

## بررسی وضعیت بالفعل و بالقوه بیابان‌زایی با تاکید بر معیار فرسایش بادی به روش MICD<sup>۱</sup> (بررسی موردی: منطقه نیاتک سیستان)

سید محمود حسینی\*<sup>۲</sup>، محمدرضا اختصاصی<sup>۳</sup>، علیرضا شهریاری<sup>۴</sup> و حامد شفیعی<sup>۵</sup>

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد بیابان‌زدایی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، ایران

<sup>۳</sup> دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد، ایران

<sup>۴</sup> دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل، ایران

<sup>۵</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۶، تاریخ تصویب: ۸۹/۵/۱۰)

### چکیده

دشت سیستان به‌طور عمده زیر تاثیر پدیده بیابان‌زایی ناشی از فرسایش بادی است به گونه‌ای که اغلب راه‌های ارتباطی و فعالیت‌های اقتصادی - اجتماعی مردم منطقه را با مشکل جدی روبرو کرده است. هدف از این بررسی تعیین وضعیت کنونی و ذاتی بیابان‌زایی در منطقه نیاتک سیستان با تاکید بر معیار فرسایش بادی می باشد. از آنجا که در روش MICD، معیار فرسایش بادی با شاخص‌های مناسبتری تعریف شده است این روش گزینش شد. بر پایه این روش در آغاز نقشه واحدهای کاری یا رخساره‌های همگن بیابانی در منطقه به عنوان نقشه پایه برای امتیازدهی شاخص‌های مورد نظر تهیه شد. سپس در هر کدام از واحدهای همگن بیابانی برای دو وضعیت کنونی و آینده بیابان‌زایی، امتیاز شاخص‌های تعریف شده تکمیل شد و در نهایت با جمع امتیازات مربوط به هر شاخص و بر پایه جداول مبنای شدت بیابان‌زایی تعیین و آنگاه نقشه‌های مربوط به وضعیت کنونی و ذاتی یا بالقوه بیابان‌زایی در هر یک از کاربری‌ها ترسیم شد. نتایج نشان داد که در اغلب نقاط شدت بیابان‌زایی بالقوه یا ذاتی در سه کلاس متوسط، زیاد و خیلی زیاد یا شدید قرار دارد در حالی که وضعیت بالفعل بیابان‌زایی در سه کلاس کم، متوسط و زیاد قرار دارد. این تغییرات به خاطر اثرگذاری‌های مثبتی است که به دنبال فعالیت‌های کنترل فرسایش بادی در منطقه انجام شده است.

**کلمات کلیدی:** بیابان‌زایی، فرسایش بادی، قابلیت کنونی، قابلیت بالقوه، واحدکاری، سیستان، روش MICD.

## مقدمه

فرسایش بادی در مناطق بیابانی دارای شدت بیشتری بوده و با قدرت زیادتری منجر به تخریب اراضی می‌شود. شایان یادآوری است که در ایجاد فرسایش بادی و تخریب حاصل از آن عامل‌های چندی از جمله شدت و مدت وزش باد، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، توپوگرافی منطقه، وضعیت پوشش گیاهی و... دخالت دارند که کلیه آنها در ارتباط با هم بوده و به اتفاق منجر به افزایش یا کاهش شدت فرسایش بادی در یک منطقه می‌شوند (Ahmadi, 2005). آثار پدیده بیابان‌زایی را می‌توان در هر منطقه به کمک ظهور، پاره‌ای از فرآیندهای تخریبی در اکوسیستم دید و برای ارزیابی، آنها را به کمک روش‌های چندی به صورت کیفی و کمی توصیف کرد. بنا به بررسی‌های صورت گرفته توسط IFAD<sup>۱</sup>، بیابان‌زایی ۴۰ درصد از کل اراضی زمین را تهدید نموده و سالانه ۱۲ میلیون هکتار از اراضی را زیر تاثیر مستقیم خود قرار می‌دهد. این پدیده سالانه ۴۲ میلیارد دلار به اقتصاد جهانی زیان رسانده و حدود ۲ میلیارد نفر از مردم جهان با این پدیده روبرو بوده و سالانه موجب مهاجرت ۵ میلیون نفر از شهر و کاشانه خود می‌شود (Hoseini, 2008). همچنین در بررسی انجام شده در شهرستان زابل، میزان آسیب و زیان‌های ناشی از فرسایش بادی به جاده‌های ارتباطی، هجوم ماسه‌های روان به مناطق مسکونی، تعطیلی مدارس و لغو برنامه پروازهای هوایی بالغ بر ۱۷۷/۳۵۰ میلیارد ریال برآورد شده است (Miri et al, 2009). هدف از این بررسی تعیین وضعیت کنونی و بالقوه (طبیعی) بیابان‌زایی منطقه نیاتک سیستان با بهره‌گیری از مدل مطرح MICD می‌باشد، که برای اولویت بندی عملیات بیابان‌زدایی اعم از مبارزه بیولوژیکی و مکانیکی، در قالب طرح‌های بیابان‌زدایی با تاکید بر توجیه فنی و معیارهای اقتصادی- اجتماعی منطقه قابل توصیه و اجرا است. در منطقه سیستان به علت رخداد خشکسالی‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی اخیر،

تغییر کاربری اراضی، تخریب مراتع، برداشت و حمل ماسه از کف دریاچه و در نهایت ترسیب تپه‌های ماسه‌ای در اراضی کشاورزی و مسکونی فرآیند تخریب روند تشدید می‌شود. لذا برآورد وضعیت کنونی و بالقوه بیابان‌زایی در این منطقه امری ضروری می‌نماید. تاکنون بررسی‌های گسترده‌ای در رابطه با ارزیابی بیابان‌زایی در نقاط مختلف جهان و ایران انجام شده که برخی از آنها به شرح زیر می‌باشد:

لادیسا و همکاران، نوع و شدت بیابان‌زایی منطقه باری ایتالیا را با بهره‌گیری از روش MEDALUS<sup>۲</sup> بررسی نمودند. در این بررسی شش شاخص خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مدیریت کیفیت و شاخص فشار انسانی مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت به کمک میانگین هندسی شاخص‌های مورد نظر، نقشه نهایی بیابان‌زایی منطقه ترسیم شد (Ladisa et al, 2002).

اختصاصی و مهاجری، ضمن معرفی روش پهنه بندی نوع و شدت بیابان‌زایی اراضی در ایران با نام ICD<sup>۳</sup>، مساحتی بالغ بر ۱۰ میلیون هکتار از اراضی ایران مرکزی را مورد بررسی قرار دادند (Ekhtesasi & Mohajeri, 1995).

چمن پیرا و همکاران، بیابانی شدن اراضی منطقه کوه‌دشت را با بهره‌گیری از مدل ICD<sup>۳</sup> مورد بررسی قرار دادند. نامبردگان در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که، عامل اصلی تخریب در منطقه مورد بررسی تخریب منابع آب با زیرعامل پمپاژ و افت سفره بوده و منطقه مورد بررسی در سه کلاس کم، متوسط و زیاد شدت بیابان‌زایی قرار می‌گیرد (Chamanpira et al, 2006).

زهتابیان و همکاران، اقدام به ارزیابی توان بیابانی شدن اراضی منطقه ماهان کرمان با تجزیه و تحلیل روش‌های FAO-UNEP<sup>۴</sup> و ICD<sup>۳</sup> نمودند. بر پایه نتایج بدست آمده، عمده‌ترین فرآیندهای موثر در بیابان‌زایی منطقه

۲- Mediterranean Desertification And Land Use sensitive (MEDALUS).

۳- Iranian Classification of Desertification (ICD).

۴- Food and Agriculture Organization - United Nation Environment Programmer (FAO-UNEP).

۱- International Fund for Agricultural Development (IFAD).

- اراضی با کاربری کشاورزی.

- اراضی بدون کاربری مشخص (جدول ۸).

بدین منظور علاوه بر بازدیدهای صحرائی از روش بنا طبقه‌بندی نظارت نشده (Un Supervised Classification) با بهره‌گیری از نرم افزار ERDAS 9.1 و به کارگیری تصاویر ماهواره‌ای IRS سال ۲۰۰۶ بهره گرفته شد.

#### - امتیازدهی به شاخص‌ها

یکی از ویژگی‌های روش MICD تفاوت شاخص‌های امتیازدهی با توجه به کاربری‌های مختلف اراضی است از آنجا که شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی در اراضی زیر کشت با اراضی مرتعی و یا اراضی بدون بهره‌گیری متفاوت می‌باشد در این روش بسته به نوع کاربری اراضی از شاخص‌های متفاوتی بهره‌گیری می‌شود. این شاخص‌ها به صورت مجزا در جداول شماره ۱ تا ۷ آمده است. پس از امتیازدهی به شاخص‌ها، در پایان با جمع امتیازات اختصاص یافته برای هر کاربری، امکان تعیین شدت بیابان‌زایی و تهیه نقشه وضعیت کنونی و ذاتی بیابان‌زایی برای منطقه فراهم می‌شود.

از آنجا که در روش یادشده شمار شاخص‌ها در کاربری‌های مختلف یکسان نبود، پیش از آغاز ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی در منطقه مورد بررسی، شمار شاخص‌ها در همه کاربری‌ها یکسان و همسنگ شد. بدین صورت که در جدول مربوط به ارزیابی وضعیت کنونی بیابان‌زایی اراضی بدون کاربری، شاخص بافت خاک اضافه شد و در جدول مربوط به ارزیابی وضعیت کنونی بیابان‌زایی در اراضی با کاربری جنگل و مرتع، شاخص تراکم پوشش گیاهی مؤثر در سطح خاک و تراکم سنگریزه (بزرگتر از ۲ میلیمتر) در سطح خاک در یک گروه قرار گرفتند (Ahmadi et al, 2006).

فرسایش آبی بیان شد. از مجموع اراضی بررسی‌شده، حدود ۳۲/۳۱ درصد از منطقه دارای شدت بیابان‌زایی متوسط و ۶۶/۷۸ درصد دارای شدت بیابان‌زایی زیاد تشخیص داده شد (Zehtabian et al, 2006).

محمدقاسمی، وضعیت بیابان‌زایی منطقه پشت‌آب و شیب‌آب زابل را با بهره‌گیری از مدل مدالوس و با تاکید بر معیار آب و خاک مورد بررسی قرار داد. با توجه به دو معیار اصلی گزینش شده در این تحقیق، نقشه نهایی بیابان‌زایی منطقه مبین میزان شدید و بسیار شدید روند بیابان‌زایی می‌باشد (Mohammadghasemi, 2006).

#### مواد و روش‌ها

##### معرفی محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در شرق شهرستان زابل قرار دارد. فاصله آن تا شهر زابل حدود ۱۳ کیلومتر می‌باشد. این عرصه با گستره ۴۸۱۹/۶ هکتار و ارتفاع متوسط ۴۷۰ متر از سطح دریای آزاد در موقعیت جغرافیایی ۳۳° ۳۶' ۶۱" تا ۵۶° ۴۱' ۶۱" طول خاوری و ۵۹° ۳۰' تا ۲۳° ۳۱' ۷" عرض شمالی دشت سیستان قرار گرفته است.

##### روش تحقیق

در این تحقیق عامل‌های فرسایش بادی مؤثر در تشدید پدیده بیابان‌زایی منطقه نیاتک سیستان به صورت گام به گام مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه در دو وضعیت بالفعل و بالقوه مورد مقایسه قرار گرفته است. مراحل بررسی به شرح زیر می‌باشد.

#### - تعیین و جداسازی نوع واحدهای کاری یا واحدهای

##### همگن بیابانی

برای ارزیابی پدیده بیابان‌زایی به روش MICD، در آغاز به کمک بررسی‌های پایه اعم از، جوهرها و جامعه‌های گیاهی (Plant Type) و نقشه کاربری اراضی (Land use)، واحدهای همگن بیابانی به شرح زیر پهنه بندی شد.  
- اراضی با کاربری جنگلی و مرتعی.

جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی فرسایش بادی در اراضی با کاربری مرتعی و جنگلی مخروطه در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰  
(وضعیت کنونی بیابان‌زایی)

ریز شاخص و دامنه امتیاز				نوع شاخص
خیلی شدید ۳-۴	شدید ۲-۳	متوسط ۱-۲	کم ۰-۱	
کمتر از ۱۰ درصد	۱۰-۲۵ درصد	۲۵-۵۰ درصد	>۵۰ درصد	تراکم پوشش گیاهی مؤثر در سطح خاک یا تراکم سنگریزه (بزرگتر از ۲ میلیمتر) در سطح خاک
کمتر از ۲۰ درصد	۲۰-۴۰ درصد	۴۰-۷۰ درصد	بیش از ۷۰ درصد	مدت زمان ماندگاری گیاه در سطح خاک
کمتر از ۳ ماه و منبنا به با فصل باد	کمتر از ۶ ماه و منبنا به بر فصل باد	بیش از ۹ ماه سال	در همه طول سال	آثار آشفستگی ناشی از تردد دام و ادوات در سطح خاک
خیلی زیاد	زیاد	کم	بسیار کم	تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه (۶ متر در ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری)
بیش از ۶۰ روز در سال	۲۰-۶۰ روز در سال	۱۰-۲۰ روز در سال	کمتر از ۱۰ روز در سال	آثار باد ساییدگی خاک و ظهور رخساره‌های شلجمی شکل و یا کلوت و یاردانگ در سطح خاک
خیلی زیاد بیش از ۱۰ درصد عرصه	زیاد، ۱۰-۲ درصد عرصه	کم، کمتر از ۲ درصد عرصه	بسیار کم، غیرقابل مشاهده	مقاومت فشاری خاک در شرایط خشک
کمتر از ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع	۰/۵-۱ کیلوگرم بر سانتی متر مربع	۱-۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع	بیش از ۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع	اشکال انباشت ماسه بادی در سطح خاک دیده نمی‌شود.
نبکا و ربدو و پهنه ماسه‌ای بیش از ۱۰ درصد عرصه	اشکال انباشت رسوبات بادی ۱۰- ۲ درصد عرصه	اشکال انباشت رسوبات بادی کمتر از ۲ درصد عرصه		آثار انباشت خاک (ماسه بادی) در پای گیاهان و یا سنگ‌ها

جدول ۲- شاخص‌های ارزیابی فرسایش بادی در اراضی با کاربری مرتعی و جنگلی مخروطی در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ (وضعیت بالقوه یا ذاتی بیابان‌زایی)

ریز شاخص و دامنه امتیاز				نوع شاخص
خیلی شدید ۳-۴	شدید ۲-۳	متوسط ۱-۲	کم ۰-۱	
خیلی زیاد	زیاد	کم	بسیار کم	امکان کاهش تراکم پوشش گیاهی مؤثر در سطح خاک در پاره‌ای از سال‌ها، ناشی از تغییر اقلیم، شخم، بوته کنی و..
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	وجود سنگریزه درشت تر از ۲ میلیمتر در پروفیل خاک
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	امکان تشکیل قشر رسی و یا نمکی اشباع در سطح خاک
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	کلاس فرسایش و رسوب دهی به روش اریفر ۱
تخریب شدید	تخریب زیاد	آثار تخریب قابل دیدن	قرق - حفاظتی و یا به‌طور کامل متعادل	مدیریت مرتع و یا جنگل
بیش از ۶۰ روز در سال	۲۰ - ۶۰ روز در سال	۱۰ - ۲۰ روز در سال	کمتر از ۱۰ روز در سال	تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه (۶ متر در ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری)

جدول ۳- شاخص‌های ارزیابی فرسایش بادی در اراضی با کاربری کشاورزی در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ (وضعیت کنونی بیابانزایی)

ریز شاخص و دامنه امتیاز				نوع شاخص
خیلی شدید ۳-۴	شدید ۲-۳	متوسط ۱-۲	کم ۰-۱	
بیش از ۸۰ درصد از منطقه زیر زراعت آبی و دیم اراضی باغی جدا و دور از هم	بیش از ۵۰ درصدی از منطقه زیر زراعت آبی و دیم	بیش از ۲۰ درصد از اراضی منطقه زیر زراعت - اراضی باغی فیما بین زراعی	کم ۰-۱	الگوهای کاشت در محدوده اراضی زیرکشت (کشاورزی)
بیش از ۸۰ درصد کشتزارها مورد بررسی بدون بادشکن مناسب و یا گستره بادشکن به کل کشتزارها کمتر از ۱ درصد	بیش از ۵۰ درصد کشتزارها مورد بررسی بدون بادشکن مناسب و یا گستره بادشکن به کل کشتزارها کمتر از ۳ درصد	گونه‌های درختی موازی با مسیر باد و یا بخشی از بدون بادشکن درختی است	گونه‌های درختی عمود بر بادهای فرساینده و یا کشتزارها دارای بادشکن مناسب هستند - بیش از ۵ درصد کشتزارها اختصاص به بادشکن دارد	وضعیت بادشکن در پیرامون کشتزارها
ساختمان خاک پودری و امکان تشکیل کلوخه محدود می باشد	میزان کلوخه‌ای شدن خاک بسیار کم است - خاک زیر دیسک	میزان کلوخه‌ای شدن خاک کم است از خیش های مناسب	شخم کلوخه‌های عمود بر باد - بهره‌گیری شخم موازی با باد	مدیریت خاک و زمین
لومی - ماسه‌ای	شنی لومی - لومی شنی	رسی شنی	سنگریزه‌ای و یا رسی	بافت خاک
به‌طور معمول پس از برداشت محصول، کلیه بقایا نیز جمع شده و یا توسط دام چرا می‌شود	بقایای گیاهی با تراکم ۲۰-۵ درصد ایستا و ۴۰-۲۰ درصد خوابیده	بقایای گیاهی با تراکم ۴۰-۲۰ درصد ایستا و یا ۶۰-۵۰ درصد خوابیده	باقی ماندن بقایا پس از برداشت محصول با تراکم بیش از ۵۰ درصد و ایستا با ارتفاع بیش از ۳۰ سانتی متر	مدیریت بقایای گیاهی
خاک سطحی در طول سال خشک و به شدت کمتر از حد پژمردگی	خاک سطحی به‌طور عموم خشک و پایین‌تر از حد پژمردگی	رطوبت خاک، همیشه بالاتر از حد رطوبت پژمردگی	خاک همیشه مرطوب، در حد رطوبت مزرعه‌ای	رطوبت خاک و دور آبیاری
بیش از ۶۰ روز در سال	۶۰ - ۲۰ روز در سال	۲۰ - ۱۰ روز در سال	کمتر از ۱۰ روز در سال	تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه (۶ متر در ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری)

جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی فرسایش بادی در اراضی با کاربری کشاورزی مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ (وضعیت بالقوه یا ذاتی بیابانزایی)

ریزشاخص و دامنه امتیاز				نوع شاخص
خیلی شدید ۳-۴	شدید ۲-۳	متوسط ۱-۲	کم ۰-۱	
بخش اعظمی از اراضی کشاورزی به زراعی دائمی به کشت گونه‌های یکساله اختصاص یافته است	روند تبدیل باغ‌ها به زراعت سریع و به‌طور عموم تمایل کشت گونه‌های یکساله دارند	بخشی از باغ‌های در حال تبدیل به اراضی زراعی است ولی به‌طور عموم گونه‌های چند ساله کشت می‌شود	گرایش کشاورزان نسبت به تبدیل باغ‌ها به اراضی زراعی کم و محدود است	تغییر در الگوهای کشت از گونه‌های درختی و یا زراعی چند ساله به سوی گونه‌های یکساله و حساس
پیرامون کشتزارها بدون هر نوع بادشکن می باشد	روند حذف بادشکن‌ها شدید بوده و یا تمایل به احداث بادشکن در پیرامون کشتزارها نیز بسیار کند می‌باشد	به دلایل مختلف، از جمله کم آبی، پاره‌ای از کشتزارها با حذف بادشکن همراه است	زارعین بادشکن‌های پیرامون کشتزارها خود را حذف نمی‌کنند، بلکه آنها را افزایش می‌دهند	وضعیت احداث و یا حذف بادشکن در پیرامون کشتزارها
با مدیریت نادرست، بخش زیادی از خاکها شرایط کلوخه‌ای خود را از دست داده و حساس به بادبردگی می‌شوند	با افزایش املاح مضر، روند کلوخه خاک به شدت کاهش می یابد	با افزایش املاح مضر (از جمله نمک هالیت) در خاک و یاکمبود مواد آلی روند کلوخه‌ای شدن خاک کاهش می یابد	با افزایش رس و یا مواد پایدار کننده به خاک، روند کلوخه‌ای شدن خاک تشدید می‌شود.	تغییرات بافت و ساختمان خاک
آیش گذاری و رها سازی اراضی به دلایل مختلف بسیار سریع	آیش گذاری و رها سازی اراضی به دلایل مختلف به نسبت سریع	آیش گذاری اراضی یا رها سازی اراضی به دلایلی چون کاهش منابع آب، مهاجرت و غیره رو به افزایش است	آیش گذاری بسیار محدود	آیش گذاری و یا رها سازی اراضی
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	قابلیت فرسایش و رسوبدهی خاک اراضی کشاورزی به روش اریفر ۲
>۶۰	۲۰ - ۶۰	۱۰ - ۲۰	<۱۰	تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه (۶ متر در ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری)

جدول ۵- شاخص‌های ارزیابی فرسایش بادی در اراضی بدون کاربری (بیابان‌های طبیعی مثل کوه‌های لخت، توده سنگی، تپه ماهوری لخت، تپه‌های ماسه‌ای لخت، سطوح سنگفرشی، کویرها و کلیه اراضی لخت و بدون پوشش گیاهی) در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ (وضعیت کنونی بیابانزایی)

ریز شاخص و دامنه امتیاز				نوع شاخص
خیلی شدید ۳-۴	شدید ۲-۳	متوسط ۱-۲	کم ۰-۱	
سنگ و خاک سطحی بسیار حساس و پودری در همه طول سال، سنگریزه سطحی کمتر از ۲۰ درصد	سنگ و یا خاک به نسبت حساس، و یا کراست رسی نمکی نیمه پایدار، سنگریزه خاک سطحی کمتر از ۴۰ درصد	نیمه سنگی، سنگفرش غیرمتراکم (۴۰-۷۰ درصد)، کراست به نسبت سخت رسی یا نمکی	به طور کامل سنگی، سنگفرشی بیش از ۷۰ درصد، کراست رسی و یا نمکی سخت	وضعیت سطحی خاک
خیلی زیاد	زیاد	کم	بسیار کم	آثار آشفتگی ناشی از تردد دام و ادوات در سطح خاک
بیش از ۶۰ روز در سال	۲۰ - ۶۰ روز در سال	۱۰ - ۲۰ روز در سال	کمتر از ۱۰ روز در سال	تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه (۶ متر در ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری)
خیلی زیاد، بیش از ۱۰ درصد عرصه	زیاد، ۱۰ - ۲ درصد عرصه	کم، کمتر از ۲ درصد عرصه	بسیار کم، غیر قابل دیدن	آثار باد ساییدگی خاک و ظهور رخساره‌های شلجمی شکل و یا کلوت و یاردانگ در سطح خاک
کمتر از ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع	۱ - ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع	۲ - ۱ کیلوگرم بر سانتی متر مربع	بیش از ۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع	مقاومت فشاری خاک در شرایط خشک
نبکا و ربدو و پهنه ماسه‌ای بیش از ۱۰ درصد عرصه	اشکال انباشت رسوبات بادی ۱۰ - ۲ درصد عرصه	اشکال انباشت رسوبات بادی کمتر از ۲ درصد عرصه	اشکال انباشت ماسه بادی در سطح خاک دیده نمی‌شود	آثار انباشت خاک (ماسه بادی) در پای گیاهان و یا سنگ‌ها
لومی - ماسه‌ای	شنی لومی - شنی	رسی شنی	سنگریزه‌ای و یا رسی	بافت خاک



جدول ۶- شاخص‌های ارزیابی فرسایش بادی در اراضی بدون کاربری در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ (وضعیت بالقوه یا ذاتی بیابان‌زایی)

ریز شاخص و دامنه امتیاز				نوع شاخص
خیلی شدید ۳-۴	شدید ۲-۳	متوسط ۱-۲	کم ۰-۱	
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	وجود سنگریزه درشت تر از ۲ میلیمتر در پروفیل خاک
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	امکان تشکیل قشر رسی و یا نمکی اشباع در سطح خاک
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	کلاس فرسایش و رسوب دهی به روش اریفر ۱
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	تغییر مقاومت خاک در برابر آسفنگی
افزایش نمک‌های ناپایدار کننده در خاک سطحی زیاد	افزایش نمک‌های ناپایدار کننده در خاک سطحی متوسط	افزایش نمک‌های ناپایدار کننده در خاک سطحی کم تا متوسط	افزایش نمک‌های ناپایدار کننده در خاک سطحی بسیار کم و یا تجمع نمک در سطح خاک در حد بالا اشباع	افزایش نمک‌های ناپایدار کننده در خاک و یا افزایش نمک در حد بالا اشباع در خاک سطحی

با توجه به جدول‌های بالا مشخصه‌های مربوط به هر یک از کاربری‌ها امتیازدهی شد. و بر پایه جدول ۷ کلاس‌های

شدت بیابانزایی برای هر دو وضعیت (بالفعل و ذاتی) برآورد شد.

جدول ۷- کلاس‌های شدت بیابانزایی در روش MICD

علامت	امتیازات	شدت بیابانزایی
I	۰ - ۵/۶	آرام (پنهان)
II	۵/۶ - ۱۱/۲	کم
III	۱۱/۲ - ۱۶/۸	متوسط
IV	۱۶/۸ - ۲۲/۴	زیاد
V	۲۲/۴ - ۲۸	شدید (اوج)

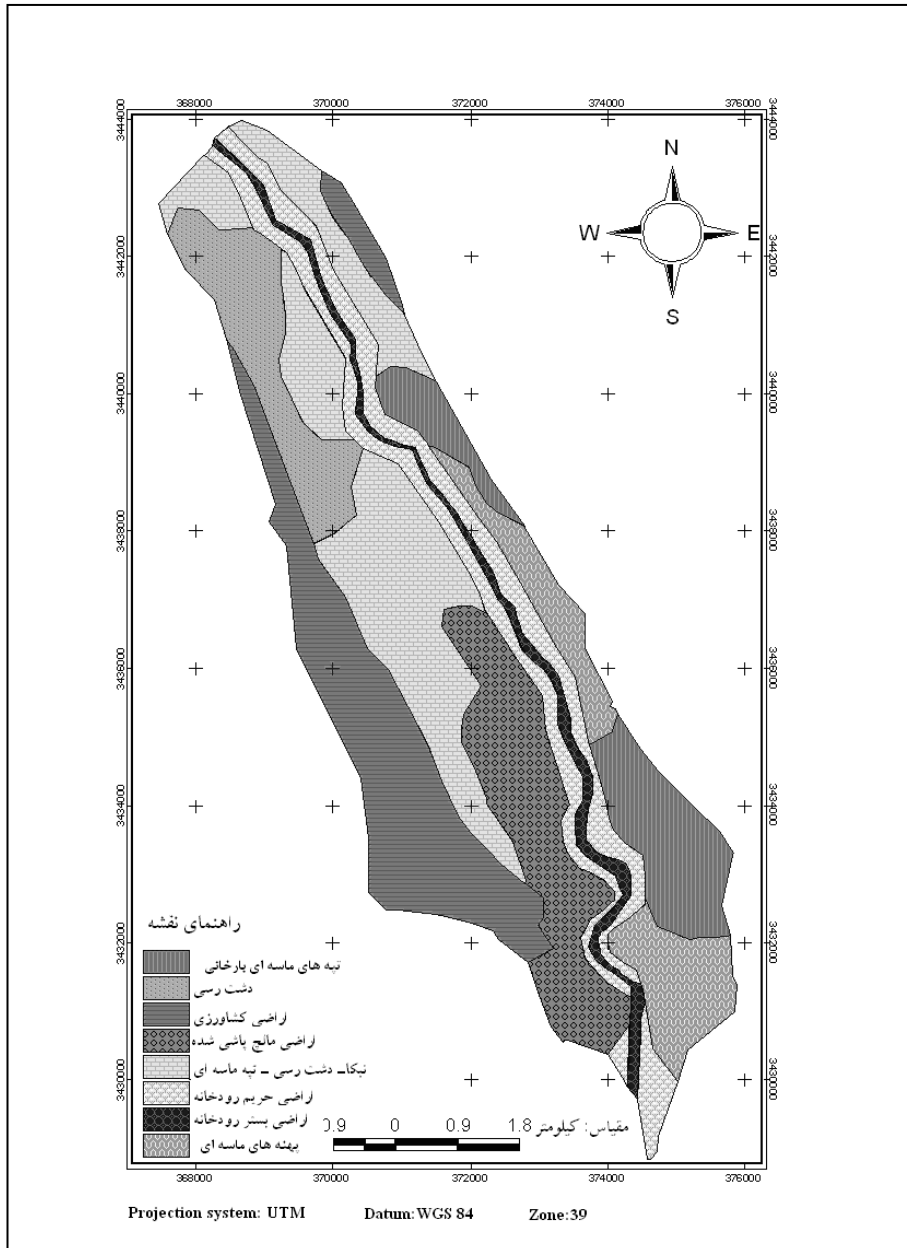
### نتایج

بر پایه نتایج بدست آمده از تفسیر چشمی تصویرهای ماهواره‌ای و همخوانی مکانی آنها در محدوده مطالعاتی ۸ واحد همگن بیابانی یا رخساره بیوفیزیکی تشخیص داده شده که ویژگی و گستره مکانی آنها در جدول ۸ و شکل ۱ خلاصه شده است.

به منظور تهیه نقشه رخساره‌های بیابانی و همچنین نقشه واحد‌های همگن با قابلیت بیابانزایی یکسان نیز، علاوه بر تصاویر ماهواره‌ای ETM+ از نرم افزار Arc view 3.2 بهره‌گیری شد.

جدول ۸- تعیین و جداسازی نوع رخساره‌ها یا واحد‌های همگن بیابانی در منطقه نیاتک سیستان

ردیف	چشم‌اندازهای بیابانی (Desert Landscape)	علامت
۱	اراضی دارای پوشش گیاهی اعم از جنگل و مرتع (Range or Forest area)	P/R نبکا - دشت رسی - تپه‌های ماسه‌ای دارای پوشش گیاهی (Nebka-Clay Plain-Sand dune)
		P/F حریم رودخانه فصلی دارای پوشش جنگلی (Riparian)
		Ap/f اراضی مالچ‌پاشی و نهالکاری شده (Mulch)
۲	اراضی بدون پوشش گیاهی (Bare Land)	B/s پهنه‌های ماسه‌ای بدون پوشش گیاهی (Sand Sheet)
		B/r بستر رودخانه (River Bed)
		B/b تپه‌های ماسه‌ای بارخان (Barkhan) بدون پوشش گیاهی
		B/c دشت رسی (دقی) بدون پوشش گیاهی (Clay Plain)
۳	اراضی کشاورزی (Agricultural Land)	A/I اراضی کشاورزی فاریاب (Irrigation)



شکل ۱- نقشه واحد های کاری یا همگن بیابانی منطقه مورد بررسی (نیاتک سیستان).

MICD در جدول‌های ۹ تا ۱۴ و شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

نتایج بدست آمده از ارزیابی وضعیت کنونی و بالقوه بیابانزایی در منطقه نیاتک سیستان با بهره‌گیری از مدل

جدول ۹- ارزیابی وضعیت کنونی بیابانزایی در اراضی با کاربری جنگل و مرتع مخروطه

اراضی بستر رودخانه (مرتعی)	اراضی دشت رسی - نیکا- تپه ماسه‌ای (مرتعی)	اراضی مالچ پاشی شده (جنگلی)	اراضی حریم رودخانه (جنگلی)	نوع رخساره  نوع شاخص
۱	۱	۱	۱	مدت زمان ماندگاری گیاه در سطح خاک
۲	۱/۲۵	۲	۲/۵	آثار آشفته‌گی ناشی از تردد دام و ادوات در سطح خاک
۳	۳	۳	۳	تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه (۶ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری)
۲/۵	۲/۸	۱/۵	۱	آثار باد ساییدگی خاک و ظهور رخساره‌های شلجمی، کلوت و یاردانگ در سطح خاک
۲	۲	۳	۱/۵	مقاومت فشاری خاک شرایط خشک
۱/۷۵	۳/۷۵	۳	۲/۵	آثار انباشت خاک (ماسه بادی در پای گیاهان و سنگها)
۱/۲۵	۲	۱/۷۵	۱	تراکم سنگریزه (بزرگتر از ۲ میلیمتر) در سطح خاک
۱۳/۵	۱۶/۸	۱۶/۷۵	۱۲/۵	جمع امتیازات
زیاد	زیاد	متوسط	متوسط	شدت بیابانزایی

جدول ۱۰- ارزیابی وضعیت طبیعی بیابانزایی در اراضی با کاربری مرتعی و جنگلی مخروطه (وضعیت بالقوه)

اراضی بستر رودخانه (مرتعی)	اراضی دشت رسی - نیکا- تپه ماسه‌ای (مرتعی)	اراضی مالچ پاشی شده (جنگلی)	اراضی حریم رودخانه (جنگلی)	نوع رخساره  نوع شاخص
۳	۳/۵	۳	۳	امکان کاهش تراکم پوشش گیاهی مؤثر در سطح خاک در پاره‌ای از سال‌ها، ناشی از تغییر اقلیم، شخم، بوته‌کشی و ...
۳	۲	۲	۲/۷۵	وجود سنگریزه درشت تر از ۲ میلیمتر در پروفیل خاک
۱/۷۵	۲/۷۵	۱	۱/۷۵	امکان تشکیل لایه رسی و یا نمکی اشباع در سطح خاک
۲/۴۵	۳	۲/۷	۲/۴۵	کلاس فرسایش و رسوب دهی به روش اریفر ۱
۳	۳/۲۵	۳/۵	۲	مدیریت مرتع و یا جنگل
۳	۳	۳	۳	تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه
۱۵/۹۵	۱۶/۲۵	۱۶/۲	۱۴/۴۵	جمع امتیازات
متوسط	زیاد	متوسط	متوسط	وضعیت بالقوه

جدول ۱۱- ارزیابی وضعیت کنونی بیابان‌زایی، ناشی از فرسایش بادی در اراضی بدون کاربری

دشت رسی	پهنه‌های ماسه‌ای	تپه‌های ماسه‌ای بارخانی	نوع رخساره	نوع شاخص
۱/۵	۳/۵	۴	وضعیت خاک سطحی	
۱	۱/۵	۲/۵	آثار آشفته‌گی ناشی از تردد دام و ادوات در سطح خاک	
۳	۳	۴	تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه (۶ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری)	
۳	۱/۵	۲	آثار باد ساییدگی خاک و ظهور رخساره‌های شلجمی، کلوت و یاردانگ در سطح خاک	
۱	۳/۵	۴	مقاومت فشاری خاک شرایط خشک	
۱/۲۵	۳/۵	۴	آثار انباشت خاک (ماسه بادی در پای گیاهان و سنگها)	
۱/۵	۳	۳	بافت خاک	
۱۱/۲۵	۱۹/۵	۲۲/۵	جمع امتیازات	
متوسط	زیاد	خیلی زیاد	وضعیت بالفعل	

جدول ۱۲- ارزیابی وضعیت طبیعی بیابان‌زایی، ناشی از فرسایش بادی در اراضی بدون کاربری (وضعیت بالقوه)

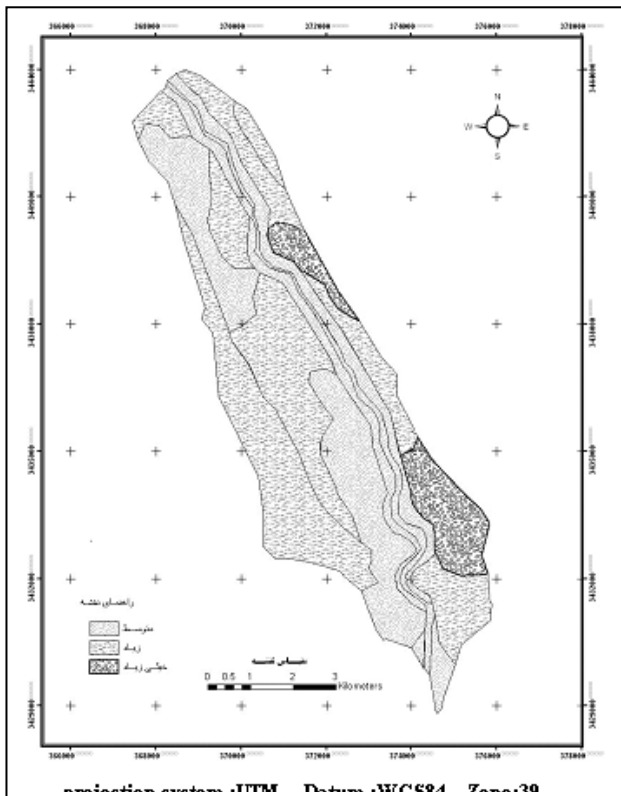
دشت رسی	تپه ماسه‌ای	تپه بارخانی	نوع رخساره	نوع شاخص
۱	۳/۵	۳/۵	وجود سنگریزه درشت تر از ۲ میلیمتر در پروفیل خاک	
۱	۳/۵	۳/۷۵	امکان تشکیل قشر رسی و یا نمکی اشباع در سطح خاک	
۲/۱	۳/۲	۳/۶۵	کلاس فرسایش و رسوب دهی به روش اریفر ۱	
۱/۵	۳/۷۵	۴/۱	تغییر مقاومت خاک در مقابل آشفته‌گی	
۱/۲	۳/۵	۳/۷۵	افزایش نمک‌های ناپایدار کننده و یا افزایش نمک در حد بالا اشباع در خاک سطحی	
۶/۸	۱۷/۴۵	۱۸/۸۰	جمع امتیازات	
کم	زیاد	زیاد	وضعیت بالقوه	

جدول ۱۳- ارزیابی وضعیت کنونی بیابان‌زایی ناشی از فرسایش بادی در اراضی با کاربری کشاورزی

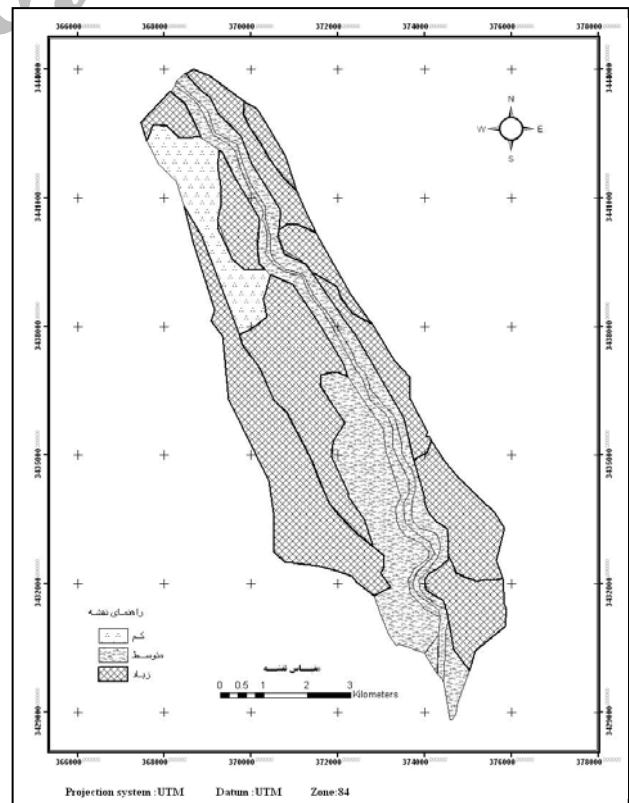
اراضی زراعی	نوع رخساره	نوع شاخص
۲/۵		الگوی کشت در محدوده اراضی تحت کشاورزی
۳		وضعیت بادشکن در پیرامون کشتزارها
۱/۵		مدیریت خاک و زمین
۳		بافت خاک
۳		مدیریت بقایای گیاهی
۲/۵		رطوبت خاک و دور آبیاری
۳		تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه
۱۸/۵		جمع امتیازات
زیاد		شدت بیابان‌زایی

جدول ۱۴- ارزیابی وضعیت طبیعی بیابانزایی ناشی از فرسایش بادی در اراضی با کاربری کشاورزی (وضعیت بالقوه)

شاخص	نوع رخساره	اراضی زراعی
	تغییر در الگوهای کشت از گونه‌های درختی و یا زراعی چند ساله به سوی گونه‌های یکساله و حساس	۳/۵
	وضعیت احداث و یا حذف بادشکن در پیرامون کشتزارها	۳/۲
	تغییرات بافت و ساختمان خاک	۲/۹
	آبش‌گذاری و یا رها سازی اراضی	۳/۲
	قابلیت فرسایش و رسوب‌دهی خاک اراضی کشاورزی به روش اریفر ۲	۲/۸
	تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه	۳
	جمع امتیازات	۱۸/۷
	شدت بیابانزایی	زیاد
	تغییر در الگوهای کشت از گونه‌های درختی و یا زراعی چند ساله به سمت گونه‌های یکساله و حساس	۳/۵



نقشه ۳- نقشه وضعیت بالقوه یا ذاتی بیابانزایی به روش MICD در منطقه نیاتک سیستان



نقشه ۲- نقشه وضعیت بالفعل بیابانزایی به روش MICD در منطقه نیاتک سیستان

Archive of SID

## بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی‌هایی که انجام شد مشخص شد که سهم عمده‌ای از بیابان‌زایی و تخریب در منطقه مورد بررسی به علت خشکسالی هیدرولوژیکی (و نه هواشناسی) می‌باشد. با توجه به این که دریاچه‌ها مومن از رودخانه هیرمند که قسمت اعظم حوزه آبخیز آن در کشور افغانستان واقع شده، تغذیه می‌شود، احداث سد کجکی و ارغنداب به همراه بندهای پرشمار در کشور افغانستان، مانع ورود آب از رودخانه هیرمند به دریاچه و خشکی هیدرولوژیکی منطقه سیستان شده است. از سویی دیگر بادهای ۱۲۰ روزه همراه با سرعت بیشتر از سرعت آستانه فرسایش ( $6\text{m/s}$ ) نیز، به شدت باعث افزایش تخریب خاک، فرسایش بادی، ایجاد تنش‌های خشکی و دمایی شده و بر شدت بیابان‌زایی و تخریب منطقه دامن زده است. بخش اعظمی از محدوده مورد بررسی را رخساره‌های فرسایش بادی اعم از مناطق برداشت، حمل و رسوب تشکیل می‌دهند. وجود رخساره‌هایی همچون دشت‌های رسی با آثار سطوح شلجی شکل، نیکا، و همچنین پهنه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای در فاصله‌ای نزدیک به هم، بیانگر وضعیت شدید شدت فرسایش بادی و قابلیت بیابان‌زایی در منطقه است. به همین دلیل نتایج ارزیابی از قابلیت بیابان‌زایی ذاتی یا بالقوه در منطقه وجود کلاس‌های بالاتری را نشان می‌دهد. این در حالی است که فعالیت‌های انجام شده در زمینه کنترل فرسایش بادی اعم از مالچ‌پاشی، نهال‌کاری و قرق در سال‌های اخیر توانسته است تا حدی از شدت بیابان‌زایی کاسته و زمینه را برای استمرار زیست و زندگی ساکنان منطقه مساعدتر نماید. منطقه مورد بررسی در گذشته کریدوری برای بادهای شدید همراه با گرد و غبار بوده و تنگنای زیست محیطی پرشماری را برای مردم ساکن منطقه فراهم نموده است.

از محاسن روش MICD امکان ارزیابی قابلیت بیابان‌زایی از دو جنبه بالقوه و بالفعل است که تنها در روش فائو-یونپ می‌توان مشاهده نمود، از سوی دیگر تفاوت در شاخص‌های ارزیابی با توجه به تفاوت کاربری آنها از ویژگی‌های دیگر این روش است که بر دقت آن نسبت به

مقایسه نتایج بدست آمده نشان داد که منطقه مورد بررسی از نظر وضعیت کنونی بیابان‌زایی، در ۳ کلاس کم، متوسط و زیاد قرار می‌گیرد. کلاس کم در این منطقه با گستره ۴۱۹/۵۴ هکتار در حدود ۸/۷ درصد از کل منطقه را شامل می‌شود. کلاس متوسط با گستره ۱۵۵۵/۳ هکتار، در حدود ۳۲/۳ درصد و کلاس زیاد با گستره ۲۸۴۴/۷۳ هکتار بیش از ۵۹ درصد از گستره کل منطقه را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین بیشترین امتیاز شدت کنونی بیابان‌زایی، مربوط به منطقه تپه‌های بارخانی با ۲۲/۵ امتیاز که از نظر کیفی با فرسایش خیلی زیاد (شدید) مشخص شده است می‌باشد. از دلایل این امر می‌توان به نوع خاک منطقه (نبود فشردگی رس و سیلت و حساسیت بالای آنها نسبت به فرسایش بادی)، کمبود رطوبت و در نهایت کمبود پوشش گیاهی در این واحدکاری اشاره نمود. همچنین کمترین امتیاز شدت کنونی بیابان‌زایی به منطقه دشت رسی با ۱۱/۲۵ امتیاز که با فرسایش متوسط عنوان می‌شود مربوط می‌باشد. از دلایل این امر نیز می‌توان به مقاومت بالای خاک رسی در برابر فرسایش بادی (برعکس فرسایش آبی) اشاره نمود. شایان یادآوری است خاک رسی زمانی که رطوبت خود را از دست می‌دهد، به علت دارا بودن نیروی چسبندگی زیاد بین ذرات خود فشرده و مستحکم شده و در واقع نقش پوشش گیاهی را در کاهش فرسایش بادی ایفا می‌نماید.

همچنین منطقه مورد بررسی از نظر قابلیت بالقوه یا ذاتی در ۳ کلاس متوسط، زیاد و شدید قرار دارد. به گونه‌ای که اراضی با کلاس متوسط بیابان‌زایی، گستره‌ی در حدود ۱۹۷۴/۸۴ هکتار معادل ۴۱ درصد از گستره کل منطقه را در بر می‌گیرند. اراضی با کلاس زیاد، با گستره ۲۳۸۵/۷۱ هکتار در حدود ۴۹/۵ درصد از کل منطقه و اراضی با کلاس بیابان‌زایی شدید با گستره ۴۵۹/۱ هکتار، در حدود ۹/۵ درصد از گستره منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. از دلایل کاهش شدت بیابان‌زایی منطقه می‌توان به تاثیر فعالیت‌های حفاظتی انجام شده در منطقه نظیر مالچ‌پاشی، نهال‌کاری و قرق اشاره نمود. کلاس کم در این منطقه ۴۱۹/۵۴ هکتار گستره داشته و ۸/۷ درصد از کل منطقه را شامل می‌شود.



چنین آمار مشاهده‌ای وجود ندارد. به همین دلیل ما نمی‌توانیم با اطمینان کامل صحت نتایج حاصل از مدل‌های ارایه شده را تعیین کنیم. تنها راه ارزیابی، مقایسه نتایج حاصل از مدل به کار گرفته شده، با شرایط حاکم بر بیوم منطقه می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با شرایط موجود در منطقه مشخص شد که روش یاد شده، روش مناسبی برای برآورد وضعیت کنونی و ذاتی شدت بیابانزایی در منطقه نیاتک سیستان می‌باشد.

دیگر روش‌ها می‌افزاید. از معایب این روش یکسان نبودن شمار شاخص‌های مورد بررسی در کاربری‌های مختلف می‌باشد. به همین دلیل در این روش دامنه امتیازات برای کلاسه بندی شدت بیابانزایی در هر کاربری، متفاوت خواهد بود. شایان یادآوری است که در مدل‌های مربوط به فرسایش و رسوب آبی، می‌توان از راه مقایسه آمار مشاهده‌ای و نتایج حاصل از مدل، از صحت نتایج حاصل اطلاع کسب کرد، اما در مورد ارزیابی شدت بیابانزایی ناشی از فرسایش بادی،

### منابع

- Ahmadi, H., 2006. Applied Geomorphology 2, 3<sup>ed</sup> Edition, University of Tehran press, 706p.
- Jahani, C., 2005. Report about Afild Journey Balochistan, Iran, 230 P.
- UNEP, 2002. Sistan Oasis Parched by Drought, Complied by UNEP /DEWP/GRID, 87 P.
- Ahmadi, H., Abrisham, E., Ekhtesasi, M.R., Jaafari, M., Golkarian, A., 2006. Assessment and mapping of desertification using MICD and ICD model in FakhrAbad, Mehriz region, Desert journal 10(1): 165- 187.
- Chamanpira, G.R., Javadi, M.R., Ahmadi, H., Azarnivand, H., 2006. The application of ICD method for appointment of current desertification condition in water Kohdasht basin, Iran, Iranian journal of Natural Resources 59(3): 543- 555.
- Miri, A., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Pahlavanravi, A., 2009. Intensification of wind erosion of incidence drought, in Zabol city 40(3): 40- 47.
- Tahmasebi biregani, A.m., 2005. Study of type and desertification intensity in the land degredation of Yazd province, range and forest journal 70(1): 36- 47.
- Zehtabian, G.,R., Javadi, M.R., Ahmadi, H., Azarnivand, H., 2006. Investigation on effect of wind erosion on increasing of desertification Intensity and presenting of regional desertification model in Mahan basin, journal of Pajouhesh & Sazandegi, 73(3): 65- 75.
- Ekhtesasi, M.R., Mohajeri, S., 1995. Classification method and type of desertification intensity for lands in Iran, Supervising Engineers in Iran Society: Sharing Solutions. 2<sup>th</sup> National of Desertification and Control Desertification Conference, University Kerman, Iran.
- Ladisa, G., Todofvica, M., Trisorio-Liuzzi G., 2002. Characterization of area sensitive to desertification in Sotern Italy, 2<sup>nd</sup> conference on new Trend in water and environmental Engineering for Safety and Life .Eco-compatible Solution for Aquatic Environmental, Capri, Italy Pp:2-11.
- Hoseini, S.M., 2008. Classification of desertification intensity in Niatak – Sistan region, Iran, by ICD model, Ms.c thesis of Zabol University, 127 Pp.
- Fozuni, L., 2007. Evaluation of current desertification condition of Sistan, Iran, by modified MEDALUS model stressing on water and wind erosion, Ms.c thesis of Zabol University, 137 Pp.
- Mohammadghasemi, S., 2006. Study of desertification indices based on water and soil to evaluate and mapping of desertification in Zabol, MS.c thesis of Tehran University, 134 Pp.

## Study of Current and Potential Desertification Status With Emphasis on Wind Erosion Criterion using MICD Method (Case Study: Niatak Region of Sistan)

S.M. Hoseini<sup>\*1</sup>, M.R. Ekhtesasi<sup>2</sup>, A.R. Shahriyari<sup>3</sup>, H.Shafiei<sup>4</sup>

<sup>1</sup> MSc. Graduate and Member of Young Researchers Club, Islamic Azad University of Arsanjan Branch, Arsanjan, I.R. Iran.

<sup>2</sup> Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, I.R. Iran

<sup>3</sup> Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, I.R. Iran

<sup>4</sup> MSc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, I.R. Iran

(Received: 04 February 2009, Accepted: 01 August 2010)

### Abstract

Sistan plain is affected by desertification and this phenomenon has serious impacts on roads and socio-economic activities of local people of this region. The main purpose of this study is estimating the current and potential desertification intensity of Niatak region of Sistan based on MICD method. That, through it the working units of this region were prepared as the base map for evaluating to consider the factors and indices by geomorphology method. Also, in order to prepare the desertification intensity condition for both current and potential situations of this region, the desertification intensity of various applications was determined and relative plans to current and potential desertification of each land use were prepared after evaluating wind erosion indices and accumulating their scores for each working unit based on reference tables. The results showed that in this region the desertification potential consists of medium (III), intensive (IV) and very intensive (V) classes, while current desertification condition includes low (II), medium (III) and intensive (IV) classes of desertification intensity, respectively. These variations were resulted by wind erosion control activities over recent years.

**Keywords:** Desertification, Wind erosion, Current condition, Potential status, Working units, Sistan, MICD method