



## بررسی فاکتور پوشش گیاهی و میزان تأثیر آن

### بر روند بیابان‌زایی

سید محمود حسینی<sup>۱\*</sup>، ایرج امیری

۱- کارشناس ارشد بیابان‌زدایی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان.

۲- کارشناس ارشد بیابان‌زدایی و مدرس دانشگاه جیرفت

Mahmud.Hoseini@yahoo.com

#### چکیده

تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک در اثر فعالیت‌های انسانی و شرایط اقلیمی را بیابان‌زایی گویند. این پدیده امروزه به صورت یک معضل جدی دامنگیر جوامع بشری شده و سالانه خسارات جبران‌ناپذیری را از جنبه‌های مختلف به بخش‌های اقتصادی و اجتماعی وارد می‌نماید. برای ارزیابی و تهیه نقشه وضعیت بیابان‌زایی، مدل‌های مختلفی ارائه شده است. در این تحقیق با استفاده از مدل ESAS<sup>۱</sup>، ارائه شده توسط کمیسیون اروپا (۱۹۹۹) وضعیت بیابان‌زایی منطقه نیاتک سیستان با تأکید بر معیار پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. هدف از اجرای این تحقیق برآورد میزان تأثیر پوشش گیاهی بر روند بیابان‌زایی شدن منطقه مورد مطالعه می‌باشد. جهت ارزیابی توسط روش مورد نظر، ابتدا واحد‌های ژئومورفولوژی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای، بازدیدهای صحرایی و عکس‌های هوایی مشخص گردید. سپس با توجه به شرایط حاکم بر منطقه سعی گردید فاکتورهای مربوط به پوشش گیاهی موجود در مدل ESAS را مورد ارزیابی قرار داده و با استفاده از وضعیت موجود هر واحد کاری بر اساس نظر کارشناسی امتیازی به این عوامل داده شده و در نهایت با میانگین‌گیری هندسی امتیازها و تطبیق دادن آن با جدول شاخص ESAI<sup>۲</sup> میزان شدت بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه بر اساس فاکتور پوشش گیاهی طبقه‌بندی شود. با توجه به نتایج بدست آمده از کل منطقه مورد مطالعه (۴۸۱۹/۶ هکتار)، حدود ۲۰/۶۴٪ درصد از منطقه در کلاس بحرانی، ۳۴/۳۴٪ درصد از منطقه در کلاس شکننده و ۴۵٪ درصد از منطقه در کلاس بالقوه بیابان‌زایی از جنبه فاکتور پوشش گیاهی قرار دارند.

**کلمات کلیدی:** بیابان‌زایی، پوشش گیاهی، واحدکاری، روش ESAS، نیاتک سیستان.

<sup>۱</sup> - Environmentally Sensitive Areas.

<sup>۲</sup> - Environmentally Sensitive Areas Index.



## مقدمه

بیابان‌زایی تحت اثر عوامل مختلف طبیعی و انسانی روی می‌دهد. هیچ‌یک از آنها را نمی‌توان بعنوان شناسه اصلی به شمار آورد ولی می‌توان در یک منطقه مشخص، نقش عامل(های) اصلی و شدت آنرا تعیین کرد. براساس روش‌های مدون ارزیابی بیابان‌زایی، فرآیندهای اصلی شامل فرسایش بادی و آبی، شورشدن، زوال پوشش گیاهی، فشرده‌گی و تشکیل سله در لایه‌های خاک، کاهش مواد آلی و تجمع مواد سمی در خاک است. یکی از فرآیندهای مهم بیابان‌زایی که به شکل وسیعی در سطح جهان در حال اتفاق افتادن است، زوال پوشش گیاهی است که شاید قدمت آن به پیدایش انسان باز گردد. در اثر زوال پوشش گیاهی و کاهش بیوماس، مواد آلی در خاک کاهش می‌یابد. این کاهش سبب نزول پایداری خاک و در نتیجه تضعیف ساختمان آن شده و شرایط برای تخریب فراهم می‌شود. معمولاً خاکهای نسبتاً تکامل یافته با پوشش گیاهی خوب در عرصه‌های منابع طبیعی ایران دارای ساختمان دانه‌ای قوی در افق سطحی است ولی زوال پوشش گیاهی روی این خاکها موجب تضعیف ساختمان شده است. این تضعیف موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری (فشرده‌گی)، کاهش خلل و فرج، کاهش نفوذپذیری نسبت به هوا و آب و در نتیجه کمتر شدن میزان آب و هوای خاک می‌شود. این کاهش موجبات افزایش خشکی ادافیکی و کم شدن تولیدات گیاهی را فراهم می‌آورد. در منطقه سیستان به علت وقوع خشکسالی‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی اخیر، تغییر کاربری اراضی، تخریب مراتع و پوشش گیاهی، برداشت و حمل ماسه از کف دریاچه و نهایتاً ترسیب تپه‌های ماسه‌ای در اراضی کشاورزی، مرتعی و جنگلی، بیابان‌زایی روند تشدید می‌یابد (UNEP, 2002). هدف از این مطالعه، بررسی وضعیت فعلی بیابان‌زایی، منطقه نیاتک سیستان با استفاده از مدل مطرح ESAs 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 می‌باشد. مدل‌های چندی جهت برآورد میزان شدت بیابان‌زایی ارائه شده که با توجه به شرایط بیوم هر منطقه در دنیا، از مدل‌های مختلفی استفاده می‌گردد. تا کنون مطالعات گسترده‌ای در این رابطه در نقاط مختلف جهان و ایران انجام شده که برخی از آنها به شرح زیر می‌باشد:

- فیض‌نیا و همکاران (۱۳۸۰)، با بررسی عوامل بیابان‌زایی دشت حسین‌آباد میش مست قم جهت ارائه یک مدل منطقه‌ای به این نتیجه رسیده‌اند که بیابان‌زایی در شکل فعال خود در منطقه به وقوع پیوسته و روند آن رو به گسترش می‌باشد، و از بین فرایندهای اصلی بیابان‌زایی در منطقه شوری زایی و قلیائیت تحت تأثیر عوامل طبیعی در ۵۱ درصد منطقه غالب است.
- احمدی و همکاران (۱۳۸۰)، با ارزیابی کمی بیابان‌زایی جهت ارائه مدل منطقه‌ای در دشت آق‌قلا و گمشیان، به این نتیجه رسیدند که این ارزیابی ضمن کارایی مدل پیشنهادی، نشانگر آن است که بیشترین درصد مساحت در این منطقه در کلاس بیابان‌زایی شدید، و کمترین درصد در کلاس خفیف بیابان‌زایی قرار دارد.



- زهتابیان و همکاران(۱۳۸۶)، با ارزیابی وضعیت فعلی بیابان زایی به روش های FAO-UNEP و ICD ۳ و ارایه یک مدل منطقه ای در حوزه آبخیز ماهان(با تأکید بر فرسایش آبی)، به این نتیجه رسیدند که بیشترین میزان سطح منطقه در کلاس بیابان زایی شدید قرار دارند و این میزان معادل ۶۴/۴۳ درصد از منطقه می باشد.

- گاد و لطفی(۲۰۰۸) با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه مناطق حساس محیطی به بیابان زایی در مصر به این نتیجه رسیدند که کیفیت خاک دره نیل پایین بوده و همچنین نشان دادند که ۸۶/۱ درصد از خاک سرزمین مصر در کلاس پایین کیفیت قرار دارند و حساس به فرسایش می باشند.

با توجه به اهمیت فرایند بیابانزایی در مناطق نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب، کمیسیون اروپا اقدام به تحقیقی جامع در این زمینه نمود و پروژه ای تحت عنوان MEDALUS ۴ معرفی نمود و در نهایت در سال ۱۹۹۹ به نام مدل ESAs، برای تهیه نقشه بیابانزایی، ارائه گردید(Kosmas, 1999).

مدل بیابان-زایی که به منظور ارزیابی میزان شدت بیابان-زایی در منطقه مورد مطالعه بکار برده شده، روش ESAs می باشد، که یکی از جدید ترین روش ارزیابی بیابان-زایی می باشد. در این روش پارامتر های جهت تعیین وضعیت فعلی بیابان-زایی منطقه از جنبه فاکتور پوشش گیاهی در نظر گرفته شده اند که از میانگین هندسی امتیازات آنها عددی حاصل می شود که در مقایسه با جدول شاخص بیابان-زایی(ESAI)، شدت وضعیت فعلی بیابان زایی منطقه ناشی از فاکتور پوشش گیاهی مشخص می گردد.

## مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه در شرق شهرستان زابل قرار دارد. فاصله آن تا شهر زابل ۱۳ کیلو متر می باشد، این عرصه با وسعت ۴۷۷۰ هکتار و ارتفاع متوسط ۴۷۰ متر از سطح دریاهای آزاد در موقعیت جغرافیایی "۶۱°۳۶'۳۳" تا "۶۱°۴۱'۵۶" متوسط طول های شرقی و "۳۰°۵۹'۵" تا "۳۱°۷'۲۳" عرض های شمال دشت سیستان و در زون ۴۱ نقشه رمین شناسی قرار دارد. شرایط اقلیمی منطقه با توجه به آمار ایستگاه سینوپتیک هواشناسی زابل دارای متوسط درجه حرارت سالانه، ۲۱/۸۲ درجه سانتیگراد، متوسط بارندگی سالانه، ۶۲/۸۴ میلیمتر و متوسط تبخیر سالانه، ۴۴۷۵ میلیمتر می باشد.

روش ESAs از جدیدترین روشهای ارزیابی بیابان-زایی می باشد. در این روش با توجه به تحقیقات و بازدید های بعمل آمده از منطقه داده های پوشش گیاهی که نقش عمده ای در تخریب اراضی منطقه داشته مورد استفاده قرار گرفته شده و شاخص کیفی

۳- Food and Agricultural Organization

۴- Mediterranean and land use sensitive.



مورد استفاده، از میانگین هندسی پارامترهای بدست می آیند و با ترکیب میانگین هندسی این پارامترها با استفاده از نرم افزار GIS 9.2 شاخص حساسیت (ESAI) تعیین می شود. هر یک از شاخص های کیفی فوق با توجه به اثری که در بیابان زایی منطقه دارند امتیازی می گیرند بطوریکه دامنه امتیاز آنها بین ۱ بهترین حالت و ۲ بدترین حالت طبقه بندی می شود. مزیت این روش نسبت به سایر روش های مرسوم مورد استفاده در ایران عبارتند از:

- در این روش از پارامترهایی استفاده می شود که بدست آوردن اطلاعات آنها به سادگی امکانپذیر است.

- وزن دهی لایه های مورد استفاده، با استفاده از نرم افزار های Arc GIS ۹.۲، ERDAS IMAGINE 8.4 و Idrisi Kilimanjaro که سرعت و دقت مطالعات را افزایش داده و خطای کارشناسی را کم می کند.
- در تلفیق شاخص ها، به جای میانگین حسابی از میانگین هندسی استفاده می کند که بر دقت کار جهت ارزیابی و تهیه نقشه بیابانزایی می افزاید.

- بیابان زایی پدیده ای است که در نتیجه اثرات متقابل عوامل زیادی بوجود می آید و بایستی تمامی این پارامترها با هم در نظر گرفته شوند. بنابراین، این روش به خوبی به این مسئله توجه نموده و در ارزیابی بیابان زایی هر منطقه کمک می کند. تمامی داده های مورد نیاز در این مدل می توانند از مطالعات قبلی استخراج شده و یا محاسبه و جمع آوری گردند و در نهایت وارد سیستم GIS شده تا محاسبات مورد نیاز با توجه به الگوریتم های تعریف شده برای شاخص ها انجام شود و در نهایت نقشه حساسیت مناطق به بیابان زایی بر روی آنها انجام گیرد.

طبق این روش و بر اساس جداول مربوطه هر یک از پارامترهای فوق مربوط به عوامل مدیریتی امتیازدهی می شوند و با استفاده از نقشه ها و گزارش های موجود، مطالعات صحرایی، و تصویر ماهواره ای سنجنده TM ماهواره LANDSAT 7 و در نهایت با جمع امتیازهای کسب شده از هر یک پارامتر های ذکر شده، شاخص های بیابان زایی آنها را محاسبه نموده و سپس بر اساس جداول طبقه بندی شدت بیابانزایی مربوطه هر پارامتر در رابطه با تأثیر آن در بیابان زایی وزنی دریافت می کند و سپس نقشه شاخص ها و در نهایت نقشه بیابان زایی از میانگین هندسی آنها بدست می آیند.

سه تیپ کلی حساسیت مناطق به بیابانزایی (ESAs)، بر اساس کاهش بازدهی و توانایی زمین های مناطق، تعریف می شود:

- بحرانی (Critical): نواحی دارای این تیپ هستند که قبلا به علت کاربری نامناسب، شدت تخریب در آنها بالا بوده و در حال حاضر، مناطق اطراف آنها نیز در تهدید خطر بیابان زایی قرار دارند.

- شکننده (Fragile): مناطقی جزو این تیپ قرار میگیرند که در اثر ایجاد تغییری نا محسوس، تعادل بین طبیعت و فعالیتهای انسانی، به هم خورده و در نتیجه ی این تغییر، بیابان زایی و تخریب اراضی صورت میگیرد.



- بالقوه (Potential): مناطقی، در این تیپ قرار می گیرند که تغییرات شدید آب و هوایی، نحوه استفاده خاص از اراضی و تأثیرات برون منطقه ای موجب تهدید این نواحی به بیابان‌زایی می شود. اگر این مناطق به درستی مدیریت نشوند به اراضی متروکه تبدیل خواهند شد. این تیپ حالت خفیف تر تیپ قبلی است که برنامه ریزی برای آن الزامی می باشد (Kosmas, 1999).

بمنظور بررسی شدت و اثر عوامل مدیریتی در منطقه مورد مطالعه و ارائه یک مدل منطقه ای جهت تعیین شدت بیابان‌زایی مراحل زیر به انجام رسیدند:

- تجزیه و تحلیل روش ESAS و مطالعات به انجام رسیده در سایر مناطق دیگر جهت آگاهی از اصول و مبانی کار جهت ارائه مدل مناسب برای منطقه.

- با توجه به شرایط منطقه و اطلاعات پایه از جمله نقشه های موضوعی، تحقیقات انجام شده در منطقه مورد مطالعه، عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای و سایر موارد دیگر با توجه مساحت منطقه مورد مطالعه (۴۷۷۰ هکتار) و اهداف تحقیق، مقیاس ۱:۷۵۰۰۰ بعنوان مقیاس پایه در نظر گرفته شده.

- به کمک نقشه های زمین شناسی، سنگ شناسی، توپوگرافی و موفولوژی بدست آمده از تفسیر عکس های هوایی و تلفیق آنها نقشه واحد کاری بدست آمده.

- اطلاعات و آمار لازم در زمینه عوامل پوشش گیاهی بر اساس واحد های کاری جمع آوری شده.

- بکمک بازدید های صحرائی پارامترهای پوشش گیاهی که در روش مذکور مورد نیاز است جمع آوری شده.

- بر اساس روش پیشنهادی نقشه وضعیت فعلی بیابان زایی ناشی از عوامل مدیریتی تهیه شده.

پوشش گیاهی بر حسب نوع پوشش و درصد پوشش گیاهی ارزیابی می شود. شاخص کیفیت پوشش گیاهی (VQI) بر اساس پارامتر های مروط به نوع پوشش اعم از خطر آتش سوزی و توانایی رشد مجدد گیاه، حفاظت خاک در برابر فرسایش، درصد تاج پوشش و مقاومت گیاه به خشکی مورد بررسی قرار می گیرد. ابتدا اراضی بر طبق نحوه استفاده از آنها به واحد های کاری با استفاده از تصاویر ماهواره ای، نقشه ای زمین شناسی و توپوگرافی تقسیم بندی شده. به این منظور عمل طبقه بندی نظارت شده با استفاده از تصویر ماهواره 7LANDSAT سنجنده TM در محیط نرم افزار ERDAS IMAGINE 8.4 انجام گرفته و بعد از مشخص نمودن کاربری اراضی پارامتر های نام برده شده در هر یک از کاربری ها با استفاده از جداول مربوط امتیاز دهی شده (جدول-۱) و در نهایت میزان شدت اثر عوامل مربوط به پوشش گیاهی در بیابان زایی منطقه را با استفاده از نقشه بیابان زایی تهیه شده مورد بررسی قرار می دهیم. برای بدست آوردن فاکتور درصد پوشش گیاهی از شاخص

۵- Vegetation Quality Index.



NDVI استفاده می شود، این شاخص از تصویر ماهواره ای سال ۲۰۰۳ سنجنده TM ماهواره LANDSAT 7 بدست می آید.

این شاخص با اعمال فرمول مربوطه (فرمول-۴) بر روی تصویر ماهواره ای میزان پوشش گیاهی منطقه را محاسبه می کند.

فرمول ۴- شاخص NDVI

$$NDVI = \frac{(band4 - band3)}{(band4 + band3)}$$

جدول ۱- طبقه بندی و ارزیابی پارامتر های مربوط به پوشش گیاهی

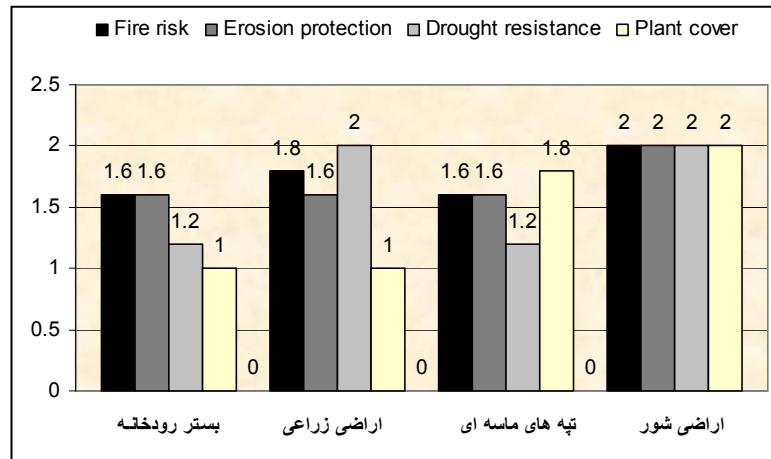
حفاظت خاک				خطر آتش سوزی			
امتیاز	نوع پوشش گیاهی	شرح	کلاس	امتیاز	نوع پوشش گیاهی	شرح	کلاس
۱	جنگل های همیشه سبز	خیلی زیاد	1	1	جنگل های همیشه سبز	خیلی زیاد	1
۱.۳	بوته زار و درختچه زار همیشه سبز	زیاد	2	1.3	درختان خزان کننده	زیاد	2
۱.۶	جنگل های خزان کننده	متوسط	3	1.6	گیاهان زراعی چند ساله	متوسط	3
۱.۸	گیاهان زراعی چند ساله	پائین	۴	2	اراضی لخت و زراعت با گیاهان یکساله	پائین	4
2	زمین های بایر و گیاهان زراعی یکساله	خیلی پائین	5				

مقاومت به خشکی

امتیاز	نوع پوشش گیاهی	شرح	کلاس
1	جنگل ها و درختچه زارهای همیشه سبز	خیلی زیاد	1
1.2	درختان خزان کننده	زیاد	2
1.4	درختان زراعی چند ساله	متوسط	3
1.7	گیاهان چند ساله	پائین	4
2	گیاهان زراعی چند ساله و یکساله	خیلی پائین	5

درصد تاج پوشش

امتیاز	تاج پوشش (%)	شرح	کلاس
1	>40	بالا	1
1.8	40-10	متوسط	2
2	>10	پائین	3



شکل ۱- ارزش پارامترهای پوشش گیاهی در واحدهای کاری متفاوت

## تعیین کلاس های بیابان زایی

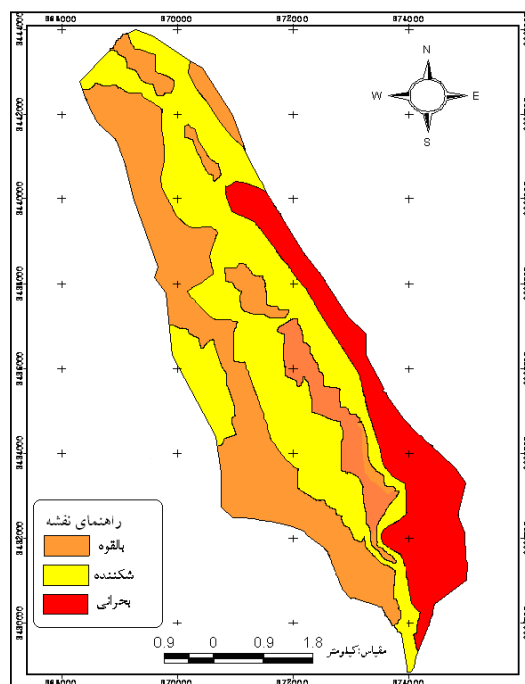
در نهایت کیفیت کاربری اراضی طبق رابطه زیر محاسبه و نقشه کیفیت عوامل پوشش گیاهی منطقه بر اساس جدول امتیاز بندی (جدول ۲) طراحی می شود (شکل ۴). در تحقیق حاضر همانطور که در مطالب قبلی ذکر شده سه تیپ اراضی قابل تفکیک می باشند (بحرانی، شکننده و بالقوه) که هر کدام از این تیپ ها به سه زیر تیپ تفکیک می شوند که در شکل زیر نمایش داده می شوند (شکل ۲).

فرمول ۲- رابطه شاخص کیفیت پوشش گیاهی

$$VQI = \frac{1}{4} (\text{درصد پوشش} * \text{مقاومت به خشکی} * \text{محافظت خاک در برابر فرسایش} * \text{خطر آتش سوزی})$$

جدول ۲- شاخص پوشش گیاهی (VQI)

دامنه	شرح	VQI کلاس
<1.4	بالا	1
1.4 to 1.7	متوسط	2
1.7<	پائین	3



شکل ۲- نقشه وضعیت فعلی بیابان زایی با تاکید بر پوشش گیاهی و به روش ESAs

در منطقه نیاتک سیستان.

## نتایج و بحث

با توجه به میزان عددی شاخص کیفیت پوشش گیاهی بدست آمده از مراحل فوق و تطبیق آن با جدول مربوطه (جدول ۳) کلاس ها و زیرکلاس های بیابان زایی منطقه مشخص می شود که با توجه به مراحل انجام شده و شکل نمودار زیر (شکل ۳- منطقه در سه کلاس بحرانی که حدوداً ۲۰/۶۴٪ درصد از منطقه را شامل می شود (C1 C2 C3)، شکندده که حدوداً ۳۴/۳۴٪ درصد از منطقه را شامل می شود (F1 F2 F3) و کلاس بالقوه (P) که ۴۵٪ درصد از منطقه را شامل می شود. با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق و بازدید های صحرائی بعمل آمده از منطقه مورد مطالعه مناطقی که دارای پوشش گیاهی مطلوبی می باشند در صورتی که سیاست درست و اصولی مورد بهره برداری واقع شوند، توسعه فرایند بیابان زایی کاهش می یابد. در غیر این صورت شرایط بحرانی با در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی خاص منطقه و اقلیم خشک بر منطقه غالب می شود.





جدول ۳- دامنه شاخص ESAI

کلاس	زیر کلاس	دامنه شاخص	Area(ha)	Percent of area
غیر حساس	N.A	<1.17	----	----
بلقوه	P	1.17-1.22	۲۱۶۸/۸۲	% ۴۵
شکندده	F1	1.23-1.26	۲۲۳/۶۲	%۴/۶۴
شکندده	F2	1.27-1.32	۳۶۰/۹۹	%۷/۴۹
شکندده	F3	1.33-1.37	۱۰۶۵/۱۳	۲۲/۲۱
بحرانی	C1	1.38-1.41	۱۱۰/۳۷	%۲/۹۲
بحرانی	C2	1.42-1.53	۱۶۲/۴۲	% ۳/۳۷
بحرانی	C3	>1.53	۶۹۱/۶۱	%۱۴/۳۵

با بررسی هایی که انجام شد مشخص گردید که سهم عمده ای از بیابان زایی و تخریب در منطقه مورد مطالعه به علت کاهش بارندگی و تداوم خشکسالی ها می باشد. خشکسالی هیدرولوژیکی بیشترین تاثیر را در منطقه داشته و با توجه به تغذیه دریاچه هامون، از رودخانه هیرمند که قسمت اعظم حوزه آبخیز آن در کشور افغانستان واقع شده، احداث سد کجکی و ارغنداب به همراه بند های متعدد در کشور افغانستان، مانع ورود آب از رودخانه هیرمند به دریاچه و خشکی هیدرولوژیکی منطقه سیستان گردیده است. از طرفی 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 تنش های خشکی و دمایی گردیده و بر شدت تخریب و بیابان زایی منطقه دامن زده است. بخش اعظمی از محدوده مطالعاتی را رخساره های فرسایش بادی اعم از مناطق برداشت، حمل و رسوب تشکیل می دهند. وجود رخساره هایی همچون دشت های رسی با آثار سطوح شلجمی شکل و نیکا و همچنین پهنه ها و تپه های ماسه ای در فاصله ای نزدیک به هم، بیانگر شدت فرسایش بادی با پتانسیل شدید بیابانزایی در منطقه است. این درحالی است که اقدامات انجام شده در زمینه کنترل فرسایش بادی و بحث مدیریت اراضی، اعم از مالچ پاشی، نهال کاری و قرق در سالهای اخیر توانسته است تا حدی از شدت بیابانزایی کاسته و زمینه را برای استمرار حیات و زندگی ساکنین منطقه مساعدتر نماید.



قابل ذکر است که نتایج حاصل از این روش در منطقه مورد مطالعه با نتایج حاصل از مطالعات قبلی صورت گرفته در منطقه سیستان مغایرت دارد (قاسمی، ۱۳۸۵ و فزونی، ۱۳۸۶). در مطالعات گذشته که در مناطق پشت آب و شیب آب زابل انجام شد، شدت بیابان زایی این اراضی تنها در طبقات زیاد و خیلی زیاد شدت بیابان زایی قرار گرفت در صورتیکه در مطالعه حاضر منطقه مورد مطالعه دارای شدت بیابان زایی متوسط نیز می باشد. از دلایل این امر می توان به اقدامات اصلاحی انجام شده در منطقه اعم از قرق، نهالکاری و مالچ پاشی اشاره نمود که باعث تخفیف شدت بیابان زایی در منطقه مورد مطالعه گردیده است.

از ویژگی های مدل ESAs می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- ارزیابی و ارزش دهی به هر یک از شاخص ها بر اساس نقشه واحدکاری آن شاخص و تهیه لایه اطلاعاتی مربوط انجام می گیرد و لایه اطلاعاتی مربوط به آنها تهیه می شود. این مسئله امکان ارزیابی هر یک از شاخص ها را به طور جداگانه فراهم می سازد. بدین ترتیب می توان مهمترین عاملی را که در کل منطقه مورد مطالعه یا در هر بخش از آن موجب بیابان زایی می شود، شناسایی و مناطقی را که نسبت به آن عامل حساسیت بیشتری دارند، مشخص نمود.

۲- در روش ESAs به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی، از تمام لایه های اطلاعاتی میانگین هندسی گرفته می شود. برتری میانگین هندسی بر جمع امتیاز عوامل مورد بررسی در این است که در میانگین هندسی، تعداد شاخص هایی که مورد بررسی و امتیازدهی قرار می گیرند، در محدوده امتیازات طبقه بندی نهایی (جدول کلاسه بندی نهایی وضعیت بیابان زایی)، تاثیری نمی گذارند. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق مشخص گردید که روش ESAs روش نسبتاً مناسبی جهت برآورد وضعیت فعلی شدت بیابان زایی در منطقه نیاتک سیستان با تاکید بر پوشش گیاهی بوده و نتایج بدست آمده با واقعیت زمینی انطباق نزدیکی دارد.

## منابع

- ۱- ابریشم، الف. ۱۳۸۳. ارزیابی و تهیه نقشه بیابان زایی با تحلیل و بررسی روشهای FAO-UNEP، ICD و MICD در منطقه فخر آباد مهریز یزد (فرسایش بادی). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۲- احمدی، ح و م. ر، اختصاصی. ۱۳۸۴. معرفی مناسب ترین شاخص های فرسایش بادی در ارزیابی بیابان زایی ایران مرکزی، چکیده اولین همایش ملی فرسایش بادی یزد.
- ۳- احمدی، ح. اختصاصی، م. ر و الف، همتی. ۱۳۸۲. بررسی و تحلیل عوامل موثر بر شدت بیابان زایی و ارائه مدل منطقه ای در بیجار، مجله بیابان، جلد ۸، شماره ۲، ۲۹۱-۲۷۶.
- ۴- اختصاصی، م. ر و س، مهاجری. ۱۳۷۴. روش طبقه بندی و نوع شدت بیابان زایی اراضی در ایران، مهندسی مشاور در جامعه ایران.



- ۵- اکبری، م. کریم زاده، ح. ر، مدرس، ر و ب، چکشی. ۱۳۸۶. ارزیابی و طبقه بندی بیابانزایی با فناوری سنجش زا دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در اصفهان. تحقیقات مرتع و بیابان، جلد ۱۴، شماره ۲، ص ۱۴۲-۱۲۴.
- ۶- بیگلربیگی، گ. ۱۳۸۵. ارزیابی کمی بیابانزایی با تاکید بر عامل باد و آب جهت تهیه نقشه شدت بیابانزایی (مطالعه موردی قمرو استان قم)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
- ۷- تازه، م. ۱۳۸۳. بررسی نقش تغییرات کاربری اراضی در بیابانزایی محدوده شهر یزد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۸- زهتابیان، غ. ر و ع، رفیعی امام. ۱۳۸۲. ESAs روشی جدید برای ارزیابی و تهیه نقشه حساسیت مناطق به بیابانزایی، مجله بیابان، جلد ۸، شماره ۱، ص ۱۲۵-۱۲۰.
- ۹- زهتابیان، غ. ر، جوادی، م. ر، احمدی، ح و ح، آذر نیوند. ۱۳۸۶. ارزیابی وضعیت فعلی بیابانزایی و ارائه مدل منطقه ای در حوزه آبخیز ماهان (با تأکید بر فرسایش آبی)، منابع طبیعی ایران، جلد ۶۰، شماره ۲، ص ۴۳۷-۴۱۹.
- ۱۰- جعفری، ر. ۱۳۸۱. ارزیابی و تهیه نقشه بیابانزایی با تحلیل و بررسی روشهای FAO-UNEP و ICD در منطقه کاشان (فرسایش بادی، تخریب منابع آب)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی تهران.
- ۱۱- جعفری، م. آذر نیوند، ح. زهتابیان، غ. ر و ع، جمشیدی. ۱۳۸۱. بررسی نقش کیفیت آب آبیاری در بیابانی شدن اراضی کشاورزی حاشیه کویر دامغان، مجله بیابان، جلد ۷، شماره ۲، ص ۱۲۸-۱۲۱.
- ۱۲- چمن پیرا، غ. ر، زهتابیان، غ. ر و ح، احمدی. ۱۳۸۵. کاربرد روش ICD به منظور تعیین شدت و وضعیت فعلی بیابانزایی در حوزه آبخیز ماهان، منابع طبیعی ایران، جلد ۵۹، شماره ۳، ص ۵۵۵-۵۴۳.
- ۱۳- خسروی، ح. ۱۳۸۳. کاربرد مدل مدالوس در بررسی بیابانزدایی کاشان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۱۴- سپهر، ع. معیری، س، آقاجانی و م. ر، اختصاصی. ۱۳۸۷. بررسی کاربرد روش مدالوس به منظور ارائه مدل منطقه ای برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابانزایی، منابع طبیعی ایران، جلد ۶۱، شماره ۳، ص ۵۵۴-۵۳۷.
- ۱۵- ضیایی، ن. (۱۳۸۵). ارائه مدل منطقه ای پهنه بندی و برنامه مدیریت خطر بیابانزایی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در منطقه بیابانی شهریار، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۱۶- عباس آبادی، م. ر. ۱۳۸۷. ارزیابی کمی بیابانزایی در دشت آق قلا - گمیشان جهت ارائه یک مدل منطقه ای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی تهران.



- ۱۷- علوی پناه، س. ک، احسانی، الف و پ، امیری. ۱۳۸۳. بررسی بیابان‌زایی تغییرات اراضی پلایا دامغان با استفاده از داده های ماهواره ای چند زمانه و چند طیفی، مجله بیابان، جلد ۹، شماره ۱، ص ۱۵۴-۱۴۳
- ۱۸- فلاح منش، س. ۱۳۸۳. مقایسه کارایی روشهای فائو- یونپ و اختصاصی- مهاجری در پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی به منظور مدیریت دشت مه‌ولات (تربت حیدریه)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی تهران.
- ۱۹- گویا، ع. ن. ۱۳۷۹. بررسی عوامل موثر در بیابان‌زایی دشت حسین آباد میش مست قم و ارایه یک مدل منطقه ای، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- ۲۰- منصوری علی باد، ع. ۱۳۸۲. ارزیابی بیابان‌زایی و ارایه مدل منطقه ای در جهت توسعه پایدار؛ مطالعه موردی: منطقه شکار ممنوع دشت قره قشلاق بناب، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۲۱- مشکوه، م. ع، دانشور، م. ر، ک، دشتکیان و م. ر، اختصاصی. ۱۳۸۴. ترسیم نقشه زوال پوشش گیاهی و فرسایش بادی برای دشت یزد- اردکان، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۳، شماره ۱، ص ۱۶-۱۰
- ۲۲- هندی دوست، ف. ۱۳۸۲. تلفیق روشهای پهنه بندی خطر بیابان‌زایی FAO/UNEP و ICD برای ارائه مدل منطقه ای در دشت گنبد- داشلی برون (استان گلستان). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

23- Ali, R.R. and Baroudy, E.I. 2008. Use of GIS in Mapping the Environmental Sensitivity to Desertification in Wadi El Natrun Depression, Egypt. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(1): 157-164, ISSN 1991-8178.

24- Brandt J, Nichola G, Imeson A. 2003. A desertification indicator system for the Mediterranean Europe. <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/downloads.htm>

25- Basso F, Bove E, Dumontet A, Ferrara A, Pisante M, Quaranta G, Taberner M. 2000. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: An example covering the Agri basin (Southern Italy). *Catena* 40:19-35.