

بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی بر بیابان‌زایی تکنوژنیک در محدوده شهر مشهد

زهرا گوهری^۱، شیما نیکو^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۳۰

چکیده

گسترش شهرنشینی همواره مسائل متنوع و گسترده‌ای را به دنبال داشته است که تغییرات وسیع در الگوی کاربری زمین مهم‌ترین اثر آن است. کاهش توان اکولوژیکی و بیولوژیکی زمین یکی از آثار منفی تغییرات کاربری اراضی است که از آن، با عنوان عامل بیابان‌زایی نیز یاد می‌شود. در این پژوهش، برای تعیین شدت بیابان‌زایی ناشی از توسعه شهری در محدوده شهر مشهد، از روش ایرانی IMDPA استفاده شد. در گام اول، نقشه کاربری اراضی این محدوده در پنج دهه ۴۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ تهیه شد که منابع مورد استفاده برای تهیه نقشه کاربری اراضی به ترتیب دهه‌های ذکر شده، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، لایه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای Landsat-7، ETM+ و جدیدترین تصاویر ماهواره‌ای Google Earth بوده است. سپس با استفاده از معیار تکنوژنیک مدل IMDPA، وزن‌دهی به شاخص‌های این معیار (نسبت اراضی مسکونی و صنعتی به باغی زراعی، نسبت اراضی مسکونی و صنعتی به مرتعی و جنگلی، نسبت تراکم جاده به سطوح شهری، میزان فضای سبز به‌ازای هر نفر) انجام شد و در انتها از میانگین هندسی شاخص‌ها، شدت بیابان‌زدایی در پنج دهه از دهه ۴۰ تا ۹۰ مشخص و مؤثرترین عامل بیابان‌زایی شناسایی گردید. نتایج نشان می‌دهد که در دهه ۴۰، پایین بودن سرانه فضای سبز و کاهش اراضی مرتعی به ترتیب مهم‌ترین عوامل بیابان‌زایی در شهر مشهد است. در دهه‌های ۶۰، ۷۰ و ۸۰ اصلی‌ترین عوامل بیابان‌زایی، کاهش اراضی مرتعی، کاهش سرانه فضای سبز شهری و کاهش اراضی زراعی است. در دهه ۹۰، اصلی‌ترین عامل، کاهش اراضی مرتعی و سپس کاهش اراضی زراعی و سرانه فضای سبز است. در هر پنج دهه، عامل تراکم جاده‌ای در دامنه امتیاز کم در مدل قرار گرفت که از تأثیر این عامل در بیابان‌زایی شهر مشهد می‌توان چشم‌پوشی کرد.

واژه‌های کلیدی: معیار تکنوژنیک، مدل IMDPA، توسعه شهری صنعتی، تغییرات کاربری اراضی، بیابان‌زایی.

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، نویسنده مسئول / Email: ma_gohari@yahoo.com

۲. استادیار گروه بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

مقدمه

بیابان‌زایی^۱ ناشی از توسعه شهری یا تکنولوژیکی در اثر دخالت‌های بشری و تغییرات کاربری اراضی، بدون رعایت برنامه‌های آمایش سرزمین صورت می‌گیرد که به‌عنوان 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 غیرکشاورزی مانند ساختن شهرک‌ها، تأسیسات و جاده‌ها می‌شود (صادقی، ۲۰۰۹).

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 زده‌اند؛ 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 غیرمنطقی تبدیل شده است (عزیزپور و همکاران، ۲۰۰۹). این افزایش جمعیت، کاهش منابع، مسائل تخریب خاک و بیابان‌زایی، روزبه‌روز اهمیت و جلوه بیشتری پیدا می‌کند (تازه، ۲۰۰۴).

در نگارش‌های پژوهشی و علمی، بر پدیده جهانی بیابان‌زایی، تخریب زمین^۲ و مشکلات ناشی از آن تأکید بسیار شده است (راسمی^۳ و همکاران، ۲۰۱۰) به‌طوری‌که بر هیچ‌کس پوشیده نیست که برای مدیریت پایدار زیست‌محیطی و انجام فعالیت‌های مرتبط با محیط‌زیست به پایش و ارزیابی همیشگی این فرایند نیاز داریم (باکر^۴ و همکاران، ۲۰۱۲). برای انجام ارزیابی‌های زیست‌محیطی از یکسری معیارها^۵ و شاخص‌های^۶ زیست‌محیطی که نشان‌دهنده وضعیت هستند، استفاده می‌شود (کازین^۷ و همکاران، ۲۰۰۴). این معیارها در قالب مدل‌های مختلف قرار گرفته و وضعیت را نشان می‌دهند (سانتینی^۸ و

همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین از دیرباز تلاش شده تا با معرفی یک مدل جدید، به شناخت هرچه بهتر یک مشکل کمک شود (لدیزا^۹ و همکاران، ۲۰۱۱). در بررسی پژوهش‌های ارزیابی بیابان‌زایی، تنها می‌توان ۳ مدل بین‌المللی که جنبه عام‌تری دارند، از این پدیده یافت. اولین روش ارزیابی و نقشه‌برداری واقعی بیابان‌زایی را می‌توان به متدولوژی مشروط ارزیابی و نقشه‌برداری بیابان‌زایی^{۱۰} که توسط FAO-UNEP ارائه شده است (FAO/UNEP, 1983) نسبت داد. دومین مدل ارزیابی بیابان‌زایی مربوط می‌شود به شناخت مناطق زیست‌محیطی حساس به بیابان‌زایی (ESAs)^{۱۱} که در غالب پروژه مدالوس (MEDALUS)^{۱۲} اجرا شده است (لاوادو، ۲۰۰۹). اما آخرین و جدیدترین مدل ارزیابی تخریب زمین مربوط به پروژه ارزیابی زمین در مناطق خشک (LADA)^{۱۳} که توسط سازمان خواربار جهانی (FAO)^{۱۴} هدایت و ارائه شده است. در ایران نیز آخرین تلاش‌ها برای ارزیابی بیابان‌زایی، منجر به ایجاد مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی (IMDPA)^{۱۵} شده است. توسعه شهری-صنعتی (بیابان‌زایی تکنولوژیکی) که از عوامل اصلی انسانی اثرگذار در تخریب اراضی هستند، معیار مهمی در ارزیابی مناطق تحت تأثیر بیابان‌زایی محسوب می‌شود (اختصاصی، ۲۰۱۱). تازه (۲۰۰۴) در مطالعه خود با عنوان بررسی نقشه تغییرات کاربری اراضی در بیابان‌زایی محدوده شهر یزد به بررسی شاخص‌های موجود، ارزش‌یابی و همچنین ارائه شاخص‌های جدید در زمینه توسعه شهری پرداخت و در نهایت، نقشه کاربری اراضی را با تفکیک کلاسه‌های اراضی بایر، اراضی زراعی، اراضی شهری و اراضی متفرقه تهیه کرد. صادقی (۲۰۰۹) در بررسی روند توسعه شهری اصفهان در طی دوره زمانی چهل ساله، بیشترین عامل بیابان‌زایی شهر اصفهان را کاهش سرانه فضای سبز برآورد نمود، درحالی‌که شاخص تراکم جاده و معدن کمترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه داشته است. نیکو (۲۰۱۱) از میان سه شاخص توسعه شهری-صنعتی بررسی

9. Ladisa

10. Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification

11. Environmental Sensitive Areas

12. Mediterranean and Land use Sensitive

13. Land Degradation Assessment in Arid lands

14. Food and Agriculture Organization

15. Iranian Model of Desertification Potential Assessment

1. Desertification

2. Land Degradation

3. Rasmy

4. Bakr

5. Indicators

6. Indices

7. Cousins

8. Santini

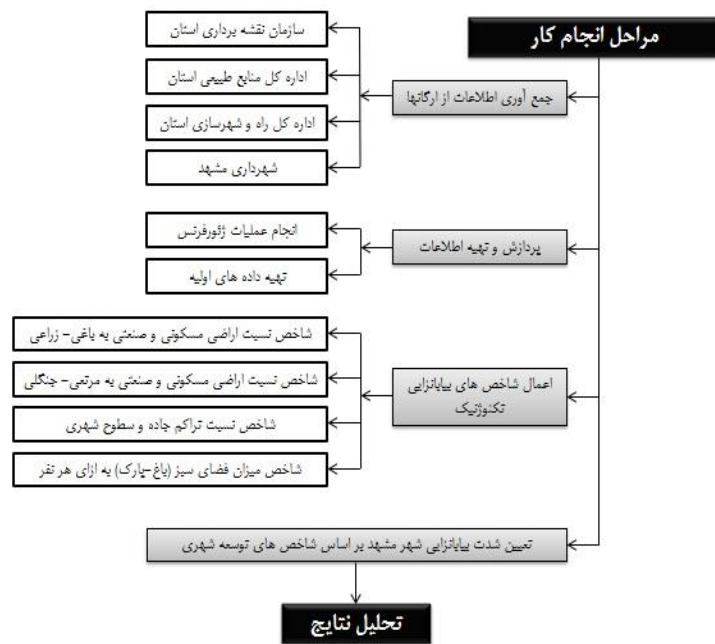
توسعه شهرک‌های صنعتی و مسکونی انتخاب شود. در پژوهش حاضر، سعی شده است که وضعیت بیابان‌زایی شهر مشهد با استفاده از شاخص‌های بیابان‌زایی تعیین و نقشه‌های مربوط به تأثیر معیار توسعه شهری و صنعتی (بیابان‌زایی تکنوژنیک) در بیابان‌زایی تهیه شود.

مواد و روش‌ها

مراحل انجام کار

مراحل انجام کار این تحقیق در نمودار جریان زیر آورده شده است.

شده در منطقه دامغان، شاخص نسبت اراضی مسکونی و صنعتی به اراضی مرتعی و جنگلی با میانگین وزنی ارزش عددی ۱/۹، بیشترین تأثیر و شاخص تراکم جاده با ارزش عددی ۱ کمترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد. همچنین میانگین وزنی معیار توسعه شهری- تکنولوژی در منطقه برابر ۱/۳۱ است. احمدی و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از شاخص‌های مربوط به معیار توسعه شهری صنعتی، وضعیت بیابان‌زایی شرق اصفهان را بررسی کردند و اصلی‌ترین شاخص بیابان‌زایی تکنوژنیک در محدوده مطالعاتی را نسبت اراضی مسکونی و شهری به باغی- زارعی 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

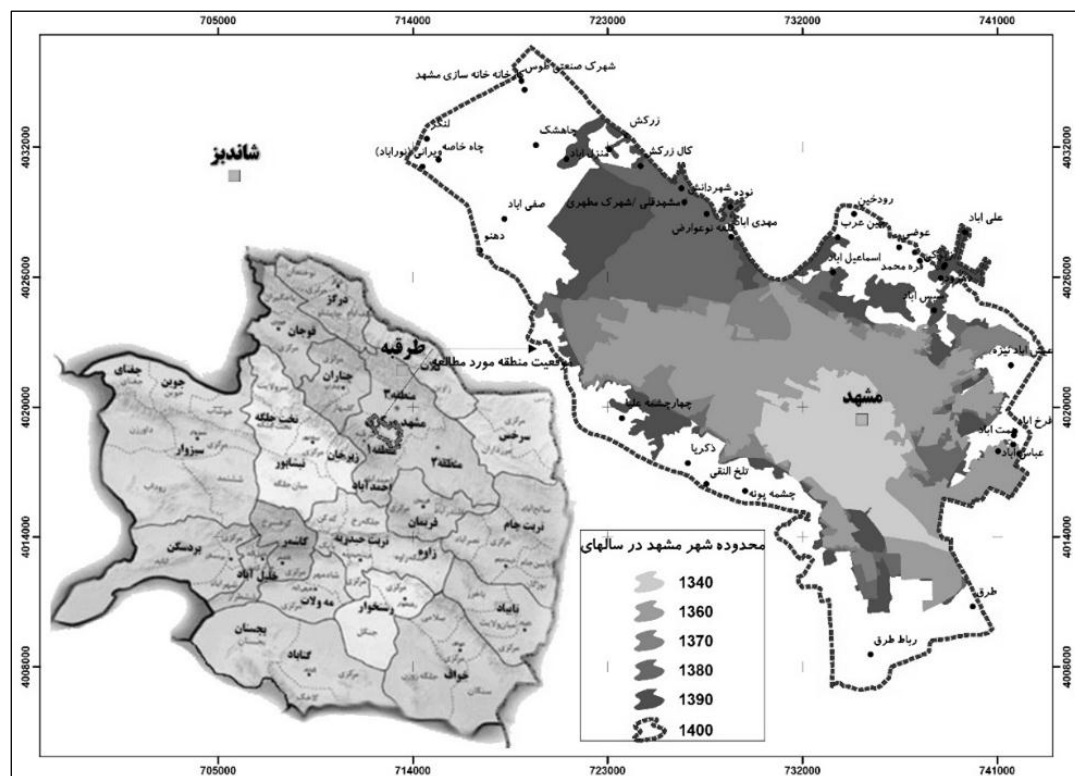


شکل (۱): نمودار جریان انجام تحقیق

منطقه مورد مطالعه

حیدریه و از غرب به نیشابور و چناران و از شمال غربی به شهرستان درگز محدود می‌شود. به لحاظ جمعیتی دومین شهر پس از پایتخت به‌شمار می‌آید. محدوده مورد مطالعه براساس الگوی توسعه شهر در سال ۱۴۰۰ بوده که از طرح جامع توسعه و عمران مشهد اقتباس شده است. براساس این پیش‌بینی، در سال ۱۴۰۰ محدوده شهر مشهد مساحتی برابر با ۳۶۷/۸ کیلومتر مربع خواهد داشت. موقعیت شهر مشهد در استان خراسان رضوی در شکل (۲) آورده شده است.

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی با ۲۵۳ کیلومتر مربع مساحت، در شمال شرق ایران و به لحاظ جغرافیایی در موقعیت ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این شهرستان در حوضه آبخیز کشف‌رود، بین رشته‌کوه‌های بینالود و هزار مسجد قرار دارد. از شمال به شهرستان کلات، از شرق به شهرستان‌های سرخس و تربت جام، از جنوب و جنوب غربی به شهرستان‌های فریمان و تربت



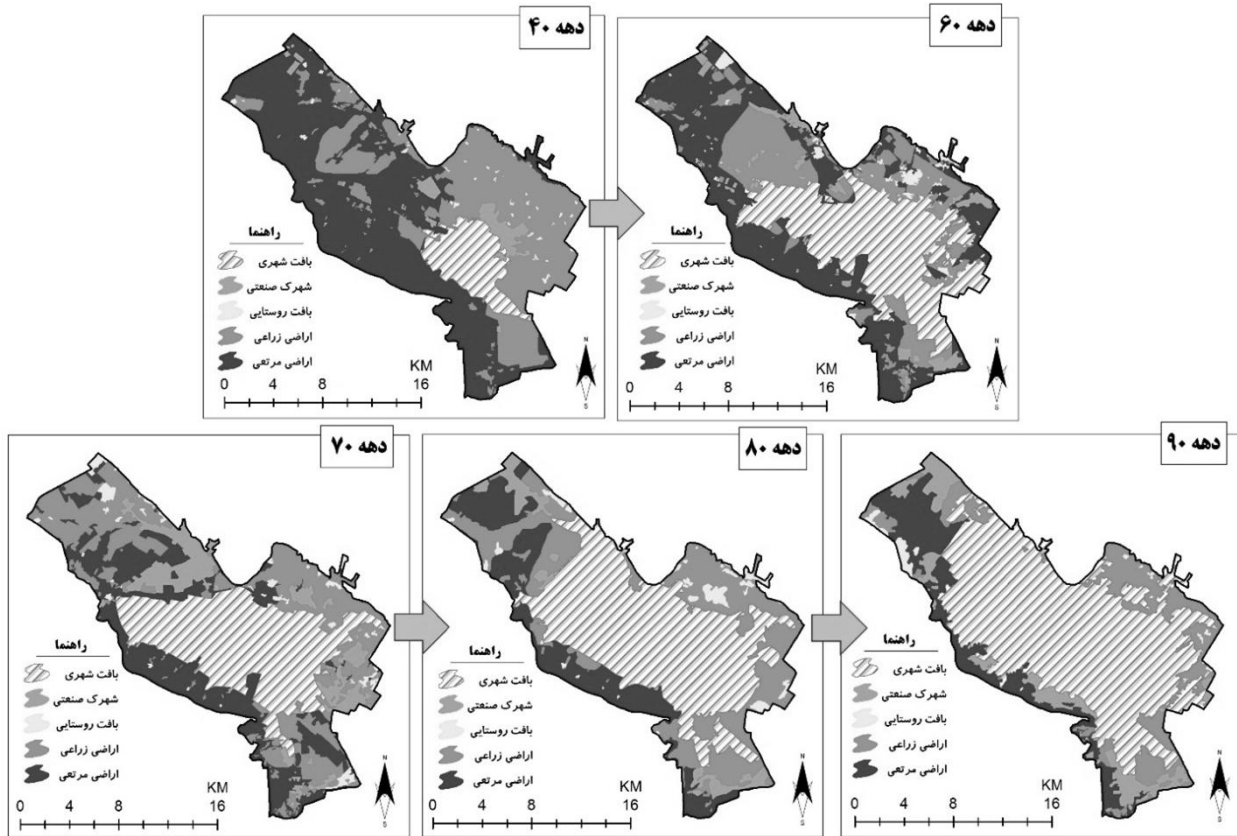
شکل (۲): منطقه مورد مطالعه در استان خراسان رضوی و در دوره‌های زمانی مختلف

نحوه آماده‌سازی داده‌ها

برای بررسی اثر توسعه شهری اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی از دهه ۴۰ شده است؛ زیرا این دوره زمانی مصادف با شروع توسعه و گسترش شهر بوده و دوره‌های بعدی شامل دهه‌های ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ است که علاوه بر وجود داده‌های مناسب جغرافیایی برای تهیه نقشه کاربری اراضی، اطلاعات جمعیتی شهر نیز طبق سرشماری‌های رسمی موجود می‌باشد. مبنای تهیه نقشه کاربری اراضی دهه ۴۰، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰ بوده که تعداد عکس‌های مورد استفاده در این تحقیق، ۶۰ قطعه است. برای تهیه نقشه کاربری اراضی محدوده شهر در دهه ۵۰، هیچ منبع اطلاعاتی قابل استنادی موجود نبوده؛ لذا این دهه مورد بررسی قرار نگرفته است. نقشه کاربری دهه ۶۰ با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ استفاده شده که این نقشه‌ها توسط اداره جغرافیایی ارتش به طریقه فتوگرامتری در سال ۱۳۵۳ تهیه و در سال ۱۳۶۳ از روی عکس‌های هوایی سال ۱۳۶۱ بازنگاری شده است؛ که محدوده مورد مطالعه در چهار شیت ۵۰۰۰۰ قرار می‌گیرد. مبنای تهیه نقشه کاربری دهه ۷۰، نقشه‌های

توپوگرافی ۱۳۷۴ بوده که براساس عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰۰ در سال ۱۳۷۴ تهیه شده است. بدین ترتیب محدوده مورد مطالعه در ۹ شیت ۲۵۰۰۰ قرار گرفته و در شکل (۳) آورده شده است. برای تهیه نقشه کاربری دهه ۸۰ از تصاویر ماهواره‌ای Landsat-7 ETM+ با عنوان تصاویر SID استفاده شده است. به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی دهه ۹۰ از جدیدترین تصاویر ماهواره‌ای Google Earth استفاده شده است.

در این تحقیق، برای برآورد شدت بیابان‌زایی شهر مشهد در دهه‌های مختلف از معیار توسعه شهری و صنعتی (تکنوژنیکی) مدل IMDPA استفاده شده که در این معیار، با توجه به دامنه امتیازات چهار شاخص، نسبت اراضی مسکونی-صنعتی به زراعی باغی، نسبت اراضی مسکونی صنعتی به مرتع و جنگل، نسبت تراکم جاده‌ای به سطوح شهری و سرانه فضای سبز به ازای هر نفر، وضعیت بیابان‌زایی شهر مشهد مطابق جدول (۱) برآورد شده است. برای این منظور، همه پردازش‌ها و تهیه لایه‌های رقومی در نرم‌افزار ArcGIS انجام شده است که در ادامه شرح داده می‌شود.



شکل (۳): تغییرات کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه از دهه ۴۰ تا ۹۰

جدول (۱): شاخص‌های مربوط به معیار بیابان‌زایی توسعه شهری و صنعتی

| وضعیت بالفعل بیابان‌زایی و دامنه امتیازدهی | | | | شاخص |
|--|-----------|----------|---------------|--|
| کم (۱) | متوسط (۲) | شدید (۳) | خیلی شدید (۴) | |
| کمتر از ۰/۵ درصد | ۱-۰/۵ | ۱-۱/۵ | بیش از ۱/۵ | نسبت پذیرش جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل |
| کمتر از ۱ | ۲-۱ | ۵-۲ | بیش از ۵ | نسبت اراضی مسکونی و صنعتی به باغی زراعی |
| کمتر از ۰/۱ | ۰/۲-۰/۱ | ۰/۵-۰/۲ | بیش از ۰/۵ | نسبت اراضی مسکونی و صنعتی به مرتعی و جنگلی |
| کمتر از ۱۰ | ۲۰-۱۰ | ۴۰-۲۰ | بیش از ۴۰ | نسبت تراکم جاده به سطوح شهری |
| بیش از ۱۰۰ مترمربع سرانه | ۱۰۰-۵۰ | ۵۰-۲۰ | کمتر از ۲۰ | میزان فضای سبز (باغ-پارک و خانگی) به ازای هر نفر |

زراعی-باغی و اراضی مرتعی-جنگلی در هر دهه شناسایی شد (شکل ۴). پس از مساحت‌گیری هریک از واحدها، این شاخص برای هر دهه، به شرح زیر محاسبه گردید و با جدول (۱) مقایسه و سپس با توجه به کلاس یا طبقه بیابان‌زایی تعریف‌شده در مدل، کلاس وضعیت بالفعل بیابان‌زایی برای هر دهه مشخص شد.

$$In1 = \frac{UR}{Ag}$$

که در آن:

در این تحقیق به دلیل عدم دسترسی به آمار و اطلاعات کافی و مناسب، امکان برآورد شاخص اول فراهم نشد.

- شاخص نسبت اراضی مسکونی به زراعی و مرتعی

برای ارزیابی این شاخص تغییرات کاربری اراضی با توجه به منابع و داده‌های اشاره‌شده در فوق برای ۵ دهه ۴۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ با استفاده از نقشه و تفسیر بصری، عکس‌های هوایی و ماهواره تهیه شد. بر این اساس، ۵ کلاس بافت شهری، بافت روستایی، شهرک‌های صنعتی، اراضی

براساس مطالعاتی و بررسی‌های وزارت مسکن و شهرسازی، سرانه متعارف و قابل قبول فضای سبز شهری در شهرهای ایران، بین ۷ تا ۱۲ مترمربع برای هر نفر است.

$$In4 = \frac{Gr}{Po}$$

که در آن:

In4: سرانه فضای سبز به‌ازای هر نفر

Gr: فضای سبز، باغ، پارک

Po: جمعیت

پس از تعیین امتیازات چهار شاخص مورد بررسی در دهه‌های ۴۰ تا ۹۰ منطقه مورد مطالعه، امتیاز نهایی معیار بیابان‌زایی تکنوژنیک شهر مشهد بر استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$Ti = \sqrt[4]{(In1) * (In2) * (In3) * (In4)}$$

که در آن:

Ti: امتیاز معیار بیابان‌زایی تکنوژنیک

In1: امتیاز شاخص اراضی مسکونی- صنعتی به اراضی

زراعی- باغی

In2: امتیاز شاخص اراضی مسکونی- صنعتی به اراضی

مرتعی- جنگلی

In3: امتیاز شاخص تراکم جاده

In4: امتیاز شاخص سرانه فضای سبز به‌ازای هر نفر

نتایج

پس از ارزیابی و بررسی شاخص‌ها و محاسبه امتیاز معیار تکنوژنیک، به‌منظور بررسی وضعیت بیابان‌زایی از گذشته تا زمان حال، میانگین هندسی امتیازات شاخص‌های معرفی شده، از طریق رابطه فوق، محاسبه و امتیاز نهایی مربوط به شدت بیابان‌زایی محدوده شهری مشهد تعیین شد. ارزش کمی و کلاس بیابان‌زایی هریک از شاخص‌ها در جداول (۲) تا (۴) آورده شده است.

بدین ترتیب ارزش عددی معیار توسعه شهری با توجه به مدل IMDPA در دهه ۴۰ (۱/۸۶)، در دهه ۶۰، ۷۰ و ۸۰ (۲/۳۸) و در دهه ۹۰ (۲/۴۵) محاسبه شد. شدت بیابان‌زایی در دهه ۴۰ متوسط و در چهار دهه بعدی، شدید است.

In1: نسبت اراضی مسکونی- صنعتی به اراضی زراعی- باغی

UR: اراضی مسکونی- صنعتی برحسب کیلومترمربع

Ag: اراضی زراعی- باغی برحسب کیلومترمربع

$$In2 = \frac{UR}{Ra + Fo}$$

که در آن:

In2: نسبت اراضی مسکونی- صنعتی به اراضی مرتعی جنگلی

UR: اراضی مسکونی- صنعتی برحسب کیلومترمربع

Ag: اراضی مرتعی- جنگلی برحسب کیلومترمربع

- شاخص تراکم جاده‌ای

جاده‌ها و خطوط مواصلاتی از پدیده‌های خطی هستند که احداث آن‌ها در هر منطقه، سطح وسیعی از اراضی را به‌صورت خطی در معرض تخریب و بیابان‌زایی قرار می‌دهد. از طرفی، سطوح عایق آسفالت خود سبب افزایش دمای محیط اطراف خود گشته که به‌تبع آن، پدیده بیابان‌زایی را تشدید می‌کند. لذا در این تحقیق با توجه به نوع راه، ضریبی برای اصلاح شاخص تعریف شده در نظر گرفته شده است؛ برای مثال برای بزرگراه‌ها و اتوبان ضریب ۳، برای راه‌های آسفالت دو طرفه ضریب ۲ و سایر راه‌ها با ضریب ۱ در نظر گرفته شده و با استفاده از رابطه زیر، دامنه امتیاز این شاخص محاسبه شده است. در شکل (۵)، تراکم جاده‌ها از سال ۴۰ تا ۹۰ ارائه شده است.

$$In3 = \frac{Ro}{UR}$$

که در آن:

In3: نسبت تراکم جاده‌ای به سطوح شهری

Ro: تراکم جاده‌ای بر حسب کیلومتر

UR: سطوح شهری برحسب کیلومتر مربع

- شاخص سرانه فضای سبز

فضای سبز در شهرها به‌ویژه در شهرهای بزرگ و صنعتی، عملکردهای مختلفی دارند. مهم‌ترین اثر فضای سبز شهری، کارکردهای زیست‌محیطی آن است. اثرات دیگر عبارت‌اند از: کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی صوتی، بهبود شرایط بیوکلیماتیک در شهر، افزایش نفوذپذیری خاک و تأثیر مثبت بر چرخه آب در محیط‌زیست شهری و افزایش کیفیت آب‌های زیرزمینی. فضای سبز می‌تواند به طول قابل توجهی دمای هوا را کاهش دهد و به تلطیف هوا کمک کند (بهرام سلطانی، ۲۰۰۸).

جدول (۲): مساحت شاخص‌های بیابان‌زایی نسبت اراضی مسکونی صنعتی به زراعی باغی و مرتعی (شاخص‌های In1 و In2) از دهه ۴۰ تا ۹۰

| مساحت کیلومتر مربع | | | | | کاربری |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------|----------------------------|
| سال ۹۰ | سال ۸۰ | سال ۷۰ | سال ۶۰ | سال ۴۰ | |
| ۲۵۷/۳۰ | ۱۹۰/۹۶ | ۱۵۹/۳۸ | ۱۳۷/۶۷ | ۴۶/۸۷ | اراضی مسکونی- صنعتی |
| ۵۷ | ۱۰۹/۵۰ | ۱۱۵/۱۴ | ۸۹/۷۶ | ۱۳۵/۷۶ | اراضی زراعی |
| ۵۳/۵۰ | ۶۷/۳۴ | ۹۳/۲۷ | ۱۴۰/۳۶ | ۱۸۵/۱۶ | اراضی مرتعی |
| ۴/۵۱ | ۱/۷۴ | ۱/۳۸ | ۱/۵۳ | ۰/۳۵ | نسبت مسکونی به زراعی- باغی |
| شدید | متوسط | متوسط | متوسط | کم | درجه کیفی بیابان‌زایی |
| ۴/۸۱ | ۲/۸۴ | ۱/۷۱ | ۰/۹۸ | ۰/۲۵ | نسبت مسکونی به مرتعی |
| خیلی شدید | خیلی شدید | خیلی شدید | خیلی شدید | شدید | درجه کیفی بیابان‌زایی |

جدول (۳): طول و تراکم شاخص بیابان‌زایی جاده از دهه ۴۰ تا ۹۰ (شاخص In3)

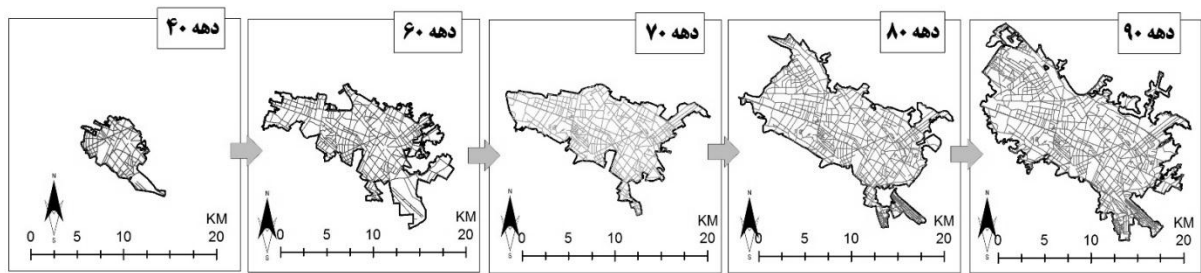
| طول- کیلومتر | | | | | جاده |
|--------------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
| سال ۹۰ | سال ۸۰ | سال ۷۰ | سال ۶۰ | سال ۴۰ | |
| ۱۱۹/۶۵ | ۹۹/۱۴ | ۳۲/۲۶ | ۳۱/۸۶ | ۹/۱۹ | اتوبان |
| ۳۲۱/۶۳ | ۱۰۶/۸۲ | ۲۷/۹۱ | ۳۰/۷۵ | ۷/۹۶ | آسفالته |
| ۶۶۱/۹۳ | ۵۷۶/۷۰ | ۴۱۷/۵۸ | ۳۴۳/۲۷ | ۱۰۶/۵۰ | سایر راه‌ها |
| ۱۱۰۳/۲۱ | ۷۸۲/۶۶ | ۴۷۷/۷۴ | ۴۰۵/۸۸ | ۱۲۳/۶۶ | مجموع راه |
| ۲۵۷/۳۰ | ۱۹۰/۹۶ | ۱۵۹/۳۸ | ۱۳۷/۶۷ | ۴۶/۸۷ | مساحت شهری |
| ۴/۲۹ | ۴/۱۰ | ۳ | ۲/۹۵ | ۲/۶۴ | نسبت جاده به سطح |
| کم | کم | کم | کم | کم | درجه کیفی بیابان‌زایی |
| ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | امتیاز مدل |

جدول (۴): میزان سرانه فضای سبز و تعیین شدت بیابان‌زایی شاخص فضای سبز از دهه ۴۰ تا ۹۰ (شاخص In4)

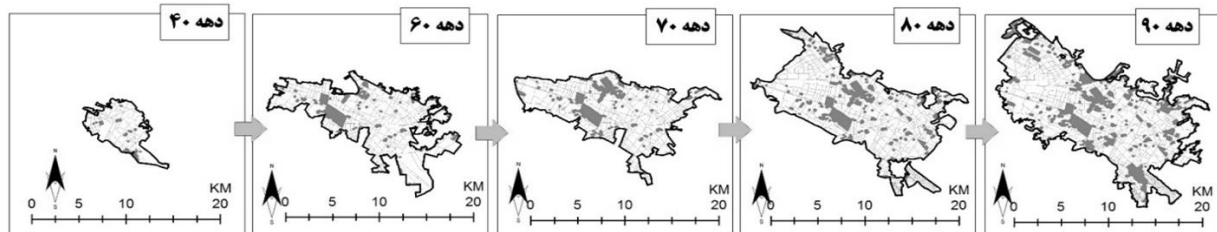
| مساحت- مترمربع | | | | | سرانه فضای سبز |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
| سال ۹۰ | سال ۸۰ | سال ۷۰ | سال ۶۰ | سال ۴۰ | |
| ۲۱۵۱۴۶۰۷ | ۱۲۳۲۹۲۸۹ | ۸۶۵۱۹۶۱ | ۶۶۶۲۵۱۹ | ۷۸۵۷۰۸ | فضای سبز |
| ۳۰۶۹۹۴۱ | ۲۴۲۷۳۱۶ | ۱۸۸۷۴۱۴ | ۱۴۶۳۵۰۸ | ۴۰۹۶۱۶ | جمعیت |
| ۷/۰۱ | ۵/۰۸ | ۴/۵۸ | ۴/۵۵ | ۱/۹۲ | سرانه فضای سبز |
| شدید | خیلی شدید | خیلی شدید | خیلی شدید | خیلی شدید | درجه کیفی بیابان‌زایی |
| ۳ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | امتیاز مدل |

جدول (۵): شدت بیابان‌زایی شهر مشهد براساس شاخص‌های توسعه شهری از دهه ۴۰ تا ۹۰

| ارزش عددی شاخص‌ها | | | | | | | | | | شاخص |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
| سال ۹۰ | سال ۸۰ | سال ۷۰ | سال ۶۰ | سال ۴۰ | سال ۹۰ | سال ۸۰ | سال ۷۰ | سال ۶۰ | سال ۴۰ | |
| ۳ | ۴/۵۱ | ۲ | ۱/۷۴ | ۲ | ۱/۳۸ | ۲ | ۱/۵۳ | ۱ | ۰/۳۵ | مسکونی به زراعی |
| ۴ | ۴/۸۱ | ۴ | ۲/۸۴ | ۴ | ۱/۷۱ | ۴ | ۰/۹۸ | ۳ | ۰/۲۵ | مسکونی به مرتعی |
| ۱ | ۴/۲۹ | ۱ | ۴/۱۰ | ۱ | ۳ | ۱ | ۲/۹۵ | ۱ | ۲/۶۴ | جاده |
| ۳ | ۷/۰۱ | ۴ | ۵/۰۸ | ۴ | ۴/۵۸ | ۴ | ۴/۵۵ | ۴ | ۱/۹۲ | فضای سبز |
| ۲/۴۵ | | ۲/۳۸ | | ۲/۳۸ | | ۲/۳۸ | | ۱/۸۶ | | شدت بیابان‌زایی |
| شدید | | شدید | | شدید | | شدید | | متوسط | | درجه کیفی بیابان‌زایی |



شکل (۴): تراکم سطوح جاده‌ای در محدوده مورد مطالعه از دهه ۴۰ تا ۹۰



شکل (۵): پراکنش فضای سبز اعم از پارک و باغ در محدوده مورد مطالعه از دهه ۴۰ تا ۹۰

بحث و نتیجه گیری

شهر مشهد به‌طور بی‌سابقه‌ای تحت تأثیر توسعه اقتصادی اجتماعی و افزایش جمعیت قرار گرفته؛ به‌گونه‌ای که مرزهای اصلی خود را پشت سر گذاشته و در مرحله اول، نواحی مزروعی حاشیه شهر و در مرحله دوم، روستاهای نزدیک را یکی پس از دیگری در خود حل کرده است (شاهرخی، ۲۰۱۴). همان‌گونه که یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، مساحت شهر مشهد از ۳۳/۶۲ کیلومترمربع در سال ۱۳۴۰ به ۱۱۳/۴۹ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۰ و جمعیت آن از ۲۴۱۹۸۹ در سال ۱۳۴۰ به ۳۰۶۹۹۴۱ نفر در سال ۱۳۹۰ رسیده است (مرکز آمار ایران^{۱۸}، ۲۰۱۲) که این افزایش جمعیت نیاز روزافزون به واحدهای مسکونی جدید و به تبع آن، توسعه بدون برنامه‌ریزی شهری را سبب شده است.

شواهد حاکی از آن است که توسعه شهری مشهد سبب شده که اراضی کشاورزی و باغی زیادی در هر دهه، از رشد شهر از بین رفته و به زیرساخت‌های شهری تبدیل شوند. به‌طوری‌که مساحت اراضی زراعی و باغی در سال ۱۳۴۰، ۱۳۵/۷۶ کیلومترمربع بوده و در سال ۱۳۹۰ به ۵۷ کیلومترمربع تقلیل یافته است. همان‌گونه که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، ۵ کاربری در محدوده مطالعاتی تفکیک شده است. پراکنش اراضی

کشاورزی و باغی در سال ۱۳۹۰ در قسمت شمال، شمال شرق و شمال غرب دیده می‌شود که با توسعه شهر مشهد، قسمت زیادی از اراضی خوب و حاصلخیز کشاورزی منطقه، تخریب و مورد ساخت‌وساز قرار گرفته است که خود یکی از عوامل تشدید بیابان‌زایی در دهه ۹۰ است. از طرفی، بیشترین گسترش شهر مشهد به سمت شمال غرب و غرب بوده که سبب تغییر کاربری مراتع و منابع ملی به شهری شده است. به‌طوری‌که در سال ۴۰ بیش از ۵۰ درصد سطح مورد مطالعه را مراتع فرا گرفته بود و در سال ۹۰، به ۱۴/۵ درصد کاهش یافته است.

تازه (۲۰۰۴) نقش تغییرات کاربری اراضی در بیابان‌زایی شهر یزد را با استفاده از مدل ICD و سنجش از دور مورد بررسی قرار داد. براساس نتایج حاصل، بیابان‌زایی شاخص تراکم جاده کم، بیابان‌زایی شاخص میزان سرانه فضای سبز خیلی شدید، بیابان‌زایی شاخص نسبت وسعت اراضی باغی و زراعی به شهری شدید و بیابان‌زایی معیار توسعه شهری-صنعتی شدید است. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان می‌دهد در هر پنج دهه، عامل سطوح جاده‌ای در دامنه امتیاز کم در مدل قرار گرفته که از تأثیر این عامل در بیابان‌زایی شهر مشهد می‌توان چشم‌پوشی کرد. صادقی (۲۰۰۹) نیز در مطالعه‌ای مشابه، اصلی‌ترین عامل بیابان‌زایی شهر اصفهان را کاهش سرانه سبز بیان می‌کند، درحالی‌که کمترین تأثیر در بیابان‌زایی منطقه، مربوط به شاخص تراکم جاده‌ای است. یافته‌های تحقیق نیز حاکی از آن است که

بیابان‌زایی تکنوژنیک شرق شهر اصفهان را نسبت اراضی مسکونی و شهری به اراضی باغی و زراعی می‌داند. طبق نتایج تحقیق در دهه ۹۰ اصلی‌ترین عامل کاهش اراضی مرتعی و عوامل کاهش اراضی زراعی و سرانه فضای سبز در اولویت دوم بیابان‌زایی قرار دارند.

در دهه ۴۰، سرانه فضای سبز در اولویت اول، کاهش اراضی مرتعی عامل دوم بیابان‌زایی این دهه در شهر مشهد است. در دهه‌های ۶۰، ۷۰ و ۸۰ اصلی‌ترین عوامل بیابان‌زایی، کاهش اراضی مرتعی و سرانه فضای سبز شهر مشهد و عامل بعدی کاهش اراضی زراعی است.

احمدی (۲۰۱۲) در تحقیق خود، اصلی‌ترین شاخص

منابع

- Ahmadi, H., Nazari, A.K., Ekhtesasi, M.R., Moghimi, F., Hosin Abadi, M., 2012. The Effects of Urban and Industrial Development (Technogenic Desertification) in the desertification (Case Study: Eastern Region of Esfahan Province), *Journal of Environmental Erosion Researches*, 5: 63-77.
- Aziz poor, M., Hosain zade dalir, K., Esmail poor, N., 2008. Investigation of relationship between rapid horizontal growth of Yazd and population movements, *Geography and Environmental Planning* 34(2), 105-124.
- Bakr, N., D. C. Weindorf, M. H. Bahnassy and M. M. El-Badawi. 2012. Multi-temporal assessment of land sensitivity to desertification in a fragile agro-ecosystem: Environmental indicators. *Ecological Indicators* 15: 271-280.
- Baharam Soltani, K., 2008 "Topics and methods of urban planning, environment." Volume II, Iranian center of Urban Studies and Architecture .
- Cousins, S. A. O. and R. Lindborg. 2004. Assessing changes in plant distribution patterns—indicator species versus plant functional types. *Ecological Indicators* 4: 17-27.
- Ekhtesasi, M.R. and Sepehr, A. (2011). *Methods and Models of Desertification Assessment And Mapping*, Yazd University press
- FAO/UNEP. 1983. Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification. FAO Library, No. 240997, p. 95.
- Ladisa, G., M. Todorovic and G. T. Liuzzi. 2011, A GIS-based approach for desertification risk assessment in Apulia region, SE Italy. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 49:103-113.
- Lavado Contador, J. F., S. Schnabel and A. Gómez Gutiérrez. 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.
- National mapping agency, Topographic maps of 1: 50,000 and 1: 25,000, Publishing national mapping agency.
- Rasmy, M., A. Gad, H. Abdelsalam and M. Siwailam. 2010. A dynamic simulation model of desertification in Egypt, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 13(2): 101-111.
- Nikoo, Sh., 2011. Evaluation of desertification potential based on IMDPA model to determine land degradation factors (case study: Damghan), PhD thesis, Natural Resources Faculty, Tehran University.
- Santini, M., G. Caccamo, A. Laurenti, S. Noce and R. Valentini. 2010. A multi-component GIS framework for desertification risk assessment by an integrated index. *Applied Geography* 30: 394-415.
- Sadeghi, S., 2009. Survey the status of desertification within the city limits based on indicators of desertification technogecic, MS thesis, Natural Resources Faculty, Yazd University.
- Shahrokhi, M.Y., 2015. Analyzing and Modeling the impact of urban sprawl of the Mashhad on the change trend of surrounding rangelands using GIS and Remote Sensing techniques, MS thesis, Natural Resource Faculty, Birjand University.
- Statistical Research and Training Center, 2012. The results of the 2011 national population and housing census, Iran Statistics Center Press.
- Tazeh, M., 2004. The Role of land use changes in the desertification area in Yazd, MS thesis, Natural Resources Faculty, Tehran University.

Impacts of land use changes on Technogenic desertification in Mashhad city

Zahra Gohari^{1*}, Shima Nikoo²

Received: 5/6/2016

Accepted: 19/1/2017

Abstract

Urbanization lead a wide variety of difficulties that changes in the pattern of land use is the major consequence. One of the outcome of land use changes is ecological and biological capacity reduction or desertification. In this study, for determine of desertification due to urban development within the city of Mashhad, was used Iranian method (IMDPA). The land use map of this area was prepared in five decades, 40, 60, 70, 80, 90. The sources used to prepare the land use map includes, Aerial photos with scale 1: 20000, topographic maps with scale 1: 50000, digital topographic layers with scale 1: 20000, Landsat -7 ETM + Satellite images and the latest images of Google Earth. Using technogecic criterion in IMDPA mothod, weighting the indicators of this criterion was carried out. The severity of desertification in the five decades was determined by geometric mean of indicators numerical values. The results show that in the 40s, the low per capita green space and reducing of rangeland, in the decade of 60, 70 and 80, rangeland and agricultural land reduction and reducing per capita urban green were the most important indicators of Technogenic desertification. In the 90s, reduction of arable land, rangeland and per capita green space are the major indicators of desertification. In the five decades desertification intensity of the road congestion indicator was evaluated low, therefore the impact of it can be ignored on desertification of Mashhad.

Keywords: Technogenic desertification, IMDPA, land use changes, Mashhad city.

1. PhD student, Department of Dry Area, Faculty of Desert, University of Semnan; Email: ma_gohari@yahoo.com
2. Department of Dry Area, Faculty of Desert, University of Semnan