علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره یک، فروردین ماه ۹۸

ارزیابی پایداری ژئومورفولوژی شهری جهت برنامه‌ریزی و مدیریت توسعه شهر (مطالعه موردی: یزد)

آمنه السادات پوریه[۱]

نعمت‌الله خراسانی[۲]*

khorasan@ut.ac.ir

فرهاد حسین زاده لطفی[۳]

پروین فرشچی[٤]

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۵ **تاریخ پذیرش:۹۵/۱۲/۱۰**

چکیده

زمینه و هدف: عوارض و پدیده‌های طبیعی در مکان گزینی، رشد و توسعه فیزیکی شهرها اثر قاطعی دارند. پدیده‌های طبیعی گاه به‌عنوان عوامل مثبت و گاه به‌عنوان عوامل منفی و بازدارنده عمل می‌کنند. هدف اصلی پژوهش حاضر، شناخت ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و تعیین پایداری ژئومورفولوژی شهر یزد با استفاده از مدل تحلیل پوشش داده‌ها است.

روش بررسی: برای نیل به این اهداف، ابتدا شاخص‌های ژئومورفولوژیک مؤثر بر رشد شهر یزد در طی ۳۰ سال (۱۳۶۳-۹۲) که شامل ارتفاع، شیب، جهت، زمین‌شناسی، مورفولوژی و واحد اراضی است شناسایی و سپس با استفاده پرسش نامه اهمیت آن‌ها در توسعه شهر مشخص گردید. در تطبیق بامطالعه حاضر، مدل تحلیل پوششی دادها طرح گردیده و کارایی واحدها با استفاده از نرم‌افزار GAMS محاسبه و واحدهای کارا شناخته شد. جهت تعیین کاراترین واحد از مدل اندرسون- پترسون بهره گرفته شد.

یافته‌ها: بر طبق مدل تحلیل پوششی دادها در طی سال‌های موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲)، حدود ۱۶٪ توسعه شهر یزد کاملاً کارا است. به عبارتی سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۶۵، ۱۳۸۴، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ همواره کارایی صد در صد داشته‌اند و موقعیت شهر یزد در سال ۱۳۶۵ بر اساس شاخص‌های ژئومورفولوژی به‌عنوان پایدارترین واحد شناخته شد و با توسعه غالب شهر یزد به سمت جنوب غربی، میزان کارایی کاهش می‌یابد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج تحقیق بیان گر آن است که شاخص‌های شیب، رسوبات دشت دامنه‌ای و فضاهای مناطق شهری بیش ترین اهمیت را در توسعه شهر یزد دارا می‌باشند.

واژه های کلیدی : ارزیابی پایداری، توسعه شهر، ژئومورفولوژی، تحلیل پوششی داده‌ها، یزد.

۱- دکتری محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

۲- استاد گروه علوم محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران* (مسوول مکاتبات).

۳- استاد گروه ریاضی، دانشکده ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

۴- استادیار گروه علوم محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

J.Env. Sci. Tech., Vol 21, No.1, March, 2019

Sustainability assessment of urban geomorphology for planning and urban development management (Case Study: Yazd)

Amanehalsadat Pouriyeh[1]
Nematallah Khorasani[2]*
khorasan@ut.ac.ir
Farhad Hosseinzadeh Lotfi[3]
Parvin Farshchi[4]

Admission Date:February 28, 2017 Date Received: November 5, 2016

Abstract

Background and Objective: Natural feature have a decisive effect on locating, growth, and physical development of cities. Natural phenomena sometimes act as positive factors and sometimes as negative and deterrent factors. The main objective of this study is to identify the geo-morphological features of Yazd city using the data envelopment analysis (DEA) model in order to determine the sustainability of the city.

Method: To achieve these goals, the geo-morphological indicators affecting the growth of Yazd including elevation, slope, aspect, geology, morphology, and pedology (land units) over a 30-year period from 1984 to 2013 were identified. Then, using questionnaire, the importance of indicators in development of the city was specified. Moreover, the DEA model was designed to examine the efficiency of development of Yazd. Efficiency of the units was calculated by GAMS software. The most efficient units involved in development of Yazd were recognized using Anderson and Peterson model.

Findings: According to the DEA model during the study period (1984-2013), development of about 16% of Yazd was found to be quite efficient. In other words, during the study period, the years 1985, 1986, 2005, 2009, and 2013 have always had 100% efficiency. The most efficient unit in Yazd, based on the geomorphology indicator, was observed in 1986. Since then, with the development of city mainly in southwest direction the efficiency has been declining.

Conclusion: The results show that indicators of slope, piedmont plain sediments, urban areas are playing an important role in the development of Yazd city.

Keywords: Sustainability assessment, Urban development, Geomorphology, Data Envelopment Analysis, Yazd.

1- Ph.D of Environment, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Professor of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran* (Corresponding Author).

3-Professor of Mathematics, Faculty of Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.

4-Assistance Professor of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.

مقدمه

شهرها، همواره تحت تأثیر نیروها و عوامل گوناگونی شکل‌گرفته و گسترش می‌یابند (۱). به عبارتی عوارض و پدیده‌های طبیعی در مکان گزینی و توسعه فیزیکی شهرها اثر قاطعی دارند. اگر بپذیریم که مهم‌ترین هدف برنامه ریزان شهری تأمین رفاه شهرنشینان به‌وسیله ایجاد محیطی بهتر و مساعدتر است، شایسته است قبل از ایجاد شهرها علاوه بر مطالعات دیگر، به پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی نیز عنایت خاص شود، چون اغلب فرایندهای ژئومورفولوژیکی در شرایط مناسب باعث بروز حوادث ناگوار می‌گردند (۲)؛ مانند شهر تبریز که مستعد انواع خطرات طبیعی نظیر زلزله و نشست زمین است و توسعه شهر را با محدودیت جدی مواجه ساخته است (۳). همچنین تهران با خطر جدی زلزله روبروست و با توجه به تراکم سازه‌ها و عدم رعایت استانداردها، توسعه فیزیکی نامناسب دارد (۴). همچنین نواحی شمالی، جنوب شرقی و غرب شهر ایذه واقع در شمال شرق استان خوزستان، مناطق با خطر بالا در مواجهه با خطر زمین‌لرزه هستند که عمده‌ترین علل آن، وجود گسل‌ها در منطقه است (۵). بنابراین می‌توان گفت الگوی سنتی طرح‌های توسعه شهری در ایران به دلیل بی‌توجهی به نقاط ضعف و قوت پتانسیل‌های طبیعی شهر ناموفق بوده است(۶). هم‌اکنون محققان اهمیت توسعه‌های پایدار شهری را که موجب حذف شدن چنین مشکلاتی می‌شود، به‌خوبی درک کرده‌اند و بسیاری از کشورها برای نیل به توسعه پایدار شهری، راهبردهایی را وضع نموده‌اند (۷) که از آن جمله می‌توان به تحقیق Schick و همکاران (۱۹۹۹)، اشاره نمود که بیان می‌نماید مخروط افکنه ها به دلیل محیط طبیعی مساعد درکاربری شهری بیش تر استفاده می‌شود، لیکن شهرها را با خطرات ژئومورفولوژیک از قبیل بارش‌های مکرر و جاری شدن سیل مواجه می‌نمایند. همچنین Lateef و همکاران (۲۰۱۰)، با استفاده از اطلاعات زمین‌شناسی به حل مشکلات فرسایش و سیل جهت برنامه‌ریزی پایدار شهری درکلان شهر کینشاسا آفریقا پرداخته است و نیز Davies (۲۰۱۵)، بیان می‌نماید با توجه به این که شهرهای آفریقا در معرض بلایای طبیعی هستند لیکن به‌وسیله بررسی مشخصات زمین‌شناسی می‌تواند کنترل گردد. همچنین در مدل اکولوژیکی توسعه شهری که توسط کارشناسان و متخصصان ایرانی تهیه‌شده به شاخص‌های ژئومورفولوژی از جمله ارتفاع، شیب، جهت، زمین‌شناسی و مورفولوژی و واحد اراضی جهت پایداری توسعه شهری تأکید شده است (۱۱). از سوی دیگر، مطالعات گسترده‌ای بر روی موضوع مدیریت توسعه شهری با استفاده از روش‌های اتوماسیون سلولی، شبکه عصبی و رگرسیون لاجستیک در سطح جهان انجام‌گرفته است (۱۴،۱۳،۱۲)؛ بنابراین با آگاه شدن از رابطه شهر و محیط‌زیست می‌توان شهر خود را آگاهانه توسعه داد به‌گونه‌ای که به‌درستی عمل کند و آینده روشنی داشته باشد (۱۵). یکی از اصلی‌ترین وظیفه برنامه ریزان توسعه شهری، تصمیم‌گیری است. برای دست یابی به بهترین عملکرد بایستی مدیریت بهترین تصمیمات را اتخاذ نماید و اگر روش‌های نادرست استفاده شود سبب تصمیم‌گیری‌های نادرست می‌شود(۱۶). یکی از روش‌های جدید ارزیابی، روش DEA[1] است که یک روش مقبول برای تصمیم‌گیری است. در این روش می‌توان، میزان کارایی واحدها را محاسبه و واحدهای کارا را از واحدهای ناکارا تشخیص داد (۱۷)؛ بنابراین در تحقیق حاضر، مفهوم کارایی توسعه شهری موردبررسی قرار گرفت. کارایی به معنای درجه و کیفیت رسیدن به مجموعه اهداف مطلوب است (۱۸). رشد چشم گیر این رویکرد را در بین علوم مختلف و نیز در بین کشورهای پیشرفته می‌توان مشاهده نمود (۲۱،۲۰، ۱۹)؛ اما در زمینه کارایی توسعه شهری بر اساس ژئومورفولوژی هیچ گزارشی موجود نیست، به‌گونه‌ای که از مطالعات انجام‌شده درزمینه تحلیل پوششی داده‌ها می‌توان به تحقیق Liu و Huang (۲۰۱۱)، اشاره نمود که برای ارزیابی آسیب‌پذیری چین ازنظر بلایای طبیعی از مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده نموده‌اند. همچنین در تحقیقی از تحلیل پوشش داده‌ها جهت برآورد آسیب‌پذیری فاجعه سیل در منطقه دریاچه دونگتیگ هونان چین استفاده نموده‌اند و نتایج نشان می‌دهد مناطق مرکزی و

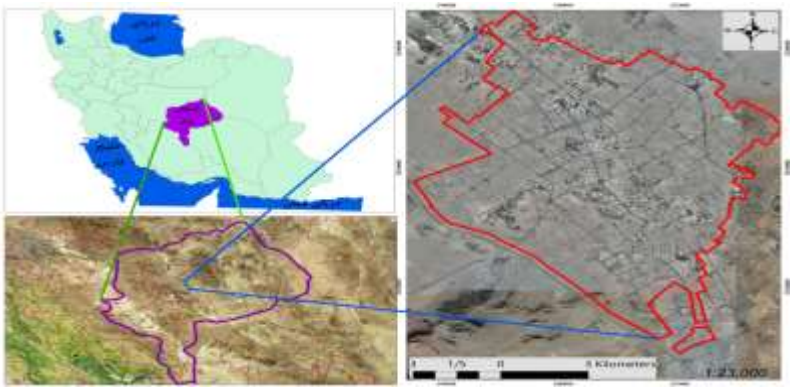
1-Data Envelopment Analysis

در مجاورت دریاچه آسیب‌پذیری بسیار بالا است (۲۳). شهر یزد در تاریخ دوهزارساله‌اش تا پیش از دوره تجددگرایی و سرمایه‌داری مانند اکثر شهرهای قدیمی ایران ساختاری فشرده را داشته است (۲۴). لیکن رشد و گسترش شهر در دوره بعد از انقلاب اسلامی با واگذاری و عرضه دولتی و خصوصی زمین، رشد جمعیت و مهاجرت‌های روستایی به شهر آن‌هم باانگیزه اشتغال در شهر یزد باعث گردید محدوده شهر یزد چندین برابر گردد (۲۶، ۲۵، ۲۴)؛ بنابراین در این پژوهش برای نخستین بار از روش DEA برای ارزیابی کارایی ژئومورفولوژیکی شهر یزد پرداخته شد تا پایه و اساسی را برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری فراهم سازد. هدف از مطالعه حاضر، شناسایی توانمندی‌ها و محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی شهر یزد و بررسی نقش آن‌ها در گسترش فیزیکی این شهر و همچنین نمایاندن قابلیت و توانمندی روش DEA در ارزیابی کارایی توسعه شهری و یافتن راهکاری برای دست یافتن به توسعه پایدار اشاره نمود.

مواد و روش تحقیق

معرفی منطقه مطالعاتی

شهر یزد مرکز استان و شهرستان یزد در مرکز ایران است. محدوده شهر یزد با وسعت ۱۰۷۴۴ کیلومترمربع در مختصات جغرافیایی ′۵۴ و ° ۳۱ عرض شمالی و ′۲۳ و ° ۵۴ طول شرقی قرار دارد شکل (۱). شهر یزد در منطقه فلات مرکزی ایران واقع‌شده است و دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است. میزان بارندگی در شهر یزد در حدود ۶۰-۵۰ میلی‌متر و تقریباً یک‌چهارم متوسط میزان بارندگی در کشور ایران است. بر اساس آخرین سرشماری نفوس و مسکن، جمعیت شهر یزد ۴۸۶۱۵۲ نفر در سال ۱۳۹۰ است (۲۷).



شکل ۱- موقعیت شهر یزد در ایران

Figure 1. Location of Yazd City in Iran

گام اول: روش‌ها و اقدامات انجام‌شده جهت شناسایی مشخصات ژئومورفولوژیکی شهر یزد

با توجه به این که هدف تحقیق حاضر، تعیین کارایی ژئومورفولوژی شهر یزد جهت توسعه شهری است معیارهای ارتفاع، شیب، جهت، زمین‌شناسی، مورفولوژی و واحد اراضی جهت ارزیابی در نظر گرفته شد. ازاین‌رو ابتدا، جهت دست یابی به داده‌های موردنیاز از داده‌های سنجش‌ازدور[1] مشتمل بر تصاویر ماهواره‌ای لندست TM^{-}, ETM^{+7} طی سال‌های موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲)، استفاده و مرزهای شهر یزد به‌صورت چشمی با استفاده از نرم‌افزار GIS[2] مشخص گردید. همچنین در این راستا به بررسی آمار و اطلاعات طرح‌های توسعه شهر یزد در ۳۰ سال اخیر پرداخته و مشخصات آن‌ها در مرزهای شهر یزد طی سال‌های موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲) لحاظ شد. نقشه مدل رقومی ارتفاعی[3] منطقه تحقیق در طی ۳۰ سال با استفاده از نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ موردمطالعه در

1- Remote Sensing(RS)

2- Geographic Information System

3-Digital Elevation Model(DEM)

محیط GIS تهیه و جهت تهیه نقشه‌های طبقات ارتفاعی، شیب زمین و جهت جغرافیایی استفاده شد. نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و نقشه قابلیت اراضی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ انتشارات موسسه تحقیقات آب‌وخاک جهت تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، مورفولوژی و واحدهای اراضی در دوره‌های زمانی موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲) مورداستفاده قرار گرفت. جهت بررسی دقت داده‌ها و اطلاعات، تحقیقات میدانی با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی[1] برای تطبیق دادن اطلاعات نقشه‌ها با واقعیات منطقه تحقیق صورت گرفت. به‌منظور تعیین اهمیت شاخص‌های ژئومورفولوژی در توسعه شهر یزد پرسش نامه‌ای بر اساس مقیاس لیکرت تهیه گردید و در اختیار ۳۲ نفر از کارشناسان و افراد خبره در زمینه‌های محیط‌زیست و مدیریت و برنامه‌ریزی شهری قرار گرفت و اهمیت شاخص‌ها با استفاده از مقیاس لیکرت محاسبه گردید.

گام دوم: مدل تحلیل پوششی داده‌ها و اندرسون - پترسون[2]

تحلیل پوششی داده‌ها روشی غیر پارامتری است که کارایی نسبی واحدها را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می‌نماید (۲۸). به‌طورکلی اساس روش‌های ناپارامتری برای اندازه‌گیری کارایی در سال ۱۹۵۷ با انتشار مقاله‌ای از فارل بنیان نهاده شد (۲۹). در این تحقیق کارایی توسعه شهر یزد از دیدگاه ژئومورفولوژی با استفاده از روش DEA و مدل BCC[3] خروجی محور موردبررسی قرار گرفت. در این روش، واحدهای تصمیم‌گیری[4] شامل چندین ورودی و خروجی است (۳۰،۳۱). مشخص کردن ورودی‌ها و خروجی‌ها یکی از اقدامات مهم در استفاده از روش DEA است (۳۲)؛ بنابراین واحدهای تصمیم‌گیری تحقیق حاضر، ۳۰سال توسعه شهر یزد است و شاخص‌های موردمطالعه با توجه به مدل تحقیق به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شد و نرم‌افزار GAMS[5] جهت محاسبات مورد استفاده قرار گرفت.

1- Global position System(GPS)
2- Anderson and Peterson (AP)
3- Banker,Cooper and Rhodes
4- Decision Making Unite
5- General Algebraic Modeling System

$$\text{Max } z = \theta$$
$$\text{s.t:} \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq \theta y_{ro} \qquad ,r = 1, \dots, s$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}, i = 1, \dots m$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$
$$\lambda j \geq o, j=1,\dots,n$$

مدل ۱: BCC خروجی محور

که در آن: y_{rj}: میزان خروجی r ام برای واحد j ام؛ x_{ij}: میزان ورودی i ام برای واحد j ام؛

y_{ro}: میزان خروجی r ام برای واحد تحت ارزیابی؛ x_{io}: میزان ورودی i ام برای واحد تحت ارزیابی؛

n: تعداد واحدها؛ s: تعداد خروجی‌ها؛ m: تعداد ورودی‌ها

مدل تحلیل پوششی داده‌ها، واحدهای تحت بررسی را به دودسته کارا و ناکارا یا به عبارتی پایدار و ناپایدار تقسیم می‌نماید. واحدهای کارا واحدهایی هستند که امتیاز کارایی آن‌ها برابر با "یک" است. برخی از محققین، روش‌هایی را برای رتبه‌بندی این واحدهای کارا پیشنهاد کرده‌اند که از معروف‌ترین آن‌ها می‌توان به مدل اندرسون ـ پترسون اشاره کرد که در سال ۱۹۹۳ پیشنهادشده است. در مدل اندرسون ـ پترسون محدودیت متناظر با واحد تحت بررسی از ارزیابی حذف می‌شود؛ بنابراین با این تکنیک امتیاز واحدهای کارا بیش تر از یک می‌گردد (۳۳). در این تحقیق، جهت رتبه‌بندی واحدهای کارا از روش اندرسون- پترسون به‌صورت مدل ۲ استفاده گردید:

$$Max \quad \theta - \varepsilon(\sum_{r=1}^{s} s_r^+)$$

$$\sum_{\substack{j=0 \\ j\neq 0}}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \theta y_{ro}, \qquad ,r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{\substack{j=0 \\ j\neq 0}}^{n} \lambda_j = 1, \qquad ,\lambda_j \geq 0 \qquad ,j = 1, \dots, n$$

مدل ۲: مدل اندرسون ـ پترسون

که در آن: y_{rj}: میزان خروجی r ام برای واحد j ام؛ y_{ro} : میزان خروجی r ام برای واحد تحت ارزیابی؛

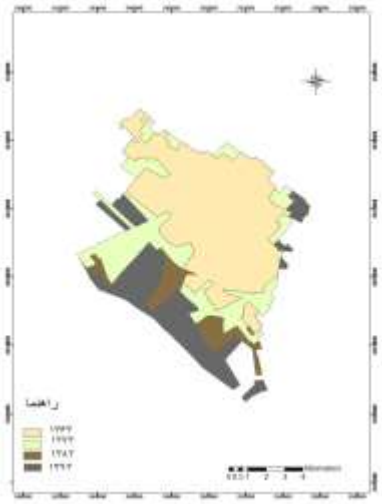
θ: میزان افزایش خروجی واحد تحت ارزیابی؛ s_r^+: متغیر کمکی در قیود مربوط خروجی‌ها؛

n: تعداد واحدها؛ s: تعداد خروجی‌ها

یافته‌های تحقیق

نتایج بررسی مشخصات ژئومورفولوژیکی شهر یزد

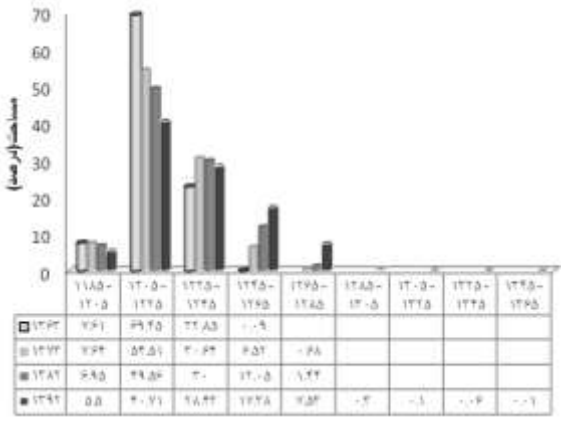
شایان‌ذکر است، با توجه به موضوع تحقیق حاضر که به بررسی روند توسعه شهر یزد در طی ۳۰ سال (۱۳۶۳-۹۲) می‌پردازد، بنابراین با توجه به زیاد بودن نتایج، در این بخش به نتایج حاصل‌شده در طی سال‌های ۹۲ و ۸۲، ۷۳، ۱۳۶۳ اشاره و اکتفا شده است. نتایج بررسی و تعیین محدوده شهر یزد که در شکل (۲) نشان داده‌شده است، نشان‌دهنده تغییرات وسیع وسعت شهر یزد است. به‌گونه‌ای که مساحت شهر یزد در سال ۱۳۶۳، ۵۴۰۶ هکتار بوده و در سال ۱۳۹۲، به ۱۰۷۴۴ هکتار رسیده است و وسعت شهر یزد در طی ۳۰ سال به میزان ۵۳۳۸ هکتار افزایش‌یافته است و نیز جهت غالب رشد شهر یزد از سال ۱۳۶۳ تا زمان حاضر، به سمت جنوب و جنوب غرب است.



شکل ۲- روند توسعه محدوده شهر یزد (۱۳۹۲ و ۱۳۸۲، ۱۳۷۳، ۱۳۶۳)

Figure 2. Development process of Yazd City (1984, 1994, 2003, and 2013)

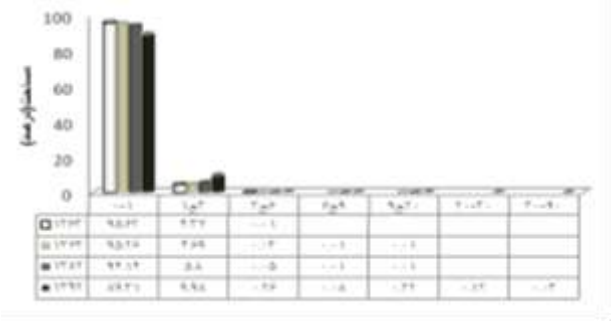
نتیجه بررسی انجام‌شده در خصوص تغییرات ارتفاع طی سال‌های موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲)، در پهنه تحقیق که در شکل (۳) نشان داده‌شده است، حاکی از آن است که بیش ترین مساحت منطقه بین ۱۲۰۵- ۱۲۲۵ متر از سطح دریا است و توسعه شهر یزد طی سال‌های ۹۲-۱۳۶۳ به سمت نواحی با ارتفاع بالاتر که در قسمت جنوب غربی شهر یزد قرار دارد می‌باشد به‌گونه‌ای که در سال ۱۳۶۳، شهر یزد بین موقعیت ارتفاعی ۱۲۶۵-۱۱۸۵ متر از سطح دریا و در سال ۱۳۹۲ بین ۱۳۶۵- ۱۱۸۵ متر از سطح دریا قرار دارد.



شکل ۳- فراوانی طبقات ارتفاعی شهر یزد (۱۳۹۲ و ۱۳۸۲، ۱۳۷۳، ۱۳۶۳)

Figure 3. Frequency of elevation classes in Yazd City (1984, 1994, 2003, and 2013)

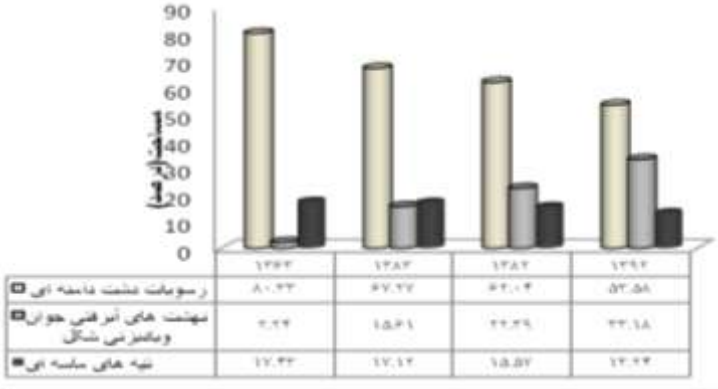
نتیجه حاصل از تهیه و بررسی نقشه‌های شیب که در شکل (۴) نشان داده است بیان می‌نماید بیش ترین مساحت طی دوره‌های زمانی موردمطالعه به طبقه ۱-۰ درجه تعلق دارد و توسعه شهر یزد در طی سال‌های موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲) به سمت مناطق با شیب بالاتر که در قسمت جنوب غربی شهر یزد قرار دارد می‌باشد به‌گونه‌ای که در سال ۱۳۶۳، شیب شهر یزد بین ۶-۰ درجه و در سال ۱۳۹۲ بین ۹۰-۰ درجه است.



شکل ۴- مشخصات طبقات شیب در شهر یزد (۱۳۹۲ و ۱۳۸۲، ۱۳۷۳، ۱۳۶۳)

Figure 4. Characteristics of slope classes in Yazd City (1984, 1994, 2003, and 2013)

نتیجه حاصل از بررسی نقشه جهت جغرافیایی اراضی طی سال‌های توسعه شهر یزد (۱۳۶۳-۹۲) بیان می‌نماید که توسعه شهر یزد به سمت اراضی با دامنه‌های جهت شرقی است به صورتی که در سال‌های ۱۳۶۳، ۳۶/۲۳ در صد و در سال ۱۳۹۲، ۴۰/۲۷ درصد اراضی را دامنه‌های با جهت شرقی در برگرفته است و اراضی با جهت شرقی بیش ترین مساحت شهر یزد را در برگرفته است. نتیجه بررسی‌های زمین‌شناسی در منطقه تحقیق نشان‌دهنده آن است که شهر یزد متشکل از واحدهای زمین‌شناسی ۱- رسوبات دشت دامنه‌ای ۲- نهشت‌های آبرفتی جوان و بادبزنی شکل ۳- تپه‌های ماسه‌ای است. به‌گونه‌ای که بر طبق شکل (۵)، بیش ترین مساحت شهر را رسوبات دشت دامنه‌ای در بردارد و توسعه شهر یزد در طی سال‌های موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲) به سمت نهشت‌های آبرفتی جوان است به‌گونه‌ای که در سال ۱۳۶۳، ۲/۲۴ درصد از مساحت شهر را در برگرفته و در سال ۱۳۹۲ به ۳۳/۱۸ درصد مساحت شهر رسیده است. همچنین، هیچ گسل زمین‌لرزه‌ای در شهر یزد مشاهده نشده است و موقعیت چند گسل شناخته‌شده در فاصله ۲۰ کیلومتری جنوب غربی و شمال شرقی از شهر یزد است.



شکل ۵- وسعت واحدهای زمین‌شناسی شهر یزد (۱۳۹۲ و ۱۳۸۲، ۱۳۷۳، ۱۳۶۳)

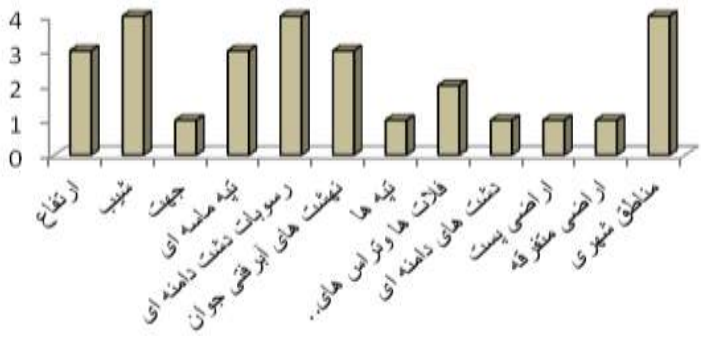
Figure 5. Area of geological units in Yazd City) 1984, 1994, 2003, and 2013)

بر اساس نتیجه به‌دست‌آمده از بررسی نقشه مورفولوژی شهر یزد در دوره‌های زمانی موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲)، حاکی از ۶ تیپ اراضی شامل مناطق مسکونی و شهری، سرزمین‌های پست، دشت‌های دامنه‌ای، فلات‌ها و تراس‌های فوقانی، تپه‌ها و نیز تیپ اراضی متفرقه است. بر طبق شکل (۶) بیش ترین مساحت شهر را تیپ مناطق مسکونی و شهری در برگرفته است و توسعه شهر یزد به سمت تیپ‌های فلات‌ها و تراس‌های فوقانی، اراضی متفرقه و تپه‌ها است به‌گونه‌ای که در سال ۱۳۷۳، ۰/۴۲ درصد مساحت شهر را فلات‌ها و تراس‌های فوقانی در برگرفته است که در سال ۱۳۹۲، به ۷/۶۸ درصد مساحت شهر رسیده است. همچنین در سال ۱۳۶۳ و ۱۳۸۲ به ترتیب ۰/۵۶ و۰/۰۷ درصد مساحت شهر را اراضی متفرقه و تپه‌ها در برگرفته که در سال ۱۳۹۲ به ۱/۷۱ و ۱/۱۷ درصد مساحت شهر یزد رسیده است.

شکل ۶- مشخصات تیپ اراضی شهر یزد (۱۳۹۲ و ۱۳۸۲، ۱۳۷۳، ۱۳۶۳)

Figure 6. Characteristics of land types in Yazd City (1984, 1994, 2003, and 2013)

بر اساس نقشه واحدهای اراضی شهر یزد که در طی دوره‌های زمانی موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲) تهیه گردیده است. شهر یزد مشتمل بر ۷ واحد اراضی منطبق بر ۶ تیپ اراضی بر اساس مصوب تحقیقات خاک و آب است و شامل واحدهای ۲-۶(اراضی سرزمین‌های پست)، ۱۱-۴ (اراضی دشت‌های دامنه‌ای)، ۹-۳ (اراضی فلات‌ها و تراس‌های فوقانی)، X_2 یا Badlands وX_7 یا Salt domes (اراضی متفرقه)، ۱-۲(اراضی تپه‌ها) و Urban(مناطق مسکونی و شهری) است. به‌گونه‌ای که بیش ترین مساحت شهر را مناطق مسکونی و شهری در برگرفته است و توسعه شهر به سمت واحدهای اراضی ۹-۳، ۱-۲،X_7 و X_2 است به‌گونه‌ای که در سال ۱۳۷۳، ۰/۴۲ درصد مساحت شهر را واحد ۹-۳، در برگرفته است که در سال ۱۳۹۲، به ۷/۶۸ درصد مساحت شهر یزد رسیده است و واحد X_2 در سال ۱۳۶۳، ۰/۵۶ درصد مساحت شهر را در برگرفته و در سال ۱۳۹۲ به ۱/۵۸ درصد مساحت شهر رسیده است و نیز واحد X_7 از تیپ اراضی متفرقه تنها در سال ۱۳۹۲، ۰/۱۳ درصد مساحت شهر را در برگرفته و واحد ۲-۱ در سال ۱۳۸۲، ۰/۰۷ درصد مساحت شهر یزد را در برگرفته که در سال ۱۳۹۲، به ۱/۱۷ درصد مساحت شهر رسیده است. بر طبق شکل (۷) که نتایج میزان اهمیت شاخص‌های ژئومورفولوژیکی در توسعه شهر یزد را نشان می‌دهد شاخص‌های شیب، رسوبات دشت دامنه‌ای و مناطق شهری بااهمیت‌ترین شاخص‌ها با وزن ۴ می‌باشند و بیشترین اهمیت را در توسعه شهر یزد دارا می‌باشند و شاخص‌های جهت، تپه‌ها، دشت‌های دامنه‌ای، اراضی پست و متفرقه با وزن ۱ کم‌اهمیت‌ترین شاخص‌ها جهت توسعه یزد می‌باشند.



شکل ۷- اهمیت شاخص‌های ژئومورفولوژی به روش مقیاس لیکرت

Figure 7. Importance of geo-morphological indicators based on likret scale

محاسبه میانگین وزنی شاخص‌ها در دوره زمانی موردمطالعه (۱۳۶۳-۹۲) که در جدول (۱) نشان داده‌شده است، بیان گر آن است که میانگین وزنی شاخص‌های ارتفاع، شیب، مورفولوژی و واحدهای اراضی در طی ۳۰ سال موردبررسی، متغیر بوده به‌گونه‌ای که بیش ترین میانگین وزنی به ترتیب در (۱۳۸۴) DMU_{22}، DMU_{3}(۱۳۶۵) ، DMU_{30}(۱۳۹۲) و (۱۳۸۸) DMU_{26} با وزن‌های ۱۷۹۱/۹۱، ۱۲۶/۳۳، ۳۹۷۲/۶۲ و۳۸۸۶/۱۶می‌باشد و نیز روند شاخص‌های جهت و زمین‌شناسی در طی ۳۰ سال توسعه شهر یزد افزایشی است به‌گونه‌ای که در DMU_{30}(۱۳۹۲) به ترتیب با وزن‌های ۱۱۵۴/۵۶ و ۲۹۴۵/۳۶ بیش ترین وزن را داراست.

جدول ۱- میانگین وزنی شاخص‌های ژئومورفولوژی شهر یزد (۹۲-۱۳۶۳)

Table 1. Weighted average of geo-morphological indicators of Yazd City (1984-2013)

DMUs	شاخص‌ها					
	ارتفاع	شیب	جهت	زمین‌شناسی	مورفولوژی	خاک
۱DMU	۱۳۴۴/۳۴	۱۰۵/۵۴	۲۶۷/۱۹	۱۴۹۰/۹۴	۳۰۶۰/۹۸	۳۰۶۰/۹۸
۲DMU	۱۴۷۳/۶۴	۱۱۶/۰۲	۳۵۰/۴۲	۱۶۳۳/۶۲	۳۳۵۴/۵۵	۳۳۵۴/۵۵
۳DMU	۱۶۰۶/۳۱	۱۲۶/۳۳	۴۴۴/۰۵	۱۷۱۲/۹۱	۲۸۴۱/۹۴	۲۸۴۱/۹۴
۴DMU	۱۶۲۷/۳۶	۶۸/۸۱	۴۴۰/۵۰	۱۷۱۸/۴۳	۲۸۷۸/۳۶	۲۸۷۸/۳۶
۵DMU	۱۳۶۸/۹۷	۷۳/۳۲	۴۸۰/۴۹	۱۸۳۰/۷۱	۳۰۴۹/۷۵	۳۰۴۹/۷۵
۶DMU	۱۳۷۵/۵۲	۷۳/۹۰	۴۸۴/۱۵	۱۸۴۰/۹۲	۳۰۶۱/۷۴	۳۰۶۱/۷۴
۷DMU	۱۳۹۱/۸۹	۷۴/۷۴	۴۸۷/۷۰	۱۸۴۲/۶۵	۳۰۸۴/۲۰	۳۰۸۴/۲۰
۸DMU	۱۴۱۶/۴۵	۷۵/۹۵	۴۹۸/۸۳	۱۸۷۸/۶۶	۳۱۱۸/۴۱	۳۱۱۸/۴۱
۹DMU	۱۴۷۰/۲۸	۷۸/۶۳	۵۴۴/۳۸	۱۹۵۷/۶۸	۳۲۳۵/۱۸	۳۲۳۵/۱۸
۱۰DMU	۱۴۸۸/۳۴	۷۹/۵۴	۵۴۹/۸۰	۱۹۷۸/۴۳	۳۲۷۵/۳۹	۳۲۷۵/۳۹
۱۱DMU	۱۵۲۹/۱۵	۸۱/۶۴	۵۸۷/۴۴	۲۰۴۳/۰۸	۳۳۶۴/۰۵	۳۳۶۴/۰۵
۱۲DMU	۱۵۳۲/۶۵	۸۱/۸۱	۵۹۱/۱۲	۲۰۴۹/۱۲	۳۳۷۱/۷۰	۳۳۷۱/۷۰
۱۳DMU	۱۵۴۱/۳۳	۸۲/۲۱	۵۹۷/۹۶	۲۰۶۱/۹۴	۳۳۹۰/۶۵	۳۳۹۰/۶۵
۱۴DMU	۱۵۶۹/۰۲	۸۳/۷۹	۶۲۱/۰۹	۲۱۰۳/۴۹	۳۴۴۹/۷۲	۳۴۴۹/۷۲
۱۵DMU	۱۶۰۳/۲۷	۸۵/۵۱	۶۴۹/۳۷	۲۱۵۴/۰۶	۳۱۷۱/۱۰	۳۱۷۱/۱۰
۱۶DMU	۱۶۲۰/۴۵	۸۶/۷۱	۶۶۷/۹۱	۲۱۷۹/۱۷	۳۲۰۱/۷۰	۳۲۰۱/۷۰
۱۷DMU	۱۶۲۸/۶۷	۸۷/۱۹	۶۷۲/۶۳	۲۱۹۴/۱۳	۳۲۱۸/۱۳	۳۲۱۸/۱۳
۱۸DMU	۱۶۵۲/۸۷	۸۹/۹۰	۶۵۹/۴۱	۲۲۲۹/۸۹	۳۲۶۴/۸۴	۳۲۶۴/۸۴
۱۹DMU	۱۶۷۰/۲۰	۹۱/۳۸	۷۱۴/۱۸	۲۲۵۵/۷۹	۳۲۹۹/۲۶	۳۲۹۹/۲۶
۲۰DMU	۱۶۸۵/۳۱	۹۲/۵۰	۷۳۱/۵۱	۲۲۸۱/۵۸	۳۳۲۹/۳۳	۳۳۲۹/۳۳
۲۱DMU	۱۷۰۴/۷۷	۹۳/۹۳	۷۵۲/۴۴	۲۳۱۰/۵۶	۳۳۵۴/۳۰	۳۳۵۴/۳۰
۲۲DMU	۱۷۹۱/۹۱	۱۰۰/۴۰	۸۴۶/۸۴	۲۴۳۸/۱۵	۳۴۶۱/۲۸	۳۴۶۱/۲۸
۲۳DMU	۱۰۱۵/۶۵	۴۵/۶۲	۹۳۰/۳۷	۲۵۷۷/۴۶	۳۵۲۹/۹۴	۳۵۲۹/۹۴
۲۴DMU	۱۱۰۹/۴۲	۵۲/۲۸	۱۱۰۷/۳۲	۲۸۵۸/۸۸	۳۸۶۹/۴۸	۳۸۶۹/۴۸
۲۵DMU	۱۱۱۲/۵۸	۵۲/۴۸	۱۱۰۸/۵۰	۲۸۵۹/۶۷	۳۸۷۹/۳۶	۳۸۷۹/۳۶
۲۶DMU	۱۱۱۴/۴۱	۵۲/۵۸	۱۱۱۱/۵۵	۲۸۶۴/۷۶	۳۸۸۶/۱۶	۳۸۸۶/۱۶
۲۷DMU	۱۱۲۵/۹۴	۵۳/۳۱	۱۱۲۹/۱۶	۲۸۹۰/۰۰	۳۹۲۵/۱۳	۳۵۶۸/۳۰
۲۸DMU	۱۱۳۹/۴۰	۵۴/۰۸	۱۱۳۹/۲۱	۲۹۱۱/۹۰	۳۹۵۷/۴۷	۳۵۹۷/۷۰
۲۹DMU	۱۱۴۲/۲۷	۵۴/۳۸	۱۱۳۷/۵۱	۲۹۱۴/۰۰	۳۹۵۸/۹۶	۳۵۹۹/۰۶
۳۰DMU	۱۱۵۳/۱۵	۵۴/۹۴	۱۱۵۴/۵۶	۲۹۴۵/۳۶	۳۹۷۲/۶۲	۳۶۱۱/۴۷

نتایج مدل تحلیل پوششی داده‌ها و اندرسون-پترسون

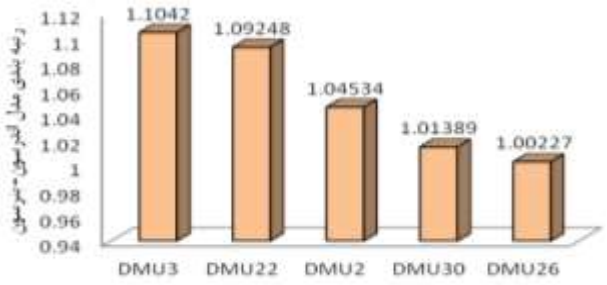
بر اساس داده‌های جدول (۲) که نتایج مدل‌سازی پایداری ژئومورفولوژی شهر یزد (۱۳۶۳-۹۲) را بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌ها نشان می‌دهد واحدها و سال‌های (۱۳۶۴)۲، (۱۳۶۵)۳، (۱۳۸۴)۲۲، (۱۳۸۸)۲۶ و (۱۳۹۲)۳۰ کارا می‌باشند و به‌عنوان واحدهای دارای عملکرد مناسب ازنظر پایداری ژئومورفولوژی معرفی‌شده‌اند و واحدهای دیگر ناکارا می‌باشند.

به‌عبارت‌دیگر از ۳۰DMU موردبررسی تعداد ۵ واحد کارا و ۲۵واحد ناکارا ارزیابی گردید. نتایج رتبه‌بندی مدل اندرسون – پترسون که در شکل (۸) نشان داده‌شده است بیان می‌نماید DMU_3 (۱۳۶۵) پایدارترین واحد از نظر شاخص‌های ژئومورفولوژی هست و رتبه بهتری با میزان ۱/۱۰۴۲ را در میان سایر واحدها داراست.

جدول ۲- نتایج مدل DEA ژئومورفولوژی شهر یزد (۹۲-۱۳۶۳)

Table 2. Results of geo-morphological DEA model of Yazd City (1984-013)

ردیف	DMU شماره	کارایی	ردیف	DMU شماره	کارایی	ردیف	DMU شماره	کارایی
۱	۱DMU	۰/۹۱۱۸۸	۱۱	۱۱DMU	۰/۹۴۲۸۵	۲۱	۲۱DMU	۰/۹۶۴۷۵
۲	۲DMU	۱/۰۰۰۰۰	۱۲	۱۲DMU	۰/۹۴۵۰۰	۲۲	۲۲DMU	۱/۰۰۰۰۰
۳	۳DMU	۱/۰۰۰۰۰	۱۳	۱۳DMU	۰/۹۵۰۳۲	۲۳	۲۳DMU	۰/۹۰۸۸۰
۴	۴DMU	۰/۹۰۸۱۷	۱۴	۱۴DMU	۰/۹۶۶۹۹	۲۴	۲۴DMU	۰/۹۹۷۳۱
۵	۵DMU	۰/۸۵۲۴۰	۱۵	۱۵DMU	۰/۹۱۰۹۱	۲۵	۲۵DMU	۰/۹۹۸۲۷
۶	۶DMU	۰/۸۵۵۹۱	۱۶	۱۶DMU	۰/۹۱۹۳۳	۲۶	۲۶DMU	۱/۰۰۰۰۰
۷	۷DMU	۰/۸۶۳۰۴	۱۷	۱۷DMU	۰/۹۲۴۶۴	۲۷	۲۷DMU	۰/۹۸۸۰۵
۸	۸DMU	۰/۸۷۳۸۶	۱۸	۱۸DMU	۰/۹۳۸۱۴	۲۸	۲۸DMU	۰/۹۹۶۱۹
۹	۹DMU	۰/۹۰۶۷۰	۱۹	۱۹DMU	۰/۹۴۸۰۲	۲۹	۲۹DMU	۰/۹۹۶۵۶
۱۰	۱۰DMU	۰/۹۱۷۹۳	۲۰	۲۰DMU	۰/۹۵۶۶۴	۳۰	۳۰DMU	۱/۰۰۰۰۰

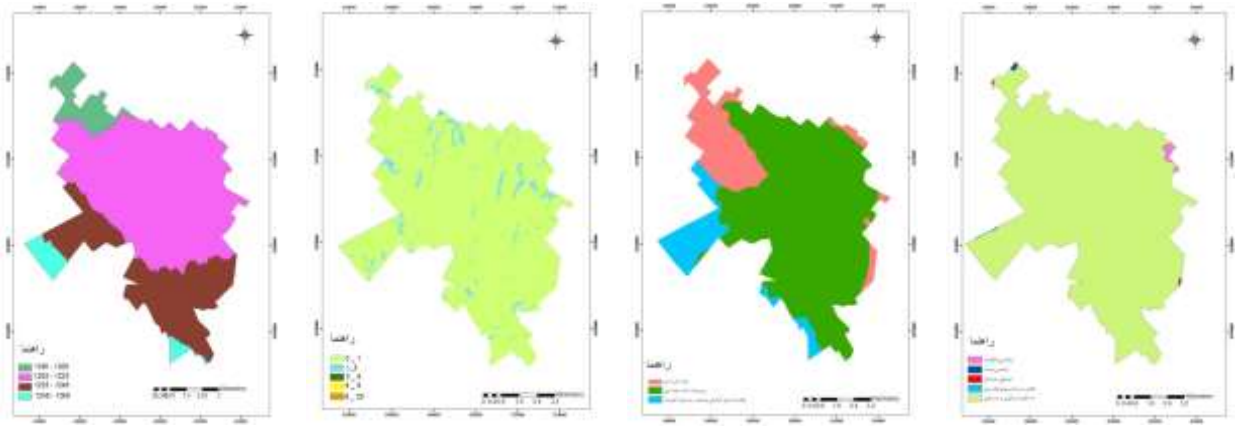


شکل ۸- رتبه‌بندی واحدهای کارا بر اساس مدل اندرسون- پترسون

Figure 8. Ranking of efficient units based on AP model

با توجه به شکل (۹) که نقشه شاخص‌های کاراترین واحد توسعه شهر یزد را نشان می‌دهد. ازنظر ارتفاع شهر یزد بین ارتفاعات ۱۲۶۵-۱۱۸۵ متر از سطح دریا قرار دارد. شیب کاراترین واحد بین ۶-۰ درجه است و از ۴ جهات جغرافیایی دامنه اراضی به ترتیب بیش ترین و مساحت به میزان ۳۸/۱۵ درصد به جهت شرقی تعلق دارد. ازلحاظ زمین‌شناسی دارای رسوبات دشت دامنه‌ای، نهشت‌های آبرفتی جوان و تپه‌های ماسه‌ای است و رسوبات دشت دامنه‌ای بیش ترین مساحت شهر یزد را در کاراترین واحد تشکیل می‌دهد. پایدارترین واحد ازلحاظ مورفولوژی و واحد اراضی، شامل ۵ طبقه، اراضی پست

(۶-۲)، فلات‌ها و تراس‌های فوقانی (۳-۹)، دشت دامنه‌ای (۱۱- ۴)، اراضی متفرقه (X_2) و شهری (U) است به‌گونه‌ای که مناطق شهری به میزان ۹۹/۲۸ درصد بیش ترین مساحت شهر یزد را در برگرفته است.



(۱) (۲) (۳) (۴)

شکل ۹- پایدارترین واحد توسعه شهر یزد بر اساس شاخص‌های موردمطالعه (۱- ارتفاع ۲- شیب ۳- زمین‌شناسی ۴- مورفولوژی)

Figure 9. The most sustainable unit in terms of the studied indicators (1- Elevation 2-Slope 3- Geology 4- Morphology)

بحث و نتیجه‌گیری

ازآنجایی‌که موقعیت و توسعه شهرها باید دربرگیرنده شرایط مناسب ژئومورفولوژیکی باشد، مطالعه شهرها ازلحاظ کارایی ژئومورفولوژی جهت توسعه شهری، منطقی و اصولی است. با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده اگرچه در زمینه اثرات نادیده گرفتن مشخصات ژئومورفولوژیکی شهرها مطالعات بسیاری انجام‌شده است ولی تاکنون درباره سنجش کارایی ژئومورفولوژی شهری با استفاده از مدل DEA پژوهشی انجام‌نشده است، بنابراین تحقیق پیش رو از این نظر کم‌نظیر وبی نظیر است؛ بنابراین در این تحقیق برای نخستین بار با استفاده از روش DEA کارایی ژئومورفولوژیکی توسعه شهر یزد (۱۳۶۳-۹۲) ارزیابی‌شده است. نتایج اهمیت شاخص‌های ژئومورفولوژیکی در توسعه شهر یزد نشان می‌دهد که شاخص‌های شیب، رسوبات دشت دامنه‌ای و مناطق شهری بیش ترین اهمیت را در توسعه شهر یزد دارا می‌باشند. دلیل این امر موقعیت شهر یزد است که در منطقه نسبتاً مسطح قرارگرفته و درمجموع ۹۹/۶۳ درصد مساحت شهر دارای شیب صفرتا ۹ درجه می باشدکه ازنظر شهرسازی مناسب است. به نقش تعیین‌کننده شیب در توسعه پایدار شهری در بسیاری از مطالعات مستند نیز شده تأکید شده است؛ مانند Coates (۱۹۸۱)، بیان نموده تسطیح شیب‌های تند جهت شهرسازی هزینه‌بر است و وجود مناطق مسکونی در امتداد چنین شیب‌هایی موجب لغزش زمین می‌شود. به‌طور مشابه، Lateef و همکاران (۲۰۱۰)، اعلام نمودند مناطق مسکونی که در مناطق با شیب بیش از ۱۵ درجه قرار دارند مستعد فرسایش خاک هستند و شیب عامل مهمی در پایداری محیطی است و اهمیت شیب باید به‌خوبی توسط برنامه ریزان توسعه شهری درک شود. این در تضاد با یافته‌هایی که توسط Ryngnga و Ryntathiang (۲۰۱۳) و Hassan و Nazem(۲۰۱۶) و Rizk Hegazy و Rashed Kaloop (۲۰۱۵)، گزارش‌شده و تغییرات پوشش اراضی را به‌عنوان یک پارامتر مهم در پایداری توسعه شهری معرفی نموده‌اند این تناقض در نتایج احتمالاً به دلیل تفاوت در شرایط محیطزیست منطقه موردمطالعه است. نتایج تحقیق بیان گر آن است که در طول سال‌های موردبررسی سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۶۵، ۱۳۸۴، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ کارا می‌باشند و به‌عنوان واحدهای دارای عملکرد مناسب بر اساس پایداری شاخص‌های ژئومورفولوژی است. به عبارتی در طول سال‌های موردبررسی (۱۳۶۳-۹۲)

حدود ۱۶٪ توسعه شهر یزد کاملاً کارا است. بر اساس نتایج مدل اندرسون ـ پترسون سال ۱۳۶۵ پایدارترین واحد بوده و بالاترین رتبه را با میزان ۱/۱۰۴۲ در میان سایر واحدها داراست. درنتیجه بهترین موقعیت شهر یزد بر اساس پایداری شاخص‌های ژئومورفولوژی، پهنه شهر یزد در سال ۱۳۶۵ است و با توسعه شهر یزد به سمت جنوب غربی، میزان پایداری ژئومورفولوژی کاهش می‌یابد. به‌طورکلی، مفهوم عملکرد شهرها کاملاً خاص و وابسته به محل است؛ مانند Liu و Huang (۲۰۱۱) که بیان نمودند شهرهای بخش غربی کشور چین بیشترین آسیب‌پذیری را ازنظر بلایای طبیعی داراست. همچنین Li و همکاران (۲۰۰۹)، گزارش نمودند که مراکز جمعیتی مجاور دریاچه دونگتیگ چین بسیار مستعد ابتلا به جاری شدن سیل هست و پایداری این مناطق را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین با استفاده از تحقیق حاضر می‌توان مناسب‌ترین موقعیت و جهت توسعه پایدار شهرها را نشان داد، به‌گونه‌ای که بر پا کردن ساخت‌وسازهای شهری در شرایط سازگار با توان ژئومورفوژیکی باشد که در این حالت با کم ترین هزینه، بادوام‌ترین ساخت‌وسازها ساخته شود و اگر بر مبنای ارزیابی کارایی ژئومورفولوژی شهرها، توسعه شهرها صورت گیرد شیوه‌ای مطمئن‌تر و منطقی‌تر است و براین پیش‌فرض نادرست که همه شهرها دارای امکانات و شرایط توسعه‌ای مساوی هستند خط بطلان می‌کشد.

Reference

1. Hosseinzadeh Dalir, k., Houshyar, H., 2006. The effective elements and viewpoints on the physical development of cities in Iran. Journal of Geography and Regional Development. Vol.3(6),213-226. (In Persian)
2. Negaresh, H., ۲۰۰۳. The Application of Geomorphology in the Localization of Cities and its Consequences. Geography and Development. Vol.1(1),133-147. (In Persian)
3. Azizpour, M., 1995. Estimation of natural environment and physical development of Tabriz city, Ph.D. Degree Thesis in Geography and Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian)
4. Zangiabadi, A., Tabrizi, N., 2006. Tehran earthquake and spatial assessment of vulnerability of urban areas. Geographical Research Quarterly.Vol.38(1), 115 -130. (In Persian)
5. Mousavi, S.M., Abedini, M., Esmeali Ouri, A., 2015. Evaluation Seismic hazard in Izeh urban catchment with using models, Multi – criteria: WLC and AHP in GIS. Emergency Management. Vol.7,91-101. (In Persian)
6. Ebrahimzadeh Asmin, H., Ebrahimzadeh, Isa., Habibi, M.A., 2010. Geography and Development. Vol.8(19), 25-46. (In Persian)
7. Zangiabadi, A., Akbari, M., 2011. Assessment and Analysis of Development Indicator in Township of Fars Province. Journal of Environmental Studies. Vol.37(59), 113- 122. (In Persian)
8. Schick, A.P., Grodek, T., Wolman, M.G., 1999.Hydrologic processes and geomorphic constrainsts on urbanization of alluvial fan slopes. Geomorphology.Vol.31(1-4), pp.325-335.
9. Lateef, A. S. A., Fernandeez-Alonso, M., Tack, L., Delvaux, D., 2010. Geological constraints on urban sustainability, Kinshasa City, Democratic Republic of Congo. Environment Geosciences. Vol. 17(1), pp.17-35.
10. Davies, T, C., 2015.Urban geology of African megacities. Journal of African Earth Sciences. Vol. 110, pp.188–226.

11. Makhdoum, M.F., 2005. Fundamental of Land Use Planning.Sixth editin, University of Tehran Press, Tehran. (In Persian)
12. Aburas, M. M., Ho, Y. M., Ramli, M. F., Ash'aari, Z. H., 2016. The simulation and prediction of spatio-temporal urban growth trends using cellular automata models: A review. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. Vol.52, pp. 380-389.
13. Yeh, A. G. O., Li, X., 2002. Urban simulation using neural networks and cellular automata for land use planning. Advances in Spatial Data Handling, pp. 451-464.
14. Eyoh, A., Olayinka, D.N., Nwilo, P., Okwuashi, O., Isong, M., Udoudo, D., 2012. Modelling and Predicting Future Urban Expansion of Lagos, Nigeria from Remote Sensing Data Using Logistic Regression and GIS.International Journal of Applied Science and Technology.Vol.2(5), pp.116-124.
15. Vahab zadeh, A., Environmental Science Earth AS Living Planet. Botkin, D., Keller, E. First edition, Mashhad: jdmpress,2003. (In Persian)
16. Abravesh, M., 2014. Efficiency Evaluation and Productivity of Mellat Bank Branches in 2013 by Data Envelopment Analysis(DEA), Master's Degree Thesis in Management and Accounting, Islamic Azad University of Central Tehran Branch. (In Persian)
17. Molaeiyan, E., 2011. Investigating Supply Chain Performance and Calculating Density in It, Master's Degree Thesis in Applied Mathematics, Islamic Azad University Science and Research Branch. (In Persian)
18. Fare, R., Grosskopf, S. Lovell, C.,1985. The measurement of efficiency of production. Kluwer-Nijhoff Pub. Boston. USA.
19. Mitropoulos, P., Talias, M., Mitropoulos, I., 2015. Combining stochastic DEA with Bayesian analysis to obtain statistical properties of the efficiency scores: An application to Greek public hospitals. European journal of Operational Research. Vol. 243(1), pp. 302-311.
20. Bray, S., Caggiani, L., Ottomanelli, M., 2015.Measuring Transport Systems Efficiency Under Uncertainty by Fuzzy Sets Theory Based Data Envelopment Analysis: Theoretical and Practical Comparison with Traditional DEA Model. Journal Transportaion Research Procedia. Vol.5, pp.186-200.
21. Kuo, H., Chen, H., Tsou, K., 2014. Analysis of Farming Environmental Efficiency Using dea Model with Undesirable Outputs. ApCBeEE Procedia. Vol.10, pp.154-158.
22. Huang, j., Liu, y., 2011. the assessment of regional vulnerability to natural disasters in China. Int. J. Disaster Risk Sci.Vol.2(2), pp.41–48.
23. Li, C.H., Li, N., Wu, L.C., Hu, A.J., 2013. A relative vulnerability estimation of flood using data envelopment analysis in the Dongting Lake region of Human. Natural Hazards and Earth System Sciences. Vol.13, pp.1723-1734.
24. Saraei,M.H.,2007 .Multiple patterns of Yazd growth. Quarterly of Geographic Research Vol.84,75-98. (In Persian)
25. Zanganeh Shahraki, S., Majidi Heravi, A., Kaviani, A.,2012. Global Explanation of effective causes and factors on Urban sprawl. Case study: Yazd. Journal of Applied Researches in Geography Sciences. Vol.12(25), 173-193. (In Persian)

26. Azizpour, M., Hosseinzadah Dalir, K., Esmaeilpour, N.,2009. Investigation of relationship between rapid horizontal growth of Yazd and population movements. Geography and Environmental Planning. Vol.20(34),105-124. (In Persian)
27. Statistical Yearbook of Yazd province,2011. (In Persian)
28. Rezaei, J., Soltani, H.A., Tavakoli Baghdad Abadi, M.R., Hosseini, M.A., 2008. Evaluation of Total Factor Productivity Changes In Iranian Commercial Banks Lising Malmquist Index. Iranian journal of Trade Studies,Vol.12(48), pp.69-101. (In Persian)
29. Bowlin, W.F., Charnes, A., Cooper, W.W., Sherman, H.D., 1985.Data Envelopment Analysis and Regression Approaches to Efficiency Estimation and Evaluation. Annals of Operations Research.Vol.2(1), pp.113-138.
30. Markovits-Somogy, R., 2011. Ranking efficient and inefficient decision making units in data envelopment analysis. International Journal for Traffic and Transport Engineering. Vol.1(4), pp.245–256.
31. Liu, J., Ding, F. Y., Lall, V., 2000. Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement, Supply Chain Management. An International Journal. Vol. 5(3), pp.143–150.
32. Golany, B., storbeck, J.E., 1999. A Data Envelopment Analysis of the Operational Efficiency of Bank Branches. Interfaces.Vol. 22, pp. 14-26.
33. Anderson, P., Peterson, N.C., 1993. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. Management Science. Vol.39(10), pp.1261-1294.
34. Coates, D.R., 1981.Environmental Geomorphology and Landscape Conservation. Dowden, Hutchinson and Ross.Stroudsburg. Vol.2.
35. Ryngnga, P. K., Ryntathiang, B. B. L., 2013. Dynamics of landuse land cover for sustainability: a case of Shillong, Meghalaya, India. International Journal of Scientific & Technology Research.Vol. 2(3), pp. 235–239.
36. Hassan, M. M., Nazem, M. N. I., 2016. Examination of land use/land cover changes, urban growth dynamics, and environmental sustainability in Chittagong city, Bangladesh. Environment, Development and Sustainability.Vol.18(3), pp.697–716.
37. Rizk, H. I., Rashed, K. M., 2015. Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt. International Journal of Sustainable Built Environment.Vol.4(1), pp.117–124.