

## ارزیابی تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی در محیط‌زیست شهری (مطالعه موردی شهر یزد)

الهام یوسف زاده\*<sup>۱</sup>، احد ستوده<sup>۲</sup>، پرستو پریور<sup>۳</sup>، محمدرضا رضایی<sup>۴</sup>، حمید سودائی زاده<sup>۵</sup>

- ۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، منابع طبیعی - محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
- ۲ استادیار، دکترای برنامه‌ریزی محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
- ۳ دکترای برنامه‌ریزی محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
- ۴ استادیار، دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یزد
- ۵ استادیار، دکترای علوم کشاورزی، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۳۰؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۸/۰۸)

### چکیده

یکی از سطوح مدیریت شهری، مدیریت محیط‌زیست شهری است که نیازمند استفاده از رویکردهای نوینی مانند تفکر تاب‌آوری برای دستیابی به شهرهایی با خدمات اکوسیستمی انعطاف‌پذیر برای تضمین قابلیت زیستن و شهرهایی پایدارتر در برابر تغییرات محیط‌زیستی است. هدف از انجام این پژوهش بررسی تاب‌آور بودن خدمات اکوسیستمی شهر یزد با استفاده از فرایند ارزیابی تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی است. فرایند ارزیابی تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی شامل سه مرحله اصلی، مرحله اول شامل انتخاب معیارهای تعیین وضعیت خدمات اکوسیستمی با توجه به شرایط اکولوژیکی و دسترسی به داده، مرحله دوم شامل برآورد و ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیارهای نهایی خدمات اکوسیستمی و مرحله سوم ارزیابی کلی شرایط تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی است. نتایج حاصل از ارزیابی کلی تاب‌آوری نشان داد شهر یزد از رنج تاب‌آوری عدد ۲۵/۶۴۱ به خود اختصاص می‌دهد که وضعیت خدمات اکوسیستمی شهر یزد را در محدوده عدم تاب‌آوری قرار داده است. بنابراین، اندازه‌گیری روند پایداری و تاب‌آور بودن شهر با تمرکز بر توصیف وضعیت فعلی خدمات اکوسیستم شهری می‌تواند به برنامه‌ریزان برای اتخاذ تصمیماتی جهت حفظ و ارتقاء کیفیت خدمات اکوسیستمی و در نتیجه بهبود وضعیت محیط‌زیست شهر کمک کند. نتیجه این مطالعه بسط یک رویه ارزیابی تاب‌آوری شهری بر اساس خدمات اکوسیستمی است.

**کلیدواژه:** دامنه تاب‌آوری، شهرهای پایدار، کیفیت خدمات اکوسیستمی، مدیریت محیط‌زیست شهری، یزد

## سرآغاز

شهرها محل زندگی بیش از نیمی از جمعیت جهان بوده و به عنوان مراکز توسعه اقتصادی- اجتماعی، منشاء مسایل مهم محیط‌زیست در سطوح و مقیاس‌های مختلف فضایی هستند (Alberti, 2005)؛ همچنین شهرها به‌عنوان سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیکی از زیر مجموعه‌های سیستم‌های انسانی و بیوفیزیکی تشکیل شده‌اند که بقای آن‌ها وابسته به منابع طبیعی و خدمات اکوسیستمی<sup>(۱)</sup> است که از آن بهره می‌گیرند و برای بقاء خود مصرف می‌کنند (پریور و همکاران، ۱۳۹۲). لیکن به دلیل افزایش جمعیت و کاهش منابع طبیعی و قرارگیری بیشتر شهرها در برابر خطرات و بلایای طبیعی و انسان‌ساخت که ناشی از تخریب روزافزون اکوسیستم‌های طبیعی در چند دهه گذشته است لزوم رسیدن به تاب‌آوری و برنامه‌ریزی در شهرها به دلیل ارزیابی وضعیت فعلی شهرها، رسیدن به درک درست از پتانسیل‌ها و محدودیت‌ها و پیش‌بینی وضعیت آینده و بسط استراتژی‌های مناسب برای توسعه شهری، بیشتر احساس می‌شود. در حال حاضر رویکرد تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی یکی از رویکردهای افزایش پایداری در جوامع شهری است؛ تاب‌آوری<sup>(۲)</sup> شهری به‌عنوان حد یا میزانی است که در آن میزان شهرها قادر به تحمل تغییر هستند قبل از این که به مجموعه

جدیدی از ساختارها و فرایندها باز سازمان‌دهی شوند (پریور و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین تاب‌آوری شهری از هم‌پوشانی چهار مجموعه تشکیل شده است که خدمات اکوسیستم شهری نقش مهمی را در تاب‌آوری شهری ایجاد می‌کند (Krasny et al., 2009):

۱. جریان‌های متابولیسمی: که شامل چرخه تولید، تامین و مصرف
  ۲. شبکه‌های دولتی: که شامل ساختارهای نهادی و سازمانی
  ۳. پویایی اجتماعی: سرمایه انسانی
  ۴. ترکیب محیط‌زیست: که شامل خدمات اکوسیستم در سیمای سرزمین<sup>(۳)</sup> شهری است
- تاب‌آوری در زمینه خدمات اکوسیستم، به ظرفیت اساسی یک اکوسیستم برای حفظ خدمات مطلوب اکوسیستم در مواجهه با نوسانات محیط‌زیستی و بهره‌برداری انسان اطلاق می‌شود (Folke et al., 2004). خدمات اکوسیستمی، فرایندهای طبیعی است که انسان برای بقا و رفاه خود به آن وابسته است (Mcdonald, 2009). مزایای که انسان از طبیعت استخراج می‌کند به‌عنوان خدمات اکوسیستم شناخته شده است. آن‌ها را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد (TEEB, 2011). در جدول (۱) تقسیم‌بندی خدمات اکوسیستمی به همراه توضیحات آورده شده است.

جدول (۱): تقسیم‌بندی خدمات اکوسیستمی

خدمات تامین	خدمات تنظیم	خدمات حمایتی	خدمات فرهنگی
غذا، آب تازه، مواد اولیه و گیاهان دارویی	تنظیم کیفیت هوا و اقلیم محلی، تجزیه و ذخیره‌سازی کربن، تعدیل رویدادهای خیلی شدید، تصفیه هرز آب، جلوگیری از فرسایش و حفظ حاصلخیزی خاک، گرده‌افشانی و کنترل بیولوژیکی	زیستگاه مناسب برای گونه‌ها، حمایت از تنوع ژنتیکی	تفریح و سرگرمی و سلامت ذهنی و جسمی، توریسم، کاربردهای زیبایی‌شناسی و الهام گرفتن برای فرهنگ و هنر و طراحی، ارزش معنوی و فرصت‌های آموزشی است

از جمله درخت‌های خیابان، چمن‌ها و پارک‌ها، جنگل‌های شهری، زمین کشت‌شده، تالاب‌ها، دریاچه‌ها و دریا، رودخانه‌ها شناسایی شد. این سیستم‌ها طیف وسیعی از خدمات اکوسیستم را تولید می‌کنند. همچنین شش خدمات محلی و مستقیم مربوط به استکلم نیز از جمله تصفیه هوا، تنظیم میکرو آب‌وهوا، کاهش سروصدا، زهکشی آب باران و ارزش‌های تفریحی و فرهنگی استفاده شد؛ و به این نتیجه رسیدند که خدمات اکوسیستمی تولیدشده محلی تأثیر قابل‌توجهی بر روی کیفیت زندگی در مناطق شهری داشته است و باید در برنامه‌ریزی کاربری زمین استفاده شود (Bolund & Hunhammar, 1999).

اکثر پژوهش‌های صورت گرفته در ایران در بعد آسیب‌پذیری، اجتماعی و اقتصادی است که ما در این پژوهش ارتباط تاب‌آوری و خدمات اکوسیستمی شهری بررسی می‌کنیم. در این تحقیق برخی نمونه‌های جهانی در زمینه تأثیر خدمات اکوسیستمی بر روی کیفیت زندگی شهری و همچنین استفاده از رویکرد تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی برای برنامه‌ریزی شهری مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله نمونه‌های مورد بررسی می‌توان به بولاند و هان‌هامار در سال ۱۹۹۹ به تجزیه و تحلیل خدمات اکوسیستمی تولیدشده توسط اکوسیستم‌ها در داخل منطقه شهری پرداختند. در این پژوهش هفت اکوسیستم مختلف شهری

پریور و همکاران در سال ۱۳۹۲ به بسط راهبردهای پایداری اکولوژیک برای افزایش تاب‌آوری محیط‌زیست شهری در مناطق ۱ و ۳ شهرداری تهران پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد اتخاذ چنین رویه‌ای در مطالعات مرتبط با تاب‌آوری شهری، به برنامه‌ریزان برای اتخاذ تصمیماتی برای حفظ و ارتقاء فرصت‌های موجود و بالقوه و خدمات اکوسیستمی در شهر کمک می‌کند (پریور و همکاران، ۱۳۹۲).

همچنین پریور و همکاران در سال ۱۳۹۲ به بسط چارچوب ارزیابی راهبردی محیط‌زیستی طرح‌های توسعه شهری بر اساس تفکر تاب‌آوری پرداختند. در این پژوهش با توجه به منابع موجود در زمینه تفکر تاب‌آوری و اکولوژی شهری مدرن و کاربرد آن‌ها در فرایند ارزیابی راهبردی محیط‌زیستی و تجزیه‌وتحلیل آن‌ها یک چارچوب سه مرحله‌ای شامل ۱. تاب‌آوری عمومی بستر محیط‌زیست شهری ۲. سنجش تاب‌آوری بستر نسبت به طرح توسعه پیشنهادی ۳. بسط مدیریت تطبیقی پیشنهاد شد (پریور و همکاران، ۱۳۹۲).

در این راستا هدف از انجام این پژوهش نیز ارزیابی تاب‌آوری کمیت، کیفیت و تغییرات خدمات اکوسیستمی شهر یزد، با استفاده از فرایند ارزیابی تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی است. نوآوری این تحقیق بسط یک رویه ارزیابی تاب‌آوری شهری بر اساس خدمات اکوسیستمی بوده است. در این رویه نتیجه ارزیابی مشخص و قابل تکرار است. همچنین بحث مقیاس زمانی و مقیاس فضایی در ارزیابی معیارهای خدمات اکوسیستمی مورد توجه بوده است.

## مواد و روش‌ها

### • منطقه مورد مطالعه

شهر یزد پرجمعیت‌ترین شهر و مرکز سیاسی-اداری استان یزد، با وسعت ۹۹/۵ کیلومتر مربع در محدود مختصات جغرافیایی ۳۱/۵۴ عرض شمالی و ۲۳/۵۴ طول شرقی قرار دارد. و محدوده منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) آورده شده است. ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۲۱۵ متر است (سازمان مسکن و شهرسازی استان یزد، ۱۳۸۶). محدوده مورد مطالعه در فلات مرکزی ایران به سبب موقعیت جغرافیایی، دارای آب و هوای اقلیمی گرم و خشک بیابانی است با میانگین بارندگی سالانه ۵۳/۷۹ میلی‌متر و در این محدوده نوسان دما در تابستان و زمستان و حتی در شب روز زیاد است. دمای سالانه شهر یزد نوسانات زیادی دارد که کمترین میانگین دما سالانه مربوط به سال ۱۹۹۲ معادل ۱۸/۱

نلسون و همکاران در سال ۲۰۰۹ از ابزار مدل‌سازی فضایی ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی (inVEST) برای پیش‌بینی تغییرات خدمات اکوسیستمی، حفاظت تنوع‌زیستی و سطح تولید کالا استفاده کردند. آن‌ها از inVEST برای سناریوهای تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین در حوضه ویلمیت ایالت اورگان استفاده کردند. آن‌ها دریافتند، سناریوهایی که نمرات بالایی را برای خدمات اکوسیستمی دریافت کردند، نمرات بالایی در تنوع‌زیستی نیز گرفته‌اند؛ و این نشان می‌دهد رابطه کمی بین حفاظت از تنوع‌زیستی و خدمات اکوسیستمی وجود دارد. سناریوهایی که شامل توسعه بیشتر بودند مقادیر تولید بالاتری را داشته‌اند؛ اما سطح پایین‌تری در حفاظت از تنوع‌زیستی و خدمات اکوسیستمی را داشته‌اند. کمی‌سازی خدمات اکوسیستمی به شیوه فضایی و آنالیز ارتباطات بین آن‌ها می‌تواند به تصمیم‌گیری مؤثرتر، کارآمد و توجیه‌پذیر در منابع طبیعی کمک کند (Nelson et al., 2009).

مک‌پیرسون و همکاران در سال ۲۰۱۴ برای برنامه‌ریزی و مدیریت تاب‌آوری در شهر نیویورک به بررسی خدمات اکوسیستم شهری پرداختند. در این پژوهش وضعیت فعلی آگاهی از خدمات اکوسیستمی شهری مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و اینکه چگونه خدمات اکوسیستمی، برای مدیریت متمرکز بر روی خدماتی که چالش‌هایی در نیویورک ارایه کرده‌اند تنظیم‌کننده و برنامه‌ریزی‌کننده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که هماهنگی در امتداد چند مقیاس مدیریتی و ترویج بهترین شیوه مدیریت، فرصتی است برای رهبران شهری، برای اطمینان از این که فرایندهای اکوسیستم و طبیعت در شهرها برای حمایت از تحویل کالاهای اساسی خدمات اکوسیستم شهری محافظت می‌شوند (McPhearson et al., 2014).

سیبر و همکاران در سال ۲۰۱۵ به ارزیابی خدمات اکوسیستمی برای تاب‌آوری شهری در سنگاپور پرداختند در این پژوهش از یک فرایند پنج مرحله‌ای برای ارزیابی آثار و وابستگی استفاده شده است. برای رسیدن به یک ارزیابی یکپارچه در شهرها، از یک روش خدمات اکوسیستم شهری اصلاح‌شده برای مطالعه موردی در سنگاپور استفاده شد. خروجی و نتایج مورد انتظار این پژوهش، هر دو ارزش کمی و کیفی را در بردارند؛ که در GIS، نقشه‌ها (کیفی) مشابه خروجی اصلی و جداول (کمی) برای تصمیم‌گیری و پشتیبانی به نمایش درآمده‌اند (Sieber et al., 2015).

وضعیت خدمات اکوسیستمی شهر یزد انتخاب شدند و متغیرهایی برای هر معیار مشخص شد. معیارهای نهایی انتخاب شده در جدول‌های (۳ تا ۱۳) مشخص شده است.

### مرحله دوم: ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیارهای نهایی خدمات اکوسیستمی

در این مرحله با توجه به روند تغییرات خدمات اکوسیستمی در مقیاس زمانی و نرخ رشد جمعیت در شهر یزد تاب‌آوری معیارهای نهایی خدمات اکوسیستمی در شهر یزد مشخص شده است. در این قسمت برای اندازه‌گیری وضعیت هر معیار از روش تحلیلی و آماری استفاده شده است و نرم‌افزارهای مورد استفاده برای هر متغیر در جدول‌های (۳ تا ۱۳) آورده شده است. همچنین میانگین نرخ رشد متوسط جمعیت از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۰، ۲/۰۲ در نظر گرفته شده است و از طرح تفصیلی شهر یزد ۱۳۸۸ به دست آمده است.

### مرحله سوم: ارزیابی کلی شرایط تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی

فرایند ارزیابی کلی شرایط تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی متشکل از ۶ مرحله است.

۱. رتبه‌دهی میزان تاب‌آوری با استفاده از طیف‌بندی لیکرت<sup>(۴)</sup>

#### جدول (۲): طیف‌بندی لیکرت

امتیاز	۵	۴	۳	۲	۱
ارزش	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم

با استفاده از این طیف میزان تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی با توجه به وضعیت فعلی خدمات اکوسیستمی و توان آرایه خدمات در آینده نمره‌دهی شده است به این ترتیب که خدمات اکوسیستمی که وضعیت فعلی آن‌ها بحرانی بوده است در شرایط عدم تاب‌آوری و رتبه یک، خدمات اکوسیستمی که وضعیت فعلی پرخطر بوده و امکان تبدیل به وضعیت بحرانی دارند در وضعیت تاب‌آوری کم قرار دارند رتبه ۲، خدمات اکوسیستمی که وضعیت فعلی کم‌خطر و قابل کنترل را داشته‌اند در وضعیت تاب‌آوری نسبی و رتبه ۳، خدمات اکوسیستمی که توان آرایه خدمات را برای جمعیت فعلی دارند در وضعیت تاب‌آوری قابل قبول رتبه ۴ و خدمات اکوسیستمی که توان آرایه خدمات هم برای نسل حاضر و هم نسل آینده را دارند در وضعیت تاب‌آور مطلق رتبه ۵ قرار می‌گیرند.

درجه سانتی‌گراد و بیشترین میانگین دما سالیانه مربوط به سال ۲۰۱۰ معادل ۲۱/۳ درجه سانتی‌گراد بوده است. طبق روش طبقه‌بندی دو مارتون که براساس میزان بارندگی سالانه و متوسط دمای سالانه است. شهر یزد جزء منطقه خشک محسوب می‌شود (ایران‌نژاد پاریزی، ۱۳۸۶).



شکل (۱): مختصات جغرافیایی شهر یزد

### روش تحقیق

#### • فرایند ارزیابی تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی

فرایند ارزیابی تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی شامل سه مرحله اصلی است، مرحله اول شامل انتخاب معیارهای تعیین وضعیت خدمات اکوسیستمی با توجه به شرایط اکولوژیکی و دسترسی به داده، مرحله دوم شامل برآورد و ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیارهای نهایی خدمات اکوسیستمی و مرحله سوم ارزیابی کلی شرایط تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی است. در هر یک از مراحل از روش‌هایی استفاده شده است که در ادامه به تشریح روش‌های هر مرحله پرداخته شده است.

#### مرحله اول: انتخاب معیارهای نهایی تعیین وضعیت خدمات اکوسیستمی

با استفاده از روش ماتریس سازگاری (در این روش از یک ماتریس ساده استفاده می‌شود. مرتبط بودن و دسترسی به داده به عنوان دو بُعد در این ماتریس تعریف می‌شود) که توسط سازمان ملل (United Nations, 2007) طراحی شده است؛ و با در نظر گرفتن شرایط محیط‌زیستی شهر یزد معیارهای نهایی تعیین

۲. مشخص کردن میزان تاب‌آوری هر یک از شاخص‌های خدمات اکوسیستمی با توجه به وضعیت فعلی و پیش‌بینی آینده و نمره‌دهی با استفاده از طیف لیکرت
۳. وزن‌دهی طبقات خدمات اکوسیستمی و زیرشاخص‌های خدمات اکوسیستمی بر اساس اهمیت نسبی آن‌ها
- وزن نسبی شاخص‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها با استفاده از نظر کارشناسی، وضعیت منطقه مطالعاتی و مرور منابع به‌دست آمده است. در این قسمت از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شد که با استفاده از آن به مقایسه زوج پارامترها پرداخته شد و به پارامتر مهم‌تر، بسته به میزان اهمیت از ۱ تا ۹ امتیاز داده شد. کمترین امتیاز ۱ و بیشترین امتیاز ۹ به پارامترها داده شد و وزن نهایی شاخص‌ها به دست آمد. در این تحقیق شاخص‌ها چهار دسته خدمات اکوسیستمی و زیرشاخص‌ها متغیرهای هر دسته در نظر گرفته شده است.
۴. یکپارچه‌سازی رتبه تاب‌آوری و اهمیت نسبی هر کدام از شاخص‌ها و به‌دست آوردن میزان تاب‌آوری کلی خدمات اکوسیستمی در شهر یزد
۵. تعریف دامنه تاب‌آوری برای مشخص کردن میزان تاب‌آوری

کلی شهر یزد

۶. مقایسه میزان تاب‌آوری کلی خدمات اکوسیستمی در شهر یزد با دامنه تاب‌آوری و ارزیابی وضعیت تاب‌آوری شهر یزد

### نتایج

#### • نتایج محاسبه ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیارهای

##### نهایی خدمات اکوسیستمی

بر اساس نتایج ماتریس سازگاری، معیارهای اولیه و ثانویه چهار طبقه تامین، تنظیم، حمایتی، فرهنگی که قابلیت سنجش و محاسبه را داشته‌اند انتخاب شدند و در نهایت برای اندازه‌گیری میزان تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی شهر یزد، وضعیت ۲۵ متغیر برآورد شده است که در ادامه معیارهای منتخب و نتایج حاصل از محاسبه وضعیت هر کدام از متغیرها ارائه می‌شود.

#### • وضعیت تاب‌آوری معیارهای طبقه تامین آب

وضعیت تامین آب توسط سه معیار ثانویه، مصارف آب، آب زیرزمینی و آب سطحی اندازه‌گیری شد و در ادامه نتایج به دست آمده در جدول (۳) آورده شده است.

جدول (۳): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری طبقه تامین آب

ارزیابی وضعیت معیار بر اساس نرخ رشد جمعیت	میانگین نرخ رشد متوسط جمعیت از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۰	متوسط نرخ رشد	مقیاس مکانی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	خدمات اکوسیستمی	طبقه خدمات اکوسیستمی	
با توجه به نرخ رشد جمعیت و افزایش سطح رفاه و صنعتی شدن نیاز به تامین آب از حوزه آبخیز دیگر است	۲/۰۲	۳/۶۵	شهرستان یزد	فاصله زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۰	فرمول نرخ رشد	نرخ رشد کل مصارف آب	تامین آب	تامین	
		-۶	نرخ رشد تخلیه سالانه چاه عمیق	شهرستان یزد	فاصله زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۰	فرمول نرخ رشد			میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی
		-۵۱/۹	نرخ رشد تخلیه سالانه چاه نیمه عمیق						
نتیجه تاب آور نیست		-۱۲	نرخ رشد تخلیه سالانه قنات						
با توجه به مشکلات انتقال آب از حوضه آب زاینده‌رود و کاهش میزان حجم آب‌های سطحی و افزایش جمعیت ممکن است تامین آب فقط از حوضه آب زاینده‌رود جوابگو تامین آب نباشد.		۴/۴۳	شهرستان یزد	فاصله زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۰	فرمول نرخ رشد	میزان انتقال آب سطحی			

## طبقه تامین انرژی

اندازه گیری شد و نتایج وضعیت تامین انرژی جدول (۴) ارایه شده است.

وضعیت تامین انرژی توسط دو معیار انواع سوخت و مصرف برق

جدول (۴): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری طبقه تامین انرژی

ارزیابی وضعیت معیار بر اساس نرخ رشد جمعیت	میانگین نرخ رشد متوسط از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۰	متوسط نرخ رشد	مقیاس مکانی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	خدمات اکوسیستمی	طبقه خدمات اکوسیستمی
شهر یزد تنها با تکیه بر سوخت‌های فسیلی در سال‌های آینده پایدار نخواهد بود	۲/۰۲	گاز مایع	شهرستان یزد	فاصله زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۰	فرمول نرخ رشد	نرخ رشد مصرف انواع سوخت	مواد اولیه	تامین
		سوخت هواپیما						
		بنزین						
		نفت سفید						
		نفت گاز						
		نفت کوره	شهرستان یزد	فاصله زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۰	فرمول نرخ رشد	نرخ رشد مصرف برق		
۱۱/۷۱ -	۵/۱۷	۳/۲۴	- ۲۰/۴	۳/۵۲	۰/۴۱	۳/۵۰		

## طبقه تامین غذا

فیزیولوژیک جمعیت اندازه گیری شد و نتایج وضعیت تامین غذا جدول (۵) ارایه شده است.

وضعیت تامین غذا توسط دو معیار کاربری اراضی و تراکم

جدول (۵): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری طبقه تامین غذا

ارزیابی وضعیت معیار بر اساس نرخ رشد جمعیت	میانگین نرخ رشد متوسط از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۰	نتایج محاسبه	مقیاس مکانی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	خدمات اکوسیستمی	طبقه خدمات اکوسیستمی
با روند افزایشی رشد جمعیت و همچنین روند تخریب روز افزون اراضی زراعی و باغی توان تولید محصولات کشاورزی و باغی در شهر یزد به شدت کاهش یافته است.	۲/۰۲	۱۳۸۰	شهر یزد	فاصله زمانی سال ۱۳۸۷-۱۳۸۰	آماري	نسبت اراضی زراعی و باغی به اراضی ساخته شده	تامین غذا	تامین
		۲۴ درصد						
در مقایسه با میانگین شاخص جای پای اکولوژیک جهانی <sup>(۵)</sup> شهرستان یزد به لحاظ تامین غذا دچار کمبود ظرفیت زیستی است.		۱۳۸۷	شهرستان یزد	۱۳۹۲	آماري	تراکم فیزیولوژیک جمعیت		
		۷ درصد						
		۹۰/۴						

### وضعیت معیارهای طبقه تنظیم

برای طبقه تنظیم، سه خدمات اکوسیستمی تعدیل رویدادهای خیلی شدید، تنظیم کیفیت هوا، تنظیم اقلیم در نظر گرفته شده است و در ادامه نتایج وضعیت طبقه تنظیم آورده شده است.

### طبقه تعدیل رویدادهای خیلی شدید

وضعیت تعدیل رویدادهای خیلی شدید توسط سه معیار جلوگیری از اختلال، تعدیل خشکسالی و ارزیابی احتمال خطر اندازه‌گیری شد و در ادامه نتایج وضعیت هر معیار ارائه شده است.

### • وضعیت معیار جلوگیری از اختلال

وضعیت این معیار توسط دو متغیر نسبت سطوح نفوذپذیر به نفوذناپذیر و درصد تغییرات پوشش زمین اندازه‌گیری شده است. نتایج در جدول (۶) به صورت خلاصه آورده شده است و در ادامه نتایج به‌دست‌آمده از هر متغیر به تفصیل ارائه شده است.

جدول (۶): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیار جلوگیری از اختلال

ارزیابی وضعیت معیار	میانگین نرخ رشد متوسط جمعیت از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۰	خلاصه نتایج	مقیاس مکانی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	معیار	طبقه خدمات اکوسیستمی
در نتیجه با گسترش کاربری شهری و از بین رفتن پوشش گیاهی، شهر یزد به لحاظ تنظیمی و جلوگیری از اختلالات در حالت ناپایداری است و تاب‌آور نیست.	۲/۰۲	افزایش سطوح نفوذ ناپذیر و کاهش سطوح نفوذپذیر خصوصاً از بین رفتن پوشش فضای سبز	شهر یزد	فاصله زمانی ۲۲ سال ۱۳۹۴-۱۳۷۲	نرم‌افزار ENVI 5.1 نرم‌افزار Arc GIS	نسبت و وسعت سطوح نفوذپذیر به نفوذناپذیر	جلوگیری از اختلال	تنظیم
		افزایش پوشش شهری، کاهش پوشش فضای سبز و خرد دانگی پوشش سبز شهری و از بین رفتن پوشش گیاهی عالی و افزایش پوشش گیاهی ضعیف	شهر یزد	فاصله زمانی ۲۲ سال ۱۳۹۴-۱۳۷۲	نرم‌افزار Land Change Modeler نرم‌افزار Arc GIS	درصد تغییرات پوشش زمین		

### • وضعیت معیار تعدیل خشکسالی

وضعیت این معیار توسط پنج متغیر، شدت خشکسالی، خسارت‌های خشکسالی، روند تغییرات بارش، تغییرات دما، میزان

فرونشست سطح دشت یزد - اردکان اندازه‌گیری شده است. نتایج جدول (۷) به صورت خلاصه آورده شده است و در ادامه نتایج به‌دست‌آمده از هر متغیر به تفصیل ارائه شده است.

جدول (۷): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیار خشکسالی

ارزیابی وضعیت معیار	میانگین نرخ رشد متوسط جمعیت از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۰	نتایج محاسبه	مقیاس فضایی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	معیار	طبقه خدمات اکوسیستمی
با توجه به روند شاخص SPI و ضریب تغییرات بارش و روند افزایشی دما و افزایش میزان فرورفتست سطح زمین که در نتیجه برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی بوده است شهر یزد از نظر تعدیل رویداد خشکسالی در آینده تاب آور نیست	۲/۰۲	شدت خشکسالی در رنج خشکسالی ملایم	شهر یزد	بازه ۳۰ ساله (۲۰۱۴-۱۹۸۴)	استفاده از شاخص خشکسالی بارش استاندارد SPI در نرم‌افزار DIP (نرم‌افزار تعیین ضریب خشکسالی)	شدت خشکسالی	تعدیل خشکسالی	تنظیم
		افزایش خسارت‌های خشکسالی	استان یزد	۱۳۹۲-۱۳۹۱	آماري	خسارت‌های خشکسالی		
		روند منفی بارش	ایستگاه سینوپتیک شهر یزد	فاصله زمانی ۳۰ سال (۲۰۱۴-۱۹۸۵)	ضریب تغییرات بارش سالانه CV	روند تغییرات بارش		
		روند افزایشی دما	ایستگاه سینوپتیک شهر یزد	فاصله زمانی ۳۰ سال (۲۰۱۴-۱۹۸۵)	آماري	روند تغییرات جوی دما		
		افت شدید سطح دشت یزد - اردکان به مقدار ۱۰/۶ سانتی‌متر	دشت یزد - اردکان	فاصله زمانی ۲ سال ۲۰۰۷-۲۰۰۵	نرم‌افزار SARSCAPE	میزان فرورفتست سطح دشت یزد اردکان		

نتایج جدول (۸) به صورت خلاصه آورده شده است و در ادامه نتایج به‌دست‌آمده از هر متغیر به تفصیل آرایه شده است.

#### • وضعیت معیار احتمال خطر

وضعیت این معیار توسط دو متغیر، نسبت روزهای وقوع پدیده ریزگرد در سال و احتمال خطر لرزه‌خیزی اندازه‌گیری شده است



جدول (۸): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیار احتمال خطر

ارزیابی وضعیت	میانگین نرخ رشد متوسط جمعیت از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۰	نتایج	مقیاس فضایی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	معیار	طبقه خدمات اکوسیستمی
نتیجه شهر یزد از نظر تعدیل رویدادهای مخاطره‌آفرین تاب‌آور نیست.	۲/۰۲	افزایش تعداد روزهای وقوع پدیده ریزگرد در سال	ایستگاه سینوپتیک شهر یزد	۲۰۱۰-۲۰۰۱	آمار	نسبت روزهای وقوع پدیده ریزگرد در سال	احتمال خطر	تنظیم
		شهر یزد در پهنه یا خطر نسبی متوسط قرار دارد	شهر یزد	فاصله زمانی ۳۰ سال	نقشه پهنه‌بندی خطر لرزهای ایران	احتمال خطر لرزه‌خیزی		

ریزگرد در سال و تعداد روزهای پاک اندازه‌گیری شده است نتایج جدول (۹) به صورت خلاصه آورده شده است و در ادامه نتایج به‌دست‌آمده از هر متغیر به تفصیل ارائه شده است.

#### طبقه تنظیم کیفیت هوا

وضعیت تنظیم کیفیت هوا توسط معیار پالایش هوا اندازه‌گیری شد و در ادامه نتایج وضعیت ارائه شده است.

#### • معیار پالایش هوا

وضعیت این معیار توسط دو متغیر، نسبت روزهای وقوع پدیده

جدول (۹): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیار احتمال خطر

ارزیابی وضعیت	میانگین نرخ رشد متوسط جمعیت از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۰	نتایج	مقیاس فضایی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	معیار	طبقه خدمات اکوسیستمی
به دلیل تخریب فضای سبز شهر یزد از نظر پالایش هوا دچار بحران شده و مقدار آلاینده‌ها بیشتر از ظرفیت پالایش هواست. تاب‌آور نیست	۲/۰۲	افزایش تعداد روزهای وقوع پدیده ریزگرد در سال	ایستگاه سینوپتیک شهر یزد	۲۰۱۰-۲۰۰۱	آمار	نسبت روزهای وقوع پدیده ریزگرد در سال	پالایش هوا	تنظیم
		افزایش تعداد روزهای ناسالم	شهر یزد	۱۳۹۴	آمار	تعداد روزهای پاک (PSI)		

## طبقه تنظیم اقلیم

پیوستگی سیمای سرزمین اندازه‌گیری شده است و در ادامه نتایج وضعیت هر متغیر به تفصیل در جدول (۱۰) ارایه شده است.

وضعیت تنظیم اقلیم توسط دو متغیر شاخص پرتو فرابنفش و

جدول (۱۰): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیار احتمال خطر

ارزیابی وضعیت	میانگین نرخ رشد متوسط جمعیت از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۰	نتایج	مقیاس مکانی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	خدمات اکوسیستمی	طبقه خدمات اکوسیستمی
به علت این که شدت پرتو فرابنفش برای استان یزد بیشتر در گستره شدت خیلی زیاد قرار می‌گیرد در نتیجه شهر یزد از لحاظ تنظیم شدت شاخص پرتو فرابنفش تاب‌آور نخواهد بود		افزایش تعداد روزهایی با شدت پرتو فرابنفش در گستره خیلی زیاد	استان یزد	۱۳۹۰-۱۳۹۱	آمار	شاخص UV	تنظیم اقلیم	تنظیم
با توجه به خرد دانگی لکه‌های پوشش گیاهی و اراضی بایر تاب‌آور نیست	۲/۰۲	عدم پیوستگی و خرد دانگی لکه‌های پوشش سبز و پیوستگی پوشش شهری	شهر یزد	فاصله زمانی ۲۲ سال ۱۳۷۲-۱۳۹۴	نرم‌افزار GIS، اکستنشن Analyst Patch	پیوستگی سیمای سرزمین		

## وضعیت معیارهای طبقه حمایتی

## وضعیت معیارهای طبقه فرهنگی

برای طبقه فرهنگی، خدمات اکوسیستمی تفریحی و گردشگری و ارزش مناظر در نظر گرفته شده است که توسط معیار اولیه و ثانویه وضعیت هر طبقه سنجیده شده است.

برای طبقه حمایتی، خدمات اکوسیستمی حفظ چرخه زندگی در نظر گرفته شده است که توسط معیار اولیه مناسب بودن زیستگاه سنجیده شده است.

## • وضعیت معیار تفریحی و گردشگری

وضعیت معیار تفریحی و گردشگری توسط متغیر سرانه فضای سبز شهری محاسبه شده است. نتایج در جدول (۱۲) آورده شده است.

## • وضعیت معیار مناسب بودن زیستگاه

وضعیت معیار مناسب بودن زیستگاه توسط دو متغیر پیوستگی سیمای سرزمین و تغییرات پوشش زمین اندازه‌گیری شده است. در ادامه نتایج وضعیت تاب‌آوری طبقه حمایتی در جدول (۱۱) آورده شده است.

جدول (۱۱): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری طبقه حمایتی

ارزیابی وضعیت	میانگین نرخ رشد جمعیت از سال ۱۳۸۵-۱۴۱۰	خلاصه نتایج	مقیاس فضایی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	معیار	طبقه خدمات اکوسیستمی
با توجه به خرد دانگی لکه‌های پوشش گیاهی و اراضی بایر تاب‌آور نیست	۲/۰۲	عدم پیوستگی و خرد دانگی لکه‌های پوشش سبز و پیوستگی پوشش شهری	شهر یزد	فاصله زمانی ۲۲ سال ۱۳۹۴-۱۳۷۲	نرم‌افزار GIS، اکستشن Analyst Patch	پیوستگی سیمای سرزمین	مناسب بودن زینتگاه	حمایتی
با توجه به نتایج تاب‌آور نیست		پوشش شهری، کاهش پوشش فضای سبز و خرد دانگی پوشش سبز شهری و از بین رفتن پوشش گیاهی عالی و افزایش پوشش گیاهی ضعیف	شهر یزد	فاصله زمانی ۲۲ سال ۱۳۹۴-۱۳۷۲	Land Change Modeler	مدل تغییر زمین		

جدول (۱۲): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیار تفریحی و گردشگری

ارزیابی وضعیت	میانگین نرخ رشد جمعیت از سال ۱۳۸۵-۱۴۱۰	سرانه فضای سبز شهری سال ۱۳۹۴	مقیاس فضایی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	معیار	طبقه خدمات اکوسیستمی
شهر یزد از نظر فضای سبز با شرایط بحرانی و حادثی در آینده‌ای نه‌چندان دور روبه‌رو خواهد شد.	۲/۰۲	۳/۲	شهر یزد	۱۳۹۴	متریک نسبت مساحت طبقه (CA)، آماری	سرانه پوشش سبز شهری	تفریحی و گردشگری	فرهنگی

در جدول (۱۴) آورده شده است. در این جدول میزان تاب‌آوری هر شاخص در اهمیت نسبی شاخص ضرب شد و میزان تاب‌آوری هر طبقه به دست آمد. جمع نهایی هر طبقه از خدمات اکوسیستمی میزان تاب‌آوری شهر یزد را نشان می‌دهد. میزان تاب‌آوری کلی شهر یزد برابر ۲۵/۶۴۱ به دست آمده است.

#### • وضعیت معیار ارزش مناظر

وضعیت معیار ارزش مناظر توسط متغیر میزان سازگاری فضای سبز شهری محاسبه شده است. نتایج در جدول (۱۳) آورده شده است.

#### نتایج مرحله ارزیابی تاب‌آوری کلی خدمات اکوسیستمی

نتایج ارزیابی کلی تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی به طور خلاصه

جدول (۱۳): ارزیابی وضعیت تاب‌آوری معیار ارزش مناظر

ارزیابی وضعیت	میانگین نرخ رشد جمعیت از سال ۱۳۸۵-۱۴۱۰	نتایج	مقیاس فضایی	مقیاس زمانی	روش محاسبه	متغیر مربوطه	معیار	طبقه خدمات اکوسیستمی
تاب‌آور است	۲/۰۲	سازگاری گونه‌های گیاهی با توجه به شرایط اقلیمی شهر یزد وضعیت قابل قبولی دارد	شهر یزد	۱۳۹۴	آماري	میزان سازگاری فضای سبز شهری	ارزش مناظر	فرهنگی

جدول (۱۴): میزان تاب‌آوری کلی خدمات اکوسیستمی

جمع کل (طبقه خدمات اکوسیستمی)	اهمیت نسبی* درجه تاب‌آوری	اهمیت نسبی	درجه تاب‌آوری	متغیر	طبقه خدمات اکوسیستمی
۶/۸۳	۰/۱۸۴	۰/۰۹۲	تاب‌آوری کم (۲)	نرخ رشد کل مصارف آب	تامین
	۱/۴۷۶	۰/۷۳۸	تاب‌آوری کم (۲)	میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی	
	۰/۱۱۷	۰/۱۱۷	عدم تاب‌آوری (۱)	میزان انتقال آب سطحی	
	۳/۲	۰/۸	تاب‌آوری قابل قبول (۴)	نرخ رشد مصرف انواع سوخت	
	۰/۸	۰/۲	تاب‌آوری قابل قبول (۴)	نرخ رشد مصرف برق	
	۰/۸	۰/۸	عدم تاب‌آوری (۱)	نسبت و وسعت اراضی زراعی و باغی به اراضی ساخته شده	
	۰/۲	۰/۲	عدم تاب‌آوری (۱)	تراکم فیزیولوژیک جمعیت	
۱۳/۰۱۱	۰/۰۶	۰/۲	تاب‌آوری نسبی (۳)	نسبت و وسعت سطوح نفوذپذیر به نفوذناپذیر	تنظیم
	۲/۴	۰/۸	تاب‌آوری نسبی (۳)	درصد تغییرات پوشش زمین	
	۰/۲۰۸	۰/۱۰۴	تاب‌آوری کم (۲)	شدت خشکسالی	
	۰/۰۸۸	۰/۰۴۴	تاب‌آوری کم (۲)	خسارت‌های خشکسالی	
	۰/۹۰۲	۰/۴۵۱	تاب‌آوری کم (۲)	روند تغییرات بارش	
	۰/۳۶۶	۰/۱۲۲	تاب‌آور نسبی (۳)	روند تغییرات جوی دما	
	۰/۵۵۸	۰/۲۷۹	تاب‌آوری کم (۲)	میزان فرونشست سطح دشت یزد اردکان	
	۲/۶۶۷	۰/۸۸۹	تاب‌آوری نسبی (۳)	نسبت روزهای وقوع پدیده ریز گرد در سال	
	۰/۴۴۴	۰/۱۱۱	تاب‌آور قابل قبول (۴)	احتمال خطر لرزه‌خیزی	
	۰/۳۳۳	۰/۱۱۱	تاب‌آوری نسبی (۳)	نسبت روزهای وقوع پدیده ریزگرد در سال	
	۱/۷۷۸	۰/۸۸۹	تاب‌آوری کم (۲)	تعداد روزهای پاک (PSI)	
	۰/۵۵۸	۰/۲۷۹	تاب‌آوری کم (۲)	شاخص UV	
	۱/۶۲	۰/۵۴	تاب‌آوری نسبی (۳)	پیوستگی سیمای سرزمین	
۰/۴۸۹	۰/۱۶۳	تاب‌آوری نسبی (۳)	نسبت درصد هر کاربری		
۲	۱/۵	۰/۷۵	تاب‌آوری کم (۲)	پیوستگی سیمای سرزمین	حمایتی
	۰/۵	۰/۲۵	تاب‌آوری کم (۲)	مدل تغییر زمین	
۳/۸	۰/۰۶	۰/۲	تاب‌آوری نسبی (۳)	سرانه پوشش سبز شهری	فرهنگی
	۳/۲	۰/۸	تاب‌آوری قابل قبول (۴)	میزان سازگاری فضای سبز شهری	

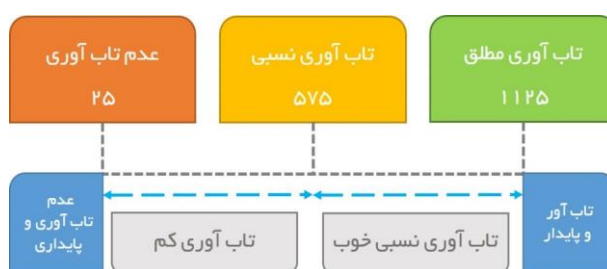
آسیب‌پذیری شهر یزد شده است. در حال حاضر رشد فیزیکی شهر یزد بر اساس تحلیل تصاویر ماهواره‌ای لندست در این پژوهش معادل ۱۲ درصد است. از نظر آماری جمعیت رو به رشدی داشته است به طوری که از سال ۱۳۹۰ با نرخ رشد ۲/۶ روبرو بوده است (شهرداری یزد، ۱۳۸۸). همچنین جهت‌گیری سیاست‌گذاران شهری توسعه صنعتی و جذب جمعیت بیشتر است این در حالی است که نتایج ارزیابی تاب‌آوری شهر یزد به‌خصوص از لحاظ طبقه تامین و تنظیم کاملاً وضعیت شکننده و آسیب‌پذیر را دارد و به‌طور کلی از نظر تاب‌آوری محدوده عدم تاب‌آوری ارزیابی می‌شود. در نتیجه بسط استراتژی‌های توسعه بدون پشتوانه دانش تاب‌آوری سبب از بین رفتن اکوسیستم و در آینده جابه‌جایی جمعیتی (پناهنده محیط‌زیستی) می‌شود. همچنین در مطالعات (بولاند و همکاران ۱۹۹۹؛ نیلسون و همکاران ۲۰۰۹؛ مک‌پیرسون و همکاران ۲۰۱۴؛ پریور و همکاران ۱۳۹۲) به این نتیجه رسیده‌اند که خدمات اکوسیستم شهری بر روی کیفیت زندگی شهری تاثیر قابل توجهی داشته است و برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری نیاز به استفاده از دانش تاب‌آوری در زمینه خدمات اکوسیستمی است.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد شهر یزد از نظر خدمات تامین وضعیت تاب‌آوری ندارد به‌خصوص در تامین منابع آب به دلیل اینکه این شهر فاقد ذخایر و منابع آبی است و از نظر تامین غذا با توجه به سرانه ظرفیت زیستی ایران دارای کمبود ظرفیت زمین‌های کشاورزی و باغی برای تامین نیاز غذایی ساکنین شهر یزد است. همچنین از نظر تامین انرژی این شهر فقط وابسته به منابع سوخت فسیلی است و عدم تنوع ذخایر منابع تامین انرژی سبب کاهش تاب‌آوری شهر در تامین انرژی خواهد شد از بعد خدمات تنظیمی نیز وضعیت تاب‌آوری ندارد به‌خصوص در تنظیم اقلیم که روند تغییرات حاکی از افزایش خشکسالی و ریزگردها، کاهش میانگین بارندگی سالانه و افزایش دما سالانه است. از نظر خدمات حمایتی تاب‌آور نیست به‌خصوص از نظر پیوستگی پوشش سبز شهری به دلیل تخریب پوشش گیاهی و کاهش کیفیت پوشش گیاهی، خرد دانگی لکه‌های پوشش گیاهی توان ضعیفی برای ارائه خدمات حمایتی مطلوب دارد. از نظر طبقه فرهنگی وضعیت تاب‌آوری ندارد به‌خصوص از نظر سرانه فضای سبز دارای وضعیت نامطلوبی است. با توجه به نتایج ارزیابی کلی تاب‌آوری شهر یزد و مقایسه سناریوی تاب‌آوری مطلق و عدم

## • تعریف دامنه تاب‌آوری برای مشخص کردن میزان تاب‌آوری کلی

در این مرحله مطابق شکل (۲) با استفاده از تعداد کل شاخص‌ها، رتبه تاب‌آوری و اهمیت نسبی شاخص‌ها، دو حد تعریف می‌شود: ۱. حد تاب‌آوری مطلق و ۲. حد عدم تاب‌آوری؛ در نتیجه دامنه زیر برای میزان تاب‌آوری تعریف می‌شود.

۱. حد تاب‌آوری مطلق: در این حد شرایط ایده‌آل در نظر گرفته می‌شود که در آن تمامی معیارها بالاترین میزان تاب‌آوری خود را دارند و در حد مطلوبی است و بالاترین نمره اهمیت نسبی را می‌گیرد؛ که در اینجا میزان تاب‌آوری مطلق ۱۱۲۵ به‌دست آمده است.
۲. حد عدم تاب‌آوری: در این حد تمامی معیارها کمترین میزان تاب‌آوری خود را دارند و شرایط بحرانی و کمترین نمره اهمیت نسبی را می‌گیرد؛ که در اینجا میزان عدم تاب‌آوری ۲۵ به‌دست آمده است.



شکل (۲): دامنه میزان تاب‌آوری کلی شهر یزد

## • مقایسه میزان تاب‌آوری کلی خدمات اکوسیستمی شهر یزد با دامنه تاب‌آوری

دامنه تاب‌آوری در بین دو حد عدم تاب‌آوری و تاب‌آوری مطلق تعریف می‌شود؛ و تاب‌آوری شهر یزد برابر ۲۵/۶۴۱ به‌دست آمده است که مطابق شکل (۲) در محدوده تاب‌آوری کم قرار می‌گیرد و شهر یزد از نظر خدمات اکوسیستمی تاب‌آور نیست. در نتیجه شهر یزد در برابر نوسانات محیط‌زیستی و بهره‌برداری‌های انسانی توان حفظ ارایه خدمات مطلوب اکوسیستمی ندارد و پایدار نیست.

## بحث و نتیجه‌گیری

شهر یزد یک اقلیم خشک و آسیب‌پذیر است، شرایط اکولوژیکی، بیوفیزیکی و شرایط تحمیلی از نظر رشد جمعیت و صنعت سبب

2. Ecosystem Services
3. Landscape
4. Likert Scales
5. Global Footprint Network

تاب‌آوری، شهر یزد در محدوده تاب‌آوری کم قرار دارد.

## یادداشت‌ها

### 1. Resilience

## فهرست منابع

- ایران‌نژاد پاریزی، م. ۱۳۸۶. گزارش نهایی طرح پژوهشی: بررسی و تعیین گونه‌های گیاهی مناسب فضای سبز شهر یزد. پریور، پ.؛ فریادی، ش.؛ صالحی، ا.؛ یآوری، ا. و ستوده، ا. ۱۳۹۲. بسط چارچوب ارزیابی راهبردی محیط‌زیستی طرح‌های توسعه شهری بر اساس تفکر تاب‌آوری. دو فصلنامه دانشگاه هنر. فصلنامه معماری و شهرسازی. شماره ۱۱. صص ۱۵۵-۱۶۹.
- پریور، پ. ۱۳۹۲. تدوین یک چارچوب منسجم برای ارزیابی راهبردی محیط‌زیستی برنامه‌های توسعه شهری بر اساس تفکر تاب‌آوری و نگرش اکولوژی شهری (مطالعه موردی: شهر تهران). دانشگاه تهران.
- پریور، پ.؛ فریادی، ش.؛ یآوری، ا.؛ صالحی، ا. و هراتی، پ. ۱۳۹۲. بسط راهبردهای پایداری اکولوژیک برای افزایش تاب‌آوری محیط‌زیست شهری (نمونه موردی: مناطق ۱ و ۳ شهرداری تهران). فصلنامه محیط‌شناسی، سال ۳۹، شماره ۱. صص ۱۲۳-۱۳۳.
- سازمان مسکن و شهرسازی استان یزد. ۱۳۸۶. مطالعات وضع موجود طرح جامع شهر یزد.
- شهرداری یزد. ۱۳۸۸. طرح تفصیلی شهر یزد.

Alberti, M. 2005. The effects of urban patterns on ecosystem function, 28(2): 168-192.

Bolund, P. & Hunhammar, S. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2): 293-301.

Folke, C.; Carpenter, S.; Walker, B.; Scheffer, M.; Elmqvist, T.; Gunderson, L. & Holling, C. S. 2004. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 557-581.

Krasny, M.E.; Tidball, K.G. & Sriskandarajah, N. 2009. Education and resilience: Social and situated learning among university and secondary students. *Ecology and Society*, 14(2), p.38.

McDonald, R. I. 2009. Ecosystem service demand and supply along the urban-to-rural gradient. *Journal of Conservation Planning*, 5, 1-14.

McPhearson, T.; Andersson, E.; Elmqvist, T. & Frantzeskaki, N. 2014. Resilience of and through urban ecosystem services. *Ecosystem Services*, 12, 152-156. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.07.012>

McPhearson, T.; Hamstead, Z. A. & Kremer, P. 2014. Urban ecosystem services for resilience planning and management in New York City. *Ambio*, 43(4), 502-515.

Nelson, E.; Mendoza, G.; Regetz, J.; Polasky, S.; Tallis, H.; Cameron, D.R.; Chan, K.M.; Daily, G.C.; Goldstein, J.; Kareiva, P.M.; Lonsdorf, E.; Naidoo, R.; Ricketts, T.H.; & Shaw M.R. 2009. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1): 4-11.

Sieber, Jeannette, Fremgen, Leonie & Pons, M. 2015. Assessment of Ecosystem Services for Urban Resilience- Case Study in Singapore. *Planet@ Risk*, 3(1), 77-86.

Teeb, 2011. TEEB manual for cities: Ecosystem services in urban management. *The Economics of ecosystems and biodiversity (TEEB)*.