

ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی شهر طبس بر اساس شاخص‌های بیابان‌زایی تکنوژنیک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

محمد نادی^۱، سعیده کلانتری*^۲، علیرضا خوانین‌زاده^۳، مهدی تازه^۴

چکیده

بیابان‌زایی ناشی از توسعه شهری یا تکنوژنیک در اثر دخالت‌های بشری و تغییرات کاربری اراضی صورت می‌گیرد که به عنوان یک معضل جدی، مطرح است. افزایش جمعیت علاوه بر تسریع تخریب زمین، باعث بهره‌برداری نابجا از اراضی می‌شود. در پژوهش حاضر با استفاده از تصاویر سنجنده TM ماهواره‌های لندست ۴ و ۵ و سنجنده‌های OLI و TIRS ماهواره لندست ۸ سال ۲۰۱۷، روند تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر طبس مورد بررسی قرار گرفت. محدوده مطالعاتی به ۶ واحد کاری تقسیم گردید و با استفاده از مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی (IMDPA) معیار و شاخص‌های تکنوژنیک مورد مطالعه قرار گرفت و در نهایت ارزش عددی شاخص‌های معیار توسعه شهری و صنعتی (نسبت اراضی انسان ساخت به زراعی و باغی، نسبت اراضی انسان ساخت به باغی و جنگلی یا فضای سبز، شاخص میزان سرانه فضای سبز، درصد مناطق جاده‌سازی شده و تراکم جاده، نسبت پذیرش جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل) برای کل منطقه در هر دو زمان محاسبه شد. بررسی‌ها نشان داد که طی سال‌های مورد مطالعه سطح عوارض انسان ساخت ۵/۶۸ درصد افزایش داشته از طرفی اراضی زراعی هم حدود ۵/۹ درصد افزایش نشان داده است. همچنین در منطقه مورد مطالعه، شاخص نسبت اراضی انسان ساخت به باغی و جنگلی یا فضای سبز و شاخص سرانه فضای سبز به ترتیب با ارزش عددی ۰/۹۲ و ۹/۱۴ بیشترین تاثیر در سال ۱۹۸۶ و شاخص نسبت اراضی انسان ساخت به زراعی و باغی و شاخص تراکم جاده به ترتیب با ارزش عددی ۰/۷۹ و ۱/۹۵ در سال ۲۰۱۷ کم‌ترین تاثیر را در بیابان‌زایی تکنوژنیک منطقه دارد. براساس پنج شاخص مورد بررسی، ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه در سال ۱۹۸۶، ۱/۸۹ که در کلاس متوسط بیابان‌زایی و سال ۲۰۱۷، ۷/۱۳ که در کلاس بسیار شدید بیابان‌زایی قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: تغییرات کاربری اراضی، توسعه شهری و صنعتی، معیار تکنوژنیک، دخالت‌های بشری.

مقاله پژوهشی

۱. کارشناسی ارشد بیابان‌زایی، گروه طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

m-nadi@yahoo.com

۲. استادیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

skalantari@ardakan.ac.ir

* نویسنده مسئول

۳. استادیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

akhavaninzadeh@ardakan.ac.ir

۴. دانشیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

mtazeh@ardakan.ac.ir

شناسه مقاله: ۲۲۰۵-۱۰۲۵

شماره صفحه پایایی: ۱۷۲-۱۸۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۱

انتشار آنلاین: ۱۴۰۱/۰۶/۲۶

زمان پذیرش: ۹۶ روز

استناددهی:

نادی، م.، کلانتری، س.، خوانین‌زاده، ع.، و تازه، م. (۱۴۰۱). ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی شهر طبس بر اساس شاخص‌های بیابان‌زایی تکنوژنیک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، (۲)، ۳۴-۴۵.

۱- مقدمه

بیابان‌زایی ناشی از توسعه شهری یا تکنوژنیک در اثر دخالت‌های بشری و تغییرات کاربری اراضی، بدون رعایت برنامه‌های آمایش سرزمین صورت می‌گیرد که به عنوان یک معضل جدی، گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای در حال توسعه است. یکی از مشکلات اساسی که جهان با آن مواجه است، افزایش سریع جمعیت است. افزایش جمعیت علاوه بر تسریع تخریب زمین، باعث بهره‌برداری نابجا از زمین‌های خوب کشاورزی به منظورهای غیر کشاورزی مانند ساختن شهرک‌ها، تأسیسات و جاده‌ها می‌شود (شفیعی و همکاران، ۱۴۰۰).

بر پایه بررسی‌های انجام یافته توسط فائو^۱ و برنامه محیط زیست ملل متحد^۲ در سال ۲۰۰۱، بیش از یکصد کشور جهان و بیش از ۳۳ درصد از سطح اراضی زمین تحت تأثیر تخریب اراضی و بیابان‌زایی قرار دارند. در حدود ۹۳ درصد از مراتع در مناطق خشک به همراه ۴۷ درصد از اراضی کشاورزی دیم حاشیه مناطق خشک و درصد معنی‌داری از اراضی کشاورزی در این مناطق در معرض تخریب هستند (کارگران و همکاران، ۱۳۹۵). اکنون نخستین گام در اجرای فعالیت بیابان‌زدایی، جلوگیری از گسترش بیابان می‌باشد که باید متکی بر شناخت پدیده‌هایی باشد که هم به طور جداگانه و هم در کنش با یکدیگر در یک ناحیه تغییراتی را به وجود می‌آورند و منجر به بیابان‌زایی می‌شوند (FAO, 2002). شهرهای ایران در طول تاریخ حیات خود، همراه با افزایش آرام و تدریجی جمعیت خود و در پی رفع نیازهای سکونتی، خدماتی، تفریحی و جمعیت ساکن، دست به افزایش محدوده خود زدند. اما در سال‌های اخیر، رابطه میان جمعیت ساکن و محدوده تحت تصرف آنها از حالت تعادل خارج شده و رشد شهرها از حالت منطقی به رشد سریع و غیر منطقی تبدیل شده است. این افزایش جمعیت، کاهش منابع، مسائل تخریب خاک و بیابان‌زایی، روز به روز اهمیت و جلوه بیشتری پیدا می‌کند (تازه و همکاران، ۱۳۹۷).

گسترش شهرها و توسعه صنعتی موجب تخریب زمین‌های کشاورزی، مراتع، جنگل‌ها، و در کل کاهش توان اکولوژیک و بیولوژیک می‌گردد که از آن به عنوان بیابان‌زایی نیز یاد می‌شود. بیابان‌زایی عبارتست از کاهش استعداد اراضی در اثر یک یا ترکیبی از فرآیندهای بیابان‌زایی از قبیل فرسایش، تخریب منابع آب، تخریب پوشش گیاهی، باتلاقی شدن و غیره، توسط عوامل اقلیمی و انسانی که در این میان عوامل انسانی در پدیدار شدن پدیده بیابان‌زایی نقش اصلی و کلیدی را دارا می‌باشد. زیرا علاوه بر تأثیر مستقیم خود، موجب تحریک عوامل محیطی بالقوه شده و بیابان‌زایی را تسریع می‌کند. به طوری که فرسایش، جنگل‌زدایی، مسمومیت و آلودگی زمین‌ها (آب و خاک) که سلامت جامعه را به مخاطره می‌اندازند، در بیشتر موارد به خاطر استفاده غیر اصولی از زمین رخ می‌دهد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۱). تخریب زمین و مشکلات ناشی از آن همواره مورد توجه است، به طوری که برای مدیریت پایدار زیست‌محیطی و انجام فعالیت‌های مرتبط با محیط زیست، به پایش و ارزیابی همیشگی این فرایند نیاز می‌باشد (خسروی و همکاران، ۱۳۹۸).

برای انجام ارزیابی‌ها از یکسری معیارها و شاخص‌ها که نشان دهنده وضعیت هستند، استفاده می‌شود. این معیارها در قالب مدل‌های مختلف قرار گرفته و وضعیت را نشان می‌دهد. در بررسی پژوهش‌های ارزیابی بیابان‌زایی، می‌توان ۳ مدل بین‌المللی که جنبه عام‌تری دارند، را در نظر گرفت. اولین روش ارزیابی واقعی بیابان‌زایی را می‌توان به متدولوژی مشروط ارزیابی بیابان‌زایی که توسط فائو- یونپ^۳ ارائه شده است نسبت داد (FAO- UNEP, 1977). دومین مدل ارزیابی بیابان‌زایی مربوط می‌شود به شناخت مناطق زیست‌محیطی حساس به بیابان‌زایی که در قالب پروژه مدالوس^۴ اجرا شده است (Lavado Contador et al., 2009). اما آخرین مدل ارزیابی تخریب زمین مربوط به پروژه‌ی ارزیابی زمین در مناطق خشک که توسط فائو هدایت و ارائه شده است. در ایران نیز آخرین تلاش‌ها برای ارزیابی بیابان‌زایی، منجر به ایجاد مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی^۵ شده است. توسعه شهری- صنعتی (بیابان‌زایی تکنوژنیک) که از عوامل اصلی انسانی اثرگذار در تخریب اراضی هستند، معیار مهمی در ارزیابی مناطق تحت تأثیر بیابان‌زایی محسوب می‌شود (احمدی و همکاران، ۱۳۹۱).

احمدی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از شاخص‌های مربوط به معیار توسعه شهری و صنعتی، وضعیت بیابان‌زایی شرق اصفهان را بررسی کردند و اصلی‌ترین شاخص بیابان‌زایی تکنوژنیک در محدوده مطالعاتی را نسبت اراضی مسکونی و شهری به باغی- زراعی اعلام نموده و توصیه کردند که باید از تبدیل بی‌رویه اراضی کشاورزی اعم از باغی و زراعی، به اراضی صنعتی و مسکونی خودداری گردد و مکان‌های مناسب دیگری برای توسعه شهرک‌های صنعتی و مسکونی انتخاب شود.

گوهری و نیکو (۱۳۹۵)، به بررسی تغییرات کاربری اراضی بر بیابان‌زایی تکنوژنیک محدوده شهر مشهد پرداختند. در این پژوهش، برای تعیین شدت بیابان‌زایی ناشی از توسعه شهری محدوده شهر مشهد، از روش ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی استفاده کردند. سپس با استفاده از معیار تکنوژنیک مدل ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی، وزن‌دهی به شاخص‌های این معیار (نسبت اراضی مسکونی و صنعتی به باغی و زراعی، نسبت اراضی مسکونی و صنعتی به مرتعی و جنگلی، نسبت تراکم جاده به سطوح شهری، میزان فضای سبز به ازای هر نفر) انجام دادند.

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

2. United Nations Environment Programme (UNEP)

3. FAO- UNEP

4. Mediterranean Desertification and Land Use (MEDALUS)

5. Iranian Model of Desertification Potential Assessment (IMDPA)

خوارزمی و همکاران (۱۳۹۵)، به پایش تغییرات کاربری اراضی و تاثیر آن بر روند تخریب زمین و بیابان‌زایی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست، شرق ایران، دریاچه هامون پرداختند. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ در سال ۲۰۰۶ میلادی و لندست ۸ در سال ۲۰۱۳ میلادی در ماه آوریل استفاده کردند. پس از انجام تصحیحات لازم، با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده و با تکیه بر خصوصیات طیفی پدیده‌ها در باندهای مختلف نقشه کاربری اراضی منطقه تهیه کردند. نتایج بیانگر این بود که استفاده از خصوصیات طیفی پدیده‌ها در این نوع طبقه‌بندی صحت قابل اعتمادی را ارائه می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده، کلاس پوشش گیاهی و آب کاهش چشم‌گیری را در دوره مورد مطالعه داشتند و بر مساحت کلاس اراضی بایر افزوده شده است که نشان از گرایش منطقه مورد مطالعه به سمت بیابانی شدن دارد.

صالحی و کرباسی (۱۴۰۰)، در تحقیقی نقش عوامل انسان‌ساز را در بیابان‌زایی شرق اصفهان به مورد بررسی قرار دادند. برای دستیابی به اهداف پژوهش متناسب با جامعه آماری طرح، پرسشنامه‌هایی طراحی شد و به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات از روش‌های مختلف تحلیل آماری استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد پس از عوامل آب و کشاورزی به ترتیب عوامل اقتصادی، سیاست و قوانین، عوامل اجتماعی و نهایتاً عوامل توسعه و تکنولوژیک در بیابان‌زایی منطقه موثر بوده است.

Deng et al. (۲۰۰۹)، جهت تشخیص تغییرات زمین شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در چین پژوهشی انجام دادند. با توجه به برنامه‌ریزی نامناسب، رشد سریع شهری و از دست دادن قسمت عظیمی از زمین، به ویژه زمین‌های کشاورزی، چالش‌های بزرگی برای منطقه ایجاد شده است. در این مطالعه، یک روش متشکل از آنالیز مولفه‌های اصلی^۱، تصاویر ماهواره‌ای چند تایی از اسپات^۲ و لندست^۳ و طبقه‌بندی نظارت‌شده^۳ برای تشخیص و تجزیه تحلیل پویایی تغییرات استفاده از زمین استفاده شد. نتایج نشان داد که از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳، تغییرات قابل توجهی در زمینه استفاده از زمین (۱۰/۰۳ درصد از کل مساحت) در منطقه مورد مطالعه با سه نوع عمده استفاده از زمین زراعی، ساخت و ساز و تغییرات از زمین باغی به زمین‌های ساخته شده ایجاد شده است.

Santini et al. (۲۰۱۰)، تحقیقی را با هدف ارزیابی خطر بیابان‌زایی در ایتالیا انجام دادند. برای این منظور محققین شش فاکتور بیابان‌زایی که عبارتند از پوشش گیاهی، تولید، حاصلخیزی خاک، فرسایش آبی، فرسایش بادی و حریم دریا را در دو دوره زمانی شبیه‌سازی کردند. بر این اساس نتایجی که نرمالیزه شده بودند وزن‌دهی گردید و شاخص جامع بیابان‌زایی ترکیب و کلاس‌بندی شد و نتایج در واحد صفر تا ۱۰ که به ترتیب بیانگر بهترین و بدترین شرایط است قرار گرفت. در نهایت خطر بیابان‌زایی را به ۵ سطح تقسیم‌بندی کردند.

هدف از این تحقیق بررسی وضعیت بیابان‌زایی تکنوژنیک شهر طبس و تهیه نقشه بیابان‌زایی شهر طبس بر اساس تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های توسعه شهری و صنعتی (تکنوژنیک) می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

طبس در شمال شرق استان یزد و شرق استان اصفهان و جنوب خراسان رضوی و سمنان و غرب استان خراسان جنوبی واقع شده است و در موقعیت ۳۳ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و ۵۶ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی در منطقه با آب و هوای بیابانی قرار دارد. شهرستان شاهرود و بردسکن از شمال، فردوس و بیرجند از شرق، استان کرمان از جنوب، و شهرستان نایین، اردکان، بافق، از غرب و جنوب غربی آن را احاطه کرده‌اند. ارتفاع شهر از سطح دریا ۶۹۰ متر است. طبس یکی از شهرستان‌های استان خراسان جنوبی و پهناورترین شهرستان کشور و با (۵۵۸۰۸ کیلومتر مربع مساحت) در مرکز ایران است. این شهرستان پیشتر جزئی از استان یزد بود که در سال ۱۳۹۱ به استان خراسان جنوبی ملحق شد (شکل ۱).

۲-۲- روش تحقیق

از آنجا که مدل ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی برای ارزیابی پدیده بیابان‌زایی با شرایط حاکم بر ایران مطابقت دارد پتانسیل بیابان‌زایی تکنوژنیک شهر طبس با استفاده از این مدل برآورد می‌گردد. برای تلفیق داده‌ها از میانگین هندسی استفاده می‌شود. در این روش به هر لایه بر اساس میزان تاثیر آن در بیابان‌زایی امتیاز تعلق می‌گیرد. مرحله نهایی شامل جمع بندی کیفیت معیارهای مورد بررسی است که در نتیجه آن تیپ‌های مختلف حساسیت مناطق به بیابان‌زایی مشخص می‌شود. برای ارزیابی نهایی معیارهای مورد بررسی به صورت میانگین هندسی با یکدیگر ترکیب می‌شوند.

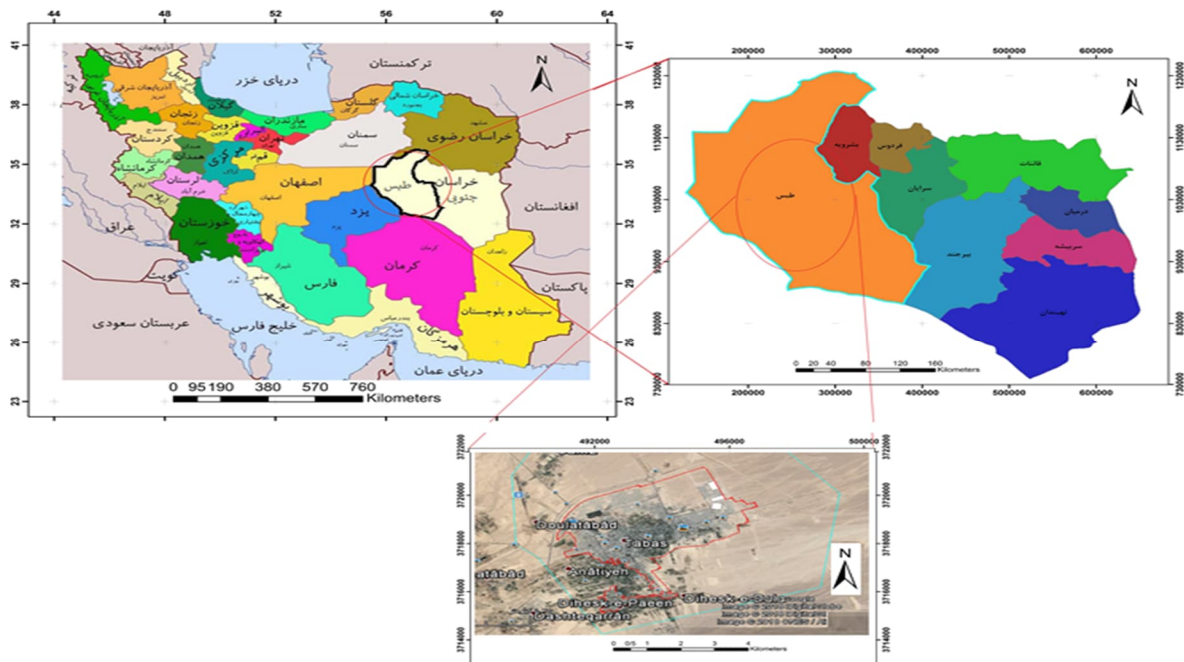
در این تحقیق به منظور تعیین وضعیت بیابان‌زایی محدوده شهری طبس از معیار تکنوژنیک (توسعه شهری و صنعتی) استفاده گردید. سپس با توجه به داده‌های موجود و شرایط منطقه، برای معیار تکنوژنیک ۵ شاخص در نظر گرفته شد، که طی ۴ گام وضعیت بیابان‌زایی تکنوژنیک شهر طبس تعیین گردید. در گام نخست به منظور امتیازدهی شاخص‌های مورد نظر نقشه کاربری اراضی منطقه برای سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تهیه گردید. در گام دوم متوسط وزنی ارزش کمی هر شاخص با توجه به تاثیر آن در بیابان‌زایی تعیین شد. در گام سوم متوسط وزنی ارزش

1. Principal Component Analysis (PCA)

3. Supervised Classification

2. Satellite Pour l'Observation de la Terre (Spot)

کمی هر شاخص برای کل منطقه محاسبه شد و در گام نهایی، نقشه بیابان‌زایی معیار تکنوژئیک منطقه، از طریق میانگین هندسی شاخص‌های مربوط به آن به دست آمد. برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی یکسری عملیات و پردازش‌ها روی تصاویر ماهواره‌ای صورت پذیرفت.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۱-۲-۲- نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷

به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۶ از تصاویر سنجنده TM^۱ ماهواره لندست ۴ و ۵ و سال ۲۰۱۷ از تصویر سنجنده‌های OLI^۲ و TIRS^۳ ماهواره لندست ۸ استفاده گردید. در نهایت هر یک از تصاویر با تعیین الگوریتم نمونه‌برداری مجدد تصحیح هندسی گردیدند. محدوده مورد نظر پس از اعمال تصحیح هندسی بر روی تصاویر برای هر یک از سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷ از طریق نرم افزار ENVI^۴ از تصاویر جدا شد. پس از رفع خطای هندسی، عمل پردازشی دیگری به عنوان فیلترگذاری به منظور بازسازی تصاویر و کاهش نویز صورت گرفت و از فیلترهای کانولوشن^۵ که در حیطه مکانی بر روی تصاویر تغییرات ایجاد می‌نماید و فیلتر بالاگذر^۶ استفاده گردید. تصاویر کاذب رنگی از ترکیب ۳ باند مختلف و اختصاص هر رنگ از سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی^۷ ایجاد می‌شود که دارای ضریب همبستگی کمتر و واریانس بالاتری باشد (Zarei et al., 2021). سنجنده TM دارای ۷ باند طیفی و یک باند پانکروماتیک^۸؛ سنجنده OLI/TIRS دارای ۱۱ باند طیفی و یک باند پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر است که از ترکیب باندهای سه تایی، ترکیبی که از طریق آنالیز مولفه‌های اصلی دارای ضریب همبستگی کمتری است، برای ایجاد تصاویر رنگی کاذب استفاده گردید. به طور کلی در این تحقیق از طبقه‌بندی نظارت‌شده برای تفکیک واحدهای کاری در سطوح مختلف استفاده گردید. ابتدا از طریق نرم افزار ENVI، تصاویر TM و OLI/TIRS سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷ تهیه و دو کاربری کلی سطح سبز و غیر سبز طبقه‌بندی گردید. در مرحله دیگر، از طریق طبقه‌بندی نظارت‌شده باندهای تصاویر در سطوح زراعی، باغی، و فضای سبز و در سطح غیر سبز هم کاربری‌های مناطق صنعتی و جاده از مناطق مسکونی و بایر هم از طریق آنالیزهای مرفولوژیک و بازدید میدانی از تصاویر گوگل ارث^۹ تفکیک گردیدند و در نهایت نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷ تهیه گردیدند.

در این تحقیق، صحت نقشه کاربری اراضی تهیه شده از تصاویر TM در سال‌های ۱۹۸۶ و تصویر OLI/TIRS سال ۲۰۱۷ از نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰۰ و با تعیین ۱۲ نقطه کنترل با پراکنش مناسب و به صورت تصادفی به دست آمد. همچنین به کمک تصاویر گوگل ارث به عنوان داده‌های مرجع، صحت‌سنجی این تصاویر نیز صورت پذیرفت.

1. Thematic Mapper

2. Operational Land Imager

3. Thermal Infra-Red Sensor

4. The Environment for Visualizing Images

5. Convolution

6. High Pass

7. Red- Green- Blue (RGB)

8. Panchromatic

9. Google Earth

۲-۲-۲- تعیین شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی تکنوژنیکی

برای ارزیابی شاخص نسبت اراضی انسان‌ساخت به زراعی و باغی، تغییرات کاربری اراضی با توجه به منابع و داده‌های اشاره شده در سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷ بر اساس تصاویر ماهواره‌ای تهیه شد. براین اساس، ۵ کلاس اراضی زراعی، اراضی باغی، فضای سبز، مناطق انسان‌ساخت و مناطق بایر در هر سال شناسایی شد. پس از مساحت‌گیری هر یک از واحدها، این شاخص برای هر سال، مطابق رابطه ۱ محاسبه گردید و سپس با توجه به کلاس طبقه تعریف شده در مدل، وضعیت بیابان‌زایی برای هر سال مشخص شد.

$$Q_1 = \frac{UR}{AG} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن Q_1 : نسبت اراضی انسان‌ساخت به زراعی و باغی؛ UR: اراضی انسان‌ساخت به کیلومتر مربع؛ AG: اراضی زراعی- باغی به کیلومتر مربع می‌باشد.

شاخص نسبت اراضی انسان‌ساخت به باغی و جنگلی یا فضای سبز با تقسیم مساحت اراضی انسان‌ساخت به باغی و جنگلی یا فضای سبز طبق رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$Q_2 = \frac{UR}{Ra + Fo} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن Q_2 : نسبت اراضی انسان‌ساخت به باغی و جنگلی یا فضای سبز؛ UR: اراضی انسان‌ساخت به کیلومتر مربع؛ Ra+Fo: اراضی باغی و جنگلی یا فضای سبز به کیلومتر مربع می‌باشد.

شاخص نسبت پذیرش جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل طبق رابطه ۳ با محاسبه جمعیت بالقوه بر اساس میزان انرژی حاصل از تولید سالانه و نیاز هر فرد به انرژی که در حدود ۵۴۷/۵ کیلوکالری در سال است (زهتابیان و همکاران، ۱۳۹۳)، و با در نظر گرفتن جمعیت بالفعل در محدوده مطالعاتی تعیین گردید.

$$Q_3 = \frac{TR}{TO} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن Q_3 : نسبت پذیرش جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل؛ TR: مجموع انرژی مورد نیاز جمعیت (کیلوکالری)؛ TO: مجموع انرژی تولید شده (کیلوکالری) می‌باشد.

طبق رابطه ۴ برای دستیابی به شاخص سرانه فضای سبز مساحت فضای سبز شهری (پارک‌ها، بوستان‌ها، فضای سبز میدانی) بر حسب مترمربع به تعداد افراد محدوده مطالعاتی تقسیم گردید.

$$Q_4 = \frac{GR}{PO} \quad \text{رابطه (۴)}$$

Q_4 : سرانه فضای سبز به ازای هر نفر؛ GR: فضای سبز، باغ، پارک؛ PO: جمعیت می‌باشد.

جاده‌ها و خطوط مواصلاتی از پدیده‌های خطی هستند که احداث آنها در هر منطقه، سطح وسیعی از اراضی را به صورت خطی در معرض تخریب و بیابان‌زایی قرار می‌دهد. از طرفی، سطوح آسفالت خود سبب افزایش دمای محیط اطراف خود گشته که به تبع آن، پدیده بیابان‌زایی را تشدید می‌کند. لذا در این تحقیق با توجه به نوع راه (آسفالت، خاکی، ریلی)، ضریبی برای اصلاح شاخص تعریف شده در نظر گرفته شده است و با استفاده از رابطه ۵، شاخص تراکم جاده‌ای محاسبه شده است. برای محاسبه این شاخص، طول جاده‌ها بر حسب کیلومتر در ضرایب مربوطه ضرب شد و سپس به مساحت محدوده بر حسب کیلومتر مربع تقسیم و میزان تراکم آن مشخص می‌شود.

$$Q_5 = \frac{RO}{UR} \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در آن Q_5 : نسبت تراکم جاده به سطوح شهری؛ RO: حاصل ضرب طول در ضریب مربوطه (کیلومتر) (آسفالت=۱، خاکی=۱/۱، ریلی=۱/۲)؛ UR: سطوح شهری (کیلومتر مربع) می‌باشد.

پس از تعیین امتیازات پنج شاخص مورد بررسی سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷ منطقه مورد مطالعه، امتیاز نهایی معیار بیابان‌زایی تکنوژنیکی شهر طیس بر اساس رابطه ۶ محاسبه شد.

$$Q_i = \sqrt[5]{Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot Q_4 \cdot Q_5} \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در آن Q_i : امتیاز معیار بیابان‌زایی تکنوژنیک؛ Q_1 امتیاز شاخص اراضی انسان ساخت به زراعی و باغی؛ Q_2 : امتیاز شاخص اراضی انسان ساخت به باغی و جنگلی یا فضای سبز؛ Q_3 : امتیاز نسبت پذیرش جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل؛ Q_4 : امتیاز شاخص سرانه فضای سبز به ازاء هر نفر؛ Q_5 : امتیاز شاخص تراکم جاده می‌باشد.

در جدول ۱ شاخص‌های تاثیرگذار در بیابان‌زایی تکنوژنیک تعیین شده و امتیازات مربوط به هر یک از شاخص‌ها را به منظور امتیازدهی معیار تکنوژنیک نشان می‌دهد.

جدول (۱): شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی معیار تکنوژنیک

وضعیت بیابان‌زایی و دامنه امتیازدهی				شاخص
کم (۱)	متوسط (۲)	شدید (۳)	بسیار شدید (۴)	
<۱	۱-۲	۲-۵	>۵	نسبت اراضی انسان ساخت به زراعی و باغی
<۰/۱	۰/۰-۱/۲	۰/۰-۲/۵	>۰/۵	نسبت اراضی انسان ساخت به باغی و جنگلی یا فضای سبز
<۰/۵	۰/۱-۵	۱-۱/۵	>۱/۵	نسبت پذیرش جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل در محدوده مطالعاتی
<۱۰۰	۱۰۰-۵۰	۵۰-۲۰	>۲۰	میزان فضای سبز (جنگلی، فضای سبز، پارک) به ازاء هر نفر در محدوده‌های مطالعاتی
<۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۴۰	>۴۰	درصد مناطق جاده سازی شده و تراکم جاده (نسبت تراکم جاده به سطوح شهری)

در نهایت شاخص‌های تعریف شده برای هر یک از معیارها بر حسب وضعیت فعلی شاخص مورد نظر در چهار کلاس بیابان‌زایی کم و ناچیز، متوسط، شدید، و بسیار شدید از نظر شدت بیابان‌زایی قرار داده می‌شوند (جدول ۲).

جدول (۲): طبقه بندی شدت بیابان‌زایی مناطق حساس بیابان‌زایی در نقشه نهایی

ردیف	دامنه ارزش عددی	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس شدت بیابان‌زایی
۱	۱-۱/۵	کم و ناچیز	I
۲	۱/۶-۲/۵	متوسط	II
۳	۲/۶-۳/۵	شدید	III
۴	>۳/۵	بسیار شدید	IV

منبع: (زهتابیان و همکاران، ۱۳۹۳)

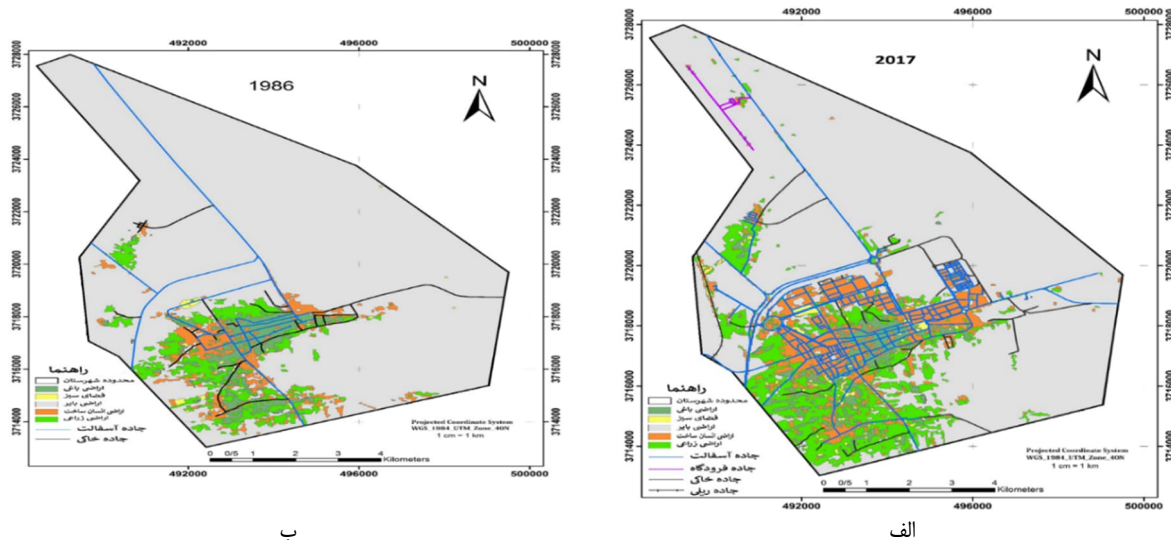
۳- نتایج

شکل ۲- الف نقشه کاربری اراضی محدوده شهر طبس را که از سنجنده TM ماهواره لندست سال ۱۹۸۶ به دست آمده نشان می‌دهد. شکل ۲- ب نیز نقشه مربوط به سال ۲۰۱۷ می‌باشد که از سنجنده‌های OLI و TIRS ماهواره لندست ۸ سال ۲۰۱۷ حاصل شده است.

طبق جدول ۳ که مساحت‌های کاربری اراضی را در دو سال مورد مطالعه آورده است مناطق انسان ساخت افزایش مساحت، و مناطق بایر کاهش وسعت داشته است.

جدول (۳): مساحت‌های کاربری اراضی محدوده شهر طبس (۱۹۸۶ و ۲۰۱۷)

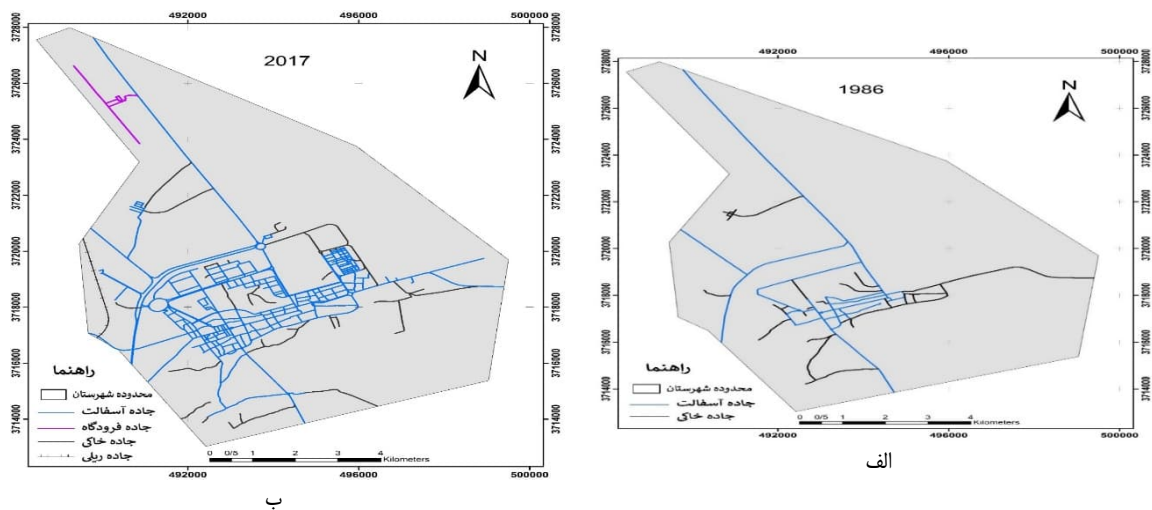
نوع کاربری اراضی	۱۹۸۶		۲۰۱۷	
	مساحت به هکتار	مساحت به درصد	مساحت به هکتار	مساحت به درصد
اراضی زراعی	۵۲۳/۶۱۷۴	۵/۵۵	۱۰۸۸/۲۸۹	۱۱/۵۳
اراضی باغی	۴۰۷/۰۷۵۶	۴/۳۱	۳۷۸/۷۰۱۱	۴/۰۱
فضای سبز	۴۴/۱۰۴۵۴	۰/۴۶	۱۲۸/۷۶۶۸	۱/۳۶
مناطق انسان ساخت	۴۱۶/۰۴۹۴	۴/۴۲	۹۵۰/۸۲۳۲	۱۰/۱۰
مناطق بایر	۸۰۴/۱۸۱۳	۸۵/۲۶	۶۸۸۵/۳۸	۷۳/۰۰
جمع کل	۹۴۳۱/۶۵۹۹۴	۱۰۰	۹۴۳۱/۹۶۰۱	۱۰۰



شکل (۲): نقشه‌های کاربری اراضی محدوده شهر طبس (الف) سال ۱۹۸۶؛ (ب) سال ۲۰۱۷

۳-۱- تعیین شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی تکنوژنیک

با توجه به این که توسعه شهرها و صنعتی شدن آنها مگر با افزایش تراکم طول راه‌ها میسر نمی‌شود، پس تراکم راه‌ها در توسعه بیابان‌زایی تکنوژنیک نقش مهمی دارد، از این رو اقدام به تهیه نقشه راه‌ها در منطقه شد و براساس پهنای جاده‌ها و نقش آنها در تخریب اراضی و سرعت بخشیدن به توسعه بیابان‌زایی آنها، به دو گروه راه آسفالت و راه خاکی تفکیک شدند. این نقشه‌ها با استفاده از تصاویر گوگل ارث و اطلاعات محلی از افرادی مسن برای جاده‌هایی که سال ۱۹۸۶ به طور کامل قابل تفکیک نبودند، صورت گرفت. شکل ۳ نقشه راه‌های شهر طبس را در سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷ نشان می‌دهد. همچنین طبق جدول ۴ طول راه‌های آسفالت در سال‌های مورد تحقیق افزایش داشته است.



شکل (۳): نقشه راه و معابر محدوده شهر طبس (الف) سال ۱۹۸۶؛ (ب) سال ۲۰۱۷

جدول (۴): طول انواع راه‌ها در هر یک از سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷

نوع جاده	طول به کیلومتر	
	۲۰۱۷	۱۹۸۶
راه خاکی	۳۱/۲۰۳۴۴	۲۴/۹۹۰۶۴
راه آسفالت	۱۵۱/۱۰۹۴۴۱	۴۰/۰۱۹۳۲

یکی دیگر از شاخص‌های موثر در ارزیابی بیابان‌زایی تکنوژنیک، نسبت پذیرش جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل است. میزان انرژی تولید سالانه اراضی زراعی-باغی در محدوده مطالعاتی با توجه به جدول ۵ محاسبه و با توجه به این که نیاز هر فرد به انرژی به طور متوسط، ۱۵۰۰ کالری در روز و

۵۴۷/۵ کیلوکالری در سال است (زهتبیان و همکاران، ۱۳۹۳)، جمعیت بالقوه در هر محدوده مطالعاتی به دست آمد (جدول ۶) و با توجه به جمعیت بالفعل محدوده مطالعاتی، شاخص مذکور محاسبه گردید.

جدول (۵): تولید سالانه اراضی زراعی - باغی محدوده شهر طبس

سال	۱۹۸۶		۲۰۱۷			
محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان تولید (تن)	انرژی (کیلو کالری)	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان تولید (تن)	انرژی (کیلو کالری)
غلات	۵۸۶۸	۱۴۶۷۰	۴۸۴۱۱۰	۴۳۹۷۰/۵	۱۰۶۴۲۵/۵۶۶	۳۵۱۲۰۴۳/۴۸
سبزیجات	۹۱۳	۲۲۷۴۳	۵۶۸۵/۷۵	۱۳۵۰/۸۵	۲۴۸۳۵/۹۵	۶۲۰۸/۹۸
محصولات جالبزی	۵۹۲	۱۴۴۱۴	۳۳۱۵۲۲	۶۰۳۶/۷۱	۱۰۸۵۷۴/۷۱	۳۳۸۸۶۴۳/۶۲
گیاهان علوفه‌ای	۱۰۲۰	۷۸۳۰۰	۱۷۰۶۹۴۰۰	۱۱۳۷۱/۲	۱۹۵۶۸۳	۴۲۶۵۸۸۹۴
محصولات باغی	۲۱۲۴	۶۱۵۰۹	۷۳۸۱۰۸	۷۷۴۰۲/۸۳	۱۱۴۴۴۳/۶۱	۸۰۱۱۰۵/۲۷

جدول (۶): نسبت پذیرش جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل

کاربری	سال ۱۹۸۶	سال ۲۰۱۷
مجموع انرژی تولید شده (کیلوکالری)	۱۸۶۲۸۸۲۵/۸	۴۹۳۶۶۸۹۵/۴
مجموع انرژی مورد نیاز جمعیت (کیلوکالری)	۲۶۴۰۵۳۷۷/۵	۳۹۷۵۷۸۰۷/۵
نسبت انرژی مورد نیاز به انرژی تولید شده	۱/۴۱	۰/۸۰

بقیه شاخص‌های مورد بررسی در جداول ۷ تا ۹ آورده شده است. و روند افزایش و کاهش این شاخص‌ها به خوبی مشخص گردیده است.

جدول (۷): مساحت شاخص‌های بیابان‌زایی نسبت اراضی انسان ساخت به زراعی - باغی و جنگلی - فضای سبز

کاربری	۱۹۸۶	۲۰۱۷
مساحت اراضی انسان ساخت (کیلومتر مربع)	۴/۲	۹/۵
مساحت اراضی انسان ساخت به اراضی زراعی (کیلومتر مربع)	۵/۲	۱۰/۹
مساحت اراضی انسان ساخت به اراضی باغی (کیلومتر مربع)	۴	۳/۸
نسبت اراضی انسان ساخت به زراعی و باغی	۰/۴	۰/۸
مساحت اراضی انسان ساخت به فضای سبز (کیلومتر مربع)	۰/۴	۱/۳
نسبت اراضی انسان ساخت به فضای سبز و جنگلی	۰/۹	۳۰۳۲

جدول (۸): طول و تراکم شاخص بیابان‌زایی جاده

کاربری	۱۹۸۶	۲۰۱۷
راه خاکی (کیلومتر)	۲۴/۹	۳۱/۲
راه آسفالتی (کیلومتر)	۴۰	۱۴۲/۳
ریلی (کیلومتر)	۰	۸/۷
مجموع راه‌ها (کیلومتر)	۶۵	۱۸۲/۳
مساحت شهری	۹۳/۱۸	۹۴/۱۸۷۲
نسبت جاده به سطح	۰/۶۹۷	۱/۹۵۶

جدول (۹): میزان سرانه فضای سبز و تعیین شدت بیابان‌زایی

کاربری	۱۹۸۶	۲۰۱۷
فضای سبز (متر مربع)	۴۴۱۰۴۵/۴	۱۲۸۷۶۶۸
جمعیت	۴۸۲۲۹	۷۲۶۱۷
سرانه فضای سبز	۹/۱۴	۱۷/۷۳

بطور کلی بعد از ارزیابی و بررسی شاخص‌ها و محاسبه امتیاز معیار تکنوژنیک، به منظور بررسی وضعیت بیابان‌زایی از گذشته تا زمان حال، میانگین هندسی امتیازات شاخص‌های معرفی شده، از طریق رابطه ۶ محاسبه و امتیاز نهایی مربوط به شدت بیابان‌زایی محدوده شهر طیس تعیین شد. بدین ترتیب ارزش عددی معیار توسعه شهری و صنعتی (تکنوژنیک) برای کل منطقه با توجه به مدل IMDPA در سال ۱۹۸۶ (۱/۸۹)، و در سال ۲۰۱۷ (۷/۱۳) بدست آمد. نتیجه حاکی از این است که شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه در سال ۱۹۸۶ متوسط و در سال ۲۰۱۷ خیلی شدید می‌باشد (جدول ۱۰). از میان شاخص‌های بیابان‌زایی تکنوژنیک (توسعه شهری و صنعتی) نسبت اراضی انسان ساخت به باغی و جنگلی یا فضای سبز و شاخص سرانه فضای سبز به ازاء هر نفر در محدوده مطالعاتی برای هر دو بازه زمانی دارای شدت بیابان‌زایی بسیار شدید است که این مقدار برای هر دو شاخص در سال ۲۰۱۷ با شدت بیشتری نسبت به سال ۱۹۸۶ بوده است و میزان تراکم جاده در این دو بازه زمانی کمترین تاثیر را در بیابان‌زایی این منطقه داشته است.

جدول (۱۰): متوسط وزنی ارزش عددی و وضعیت شاخص‌های بیابان‌زایی تکنوژنیک محدوده شهر طیس

شاخص	ارزش عددی شاخص‌ها	
	سال ۱۹۸۶	سال ۲۰۱۷
انسان ساخت به زراعی و باغی	۰/۴۴	۱
انسان ساخت به باغی و جنگلی	۰/۹۲	۴
تراکم جاده	۱/۸۰	۱
سرانه فضای سبز	۹/۱۴	۴
جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل	۱/۴۱	۲
شدت بیابان زایی	۱/۸۹	۲
درجه کیفی بیابان زایی	متوسط	بسیار شدید

۴- بحث و نتیجه گیری

به منظور مدیریت بهتر و استفاده بهینه از منابع طبیعی، تشخیص به موقع و دقیق تغییرات عوارض سطح زمین تاثیر مهمی بر درک بهتر بین پدیده‌های انسانی و طبیعی دارد. با پیش تغییرات کاربری اراضی در بازه‌های زمانی می‌توان روند وضعیت محیط طبیعی از قبیل تخریب سرزمین، کاهش توان بوم نظام‌ها (اکوسیستم) و بیابان‌زایی پی برد (Zarei et al., 2013). توسعه سریع شهری در چند دهه اخیر ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و زیست محیطی بشر را تحت تاثیر قرار داده است. آثار منفی زیست محیطی رشد شهرها تا آن اندازه افزایش یافته که بزرگترین تهدید در مقابل زیست بوم‌ها شمرده می‌شود به طوری که یکی از تبعات آن، کاهش توان اکولوژیکی و بیولوژیکی زمین بوده که از آن به عنوان بیابان‌زایی نیز یاد می‌شود (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۲).

۴-۱- تجزیه و تحلیل نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای

در این تحقیق بررسی تغییرات در بازه زمانی ۳۱ ساله، بر اساس نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای صورت پذیرفت. صحت کلی و ضریب کاپا نقشه کاربری اراضی تهیه شده از تصویر سنجنده TM ماهواره‌های لندست ۴ و ۵ سال ۱۹۸۶ به ترتیب ۸۷/۳۸ و ۶۱/۸۴ درصد به دست آمد. همچنین محصول پردازش‌های صورت گرفته بر روی تصویر سنجنده OLI/TIRS ماهواره لندست ۸ سال ۲۰۱۷ و نقشه کاربری اراضی مربوط به سال مذکور بود. صحت کلی و ضریب کاپا نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۷ به ترتیب ۹۰/۰۲ و ۷۵/۸۳ درصد به دست آمد. این کاربری‌ها به نرم‌افزار Arc GIS منتقل و مساحت کاربری‌ها در هر دو بازه زمانی بدست آمد و تغییرات آن با استفاده از نمودار و جداول مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت شاخص‌های توسعه شهری و صنعتی در این محدوده مطالعاتی محاسبه شد.

نتایج بدست آمده نشان داده که در شهرستان طیس در طی سال‌های مورد مطالعه روند صنعتی شدن و گسترش سطح عوارض انسان ساخت (مناطق مسکونی، جاده، مناطق صنعتی) به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داشته است. میزان مناطق انسان ساخت از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷ حدود ۵/۶ درصد افزایش داشته و مناطق بایر از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷ به میزان ۱۲/۲۶ درصد کاهش یافته است. اراضی زراعی از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷ ۵/۹۸ درصد افزایش یافته و میزان اراضی باغی و فضای سبز از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷ به ترتیب ۰/۳ درصد کاهش و فضای سبز ۰/۹ درصد افزایش یافته است که بسیار ناچیز بوده است در حدی که می‌توان از وسعت آن چشم پوشی کرد.

نتایج بالا نشانگر آن است که در محدوده مورد مطالعه طی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷ گسترش فضای شهری و مسکونی و صنعتی و زراعی مشهود می‌باشد. نسبت اراضی انسان ساخت به اراضی زراعی و باغی رو به رشد بوده که بیابان‌زایی فن‌زاد (تکنوژنیک) را به همراه داشته است. این بیانگر آن است که کاهش اراضی بایر به نفع اراضی زراعی و باغی و فضای سبز نبوده بلکه بخش بزرگی از این زمین‌ها به کاربری مسکونی و صنعتی تبدیل

شده است. میزان اراضی باغی و فضای سبز تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشته است. از طرفی بخشی از اراضی بایر در این بازه اخیر (۵۶۴/۶ هکتار) به اراضی زراعی تبدیل شده که این خود در دراز مدت پیامدهای نامطلوبی بدلیل کاهش بارندگی و رطوبت، و از طرفی افزایش نیاز آبی برای اراضی زراعی و افت سطح آبهای زیر زمینی و در نهایت کمبود آب مورد نیاز برای کشاورزی که در دراز مدت منجر به اراضی بایر و لخت و در نهایت بیابانی شدن می‌شود را به دنبال خواهد داشت. به طور کلی نتایج به دست آمده نشان داده که در بازه زمانی ۳۱ ساله سطح عوارض انسان‌ساخت (مناطق مسکونی، جاده، مناطق صنعتی) و اراضی زراعی افزایش یافته است. اگرچه فضای سبز شهری در طی ۳۱ سال گذشته افزایش داشته، اما این افزایش در مقایسه با توسعه شهری و افزایش جمعیت بسیار ناچیز است و نتایج این بخش از تحقیق با نتایج حاصل از پژوهش تازه (۱۳۸۳)، شاکری (۱۳۹۱) و خازنی (۱۳۹۱)، مطابقت دارد.

از آنجا که در سال ۱۹۸۶ شهرک صنعتی در شهر طبس وجود نداشته است و از زمان تاسیس آن از سال ۱۳۷۰ به تدریج به تعداد معادن و مناطق صنعتی شده افزوده شد، به نحوی که در بازه زمانی ۱۳۹۶ مساحت مناطق صنعتی شده ۲۱۶ هکتار رسیده است، عامل مهم دیگری که بیابان‌زایی تکنوژنیک شهر طبس را سرعت بخشیده است، مسئله افزایش جمعیت است که جمعیت از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۱۷ به میزان ۲۴۳۳۸ نفر رشد داشته است.

۴-۲- تجزیه تحلیل وضعیت بیابان‌زایی تکنوژنیک محدوده شهر طبس

در مدل ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی، بررسی شاخص‌های تکنوژنیک نسبت به سایر مدل‌های ارزیابی بیابان‌زایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، بر اساس پنج شاخص مورد بررسی، ارزش کمی شدت بیابان‌زایی معیار تکنوژنیک برای کل منطقه در سال ۱۹۸۶، ۱/۸۹ می‌باشد که در کلاس متوسط بیابان‌زایی و برای سال ۲۰۱۷، ۷/۱۳ می‌باشد که در کلاس بسیار شدید بیابان‌زایی قرار گرفت. در حال حاضر از میان شاخص‌های اندازه‌گیری شده ارزش کمی شدت بیابان‌زایی معیار تکنوژنیک نسبت اراضی انسان‌ساخت به باغی و جنگلی و شاخص سرانه فضای سبز به ترتیب با ارزش عددی ۰/۹۲ و ۹/۱۴، در سال ۱۹۸۶ و ۲/۳۰ و ۱۷/۷۳، در سال ۲۰۱۷ اصلی‌ترین عامل بیابان‌زایی در منطقه شناخته شدند و شاخص تراکم جاده و اراضی انسان‌ساخت به زراعی و باغی به ترتیب با ارزش عددی ۱/۸۰ و ۰/۴۴، در سال ۱۹۸۶ و به همین ترتیب با ارزش عددی ۰/۷۹ و ۱/۹۳، در سال ۲۰۱۷ کمترین تاثیر را در بیابان‌زایی تکنوژنیک منطقه دارد. شاخص جمعیت بالقوه به جمیت بالفعل هم با ارزش عددی ۱/۴۱، در سال ۱۹۸۶ دارای شدت بیابان‌زایی متوسط و در سال ۲۰۱۷ با ارزش عددی ۰/۸۱، با شدت بیابان‌زایی متوسط در منطقه معرفی شد که با تحقیقات صادقی (۱۳۸۸) و بحرینی و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

از آنجایی که شاخص نسبت اراضی انسان‌ساخت به زراعی و باغی و تراکم جاده دارای شدت بیابان‌زایی کم در هر دو بازه معرفی شده بود، به این دلیل است که این اراضی، زراعی و انسان‌ساخت (مسکونی و صنعتی) دارای رشد نسبتاً مساوی در هر دو بازه زمانی بودند یعنی میزان اراضی انسان‌ساخت از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷، ۵/۶۸ درصد افزایش داشته و از طرفی هم میزان اراضی زراعی از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷، به میزان ۵/۹۸ درصد افزایش یافته است. در این میان میزان اراضی بایر ۱۲/۲۶ درصد کاهش نشان داده است. این نشان از این است که افزایش میزان اراضی انسان‌ساخت از اراضی زراعی برای بهره‌برداری مورد استفاده قرار نگرفته، بلکه هر دو کاربری میزان اراضی بایر و باغی را مورد تخریب قرار دادند.

اراضی بایر که خود بدون تغییر کاربری و تخریب عوارض انسان‌ساخت، باعث بیابان‌شدن و طوفان‌های گرد و غبار منطقه نمی‌شود، امروزه با پیشروی توسعه شهری و صنعتی و افزایش جمعیت و بهره‌برداری بیش از حد از منابع زمینی و تخریب پوشش گیاهی بخش وسیعی از این خاک دست نخورده مورد تخریب و بهره‌برداری قرار می‌گیرد. اراضی زراعی خود در دراز مدت در مناطق گرم و خشک باعث بهره‌برداری بیش از حد خاک، کاهش مواد آلی و معدنی سطح خاک و کاهش سطح آبهای زیرزمینی و باعث شور شدن سطح خاک و آب شده و منطقه به صورت لخت رها می‌شود و در نهایت به یک منطقه بیابانی و کویری تبدیل خواهد شد. با توجه به اینکه مناطق بایر شهر طبس، علاوه بر توسعه شهری و صنعتی، باید از توسعه رو به رشد اراضی زراعی جلوگیری به عمل آید و کشاورزان با توجه به شرایط منطقه و نوع آب و هوا، محصول مناسب (باغی و زراعی) را کشت نموده و با سیستم‌های پیشرفته و نوین مورد بهره‌برداری قرار دهند. از این رو برای جلوگیری از خطر بیابان‌زایی تکنوژنیک باید با آمایش سرزمین، جلوگیری از تبدیل بی‌رویه اراضی مسکونی و صنعتی (انسان‌ساخت) به اراضی باغی-زراعی به انتخاب کاربری مناسب و منطبق با شرایط هر منطقه، پیشگیری از ساخت و سازهای بی حد مسکونی و صنعتی، روند پیشروی بیابان‌زایی تکنوژنیک را در محدوده به حداقل رسانید.

منابع

- احمدی، ح.، نظری سامانی، ا.ا.، اختصاصی، م.ر.، مقیمی‌نژاد، ف.، و حسین‌آبادی، م. (۱۳۹۱). بررسی تاثیر توسعه شهری و صنعتی (بیابان‌زایی تکنوژنیک) در بیابان‌زایی (مطالعه موردی: شرق اصفهان). پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۲، ۷۷-۶۳.
- بحرینی، ف.، پهلوان‌روی، ا.، مقدم‌نیا، ع.ر. و راهی، غ.ر. (۱۳۹۰). بررسی اثر معیار تکنوژنیک توسعه شهری در بیابان‌زایی (بیابان‌زایی تکنوژنیک) حوزه آبخیز بردخون، بوشهر. پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، کرمان، اسفند ۱۳۹۰.
- تازه، م. (۱۳۸۳). بررسی نقش تغییرات کاربری اراضی در بیابان‌زایی محدوده شهر یزد، پایان نامه کارشناسی‌ارشد بیابان‌زایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

- تازه، م.، اسدی، م.، تقی‌زاده، ر.، کلانتری، س.، و صادقی‌نیا، م. (۱۳۹۷). ارزیابی شاخص‌های ژئومرفومتري در تفکیک نیمه خودکار تپ‌های ژئومرفولوژی مناطق بیابانی (مطالعه موردی: محدوده شمال غرب اردکان). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۱) ۲۵، ۴۳-۲۹.
- خازنی، ف. (۱۳۹۱). بررسی وضعیت بیابان‌زایی محدوده شهر یزد بر اساس شاخص‌های بیابان‌زایی تکنوژنیک (توسعه شهری و صنعتی). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد.
- خسروی، ف.، تازه، م.، صارمی نایینی، م.ع.، و کلانتری، س. (۱۳۹۸). بررسی و مقایسه نرم‌افزارهای Image J و GIAS با الگ مکانیکی در دانه‌بندی خودکار ذرات سطح زمین. خشک‌بوم. ۹(۲)، ۴۲-۲۹.
- خوارزمی، ر.، عبداللهی، ع.ا.، راهداری، م.ر. و کارکن ورنوسفادرانی، م. (۱۳۹۵). پایش تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر روند تخریب زمین و بیابان‌زایی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (مطالعه‌ی موردی: شرق ایران، دریاچه‌ی هامون). مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. ۷(۲۵)، ۶۴-۷۵.
- زهتابیان، غ.ر.، خسروی، ح. و مسعودی، ر. (۱۳۹۳). مدل‌های ارزیابی بیابان‌زایی (معیارها و شاخص‌ها). تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۰ص.
- شاکری، ف. (۱۳۹۱). بررسی اثر توسعه شهری و صنعتی بر روند بیابان‌زایی محدوده شهر لار، استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد.
- شفیعی شریف‌آبادی، م.، کلانتری، س.، صادقی‌نیا، م.، و تازه، م. (۱۴۰۰). بررسی رابطه گرانولومتري رسوبات بادی با ارتفاعات مختلف در بارخان‌های محدوده شهرستان اردکان. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، (۱) ۱(۱)، ۶۸-۵۸.
- صادقی، س. (۱۳۸۸). بررسی وضعیت بیابان‌زایی محدوده شهر اصفهان بر اساس شاخص‌های بیابان‌زایی تکنوژنیک (توسعه شهری و صنعتی). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد.
- صالحی، ا. و کرباسی، پ. (۱۴۰۰). نقش عوامل انسان ساخت در بیابان‌زایی شرق اصفهان. برنامه ریزی فضایی، (۳) ۱۱، ۲۴-۱.
- کاظمی‌نیا، ع. و میمندی پاریزی، ص. (۱۳۹۵). پهنه‌بندی تخریب اراضی محدوده شهر کرمان بر اثر توسعه شهری - صنعتی (بیابان‌زایی تکنوژنیک) با به‌کارگیری GIS. آمایش سرزمین، (۲) ۸، ۳۳۰-۳۱۱.
- کارگران، ف.، کلانتری، س.، قانعی بافتی، م.ج.، و تازه، م. (۱۳۹۵). مقایسه شاخص‌های دانه‌بندی ذرات دامنه روبه باد و پشت به باد ریپل مارک‌های درشت (مطالعه موردی: ارگ حسن‌آباد شهرستان بافق). پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، (۳) ۵، ۱۲۰-۱۱۱.
- گوهری، ز. و نیکو، ش. (۱۳۹۵). بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی بر بیابان‌زایی تکنوژنیک محدوده شهر مشهد. مهندسی اکوسیستم بیابان، (۱۳) ۵، ۹۰-۸۱.
- نگهبان، س.، یمانی، م.، مقصودی، م.، و عزیزی، ق. (۱۳۹۲). بررسی تراکم ژئومورفولوژی و پهنه‌بندی ارتفاعی نیکاهای حاشیه غربی دشت لوت و تأثیرات پوشش گیاهی بر مورفولوژی آنها. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، (۴) ۱۷، ۴۲-۱۷.
- Deng, J.S., Wang, K., Li, J., and Deng, Y.H. (2009). Urban land use change detection using multisensor satellite images. *Pedosphere*, 19(1), pp.96-103.
- FAO. (2002). Land Degradation Assessment in Dry land- (Land Project). Food and Agriculture Organization of the United Nations, 49p.
- FAO-UNEP. (1977). World Map of Desertification at a scale of 1:25000000. FAO, 11p.
- Lavado Contador, J.J., Schnabel, S., and Gómez Gutiérrez, A. (2009). An evaluation of the MEDALUS ESA index (environmental sensitivity to land degradation), from regional to plot scale. International Conference on Desertification (ICOD), University of Murcia, Spain.
- Santini, M., Caccamo, G., Laurenti, A., Noce, S., and Valentini, R. (2010). A multi-component GIS framework for desertification risk assessment by an integrated index. *Applied Geography*, 30(3), 394-415.
- Zarei, M., Tazeh, M., Moosavi, V., and Kalantari, S., (2021). Investigating the Capability of Thermal-Moisture Indices Extracted from MODIS Data in Classification and Trend in Wetlands. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 49, 2583-2596.

Evaluation of desertification situation in Tabas city based on technogenic desertification indicators using satellite images

Mohammad Nadi¹, Saeideh Kalantari *², Alireza Khavaninzadeh³, Mahdi Tazeh⁴



Research Article

1. M.Sc. in Desertification Combating, Department of Nature Engineering Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Iran.

m-nadi@yahoo.com

2. Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

skalantari@ardakan.ac.ir

* Corresponding author

3. Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

akhavaninzadeh@ardakan.ac.ir

4. Associate Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

mtazeh@ardakan.ac.ir

Article Code: 2205-1025

Countinus Pagnation: 172-183

Received: 8 May 2022

Accepted: 18 August 2022

Online: 17 September 2022

Review speed: 96 days

Citation:

Nadi, M., Kalantari, S., Khavaninzadeh, A., and Tazeh, M. (2022). Evaluation of desertification situation in Tabas city based on technogenic desertification indicators using satellite images. *Management of Natural Ecosystems*, 2(2), 34-45.

Abstract

Desertification due to urban or technological development is due to human intervention and land use change, which is a serious problem. In addition to accelerating land degradation, population growth is leading to misuse of land. In the present study, using Landsat4-5 satellite imagery of 1986 TM sensor and Landsat 8 satellite imagery of OLI TIRS sensor of 2017, the trend of land use changes in Tabas city was investigated. The study area was divided into 6 units and using the Iranian Model of Desertification Potential Assessment (IMDPA), standard technogenic criteria and indicators were studied, and finally the numerical value of standard indicators of urban and industrial development (ratio of man-made to agricultural and garden lands, ratio of man-made lands to garden) And forest or green space, per capita green space index, percentage of road construction areas and road density, ratio of potential population to actual population) were calculated for the whole region in both time periods. Studies have shown that during the studied years, the level of man-made complications has increased by 5.68 percent, while arable lands have also increased by about 5.9 percent. The results showed that in the study area, the ratio of man-made land ratio, to garden and forest or green space and green space index with numerical values of 0.92 and 9.14, respectively, had the greatest impact in 1986 and man-made land ratio. To agricultural and horticultural construction and road density index with a numerical value of 0.79 and 1.95, respectively, in 2017 have the least impact on the technogenic desertification of the region. Based on the five indicators studied, the quantitative value of desertification intensity for the whole region in 1986 was 1.89, which is in the middle class of desertification, and in 2017, 7.13, which is in the very severe class of desertification.

Key Words: Land use change, Urban and industrial development, Technogenic criteria, Human interventions.