Iranian journal of Range and Desert Research, -14:124 142, (in Persian).
2. Behzadi, M., Noora, N. & Meftah, M., 2011. Evaluation of desertification condition by IMDPA model in Varamin basin. 2nd national conference on combating desertification and development of Iran

national desertification assessment, A Kenya study, World Atlas of Desertification, 113-110 :2.

17. Yonghuan, M., Shengyue, F., Lihua Z., Zhaoyang D., Zhang, K. & Feng, J., 2005. The temporal change of driving factors during the course of land desertification in arid region of north China, the case of Minqin Country.

18. Zehtabian, GH. R., Javadi, M. R., Ahmadi, H., Azarnivand, H. & Yazdanpanah, A., 2007. Quantitative assessment of desertification intensity in watershed basin of Mahan emphasis on water erosion, Iran, Journal of Natural Resources, 26-60:20.

19. Zhenda, Z. & Tao, W., 1993. The trends of desertification and its rehabilitation in China, UNEP, Desertification Control Bulletin, 30-22:27.

20. Zolfaghari, F., Shahriyari, A., Fakhire, F., Rashaki, A., Noori, S. & Khosravi, H., 2011. Assessment of desertification potential using IMDPA model in Sistan plain, Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 107-97 :91, (in Persian).

evaluation and preparation of desertification, Tehran, Publications of Research Institute of Forest and Rangelands, (in Persian).

12. Meshkat, M., Daneshvar, M., Ekhtesasi, M. & Dashtakian, K., 2005. Preparation if vegetation destruction, wind erosion and salt lands maps for Yazd-Ardakan plain, Iranian journal of Range and Desert Research, 16-13:10, (in Persian).

13. Nateghi, S., Zehtabian, GH. & Ahmadi, H., 2007. Evaluation of desertification intensity by IMDPA model. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 430-419:(3)2, (in Persian).

14. Statistics department of Iran, 2007. People and Housing Census, Budget and plan department of Markazi province, (in Persian).

15. Tabatabaai, M., Ahmadi, H. & Ekhtesasi, M., 2010. Comparison of desertification intensity potential by IMDPA and MICD methods with emphasize on wind erosion factor. Master Thesis, Department of Natural Resources, Tehran University, 92 p, (in Persian).

16. Wangati, F., 1997. Developing the capacity for

