



نامه‌های علمی

قلمرو بیابان‌های ایران از دریچه تحقیقات

محمد خسروشاهی^۱

چکیده

آماري که هم اکنون از مساحت بیابان‌های ایران در بعضی منابع به چشم می‌خورد مستند به ارقام و اعدادی است که به‌وسیله سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور انتشار یافته است. باید گفت این آمار و ارقام مبنا و مستند علمی درستی ندارند زیرا آنچه در مورد مساحت بیابان‌ها ارائه شده صرفاً مربوط به پدیده‌ها یا رخساره‌های بیابان است که در علم ژئومرفولوژی از آن یاد می‌شود. درحالی که شکل‌گیری بیابان‌های طبیعی ایران تحت تأثیر متقابل مجموعه‌ای از عوامل محیطی از جمله اقلیم، خاک، گیاه، زمین‌شناسی، ژئومرفولوژی و هیدرولوژی صورت گرفته است که هر یک به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در پیدایش شرایط بیابانی سهمی به‌عهده دارند. از این رو تفکیک و تعیین محدوده‌های بیابانی ایران باید با لحاظ کلیه معیارهای ذکر شده مورد نظر باشد. بخش تحقیقات بیابان مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور با لحاظ کلیه عوامل برشمرده، قلمرو بیابان‌های ایران را در قالب طرحی تحقیقاتی با همکاری بیش از ۶۵ محقق و کارشناس ستادی و استانی تعیین کرده است. نتایج این طرح تحقیقاتی نشان داد مجموع سطوح بیابانی زیر پوشش عوامل پنج‌گانه اعم از سطوح مشترک و غیرمشترک معادل ۹۰۷ هزار و ۲۹۳ کیلومتر مربع است که ۵۵ درصد از مساحت کل ایران را در بر می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: بیابان، اقلیم، ژئومرفولوژی، قلمرو، ایران

Iranian desert territory from the viewpoint of research

Abstract

Current data for the Iranian desert area are derived from the statistics published by the Forests, Rangelands, and Watershed Organization. It should be noted that these statistics have no scientific basis since what has been presented about the area of deserts is merely related to the desert phenomena and facies, discussed in geomorphology. While, the formation of the Iranian natural deserts is under the interaction effects of environmental factors including climate, soil, plants, geology, geomorphology, and hydrology, either directly or indirectly involved in the development of desert conditions. Therefore, separation and determination of the Iranian desert area should be performed with considering all the above-mentioned criteria. The Desert Research Division, RIFR, has determined the territory of the Iranian deserts in a research project with considering all the factors enumerated above and with collaboration of over 65 scholars and experts. According to the obtained results, the total area of the Iranian deserts was calculated to be 907293 square kilometers, covering 55 percent of the whole area of the country.

Keywords: Desert, climate, geomorphology, territory, Iran

۱- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: khosro@rifr-ac.ir

توصیف و درک دقیق واژه بیابان در حوزه ادبیات علمی، اگر نگوئیم دشوار، دست‌کم پرابهام است؛ چرا که به‌رغم قدمت طولانی کاربرد آن در فرهنگ واژه‌ها، تا به حال تعریف جامع و واحدی که مورد توافق همه گرایش‌های علمی مرتبط باشد برای آن ارائه نشده است. مردم عادی بسته به نوع فرهنگ و شرایط حاکم بر کشور خود تصورات و تعاریف گوناگونی از بیابان دارند؛ به‌عنوان مثال فرانسویان مناطق وسیع پوشیده از تپه‌های ماسه‌ای را که تنها شترها و ساریبانان در آنجا رفت و آمد دارند، بیابان می‌دانند. روس‌ها ماسه‌زارهای وسیع همراه با درختان تاغ و چراگاه‌هایی با چوپانان ترک و مغول را در هنگام تصور بیابان به خاطر می‌آورند و آمریکایی‌ها با دیدن صخره‌های تیز و گیاهان گوشتی، بیابان در ذهن‌شان مجسم می‌شود (درش، ۱۹۸۲).

در زبان اویغور واژه بیابان به معنی «سفر بدون بازگشت» است (Laity, 2008). فلاسفه نیز بیابان را محیطی اسرارآمیز توصیف می‌کنند؛ از آن جهت که خاستگاه ادیان بزرگ جهان (یهودیت، مسیحیت و اسلام) بوده است (ازکورا، ۲۰۰۶). زیست‌شناسان از بیابان به‌عنوان آزمایشگاه طبیعت یاد می‌کنند (Ward, 2009). زیرا در این مکان فسیل‌ها محفوظ مانده‌اند و سازگاری گیاهان و حیوانات برای زنده ماندن نیز به بهترین وجه ممکن دیده می‌شود. همچنین در پارسی کهن (زبان پهلوی) نگارش این واژه به‌صورت (Viyapan) آمده است (Viya به معنای نه و pan به معنای آبادانی) یعنی جایی که آبادانی وجود ندارد (پاشنگ، ۱۳۷۷).

از نظر علمی مفهوم و محتوای همه تعاریف و توصیفات بیان شده بر یک چیز دلالت دارد و آن هم خشکی محیط است. سرزمین‌های خشکی که بارندگی ناچیز آن تنها پوشش گیاهی تنک و حیات جانوری و انسانی اندکی را حمایت می‌کنند. معادل کلمه بیابان نزد برخی دیگر از اقوام و فرهنگ‌ها به صور زیر آمده است. مثلاً نزد عرب‌ها، صحرا (Sahara) در آمریکای لاتین، پامپا (Pampa) و در فرهنگ انگلیسی، دزرت (Desert) گفته می‌شود (درویش، ۱۳۷۹). برخی از دانشمندان آمریکایی نیز در توصیف مفهوم تحت‌اللفظی این واژه، می‌گویند: بیابان، عبارت است از سرزمینی متروک که نسبتاً غیر مسکون و تقریباً عاری از پوشش گیاهی باشد (درش، ۱۹۸۲). سازمان خوار بار و کشاورزی، فائو (۱۹۸۷) بیابان را مناطقی تعریف کرده که طول دوره رشد طبیعی گیاهان در آنها کمتر از ۷۵ روز باشد. در تعریف دیگری که این سازمان با توجه به معیارهای اقتصادی و اجتماعی ارائه داده، بیابان را چنین تعریف کرده است: «سرزمین‌های خشکی که برای برنامه‌های توسعه و عمران مناسب نیستند، یا لاقط در اولویت پایین قرار دارند. مانند زمین‌های فرسایش‌یافته، شن‌زارها، سرزمین‌های یخ زده، زمین‌های فاقد پوشش گیاهی یا دارای پوشش گیاهی کم. توسعه و عمران این سرزمین‌ها مستلزم سرمایه‌گذاری زیاد و تأمین آب است.»

بیابان همچنین به‌عنوان چشم‌انداز معینی تعریف شده است که تنها علت وجودی آن، نبود هماهنگی میان مقدار آب ناشی از نزولات جوی با مقدار آبی است که تبخیر می‌شود. به‌عبارت دیگر ویژگی بارز این قلمرو جغرافیایی را باید در کمبود آب یا نامناسب بودن آب موجود برای رویش گیاهی دانست. در واقع تهدید حیات در بیابان نسبت به دیگر زیست‌بوم‌های حیاتی کره زمین، جدی‌تر بوده و این چهره خشن، ناشی از فقر اقلیمی یا موقعیت زمین‌شناسی است. در اصل زایش بیابان‌ها در طول تاریخ زمین، کنشی طبیعی در برابر شرایط دشوار جغرافیایی است و قدمتی چند صد میلیون ساله دارد. به دیگر سخن، سیمای بیابانی، بهترین پاسخ طبیعی در مناطقی است که از اعتدال شناسه‌های اقلیمی (دمای زیاد، بارندگی اندک، یخبندان و...)

برخوردار نیستند.

می‌توان گفت بیابان، مناسب‌ترین آمایش ممکن است که طبیعت، خود آن را تحقق بخشیده و مستقر کرده است. چنین بیابانی را به اصطلاح بیابان طبیعی یا بیابان واقعی یا بیابان تاریخی با منشأ محیطی می‌گویند که در برابر بیابان انسانی یا بیابان دست‌ساز و بیابان جدید با منشأ انسانی قرار می‌گیرد. (اختصاصی و مهاجری، ۱۳۷۵) از این رو می‌توان گفت که واژه بیابان به‌رغم قدمت طولانی کاربرد آن در حوزه ادبیات علمی، بسیار دیر مفهوم ویژه جغرافیایی خود را کسب کرده است. به‌همین دلیل، اغلب اهل فن آن‌را دارای مفهومی نسبی دانسته‌اند که در معرفی زیست‌بوم منتسب به خویش نارسا است. از این گذشته، افزون بر ابهام ذاتی موجود در کلمه بیابان، با توجه به آنکه این قلمرو تحت تأثیر متقابل مجموعه‌ای از عناصر آب و هوایی، جغرافیایی، پیکرشناسی زمین (ژئومرفولوژی) و ویژگی‌های خاک‌شناختی و امثال آن قرار دارد، ارائه توصیفی جامع و دقیق از این زیست‌بوم به مراتب مشکل‌تر می‌شود. چنین است که تا به حال تعریف جامع و قابل قبولی برای بیابان ارائه نشده است. البته دانشمندان علوم مختلف، به فراخور دغدغه‌های خویش و نوع ارتباطشان با بیابان از شاخص‌های اقلیمی، گیاه‌شناسی، خاک‌شناسی، پیکرشناسی زمین، جغرافیای انسانی، بوم‌شناسی و ... برای تعریف و تفکیک مرز بیابان از غیر آن استفاده کرده و می‌کنند. مثلاً گیاه‌شناسان معتقدند بیابان‌ها مناطقی با فقر شدید پوشش گیاهی هستند؛ یعنی از لحاظ تنوع گونه‌ای و تراکم گیاهی بسیار فقیرند. اکولوژیست‌ها معتقدند، بیابان‌ها اکوسیستم‌هایی هستند که در آنها تولید نسوج گیاهی به حداقل می‌رسد؛ یعنی از نظر تولید انرژی شیمیایی فقیر هستند.

خاک‌شناسان هم عرصه‌هایی را که قوه بارخیزی یا تولید خود را به دلیلی از دست می‌دهند، یا خیلی پایین می‌آیند بیابان نام نهاده‌اند. ویژگی این خاک‌ها عموماً شامل نفوذپذیری ضعیف، مواد آلی پایین، لایه‌های تجمع نمک در سطح، رس‌های کم توسعه یافته، ظرفیت پایین تبادل کاتیونی، رنگ قرمز تیره و توسعه کم افق‌های خاک است (آی-آرنون، ۱۳۶۵).

ژئومرفولوژیست‌ها رخساره‌هایی مانند کویرها، تپه‌های ماسه‌ای، بدلندها، رخنمون‌های سنگی، مخروط افکنه‌های آبرفتی، کالوت‌ها، گلاسی‌ها و امثال آنها را از زمره مناطق بیابانی قلمداد کرده‌اند (تریکار، ۱۳۶۹).

زمین‌شناسان هم مناطقی را بیابان می‌دانند که واجد سازندهای زمین‌شناسی شور و تبخیری (املاح گچ و نمک) هستند. در تعریفی وسیع‌تر، بیابان منطقه‌ای است با پوشش گیاهی بسیار کم، سطوح وسیع خاک لخت و مناطقی با متوسط بارندگی سالانه کمتر از ۱۰ درصد میزان آب مورد نیاز برای رشد اپتیمم گیاه همراه با گیاهان و جانورانی که به‌طور آشکاری برای زنده‌مانی در یک دوره طولانی خشکی سازگار شده‌اند (ازکورا، ۲۰۰۶).

از جمع‌بندی دیدگاه‌های مختلف می‌توان به این نتیجه رسید که بیابان منطقه سرد یا گرم ولی هم رفته خشکی است که در آن محیط از نظر تراکم و تنوع پوشش گیاهی بسیار فقیر بوده و به هر عنوان شرایط آب و هوایی و زمینی برای گیاه و جانور سخت و طاقت‌فرسا است.

به سخنی دیگر، آنچه که در همه اقسام بیابان‌ها، در هر زیست‌اقلیم سرد یا گرم و با هر فاصله و ارتفاعی از دریا به‌عنوان صفت بارز و مشترک دیده می‌شود، دشواری رویش گیاهی و تنوع زیستی اندک است. بنابراین بیابان می‌تواند هم گرم باشد و هم سرد ولی در هر حال خشک است. در حقیقت خشکی همیشه نتیجه میانگین کم بارش نیست زیرا دمای هوا (کم یا زیاد) نقش بزرگی در ایجاد خشکی دارد. مثلاً قطب و گرینلند با اینکه برف و باران



دارد ولی یک بیابان است زیرا دمای کم باعث شده سرتاسر منطقه از یخ پوشیده باشد و ریشه گیاه نتواند از آن استفاده کند. برعکس بیابان‌های مسطح دیگری وجود دارد که در نزدیک دریاها هستند ولی به دلایلی (مثل شوری زیاد خاک و آب) باز هم ریشه گیاه نمی‌تواند از آن استفاده کند. یعنی هر دو محیط، نوعی خشکی فیزیولوژیکی را برای ریشه گیاه فراهم کرده‌اند و در نتیجه محیط عاری از پوشش گیاهی شده است. پس مشکل اصلی این نوع بیابان‌ها مربوط به آبی که از آسمان نازل می‌شود نیست بلکه آب قابل دسترس مهم است؛ اینکه آب بتواند در خاک نفوذ کند تا قابل جذب برای ریشه گیاه باشد.

● طبقه‌بندی بیابان‌ها

بیابان‌ها از نظر مشخصه‌های اقلیمی، فیزیکی و بیولوژیکی با یکدیگر تفاوت دارند (احمدی، ۱۳۷۵). هرچند در جهت تبیین این تفاوت‌ها برای طبقه‌بندی بیابان‌ها به‌ویژه از جنبه عوامل محیط طبیعی تحقیقات قابل توجهی انجام نشده، اما برخی افراد و کشورها به فراخور نیازهای کاری خویش مطالعاتی کلی در این زمینه داشته‌اند. سازمان زمین‌شناسی آمریکا بیابان‌ها را به وسیله موقعیت جغرافیایی و الگوی هوای غالب، به انواع بیابان‌های باران پناهی، ساحلی، مونسونی، قطبی، بادهای تجارتی و بیابان‌های عرض میانه تقسیم کرده است (تریکار، ۱۳۶۹). این در حالی است که در اکثر طبقه‌بندی‌های مدرن، بیابان‌های ایالات متحده آمریکا و شمال مکزیک به چهار طبقه مجزا گروه‌بندی شده‌اند. این گروه‌بندی بر اساس ترکیب و توزیع پوشش گیاهی و رویش گونه‌های گیاهی در یک منطقه خاص بیابان صورت گرفته است. به‌طور معمول در جوامع گیاهی به‌وسیله تاریخ زمین‌شناسی، خاک و شرایط کانی‌های معدنی، ارتفاع و الگوی بارش یک ناحیه شناسایی می‌شوند. سه نوع از این بیابان‌ها چی هوآهوان، سونوران و موجاوه به دلیل

دمای بالا در طول تابستان تحت عنوان «بیابان گرم» نامیده می‌شوند، زیرا تحول (فرگشت) وابستگی زندگی گیاهان در آن به‌طور نسبتاً زیادی به جوامع گیاهی جنب حاره شباهت دارد. بیابان حوضه بزرگ آمریکا یعنی شمالی‌ترین قسمت‌های نوادا، قسمت‌های غربی و جنوبی یوتا، تا ثلث جنوبی آیداهو و گوشه جنوب شرق اورگان و حتی بخش‌هایی از کلرادو غربی و جنوب غرب و یومینگ نیز تحت عنوان «بیابان سرد» نامیده می‌شوند؛ زیرا این مناطق سردتر بوده و خاستگاه زندگی گیاهان غالب مانند مناطق جنب حاره نیست.

این نوع طبقه‌بندی بیابان‌های آمریکای شمالی مورد توافق سایر دانشمندان از جمله بیولوژیست‌ها و زمین‌شناسان نیست. به‌طور مثال از نظر این گروه، موجاوه را نمی‌توان به‌عنوان یک بیابان مجزا در نظر گرفت، بلکه یک زون (ناحیه) انتقالی بین دو بیابان حوضه بزرگ و سونوران است. حتی در بین کسانی که با این طبقه‌بندی موافق هستند، روی نواحی دقیق جغرافیایی که برای هر چهار گروه بیابان تشریح شده، اختلاف نظرهایی وجود دارد. برخی از دانشمندان برای تعیین تفاوت محدوده‌های بیابان برای چهار نوع بیابان نامبرده علاوه بر توزیع گونه‌های گیاهی از معیارهای دیگری از جمله حیوانات نیز استفاده می‌کنند.

متغیر کلیدی دیگری که برای توصیف توزیع مکانی بیابان‌ها به‌کار می‌رود، پوشش گیاهی طبیعی و به‌عبارت بهتر غنیت انواع گونه‌های گیاهی قابل توجه در این مناطق است. پوشش گیاهی مناطق بیابانی دنیا ارتباط مستقیمی با عرض‌های جغرافیایی کره زمین دارد. از آنجا که تراکم کم پوشش گیاهی خاصیت ذاتی بیابان محسوب می‌شود از این‌رو طبقه‌بندی بیابان بر اساس تراکم گیاهی مشکل است. بهتر است توصیف نوع پوشش گیاهی به مؤلفه پایا بودن گیاهی محدود شود. زیرا حضور گیاهان یک‌ساله محدود، به دوره‌های کمیاب رطوبت کافی زمین وابسته است.

روش دیگری که برای طبقه‌بندی بیابان‌های دنیا به‌کار گرفته شده، تقسیم آنها به چهار نوع مجزا و بر اساس علت خشکی و موقعیت آنها در ارتباط با کنترل‌های اقلیمی است. از این منظر مناطق بیابانی دنیا به چهار طبقه بیابان‌های سائترویکال (جنب حاره یا زیراستوایی)، بیابان‌های ساحلی، بیابان‌هایی با زمستان‌های سرد و بیابان‌های قطبی تقسیم شده‌اند.

طبقه‌بندی دیگری که در مورد بیابان دیده

می‌شود، تقسیم‌بندی آن به دو نوع گرم و خشک و سرد است. تفاوت این دو نوع بیابان بر اساس میزان بارندگی، درجه حرارت، موقعیت عرض جغرافیایی و توصیفی از نحوه زندگی جانوران و گیاهان در این دو محل صورت گرفته است. به استناد این طبقه‌بندی بیشتر بیابان‌های گرم و خشک، نزدیک حاره و اطراف مدارین رأس‌الجدی و رأس‌السرطان و بیابان‌های سرد نزدیک قطبین کره زمین قرار گرفته‌اند. دامنه دمایی در بیابان‌های گرم و خشک ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت در این بیابان‌ها به ۴۳ تا ۴۹ درجه سانتی‌گراد و در بعضی مناطق بیشتر از این مقدار هم می‌رسد؛ در حالی که در بیابان‌های سرد دامنه دمایی در زمستان از ۲ تا ۴ درجه و در تابستان از ۲۱ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد است. بیابان‌های گرم و خشک بارندگی کمی دارند و این بارندگی معمولاً در دوره‌های کوتاهی بین دوره‌های بدون بارندگی اتفاق می‌افتد. میانگین بارندگی سالانه در این بیابان‌ها کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر است. بیابان‌های سرد معمولاً برف دارند و بارندگی در آنها حوالی بهار اتفاق می‌افتد. میانگین بارندگی سالانه این نوع بیابان ۱۵۰ تا ۲۶۰ میلی‌متر است. در بیابان‌های گرم و خشک به ندرت پوشش گیاهی دیده می‌شود و گیاهان موجود نیز سازگاری خاصی برای زندگی در محیط پیدا کرده‌اند. در بیابان‌های سرد پوشش گیاهی پراکنده است و در برخی مناطق حدود ۱۰ درصد سطح زمین به وسیله گیاه پوشیده می‌شود.

بیابان‌های دنیا به چهار دسته «گرم و خشک»، «نیمه‌خشک»، «ساحلی» و «سرد» نیز تقسیم شده‌اند. در این تقسیم‌بندی، خشکی شدید هوا، اختلاف شدید دمای شب و روز، تبخیر و تعرق بالا، بارندگی کم و پوشش گیاهی ضعیف از ویژگی بیابان‌های گرم و خشک محسوب می‌شود. مرکز پرفشار جنب حاره و بادهای شرقی نیز عامل مؤثری در تشکیل این بیابان‌هاست. بیابان لوت ایران در این طبقه قرار گرفته است.

در بیابان‌های نیمه‌خشک، تفکیک فصول مشخص‌تر از بیابان‌های گرم و خشک بوده و گونه‌های گیاهی و جانوری نیز در این ناحیه رونق بیشتری دارند. بیابان‌های مونتانا و حوضه بزرگ در آمریکا، گرینلند، شمال روسیه، شمال اروپا و شمال آسیا در این طبقه‌بندی قرار می‌گیرند.

بیابان‌های ساحلی، زمستان‌های سرد و

کوتاه، تابستان‌های نسبتاً گرم، معتدل و طولانی دارند. در مقیاس جهانی بادهای شرقی در این منطقه غالب هستند و مانع نفوذ رطوبت به داخل سواحل می‌شوند. جریان‌های سرد اقیانوسی نیز عامل دیگری در شکل‌گیری این نوع بیابان‌ها است. این جریان‌ها باعث می‌شود رطوبت موجود در هوای دریا به صورت مه در طول سواحل ظاهر شود. بیابان نامیب در آفریقای جنوبی و آتاکاما در شیلی در این طبقه قرار می‌گیرند. بیابان‌های سرد هم عمدتاً در مناطق قطبی و جنب قطبی قرار دارند. ریزش برف و هوای سرد زمستانی، بارش باران در طول زمستان و گاهی در تابستان از ویژگی این مناطق است. میانگین دامنه بارندگی سالانه در این مناطق ۱۵۰ تا ۲۶۰ میلی‌متر است؛ هرچند حداکثر و حداقل بارندگی سالانه به ترتیب ۴۶۰ و ۹۰ میلی‌متر برآورد شده است.

بیابان‌ها از جنبه‌های دیرینه اقلیمی نیز به دو نوع منطقه‌ای و غیرمنطقه‌ای تقسیم می‌شوند. بیابان‌های منطقه‌ای بسته به موقعیت آنها نسبت به پدیده‌های هواشناسی و در مقیاس جهانی سنجیده می‌شود (منطقه فشار زیاد و فشارهای جنب مداری).

بیابان‌های غیرمنطقه‌ای نیز نتیجه یک موقعیت جغرافیایی خاص هستند که در حرکت جوی در مقیاس جهانی اختلالی ایجاد می‌کنند. مانند بیابان‌هایی که در پناه و پشت رشته کوه‌ها واقع شده‌اند. (غرب ایالات متحده آمریکا، آسیای مرکزی و دشت کویر ایران) یا در وضعیتی هستند که بادهای مرطوب به زحمت به آنها می‌رسد. (جنوب غربی ماداگاسکار، شمال غربی برزیل و بیابان تار در هند) یا بیابان‌های اقیانوسی که تحت تأثیر یک جریان سرد هستند (غرب آمریکای مرکزی).

بیابان‌های منطقه‌ای به تغییرات بیلان حرارتی زمین که قبل از هر چیز از تشعشع خورشید نتیجه می‌شود، فوق‌العاده حساس هستند اما بیابان‌های غیرمنطقه‌ای به این تغییرات حساسیت کمتری دارند؛ زیرا شرایط جغرافیایی ناحیه‌ای بر آنها غلبه دارد و این شرایط کمتر تحت تأثیر پدیده‌های کیهانی است و فقط به‌طور مستقیم آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (تریکار، ۱۳۶۹).

همچنین از جنبه سینوپتیکی بیابان‌ها به دو طبقه بیابان‌های دینامیکی و بادپناهی تقسیم می‌شوند. در بیابان‌های دینامیکی نزول هوا زیر مرکز پرفشار جنب حاره در طول سال مانع صعود

هر گونه هوایی می‌شود. حتی در تابستان هم که بر اثر تابش شدید خورشید هوای مجاور زمین بسیار گرم و ناپایدار می‌شود وجود جریان نزولی در طبقات بالای اتمسفر مانع صعود هوا و در نتیجه مانع تشکیل ابر و باران می‌شود. بنابراین عامل اصلی خشکی، نبود مکانیسم صعود است. به همین دلیل این نواحی را بیابان دینامیکی می‌نامند.

بیابان‌های بادپناهی بیابان‌هایی هستند که در پناه ارتفاعات و کوهستان‌های بزرگ قرار گرفته‌اند. تفاوت ظاهری بیابان‌های بادپناهی و بیابان‌های دینامیک جنب حاره‌ای در پایین بودن دمای آنهاست. معمولاً این گونه بیابان‌ها جزئی از قلمرو بیابان‌های سرد یا نیمه بیابانی سرد محسوب می‌شوند. بیابان‌های بادپناه و دینامیک در داخل قاره‌ها به هم ملحق می‌شوند. در ایران دشت کویر بیابان بادپناهی است در حالی که دشت لوت بیابان دینامیکی محسوب می‌شود (علیجانی و همکار، ۱۳۷۲).

در ایران بیابان‌ها به دو گروه اصلی بیابان‌های ساحلی و بیابان‌های داخلی تقسیم شده‌اند (محمودی، ۱۳۶۸). بزرگ‌ترین مشخصه بیابان‌های ساحلی که به‌صورت نواری شرقی، غربی یا پهنایی نابرابر از بندر گواتر در مشرق تا خوزستان در جنوب غرب ایران در سواحل شمالی دریای عمان و خلیج فارس گسترده شده وجود رطوبت نسبتاً بالا به‌ویژه در فصل گرم سال است. حضور این پدیده در این نواحی تراکم پوشش گیاهی را افزایش داده و میزان تبخیر را کاهش می‌دهد. در بیابان‌های ساحلی بر اثر جذب رطوبت هوا به‌وسیله خاک، قشر سطحی نسبتاً سختی تشکیل می‌شود در حالی که در بیابان‌های داخلی چنین قشر سطحی سختی با ترکیب کانی‌شناسی متفاوت بر اثر تبخیر شدید یعنی دقیقاً برعکس تحول پدیده بیابان‌های ساحلی به‌وجود می‌آید. بیابان‌های داخلی در مرکز، شرق و جنوب شرقی ایران به‌صورت حوضه‌های بسته‌مستقل یا نیمه‌مستقل پراکنده شده‌اند. با در نظر گرفتن مسائل متنوع زمین‌ساختی و اقلیمی حاکم بر فلات ایران، مجموعه حوضه‌های بیابانی داخلی به دو گروه بیابان‌های گرم و بیابان‌های نسبتاً گرم نیز تقسیم شده‌اند.

● چگونگی تفکیک و تعیین قلمرو بیابان‌های ایران

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد در سیمای عمومی بیابان‌ها عوامل مختلفی مانند اقلیم، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، خاک و مشخصه‌های

فون و فلور دخالت دارند. از این نظر محدوده بیابان‌های طبیعی را نمی‌توان تنها با در نظر گرفتن یک یا دو عامل محیطی مورد مطالعه قرار داده و تفکیک کرد؛ زیرا بر اساس عوامل مورد مطالعه مناطق متفاوتی به عنوان بیابان در نظر گرفته می‌شوند که در بسیاری از موارد پوشش مشترک اندکی داشته و توزیع مکانی آنها نیز متفاوت است (Laitly, 2008). به‌همین دلیل برای تعیین قلمرو بیابان باید آن دسته از علوم زمین که به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم در پیدایش شرایط بیابانی سهمی به‌عهده دارند مورد توجه قرار گیرند. برخی از این معیارها عبارتند از:

اقلیم: اکثر متخصصان و اقلیم‌شناسان از بین عناصر اقلیمی، میزان بارندگی را برای مشخص کردن محدوده‌های بیابانی به‌کار گرفته و در این میان اعدادی از ۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر و گاهی بیشتر را برای تعریف و تفکیک بیابان برشمرده‌اند. برای مقایسه مساحت بیابان‌های ایران از این منظر، نقشه پهنه‌های بیابانی برای مقادیر بارندگی ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌متر محاسبه و ترسیم شده است (خسروشاهی و کلافی، ۱۳۹۱). مساحت‌یابی نقشه‌های تهیه شده نشان می‌دهد که چنانچه مقدار ۵۰ میلی‌متر بارندگی مبنای تفکیک مناطق بیابانی ایران قرار گیرد حدود ۹۹ هزار و ۹۶۸ کیلومتر مربع از مساحت ایران در زمره بیابان قرار می‌گیرد.

مناطق بیابانی تعیین شده در این نقشه سطح بسیار کوچکی از استان‌های یزد، سمنان، کرمان و مناطقی از نوار مرزی سیستان را در بر می‌گیرد. چنانچه رقم ۱۰۰ میلی‌متر بارندگی مبنای تفکیک بیابان از غیر آن باشد ۳۹۰ هزار و ۹۷ کیلومتر مربع از گستره کشور را مناطق بیابانی در بر می‌گیرد. بخش‌هایی از استان‌های یزد، اصفهان، سمنان، کرمان، خراسان، قم و نوار باریکی از مرز سیستان و بلوچستان با افغانستان در این محدوده قرار می‌گیرند (شکل ۱).

توزیع مکانی سطوح تحت تأثیر بارندگی ۱۵۰ میلی‌متر در کشور، مناطق مرکزی و شرقی کشور را در بر می‌گیرد و به‌جز لکه کوچکی از حوالی چابهار و بندرعباس سراسر ناحیه ساحلی جنوب کشور، خارج از این قلمرو قرار می‌گیرد. مساحت این مناطق معادل ۶۷۹ هزار و ۳۸۱ کیلومتر مربع



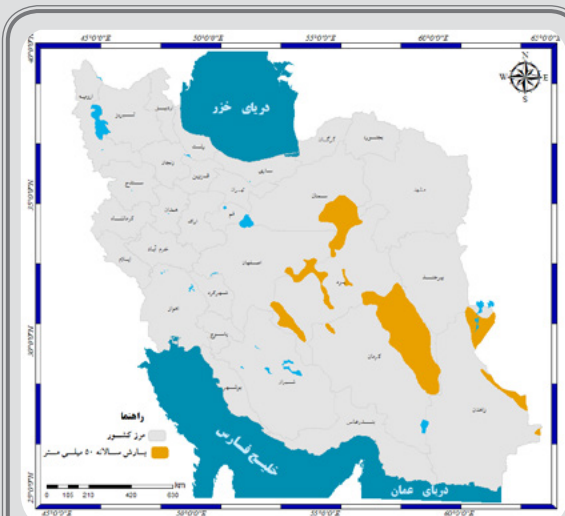
محاسبه شده است. به استناد نقشه‌های تهیه شده مساحت مناطق با بارندگی ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌متر به ترتیب معادل ۸۷۱۸۵۹ کیلومتر مربع و ۱۰۶۰۲۴۹ کیلومتر مربع برآورد شده است (شکل ۲).

همان‌طور که ملاحظه می‌شود به دلیل تفرق و تفاوت دامنه اعداد پیشنهادی بارندگی برای تفکیک مناطق بیابانی کشور از سوی متخصصان مختلف، ارائه یک تعریف جامع یا یک طبقه‌بندی واحد برای بیابان‌های ایران امکان‌پذیر نیست؛ زیرا ارقام مربوط به وسعت و پراکندگی بیابان‌ها از این جنبه تفاوت‌های آشکاری دارد. از این‌رو در معیار اقلیم برای شناسایی و تفکیک مناطق بیابانی ایران، فقط اشاره به میزان بارندگی یک ناحیه کفایت نمی‌کند بلکه برای تعیین ویژگی‌های بیابان علاوه بر میزان بارندگی باید از سایر عناصر جوی نیز کمک گرفت، زیرا تاثیر متقابل عوامل و عناصر جوی، فضای جغرافیایی بیابان را شکل می‌دهد.

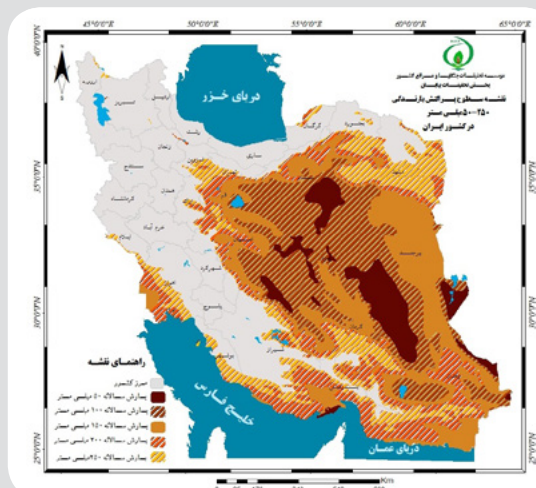
بدین منظور در تحقیقی که در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، بخش تحقیقات بیابان انجام شده است، برای تعیین مناطق بیابانی ایران از جنبه اقلیم‌شناسی شاخص‌هایی از عناصر جوی شامل میزان بارندگی، ضریب تغییرپذیری بارندگی، ضریب بی‌نظمی بارش، شدت میانگین باران روزانه، میانگین دماهای ماهانه و سالانه و میزان تبخیر در نظر گرفته شده و مساحت بیابان در قالب نقشه‌ای با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ تهیه شده است (شکل ۳). مساحت یابی این نقشه نشان می‌دهد که ۶۹۳ هزار و ۶۹۰ کیلومتر مربع معادل ۴۲.۱ درصد از مساحت ایران از جنبه اقلیم در قلمرو مناطق بیابانی قرار می‌گیرد (خسروشاهی و همکاران، ۱۳۸۸). این نقشه تقریباً نقشه جامعی است که می‌تواند مبنای تفکیک مناطق بیابانی ایران از دیدگاه اقلیم‌شناسی قرار گیرد.

محدوده عوارضی که از نظر علم ژئومرفولوژی جزو بیابان محسوب می‌شوند از قبیل دشت‌سرها، تپه‌های ماسه‌ای، نیکاه‌ها، کویرها و زمین‌های نمکی، بدلندها، یاردانگ‌ها و کلوته‌ها، دشت‌های ریگی، گنبد‌های نمکی، دغ‌ها و زمین‌های بدون پوشش گیاهی، دریاچه‌ها و مانداب‌های شور شناسایی و به صورت نقشه‌های رقومی تهیه شده است (خسروشاهی، ۱۳۸۶). مساحت حاصل از این نقشه که در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ برای ایران تهیه شده نشان می‌دهد که ۲۸۷ هزار و ۳۱۶ کیلومتر مربع از وسعت ایران از جنبه عامل ژئومرفولوژی بیابان محسوب می‌شود (شکل ۴).

زمین‌شناسی: وجود لایه‌های ضخیم گچ و نمک و سایر سنگ‌های تبخیری موجود در کوهستان‌های حاشیه‌ای ایران مرکزی و همچنین گنبد‌های نمکی موجود در برخی از مناطق ساحلی جنوب و دشت‌های مرکزی علاوه بر اینکه نقش بسیار مؤثری در پیدایش بیابان‌های ایران داشته‌اند، به دلیل شور کردن آب‌هایی که از مجاور آنها عبور می‌کنند نقش فزاینده در گسترش بیابان‌ها دارند. گسترش بیابان‌های ناشی از شرایط زمین‌شناسی در فلات ایران تنها به پهنه‌های پوشیده از نمک تحت عنوان کفه‌ها و باتلاق‌های نمک و سفره‌های آب شور زیرزمینی محدود نیست. در اصل بزرگ‌ترین مشکل وجود سازندهای زمین‌شناسی محتوی رسوبات تبخیری چون گچ و نمک است که تقریباً در اکثر نقاط ایران وجود دارد و به صورت مرکز اصلی پخش نمک عمل می‌کنند. این سازندها در بخش سطحی توسط آب و احیاناً باد و در قسمت عمقی به وسیله نفوذ جریان آب شور اثرات مخرب خود را در زمین‌های اطراف بر جای می‌گذارند و به نوعی سبب تشکیل بیابان‌های ثانویه می‌شوند. با توجه به این توضیحات برای تفکیک و تعیین مناطق بیابانی از جنبه معیار زمین‌شناسی، میزان گسترش و پراکندگی جغرافیایی سازندهای تبخیری (گچ و نمک) که در پیدایش بیابان‌ها نقش اساسی داشته‌اند، شناسایی و نقشه رقومی مربوطه تحت عنوان بیابان‌های اولیه تهیه شده است. در معیار هیدرولوژی، مناطقی که با عبور از سازندهای شور یا گنبد‌های



شکل ۱: نقشه سطح پراکنش بارندگی کمتر از ۵۰ میلی‌متر در کشور ایران



شکل ۲: نقشه سطح پراکنش بارندگی‌های مورد نظر با طبقات ۵۰ میلی‌متر



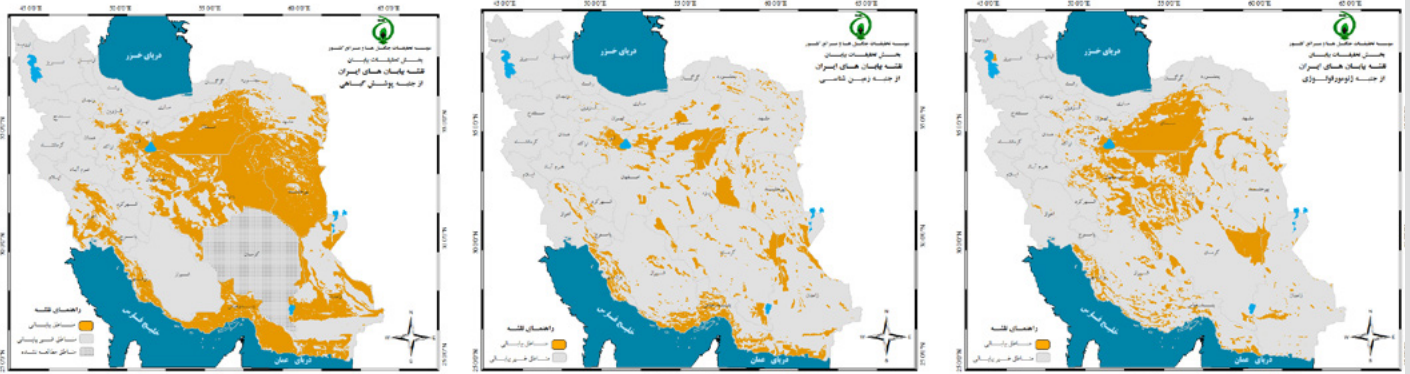
شکل ۳: نقشه بیابان‌های ایران از جنبه عامل اقلیم‌شناسی

نمکی شور شده و باعث شور شدن مناطق پایین دست شده‌اند نیز تحت عنوان بیابان‌های ثانویه معرفی شده‌اند (خسروشاهی و همکاران، ۱۳۹۰).

از انطباق لایه بیابان‌های اولیه و ثانویه، گسترش بیابان‌های ایران از جنبه عامل زمین‌شناختی مؤثر در تشکیل آنها به صورت رقومی مشخص شده است (شکل ۵). مساحت یابی نقشه تهیه شده نشان می‌دهد که ۲۰۸ هزار و ۴۱ کیلومتر مربع از مساحت ایران را این بیابان‌ها در بر گرفته است.

پوشش گیاهی: برای تفکیک مناطق بیابانی از غیر بیابان از معیار غنای رویشی نیز استفاده می‌شود. سرزمین گیاهی یا به صورت ساده‌تر مناطقی که از نظر جغرافیای فیزیکی از هم متمایزند شامل فلوری هستند که از نظر غنای گیاهی بسیار متفاوت است و این اختلاف از نظر کمیت (شمار گونه‌ها) و کیفیت (خصوصیات سیستماتیک) قابل ملاحظه است. به‌طور مثال دشت‌های پهناوری نظیر بیابان‌ها شامل فلور بسیار فقیری بوده و برعکس، جزایر یا واحدهای کوهستانی صاحب فلور بسیار غنی‌تری هستند (مبین، ۱۳۶۰). از این نظر می‌توان گفت، میزان

و تکامل خاک‌ها و شدت تأثیرگذاری آنها، بیان ویژگی خاک‌های مناطق بیابانی در محدوده‌ای خاص قابل ارائه است. بنابراین بیابان‌ها دارای ویژگی‌های محدود کننده خاک هستند و این ویژگی‌ها می‌توانند محدوده گسترش مناطق بیابانی را نشان دهند. نفوذپذیری ضعیف، تبخیر و تعرق شدید و مقدار کم پوشش گیاهی در بیابان‌ها موجب به وجود آمدن خاک‌هایی با مواد آلی پایین، لایه‌های تجمع نمک در سطح، رس‌های کم توسعه یافته، ظرفیت پایین تبادل کاتیونی، رنگ قرمز تیره و توسعه کم افق‌های خاک شده است. بدین منظور با شناسایی و تعیین موقعیت مکانی عوامل محدود کننده خاک برای رشد و توسعه گیاهان از قبیل شوری و سدیمی بودن، درصد سنگ و سنگ‌ریزه، اسیدیته، تکامل پروفیلی، وجود لایه محدود کننده، سطوح رسی یا دغ‌ها، تجمع گچ، مواد آلی، عمق و بافت خاک، نقشه سراسری بیابان‌های ایران از جنبه خاک‌شناسی تهیه شده است. مساحت یابی نقشه مذکور نشان داد که ۵۱۴ هزار و ۹۳۰ کیلومتر مربع از مساحت ایران را بیابان‌های خاکی در بر گرفته‌اند (شکل ۷).

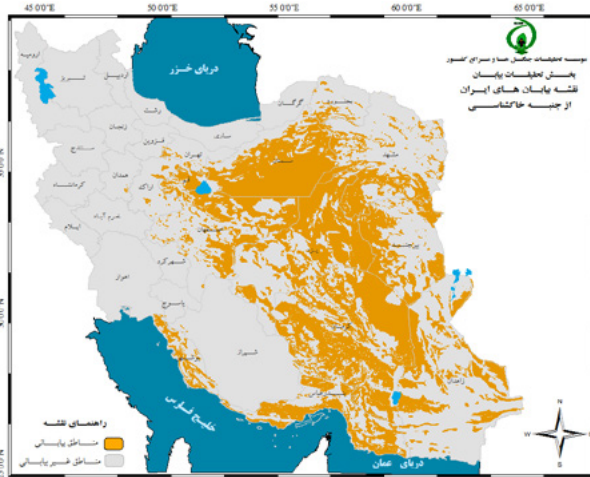


شکل ۴: نقشه بیابان‌های ایران از جنبه عامل ژئومرفولوژی شکل ۵: نقشه بیابان‌های ایران از جنبه عامل زمین‌شناسی شکل ۶: نقشه بیابان‌های ایران از جنبه پوشش گیاهی

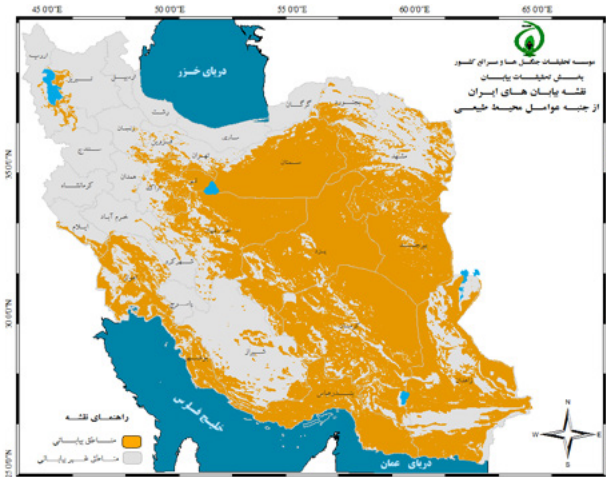
موجودی گیاهی یک منطقه با وسعت آن نسبت مستقیم ندارد. به‌طور مثال غنای گیاهی بیشتر جزیره هرمز (وسعت کم) نسبت به بیابان لوت (وسعت زیاد) یا واحد کوهستانی مسلط به دشت کویر نسبت به این ناحیه بزرگ مؤید این مطلب است. به هر حال با بررسی و شناسایی گونه‌های مقاوم به شرایط خشکی، شوری و نوسانات دمایی می‌توان تا حدودی محدوده مناطق بیابانی را شناسایی کرد. در ایران در تحقیقاتی که برای تفکیک و تعیین مناطق بیابانی از جنبه پوشش گیاهی صورت گرفته است، مرز گیاهان مخصوص نواحی بیابانی (گیاهان ماسه دوست، نمک دوست، خشکی پسند و امثال آن) و همچنین حدود گسترش مناطقی که گیاهان آن از حداقل تنوع برخوردار هستند به‌عنوان نواحی بیابانی در نظر گرفته شده و نقشه‌های مربوط تهیه و ترسیم شده است (خسروشاهی، ۱۳۹۵). به استناد نقشه‌های تهیه شده سطحی معادل ۵۶۷ هزار و ۷۱۰ کیلومتر مربع از مساحت ایران از جنبه پوشش گیاهی در قلمرو بیابان قرار می‌گیرد (شکل ۶).

خاک‌شناسی: خاک به‌عنوان بستری برای استقرار و رشد گیاهان در ارزیابی بوم‌شناختی از اهمیت زیادی برخوردار است. خاک‌های مناطق بیابانی شامل گروهی از خاک‌های موجود است که به لحاظ تأثیر عوامل مختلف در زمان تشکیل یا در سیر تکامل خود خواص ویژه‌ای پیدا کرده‌اند. این خاک‌ها در شرایط اقلیمی و زمان‌های متفاوتی از مواد مادری تشکیل شده‌اند. با توجه به نوع عوامل مؤثر در تشکیل

بیابان‌های سراسری ایران: تلفیق نقشه‌های پنج عامل مورد مطالعه دخیل در ایجاد شرایط بیابانی ایران، بیانگر آن است که مجموع سطوح بیابانی زیر پوشش این عوامل اعم از سطوح مشترک و غیر مشترک معادل ۹۰۷ هزار و ۲۹۰ کیلومتر مربع (بیش از ۹۰ میلیون هکتار) است که این مقدار ۵۵ درصد از مساحت ایران را در بر می‌گیرد (شکل ۸). همان‌طور که شکل ۸ نشان می‌دهد بیابان‌های داخلی ایران به صورت محصور در بین دو رشته کوه زاگرس و البرز واقع در نواحی مرکز، مشرق و جنوب شرق ایران پراکنده شده‌اند. بیابان‌های ساحلی نیز به صورت نواری شرقی، غربی یا پهنایی نابرابر از بندر گواتر در مشرق تا خوزستان در جنوب غرب ایران در سواحل شمالی دریای عمان و خلیج فارس گسترش دارند. شرایط زیستی و اکولوژیک بیابان‌های ایران در گستره جغرافیایی مورد نظر یکسان نیست به طوری که سطحی معادل ۲۷۸ هزار و ۵۰۰ کیلومتر مربع از مناطق بیابانی ایران را بیابان‌های سخت یا واقعی در بر گرفته است. بیابان‌های واقعی یا مطلق شامل مناطقی است که منابع زیستی با محدودیت‌های مختلف محیطی در شرایط حاد روبه‌رو بوده و امکان توسعه فرآیندهای زیستی به‌شدت محدود می‌شود. جان کلام آنکه مساحت مناطق بیابانی ایران که دست‌کم از جنبه یکی از عوامل محیطی بیابان شناخته می‌شود رقمی معادل ۹۰۷ هزار و ۲۹۰ کیلومتر مربع است که بیش از ۵۵ درصد از کل مساحت ایران را در بر می‌گیرد. این در حالی است که مساحت بیابان‌های ایران از سوی سازمان جنگل‌ها، مراتع و



شکل ۷: نقشه بیابان‌های ایران از جنبه خاک‌شناسی



شکل ۸: نقشه بیابان‌های ایران از جنبه عوامل محیط طبیعی

آبخیزداری کشور ۳۲ میلیون هکتار ارائه شده است. همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد آنچه در مورد مساحت بیابان‌ها از سوی سازمان متولی بیابان ارائه شده صرفاً مربوط به پدیده‌ها یا رخساره‌های بیابان است که در علم ژئومورفولوژی از آن یاد می‌شود در حالی که شکل‌گیری بیابان‌های طبیعی ایران تحت تأثیر متقابل مجموعه‌ای از عوامل محیطی از جمله اقلیم، خاک، گیاه، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و هیدرولوژی صورت گرفته است که هر یک به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم در پیدایش شرایط بیابانی سهمی به‌عهده داشته‌اند. از این رو تفکیک و تعیین محدوده‌های بیابانی ایران باید با لحاظ کلیه معیارهای ذکر شده مورد نظر باشد که در این صورت باید گفت آمار ارائه شده سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور از پایه علمی قابل قبولی برخوردار نیست و باید اصلاح شود.

منابع

- آرتون، آی. ۱۳۶۵. اصول زراعت در مناطق خشک (ترجمه عوض کوچکی و امین علیزاده ۱۳۶۵)، انتشارات آستان قدس رضوی.
- احمدی ح.، ۱۳۷۵. معیارهای شناخت بیابان‌های ایران، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، صفحات ۹۷-۸۱.
- اختصاصی، م. و مهاجری، س.، ۱۳۷۵. روش طبقه‌بندی نوع و شدت بیابان‌زایی اراضی در ایران، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، صفحات ۱۲۱-۱۳۴.
- پاشنگ، م.، ۱۳۷۷. فرهنگ پارسی و ریشه‌یابی واژگان. انتشارات محور، تهران، ۶۳۹ صفحه.
- پیمانی‌فرد، ب.، ۱۳۶۸. مطالعاتی پیرامون مناطق خشک بیابانی. مجموعه مقالات تحقیقات منابع طبیعی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ۵۵: ۶۷-۵۶.
- پیمانی‌فرد، ب.، ۱۳۷۶. بررسی پاره‌ای از خصوصیات بوم‌زیستی مناطق خشک و نیمه‌خشک. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، صفحات ۲۹۹-۳۰۷.
- تریکار، ژ.، ۱۳۶۹. ناهم‌واری‌های مناطق خشک (ترجمه دکتر مهدی

صدیقی و محسن پورکرمانی)، انتشارات آستان قدس رضوی. خسروشاهی م.، ۱۳۹۵. قلمرو بیابان‌های ایران با تأکید بر معیار پوشش گیاهی. مجله جنگل و مرتع، ۱۰۷: ۷-۱۷.

خسروشاهی م.، ۱۳۸۶. تعیین قلمرو جغرافیایی محدوده‌های بیابانی ایران. گزارش نهایی طرح ملی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۶۵۷ صفحه.

خسروشاهی م.، محمودی، ف. و کاشکی، م.ت.، ۱۳۹۰. محدوده‌های بیابانی ایران با تأکید بر نقش عوامل زمین‌شناختی مؤثر در تشکیل آنها. ۸۰: ۱۵-۲۲.

خسروشاهی م. و کلافی، س.، ۱۳۹۱. مقایسه وسعت و پراکندگی بیابان‌های ایران با تأکید بر عنصر بارش، اولین همایش ملی بیابان‌ها، علوم، فنون و توسعه پایدار، ۲۷-۲۸ خرداد، کرج.

خسروشاهی، م.، کاشکی، م.ت. و انصافی‌مقدم، ط.، ۱۳۸۸. قلمرو بیابان‌های اقلیم‌شناسی ایران. فصلنامه پژوهشی مرتع و بیابان، ۱۶(۱): ۹۶-۱۱۳.

خسروشاهی، م.، عباسی، ح.ر.، کاشکی، م.ت.، ابطحی، م. و سیداخلاقی، س.ج.، ۱۳۹۲. قلمرو بیابان‌های ایران با تأکید بر معیار خاک‌شناسی. مجله مدیریت بیابان، ۱: ۳۴-۴۵.

درش، ژان.، ۱۹۸۲. جغرافیای نواحی خشک (ترجمه شهریار خالیدی)، نشر قومس.

درویش، م.، ۱۳۷۹. نگرشی تحلیلی بر مفاهیم و دانش واژه‌های حوزه ادبیات بیابانی. نشریه تحقیقات مرتع و بیابان، ۲(۱): ۸-۱۲.

علیجانی، ب. و کاویانی، م.، ۱۳۷۲. مبنای آب و هواشناسی، انتشارات سمت (چاپ دوم)، صفحات ۵۲۴-۵۴۵.

مبین، ص.، ۱۳۶۰. جغرافیای گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران. نشریه شماره ۹۰۲.

محمودی، ف.، ۱۳۶۸. بیابان‌های ایران. مجله رشد آموزش جغرافیا، انتشارات وزارت آموزش و پرورش.

Ezcurra, E., 2006. Global Deserts Outlook. United Nations Environment Programme, Division of Early Warning and Assessment (DEWA), 148p.

Laity, J., 2008. Deserts and desert environments. John Wiley & Sons, Inc.

Ward, D., 2009. The biology of desert. Oxford University Press, New York, 339p