Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال شانزدهم، شماره‌ی ۵۴
تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۱۳۳-۱۱۳

محمدحسن صادقی روش[۱]

کاربرد مدل آنتروپی شانون در پهنه‌بندی توسعه یافتگی شهرستان‌های استان یزد از دیدگاه بیابانزدایی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۱٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۲٦

چکیده

یکی از اهداف مهم انجام طرح‌های بیابان‌زدایی کاهش محرومیت (توسعه‌نیافتگی) و رفع تبعیض (نابرابری) بین مناطق مختلف بوده است. شناخت و تجزیه و تحلیل وضع موجود نواحی مختلف از دیدگاه بیابان‌زدایی نخستین گام در فرآیند توسعه پایدار منطقه‌ای و شناخت کمبودها و تنگناها می‌باشد. ضعف روش‌های اندازه‌گیری سنتی عملکرد، نیاز به ارائه روش‌های نوین و کمی را ایجاب می‌کند. بنابراین در این پژوهش سوال اصلی تحقیق این است که آیا فعالیت‌های انجام شده در سطح شهرستان‌های استان با توجه به وسعت اراضی بیابانی و منابع تحت‌تاثیر، مناسب بوده است؟ و همچنین آیا مدل آنتروپی در برآورد این پهنه‌بندی کارایی لازم را دارد؟ شاخص‌ها و متغیرهای توسعه فرآیند بیابان‌زدایی می‌توانند به خوبی وضع نواحی را نشان دهند که با توجه به آن می‌توان سیاست‌های بودجه‌بندی، نیروی انسانی و غیره را تعیین نمود. بنابراین اطلاعات اولیه در زمینه فعالیت‌های بیابان‌زدایی از مرکز ملی بیابان‌زدایی استان یزد به تفکیک شهرستان گردآوری و از روش آنتروپی شانون به منظور بررسی و رتبه‌بندی ساختار وضع موجود بیابان‌زدایی استفاده شد. این مدل با ساختار سلسله مراتبی به ارزیابی توسعه شهرستان‌ها از نظر توسعه شاخص‌های بیابان‌زدایی می‌پردازد و در انتها نتایج را به‌صورت نقشه‌های ارزیابی ارائه می‌دهد. نتایج حاصله نشان

۱- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان. E-mail: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

داد که شهرستان‌های یزد، تفت و مهریز به طور مشترک با درجه توسعه‌یافتگی ۰/۸۷۳- از نظر مجموع شاخص‌های بیابان‌زدایی در وضعیت نامناسبی می‌باشند و شهرستان‌های بافق، اردکان، صدوق و طبس به ترتیب با درجه توسعه یافتگی، ۰/۷٦۸، ۰/۵۹٦، ۰/۵۳۹ و ۰/٤۷۹ از وضعیت مناسبی برخوردارند.

کلید واژه‌ها: آنتروپی شانون، توسعه پایدار، شاخص‌های بیابان‌زدایی، یزد.

مقدمه

بیابان‌زایی عبارت از تخریب اراضی در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشکِ نیمه مرطوب حاصل تنوع اقلیمی و فعالیت‌های انسانی (یونیپ[2]، ۱۹۹۲) است که طبق برآورد کنفرانس بیابان‌زایی سازمان ملل[3] پدیده بیابان‌زایی در آینده بیش از ۷۸۵ میلیون نفر انسان ساکن در مناطق خشک را که معادل ۱۷/۷ درصد جمعیت کل جهان می‌باشد، تهدید می‌کند (مشکوۀ و رهبر، ۱۳۷۷: ۳۵). در ایران نیز از آنجا که ۱٦ استان با وسعت ۵۷/۵ میلیون هکتار در شرایط بیابانی قرار گرفته‌اند (سازمان جنگل‌ها و مراتع، ۱۳۸٤) لزوم برخورد مناسب و مطابق با اصول توسعه پایدار با این مسئله ضروری به نظر می‌رسد. این در حالی است که با وجود اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی در طول ٤۰ سال اخیر ملاحظه می‌شود که ضمن داشتن موفقیت‌های نسبی، در مجموع قادر به شناخت جامع مسئله بیابان‌زایی، تخریب سرزمین و خسارات ناشی از آن نشده‌اند (صادقی روش و همکاران، ۲۰۱۳: ۱٤۸)، از مهم‌ترین عوامل ناکامی طرح‌ها و برنامه‌های مورد اشاره می‌توان به فقدان نگاه جامع‌نگر و عدم توسعه متوازن در عرصه‌های مناطق بیابانی اشاره کرد (ایران، یونیپ، فائو[4]، ۱۹۹۹). لذا شناخت، کنترل و مدیریت پدیده بیابان‌زایی به صورت پایدار و متوازن ضروری به نظر می‌رسد. لازمه دستیابی به توسعه پایدار بیابان‌زدایی، شناخت و تعیین درجه توسعه‌یافتگی شاخص‌های بیابان‌زدایی می‌باشد تا با تعیین و تحلیل میزان فاصله آن‌ها از وضع مطلوب چارچوبی مناسب در زمینه توزیع امکانات و خدمات در اختیار مدیران مناطق بیابانی قرار گیرد. این امر ضمن حفاظت از اکوسیستم‌های حاشیه‌ای، از هدر رفت سرمایه‌های ملی نیز جلوگیری می‌کند.

بنابراین در این پژوهش فرض شد که در صورت بررسی و پهنه‌بندی منطقه‌ای عملکردهای بیابان‌زدایی با توجه به منابع تحت‌تاثیر و وسعت مناطق بیابانی هر منطقه می‌توان به چارچوب مناسبی به منظور دستیابی به توسعه متوازن

2- UNEP
3- United Nation Conference of Desertification (UNCOD)
4- IRAN, UNEP, FAO

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

بیابان‌زدایی در آینده دست یافت. از این‌رو برای تعیین صحت و سقم این فرضیه دو سوال اساسی شکل گرفت که عبارتند از: آیا فعالیت‌های انجام شده در سطح شهرستان‌های استان با توجه به وسعت اراضی بیابانی و منابع تحت تأثیر، مناسب بوده است؟ و همچنین آیا مدل آنتروپی در برآورد این پهنه‌بندی کارایی لازم را دارد؟ و بر مبنای این دو سوال دو هدف کلی، ارزیابی درجه توسعه‌یافتگی مناطق از نظر شاخص‌های فرآیند بیابان‌زدایی و راستی آزمایی مدل آنتروپی قانون در پهنه‌بندی توسعه‌یافتگی فعالیت‌های بیابان‌زدایی تعریف شد.

در حوزه مدیریت مسائل بیابانی تنها پژوهش‌های صورت گرفته به منظور ارزیابی توسعه‌یافتگی نواحی از دیدگاه بیابان‌زدایی توسط صادقی روش با به کارگیری مدل تاکسنومی عددی توسعه یافته (صادقی روش و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۵۹-۱٤۷) و مدل موریس (صادقی روش، ۱۳۹۲: ۳۵-۲۳) به انجام رسید. به استثناء این پژوهش‌ها در سطح ملی و بین‌المللی تاکنون مطالعات جامع و نظام‌مندی در این رابطه صورت نگرفته است و تخصیص منابع و نهاده‌ها، صرفاً بر مبنای نظر کارشناس و بعضاً راندها و اعمال نفوذها صورت می‌گرفته است.

نخستین نظریه مبنایی در مورد توسعه در مباحث اقتصادی در خلال سال‌های دهه ۱۹۵۰ مطرح شد (میر، ۱۳۷۱: ٥٦). از دهه ٦۰ به‌کارگیری مدل‌های کمی برآورد توسعه در علوم اجتماعی به ویژه برنامه‌ریزی روستایی به انجام رسید. مدل‌های مطرح شده شامل مدل تاکسنومی، موریس، تحلیل عاملی، تحلیل شبکه اجتماعی، شبکه‌های عصبی، اسکالوگرام و روش پتانسیلی، می‌باشد (بدری، ۱۳٦۹). پیشینه و سوابق نظری این مدل‌ها به ۳۰ سال پیش و بیش‌تر به کارهای میردال، هیرشمن، فریدمن، پرو و پربیش برمی‌گردد (کوپوس و کرابتر[5]، ۱۹۹۹: ٤۳).

لازم به ذکر است که این مدل‌ها نیز دارای نقص اساسی بودند و آن این بود که در ارزش‌گذاری شاخص‌های موثر، تنها ارزش مطلق هر شاخص در هر منطقه در نظر گرفته می‌شد و اولویت آن‌ها نسبت به هم در فرآیند بیابان‌زدایی در نظر گرفته نمی‌شد که این امر منجر به دستیابی به نتایج غیر واقعی می‌شد. از این رو بر آن شدیم تا با به‌کارگیری روش آنتروپی شانون[6] ارزیابی توسعه پایدار بیابان‌زدایی را بر مبنای اولویت شاخص‌ها نسبت به هم و اهمیت هر شاخص در هر واحد کاری برآورد کنیم.

مدل آنتروپی شانون که برگرفته شده از تئوری اطلاعات[7] می‌باشد اولین بار توسط کلود ال وود شانون (۱۹٤۸: ۳۷۹-٤۲۳) ارائه شد. آنتروپی معیار سنجش بی‌نظمی در یک سیستم است (بناریک[8] و همکاران، ۲۰۱۰: ۱٦٥) و در تئوری اطلاعات معیاری است برای مقدار عدم اطمینان بیان شده توسط یک توزیع احتمال گسسته (P_i) به طوری که

5- Copus and Crabtree
6- Shanons Entropy Model
7- Information theory
8- Bednarik

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

این عدم اطمینان در صورت پخش بودن[9] توزیع، بیش‌تر از مواردی است که توزیع فراوانی تیزتر[10] باشد (اصغرپور، ۱۳۸۹: ۱۹۶؛ سلیمانی و زارع پیشه، ۲۰۰۹: ۵۱۴۷).

مدل آنتروپی شانون عمدتاً به منظور رتبه‌بندی توسعه یافتگی در حوزه‌های مختلف علوم مورد استفاده قرار گرفته که از آن جمله می‌توان به رتبه‌بندی توسعه یافتگی و تنوع خاک پوششی (مینانسی[11] و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۳۹-۱۳۲؛ پترسن[12] و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۴۶-۱۴۰; ایبانز[13] و همکاران، ۱۹۹۸: ۱۹۲-۱۷۱)، ارزیابی توسعه رشد شهری (دکا[14] و همکاران، ۲۰۱۲: ۱۰۶۸-۱۰۶۲; سان[15] و همکاران، ۲۰۰۷: ۳۷۶-۳۵۳; جوشی[16] و همکاران، ۲۰۰۶: ۲۸۷-۲۷۶; سودهیرا[17] و همکاران، ۲۰۰۴: ۳۹-۲۹)، ارزیابی توسعه بافت سرطانی (پروستات و پستان) با کاربرد تصاویر رادیولوژی و آنتروپی شانون (ارزیابی توسعه بی‌نظمی در بافت سرطانی) (پارواها[18] و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۲۹۱-۱۲۸۶؛ اوگسان[19] و همکاران، ۱۹۹۶: ۲۷۶-۲۶۸)، استفاده از آنتروپی شانون در ارزیابی اثر داروها بر روی رفتار بی‌نظمی ژن‌ها به منظور بهبود درمان دارویی (فورمان[20] و همکاران، ۲۰۰۰: ۱۴-۵)، ارزیابی توسعه و بهره‌وری سازمان (جانو[21]، ۲۰۰۳: ۲۹-۲۵) و ارزیابی تنوع زیستی در مناطق مختلف (مارکون[22]، ۲۰۱۲: ۵۲۲-۵۱۶؛ جوست[23] و همکاران، ۲۰۱۰: ۷۶-۶۵) اشاره کرد.

همچنین در سال‌های اخیر، تحقیقاتی در این چارچوب در کشور مورد توجه قرار گرفته که از جمله می‌توان به، ارزیابی توسعه‌یافتگی از لحاظ دستیابی به شاخص‌های بخش کتابخانه‌ای (میرغفوری و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۷۱-۲۴۳)، ارزیابی توسعه کالبدی شهری (مبارکی و همکاران، ۲۰۱۲: ۱۲-۱; ثابت سروستانی و همکاران، ۲۰۱۱: ۳۲۹-۳۲۰؛ مختاری ملک‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۳-۱۱۲؛ حسینی و همکاران، ۱۳۹۱: ۵۱-۳۴؛ میرکتولی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۳۳-۱۱۵؛ ابراهیم‌زاده و رفیعی، ۱۳۸۸: ۱۳۸-۱۲۳؛ حکمت نیا و موسوی، ۱۳۸۵: ۱۵۲)، ارزیابی توسعه فرهنگی مناطق شهری (محمدی و ایزدی، ۱۳۹۰: ۱۹۸-۱۷۵)، پهنه‌بندی خطر زمین لغزش (مقیمی، ۱۳۹۱: ۹۰-۷۷)، رتبه‌بندی

9- Broad
10- Shannon
11- Minasny
12- Petersen
13- Ibáñez
14- Deka
15- Sun
16- Joshi
17- Sudhira
18- Pharwaha
19- Ogesan
20- Fuhrman
21- Janow
22- Marcon
23- Jost

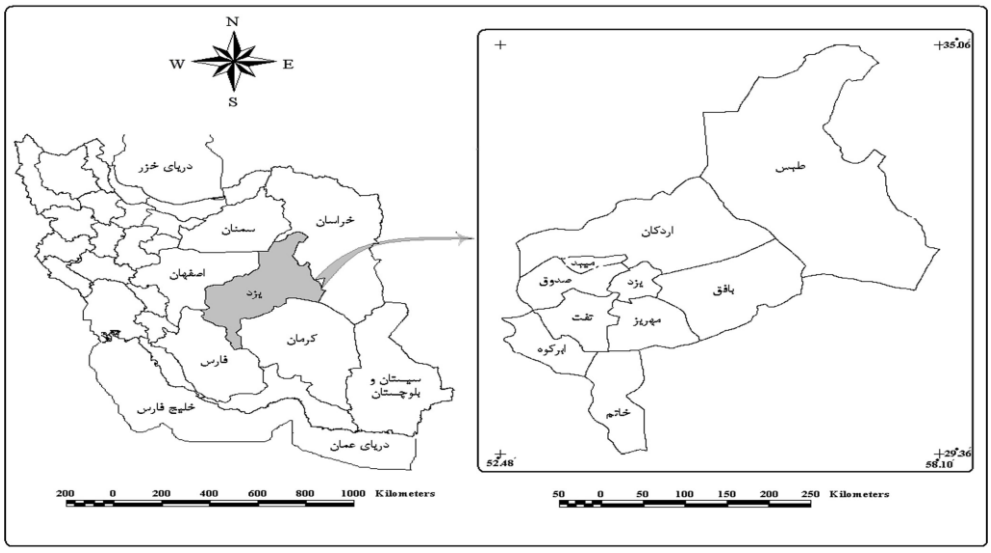
Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

توسعه یافتگی پژوهشکده‌ها (محامدی‌پور و اصغری‌زاده، ۱۳۸٦)، ارزیابی عملکرد در شرکت‌های فعال در بورس (محمدی و مولایی، ۱۳۸۹: ۱٤۲-۱۲۵)، ارزیابی عملکرد در سازمان‌های آموزشی (والمحمدی و فیروزه، ۱۳۸۹: ۸۷-۷۲) و رتبه‌بندی توسعه‌یافتگی استان‌ها از لحاظ دسترسی به شاخص‌های بخش بهداشت و درمان (طحاری مهرجردی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳٦۹-۳۵٦)، اشاره کرد.

نتایج حاصله از این پژوهش می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های توسعه پایدار فرآیند بیابان‌زدایی مد نظر قرار گیرد و الگوی این تحقیق در سایر نقاط کشور نیز قابلیت کاربرد خواهد داشت.

منطقه مورد مطالعه

استان یزد با مساحتی معادل۱۲۸٤٦۳/۲۹٦۲کیلومترمربع در میان فلات مرکزی ایران و حاشیه کویر نمک در موقعیت جغرافیایی ˚۵۲، ٤۸ َ الی ˚۵۸، ۱۰ َ طول شرقی و ˚۲۹، ۳٦ َ الی ˚۳۵، ۰٦ َ عرض شمالی قرار گرفته (شکل ۱) و از نظر اقلیمی بر مبنای اقلیم نمای آمبرژه در شرایط خشک و سرد بیابانی طبقه‌بندی می‌شود.



شکل ۱: استان یزد به تفکیک شهرستان

میانگین بارش سالانه استان ٦۰ الی ۸۰ میلی‌متر و با نوسان سالانه زیاد می‌باشد و بر مبنای آمارهای سینوپتیک فرودگاه یزد، جهت وزش باد غالب غربی (۱٦/۹٤٪) ، شمال‌غربی (۱۵/۱۲٪) و جنوب‌شرقی (۱٤/٤۹٪) با سرعت حداکثر۱۹ km/h (۵/۳ متر بر ثانیه) می‌باشد. منابع خاک منطقه عمدتاً از خاک‌های نارس بیابانی (آنتی سول[۲٤]) دارای رژیم حرارتی ترمیک و رژیم رطوبتی آریدیک و تحت تأثیر فرآیند تخریب فیزیکی شکل گرفته و حاوی گچ و نمک

24- Entisols

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

می‌باشد و به شدت تحت تأثیر فرآیند فرسایش آبی و بادی و تخریب قرار دارد. در عین حال نزولات جوی ناچیز باعث شده که استان یزد از نظر ذخائر آبی جزء فقیرترین استان‌های کشور باشد. منابع آب زیرزمینی تنها منبع تأمین کننده آب استان می‌باشد که قسمت عمده آن (۹۰/۳٪) به مصرف کشاورزی می‌رسد. افت متوسط سالیانه سطح آب زیرزمینی به ٢٤ سانتی‌متر می‌رسد و غلظت املاح محلول معمولاً به بیش از یک گرم در لیتر و گاهی تا ده گرم در لیتر می‌رسد (حد استاندارد TTS برای آب آشامیدنی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر است) (اداره کل جهاد کشاورزی استان یزد، ١٣٨٤).

استان یزد با وسعت بیش از ٦ میلیون هکتار اراضی بیابانی که ٤٦/٧٪ از اراضی استان را شامل می‌شود و ١٠/٤٪ از وسعت اراضی بیابانی کشور را به خود اختصاص داده به عنوان سومین استان بیابانی ایران بعد از خراسان و کرمان مطرح می‌باشد، که حاوی متنوع‌ترین رخساره‌های بیابانی در سطح کشور است (سازمان جنگل‌ها، ١٣٨٤). بنابراین این استان به عنوان یک استان تیپ یک از نظرگاه ارزیابی وضع موجود شاخص‌های بیابان‌زدایی مد نظر قرار گرفت (شکل ۱).

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و به روش توصیفی و تحلیلی به انجام رسید. در این پژوهش ده شهرستان استان یزد از نظرگاه توسعه شاخص‌های بیابان‌زدایی، به روش آنتروپی شانون بر مبنای آمارهای عملکردی مهر و موم‌های ١٣٨١ الی ١٣٨٦ مرکز ملی بیابان‌زدایی اداره کل جهاد کشاورزی استان یزد مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند.

با توجه به این که مهم‌ترین گام در عرصه برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، کاهش عدم تعادل می‌باشد، (اسکاپ[۲۵]، ١٩٩٤) با تعیین درجه توسعه‌یافتگی شهرستان‌های مورد نظر از طریق روش مذکور، تشخیص وضعیت بیابان‌زدایی در سطح شهرستان‌ها امکان‌پذیر می‌شود.

تعیین گزینه‌ها و شاخص‌های ارزیابی

در ابتدا به منظور دستیابی به چارچوبی مناسب جهت پهنه‌بندی توسعه‌یافتگی اقدام به تعیین گزینه‌ها می‌کنیم، این گزینه‌ها واحدهای همگنی هستند که یا از روش ژئومرفولوژیکی (احمدی، ١٣٨٤: ٤٧١) حاصل می‌شوند و یا

25- Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP)

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

مرزبندی‌های سیاسی همانند بخش، شهرستان و استان حدود آن‌ها را تعیین می‌کند. سپس شاخص‌های موثر یا بر مبنای نظر کارشناسی یا از مدل دلفی در قالب روش پرسشنامه‌ای نظام‌مند مشخص می‌شوند.

تشکیل ماتریس داده‌ها

در ادامه ماتریسی دوبعدی از گزینه‌ها و شاخص‌ها شکل می‌گیرد (جدول ۱) و ارزش هر شاخص در هر گزینه با استفاده از آمارهای رسمی و مطالعات میدانی یا به روش دلفی برآورد می‌شود.

جدول ۱- ماتریس داده‌ها

j_m	…	j_2	j_1	شاخص(j) ◄ گزینه(i) ▼
X_{1m}	…	X_{12}	X_{11}	i_1
X_{2m}	…	X_{22}	X_{21}	i_2
:	:	:	:	:
X_{nm}	…	X_{n2}	X_{n1}	i_n
$\overline{X_n}$	…	$\overline{X_2}$	$\overline{X_1}$	$\overline{X_i}$
δ_N	…	δ_2	δ_1	δ_j

در این ماتریس X_{ij} ارزش شاخص jام از گزینه iام است.

نرمال‌سازی اعداد ماتریس داده‌ها

به منظور انجام سایر فازهای مدل آنتروپی قانون و پهنه‌بندی درجه توسعه‌یافتگی لازم است که ارزش شاخص‌های برآورد شده هم جهت و بی‌مقیاس شوند از این رو ارزش شاخص‌ها طبق رابطه زیر به صورت نرمال در می‌آیند.

رابطه (۱)

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \overline{X_i}}{S_i}$$

در این رابطه:

Z_{ij} = ارزش نرمال هر شاخص (j) در رابطه با هر گزینه (i)

X_{ij} = ارزش عددی هر شاخص (j) در رابطه با هر گزینه

$\overline{X_i}$ = میانگین هر ستون از ماتریس داده‌ها

S_i = انحراف معیار هر ستون از ماتریس داده‌ها

در این مرحله ماتریس داده‌های استاندارد (نرمالیزه شده) مشخص می‌شود (جدول۲).

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

جدول ۲- ماتریس داده‌های استاندارد

شاخص(j) ◄ / گزینه(i) ▼	j_1	j_2	…	j_m
i_1	Z_{11}	Z_{12}	…	Z_{1m}
i_2	Z_{21}	Z_{22}	…	Z_{2m}
:	:	:	:	:
i_n	Z_{n1}	Z_{n2}	…	Z_{nm}

تعیین اهمیت شاخص‌ها با استفاده از روش آنتوپی شانون[۲۶]

پس از تشکیل ماتریس داده‌های استاندارد که یک ماتریس نرمالیزه است، آنتروپی واحدهای کاری نسبت به شاخص‌ها از رابطه (۲) محاسبه شده و ماتریس دو بعدی آن شکل می‌گیرد (جدول ۳).

رابطه (۲) $E_{ij} = Z_{ij} \times \ln Z_{ij} \; ; \forall_j$

در این رابطه:

E_{ij} = آنتروپی هر واحدکاری نسبت به هر شاخص

Z_{ij} = مقدار وزنی نرمال هر واحدکاری نسبت به هر شاخص

$\ln Z_{ij}$ = لگاریتم نپرین مقدار وزنی نرمال هر واحدکاری نسبت به هرشاخص

جدول ۳- ماتریس آنتروپی واحدهای کاری نسبت به شاخص‌ها

TMU^{27}_i	Criterion				
	C_1	C_2	C_3	...	C_N
TMU_1	E_{11}	E_{12}	E_{13}	...	E_{1N}
TMU_2	E_{21}	E_{22}	E_{23}	...	E_{2N}
:	:	:	:	...	:
TMU_M	E_{M1}	E_{M2}	E_{M3}	...	E_{MN}

26- Shannon Entropy
27- Terrain Mapping Unit (TMU)

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

در ادامه آنتروپی شاخص‌ها (E_j) از رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

رابطه (۳)

$$E_j = -K \sum_{i=1}^{m} \left(P_{ij} \times \ln P_{ij} \right)$$

در این رابطه:

E_j = آنتروپی هر شاخص

K= ضریب ثابت

و K به عنوان مقدار ثابت از رابطه (٤) محاسبه می‌گردد.

رابطه (٤)

$$K = \frac{1}{\ln M}$$

در این رابطه:

K= ضریب ثابت

$\ln M$ = لگاریتم نپرین تعداد واحدهای کاری (M)

در ادامه، مقدار d_j (درجه انحراف)[۲۸] از رابطه (۵) محاسبه می‌شود که بیان می‌کند شاخص مربوطه (j) چه میزان کارایی در فرآیند بیابانزدایی دارد. هرچه مقادیر اندازه‌گیری شده شاخصی به صفر نزدیک باشد، نشان دهنده آن است که واحدهای کاری رقیب از نظر آن شاخص تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند. لذا نقش آن شاخص در فرآیند بیابانزدایی باید به همان اندازه کاهش یابد.

رابطه (۵)

$$d_j = 1 - E_j \quad ; \forall_j$$

سپس مقدار اوزان شاخص‌ها از رابطه (٦) محاسبه می‌گردد.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j}; \quad \forall_j$$

رابطه (٦)

28- Degree of Diversification

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

بر مبنای این روش شاخصی که بیش‌ترین وزن را دارد بیش‌ترین نقش در فرآیند بیابان‌زدایی را نیز دارد (آذر و رجب‌زاده، ۱۳۸۱: ۱۲۳؛ شانون[29]، ۱۹٤۸: ٤۰۵-۳۹۱؛ آذر، ۱۳۸۰: ۷).

تعیین وزن نهائی یا شاخص توسعه یافتگی واحدهای مطالعاتی

پس از تعیین ضریب اهمیت شاخص‌ها، اولویت نهایی واحدها از مجموع سطری ضریب اولویت هر واحد یا به عبارتی از ضرب مولفه‌های ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیزه (Z_{ij}) در ضریب اهمیت شاخص‌ها (W_j) از رابطه (۷) به‌دست می‌آید (استمان و همکاران، ۱۹۹۵: ٥٤٤؛ وانگ و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۹۳٤) (جدول ٤).

رابطه (۷)

$$A = \sum_{j=1}^{n} W_j Z_{ij}$$

بر طبق مدل، واحدهای کاری بهینه، طبق رابطه (۷) واحدهایی هستند که بیش‌ترین ضریب اولویت را دارا باشند.

رابطه (۸)

$$A^* = \left\{ A_i \left| \max_i \frac{\sum_{j=1}^{n} W_j Z_{ij}}{W_j} \right. \right\} \quad ; \sum Wj \neq 1$$

$$A^* = \left\{ A_i \left| \max_i \sum_{j=1}^{n} WjZij \right. \right\} \quad ; \sum Wj = 1$$

جدول ٤- ماتریس توسعه یافتگی واحدهای کاری

$D.I_i$[30]	$\sum A_{ij}$	C_N	…	C_2	C_1	شاخص(j) / گزینه(i)
$D.I_1$	$\sum A_{1j}$	A_{1m}	…	A_{12}	A_{11}	TMU_1
$D.I_2$	$\sum A_{2j}$	A_{2m}	…	A_{22}	A_{21}	TMU_2
:	:	:	:	:	:	:
$D.I_n$	$\sum A_{nj}$	A_{nm}	…	A_{n2}	A_{n1}	TMU_M

29- Shannon
30- Desertification Intensity (DI)

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

تهیه نقشه پهنه‌بندی توسعه‌یافتگی واحدها

مطابق جدول توسعه یافتگی واحدها (جدول ٤) و با استفاده از نرم‌افزار Arc view$_{3.2a}$ اقدام به نقشه‌سازی میزان توسعه‌یافتگی شهرستان‌ها شد. به این صورت که در ابتدا نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ حاوی مرز استان و شهرستان‌ها اسکن شده، سپس مرز استان و شهرستان‌ها را با کمک نرم‌افزار فتوشاپ[۳۱] انتخاب و جدا و لایه مرز شکل گرفته را با فرمت Tiff ذخیره کردیم. در ادامه با کمک نرم‌افزار R2V ساختار رستری نقشه را به ساختار وکتوری تبدیل و نقشه وکتوری مرز در محیط Arc view وارد شد و سپس به منظور تهیه نقشه رتبه‌بندی شهرستان‌ها از لحاظ توسعه یافتگی، اطلاعات حاصل از جدول درجه توسعه‌یافتگی (جدول ٤) به جدول الحاقی به لایه مرز وارد شد و نقشه نهایی شکل گرفت.

یافته‌ها و بحث

بر مبنای مدل آنتروپی که در بخش روش تحقیق بیان شد طی مراحل ذیل اقدام به ارزیابی توسعه شهرستان‌های استان یزد از نظر شاخص‌های بیابان‌زدایی شد.

تعیین واحدهای کاری (شهرستان‌ها) و شاخص‌های ارزیابی (شاخص‌های بیابان‌زدایی)

در ابتدا به منظور ارزیابی عملکرد بیابان‌زدایی در سطح شهرستان‌های استان یزد، ده شهرستان، ابرکوه، اردکان، بافق، تفت، خاتم، صدوق، طبس، مهریز، میبد و یزد از نظرگاه شاخص‌های بیابان‌زدایی که عبارتند از، وسعت اراضی نهال‌کاری شده، وسعت اراضی تحت آبیاری و مراقبت، وسعت اراضی تحت حفاظت و قرق پوشش گیاهی، چاه‌ها و استخرهای ایجاد شده و وسعت طرح‌های بیابان‌زدایی تهیه یا اجرا شده بر مبنای فعالیت‌های مرکز ملی بیابان‌زدایی اداره کل جهاد کشاورزی استان یزد، مد نظر قرار گرفت.

تشکیل ماتریس داده‌ها

پس از تعیین شهرستان‌ها و شاخص‌های بیابان‌زدایی، در سطح شهرستان‌ها اقدام به جمع‌آوری نرخ عملکرد برمبنای آمارهای عملکردی قابل دسترس در طی سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸٦ مرکز ملی بیابان‌زدایی اداره کل جهاد کشاورزی

31- Photoshop

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

استان یزد، شد و در چارچوب مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه[۳۲] اقدام به تشکیل ماتریس داده‌ها شد که در (جدول ۵) نشان داده شده است.

جدول ۵- ماتریس شاخص‌های بیابان‌زدایی به تفکیک شهرستان‌های استان یزد طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۱

شاخص‌های بیابان‌زدایی / گزینه‌ها (شهرستان‌ها)	نهال‌کاری (هکتار)	آبیاری و مراقبت (هکتار)	حفاظت و قرق پوشش گیاهی (هکتار)	تجهیز چاه و استخر ذخیره آب (حلقه)	تهیه طرح بیابان‌زدایی (هکتار)
ابرکوه	۱۱٦٤	٤٦٨٣	٦٣٧٢٤	۳	۰
اردکان	٤۳۰	۱٥۹٦	۲۹٤۹۲	۳	۱۰۸۰۰۰
بافق	٤۷۰	٤٤٥۰	٥۰٦۷۰	٤	۹۲۰۰۰
تفت	۰	۰	۰	۰	۰
خاتم	۲۹۰	۲٥۱۹	۱٥٦۷٦	۱	۱٥٦۳٦
صدوق	۸٤۰	٥۱۲٥	۱٥٦۳٤۰	۳	۱٦۷۰۰
طبس	۲۲۳٥	٦۹۹٥	۱۹۸۸۸٤	۱	۰
مهریز	۰	۰	۰	۰	۰
میبد	۲۲٤۰	٦۷۲٥	٤۹٥٤۸	۱	۰
یزد	۰	۰	۰	۰	۰

جدول ٦- ماتریس نرمال شاخص‌های بیابان‌زدایی به تفکیک شهرستان‌های استان یزد طی سال‌های ۱۳۸٦-۱۳۸۱

شاخص‌های بیابان‌زدایی ◄ / گزینه‌ها (شهرستان‌ها) ▼	نهال‌کاری	آبیاری و مراقبت	حفاظت و قرق پوشش گیاهی	تجهیز چاه و استخر ذخیره	تهیه طرح بیابان‌زدایی
ابرکوه	۰/٤۹	۰/٥۷	۰/۱۱	۰/۹۸	-۰/٥۹
اردکان	-۰/٤۱	-۰/٦۲	-۰/٤۱	۰/۹۸	۲/۱۷
بافق	-۰/۳٦	۰/٤۸	-۰/۰۹	۱/٦۸	۱/۷٦
تفت	-۰/۹٤	-۱/۲٤	-۰/۸۷	-۱/۱۲	-۰/٥۹
خاتم	-۰/٥۸	-۰/۲۷	-۰/٦۳	-۰/٤۲	-۰/۱۹
صدوق	۰/۰۹	۰/۷٤	۱/٥۳	۰/۹۸	-۰/۱۷
طبس	۱/۷۹	۱/٤۷	۲/۱۹	-۰/٤۲	-۰/٥۹
مهریز	-۰/۹٤	-۱/۲٤	-۰/۸۷	-۱/۱۲	-۰/٥۹
میبد	۱/۸۰	۱/۳٦	-۰/۱۱	-۰/٤۲	-۰/٥۹
یزد	-۰/۹٤	-۱/۲٤	-۰/۸۷	-۱/۱۲	-۰/٥۹
$\overline{X}$	۷٦٦/۹	۳۲۰۹/۳	٥٦٤۳۳/٤	۱/٦	۲۳۲۳۳/٦
S	۸۱۷/٤۳	۲٥۸۱/۹٥	٦٥۰۷٥/۷	۱/٤۳	۳۹۰٥٥/٥۷

32- Multiple Attribute Decision Making (MADM)

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

نرمال‌سازی اعداد ماتریس داده‌ها

پس از تشکیل ماتریس داده‌ها به منظور یکسان کردن مقیاس داده‌ها یا به عبارتی بی‌مقیاس کردن[۳۳]، اقدام به نرمال‌سازی داده‌ها از رابطه (۱) گردید و بدین ترتیب" ماتریس نرمال شاخص‌های بیابانزدایی" شکل گرفت (جدول ٦).

تشکیل ماتریس آنتروپی شاخص‌ها

بر مبنای ماتریس نرمال شاخص‌های بیابانزدایی (جدول ٦) و از رابطه ۲، "ماتریس آنتروپی شاخص‌های بیابانزدایی نسبت به هر شهرستان" برآورد شد (جدول ۷).

جدول ۷- ماتریس آنتروپی شاخص‌های بیابانزدایی نسبت به هر شهرستان

شاخص‌های بیابانزدایی ◄ گزینه‌ها (شهرستان‌ها) ▼	نهال‌کاری	آبیاری و مراقبت	حفاظت و قرق پوشش گیاهی	تجهیز چاه و استخر ذخیره آب	تهیه طرح بیابانزدایی
ابرکوه	-۰/۳٤۹٥	-۰/۳۲۰٤	-۰/۲٤۲۸	۰/۰۱۹۸	۰/۳۱۱۳
اردکان	۰/۳٦٥٥	۰/۲۹٦٤	۰/۳٦٥٥	۰/۰۱۹۸	۱/٦۸۱۲
بافق	۰/۳٦۷۸	-۰/۳٥۲۳	۰/۲۱٦۷	۰/۸۷۱٦	۰/۹۹٤۹
تفت	۰/۰٥۸۲	-۰/۲٦٦۷	۰/۱۲۱۲	-۰/۱۲٦۹	۰/۳۱۱۳
خاتم	۰/۳۱٥۹	۰/۳٥۳٥	۰/۲۹۱۱	۰/۳٦٤۳	۰/۳۱٥٥
صدوق	-۰/۲۱٦۷	-۰/۲۲۲۸	۰/٦٥۰۷	۰/۰۱۹۸	۰/۳۰۱۲
طبس	۱/۰٤۲۲	۰/٥٦٦۳	۱/۷۱٦۷	۰/۳٦٤۳	۰/۳۱۱۳
مهریز	۰/۰٥۸۲	-۰/۲٦٦۷	۰/۱۲۱۲	-۰/۱۲٦۹	۰/۳۱۱۳
میبد	۱/۰٥۸۰	۰/٤۱۸۲	-۰/۲٤۲۸	۰/۳٦٤۳	۰/۳۱۱۳
یزد	۰/۰٥۸۲	-۰/۲٦٦۷	۰/۱۲۱۲	-۰/۱۲٦۹	۰/۳۱۱۳
مجموع	۲/۷٥۷۸	-۰/۰٦۱۲	۳/۱۱۸۷	۱/٦٤۳۲	٥/۱٦۰٦

برآورد آنتروپی شاخص‌ها (E_j) ، درجه انحراف (d_j) و اهمیت شاخص‌ها نسبت به هم (W_j)

در ادامه آنتروپی شاخص‌های مطرح در بیابانزدایی (E_j) از رابطه (۳) محاسبه شد و با محاسبه درجه انحراف (d_j) و اوزان شاخص‌ها (W_j) از روابط (٥) و (٦) اهمیت شاخص‌های مطرح در فرآیند بیابانزدایی در منطقه خضرآباد مطابق (جدول ۸) برآورد شد.

33- Ineommensurable

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

جدول ۸- برآورد آنتروپی، درجه انحراف و اوزان شاخص‌های مطرح در بیابان‌زدایی

شاخص‌ها (I) ◄	نهال کاری	آبیاری و مراقبت	حفاظت و قرق پوشش گیاهی	تجهیز چاه و استخر ذخیره آب	تهیه طرح بیابان‌زدایی
E_j	-۱/۱۹۷۷	۰/۰۲٦٦	-۱/۳٥٤٤	-۰/۷۱۳٦	-۲/۲٤۱۲
d_j	۲/۱۹۷۷	۰/۹۷۳٤	۲/۳٥٤٤	۱/۷۱۳٦	۳/۲٤۱۲
W_j	۰/۲۰۹۷	۰/۰۹۲۹	۰/۲۲٤٦	۰/۱٦۳٥	۰/۳۰۹۳

رتبه‌بندی نهایی توسعه یافتگی شهرستان‌ها از دیدگاه بیابان‌زدایی

پس از تعیین ضریب اهمیت شاخص‌ها، اولویت نهایی راهبردها بر مبنای رابطه (۷) از ضرب مؤلفه‌های ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیزه گروهی (جدول ٦) در ضریب اهمیت شاخص‌ها (جدول ۸) و تشکیل ماتریس ضریب اولویت واحدها نسبت به هر شاخص شکل گرفت که در نهایت از مجموع سطری ضریب اولویت هر واحد، اولویت نهایی واحدها برآورد شد (جدول ۹).

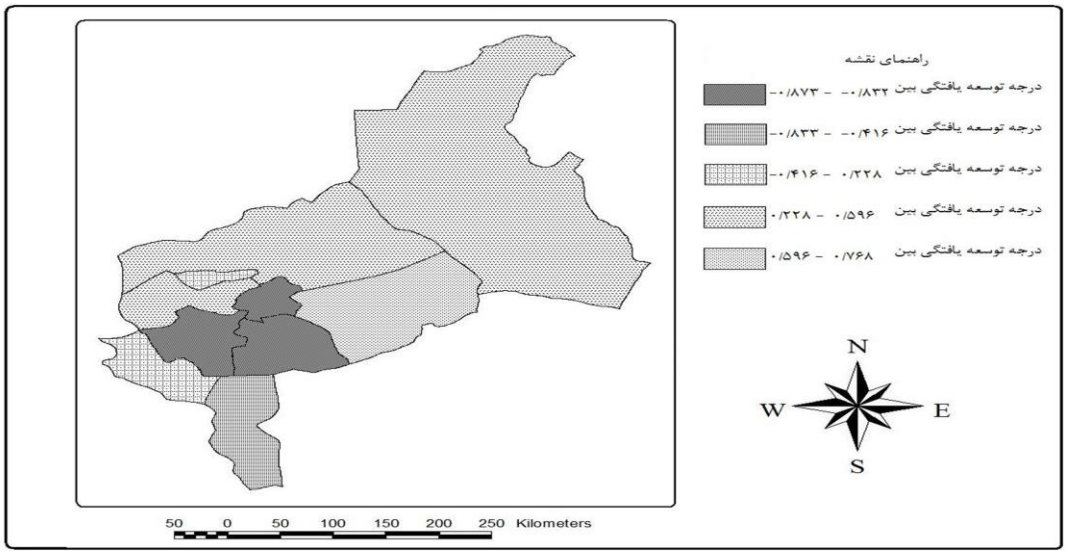
جدول ۹- ماتریس ضریب اولویت واحدها و تعیین اولویت نهایی

شاخص‌ها(I) ◄ راهبردها(A) ▼	نهال‌کاری	آبیاری و مراقبت	حفاظت و قرق پوشش گیاهی	تجهیز چاه و استخر ذخیره آب	تهیه طرح بیابان‌زدایی	اولویت نهایی
ابرکوه	۰/۱۰۲۷	۰/۰٥۲۹	۰/۰۲٥	۰/۱٦۰۲	-۰/۱۸۲٥	۰/۱٥۸۳
اردکان	-۰/۰۸٦	-۰/۰٥۷٦	-۰/۰۹۲۱	۰/۱٦۰۲	۰/٦۷۱۲	۰/٥۹٥۷
بافق	-۰/۰۷٥٥	-۰/۰۲۰۲	-۰/۰۲۰۲	۰/۲۷٤۷	۰/٥٤٤٤	۰/۷٦۷۹
تفت	-۰/۱۹۷۱	-۰/۱۹٥٤	-۰/۱۹٥٤	-۰/۱۸۳۱	-۰/۱۸۲٥	-۰/۸۷۳۳
خاتم	-۰/۱۲۱٦	-۰/۱٤۱٥	-۰/۱٤۱٥	-۰/۰٦۸۷	-۰/۰٥۸۸	-۰/٤۱٥٦
صدوق	۰/۰۱۸۹	۰/۳٤۳٦	۰/۳٤۳٦	۰/۱٦۰۲	-۰/۰٥۲٦	۰/٥۳۸۹
طبس	۰/۳۷٥٤	۰/٤۹۱۸	۰/٤۹۱۸	-۰/۰٦۸۷	-۰/۱۸۲٥	۰/٤۷۹٥
مهریز	-۰/۱۹۷۱	-۰/۱۹٥٤	-۰/۱۹٥٤	-۰/۱۸۳۱	-۰/۱۸۲٥	-۰/۸۷۳۳
میبد	۰/۳۷۷٥	-۰/۰۲٤۷	-۰/۰۲٤۷	-۰/۰٦۸۷	-۰/۱۸۲٥	۰/۲۲۷۹
یزد	-۰/۱۹۷۱	-۰/۱۹٥٤	-۰/۱۹٥٤	-۰/۱۸۳۱	-۰/۱۸۲٥	-۰/۸۷۳۳

تهیه نقشه توسعه یافتگی شهرستان‌ها بر مبنای شاخص‌های بیابان‌زدایی

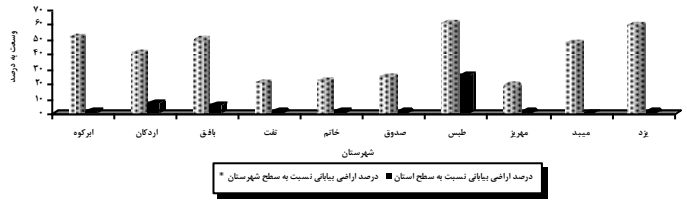
به منظور سهولت و دقت در تجزیه و تحلیل داده‌ها و دستیابی به نتایج، مطابق ادبیات تحقیق، بر مبنای ماتریس درجه توسعه یافتگی شهرستان‌ها (جدول ۹) و با استفاده از نرم‌افزار $\text{Arc view}_{3.2a}$ اقدام به نقشه سازی میزان توسعه‌یافتگی شهرستان‌ها شد (شکل ۲).

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026



شکل ۲: رتبه‌بندی شهرستان‌های استان یزد از لحاظ شاخص‌های بیابانزدایی

بر اساس مراحل اجرایی مدل آنتروپی شانون و در راستای ارزیابی توسعه یافتگی شهرستان‌های استان یزد در زمینه فعالیت‌های بیابانزدایی به نتایج کاربردی مهمی به شرح ذیل دست یافته شد، که با توجه به آن‌ها می‌توان به صورت بهینه اقدام به برنامه‌ریزی به منظور بهبود و متعادل ساختن فعالیت‌های اجرایی بیابانزدایی در سطح شهرستان‌ها نمود. با در نظر گرفتن مجموع شاخص‌ها و با تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته و تلفیق نتایج، (شکل ۲) و (جدول ۹) به طور کلی مشاهده می‌شود که شهرستان‌های بافق، اردکان و صدوق به ترتیب با درجه توسعه یافتگی ۰/۷۶۷۹، ۰/۵۹۵۷ و ۰/۵۳۸۹ از مناسب‌ترین وضعیت برخوردارند و شهرستان‌های طبس، میبد و ابرکوه به ترتیب با درجه توسعه ۰/٤٧٤٩، ۰/۲۲۷۹ و ۰/۱۵۸۳ در درجات بعدی از نظر توسعه‌یافتگی فعالیت‌های بیابانزدایی قرار دارند. درحالی‌که شهرستان خاتم با درجه توسعه یافتگی ۰/٤١٥٦- از وضعیت نامناسبی برخوردار است، و شهرستان‌های یزد، تفت و مهریز از محروم‌ترین شهرستان‌ها از حیث مجموع شاخص‌ها می‌باشند (شکل ۲).



شکل۳: نمودار مقایسه‌ای وسعت اراضی بیابانی نسبت به سطح شهرستان و استان به درصد

(ماخذ: سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۱)

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

نتیجه‌گیری

تعادل بخشی به سطوح توسعه در واحدهای مطالعاتی از دیدگاه بیابانزدایی لازمه دستیابی به پایداری در این حوزه است که مستلزم شناسایی سطوح توسعه می‌باشد. در این میان همان طور که در ادبیات تحقیق ذکر آن رفت، در این زمینه مطالعات سیستماتیک و نظام‌اند به انجام نرسیده و تنها پژوهش انجام شده ارزیابی سطوح توسعه با استفاده از مدل تاکسنومی عددی (صادقی‌روش و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۵۹-۱٤۷) بوده است. نتایج حاصل از کاربرد مدل تاکسنومی در پهنه‌بندی توسعه‌یافتگی تا حدود زیادی همانند نتایج حاصل از مدل آنتروپی شانون می‌باشد. هر چند تغییرات جزئی در رتبه‌بندی توسعه یافتگی شهرستان‌ها حاصل از دو مدل مشاهده شد. همچنین به نظر می‌رسد از آنجا که در این روش علاوه بر ارزش هر شاخص در هر یگان مطالعاتی، اولویت شاخص‌ها نسبت به هم در دستیابی به نتایج مورد توجه قرار می‌گیرد. این مدل از نظر دستیابی به نتایج صحیح‌تر، ارجح بر مدل تاکسنومی باشد.

جدول ۱۰- منابع با لقوه تحت تأثیر فرآیند بیابانزایی

شهرستان	اراضی کشاورزی (h)	جنگل دست کاشت (h)	مرتع طبیعی (h)	طول راه‌ها (km)	تعداد کارگاه (۱۰ نفر <)	تعداد مراکز مسکونی شهری	تراکم جمعیت (n/km^2)	تراکم آبادی ($n/10km^2$)
ابرکوه	۲۸٤۰٦	۲۵۰۰	۲۱۵۰۰۰	۱۸۱	۲	۲	۷/۹	۰/۸۳
اردکان	۲۲۱۸۲	۵۱۵۱۷	۸۱۵۰۰۰	٤۸۱	۳۰	۲	۲/٦	۰/۲٤
بافق	۱۸۹۳۳	۷۹۷۵۰	۸۷۳۰۰۰	۳۳۷	۱	۲	۳/۲	۰/۳۹
تفت	٤۹۳۷۵	٤۰۸۹۸	٤۲۰۰۰۰	۲٦۷	٦	۲	۸/۹	۲/٤۸
خاتم	۳۸۲۹۵	٦۱۳۳۵	۵۰۰۰۰۰	۱٦٤	۰	۲	۳/۷	۰/٦۹
صدوق	۹٦٦٤	۹۸۸	٤٦۰۰۰۰	٦٦	۱۰	۳	۵	۰/۵۵
طبس	۱۷۵۹۵	۱٦۸۰۰۰	۱٦۷۳٤۰۰	۱۰۱۳	٤	۲	۱/۱٦	۰/۱۲
مهریز	۲۹۰٦۲	۲۰۵۷۲	٤۵۵۰۰۰	۱۷۹	۱۱	۱	٦/۷۸	۰/٦۹
میبد	۱۰٤۰٦	۸۰۰	۸۰۰۰۰	۳۰	۳۵	۱	۵۰/۷	۱/۰٦
یزد	۱۲۸۲۰	۰	٦۰۰۰۰	۸۸	۲۵٤	٤	۱۸٤/۷	۰/۷۵

(ماخذ: اداره کل جهاد کشاورزی استان یزد، ۱۳۸٤ و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۳)

به طور کلی بررسی و تحلیل صورت گرفته نشان می‌دهد که سه شهرستان یزد، تفت و مهریز مشترکا با درجه توسعه یافتگی ۰/۸۷- دارای نامساعدترین و ناپایدارترین شرایط هستند. در این بین اگر چه وسعت اراضی بیابانی شهرستان تفت و مهریز (به ترتیب معادل ۱۲۰ و ۱۲٤هزار هکتار) و نسبت آن به کل اراضی شهرستان‌های مذکور (به ترتیب

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

معادل ۲۰/۷٤ و۱۸/۳۸ درصد) ناچیز است (شکل ۳) که این محدودیت فعالیت صورت گرفته در زمینه بیابانزدایی را توجیه می‌کند، در عین حال، به دلیل وجود منابع بالقوه قابل توجه تحت تأثیر بیابانزایی ازجمله اراضی کشاورزی، مراکز صنعتی، تراکم جمعیت و مراکز جمعیتی، اثرات توسعه شرایط بیابانی می‌تواند قابل توجه باشد (جدول ۱۰). از طرف دیگر در شهرستان یزد نیز علی‌رغم این که وسعت اراضی بیابانی ناچیز است (۱٤٥ هزار هکتار) (شکل ۳). وسعت اراضی بیابانی نسبت به وسعت شهرستان بالاست (۵۸/٦ درصد) (شکل ۱۰)، علاوه بر این، این شهرستان مرکز سیاسی استان بوده و در محدوده این شهرستان منابع بالقوه زیادی از جمله مراکز صنعتی و جمعیتی زیادی تحت تأثیر بیابانزایی می‌باشند.

شهرستان خاتم با درجه توسعه ۰/٤۲- نیز بعد از سه شهرستان ذکر شده از وضعیت نامناسب و ناپایداری برخوردار است که با توجه به این که این شهرستان بعد از شهرستان تفت واجد بیش‌ترین اراضی کشاورزی می‌باشد (معادل ۳۸ هزار هکتار)، از این حیث می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد. شهرستان‌های ابرکوه و میبد به ترتیب با درجه توسعه ۰/۱٦ و ۰/۲۳ از وضعیت نسبتا نامناسبی برخوردار است. علیرغم ناچیز بودن وسعت اراضی بیابانی (۲۷٤ و ۵۷ هزار هکتار) در این شهرستان‌ها، از آنجا که نسبت اراضی بیابانی این شهرستان‌ها نسبت به کل اراضی آن‌ها بالاست (۵۰/۷۳ و ٤٦/۹٦) (شکل ۱۰) و با توجه به نزدیک بودن به مراکز سیاسی و جمعیتی استان، منابع بالقوه زیادی از جمله راه‌های مواصلاتی، کارگاه‌های صنعتی، مراتع و اراضی کشاورزی تحت خطر بیابانزایی قرار دارد (جدول ۱۰).

در ادامه تحلیل‌های صورت گرفته نشان داد که از نظر مجموع شاخص‌ها شهرستان‌های بافق، اردکان و صدوق به ترتیب با درجه توسعه ۰/۷۷، ۰/۵۹، ۰/۵٤ از توسعه مناسبی در زمینه شاخص‌های بیابانزدایی برخوردارند با توجه به این که در شهرستان‌های مذکور وسعت اراضی بیابانی (به ترتیب ۷۳٦، ۹۲۱ و ۱۳۹ هزار هکتار) و نسبت آن به وسعت اراضی شهرستان و استان بالا بوده (به ترتیب ٤۸/۹۱، ۵/۷۳، ۳۹/۸۹، ۷/۱۷ و ۲٤/۷۳، ۱/۰۸) و منابع بالقوه تحت تأثیر نیز قابل توجه می‌باشند (شکل ۳ و جدول ۱۰)، وضعیت شاخص‌های بیابانزدایی در این شهرستان‌ها مثبت ارزیابی می‌شود.

با توجه به مباحثی که به اجمال مطرح شد، لازم است در برنامه‌ریزی‌ها و سرمایه‌گذاری‌های آتی به منظور دستیابی به توسعه پایدار بیابانزدایی به ترتیب نتایج حاصله در زمینه توسعه فعلی شاخص‌های بیابانزدایی، منابع بالقوه تحت خطر بیابانزایی و وسعت اراضی بیابانی مورد توجه قرار گیرد.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

منابع

- ابراهیم‌زاده، ع؛ رفیعی، ق (۱۳۸۸)، «تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی-فضایی شهر مرودشت با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن و ارائه الگوی گسترش مطلوب آتی آن»، ***فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی***، شماره ٦٩، صص ۱۳۸-۱۲۳.

- احمدی، ح (۱۳۸٤)، «***ژئومورفولوژی کاربردی، بیابان و فرسایش بادی***»، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۳٤ ص.

- اداره کل جهاد کشاورزی استان یزد (۱۳۸٤)، «***سیمای بخش کشاورزی استان یزد***»، مدیریت طرح و برنامه‌ریزی استان یزد، ١٦٥ ص.

- آذر، ع (۱۳۸۰)، «بسط و توسعه روش آنتروپی شانون برای پردازش داده‌ها در تحلیل محتوی»، ***فصلنامه علوم انسانی دانشگاه الزهرا (س)***، شماره ۳۷ و ۳۸، صص ۱۸-۱.

- آذر، ع؛ رجب‌زاده، ع (۱۳۸۱)، «***تصمیم‌گیری کاربردی، رویکرد MADM***»، تهران، نشر نگاه، ۱۸۳ ص.

- اصغر پور، م. ج (۱۳۸۹)، « ***تصمیم‌گیری چند معیاره***»، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۹۹ ص.

- بدری، س. ع (۱۳٦۹)، «مکان‌یابی مراکز توسعه روستایی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

- حسینی، س. ع؛ ویسی، ر؛ محمدی، م (۱۳۹۱)، «پهنه‌بندی جغرافیایی محدودیت‌های توسعه کالبدی شهر رشت با استفاده از GIS»، چهارمین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، ۲۰ و ۲۱ اردیبهشت ماه ۱۳۹۱، مشهد مقدس، صص ٥١-٣٤.

- حکمت‌نیا، ح؛ موسوی، م. ن (۱۳۸٥)، «***کاربرد مدل در جغرافیا با تاکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای***»، تهران، انتشارات علم نوین، ۳۲۰ ص.

- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (۱۳۸٤)، «خلاصه برنامه مدیریت مناطق بیابانی کشور (۱٤۰۳-۱۳۸٤)»، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ٦٥ ص.

- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (۱۳۸۱)، «طرح شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت‌های اجرایی کشور»، تهران، معاونت امور مراتع و خاک، دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی، ٥٧٠ ص.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۸۳)، «طرح مطالعات جامع استان یزد»، یزد، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان یزد، ۳۲۷ ص.

- صادقی روش، م. ح (۱۳۹۲)، «کاربرد مدل موریس در طبقه‌بندی و تحلیل توسعه یافتگی بیابان‌زدایی در سطح شهرستان‌های استان یزد»، ***فصلنامه مدیریت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست***، شماره ۱، صص ۳۵-۲۳.

- طحاری مهرجردی، م. ح؛ بابایی میبدی، ح؛ مروتی شریف‌آبادی، ع (۱۳۹۱)، «رتبه‌بندی استان‌های کشور جمهوری اسلامی ایران از لحاظ دسترسی به شاخص‌های بخش بهداشت و درمان»، ***مدیریت اطلاعات سلامت***، شماره ۳، صص ۳٦۹- ۳٥٦.

- محامدپور، م؛ اصغری زاده، ع. ا (۱۳۸۷)، «تلفیق مدل‌های MAUT و MBSC برای ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی پژوهشکده‌های مرکز تحقیقات مخابرات ایران»، سومین کنفرانس ملی مدیریت عملکرد، ۲۵ تا ۲٦ اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۷، مرکز همایش‌های علمی جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، صص ۱۸-۱.

- محمدی، ج؛ ایزدی، ملیحه (۱۳۹۰)، «رتبه‌بندی مناطق شهر اصفهان از لحاظ شاخص‌های فرهنگی بر اساس تصمیم‌گیری چند شاخصه»، ***فصلنامه رفاه اجتماعی***، شماره ٤٤، صص ۱۹۸-۱۷٥.

- محمدی، ع؛ مولایی، ن (۱۳۸۹)، «کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها»، ***مدیریت صنعتی***، شماره ٤، صص ۱۲٥ تا ۱٤۲.

- مختاری ملک‌آبادی، رضا؛ اجزاء شکوهی، م؛ قاسمی، ی (۱۳۹۱)، «تحلیل الگوی گسترش شهر بهشهر بر اساس مدل‌های کمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای»، ***مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری***، شماره ۸ ، صص ۱۱۲- ۹۳.

- مشکوه، م. ع؛ رهبر، ا (۱۳۷۷)، «روشی موقت برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی»، تهران، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۱۱٤ ص.

- مقیمی، ا؛ باقری سیدشکری، س؛ صفر راد، ط (۱۳۹۱)، «پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از مدل آنتروپی، مطالعه موردی: تاقدیس نسار زاگرس شمال غربی»، ***پژوهش‌های جغرافیای طبیعی***، شماره ۷۹، صص ۹۰- ۷۷.

- میر، س. ج (۱۳۷۱)، «***رهنمود هایی برای برنامه‌ریزی مراکز روستایی***»، تهران، انتشارات روستا و توسعه، ۲۷۰ ص.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

- میرغفوری، س. ح. ا؛ طهاری مهرجردی، م. ح؛ بابایی، ح (۱۳۸۹)، «شناسایی وضعیت توسعه یافتگی و رتبه‌بندی استان‌های کشور از لحاظ دسترسی به شاخص‌های بخش کتابخانه»، ***فصلنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی***، شماره ۳، صص ۲۷۱- ۲۴۳.

- میرکتولی، ج؛ قدمی، م؛ مهدیان بهنمیری، م؛ محمدی، س (۱۳۹۰)، «مطالعه و بررسی روند و گسترش کالبدی-فضایی شهر بابلسر با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن»، ***چشم‌انداز جغرافیایی (مطالعات انسانی)***، شماره ۱۶، صص ۱۳۳- ۱۱۵.

- والمحمدی، چ؛ فیروزه، ن (۱۳۸۹)، «ارزیابی عملکرد سازمان با استفاده از تکنیک BSC»، ***فصلنامه مدیریت***، شماره ۱۸، صص ۸۷- ۷۲.

- Bednarik, M,. Magulova, B,. Matys, M., Marschalko, M., (2010), "Landslide susceptibility assessment of the Kral ovany–Liptovsky Mikulas Railway Case Study", ***Journal of Physics and Chemistry of the Earth***, 35 (3-5): 162-171.

- Copus, A, K., Crabtree, J, R., (1999) "Indicators of socio - economic sustainability: An application to remote rural scotland", ***Journal of Rural Studies***, 12: 41-54.

- Deka, J,. Tripathi, O. P., Latif Khan, M., (2012), "Urban growth trend analysis using Shannon Entropy approach– A case study in North-East India", ***International Journal of Geomatics and Geosciences***, 2 (4): 1062-1068.

- Eastman, R., Jin, W., Kyem, P. A., Toledano, J., (1995) "Raster procedures for Multi-Criteria/ Multi-Objective Decisions", ***Journal of Photogrammetric Engineering & Remote Sensing***. 61 (5): 539- 547.

- EScap (economic and social commission for asia and the pacific),. (1994), ***Guidelines for Rural Center Planning***, United Nation Press, 542 p.

- Fuhrman, S., Cunningham, M. J., Wen, X., Zweiger, G., Seilhamer, J. J., Somogyi, R., (2000), "The application of Shannon entropy in the identification of putative drug targets", ***Journal of Bio Systems***, 55 (1-3): 5–14.

- Ibáñez, J, J., De-Alba, S., Lobo, A.d., Zucarello, V., (1998) "Pedodiversity and global soil patterns at coarse scales, with discussion", ***Journal of Geoderma***, 83 (3-4): 171–192.

- Iran, Unep, FAO, (1999), "Desertification and its Control in Iran", International Expert Meeting on Special Needs and Reguirements of Developing Countris with low forest cover and unique types of forestes, Teheran, Iran, October 4-8. 1999 [on line]: http://www.fao.org/docrep/meeting/x4935e.htm

- Janow, R., (2003), "Shannon Entropy Applied to Productivity of Organizations", Proc, of the The Engineering Management Conference, New York, USA, Novamber 2-4, 2003. pp: 25-29.

- Joshi, P. K., Lele, N., Agarwal, S. P., (2006), "Entropy as an indicator of fragmented landscape- Northeast India case study", ***Journal of Current Science***, 91(3): 276-278.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 4:36 IRDT on Sunday June 21st 2026

- Jost, L., DeVries, P.,. Walla, T., Greeney, H., Chao, A., (2010), "Partitioning diversity for conservation analyses", ***Journal of Diversity and Distributions***,16 (1): 65–76.
- Marcon, E., Hérault, B., Baraloto, C., Lang, G., (2012), "The decomposition of Shannon's entropy and a confidence interval for beta diversity", ***Journal of Oikos***. 121(4): 516–522.
- Minasny, B., McBratney, A, B., Hartemink, A, E., (2010), "Global pedodiversity, taxonomic distance, and the World Reference Base", ***Journal of Geoderma***, 155 (3–4) : 132–139.
- Mobaraki, O., Mohammadi, J., Zarabi, A., (2012), "Urban form and sustainable development: The Case of Urmia City", ***Journal of Geography and Geology***, 4 (2): 1-12.
- Ogesan, K., Jorgensen, T., Albregtsen, F., Tveter, K. J., Danielsen, H, E., (1996) "Entropy-based texture analysis of chromatin structure in advanced prostate cancer"**, *Journal of* Cytometry**, 24 (3): 268-276.
- Petersen, A., Gröngröft, A., Miehlich, G., (2010), "Methods toquantify thepedodiversityof 1 km2 areas- results from southern African drylands", ***Journal of Geoderma***, 155 (3-4): 140–146.
- Pharwaha, A. P. S., Singh, B., (2009), "Shannon and Non-Shannon measures of entropy for statistical texture feature extraction in digitized mammograms", Proc. of the World Congress on Computer Science and Engineering, Las Vegas, Nevada, USA, July 13-17, 2009. pp: 1286-1291.
- Sabet Sarvestani, M., Latif, I., Pavlos, K., (2011), "Three decades of urban growth in the city of Shiraz, Iran: A remote sensing and geographic information systems application", ***Journal of Cities***, 28 (4): 320–329.
- Sadeghi Ravesh, M. H., Ahmadi, H., Zehtabianc, G. R., Tahmoures, M., (2013) "Application of Numerical Taxonomy Analysis in Sustainable Development Planning of Combating Desertification", ***Desert***, 17: 147-159.
- Shannon, C. E., (1948), "A Mathematical Theory of Communication", ***Bell System Technical Journal***, 27 (3): 379–423.
- Soleimani-damaneh, M., Zarepisheh, M., (2009), "Shannons entropy combining the efficiency results of different DEA models: Method and application", ***Journal of Expert System with Applications***. 36 (3): 5146-5150.
- Sudhira, H. S., Ramachandra, T, V., Jagadish, K, S., (2004), "Urban sprawl: metrics, dynamics and modeling using GIS", ***International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation***, 5 (1): 29–39.
- Sun, H., Forsythe, W., Waters, N., (2007), "Modeling Urban Land Use Change and Urban Sprawl: Calgary, Alberta, Canada", ***Journal of Network and Spatial Economics***, 7 (4): 353–376.
- Wang, X. D., Zhong, X. H., Liu, S. Z., Wang, Z.Y., Li, M. H., (2008), "Regional assessment of environmental vulnerability in the Tibetan Plateau: Development and application of a new method", ***Journal of Arid Environment***. 72 (10): 1929-1939.
- UNEP (United Nations Environmental Program), (1992), "***Word Atlas of Desertification***", editorial commentary by N. J. Middleton and D. S. G. Thomas Arnold: London. 69 pages.