

## بررسی عوامل محیطی ناپایداری سرزمین و پتانسیل بیابان‌زایی

غلامرضا زهتابیان<sup>۱\*</sup>، علیرضا مقدم‌نیا<sup>۲</sup>، حسین آذرنبوند<sup>۳</sup>، علی‌اکبر نظری سامانی<sup>۴</sup>، علیرضا نژادمحمد نامقی<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲۷

### چکیده:

تغییر کاربری اراضی و بهره‌برداری بیشتر از توان طبیعت در اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، باعث افزایش روند پدیده بیابان‌زایی شده است. برنامه‌ریزان بیابان همواره با فرایندهای پیچیده اکولوژیکی مواجه‌اند. برای درک بهتر لازم است که عوامل ناپایداری محیطی بررسی شده و در مدل‌های ارزیابی، سهم هر عامل به‌درستی مشخص شود. در این تحقیق با بررسی عوامل ناپایداری محیطی با استفاده از دو مدل SLM و IMDPA نقشه‌های هر یک تهیه و سپس با انجام مقایسه دو مدل، مهم‌ترین عوامل ناپایداری محیطی در منطقه مطالعاتی مشخص شد. این تحقیق در منطقه فدیه تربت‌حیدریه با مساحت ۸۶۶۴ هکتار انجام شد. نتایج نشان داد که با تطابق و مقایسه نقشه‌های تهیه‌شده شدت بیابان‌زایی و ارزیابی مدیریت پایدار سرزمین، مهم‌ترین عوامل شناخته‌شده ناپایداری محیطی به ترتیب شامل شاخص بهره‌برداری از پوشش گیاهی در معیار پوشش گیاهی، شاخص نوع استفاده از زمین در معیار فرسایش آبی و شاخص پوشش گیاهی در معیار فرسایش بادی در منطقه مورد مطالعه است. با مقایسه روند تغییرات (مقایسه سال ۱۳۸۲ با ۱۳۹۳) شاخص افت آب زیرزمینی و معیار آب مهم‌ترین عامل ناپایداری شناخته شده است.

**واژه‌های کلیدی:** IMDPA، مدیریت پایدار سرزمین، اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک.

۱. استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران / gzhztab@ut.ac.ir

۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳. استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۴. دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۵. دانشجوی دکتری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

## مقدمه

تغییر کاربری اراضی و بهره‌برداری بیشتر از توان طبیعت در اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک در سه دهه اخیر، باعث افزایش روند پدیده بیابان‌زایی در این اکوسیستم‌ها شده است. تغییر اقلیم و خشکسالی‌های متأثر از آن نیز باعث تشدید این موضوع شده است؛ به‌گونه‌ای که بر اساس آخرین آمار سازمان ملل، ۱۶۸ کشور جهان با پدیده تخریب سرزمین و بیابان‌زایی به‌طور جدی با آن مواجه‌اند (UNCCD 2013). نواحی خشک و نیمه‌خشک که بیش از ۴۰ درصد سطح اراضی جهان را به خود اختصاص داده، زیستگاه یک بلیون نفر از مردم دنیا به شمار می‌روند (ورو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). جوامع انسانی در این مناطق به‌شدت به استفاده بهینه از منابع طبیعی وابسته‌اند. روند روزافزون تخریب این منابع ارزشمند در بسیاری از این نواحی، تهدیدی جدی برای بشریت محسوب می‌شود. بهره‌برداری بهینه و اصولی از منابع طبیعی سرزمین و سامان‌دهی مدیریت پایدار اراضی بر اساس توان طبیعی آن، نقش مهمی در جلوگیری از تخریب محیط‌زیست در راستای توسعه پایدار دارد. بر اساس گزارش‌های موجود، تخریب و گسترش ناپایداری سرزمین از نیمه دوم قرن گذشته (دهه ۱۹۵۰) شناسایی و به آن توجه شد. تخریب زمین یکی از مشکلات عمده زیست‌محیطی است و به‌عنوان «تجاوز به پایداری» تشریح شده است (وارن، ۲۰۰۲). این شکل، هم از نظر شدت و هم اندازه، در بسیاری از نقاط دنیا رشد فزاینده‌ای دارد؛ به‌طوری که بیش از ۲۰ درصد از اراضی زراعی، ۳۰ درصد از جنگل‌ها و ۱۰ درصد از مراتع را شامل می‌شود (بای<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). تعداد کمی از افراد می‌توانند بر روی میزان یا شدت تخریب زمین‌های خشک هم‌نظر باشند که این می‌تواند به‌علت وجود تفاوت در روش‌های ارزیابی باشد (لادا، ۲۰۰۱؛ وارن، ۲۰۰۲). عوامل پایه محیطی مانند آب، خاک و پوشش گیاهی در کنار اقلیم، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی از مهم‌ترین عوامل شناخته‌شده در این خصوص هستند.

شاخص‌های ناپایداری و تخریب سرزمین، خصوصیات کلیدی خاک یا جامعه گیاهی هستند که به تغییر در محیط‌زیست حساس‌اند و فرایندهای پیچیده اکوسیستم را منعکس می‌کنند که اندازه‌گیری مستقیم آن‌ها بسیار مشکل یا گران است. این شاخص‌ها اطلاعاتی را درباره وضعیت فعلی اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی فراهم می‌کنند. با استفاده از این شاخص‌ها و پایش مرتب آن‌ها، سرنخ‌هایی درباره پاسخ سیستم به مدیریت به دست می‌آید (دپارتمان کشاورزی ایالات متحده، ۲۰۰۱). به عبارت دیگر، یک شاخص زیست‌محیطی، علامت یا نشانه‌ای است که می‌تواند به نشان دادن تغییرات در محیط‌زیست کمک کند و همچنین راه‌حل مناسبی برای جلوگیری یا کاهش تغییرات ناخواسته محیط‌زیست پیشنهاد کند. به این ترتیب، شاخص‌هایی که بتوانند تغییر محیط را به ما نشان دهند، برای مدیریت سرزمین سودمندند. شاخص‌ها و معیاری‌های محیطی ناپایداری سرزمین باید برای هدف مدیریت اراضی تعیین، انتخاب و ارزشیابی شده و به‌وسیله پژوهشگران به کار برده شوند (رید و دوگیل، ۲۰۰۳<sup>۴</sup>). یکی از معیارهای اصلی مدل مدیریت پایدار سرزمین (SLM) طبقه‌بندی وضعیت درجه حفظ پایداری زمین از طریق حفظ خاک در برابر فرسایش است. تخریب خاک زمانی رخ می‌دهد که در نتیجه مدیریت نادرست، فرسایش به‌طور قابل توجهی تشدید شده و از حد آستانه حفاظت محل بگذرد؛ به‌طوری که بدون دخالت در مدیریت، قابل برگشت به حالت پایدار نیست (وست<sup>۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۴).

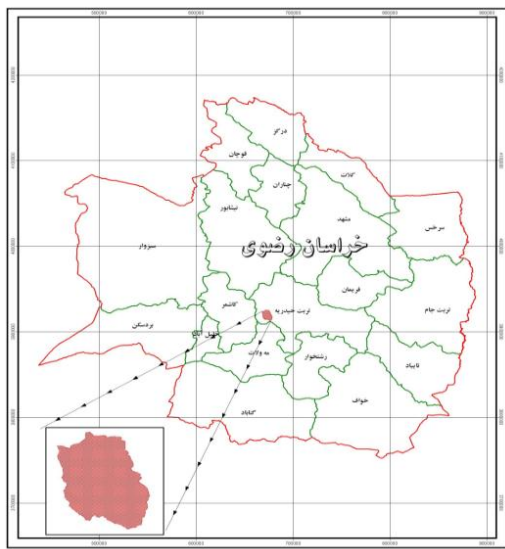
مدل مدیریت پایدار سرزمین ( Sustainable Land Management) برای ارزیابی وضعیت پایداری سرزمین بر مبنای معیارهای توصیفی است. این معیارها شامل حفظ تولید (Productivity) کاهش خطر سطح تولید یا امنیت (Security: Stability Resilience)، حفاظت از پتانسیل منابع طبیعی و جلوگیری از تخریب کیفیت آب و خاک (Protection)، امکان‌پذیری اقتصادی ( Economic Viability)، اطمینان از مقبولیت اجتماعی ( Acceptability

1. Veron
2. Warren
3. Bai

4. Reed & Dougill
5. West

شکل (۱): موقعیت منطقه مطالعاتی در استان خراسان رضوی

Figure (1): Study area in Khorasan Razavi



برای ارزیابی شدت پتانسیل بیابان‌زایی از مدل IMDPA استفاده شد. معیارهای محیطی مورد ارزیابی در این مدل عبارت‌اند از: اقلیم، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، خاک، پوشش گیاهی، کشاورزی، آب و آبیاری، فرسایش آبی، فرسایش بادی است (زهتاییان و همکاران، ۲۰۰۵). در این مدل، برای کمی کردن معیارها از ۳۵ شاخص مربوط به ۹ معیار کمک گرفته می‌شود. به هر شاخص بر اساس تأثیر آن در بیابان‌زایی، با توجه به شرایط منطقه، پژوهش‌های میدانی و نظر کارشناس، وزنی بین ۱ تا ۴ داده می‌شود؛ به طوری که ارزش ۱ بهترین و ارزش ۴ بدترین وزن است. برای هر شاخص با توجه به وزن‌دهی انجام‌شده یک نقشه تهیه می‌شود. در این روش، هر معیار از میانگین هندسی شاخص‌های خود طبق روابط زیر به دست می‌آید.

$$IMDPA = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n Q_i} = \sqrt[n]{Q_1 * Q_2 * \dots * Q_n}$$

$$Criteria-x = \frac{(Index-1) * (Index-2) * \dots * (Index-n)}{1/n}$$

Criteria-x: معیار مورد نظر

Index: شاخص‌های هر معیار

n: تعداد شاخص‌های هر معیار

با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزارهای آن برای هر معیار مورد استفاده، می‌توان یک نقشه به دست آورد که برای مطالعه کیفیت هر شاخص و تأثیر آن

را ارائه شده است. در این تحقیق به منظور کارایی این مدل و مقایسه آن با مدل ارزیابی شدت پتانسیل بیابان‌زایی (IMDPA)، در اکوسیستم خشک و نیمه‌خشک در منطقه، ابتدا مطالعات پایه محیطی انجام گرفت و سپس نقشه‌های مربوط به هر مطالعه تهیه گردید. با بررسی توصیفی مدیریت پایدار سرزمین و تلفیق نقشه‌های پایه با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی نقشه‌های ناپایداری سرزمین تهیه گردید و با نقشه‌های پتانسیل بیابان‌زایی مقایسه شد.

### مواد و روش‌ها

**موقعیت جغرافیایی:** منطقه مورد مطالعه واقع در حوزه آبخیز فدیبه تربت حیدریه به صورت یک زیرحوزه هیدرولوژیک با مساحت ۸۶۶۴/۴۸ هکتار و در فاصله حدوداً ۳۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان تربت حیدریه و ۲۰ کیلومتری غرب بخش بایگ واقع شده است. نقطه خروجی این حوزه نزدیک روستای فدیبه قرار دارد. راه دسترسی منطقه از طریق جاده آسفالت تربت حیدریه- بایگ است. طول راه‌های خاکی محدوده حدود ۴۲ کیلومتر و طول راه‌های آسفالت حدود ۱۸ کیلومتر است. این حوزه بین طول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۵۳ دقیقه و عرض ۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۸ دقیقه قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی محدوده مطالعه بر اساس سیستم تصویر UTM در جدول (۱) آمده و موقعیت آن در استان در شکل (۱) آمده است.

جدول (۱): موقعیت منطقه مطالعاتی بر اساس UTM

Table (1): Location of study area based on UTM

۳۰۸۴۶۵	تا	۲۹۵۳۰۴	X
۳۹۴۵۹۴۷/۷۷	تا	۳۹۳۰۰۱۹/۲۲	Y

ژوراسیک شامل دو واحد به نام‌های سازند بغمشاه (Jbe) و آهک‌های اسفندیار (Je) است که قدیمی‌ترین سنگ‌های حوزه را شامل می‌شوند.

واحد Jbe: از نظر زمین‌شناسی از آهک، شیل، مارن و آهک ماسه‌ای (معادل سازند بغمشاه) تشکیل شده است. این سازند به علت فرسایش‌پذیری زیاد، بیشتر سیمای تپه‌ماهور دارد و بیشترین درصد حوزه را در بر گرفته است.

واحد Je: شامل آهک دولومیتی چرت‌دار معادل سازند اسفندیار است. انحلال شیمیایی از نوع کارستیک از ویژگی‌های آن است.

واحد  $K_1^C$ : شامل نهشته‌های کنگلومرایی متعلق به کرتاسه است که بیشتر از ماسه‌سنگ‌های قرمز ارغوانی تشکیل شده است. این واحد در شمال حوزه، وسعت کمی را به خود اختصاص داده است.

واحد  $K_1^L$ : شامل سنگ‌های آهکی و آهک دولومیتی غنی از اوربیتولین متعلق به کرتاسه است که ارتفاعات شمالی حوزه را تشکیل داده است و ویژگی کارستیک دارد.

واحدهای سنگی متعلق به دوران سنوزوئیک عمدتاً شامل سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی قاره‌ای پالئوژن و نئوژن‌اند. بخش قابل توجهی از تشکیلات ترشیری را سنگ‌های ولکانیکی (آندزیت و پیروکسن آندزیت) و آذر آواری تشکیل می‌دهد که بیشتر در مرکز و شرق حوزه رخنمون یافته‌اند.

واحد Ebt: متشکل از توف، ایگنمبریت و ساپلی توف است و در جنوب حوزه واقع شده است.

واحد  $E^m$ : از ماسه‌سنگ برشی، برش‌های ولکانیکی، توف‌های ماسه‌ای همراه با گدازه‌های تراکی آندزیتی و آندزیت تشکیل شده است.

واحد  $E^a$ : جزء سنگ‌های آذرین بیرونی است که در اکثر التراسیون، برخی از کانی‌های آن تغییر یافته‌اند. این واحد بیشتر متشکل از سنگ‌های تراکی آندزیتی با بافت پورفیری است. از نظر تکتونیکی، چندین گسل باعث ایجاد درز و ترک فراوان در آن شده است که احتمالاً در ایجاد منابع آب زیرزمینی حوزه بی‌تأثیر نبوده است.

واحد  $E^f$ : شامل تناوبی از توف‌های سبز آذر آواری است.

در بیابان‌زایی به کار می‌رود. در نهایت، نقشه نهایی که نشان‌دهنده وضعیت بیابان‌زایی در منطقه است، از میانگین هندسی معیارهای مذکور طبق رابطه زیر به دست می‌آید. سپس مطابق با جدول (۲)، در چهار کلاس طبقه‌بندی می‌شود. اجتماعی اقتصادی  $\times \dots \times$  پوشش  $\times$  خاک  $\times$  آب  $\sqrt{\Sigma}$  = شدت بیابان‌زایی

جدول (۲): طبقه‌بندی کیفی شدت بیابان‌زایی

Table (2): Qualitative Classification of Desertification Severity

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

برای تهیه نقشه ناپایداری سرزمین ابتدا با انجام مطالعات پایه محیطی مهم‌ترین عوامل ناپایداری محیطی را در هر یک از زیرحوزه‌ها مشخص کرده و سپس با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی و روی هم انداختن نقشه‌ها، نقشه نهایی تهیه شد.

## نتایج

### - بررسی ناپایداری عامل اقلیم

میانگین درازمدت بارندگی سالیانه حوزه فدیبه ۳۳۵ میلی‌متر است. بیشترین بارندگی ماهیانه منطقه در اسفندماه به میزان ۷۲ میلی‌متر و کمترین میزان بارندگی در مردادماه و شهریور به میزان کمتر از ۱ میلی‌متر اتفاق می‌افتد و همچنین مشاهده می‌شود که در این حوزه بیش از ۵۰ درصد بارندگی سالیانه در سه ماه از سال یعنی بهمن و اسفند و فروردین به وقوع می‌پیوندد و دوره خشک در شش ماه، یعنی از اواسط اردیبهشت‌ماه تا اواسط آبان‌ماه اتفاق می‌افتد.

### - بررسی ناپایداری عامل زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی

بررسی واحدهای چینه‌ای: حوزه فدیبه به لحاظ ساختار زمین‌شناسی، بخشی از زون رشته‌کوه‌های ایران مرکزی محسوب می‌شود. از نظر گسترش و تنوع سنگ‌شناسی هم، از واحدهای زمین‌شناسی متعلق به دوره‌های ژوراسیک، کرتاسه، نئوژن و کواترنری تشکیل شده است. تشکیلات مربوط به

این واحد به صورت نوار باریک کم‌وسعتی در شمال غرب حوزه رخنمون دارد.

گرانودیوریت ترشیری واحد Tgd: از جنس گرانیت‌های ساب و لکانیک با بافت گرانولار تا شبیه به پورفیری است که رنگ آن از سبز تا خاکستری تغییر می‌کند. در برخی قسمت‌های آن آثار آلتراسیون به‌خوبی مشهود است. این گرانیت در جنوب شرق حوزه رخنمون دارد.

تشکیلات آبرفتی کواترنری به‌طور وسیعی در حوزه مطالعاتی گسترش دارند و شامل گدازه‌های بازالتی و سنگ‌های آذر آواری و نهشته‌های رسوبی هستند.

سنگ‌های آذر آواری واحد PLQVC: شامل کنگلومرای ولکانیکی، آگلومرا، گدازه‌های برشی و مواد پیروکلاستیک است و اغلب در زیر گدازه‌های بازالتی قرار گرفته‌اند. گدازه‌های بازالتی واحد PLQV به‌شکل منشوری یا ستونی رأس تپه‌ماهورها را تشکیل داده‌اند. نهشته‌های رسوبی کواترنری شامل واحد کنگلومرا، رس پلیوکواترنر (PLQc) و رسوبات آبرفتی هستند.

واحد PLQc: شامل رس و کنگلومرا، آهک و قطعاتی از سنگ‌های آتشفشانی است.

در اطراف آبراهه اصلی حوزه و به‌طور پراکنده در قسمت‌هایی که شیب بسیار کم شده است، رسوبات دانه‌درشت تراس قدیم ( $Q^1$ ) و رسوبات دانه‌ریز سیلت و رس تراس جدید ( $Qt2$ ) نهشته شده‌اند.

### - حساسیت سنگ‌ها به فرسایش

با توجه به تمامی عوامل مؤثر در فرایند فرسایش و در اولویت قرار دادن عامل لیتولوژی، واحدهای سنگی را می‌توان به‌صورت زیر طبقه‌بندی کرد:

۱. واحدهای زمین‌شناسی با درجه فرسایش‌پذیری خیلی زیاد (IV)

شامل رسوبات بستر مسیل ( $Q^{al}$ ) است که به‌علت عدم وجود سیمان مستحکم، ذرات آن منفصل بوده و توسط عواملی چون آب و باد، به‌راحتی فرسایش می‌یابند و توسط سیلاب‌ها آبشویی شده و به نقاط دیگر منتقل می‌شوند.

۲. واحدهای زمین‌شناسی با درجه فرسایش‌پذیری زیاد (III)

شامل واحدهای سنگی به شرح زیر است:

الف. تراس‌ها و مخروط‌افکنه‌های قدیمی و جدید  $Q^1, Q^2$ : فاقد سیمان بوده و به‌راحتی توسط عوامل مختلف چون آب و باد جابه‌جا می‌شوند.

ب. کنگلومرا، رس واحد  $PLQ^C$ : به‌دلیل سیمان سست در این رده قرار می‌گیرند.

ج. توف‌های سبز واحد  $E^1$

د. واحد بغمشاه Jbg: به‌دلیل داشتن مارن و شیل‌های مارنی فراوان جزو این رده است.

۳. واحدهای زمین‌شناسی با درجه فرسایش‌پذیری متوسط (II)

واحدهای سنگی (Etm, Tgd, PLQv, PLQvc, Ebt, Eam) در این گروه قرار دارند.

۴. واحدهای زمین‌شناسی با درجه فرسایش‌پذیری کم (I) شامل واحد  $K_1^1, Je$  به شرح زیر است:

واحد آهک دولومیتی چرت‌دار  $Je$ : این واحد به‌دلیل استحکام و تراکم بالای سنگ، در برابر فرسایش و تخریب، مقاومت نسبتاً خوبی دارد.

آهک اوربیتولین‌دار کرتاسه، واحد  $K_1^1$ : به‌علت وجود سیمان مستحکم و مقاومت در برابر فرسایش، جزو رده فرسایش‌پذیری کم قرار دارد.

**بررسی ناپایداری عامل خاک:** بررسی منابع اراضی: با توجه به بررسی‌ها و مطالعات انجام‌شده، حوزه مورد مطالعه مشتمل بر ۴ تیپ اراضی است که به‌اختصار به شرح آن می‌پردازیم.

- **تیپ کوهستان:** اراضی کاملاً تخریبی با پستی و بلندی بسیار شدیدند. شیب کلی این اراضی بیشتر از ۲۵ درصد و در جهات مختلف است. شدت پستی و بلندی محلی این اراضی بیشتر از ۱۰۰ متر و عمدتاً بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترند. این تیپ شامل ۱ واحد اراضی و ۲ اجزای واحد اراضی می‌باشد که اجزای واحد اراضی آن به شرح پیوست رساله است.

- **تیپ تپه‌ها:** تپه‌ها معادل سطوح ژئومورفولوژیکی فرسایشی یا تجمعی هستند که کاملاً یا به‌نحوی تخریب

هکتار، بزرگترین تیپ گیاهی منطقه است و ۳۰ درصد از کل حوزه را به خود اختصاص می‌دهد. وضعیت مرتع در تمام تیپ‌ها فقیر و گرایش مرتع نیز منفی است. میزان تولید گیاهی قابل بهره‌برداری در این تیپ‌ها بین ۳۳ تا ۷۶ کیلوگرم در هکتار، و بیشتر تولید گیاهی مربوط به گراس‌های یک‌ساله است.

**ارزیابی مراتع:** با مشخص شدن محدوده تیپ‌های مرتعی حوزه، اقدام به ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی در آن‌ها شده است. در ارزیابی مراتع حوزه مطالعاتی، وضعیت پوشش سطحی (شامل درصد تاج‌پوشش سطحی، درصد لاشبرگ، درصد سنگ و سنگریزه، درصد خاک لخت)، تعیین وضعیت مراتع، برآورد تولید و ظرفیت چرای، جهت گرایش مراتع، مورد بررسی قرار گرفته است. با ارزیابی مراتع حوزه که می‌تواند به شناسایی پتانسیل‌های آن‌ها به صورت بالفعل و بالقوه بینجامد، شرایط مدیریت در آن‌ها تسهیل خواهد شد.

**بررسی ناپایداری عامل آب:** عمده منابع آبی زیرزمینی منطقه شامل چشمه و قنات بوده که ویژگی‌های آن‌ها به شرح زیر است:

**چاه:** دربرگیرنده ۵ حلقه‌چاه کم‌عمق است. بهره‌برداری از چاه عمدتاً برای مصارف کشاورزی صورت می‌گیرد.

**چشمه:** بر اساس آماربرداری تکمیلی منابع آب فدیبه دربرگیرنده ۶ دهنه چشمه دایر است. دبی خروجی چشمه‌ها عمدتاً برای مصارف دام و کشاورزی استفاده می‌شود. به طور کلی، تخلیه متوسط سالانه چشمه‌های این حوزه برابر با ۵۸۳۴۱۶ مترمکعب است. همچنین متوسط دبی لحظه‌ای حداکثر و حداقل چشمه‌های موجود در حوزه آبخیز فدیبه به ترتیب برابر با ۱۰۸ لیتر در ثانیه و ۰/۱ لیتر در ثانیه است.

**قنات:** بر اساس آماربرداری، حوزه آبخیز فدیبه شامل ۷ رشته قنات دایر است که عمدتاً برای مصارف شرب و کشاورزی استفاده می‌شود. به طور کلی، تخلیه متوسط سالانه قنات این حوزه برابر با ۲۱۱۲۹۱۲ مترمکعب است. همچنین متوسط دبی لحظه‌ای حداکثر و حداقل قنات موجود در منطقه به ترتیب برابر با ۵۰ لیتر در ثانیه و ۱ لیتر در ثانیه است.

با ارزیابی مطالعات پایه انجام شده، نقشه ارزیابی ناپایداری

یافته‌اند؛ به صورتی که هیچ بقایایی از سطوح قبلی که دارای سطح صاف و مسطح می‌باشد، بر جای نمانده است. با این حال شدت پستی و بلندی و درجه شیب ملایم باقی می‌ماند. این تیپ شامل ۱۰ واحد اراضی و ۱۹ اجزای واحد اراضی می‌باشد که اجزای واحد اراضی آن به شرح پیوست است.

**تیپ فلات‌ها و تراس‌های فوقانی:** این تیپ فیزیوگرافی معادل سطوح ژئومورفولوژیکی فرسایشی و تجمع‌ی هستند که در حال حاضر تحت تأثیر فرایندهای فرسایش با شدت کم تا متوسط قرار دارند. کلاس شیب ۵-۰ درصد است و این شیب‌ها خصوصاً ثابت و یکنواخت و دارای جهت کلی مشخص‌اند. شیب‌های جانبی حداکثر ۲۵ درصدند. این تیپ شامل یک واحد اراضی و یک اجزای واحد اراضی می‌باشد که اجزای واحد اراضی آن به شرح پیوست است.

**تیپ دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای:** این تیپ اراضی بر اثر نهشته شدن رسوبات ریز سرریز شده از یک جریان رودخانه‌ای اصلی فعال یا غیرفعال تشکیل یافته است. شیب کلی این اراضی معمولاً کمتر از ۱ درصد و جهت آن به موازات شیب رودخانه است. شیب‌های جانبی در جهت عمود به رودخانه و کمتر از ۱ درصد با کمی بی‌نظمی است. دارای خاک عمیق بدون سنگریزه یا مقدار کمتر از ۱۵ درصد سنگریزه‌اند. این تیپ شامل یک واحد اراضی و ۲ اجزای واحد اراضی است.

**بررسی ناپایداری عامل پوشش گیاهی:** تیپ‌های

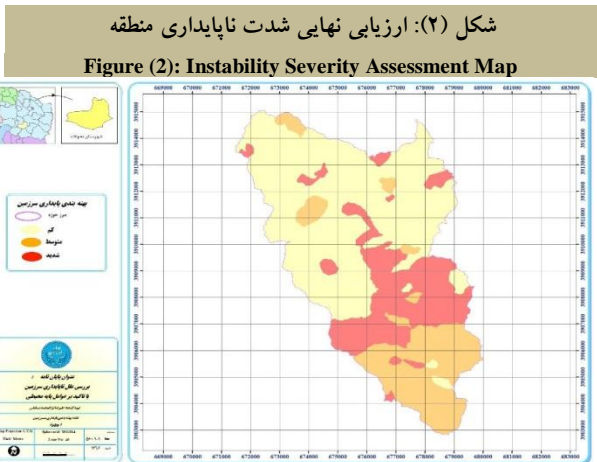
مرتعی حوزه و سطح مراتع: حوزه فدیبه از لحاظ پوشش گیاهی با ۱۰۱ گونه گیاهی دارای ۵ تیپ گیاهی است که عبارت‌اند از:

درمنه، چمن‌پیزی، گیس پیرزن	Ar.au-Po-bu-St.ba	I
کنگر، گون، گیس پیرزن	Gu.to-As.he-St.ba	II
گون، کنگر، جارو	As.he-Gu.to-Sc.or.	III
گون، جارو، گرس	As.he-Sc.or-Grass	IV
گیس پیرزن، جارو، درمنه	St.ba-Sc.or-Ar.au	IV

از میان تیپ‌های گیاهی فوق، تیپ II با مساحت ۲۶۱۴

پتانسیل بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA: با توجه به معیار و شاخص‌های مدل میانگین هندسی شاخص‌های هر معیار مطابق فرمول مربوط محاسبه شد. برای معیارهای زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، خاک، پوشش گیاهی، فرسایش و آب بر اساس جداول (۳) و (۴)، نقشه ارزیابی شدت بیابان‌زایی مطابق شکل (۳) تهیه شد.

عوامل محیطی منطقه بر اساس جدول (۳) و مطابق شکل (۲) تهیه شد.



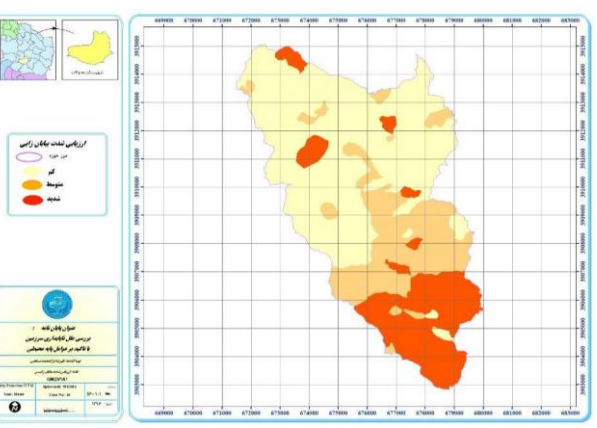
جدول (۴): کلاس شدت بیابان‌زایی معیار اقلیم  
Table (4): Climatic criteria for desertification intensity classes

ردیف	کد واحد کاری	مقدار بارش سالانه	شاخص خشکی	خشکسالی	میانگین هندسی شاخص اقلیم	کلاس شدت بیابان‌زایی
۱	IB1	۱/۶	۱/۵	۳/۱	۱/۹	II
۲	IB2	۱/۷	۱/۵	۳/۲	۲	II
۳	IB3	۱/۶	۱/۵	۳/۱	۲	II
۴	IB4	۱/۶	۱/۵	۳/۱	۱/۹	II
۵	IB5	۱/۵	۱/۴	۲/۹	۱/۸	II
۶	IB6	۱/۴	۱/۳	۲/۷	۱/۷	II
۷	IB7	۱/۵	۱/۴	۲/۹	۱/۸	II
۸	IB8	۱/۸	۱/۶	۳/۴	۲/۲	II
۹	IB9	۱/۹	۱/۶	۳/۵	۲/۲	II
۱۰	IB10	۱/۴	۱/۴	۲/۸	۱/۸	II
۱۱	IB	۱/۵	۱/۴	۲/۸	۱/۸	II
۱۲	IB	۱/۵	۱/۴	۲/۹	۱/۹	II
۱۳	IB	۱/۵	۱/۴	۳	۱/۹	II
۱۴	IB	۱/۶	۱/۵	۳	۱/۹	II
۱۵	IB	۱/۸	۱/۶	۳/۵	۲/۲	II
۱۶	IB	۱/۷	۱/۵	۳/۲	۲	II
۱۷	IB	۱/۷	۱/۵	۳/۳	۲/۱	II
۱۸	IB	۱/۷	۱/۵	۳/۲	۲	II
۱۹	IB	۱/۷	۱/۶	۳/۳	۲/۱	II
۲۰	IB	۱/۹	۱/۷	۳/۵	۲/۲	II
۲۱	IB	۲	۱/۷	۳/۸	۲/۴	II

جدول (۳): درصد گسترش عوامل مهم وضعیت ناپایداری سرزمین  
Table (3): Percentage of the main causes of land instability

معیار	طبقات وضعیت ناپایداری سرزمین (مساحت به درصد)			
	خیلی شدید	شدید	متوسط	ناچیز
آب	۱۴	۳۴	۲۱	۳۲
خاک	۱۴	۳۵	۴۵	۶
پوشش گیاهی	۰	۴۰	۱۹	۴۱
فرسایش سرزمین	۰	۲۷	۶۱	۱۲

شکل (۳): ارزیابی شدت بیابان‌زایی  
Figure (3): Assessing the severity of Desertification



## بحث و نتیجه گیری

- با بررسی نقشه‌های ارزیابی شدت بیابانزایی به دست آمده از مدل IMDPA و مدل مدیریت پایدار سرزمین در سیستم اطلاعات جغرافیایی، مهم‌ترین عوامل ناپایداری را شناسایی و نقشه‌های مربوط تهیه شد. نتایج به دست آمده در منطقه نشان می‌دهد که بیشترین ناپایداری در منطقه دشت‌سر و بیشتر شدت پتانسیل بیابانزایی در منطقه دشت است. با تطابق و مقایسه نقشه‌های تهیه شده، شدت بیابانزایی و ارزیابی مدیریت پایدار سرزمین مهم‌ترین عوامل شناخته شده ناپایداری محیطی در هر معیار، به ترتیب شامل شاخص خشکسالی در معیار اقلیم، شاخص بهره‌برداری از پوشش گیاهی در معیار پوشش گیاهی، شاخص نوع استفاده از زمین در معیار فرسایش آبی و شاخص پوشش گیاهی در معیار فرسایش بادی در منطقه مورد مطالعه است و در میان معیارهای مورد ارزیابی معیار پوشش گیاهی و فرسایش بیشترین وزن را در ناپایداری منطقه و شدت بیابانزایی نشان می‌دهد. با توجه به اهمیت این معضل، تاکنون روش‌های مختلفی برای تخمین یا ارزیابی بیابانزایی ارائه و نقد شده است. اما به‌رغم پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه روش‌های ارزیابی بیابانزایی، مشکلات عدیده‌ای در استفاده از آن‌ها وجود دارد؛ از جمله اینکه این روش‌ها هنوز تا حد زیادی بر پایه قضاوت و نظر کارشناسی است که با عدم توافق نظر عمومی در ارتباط با اراضی تخریب یافته حتی در سطح ملی منجر شده است؛ مثلاً ارزیابی‌های صورت گرفته از بیابانزایی در هند، سطح اراضی تخریب یافته در این کشور را بین ۵۳ تا ۲۳۹ میلیون هکتار می‌داند (رید و همکاران ۲۰۱۱). در خصوص دیگر مشکلات ارزیابی بیابانزایی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (سیلاخوری و همکاران ۲۰۱۴).
- برخی از اشکال تخریب به آسانی قابل رویت نیستند؛ مثل فشردگی خاک، اسیدی شدن و کاهش فعالیت‌های
- بیولوژیک؛
- کمبود اطلاعات و ابزارهای لازم برای ارزیابی؛
  - عدم توافق بین‌المللی درباره شاخص‌ها و معیارهای تعیین شده در روش‌های ارزیابی بیابانزایی، همچون FAO TORKAMANESTAN, GLASOD, UNEP اعتبار آن‌ها در ارزیابی بیابانزایی تاکنون در سطح جهانی پذیرش نشده است.
  - با توجه با مشکلات مذکور بهترین روش برای ارزیابی بیابانزایی کاربرد مدل‌هایی است که با توجه به شرایط اقلیمی، اکولوژیکی و اقتصادی اجتماعی هر منطقه تدوین می‌شود (رایگانی و همکاران، ۲۰۱۳، آبایونی، ۲۰۱۲). یا مشابه مدل مدالوس برای افزودن معیارها یا شاخص‌های مهم بیابانزایی در هر منطقه خاص دارای انعطاف‌پذیری لازم هستند (آرامی و همکاران، ۲۰۱۴).
  - بررسی اولیه شرایط منطقه و نتایج مطالعات قبلی صورت گرفته (حبیبی پور و همکاران، ۲۰۱۴، کاترین و همکاران ۲۰۰۴)، همگی گویای حاکمیت وضعیت نامساعد عوامل ناپایداری محیطی است.
- تاکنون بیابانزایی، با استفاده از روش مذکور، در مناطق مختلف کشور با شرایط اقلیمی مشابه منطقه مورد مطالعه و با تکیه بر معیارهای محیطی، به‌عنوان مهم‌ترین معیارهای بیابانزایی ارزیابی شده است. نتایج به دست آمده اهمیت این معیارها را در بیابانزایی مناطق خشک و نیمه‌خشک آشکار می‌سازد (ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۱۱، بحرینی و همکاران، ۲۰۱۲).
- اما با وجود این عوامل ناپایداری محیطی، پدیده بیابانزایی و مشکلات ناشی از آن، نباید معیاری‌های غیر محیطی دیگر همچون بیکاری و مهاجرت که سطح وسیعی از اراضی کشاورزی را در منطقه تحت تأثیر قرار داده است، فراموش کرد، (هانس ۲۰۰۰، آستیر و همکاران ۲۰۱۲).

## مراجع

1. Abayomi, S. O., 2012. Fuzzy Indicator of Sustainable Land Management and Its Correlates in Osun State, Nigeria, Journal of Human Ecology, 39(3): 175-182.
2. Arami A., M. Onagh, Sh. Vahedbordi, 2014. Evaluation of the risk of desertification with



- model of IMDPA in dry area of Aghband, Golestan province, *Journal of Water and Soil Conservation*, 21(2), 153-173. .
3. Astier, M., García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y., Carlos, E., González, E., and Maser, O. R., 2012. Assessing the Sustainability of Small Farmer Natural Resource, Management Systems. Online report of A Critical Analysis of the MESMIS Program (1995-2010), pp. 25-45.
  4. Bahreini F., A. Pahlavan, A. Moghadamnia, Gh. Rahi, 2012. Prioritization of land degradation using IMDPA desertification model with an emphasis on wind erosion and climate (Case study: Bushehr province Bardkhon area), *Soil and Water magazine Agriculture Sciences and Technology*, (26)4: 897-907.
  5. Bai, Z. G., Dent, D. L., Olsson, L., and Schaepman, M.E. 2008. Global assessment of land degradation and improvement. Report 2008/01, ISRIC, Wageningen.
  6. Habibipour A., H. Akbari, A. Talebi, 2014. Investigating the status of desertification using IMDPA model with emphasis on water and wind erosion criteria (Case study: Behabad, Yazd Province), *Geography and Environmental Planning*, 25, 54(2): 151-168.
  7. Hans, H., 2000. Assessing Sustainable Land Management (SLM), *Agriculture, Ecosystems and Environment Journal*, Vol.81, pp. 83-92.
  8. Katharine, L, Jacobs, J. and Holway, M., 2004. Managing for sustainability in and arid climate: lessons learned from 2 years of groundwater management in Arizona, USA, *Hydrogeology Journal* vol. 12, pp.52-65.
  9. Land Degradation Assessment in Drylands, Mc Donagh, J., Bunning, S., Mc Garry, D., Liniger, H., Rioux, J., Nachtergaele, F., and Biancalani, R. 2009. Field manual for local level, land degradation assessment in drylands. Lada-L part 1 (methodological approach planning and analysis) and part 2 (local assessment: tools and methods for fieldwork). LADA, UNEP, WOCAT, FAO, ODG DEV, USDA, United Nation University.
  10. Reed, M.S., and Dougill, A.J. 2003. Integrating community and scientific sustainability indicators to facilitate participatory desertification monitoring and sustainable rangeland management in Botswana. Seventh international rangeland congress, Durban, South Africa, Pp: 1868-1871.
  11. UNCCD, Secretariat 2013, A Stronger UNCCD for Land Degradation Neutral World. Issue Brief, Bonn, Germany.
  12. Verón, S.R., Paruelo J. M and Oesterheld M., 2006. Assessing desertification, *Journal of Arid Environment*, 66, 751-763.
  13. Warren A.S. 2002, land degradation contextual, *Land Degradation and Development*, 13: 449-459.
  14. West, N.E., Mc Daniel, K., Smith, E.L., Tueller, P.T., and Leonard, S. 1994. Monitoring and interpreting ecological integrity on arid and semiarid lands of the western United States. Western Regional Research Coordinating Committee-40. New Mexico Range Improvement Task Force, Report No. 37, Las Cruces, N.M.
  15. Zahtabiyani Gh., H. Ahmadi, H. Khosravi, E. Rafiee, 2005. Method of Preparation of Desertification Map Using Medalus Model in Iran, *Desert Journal*, Volume 10, Issue 1, p. 205-223.

## INVESTIGATING ENVIRONMENTAL FACTORS OF LAND INSTABILITY AND DESERTIFICATION POTENTIAL

Golam Reza Zehtabian<sup>1\*</sup>, Ali Reza Moghadam Nia<sup>2</sup> Hosein Azarnivand<sup>3</sup>, Ali Akbar Nazari Samani<sup>4</sup>, Ali Reza Nejadmohammad Namaghi<sup>5</sup>

Received: 23/01/2018

Accepted: 16/04/2018

### Extended abstract

**Introduction:** More than 168 countries face the phenomenon of land degradation and desertification. Land use changing and more exploitation of nature's potential in arid and semiarid ecosystems over the past three decades have increased the trend of desertification phenomena in these ecosystems. Deserts are dynamic ecosystems that are

1. Faculty full professor at University of Tehran; ghzehtab@ut.ac.ir
2. Faculty associate professor at University of Tehran
3. Faculty full professor at University of Tehran
4. Faculty associate professor at University of Tehran
5. PhD Student of University of Tehran

constantly evolving. Deserts are dynamic ecosystems that are constantly evolving. The management of ecosystems in arid and semi-arid regions is continuous and unstoppable. For this reason, desert planners are faced with complex ecological processes such as climatic, edaphic factor, and water resources. Therefore, in order to have a better understanding of these factors and processes, it is imperative that all of these environmental instability factors be investigated and properly identified in the evaluation models of the contribution of each factor.

**Materials and methods:** The study area is Fadiyeh of Torbat Heydariyeh basin, with an area of 8664 hectares and 40 work unit. The IMDPA model was used to assess the intensity of desertification potential. Environmental criteria that are evaluated in this model include climate, geology and geomorphology, soil, vegetation, agriculture, water and irrigation, water erosion, wind erosion (Zahtabian et al. 2014). In this model, 35 indicators for 9 criteria are used to quantify the criteria. Based on its effect on desertification, according to the region's conditions, field research, and expert opinion, each indicator is weighted between 1 and 4. So that value 1 is the best and the 4 is the worst weight. A map is prepared for each index with respect to weighting. In this method, each criterion is obtained from the geometric mean of its indices according to the following relationships.

$$\text{IMDPA} = \left[ \prod_{i=1}^n I_i \right]^{1/n} = \sqrt[n]{I_1 \times I_2 \times \dots \times I_n}$$

$$\text{Criteria-x} = \left[ (\text{Index}-1) \times (\text{Index}-2) \dots (\text{Index} - n) \right]^{1/n}$$

Criteria-x: Selected Criterion

Index: Indicators of each Criterion

n: Number of Indicators for each Criterion

By analyzing the environmental instability factors, two models of SLM and IMDPA were prepared and then, by comparing two models, the most important environmental instability factors in the region were identified for future managers' planning

**Results:** Investigating the instability of the climatic factor: The average annual rainfall is 335 mm. The maximum monthly rainfall in March is 72 and the lowest rainfall in August and September is less than 1 mm, and it is also observed that in this area more than 50% of annual rainfall in the three months of the year, namely, February, March and April It takes place in the dry period in six months from mid-May to mid-November.

Investigation of geoscience and geomorphology: Investigation of Stratigraphic Units: Geological Study Area. It is part of the Central Iranian mountain range. Geological units belonging to the Jurassic, Cretaceous, Neogene and Quaternary periods have been formed in terms of lithology development and diversity. The Jurassic organization consists of two units called the Jbe and the Esfandiar limestone (Je), which includes the oldest basement rocks.

Investigation of Soil Agent Instability: According to the studies, the study area consists of 4 land types

Mountain type: Very damaging lands with very high tide and height.

Type of hills: Hills are equivalent to erosion or aggregation geomorphologic levels that have been completely destroyed. There is no remnant of the previous levels with a smooth surface.

Type of plateau and upper terraces: This type of physiography is equivalent to eroding and cumulative geomorphologic levels that are currently affected by low to moderate erosion processes.

Type of River Alluvial Plain: This type of land is formed by depositing small sediment deposited from a main active or inactive river stream.

Investigation of plant vegetation instability: Rangeland condition is also poor in all types and pasture tendency is negative. The yield of plant production in these types is between 33 and 76 kg / ha, and most of the plant production is related to annual grasses.

The results showed that by comparing desertification severity maps and assessing sustainable land management, the most important factors of environmental instability were, respectively; Vegetation utilization index in vegetation criteria, the type of land use index water erosion criteria, Vegetation index in wind erosion criteria. By comparing the trend of changes (compared to 1382 with 1393), groundwater drop index and water criterion are the most important causes of instability.

**Discussion and Conclusion:** The most unstable is in the upper plain area and the highest intensity of desertification potential in the plain area.

By comparing the prepared desertification maps and assessing sustainable land management, the most important known environmental index in each criterion include Drought index in the climate criterion, vegetation cover index in vegetation cover, land use type index in the measure of water erosion and vegetation index in the wind erosion criterion in the study area. Among the criteria for assessment, vegetation and erosion criteria, show the highest weight for the region's instability and the severity of desertification.

Due to the importance of this problem, various methods for estimating or evaluating desertification have been presented and criticized so far. However, despite the progress made, there are many problems with the use of desertification assessment methods, including the fact that these methods are still largely based on judgment and expert opinion that, with disagreement with the public opinion Relations with degraded lands have even led the national level.

**Keywords:** SLM model, IMDPA model, sustainable land management, arid and semi-arid ecosystems.