

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# کوشش‌های خیر انجمنی مناسبت‌های طوق‌سایانی

سال هفتم - شماره یک، بهار و تابستان ۱۳۹۸



## نشریه کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی

سال هفتم، شماره یک، بهار و تابستان ۱۳۹۸

صاحب امتیاز: دانشگاه یزد

مدیر مسئول: کمال امیدوار، استاد اقلیم شناسی، دانشگاه یزد

سردبیر: محمد حسین سرائی، دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد

کارشناس نشریه: رضا احمدی

ویراستار انگلیسی: احمد رضا اسلامی زاده

ویراستار فارسی: زهرا آقاییگی

صفحه‌آرا: الهام اردکانی

مجری و ناظر چاپ: انتشارات دانشگاه یزد

شمارگان: ۲۰۰

شماره استاندارد بین‌المللی: ۲۳۴۵-۳۳۲X

### اعضای هیأت تحریریه

دانشگاه سیستان و بلوچستان	استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری	عیسی ابراهیم زاده
دانشگاه یزد	استاد اقلیم شناسی	کمال امیدوار
دانشگاه اصفهان	استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری	مسعود تقوایی
دانشگاه علامه طباطبایی	استاد جغرافیا و برنامه ریزی روستایی	محمود جمعه پور
دانشگاه تبریز	استاد اقلیم شناسی	سعید جهانبخش
دانشگاه یزد	دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری	محمد حسین سرائی
دانشگاه زنجان	استاد اقلیم شناسی	حسین عساکره
دانشگاه یزد	دانشیار ژئومورفولوژی	داریوش مهرشاهی
دانشگاه سیستان و بلوچستان	استاد ژئومورفولوژی	حسین نگارش

نشریه کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی بر اساس ابلاغیه شماره ۹۱/۶۸/۳۸ مورخ

۱۳۹۱/۳/۸ وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی مجوز چاپ یافته است. همچنین این نشریه بر

اساس ابلاغیه شماره ۳/۱۸/۵۵۴۷۸ مورخ ۱۳۹۷/۳/۱۹ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

درجه علمی-پژوهشی دریافت نمود. این نشریه در سامانه ISC نیز نمایه‌سازی شده

است.

## داوران علمی این شماره (سال هفتم، شماره یک، بهار و تابستان ۱۳۹۸)

سید علی المدرسی	دانشیار گروه سنجش از دور و GIS- دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد
علی اصغر پيله ور	دانشیار شهرسازی- دانشگاه بجنورد
مهدی تازه	استادیار بیابان زدایی- دانشگاه اردکان
ایمان روستا	استادیار گروه جغرافیا- دانشگاه یزد
محمد شریفی	استادیار گروه جغرافیا- دانشگاه یزد
ویکتوریا عزتیان	استادیار گروه جغرافیا- دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد
حمیدرضا غفاریان مالگیری	استادیار گروه جغرافیا- دانشگاه یزد
مهران فاطمی	استادیار جغرافیا- دانشگاه میبد
سلیمان کوهی	مریی معماری- دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول
سعید ملکی	استاد جغرافیا- دانشگاه شهید چمران اهواز
نورمحمد منجزی	استادیار شهرسازی- دانشگاه جندی شاپور دزفول
داریوش مهرشاهی	دانشیار ژئومورفولوژی- دانشگاه یزد
حسین نگارش	استاد گروه جغرافیا- دانشگاه سیستان و بلوچستان
مجتبی یمانی	استاد گروه جغرافیا- دانشگاه تهران

### هدف و سیاست گذاری نشریه:

هدف نشریه با توجه به نام آن "کاوش های جغرافیایی مناطق بیابانی" و سیاست گذاری مسئولین نشریه، چاپ کاوشها و تحقیقات جغرافیائی مناطق بیابانی، اعم از طبیعی، انسانی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی است.

## راهنمای تنظیم و نگارش مقالات

برای جلوگیری از تأخیر در داوری و انتشار به موقع مقالات به نکات زیر توجه فرمایید:

- مقاله باید حاصل کار پژوهشی و علمی باشد و قبلاً در نشریه دیگری اعم از داخلی یا خارجی و یا مجموعه مقالات همایش‌ها و مجامع علمی چاپ نشده و یا همزمان برای نشریه دیگری ارسال نشده باشد. از مقاله‌های مستخرج از رساله دکتری، پایان‌نامه‌های برجسته و همچنین طرح‌های تحقیقاتی مستقل در صورتی که با رعایت اصول و روش تحقیق در حوزه مربوطه باشد، استقبال می‌شود.

- زبان رسمی نشریه، فارسی است اما مقالات به زبان انگلیسی نیز قابل بررسی است.  
- مقاله باید دارای انشایی روان و از نظر دستور زبان و آیین نگارش بدون اشکال باشد.  
- نشریه حق رد یا قبول و ویراستاری مقالات را برای خود محفوظ داشته و مقالات دریافتی عودت نخواهد شد.

- حداکثر حجم مقاله شامل متن، شکل‌ها، نمودارها و جداول ۱۶ صفحه باشد.  
- مسئولیت علمی مقاله بر عهده نفر اول است. در مورد مقالاتی که توسط دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد با همکاری استادان راهنما و یا مشاور تهیه می‌شود، ضرورتاً می‌بایست با مسئولیت علمی و امضاء استاد مربوطه به نشریه ارسال گردد.  
- در مقالاتی که بیش از یک نویسنده دارند، ذکر نام نویسنده عهده‌دار مقاله در صفحه مشخصات نویسندگان ضروری است.

- حداقل تعداد منابع و مأخذ مورد استفاده ۲۵ منبع معتبر باشد.  
- عناوین اصلی و فرعی در مقاله باید از راست به چپ و به ترتیب کد گذاری شوند (۱، ۱-۱، ۲-۱، ۳-۱، ...).

- رفرنس‌دهی درون متن (پاپلی یزدی، ۱۳۸۶: ۹۴) و ([www.google.com](http://www.google.com)).

- حاشیه متن: حاشیه‌ها از بالا و چپ ۳/۵ و از راست و پایین ۴ سانتیمتر باشد.

- قلم مورد استفاده در متن مقاله: عنوان مقاله با قلم بی لوتوس سیاه ۱۶، تمامی عنوان-ها در متن با قلم بی لوتوس سیاه ۱۳ و متن مقاله با قلم بی لوتوس معمولی ۱۳، فونت جداول حداکثر ۱۰ و متن خلاصه انگلیسی با قلم تایم نیو رومن ۱۱، عناوین اشکال و جداول با فونت ۱۲ بی لوتوس سیاه باشد.

- فرمت نمودارها: نمودارها به صورت ساده ترسیم شوند. راهنمای عددی نمودارها حتماً فارسی و در سمت چپ آنها قرار گیرد. از ترسیم نمودارهای چند بعدی خودداری کنید.

- جداول حتماً در محیط word تایپ شده باشد و به هیچ عنوان به صورت عکس ارائه نگردد. شماره گذاری آنها نیز بر اساس قرارگیری در متن از ۱ الی آخر باشد.

- همه شکل‌ها و جدول‌ها به وسیله نویسنده باید در مقاله و در نزدیک‌ترین محل مورد اشاره قرار داده شوند و از ارسال فایل‌های ضمیمه تحت عنوان فایل جدول و نمودار و نقشه جداً خودداری کنید.

- همه نقشه‌ها، نمودارها و تصاویری که در مقاله مورد استفاده قرار می‌گیرند باید با عنوان شکل و به ترتیب قرارگیری در متن شماره گذاری شوند. تصاویر و نقشه‌ها با فرمت tif و حداقل 300 dpi باشد.

- فقط به مقاله‌هایی که پس از ثبت نام در سایت نشریه از طریق سامانه اختصاصی نشریه ([www.grd.yazd.ac.ir](http://www.grd.yazd.ac.ir)) ارسال شوند ترتیب اثر داده می‌شود.

#### - راهنمای تنظیم اجزاء مقاله:

- عنوان مقاله

- نام و نام خانوادگی، رتبه علمی و تخصص، دانشگاه، شهر و کشور.

- چکیده فارسی و انگلیسی (۲۵۰-۳۰۰ کلمه): شامل طرح مسأله، روش شناسی تحقیق و نتایج، واژه‌های کلیدی (۶-۸ کلمه).

- مقدمه: شامل طرح مسئله و بیان اهداف، بررسی پیشینه موضوع و طرح پرسش‌ها یا فرضیات تحقیق، محدوده یا قلمرو پژوهش، روش‌شناسی تحقیق (الگوی بررسی، تعریف مفاهیم و فنون گردآوری و تحلیل داده‌ها).

- بحث اصلی: ارائه یافته‌ها، تجزیه، تحلیل و تفسیر آن‌ها.

- نتیجه‌گیری: در راستای اهداف، سوال‌ها و فرضیات.

- منابع پایانی شامل:

- کتاب تألیف شده: نام خانوادگی، نام (مؤلف)، (سال)، نام کتاب، ناشر، نوبت چاپ، محل چاپ، تعداد صفحات.

- کتاب ترجمه شده: نام خانوادگی، نام (مؤلف)، (سال)، نام کتاب، نام و نام خانوادگی مترجم، ناشر، نوبت چاپ، محل چاپ، تعداد صفحات.

- مقالات: نام خانوادگی، نام، (سال)، نام مقاله، نام مجله، شماره‌ی مسلسل، محل چاپ، صفحات.

- منابع اینترنتی: ([www.google.com](http://www.google.com)).

- پایان نامه‌ها: نام خانوادگی، نام نویسنده (سال)، عنوان پایان‌نامه، نام خانوادگی و نام استاد راهنما، دانشگاه و گروه.

نشانی دفتر دوفصلنامه: یزد- صفائیه - چهار راه پژوهش - سایت اصلی دانشگاه یزد-

دانشکده علوم انسانی - ساختمان عدل - صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵

دورنگار: ۰۳۵۱-۸۲۱۰۳۱۰

آدرس پست الکترونیکی: [Kavoshgeo@yazd.ac.ir](mailto:Kavoshgeo@yazd.ac.ir)

آدرس سامانه اینترنتی نشریه: [www.grd.yazd.ac.ir](http://www.grd.yazd.ac.ir)

نشریه کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی  
سال هفتم، شماره یک، بهار و تابستان ۱۳۹۸

### فهرست مطالب

- ۱-۱۹..... بررسی آشفتنگی در میکروولندفرمهای پلایای میقان با استفاده از روش فراکتال.  
بهاره میرزاخانی، عقیل مددی، زهرا حجازی زاده
- ۲۱-۳۹..... آشکار سازی تغییرات جزیره گرمایی شهر اصفهان با تأکید بر توسعه شهری  
احمد مزیدی، کمال امیدوار، غلامعلی مظفری، زهرا تقی زاده
- ۴۱-۶۳..... تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری بافت فرسوده و ناپایدار شهر بجنورد در برابر زلزله  
یعقوب ابدالی، حسین حاتمی‌نژاد، احمد پوراحمد، کرامت الله زیاری
- ۶۵-۸۵..... مدل‌سازی زمانی- مکانی سطح تراز آب‌های زیرزمینی دشت جاسک طی سال‌های ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲  
مرتضی امیدی‌پور، آتنا معین‌مهر، سیروس هاشمی دره‌بادامی، محمد اسکندری نسب، محمد بیرانوند
- ۸۷-۱۱۲..... پهنه‌بندی اثرات اقلیمی بر ابنیه اداری با تأکید بر فاکتورهای تابشی (مطالعه موردی: شهر کرمان)  
علی یظهري کرمانی، فرشاد نصرالهی، محمدجواد مهدوی نژاد
- ۱۱۳-۱۴۷..... پیش بینی تغییرات کاربری اراضی و تعیین الگوی رشد شهری با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف و تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه (مورد پژوهی: شهر اراک)  
فاطمه اسمعیل پور، محمدحسین سرائی، محمدرضا رضایی، نجما اسمعیل پور
- ۱۴۹-۱۶۴..... تحلیل مورفومتریک تپه‌های ماسه‌ای و سرعت جابجایی آن‌ها در دشت سیستان  
مهدی حیدری نسب، امیر کرم، حسین نگارش، احمد پهلوانروی
- ۱۶۵-۱۷۸..... مقایسه دقت انواع روش‌های طبقه‌بندی در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهر یزد)....  
مرضیه خزاعی، محمد زارع، محمدحسین مختاری، آناهیتا رشتیان، فهیمه عربی علی‌آباد
- ۱۷۹-۲۰۳..... بررسی و سنجش میزان تفاوت تاب‌آوری جوامع شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی مطالعه موردی شهرستان زاهدان  
محمدرضا پودینه، فاطمه یادگاری فر، سعیده رشیدی
- ۲۰۵-۲۲۲..... استفاده از پارامترهای فیزیک‌وشیمیایی آب زیرزمینی جهت ارزیابی اثربخشی پروژه‌های تغذیه مصنوعی در مناطق خشک: مطالعه موردی: حوضچه تغذیه آردو، برازجان  
محمد فاریابی

شناسایی و اولویت‌بندی مشکلات پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد با استفاده از تکنیک تحلیل  
عاملی..... ۲۲۳-۲۴۳

محمدعلی دشتی، علیرضا ملک‌زاده بافقی

بررسی راهبردهای تأثیرات متقابل معدن چادرملو بر سکونتگاه‌های پیرامون (مطالعه موردی  
شهرستان بهاباد)..... ۲۴۵-۲۶۳

سید محمود میرابوالقاسمی بهابادی

چکیده‌های انگلیسی



### مقاله پژوهشی

## بررسی آشفستگی در میکروندفرمهای پلایای میقان با استفاده از روش فراکتال

بهاره میرزاخانی، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، ارومیه، ایران

عقیل مددی<sup>۱</sup>، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، ارومیه، ایران

زهرا حجازی زاده، استاد اقلیم شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

### چکیده

خشک شدن رسوبات ریزدانه و رسی در محیط پلایاها موجب ایجاد تنش های انقباضی و تشکیل ترکها و بدنبال آن شکل گیری پلیگون های گلی می شود. از آنجا که عوامل متعددی همچون میزان رطوبت، میزان دما، نوع کانی های رسی، توپوگرافی، میزان شوری آب و آشفستگی زیستی در چگونگی توزیع و تحول مورفومتری این چندوجهی ها تأثیرگذار است، بنابراین بررسی خصوصیات فراکتال این اشکال می تواند روند تغییرات آنها را در واکنش به شرایط محیطی آشکار سازد. مطالعه حاضر با هدف بررسی الگوی آشوب میکروندفرم های موجود در بخش غربی پلایای میقان انجام پذیرفته است. بر این اساس از حدود ۳۰۰ پلیگون رسی در خرداد ماه ۱۳۹۶ از طریق مشاهده میدانی به منظور اعمال مدل ژئوفراکتال، عکسبرداری شد. سپس به کمک نرم افزار AutoCAD، محیط و مساحت هر میکروفرم به دقت اندازه گیری گردید و ابعاد فراکتالی محیط و مساحت و مقادیر DAP در نرم افزار Excel محاسبه شدند. براساس نتایج، الگوی پلیگون های رسی، سه رده آشوب متوسط، زیاد و خیلی زیاد با مقادیر DAP به میزان ۱/۷۳، ۱/۹۱ و ۲/۰۸ را نشان داد. بنابراین می توان ادعا کرد از سویی تحولات کوتاه مدت، باعث آشفستگی پلیگون های گلی در منطقه گردیده است و از سوی دیگر، شدت تغییرات این شکلها که احتمالاً ناشی از کاهش رطوبت، افزایش غلظت رسوب و تجمع نمک در لبهها و بالا آمدگی حواشی می باشد، نسبت به تغییرات مساحت آنها بیشتر بوده است. چنین پدیده ای نشان دهنده هندسه نامتناهی ابعاد فراکتالی محیط پلیگون های رسی در پلایای میقان می باشد.

کلمات کلیدی: آشوب، پلایا، میقان، بعد فراکتالی

## مقدمه

اصطلاح آشوب یا فراکتال<sup>۱</sup> از کلمه یونانی Fractious به معنای چندپاره گرفته شده است (Bovill: 1995, 3). مطالعه ریاضی شکل‌های همانند و ارتباط آنها با اشکال طبیعی در مضمونی با عنوان هندسه فراکتال طبیعت توسط بنیوت مندلبرت در سال ۱۹۷۷ معرفی شد (عرفانیان، ۱۳۸۰). در علم ریاضی، فراکتال یک شکل هندسی پیچیده است و دارای جزئیات مشابه در ساختار خود در هر مقیاسی است. میزان آشوب در آن از دور و نزدیک به یک میزان است (قبادیان، ۱۳۸۸: ۱۶۶). به گفته کارل بویل: "هندسه فراکتال مطالعه رسمی سازه‌های خود متشابه است." مفاهیمی همچون آنترپی<sup>۲</sup> و تکرار، چرخش و فضای حلقوی (مدارات سیاره‌ها در کهکشان)، تکرار، تصادف و جهش، کنش، پاسخ و تعامل از هندسه فرکتالی<sup>۳</sup> برگرفته شده‌اند. (فرهنگ و رضایی، ۱۳۹۵). بنابراین مفاهیم فرکتالی می‌تواند برای مدل‌سازی و تعیین تغییرات هندسی نواحی استفاده شود (قهرودی و خدری، ۱۳۹۲). رفتار فرکتالی در واقع رفتاری است که در طبیعت و در هر چیزی وجود دارد که متمایل به حالت تعادلی است (کرم، ۱۳۸۹). نمونه‌هایی از آشوب در دره‌های رودهای هنجن و طامه منطقه کاشان بررسی شده است (رامشت، ۱۳۸۲). همچنین الگوی فرکتالی در پلایاهای حوض سلطان و گاوخونی مطالعه شد که نتیجه‌اش در میکروولندفرم‌های موجود در آنها گواه وجود آشوب در سیستم شکل‌زایی حاضر و گذر آن به سیستمی پلایاگونه بود (قهرودی و علی‌نوری، ۱۳۹۴؛ قهرودی و خدری، ۱۳۹۲). در مطالعات هیدرولوژیکی نیز محققان تا حد بسیاری از نظریه آشوب در توجیه رفتار فرآیندهای طبیعی کمک گرفته‌اند. سولوماتین<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۱) تخمین سطح آب دریای شمال را با استفاده از نظریه آشوب و شبکه عصبی مصنوعی انجام دادند. نتایج مطالعه وی برتری نظریه آشوب را نسبت به مدل‌های خطی همچون خود همبستگی و مدل ARIMA، در تخمین سطح موج آب در

---

<sup>۱</sup> Fractal

<sup>۲</sup> Entropy

<sup>۳</sup> Stochastic Geometry

<sup>۴</sup> Solomatine

منطقه ساحلی نشان دادند. ریگوندا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۴) داده‌های جریان سه رودخانه در مقیاس‌های زمانی مختلف روزانه، پنج روزه و هفت روزه را از نظر آشوب‌پذیری بررسی نمودند. تعدادی از سری داده‌ها رفتار آشوبناک و برخی رفتار تصادفی نشان دادند. خان<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۵) امکان وجود سیگنال‌های آشوبی در سری‌های زمانی محدود را بررسی نموده و نشان دادند که داده‌های هیدرولوژیکی محدود هم می‌توانند رفتار آشوبناکی از خود نشان دهند. پلایاها باقی مانده دریاچه‌های پلیوستوسن<sup>۳</sup> هستند که طی دوره بین یخچالی توأم با خشکی محیط به شکل کنونی درآمده‌اند. زیرمحیط‌های رسوبی پلایا از ارتفاعات به سمت مرکز حوضه شامل بادبزن آبرفتی و پهنه ماسه‌ای، پهنه گلی- نمکی، پهنه نمکی، دریاچه موقت و دریاچه دائمی است (Howari and et al, 2014). در این میان پهنه گلی که از رسوبات بسیار ریز سیلت، رس، بلورهای ژپیس و هالیت با ساختمان‌های رسوبی از قبیل ترک‌های گلی متشکل است با شورابه اشباع نمی‌شود و اشکال گلی چندوجهی و قشرهای نمکی نازک با لبه‌های برجسته در آن پدیدار می‌گردند (رضاییان لنگرودی و همکاران، ۱۳۹۵؛ مقصودی و شمسی پور، ۱۳۹۰) چندوجهی‌های گلی از جمله پدیده‌هایی هستند که تغییرات محیطی را در خود ثبت می‌کنند و به آن‌ها واکنش نشان می‌دهند. حرارت و رطوبت دلیل اصلی تشکیل این چند وجهی‌ها بوده و عوامل عمده در آرایش آنها ضخامت گل، میزان و نوع کانی رسی، توپوگرافی، شوری آب، غلظت رسوب، نرخ خشک شدن و میزان آشفته‌گی محیطی است (Zhao et al, 2014). گرچه عامل رطوبت، کنترل‌کننده اصلی چگونگی توسعه ترک‌ها می‌باشد (Selen and Turer, 2011). در واقع علاقمندی و کاربرد مسائل فراکتال در ژئومورفولوژی به این خاطر است که شکل‌گیری و تحول بسیاری از لندفرم‌های ژئومورفیکی را می‌توان با روابط ریاضی تبیین نمود

---

<sup>1</sup> Regonda

<sup>2</sup> Khan

<sup>3</sup> Pleistocene

(Pelletier, 2002, 291). مطالعه حاضر با هدف بررسی الگوی آشوب میکروهندفرم‌های پلایای میقان با استفاده از روش ژئوفراکتال انجام گرفته است.

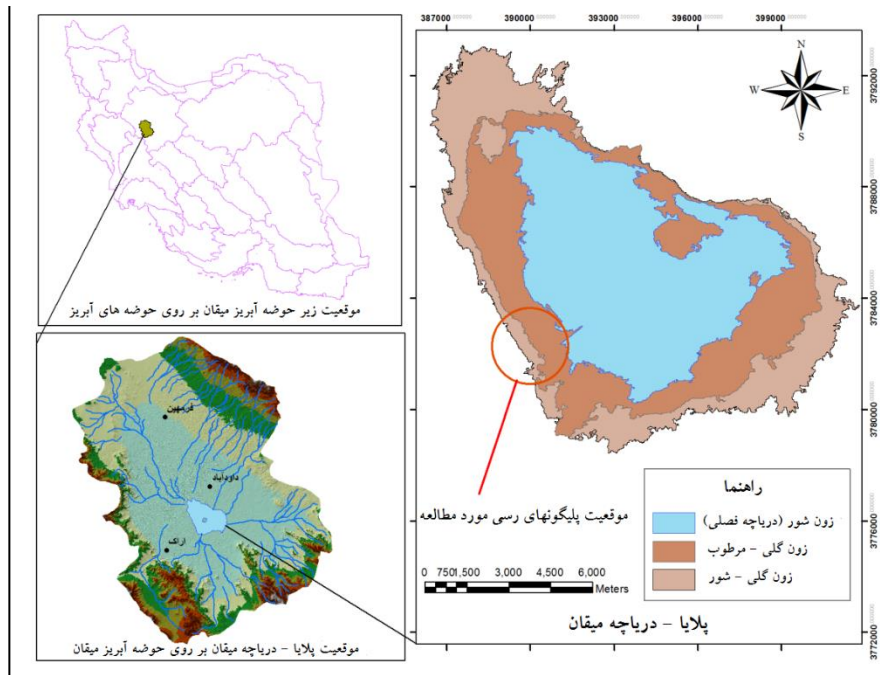
### قلمرو پژوهش

پلایای میقان با مساحت ۱۳۵ کیلومتر مربع سطح نمکی که بیش از نیمی از آن نیز بصورت فصلی، شامل سطح دریاچه می شود، در ارتفاع متوسط ۱۶۷۵ متری سطح دریا و در ارتفاعات واقع بین البرز و زاگرس، در ۱۵ کیلومتری شمال و شمال شرقی شهرستان اراک در استان مرکزی واقع شده است و تقریباً بصورت مثلث قائم الزاویه‌ای است که زاویه قائمه آن در جنوب و اضلاع آن در شمال غرب و شمال شرق امتداد یافته اند. کویر میقان در ۴۹ درجه و ۴۶ دقیقه و ۲۴ ثانیه تا ۴۹ درجه و ۵۵ دقیقه و ۳۱ ثانیه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۸ دقیقه و ۵۰ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه و ۲۶ ثانیه عرض شمالی قرار گرفته است. این کویر در چاله یا پلایای میقان با مساحت ۱۲۹ کیلومتر مربع و در مرکز حوضه آبخیز میقان قرار گرفته است (شکل ۱) و توسط کوه‌های نسبتاً مرتفعی احاطه شده است. این منطقه در پست‌ترین نقطه حوضه به ارتفاع ۱۶۶۰ متر از سطح دریا می رسد. از اسامی دیگر کویر، توزلوگل می باشد که کرینسلی (۱۹۷۰) آن را با عنوان چاله میقان نیز معرفی نمود.

### داده‌ها و روش‌ها

با معرفی هندسه فراکتالی توسط مندلبروت در سال ۲۰۰۴ به عنوان هندسه طبیعت، توجه بسیاری به این هندسه نوین جلب شد. از آن زمان تا کنون پژوهشگران توانسته‌اند پدیده‌های پیچیده طبیعی را بخوبی با این هندسه مدل کنند، از طرفی رفتار فیزیکی بسیاری از فرآیندهای طبیعی نیز با بهره‌گیری از روابط هندسه فراکتالی قابل پیش‌بینی است. در ۱۹۹۵ مدل عمومی فرکتالی نیز درباره محیط‌ها و مساحت‌های مجموعه‌های شکل یافته منظم فرکتالی با مساحت فرکتالی (A) و محیط فرکتالی (P) معرفی شد. این

مدل عمومی برای جدا کردن آنومالی‌های ژئوشیمیایی از زمینه با مشخص کردن توزیع اثر عناصر در سطوح کانی‌ها و با الگوهای مدل آبراه‌ای بکار برده شد (Cheng et al, 2001).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی پلایای میقان

مدل فراکتال محیط- مساحت، یک مدل ریاضی در ارتباط با محیط و مساحت فراکتال‌های شکل یافته مشابه است. این مدل بصورت رابطه ۱ بیان شده است:

$$P \propto A^{\frac{1}{2}} D_{AP}$$

که در آن P محیط، A مساحت و  $\alpha$  نشان دهنده تناسب است و D بعد فرکتال سری زمانی است (رحمانی و دیگران، ۱۳۹۵).

$D_{AP}$  توان محیط-مساحت است که می‌توان آن را به صورت رابطه ۲ نشان داد بطوریکه  $D_P$  و  $D_A$  به ترتیب، ابعاد فراکتالی محیط ( $P$ ) و مساحت ( $A$ ) هستند.

$$D_{AP} = 2D_P/D_A$$

اگر مجموعه‌ای با "مساحت نرمال" با  $DA=2$  بررسی شود،  $D_{AP}=D_P$  خواهد شد، بنابراین رابطه ۳ شکل اصلی توسعه یافته توسط مندلبروت در ۱۹۸۲ است. اگر  $2D_A < D_{AP}$  باشد، در این حالت  $D_P > D_{AP}$  می‌شود. برای تعیین توان  $D_{AP}$  محیط-مساحت، مجموعه داده‌های  $A$  و  $P$  ترسیم شده به صورت مقیاس  $\log\text{-}\log$  رابطه خطی بین  $\log A$  و  $\log P$  را نشان خواهد داد که می‌تواند به وسیله یک خط راست با روش حداقل مربعات برازش داده شود. شیب رگرسیون خطی می‌تواند به عنوان  $D_{AP}/2$  تخمین زده شود.

$$\text{Log } p = C + 1/2D_{AP}\text{Log } A$$

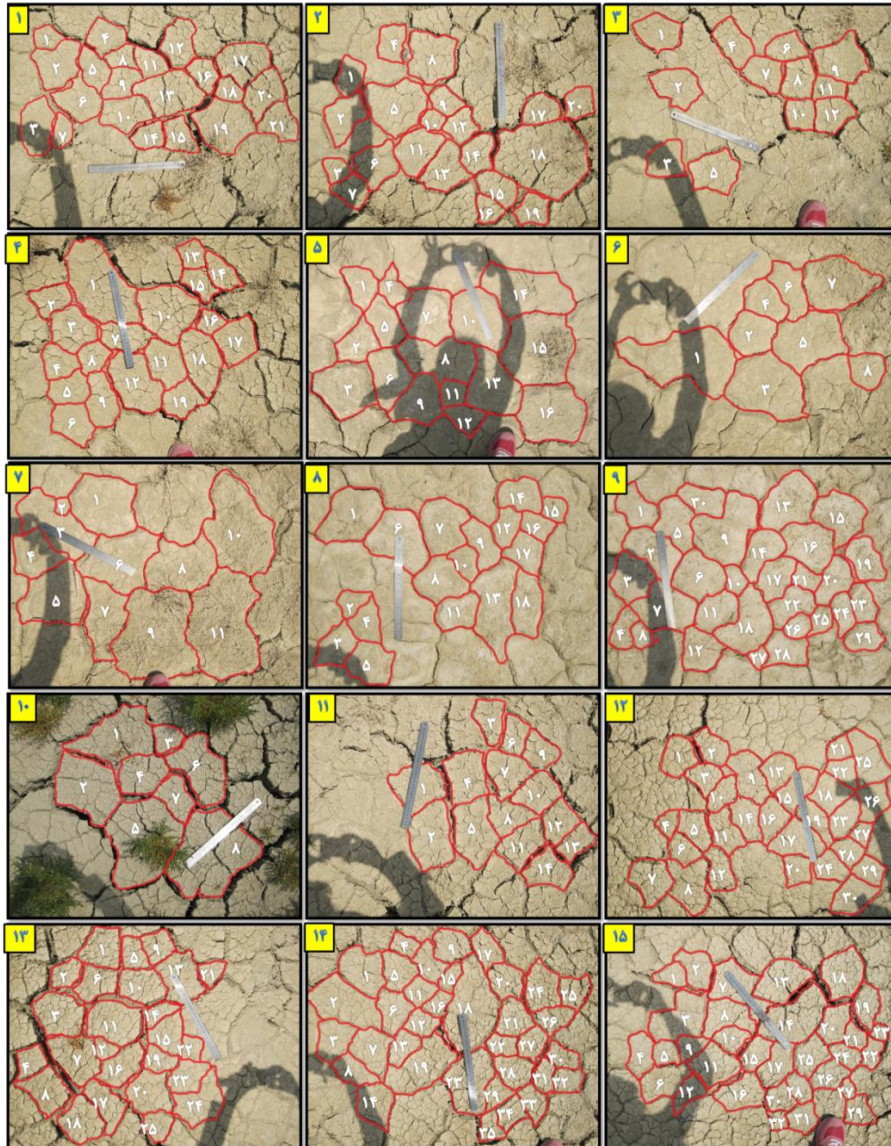
بطور کلی  $D_{AP}$  دارای مقادیری بین ۱ و ۲ است. گرچه در برخی موارد، مقادیر بدست آمده کمتر از ۱ و یا بزرگتر از ۲ می‌شود. (Chen, 2009) اگر  $D_{AP}=1$  باشد، بنابراین  $P \propto A^{0.5}$  بر مجموعه‌های تشکیل شده منظم (مانند دایره‌ها و مربع‌ها) دلالت دارد. اگر  $D_{AP}=2$  باشد، پس  $P \propto A$  بوده و تغییرات محیط با نرخ مشابه با مساحت است. بنابراین محیط مانند مساحت عمل می‌کند، بطوریکه  $D_{AP}$  می‌تواند در درجه اول، درجه نظم محیط را مشخص کند. علاوه بر این، پیچ و خم مرز می‌تواند از طریق  $D_P$  براساس  $D_{AP} = 2D_P/D_A$ ، در صورتیکه  $D_A$  توسط روش‌های دیگر نظیر روش جعبه شمارش محاسبه شده، مشخص شود (Wang and Cheng, 2006). افزایش ارزش  $D_{AP}$  از ۱ به سمت ۲ نشانگر افزایش تغییرات محیط نسبت به تغییرات مساحت در پدیده مورد نظر است (قهرودی تالی و علی نوری، ۱۳۹۵). از این مسأله در علم هندسه با عنوان هندسه نامتناهی طول یاد می‌شود و بدین معنی است که با افزایش ابعاد محیط، مساحت افزایش نمی‌یابد. مشابه چنین پدیده‌ای را می‌توان در تغییرات ابعاد فراکتالی

محیط و مساحت ذرات برف (با الگوی گَخ) مشاهده نمود (مبینی و فتح الهی، ۱۴، ۱۳۹۳). از طرف دیگر هر قدر این عدد به مقدار ۱ نزدیکتر باشد نشان دهنده بلوغ پلیگون‌ها و منتظم بودن آنها است و هرچه به ۲ تمایل داشته باشد، حاکی از بلوغ کمتر ترکها می‌باشد (مبینی و فتح الهی، ۱۴، ۱۳۹۳).

نکته جالب توجه اینکه علاوه بر لندفرم‌ها، میکروفرم‌ها نیز قادرند ضمن عکس العمل به سیستم‌های شکل‌زایی، روند تحولات را در طول زمان، در خود ثبت و ضبط نمایند. گرچه این درون سپاری اطلاعات دارای الگوی پیچیده‌ای می‌باشد که با هندسه اقلیدسی قابل مطالعه نیست اما مفاهیم فرکتالی همواره می‌تواند برای مدلسازی و تعیین تغییرات هندسی استفاده شود. در این مطالعه، تعدادی از چندوجهی‌های پلایای میقان بعنوان میکروفرم نمونه انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند.

### نتایج و بحث

برای بررسی الگوی فرکتالی حاکم بر چندوجهی‌های گلی در بخشی از پلایای میقان، مدل فراکتال محیط-مساحت به کار برده شد. در اولین گام و طی بازدید میدانی و تطبیق منطقه با نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰، با الگوی شبکه ای ترک‌های گلی مواجه بودیم که با الگوی توسعه یافته در نواحی کم شیب (کمتر از ۲ درصد) سازگاری داشت. این در حالی است که در نواحی با شیب بیش از ۵ درصد این ترکها با الگوی مستطیلی در سطح زمین توسعه می‌یابند (رضایی و امینی، ۱۰۹، ۱۳۹۴). به منظور اندازه گیری فراکتال‌های هندسی، مشاهده میدانی خرداد ماه ۱۳۹۶ انجام گرفت و ۳۰۰ چندوجهی گلی انتخاب شد. شکل شماره ۱ موقعیت میکروفرم‌ها را نشان می‌دهد. برای محاسبات مورد نیاز از ۱۵ تصویر تهیه شده از ترک‌های گلی منطقه استفاده شد (شکل ۲).

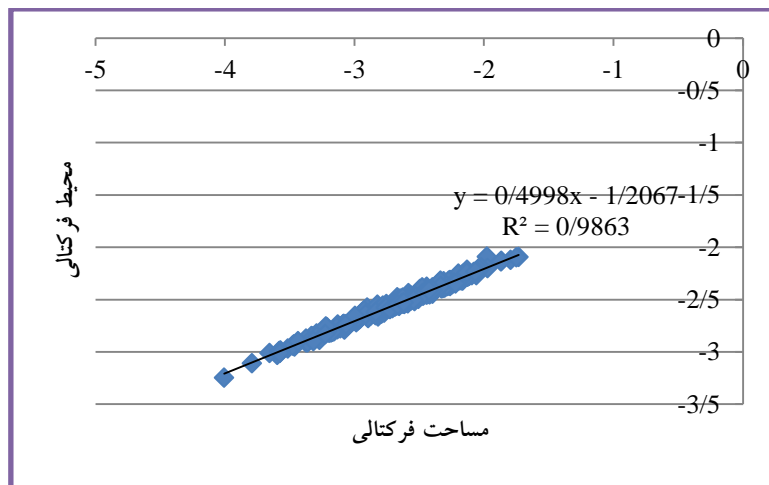


شکل ۲- تصاویر حدود میکروفرم‌های رسی انتخابی در بخش غربی کویر میقان

سپس در محیط نرم افزار AutoCAD، محیط (p) و مساحت (A) آنها بطور دقیق محاسبه شد و داده‌های محیط و مساحت فرکتالی وارد نرم افزارهای Excel و SPSS گردیدند و ارتباط خطی بین لگاریتم محیط و لگاریتم مساحت ترک‌های گلی با روش



حداقل مربعات محاسبه گردید و ضریب همبستگی پیرسون ( $r$ ) بدست آمد. بر این اساس، ضریب همبستگی  $0/993$  بود که نشان از همبستگی بالای محیط و مساحت اشکال چندوجهی پلازما میقان در رویارویی با تحولات دارد (شکل ۳).



شکل ۳- نمودار لگاریتمی محیط- مساحت  $300$  میکروفرم رسی پلازما میقان

در مرحله بعد، محیط و مساحت فراکتالی در مدل فراکتال جاگذاری شدند و مقادیر  $D_{AP}$  محاسبه گردیدند. بدین ترتیب جدول ۱، مقادیر  $D_{AP}$  را برای  $300$  نمونه از میکروفرم‌ها را (مطابق شکل ۲ به تفکیک پلیگون‌های نمایش داده شده در هر تصویر) نشان می‌دهد. بر این اساس، مقادیر  $D_{AP}$  گستره‌ای بین  $1/62$  و  $2/41$  بود که نشان از تشدید تغییر شکل چند وجهی‌ها دارد. همچنین میانگین  $D_{AP}$  در پلیگون‌های رسی تصاویر شماره ۸ و ۹ دارای کمترین ( $1/75$ ) و در تصویر شماره ۱۰ دارای بیشترین مقدار ( $2/15$ ) بودند. دامنه تغییرات مقادیر  $D_{AP}$  در تصویر شماره ۱ از  $1/85$  تا  $2/17$ ، تصویر شماره ۲ از  $1/89$  تا  $2/42$ ، تصویر شماره ۳ از  $1/89$  تا  $2/11$ ، تصویر شماره ۴ از  $1/86$  تا  $2/28$ ، تصویر شماره ۵ از  $1/70$  تا  $1/94$ ، تصویر شماره ۶ از  $1/75$  تا  $1/90$ ، تصویر شماره ۷ از  $1/62$  تا  $1/94$ ، تصویر شماره ۸ از  $1/68$  تا  $1/85$ ، تصویر شماره ۹ از

۱/۶۴ تا ۱/۸۵، تصویر شماره ۱۰ از ۱/۹۳ تا ۲/۴۰، تصویر شماره ۱۱ از ۱/۸۸ تا ۲/۱۱، تصویر شماره ۱۲ از ۱/۸۵ تا ۲/۱۳، تصویر شماره ۱۳ از ۱/۸۷ تا ۲/۱۴، تصویر شماره ۱۴ از ۱/۸۴ تا ۲/۲۹ و تصویر شماره ۱۵ از ۱/۷۷ تا ۲/۱۶ محاسبه گردید. (جدول ۱) تمایل لبه اشکال به منحنی در تحول آنها به سوی دایره تأثیرگذار یوده و موجب می‌گردد تا در بهترین حالات، الگوی آشوب به شمت عدد ۱ میل نماید. برعکس، هنگامی که در لبه‌ها شکستگی رخ می‌دهد، بنابر زوایای بوجود آمده، شکل به سمت فشردگی و کاهش نظم (بُعد فراکتال ۲ و یا بیشتر) سوق می‌یابد. همچنین بیشترین ضریب همبستگی بین محیط فراکتالی و مساحت فراکتالی متعلق به تصویر شماره ۲ به میزان ۰/۹۹۴ بود و کمترین آن به تصویر شماره ۱۱ (۰/۹۶۵) اختصاص داشت. همبستگی بیش از ۹۰ درصدی محیط و مساحت فراکتالی میکروفرم‌ها در منطقه، ناشی از سیر تحول تقریباً همزمان مساحت و محیط اشکال رسی در مواجهه با تغییرات است.

جدول ۱- مقادیر  $D_{AP}$  میکروفرم‌ها

تصویر ۵		تصویر ۴		تصویر ۳		تصویر ۲		تصویر ۱	
$D_{AP}$	شماره پلیگون	$D_{AP}$	شماره پلیگون	$D_{AP}$	شماره پلیگون	$D_{AP}$	شماره پلیگون	$D_{AP}$	شماره پلیگون
۱/۷۵	۱	۲/۲۸	۱	۲/۰۶	۱	۱/۹۶	۱	۱/۹۰	۱
۱/۷۷	۲	۱/۹۵	۲	۲/۰۵	۲	۲/۰۴	۲	۲	۲
۱/۸۹	۳	۲/۰۸	۳	۲/۰۲	۳	۱/۸۹	۳	۲/۰۶	۳
۱/۷۲	۴	۱/۹۶	۴	۲/۰۲	۴	۱/۹۷	۴	۱/۹۶	۴
۱/۷۷	۵	۲	۵	۲/۰۹	۵	۲/۱۸	۵	۱/۹۷	۵
۱/۸۲	۶	۲/۰۳	۶	۲	۶	۲/۰۳	۶	۲/۰۱	۶
۱/۸۵	۷	۲	۷	۱/۹۹	۷	۱/۹۵	۷	۱/۸۹	۷
۱/۸۴	۸	۱/۹۶	۸	۲/۰۲	۸	۲/۱۵	۸	۱/۸۵	۸
۱/۸۱	۹	۲/۰۴	۹	۲/۱۱	۹	۱/۹۳	۹	۱/۹۶	۹
۱/۸۸	۱۰	۲/۲۰	۱۰	۱/۹۷	۱۰	۱/۸۹	۱۰	۲/۰۴	۱۰
۱/۷۰	۱۱	۲/۰۶	۱۱	۱/۸۹	۱۱	۲/۰۸	۱۱	۱/۹۴	۱۱
۱/۷۱	۱۲	۲/۱۵	۱۲	۲/۰۲	۱۲	۱/۹۵	۱۲	۲	۱۲

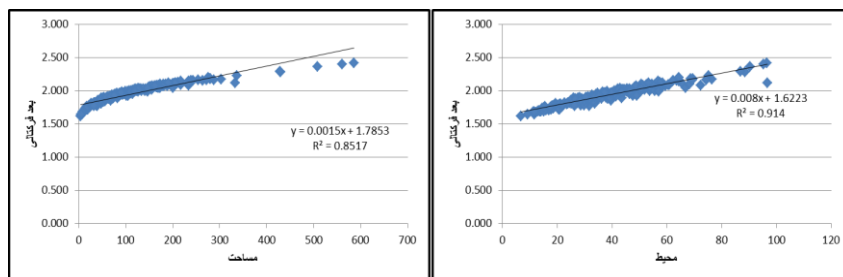
۱/۸۷	۱۳	۱/۹۱	۱۳			۲/۰۵	۱۳	۲/۱۴	۱۳
۱/۸۸	۱۴	۱/۹۴	۱۴			۱/۹۸	۱۴	۱/۹۴	۱۴
۱/۹۴	۱۵	۱/۸۹	۱۵			۲/۰۱	۱۵	۱/۹۷	۱۵
۱/۸۶	۱۶	۱/۸۶	۱۶			۱/۹۰	۱۶	۱/۹۲	۱۶
		۲/۰۶	۱۷			۱/۹۹	۱۷	۲/۰۷	۱۷
		۲/۱۱	۱۸			۲/۴۲	۱۸	۱/۸۸	۱۸
		۱/۹۸	۱۹			۱/۹۷	۱۹	۲/۱۷	۱۹
						۱/۹۶	۲۰	۲	۲۰
								۱/۹۷	۲۱
تصویر ۱۰		تصویر ۹		تصویر ۸		تصویر ۷		تصویر ۶	
D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون	D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون	D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون	D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون	D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون
۲/۱۱	۱	۱/۷۶	۱	۱/۸۵	۱	۱/۸۸	۱	۱/۸۹	۱
۲/۲۳	۲	۱/۸۰	۲	۱/۶۹	۲	۱/۶۲	۲	۱/۸۱	۲
۱/۹۳	۳	۱/۷۹	۳	۱/۷۵	۳	۱/۷۸	۳	۱/۹۰	۳
۲/۰۷	۴	۱/۷۰	۴	۱/۷۱	۴	۱/۷۸	۴	۱/۷۶	۴
۲/۳۶	۵	۱/۷۷	۵	۱/۷۸	۵	۱/۸۶	۵	۱/۸۶	۵
۲/۱۵	۶	۱/۸۲	۶	۱/۸۵	۶	۱/۸۵	۶	۱/۷۵	۶
۱/۹۹	۷	۱/۷۸	۷	۱/۸۲	۷	۱/۷۸	۷	۱/۹۰	۷
۲/۴۰	۸	۱/۶۵	۸	۱/۸۰	۸	۱/۸۳	۸	۱/۷۶	۸
		۱/۸۵	۹	۱/۷۳	۹	۱/۹۴	۹		
		۱/۶۸	۱۰	۱/۶۹	۱۰	۱/۸۸	۱۰		
		۱/۷۸	۱۱	۱/۷۵	۱۱	۱/۹۴	۱۱		
		۱/۷۸	۱۲	۱/۷۲	۱۲				
		۱/۸۵	۱۳	۱/۸۱	۱۳				
		۱/۷۶	۱۴	۱/۷۷	۱۴				
		۱/۸۱	۱۵	۱/۶۸	۱۵				
		۱/۸۱	۱۶	۱/۶۹	۱۶				
		۱/۷۶	۱۷	۱/۷۳	۱۷				
		۱/۸۱	۱۸	۱/۷۷	۱۸				
		۱/۷۷	۱۹	۱/۸۵	۱۹				

		۱/۷۵	۲۰	۱/۶۹	۲۰				
		۱/۶۷	۲۱						
		۱/۷۲	۲۲						
		۱/۷۳	۲۳						
		۱/۶۹	۲۴						
		۱/۶۷	۲۵						
		۱/۶۸	۲۶						
		۱/۶۴	۲۷						
		۱/۷۱	۲۸						
		۱/۷۵	۲۹						
		۱/۷۵	۳۰						
تصویر ۱۵		تصویر ۱۴		تصویر ۱۳		تصویر ۱۲		تصویر ۱۱	
D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون	D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون	D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون	D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون	D <sub>AP</sub>	شماره پلیگون
۱/۹۱	۱	۲/۱۲	۱	۲/۰۸	۱	۲/۰۵	۱	۲/۰۷	۱
۱/۹۷	۲	۲/۱۷	۲	۱/۹۵	۲	۲/۰۲	۲	۲/۱۱	۲
۲/۱۰	۳	۲/۰۵	۳	۲/۱۴	۳	۱/۹۸	۳	۱/۹۶	۳
۱/۹۷	۴	۱/۸۸	۴	۱/۹۲	۴	۱/۹۰	۴	۲/۰۵	۴
۱/۹۰	۵	۲/۰۲	۵	۱/۹۷	۵	۲	۵	۲/۰۹	۵
۲/۰۳	۶	۲/۰۲	۶	۲/۰۲	۶	۱/۹۶	۶	۱/۹۲	۶
۲/۰۴	۷	۲/۰۵	۷	۲/۰۸	۷	۲/۱۳	۷	۲/۰۲	۷
۱/۹۹	۸	۱/۹۵	۸	۲/۰۴	۸	۲/۰۹	۸	۱/۹۲	۸
۱/۸۸	۹	۲/۰۳	۹	۱/۹۶	۹	۲/۰۷	۹	۱/۹۴	۹
۱/۹۳	۱۰	۱/۹۳	۱۰	۲/۱۰	۱۰	۱/۹۶	۱۰	۲/۰۱	۱۰
۲/۰۷	۱۱	۱/۹۴	۱۱	۲/۱۴	۱۱	۲/۰۲	۱۱	۲	۱۱
۱/۸۹	۱۲	۱/۹۲	۱۲	۱/۸۷	۱۲	۲/۰۱	۱۲	۱/۹۵	۱۲
۲/۰۹	۱۳	۱/۹۴	۱۳	۲/۰۹	۱۳	۲/۰۲	۱۳	۱/۸۸	۱۳
۲/۱۶	۱۴	۲/۰۷	۱۴	۱/۸۸	۱۴	۲/۰۱	۱۴	۱/۹۷	۱۴
۱/۹۴	۱۵	۱/۸۴	۱۵	۲/۰۱	۱۵	۲/۰۳	۱۵		
۲/۰۳	۱۶	۱/۸۷	۱۶	۲/۰۳	۱۶	۲	۱۶		
۲/۰۱	۱۷	۱/۹۹	۱۷	۱/۹۹	۱۷	۲/۱۰	۱۷		

۲/۱۲	۱۸	۲/۲۹	۱۸	۲/۱۰	۱۸	۲/۰۲	۱۸
۱/۹۶	۱۹	۲/۲۶	۱۹	۱/۹۴	۱۹	۱/۹۵	۱۹
۱/۹۱	۲۰	۲/۱۲	۲۰	۲/۰۷	۲۰	۱/۹۷	۲۱
۱/۹۸	۲۱	۲/۰۲	۲۱	۱/۸۸	۲۱	۱/۹۲	۲۲
۱/۸۵	۲۲	۲/۰۴	۲۲	۱/۸۷	۲۲	۱/۹۳	۲۳
۱/۸۷	۲۳	۱/۹۲	۲۳	۲/۰۲	۲۳	۲	۲۴
۱/۸۰	۲۴	۲/۱۸	۲۴	۲/۰۵	۲۴	۱/۹۹	۲۵
۱/۹۱	۲۵	۲/۰۶	۲۵	۱/۹۵	۲۵	۲/۹	۲۶
۱/۹۹	۲۶	۱/۹۶	۲۶			۲	۲۷
۱/۹۷	۲۷	۱/۹۴	۲۷			۱/۸۵	۲۸
۱/۷۸	۲۸	۱/۹۸	۲۸			۱/۹۳	۲۹
۱/۹۰	۲۹	۲/۰۱	۲۹			۱/۹۶	۳۰
۱/۹۳	۳۰	۱/۹۰	۳۰			۲/۰۴	۳۱
۱/۹۱	۳۱	۱/۹۲	۳۱				
۱/۹۳	۳۲	۱/۹۲	۳۲				
		۱/۹۵	۳۳				
		۱/۹۴	۳۴				
		۱/۹۳	۳۵				

در مرحله بعد، نمودارهای همبستگی مقادیر محیط و مساحت با بعد فراکتالی رسم گردیدند و نشانگر همبستگی بیشتر اندازه‌های محیط نسبت به مساحت با بعد فراکتالی چند وجهی‌های گلی بودند، بطوریکه  $r$  در همبستگی مقادیر محیط با بعد فراکتالی عدد  $۰/۹۵۶$  و در همبستگی مقادیر مساحت با بعد فراکتالی عدد  $۰/۹۲۲$  را نشان می‌دهد. (شکل ۴) این موضوع، نشانگر هندسه نامتناهی محیط در تقابل با هندسه متناهی مساحت پلیگون‌های رسی در پلازای میقان است. بدین معنا که در برابر تغییرات محیطی مشابه (اعم از افزایش و یا کاهش دما و رطوبت، غلظت رسوبات، میزان کانی‌های رسی و ...)، محیط پلیگون‌ها همواره ۳ درصد بیش از مساحت آنها افزایش می‌یابد. بعنوان مثال در صورتی که محیط یک پلیگون رسی (با فرض مربعی شکل بودن

آن) در طی زمان و تحت شرایط افزایش غلظت رسوب و یا تغییرات مکانیک خاک از ۸ به ۱۲ سانتیمتر افزایش یافته باشد (۵۰ درصد افزایش محیط)، مساحت آن از ۴ به ۵/۸۸ سانتیمتر مربع تحول می‌یابد (۴۷ درصد افزایش مساحت).



شکل ۴- نمودار محیط- مساحت با بعد فراکتال ۳۰۰ پلیگون گلی

الگوی پلیگون‌های رسی، سه رده آشوب متوسط، زیاد و خیلی زیاد را در میقان نشان می‌دهد. ارزش  $D_{AP}$  نیز با افزایش از رده آشفتگی ۱ تا ۳ افزایش می‌یابد و به ترتیب شامل ۱/۷۳، ۱/۹۱ و ۲/۰۸ است (جدول ۲). همانطور که مشاهده می‌شود؛ مساحت اشکال رسی بین ۳/۱۱ تا ۵۸۶/۲ سانتیمتر مربع و محیط آنها بین ۹/۷۵ تا ۹۶/۶۸ سانتیمتر متغیر می‌باشد. همچنین انحراف معیار، میزان ناهمگونی و عدم یکنواختی پلیگون‌ها را در هر رده نشان می‌دهد. این فاکتور در رده خیلی زیاد به اوج خود می‌رسد.

جدول ۲ - رده بندی آماره های محیط - مساحت آشفتگی میکروفرم های رسی در پلاای میقان

رده آشوب	مساحت (سانتیمتر مربع)				محیط (سانتیمتر)				بعد فراکتال محیط - مساحت			
	Std	Mean	Min	Max	Std	Mean	Min	Max	Std	Mean	Min	Max
متوسط	۷/۲۱	۱۸/۳۸	۳/۱۱	۳۲/۱۶	۳/۹۰	۱۷/۵۷	۶/۷۵	۲۳/۸۹	۰/۰۴۳	۱/۷۳	۱/۶۲	۱/۷۹
زیاد	۲۳/۹۷	۷۶/۹۳	۳۲/۶۴	۱۲۰/۰۷	۵/۷۲	۳۶/۱۳	۲۳/۹۱	۴۶/۲۳	۰/۰۵۱	۱/۹۱	۱/۸۰	۱/۹۹
خیلی زیاد	۸۶/۹۰	۱۹۲/۹۸	۱۲۱/۷۱	۵۸۶/۲۰	۱۱/۴۹	۵۷/۲۰	۴۶/۲۵	۹۶/۶۸	۰/۰۸۰	۲/۰۸	۲	۲/۴۱

### نتیجه گیری

هندسه فراکتال مناسب ترین ابزار ریاضی برای توصیف و تبیین آشوب پدیده‌های پیچیده‌ی طبیعی است. ورود انسان به حوزه پلایاها و عدم اعمال مدیریت صحیح منابع آب، همچنین تحول شرایط اقلیمی مانند کاهش میانگین بارش و رطوبت و افزایش تبخیر و تعرق نیز افزایش غلظت آب، رسوب نمک، خشک شدن فصلی یا دائمی دریاچه‌ها و بی‌نظمی در چرخه حیات محیط پلایاها را بدنال داشته است. پلیگون‌های رسی از جمله میکرواندفرم‌هایی هستند که قادرند اثرات ناشی از تحولات محیطی را در خود ثبت و ضبط نمایند و به آنها واکنش نشان دهند. پلایای میقان با مساحت ۱۲۹ کیلومتر مربع در فاصله ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهر اراک واقع شده و دارای یک دریاچه فصلی با همین نام است. شیب ملایم منطقه (کمتر از ۲ درصد) موجب گسترش ترک‌های گلی با الگوی شبکه‌ای گردیده است. اعمال مدل فراکتال محیط-مساحت با روش حداقل مربعات، بر روی ۳۰۰ چند وجهی گلی در بخش غربی پلایای میقان، ضریب همبستگی ۰/۹۹۳ را بین لگاریتم محیط و لگاریتم مساحت چندضلعی‌ها نشان داد. این مسأله بیانگر همبستگی بالای تغییر ابعاد محیط و مساحت پلیگون‌های گلی در مواجهه با تحولات محیطی است. گرچه ۲ در همبستگی مقادیر محیط با بعد فراکتالی، ۰/۹۵۶ و در همبستگی مقادیر مساحت با بعد فراکتالی ۰/۹۲۲ محاسبه گردید و این بدان معناست که بدنال وقوع هرگونه شرایط محیطی که منجر به کاهش نظم در الگوی میکروفرم‌های منطقه مورد مطالعه می‌شود، محیط پلیگون‌ها بطور میانگین ۶۳ درصد بیش از مساحت آنها افزایش می‌یابد. این پدیده از افزایش غلظت رسوب و تجمع نمک در لبه پلیگون‌های گلی و بالآمدگی و بی‌نظمی حواشی این اشکال در اثر خشکی و کاهش رطوبت منتج شده است. گرچه علت اصلی چنین رویدادی را می‌توان به هندسه نامتناهی طول پلیگون‌ها همانند آنچه در تغییر ابعاد دانه‌های برف با الگوی کُخ به وقوع می‌پیوندد (همزمان با افزایش محیط دانه‌ها، مساحت آنها همچنان ثابت می‌ماند)، دانست. واقعیتی که برخاسته از هندسه فراکتال بوده و با هندسه اقلیدسی قابل

توجیه نیست. در نهایت، الگوی پلیگون‌های رسی، سه رده آشوب متوسط، زیاد و خیلی زیاد را در میقان و ارزش DAP نیز با افزایش از رده آشفتگی ۱ تا ۳ به ترتیب، مقادیر ۱/۷۳، ۱/۹۱ و ۲/۰۸ را نشان داد. در هر سه طبقه، بعد فرکتالی بدست آمده به عدد ۲ نزدیک است و این نشان می‌دهد؛ ترکهای گلی از بلوغ کمی برخوردارند و منتظم نیستند.

### منابع

- ایزدی، فاطمه، حداد، شمیلا، مشکسار، مریم، (۱۳۸۷)، هندسه فراکتال در ساختارهای معماری، فصلنامه جلوه نقش، تابستان، ۳، صص ۵۰ - ۴۲.
- بمانیان، محمدرضا، لیلیان، محمدرضا، امیرخانی، آرین، (۱۳۸۹)، هندسه فراکتال در ساختارهای هنر و معماری، فصلنامه جلوه نقش، تابستان، ۳، صص ۵۰-۴۲.
- رحمانی، مرتضی، صائبی، فهیمه، علی بخشی، نرجس، (۱۳۹۱)، کاربرد نظریه فرکتال و آشوب در پیش بینی سری‌های زمانی، چاپ جهاد دانشگاهی (دانشگاه صنعتی شریف)
- رضایی، حامد، امینی، آرش، (۱۳۹۴)، ارزیابی ژئومتریکی ترکهای گلی در شکل گیری یکی از رخساره‌های رسوبی رسوبات ریز دانه عهد حاضر (مطالعه موردی؛ رسوبات مخازن سد و شمشگیر گرگان)، نشریه رخساره های رسوبی، دوره ۹، شماره ۱، صص ۱۳۰-۱۰۷.
- رضاییان لنگرودی، سعید، لک، راضیه، جهانی، داود، (۱۳۹۵)، مقایسه رخساره‌های رسوبی هولوسن پلایاهای حوض سلطان و گرمسار، فصلنامه کواترنری ایران، دوره ۲، شماره ۲، صص ۱۸۲-۱۶۷.
- عرفانیان، عباس، (۱۳۸۰)، معماری طبیعت: هندسه فراکتال و نظریه آشوب، مجله فضا، ۲-۳، صص ۳۲-۲۵.



- فرزین، سعید. حاجی آبادی، رضا، احمدی، محمدحسین، (۱۳۹۴)، کاربرد نظریه آشوب و شبکه عصبی مصنوعی در بررسی و تخمین تبخیر از سطح آب دریاچه‌ها، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۱، شماره ۱، صص ۷۴-۶۱
- فرهنگ، مژگان، رضایی، صفیه، (۱۳۹۵)، فرکتال هنر نرم افزاری با نگاه به هندسه محاسباتی و هندسه نقوش، مجله پویش در علوم پایه، دوره دوم، شماره چهارم، صص ۲۵-۱۱.
- قبادیان، وحید، (۱۳۸۸)، مبانی و مفاهیم در معماری معاصر غرب، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- قهرودی تالی، منیژه، (۱۳۹۶)، چرا دانش مخاطرات؟ (ضرورت استفاده از دیدگاه ژئوفراکتال در ردیابی مخاطرات)، مجله مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۳، شماره ۴، صص ۲۹۷-۳۰۰.
- قهرودی تالی، منیژه، خدیری غریبوند، لادن، (۱۳۹۲)، بررسی آشفته‌گی در میکرواندفرم-های تالاب گاوخونی، مجله پژوهشی زمین پویا، شماره ۲، صص ۵۱-۴۴.
- قهرودی تالی، منیژه، علی نوری، خدیجه، (۱۳۹۴)، ردیابی مخاطرات پلازما حوض سلطان با بررسی آشفته‌گی در میکرواندفرم‌ها، دانش مخاطرات، ۱ (۲): صص ۲۵۲-۲۴۱.
- کرم، امیر، (۱۳۸۹)، نظریه آشوب، فراکتال (برخال) و سیستم‌های غیر خطی در ژئومورفولوژی، فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۸، صص ۸۲-۶۷.
- مبینی، مهتاب، فتح الهی، نوشین، (۱۳۹۳)، بررسی جایگاه هندسه فراکتال در هنر و چگونگی ظهور آن در هنرهای تجسمی، فصلنامه دانشکده هنر، دانشگاه شهید چمران اهواز، شماره ششم، صص ۲۳-۷.
- مستغنی، علیرضا، علیمردانی، محسن، (۱۳۹۵)، واکاوی کاربرد هندسه طبیعت و فرکتال در معماری پارامتریک با بررسی آرایه داخلی گنبد مسجد لطف الله، فصلنامه نامه معماری و شهرسازی، دوره ۸، شماره ۱۶، صص ۱۲۲-۱۰۳.

مقصودی، مهران، شمسی پور، علی اکبر، (۱۳۹۵)، پتانسیل سنجی مناطق بهینه توسعه ژئومورفوتوریسم (مطالعه موردی: منطقه مرنجاب در جنوب دریاچه نمک)، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۷، صص ۱۹-۱.

- Bovill, Carl. (1995). *Fractal Geometry in Architecture and Design*, Birkhanuser, Boston
- Chen, Yanguang. (2009). Analogies between urban hierarchies and river networks: Fractals, symmetry, and self-organized criticality. *Chaos, Soliton & Fractals*, 40(4). Cheng, Q.; H. Russell D. Sharpe, F. Kenny, and P. Qin. (2001). GIS-based statistical and fractal / multifractal analysis of surface stream patterns in the Oak Ridge's Moraine. *Computer Geoscience*, 27(5):513-526.
- Hassanzadeh Y., Aalami M.T., Farzin S., Sheikholeslami S.R., Hassanzadeh E. (2012). Study of chaotic nature of daily water level fluctuations in Urmia Lake. *Journal of Civil Engineering and Environment*, 42(1):9-20. (In Persian with English Abstract)
- Howari, F.M., Banat, K.M., Abu-Salha, Y.A. (2014). Depositional and diagenetic processes of Qa Khanna Playa, North Jordan basaltic plateau, Jordan, *Journal of Asian Earth Sciences*, 39(4): 275-284.
- Khan S., Ganguly A.R., and Saigal S. (۲۰۰۵). Detection and predictive Modeling of chaos in finite hydrological time series. *Nonlinear Processes in Geophysics*, ۱۲: ۴۱-۵۳.
- Krinsley: D.B., 1970, -A Geomorphological and Paleo climatological of the Playas of Iran, U.S. Geological Survey Interagency Report IR-Military-1, p. 329.
- Regonda S.K., Sivakumar V., and Jain A. (2004). Temporal scaling in the river flow: Can it be chaotic? *Hydrological Sciences Journal*, 49(3):373-385.
- Pelletier, J.D. (2002). Fractal Behavior in Space and Time in Simplified Model of Fluvial Landform Evolution". *Geomorphology* 91.
- Selen, F., & Turer, D. (2011). Factors Effecting Mud Crack Formation in Ankara Clay, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 56: 166- 167.
- Solomatine D.P., Velickov S., and Wust J.C. ( 2001). Predicting water levels and currents in the North Sea using chaos theory and neural networks. p. 1-11. *Proceeding of the Congress-International Association for Hydraulic Research, 29th Iahr Congress, and Beijing, China.*
- Wang Z., Cheng Q, Cao L et al (2006) Fractal modelling of the microstructure property of quartz mylonite during deformation process. *Math Geol* 39(1):53-68.

---

Zhao, Z., Guo, Y., Wang, Y., Liu, H., & Zhang, Q. (2014). Growth patterns and dynamics of mud cracks at different diagenetic stages and its geological significance. *International Journal of Sediment Research*, 29: 82-98.

### مقاله پژوهشی

## آشکار سازی تغییرات جزیره گرمایی شهر اصفهان با تأکید بر توسعه شهری

احمد مزیدی، دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

کمال امیدوار، استاد آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

غلامعلی مظفری، دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

زهرا تقی زاده<sup>۱</sup>، دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه یزد

### چکیده

یکی از چالش‌های اساسی در فرآیند توسعه شهری در کشورهای در حال توسعه، بحث تغییرات جزیره گرمایی است که رشد شتابانی داشته و این رشد مشکلات و مسائل متعددی را برای فرایندهای مدیریتی و برنامه‌ریزی شهری ایجاد خواهد نمود. مطالعه حاضر با هدف آشکار سازی تغییرات جزیره گرمایی شهر اصفهان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ی لندست در طول دوره آماری ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶ انجام گرفته است. بر روی تصاویر ماهواره‌ای، چهار مرحله عملیات پیش پردازش شامل پردازش اولیه، استخراج سطوح غیر قابل نفوذ تعلیمی، ارزیابی دقت و صحت طبقه‌بندی و بازیابی دمای سطح زمین انجام گرفته است. نتایج حاصل از استخراج دقت ضریب کاپا نشان می‌دهد که تصاویر سال ۲۰۱۶ با ضریب ۰/۸۳۴۱ دارای دقت بیشتری است. از نظر مکانی هسته‌های پر حرارت بر اراضی نامرغوب و بایر منطبق است که به صورت خوشه‌ای در شمال و جنوب شهر و مناطق عاری از پوشش گیاهی قابل مشاهده است و در مرکز شهر جزایر گرمایی به صورت چاهک‌های گرمایی کوچک نمایان است. بررسی رابطه شدت جزیره گرمایی با نوع پوشش زمین، نشان دهنده‌ی وجود رابطه معکوس بین تراکم ساخت و ساز و پوشش گیاهی با دمای سطح است از این رو می‌توان گفت که رطوبت و عدم برهنگی سطح زمین از عوامل تعدیل کننده‌ی جزایر گرمایی در محیط شهر اصفهان است.

کلمات کلیدی: جزیره گرمایی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، لندست، اصفهان

## مقدمه

در مناطق شهری بسته به پوشش زمین، مناطقی با دمای بیشتر از سایر نواحی به وجود می‌آید که این پدیده به نام جزیره گرمایی شهری نام‌گذاری شده است (متکان و همکاران، ۱۳۹۳: ۲). جزیره گرمایی شهری خطوط هم‌دمای بسته‌ای هستند که نماینده‌ی پهنه گرم می‌باشند، به ویژه پهنه‌هایی که بشر وضع طبیعی زمین را بر هم زده است. دلیل این نام‌گذاری شباهت خطوط هم‌دما در این پهنه‌ها با خطوط تراز ارتفاعی جزایر بر روی نقشه‌های توپوگرافی بوده است (واژه‌نامه هواشناسی انجمن هواشناسی ایالات متحده آمریکا، ۲۰۱۵). دو روش برای ارزیابی کمی جزیره گرمایی وجود دارد نخست اندازه‌گیری دمای هوا در دو نقطه که مناطق اطراف شهر به عنوان روستا در مقابل مناطق شهری مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (استوارت<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱: ۲۰۷). روش دوم ارزیابی جزیره گرمایی با استفاده از داده‌های سنجش از دور است (ووگت و اوکه<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳: ۳۷۲). بر این اساس مطالعات زیادی در زمینه‌ی ابعاد مختلف جزیره گرمایی صورت گرفته که برخی از این مطالعات عبارتند از: لازرینی و همکاران (۲۰۱۳)، چوی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۴)، رسول<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۵)، علی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۶)، سان و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۷)، که در همه این مطالعات اعتبار رویکرد استفاده از تصاویر ماهواره-ای برای تحلیل فضایی و مکانی جزیره گرمایی تأیید شده است. از سوی دیگر ارتباط بین دمای سطح زمین و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی در مطالعات جزیره گرمایی مورد مطالعه قرار گرفته است که می‌توان به مطالعات ونگ<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۴)، سان و کافاتوس<sup>۸</sup> (۲۰۰۷) و پنگ<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرد. در همه این مطالعات

---

<sup>1</sup> Stewart

<sup>2</sup> Voogt and oke

<sup>3</sup> Choi

<sup>4</sup> Rasul

<sup>5</sup> Ali

<sup>6</sup> Son

<sup>7</sup> Weng

<sup>8</sup> Sun and Kafatos

<sup>9</sup> Peng

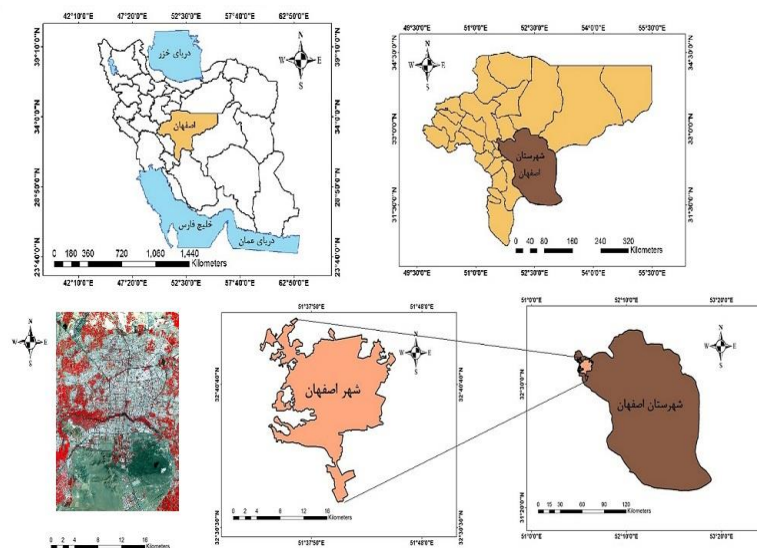
رابطه خطی معکوس بین دما و پوشش گیاهی تأیید شده است. از جمله مطالعات داخلی صورت گرفته در زمینه جزیره گرمایی می‌توان به مطالعات رنگزن و همکاران (۱۳۹۰)، موسوی بایگی و همکاران (۱۳۹۱) و ساسان‌پور و همکاران (۱۳۹۲)، مزیدی و حسینی (۱۳۹۴)، علوی پناه و همکاران (۱۳۹۴)، یوسفی و همکاران (۱۳۹۶) اشاره نمود. همچنین در ارتباط با مبحث جزیره گرمایی در شهر اصفهان می‌توان به مطالعه عبدالهی (۱۳۸۸)، و بابایی فینی (۱۳۹۴)، اشاره نمود. که نوع نگاه به مبحث جزیره گرمایی در این مطالعات متفاوت است.

لذا با توجه به اهمیت موضوع جزیره گرمایی در این پژوهش تلاش شد تا به بررسی وضعیت جزیره گرمایی با توجه به تغییرات کاربری و توسعه شهرنشینی در شهر اصفهان پردازیم. وجه تمایز پژوهش حاضر با پژوهش‌های صورت گرفته در این است که در پژوهش حاضر با دید همه جانبه به بررسی نقش گسترش شهرنشینی در توسعه جزیره گرمایی از نظر موضوعی و از لحاظ ابزار تحقیق پرداخته شده است.

## داده‌ها و روش‌ها

### معرفی محدوده مورد مطالعه

شهر اصفهان به عنوان سومین کلان شهر ایران پس از کلان شهرهای تهران و مشهد در قلب نظام شهری قرار گرفته است. ارتفاع آن حداقل ۱۵۵۰ متر در اطراف زاینده رود تا حداکثر ۱۶۵۰ متر در نقاط مرتفع‌تر نوسان دارد. این شهر در بخش شمالی و جنوبی به اراضی بیابانی و در بخش شرقی و غربی به اراضی کشاورزی منتهی می‌شود (صابری و همکاران، ۱۳۹۱: ۶۳). شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهر اصفهان را نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر برای بررسی دقیق‌تر مساحت ده کیلومتری حومه شهر نیز در نظر گرفته شده است.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

### روش تحقیق

در این پژوهش به دلیل مشکلاتی از قبیل در دسترس نبودن تصویر، دوره‌ی زمانی عبور ماهواره از منطقه، پوشش ابر و سایر مشکلات امکان اخذ تصاویر در یک تاریخ همسان (روز و ماه) امکان‌پذیر نبود. بنابراین برای استخراج فصول سرد و گرم از روش‌های آماری استفاده شد. براین اساس میانگین‌های روزانه دما به میانگین‌های پنج روزه تبدیل و سپس با استفاده از روش خوشه‌بندی به روش فواصل اقلیدسی با استفاده از روش وارد<sup>۱</sup> فصل‌های سال مشخص گردید. در نتیجه ۳۶۵ روز سال به ۷۳ پنجک تقسیم شد. همه پنجک‌ها با میانگین دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد و بیشتر جزء دوره گرم و پنجک‌های با میانگین دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد جزء دوره سرد محسوب شده است. این روش به نام روش چنگلان<sup>۲</sup> مرسوم است (علی‌جانی، ۱۳۷۶: ۲۴). برای این مرحله از میانگین داده‌های دمایی سینوپتیک اصفهان از سال ۱۹۶۴ تا ۲۰۱۴ استفاده شد. در ادامه از تصاویر سنجنده TM لندست ۵، تصاویر سنجنده OLI لندست ۸ به عنوان

<sup>۱</sup> Ward

<sup>۲</sup> Chenglon

تاریخ‌های مبنا در پژوهش و از دو تصویر سنجنده ETM+ لندست ۷ به عنوان تصاویری که در دوره آماری قرار گرفته برای مشاهده تغییرات استفاده شده است. اما مبنای اصلی پژوهش بر اساس تاریخ ابتدا و انتهای دوره آماری است (جدول ۱). این تصاویر از تارنمای <http://Earthexplorer.usgs.gov> اخذ گردید.

جدول ۱- مشخصات سنجنده‌های TM, OLI, ETM

سنجنده	تاریخ تصویربرداری	پوشش ابر به درصد	کیفیت تصویر	مسیر/ ردیف	تفکیک مکانی به متر
TM	۱۹۹۱/۰۸/۱۲	۰/۰۰۰	۹	۱۶۳/۳۷	۳۰
ETM	۱۹۹۹/۸/۱	۰/۰۰	۹	۱۶۴/۳۷	۳۰
ETM	۲۰۰۳/۵/۲۴	۶/۰۳	۹	۱۶۴/۳۷	۳۰
OLI	۲۰۱۶/۰۵/۳	۵/۹۷	۹	۱۶۴/۳۷	۳۰

<https://earthexplorer.usgs.gov>

### پیش پردازش و پردازش اولیه تصاویر

به منظور بررسی وجود و یا عدم وجود خطاهای هندسی و رادیومتریک، بررسی کیفیت داده‌ها بر روی تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفت و خطاهای موجود گرفته شد. معمولاً دقت تصحیح هندسی باید کمتر از یک پیکسل و مناسب‌تر نیم پیکسل باشد. در این مطالعه خطای هندسی با استفاده از معادله درجه اول و خطای جذر میانگین مربع‌ها<sup>۱</sup> ارزیابی شده که مقدار این خطا کمتر از نیم پیکسل (۰/۴۹۳) ارزیابی شده است.

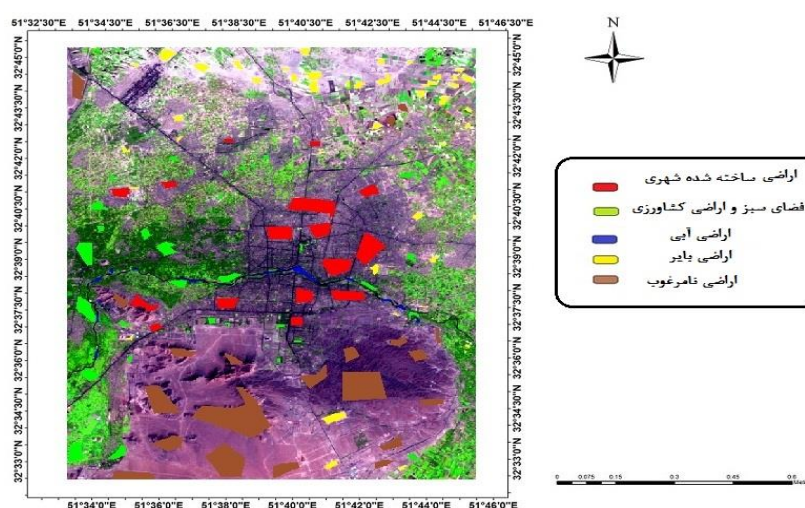
### انتخاب نمونه‌های تعلیمی و طبقه‌بندی تصاویر

در پژوهش حاضر نقشه کاربری اراضی بر اساس یک تصویر واقعی از لندست ۵، ۷ و ۸ ایجاد شده است و نمونه کلاس‌های کاربری اراضی با توجه به تعریف کاربری اراضی و بر اساس دانش تخصصی پژوهشگران ایجاد گردید. لذا به فراخور سهم هر طبقه تعداد ۱۵۷ نمونه تعلیمی با پراکنش مناسب به‌طور تصادفی با استفاده از نقشه

<sup>1</sup> Root-mean-square error (RMSE)



کاربری اراضی شهر اصفهان، بررسی تصاویر گوگل ارث و تصاویر رنگی مرکب انتخاب گردید. که در نهایت با حذف تعدادی از نمونه‌های تعلیمی به علت وجود خطای زیاد از ۱۳۰ نمونه تعلیمی با پراکنش مناسب بر روی تصاویر استفاده شده است (شکل ۲).



شکل ۲- پراکنش نمونه‌های آموزشی در منطقه مورد مطالعه

پس از انتخاب نمونه‌های تعلیمی عملیات طبقه‌بندی با استفاده از یکی از روش‌های پارامتریک طبقه‌بندی نظارت شده به نام روش طبقه‌بندی بیشترین شباهت یا روش حداکثر احتمال<sup>۱</sup> انجام شد. در نهایت با توجه به داده‌ها موجود، قدرت تفکیک مکانی تصاویر و دانش تخصصی پژوهشگر ۵ کلاس آموزشی شامل (فضای ساخته شده شهری، فضای سبز و اراضی کشاورزی، اراضی آبی، اراضی بایر، اراضی نامرغوب) برای هر چهار تصویر به صورت جداگانه انتخاب شد. در ادامه ارزیابی دقت و صحت طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از ضریب کاپا<sup>۲</sup> صورت پذیرفت، ضریب کاپا، دقت

<sup>۱</sup> Maximum Likelihood

<sup>۲</sup> Kapa Coefficient

طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی محاسبه می‌کند (اکبری و شکاری آبادی، ۱۳۹۳: ۲۰۲).

### بازیابی دمای سطح زمین (LST)

برای استخراج دمای سطح، سه مرحله انجام شد

تبدیل عدد رقومی<sup>۱</sup> (DN) به رادیانس طیفی<sup>۲</sup>

تبدیل عدد رقومی به تابش طیفی برای تصاویر خام لندست TM بر اساس رابطه (۱) صورت گرفت.

رابطه (۱)

$$L_{\lambda} = \left[ \frac{L_{MAX\lambda} - L_{MIN\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right] (Q_{cal} - Q_{calmin}) + L_{MIN\lambda}$$

$L_{\lambda}$  = رادیانس طیفی در سنجنده  $W / (m^2sr \mu m)$  ،  $Q_{cal}$  ارزش پیکسل،  $Q_{calmin}$ ، حداقل ارزش پیکسل،  $Q_{calmax}$  حداکثر ارزش پیکسل و  $L_{MAX\lambda}$  و  $L_{MIN\lambda}$  حداقل و حداکثر رادیانس طیفی در سنجنده  $[W / (m^2sr \mu m)]$  است. همچنین میزان رادیانس طیفی سنجنده TIRS/OLI لندست ۸ از رابطه (۲) محاسبه می‌شود.

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه  $L_{\lambda}$  رادیانس در بالای اتمسفر  $(watts / m^2 * Srad * \mu m)$ ،  $M_L$  ضریب تبدیلی ضریبی،  $Q_{cal}$  ارزش پیکسل باند ۱۰ و ۱۱ و  $A_L$  ضریب تبدیلی تجمیع کننده است ضرایب  $M_L$  و  $A_L$  در جدول (۲) آمده است (چاندر<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۹: ۸۹۸)، (علوی پناه و همکاران، ۱۳۹۴: ۶).

<sup>۱</sup> Digital Number (DN)

<sup>۲</sup> Spectral Radiance

<sup>۳</sup> Chander

جدول ۲- فاکتور تغییر مقیاس برای باندهای ۱۰ و ۱۱ سنجنده OLI (چاندر و همکاران، ۲۰۰۹: ۸۹۸)

ضریب کالیبراسیون	$M_L$ باند ۱۰	$A_L$ باند ۱۰	$M_L$ باند ۱۱	$A_L$ باند ۱۱
مقدار ضریب	۰/۰۰۰۳۴۲	۰/۱	۰/۰۰۰۳۴۲	۰/۱

### تبدیل رادیانس طیفی به دمای جسم سیاه<sup>۱</sup>

تبدیل تصاویر رادیانس به دمای جسم سیاه با استفاده از رابطه (۳) صورت می‌پذیرد

$$TB = K2 / \ln[k1 / (L\lambda) + 1] \quad \text{رابطه (۳)}$$

TB دمای مؤثر در سنجنده برحسب کلوین، K2، ضریب کالیبراسیون ۲ برحسب کلوین، K1 ضریب کالیبراسیون برحسب  $(W/(m^2 \text{ sr } \mu\text{m}))$  و  $L\lambda$  رادیانس طیفی در سنجنده است. ضرایب K1 و K2 در سنجنده TM به ترتیب به  $607/76$  برحسب  $W/(m^2 \text{ sr } \mu\text{m})$  و  $1260/56$  برحسب کلوین است. در ماهواره لندست ۸ باند ۱۰ ضریب K1 برابر  $777/89$  و K2 برابر  $1321/08$  است و در باند ۱۱ ضریب K1 برابر  $480/89$  و K2 برابر  $1201/14$  است (علوی پناه و همکاران، ۱۳۹۴: ۷).

### به دست آوردن دمای سطح زمین (LST)

برای به دست آوردن توان تشعشعی، از روش آستانه NDVI و طبقه بندی تصویر استفاده شد. شاخص NDVI بر پایه جذب انرژی در محدوده طیفی قرمز توسط کلروفیل و افزایش انعکاس در انرژی مادون قرمز نزدیک برای پوشش گیاهی سالم استوار است که می‌توان بر اساس روش‌های ذیل آن را محاسبه کرد. برای داده‌های سنجنده TM مقدار NDVI از رابطه (۴) به دست می‌آید.

$$NDVI = \frac{B4 - B3}{B4 + B3} \quad \text{رابطه (۴)}$$

B4 باند مادون قرمز نزدیک و B3 باند قرمز در این سنجنده است همچنین برای سنجنده OLI لندست ۸ مقدار NDVI از رابطه (۵) به دست می‌آید (علوی پناه و همکاران، ۱۳۹۴: ۸).

<sup>1</sup> Black Body

$$NDVI = \frac{B5-B4}{B5+B4} \quad \text{رابطه (۵)}$$

با به دست آوردن مقادیر توان تشعشعی، دمای سطح زمین (LST) از رابطه (۶) محاسبه می‌شود.

$$T_S = \frac{T_B}{1+(\lambda * T_B / P)1ne} \quad \text{رابطه (۶)}$$

در این رابطه دمای مؤثر در ماهواره به کلوین،  $\lambda$  طول موج رادیانس ساطع شده ( $\mu m \ 11/5$ )، مقدار  $p$  از رابطه  $\alpha=hc/K$  به دست می‌آید که در آن  $h$  ضریب پلانک،  $C$  سرعت نور،  $k$  ثابت استفان بولتزمان و  $\epsilon$  گسیلمندی است. سرانجام برای ترسیم نقشه‌ی حرارتی دما بر اساس رابطه (۷) دما از درجه کلوین به درجه سانتی‌گراد تبدیل شد (مزیدی و حسینی، ۱۳۹۴: ۷)، (علوی پناه و همکاران، ۱۳۹۴: ۹).

$$S = Kelvin - 273.15 \quad \text{رابطه (۷)}$$

تا این مرحله که شامل مراحل پیش پردازش و پردازش تصاویر ماهواره‌ای است همه عملیات در نرم‌افزار ENVI4.8 صورت گرفته است. سپس برای استخراج داده‌ها از تصاویر ماهواره‌ای در نرم‌افزار MATLAB برنامه نویسی‌های لازم صورت گرفته است. به این صورت که برای به دست آوردن اطلاعات از تصاویر مورد نظر با فرمت TIF خروجی گرفته شده است. سپس این تصاویر وارد نرم‌افزار MATLAB گردید و برنامه نویسی‌های لازم برای خروجی داده‌ها صورت پذیرفت.

## یافته‌های پژوهش

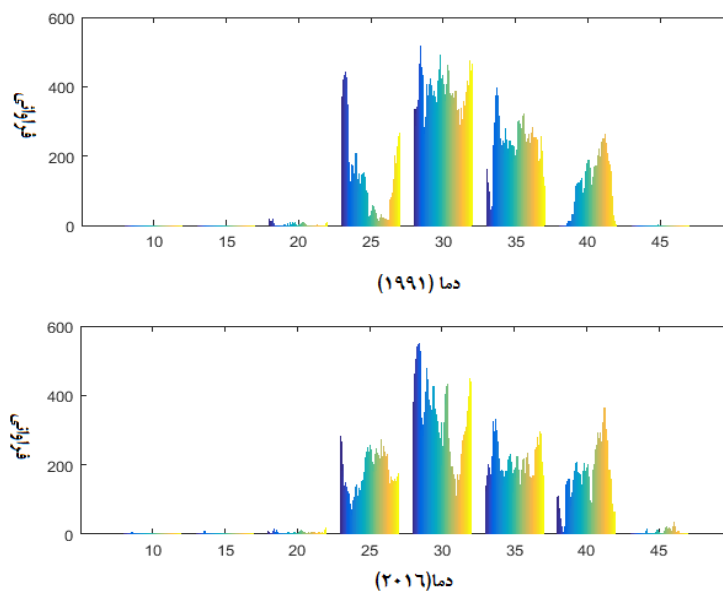
### دقت اندازه‌گیری سطوح و طبقه‌بندی کاربری اراضی

نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی تصاویر لندست ۵، ۷ و ۸ نشان داد که مناطق شهری اصفهان در سال ۱۹۹۱ متمرکزتر بوده است، ولی در سال ۲۰۱۶ رشد فراوان داشته و در ابعاد مختلف گسترش داشته است. مقایسه دقت تصاویر نشان داد ضریب کاپا به دست آمده در سال ۱۹۹۱، ۱۹۹۹، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۶ به ترتیب ۰/۷۱، ۰/۷۵، ۰/۷۳ و

۰/۸۳۴۱ بوده است. دقت کلی این تصاویر نیز به ترتیب ۷۹/۸۸، ۸۰/۱۳، ۷۹/۹۱، ۸۸/۱۷ می‌باشد.

### تحلیل تغییرات دمایی سال ۱۹۹۱-۲۰۱۶

پیکسل‌های دما در سال ۱۹۹۱ بین ۱۸/۶۱ - ۴۲/۶۸ درجه سانتی‌گراد و در سال ۲۰۱۶ دما بین ۱۰/۳۴ - ۴۴/۲۹ در نوسان بوده است. بر این اساس طبقات دمایی سطح شهر اصفهان، به ۵ طبقه دمایی تقسیم شده است. طبقات دمایی کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد را (خیلی خنک)، ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد (خنک)، ۲۵-۳۰ (متوسط)، ۳۰ تا ۳۵ (گرم) و بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در طبقه دمایی (بسیار گرم) قرار می‌گیرد. در طی دوره آماری طبقات دمایی ۳۰ تا ۳۵ درجه دارای بیشترین پراکنش بوده و طبقات دمایی ۳۵ تا ۴۰ درجه و بالاتر در طی دوره رو به افزایش است (شکل ۳).



شکل ۳- فراوانی پراکنش طبقات دمایی در شهر اصفهان بر حسب درجه سانتی‌گراد در

بازه زمانی ۱۹۹۱-۲۰۱۶

بیشترین مساحت دمایی در سال ۱۹۹۱ مربوط به طبقه دمایی ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است که ۶۶/۶۲ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است. سپس طبقه دمایی ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد که ۳۰/۷ درصد است؛ و سایر خوشه‌های دمایی در طبقات دیگر قرار گرفته‌اند. کمترین درصد مساحت مربوط به طبقات دمایی ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد است که ۰/۰۴۳ درصد را به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۱۶ طبقات دمایی ۲۵-۳۰ و ۳۰ تا ۳۵ به ترتیب با ۳۳/۸ و ۳۱/۵۲ درصد بیشترین مساحت دمایی را به خود اختصاص داده است. کمترین درصد مساحت در این سال به طبقه دمایی ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد با ۰/۰۸۸ درصد اختصاص یافته است. طبقات دمایی ۳۵-۴۰ و ۴۰-۴۵ درجه سانتی‌گراد به عنوان طبقه بسیار گرم در سال ۲۰۱۶ با ۳۲/۳۶ درصد دارای افزایش چشمگیری بوده که از علل این افزایش دما از بین رفتن اراضی کشاورزی، تبدیل این اراضی به اراضی بایر و نامرغوب است (جدول ۳).

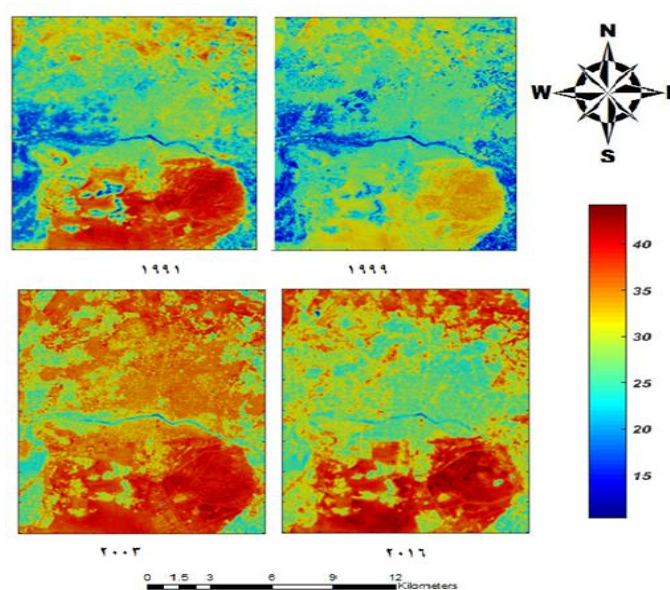
جدول ۳- تغییرات طبقات دمایی بر حسب درجه سانتی‌گراد در شهر اصفهان در بازه

زمانی ۱۹۹۱-۲۰۱۶

نوع طبقه	۱۹۹۱				۲۰۱۶			
	دما	مساحت به کیلومتر مربع	درصد	انحراف معیار	دما	مساحت به کیلومتر مربع	درصد	انحراف معیار
خیلی خنک	۱۰-۱۵	۰	۰	۰	۱۰-۱۵	۰/۰۴۰۵	۰/۰۰۸۸	۰/۹۵
	۱۵-۲۰	۰/۱۹۵۳	۰/۰۴۳	۰/۶۹۲۵۱	۱۵-۲۰	۰/۱۶۹۲	۰/۰۳۷	۱/۰۹
خنک	۲۰-۲۵	۲۰/۶۳۳۴	۴/۵۱	۱/۰۹۸	۲۵-۲۰	۱۰/۱۸۲۶	۲/۲۸	۰/۹۸
متوسط	۲۵-۳۰	۱۳۹/۹۲۱۵	۳۰/۷	۱/۰۶	۲۵-۳۰	۱۶۲/۵۸۰۵	۳۳/۸	۰/۷۶
گرم	۳۰-۳۵	۲۱۱/۹۲۳۵	۴۶/۶۲	۱/۰۹	۳۰-۳۵	۱۴۲/۶۵۷۲	۳۱/۵۲	۱/۰۷
بسیار گرم	۳۵-۴۰	۶۳/۸۲۴۱	۱۳/۹۸	۱/۱۴	۳۵-۴۰	۱۰۸/۰۳۹۶	۲۳/۵۷	۱/۱
	۴۰-۴۵	۱۸/۸۱۰۹	۴/۱۵	۰/۶۲	۴۰-۴۵	۳۲/۸۶۳۵	۸/۷۹	۱/۱۵

نمای کلی تصاویر دمایی (شکل ۴)، نشان دهنده این است که بیشترین دماها از نظر مکانی مربوط به شمال و جنوب شهر اصفهان است که شدت این دماها در سال ۲۰۱۶ افزایش پیدا کرده است. طبقه دمایی گرم و بسیار گرم در نیمه‌ی غربی و شرقی شهر

اصفهان افزایش پیدا کرده است. این طبقات در مرکز شهر اغلب به صورت چاهک‌های گرمایی نمایان است. طبقه دمایی متوسط اغلب در قسمت مرکز شهر یافت می‌شود. طبقه دمایی بسیار خنک و خنک کاهش چشمگیری یافته و در اغلب موارد جای خود را به طبقات متوسط و گرم داده است. در تصویر سال ۲۰۰۳ در مرکز شهر نیز طبقات دمایی گرم گسترش بیشتری دارد که این نوسانات می‌تواند در اثر خطای اتمسفری هم‌چون پوشش ابر، آلودگی و غیره در سطح تصویر باشد.

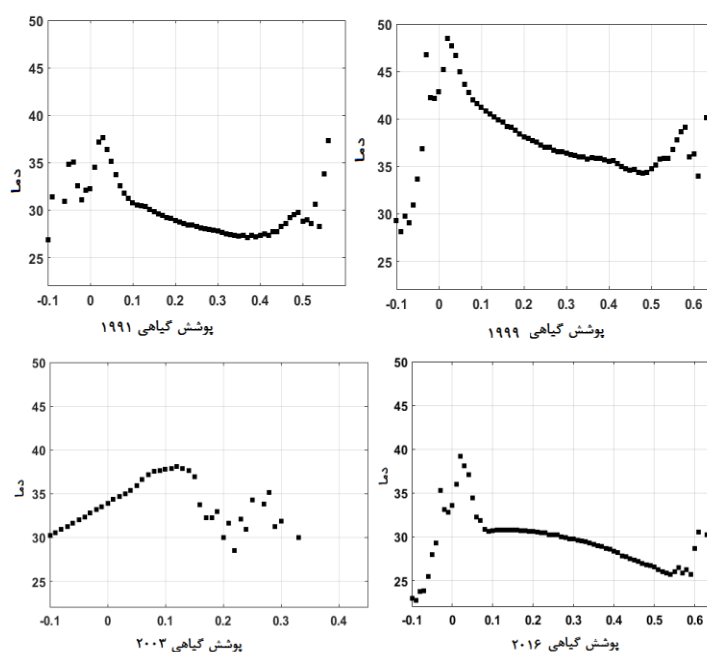


شکل ۴- تغییرات مکانی طبقات دمایی در شهر اصفهان در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶ بر حسب درجه سانتی‌گراد

### تحلیل رابطه پوشش گیاهی (NDVI) با دمای سطح زمین

در منطقه مورد مطالعه پوشش گیاهی شامل زمین‌های کشاورزی، فضای سبز، بوستان‌ها و غیره است که جزایر خنک وسیعی در حومه‌ی شهر، جایی که اراضی کشاورزی قرار دارد، گسترش یافته است. اراضی کشاورزی و فضای سبز

در سال ۱۹۹۱، ۳۹/۰۶ درصد (۱۷۹/۵ کیلومتر مربع) از مساحت منطقه را شامل می‌شود. در سال ۲۰۱۶، ۲۰/۲۵ درصد (۹۳/۲۱ کیلومتر مربع) از مساحت منطقه را پوشش داده است. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد در سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶ رابطه معکوس بین پوشش گیاهی و دما وجود داشته است. براین اساس کاهش میزان پوشش گیاهی می‌تواند یکی از علل افزایش دما و ایجاد جزایر گرمایی در شهر اصفهان باشد (شکل ۵).



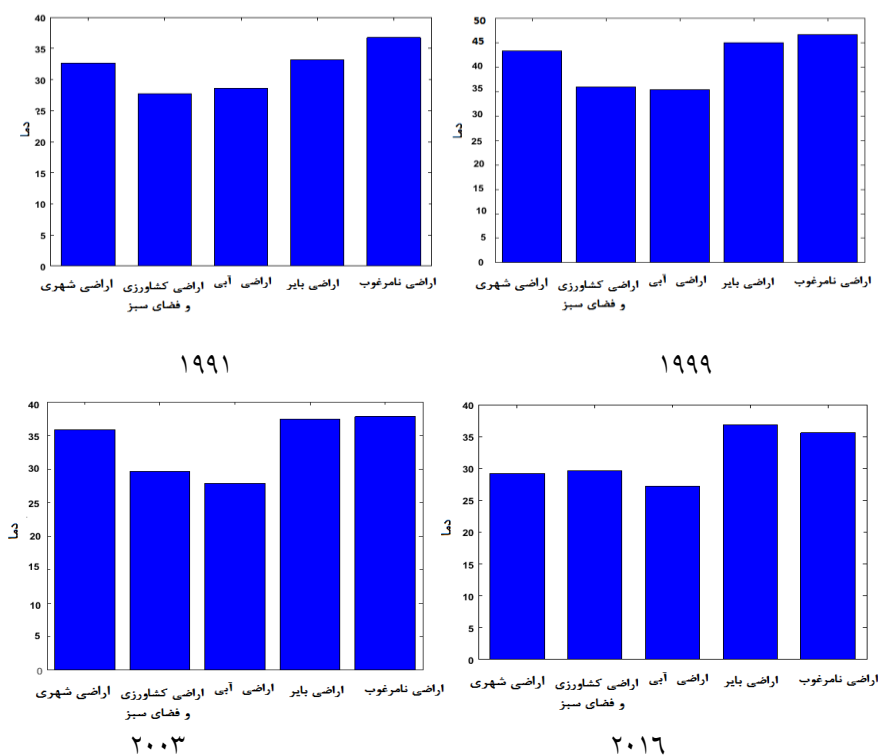
شکل ۵- مقایسه توزیع دمای سطح زمین (بر حسب درجه سانتی‌گراد) و پوشش گیاهی در شهر اصفهان در طی دوره آماری ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶

### آشکار سازی رابطه جزیره گرمایی در رابطه با پوشش زمین

همان‌طور که گفته شد ۵ نوع کاربری پوشش زمین در منطقه مورد مطالعه مشخص گردید. در طی دوره آماری مورد بررسی اراضی کشاورزی و فضای سبز ۱۸/۸۱ درصد کاهش پیدا کرده، کاربری شهری ۱۲/۰۷ درصد رشد داشته و اراضی آبی ۴/۵۹ درصد کاهش داشته است. رشد اراضی بایر تقریباً ثابت مانده و اراضی نامرغوب

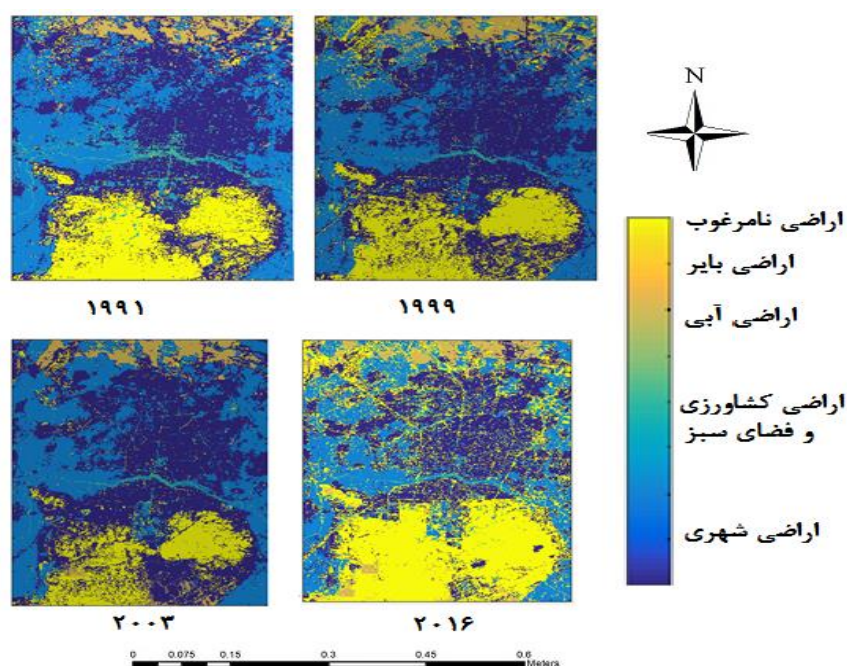


۱۱/۷۲ درصد افزایش پیدا کرده است. به منظور بررسی شدت جزیره گرمایی با پوشش زمین، نقشه‌های طبقه‌بندی کاربری اراضی و دمای سطح زمین با هم تلاقی داده شد و نتایج آن به صورت نمودار میانگین وزنی ارائه گردید (شکل ۶). در سال ۱۹۹۱، ۱۹۹۹، ۲۰۰۳ بیشترین دماها به ترتیب منطبق بر اراضی نامرغوب، اراضی بایر، اراضی شهری و ساخته شده و کمترین دماها منطبق به اراضی کشاورزی و آبی بوده است که در سال ۲۰۱۶ در وضعیت دمایی این کاربری‌ها تغییرات محسوسی ایجاد شده است. در شهر اصفهان بر خلاف انتظار میانگین دما در نواحی مرکز شهر پایین‌تر از محیط‌های باز اطراف است که یکی از دلایل آن می‌تواند سرمایه‌ش تبخیری ناشی از پوشش گیاهی شهر باشد (شکل ۶).



شکل ۶- نمودار وزنی میانگین دما (برحسب درجه سانتی‌گراد) و کاربری اراضی شهر اصفهان طی دوره آماری ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶

میانگین دمایی اراضی شهری و ساخته شده در سال ۱۹۹۱، ۳۲/۶۶ درجه بوده است. در سال ۲۰۱۶ با توسعه ۱۲ درصدی شهر دما به ۲۹/۲۲ درجه کاهش یافته است. میانگین دمای اراضی کشاورزی و فضای سبز در سال ۲۰۱۶ به ۲۹/۶ درجه سانتی‌گراد رسیده که با افزایش چند درجه‌ای مواجه است. از دلایل اصلی این افزایش دما تغییر کاربری اراضی کشاورزی و فضای سبز است. میانگین دمایی در سایر کاربری‌ها دارای یک درجه کاهش بوده است (شکل ۶ و ۷).



شکل ۷- تغییرات مکانی مساحت کاربری اراضی شهر اصفهان در سال ۱۹۹۱ - ۲۰۱۶

### بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش قبل از بحث در زمینه‌ی تغییرات جزیره گرمایی در ارتباط با توسعه شهر اصفهان به بررسی تغییرات کاربری‌های زمین پرداخته شده است. بر این اساس

اراضی شهری با میانگین دمایی ۳۲/۶۶ درجه سانتی‌گراد دارای ۱۲/۰۷ درصد تغییرات بوده است، اراضی نامرغوب ۱۱/۷۲ درصد افزایش داشته است، اراضی کشاورزی و فضای سبز با بیشترین رشد منفی مواجه بوده است. به طوری که کاربری اراضی آن ۱۸/۸۱ کاهش پیدا کرده است، سطح اراضی آبی منطقه ۴/۵۹ کاهش یافته و اراضی بایر دارای کمترین میزان تغییرات بوده است با توجه به شکل (۶)، (۷) در سال ۱۹۹۱، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۳ بیشترین دماها به ترتیب منطبق بر اراضی نامرغوب، اراضی بایر و کمترین دماها منطبق به اراضی کشاورزی و آبی بوده که در سال ۲۰۱۶ در وضعیت دمایی این کاربری‌ها تغییرات محسوسی ایجاد شده است. به عبارتی اراضی نامرغوب و بایر به دلیل نبود ساز و کارهای خنک‌کنندگی تبخیر و تعرق، دارا بودن ظرفیت بالای جذب گرما و ظرفیت هدایتی پایین، به مقدار زیادی انرژی جذب کرده و به سرعت گرم می‌شود. از سوی دیگر توزیع فضایی دمای سطح با تراکم ساختمان‌ها دارای رابطه معکوس است. لذا می‌توان گفت که توسعه شهرنشینی در شهرهای با هوای گرم و خشک مانند شهر اصفهان به کاهش اثرات جزیره گرمایی کمک نموده است. این نتیجه با مطالعات صورت گرفته توسط لازرینی و همکاران (۲۰۱۳)، رسول و همکاران (۲۰۱۵)، هماهنگ است و با مطالعات موسوی بایگی و همکاران (۱۳۹۱)، ساسان پور و همکاران (۱۳۹۲) متفاوت می‌باشد. تحلیل رابطه دما با پوشش گیاهی نیز نشان می‌دهد در سال ۱۹۹۱، ۱۹۹۹، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۶ رابطه معکوس بین پوشش گیاهی و دما وجود دارد. بنابراین کاهش میزان پوشش گیاهی می‌تواند یکی از علل افزایش دما و ایجاد جزایر گرمایی در شهر اصفهان باشد (شکل ۵)؛ در مطالعات ونگ و همکاران (۲۰۰۴)، سان و کافاتوس (۲۰۰۷)، ونگ و لوو (۲۰۰۸) و پنگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز به رابطه خطی معکوس بین دما و پوشش گیاهی تأکید شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد استفاده از داده‌های ماهواره‌ای چند زمانه و ترکیب روش‌های معمول بررسی جزیره گرمایی می‌تواند دیدی همه جانبه از نحوه‌ی شکل‌گیری و گسترش جزیره

گرمایی شهری به دست می‌آورد و باعث شکل‌گیری استراتژی‌های مدیریت شهری برای کاهش اثرات منفی جزیره گرمایی شود.

### منابع

- اکبری، الهه، علی، شکار آبادی، (۱۳۹۳)، پردازش و استخراج اطلاعات از داده‌های ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزار ENVI با نمونه‌های کاربردی در علوم زمین، نقشه برداری، جغرافیا و محیط زیست، نشر ماهواره، چاپ سوم، تهران، ۲۴۰.
- بابایی فینی، ام‌السلمه، (۱۳۹۴)، بررسی رابطه دمای سطح زمین و شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی در محیط شهری (مطالعه موردی: کلانشهر اصفهان)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۲۹، دانشگاه آزاد لارستان، صص ۷۵-۹۰.
- رنگزن، کاظم، محمد علی، فیروزی، ایوب، تقی زاده، رامین، مهدی زاده، (۱۳۹۰)، بررسی و تحلیل نقش کاربری اراضی در شکل‌گیری جزایر حرارتی با استفاده از RS و GIS: نمونه موردی شهر اهواز، اولین سمینار ملی کاربرد GIS در برنامه‌ریزی اقتصادی، اجتماعی و شهری، تهران، شرکت بین‌المللی پردازش اطلاعات.
- ساسان پور، فرزانه، پرویز، ضیائیان، مریم، بهادری، (۱۳۹۲)، بررسی رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران، جغرافیا، شماره ۳۹، تهران؛ صص ۲۵۶-۲۷۰.
- صابری، حمید، اصغر، ضرابی، جمال، محمدی، (۱۳۹۱)، اولویت‌بندی استراتژی‌های توسعه شهر (CDS) با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP مطالعه موردی: کلانشهر اصفهان، فضای جغرافیایی، شماره ۷۲، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، صص ۵۹-۷۵.
- عبداللهی، علی اصغر، (۱۳۸۸)، نقش ژئومورفولوژی شهری در تغییرات زمانی - مکانی آلودگی هوا و شناسایی جزایر گرمایی شهر اصفهان با استفاده از RS و GIS، محمدی، جمال، دانشگاه اصفهان، گروه جغرافیا برنامه ریزی شهری.
- علوی پناه، سید کاظم، سیروس، هاشمی دره بادامی، علی، کاظم‌زاده، (۱۳۹۴)، تحلیل زمانی مکانی جزیره حرارتی شهر مشهد با توجه به گسترش شهر و تغییرات - کاربری

پوشش زمین، پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، شماره ۱، تهران، صص ۱-۱۷.

علیچانی، بهلول، (۱۳۷۶). تعیین فصول طبیعی ایران، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۵، دانشگاه تهران، صص ۲۱ - ۳۳.

متکان، علی اکبر، احمد، نوحه‌گر، بابک، میر باقری، ناهید، ترک چین، (۱۳۹۳)، تحلیل نقش کاربری اراضی در شکل‌گیری جزایر حرارتی با استفاده از داده‌های چند زمانه سنجنده ASTER مطالعه موردی: شهر بندرعباس، سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، شماره ۱۴، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، صص ۱-۱۴.

مزیدی، احمد، فاطمه، حسینی، (۱۳۹۴)، تأثیر تغییر کاربری و پوشش زمین بر جزیره گرمایی در منطقه‌ی شهری یزد با استفاده از داده‌های سنجش از دور، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۸، دانشگاه سیستان و بلوچستان، صص ۱-۱۲.

موسوی بایگی، محمد، بتول، اشرف، علیرضا، فرید حسینی، آمنه، میان‌آبادی، (۱۳۹۱)، بررسی جزیره حرارتی شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نظریه فرکتال، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱، دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۳۵ - ۴۹.

یوسفی، یداله، فاطمه، کاردل، همت اله، رورده، مولود، محتسبی خلعتبری، (۱۳۹۶). بررسی پدیده جزیره حرارتی و اثر آن بر تغییرپذیری روز به روز دمای تابستان شهر بابل، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۳، صص ۴۹۴ - ۵۰۱.

Ali, Jasim M. Stuart H. Marsh, and Martin J. Smith (2017). A comparison between London and Baghdad surface urban heat islands and possible engineering mitigation solutions. *Sustainable Cities and Society*, 29, 159-168.

American Meteorological Society cited (2015). Urban Heat Island, Glossary of Meteorology. Available online at [http://glossary.ametsoc.org/wiki/Urban\\_heat\\_island](http://glossary.ametsoc.org/wiki/Urban_heat_island).

Chander, Gyanesh, Brian L. Markham, and Dennis L. Helder (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote sensing of environment*, 113(5), 893-903.

Choi, Youn-Young, Myoung-Seok Suh, and Ki-Hong Park (2014). Assessment of surface urban heat islands over three megacities in East Asia using land surface temperature data retrieved from COMS. *Remote Sensing*, 6(6), 5852-5867.

- Lazzarini, Michele, Prashanth Reddy Marpu, and Hosni Ghedira. (2013). Temperature-land cover interactions: The inversion of urban heat island phenomenon in desert city areas. *Remote Sensing of Environment*, 130, 136-152.
- Peng, Shushi, Shilong Piao, Philippe Ciais, Pierre Friedlingstein, Catherine Ottle, François-Marie Bréon, Huijuan Nan, Liming Zhou, and Ranga B. Myneni (2011). Surface urban heat island across 419 global big cities. *Environmental science & technology*, 46(2), 696-703.
- Rasul, Azad, Heiko Balzter, and Claire Smith (2015). Spatial variation of the daytime surface urban cool island during the dry season in Erbil, Iraqi Kurdistan, from Landsat 8. *Urban climate*, 14, 176-186.
- Son, Nguyen-Thanh, Chi-Farn Chen, Cheng-Ru Chen, Bui-Xuan Thanh, and Tran-Hau Vuong (2017). Assessment of urbanization and urban heat islands in Ho Chi Minh City, Vietnam using Landsat data. *Sustainable Cities and Society*, 30, 150-161.
- Stewart, Iain D (2011). A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature. *International Journal of Climatology*, 31(2), 200-217.
- Sun, Donglian, and Menas Kafatos (2007). Note on the NDV-LST relationship and the use of temperature related drought indices over North America. *Geophysical Research Letters*, 34(24).
- Voogt, James A. and Tim R. Oke (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote sensing of environment*, 86(3), 370-384.
- Weng, Qihao, Dengsheng Lu, and Jacquelyn Schubring (2004). Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote sensing of Environment*, 89(4), 467-483.
- <https://earthexplorer.usgs.gov>

### مقاله پژوهشی

## تحلیل و ارزیابی آسیب پذیری بافت فرسوده و ناپایدار شهر بجنورد در برابر زلزله

یعقوب ابدالی، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران  
حسین حاتمی نژاد<sup>۱</sup>، دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران  
احمد پوراحمد، استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران  
کرامت الله زیاری، استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران

### چکیده

امروزه در پی تغییرات سریع شهرها، بخشی از بافت‌های شهری به علت فرسودگی و ناکارآمدی نتوانسته‌اند ارتباطی مناسب با محیط خود و خدمات‌دهی به بهره‌برداران برقرار کنند. به‌عنوان قلمرو مورد پژوهش بافت فرسوده شهر بجنورد به این علت که بخش قابل توجهی از مشکلات شهر بجنورد در این بافت نمود عینی یافته است و به دلیل گستردگی بیش از حد بافت فرسوده و روند فرسودگی شدید در آن مورد پژوهش قرار گرفت. این پژوهش از نظر روش مطالعه، توصیفی - تحلیلی و ماهیت آن از نظر هدف نظری - کاربردی است. در تحقیق حاضر به منظور جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل و پردازش اطلاعات از سه روش میدانی، کتابخانه‌ای و نرم‌افزارها و مدل‌های کاربردی استفاده شده است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، با توجه به ضریب و تأثیر متفاوت هم‌جواری هر یک از معیارها در آسیب‌پذیری از روش وزن دهی چند متغیره AHP-Fuzzy برای تعیین مراتب وزنی استفاده شده است. سپس اصول و معیارهای هم‌جواری مد نظر استخراج و شناسایی می‌شود، و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10.4.1 نقشه‌های هم‌جواری تهیه گردید. در ادامه نقشه‌های وزن‌دار شده به دلیل اینکه فاقد توابع فازی و حریم استاندارد خطرپذیری هستند، جهت افزودن این توابع و فواصل خطرپذیری از منطق فازی (fuzzy Membership) استفاده شد، در نهایت در با استفاده از ابزار Fuzzy overly با گامای ۰/۹ نقشه خطرپذیری بافت فرسوده شهری بجنورد تهیه شد. نتایج نشان می‌دهد که گستره معدودی از بافت فرسوده شهر بجنورد وجود دارد که کمترین آسیب را دارا است، اما بیشترین آسیب‌پذیری را مرکز بافت به سمت غرب شهر بجنورد بخصوص حاشیه‌ی غربی آن دارا است. همچنین وضعیت کلی خطرپذیری شاخص‌های کالبدی نشان دهنده آن است که تمام بافت فرسوده شهر بجنورد خطرپذیری متوسط به بالا را دارا است.

**کلمات کلیدی:** ارزیابی، آسیب‌پذیری، بافت فرسوده، زلزله، شهر بجنورد.

## مقدمه

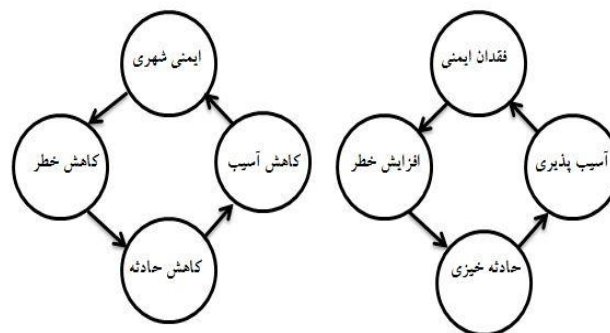
یکی از معضلاتی که همواره و در طی قرون متمادی زندگی جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده، وقوع بلایا و سوانحی است که در صورت ناآگاهی و نداشتن آمادگی، صدمات جبران‌ناپذیری به ابعاد مختلف زندگی انسان‌ها وارد می‌کند (داداش پور و عادل، ۱۳۹۴: ۷۴؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷: ۹۳). مخاطرات طبیعی این ظرفیت را دارند که در نبود سیستم‌های کاهش خطر به سوانحی هولناک و ویران‌کننده برای اجتماعات بشری تبدیل شوند (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۰؛ دوستی سبزی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۸). زلزله یکی از بلایای طبیعی است که به طور خاص برای شهرهای کشورهای در حال توسعه در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته دارای آسیب‌پذیری بیشتری است. آمارها نشان می‌دهد که ۹۵ درصد از کل قربانیان بلایای طبیعی در جهان از کشورهای در حال توسعه می‌باشند و تلفات زلزله در این کشورها ۲۰ برابر بیشتر از کشورهای توسعه‌یافته است (kreimer et al, 2003: 2). تبیین رابطه‌ی کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله و کاهش اثرات آن، با توجه به نتایجی که در بر خواهد داشت و تأکیدی که این تحلیل بر بعد کالبدی دارد از اهمیت بالایی برخوردار است (نورالهی و صفدری، ۱۳۹۴: ۲). در واقع هدف از این رویکرد کاهش آسیب‌پذیری شهرها و تقویت بافت کالبدی شهر در مقابله با خطرات ناشی از تهدیدات نظیر وقوع زلزله است (Mitchell, 2012: 3). کشور ایران به لحاظ شرایط جغرافیایی و زمین‌شناختی در زمره کشورهای است که آسیب‌پذیری بسیار زیادی در برابر سوانح طبیعی دارد (فرزادبهنش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۴). بررسی‌ها نشان می‌دهند که مخاطرات ناشی از زمین‌لرزه بیشترین خسارت مالی و جانی را به کشور وارد ساخته است. بر پایه‌ی آمارهای رسمی ۲۵ سال گذشته، شش درصد از تلفات جانی کشور ناشی از زلزله بوده است (آرین، ۱۳۸۲: ۳۷؛ شایان و عمونیا، ۱۳۹۶: ۱۶۵). بررسی و مطالعه نحوه مدیریت بحران زلزله در حوادث گذشته از جمله زلزله‌های بم، زرنند کرمان، آذربایجان شرقی و زلزله‌های سرپل ذهاب و ازگله کرمانشاه نشان می‌دهد مدیریت



بحران صحیح و سریعی صورت نگرفته است. بنابراین شواهد حاکی از آن است که میزان آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر خطر زلزله بالا است (ایمانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶۸). استان خراسان شمالی و شهرستان بجنورد به دلیل موقعیت جغرافیایی همواره در معرض بلایای طبیعی نظیر سیل، زلزله و طوفان‌های شدید قرار دارد. همه‌ساله وجود زلزله‌های منطقه‌ای باعث بروز خسارت‌های فراوان می‌گردد. بنابراین با توجه به قرارگیری شهر بجنورد در منطقه زلزله‌خیز کشور، در این پژوهش تلاش شده است تا با تجزیه و تحلیل میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهری بجنورد مشخص شود و راهکارهایی مناسب جهت کاهش خطرات ناشی از مخاطرات طبیعی (زلزله) ارائه کنیم.

آسیب‌پذیری در نزد جوامع مختلف، معانی متفاوتی دارد. در یک معنای کلی، آسیب‌پذیری به میزان صدمه یا خسارت جامعه یا سیستم در برابر یک حادثه غیرمترقبه اطلاق می‌شود (میرعمادی، ۱۳۹۰: ۴۷). با استناد به نظریه‌ی آسیب‌پذیری، احتمال بروز حوادث و مخاطرات برای گروهی از شهروندان در بخش‌های خاصی از شهر همواره بیشتر از دیگران است. این افراد را حادثه‌پذیر، دفاع‌ناپذیر، مستعد حادثه یا اقشار آسیب‌پذیر و در معرض خطر می‌نامند (امینی ورکی و همکاران، ۱۳۹۳: ۸). در بسیاری از موارد، برای رتبه‌بندی کیفی آسیب‌پذیری آن را با معیارهای «زیاد»، «متوسط» و «کم» تقسیم‌بندی می‌کنند (Pelling, 2003). داعی نژاد، با نگاه رفتاری، آسیب‌های محیط شهری را بر دو دسته تقسیم کرده است: الف) آسیب‌های سازه‌ای: مشتمل بر تخریب ابنیه، تأسیسات و زیربناها با درجات مختلف؛ ب) آسیب‌های غیر سازه‌ای: مشتمل بر صدمات انسانی، محیطی و بهداشتی (پیروزی و نظم فر، ۱۳۸۷: ۲۱۲). از نظر رخداد زمانی و وسعت تخریب، آسیب‌های محیط شهری را می‌توان به دودسته تقسیم کرد: الف) آسیب‌های اولیه: صدماتی که بلافاصله و به دلیل نبود عمل مستقیم نیروهای وارده بر سطح و حجم بروز می‌نمایند. ب) آسیب‌های ثانویه: این‌گونه آسیب‌ها مشتمل بر تشدید و بسط دامنه‌ی آسیب‌های اولیه (هم‌افزایی آسیب) هستند و عموماً

بر اثر عملکرد عوامل محیطی بروز می‌نمایند (حیدری نیا، ۱۳۹۳: ۱۶۸). شکل (۱) چرخه هم پیوندی ایمنی شهری و آسیب‌پذیری را نشان می‌دهد.



شکل ۱- چرخه هم پیوندی ایمنی شهری و آسیب‌پذیری. مأخذ: محمدی ده چشمه،

۱۳۹۲: ۱۷۹

بافت‌های فرسوده مجموعه‌ای از بناها، راه‌ها، تأسیسات و تجهیزات شهری یا ترکیبی از آن‌ها هستند که در داخل محدوده شهر یا روستا و در تداوم و پیوند با آن‌ها شکل گرفته‌اند و به دلیل قدمت و یا نبودن برنامه توسعه و نظارت فنی بر شکل‌گیری و فقدان شرایط زیستی و امنیتی و نیز نابسامانی‌های کالبدی و اجتماعی و اقتصادی فرسوده شده‌اند و از نظر برخورداری از استحکام و خدمات شهری دچار کمبود می‌باشند (نجاتی هریس، ۱۳۸۵، ۳۸؛ ابدالی، ۱۳۹۶: ۳۲).

در زمینه آسیب‌پذیری و ارزیابی خطرات ناشی از زلزله تاکنون پژوهش‌های زیادی در سطح جهان و کشور ایران صورت گرفته است. در زیر به برخی از مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته اشاره شده است. تانگ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی با عنوان سیستم شبیه‌سازی هوشمند برای ارزیابی خطر زلزله در شهر دیانگ کشور چین، بررسی رویداد زمین‌لرزه را با استفاده از GIS و شبکه مصنوعی مورد تحلیل قرار دادند.

<sup>۱</sup> Tang

این سیستم برای تشخیص ضعف لرزه‌های ساختارها در شرایط پیش از زلزله، ارزیابی سریع خسارت زلزله و فراهم ساختن شرایط امداد سریع عمومی و دولتی در طول زلزله و بعد از آن کاربرد دارد (Tang et al, 2009: 871). اسمیتلین<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی تحت عنوان مدل‌سازی خسارات زلزله و آسیب‌پذیری اجتماعی در چارلستون، به بررسی ارتباط فضایی بین آسیب‌پذیری اجتماعی و تخمین خسارات زلزله پرداخته‌اند، نتایج نشان می‌دهد، کسانی که در مناطق با سطوح بالاتری از آسیب‌پذیری اجتماعی هستند، تأثیر نسبی بیشتری می‌پذیرند و بنابراین ممکن است موانع بیشتری در بهبودی پس از رویداد، نسبت به مناطق با آسیب‌پذیری پایین‌تر اجتماعی داشته باشند (Schmidtlein et al, 2011: 269). حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان سنجش آسیب‌پذیری سازه‌ای بافت فرسوده شهری در برابر مخاطراتدر شهر اهواز، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد ۵۴/۳۸ درصد مساحت در بازه آسیب‌پذیری متوسط تا زیاد قرار دارد و گویای این است که بخش زیادی از بافت فرسوده در محدوده مرکزی شهر اهواز به‌نوعی نیازمند برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل است. دوستی سبزی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی تحت عنوان تحلیل فضایی آسیب‌پذیری سازه‌ای - کالبدی کاربری مسکونی با رویکرد پدافند غیرعامل و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه ۶ شهر اهواز، به این نتیجه دست یافتند که از بین ۵۵۳ هکتار کاربری مسکونی حدود ۴۸/۵ درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط به بالا بوده و بیشترین تمرکز آن‌ها در بخش‌های شرق و حواشی منطقه ۶ شهر اهواز است.

### داده‌ها و روش‌ها

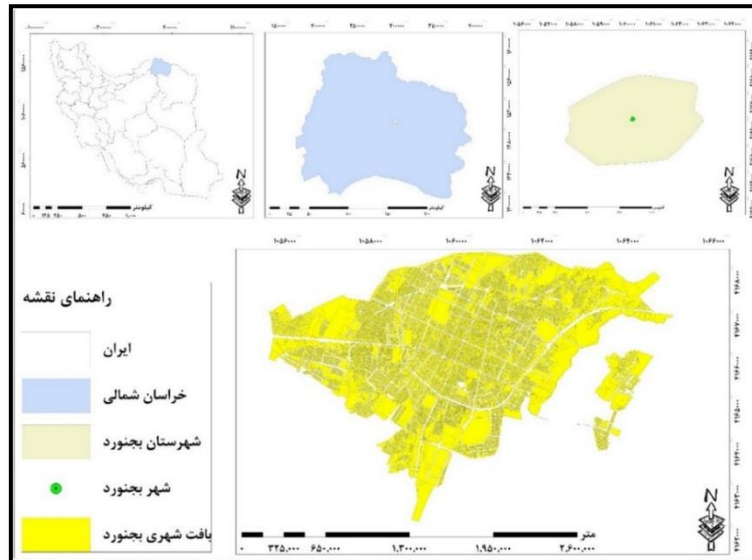
پژوهش حاضر به لحاظ هدف نظری - کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی است. برای دستیابی به اهداف تحقیق، ابتدا با مطالعه مبانی نظری و ادبیات تحقیق، اصول و معیارهای مدنظر

<sup>۱</sup> Schmidtlein

استخراج گردید. برای وزن دهی به هر یک از معیارها در آسیب‌پذیری از روش وزن دهی چند متغیره AHP- Fuzzy استفاده شده است، با استفاده ابزار Euclidean Distance نقشه‌های هم‌جواری تهیه گردید، همچنین جهت فازی‌سازی توابع و تعیین حریم استاندارد خطرپذیری از منطق فازی<sup>۱</sup> استفاده شده است، در نهایت در نهایت با استفاده از ابزار Fuzzy overly با گامای ۰/۹ نقشه خطرپذیری بافت فرسوده شهری بجنورد تهیه شد.

شهر بجنورد، مرکز استان خراسان شمالی، در شمال شرق کشور ایران واقع شده است و به طور متوسط ۱۰۷۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. فرم اصلی و هسته مرکزی و قدیمی شهر در اواسط دوره قاجاریه شکل گرفته است (ضمیری و همکاران، ۱۳۹۴). شهر بجنورد بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، دارای ۲۳۳۸۱۰ نفر است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). در پی تحولات اقتصادی و اجتماعی سده اخیر و افزایش جمعیت شهر، بافت به نسبت متمرکز شهر بجنورد به طور تقریبی در همه جهات شروع به گسترش نمود، به طوری که سکونتگاه‌های غیررسمی شهر بجنورد مانند کلاته آروین، محله جوادیه، ملکش، حصار شیرعلی، بربر قلعه، پشت نیروگاه و غیره در پی رشد فزاینده جمعیت و الحاق روستاهای حاشیه‌ای به فضای کالبدی شهر شکل گرفتند و جمعیت شهر بجنورد در طی پنجاه سال گذشته چیزی بیش از ۶ برابر و وسعت آن بیش از ۸ برابر رشد داشته است (ضمیری و همکاران، ۱۳۹۴؛ حسین پور و همکاران، ۱۳۹۲). شکل (۲) موقعیت شهر بجنورد را نشان می‌دهند.

<sup>۱</sup> fuzzy Membership



شکل ۲- موقعیت شهر بجنورد. مأخذ: ترسیم نگارندگان

## نتایج و بحث

تهیه بانک داده مکانی: اولین گام در راستای یک پژوهش خوب و مناسب داشتن آمار و اطلاعات کافی و درست از محدوده مورد مطالعه است. با توجه به اینکه تهیه هرگونه بانک داده‌های مکانی بسیار سخت و دشوار هست زیرا مراکز مرتبط از ارائه هرگونه آمار و اطلاعات خودداری می‌نمایند و از آنجاکه این نقشه‌ها و اطلاعات خام می‌باشند در گام بعدی با جداسازی و خالص‌سازی داده‌های مورد نیاز از دیگر داده‌ها اقدام به تحلیل مکانی نموده است.

تنظیم و معرفی لایه‌های اطلاعاتی جهت سنجش الگوهای هم‌جواری: پس از تهیه بانک اطلاعات مکانی از شهر بجنورد برای سنجش مخاطره زمین‌لرزه در گستره شهر بجنورد، ابتدا سه فاکتور طبیعی فاصله از گسل‌های اصلی، فاصله از گسل‌های فرعی و شیب تهیه و در ادامه ۹ فاکتور دیگر شامل دسترسی به کاربری‌های خطرزای شهری

جدول ۱- ضوابط و قواعد شاخص‌های منتخب از منظر خطرپذیری

معیار	زیر معیار	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	معیار	زیر معیار	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم		
فاصله از گسل اصلی	فاصله از گسل فرعی	* ۲۰۰۰ متر					گسل اصلی	۲۵۰۰+	* ۲۰۰۰ متر						
		۳۰۰۰ متر	*												
		۴۰۰۰ متر		*											
		۵۰۰۰ متر			*										
									*						
شیب	جایگاه سوخت	۰٪-۳٪					جایگاه سوخت	۵۰۰۰+	* ۱۰۰۰ متر						
		۳٪-۶٪		*											
		۶٪-۹٪			*										
		۹٪-۱۵٪				*									
		۱۵٪+						*							
پست برق	بیمارستان	* ۱۰۰۰ متر					بیمارستان	۵۰۰+	* ۴۰۰۰ متر						
		۲۰۰۰ متر		*											
		۳۰۰۰ متر			*										
		۴۰۰۰ متر		*											
		۵۰۰۰+				*									
آتش-نشانی	مراکز مدیریت بحران	* ۵۰۰					مراکز مدیریت بحران	۵۰۰+	* ۴۰۰۰ متر						
		۴۰۰۰ متر		*											
		۳۰۰۰ متر			*										
		۲۰۰۰ متر		*											
		۱۰۰۰ متر				*									
فضای سبز	ورزشی	* ۵۰۰۰					ورزشی	۵۰۰+	* ۴۰۰۰ متر						
		۴۰۰۰ متر		*											
		۳۰۰۰ متر			*										
		۲۰۰۰ متر		*											
		۱۰۰۰ متر				*									
راه	پایانه	* ۵۰۰۰					پایانه	۵۰۰+	* ۴۰۰۰ متر						
		۴۰۰۰ متر		*											
		۳۰۰۰ متر			*										
		۲۰۰۰ متر		*											
		۱۰۰۰ متر				*									

مأخذ: حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷

(جایگاه سوخت و پست برق)؛ کاربری‌های ضروری (بیمارستان، آتش‌نشانی و مراکز مدیریت بحران) و کاربری‌های فضای باز و دسترسی (فضای سبز، راه و پایانه) استخراج و در نهایت ۴ لایه‌ی اطلاعاتی بافت کالبدی شامل تعداد طبقات، اسکلت ساختمان، جنس مصالح و قدمت ابنیه تهیه گردید. هرکدام از این لایه‌ها بر اساس تأثیری که از منظر خطرپذیری دارند دارای ضوابط و قواعد خاصی است که در جدول (۱) نشان داده شده است. همچنین در جدول (۲) وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی را نشان می‌دهد.

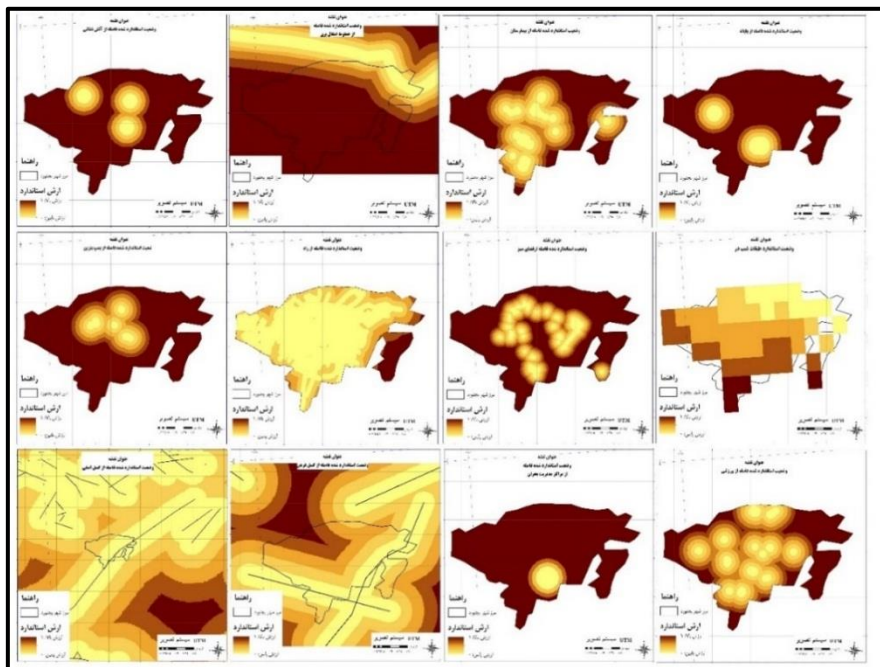
جدول ۲- وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی

شاخص‌ها	تقسیم‌بندی داخلی	وضعیت خطرپذیری	شاخص‌ها	تقسیم‌بندی داخلی	وضعیت خطرپذیری
اسکلت ساختمان	فلزی	خطرپذیری خیلی کم	جنس مصالح	تیر آهن و آجر	خطرپذیری خیلی کم
	بتنی	خطرپذیری کم		آجر و سیمان	خطرپذیری کم
	آجری	خطرپذیری زیاد		بلوک سیمانی	خطرپذیری زیاد
	فاقد اسکلت	خطرپذیری خیلی زیاد		خشت و گل	خطرپذیری خیلی زیاد
تعداد طبقات <sup>۱</sup>	یک طبقه	خطرپذیری خیلی کم	قدمت ابنیه	کمتر از ۱۰ سال	خطرپذیری خیلی کم
	دو طبقه	خطرپذیری کم		بین ۱۰ تا ۲۰ سال	خطرپذیری کم
	سه طبقه	خطرپذیری متوسط		بین ۲۰ تا ۳۰ سال	خطرپذیری زیاد
	چهار طبقه	خطرپذیری زیاد		بیشتر از ۳۰ سال	خطرپذیری خیلی زیاد
	پنج طبقه و بیشتر	خطرپذیری خیلی زیاد			

مأخذ: پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷

<sup>۱</sup> تعداد طبقات ارتباط مستقیمی با آسیب‌پذیری لرزه‌ای دارد به گونه‌ای که هر چه تعداد طبقات بیشتر شود آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد، البته از ارتفاع مشخصی به بعد به علت وجود اسکلت ساختمان در ساخت طبقات بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر می‌شود.

تعیین ضریب حریم هم‌جواری در لایه‌های مورد مطالعه: در این مرحله با استفاده از ابزار Euclidean Distance از مجموعه ابزار Spatial Analyst Tools برای هر کدام از لایه‌های ۳ گانه طبیعی و لایه‌های ۹ گانه سنجش الگوی هم‌جواری در سطح شهر بجنورد مؤثر در خطرپذیری حریم فاصله<sup>۱</sup> زده شد. در شکل (۳) هم‌جواری حریم فواصل لایه‌های منتخب را مشاهده می‌کنید.



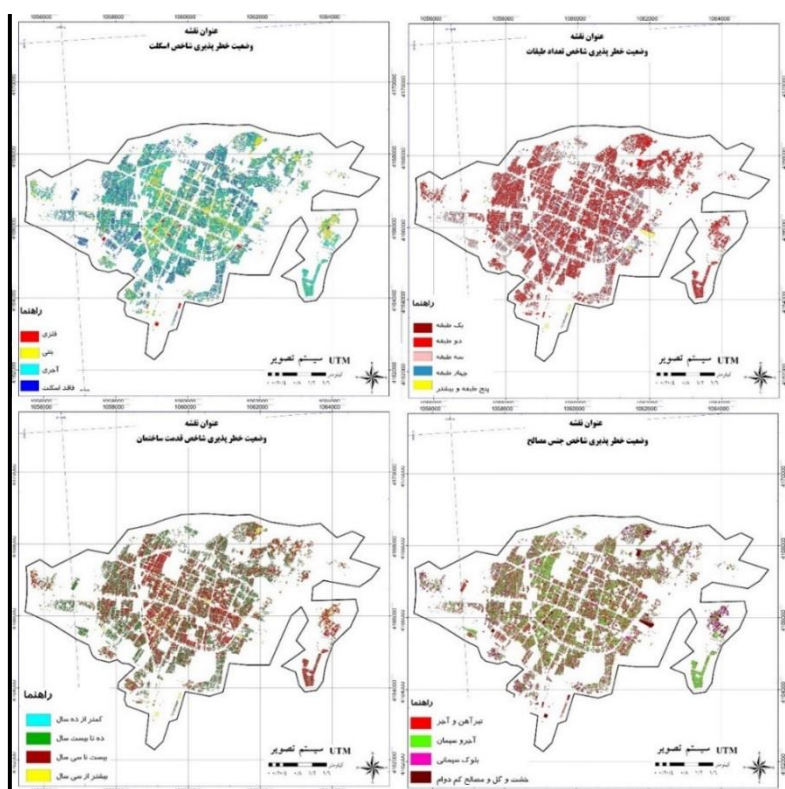
شکل ۳- هم‌جواری حریم فواصل لایه‌های منتخب

همان‌طور که از شکل (۳) مشاهده می‌کنیم وضعیت دسته‌بندی‌های مؤثر در خطرپذیری شهر بجنورد در فاکتورهای ۳ گانه مؤثر یعنی فاصله از گسل‌های اصلی، فاصله از گسل‌های فرعی و شیب و فاکتورهای ۹ گانه کاربری در سطح شهر بجنورد مورد سنجش قرار گرفت.

<sup>1</sup> Distance



سنجش مخاطره زمین‌لرزه در گستره شهر بجنورد از نظر شاخص‌های کالبدی: برای انجام این کار ضمن دسته‌بندی‌های صورت گرفته در این زمینه وضعیت خطرپذیری هر شاخص به صورت جداگانه مورد سنجش قرار گرفت و در نهایت درصد و مساحت هر چهار شاخص بافت کالبدی نیز محاسبه گردید. همان‌طور که در جدول (۳) و شکل (۴) مشاهده می‌کنید وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی بافت فرسوده در شهر بجنورد مورد سنجش قرار گرفتند که وضعیت شاخص اسکلت بافت فرسوده گویای آسیب‌پذیری بالای بافت فرسوده شهر بجنورد است ۶۲/۵۸ درصد بافت فرسوده شهر بجنورد آجری، ۲۸/۱۴ درصد فاقد اسکلت، ۷/۳۹ درصد بتنی و تنها ۱/۹۰ درصد دارای اسکلت فلزی می‌باشند.



شکل ۴- وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی بافت فرسوده

همچنین وضعیت جنس مصالح بافت فرسوده شهر بجنورد نشان می‌دهد که ۴۷/۸۸ درصد دارای بلوک سیمانی، ۲۵/۲۳ درصد خشت و گل، ۱۴/۲۹ درصد آجر و سیمان و ۱۲/۵۹ تیرآهن و آجر می‌باشند. تعداد طبقات بافت فرسوده عمدتاً یک الی دو طبقه می‌باشند به طوری که ۶۶/۳۲ درصد یک الی دو طبقه، سه طبقه ۱۴/۲۹ درصد، چهار طبقه ۱۱/۱۱ درصد و پنج طبقه و بیشتر ۸/۲۸ درصد هستند. قدمت ابنیه بافت فرسوده شهر بجنورد نشان می‌دهد که بیشتر ابنیه‌ی موجود در بافت دارای قدمتی بیش از ۲۰ سال هستند، به طوری که ۳۹/۹۶ درصد بیشتر از ۳۰ سال قدمت، ۲۸/۴۶ درصد بین ۲۰ تا ۳۰ سال قدمت، ۱۸/۰۹ درصد بین ۱۰ تا ۲۰ سال قدمت و ۱۳/۴۹ درصد دارای قدمتی کمتر از ۱۰ سال دارند.

جدول ۳- وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی بافت فرسوده

شاخص‌ها	تقسیم‌بندی داخلی	مساحت	درصد	شاخص‌ها	تقسیم‌بندی داخلی	مساحت	درصد
اسکلت ساختمان	فلزی	۱۴۵۶۷۸	۱/۹۰	جنس مصالح	تیرآهن و آجر	۹۶۸۰۲۷	۱۲/۵۹
	بتنی	۵۶۷۸۹۴	۷/۳۹		آجر و سیمان	۱۰۹۸۵۳۷	۱۴/۲۹
	آجری	۴۸۰۹۷۶۶	۶۲/۵۸		بلوک سیمانی	۳۶۸۰۱۳۸	۴۷/۸۸
	فاقد اسکلت	۲۱۶۲۷۶۴	۲۸/۱۴		خشت و گل	۱۹۳۹۴۰۰	۲۵/۲۳
تعداد طبقات <sup>۱</sup>	یک طبقه	۳۸۴۰۶۰۵	۴۹/۹۷	قدمت ابنیه	کمتر از ۱۰ سال	۱۰۳۶۷۸۰	۱۳/۴۹
	دو طبقه	۱۲۵۶۸۹۰	۱۶/۳۵		بین ۱۰ تا ۲۰ سال	۱۳۹۰۳۷۸	۱۸/۰۹
	سه طبقه	۱۰۹۸۳۵۴	۱۴/۲۹		بین ۲۰ تا ۳۰ سال	۲۱۸۷۶۵۸	۲۸/۴۶
	چهار طبقه	۸۵۳۶۷۰	۱۱/۱۱		بیشتر از ۳۰ سال	۳۰۷۱۲۸۶	۳۹/۹۶
	پنج طبقه و بیشتر	۶۳۶۵۸۳	۸/۲۸				

مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

<sup>۱</sup> تعداد طبقات ارتباط مستقیمی با آسیب‌پذیری لرزه‌ای دارد به گونه‌ای که هر چه تعداد طبقات بیشتر شود آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد، البته از ارتفاع مشخصی به بعد به علت وجود اسکلت ساختمان در ساخت طبقات بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر می‌شود.

استانداردسازی لایه معیارهای ۱۲ گانه با استفاده از مدل FAHP: در این مرحله لایه‌های آماده‌سازی شده (لایه‌های ۱۲ گانه) مؤثر در خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله که فاقد واحدهای همگن هستند، جهت استانداردسازی و افزایش انعطاف‌پذیری با استفاده از منطق فازی استاندارد می‌شوند. منطق فازی، واحد عددی همگنی بین صفر و ۱ است. عدد صفر نشان‌دهنده بیشترین ارزش هم‌جواری (رعایت اصول مکانی هم‌جواری) و عدد یک نشان‌دهنده کمترین ارزش هم‌جواری (عدم رعایت اصول مکانی هم‌جواری) است. برای انجام این مرحله، لایه‌های معیار را از نظر میزان اهمیت خطرپذیری آن‌ها وزن دهی شده‌اند. در گام نخست باید وزن معیارها را مشخص نماییم، برای این کار نیاز است که معیارها را به صورت زوجی مقایسه نماییم. ترجیح زوجی این معیارها و ماتریس مقایسه زوجی را تشکیل می‌دهیم. جدول (۴) ماتریس مقایسات زوجی معیارها را نشان می‌دهد. در گام بعدی میانگین هندسی<sup>۱</sup> هر سطح را محاسبه می‌کنیم و در گام نهایی با توجه به اوزان نسبی محاسبه شده، وزن نهایی هر گزینه محاسبه می‌شود، در ادامه نیز بر اساس روابط موجود و تنظیم گام‌های مدل AHP وزن نهایی به دست آمد.

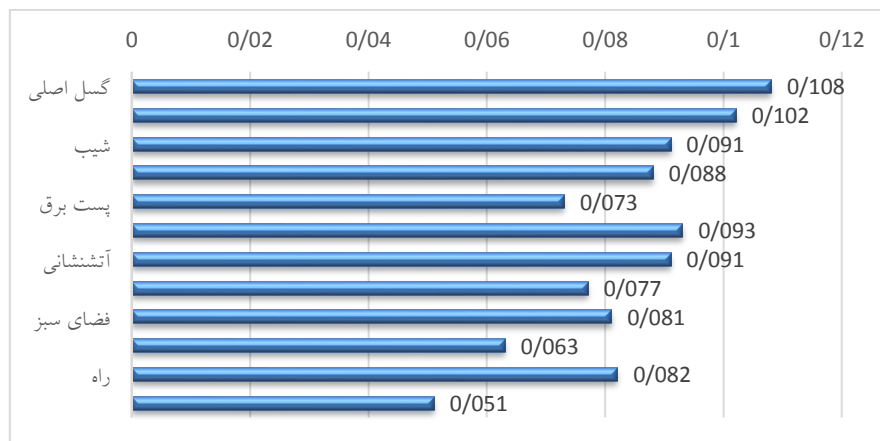
وزن نهایی حاصل از مدل AHP در شکل (۵) نشان می‌دهد که در بین شاخص‌های اثرگذار، شاخص گسل اصلی با وزن ۰/۱۰۸ بیشترین اثرگذاری را دارد، سایر شاخص‌های اثرگذار به ترتیب وزن نهایی، گسل فرعی با ۰/۱۰۲، بیمارستان ۰/۰۹۳، شاخص شیب و آتش‌نشانی ۰/۰۹۱، پمپ‌بنزین ۰/۰۸۸، راه ۰/۰۸۲، فضای سبز ۰/۰۸۱، مراکز مدیریت بحران ۰/۰۷۷، پست برق ۰/۰۷۳، اماکن ورزشی ۰/۰۶۳ و پایانه‌ها ۰/۰۵۱ در رتبه‌های بعدی اهمیت قرار گرفته‌اند.

<sup>۱</sup> میانگین هندسی در ریاضیات برابر است با ریشه‌ی  $n$  ام از حاصل ضرب  $n$  متغیر.

جدول ۴- ماتریس مقایسات زوجی لایه‌های معیار در خطرپذیری گستره شهر بجنورد

شاخص	گسل اصلی	گسل فرعی	شیب	پمپ بنزین	پست برق	بیمارستان	آتش‌نشانی	مدیریت بحران	فضای سبز	ورزشی	راه	پایانه
گسل اصلی	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۰/۹	۰/۳	۰/۴	۰/۲	۰/۸	۰/۲	۰/۶	۰/۵
گسل فرعی	۰/۲	۱	۰/۳	۰/۵	۰/۴	۰/۸	۰/۹	۰/۷	۰/۷	۰/۵	۰/۵	۰/۴
شیب	۰/۲	۰/۳	۱	۰/۷	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۲	۰/۳
پمپ بنزین	۰/۵	۰/۲	۰/۱۴	۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۴	۰/۶	۰/۴	۰/۲	۰/۲
پست برق	۰/۱	۰/۲۵	۰/۲	۰/۵	۱	۰/۴	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۵	۰/۲	۰/۳
بیمارستان	۰/۳	۰/۱۲	۰/۲	۰/۳	۰/۲۵	۱	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۹	۰/۲	۰/۳
آتش‌نشانی	۰/۲	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۲	۱	۰/۷	۰/۷	۰/۶	۰/۳	۰/۲
مدیریت بحران	۰/۵	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۴	۱	۰/۷	۰/۸	۰/۵	۰/۴
فضای سبز	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۱	۰/۶	۰/۳	۰/۴
ورزشی	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰/۲۵	۰/۲	۰/۱	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۶	۱	۰/۴	۰/۲
راه	۰/۱۷	۰/۲	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳۳	۰/۲	۰/۳	۰/۲۵	۱	۰/۲
پایانه	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۱

مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷



شکل ۵- وزن نهایی حاصل از مدل AHP

اضافه کردن توابع فازی به لایه‌ها: در جدول (۷) لایه‌ها و توابع فازی شده برای فاصله استاندارد هر معیار بیان شده است. در جدول مذکور با توجه به تأثیر متقابل

معیارهای ۱۲ گانه در خطرپذیری گستره بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله از اهمیت فواصل خطرپذیری ( $Spread^1$ ) متفاوتی استفاده شده است.

جدول ۷- توابع فازی شده برای خطرپذیری گستره بافت فرسوده شهر بجنورد

لايه‌ها	Membership type <sup>2</sup>	Midpoint <sup>3</sup>	Spread
گسل اصلی	Linear <sup>4</sup>	۲۰۰۰	۹
گسل فرعی	Linear	۱۰۰۰	۷
شیب	Small <sup>5</sup>	۱۵	۷
پمپ‌بازین	Small	۲۵۰	۵
پست برق	Small	۳۰۰	۳
بیمارستان	Small	۵۰۰	۵
آتش‌نشانی	Small	۵۰۰	۵
مراکز مدیریت بحران	Small	۲۵۰	۳
فضای سبز	Small	۳۰۰	۳
ورزشی	Small	۳۰۰	۳
راه	Linear	۲۰۰	۳
پایانه	Small	۵۰۰	۶

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

<sup>۱</sup> Spread ضریب کاهش یا افزایش آسیب‌پذیری هر لایه را نشان می‌دهد که عددی بین ۰ تا ۱۰ است. این ضریب هرگاه از عدد ۵ بیشتر باشد نشان می‌دهد که آن لایه می‌تواند به میزان زیادی آسیب برساند و هرگاه آن عدد کمتر از ۵ باشد میزان آسیب‌پذیری وارده کمتر است.

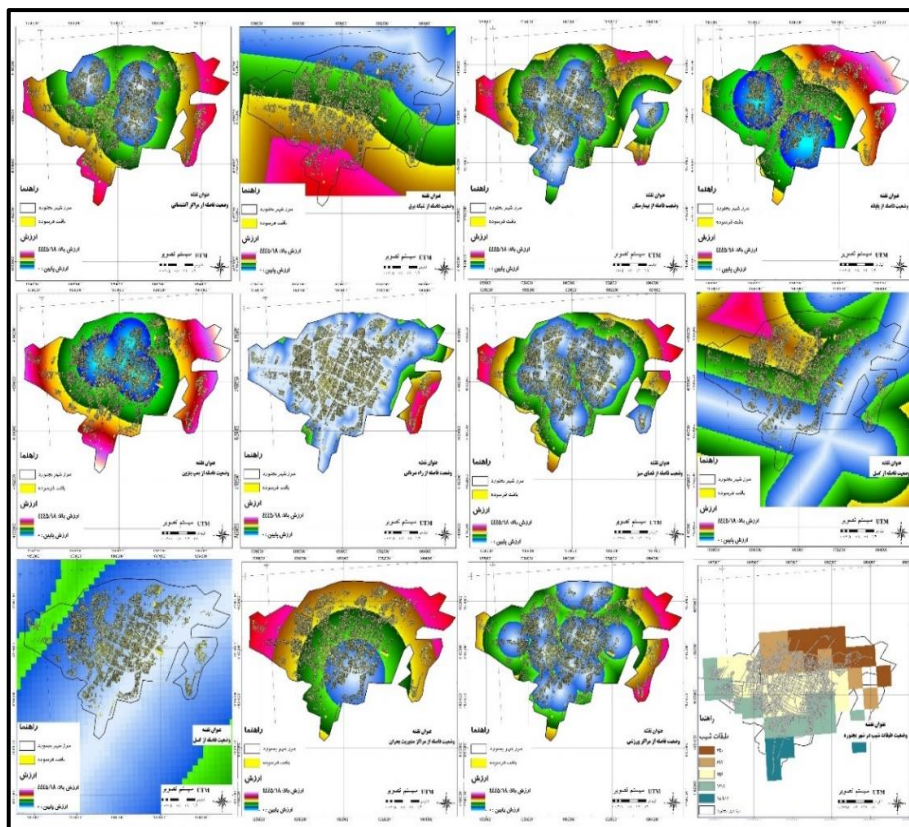
<sup>۲</sup> نوع توابع فازی به کار رفته برای هر لایه را نشان می‌دهد.

<sup>۳</sup> فاصله استاندارد همجواری آسیب‌پذیری هر لایه را به متر نشان می‌دهد.

<sup>۴</sup> از گزینه‌های fuzzy membership است که از فاصله صفر تا فاصله استاندارد است. آسیب‌پذیری به صورت طولی افزایش می‌یابد و از آن فاصله به بعد آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد.

<sup>۵</sup> از گزینه‌های fuzzy membership است که از فاصله صفر تا فاصله استاندارد است. آسیب‌پذیری تا فاصله‌ای مشخص افزایش می‌یابد و از آن فاصله به بعد به صورت جزئی آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد.

تولید نقشه‌های استاندارد با استفاده از **Fuzzy Membership**: در این مرحله نقشه‌هایی که در مرحله قبل وزن‌دار شده‌اند به دلیل اینکه فاقد توابع فازی و حریم استاندارد خطرپذیری هستند، جهت افزودن این توابع و فواصل خطرپذیری از منطق فازی (**Fuzzy Membership**) از مجموعه ابزارهای (Spatial Analyst Tools) استفاده می‌شود. منطق فازی در این مرحله دامنه عددی بین صفر و یک را تثبیت می‌کند به طوری که عدد صفر معادل بیشترین فاصله خطرپذیری (خطرپذیری کمتر) و عدد یک معادل کمترین فاصله از خطرپذیری (خطرپذیری بیشتر) است. شکل (۸) لایه‌های استاندارد شده با استفاده از **Fuzzy Membership** را نشان می‌دهد.



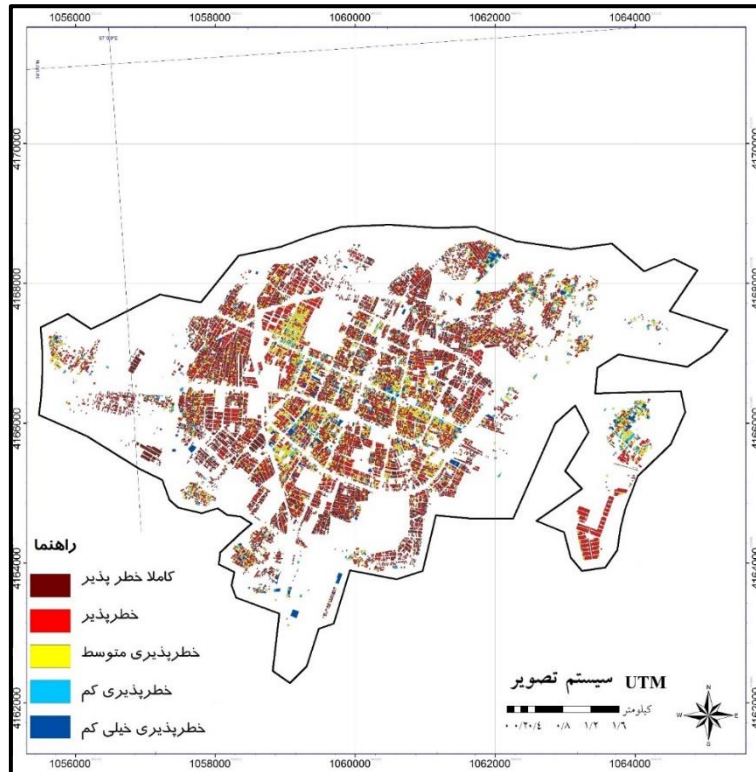
شکل ۸- لایه‌های استاندارد شده با استفاده از fuzzy Membership

هم‌پوشانی لایه‌ها با استفاده از **Fuzzy Overlay- Gama**: پس از تلفیق نقشه‌های استاندارد شده خطرپذیری برای هر یک از لایه‌های ۱۲ گانه و لایه‌های ۴ گانه شاخص کالبدی، از آنجاکه این عوامل دارای درجه اهمیت خاصی هستند ضروری است که درجه و اهمیت هر یک از این عوامل را مشخص کرده و سپس با تلفیق آن‌ها به تولید نقشه نهایی خطرپذیری گستره بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله پرداخت. در این مرحله با استفاده از ابزار (Fuzzy Overlay) و با استفاده از گامای ۰/۹ این خروجی‌های استاندارد را باهم تلفیق کرده که نقشه خروجی به همراه جدول مربوطه نشان می‌دهد که میزان خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله بالا است. قابل ذکر است به این دلیل از گامای ۰/۹ استفاده شده که میزان خطا کاهش یابد و نقشه به صورت یکدست ارائه شود. شکل (۵) خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول (۷) مشاهده می‌کنیم ۲۶۲۵۹۳۴ مترمربع از بافت فرسوده شهر بجنورد یعنی ۳۴/۱۶ درصد در وضعیت کاملاً خطرپذیر قرار دارد، ۲۸۹۹۴۴۳ مترمربع یعنی ۳۷/۷۲ درصد در وضعیت خطر قرار دارد، ۱۱۳۸۰۳۴ مترمربع یعنی ۱۴/۸۱ درصد از بافت فرسوده در وضعیت خطرپذیری متوسط، ۶۷۳۷۸۹ مترمربع یعنی ۸/۷۷ درصد در وضعیت خطرپذیری کم و ۳۴۸۹۰۲ مترمربع یعنی ۴/۵۴ درصد در وضعیت خطرپذیری خیلی کم قرار دارند.

جدول ۷- وضعیت خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله

وضعیت خطرپذیری	ارزش درصدی	مساحت	درصد
کاملاً خطرپذیر	۰/۱ - ۰/۱۹	۲۶۲۵۹۳۴	۳۴/۱۶
خطرپذیر	۰/۲۰ - ۰/۳۹	۲۸۹۹۴۴۳	۳۷/۷۲
خطرپذیری متوسط	۰/۴۰ - ۰/۵۹	۱۱۳۸۰۳۴	۱۴/۸۱
خطرپذیری کم	۰/۶۰ - ۰/۷۹	۶۷۳۷۸۹	۸/۷۷
خطرپذیری خیلی کم	+۰/۸۰	۳۴۸۹۰۲	۴/۵۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۷



شکل ۹- وضعیت خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله

### نتیجه‌گیری

امروزه در پی تغییرات سریع شهرها، بخشی از بافت‌های شهری به علت فرسودگی و ناکارآمدی نتوانسته‌اند ارتباطی مناسب با محیط خود و خدمات‌دهی به بهره‌برداران برقرار کنند. وجود سطح گسترده بافت فرسوده یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیران شهری، شهرسازان و معماران است، زیرا عدم توجه به این بافت‌ها موجب زوال شهر و توسعه ناهمگون آن و ایجاد شهرهایی نوپا در حاشیه شهر قدیمی می‌گردد. به‌عنوان قلمرو مورد پژوهش بافت فرسوده شهر بجنورد به این علت که بخش قابل‌توجهی از مشکلات شهر بجنورد در این بافت نمود عینی یافته است و به دلیل گستردگی بیش‌ازحد بافت فرسوده و روند فرسودگی شدید در آن مورد پژوهش قرار گرفت. با



توجه به نتایج حاصل از پژوهش مشخص شد که به سبب زلزله‌های ایجاد شده و همچنین لرزه‌خیز بودن شهر بجنورد که در محاصره چندین گسل فعال اصلی و فرعی قرار دارد، هیچ ناحیه‌ی بی‌خطری یا کم‌خطری در این شهر نمی‌توان متصور شد. رشد شهری که در شهر بجنورد طی دهه‌های اخیر شروع شده و اکنون به اوج خود رسیده است و متعاقب آن باعث ایجاد حاشیه‌نشینی با میزان کیفیت پایین ساخت‌وسازها شده است، میزان ریسک را به طور قابل توجهی بالا برده است. از لحاظ آسیب‌پذیری کالبدی در بافت فرسوده، می‌توان گفت معضل بزرگ شهر بجنورد وجود بافت فرسوده در سراسر شهر بجنورد است که از لحاظ جنس مصالح و قدمت در بدترین حالت قرار دارند و این نوع ساخت‌وسازها بیشتر در مرکز شهر بجنورد تمرکز دارند. فضاهای باز در بافت فرسوده شهر بجنورد در نازل‌ترین حد خود قرار دارند و از این نظر آسیب‌پذیری را بعد از وقوع حادثه بیشتر می‌کند. البته این شاخص در ارتباط با شاخص‌های دیگر (شبکه راه‌ها و معابر) می‌تواند تأثیرگذار باشد. پراکندگی کاربری‌های ضروری در بافت فرسوده و شهر بجنورد از نظر تعداد و موقعیت مکانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و مراکز مدیریت بحران نامناسب می‌باشند. ایستگاه‌های مورد نظر به صورت متعادل در سطح شهر مکان‌یابی نشده‌اند، پراکندگی کاربری‌های درمانی در حد متعادل و بالنسبه قابل قبول است. دکل‌های برق فشار قوی تقریباً در تمامی نواحی بافت فرسوده به صورت پراکنده موجود است که هم‌جواری آن‌ها با بافت‌های مسکونی بیشترین تهدید بعد از زلزله محسوب می‌شود و بعد از آن جایگاه سوخت است. بررسی وضعیت آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر بجنورد نشان‌دهنده این است، گستره معدودی از بافت فرسوده شهر بجنورد وجود دارد که کمترین آسیب را دارا است، اما بیشترین آسیب‌پذیری را مرکز بافت به سمت غرب شهر بجنورد بخصوص حاشیه‌ی غربی آن دارا است. همچنین وضعیت کلی خطرپذیری شاخص‌های کالبدی نشان‌دهنده آن است که تمام بافت فرسوده شهر بجنورد خطرپذیری متوسط به بالا را دارا است.

بر مبنای یافته‌های پژوهش و به منظور کاهش آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله، پیشنهادهایی در جهت کاهش آسیب‌پذیری تهیه شده است. با توجه به وسعت بافت فرسوده شهر بجنورد و مرکز استان بودن شهر، برای مدیریت بهتر و کارآمد بافت‌های مسأله‌دار، سازمان مشخصی مسئولیت ساماندهی و مقاوم‌سازی این نوع بافت‌ها را به عهده بگیرد و در جهت رفع مسائل این نوع بافت‌ها گام بردارد.

تهیه نقشه و طرح‌های تخلیه بافت‌های مسأله‌دار؛ محل اسکان موقت شهروندان حین و بعد از وقوع زلزله (با توجه به قرارگیری شهر بجنورد بر روی گسل‌های فعال) باید از پیش مشخص، بروز و امکانات لازم به آن‌ها اختصاص داده شود. ارزیابی ایمنی تمام اماکن عمومی از جمله مدارس و تأسیسات درمانی و ارتقا آن‌ها در صورت لزوم.

آگاهی بخشی به تمام اقشار سنی از طریق ایجاد برنامه‌های آموزشی در مدارس، مراکز عمومی و همچنین رسانه‌های سمعی و بصری نظیر تلویزیون، رادیو، روزنامه، فضای مجازی و....

مشارکت دادن ساکنان بافت فرسوده در اقدامات ایمن‌سازی در مقابل زلزله.

## منابع

ابدالی، یعقوب (۱۳۹۶). تحلیل فضایی کیفیت زندگی و بهره‌کاری در بافت‌های ناکارآمد شهری (مطالعه موردی: بخش مرکزی شهر تهران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استاد راهنما: کلانتری محسن. دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

امینی ورکی، سعید؛ مدیری، مهدی؛ شمسایی زفرقندی، فتح‌الله و قنبری نسب، علی (۱۳۹۳). شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات

- محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو. فصلنامه مدیریت بحران، ویژه‌نامه هفته پدافند غیرعامل: ۱۸-۵.
- ایمانی، بهرام؛ کانونی، رضا؛ بی‌نیاز، محمد و عالی محمدی، احمد (۱۳۹۵). راهبردهای کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله امامزاده حسن تهران). فصلنامه باغ نظر، سال سیزدهم، شماره ۳۹: ۸۲-۶۷.
- آرین، مهران (۱۳۸۲). زمین‌شناسی انرژی‌های غیر فسیلی و غیرهسته‌ای در ایران. مجله رشد آموزش زمین‌شناسی، شماره ۳۶: ۳۷-۳۶.
- پوراحمد، احمد؛ ابدالی، یعقوب؛ صادقی، علیرضا و الله‌قلی‌پور، سارا (۱۳۹۷). سنجش و تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی در بافت مرکزی شهر همدان با استفاده از خودهمبستگی فضایی موران. فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، سال سوم، شماره ۵، پیاپی ۹: ۱۰۴-۹۲.
- پیروزی، کریم و نظام فر، حسین (۱۳۸۷). بافت‌های فرسوده شهری، ابعاد کالبدی - فضایی. اولین همایش بافت‌های فرسوده شهری، چشم‌انداز توسعه پایدار، ارزش‌ها و چالش‌ها، اهواز: دانشگاه شهید چمران: ۲۲۱-۲۲۰.
- حاتمی‌نژاد، حسین؛ ابدالی، یعقوب و الله‌قلی‌پور، سارا (۱۳۹۶). سنجش آسیب‌پذیری سازه‌ای بافت فرسوده شهری در برابر مخاطرات، با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: بافت فرسوده مرکزی کلان‌شهر اهواز). فصلنامه اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۶، شماره ۱۰۴: ۱۷۲-۱۵۹.
- حسین پور، سید علی؛ حکیم زاده، ساناز و گل زردی، سمانه (۱۳۹۲). تحلیلی بر تأثیرات اکولوژیکی بر توسعه کالبدی شهر بجنورد. همایش ملی معماری، شهرسازی و توسعه پایدار با محوریت از معماری بومی تا شهر پایدار، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران، [https://www.civilica.com/Paper-APSD01-APSD01\\_149.html](https://www.civilica.com/Paper-APSD01-APSD01_149.html).
- حیدری نیا، سعید (۱۳۹۳). سنجش الزامات مکانی کاربری‌های حیاتی و حساس از منظر پدافند غیرعامل مورد مطالعه شهر اهواز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه

- جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استاد راهنما: محمدی ده چشمه، مصطفی. دانشکده علوم و زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- داداش پور، هاشم و عادل، زینب (۱۳۹۴). سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه شهری قزوین. دو فصلنامه مدیریت بحران، دوره ۴، شماره ۲: ۸۴-۷۳.
- دوستی سبزی، بهزاد؛ عیسی لو، شهاب و ابدالی، یعقوب (۱۳۹۷). تحلیل فضایی آسیب-پذیری سازه‌ای-کالبدی کاربری مسکونی با رویکرد پدافند غیرعامل و با استفاده از سیستم GIS (محدوده: منطقه ۶ شهر اهواز). فصلنامه پدافند غیرعامل، سال نهم، شماره ۲ پیاپی ۳۴: ۴۸-۳۷.
- رفعیان، مجتبی؛ رضایی، محمدرضا؛ عسگری، علی؛ پرهیزکار، اکبر و شایان، سیاوش (۱۳۹۰). تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماعی محور (CBDM). فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۵، شماره ۴: ۴۱-۱۹.
- شایان، سیاوش و عمونیا، حمید (۱۳۹۶). تحلیل توسعه پایدار شهری در کلان‌شهر تهران از دیدگاه مخاطرات ژئومورفولوژیک (مطالعه موردی: منطقه یک شهرداری). فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره هفتم، شماره ۲: ۱۸۰-۱۶۴.
- ضمیری، محمدرضا؛ ضمیری، مهسا و نسترن، مهین (۱۳۹۴). روش‌های کمی در تحلیل توسعه فضایی مسکن شهری بجنورد (۱۳۹۴-۱۳۸۴). فصلنامه مطالعات شهری، دوره ۵، شماره ۱۷: ۷۶-۶۷.
- فرزاد بهتاش، محمدرضا، کی نژاد، محمدعلی، پیر بابای، محمدتقی و عسگری، علی (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز. نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، دوره ۱۸، شماره ۳: ۴۲-۳۳.
- محمدی ده چشمه، مصطفی (۱۳۹۲). ایمنی و پدافند غیرعامل شهری. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). نتایج سرشماری ۱۳۹۵.

میرعمادی، ابراهیم (۱۳۹۰). بررسی جایگاه پدافند غیرعامل در ساختار سکونتگاهی سمنان با تأکید بر مؤلفه‌های اقلیمی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، استاد راهنما: کامیابی، سعید. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان.

نجاتی هریس، حبیب (۱۳۸۵). بهبود کیفیت زیست در اسکان‌های غیررسمی با استفاده از راهبرد توانمندسازی اجتماعات محلی (نمونه موردی محله خلیل‌آباد تبریز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه هنر و معماری، استاد راهنما: رفیعیان، مجتبی. دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس.

نورالهی، سعید و صفدری، بنیامین (۱۳۹۴). بررسی مفاهیم تاب‌آوری در جوامع شهری به منظور کم نمودن خسارات سوانح طبیعی. هفتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران، [https://www.civilica.com/Paper-INDM07-INDM07\\_061.html](https://www.civilica.com/Paper-INDM07-INDM07_061.html)

Kreimer, A., Arnold, M., & Carlin, A. (Eds.). (2003). *Building safer cities: the future of disaster risk*. The World Bank.

Mitchell, T., & Harris, K. (2012). *Resilience: A risk management approach*. ODI Background Note. Overseas Development Institute: London.

Pelling, Mark, *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*, 2003.

Schmidtlein, M.C; Shafer, J.M; Berry, M. and Cutter, S.L. (2011). Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston, South Carolina, *Applied Geography*, 31, 269- 281.

Tang, A. & Wen, A.: An intelligent simulation system for earthquake disaster assessment, *Computers & Geosciences*, 35, 871– 879, 2009.

### مقاله پژوهشی

## مدل‌سازی زمانی - مکانی سطح تراز آب‌های زیرزمینی دشت جاسک طی

سال‌های ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲

مرتضی امیدپور<sup>۱</sup>، دانشجوی دکتری سنجش‌ازدور و GIS، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
آتنا معین‌مهر، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
سیروس هاشمی دره‌بادامی، دانشجوی دکتری سنجش‌ازدور و GIS، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
محمد اسکندری نسب، کارشناس ارشد پژوهش علوم اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
محمد بیرانوند، دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای انسانی، دانشگاه تهران، ایران

### چکیده

بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر باعث بروز مشکلات جدی در کشور شده است. تراز آب زیرزمینی متغیری است که در طول زمان و مکان متغیر است؛ بنابراین می‌توان آن را به‌عنوان یک مجموعه داده زمانی- مکانی در نظر گرفت. هدف این پژوهش، مدل‌سازی زمانی- مکانی تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت جاسک طی سال‌های ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ و بررسی روند تغییرات آن است. ابتدا براساس روش زمین‌آماري کریجینگ و روش جبری توابع پایه شعاعی (RBF) درون‌یابی از سطح تراز آب صورت گرفته و سپس میزان خطای مدل‌ها با استفاده از آماره‌های MAE، MBE و RMSE ارزیابی شده است. یافته‌ها حاکی از آن است که روش کریجینگ در مقایسه با روش RBF با خطای کمتری سطح تراز آب‌های زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه را برآورد کرده است؛ بنابراین با استفاده از روش کریجینگ برای هر دوره زمانی یک نقشه از سطح تراز آب ایجاد شد که در فرایند روندیابی زمانی- مکانی مورد استفاده واقع شد. برای روندیابی تغییرات از روند خطی  $R^2$  و همچنین روند من- کندال استفاده شده است. نتایج آماره  $R^2$  حاکی از نوسان چشم‌گیر تغییرات تراز آب بوده است. همچنین نتایج آزمون من- کندال نشان داد که در حاشیه شمال شرقی تا شمال غربی روندی کاهشی با شدت بالا و نزدیک به ۱- وجود داشته است. به‌طور کلی، در بخش‌های مختلف محدوده مطالعاتی روند تغییرات دارای الگوی خاص و معناداری است.

کلمات کلیدی: آب زیرزمینی، درون‌یابی، دشت جاسک، روند زمانی- مکانی، من- کندال.

## مقدمه

استفاده از آب‌های زیرزمینی همواره از مهم‌ترین شیوه‌های تأمین آب شرب و کشاورزی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور بوده است. با این حال، طی سال‌های اخیر بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی و کاهش نزولات جوی موجب شده تا تراز آب‌های زیرزمینی در آبخوان‌های بسیاری از نقاط کشور منفی شود. جدای از تبعات زیست‌محیطی، توسعه‌ی کشاورزی و تأمین آب شرب در این مناطق با چالشی جدی مواجه شده است (ایزدی و همکاران، ۱۳۸۶؛ یعقوبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ عظیمی و همکاران، ۱۳۹۴ و زاهدی و فریدونی، ۱۳۹۳). به‌منظور آگاهی از وضعیت این منابع و مدیریت بهینه آن‌ها، لازم است پیش‌بینی دقیقی از نوسانات تراز آب زیرزمینی صورت گیرد (مدنی، ۲۰۱۴). با توجه به اینکه سطح تراز آب‌های زیرزمینی متغیری است که همواره در طول زمان و مکان متغیر است؛ بنابراین می‌توان آن را به‌عنوان یک مجموعه داده زمانی- مکانی در نظر گرفت. در این راستا تخمین تراز آب زیرزمینی، به‌دلیل تأثیر آن در مدیریت منابع آب، می‌تواند نقش مهمی داشته باشد (تامسون<sup>۱</sup>، ۲۰۱۷؛ مسعود، ۲۰۱۴؛ رجایی و زینی‌وند، ۱۳۹۳ و سدید و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به محدودیت‌های موجود در حفر گمانه، مدل‌سازی زمانی- مکانی این پارامتر نیازی اساسی به‌شمار می‌رود (رجایی و زینی‌وند، ۱۳۹۳ و تاین<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۵).

تداوم خشکسالی چندساله اخیر در استان هرمزگان و نیز مصرف بی‌رویه و خارج از توان مخازن آبی نه‌تنها باعث نمود بیشتر اثرات پدیده خشکسالی گردیده، بلکه مشکلات عظیم و مخربی را بر منابع آبی و مخازن زیرزمینی وارد کرده است. طبق گزارش‌های مسئولان استان هرمزگان هجوم به سفره‌های زیرزمینی منطقه جهت تأمین نیازهای آبی بیشتر شده، از طرفی وجود سنگ‌های املاح‌دار و شرایط آب‌وهوایی منطقه باعث تغییر کیفیت آب زیرزمینی شده است.

<sup>1</sup> Thompson

<sup>2</sup> Tian

برای اعمال مدیریت صحیح نیاز به شناسایی و پیش‌بینی نوسانات سطح آب‌های زیرزمینی جهت برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت، بلندمدت و استفاده بهینه از پتانسیل آب‌های زیرزمینی می‌باشد. هدف عمده مدل‌سازی‌ها، تعیین روابط بین متغیرها، تعیین متغیرهای اثرگذار و پیش‌بینی است (سدیدی و همکاران، ۱۳۹۳؛ تامسون، ۲۰۱۷ و تاین و همکاران، ۲۰۱۵). تاکنون مدل‌های مختلفی جهت پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی استفاده شده است. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل‌های مبتنی بر سری زمانی و مدل‌های فیزیکی اشاره کرد (ایزدی و همکاران، ۱۳۸۶ و یعقوبی و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعات مرتبط با مدل‌های مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی نشان می‌دهد که این مدل‌ها توانایی بالایی در کشف رابطه بین داده‌ها و شناخت الگوها دارند (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ تاین و همکاران، ۲۰۱۵ و بلخیری و نارنی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵). نکته‌ای که در اینجا باید به آن اشاره کرد، ابهام در روش‌های مورد استفاده و میزان دقت هر کدام از آن‌هاست. در اغلب مطالعات توجیه منطقی برای استفاده از مدل‌های مختلف نبوده است و یا اینکه دقت روش‌ها مورد بحث واقع نشده است. همچنین مدل‌های مختلف در مناطق مختلف نتایج مختلفی را ارائه داده‌اند بنابراین قابل تعمیم به سایر مناطق نیستند. این موضوع به‌خصوص برای روش‌های درون‌یابی کاملاً صدق می‌کند.

در این پژوهش تراز آب زیرزمینی دشت جاسک طی سال‌های ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲، با استفاده از روش زمین‌آماری کریجینگ و روش جبری توابع پایه شعاعی<sup>۲</sup> (RBF) متغیر تراز آب درون‌یابی شده است. پس از ارزیابی صحت روش‌های درون‌یابی، روند تغییرات سطح تراز آب‌های زیرزمینی مدل‌سازی می‌شود.

#### مواد و روش‌ها

**موقعیت و خصوصیات محدوده مورد مطالعه:** براساس اطلاعات به‌دست‌آمده از طرح آمایش استان هرمزگان شهرستان جاسک، با پهنه‌ای حدود ۱۶۱۳۶/۲ کیلومتر مربع، در کرانه دریای عمان در خاور تنگه هرمز قرار دارد و بلندی آن از سطح دریا ۴/۸

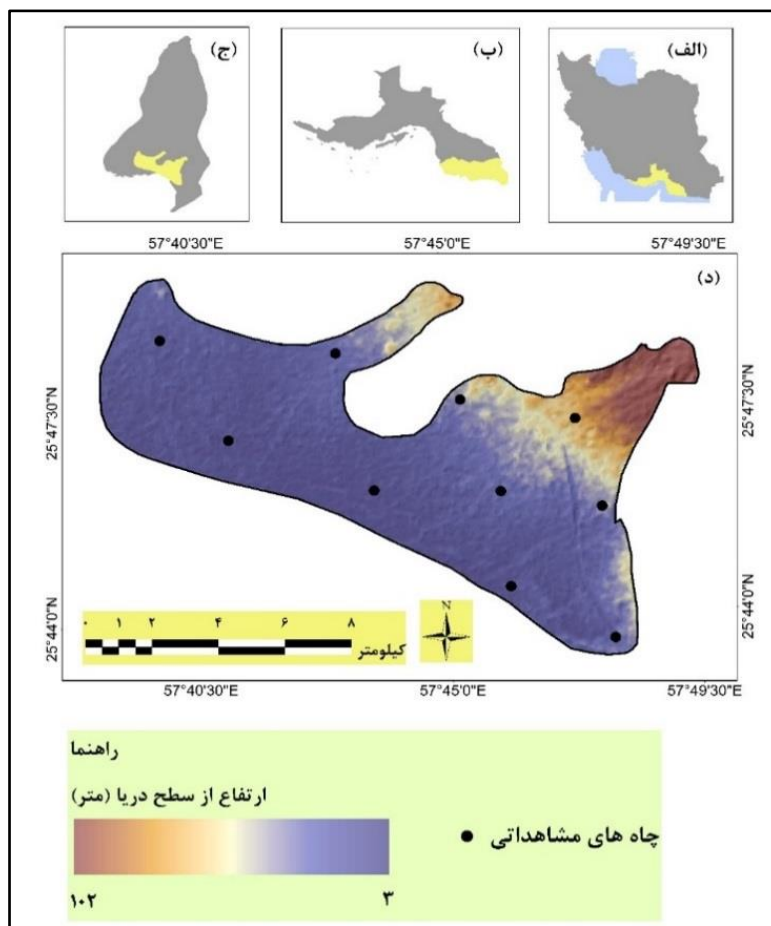
<sup>۱</sup> Belkhiri and Narany

<sup>۲</sup> Radial Basis Function (RBF)



است. این شهرستان از شمال به شهرستان‌های کهنوج و میناب، از خاور به شهرستان چابهار، از باختر به دریای مکران و شهرستان میناب و از جنوب به دریای مکران محدود می‌باشد. پوشش گیاهی این شهرستان متأثر از شرایط آب‌وهوا و ریزش بارندگی است که در ناحیه حاره‌ای و جنگل‌های کرانه‌ای دارای گونه‌های گرمسیری بوده که نوار کرانه‌ای شهرستان را به گونه پراکنده در بر گرفته است.

منطقه مورد مطالعه، جنوب دهستان جاسک، در شهرستان جاسک استان هرمزگان می‌باشد. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور (الف)، در استان هرمزگان (ب)، در دهستان جاسک (ج) و ارتفاع منطقه به همراه موقعیت چاه‌های مشاهداتی (د) را نمایش می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود چاه‌های مشاهداتی از توزیع مناسبی در منطقه برخوردار است. ارتفاع منطقه مورد مطالعه پایین (حداکثر ۱۰۲ متر) و از شمال تا جنوب منطقه ارتفاع روندی کاهشی دارد. این منطقه از مناطق گرم و خشک ایران است و اقلیم آن تحت تأثیر آب‌وهوای نیمه بیابانی و بیابانی قرار دارد. از ویژگی‌های آب‌وهوایی این منطقه، وجود یک فصل طولانی گرم و یک فصل کوتاه خنک است. اصولاً آب‌وهوای این منطقه مانند آب‌وهوای نواحی بیابانی است و میزان بارش‌های جوی آن نیز ناچیز است؛ بنابراین وجود آب قابل دسترس برای کشاورزی به یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشاورزان این منطقه تبدیل شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (الف) در کشور، (ب) در استان هرمزگان، (ج) در دهستان جاسک و (د) ارتفاع منطقه به همراه موقعیت چاه‌های مشاهداتی

### روش کار

داده‌های مورد استفاده شامل سری زمانی ۱۰ چاه مشاهداتی است. این داده‌ها شامل موقعیت جغرافیایی هر چاه، ارتفاع هر چاه و داده‌های سالانه تراز آب زیرزمینی در دوره زمانی ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۲ می‌باشد. در جدول زیر موقعیت جغرافیایی نقاط مشاهده‌ای نشان داده شده است.

جدول ۱- موقعیت چاه‌های مشاهداتی

شماره صحرائی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	شماره زون
۱	۵۶۶۷۸۴	۲۸۵۵۲۷۴	۴۰
۲	۵۷۲۰۲۶	۲۸۵۴۷۲۴	۴۰
۳	۵۶۸۷۴۷	۲۸۵۲۰۷۹	۴۰
۴	۵۷۳۰۵۷	۲۸۵۰۳۸۷	۴۰
۵	۵۷۵۷۰۹	۲۸۵۳۱۶۲	۴۰
۶	۵۷۶۸۴۶	۲۸۵۰۲۵۲	۴۰
۷	۵۷۹۱۳۳	۲۸۵۲۴۷۷	۴۰
۸	۵۷۹۸۶۶	۲۸۴۹۷۰۵	۴۰
۹	۵۷۷۰۷۶	۲۸۴۷۲۵۶	۴۰
۱	۵۸۰۱۴۵	۲۸۴۵۵۶۵	۴۰

برای درون‌یابی تراز آب زیرزمینی از دو روش کریجینگ و روش توابع پایه شعاعی (RBF) استفاده شد. لازم به ذکر است که روش کریجینگ مبتنی بر اصول زمین‌آمار و روش RBF روشی جبری است. نوع کریجینگ مورد استفاده کریجینگ ساده<sup>۱</sup> بوده است که برای برآزش مدل نیز از تابع گوسی استفاده شده است. همچنین در روش RBF از اسپلاین صفحه نازک (TPS)<sup>۲</sup> استفاده شده است.

روش کریجینگ یک روش درون‌یابی زمین‌آمار است که مبتنی بر میانگین متحرک وزن‌دار<sup>۳</sup> می‌باشد. اساس این روش استفاده از اصل خودهمبستگی مکانی<sup>۴</sup> است. بدین گونه که برای تشریح ساختار مکانی یک متغیر از نیم‌تغییر نما<sup>۵</sup> استفاده می‌شود. نیم‌تغییر

<sup>۱</sup> Simple kriging

<sup>۲</sup> Thin plate splines (TPS)

<sup>۳</sup> Weighted moving Average

<sup>۴</sup> Spatial autocorrelation

<sup>۵</sup> Semivariogram

نمای یکی از اساسی‌ترین ابزارها در زمین‌آمار می‌باشد و نشانگر همبستگی مکانی بین داده‌های اندازه‌گیری شده برحسب فاصله است. اگرچه نقاط با فواصل نزدیک همبستگی بیشتری دارند، با این حال با افزایش فاصله بین نمونه‌ها به حدی می‌رسیم که از آن به بعد نمونه‌های اطراف برهم تأثیر چندانی ندارد و با افزایش فاصله مقدار واریوگرام تغییر معنی‌داری پیدا نمی‌کند که به این فاصله دامنه تأثیر<sup>۱</sup> می‌گویند. همچنین در ساختار فضایی داده‌ها با افزایش فاصله مقدار واریوگرام افزایش یافته و بعد از فراز و نشیب‌هایی ممکن است به یک حد ثابت میل کند که به آن سقف واریوگرام<sup>۲</sup> گفته می‌شود (دیانی و همکاران، ۱۳۹۱ و عیسوی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). برای انجام روش‌های زمین‌آمار، داده‌های مورد استفاده باید دو ویژگی داشته باشند، یکی توزیع نرمال فضایی داده‌ها و دیگری میانگین و واریانس در مکان تغییر معنی‌داری نداشته باشد (امینی و همکاران، ۱۳۸۱؛ تقوایی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۷؛ دیانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ مسعود، ۲۰۱۴ و عیسوی و همکاران، ۲۰۱۶). اگرچه خروجی روش کریجینگ با توابع مختلف منجر به نتایج مختلف می‌شود و انتخاب این مدل‌ها در برخی شرایط نسبت به سایر توابع ارجحیت دارد؛ با این حال در سطح محدوده مورد مطالعه خروجی روش کریجینگ با تابع گوسی در مقایسه با سایر توابع از قبیل (نمایی، بیضی، دایره‌ای و غیره) منجر به تخمین‌های با سطوح هموارتر<sup>۴</sup> شده است. از این رو از این تابع برای برازش روش کریجینگ استفاده شد.

استفاده از روش‌های زمین‌آمار مستلزم بررسی وجود ساختار مکانی در بین داده‌هاست که توسط تجزیه و تحلیل واریوگرام این امر بررسی می‌شود. شرط استفاده از این تجزیه و تحلیل، نرمال بودن داده‌هاست؛ بنابراین تمامی داده‌های مربوط به هر پارامتر

---

<sup>1</sup> Range

<sup>2</sup> Sill

<sup>3</sup> Isawi

<sup>4</sup> Smooth Surfaces

از نظر نرمال بودن بررسی شد. این کار با استفاده از آزمون‌های کلموگراف-اسمیرنف<sup>۱</sup> و شاپیرو-ویلک<sup>۲</sup> در محیط SPSS انجام شد و مشخص شد که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار نیستند. از این رو با لگاریتم‌گیری از داده‌ها، نرمال‌سازی صورت گرفت.

روش RBF از جمله روش‌های درون‌یابی جبری می‌باشد. در این روش مقادیر برآورد شده به دامنه حداقل و حداکثر مقادیر مشاهده‌شده محدود نمی‌شود و ممکن است مقادیر تخمینی بیشتر از بیشینه مقادیر مشاهده‌شده و یا کمتر از کمینه مقادیر مشاهده‌شده نیز وجود داشته باشند (اکبری و همکاران، ۱۳۸۵؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۹ و زارع چاهوکی و زارع چاهوکی، ۱۳۹۰).

به منظور ارزیابی خطای مدل تخمین‌گر زمین‌آماری از تکنیک اعتبارسنجی متقابل<sup>۳</sup> استفاده شده است. معیارهای مختلفی برای ارزیابی کارایی روش‌های درون‌یابی وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به آماره‌های MBE<sup>۴</sup>، MAE<sup>۵</sup> و RMSE<sup>۶</sup> اشاره کرد. اساس این روش‌ها براساس مقایسه مقادیر مشاهده‌ای و برآورد شده است. روابط (۱)، (۲) و (۳) نحوه محاسبه خطا را براساس این روش‌ها نشان می‌دهد (حسنی پاک، ۱۳۷۷ و دیانی و همکاران، ۱۳۹۱):

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_1^n (M - O) \quad (1)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_1^n |M - O| \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_1^n (M - O)^2}{n}} \quad (3)$$

<sup>1</sup> Kolmogorov-Smirnov

<sup>2</sup> Shapiro-Wilk test

<sup>3</sup> Cross-Validation

<sup>4</sup> Mean Bias Error (MBE)

<sup>5</sup> Mean Absolute Error (MAE)

<sup>6</sup> Root Mean Square Error (RMSE)

در روابط فوق  $M$  مقدار پیش‌بینی شده،  $O$  مقدار مشاهداتی و  $n$  تعداد مشاهدات است. در این پژوهش با استفاده از خطای ریشه میانگین مربعات (RMSE) مناسب‌ترین روش جهت درون‌یابی داده‌ها انتخاب گردید. خروجی این مرحله در قالب لایه‌های رستری (هر سال یک نقشه) ارائه شده است.

پس از تولید لایه‌های رستری روندیابی تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی مدل‌سازی شد. در این رابطه از دو روش روندیابی خطی و روندیابی من‌کنندال استفاده شده است. روندیابی‌های خطی بر پایه شاخص‌های آماری (از قبیل  $R$ ،  $R^2$ ) است که شیب خط بین یک پیکسل خاص در داده‌های سری زمانی مختلف را محاسبه می‌کند (زاهدی و فریدونی، ۱۳۹۳). آزمون من‌کنندال نیز که در زمره روش‌های پارامتریک رگرسیون خطی می‌باشد روندهای کاهشی و یا افزایشی پدیده‌ها را بررسی می‌کند (وهلین و گریمول<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). نتایج روش من‌کنندال بین -۱ و ۱ است. عدد یک به این معنی است که پدیده مورد بررسی بیشترین تغییرات افزایشی را داشته و -۱ گواه آن است که پدیده مورد مطالعه بیشترین تغییرات کاهشی را داشته است؛ همچنین مقدار تغییر صفر به معنی عدم تغییر پدیده مورد مطالعه در دوره‌های زمانی می‌باشد. برای محاسبه آماره من‌کنندال ( $S$ ) از روابط زیر استفاده می‌شود (همان):

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(X_i - X_j) \quad (4)$$

$$\text{sign}(X_j - X_i) = \begin{cases} 1 & \text{if } X_i - X_j < 0 \\ 0 & \text{if } X_i - X_j = 0 \\ -1 & \text{if } X_i - X_j > 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (6)$$

<sup>1</sup> Wahlin & Grimvall

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{for } S > 0 \\ 0 & \text{for } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{for } S < 0 \end{cases} \quad (7)$$

در روابط فوق  $X_i$  و  $X_j$  مشاهدات سری زمانی و  $n$  طول سری زمانی است. آماره  $Z$  از توزیع نرمال استاندارد با میانگین صفر و واریانس واحد پیروی می‌کند که ارزش صفر عدم وجود روند، ارزش  $Z$  مثبت روند رو به بالا و ارزش منفی روند رو به پایین را نشان می‌دهد.

### نتایج و بحث

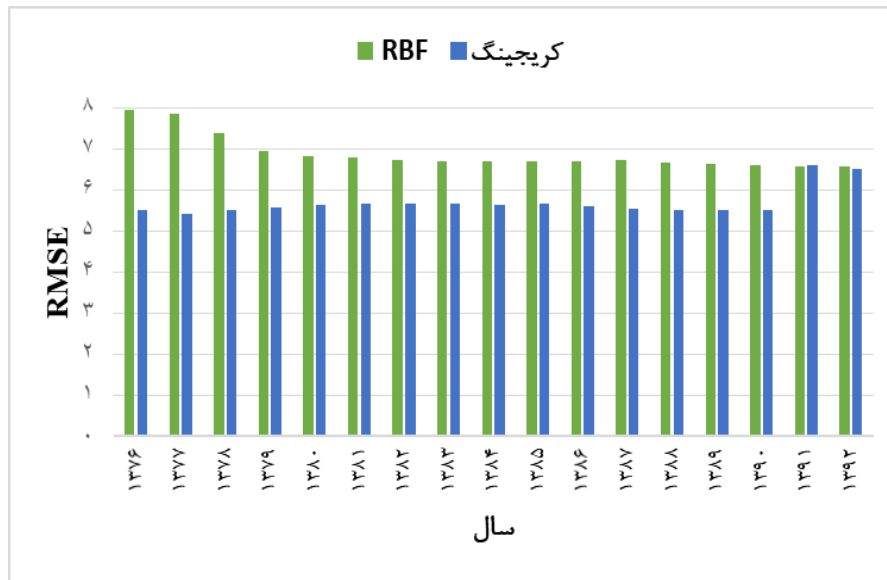
پس از انجام عملیات درونیابی ارزیابی صحت نتایج درونیابی با استفاده از آماره‌های  $MAE$ ،  $MBE$  و  $RMSE$  برای هر دو روش کریجینگ و  $RBF$  محاسبه شد. همان‌گونه که جدول (۲) نشان می‌دهد نتایج درونیابی برای روش کریجینگ کاملاً بهتر از روش  $RBF$  بوده است. این موضوع برای هر سه شاخص ارزیابی صدق می‌کند. با توجه به اینکه در شاخص  $MBE$  وجود مقادیر منفی و مثبت در کنار هم ممکن است به خستگی کردن خطای برآورد منجر شود، بنابراین در ارزیابی نهایی به نتایج شاخص  $MAE$  و  $RMSE$  بیشتر می‌توان تکیه کرد. در شکل (۲) و (۳) نتایج ارزیابی روش‌های درونیابی براساس دو شاخص  $MAE$  و  $RMSE$  ارائه شده است.

جدول ۲- ارزیابی صحت نتایج درونیابی

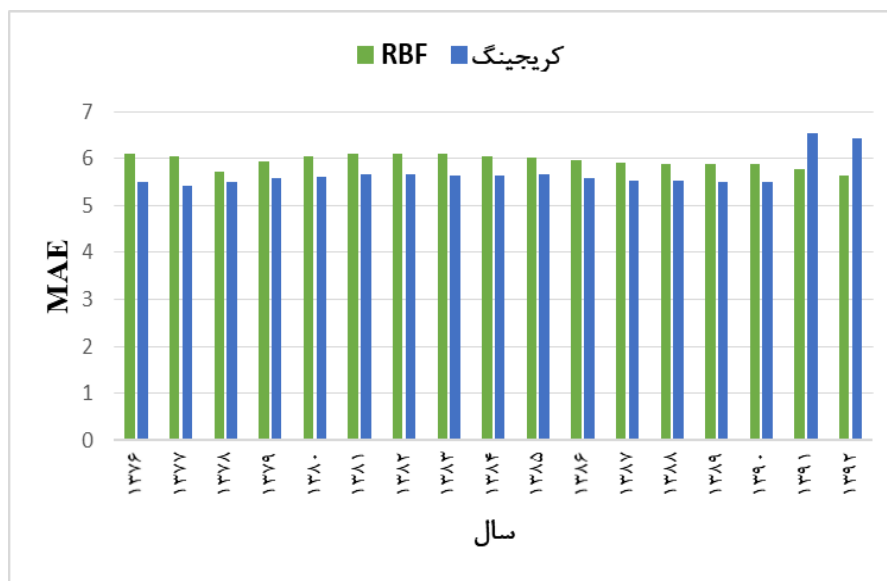
کریجینگ			توابع پایه شعاعی			سال
RMSE	MAE	MBE	RMSE	MAE	MBE	
۵/۵۰۹۱	۵/۵۰۹۱	-۰/۲۴۵۱	۷/۹۴۴۰	۶/۱۰۸۰	-۱/۴۴۰۰	۱۳۷۶
۵/۴۱۷۹	۵/۴۱۷۹	-۰/۲۵۰۳	۷/۸۴۴۰	۶/۰۵۷۰	-۱/۴۱۸۰	۱۳۷۷
۵/۴۹۵۱	۵/۴۹۵۱	-۰/۲۵۰۰	۷/۳۷۹۰	۵/۷۲۷۰	-۰/۳۰۶۰	۱۳۷۸
۵/۵۷۵۵	۵/۵۷۵۵	-۰/۲۳۹۱	۶/۹۵۳۰	۵/۹۴۲۰	-۰/۱۳۳۰	۱۳۷۹
۵/۶۱۶۹	۵/۶۱۶۹	-۰/۲۲۴۶	۶/۸۲۸۰	۶/۰۳۱۰	-۰/۱۱۱۰	۱۳۸۰
۵/۶۴۸۳	۵/۶۴۸۳	-۰/۲۱۷۹	۶/۷۷۶۰	۶/۰۸۷۰	-۰/۱۰۲۰	۱۳۸۱
۵/۶۶۲۸	۵/۶۶۲۸	-۰/۲۱۳۱	۶/۷۳۱۰	۶/۱۰۴۰	-۰/۰۹۳۰	۱۳۸۲
۵/۶۴۳۱	۵/۶۴۳۱	-۰/۲۰۹۰	۶/۶۷۶۰	۶/۰۹۳۰	-۰/۰۸۸۰	۱۳۸۳
۵/۶۳۶۶	۵/۶۳۶۶	-۰/۲۰۳۱	۶/۶۹۴۰	۶/۰۳۶۰	-۰/۰۹۴۰	۱۳۸۴
۵/۶۶۴۱	۵/۶۶۴۱	-۰/۱۹۵۴	۶/۶۷۶۰	۶/۰۲۸۰	-۰/۰۸۵۰	۱۳۸۵
۵/۵۹۲۵	۵/۵۹۲۵	-۰/۲۰۲۴	۶/۶۸۶۰	۵/۹۵۲۰	-۰/۰۹۴۰	۱۳۸۶
۵/۵۳۷۹	۵/۵۳۷۹	-۰/۲۰۹۳	۶/۷۰۸۰	۵/۹۰۸۰	-۰/۱۰۴۰	۱۳۸۷
۵/۵۱۵۴	۵/۵۱۵۴	-۰/۲۰۶۱	۶/۶۶۸۰	۵/۸۸۷۰	-۰/۱۰۲۰	۱۳۸۸
۵/۵۰۲۹	۵/۵۰۲۹	-۰/۲۰۱۵	۶/۶۲۳۰	۵/۸۷۰۰	-۰/۰۹۵۰	۱۳۸۹
۵/۵۰۹۴	۵/۵۰۹۴	-۰/۱۹۶۷	۶/۵۸۸۰	۵/۸۷۹۰	-۰/۰۹۰۰	۱۳۹۰
۶/۵۸۵۹	۶/۵۲۸۲	-۰/۰۳۰۸	۶/۵۷۵۰	۵/۷۷۹۰	-۰/۰۹۴۰	۱۳۹۱
۶/۵۰۱۹	۶/۴۱۹۵	-۰/۰۲۷۲	۶/۵۵۳۰	۵/۶۴۶۰	-۰/۰۹۱۰	۱۳۹۲

همان‌گونه که در شکل (۲) و (۳) نشان داده شده است، میزان خطای روش کریجینگ در تمام سال‌ها به‌جز در سال ۱۳۹۱ از روش RBF بهتر بوده است؛ بنابراین می‌توان چنین گفت که برای مدلسازی تراز آب زیرزمینی دشت جاسک روش کریجینگ دقیقی بهتر از روش RBF فراهم می‌سازد.



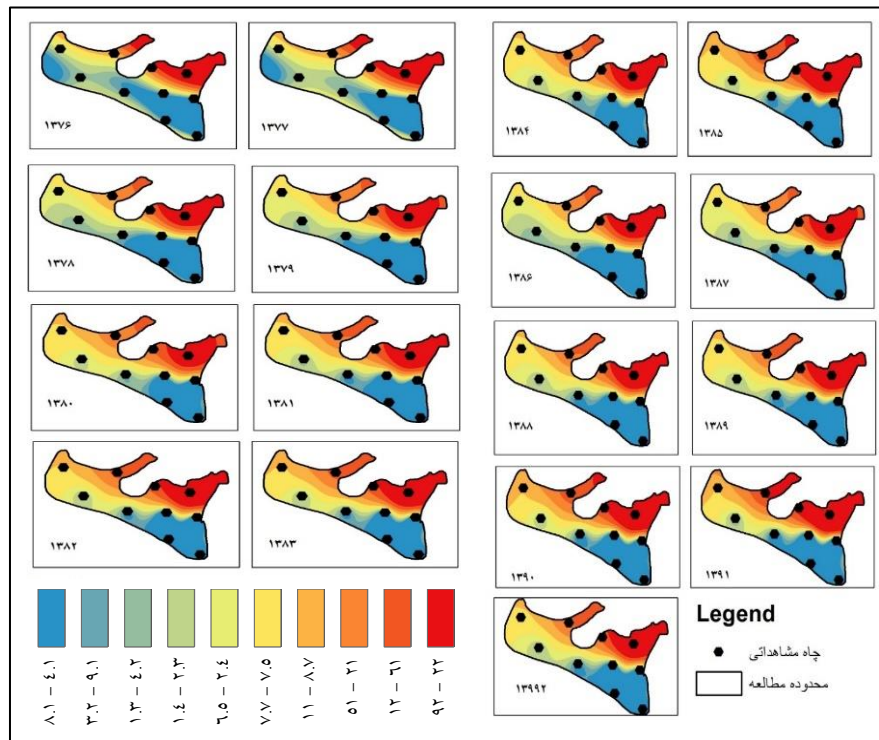


شکل ۲- ارزیابی صحت نتایج درونیابی براساس آماره RMSE



شکل ۳- ارزیابی صحت نتایج درونیابی براساس آماره MAE

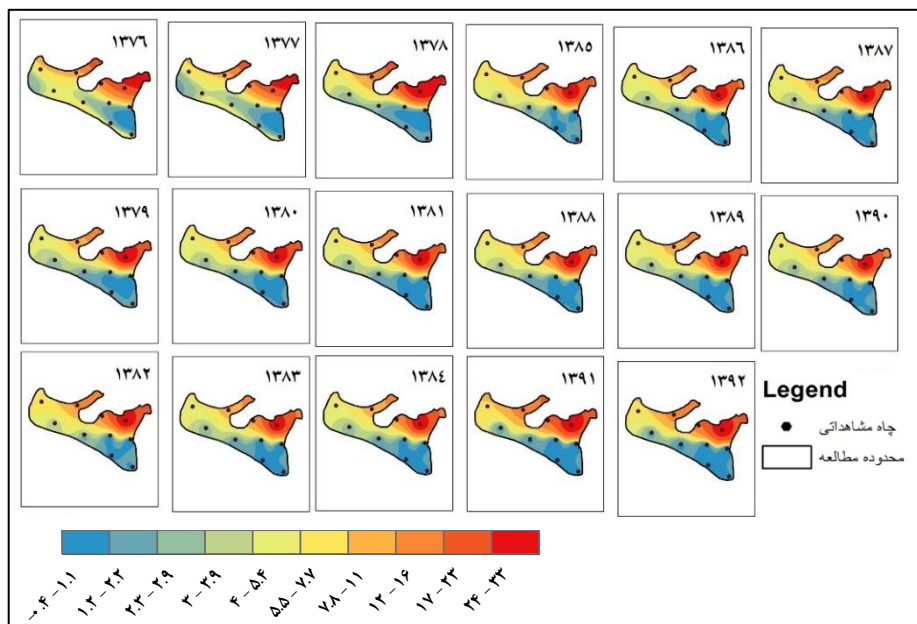
شکل (۳) نقشه‌های درون‌یابی شده تراز آب زیرزمینی دشت جاسک را به روش کریجینگ نشان می‌دهد.



شکل ۳- نقشه درون‌یابی به روش کریجینگ بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۲

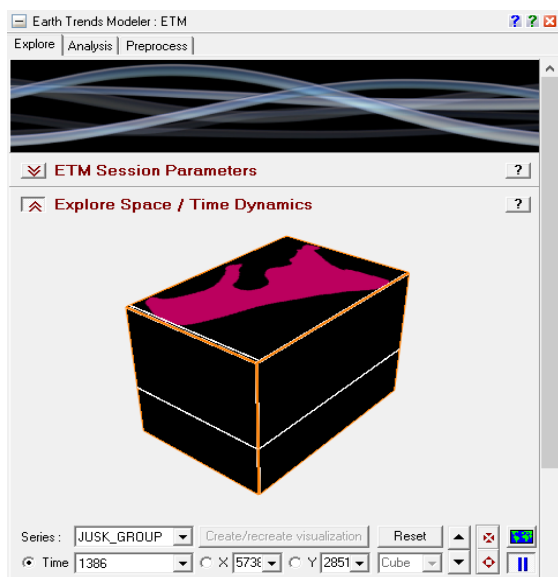
همان‌گونه که نتایج شکل (۳) نشان می‌دهد، الگوی مکانی معنی‌داری در تراز آب زیرزمینی وجود دارد. مناطقی که از شمال شرق تا شمال غرب امتداد یافته سطح تراز بالاتری را در طی زمان داشته و مناطق جنوب و جنوب شرقی دشت سطح تراز پایین‌تری را دارند. همچنین سطح تراز برخی مناطق در طی زمان کاهش چشمگیری داشته است.

شکل (۴) نیز نقشه‌های درونیابی شده تراز آب را براساس روش RBF نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است روند تغییرات تراز آب زیرزمینی در روش RBF تقریباً مشابه روش کریجینگ است؛ باین‌حال اندک تفاوتی در طبقات میانی سطح تراز وجود دارد. این تفاوت به سازوکار متفاوت دو روش و همچنین میزان خطای درونیابی روش‌ها مرتبط است.



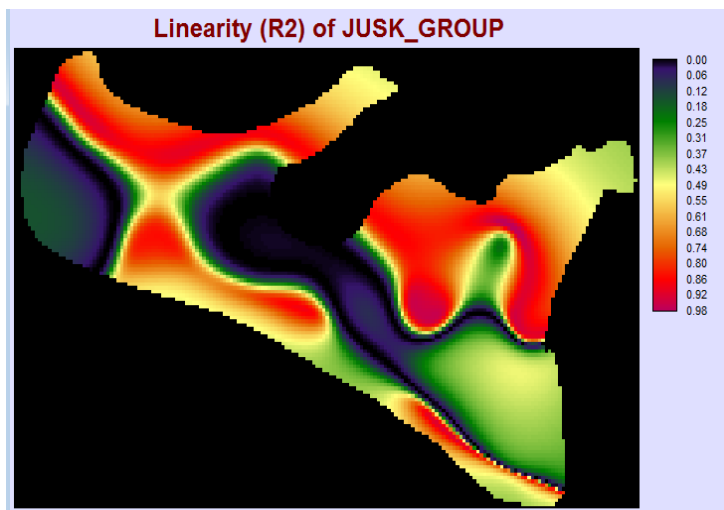
شکل ۴- نقشه درونیابی به روش RBF بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۲

در مرحله بعد از نقشه‌های روش کریجینگ (به دلیل وجود خطای کمتر) به منظور روندیابی فضایی تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت جاسک بهره گرفته شد. در این راستا از روند خطی  $R^2$  و روش سری زمانی من-کندال استفاده شد. ابتدا یک مکعب-فضا زمان برای داده‌های تراز آب زیرزمینی دشت جاسک تشکیل شده که مقادیر هر پیکسل در هر دوره زمانی از این مکعب استخراج می‌گردد.



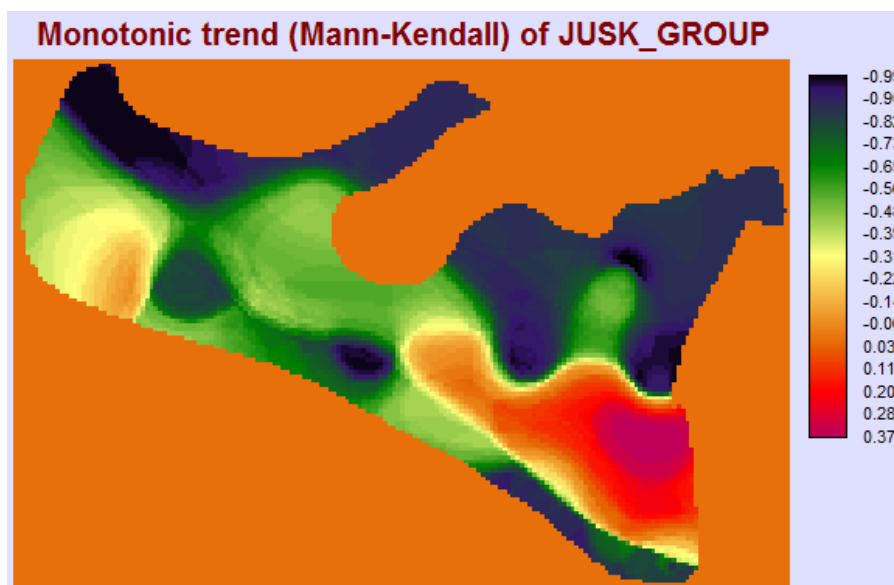
شکل ۵- مکعب فضا-زمان برای روندیابی فضایی

شکل (۶) روند خطی  $R^2$  از سری زمانی داده‌های درونیابی شده را به روش کریجینگ نمایش می‌دهد.



شکل ۶- روند خطی  $R^2$  از سری زمانی داده‌های درونیابی شده به روش کریجینگ

همان‌گونه که مشخص است در مناطق زیادی میزان  $R^2$  پایین است و در واقع این مناطق با تغییرات عمده‌ای مواجه هستند. تغییرات  $R^2$  نشان از آن دارد که نوسان تغییرات نیز بالا بوده است. بیشترین نوسان تغییرات ( $R^2$  کوچک‌تر) مربوط به مناطق شمال شرقی و جنوب شرقی می‌باشد. آماره  $R^2$  صرفاً وجود و عدم وجود و شدت تغییرات را نشان می‌دهد. این روش قادر به شناسایی تغییرات مثبت یا منفی نیست. مدل‌سازی روند تغییرات برای محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش من-کندال نیز صورت گرفته است. شکل (۷) میزان تغییرات تراز آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در بخش روش شناسی ذکر شد در روش من-کندال میزان تغییرات بین ۱- و ۱ قرار دارد. عدد ۱ گواه بیشترین تغییرات افزایشی، ۱- به بیشترین تغییرات کاهش‌ی و صفر به عدم تغییر سطح تراز آب در دوره‌های مختلف زمانی اشاره دارد.



شکل ۷- روند من-کندال از سری زمانی داده‌های درون‌یابی شده به روش کریجینگ

همان‌گونه که شکل (۷) نشان می‌دهد، در حاشیه شمال شرقی تا شمال غربی روند کاهشی با شدت بالا و نزدیک به ۱- مشاهده می‌شود. بخش‌های مرکزی منطقه نیز روندی کاهشی را نمایش می‌دهند با این تفاوت که از شدت کمتری نسبت به شمال منطقه برخوردار است. برخی از مناطق در جنوب شرق روندی تقریباً ثابت و حتی در برخی موارد افزایش دارند.

### نتیجه‌گیری

برای آگاهی از وضعیت منابع آب‌های زیرزمینی لازم است پیش‌بینی دقیقی از نوسانات و روند تغییرات مکانی آن‌ها انجام شود. تداوم خشک‌سالی‌های چندساله اخیر در استان هرمزگان و نیز ازدیاد مصرف بی‌رویه و خارج از توان مخازن آبی، مشکلات عظیم و مخربی را بر مخازن زیرزمینی وارد ساخته است. در پژوهش حاضر تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی دشت جاسک با استفاده از داده‌های ۱۰ چاه مشاهداتی طی سال‌های ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آماری تغییرات سالانه تراز آب زیرزمینی نشان از آن داشت که میانگین کل تراز آب زیرزمینی منطقه، روندی کاملاً کاهشی داشته است. باین حال برای بررسی میزان و شدت تغییرات به صورت زمانی- مکانی نیاز به درون‌یابی و روندیابی فضایی داده‌های سری زمانی است؛ بنابراین از دور روش کریجینگ و RBF به منظور درون‌یابی داده‌های سطح تراز چاه‌های مشاهداتی استفاده شد. مقایسه نتایج روش‌های درون‌یابی کریجینگ و RBF، نشان داد که میزان خطای روش کریجینگ در تمام سال‌ها به جز در سال ۱۳۹۱ از روش RBF بهتر بوده است؛ بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که روش کریجینگ به شکل بهتری تغییرات تراز آب‌های زیرزمینی را در محدوده مورد مطالعه پیش‌بینی می‌کند. همچنین هم برای روش کریجینگ و هم برای روش RBF الگوی معنی‌داری در توزیع فضایی سطح تراز آب زیرزمینی دشت جاسک وجود داشت. مناطقی که از شمال شرق تا شمال غرب امتدادیافته بود سطح تراز بالاتری را در طی زمان داشته و مناطق

جنوب و جنوب شرقی سطح تراز پایین‌تری را نمایش داده‌اند. همچنین سطح تراز برخی مناطق در طی زمان کاهش چشمگیری داشته و روند افزایشی مشاهده نمی‌گردد. برای روندیابی تغییرات سطح تراز به نتایج آماره  $R^2$  و آزمون من-کندال تکیه شده است. نتایج آماره  $R^2$  حاکی از آن بود که در مناطق وسیعی از محدوده مورد مطالعه تغییرات عمده‌ای در سطح تراز آب‌های زیرزمینی روی داده است (نوسان تغییر). برای شناسایی تغییرات مثبت یا منفی نیز از روش من-کندال استفاده شد. نتایج آزمون من-کندال نشان داد که در حاشیه شمال شرقی تا شمال غربی روندی کاهشی با شدت بالا و نزدیک به ۱- وجود داشته است. بخش‌های مرکزی منطقه نیز روند کاهشی را نمایش می‌دهند با این تفاوت که از شدت کمتری نسبت به شمال منطقه برخوردار است. برخی از مناطق در جنوب شرق روندی تقریباً ثابت و حتی در برخی موارد افزایش نشان می‌دهند. در مجموع یک الگوی معنی‌دار در روند تغییرات وجود دارد که این الگو، در بخش‌های مختلف میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی متفاوت است.

اگرچه هدف اصلی در پژوهش حاضر مدل‌سازی روند تغییرات بوده است، با این حال این پژوهش با محدودیت‌هایی نیز همراه است. اولین مورد تعداد چاه‌های مشاهداتی است که نتایج درون‌یابی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که مدل‌سازی روند تغییرات در مناطق وسیع‌تر و با تعداد نقاط مشاهداتی بیشتر صورت گیرد. محدودیت دوم و مهم‌تر در این پژوهش در رابطه با بررسی علی‌روند تغییرات (کاهشی یا افزایشی) می‌باشد. در این پژوهش علت تغییرات کاهشی و یا افزایشی مورد بررسی قرار نگرفته است. برای مثال دلیل اینکه تغییرات بسیار شدید در برخی مناطق روی داده است، ممکن است به عواملی مانند برداشت بیش‌ازحد، وجود سکونتگاه‌های انسانی و یا اراضی کشاورزی، کاهش بارش و خشکسالی‌ها و همچنین پارامترهای فیزیکی-شیمیایی مرتبط با آبخوان‌ها ارتباط داشته باشد. چنین بررسی‌هایی می‌تواند موضوع پژوهشی مستقل باشد.

## منابع

- اکبری، ا.، ن. کلاتری و م. رحیمی (۱۳۸۵). بررسی و ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت میاناب شوشتر با استفاده از GIS. اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری از منابع آب حوزه‌های کارون و زاینده‌رود (فرصت‌ها و چالش‌ها). شهرکرد. ایران.
- امینی، م.، ح. خادمی و ن. فتحیان پور. (۱۳۸۱). مقایسه کریجینگ و کوکریجینگ در برآورد غلظت کلر محلول در خاک. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۳(۴)، ۷۴۸-۷۴۱.
- ایزدی، ع.، ک. داوری، ا. علی زاده، ب. قهرمان و س. ا. حقایقی مقدم (۱۳۸۶). پیش‌بینی سطح ایستابی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: دشت نیشابور). آبیاری و زهکشی ایران، ۱۱(۲)، ۷۱-۵۹.
- تقوایی نژاد، م.، م. شایسته‌فر و ر. جلالی. (۱۳۸۷). به‌کارگیری روش‌های آماری و زمین‌آماری در ارزیابی نوسانات عیاری خوراک کارخانه پرعیارکنی مجتمع مس سرچشمه. دومین کنفرانس مهندسی معدن ایران. دانشگاه تهران.
- حسنی‌پاک، ع. (۱۳۷۷). زمین‌آمار (ژئواستاتستیک)، انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول.
- دیانی، م.، جعفری، س. خلیل مقدم و ب. دهقانی. (۱۳۹۱). پهنه‌بندی خطر شور و سدیمی شدن خاک سطحی با استفاده از زمین‌آمار، مطالعه‌ی موردی: اراضی غرب رودخانه‌ی کارون در استان خوزستان. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، ۹۴(۱)، ۹۵-۸۶.
- رجایی، ط. و ا. زینی‌وند. (۱۳۹۳). مدل‌سازی تراز آب زیرزمینی با بهره‌گیری از مدل هیبرید موجک- شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: دشت شریف‌آباد). مهندسی عمران و محیط‌زیست دانشگاه تبریز، ۴(۴)، ۵۱-۶۳.
- رضایی، م.، ن. دواتگر، خ. تاجداری و ب. ابولپور (۱۳۸۹). بررسی تغییرات مکانی برخی شاخص‌های کیفی آب‌های زیرزمینی استان گیلان با استفاده از زمین‌آمار، نشریه آب‌و‌خاک، ۲۴(۵)، ۹۴۱-۹۳۲.
- زارع چاهوکی، ا.، زارع چاهوکی، م. ع (۱۳۹۰). برآورد بارندگی فصلی و سالانه با استفاده از روش‌های درون‌یابی چندمتغیره (بررسی موردی: دامنه‌ی جنوبی البرز در استان سمنان). نشریه‌ی مرتع و آبخیزداری. مجله‌ی منابع طبیعی ایران، ۶۴(۱)، ۳۹-۵۱.



- زاهدی، م. و م. فریدونی (۱۳۹۳). ارزیابی توانایی شبکه عصبی مصنوعی با سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی در پیش‌بینی تراز آب زیرزمینی توابع دشت ارسنجان. همایش ملی راهکارهای پیش روی بحران آب در ایران و خاورمیانه.
- زهتابیان، غ.، جان‌فزا، ع.ا.، محمدعسگری، ح.، نعمت‌الهی، م.ج. (۱۳۸۹). مدل‌سازی توزیع مکانی برخی از خصوصیات شیمیایی آب‌های زیرزمینی (مطالعه‌ی موردی: حوزه‌ی آبخیز گرمسار). فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۷ (۱)، ۷۳-۶۱.
- سدیدی، ج.، م. کمانگر، ه. رضائیان و ع. حمیدیان (۱۳۹۳). پیش‌بینی سطح ایستابی مناطق خشک و نیمه‌خشک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و قانون یادگیری. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۶، ۳۹-۵۳.
- شجاعیان، ع.، امیدپور، م. و مدیری، م. (۱۳۹۴). کاربرد مدل‌ها در علوم جغرافیایی، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، اول، تهران.
- طباطبایی، ط. و ف. امیری (۱۳۹۴). مکان‌یابی نیروگاه‌های بادی براساس ارزیابی چندمعیاره مکانی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: استان بوشهر). سنجش‌ازدور و GIS در منابع طبیعی، ۱۶ (۱)، ۱-۱۶.
- عظیمی، ع.، ک. رنگزن، م. کابلی زاده و م. خرمیان (۱۳۹۴). برآورد تبخیر و تعرق با استفاده از سنجش‌ازدور، شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه نتایج آن با روش پنمن-مانتیث-فائو در باغات مرکبات شمال خوزستان. سنجش‌ازدور و GIS در منابع طبیعی، ۱۶ (۴)، ۶۱-۷۵.
- یعقوبی، ا.، م. فرامرزی و ج. حاجی کریمی (۱۳۹۵). ارزیابی کارایی شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی روند بیابان‌زایی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی: دشت دهلران). سنجش‌ازدور و GIS در منابع طبیعی، ۱۷ (۳)، ۶۱-۷۷.

- Anderson, M.P., Woessner, W.W. and Hunt, R.J. (2015). Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport. Academic press.
- Aronoff, S. (1989). Geographic information systems: a management perspective.
- Belkhiri, L. and Narany, T.S. (2015). Using multivariate statistical analysis, geostatistical techniques and structural equation modeling to identify

- spatial variability of groundwater quality. *Water Resources Management*, 29(6), pp.2073-2089.
- Chang, K.T. (2006). *Introduction to geographic information systems* (pp. 117-122). Boston: McGraw-Hill Higher Education.
- Cressie, N. (1992). *Statistics for spatial data*. *Terra Nova*, 4(5), pp.613-617.
- Isawi, H., El-Sayed, M.H., Eissa, M., Shouakar-Stash, O., Shawky, H. and Mottaleb, M.S.A. (2016). Integrated geochemistry, isotopes, and geostatistical techniques to investigate groundwater sources and salinization origin in the Sharm EL-Shiekh Area, South Sinia, Egypt. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227(5), p.151.
- Madani, K. (2014). Water management in Iran: what is causing the looming crisis *Journal of environmental studies and sciences*, 4(4), 315-328.
- Masoud, A.A. (2014). Groundwater quality assessment of the shallow aquifers west of the Nile Delta (Egypt) using multivariate statistical and geostatistical techniques. *Journal of African Earth Sciences*, 95, pp.123-137.
- Narany, T.S., Ramli, M.F., Aris, A.Z., Sulaiman, W.N.A. and Fakharian, K. (2015). Groundwater irrigation quality mapping using geostatistical techniques in Amol-Babol Plain, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(2), pp.961-976.
- Rajagopalan, B. and Lall, U. (1998). Locally weighted polynomial estimation of spatial precipitation. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, 2(2), pp.44-51.
- Thompson, S.A. (2017). *Hydrology for water management*. CRC Press.
- Tian, Y., Zheng, Y., Wu, B., Wu, X., Liu, J. and Zheng, C. (2015). Modeling surface water-groundwater interaction in arid and semi-arid regions with intensive agriculture. *Environmental Modelling & Software*, 63, pp.170-184.
- Wahlin, K., & Grimvall, A. (2010). Roadmap for assessing regional trends in groundwater quality. *Environmental monitoring and assessment*, 165(1-4), 217-231.

### مقاله پژوهشی

## پهنه‌بندی اثرات اقلیمی بر ابنیه اداری با تاکید بر فاکتورهای تابشی (مطالعه موردی: شهر کرمان)

علی یظهري کرمانی<sup>۱</sup>، دانشجوی دکترای معماری، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران  
فرشاد نصرالهی، استادیار گروه معماری، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران  
محمدجواد مهدوی نژاد، دانشیار گروه معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

### چکیده

پهنه بندی اقلیمی، یعنی شناسایی پهنه هایی که از آب و هوای یکسان برخوردارند. با گسترش روش های کمی، روش های سنتی پهنه بندی جای خود را به روش های نوین نظیر انواع متدهای درونیابی داده‌اند. این پژوهش به ارزیابی پهنه بندی اثرات تابشی بر فضاهای اداری شهر کرمان پرداخته و بر همین اساس از روش درون یابی کریجینگ معمولی با مدل های دایره ای، گاوسی و کروی استفاده شده و با معیارهای خطا شامل ریشه دوم مربعات خطا (RMS) و مقدار استاندارد شده آن (SRMS)، میانگین استاندارد (Ms)، میانگین (Mean) و متوسط مربعات خطا (ASE) به ارزیابی آن پرداخته شده است. روش تحقیق، توصیفی - تحلیلی بر مبنای تحلیل فضایی با استفاده از سیستم GIS می باشد. نتایج به دست آمده از نقشه های پهنه بندی اقلیمی (مبتنی بر فاکتورهای تابشی) در فضاهای اداری نشان داد که زاویه میل تابش خورشید در اعتدالین بصورت عمود در انقلابین افقی بوده است. لذا تابش خورشید در ادارات واقع در شمال شهر بیشتر و در ادارات جنوبی به واسطه وجود کوه های پیرامون کمتر می باشد. بر همین اساس تابش خورشید در جبهه های شمالی و شرقی ماکزیمم و در جبهه های غربی و جنوبی مینیمم می باشد. متناسب با ماه های میلادی و بر داشت های صورت گرفته در اعتدالین و انقلابین مشخص شد که طیف پراکنش گاوسی و زاویه میل تابش عمودی در ادارات شمال شهر بیشترین تأثیرات را داشته و نحوه قرارگیری ادارات مشخص می کند که جبهه های شمالی ادارات، تابش بیشتری جذب می کنند.

**کلمات کلیدی:** پهنه بندی اقلیمی، درون یابی، روش کریجینگ، فضاهای اداری، کرمان

## مقدمه

تفکیک مناطق متفاوت با ویژگی‌های اقلیمی همگون در مقیاس جهانی، از دیرباز مورد توجه دانشمندان و پژوهشگران زیادی بوده است. اقلیم، حاصل از ترکیب تمامی عوامل جوئی یک مکان در بلند مدت است. بنابراین با استناد به چند عنصر اقلیمی محدود چون دما، بارش، تبخیر و تابش به تنهایی قادر به بررسی و شناخت عمیق اقلیم هر مکان نخواهیم بود (منتظری، ۱۳۸۴). روش‌های طبقه بندی اقلیمی سنتی بر عوامل محدودی مانند بارش، دما و رطوبت تاکید دارند که در بسیاری از موارد ناکارآمد اند؛ زیرا در بسیاری از مناطق ممکن است عوامل مورد استفاده در طبقه بندی حاکمیت نداشته و عناصر اقلیمی دیگری بر منطقه مؤثر باشند (مسعودیان، ۱۳۸۲). آب و هوای هر ناحیه مرکب از کلیه‌ی عوامل و عناصر آب و هوایی آن ناحیه بوده و هنگام تقسیم بندی باید همه آنها در نظر گرفته شوند (زابل عباسی و همکاران، ۱۳۸۵). در این بین استفاده مناسب از نور روز، بعنوان منبع رایگان انرژی خورشیدی، یکی از همین عوامل مهم می‌باشد. توجه به کیفیت و کمیت نور روز به ویژه در مراحل اولیه طراحی به منظور خلق فضایی با مصرف انرژی کم در کنار کیفیت بالا و نیز تضمین سلامت روحی و جسمی کاربر، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. از آنجائیکه ذخیره انرژی تابشی دریافتی و استفاده از آن در دیگر ساعات روز به این سادگی مقدور نمی‌باشد، چگونگی حداکثری استفاده از نور روز می‌بایستی در همان مراحل اولیه طراحی مدنظر طراحان قرار گیرد (میری و کمپانی، ۱۳۹۳). هدف این تحقیق بررسی شرایط اقلیمی و پهنه بندی شهر کرمان مبتنی بر انرژی تابشی در ارتباط با تعیین جهت استقرار ساختمان‌ها، بالاخص ساختمان‌های اداری، برای کاستن از مشکلات مربوط به اقلیم می‌باشد؛ که در جهت نیل به این هدف از آمار و اطلاعات ایستگاه هواشناسی در یک دوره‌ی آماری سالیانه مشتمل بر تابش، دما، بارندگی، رطوبت نسبی و جریان باد به صورت پارامترهای حداکثر، حداقل و میانگین به همراه نرم افزار GIS استفاده شده است. با توجه به هدف اصلی، تحقیق در پی پاسخ به این سوال است که تاثیر تابش بر

کدام فضاهای اداری بیشتر بوده و در چه ماهی از سال این تاثیر گذاری بیش از سایر ماه‌های سال می باشد؟

طبقه بندی اقلیمی مجموعه قواعدی‌اند که بر طبق آن می توان مناطقی که وجوه آب و هوایی مشترک دارند را از هم جدا نموده و در یک گروه قرار داد (متظری، ۱۳۸۴). در دهه‌های اخیر نیز هومبولت، دمارتن، کوپن، تورنت وایت، آمبرژه و استرالر براساس چند متغیر اقلیمی، طبقه بندی اقلیمی جهان را به گونه‌های متفاوت انجام داده‌اند (Perry & White, 1989). در ایران نیز که سرزمینی بسیار متنوع است، این گوناگونی در تمام ویژگی‌های جغرافیایی آن به چشم می خورد (مسعودیان، ۱۳۸۲). در این بین عامل تابش خورشید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که برای مطالعه اثرات آن ضروری است مقدار تابش رسیده به جو و سطح زمین تعیین شود. تابندگی سطح خورشید را می توان از روی مقدار انرژی دریافت شده در قله‌ی خارجی جو زمین با استفاده از قانون عکس مجذور فاصله محاسبه نمود (Solar Maximum Mission: 1980). تحلیل میزان تابش روزانه در هر مکان نشان می دهد که میزان تابش روزانه در روزهای تر و خشک به طور معنی داری متفاوت است. تابش به طور مجزا از دما مدل سازی می شود، بنابراین ورودی‌های این مدل آمار روزانه اقلیمی شامل میزان بارندگی، دما و تابش است و خروجی‌های این مدل شامل دمای کمینه، دمای بیشینه، میانگین دمای ماهانه و سالانه، مقادیر بارش و تابش می باشند (Mikhail, et al., 2002).

با توجه به اینکه افراد، مدت قابل توجهی از شبانه روز را در فضاهای سرپوشیده منجمله اماکن مسکونی و دفاتر کاری سپری می نمایند، لذا در طراحی این اماکن می بایستی که علاوه بر رفع نیازهای عملکردی و زیبایی شناسانه، تاثیرات آن بر سلامت روحی و جسمی ساکنین و بازدهی کاربرین و کارکنان نیز مد نظر قرار گیرد (Miri and Kompani, 2012). در فضایی که نور طبیعی منبع اصلی روشنایی است، با توجه به نوع کاربری، میزان معینی از روشنایی مورد نیاز می باشد (Reinhart & Weissman, 2012). لازم به ذکر است دید به بیرون که معمولاً به همراه طراحی نور روز مطرح

می‌شود نیز در افزایش شادابی و سلامت روانی و جسمی ساکنین از اهمیت بسزایی برخوردار است (Veitch & Galasiu, 2012). از آنجائی که در یک فضای اداری کارهایی مانند خواندن و نوشتن، بر روی کاغذ و یا از طریق کامپیوتر انجام می‌گیرد، و ساکنین چنین فضاهایی عموماً امکان تغییر جا و یا جهت دید برایشان مقدور نیست، هنگام طراحی چنین فضاهایی می‌بایست به ایجاد جهت گیری مناسب و اطمینان از دسترسی به روشنایی کافی برای انجام امور توجه کامل مبذول داشت (Tregenza & Wilson, 2011). در این رابطه جودیت هرواگن و دین هرواگن با انجام بررسی‌های متعدد بر روی کارکنان یک مجموعه اداری متوجه شدند که اکثر کارکنان وابستگی‌های شدیدی به لحاظ روحی و روانی به نور طبیعی دارند؛ بطوریکه نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که نور طبیعی روز باعث ایجاد حس خوشایندی، سلامت بصری و افزایش حس تعلق خاطر افراد نسبت به فضای کاری می‌شود (Heerwagen & Heerwagen, 1986). بر طبق مطالعات امیل سولمان و جان فینگان نیز عنصر پنجره و نور روز نقش بسزایی در ایجاد انگیزه در محیط کاری دارد. بر طبق مطالعات ایشان، کارکنان در یک محیط بدون پنجره، نسبت به کارمندانی که در محیط کارشان بطور مستقیم با پنجره در ارتباطند، از راندمان کاری پایین‌تری برخوردارند و نگرش و حس رضایت‌مندی از شغل برای کارمندانی که در محیط بسته و بدون پنجره مشغول به فعالیت‌اند نسبت به آنهایی که در اتاق‌های دارای پنجره کار می‌کنند به مراتب پایین‌تر است (Solomon, Finnegan & 1981).

مطالعات بسیاری در زمینه طبقه بندی اقلیم صورت گرفته است. به طور مثال اسماعیل نژاد و همکاران (۱۳۹۰)، در پژوهشی از روش‌های نوین آماری و GIS برای پهنه بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان با نرم افزارهای مختلف آماری استفاده نموده‌اند و با استفاده از روش خوشه بندی، اقلیم استان را به ۵ ناحیه تقسیم نمودند. خسروی و آرمش (۱۳۹۱)، نیز پهنه بندی اقلیمی استان مرکزی را با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای انجام داده و ۷ پهنه اقلیمی متفاوت را شناسایی کردند. خلیلی

(۱۳۸۳)، برای پهنه بندی استان های آذربایجان شرقی و غربی و اردبیل الگوی ارتفاعی زمین را به ابعاد  $500 \times 500$  متر و پارامترهای ماهانه دمای هوا و بارندگی را در شبکه‌ای مرکب از هفتاد و سه ایستگاه در یک دوره سی ساله انجام داده است و به این نتیجه رسیده که اقلیم‌های خشک و فراخشک در محدوده‌ی مطالعاتی مورد نظر وجود نداشته و بخش اعظم اقلیم‌های مرطوب آذربایجان، ارتفاعی (نواحی سرد) می‌باشد. گرامی مطلق (۱۳۸۵)، در پهنه بندی اقلیمی استان بوشهر سی متغیر اقلیمی را با روش‌های سنتی و تکنیک‌های آماری تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای مورد بررسی قرار داده و نشان داد که چهار عامل در ایجاد شرایط اقلیمی سالانه ی منطقه نقش اساسی دارند.

آنیادیک (۱۹۸۷)، اقلیم غرب آفریقا را با استفاده از ۱۷ متغیر اقلیمی و ۱۰۹ ایستگاه هواشناسی در دوره‌ی آماری ۱۹۷۱-۱۹۳۱ پهنه بندی کرد. وایت و پری (۱۹۸۹)، نیز پهنه بندی اقلیم نواحی انگلستان و ولز را بر اساس داده‌های آگروکلیمیایی انجام داده و منطقه مورد مطالعه به ۱۰ اقلیم متمایز تقسیم گردید. در پژوهش دیگری مقایسه بین روش طبقه بندی کوپن - کایگر و روش طبقه بندی آب و هوایی درخت رگرسیون چند متغیره (MRT) در آب و هوای همگن انجام شد. بررسی‌ها نشان داد اگر چه روش کوپن - کایگر در ترسیم دما و بارش، در اصل برای طبقه بندی آب و هوا طراحی نشده و دسته‌بندی‌های ایجاد شده بر اساس گروه‌های گیاهی هستند، اما عملکرد خوبی خصوصا برای دما داشته، ولی روش الگوریتم (MRT) به علت اندازه‌گیری‌های بارش و حساسیت به تغییرات فضایی بارش دقیق تر، مناسب‌تر و کاربردی‌تر است (Canon, 2011). طبقه‌بندی آب و هوایی جهان که بر اساس طبقه بندی کوپن - کایگر انجام شد در نهایت اقلیم جهان را به ۵ منطقه آب و هوایی تقسیم نمود و در این روش برای اقلیم‌ها مرزهای جداگانه در نظر گرفته شد، اما باز هم روش‌های چند متغیره نتایج بهتری حاصل می‌نمود (Peel, et al., 2006).

### مواد و روش‌ها

**محدوده:** شهر کرمان به عنوان مرکز استان کرمان در ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۱۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است و ۱۷۵۷ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و در حال حاضر جمعیتی بالغ بر ۵۳۹ هزار نفر دارد و دارای ۴ منطقه شهری، ۱۳ ناحیه و ۴۹ محله می باشد. در سطح شهر کرمان، کاربری‌های اداری ۲۱۳۹۵۸.۴۱۰۶۵۴ مجموع مساحت را در بر می‌گیرند.

**روش:** تحقیق حاضر بر مبنای تحلیل آماری، از نوع توصیفی - تحلیلی و با استفاده از دیتاهای اقلیمی تابش در فضاهای اداری کرمان می‌باشد. جمع آوری دیتاها با استفاده از دستگاه دیتالاگر در جهات مختلف ساختمان‌های اداری در انقلابین و اعتدالین (ژانویه و آوریل - جولای و سپتامبر) تهیه شده و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS مورد بررسی قرار گرفته و برای تجزیه و تحلیل دیتاهای موجود از روش درونیابی Kriging در داخل محیط GIS استفاده شده است.

**تهیه نقشه پهنه بندی اقلیمی:** در شناخت عوامل مؤثر و در نتیجه، تاثیر گذاری برپهنه بندی ابنیه، ضروری می‌باشد. اولین گام در تهیه نقشه‌ی پهنه بندی اقلیمی در منطقه‌ی مطالعاتی، تهیه‌ی دیتاهای اقلیمی و سپس تهیه‌ی نقشه‌ی عوامل مؤثر بر اقلیم فضاهای اداری می‌باشد. به این منظور با استفاده از دیتاهای سازمان هواشناسی، پدیده تابشی در فضاهای اداری در سطح شهر کرمان بررسی شده و از آنجا که بسیاری از تاثیرات به دلیل ابعاد کم یا ظاهری مشابه با دامنه‌های مجاور، در عکس‌های هوایی قابل تشخیص نیستند، لذا برای تکمیل اطلاعات، محدوده قابل دسترس مورد بازدید میدانی قرار گرفته و با استفاده از دستگاه‌ها نورسنجی، دیتاها در جهات مختلف ابنیه استخراج و در قالب روش درونیابی Kriging و سیستم Arc GIS ۱۰.۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**فاکتورهای مؤثر در پهنه بندی تابشی:** در این تحقیق برای پهنه بندی اثرات تابشی در فضاهای اداری عوامل تاثیرگذار شامل مقادیر کمینه تابش خورشید و مقادیر بیشینه



تابش خورشید در ماه های ژانویه و آوریل - جولای و سپتامبر مورد بررسی قرارگرفت. نقشه‌ها با استفاده از سیستم ARC GIS تهیه و برای پهنه بندی در روش درون یابی Kriging استفاده شده است.

جدول ۱- فاکتورهای موثر در پهنه بندی تابشی در فضاهای اداری شهر کرمان

زمان	ارتفاع	ظهر خورشیدی	طلوع	زاویه میل (درجه)	معادله زمان(دقیقه)
محلی	۶:۱۱PM	۱۲:۵۳:۵۵	۷:۳۷AM	-۱۹:۵۱	-۱۱:۷۱
گرینویچ	۱۳:۴۱	۸:۲۳:۵۵	۳:۰۷		

#### تهیه نقشه پهنه بندی اقلیمی

روش درونیابی Kriging: کریجینگ معمولی از جمله برآوردکننده‌های زمین آماری است که برای برآورد عملکرد توزیع فضایی کاربری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی فرایند برآورد زمین آماری شامل دو مرحله تحلیل واریوگرام و مرحله استفاده از برآورد کریجینگ برای برآورد متغیر مورد نظر در نقاط فاقد اندازه‌گیری می‌باشد. تحلیل واریوگرام، یکی از روش‌های توصیف تغییرات مکانی یک متغیر ناحیه‌ای به شمار می‌آید. محاسبه و تفسیر منحنی واریوگرام (نیم تغییر نما) از مهم‌ترین عملیات زمین آمار می‌باشد که از طریق معادله زیر به دست می‌آید.

$$y(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

$\gamma(h)$ : مقدار واریوگرام برای جفت نقاطی که به فاصله  $h$  از هم قرار دارند؛

$N(h)$ : تعداد زوج نقاطی که در یک امتداد معین، و در فاصله‌ای به اندازه  $h$  از هم قرار

دارند؛

$Z(x_i)$ : مقدار مشاهده شده متغیر  $Z$  در موقعیت  $x_i$

$Z(x_i+h)$ : مقدار مشاهده شده متغیر  $Z$  در موقعیت  $x_i+h$

مهمترین کاربرد واریوگرام استفاده از اطلاعات آن در الگوریتم‌های برآورد زمین آماری است. اما قبل از کاربرد آنها در برآورد، لازم است مناسب‌ترین مدل تئوری شامل مدل‌های کروی، گوسی یا نمایی را بر آنها برازش داد. برای برآورد متغیر مورد نظر در نقطه فاقد آمار، از یکی از برآوردکننده‌های زمین آماری تحت عنوان کریجینگ معمولی استفاده می‌شود. بنابراین معادله زیر، برآوردکننده کریجینگ معمولی را به صورت یک جمع خطی وزن دار نشان می‌دهد که هدف یافتن وزن‌های آماری نمونه‌ها است به طوری که علاوه بر نا اریب بودن برآورد، واریانس برآورد نیز حداقل گردد.

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^m \lambda_i z - z(x_i)$$

در این رابطه  $Z(x_0)$  برآورد آماری از متغیر مورد نظر و  $\lambda_i$  وزن آماری اختصاص داده شده به نمونه  $i$  است.  $m$  تعداد نمونه‌های قرار گرفته در همسایگی نقطه مورد نظر می‌باشد. دستگاه معادلاتی زیر که با حل آنها، ضریب‌های وزنی  $\lambda$  معلوم می‌شوند عبارتند از:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \gamma(x_i, x_j) + \mu = \gamma(x_i, x_0)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

که  $\gamma(x_i, x_j)$  بیانگر واریوگرام مربوط به نمونه‌ها و  $\gamma(x_i, x_0)$  واریوگرام مربوط به نقطه مورد برآورد و نمونه‌های واقع در همسایگی آن نقطه و  $\mu$  ضریب لاگرانژ است.

اولین گام در استفاده از روش‌های زمین آماری بررسی وجود ساختار مکانی در بین داده‌ها توسط آنالیز واریوگرام می‌باشد. شرط استفاده از این آنالیز نرمال بودن داده هاست. بر این اساس به علت عدم تبعیت داده‌های برخی متغیرهای اندازه گیری شده از توزیع فراوانی نرمال داده‌ها با تبدیل لگاریتمی نرمال شده‌اند و سپس الگوی توزیع فضایی و درجه پیوستگی مکانی متغیرها با استفاده از نیم تغییرنا ارزیابی شدند. پس از رسم واریوگرام و برازش مدل مناسب، عملیات میان یابی به وسیله روش کریجینگ

معمولی انجام شده‌است. مقایسه مقادیر واقعی برآورد شده از طریق محاسبه ملاک‌های پراکندگی شامل میانگین خطا<sup>۱</sup> (ME)، میانگین قدر مطلق خطا<sup>۲</sup> (MAE)، جذر میانگین مربعات خطا<sup>۳</sup> (RMSE) و همبستگی بین آن‌ها (R) صورت گرفت. ME از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\hat{z}(x_i) - z(x_i)]$$

که در آن مقدار مشاهده شده در نقطه  $i$  ام  $Z(x_i)$  مقدار برآورد شده در نقطه  $i$  ام و  $n$  تعداد نمونه‌ها می‌باشد. میانگین خطای مطلق (MAE)، بیانگر خطای برآورد است که از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [|\hat{z}(x_i) - z(x_i)|]$$

جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) بیان‌کننده توانائی مدل در برآورد متغیر وابسته است. مقدار RMSE از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\hat{z}(x_i) - z(x_i)]^2}$$

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از مدل درون‌یابی **Kriging**: نخستین گام منطقی در بررسی رابطه میان دو متغیر، ترسیم داده‌ها به صورت نقطه‌ای در یک دستگاه مختصات متعامد است. نمودار حاصل از این دستگاه به نمودار پراکنش نگار معروف است. کشف رابطه بین متغیرها و چگونگی تأثیرپذیری از یکدیگر یکی از اهداف این مدل است. به طوریکه متغیر بودن این عوامل باعث تغییر عامل وابسته می‌شود. با اطلاع از رابطه بین متغیر وابسته و متغیر مستقل، می‌توان از این رابطه و مدل به منظور استنباط در مورد چگونگی تأثیرگذاری متغیرهای مستقل و مقایسه عملکرد این متغیرها روی متغیر وابسته و

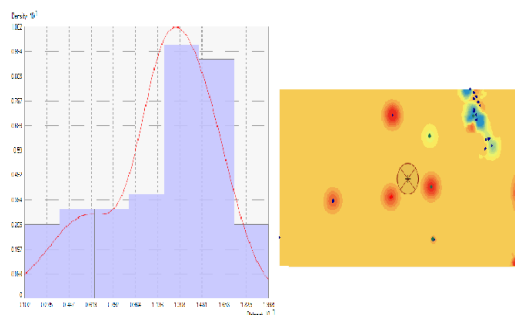
<sup>1</sup> Mean Error

<sup>2</sup> Mean Absolute Error

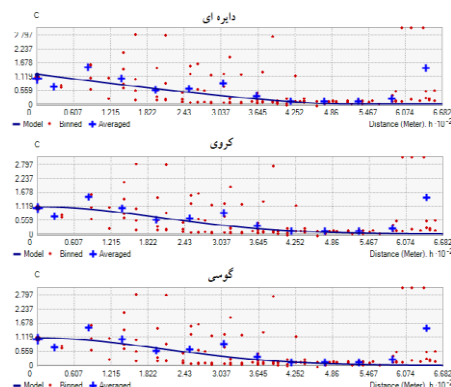
<sup>3</sup> Root Mean Square Error

همچنین پیش بینی متغیر وابسته با معلوم بودن مقادیر متغیرهای مستقل استفاده کرد (شکل‌های ۱، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۲). سپس یک مدل مناسب با توجه به معیارهای ارزیابی خطا (جداول ۲، ۳، ۴، ۵) از بین مدل‌های ساختار فضایی دایره‌ای، کروی، نمایی و گاوسی انتخاب شده است.

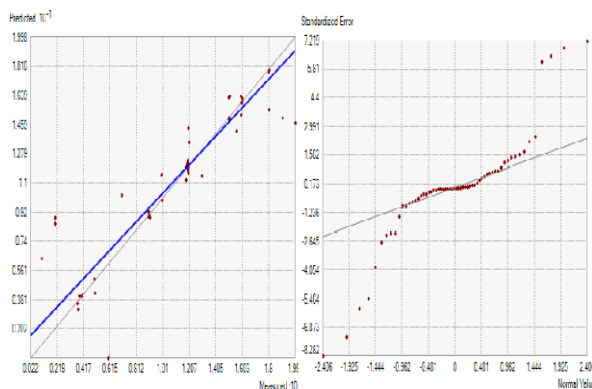
**کمینه انرژی تابشی در انقلابین:** مطابق شکل زیر، شدت تابش خورشید بر مبنای کمترین مقادیر در ماه آوریل و بر حسب نحوه استقرار ادارات و زاویه میل تابش در ادارات بخش شمالی شهر در جبهه‌های شمالی و در ادارات واقع در جنوب شهر در جبهه‌های شرقی آنها بیشتر می‌باشد.



شکل ۱- گراف پراکنش کمینه انرژی تابشی بر ادارات منتخب در ماه آوریل

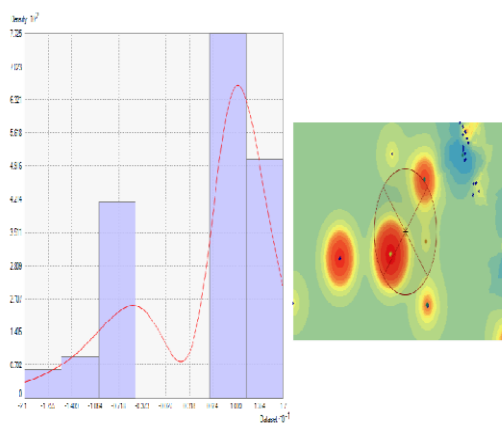


شکل ۲- نیم پراش نگار (دایره ای، کروی، گاوسی) کمینه انرژی تابشی ادارات در مدل کریجینگ معمولی آوریل

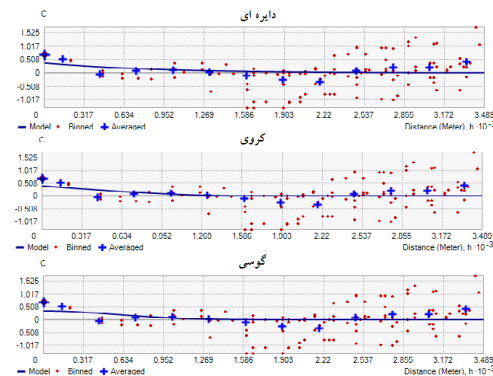


شکل ۳- برآزش خط رگرسیون برای مقادیر کمینه واقعی و برآورده شده مکان‌های اداری ماه آوریل

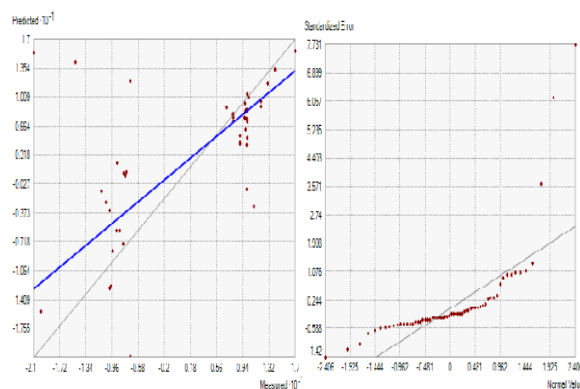
مطابق شکل زیر، شدت تابش خورشید بر مبنای کمترین مقادیر در ماه ژانویه نیز بر حسب نحوه استقرار ادارات و زاویه میل تابش خورشید در ادارات بخش شمالی شهر در جبهه‌های شمالی و غربی و در ادارات بخش مرکزی شهر در جبهه‌های جنوبی بیشتر می‌باشد.



شکل ۴- گراف پراکنش کمینه انرژی تابشی بر ادارات منتخب در ماه ژانویه



شکل ۵ - نیم پراش نگار (دایره‌ای، کروی، گاوسی) کمینه انرژی تابشی ادارات در مدل کریجینگ معمولی ژانویه



شکل ۶ - برازش خط رگرسیون برای مقادیر کمینه واقعی و برآورده شده مکان‌های ادارای ماه ژانویه

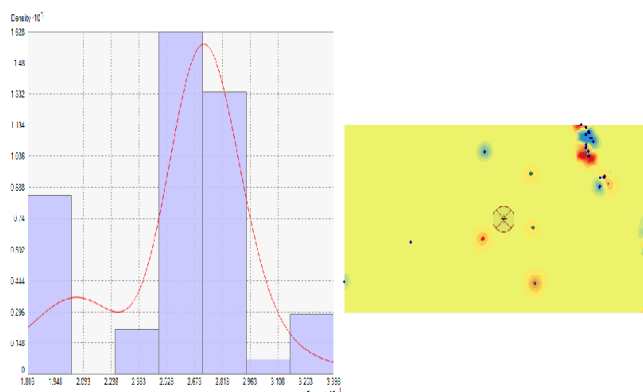
نتایج کمی روش‌های متفاوت درون‌یابی برای متغیرهای اداری کمینه تابش در انقلابین در جدول ۲ داده شده است. در بین انواع گوناگون برآورد گردهای کریجینگ، از کریجینگ معمولی که رایج‌تر هست با نیم پراش نگارهای دایره‌ای، کروی، گاوسی استفاده شده است. نتایج این برازش‌ها با آماره‌های تشخیصی شامل ریشه دوم مربعات خطا (RMS) و مقدار استاندارد شده آن (SRMS)، میانگین استاندارد (Ms)، میانگین (Mean) و متوسط مربعات خطا (ASE) ارزیابی شده است. نتایج صحت سنجی،

آشکار ساخت که روش درون یابی کریجینگ معمولی با مدل نیم پراش نگارگوسی (دارای آستانه) به بهترین شکل الگوی توزیع فضایی کاربری اداری را در شهر کرمان تبیین می کند.

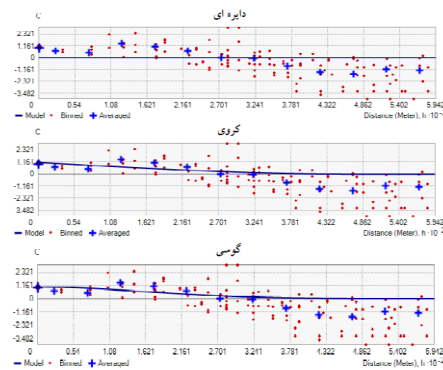
جدول ۲- نتایج ارزیابی روش برآوردگر کریجینگ معمولی با نیم پراش نگارهای متفاوت برای کمینه تابش در انقلابین

معادله خط رگرسیون	RMS	SRMS	ASE	Ms	Mean	نیم پراش نگار
$Y=11253X+124536$	۱۶۴۵ / ۵۴	۳ / ۱۵۸۷۲۵	۳۲۴ / ۶۵۸	-۰ / ۰۴۲۵	۲۵ / ۶۱۴۸	دایره ای
$Y=245671X+354215$	۱۷۵۲ / ۱۲۵	۳ / ۱۲۵۶۳۲	۳۲۴ / ۷۵۲	-۰ / ۰۴۳۶	۲۵ / ۸۹۵۴	کروی
$Y=214525 X+125324$	۱۵۳۶ / ۴۵۲	۲ / ۰۲۴۱۵۶	۲۴۴ / ۸۹۸	-۰ / ۰۳۴۱	۱۸ / ۴۵۲۶	گوسی

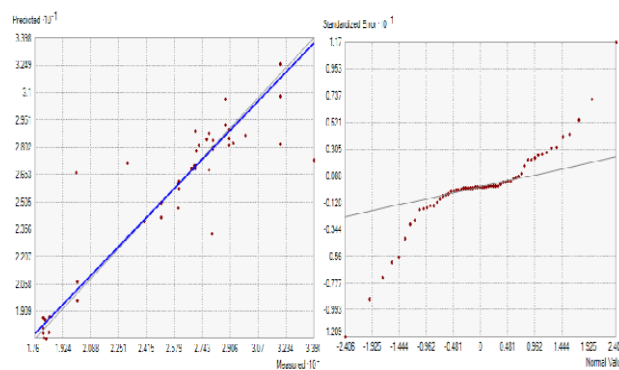
بیشینه انرژی تابشی در انقلابین: در ادامه نتایج واریوگرام تحقیق، مطابق شکل زیر، شدت تابش خورشید بر مبنای بیشینه انرژی تابشی در ماه آوریل نیز بر حسب نحوه استقرار ادارات و زاویه میل تابش خورشید در ادارات واقع در بخش شرقی شهر در جبهه های شرقی و جنوبی و در ادارات شمالی شهر در جبهه های جنوبی ادارات بیشتر می باشد.



شکل ۷- گراف پراکنش بیشینه انرژی تابشی بر ادارات منتخب در ماه آوریل



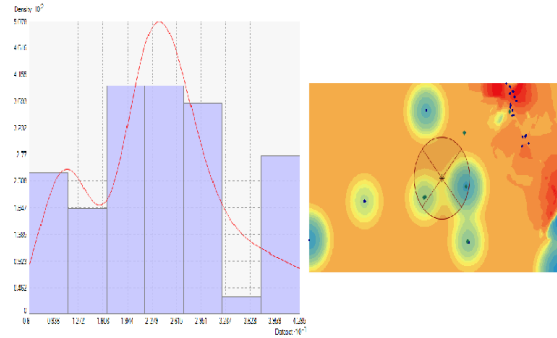
شکل ۸ - نیم پراش نگار (دایره‌ای، کروی، گاوسی) بیشینه انرژی تابشی ادارات در مدل کریجینگ معمولی آوریل



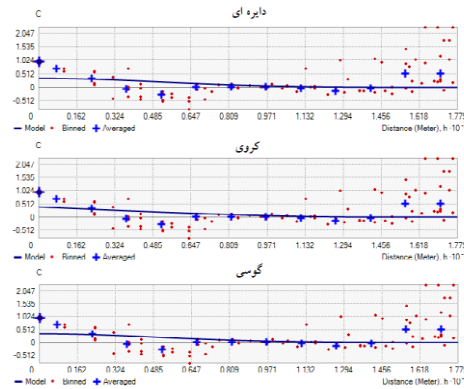
شکل ۹ - برازش خط رگرسیون برای مقادیر بیشینه واقعی و برآورده شده مکان‌های ادارای ماه آوریل

براساس یافته‌های به دست آمده در تحقیق، شدت تابش خورشید بر مبنای بیشینه انرژی تابشی در ماه ژانویه نیز بر حسب نحوه استقرار ادارات و زاویه میل تابش خورشید در ادارات واقع در بخش جنوبی شهر در جبهه‌های شمالی و جنوبی بیشتر می‌باشد.

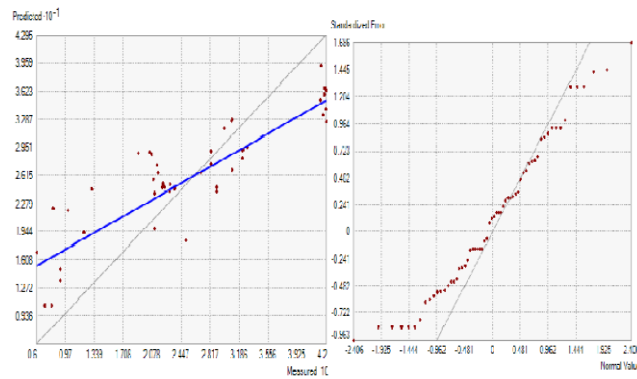




شکل ۱۰- گراف پراکنش بیشینه انرژی تابشی بر ادارات منتخب در ماه ژانویه



شکل ۱۱- نیم پراش نگار (دایره‌ای، کروی، گاوسی) بیشینه انرژی تابشی ادارات در مدل کریجینگ معمولی ژانویه



شکل ۱۲- برازش خط رگرسیون برای مقادیر بیشینه واقعی و برآورده شده مکان‌های اداری ماه ژانویه

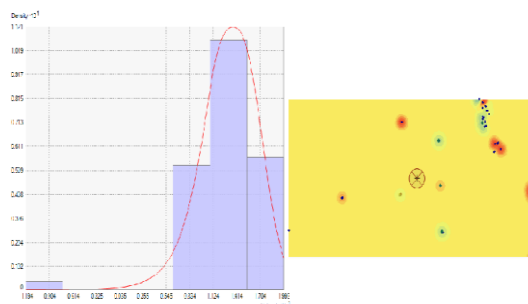
نتایج کمی روش‌های متفاوت درون‌یابی برای متغیرهای اداری بیشینه تابش در انقلابین در جدول ۳ داده شده است. در بین انواع گوناگون برآورد گردهای کریجینگ از کریجینگ معمولی که رایجتر هست با نیم پراش نگارهای دایره‌ای، کروی، گاوسی استفاده شده است. نتایج این برازش‌ها با آماره‌های تشخیصی شامل ریشه دوم مربعات خطا (RMS) و مقدار استاندارد شده آن (SRMS)، میانگین استاندارد (Ms)، میانگین (Mean) و متوسط مربعات خطا (ASE) ارزیابی شده است. نتایج صحت‌سنجی، آشکار ساخت که روش درون‌یابی کریجینگ معمولی با مدل نیم پراش نگار گاوسی (دارای آستانه) به بهترین شکل الگوی توزیع فضایی کاربری اداری را در شهر کرمان تبیین می‌کند.

جدول ۳- نتایج ارزیابی روش برآوردگر کریجینگ معمولی با نیم پراش نگارهای متفاوت

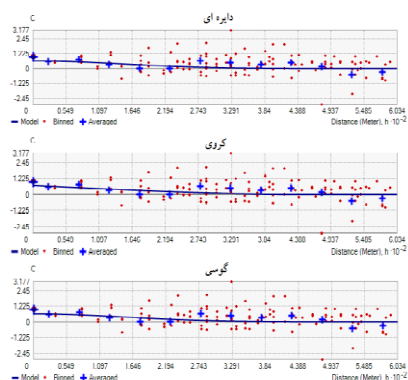
#### برای درون‌یابی بیشینه انقلابین

معادله خط رگرسیون	RMS	SRMS	ASE	Ms	Mean	نیم پراش نگار
$Y=31142x + 32514$	۵۴۲ / ۶۶۷	۱ / ۳۴۵۶	۳۴۵ / ۳۵۷	-۰ / ۰۰۴۵۲	۳ / ۱۰۲۴	دایره‌ای
$Y=45263x + 214562$	۵۴۷ / ۷۸۵	۲ / ۴۵۸۷	۴۷۵ / ۵۷۸	۰ / ۰۰۷۸۵۲	۱ / ۳۴۵۷	کروی
$Y=35478x + 324512$	۵۶۹ / ۵۶۷	۱ / ۲۱۴۵	۵۶۴ / ۶۸۷	-۰ / ۰۰۳۶۵۴	۳ / ۶۸۷۵	گاوسی

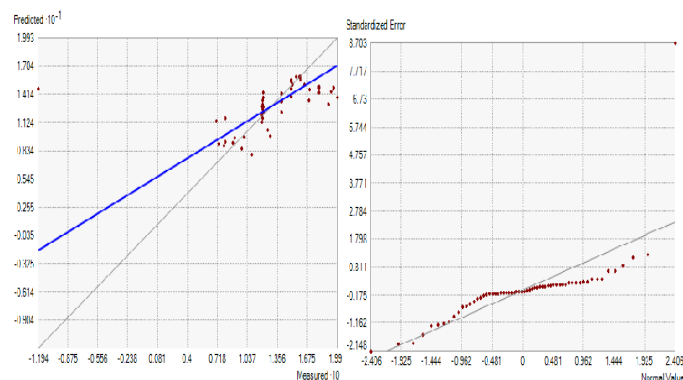
**کمینه انرژی تابشی در اعتدالین:** براساس یافته‌های به دست آمده تابش کمینه در اعتدالین، شدت تابش خورشید بر مبنای کمینه انرژی تابشی در ماه سپتامبر بر حسب نحوه استقرار ادارت و زاویه میل تابش خورشید در ادارات بخش جنوبی و شرقی شهر در جبهه‌های جنوبی و غربی بیشتر می‌باشد.



شکل ۱۳- گراف پراکنش کمینه انرژی تابشی بر ادارات منتخب در ماه سپتامبر

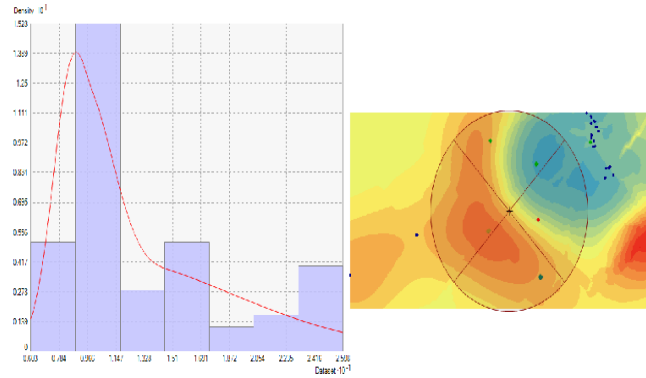


شکل ۱۴- نیم پراش نگار (دایره‌ای، کروی، گاوسی) کمینه انرژی تابشی ادارات در مدل کریجینگ معمولی سپتامبر

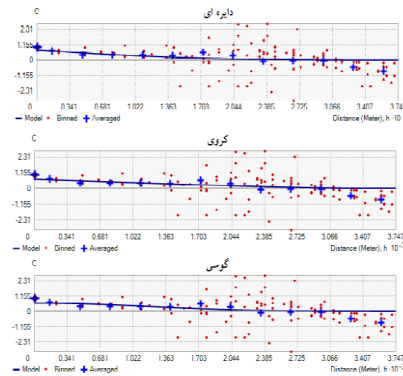


شکل ۱۵- برازش خط رگرسیون برای مقادیر کمینه واقعی و برآورده شده مکان‌های اداری ماه سپتامبر

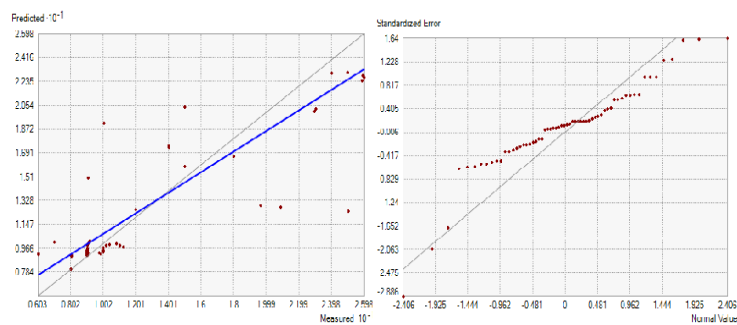
بر اساس یافته‌های بدست آمده تابش کمینه دراعتدالین، شدت تابش خورشید برمبنای کمینه انرژی تابشی در ماه جولای، مطابق شکل زیر، در ادارات واقع در بخش جنوبی و شمالی شهر با مقادیر ضعیف‌تر و در جبهه‌های شمالی ادارات بر حسب نحوه استقرار ادارات و زاویه میل تابش خورشید بیشتر می‌باشد.



شکل ۱۶- گراف پراکنش کمینه انرژی تابشی بر ادارات منتخب در ماه جولای



شکل ۱۷- نیم پراش نگار (دایره‌ای، کروی، گوسی) کمینه انرژی تابشی ادارات در مدل کریجینگ معمولی جولای



شکل ۱۸- برازش خط رگرسیون برای مقادیر کمینه واقعی و برآورده شده مکان‌های ادارای ماه جولای

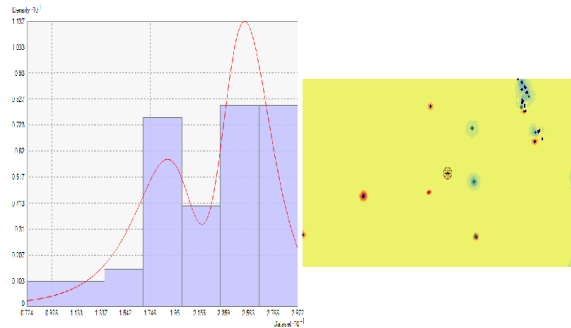
نتایج کمی روش‌های متفاوت درون یابی برای متغیرهای اداری کمینه اعتدالین در جدول ۴ داده شده‌است. در بین انواع گوناگون برآوردگردهای کریجینگ از کریجینگ معمولی که رایجتر هست با نیم پراش نگارهای دایره‌ای، کروی، گاوسی استفاده شده است. نتایج این برازش‌ها با آماره‌های تشخیصی شامل ریشه دوم مربعات خطا (RMS) و مقدار استاندارد شده آن (SRMS)، میانگین استاندارد (Ms)، میانگین (Mean) و متوسط مربعات خطا (ASE) ارزیابی شده‌است. نتایج صحت سنجی، آشکار ساخت که روش درون یابی کریجینگ معمولی با مدل نیم پراش نگار گاوسی (دارای آستانه) به بهترین شکل الگوی توزیع فضایی کاربری اداری را در شهر کرمان تبیین می‌کند.

جدول ۴- نتایج روش برآوردگر کریجینگ معمولی با نیم پراش نگارهای متفاوت برای

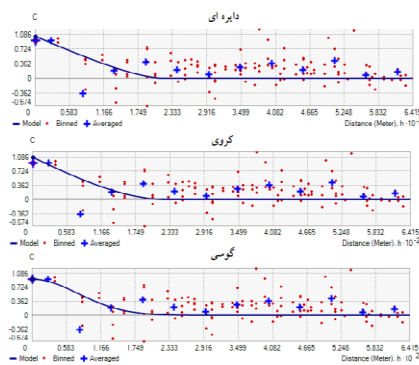
#### درون یابی کمینه اعتدالین

معادله خط رگرسیون	RMS	SRMS	ASE	Ms	Mean	نیم پراش نگار
$Y=0.02356x + 0.52635$	652/5819	2/2547	574/4785	0/02415	14/1452	دایره ای
$Y=3.45785x + 3.44785$	475/3574	2/2658	456/9852	1/03587	19/2458	کروی
$Y=6.98526x + 2.45896$	658/4528	3/2478	357/4523	1/04512	21/7569	گاوسی

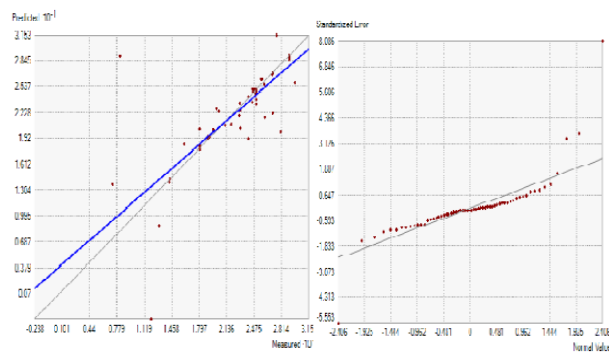
بیشینه انرژی تابشی در اعتدالین: براساس یافته‌های به دست آمده تابش بیشینه در اعتدالین، شدت تابش خورشید بر مبنای بیشینه انرژی تابشی در ماه سپتامبر، همانطور که در شکل زیر نیز مشاهده می‌شود، بر حسب نحوه استقرار بنا و زاویه میل تابش خورشید، در ادارات واقع در بخش شمالی و شرقی شهر در جبهه‌های شمالی و غربی بیشتر می‌باشد.



شکل ۱۹ - گراف پراکنش بیشینه انرژی تابشی بر ادارات منتخب در ماه سپتامبر

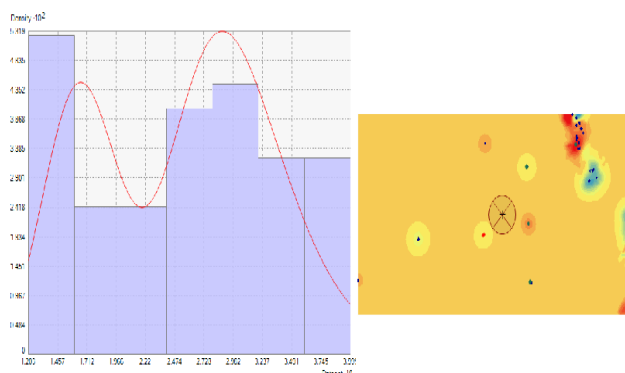


شکل ۲۰ - نیم پراش نگار (دایره‌ای، کروی، گاوسی) بیشینه انرژی تابشی ادارات در مدل کریجینگ معمولی سپتامبر

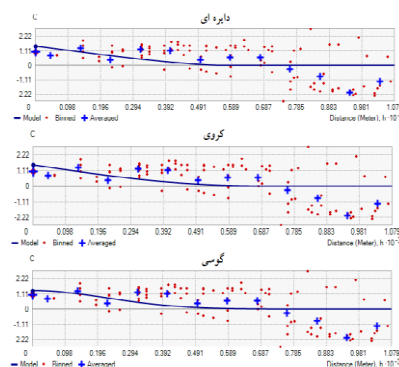


شکل ۲۱ - برازش خط رگرسیون برای مقادیر بیشینه واقعی و برآورده شده مکان‌های ادارای ماه سپتامبر

براساس یافته‌های بدست آمده تابش بیشینه در اعتدالین، شدت تابش خورشید بر مبنای بیشینه انرژی تابشی در ماه جولای، همانطور که در شکل زیر نیز مشاهده می‌شود، در ادارات واقع در بخش غربی و شرقی شهر در جبهه‌های شمالی و جنوبی ادارات بر حسب نحوه استقرار بنا و زاویه میل تابش خورشید بیشتر می‌باشد.

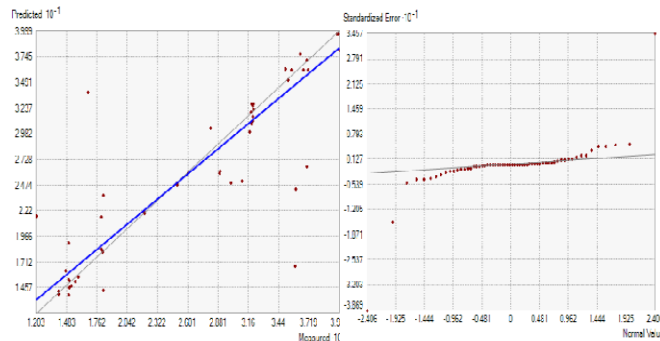


شکل ۲۲ - گراف پراکنش بیشینه انرژی تابشی بر ادارات منتخب در ماه جولای



شکل ۲۳- نیم پراش نگار (دایره‌ای، کروی، گاوسی) بیشینه انرژی تابشی ادارات در مدل

کریجینگ معمولی جولای



شکل ۲۴ - برازش خط رگرسیون برای مقادیر بیشینه واقعی و برآورده شده مکان‌های اداری ماه جولای

نتایج کمی روش‌های متفاوت درون یابی برای متغیرهای بیشینه اعتدالین در جدول ۵ داده شده است. در بین انواع گوناگون برآوردهای کریجینگ از کریجینگ معمولی که رایج‌تر هست بنام پراش نگارهای دایره‌ای، کروی، گاوسی استفاده شده است. نتایج این برازش‌ها با آماره‌های تشخیصی شامل ریشه دوم مربعات خطا (RMS) و مقدار استاندارد شده آن (SRMS)، میانگین استاندارد (Ms)، میانگین (Mean) و متوسط مربعات خطا (ASE) ارزیابی شده است. نتایج، آشکار ساخت که روش درون‌یابی کریجینگ معمولی بامدل نیم پراش نگار گاوسی (اداری آستانه) به بهترین شکل الگوی توزیع فضایی کاربری اداری را در کرمان تبیین می‌کند.

جدول ۵- نتایج روش برآوردگر کریجینگ معمولی با نیم پراش نگارهای متفاوت برای

درون یابی بیشینه اعتدالین

معادله خط رگرسیون	RMS	SRMS	ASE	Ms	Mean	نیم پراش نگار
$Y=24785x + 32452$	047/7854	2/0412	452/452	0/0047	4/1478	دایره ای
$Y=04235x + 24785$	062/2415	1/4526	254/368	0/0048	2/2589	کروی
$Y=45698x + 35421$	026/3547	3/6745	478/752	1/0045	4/5687	گاوسی



نتایج این مقایسات، به نرم افزار Arc GIS وارد شد. نتایج به دست آمده نشان داد که مقایسه عوامل به درستی صورت گرفته است و با محاسبه کردن وزن هر یک از عوامل به وسیله این نرم افزار، عوامل اولویت بندی شدند.

### نتیجه‌گیری

مجموعه روش‌هایی که برای پی‌ریزی کردن نمایش تصویری داده‌های فضایی، مشاهده اندازه، وابستگی فضایی یا ناهمگونی فضایی به کار می‌رود، با عنوان تحلیل اکتشافی داده‌های فضایی شناخته می‌شود. این تحلیل مجموعه‌ای از روش‌هایی است که توزیع‌های فضایی را توصیف می‌کند و نمایش می‌دهد و همچنین مکان‌ها، الگوهای فضایی، پیوند فضایی و تجمع را که دارای صورت‌های متفاوت ناهمگونی فضایی هستند، بررسی می‌کند. این تحقیق با هدف بررسی شرایط اقلیمی و پهنه‌بندی شهر کرمان در رابطه با تعیین جهت استقرار ساختمان‌ها در طراحی بالاصح ساختمان‌های اداری با تأکید بر انرژی تابشی، تلاشی برای کاستن مشکلات مربوط به اقلیم مرتبط است؛ که در جهت نیل به این هدف از آمار و اطلاعات ایستگاه هواشناسی در یک دوره‌ی آماری سالیانه مشتمل بر تابش، دما، بارندگی، رطوبت نسبی و ... به صورت پارامترهای حداکثر، حداقل و میانگین به همراه نرم افزار GIS استفاده شده‌است. استان کرمان علی‌رغم این که در سیستم‌های بزرگ اقلیمی به طور یکپارچه تحت تأثیر شرایط سینوپتیکی واحد قرار می‌گیرد، اما به خاطر گوناگونی عوامل محلی اقلیمی و مخصوصاً تنوع توپوگرافی در پهنه‌ی گسترده‌ی استان، باعث شده که از خرده اقلیم‌ها و نواحی اقلیمی متفاوتی برخوردار باشد. بدین منظور با استفاده از روش‌های نوین آماری مانند درون‌یابی‌های IDW و Kriging، که نتایج قابل اطمینان‌تری نسبت به روش‌های سنتی دارند، پراکندگی عناصر اقلیمی در پهنه استان مورد ارزیابی قرار گرفت که در آن سعی شده است با بررسی جهت‌گیری‌های مختلف و سطح دریافت تابش متفاوت فضاهای اداری نمونه در شهر کرمان، محاسبات لازم به منظور تعیین پهنه‌بندی تابشی در

شهرکرمان و جهت‌گیری بهینه بررسی و ارائه شود که مراحل انجام کار را قدم به قدم به منظور ایجاد بنایی با روشنایی طبیعی مفید و مطلوب، هموار می‌سازد و امید است که به کمک آن بتوان در مراحل اولیه پروسه طراحی به طراحان و مهندسان در تعیین شکل و جهت استقرار بنا یاری رسانید. نتایج صحت سنجی، آشکار ساخت که نتایج تحقیق به دست آمده از نقشه‌های نهایی تولید شده برای پهنه‌بندی اقلیمی (فاکتورهای تابشی) در فضاهای اداری نشان داد که زاویه میل تابش خورشید در اعتدالین بصورت عمود بوده و در انقلابین افقی، لذا تابش خورشید در اداراتی که در شمال شهر بوده بیشتر و در ادارات بخش جنوبی به واسطه وجود کوه‌های جنوب شهر کمتر می‌باشد. بر همین اساس تابش خورشید در جبهه‌های شمالی و شرقی ماکزیمم در جبهه‌های غربی و جنوبی مینیمم می‌باشد.

#### منابع

- اسماعیلی، رضا، منتظری، مجید، اسمعیل نژاد، مرتضی، صابر حقیقت، اکرم، (۱۳۹۰). پهنه بندی اقلیمی خراسان رضوی با استفاده از روشهای آماری چند متغیره، پژوهش های اقلیم شناسی، دوره ۲، شماره ۷-۸، صص ۴۳-۵۶.
- خسروی، محمود، آرمش، محسن، (۱۳۹۱). پهنه بندی اقلیمی استان مرکزی با استفاده از تحلیل عاملی-خوشه ای، انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان، دوره ۲۳، شماره ۲، صص ۸۷-۱۰۰.
- خلیلی، علی، درویش صفت، علی اصغر، برادران راد، رضا، بذرافشان، جواد، (۱۳۸۳). پیشنهاد روش برای پهنه بندی اقلیمی در محیط GIS (مطالعه موردی شمال غرب ایران در سیستم سلینینف)، نشریه بیابان، دوره ۹، شماره ۲، صص ۲۲۷-۲۳۸.
- زابل عباسی، فاطمه، پوراصغریان، آرزو، سی سی پور، مرضیه، (۱۳۸۵). طبقه بندی اقلیمی استان هرمزگان، مجله نیوار، دوره ۲۶، شماره ۶۲-۶۳.

گرامی مطلق، علیرضا، شبانکاری، مهران، (۱۳۸۵). پهنه بندی اقلیمی استان بوشهر، دانشگاه اصفهان، دوره ۱، شماره ۱، صص ۱۸۷-۲۱۰.

مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۸۲). بررسی پراکنندگی جغرافیایی بارش در ایران به روش تحلیل عاملی دوران یافته، مجله جغرافیا و توسعه، دوره ۱، شماره ۱، صص ۷۹-۸۹.

مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۸۲). نواحی اقلیمی ایران، مجله جغرافیا و توسعه، دوره ۱، شماره ۲، صص ۱۷۱-۱۸۴.

منتظری، مجید، (۱۳۸۴). تحلیل زمانی - مکانی دمای ایران در نیم سده گذشته، رساله دکتری رشته جغرافیا، گرایش اقلیم شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان.

میری، مجید، کمپانی سعید، محسن، (۱۳۹۳). طراحی فرایندی جهت نیل به روشنایی طبیعی مناسب برای یک فضای کاری اداری در شهر تهران، انتشارات معماری، طراحی و برنامه ریزی شهری، دوره ۸، صص ۷۳-۸۹.

Anyadike, RNC (1987). A multivariate classification and regionalization of west African climates. *Journal of climatology*, Volume 7, Issue 2, pp 156-164.

Finneegan, Mary C, Zener Solomon, Linda (1981). "Work Attitudes in Windowed vs. Windowless Environments", *Journal of Social Psychology*, Volume 115, Issue 2, pp 291-292.

Flynn, John E, Spencer, Terry j, Martyniuk, Osyp, Hendrick, Clyde (2013). Interim Study of Procedures for Investigating the Effect of Light on Impression and Behavior, *Journal of Illuminating Engineering Society (IES)*, Volume 3, Issue 1, pp 87-94.

Heerwagen, Judith, Heerwagen, Dean (1986). Lighting and Psychological Comfort, *Environment and Behavior*, volume 19, Issue 6, pp 47-51.

Longley, Paul A, Batty, Michael (1997). *Spatial Analysis: Modeling in a GIS Environment*, Technology, UNITED STATES.

Miri M, Kompani Saeed M, Assessing Daylight Access Requirements in Iranian National Building Code (Case Study in Qazvin), *Armanshahr Architecture & Urban Development, Journal of Architecture, Urban Design & Urban Planning, Special Issue of the 1st Iran Lighting Design Conference Selected Articles*, 2012, page 109-121.

- Peel, M, Finlayson, B (2007). Hydrology and Earth System Sciences, 11 pp.
- Reinhart, CF, Weissman, D (2012). The Daylit Area-Correlating architectural student assessments with current and emerging daylight availability metrics, Building and Environment, Volume 50, pp 155-164.
- Semenov Mikhail A, Brooks Roger J (1999). Spatial interpolation of the LARSWG stochastic weather generator in Great Britain, Climate Research, Volume 11, Issue 2, pp137-148.
- Semenov, Mikhai A, Barrow, Elaine M (2002). LARS-WG A Stochastic weather Generator for Use in Climate Impact Studies, User manual.
- Solar Maximum Mission: Active Cavity Radiometer Irradiance Monitor I(ACRIM I)1980-1989
- Tregenza, Peter, Wilson Michael (2011). Daylighting: Architecture and Lighting Design, Routledge, Abingdon.
- Veitch Jennifer A, Galasiu, Anca D (2012). The physiological and psychological effects of windows, daylight, and view at home: Review and Research Agenda. National Research Council Canada, pp 2-28.

### مقاله پژوهشی

## پیش بینی تغییرات کاربری اراضی و تعیین الگوی رشد شهری با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف و تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه (مورد پژوهی: شهر اراک)<sup>۱</sup>

فاطمه اسمعیل پور، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه یزد، ایران  
محمدحسین سرائی<sup>۲</sup>، دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه یزد، ایران  
محمدرضا رضایی، دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه یزد، ایران  
نجما اسمعیل پور، استادیار گروه شهرسازی دانشگاه یزد، ایران

### چکیده

تغییرات سریع پوشش زمین در حومه شهرهای بزرگ ایران، از جمله شهر اراک به عنوان یک شهر صنعتی و کلانشهر، در دهه‌های اخیر مشکلات فراوانی از جمله تخریب منابع طبیعی، آلودگی‌های زیست‌محیطی و رشد نامناسب شهرها را در برداشته است. که در اغلب موارد، این عوارض ناشی از تغییر غیر اصولی کاربری اراضی بوده است. مطالعه میزان تغییرات و تخریب منابع در سال‌های گذشته و امکان‌سنجی و پیش بینی این تغییرات و الگوی رشد شهر در سال‌های آینده می‌تواند گام مهمی در راستای برنامه‌ریزی و استفاده بهینه از منابع در آینده باشد. در این تحقیق، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه لندست مربوط به سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۸ اطلاعات جانبی و مدل زنجیره‌ای مارکوف و شبکه‌های عصبی مصنوعی، تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین به وقوع پیوسته، طی ۱۸ سال، در شهر اراک مدل شده تا با آشکارسازی تغییرات، میزان تبدیل برای هر دوره و پیش‌بینی کاربری‌ها در چهار کلاس مورد نظر بدست آید. جهت انجام تحقیق ابتدا تصاویر مورد استفاده از نظر بهترین باندها جهت ترکیب بانندی بررسی و انتخاب گردید. در ادامه با روش شبکه عصبی طبقه بندی انجام و ارزیابی صحت و دقت طبقه‌بندی با ضریب کاپا و دقت کلی صورت گرفت. در پایان با بکارگیری مدل پیش بینی مارکوف و رویکرد مدل‌ساز LCM تغییرات کاربری اراضی برای سال ۲۰۲۸ پیش بینی شد. نتایج بدست آمده حاکی از گسترش بی رویه مناطق ساخته‌شده و تخریب شدید اراضی کشاورزی طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ و کاهش شدید اراضی بایر و تبدیل آنها به اراضی ساخته‌شده در درون محدوده و حاشیه شهر و کاهش اراضی کلاس کوهستان در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ می‌باشد. مدل سازی تغییرات همچنین نشان می‌دهد در دوره ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۸ جهت رشد شهر از شمال و شمال‌شرق به جنوب و جنوب‌غرب (به سمت اراضی کوهستانی و باغی دو روستای الحاق شده به شهر) تغییر خواهد یافت.

**کلمات کلیدی:** پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی، زنجیره‌ای مارکوف، تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه، شهر اراک

<sup>۱</sup>- این مقاله مستخرج از پایان نامه دکتری نویسنده اول با عنوان "تبیین الگوهای رشد شهر با تاکید بر استراتژی‌ها توسعه میان‌افزا (نمونه موردی شهر اراک)" به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسندگان سوم و چهارم می‌باشد.

<sup>۲</sup>- نویسنده مسئول: msaraei@yazd.ac.ir

## مقدمه

با توجه به رشد شهرنشینی در قرن حاضر می‌توان گفت جهان در سده بیست و یکم دچار شهرنشینی فزاینده‌ای شده است. بطوریکه در سال ۱۹۰۰ تنها ۱۳ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کردند اما هم‌اکنون بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند (لئو و وی، ۲۰۰۹: ۵۱). این فشار افزایش جمعیت منجر به گسترش افقی مناطق شهری، تغییر سریع در کاربری زمین و افزایش تخریب زیست محیطی می‌شود (دوان و یاماگوشی، ۲۰۰۹: ۳۹۰). این در حالی است که، رشد فضای اشغال شده توسط مناطق شهری در حال افزایش، سریع‌تر از جمعیت آن است و برآورد شده است که بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ جمعیت شهری جهان تا ۷۲ درصد افزایش پیدا می‌کند. در حالیکه مناطق ساخته شده ۱۰۰۰۰۰ نفری و بیشتر، می‌تواند تا ۱۷۵ درصد افزایش پیدا کند (تیولد و کابرا، ۲۰۱۱: ۲۱۴۹۸). تغییرات کاربری اراضی و پوشش سرزمین را می‌توان آغاز بهره‌برداری‌های پویای انسان از منابع طبیعی برای برطرف کردن نیازهایش دانست (مشتاقیون و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۸). برطرف کردن این نیازها، کاربری‌ها و در نتیجه پوشش‌های متفاوتی در سطح زمین ایجاد می‌کند که درک رشد شهری و تغییرات صورت گرفته در کاربری‌ها نیازمند تهیه نقشه‌های پوشش زمین است.

یکی از راه‌های تهیه نقشه‌های پوشش زمین و بررسی تغییرات آن، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و فرایند طبقه‌بندی تصاویر است. در این زمینه داده‌های سنجنش از دور به دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند پوشش زمین، بهنگام بودن، تکرارپذیری، توان تفکیک بالای مکانی-طیفی و رادومتریک قابلیت بالایی برای بررسی تغییرات زمانی و مکانی تغییر کلاس‌های پوشش زمینی دارد (جنسن، ۲۰۰۷: ۵۹۲). سنجنش از دور ابزار موثری برای پایش تغییرات و پشتیبانی از تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی شهری است. در این بین تصاویر دوره‌ای ماهواره لندست یکی از مهمترین منابع داده‌ای برای مطالعه انواع مختلف تغییر کاربری و پوشش زمین می‌باشد و استخراج اطلاعات از تصاویر

ماهواره‌ای به وسیله طبقه‌بندی از پرکاربردترین روش‌های موجود است (میرزایی زاده، ۱۳۹۴: ۳۰). یکی از کاربردهای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بررسی و کشف تغییرات به وجود آمده در پدیده‌هایی است که ماهیت زمانی مکانی دارد در واقع کشف تغییرات فرایند شناسایی و تعیین نوع و وسعت پوشش یا کلاس‌های پوشش زمین در یک دوره زمانی با استفاده از تصاویر سنجش از دور گفته می‌شود. مدل‌سازی رشد شهری و تغییرات صورت گرفته در کاربری جزء جدایی ناپذیر از برنامه‌ریزی برای توسعه پایدار است. مدیریت کاربری اراضی/تغییر پوشش زمین<sup>۱</sup> نیاز به آگاهی از تغییرات گذشته، برنامه‌ریزی فعلی و تصمیمات مرتبط با آن در جهت تحولات آینده دارد (جهان شکیب و همکاران، ۲۰۱۸: ۳۳۲) بنابراین پیش‌بینی و ارزیابی پتانسیل و تغییرات الگوهای کاربری زمین از طریق مدل‌سازی به برنامه‌ریزان مدیران شهری محیط زیست و منابع طبیعی برای تصمیمات آگاهانه‌تر کمک می‌کند.

رشد شهری در کلانشهر اراک در دوره‌های مختلف متفاوت بوده اما در تمام دوره‌ها گرایش به افزایش مساحت کلاس اراضی شهری و کاهش اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی مشهود است. این مساله باعث کاهش اراضی پوشش گیاهی از ۳۰۲۷ در سال ۱۳۶۵ به ۲۷۶۴ هکتار در سال ۱۳۹۰ شده است (بوالحسنی، ۱۳۹۳: ۱۱۴). آگاهی در مورد تغییر پوشش زمین فضایی-زمانی و تغییرات پیش‌بینی شده ممکن است نقش مهمی در روند تصمیم‌گیری داشته‌باشد. پایش رشد به درک گرایش‌های گذشته و الگوهای رشد کمک می‌کند. لذا هدف این پژوهش بررسی روند رشد شهر و تغییرات صورت گرفته در کاربری‌ها و مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری‌ها در سال‌های آتی است. تحقیقات بسیاری در مورد مدل‌سازی رشد شهر در کشورهای مختلف جهان و کشور ایران انجام شده که هر کدام از آنها سعی در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهری و مدل‌سازی آنها داشته‌اند. ون‌نگوین<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۷) با هدف شناسایی و

<sup>1</sup> Land Use Land Cover(LULC)

<sup>2</sup> Van Nguyen

پیش بینی گسترش منطقه شهری در هانوی در کشور ویتنام، ابتدا تصاویر ماهواره SPOT-5 را برای سال‌های ۲۰۰۳، ۲۰۰۷، و ۲۰۱۱ به منظور طبقه بندی چهار طبقه آب، پوشش گیاهی، زمین‌های بایر و مسکونی مورد استفاده قرار داده و سپس شاخص سطح غیر قابل نفوذ از باندهای طیفی تصاویر را محاسبه نمودند. از این شاخص برای استخراج اطلاعات سطوح غیرقابل نفوذ منطقه مسکونی استفاده نموده و با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف شبیه‌سازی و پیش بینی را برای سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۷ انجام دادند. نتایج نشان داد که سطوح غیرقابل نفوذ هانوی به ترتیب به ۸.۲۷٪ و ۱۴.۰۹٪ از کل منطقه مورد مطالعه، در سالهای ۲۰۱۹ و ۲۰۲۷ افزایش خواهد یافت (ون‌نگوین، ۲۰۱۷: ۱۱).

محمود و پراسانا (۲۰۱۵) نقشه‌های کاربری زمین و پوشش زمین (LULC) از منطقه آسویت مصر را از سال ۱۹۹۰، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۵ پردازش کرده و سپس خروجی‌ها در شبکه سلولی خودکار مارکوف پردازش نمودند و برای تولید مدل مناسب برای آینده، ارزیابی چند معیاره (MCE) مورد استفاده قرار دادند. سپس نتیجه گرفتند که ترکیبی از نیروهای هدایت کننده متنوع در دوره‌های مختلف وجود دارد. این یافته نشان داد که روند فعلی توسعه شهری در یک مرحله بحرانی است که در آن مناطق شهری و روستایی در طول ۱۵ سال آینده با فشار بی‌سابقه بر مناطق کشاورزی مواجه خواهند شد و سیاست‌های فعلی نمی‌توانند با چالش‌های آینده در ارتباط با جهت توسعه شهری مواجه شوند. با این حال، مطالعه نشان می‌دهد که سیاست‌های متمایز گسترش معقول شهری مبتنی بر سناریو باید مورد توجه قرار گیرد (محمود و پراسانا، ۲۰۱۵: ۹۹).

ساحانا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) الگوی فضای شهری و روند رشد شهری در مجموعه شهری کولکاتای هندوستان را با استفاده از ماتریس اسپیرال شهری در طی دوره‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵، مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. هفت طبقه شهری یعنی هسته اولیه شهری، هسته ثانویه شهری، لبه‌های حومه‌ای، سکونتگاه‌های

<sup>۱</sup> Sahana



پراکنده، فضای باز شهری، ناحیه غیر شهری و سطوح آبی برای تحلیل مقدار و جهت گسترش شهرها انتخاب شدند. آنها دریافتند که گسترش شهرها نتیجه تغییرات کاربری از زمین‌های کشاورزی به شهری است. هسته‌های اولیه و ثانویه شهری در شهرهای تازه توسعه‌یافته افزایش داشته است. مناطق حومه‌ای در شهرهای دور از رودخانه هوگولی، افزایش داشته است، در حالی که فضای باز در تمام شهرهای قدیمی کاهش داشته است (ساحانا و همکاران، ۲۰۱۸: ۱۵۵۷). جدول (۱) خلاصه برخی از مطالعات انجام شده در کشورمان را نشان می‌دهد.

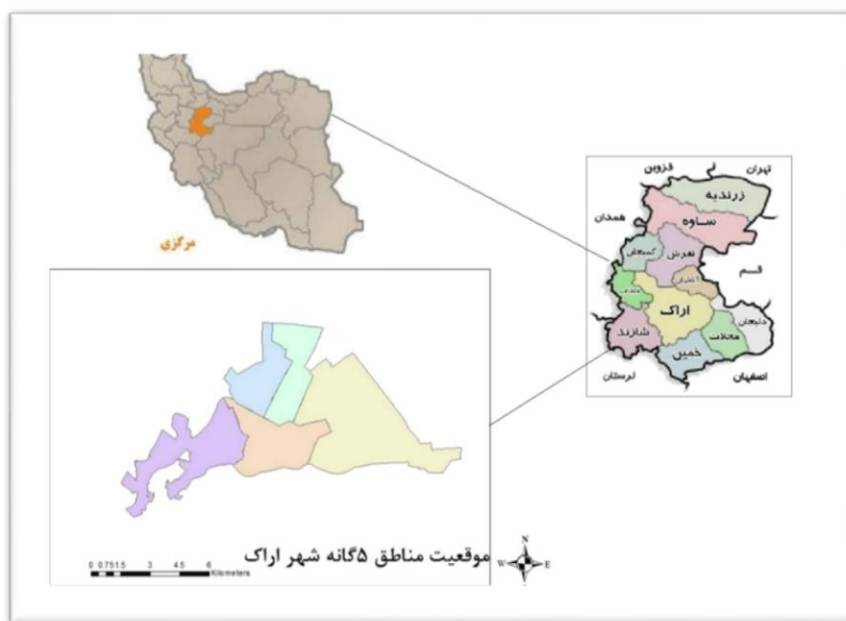
#### داده‌ها و روش

**منطقه مورد مطالعه:** شهرستان اراک بر روی نصف النهار  $۱۶^{\circ} ۴۹'$  تا  $۱۹^{\circ} ۵۰'$  و بر روی مدار  $۳۲^{\circ} ۳۳'$  تا  $۳۴^{\circ} ۴۵'$  قرار گرفته است و  $۴۱۲۹/۰۱۸۸$  کیلومتر مربع مساحت دارد و ۱۹ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص می‌دهد (شکل ۱). این شهرستان متشکل از ۲ بخش، ۴ شهر و ۱۰ دهستان است. شهر اراک مرکز استان مرکزی و در بین  $۳۴^{\circ}$  درجه و  $۵$  دقیقه و  $۳۰$  ثانیه عرض شمالی از خط استوا و  $۴۴^{\circ}$  درجه و  $۴۱$  دقیقه و  $۳۰$  ثانیه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته و مهمترین کانون جمعیتی شهرستان مورد مطالعه می‌باشد (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۱). این شهر در سال ۱۳۹۵ دارای ۵۲۰۹۴۴ نفر جمعیت و نسبت به سرشماری ۱۳۹۰ دارای رشد منفی بوده است (۰/۶- درصد).

جدول ۱- خلاصه برخی از مطالعات انجام شده در زمینه تغییرات، مدل سازی و پیش بینی

تغییرات کاربری اراضی در ایران

عنوان پژوهش	سال	پژوهشگران	مورد پژوهی	روشها و نرم افزارهای مورد استفاده	یافته ها و نتایج
الگوسازی گرایش های شهرها با استفاده از الگوی رشد خودکار سلولی	۱۳۹۴	خیرالدین، سالاریان	چالوس	مدل رشد خودکار سلولی (CA)	خروجی های تحلیل و الگوسازی توسعه های درونی و بیرونی را نشان و توسعه بیرونی را تهدیدی برای اراضی کشاورزی و محیط زیست می داند
تلفیق تکنیک های سنجش از دور، GIS و مدل LCM با رویکرد مدلسازی توسعه شهری	۱۳۹۲	حیدریان، رنگزن، ملکی و تقی زاده	تهران	مدلسازی با استفاده از مدل LCM، پیش بینی با استفاده از روش MLP و زنجیره مارکوف	پیش بینی بیشترین توسعه در غرب و شرق تهران
پایش روند تغییرات پوشش زمین	۱۳۹۶	شمسی پور، حیدری و باقری	کرمانشاه	مدل زنجیره CA مارکوف	از مساحت کلاس های مناطق کوهستانی پوشش گیاهی صخره ای و سطوح آبی به کاربری شهری
مدلسازی رشد و توسعه با استفاده از تحلیل های پیشرفته فضایی	۱۳۹۴	مشتاقیون، المدرسی و جمالی	یزد	دو روش CA- Markov و LCM	پیش بینی نقشه خروجی در سال ۲۰۲۰ بیشترین افزایش در اراضی ساخته شده و بیشترین کاهش را برای زمین بایرو گسترش شهر به سمت جنوب و غرب
مقایسه دو روش مارکوف و ژئومد در شبیه سازی محیطی	۱۳۹۶	اسلامی امیرآبادی	میبد	CA-Markov و ژئومد	نشان دادن درصد تبدیل بیشتری در کاربری شهری و پوشش گیاهی در روش ژئومد نسبت به روش مارکوف



شکل ۱- موقعیت شهر اراک در استان و کشور و محدوده و مناطق شهر

**داده‌ها و روش:** داده‌های سنجش از دور مورد استفاده در این پژوهش از داده‌های ماهواره لندست ۸ که دارای دو سنجنده با نام‌های OLI و TIRS است- سنجنده OLI دارای ۹ بانده و سنجنده TIRS سنجنده‌ای حرارتی هست دارای دو بانده می باشد، استفاده و پس از تهیه و پس از بررسی تصاویر دریافتی محدوده مطالعاتی و انطباق آن‌ها با نقشه شبکه معابر موجود، تعداد ۳۰ نقطه کنترل با GPS برداشت شد. سپس از تطابق کامل تصاویر ماهواره‌ای با نقاط GPS و نقشه معابر موجود، تصحیح هندسی انجام شد. داده‌های سنجش از راه دور با بررسی نقشه‌های واحد GIS شهرداری اراک جهت پردازش تصاویر در محدوده قانونی تکمیل شد. نقشه‌های فضایی مجازی مانند Google Earth داده که جهت کنترل طبقه بندی‌ها مفید بود. تجزیه و تحلیل کاربری زمین برای درک تغییر در الگوی رشد شهر و کاربری‌ها در طول زمان در منطقه مورد مطالعه شامل فرایندهای زیر بود:

الف- تهیه بهترین باندها جهت شرکت در ترکیب باندى با استفاده از شاخص OIF در نرم افزار ILWIS ب- طبقه‌بندی تصویر به روش شبکه عصبی ج- ارزیابی صحت طبقه‌بندی با استفاده از ماتریس خطای تشکیل شده ضریب کاپا و دقت کلی و مقایسه وضع موجود منطقه از طریق نقاط GPS زمینی و نقشه‌های Google Earth با نقشه‌های تهیه شده کاربری اراضی د- اجرای مدل‌ساز LCM جهت مدل‌سازی و پایش تغییرات کاربری اراضی به کمک نرم‌افزار TerrSet در سال‌های مورد مطالعه ه- پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی از روش تلفیق زنجیره‌های مارکوف و سلول‌های خودکار. تصاویر مورد استفاده در این پژوهش، تصاویر لندست سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۸ می باشد. جزئیات تصاویر مورد استفاده برای استخراج کلاسهای پوشش زمین در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- اطلاعات داده های سنجنش از دور مورد استفاده در پژوهش

تاریخ اخذ شده	ماهواره	سنجنده	سین
۲۰۰۰/۰۷/۰۵	لندست ۵	TM	۳۸-۱۶۵
۲۰۱۰/۰۶/۲۹	لندست ۵	TM	۳۸-۱۶۵
۲۰۱۸/۰۷/۰۲	لندست ۸	OLI	۳۸-۱۶۵

الف- انتخاب بهترین ترکیب باندى: در داده‌های سنجنش از دور، محاسبات اولیه برخی شاخص‌های آماری مفید و ضروری است. این محاسبات شامل میانگین، انحراف معیار، ماتریس همبستگی، ماتریس واریانس- کوراریانس در هر باند است. برای استفاده مطلوب از داده‌های چند طیفی، لازم است تا بهترین ترکیب باندى، مشخص شود. انتخاب بهترین ترکیب باندى از طریق مقایسه چشمی تصاویر FCC، مشکل و وقت‌گیر است. بنابراین می‌توان با روش رقومی از پارامتری به نام فاکتور شاخص مطلوب<sup>۱</sup> برای دو منظور زیر استفاده کرد:

<sup>۱</sup> Optimum Index Factor (OIF)

(۱) تعیین مناسب ترین ترکیب بانندی برای ایجاد FCC

(۲) تعیین مناسب ترین باندها برای طبقه بندی رقومی (چاوز و همکاران، ۱۹۸۶).

تعداد ترکیب های بانندی متعددی که حاصل از باندهای طیفی اند، باید ساخته شده و مقایسه شوند. بر اساس رابطه زیر، می توان تعداد ترکیب های سه تایی حاصل از باندهای مورد استفاده را محاسبه کرد.

$$\binom{N}{3} = \frac{N!}{3!(N-3)!} \quad \text{معادله (۱)}$$

$\binom{N}{3}$  تعداد ترکیب سه تایی باندها و N تعداد باندهاست. برای ۷ باند ETM<sup>+</sup> ماهواره ۳۵ ترکیب سه تایی به شرح زیر قابل استخراج است:

$$\binom{N}{3} = \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{3 \times 2 \times 1 (4 \times 3 \times 2 \times 1)} = 35 \quad \text{معادله (۲)}$$

معمولا در انتخاب ترکیب های بانندی، از باند حرارتی به دلیل ماهیت متفاوت، با باندهای انعکاسی صرف نظر می گردد (علوی پناه، ۱۳۸۲: ۱۲۹). در نرم افزار ILWIS ابتدا ماتریس واریانس - کواریانس و ماتریس همبستگی در نرم افزار ILWIS محاسبه و سپس شاخص OIF بدست می آید.

ب- طبقه بندی تصویر: به دو روش انجام می گردد:

- طبقه بندی نظارت نشده: روش های طبقه بندی که فقط متکی به اطلاعات تصویر می باشد و کاربر در کل فرآیند آن نقشی ندارد را روش های طبقه بندی نظارت نشده می گویند. روش های طبقه بندی نظارت نشده از کمترین اطلاعات جانبی برای تصمیم گیری در مورد پیکسل ها استفاده می کنند. در این روش وظیفه کشف کلاس ها به صورت کامل بر عهده الگوریتم است و عامل هیچگونه تعریفی از کلاس ها چه به صورت نام پیکسل های معلوم و یا پارامترهای خاص به الگوریتم وارد نمی کنند

(پیرنظر، ۱۳۹۴: ۱۶۷). این روش با دو دستور ISO Data و K-mean در نرم افزار Envi انجام می‌شود.

- طبقه بندی نظارت شده: طبقه بندی نظارت شده به روش‌های طبقه‌بندی که علاوه بر تصاویر ورودی نیاز به یکسری اطلاعات خارجی درباره منطقه و کلاس‌های مورد نظر دارند و دخالت عامل انسانی در آنها یک امر اجتناب ناپذیر است طبقه‌بندی نظارت شده می‌گویند معمولاً این اطلاعات جانبی به صورت یک سری پیکسل‌های معلوم برای هر کلاس است که به الگوریتم معرفی می‌شوند. الگوریتم‌های طبقه بندی با استفاده از این پیکسل‌های معلوم در مورد سایر پیکسل‌های تصویر تصمیم گیری می‌کند پیکسل‌های معلوم به آن دسته از پیکسل‌ها گفته می‌شود که به یک کلاس مشخص در منطقه اختصاص دارد این پیکسل‌ها از طریق بازدید میدانی نقشه‌های موجود یا مدارک و اطلاعات دیگر درباره منطقه تعیین می‌شوند. بنابراین قبل از انجام یک طبقه بندی نظارت شده همیشه نیاز به تعداد پیکسل معلوم برای هر کلاس است (پیرنظر، ۱۳۹۴: ۱۷۰). در روش طبقه‌بندی نظارت شده از مناطق آموزشی و تعلیمی به عنوان مبنای طبقه‌بندی استفاده می‌شود، به عبارتی در نمونه‌های آموزشی با ارزش‌های طیفی پیکسل‌ها مقایسه و طبقه بندی می‌شود (علوی پناه، ۱۳۸۲: ۲۹۶). این کار در نرم افزار Envi از طریق معرفی Roi ها صورت می‌گیرد.

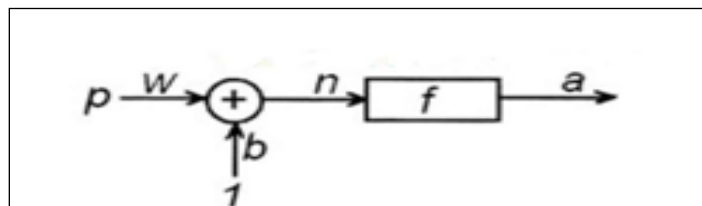
**ج- عملیات میدانی و انتخاب مناطق آموزشی نمونه و انتخاب کلاس‌ها:** در این مرحله با استفاده از نقشه‌های موجود از حوزه مورد مطالعه و مشاوره با کارشناسان مربوطه، کلاس‌های طبقه‌بندی انتخاب شدند. انتخاب کلاس‌های مورد نظر باید با دقت صورت گیرد و همواره به این مهم توجه داشت بین کلاس‌هایی که مفسر انتخاب می‌کند و کلاس‌های ناشی از داده‌های سنجش از دور (کلاس‌های طیفی) تفاوت اساسی وجود دارد. این مرحله بسیار مهمی است که مفسر باید با سعی و خطا، آزمون‌ها و تعریف‌های مناسب از کلاس‌ها، مشکل ناشی از کلاس‌های طیفی و کلاس‌های

اطلاعاتی را حل کند (علوی پناه، ۱۳۸۲: ۲۹۹). پس از انتخاب کلاس‌ها، طبقه‌بندی تصویر انجام می‌شود. روش مورد استفاده برای طبقه‌بندی در این پژوهش شبکه عصبی است که در ذیل به آن پرداخته می‌شود.

شبکه‌های عصبی مصنوعی: یکی از روش‌های هوش مصنوعی<sup>۱</sup> مورد توجه، شبکه‌های عصبی مصنوعی است که بر پایه‌ی ریاضیات و بر اساس تقلید بسیار ساده از سیستم شبکه عصبی بیولوژیک است. شبکه عصبی مصنوعی یک شبیه‌سازی از دستگاه عصبی طبیعی است و شامل مجموعه‌ای از واحدهای عصبی به نام نورون می‌باشد که توسط ارتباطاتی موسوم به اکسون به هم متصل شده‌اند در ابتدا درصدی از داده‌ها به مدل شبکه عصبی مصنوعی برای عمل آموزش وارد شده و در مراحل بعدی درصد باقیمانده داده‌ها برای عمل اعتبارسنجی و آزمایش شبکه استفاده می‌شود (ده بزرگی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۴۴).

عنصر کلیدی در شبکه‌های عصبی مصنوعی، ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعات است. این سیستم از تعداد زیادی عناصر پردازشی (نورون‌ها) شدیداً بهم پیوسته تشکیل شده که برای حل یک مسأله با هم هماهنگ عمل می‌کند. شبکه‌های عصبی مصنوعی نیز مانند مغز انسان، با مثال یاد می‌گیرند. یک شبکه عصبی مصنوعی برای انجام وظیفه‌ای مشخص، مانند شناسایی الگوها و دسته‌بندی اطلاعات، در طول یک فرایند یادگیری، تنظیم می‌شود. یک شبکه عصبی مصنوعی، مجموعه‌ای بزرگ از عناصر پردازش‌گر ساده (شبیه به نورون) و متصل به هم است. هر عنصر (عصب مصنوعی) ورودی‌های وزن دار را از دیگر عصب‌ها دریافت، باهم جمع می‌کند و بعد از اجرای حد آستانه به عصب‌های دیگر ارسال می‌کند. در متون فنی برای نمایش این مدل، به طور معمولی از شکلی مشابه شکل (۲) استفاده می‌شود.

<sup>۱</sup> Artificial Intelligence



$$\begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix} [w_n * m] \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix}$$

شکل ۲- مدل ریاضی شبکه‌های عصبی مصنوعی

در این شکل کلاسیک، از علامت  $p$  برای نشان دادن یک سیگنال ورودی استفاده می‌شود. در واقع در این مدل، یک سیگنال ورودی پس از تقویت (یا تضعیف) شدن بر اساس پارامتر  $w$  (پارامتر وزن)، به صورت یک سیگنال الکتریکی با اندازه  $pw$  وارد نورون می‌شود. به جهت ساده‌سازی مدل ریاضی، فرض می‌شود که در هسته سلول عصبی، سیگنال ورودی با سیگنال دیگری به اندازه  $b$  جمع می‌شود. در واقع سیگنال  $b$  خود به معنی آن است که سیگنالی به اندازه واحد (یک) در پارامتری به اندازه  $b$  ضرب (تقویت یا تضعیف) می‌گردد. مجموع حاصل یعنی سیگنالی به اندازه  $pw+b$ ، قبل از خارج شدن از سلول، تحت عمل یا فرآیند دیگری قرار می‌گیرد که در اصطلاح فنی به آن تابع انتقال می‌گویند. این موضوع در شکل به وسیله کادری نشان داده شده است که روی آن علامت  $f$  قرار داده شده است. ورودی این کادر همان سیگنال  $pw+b$  است و خروجی آن یا همان خروجی سلول، با علامت  $a$  نشانه گذاری شده است. در ریاضی، بخش آخر مدل‌سازی با رابطه  $a=f(pw+b)$  نمایش داده می‌شود (وفایی و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۲۵).

یکی از روش‌های معمول جهت سنجش دقت طبقه‌بندی انجام شده استفاده از ماتریکس سردرگمی است. اصطلاحاتی مانند Error Matrix و یا confusion matrix نیز معادل ماتریس سردرگمی می‌باشد. در این ماتریس ستون‌ها نشان دهنده واقعیت



زمینی و سطرها نشان دهنده کلاس نقشه‌های تولید شده هستند. همانطور که از نام این ماتریس مشخص است این معنا از آن قابل برداشت است که این ماتریس برای ما مشخص می‌کند که الگوریتم طبقه‌بندی شده کدام کلاس‌ها را و به چه میزان با یکدیگر اشتباه گرفته‌است. عناصر قطر اصلی ماتریس نشان دهنده میزان تطابق کلاس‌ها با واقعیت زمینی و سایر عناصر نشان دهنده میزان عدم تطابق می‌باشد. در واقع عناصر غیرقطری در هر سطح نشان دهنده میزان خطای منظور کردن کلاس و عناصر غیرقطری در هر ستون نشان دهنده میزان خطای حذف برای هر کلاس می‌باشد. با استفاده از این ماتریس می‌تواند فقط دقت کلی طبقه‌بندی را محاسبه نمود که عبارتند از جمع عناصر موجود در اصلی ماتریس تقسیم بر کل نمونه‌ها. دقت کلی میانه‌ای از دقت طبقه‌بندی است که نسبت به سال‌های صحیح طبقه‌بندی شده به جمع کل پیکسل‌ها را مثل‌های معلوم را نشان می‌دهد و به صورت زیر محاسبه می‌گردد (ویلا و همکاران، ۲۰۱۱):

(۴۸۶۹)

$$O.A = \frac{\sum_{i=1}^c E_{ii}}{bn}$$

معادله (۳)

در این رابطه  $c$  تعداد کلاس‌ها،  $N$  تعداد کل پیکسل‌های معلوم،  $E_{ii}$  اعضای قطری و  $O.A$  ماتریس خطا و یا دقت کلی طبقه‌بندی می‌باشد. ضریب کاپا دقت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی محاسبه می‌کند. به این معنی که ضریب کاپا دقت طبقه‌بندی را نسبت به حالتی که یک تصویر کاملاً به صورت تصادفی طبقه‌بندی شود به دست می‌دهند. یکی از معروف‌ترین برآوردهای کاپا استفاده از عناصر ماتریس خطا عبارت است از:

$$\frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}} \quad \text{معادله (۴)}$$

$\sum_{i=1}^r x_{ii}$  = مجموع پیکسل‌های قطر اصلی ماتریس خطا،  $x_{i+}$  = مجموع عناصر سطر  $i$  ام،  $x_{+i}$  = مجموع عناصر ستون  $i$  ام،  $N$  = تعداد کل پیکسل‌های آموزشی (نوحه

گر، ۱۳۹۵: ۱۰۲). میزان ضریب کاپا بین صفر تا یک متغیر است و وقتی این ضریب بالای ۰/۸ باشد قابل قبول می‌باشد (پیرنظر، ۱۳۹۴: ۲۰۴).

#### اجرای مدل‌ساز تغییر زمین LCM و تجزیه و تحلیل تغییرات: برنامه LCM در واقع

یک ابزار برای مدیریت و برنامه‌ریزی زمین و همچنین ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری می‌باشد. برای درک اینکه در طی دوره ۱۸ ساله، تغییرات حادث شده در منطقه چگونه بوده و کدام کلاس‌ها گسترش و کدام کلاس‌ها کاهش مساحت داشته‌اند، با استفاده از نقشه‌های طبقه بندی شده با استفاده از نرم افزار Terrset، تغییرات در محدوده هر کلاس‌ها آشکار و درصد تغییرات هر کلاس بدست می‌آید. برای اطلاع از درصد مساحت و محیط واقع شده هر کلاس پوشش زمین در محدوده مطالعاتی، با استفاده از نقشه پوشش تهیه شده برای هر دوره تعداد پیکسل تحت هر کلاس محاسبه و مساحت و محیط هر کلاس با ضرب تعداد پیکسل در برگرنده آن در مساحت هر پیکسل در نرم افزار GIS بدست آمد، همچنین درصد کلاس مربوطه نسبت به کل منطقه، برای اطلاع از میزان تغییرات به وقوع پیوسته در دوره‌های بعدی بدست آمد (علی محمدی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۲۱).

مدل مارکوف و CA مارکوف: احتمال تغییرات پوشش اراضی یک سیستم به یک وضعیت در یک زمان خاص ( $t_2$ ) از اطلاعات مربوط به همان سیستم در زمان گذشته ( $t_1$ ) به دست می‌آید و به اطلاعات زمان‌های قبل از  $t_1$  بستگی ندارد که آن را یک فرایند یک مرتبه‌ای ۳ گویند. در مدل مارکوف تغییرات کاربری و پوشش اراضی در زمان دوم با استفاده از توزیع آن در زمان اول با محاسبه ماتریس انتقال به دست می‌آید. زنجیره مارکوف به صورت زیر نشان داده می‌شود (راجیتا و همکاران، ۲۰۱۰: ۴۴۲۷).

$$vt_2 = Mvt_1 \quad \text{معادله (۵)}$$

$vt_1$ : بردار پوشش زمین در زمان اول،  $vt_2$ : بردار پوشش زمین در زمان دوم،  $M$ :

ماتریس احتمال انتقال  $m \times m$  برای فاصله زمانی  $\Delta t = t_2 - t_1$

احتمال انتقال بین دو وضعیت ( $P_{ij}$ ) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_i} \quad \text{معادله (۶)}$$

که  $n_i$  برابر است با:

$$n_i = \sum_{j=1}^q n_{ij} \quad \text{معادله (۷)}$$

$n_{ij}$ : تعداد پیکسل‌های کلاس  $i$  از زمان اول که به کلاس  $j$  در زمان دوم تبدیل شده اند،  $q$ : کل تعداد کلاس‌ها. زنجیره مارکوف سه خروجی دارد که عبارتند از: ماتریس احتمال انتقال که در آن احتمال تغییر هر کلاس به سایر کلاس‌های موجود مشخص شده است، ماتریس مساحت انتقال که نشان دهنده تعداد پیکسل‌هایی از هر کلاس که محتمل است به کلاس‌های دیگر تبدیل شوند. مدل مارکوف همچنین موقعیت هر کاربری را با تولید مجموعه‌ای از تصاویر احتمال وضعیت از ماتریس احتمال انتقال نشان می‌دهد. در مرحله آخر از مدل‌سازی با استفاده از ماتریس مساحت انتقال در مدل CA مارکوف میتوان نقشه شبیه سازی شده از کاربری اراضی در آینده را به دست آورد (فن و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۲۶).

### نتایج و بحث

۱- نتایج آماده‌سازی و پیش‌پردازش تصویر: پس از بررسی تصاویر دریافتی لندست محدوده مطالعاتی و انطباق آن‌ها با نقشه شبکه معابر موجود تعداد ۳۰ نقطه کنترل با GPS برداشت شد که تطابق کامل تصاویر ماهواره‌ای با نقاط GPS و نقشه معابر موجود تأیید گردید.

۲- نتایج ایجاد ترکیبات رنگی: با استفاده از شاخص OIF، بهترین باندها جهت شرکت در ترکیب باندی و طبقه بندی تصویر سال‌های مطالعاتی به دست آمد که در جدول (۱) تا (۹) نشان داده شده است. در این راستا ابتدا لازم است تا ماتریس واریانس- کواریانس و ماتریس همبستگی در نرم افزار ILWAIS محاسبه گردد تا نرم افزار بتواند شاخص OIF را بدهد. جدول ۳ تا ۵ ماتریس واریانس- کواریانس، ماتریس همبستگی و بالاترین رتبه‌بندی شاخص OIF میانگین و انحراف استاندارد<sup>۱</sup> ضریب همبستگی در هر باند را نشان می‌دهد.

جدول ۳- ماتریس واریانس- کواریانس تصویر سال ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۸

سال	2000	b1	b2	b3	b4	b5	b7
۲۰۰۰	b1	۳۳۹۵/۷۵	۳۵۰۶/۰۸	۴۴۹۹/۵۳	۲۳۵۷/۲۶	۳۹۵۳/۴۶	۳۴۴۰/۷۹
	b2	۳۵۰۶/۰۸	۳۷۴۲/۰۸	۴۸۲۹/۰۴	۲۵۲۹/۹۳	۴۲۷۱/۷۲	۳۷۱۰/۹۸
	b3	۴۴۹۹/۵۳	۴۸۲۹/۰۴	۶۴۳۷/۵۱	۳۳۶۱/۲۹	۵۷۱۵/۳۶	۴۹۶۵/۲۸
	b4	۲۳۵۷/۲۶	۲۵۲۹/۹۳	۳۳۶۱/۲۹	۱۸۷۷/۳۵	۳۱۰۳/۴۳	۲۶۳۵/۳۹
	b5	۳۹۵۳/۴۶	۴۹۶۵/۲۸	۵۷۱۵/۳۶	۳۱۰۳/۴۳	۵۷۹۱/۷۵	۴۸۸۹/۵۱
	b7	۳۴۴۰/۷۹	۳۷۱۰/۹۸	۴۹۶۵/۲۸	۲۶۵۷/۳۹	۴۸۸۹/۵۱	۴۲۷۷/۵۸
۲۰۱۰	باند	b1	b2	b3	b4	b5	b7
	b1	۱۷۹۸/۹۸	۱۸۰۷/۷۲	۲۳۰۰/۹۶	۱۸۳۰/۰۱	۲۰۰۷/۰۷	۱۶۶۵/۵۵
	b2	۱۸۰۷/۷۲	۱۸۶۸/۶۲	۲۳۸۷/۷۵	۱۸۹۹/۱	۲۰۷۶/۶۹	۱۷۲۰/۱۷
	b3	۲۳۰۰/۹۶	۲۳۸۷/۷۵	۳۱۳۶/۳۵	۲۴۸۸/۹۶	۲۷۱۶/۳	۲۲۴۷
	b4	۱۸۳۰/۰۱	۱۸۹۹/۱	۲۴۸۸/۹۶	۲۰۷۶/۶۹	۲۲۱۴/۸۸	۱۸۱۰/۵۸
	b5	۲۰۰۷/۰۷	۲۰۷۶/۶۹	۲۷۱۶/۳	۲۲۱۴/۸۸	۲۶۹۹/۴۸	۲۱۸۸/۸۳
۲۰۱۸	2000	b2	b3	b4	b5	b6	b7
	b1	۱۷۹۸/۹۸	۱۸۰۷/۷۲	۲۳۰۰/۹۶	۱۸۳۰/۰۱	۲۰۰۷/۰۷	۱۶۶۵/۵۵
	b2	۱۸۰۷/۷۲	۱۸۶۲/۶۲	۲۳۸۷/۷۵	۱۸۹۹/۱	۲۰۷۶/۶۹	۱۷۲۰/۱۷
	b3	۲۳۰۰/۹۶	۲۳۸۷/۷۵	۳۱۳۶/۳۵	۲۴۸۸/۹۶	۲۷۱۶/۳	۲۲۴۷
	b4	۱۸۳۰/۰۱	۱۸۹۹/۱	۲۴۸۸/۹۶	۲۰۷۶/۶۹	۲۲۱۴/۸۸	۱۸۱۰/۵۸
	b5	۲۰۰۷/۰۷	۲۰۷۶/۶۹	۲۷۱۶/۳	۲۲۱۴/۸۸	۲۶۹۹/۴۸	۲۱۸۸/۸۳
b7	۱۶۶۵/۵۵	۱۷۲۰/۱۷	۲۲۴۷	۱۸۱۰/۵۸	۲۱۸۸/۸۳	۱۸۳۵/۲۸	

<sup>1</sup> Mean per band & Std. per band

جدول ۴- ماتریس همبستگی تصویر سال ۲۰۰۰

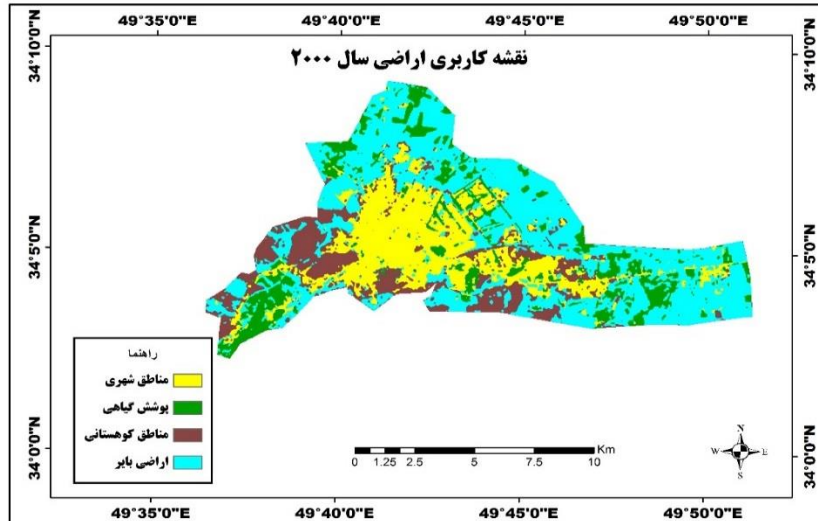
سال	2000	b1	b2	b3	b4	b5	b7
۲۰۰۰	b1	۱	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۹
	b2	۰/۹۸	۱	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۳
	b3	۰/۹۶	۰/۹۸	۱	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹۵
	b4	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۷	۱	۰/۹۴	۰/۹۴
	b5	۰/۸۹	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۴	۱	۰/۹۸
	b7	۰/۹	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۸	۱
	Mean per band	۸۳/۱۴	۸۵/۸۶	۱۱۱/۲۵	۹۵/۹۴	۱۰۳/۴۱	۸۸/۶۷
	Std. per band:	۵۸/۲۷	۶۱/۱۷	۸۰/۲۳	۴۳/۳۳	۶۷/۱۰	۶۵/۴۰
۲۰۱۰	2010	b1	b2	b3	b4	b5	b7
	b1	۱	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۹۲
	b2	۰/۹۹	۱	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۹۳
	b3	۰/۹۷	۰/۹۹	۱	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۹۴
	b4	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۷	۱	۰/۹۳	۰/۹۳
	b5	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۳	۱	۰/۹۸
	b7	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۸	۱
	Mean per band	۴۴/۸۲	۴۵/۲۲	۵۷/۹۹	۴۷/۱۲	۵۳/۴۲	۴۳/۹۸
Std. per band:	۴۲/۴۱	۴۳/۲۳	۵۶	۴۵/۶۱	۵۱/۹۶	۴۲/۸۴	
۲۰۱۸	2000	b1	b2	b3	b4	b5	b7
	b1	۱	۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۷
	b2	۱	۱	۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۸
	b3	۰/۹۹	۱	۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۸
	b4	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۱	۰/۹۸	۰/۹۸
	b5	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۱	۱
	b7	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۱	۱
	Mean per band	۸۸۷۳/۶۲	۹۴۵۷/۹۷	۱۰۶۹۷/۶۰	۱۲۶۷۶/۱۶	۱۲۶۸۶/۷۵	۱۱۱۲۱/۹۹
Std. per band:	۶۲۷۶/۴۵	۶۷۰۸/۱۵	۷۶۲۳/۸۲	۹۱۲۶/۱۱	۹۲۴۶/۲۸	۸۰۰۱/۱۵	

در نتیجه محاسبات فوق چنانچه در جدول ۵ نیز آمده بهترین ترکیب بانندی برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ ترکیب بانندی ۴،۳ و ۵ و برای سال ۲۰۱۸ ترکیب بانندی ۵،۳ و ۷ بدست آمد.

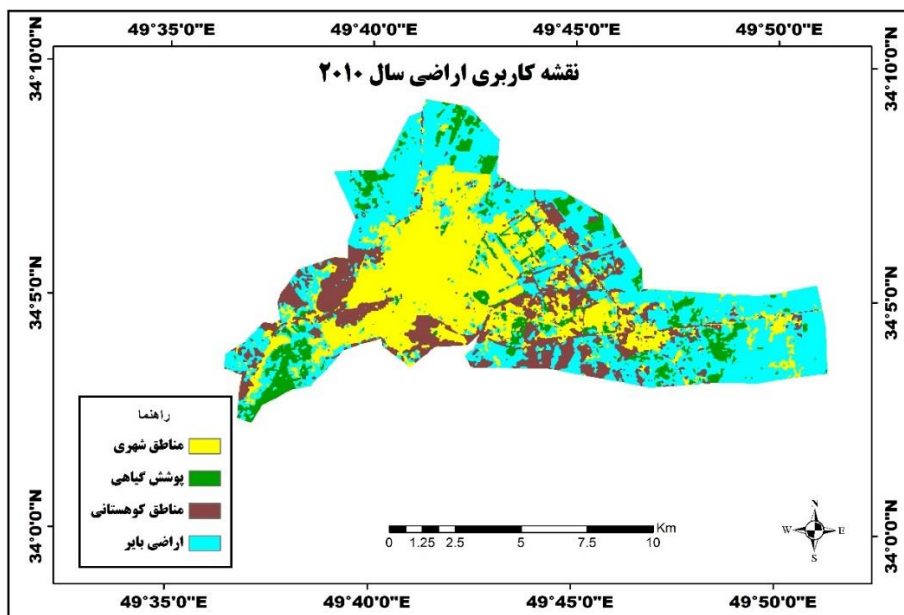
جدول ۵- بالاترین رتبه بندی شاخص OIF در سال ۲۰۱۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸

OIF Index Highest Ranking											
۲۰۱۸				۲۰۱۰				۲۰۰۰			
b3	b4	b5	۸۹۲۲/۱۸	b3	b4	b5	۵۴/۰۲	b3	b5	b7	۷۷/۴۱
b1	b3	b5	۸۷۹۱/۹۲	b1	b3	b5	۵۳/۴۶	b1	b3	b5	۷۶/۹۳
b2	b3	b5	۸۵۰۸/۸۹	b2	b3	b5	۵۳/۱۵	b2	b3	b5	۷۶/۶۶
b3	b5	b7	۸۴۲۲/۸۱	b3	b5	b7	۵۲/۸۵	b1	b3	b7	۷۲/۵۳
b3	b4	b7	۸۳۹۷/۱۷	b3	b4	b7	۵۰/۹۰	b2	b3	b7	۷۲/۳۷
b1	b4	b5	۸۳۹۰/۳۸	b1	b4	b5	۵۰/۱۴	b1	b5	b7	۷۱/۹۵

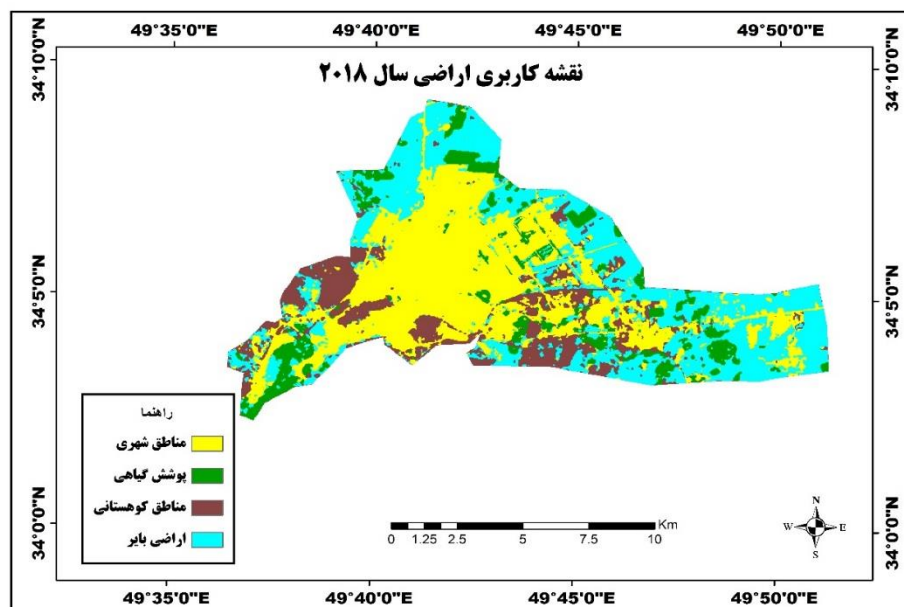
۳-۲- طبقه‌بندی تصویر و ارزیابی صحت طبقه‌بندی: با توجه به بازدیدهای میدانی و نظرات کارشناسان و متخصصان کلاس‌های کاربری تعریف شد. کلاس‌های کاربری‌ها شامل مناطق شهری، پوشش گیاهی، مناطق کوهستانی، اراضی بایر بود که نقشه‌های کاربری آن برای سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۸ تهیه شد (شکل‌های ۲ تا ۴)



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ با روش شبکه عصبی

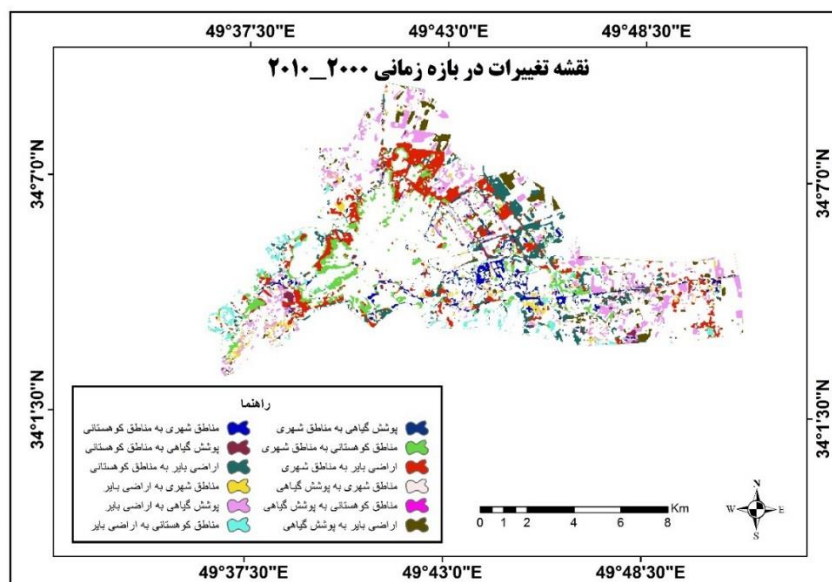


شکل ۳- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۰ با روش شبکه عصبی



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۸ با روش شبکه عصبی

پس از تهیه نقشه کاربری اراضی، نقشه تبدیل کاربری‌ها نیز تهیه شد (شکل ۵ و ۶) و سپس مساحت کلاس‌های کاربری‌ها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ استخراج شد تا تبدیل و تغییرات آنها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ مشخص شود که نتایج آن در جدول (۶) تا (۸) ارائه گردیده است.



شکل ۵- نقشه تغییرات سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰ به روش طبقه‌بندی شبکه عصبی

نقشه ۵ محل جغرافیای تبدیل کلاس‌ها به یکدیگر را نشان می‌دهد. باتوجه به نقشه و راهنمای آن عمده تغییرات شهر در این دهه مربوط به تبدیل اراضی بایر به مناطق شهری (در حومه‌های داخل محدوده در آن زمان) و اراضی پوشش گیاهی به اراضی بایر در حواشی شهر (بیرون از محدوده در آن زمان) در سمت شمال و شمالشرق شهرو نشان از توسعه شهر به این سمت می‌باشد. جدول شماره ۶ مساحت، درصد و میزان تغییرات این تبدیل کاربری‌ها را به هکتار و درصد نشان می‌دهد.



جدول ۶- مساحت تغییرات کاربری‌ها برحسب هکتار و درصد از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰  
طبقه‌بندی شبکه عصبی

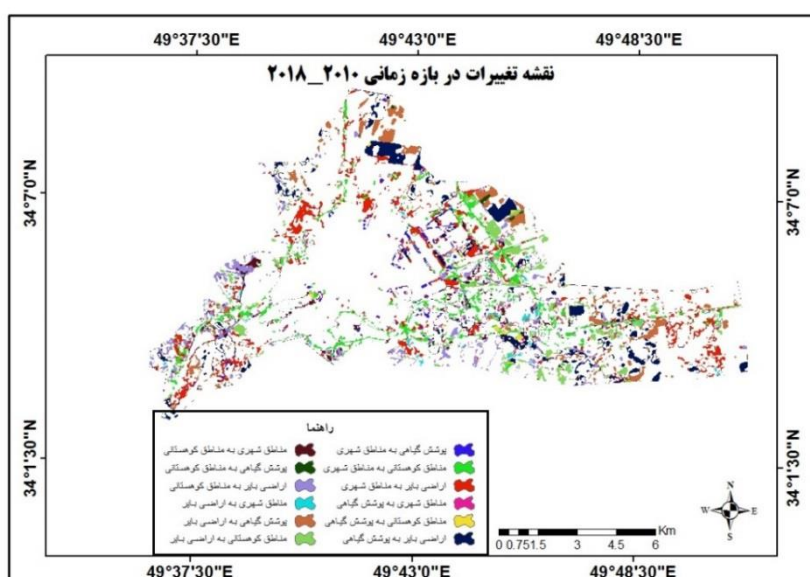
میزان تغییرات		سال ۲۰۱۰		سال ۲۰۰۰		کلاس‌ها
درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	
۸/۷۷	۱۱۲۵/۲۷	۳۳/۰۵	۴۲۳۶/۳	۲۴/۲۷	۳۱۱۱/۰۳	شهری
-۴/۵۲	-۵۸۰/۰۵	۱۰/۰۰۵	۱۲۸۲/۴۱	۱۴/۵۳	۱۸۶۲/۴۶	پوشش گیاهی
۱/۱۱	۱۴۲/۹۲	۱۶/۵۶	۲۱۲۳/۳۷	۱۵/۴۵	۱۹۸۰/۴۵	کوهستان
-۵/۳۶	-۶۸۸/۱۴	۴۰/۳۷	۵۱۷۴/۸۲	۴۵/۷۴	۵۸۶۲/۹۶	بایر

نتایج جدول حاکی از تغییر تمام کلاس‌های کاربری‌هاست اما بیشترین تغییر مثبت مربوط به کاربری اراضی شهری و در تغییرات منفی مربوط به کاهش اراضی بایر در طول دوره موردنظر می‌باشد.

جدول ۷- مساحت کاربری‌های تبدیل شده از سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰ و از سال ۲۰۱۰ به ۲۰۱۸

کاربری	۲۰۱۰ به ۲۰۰۰ (هکتار)	۲۰۱۸ به ۲۰۱۰ (هکتار)
پوشش گیاهی به شهر	۹۸/۹۱	۱۰۲/۳۳
کوهستان به شهر	۵۹۱/۳۹	۴۳۰/۰۲
بایر به شهری	۹۴۷/۲۵	۶۹۷/۹۵
شهری به پوشش گیاهی	۵۵/۷۱	۳۲/۰۴
کوهستان به پوشش گیاهی	۴/۷۷	۳۷/۶۲
بایر به پوشش گیاهی	۳۱۵/۲۷	۵۱۶/۶
شهری به کوهستان	۲۵۲/۰۹	۱۴۰/۲۲
پوشش گیاهی به کوهستان	۹۱/۱۷	۳۵/۹۱
بایر به کوهستان	۵۹۹/۲۲	۳۶۳/۹۶
شهری به بایر	۲۰۴/۴۸	۷۸/۵۷
پوشش گیاهی به بایر	۷۶۵/۷۲	۳۸۱/۶
کوهستان به بایر	۲۰۳/۴	۳۴۱/۳۷

بیشترین تغییر کاربری از سال در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ بازهم مربوط به تبدیل اراضی بایر به اراضی شهری است با توجه به ثابت بودن محدوده شهر در این دوره می‌توان این دوره را شروع توسعه درونی دانست (شکل ۶). دومین تغییرات کاربری مربوط به تغییر اراضی کوهستان به اراضی شهری می‌باشد (جدول ۷).



شکل ۶- نقشه تغییرات سال ۲۰۱۰ به ۲۰۱۸ به روش طبقه‌بندی شبکه عصبی

جدول ۸- مساحت تغییرات کاربری‌ها از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ طبقه‌بندی شبکه عصبی

میزان تغییرات		سال ۲۰۱۸		سال ۲۰۱۰		کلاس‌ها
درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	
۷/۶۴	۹۷۹/۴۷	۴۰/۶۹	۵۲۱۵/۷۷	۳۳/۰۵	۴۲۳۶/۳	شهری
۰/۵۱	۶۶/۴۲	۱۰/۵۲	۱۳۴۸/۸۳	۱۰/۰۰۵	۱۲۸۲/۴۱	پوشش گیاهی
-۲/۰۹	-۲۶۸/۹۲	۱۴/۴۶	۱۸۵۴/۴۵	۱۶/۵۶	۲۱۳۳/۳۷	کوهستان
-۶/۰۶	-۷۷۶/۹۷	۳۴/۳۱	۴۳۹۷/۸۵	۴۰/۳۷	۵۱۴۷/۸۲	بایر

مقایسه جدول ۶ و ۸ و توجه به میزان تغییرات این نتایج بدست دهد که:

۱- درصد افزایش اراضی شهری در دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ بیشتر از دوره ۲۰۱۸ - ۲۰۱۰ بوده است (کاهش درصد رشد از ۸.۷۷ به ۷.۶۴ درصد). این کاهش با کاهش رشد جمعیت شهر نیز تطابق دارد.

۲- درصد کاهش پوشش گیاهی در دوره ۲۰۱۸ - ۲۰۱۰ کاهش داشته است (از ۴.۵۲- به ۰.۵۱ درصد). این موضوع به دلیل کاهش گسترش شهر و کلاس کاربری شهری (مورد ۱) نیز می تواند می باشد.

۳- درصد کاهش بیشتر کوهستان در دوره ۲۰۱۸ - ۲۰۱۰ نسبت به دوره ۲۰۱۰ - ۲۰۰۰ نشان از شروع گسترش شهر به سمت ارتفاعات و در نتیجه تغییر جهت رشد شهر (از شمالشرق به جنوب و جنوب غرب) دارد.

۴- کاهش اراضی بایر در هر دوره نشان از توسعه میان افزا در شهراراک در طول هر دو دوره دارد.

نقشه‌های تهیه شده کاربری اراضی، در ادامه با نقاط GPS زمینی، نقشه وضع موجود منطقه مقایسه و با استفاده از ماتریس خطای تشکیل شده ضریب کاپا و دقت کلی آن به دست آمد. ضریب کاپا و دقت کلی در حالتی که عددی بالا ۸۰٪ باشد قابل قبول می باشد در غیر این حالت باید تصاویر طبقه بندی شده با نقاط برداشتی جدید طبقه بندی مجدد انجام شود و ضریب کاپا و دقت کلی آن محاسبه شود. در جدول ۹ و ۱۰، پارامترهای آماری محاسبه شده آمده است. براساس این جداول ضریب دقت کلی و کاپا در هر سه دوره بالای ۹۰ و قابل قبول می باشد.

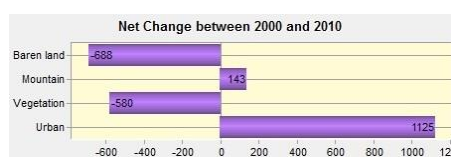
جدول ۹- ماتریس خطا، ضریب کاپا و دقت کلی در طبقه بندی سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰

Class	تست کلاس کوهستان	تست اراضی بایر	تست کلاس پوشش گیاهی	تست اراضی بایر	جمع	تست کلاس کوهستان	تست اراضی بایر	تست کلاس پوشش گیاهی	تست اراضی بایر	جمع
	سال ۲۰۰۰	سال ۲۰۱۰								
Unclassified	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کوهستان	۴۰	۴	۰	۰	۴۴	۴۴	۰	۰	۴	۴۸
شهری	۰	۳۶	۰	۰	۳۶	۰	۳۲	۰	۰	۳۲
پوشش گیاهی	۰	۰	۴۰	۴	۴۴	۰	۰	۴۴	۲	۴۶
بایر	۰	۰	۰	۴۰	۴۰	۴	۰	۰	۶۶	۷۰
جمع	۴۰	۴۰	۴۰	۴۴	۱۶۴	۴۸	۳۲	۴۴	۷۲	۱۹۶
Overall Accuracy = (156/164)	%۹۵/۱۲					%۹۴/۹۰				
Kappa Coefficient	۰/۹۳۵					۰/۹۳۰۱				

جدول ۱۰- ماتریس خطا، ضریب کاپا و دقت کلی در طبقه بندی سال ۲۰۱۸

Class	تست کلاس کوهستان	تست اراضی ساخته شده	تست کلاس پوشش گیاهی	تست اراضی بایر	جمع
Unclassified	۰	۰	۰	۰	۰
شهری	۷۲	۴	۰	۰	۷۶
پوشش گیاهی	۰	۷۵	۰	۰	۷۵
کوهستان	۰	۰	۷۰	۰	۷۰
بایر	۰	۱	۴	۶۴	۶۹
جمع	۷۲	۸۰	۷۴	۶۴	۲۹۰
Overall Accuracy = (281/290)	%۹۶/۸۹۶۶				
Kappa Coefficient	۰/۹۵۸۶				

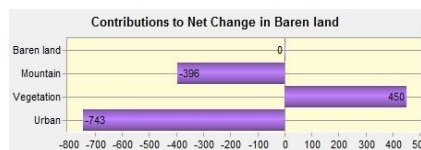
**اجرای مدل ساز Lcm:** نقشه‌های طبقه‌بندی کاربری‌های تهیه‌شده (شکل ۲ تا ۴)، جهت مدل‌سازی و پایش تغییرات کاربری اراضی وارد نرم‌افزار ادیسی شد، تا تغییرات کاربری‌ها در سال‌های مورد مطالعه مدل‌سازی گردد. نمودار این مدل تغییرات کل و خالص ایجادشده و تغییرات هر کلاس به نفع کلاس‌های دیگر را نشان می‌دهد (شکل‌های ۹ تا ۱۲). تغییرات کاربری‌ها نشان می‌دهد اراضی بایر در سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰، به مقدار ۶۸۸ و پوشش گیاهی به مقدار ۵۹۰ پیکسل کاهش یافته است (توسعه شهر در دوره ۲۰۱۰-۲۰۰۰). در کاربری کوهستان و شهر به مقدار ۱۴۳ و ۱۱۲۵ پیکسل افزایش مساحت مشاهده گردید. در شکل‌های ۱۱ تا ۱۴ نیز نشان داده شده است که مقدار کاهش یا افزایش هر کاربری، به چه میزان از کاربری‌های دیگر بوده است. براساس شکل ۱۰، اراضی بایر به نفع اراضی کوهستانی و اراضی شهری تغییر کاربری داده اند. در مقابل افزایش ناچیز پوشش گیاهی ناشی از اراضی بایر و بخش ناچیز دیگری از آن ناشی از اراضی کوهستان (شکل ۱۱) بوده است. در این بازه زمانی تمام کاربری‌ها به نفع اراضی شهری کاهش داشته‌اند (شکل ۱۲). کاربری پوشش گیاهی نیز به سه کلاس دیگر تبدیل شده و کاهش داشته است (نمودار ۱۴).



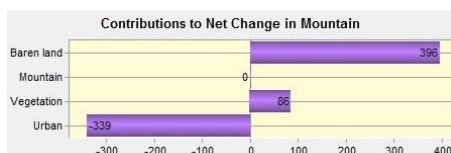
شکل ۹- نمودار تغییرات کل کاربری‌های سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰



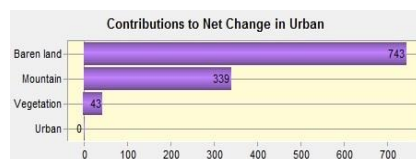
شکل ۱۰- نمودار تغییرات خالص کاربری شهری به سایر کاربری‌ها سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰



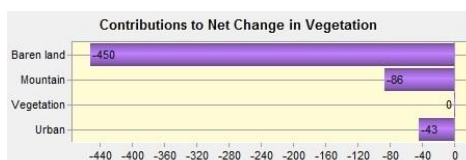
شکل ۱۱- نمودار تغییرات اراضی بایر به سایر کاربری‌ها سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰



شکل ۱۲- نمودار تغییرات خالص اراضی کوهستان سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰

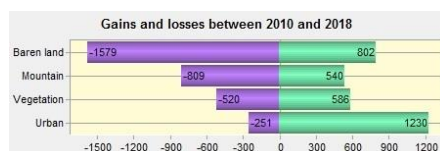


شکل ۱۳- نمودار تغییرات خالص کاربری شهری سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰



شکل ۱۴- نمودار تغییرات خالص کاربری پوشش گیاهی سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰

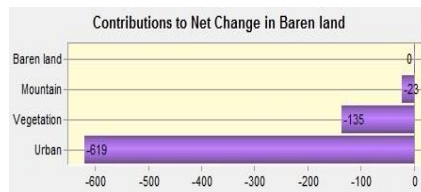
در نهایت نمودارهای تغییرات برای سال‌های ۲۰۱۰ به ۲۰۱۸ نیز به دست آمد که در شکل‌های (۲۱) تا (۲۶) نشان داده شده‌است. تغییرات کلاس اراضی شهری از اراضی بایر (شکل ۲۵) نشان از توسعه درونی در این دوره (۲۰۱۸-۲۰۱۰) می‌باشد.



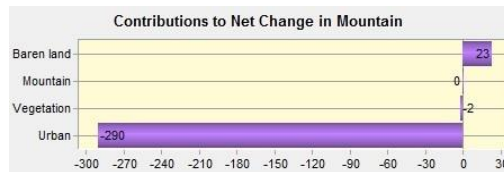
شکل ۲۱- نمودار تغییرات کل کاربری‌های سال ۲۰۱۰ به ۲۰۱۸



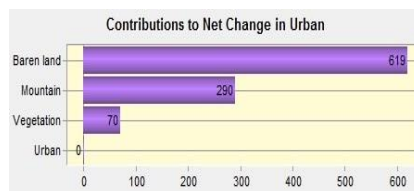
شکل ۲۲- نمودار تغییرات خالص کاربری ها سال ۲۰۱۰ به ۲۰۱۸



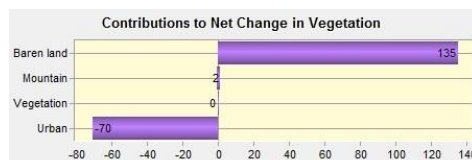
شکل ۲۳- نمودار تغییرات خالص کاربری اراضی بایر سال ۲۰۱۰ به ۲۰۱۸



شکل ۲۴- نمودار تغییرات خالص کاربری کوهستان سال ۲۰۱۰ به ۲۰۱۸



شکل ۲۵- نمودار تغییرات خالص کاربری شهر به سایر کلاس ها سال ۲۰۱۰ به ۲۰۱۸

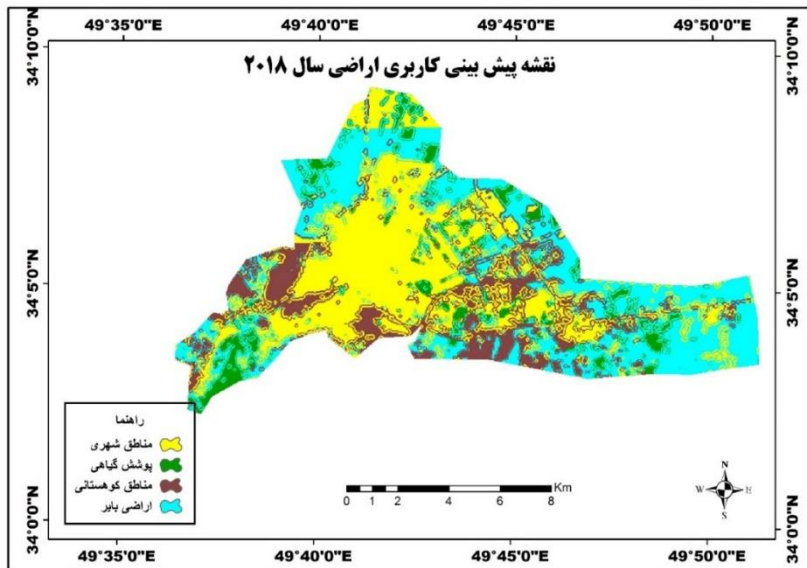


شکل ۲۶- نمودار تغییرات خالص کاربری پوشش گیاهی سال ۲۰۱۰ به ۲۰۱۸

### پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی

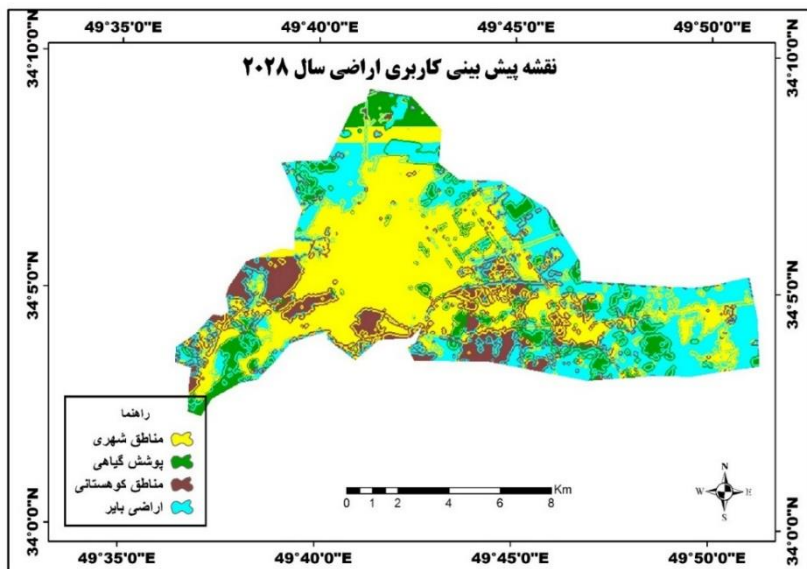
در پژوهش حاضر برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهر اراک از روش تلفیق زنجیره‌های مارکوف و سلول‌های خودکار استفاده شده است. برای انجام این روش با استفاده از نرم‌افزار IDRISI ابتدا نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ تهیه شد. در این مرحله با استفاده از ماتریس تبدیل وضعیت دوره اول (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰) برای سال ۲۰۱۸ تغییرات پوشش زمین پیش‌بینی شد. هدف از اینکار کالیبره کردن مدل مارکوف برای سال ۲۰۱۰ می‌باشد که داده‌های واقعی آن موجود است و از تصویر طبقه‌بندی شده همان سال، قابل استخراج می‌باشد. نتایج بدست آمده از پیش‌بینی برای سال ۲۰۱۸، در گام بعدی با داده‌های واقعی، برای اطلاع از درصد خطای موجود آنها چک گردید. لازم به ذکر است که این پیش‌بینی با فرض درستی درجه یک بودن و ایستایی ماتریس تبدیل وضعیت نسبت به زمان صورت گرفته است تا فارغ از تست فرض‌های اولیه مارکوف، نتایج بررسی شده و اختلاف آن با نتایج بدست آمده در روش جدید ارزیابی گردد. سرانجام، بر اساس مدل سلول‌های خودکار به صورت نقشه پیش‌بینی ۲۰۱۸ و ۲۰۲۸ به دست آمد که در شکل (۲۷) و (۲۸) نشان داده شده است.





شکل ۲۷- نقشه پیش بینی کاربری اراضی اراک با استفاده از CA-Markov برای سال

۲۰۱۸



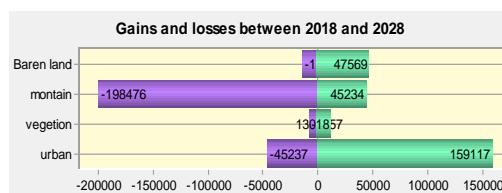
شکل ۲۸- نقشه پیش بینی کاربری اراضی اراک با استفاده از CA-Markov برای سال

۲۰۲۸

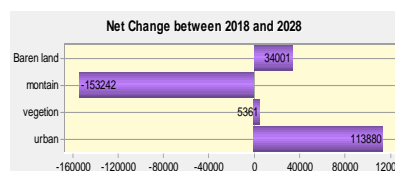
پیش بینی مساحت کلاس کاربری‌ها در جدول شماره ۱۱ آمده براساس شکل‌های تغییرات کلاس‌ها به یکدیگر در شکل‌های ۲۹ تا ۳۴ نشان می‌دهد اگر چه در دوره‌های قبل عمده تغییرات از کلاس اراضی بایر بود اما از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۸ عمده تغییرات مربوط به کلاس کوهستان خواهد بود و تغییرات این اراضی چشمگیر خواهد بود (شکل ۳۰). با توجه به این که اراضی کوهستانی شهر در جهت جنوب و جنوب‌غرب واقع شده اند پس پیش بینی می‌شود جهت رشد شهر هم از سمت شمال و شمال‌شرق به سمت جنوب و جنوب‌غرب شهر دور از انتظار نیست. تغییرات کلاس کوهستان عمدتاً به نفع اراضی شهری و پوشش گیاهی خواهد بود (شکل ۳۱ و ۳۲).

جدول ۱۱- مساحت کاربری اراضی سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۲۸ با استفاده از CA-

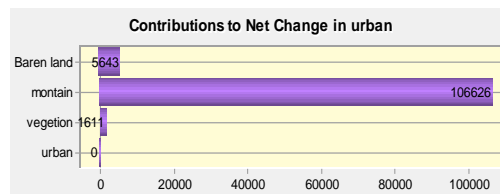
Markov			کلاس کاربری
درصد تغییرات	مساحت پیش بینی سال ۲۰۲۸ (هکتار)	مساحت پیش بینی سال ۲۰۱۸ (هکتار)	
۷	۵۷۲۱/۴۸	۴۸۲۴/۲۷	شهر
۲/۷	۱۴۳۵/۹۵	۱۰۸۲/۱۶	پوشش گیاهی
-۳/۶	۱۹۸۲/۸۸	۲۴۵۲/۸۶	کوهستان
-۶	۳۶۷۶/۵۹	۴۴۵۷/۶۱	اراضی بایر



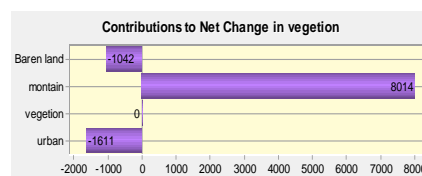
شکل ۲۹- نمودار تغییرات کل کاربری‌های سال ۲۰۱۸ به ۲۰۲۸



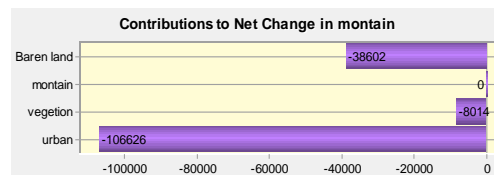
شکل ۳۰- نمودار تغییرات خالص کاربری شهری به سایر کاربری‌ها سال ۲۰۱۸ به ۲۰۲۸



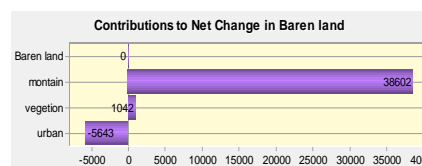
شکل ۳۱- نمودار تغییرات اراضی شهری به سایر کاربری‌ها سال ۲۰۱۸ به ۲۰۲۸



شکل ۳۲- نمودار تغییرات خالص کاربری پوشش گیاهی سال ۲۰۱۸ به ۲۰۲۸



شکل ۳۳- نمودار تغییرات خالص کاربری کوهستان سال ۲۰۱۸ به ۲۰۲۸



شکل ۳۴- نمودار تغییرات خالص کاربری اراضی بایر سال ۲۰۱۸ به ۲۰۲۸

**نتیجه گیری:** همانگونه که از نتایج آشکارسازی تغییرات پیداست، در طی دوره مطالعاتی ۱۸ ساله حاکی از گسترش اراضی ساخته شده، ناشی از تغییرات در اراضی کشاورزی حومه شهر در شمال و شمالشرق در دهه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ و اراضی بایر است که بیشترین استعداد را برای تبدیل به اراضی ساخته شده دارند. ادامه این روند در دهه

۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ حاکی از تغییر اراضی بایر و کوهستان به اراضی ساخته شده و شهری است.

الگوی رشد شهر اراک در دهه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ اسپیرال و در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ الگوی توسعه درونی و در دهه ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۸ الگوی رشد توسعه از لبه (ناشی از الحاق دو روستای کرهرود و سنجان به شهر) و توسعه درونی خواهد بود. به طور کلی از پیش شرطها و محدودیت‌های مدل مارکوف، ایستایی و در نظر گرفتن روند سرعت قبلی تغییرات است (علیمحمدی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۲۷) ولی بر اساس ساختار کلی مارکوف که اگر سرعت تغییرات با همان سرعت تغییرات دوره پیشین ادامه پیدا کند، در سال هدف، تغییرات در کاربری‌ها به این صورت خواهد بود که:

- ۱- هرچند اراضی شهری افزایش دارند اما درصد رشد آن نسبت به دوره های قبلی کند تر خواهد بود (از ۸.۷۷ به ۷ درصد).
- ۲- پوشش گیاهی کاهش رشد نداشته و حتی اندکی افزایش هم خواهد داشت (از ۴.۵۲- به ۲.۷ درصد)
- ۳- درصد کاهش اراضی کوهستان قابل توجه می باشد (از ۲.۹- به ۳.۶-). این کاهش نشان از تمایل رشد شهر به سمت ارتفاعات شهرداری.
- ۴- کاهش اراضی بایر ادامه خواهد داشت ولی سرعت آن تغییر چندانی نخواهد داشت (از ۶.۰۶- به ۶- درصد)

### منابع

- بوالحسنی، ندا (۱۳۹۳)، بررسی روند تغییرات کاربری اراضی شهری (۹۰-۱۳۴۵) (مورد مطالعه: شهر اراک)، استاد راهنما: دکتر سلیمانی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، شهریور ۹۳
- پیرنظر، مجتبی (۱۳۹۴)، راهنمای کاربردی نرم افزار Envi و پردازش تصاویر ماهواره‌ای، انتشارات ناقوس، چاپ اول

حیدریان، پیمان، کاظم رنگزن، سعید ملکی و ایوب تقی زاده (۱۳۹۳)، تلفیق تکنیک‌های سنجش از دور، GIS و مدل LCM با رویکرد مدلسازی توسعه شهری (نمونه موردی: کلانشهر تهران)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال پنجم، شماره هفدهم، صص ۱۰۰-۸۷

خیرالدین، رضا و فردیس سالاریان (۱۳۹۶)، الگوسازی گرایش‌های فضایی شهرها با استفاده از الگوی رشد خودکار سلولی جهت امکان سنجی و انتظام توسعه فضایی شهر چالوس، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۳۹، صص ۱۷۶-۱۵۳

ده بزرگی، مه رو، ملکیان، آرش، احسانی، امیرهوشنگ (۱۳۹۴)، ارزیابی عملکرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی خشکسالی هواشناسی در شمال غربی ایران نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال پانزدهم شماره ۳۶، صص ۱۵۶-۱۳۹

شمسی‌پور، علی اکبر، سوسن حیدری و کیوان باقری (۱۳۹۶)، پایش روند تغییرات پوشش زمین در شهر کرمانشاه با مدل CA مارکوف، پژوهش‌های جغرافیای برنامه ریزی شهری، دوره ۵، شماره ۳، صص ۵۱۴-۴۹۵

عابدینی، موسی، میرزاخانی، بهاره و آتنا عسکری (۱۳۹۴)، پهنه‌بندی ژئومورفولوژیکی تناسب زمین در شهرستان اراک با استفاده از مدل منطق فازی (با رویکرد توسعه آتی شهر اراک)، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای، سال پنجم، شماره ۱۸

علی محمدی، عباس، علی جعفر موسیوند، سیاوش شایان (۱۳۸۹)، پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل زنجیره مارکوف، مدرس علوم انسانی برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره چهاردهم، شماره ۳، صص ۱۳۰-۱۱۷

مشتاقیون، مریم، سید علی المدرسی و علی اکبر جمالی (۱۳۹۴)، مدلسازی رشد و توسعه شهر بیابانی یزد با استفاده از تحلیل‌های پیشرفته فضایی، در بازه زمانی ۱۹۹۹-۲۰۲۰، کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، سال سوم شماره اول، صص ۴۷-

نوحه گر، احمد، محمد کاظمی، سید جواد احمدی، حمید غلامی و رسول مهدوی (۱۳۹۵)، استفاده از تکنیک‌های پیکسل مبنا و زیر پیکسل مبنا جهت شناسایی مناطق دگرسانی (مطالعه موردی محدوده تنگ بستانک استان فارس)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال پنجم، شماره ۱، صص ۸۹ تا ۱۰۹

وفایی، ساسان، درویش صفت، علی اصغر، پیرباوقار، مهتاب، (۱۳۹۲)، پایش و پیش بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM (مطالعه موردی: منطقه مریوان)، مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، سال پنجم، شماره ۳، صص ۳۲۳ تا ۳۳۶.

- Dewan, A. M., & Yamaguchi, Y. (2009). Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography*, 29(3), 390-401.
- Jahanishakib, F., Mirkarimi, S. H., Salmanmahiny, A., & Poodat, F. (2018). Land use change modeling through scenario-based cellular automata Markov: improving spatial forecasting. *Environmental monitoring and assessment*, 190(6), 332.
- Jensen, J.R. (2007), *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*, Pearson Prentice Hall, p: 592.
- Luo, J., & Wei, Y. D. (2009). Modeling spatial variations of urban growth patterns in Chinese cities: The case of Nanjing. *Landscape and Urban Planning*, 91(2), 51-64.
- Mahmoud, H., & Divigalpitiya, P. (2015, November). Modeling Future Land Use and Land-Cover Change in the Asyut Region Using Markov Chains and Cellular Automata. In *International conference on Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions* (pp. 99-112). Springer, Cham
- Tewolde, M. G., & Cabral, P. (2011). Urban sprawl analysis and modeling in Asmara, Eritrea. *Remote Sensing*, 3(10), 2148-2165.
- Van Nguyen, T., Van Nguyen, N., Le, H. T. T., La, H. P., & Bui, D. T. (2017, October). Detection and Prediction of Urban Expansion of Hanoi Area (Vietnam) Using SPOT-5 Satellite Imagery and Markov Chain Model. In *International Conference on Geo-Spatial Technologies and Earth Resources* (pp. 119-133). Springer, Cham
- Sahana, M., Hong, H., & Sajjad, H. (2018). Analyzing urban spatial patterns and trend of urban growth using urban sprawl matrix: A study on Kolkata

urban agglomeration, India. *Science of the Total Environment*, 628, 1557-1566.

Rajitha, K., C. K. Mukherjee, Vinu R. Chandran, and M. M. Prakash Mohan, (2010), Landcover

change dynamics and coastal aquaculture development: a case study in the East Godavari delta, Andhra Pradesh, India using multi-temporal satellite data, *International Journal of Remote Sensing*, 31 (16), 4423 - 4442.

Villa, A., Benediktsson, J.A., Chanussot, J. and Jutten, J. (2011). "Hyperspectral Image Classification With Independent Component Discriminant Analysis". *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. Vol. 49. No. 12. pp. 4865-4876.

### مقاله پژوهشی

## تحلیل مورفومتریکی تپه‌های ماسه‌ای و سرعت جابجایی آن‌ها در دشت سیستان<sup>۱</sup>

مهدی حیدری نسب<sup>۲</sup>، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

امیر کرم، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

حسین نگارش، استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

احمد پهلوانروی، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه زابل، ایران

### چکیده

ویژگی‌های دشت سیستان از قبیل رسوبگذاری رودخانه‌ها، وزش بادهای فرساینده به ویژه بادهای ۱۲۰ روزه و خشکسالی‌های ۲۰ سال اخیر، زمینه فرسایش بادی را فراهم کرده است. یکی از نمادهای عینی فرسایش بادی، جابجایی ماسه‌هاست. به دلیل مسکونی بودن محدوده جابجایی ماسه‌ها، تحلیل مورفومتریکی و میزان جابجایی تپه‌های ماسه‌ای در ایجاد مخاطرات از اهداف این پژوهش است. جهت بررسی نقش پارامترهای مورفومتریکی برخان‌ها در میزان جابجایی‌شان، از ۱۰ برخان تشکیل شده در دو کانون فرسایش بادی، ۷ برخان انتخاب شد و در مدت وزش بادهای ۱۲۰ روزه، میزان جابجایی‌شان رصد شده و ثبت گردید. سپس با تحلیل رگرسیونی بین طول، عرض، ارتفاع و مساحت برخان‌ها و میزان جابجایی‌شان توسط نرم افزار SPSS مشخص شد که فقط بین طول برخان‌ها با میزان جابجایی‌شان، رابطه معکوس برقرار بوده و بین سایر پارامترها و جابجایی برخان‌ها رابطه معنی‌داری وجود ندارد. که دلیل آن می‌تواند شکل‌گیری برخان‌ها در محدوده اراضی روستایی و نقش عوارض سطح زمین در میزان سرعت باد، مقدار تولید ماسه و در پی آن در میزان جابجایی برخان‌ها باشد.

**کلمات کلیدی:** تحلیل مورفومتریکی، فرسایش بادی، برخان، دشت سیستان

<sup>۱</sup>- این مقاله برگرفته از رساله دکتری مهدی حیدری نسب تحت عنوان تحلیل مورفومتریکی تپه‌های ماسه‌ای و مخاطرات ناشی از جابجایی آن‌ها در دشت سیستان به راهنمایی دکتر امیر کرم در دانشگاه خوارزمی است.

mhn\_5490@yahoo.com

<sup>۲</sup>- نویسنده مسئول:



## مقدمه

فرایند فرسایش بادی، موجب تخریب خاک و از دسترس خارج شدن آن و نیز حمل و تجمع ماسه در سطح زمین می‌شود. در حال حاضر حدود ۳۶ درصد سطح زمین، مناطق خشک و نیمه خشک است که در این اراضی حدود ۱۷ درصد جمعیت دنیا ساکنند. از این مقدار، یک چهارم تا یک سوم با ماسه روان پوشانده شده است (لطیفی، ۱۳۸۵). منطقه سیستان (ایستگاه هواشناسی زابل) با میانگین سالانه ۸۰/۷ روز در سال طی یک دوره پنج ساله (۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵) رتبه دوم وقوع طوفان‌های ماسه‌ای در قاره آسیا را داراست (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۷: ۴۵). حرکت ماسه‌های روان بر روی سطح زمین و شکل‌گیری تپه‌های ماسه‌ای در اراضی روستایی منطقه، منجر به ایجاد مخاطرات مختلف می‌شود. یکی از اشکال متحرک تپه‌های ماسه‌ای، برخان‌ها هستند که فعال و پویا بودن آن‌ها، تحت تأثیر ویژگی‌های مورفومتریک آن‌ها می‌باشد، لذا سوالات اساسی پژوهش این است که کدام یک از ویژگی‌های مورفومتریک برخان‌ها در سرعت جابجایی آن‌ها مؤثرتر است؟ و اینکه در ناحیه تحقیق، منابع اصلی تأمین رسوب برای فرسایش بادی، کدام واحدهای ژئومورفیک هستند؟ بنابراین اهداف این پژوهش، تجزیه و تحلیل نقش پارامترهای مورفومتریک تپه‌های ماسه‌ای بر سرعت جابجایی آن‌ها و شناسایی منابع تأمین ماسه‌هاست.

تاکنون مطالعات متعددی پیرامون ماسه‌های روان، پیشروی آن‌ها به سمت سکونتگاه‌ها و اثرات تخریبی آن‌ها بر محیط، در نقاط مختلف دنیا و از جمله در ایران به دلیل وسعت مناطق تحت تأثیر ماسه‌ها انجام شده است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

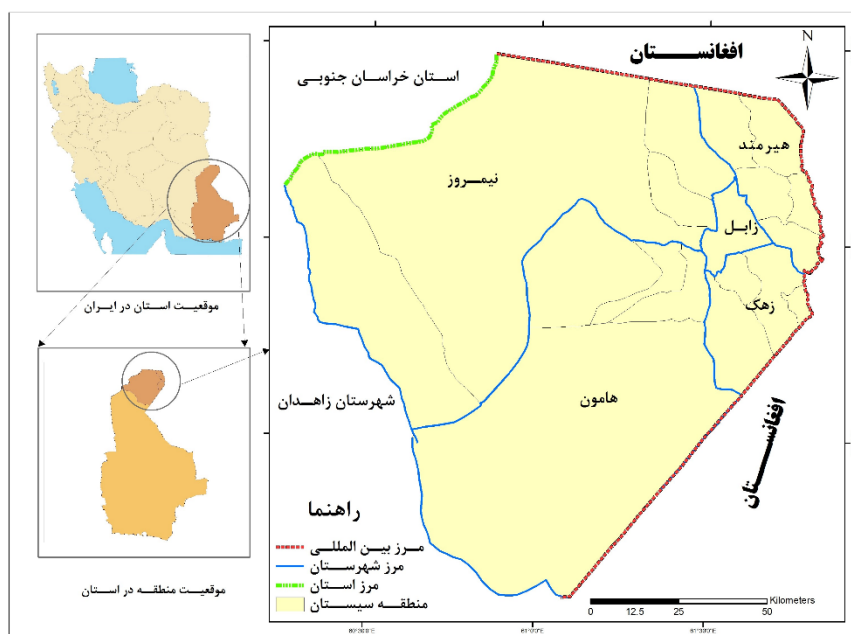
در بررسی و سنجش میزان جابجایی تپه‌های برخانی بیابان تکله‌مکان در سال‌های ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳، مشخص شد که همبستگی پارامترهای مورفومتریک برخان‌ها و میزان جابجایی‌شان پیچیده است. به طوری که بعضی از آن‌ها همبستگی خوبی را نشان نداده و این می‌تواند ناشی از عملکرد برخان‌های نامتکامل و عملکرد پیچیده رژیم باد محلی باشد (دونگ و همکاران، ۲۰۰۰: ۲۱۹). پس از تحلیل همبستگی بین پارامترهای

ژئومورفیک و سرعت حرکت برخان‌ها در بیابان غرب عربستان، مشخص شد که بین پارامترهای ارتفاع، عرض، طول بادرفت، طول سطح شیب و سرعت حرکت برخان‌ها رابطه معنی‌دار وجود دارد (عباس ایفن الهارتی، ۲۰۰۲). نتایج بررسی مورفومتری و مورفودینامیک رخساره‌های فرسایش بادی دشت یزد- اردکان، نشان داد که کم-تحرك‌ترین تپه‌های ماسه‌ای ارگ یزد، قوردها با ارتفاع بیش از ۱۹ متر و توسعه جانبی کمتر از ۰/۲ متر در سال و بوکلیه بارخانی با ارتفاع کمتر از ۱/۵ متر کوتاهترین و با جابجایی بیش از ۱۷ متر در سال فعال‌ترین تپه‌های ماسه‌ای ارگ یزدند (اختصاصی، ۱۳۸۳). پس از تحلیل ژئومورفولوژیکی روند پیشروی تپه‌های ماسه‌ای شرق دشت سیستان عنوان شد که بین پارامترهای ژئومورفیک برخان‌ها و میزان جابجایی‌شان همبستگی وجود دارد (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۷: ۵۸). در ارزیابی شاخص‌های مورفودینامیک تپه‌های برخانی در ریگ چاه جم مشخص شد که بین میزان جابجایی سالانه برخان و مولفه‌های مورفومتری آن، رابطه معکوس نمایی و خطی وجود دارد (سیف و موسوی، ۱۳۹۱: ۱۷). تحلیل آماری بررسی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای و ارتباط آن با رژیم باد در ارگ کاشان حاکی است که در بیشتر مناطق بند ریگ کاشان تپه‌های ماسه‌ای از نوع «فعال» هستند و تنها بخش کوچکی در شمال شرق و جنوب، «بسیار فعال» هستند و فعالیت تپه‌ها در حاشیه غربی کمتر است (توکلی فرد و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۴). پس از مطالعه رابطه مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای با شاخص‌های مورفومتری تپه‌های شرق بابلسر عنوان شد که مؤلفه ارتفاع با طول قله و دامنه پشت به باد بهترین ضریب همبستگی را نشان داده و ارتفاع تپه‌ها با تغییر طول قله و طول دامنه پشت به باد تغییر می‌کند و مؤلفه طول دامنه رو به باد، تأثیری بر ارتفاع ندارد (وُسو و همکاران، ۱۳۹۳). در بررسی جهات انتقال ماسه‌های بادی منطقه اردستان مشخص شد که منشأ غالب نمونه‌ها، مخروط افکنه‌های حاشیه جنوبی چاله و جهات غالب نقل و انتقال نیز شمال شرق و سپس مشرق می‌باشد (محمدخان و کشفی، ۱۳۹۴: ۵۹).

منطقه سیستان که با ۱۵۱۹۷ کیلومتر مربع مساحت، بخش شمالی استان سیستان و بلوچستان و معادل ۸/۱ درصد مساحت آن را شامل می‌شود (شکل ۱)، محل

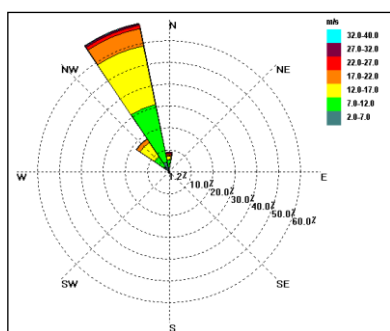
رسوبگذاری رودخانه‌هایی (از جمله هیرمند) است که رسوبات آن عمدتاً ریزدانه بوده و از ۶۰ درصد رس، ۳۰ درصد سیلت و ۱۰ درصد ماسه ریز تشکیل یافته است (مهندسین مشاور سازآب شرق، ۱۳۸۲: ۳۰). بیشترین فراوانی ارتفاع از سطح دریا بین ۴۸۰-۴۶۰ متر و درصد شیب با بیشترین فراوانی بین ۱-۰ می‌باشد (مهندسین مشاور ورزبوم، ۱۳۷۵: ۳۱). این دشت به جز کوه خواجه با ارتفاع ۱۲۳ متر از اطراف، عارضه قابل توجهی ندارد.

مشخصه کانون‌های بحرانی فرسایش بادی، جابجایی و انباشت ماسه‌هاست. از این رو سیستان دارای سه کانون بحرانی فرسایش بادی می‌باشد که عبارتند از: نیاتک، جزینک و تاسوکی- شيله که در مجموع سطحی معادل ۲۵۲۴۵۳ هکتار را در بر گرفته‌اند (مهندسین مشاور سامانه فرایندهای محیطی، ۱۳۸۱). از آنجا که کانون تاسوکی-شيله در خارج از محدوده مسکونی سیستان واقع است و از مخاطرات ناچیزی برخوردار بوده، لذا پژوهش فقط در کانون‌های نیاتک و جزینک صورت گرفته است.

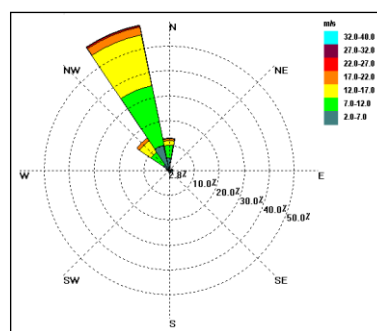


شکل ۱- موقعیت دشت سیستان

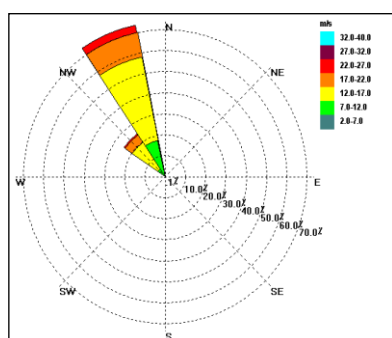
اقلیم سیستان (براساس روش دومارتن) فراخشک معتدل بوده (مهندسین مشاور سامانه فرایندهای محیطی، ۱۳۸۱: ۹۶) دارای میانگین دمای ۲۳ درجه سانتیگراد، میانگین بارش سالانه ۵۴ میلیمتر و میانگین تبخیر سالانه ۴۶۰۰ میلیمتر می‌باشد. مهمتر از دما، وزش بادهای مداوم و شدید مهمترین عامل تبخیر است. جهت باد غالب منطقه، شمال شمال غربی می‌باشد (آمار هواشناسی ایستگاه زابل ۱۳۹۴-۱۳۶۲) (اشکال ۲ تا ۶).



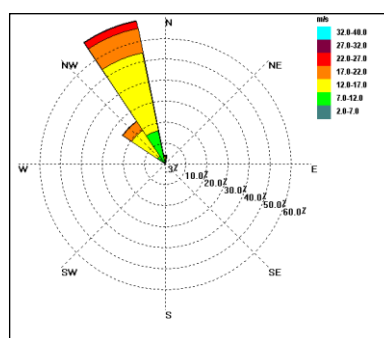
شکل ۳- گلباد خردادماه ایستگاه زابل



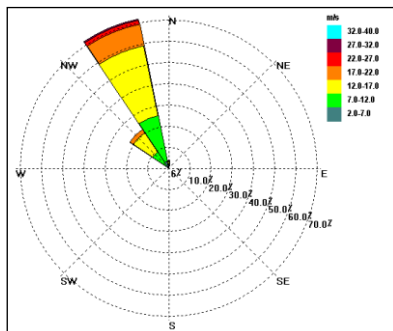
شکل ۲- گلباد اردیبهشت ماه ایستگاه زابل



شکل ۵- گلباد مردادماه ایستگاه زابل



شکل ۴- گلباد تیرماه ایستگاه زابل



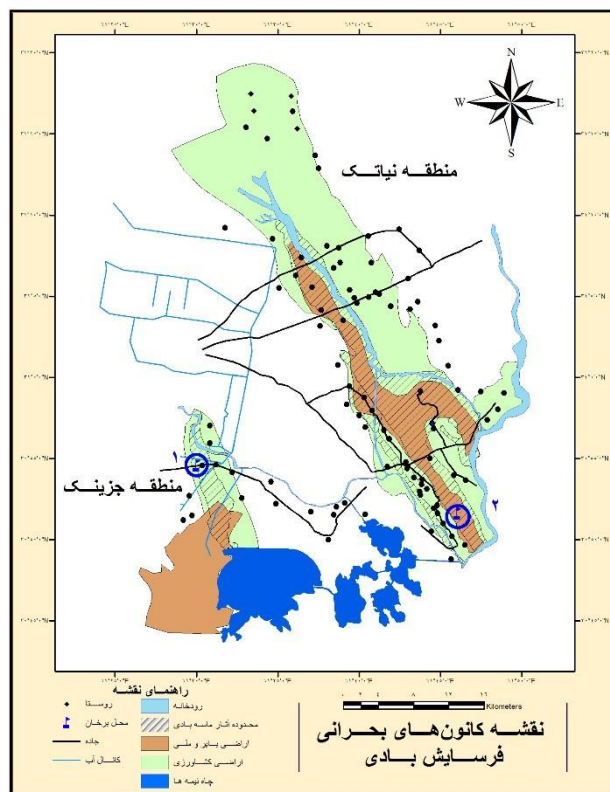
شکل ۶- گلباد شهر یورماه ایستگاه زابل

### مواد و روش‌ها

در ابتدا به جمع‌آوری اطلاعات کتابخانه‌ای در مورد موضوع تحقیق پرداخته شده است و از آمار هواشناسی سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۹۴ ایستگاه سینوپتیک زابل بهره گرفته و از نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و کاربری اراضی دشت سیستان و همچنین مشاهدات میدانی برای تعیین دقیق منشأ ماسه‌ها و محدوده کانون‌های فرسایش بادی استفاده شده است. جهت مطالعه نحوه جابجایی تپه‌های ماسه‌ای (برخان) از روش مطالعه میدانی استفاده شده است که پارامترهای ژئومورفیک برخان‌ها را اندازه‌گیری کرده و با استفاده از تکنیک پیکه‌کوبی، میزان جابجایی برخان‌ها در مدت زمان وزش بادهای ۱۲۰ روزه پیگیری شده و سپس برای تحلیل رابطه بین پارامترهای ژئومورفیک و میزان جابجایی برخان‌ها، از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

### بحث اصلی

جهت انجام پژوهش، از میان انواع تپه‌های ماسه‌ای، چون برخان‌ها بسیار متحرک و حساسند (احمدی، ۱۳۸۵: ۳۴۹) و می‌توانند روند جابجایی ماسه‌ها را به خوبی نشان دهند، از تعداد ۱۰ برخانی که در دو کانون فرسایش بادی و عمدتاً در اراضی زراعی تشکیل شده‌اند، ۲ برخان از کانون جزینک (شمال غرب روستای قلعه کنگ) و ۵ برخان از کانون نیاتک (شرق روستای امیرنظام) انتخاب شدند (شکل ۷).



شکل ۷- موقعیت برخان‌های نمونه در دو کانون بحرانی

سپس پارامترهای ژئومورفیک برخان‌ها که شامل طول (L) (طول زمینی دامنه بادخیز + طول زمینی دامنه بادپناه)، عرض (w)، ارتفاع (H) و مساحت (S) می‌باشد اندازه‌گیری و در جدول ۱ ثبت گردید. برای پیگیری روند جابجایی برخان‌ها (در مدت وزش بادهای ۱۲۰ روزه)، در تاریخ ۹۶/۱/۲۴ در ابتدای شیب رو به باد برخان‌ها پیکه‌کوبی (شکل ۸) و در مدت ۵ ماه اردیبهشت تا شهریورماه و در سه نوبت ۹۶/۴/۱۵، ۹۶/۵/۳۰ و ۹۶/۶/۲۷، میزان جابجایی آن‌ها (DM) پیگیری شد (شکل ۹) و در جدول ۲ ثبت گردید.

جدول ۱- اندازه پارامترهای مورفومتریک برخان‌ها

موقعیت برخان	شماره برخان	مختصات برخان	طول به (L) متر	عرض به (W) متر	ارتفاع به (H) متر	مساحت به (S) مترمربع	اولین برداشت جابجایی برخان به متر	دومین برداشت جابجایی برخان به متر	سومین برداشت جابجایی برخان به متر	میانگین جابجایی برخان به متر	مجموع جابجایی برخان در ۵ ماه به متر
جزینک	۱	۳۰° ۵۴' ۴۱" N ۶۱° ۳۰' ۱۱" E	۴۴/۴	۵۵	۵/۲	۲۴۰۰	۳۲	۳۰	۵	۲۲/۳۳	۶۷
جزینک	۲	۳۰° ۵۴' ۳۷" N ۶۱° ۳۰' ۲۲" E	۱۷/۵	۲۴	۲/۵	۳۵۵	۳۶	۳۳	۱۰	۲۶/۳۳	۷۹
نیاتک	۳	۳۰° ۵۱' ۲۸" N ۶۱° ۴۵' ۵۸" E	۳۵/۸	۳۲	۳/۱	۹۷۷	۲۲/۴	۲۵	۶/۸	۱۸/۰۶	۵۴/۲
نیاتک	۴	۳۰° ۵۱' ۴۱" N ۶۱° ۴۶' ۰۸" E	۳۸/۵	۳۸	۵	۱۶۱۱	۲۲/۷	۲۵	۶/۲	۱۷/۹۶	۵۳/۹
نیاتک	۵	۳۰° ۵۱' ۴۰" N ۶۱° ۴۶' ۰۱" E	۳۵/۷	۴۲	۲/۹	۱۵۵۶	۲۸/۱	۲۳/۸۰	۳/۱	۱۸/۳۳	۵۵
نیاتک	۶	۳۰° ۵۱' ۴۵" N ۶۱° ۴۶' ۰۷" E	۴۴/۵	۶۲	۵/۸	۳۰۱۸	۲۸/۵	۲۱/۳۰	۶/۳	۱۸/۷	۵۶/۱
نیاتک	۷	۳۰° ۵۱' ۵۱" N ۶۱° ۴۶' ۱۲" E	۳۹/۵	۵۷	۴/۹	۲۷۱۲	۲۱/۷	۱۹/۴۰	۶/۸	۱۵/۹۶	۴۷/۹



شکل ۹- اندازه‌گیری جابجایی برخان با توجه به شاخص

شکل ۸- پیکه‌کوبی در ابتدای دامنه رو به باد برخان

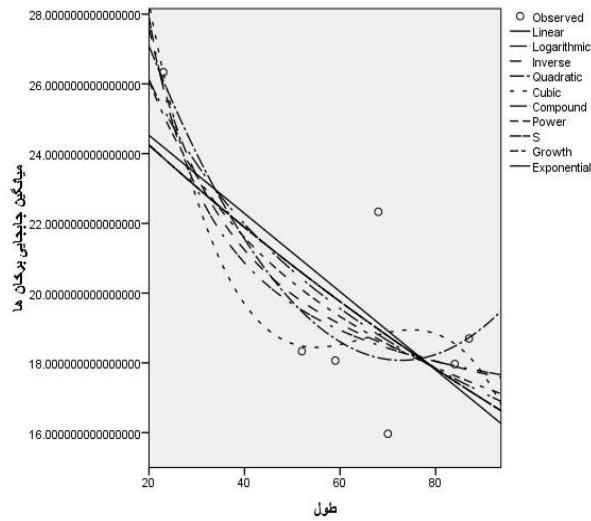
تجزیه و تحلیل پارامترهای مورفومتریک برخان‌ها و داده‌های به دست آمده از جابجایی‌شان، منجر به ارائه مدلی به صورت خطی، لگاریتمی، نمایی و معکوس شد (جدول ۲). همچنین رابطه گرافیکی بین پارامترهای مورفومتریک برخان‌ها با استفاده از نرم افزار spss محاسبه و به صورت اشکال شماره ۱۰ تا ۱۳ ترسیم گردید.

جدول ۲- نتایج تحلیل آماری و روابط بین پارامترهای مورفومتریک برخان‌ها و میزان

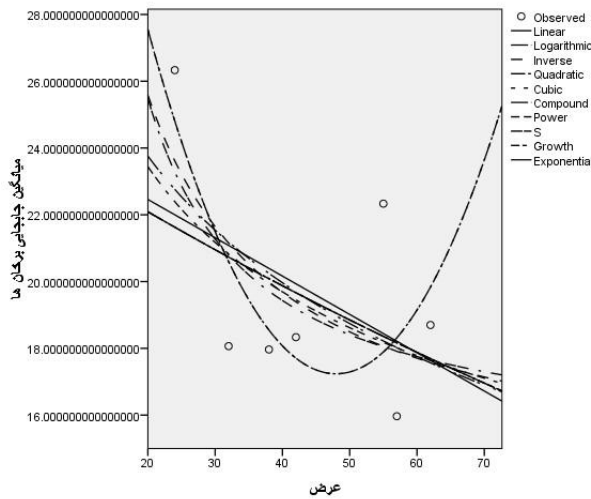
جابجایی شان

مقدار احتمال	معادله	تفسیر	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	نوع رابطه	رابطه
۰/۳۹۴	$DM=23/948 - 1/018(H)$	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۳۸۵	۰/۱۴۸	خطی	DM*H
۰/۳۳۰	$DM=25/9 - 4/492 \log (H)$	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۴۳۵	۰/۱۸۹	لگاریتمی	DM*H
۰/۴۲۰	$= \text{Exp} (23/0 - 58/046 * H)$ DM	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۳۶۶	۰/۱۳۴	نمایی	DM*H
۰/۲۶۶	$DM = 14.74 + 18.79/H$	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۲۳۹	۰/۴۸۹	معکوس	DM*H
۰/۰۸۲	$DM=26/0 - 76/112 * L$	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۶۹۶	۰/۴۸۴	خطی	DM*L
۰/۰۴۱	$DM=44/03 - 5/97 \log (L)$	در سطح ۵٪ معنی دار است	۰/۷۷۳	۰/۵۹۸	لگاریتمی	DM*L
۰/۱۰۲	$= \text{Exp} (26/0 - 87/005 * L)$ DM	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۶۶۷	۰/۴۴۵	نمایی	DM*L
۰/۰۲۵	$DM = 14.85 + 255.07/L$	در سطح ۵٪ معنی دار است	۰/۸۱۶	۰/۶۶۵	معکوس	DM*L
۰/۲۹۵	$DM=24/0 - 75/114 (W)$	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۴۶۴	۰/۲۱۵	خطی	DM*W
۰/۲۱۱	$DM=40/5 - 16/475 \log (W)$	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۵۴۰	۰/۲۹۲	لگاریتمی	DM*W
۰/۱۳۹	$DM = 13.76 + 236.52/W$	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۶۱۸	۰/۳۸۲	معکوس	DM*W
۰/۳۱۳	$= \text{Exp} (24/0 - 55/005 * W)$ DM	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۴۴۸	۰/۲۰۱	نمایی	DM*W
۰/۲۲۴	$DM=23/0 - 13/001 (S)$	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۵۲۷	۰/۲۷۸	خطی	DM*S
۰/۰۸۹	$DM=43/3 - 19/217 \log (S)$	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۶۸۵	۰/۴۶۹	لگاریتمی	DM*S
۰/۰۳۵	$DM = 16.88 + 3130.44/S$	در سطح ۵٪ معنی دار است	۰/۷۹۰	۰/۶۲۴	معکوس	DM*S
۰/۲۳۹	$= \text{Exp} (22/8 - 81/898 * S)$ DM	در سطح ۵٪ معنی دار نیست	۰/۵۱۳	۰/۲۶۳	نمایی	DM*S

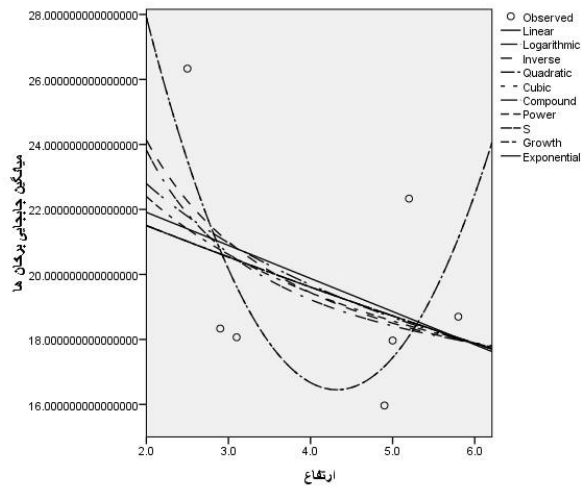




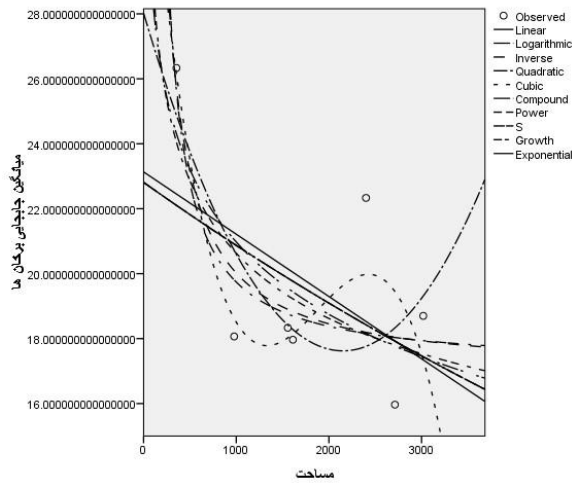
شکل ۱۰- نمودار رابطه رگرسیونی بین طول و جابجایی برخان‌ها



شکل ۱۱- نمودار رابطه رگرسیونی بین عرض و جابجایی برخان‌ها



شکل ۱۲- نمودار رابطه رگرسیونی بین ارتفاع و جابجایی برخان‌ها



شکل ۱۳- نمودار رابطه رگرسیونی بین مساحت و جابجایی برخان‌ها

منشأ ماسه‌ها: تجزیه فیزیکی و شیمیایی رسوبات بادی نمونه برداری شده نشان می‌دهد که نهشته‌های دلتایی رودخانه‌های سیستان، نیاتک (شکل ۱۴) و اراضی کشاورزی رها شده، منشأ اصلی و محدوده برداشت رسوبات منطقه می‌باشند. وجود عناصر مشترک فراوان در رسوبات نمونه برداری شده، بر یکسان بودن منشأ آن‌ها دلالت دارد. بطور کلی رسوبات منطقه تقریباً شبیه هم هستند که نشان از محلی بودن ذرات و یکسان بودن منطقه برداشت دارد (حیدری نیا، ۱۳۹۶: ۱۲۶). لذا برداشت ماسه‌ها از بستر رودخانه‌ها و حرکت بر روی اراضی رها شده منطقه، موجب ایجاد چاله‌های بادبردگی و تولید ماسه بیشتر می‌گردد.



شکل ۱۴- منشأ و محدوده ماسه‌های کانون‌های نیاتک و جزینک

دلایل رسوبگذاری ماسه در بستر رودخانه نیاتک: ۱- شیب کم بستر رودخانه  
 ۲- عریض بودن بستر رودخانه موجب کاهش سرعت آب و رسوبگذاری ماسه می‌شود.  
 ۳- کوچک بودن پل، نسبت به عرض رودخانه در محل جاده ادیمی و جاده زیارتگاه  
 بی‌بی‌دوست موجب کاهش سرعت عبور آب و رسوبگذاری ماسه می‌شود. ۵- عدم  
 لایروبی سالانه بستر رودخانه.

دلایل رسوبگذاری ماسه در بستر رودخانه سیستان: ۱- «شیب عمومی رودخانه  
 سیستان در حدود ۰/۰۰۰۰۲ تا ۰/۰۰۰۰۶ از تراز ۴۸۹ در دو شاخه هیرمند (در مرز  
 افغانستان) به تراز ۴۷۴/۷۵ متری از سطح دریا در هامون هیرمند می‌باشد. شیب کم بستر  
 رودخانه سیستان، میزان رسوبگذاری را افزایش داده است (حافظی مقدس و  
 همکاران، ۱۳۹۱، ۳). ۲- وجود چند ماندر متوالی در طول مسیر رودخانه: «ماندرها،  
 موجب فرسایش کناره رودخانه شده، این حجم از خاک وارد آب شده و به دلیل شیب  
 کم رودخانه در کف آن ته‌نشین می‌شوند (حافظی مقدس و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۰).  
 ۳- حجم زیادی از رسوبات لایروبی شده رودخانه، در ساخت خاکریزهای حاشیه  
 رودخانه بکار می‌روند. که بر اثر وزش بادهای شدید، مجدداً به کانال رودخانه باز  
 می‌گردد.

### نتیجه‌گیری

تحلیل رگرسیونی بین پارامترهای ژئومورفیک و میزان جابجایی برخان‌ها با نرم افزار  
 SPSS نشان داد که بجز طول برخان‌ها که رابطه معکوسی با میزان جابجایی‌شان دارد،  
 بین بقیه پارامترهای مورفومتریک برخان‌ها با میزان جابجایی‌شان، رابطه معنی‌داری  
 وجود ندارد.

میزان جابجایی برخان‌ها در دشت سیستان در مدت ۵ ماه اردیبهشت تا شهریور بین  
 ۴۷/۹ تا ۷۹ متر است. که در مقایسه با برخان‌های بین جده و اللیته عربستان با میزان

جابجایی ۹/۹ تا ۱۶/۵ متر در سال (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۷: ۵۸) یا در بیابان تکله‌مکان با میانگین جابجایی ۷/۲۹ و ۵/۵۶ متر به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ (2000 Dong et al, و برخان‌های ارگ یزد با ۱۷ متر جابجایی در سال ۱۳۸۳ (اختصاصی، ۱۳۸۳: ۵) و ۱۲ تا ۶۲ متر در طی ۷ سال در جنوب غرب سبزوار (2014 Amirahmadi et al, بسیار بالاست که مخاطرات فراوانی را ایجاد می‌کند. بستر خشک رودخانه‌های منطقه و نیز اراضی رها شده، منابع اصلی تأمین ماسه‌هاست. به دلیل کمبود تغذیه ماسه، برخان‌های منطقه کم ارتفاعند.

### منابع

- احمدی، حسن، (۱۳۸۵)، ژئومورفولوژی کاربردی جلد ۲ بیابان- فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، تهران، صص ۷۰۶.
- اختصاصی، محمدرضا، (۱۳۸۳)، بررسی مورفومتری و مورفودینامیک رخساره‌های فرسایش بادی دشت یزد- اردکان و تعیین شاخص‌های این فرایند جهت کاربرد در مدل‌های ارزیابی بیابانزایی، احمدی حسن، دانشگاه تهران، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی.
- توکلی فرد، اصغر، (۱۳۹۱)، بررسی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای و ارتباط آن با رژیم بادی- مطالعه موردی: ارگ کاشان، نظری سامانی علی اکبر و قاسمیه هدی، دانشگاه کاشان، گروه مرتعداری.
- جوندا، جو و لیو شو و دی زین مین، (۱۳۷۵)، بیابان‌زایی و بیابان‌زدایی در چین، مسعود عباسی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، چاپ اول، تهران، صص ۳۲۴.

- حافظی مقدس، ناصر و حمیدرضا سلوکی و رضا جلیلود و جعفر رهنما راد، (۱۳۹۱)، مطالعه ژئومورفولوژی مهندسی رودخانه سیستان، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، شماره ۱، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، صص ۱۸-۱.
- حیدری نسب، مهدی، (۱۳۸۶)، نقش باد در ایجاد لندفرم‌های بادی در منطقه نیاتک سیستان، نگارش حسین، دانشگاه سیستان و بلوچستان، گروه ژئومورفولوژی.
- حیدری نیا، محمد، (۱۳۹۶)، بررسی مخاطرات تپه‌های ماسه‌ای و اثر آن برسکونتگاه‌های روستایی شرق زهک، نگارش حسین، دانشگاه سیستان و بلوچستان، گروه ژئومورفولوژی.
- رفاهی، حسینقلی، (۱۳۸۳)، فرسایش بادی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، تهران، صص ۳۲۰.
- لایتی، جولی، (۱۳۹۱)، بیابان‌ها و محیط‌های بیابانی، ابوالقاسم گورابی، انتشارات نشر انتخاب، چاپ اول، تهران، صص ۵۴۷.
- لطیفی، لیلا، (۱۳۸۵)، بررسی روند پیشروی تپه‌های ماسه‌ای با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در طی خشکسالی اخیر در شمال و شرق دشت سیستان، نگارش حسین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، گروه ژئومورفولوژی.
- محمدخان، شیرین و فهیمه سادات کشفی، (۱۳۹۴)، جهات انتقال ماسه‌های بادی منطقه اردستان از طریق مقایسه زمانی مورفومتری تپه‌های ماسه‌ای و ویژگی‌های باد، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۱، تهران، صص ۷۴-۵۹.
- مهندسین مشاور سازآب شرق، (۱۳۸۲)، مطالعات شناسایی منشأ، جهت جریان و محل‌های رسوبگذاری ماسه‌های روان، شرکت سهامی منابع آب و خاک سیستان.

مهندسین مشاور سامانه فرایندهای محیطی، (۱۳۸۱)، طرح مطالعات تفصیلی اجرایی بیابانزدایی بخشی از هامون، اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان. مهندسین مشاور ورزبوم، (۱۳۷۵)، مطالعات توجیهی مدیریت منابع تجدید شونده قسمتی از حوضه آبریز رودخانه هیرمند، وزارت جهاد کشاورزی.

نرم افزار WINDROSE جهت رسم گلباد و نرم افزار SPSS جهت تحلیل آماری. نگارش، حسین و لیلا لطیفی، (۱۳۸۷)، تحلیل ژئومورفولوژیکی روند پیشروی تپه‌های ماسه‌ای شرق دشت سیستان در خشکسالی‌های اخیر، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، دانشگاه سیستان و بلوچستان، صص ۶۰-۴۳.

وسو، محبوبه و غلامرضا میراب شبستری و آرش امینی، (۱۳۹۳) رابطه مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای با شاخص‌های مورفومتری در شرق بابلسر، شمال ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۲، صص ۲۳۰-۲۱۹.

Amirahmadi, Abolghasem, and Kazem Aliabadi, Biongh Maryam, (2014) Evaluation of Changes in Sand Dunes in Southwest of Sabzevar by Satellite Images, International Journal of Scientific & Technology Research, Number 3, USA, Pages120-128.

Dong, Zhibao and Xunming Wang, Guangting Chen, (2000) Monitoring sand dune advance in the Taklimakan Desert, Geomorphology, Number 35, Pages 219-231.

Negaresh, Hosein and Mahdi Heidari Nasab, (2013) Morphodynamic Activities of the Wind in Niatak Desert located at Southeast Sistan Plain, Iran, Scholars Research Library, Number 4-5, USA, Pages 1-20.

### مقاله پژوهشی

## مقایسه دقت انواع روش‌های طبقه‌بندی در تهیه نقشه کاربری اراضی

### (مطالعه موردی: شهر یزد)

مرضیه خزاعی<sup>۱</sup>، کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد  
محمد زارع، استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد  
محمدحسین مختاری، استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد  
آناهیتا رشتیان، استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد  
فهیمه عربی علی‌آباد، دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد

### چکیده

با توسعه روش‌های گوناگون در زمینه طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و آشکارسازی تغییرات به ویژه در دهه اخیر، انتخاب بهترین و صحیح‌ترین روش برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی در مناطق مختلف رشد روزافزونی داشته است. هدف اصلی این پژوهش مقایسه الگوریتم طبقه‌بندی برای طبقه‌بندی پوشش سطح زمین در منطقه خشک دشت یزد-اردکان است. به این منظور، چهار طبقه کاربری اراضی در دشت یزد-اردکان (شامل اراضی بایر، مناطق مسکونی، مرتع، کشاورزی، جاده) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تعیین شد. سپس نمونه‌های آموزشی از سطح منطقه با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای، تصاویر گوگل ارث و بازدید میدانی جمع‌آوری شد. در مرحله بعد، با استفاده از ویژگی‌های تصاویر، کلاس‌های کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه تعیین و پس از مشخص نمودن میزان تفکیک‌پذیری کلاس‌ها، طبقه‌بندی به صورت فاصله‌ماهالانویی، حداکثر احتمال، ماشین بردار پشتیبان، حداقل فاصله از میانگین، کدگذاری باینری، جعبه‌ای، شبکه عصبی، نقشه بردار زاویه طیفی انجام شد. نتایج ارزیابی دقت این ۸ روش نشان داد که روش استفاده از الگوریتم‌های حداکثر احتمال، فاصله‌ماهالانویی، ماشین بردار پشتیبان، نسبت به دیگر روش‌های طبقه‌بندی، از دقت بیشتری برخوردار است.

**کلمات کلیدی:** کاربری اراضی، روش طبقه‌بندی نظارت شده، ضریب کاپا، یزد.



## مقدمه

کاربری اراضی شامل انواع بهره برداری از زمین به منظور رفع نیازهای گوناگون انسان است. یکی از پیش شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از زمین، اطلاع از الگوهای کاربری سرزمین و دانستن تغییرات هرکدام از کاربری‌ها در طول زمان است (فیضی زاده و همکاران، ۱۳۸۶).

پوشش اراضی به نوع سطح فیزیکی موجود در بخشی از زمین گفته می‌شود (هیستر، ۲۰۰۸). آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در بخش‌های مختلف آن و به بیان دیگر چگونگی استفاده از زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نقشه‌های پوشش اراضی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای، نقش مهمی در ارزیابی‌های منطقه‌ای و ملی بازی می‌کند (کنورن، ۲۰۰۹).

در طول سه دهه گذشته، داده‌های سنجش از دور به علت تکرار دوره‌ای، تنوع طیفی و رادیومتریک، دید یکپارچه و فرمت رقومی مناسب برای پردازش در کامپیوتر، منبع داده بسیار مناسبی برای کاربردهای گوناگون از جمله تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین به حساب می‌آید (زانگ و همکاران، ۲۰۰۸).

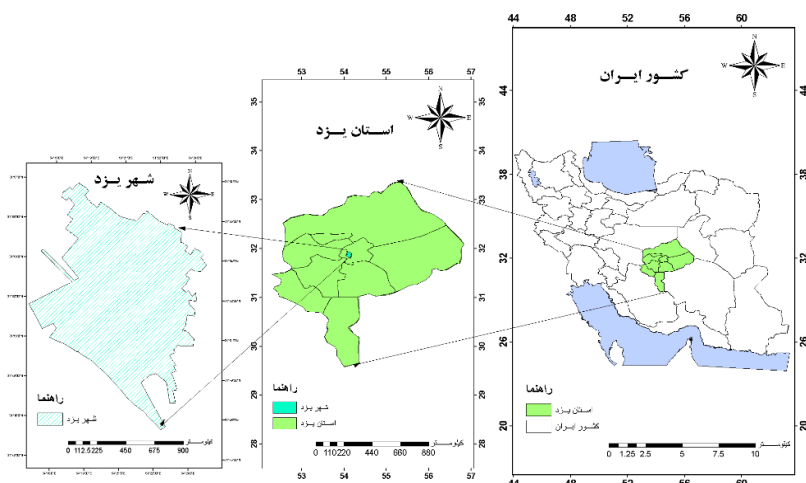
یکی از کاربردهای ویژه دور سنجی پایش محیط یا تشخیص تغییرات است، در گذشته، پایش محیط بر اساس روش‌های میدانی و عکس برداری معمولی بزرگ مقیاس صورت می‌گرفت. بدیهی است این روش برای محیط‌های کوچک و قابل دسترسی کارآیی دارد و منابعی را که در مناطق کویری و سخت گذر واقع شده‌اند، در این روش قابل تشخیص نیست، در ضمن روش میدانی نیاز به صرف هزینه و وقت قابل توجهی است. داده‌های ماهواره‌ای توان تشخیص دقیق و جزئی تغییرات محیطی به ویژه برای محل‌های دور و همچنین گستره وسیع را داشته و افزون بر صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌های مطالعه را هم کاهش می‌دهد.

شتایی و عبدی (۱۳۸۶)، جهت تهیه نقشه کاربری اراضی در مناطق کوهستانی زاگرس از داده‌های سنجنده ETM+ استفاده نموده و به میزان صحت کلی ۹۱٪، و ضریب کاپای ۸۷٪ دست یافتند. و نتایج نشان دهنده قابلیت داده‌های سنجنده‌ای ETM+ در تهیه کاربری اراضی عمده در مناطق کوهستانی است.

(اسکات و مارک (۲۰۰۱)، به منظور ارزیابی داده‌های سنجنده ETM+ در تهیه نقشه پوشش اراضی در جنگل‌های فورت بنینگ ایالات متحده صحت کلی ۶۹/۵٪ را با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال برای ۱۰ کاربری به دست آوردند. اراضی تایید نمودند.

## مواد و روش‌ها

### خصوصیات منطقه مورد مطالعه



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

شهر یزد در ۳۱ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی قرار دارد. ارتفاع شهر یزد از سطح دریا ۱۲۳۰ متر است. یزد در کمربند خشک و نیمه خشک نیمکره شمالی در دره‌ای وسیع و خشک و محصور بین رشته کوه‌های شیرکوه و خرانق قرار گرفته است (شکل ۱). شهر یزد یکی از کم بارش‌ترین شهرهای کشور است میانگین بارش سالانه یزد حدود ۶۱ میلیمتر است. نوسان درجه حرارت در زمستان و تابستان و حتی در شب و روز بسیار زیاد است. حداکثر مطلق دما به  $45^{\circ}\text{C}$  و حداقل  $20^{\circ}\text{C}$  ثبت شده است. میانگین روزانه دما برای تمام سال بین  $11/9^{\circ}\text{C}$  تا  $20/7^{\circ}\text{C}$  است.

### داده‌های مورد استفاده:

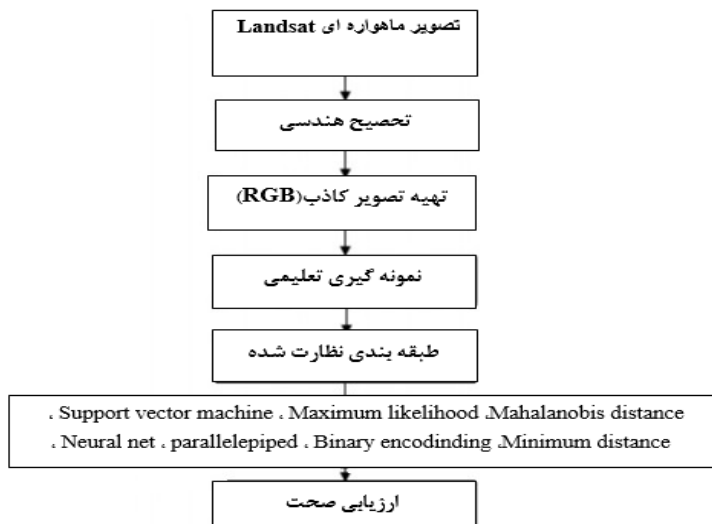
در این تحقیق از داده‌های رقومی سنجنده‌های TM و ETM+ ماهواره لندست ۵ و ۷ به شماره گذر ۱۶۲ و ردیف ۳۸ مربوط به تاریخ به ترتیب ۱۸/۸ می سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۱ استفاده شده است. خصوصیات سنجنده مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات سنجنده مورد استفاده

باندهای سنجنده‌ها						اندازه پیکسل (متر)	سنجنده
TIR میکرومتر	SWIR میکرومتر	NIR نانومتر	R نانومتر	G نانومتر	B نانومتر		
۱۲,۵-۱۰,۵	۱,۷۵-۱,۵۵ ۲,۳۵-۲,۰۸	۹۰۰-۷۶۰	۶۹۰-۶۳۰	۶۰۰-۵۲۰	۵۲۰-۴۵۰	۳۰ ۱۲۰	Landsat TM عرض نوار جاروب ۱۸۵* Km ۱۸۵
۱۲,۵-۱۰,۴	۱,۷۵-۱,۵۵ ۲,۳۵-۲,۰۹	۹۰۰-۷۷۵	۶۹۰-۶۳۰	۶۰۵-۵۲۵	۵۱۵-۴۵۰	۳۰ ۶۰	+Landsat ETM عرض نوار جاروب ۱۸۵ Km ۱۸۵*

## روش کار

برای طبقه بندی پوشش اراضی ابتدا تصویر لندست ۵ بر اساس لندست ۷ زمین مرجع شد. سپس منطقه مورد مطالعه از تصویر جدا گردید و در گام بعدی، با استفاده از باندهای تصویر و اجرای الگوریتم های نظارت شده طبقه کننده، طبقات پوشش اراضی تفکیک شد. شکل ۲ مراحل مختلف انجام این تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۲- نمودار مراحل تحقیق

### طبقه‌بندی نظارت شده

به روش‌های طبقه بندی که علاوه بر تصاویر نیاز به یک سری اطلاعات جانبی در مورد منطقه و کلاس‌های مورد نظر دارد و دخالت عامل انسانی در آن امری اجتناب ناپذیر است، طبقه بندی نظارت شده می‌گویند. هدف از این تحقیق مقایسه روش‌های گوناگون طبقه بندی نظارت شده و تهیه نقشه پوشش سطحی و کاربری اراضی شهر یزد با استفاده از سنجنده‌های ETM+ و TM ماهواره لندست است.

### پیش پردازش و آماده سازی تصاویر

#### الف) تصحیح هندسی

تصحیح هندسی تصاویر لندست با استفاده از نقاط کنترل زمینی و به وسیله‌ی معادله چند جمله‌ای درجه اول صورت گرفت. نقاط مشترک از تقاطع خیابان‌ها و جاده‌ها انتخاب و عمل نمونه‌گیری مجدد به روش نزدیکترین همسایه، انجام شد. تصویر با استفاده از ۴۳ نقطه و دقت ۰/۵ پیکسل زمین مرجع شد (کمتر از نیم پیکسل).

#### ب) تولید تصویر رنگی

به منظور انتخاب بهترین ترکیب رنگی، از شاخص مطلوبیت (OIF) استفاده گردید. ابتدا انحراف معیار باندهای تصویر محاسبه و سپس میزان همبستگی آنها با استفاده از آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) مشخص شد. با داشتن مقادیر مذکور یعنی همبستگی و واریانس بین باندهای تصویر شاخص (OIF) برآورد شد. بالاترین مقدار (OIF) مربوط به بهترین ترکیب باندهای تصویر رنگی بوده که دارای ضریب همبستگی کمتر و واریانس بالاتری است (جدول ۳).

اکبری و همکاران (۱۳۸۶)، برای تهیه نقشه‌های رقومی برخی از خصوصیات شیمیایی خاک، داده‌هایی سنجنده ETM+ مربوط به شهریور ۱۳۸۰ را از منطقه شمال غربی شهرستان اصفهان مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. به منظور دستیابی به بهترین

ترکیب باندی در شناخت عوارض و پدیده‌های مختلف زمینی از شاخص مطلوبیت استفاده شد.

لانگ کیان و همکاران (۲۰۰۹)، نیز با استفاده از تصاویر TM و ETM+ به بررسی تغییرات الگوهای چشم انداز های شهری در شهر یانزو پرداختند. آنها برای تهیه تصاویر رنگی کاذب از شاخص مطلوبیت استفاده نمودند. بر طبق نتایج OIF بهترین ترکیب باندی برای تصویر TM و ETM+ (۷-۴-۱).

جدول ۳- مقادیر OIF در ترکیب باندهای مختلف TM و ETM+ برای شهر یزد

تصاویر ETM+		تصاویر TM	
مقدار OIF	ترکیب باند	مقدار OIF	ترکیب باند
۷۴/۶۳	۱-۴-۷	۷۳/۳۴	۱-۴-۷
۷۲/۸۰	۱-۵-۷	۷۲/۵۰	۱-۵-۷
۷۲/۱۰	۲-۵-۷	۷۰/۹۳	۲-۵-۷
۷۲	۳-۵-۷	۷۰/۷۹	۴-۵-۷
۷۱/۹۱	۱-۴-۷	۷۰/۷۳	۱-۴-۵
۷۰/۷	۳-۴-۷	۷۰/۶۴	۳-۵-۷

### پردازش تصاویر

به منظور انجام طبقه‌بندی نظارت شده، ابتدا نواحی کوچکی در تصویر که از حیث مقادیر بازتابی، ارقام آنها حالت یکنواختی داشته و از پراکنش خوبی برخوردار بودند، به عنوان نمونه‌های تعلیمی انتخاب شد. در مرحله بعد، پس از انجام محاسباتی مانند تعیین میانگین و واریانس ارزش‌های طیفی نمونه‌ها با توجه به باندهای مورد استفاده و انجام انواع الگوریتم طبقه‌بندی، میزان صحت کاربری هر روش محاسبه گردید. در

آخر چهار طبقه از پوشش اراضی شامل اراضی بایر، پوشش گیاهی، مناطق شهری، جاده استخراج شد (جدول ۴).

جدول ۴- طبقات پوشش اراضی و توصیف

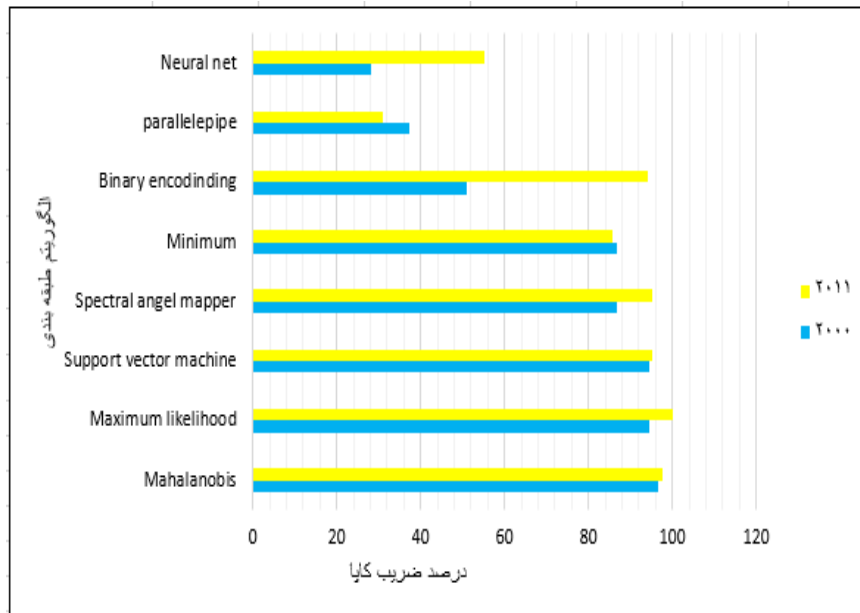
کد	نام طبقه	توصیف
۱	اراضی بایر	مناطق به شکل خاک یا زمین لخت و آیش
۲	اراضی شهری	مناطق مسکونی، تجاری، صنعتی
۳	پوشش گیاهی	مناطق کشاورزی و فضای سبز
۴	جاده	جاده‌ها و اتوبان‌ها

### نتایج

از میان ۸ الگوریتم انتخابی جهت طبقه‌بندی نظارت شده داده‌ها الگوریتم‌های Mahalanobis distance, Maximum likelihood, Support vector machine نسبت به دیگر الگوریتم‌ها از ضریب کاپا بیشتری برخوردار هستند (جدول (۵) و شکل (۳)).

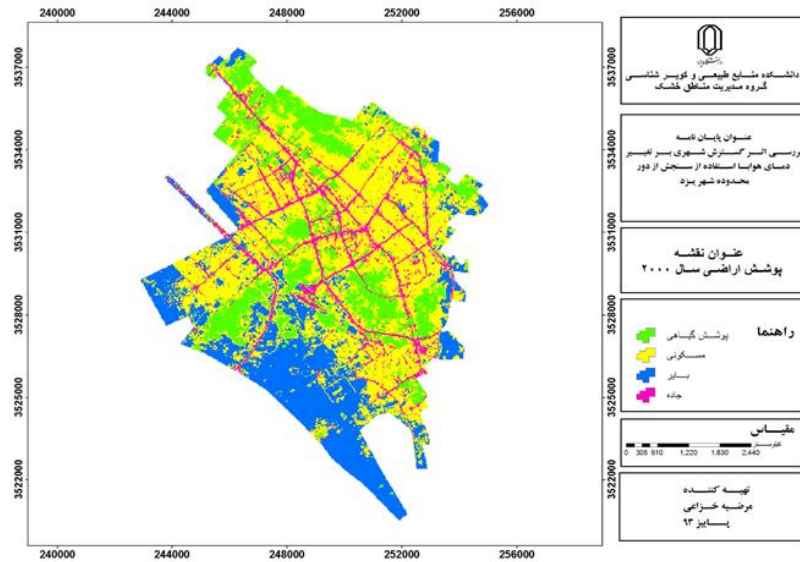
جدول ۵- مقادیر ضریب کاپا برای تصاویر سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۰۰

ضریب کاپا ۲۰۱۱	صحت کلی ۲۰۱۱	ضریب کاپا سال ۲۰۰۰	صحت کلی سال ۲۰۰۰	انواع الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده
۰/۹۷	۹۸/۱۹	۰/۹۵	۹۶/۵۲	Mahalanobis distance
۰/۹۸	۹۹	۰/۹۴	۹۵/۸۶	Maximum likelihood
۰/۹۵	۹۶/۳۹	۰/۹۴	۹۵/۸۶	Support vector machine
۰/۸۵	۸۹/۱۸	۰/۸۶	۹۰/۰۸	Spectral angel mapper
۰/۹۳	۹۵/۴۹	۰/۸۶	۹۰/۰۷	Minimum distance
۰/۳۰	۴۹/۵۴	۰/۵۰	۶۲/۸۱	Binary encoding
۰/۵۵	۶۶/۶۶	۰/۳۷	۵۲/۰۶	parallelepiped
۰/۲۸	۴۴/۶۲	۰/۲۸	۴۴/۶۲	Neural net

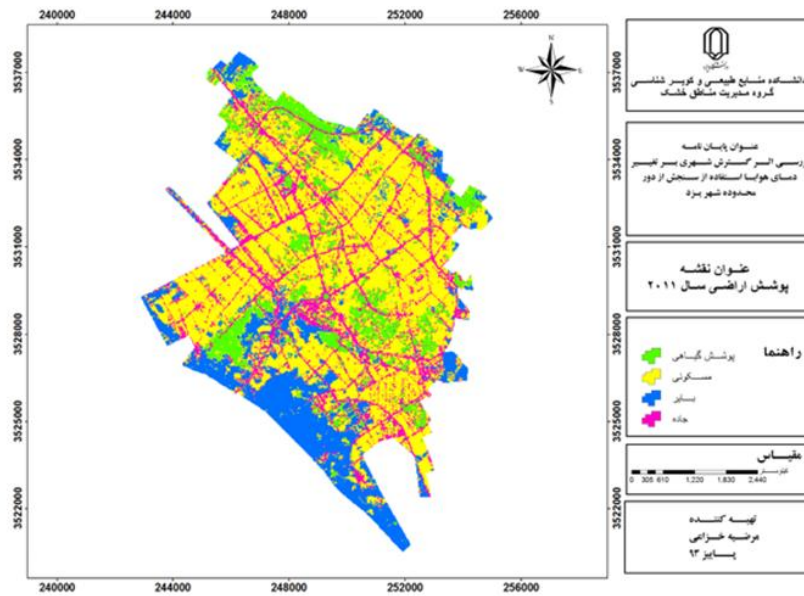


شکل ۳- نمودار درصد ضریب کپا برای سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۰۰

نتایج الگوریتم Maximum likelihood نشان داد که درصد پوشش گیاهی از ۱۸/۶ در سال ۲۰۰۰ به ۱۲ درصد در سال ۲۰۱۱ و درصد مناطق بایر از ۲۳/۵ درصد به ۱۷/۵ درصد کاهش داشته و در دیگر طبقات سیرافزایشی دیده می‌شود که در شکل‌های ۴ و ۵ نقشه کاربری اراضی نشان داده شده‌است.



شکل ۴- نقشه طبقه‌بندی پوشش اراضی مربوط به سال ۲۰۰۰ شهر



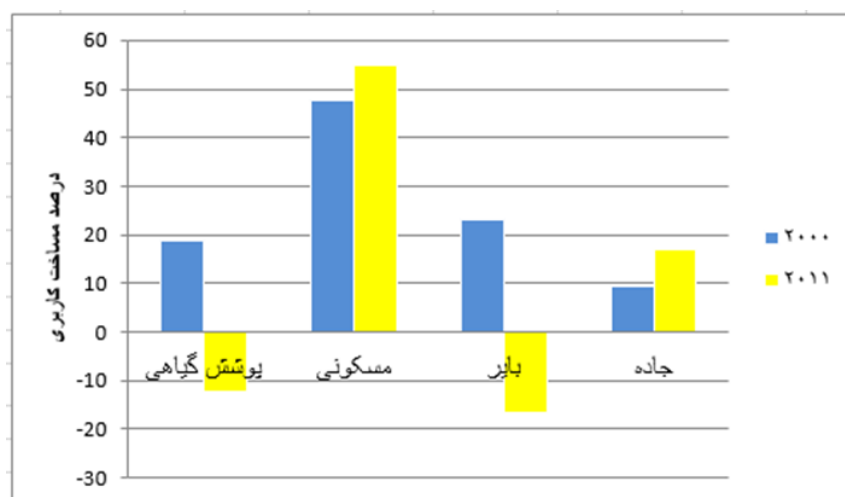
شکل ۵- نقشه طبقه‌بندی پوشش اراضی مربوط به سال ۲۰۱۱ شهر یزد



جدول ۴ و شکل ۵ مساحت و تغییرات کاربری را طی دوره ۱۱ ساله نشان می‌دهد.

جدول ۶ - مقایسه مساحت و درصد تغییرات کاربری ها طی دوره زمانی ۱۱ ساله شهر

نوع تغییرات	سال ۲۰۱۱		سال ۲۰۰۰		نوع کاربری
	درصد	مساحت (مترمربع)	درصد	مساحت (مترمربع)	
کاهش	۱۲/۱۷	۱۲۰۲۶۸۶۰/۶	۱۸/۸۵	۱۸۶۳۰۹۲۳/۹	پوشش گیاهی
افزایش	۵۴/۱۲	۵۳۴۸۸۶۶۴/۹	۴۸/۷۵	۴۸۱۷۴۳۲۳/۵	مسکونی
کاهش	۱۶/۵۵	۱۶۳۵۹۶۷۵/۶	۲۲/۹۹	۲۲۷۲۳۳۲۸/۲	بایر
افزایش	۱۷/۱۵	۱۶۹۴۹۸۵۶/۷	۹/۴۱	۹۲۹۷۳۸۶	جاده



شکل ۷ - مقایسه درصد مساحت کاربری سال ۲۰۱۱ و ۲۰۰۰

### پایش تغییرات پوشش اراضی طی ۱۱ سال

در این قسمت به منظور بررسی تغییرات صورت گرفته طی ۱۱ سال از cross در نرم افزار الویس استفاده گردید. جدول ۷ میزان درصد تغییرات هر یک از طبقات را به دیگر طبقات در دوره زمانی ۲۰۱۱-۲۰۰۰ نشان می‌دهد.

جدول ۷- نتایج حاصل از مقایسه طبقه بندی تصاویر سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۰۰

جاده	بایر	مسکونی	پوشش گیاهی	۲۰۰۰
				۲۰۱۱
۲/۲۸	۱/۴۶	۵/۰۸	۱۰/۰۳	پوشش گیاهی
۵/۶۲	۲/۶۱	۳۸/۱۳	۱/۳۷	مسکونی
۱/۸۸	۱۲/۴۲	۸/۱۲	۰/۵۶	بایر
۶/۳۷	۰/۰۶	۲/۷۸	۰/۲۰	جاده

همانطور که از جدول ۷ مشخص است، بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل پوشش گیاهی و بایر به اراضی مسکونی است.

### نتیجه‌گیری

اطلاعات بهنگام و دقیق در مورد پوشش اراضی، مورد نیاز تصمیم‌گیران و محققان در همه سطوح است. امروزه برای تهیه نقشه‌های کاربری سرزمین، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و روش‌های کمی در علم سنجش از دور بسیار معمول است از جمله کاربردهای نقشه‌های پوشش سرزمین، به دست آوردن اطلاعات زمین‌های کشاورزی برای شناسایی زمین‌های جدید و دارای قابلیت بالقوه و مناسب برای کشت، مدیریت و برآورد اوضاع کیفی و کمی محصولات کشاورزی و شناسایی و برنامه‌ریزی‌های نواحی شهری و صنعتی است.

در این تحقیق به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی شهر یزد از روش‌های گوناگون طبقه‌بندی نظارت‌شده شامل الگوریتم‌های Maximum Mahalanobis distance، Binary encoding، Minimum distance، Support vector machine، Likelihood، Neural net، parallelepiped، Spectral angle mapper، استفاده شد و چهار کلاس اراضی بایر، پوشش گیاهی، مناطق شهری، جاده و اتوبان استخراج گردید. نتایج نشان

داد که الگوریتم Support vector، Maximum likelihood، Mahalanobis distance machine از صحت و ضریب کاپای بالاتری برخوردار است. طبقه بندی کننده Maximum likelihood یکی از متداول‌ترین روش‌های طبقه بندی داده‌های سنجش از دور بود که تکنیک مناسبی جهت طبقه بندی رقومی تصاویر ماهواره‌ای است. با توجه به نتایج به دست آمده از روش حداکثر احتمال، مناطق شهری در مقایسه با سایر طبقات بیشترین مساحت در دوره ۱۱ ساله را دارا است. همچنین راه‌ها و جاه‌ها دارای روند افزایشی و مناطق بایر و پوشش گیاهی روند کاهشی دارند. نتایج کلی نشا می‌دهد که تصاویر سنجنده‌های TM و ETM+ این سنجنده اطلاعات و جزئیات دقیقی را از پدیده‌های سطح زمین فراهم می‌آورد و با توجه به دسترسی نسبتاً آسان کاربران، این تصاویر می‌تواند به عنوان منبع مناسبی در تهیه نقشه‌های پوشش اراضی نقاط مختلف استفاده شود.

## منابع

- احمدی، م.، خواجه‌الدین، ج. (۱۳۸۸). تهیه نقشه پوشش اراضی شهر اراک با استفاده از روش‌های طبقه بندی شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر مشابهت. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی ۶۹: ۸۳-۹۸.
- ارزانی، ح.، میرآخورلو، خ.، حسینی، س. ز. (۱۳۸۸). تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از سنجنده ETM+ ماهواره Landsat7 (مطالعه موردی قسمتی از مراتع حوزه ابخیز طالقان)، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۱۶(۲): ۱۵۰-۱۶۰.
- اکبری، م.، مختاری، ک.، پورمنافی، س. (۱۳۸۶). تهیه نقشه‌های رقومی برخی از خصوصیات شیمیایی خاک با استفاده از داده‌های ماهواره‌های لندست ETM+ (مطالعه موردی: منطقه خشک شمال غربی اصفهان)، فصلنامه علمی- پژوهشی منابع طبیعی ایران. ۶۰ (۴): ۱۱۱۷-۱۱۲۸.

برخورداری، ج.، زارع، م.، خسروشاهی، م. (۱۳۸۴). بررسی روند تغییرات پوشش اراضی در حوزه آبخیز سد استقلال میناب با استفاده از RS و GIS، مجله حفاظت آب و خاک.

ربیعی، ح. (۱۳۷۲). سنجش از دور: اصول و کاربرد. انتشارات سمت، تهران.  
زبیری، م.، مجلد، ع. (۱۳۷۵). آشنایی با فن سنجش از دور و کاربر آن در منابع طبیعی (اطلاعات ماهواره‌ای، عکس هوایی و فضایی). انتشارات دانشگاه تهران.  
علوی پناه، س. ک. (۱۳۸۲). کاربرد سنجش از دور در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران.

علوی پناه، س. ک.، م. مسعودی. (۱۳۷۵). تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مطالعه موردی منطقه موک استان فارس. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۷ (۱): ۶۵-۷۶.

علیمحمدی سراب، ع.، ربیعی، ح. ر.، ضیائی، پ. (۱۳۸۴). مدلسازی عدم اطمینان در آشکارسازی تغییرات بر اساس طبقه بندی داده‌های ماهواره‌ای. فصلنامه مدرس. ۹: ۹۷-۱۰۹.

فاطمی، س. ب.، رضایی، ف. (۱۳۸۴). مبانی سنجش از دور. چاپ اول، انتشارات آزاده، تهران.

فیضی زاده، ب.، عزیزی، ح.، ولیزاده، ک. (۱۳۸۶). استخراج کاربری‌های شهرستان ملکان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷، مجله آمایش. شماره سوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر.

مالمیران، ح. (۱۳۸۳). راهنمای تهیه نقشه‌های موضوعی از تصاویر ماهواره‌ای. انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، تهران.

مخدوم، م.، درویش صفت، ع. ا.، جعفرزاده، ه.، مخدوم، ع. (۱۳۸۶). ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS). انتشارات دانشگاه تهران.

مسعودی، م. (۱۳۸۰). بررسی قابلیت تصاویر ماهواره‌ای در طبقه بندی خاک‌های تحت تأثیر شوری و قلیائیت. نشریه تحقیقات مرتع و بیابان ایران (۴)، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

- Benediktsson, J. A., P. H. Swain and O. K. Esroy. 1990. Neural network approaches versus statistical methods in classification of multisource remote sensing data. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 28:540-552.
- Guindon, B., Y. Zhang and C. Dillabaugh. 2004. Landsat urban mapping based on a combined spectral-spatial methodology. *Remote Sens. Environ.* 92: 218-232.
- Hester, D. B. 2008. Land cover mapping and change detection in urban watersheds using Quickbird high spatial resolution satellite imagery. PhD. dissertation, North Carolina State University, Carolina.
- Kamusoko, C. and M. Aniya. 2006. Land use/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bendura district Zimbabwe. *Land Degrade. Dev.* 18:221-233.
- Knorn, J., A. Rabe, C.V. Radeloff, T. Kuemmerle, J. Kozak and P. Hostert. 2009. Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images. *Remote Sens. Environ.* 113: 957-964.
- Lillesand, T. M. and R. W. Kieffer. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons Pub., New York.
- Long-qian, C., W. Li and Y. Lin-shan. 2009. Analysis of urban landscape pattern change in Yanzhou city based on TM/ETM+ images. *Procedia Earth and Planetary Sci.* 1: 1191-1197.
- Omo-Irabor, O. O. and K. Oduyemi. 2007. A hybrid image classification approach for the systematic analysis of land cover (LC) changes in the Niger Delta region. 5th International Symposium on Spatial data quality, The Netherlands.
- Swain, P.H. and S.M. Davis. 1987. *Remote Sensing: the Quantitative Approach*. McGraw-Hill. USA.
- Tso. B. and P.M. Mather. 2009. *Classification Methods for Remotely Sensed Data*. Chapter 2-3. 2<sup>nd</sup> ed., Taylor and Francis Pub., America.
- Wood, T.F. and G.M. Foody. 1989. Analysis and representation of vegetation continua from Landsat thematic mapper data for lowland heaths. *Intl. J. Remote Sens.* 10:181-191.

### مقاله پژوهشی

## بررسی و سنجش میزان تفاوت تاب آوری جوامع شهری و روستایی در برابر

### مخاطرات طبیعی مطالعه موردی شهرستان زاهدان

محمدرضا پودینه<sup>۱</sup>، استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران  
فاطمه یادگاری فر، دانشجوی کارشناسی ارشد مخاطرات محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران  
سعیده رشیدی، کارشناسی ارشد برنامه ریزی روستایی، دانشگاه شهیدبهشتی تهران، ایران، تهران.

### چکیده

مخاطرات طبیعی همیشه و در همه زمانها به صورت ناگهانی رخ داده است. جوامع انسانی همیشه از این مخاطرات زیانهای بسیار زیادی دیده اند. یکی از راههای مقابله با این مخاطرات افزایش تاب آوری جوامع در مقابل این خطرات است. هدف این پژوهش بررسی و سنجش میزان تفاوت تاب آوری جوامع شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی است. پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ روش انجام کار، توصیفی-تحلیلی است. جامعه آماری تحقیق را تمام سرپرستان خانوارهای شهری (۴۶۷۱۷ نفر) و روستایی (۲۱۷۶۳ نفر) شهرستان زاهدان تشکیل می دهد که از میان آنها حجم نمونه ای با استفاده از فرمول کوکران به تعداد ۳۲۲ پرسشنامه جداگانه به صورت تصادفی طبقه بندی شده تکمیل شده است. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می دهد که میزان تاب آوری اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی و زیرساختی در جوامع شهری بالاتر از جوامع روستایی است و به عبارت دیگر تاب آوری جوامع شهری در سه شاخص اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی و زیرساختی در حد مطلوب و در جوامع روستایی در حد نامطلوب است. تنها در شاخص سرمایه اجتماعی است که میزان تاب آوری جوامع روستایی بالاتر از جوامع شهری است و جوامع روستایی در شاخص سرمایه اجتماعی بالاتر از حد مطلوب ولی جوامع شهری پایین تر از حد مطلوب ارزیابی شده است.

**کلمات کلیدی:** مخاطرات محیطی، تاب آوری، جامعه شهری، جامعه روستایی، شهرستان زاهدان

## مقدمه

یکی از معضلاتی که همواره و در طی قرون متمادی زندگی جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده، وقوع بلایا و سوانحی است که در صورت ناآگاهی و نداشتن آمادگی، صدمات جبران ناپذیری به ابعاد مختلف زندگی انسان‌ها اعم از حوزه‌های سکونتی اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی، روانشناختی و... وارد می‌کند (بسطامی نیا، ۱۳۹۷: ۲۱۰). مقابله با مخاطرات، یکی از چالش‌های اصلی برای اکثر کشورها است (Cutter et al, 2016: 1240؛ که نه تنها باعث مرگ و میر و درد و رنج عاطفی آنها می‌شود، بلکه به اقتصاد محلی آسیب‌هایی وارد کرده و باعث خنثی شدن دستاوردهای توسعه می‌شود (بذرافشان و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۱۹). بریتون و کیتز (۱۹۶۴) مخاطرات طبیعی را چنین تعریف کردند «عناصر فیزیکی طبیعی که برای انسان مضرند و به وسیله نیروهای خارجی برتر از توان انسان ایجاد می‌شوند (عزمی و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۴). برنامه سازمان ملل (۲۰۰۴)، حوادث و رویدادهای ژئوفیزیکی، جوی و آب و هوایی را که نیروی شان باعث خسارات، تلفات و ضرر زیان‌گردد را تحت عنوان مخاطرات طبیعی تعبیر می‌نمایند. مخاطرات طبیعی وقایع تهدید کننده‌ای هستند که می‌توانند فضای طبیعی و اجتماعی ما را تخریب کنند (عزیزپور و همکاران، ۱۳۹۴: ۸۰). مخاطرات طبیعی پتانسیل این امر را دارند که در نبود سیستم‌های تقلیل مخاطرات به سوانحی هولناک بدل شوند (دخت بدیع و رحیمی، ۱۳۹۷: ۴۲). در جهان، تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود؛ دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است (حاجی زاده و ایستگلدی، ۱۳۹۷: ۶۹). طوری که اقدامات موازی چندی جهت ایجاد چارچوبی برای کاهش خطر بحران در سطح بین‌المللی به وجود آمده است (مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۰). بر اساس این نگرش، برنامه‌های کاهش مخاطرات باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری نیز توجه کنند (بذرافکن و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۸۸). روند وقوع مخاطرات در سالیان اخیر،

بیانگر آن است که جوامع انسانی آسیب‌پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. با این حال، کاهش آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شود (Ainuddin and Routary, 2012: 27). اغلب اصطلاح مخاطرات طبیعی را تنها به رویدادهای طبیعی یا ژئوفیزیکی اطلاق می‌کنیم؛ زیرا این واژه‌ها با ماهیت آنها سنخیت بیشتری می‌یابد؛ بنابراین مخاطرات طبیعی عبارتست از وقوع ناگهانی و یا نامحسوس پدیده‌هایی که منشاء طبیعی داشته و جزء خصوصیات ذاتی کره زمین بوده و به دلیل نحوه عملکرد در قلمرو سکونتگاه‌های انسان و تأسیسات وی موجب کشتار، تخریب و خسارات مستقیم و غیر مستقیم در ابعاد مختلف می‌شوند (نظم فر و پاشازاده، ۱۳۹۷: ۱۰۳). دولت‌ها برای کاهش اثرات مخاطرات طبیعی، راهبردهای متنوعی در پیش می‌گیرند از مهمترین این راهکارها، شناسایی و مقابله با خطرات توسط خود افراد جامعه و سنجش تاب‌آوری آنها می‌باشد (Matyas and Pelling, 2015: 3)؛ در شرایطی که ریسک و عدم قطعیت‌ها در حال رشد می‌باشند، تاب‌آوری به عنوان مفهوم مواجهه با اختلالات، غافلگیری‌ها و تغییرات معرفی می‌شود (شایان و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۰۴). تاب‌آوری ویژگی است که توصیف می‌کند که یک سیستم، چه مقدار اختلال را بدون از دست دادن ساختار و عملکرد اصلی، می‌تواند تحمل کند. براین اساس، یک سیستم تاب‌آور اختلالات را بدون تنظیم مجدد، با ساختار و عملکرد جدید، تجربه کند (زیاری و همکاران، ۱۳۹۷: ۹۹). درک کامل از مناطق شهری و روستایی در زمینه تاب‌آوری بسیار مهم است، زیرا زمینه‌ها و قابلیت‌ها برای مدیریت خطرات متفاوت و مجزا هستند. مثلاً جمعیت کم در مناطق روستایی بر تلفات فاجعه روستاها اثرگذار می‌باشد. همچنین مالکیت در مناطق شهری به دلیل تراکم و ارزش سازه‌ها، احتمال ضرر و زیان آن بیشتر از روستاها است (بذرافشان و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۰).

شهرستان زاهدان در جنوب شرقی ایران در منطقه خشک و بیابانی و کم باران واقع شده است. به همین دلیل خشکسالی‌های پی در پی زیادی در این شهرستان بوقوع می‌پیوندد که منجر به خسارات زیادی به کشاورزان در این شهرستان شده‌است. گسل



زاهدان، گسلی بنیادی است به طول ۱۲۰ کیلومتر با امتداد شمالی - جنوبی و از نزدیکی شهر زاهدان عبور می‌نماید، علاوه بر آن گسل نهبندان از غرب و شمالغرب شهر عبور می‌نماید که طول آن در حدود ۳۰۰ کیلومتر است و از گسل‌های بنیادی در بخش‌های شرقی ایران محسوب می‌گردد (روستا و همکاران، ۱۳۹۶: ۳). وجود خانه‌های نامناسب در روستاهای این شهرستان و حتی قسمت‌هایی از شهر زاهدان در زمان وقوع مخاطرات طبیعی همچون زلزله می‌تواند منجر به خسارات جبران ناپذیری شود (بسیاری از خانه‌های شهری و روستایی در این شهرستان غیراصولی ساخته شده‌اند و یا اینکه بسیار قدیمی و غیرمستحکم هستند) یکی از مهمترین عواملی که می‌تواند این خسارت‌ها را کاهش دهد آگاهی داشتن از نوع مخاطرات طبیعی و تاب‌آوری در برابر آن است (آگاهی داشتن از شدت وقوع سیل و زلزله و... باعث ساختن خانه‌های مستحکم‌تر خواهد شد). بنابراین توجه به میزان تاب‌آوری این جوامع و شناخت تفاوت‌های مناطق شهری و روستایی در زمینه تاب‌آوری در برابر حوادث که می‌تواند اثرات مخاطرات طبیعی را کاهش دهد و برای بهبود بخشیدن آنها، راهکارهایی، متناسب با هر یک از آنها ارائه دهد ضروری می‌باشد.

ابعاد وسیع خسارات و تلفات ناشی از بلایای طبیعی در شهرها و روستاهای گوناگون جهان سبب شده‌است پژوهش‌های کاربردی گسترده‌ای در زمینه بهینه کردن ایمن‌سازی شهرها و روستاها انجام گیرد. از سوی دیگر، روش‌های مقابله با سوانح طبیعی و ایمن‌سازی شهرها و روستاها، افزایش کارایی روش‌های مقابله با سوانح طبیعی و ایمن‌سازی شهری و روستایی را ضرورت بخشیده‌است. بنابراین آشکار است که پژوهش‌های کاربردی در امور مربوط به ایمن‌سازی شهرها و روستاها در برابر سوانح طبیعی سبب افزایش ابتکارات در طراحی‌ها و یافتن بهترین سیاست‌ها خواهد شد. بنا براین برای دستیابی به این هدف، گنجاندن برنامه‌های افزایش تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری شهروندان و جامعه که در معرض مخاطرات و سوانح طبیعی هستند در طرح‌های توسعه شهری و روستایی ضرورت دارد. از این رو هدف این

پژوهش بررسی و سنجش میزان تفاوت تاب‌آوری جوامع شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی در شهرستان زاهدان است. این پژوهش در پی پاسخ به این سوال است که به چه میزان بین جوامع شهری و روستایی از لحاظ تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی تفاوت وجود دارد؟

تاب‌آوری، ریشه در فیزیک دارد که ابتدا به حالت فنری اشاره دارد. اما محققان تاب‌آوری، از طریق مطالعات بین رشته‌ای، به بررسی این مفهوم می‌پردازند (محمدی شهرودی، ۱۳۹۷: ۱۱۳). مفهوم تاب‌آوری در سیستم‌های اجتماعی و زیست محیطی از دهه ۱۹۸۰ مطرح گردید. این مفهوم را نخستین بار هولینگ در مطالعات اکولوژیکی به عنوان راهی برای درک پویایی غیر خطی در سیستم‌های بوم‌شناسی مطرح کرد (رکن الدین افتخاری و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۴۲). بونانوس تاب‌آوری را توانایی فرد در حفظ رفاه و سلامت روانی و فیزیکی به‌رغم قرار گرفتن او در معرض نابسامان می‌داند. به باور پیم تاب‌آوری، بازگشت یک سیستم به حالت اولیه، پس از نابسامانی است. طبق نظر مایونگا تاب‌آوری عبارت است از توانایی بازیابی پس از شرایط یا رویدادهای غیرمنتظره (حیدری ساربان و مجنون توتاخانه، ۱۳۹۵: ۵۱). تاب‌آوری از نظر واگرز، ظرفیت و توانایی تطبیق مهمترین شاخص سیستم‌های تاب‌آور محسوب گردیده و باز توانی و احیا ظرفیت تحمل و جذب فشار و سرعت بازگشت به شرایط عادی تثبیت و ارتقای موقعیت سیستم و عملکرد آن در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند (نیری و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۶). جامعه تاب‌آور باید همانند اکوسیستم‌ها توانایی مقاومت در برابر اختلالات و سازگاری با تغییرات را هنگامی که به آن نیاز دارد، داشته باشد. تاب‌آوری به عنوان ظرفیت بالقوه سیستم، جامعه یا اجتماع در معرض مخاطرات برای سازگاری یا مقاومت در برابر تغییرات به منظور رسیدن یا حفظ سطح مناسبی از عملکرد و ساختار شناخته می‌شود. ویژگی‌های اصلی در نظر گرفته شده برای تاب‌آوری عبارتند از: آستانه‌های تغییر، سازمان‌دهی مجدد ظرفیت مقاومت، کنار آمدن یا بهبود پس از شوک و تنش وارد شده برای یادگیری و تطبیق با آن (صادق‌لو و سجاسی قیداری، ۱۳۹۳:

۳۹). تاب آوری جامعه زمانی رخ می‌دهد که منابع کافی برای خنثی کردن سریع اثرات مخرب بحران وجود داشته باشد. به عبارت دیگر، تاب آوری زمانی شکل می‌گیرد که منابع بسیار قوی و اضافی بر احتیاج وجود داشته باشد و به سرعت درمقابل تأثیرات عمل کند یا عمل متقابل نشان دهد (نوری و سپهوند، ۱۳۹۵: ۲۷۶). جامعه تاب‌آور قادر به برگشت نسبتاً سریع به وضعیت قبلی است؛ در حالی که جامعه‌ای که تاب‌آوری کمتری دارد، ممکن است زمان بیشتری را صرف بازیابی کند یا قادر به بازیابی نباشد (Madhuri et al, 2014: 6).

رویکردهای تاب‌آوری را می‌توان به سه دسته خلاصه کرد که جنبه مشترک همه آن‌ها توانایی ایستادگی، مقاومت و واکنش مثبت به فشار یا تغییر است:

رویکرد اول، تاب‌آوری به عنوان پایداری؛ این رویکرد، از مطالعات اکولوژیکی که تاب‌آوری را به عنوان توانایی بازگشت به حالت قبل تعریف می‌کند، بسط یافته است. تاب‌آوری در اینجا به صورت مقدار اختلالی که یک سیستم قبل از اینکه به حالت دیگری منتقل شود، می‌تواند تحمل یا جذب کند بیان می‌شود. دومین رویکرد، تاب‌آوری به عنوان بازیابی؛ رویکرد بازیابی در ارتباط با توانایی جامعه برای بازگشت به گذشته از تغییر یا عامل فشار و برگشت به حالت اولیه آن است. تاب‌آوری در اینجا معیاری است که به عنوان زمان صرف شده یک جامعه برای بازیابی از تغییر اندازه‌گیری می‌شود. سومین رویکرد، تاب‌آوری به عنوان دگرگونی؛ این رویکرد بیشتر به عنوان ظرفیت جامعه برای واکنش به تغییر و به شکل سازگاران بیان می‌شود که به جای بازگشت ساده به حالت قبل می‌تواند به معنای تغییر به حالت جدید در محیط پایدارتر باشد (بذرافشان و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۱).

حاجی زاده و ایستگلدی (۱۳۹۷) در تحلیلی بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که شاخص اقتصادی بیشترین و شاخص مدیریتی - نهادی کمترین ضریب تاثیر را در میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی دارند. مبارکی و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی و تحلیل ابعاد و مولفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان

پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که تاب‌آوری شهر کرمان در همه ابعاد و مؤلفه‌ها (نهادی-مدیریتی، زیرساختی-کالبدی، محیطی، اجتماعی و اقتصادی) از نظر کارشناسان بامیانگین ۲/۶۲ پایین‌تر از سطح مطلوب (۳) می‌باشد. کاظمی و عندلیب (۱۳۹۶) به ارزیابی مؤلفه‌های موثر بر تاب‌آوری اجتماعی سکونتگاه‌های روستایی در شرایط بحرانی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که میزان تاب‌آوری اجتماعی فرهنگی روستاهای بررسی شده در ابعاد مورد بررسی با مقدار ۰/۴۳ بسیار پایین‌تر از سطح ۰/۵۰ بوده است. همچنین تحلیل همبستگی میان ابعاد بررسی شده بیانگر همبستگی مستقیم میزان تاب‌آوری اجتماعی ساکنین با میزان دانش و آگاهی و انگیزش‌های درونی و فردی ساکنین است. برقی و همکاران (۱۳۹۵) به سنجش تاب‌آوری محیطی روستاهای در معرض خطر زلزله پرداخته‌اند و چنین نتیجه گرفته‌اند که تاب‌آوری اجتماعی روستاها در سطح مطلوب (میانگین ۳). است و افراد بیسواد بامیانگین ۳/۶۰ دارای میانگین تاب‌آوری اجتماعی بیشتری حد مطلوب (۳) هستند؛ اما تاب‌آوری نهادی-سازمانی بامیانگین ۳/۰۱ در سطح مطلوب (۳) قرار گرفته است. همچنین، بین ابعاد مختلف تاب‌آوری (اجتماعی، اقتصادی، نهادی و زیرساختی) رابطه مستقیم و معنی‌داری وجود دارد. مجتهد و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از مدل رگرسیون به بررسی تاب‌آوری سیستم‌های حمل‌ونقل شهری و لزوم برابر مخاطرات پرداخته و به این نتیجه رسیدند که هزینه بازسازی مهمترین عامل در این زمینه است. سوارز و همکاران (۲۰۱۶)، در تحقیقی به بررسی شاخص‌های تاب‌آوری (اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی) پنجاه شهر اسپانیا پرداخته و به این نتیجه رسیدند که منابع درآمدی و کسب و کار مهمترین عامل در این زمینه هستند. بازه (۲۰۱۵)، در تحقیقی به بررسی تعیین میزان تاب‌آوری سیستم‌های شهری در برابر بلایای طبیعی پرداخته و به این نتیجه رسیدند که عوامل فیزیکی، اجتماعی و دسترسی به اطلاعات مهمترین عوامل تاب‌آوری هستند.

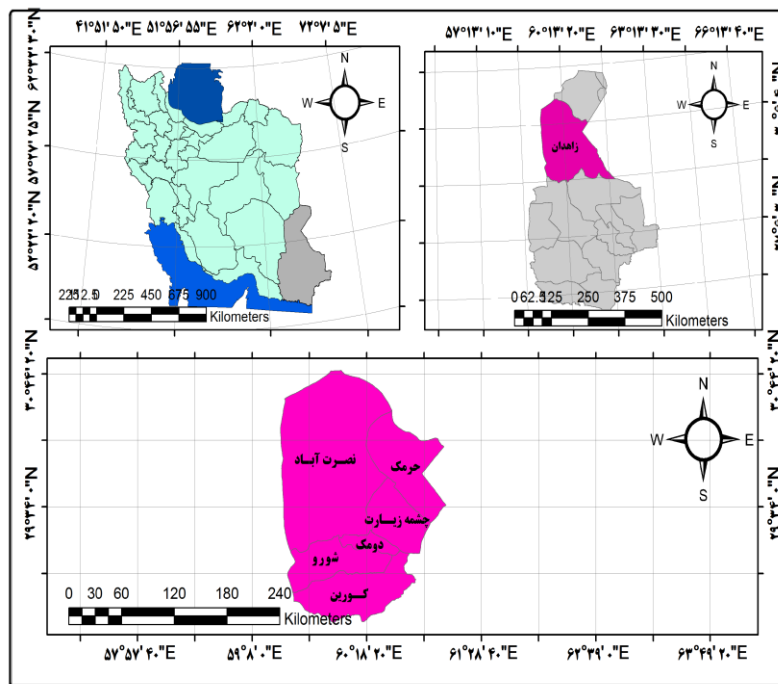
باتوجه به همه مطالب بیان شده می‌توان چنین بیان کرد که همه مطالعات پیشین به بررسی تاب‌آوری جوامع از جنبه‌های گوناگون در برابر مخاطرات مختلف پرداخته‌اند و تنها نقطه مشترک هریک از این مطالعات سنجش یا ارزیابی تاب‌آوری جوامع در برابر یک نوع مخاطره می‌باشد ولی هیچکدام از مطالعات پیشین به سنجش میزان تفاوت تاب‌آوری شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی نپرداخته‌اند و این مطالعه از این حیث نو و جدید می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

شهرستان زاهدان از توابع استان سیستان و بلوچستان و مرکز آن شهر زاهدان می‌باشد. این شهرستان در جنوب شرقی کشور ایران قرار دارد که از شمال به شهرستان هامون و استان خراسان جنوبی، از شرق به کشور پاکستان و افغانستان، از غرب به استان کرمان و از جنوب به شهرستان خاش محدود می‌شود. جمعیت این شهرستان در سال ۱۳۹۵، ۶۷۲۵۸۹ نفر بوده است. شهرستان زاهدان با مساحت ۳۶۵۸۱ کیلومتر مربع در شمال استان سیستان و بلوچستان قرار گرفته است. این شهرستان دارای تعداد ۲ مرکز شهری، ۳ بخش و ۶ دهستان است (مرکزآمار ایران، ۱۳۹۵).

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ روش انجام کار، توصیفی-تحلیلی است. در فرآیند پژوهش، ابتدا مبانی نظری تاب‌آوری و سوابق مطالعاتی آن مورد مطالعه قرار گرفت و بر اساس آن و با توجه به اطلاعات موجود در خصوص منطقه مورد مطالعه، ۲۹ مؤلفه سنجش تاب‌آوری در چهار بعد اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، زیرساختی و سرمایه اجتماعی تعیین شد. جامعه آماری تحقیق را تمام سرپرستان خانوارهای شهری (۱۴۶۷۱۷ نفر) و روستایی (۲۱۷۶۳ نفر) شهرستان زاهدان تشکیل می‌دهد که از میان آنها حجم نمونه‌ای با استفاده از فرمول کوکران به تعداد ۳۲۲ پرسشنامه جداگانه به صورت تصادفی طبقه‌بندی شده تکمیل شده است. در پژوهش حاضر جهت افزایش درجه اعتبار از روش صوری استفاده شده است بدین

منظور پرسشنامه بعد از تدوین در اختیار صاحب‌نظران قرار گرفت و روایی آن توسط کارشناسان مربوطه تایید شد. برای تعیین پایایی پژوهش از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. میزان آلفای محاسبه شده  $۸۶/۴$  است که نشان می‌دهد عدد مطلوبی است و دقت لازم برای احراز پایایی سازه‌ها در پرسش‌نامه به کار گرفته شده و گویه‌های طراحی شده برای سنجش شاخص‌ها همبستگی درونی دارند. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شده است. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزارهای SPSS21 و Excel2010 انجام پذیرفته است؛ به طوری که ضمن استفاده از آمارهای توصیفی فراوانی، انحراف معیار و میانگین از آزمون تی تست برای شاخص‌های کمی استفاده شده است. جدول ۱ شاخص‌ها و مولفه‌های تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه منبع: پایگاه داده‌های علوم زمین

## جدول ۱- شاخص‌ها و مولفه‌های تحقیق

شاخص	مولفه
اقتصادی	رضایت از استحکام مسکن، آگاهی از کمیت و کیفیت مسکن، رضایت از کارکرد مسکن، رضایت مندی از آینده شغلی، بروز نکردن مشکل و اختلال در فعالیت شغلی در صورت وقوع مخاطره، نداشتن وابستگی به یک شغل، وضعیت برابری درآمد بین اقشار مختلف جامعه، میزان رضایت از درآمد شخصی خود
اجتماعی - فرهنگی	رضایت مندی از حمل و نقل عمومی، میزان رضایت از شبکه ارتباطات مانند تلفن و تلفن اضطراری، میزان سلامت جسمی افراد، میزان سلامت روحی و روانی افراد، میزان رضایت مندی از دسترسی به پزشک، رضایت مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی
زیر ساختی	میزان بهرمندی از کیفیت و کمیت راه‌های ارتباطی، میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره، برخورداری از آب لوله‌کشی، برخورداری از شبکه برق مناسب، دسترسی به مراکز آموزشی، مهد کودک، دانشگاه و... دسترسی به نهاد های امداد رسان، مرکز مدیریت بحران، دسترسی به پلیس و نیروی انتظامی، دسترسی به آتش نشانی، دسترسی به شبکه معابر اصلی
سرمایه اجتماعی	ماندگاری در روستا و شهر، میزان همبستگی بین مردم در صورت وقوع مخاطره، چشم پوشی از منافع شخصی برای رعایت مصالح جامعه، کمک به مدیران محلی در اثر وقوع مخاطره، تمایل به عضویت و فعالیت در شورا و دهیاری و شهرداری، مشارکت میان جوامع، بخش خصوصی و مقام های محلی برای کاهش خطر پذیری

منبع: نوری و سپهوند، ۱۳۹۵: ۲۷۸ شایان و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۰۶ حاجی نژاد و همکاران، ۱۳۹۵: ۷؛ رضایی، ۱۳۹۴: ۶۱۲.

## نتایج و بحث

ویژگی‌های فردی پاسخگویان نشان داد که بیشترین فراوانی گروه سنی در جوامع شهری و روستایی در گروه سنی ۴۰ تا ۵۰ سال است. از نظر جنسیت از میان ۳۲۲ پاسخگوی شهری ۳۱۲ نفر مرد و مابقی زن و در جوامع روستایی از بین ۳۲۲ پاسخگو ۳۰۸ نفر مرد و مابقی زن بودند. از لحاظ میزان سطح سواد، بیشترین فراوانی پاسخگویان شهری مربوط به مدرک لیسانس با ۱۶۵ نفر و در جوامع روستایی مربوط به مدرک ابتدایی با ۱۱۷ نفر بوده است. شغل بیشتر پاسخگویان در هر دو گروه شهری و روستایی شغل آزاد بوده است. از نظر وضعیت تاهل در جوامع شهری از مجموع ۳۲۲ نفر ۳۰۶ نفر متاهل و در جوامع روستایی از ۳۲۲ پاسخگو ۲۹۷ نفر متاهل و بقیه مجرد بوده‌اند.

### سنجش میزان تفاوت تاب‌آوری جوامع شهری و روستایی

برای سنجش میزان تفاوت تاب‌آوری جوامع شهری و روستایی روش‌های بسیار زیادی وجود دارد که در این پژوهش از روش آمار توصیفی به صورت فراوانی، انحراف معیار و میانگین و در قسمت آمار استنباطی از آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده شده است. روش بررسی بدین صورت است که هر شاخص به صورت جداگانه بین جوامع شهری و روستایی سنجیده می‌شود و مهمترین مولفه‌های هر شاخص در بین هر دو جامعه مشخص شده و سپس بوسیله آزمون تی تست میزان مطلوبیت هر شاخص در دو جامعه مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### سنجش شاخص اقتصادی

این شاخص از ۸ گویه تشکیل شده است (گویه‌های مورد نظر از پژوهش‌های مشابه استخراج شدند). بنابراین طیف امتیازات اختصاص یافته به پاسخ‌ها از گزینه خیلی کم (امتیاز ۱)، کم (امتیاز ۲)، متوسط (امتیاز ۳)، زیاد (امتیاز ۴) و خیلی زیاد (امتیاز ۵) در نوسان می‌باشد و پاسخ‌ها به صورت فراوانی بیان گردیده است. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میزان تاب‌آوری اقتصادی در بین جوامع شهری و روستایی مقایسه شده است. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه رضایت از استحکام مسکن با میانگین  $3/388$  بالاترین میانگین و گویه نداشتن وابستگی به یک شغل با میانگین  $2/886$  کم‌ترین میانگین را دارند. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه رضایت از کارکرد مسکن با میانگین  $2/847$  بالاترین میانگین و گویه میزان رضایت از درآمد شخصی خود با میانگین  $2/394$  کم‌ترین میانگین دارند. در مجموع، کل گویه‌های شاخص اقتصادی در جوامع شهری با میانگین  $3/007$  در حد مطلوب ارزیابی شده است و در جوامع شهری با میانگین  $2/621$  پایین‌تر از حد مطلوب ارزیابی شده است. اختلاف بین جوامع شهری و روستایی در شاخص اقتصادی  $0/386$  است که نشان‌دهنده برتری جوامع شهری به نسبت جوامع روستایی است.



جدول ۲- سنجش و بررسی تاب آوری اقتصادی در جوامع شهری و روستایی

روستایی						گویه	شهری						
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار
۸۰	۶۷	۱۰۰	۵۲	۲۳	۲/۵۹۹	۰/۸۸۹	۵۱	۶۲	۸۰	۶۹	۶۰	۳/۳۸۸	۰/۶۷۶
رضایت از استحکام مسکن													
۶۰	۷۱	۱۰۳	۵۵	۳۳	۲/۷۸۳	۰/۸۶۶	۶۶	۶۰	۷۹	۵۵	۶۲	۳/۰۶۵	۰/۷۸۷
آگاهی از کمیت و کیفیت مسکن													
۵۸	۷۹	۸۸	۴۸	۴۹	۲/۸۴۷	۰/۹۸۷	۴۷	۷۰	۸۳	۵۹	۶۳	۲/۹۴۷	۰/۸۸۷
رضایت از کارکرد مسکن													
۷۴	۹۱	۸۱	۴۳	۳۳	۲/۵۹۶	۰/۷۷۶	۵۷	۶۷	۸۴	۶۲	۵۲	۲/۹۵۳	۰/۹۹۸
رضایت مندی از آینده شغلی													
۸۵	۷۶	۱۲۲	۳۳	۱۶	۲/۵۶۲	۰/۸۹۹	۶۰	۵۵	۹۰	۵۹	۵۸	۳/۰۰۰	۰/۸۳۴
بروز نکردن مشکل و اختلال در فعالیت شغلی در صورت وقوع مخاطره													
۶۷	۸۵	۹۵	۴۹	۲۶	۲/۶۳۳	۱/۰۱۷	۵۸	۸۰	۸۵	۴۵	۵۴	۲/۸۸۶	۱/۱۱۲
نداشتن وابستگی به یک شغل													
۷۰	۹۵	۸۹	۴۵	۲۳	۲/۵۵۳	۰/۸۷۷	۶۷	۷۳	۸۷	۶۹	۲۶	۲/۷۳۳	۰/۸۸۲
وضعیت برابری درآمد بین اقشار مختلف جامعه													
۷۷	۱۰۹	۸۸	۲۸	۲۰	۲/۳۹۴	۰/۹۸۹	۵۲	۶۶	۷۹	۶۶	۵۹	۳/۰۴۳	۱/۱۰۹
میزان رضایت از درآمد شخصی خود													
میانگین کل ۲/۶۲۱						اختلاف میانگین ۰/۳۸۶	میانگین کل ۳/۰۰۷						

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

در جدول ۳ به بررسی تاب‌آوری اقتصادی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای پرداخته شده است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که در جوامع شهری و روستایی اختلاف معنی‌داری از نظر تاب‌آوری اقتصادی وجود دارد چرا که میانگین ۳/۰۰۷ در جوامع شهری و میانگین ۲/۶۲۱ در جوامع روستایی خود تایید کننده این موضوع است. میزان بارندگی کم و ناچیز که منجر به خشکسالی‌های پی‌در پی شده و موجب از بین رفتن کشاورزی روستاهای مورد مطالعه شده خود مهمترین عامل ضعف اقتصادی در روستاهای این منطقه می‌باشد و همچنین نبود شغلی ثابت و مناسب در روستاهای این منطقه موجب شده تا میزان تاب‌آوری اقتصادی جوامع روستایی به نسبت جوامع شهری در سطح ضعیف تری ارزیابی شود.

جدول ۳- سنجش و بررسی تاب‌آوری اقتصادی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک

Test value=3					شاخص	
ضریب اطمینان ۹۵ درصد		اختلاف میانگین	سطح معنی‌داری	مقدار تی	میانگین	اقتصادی
حد بالا	حد پایین					
۰/۰۹۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۴/۵۶۵	۳/۰۰۷	جوامع شهری
-۰/۱۷۸	-۰/۴۳۴	-۰/۳۷۹	۰/۰۰۰	۴/۵۹۹	۲/۶۲۱	جوامع روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

### سنجش شاخص اجتماعی - فرهنگی

همان گونه که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود میزان تاب‌آوری اجتماعی- فرهنگی در بین جوامع شهری و روستایی مقایسه شده است. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه رضایت‌مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی با میانگین ۳/۱۰۵ بالاترین میانگین و گویه میزان سلامت جسمی افراد با میانگین ۲/۸۵۴ پایین‌ترین میانگین را دارند. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه میزان

سلامت روحی و روانی افراد با میانگین ۳/۳۹۱ بیشترین میانگین و گویه رضایت مندی از بیمه کردن مساکن و میزان هزینه پرداختی با میانگین ۲/۳۶۹ کمترین میانگین را به خود اختصاص داده‌اند. همان‌طور که در جدول نیز مشاهده می‌شود گویه رضایت مندی از بیمه کردن مساکن و میزان هزینه پرداختی در جوامع شهری بیشترین میانگین را دارد ولی در جوامع روستایی این گویه پایین‌ترین میانگین را برخوردار است. در مجموع میانگین تمام گویه‌های شاخص اجتماعی- فرهنگی در جوامع شهری ۳/۰۱۶ است و در جوامع روستایی ۲/۸۲۴ می‌باشد که نشان‌دهنده برتری نسبی جوامع شهری به نسبت جوامع روستایی است. همچنین میزان اختلاف بین این دو جامعه در این شاخص به میزان ۰/۱۹۲ است.

در جدول ۵ به بررسی تاب‌آوری اجتماعی- فرهنگی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای پرداخته شده است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری اجتماعی- فرهنگی در جوامع شهری با میانگین ۳/۰۰۷ در حد مطلوب است در جوامع روستایی با میانگین ۲/۶۲۱ پایین‌تر از حد مطلوب ارزیابی شده است.

### سنجش شاخص زیرساختی

همان‌گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود میزان تاب‌آوری زیرساختی در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره با میانگین ۳/۱۶۷ بیشترین میانگین را دارد و گویه دسترسی به مرکز مدیریت بحران با میانگین ۲/۹۳۲ کمترین میانگین را دارا می‌باشد. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره با میانگین ۲/۹۱۹ بیشترین میانگین و دسترسی به پلیس و نیروی انتظامی با میانگین ۲/۶۴۶ کمترین میانگین را دارند. در مجموع میانگین تمام گویه‌های

شاخص زیرساختی در جوامع شهری برابر با ۳/۰۱۶ و در جوامع روستایی ۲/۷۵۲ است. اختلاف میان دو جامعه نیز برابر با ۰/۲۶۲ است.

جدول ۴- سنجش و بررسی تاب‌آوری اجتماعی- فرهنگی در جوامع شهری و روستایی

روستایی						گویه	شهری						
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار
۷۲	۴۶	۹۸	۵۴	۵۲	۲/۹۰۱	۰/۸۸۹	۵۶	۶۳	۷۶	۵۷	۷۰	۳/۰۹۰	۰/۶۷۶
رضایت مندی از حمل و نقل عمومی							میزان رضایت از شبکه ارتباطات مانند تلفن و تلفن اضطراری						
۶۷	۷۸	۱۰۹	۴۵	۲۳	۲/۶۲۴	۰/۸۶۶	۵۱	۶۲	۸۲	۶۴	۶۳	۳/۰۷۴	۰/۷۸۷
۵۴	۶۶	۷۸	۷۰	۵۴	۳/۰۱۲	۰/۹۸۷	۶۵	۶۶	۸۹	۵۶	۴۶	۲/۸۵۴	۰/۸۸۷
میزان سلامت جسمی افراد							میزان رضایت مندی از دسترسی به پزشک						
۷۳	۷۴	۹۷	۵۳	۲۵	۲/۶۴۶	۰/۷۷۶	۶۱	۶۴	۷۶	۶۳	۵۸	۲/۹۷۸	۰/۹۹۸
۴۷	۵۴	۸۴	۶۸	۶۹	۳/۳۹۱	۰/۸۹۹	۵۶	۶۷	۸۹	۵۲	۵۸	۲/۹۶۶	۰/۸۳۴
میزان سلامت روحی و روانی افراد							رضایت مندی از بیمه کردن مساکن و میزان هزینه پرداختی						
۷۸	۷۲	۸۸	۵۵	۲۹	۲/۳۶۹	۰/۸۱۲	۵۳	۵۸	۷۵	۷۴	۶۲	۳/۱۰۵	۱/۰۵۶
میانگین کل ۲/۸۲۴						اختلاف میانگین ۰/۱۹۲	میانگین کل ۳/۰۱۶						

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

جدول ۵- سنجش و بررسی تاب آوری اجتماعی- فرهنگی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک

Test value=3					شاخص
ضریب اطمینان ۹۵ درصد		اختلاف میانگین	سطح معنی داری	مقدار تی	میانگین
حدبالا	حدپایین				
۰/۲۳۲	۰/۰۶۷	۰/۱۷۸	۰/۰۰۰	۴/۷۶۷	۳/۱۷۸
جوامع شهری	جوامع روستایی				
۰/۰۷۶	-۰/۲۶۶	-۰/۱۷۶	۰/۰۰۱	۴/۳۴۳	۲/۸۲۴

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

در جدول ۷ به بررسی تاب آوری زیرساختی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای پرداخته شده است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که میزان تاب آوری زیرساختی در جوامع شهری با میانگین ۳/۰۱۶ در حد مطلوب است در جوامع روستایی با میانگین ۲/۷۵۲ پایین‌تر از حد مطلوب ارزیابی شده است. جمعیت کم روستاها، پراکندگی زیاد بین روستاها، عدم سرمایه گذاری بخش خصوصی و کمبود سرمایه گذاری بخش دولتی در روستاها، ویژگی‌های محیطی باعث شده تا تاب آوری زیر ساختی در روستاهای شهرستان زاهدان به نسبت شهر زاهدان بامیانگین ۲/۷۵۲ نسبت به حدمطلوب (میانگین ۳) در سطح پایین‌تری ارزیابی شود.

### سنجش شاخص سرمایه اجتماعی

باتوجه به جدول ۶ میزان تاب آوری سرمایه اجتماعی در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه مشارکت میان جوامع، بخش خصوصی و مقام‌های محلی برای کاهش خطر پذیری با میانگین ۳/۰۵۹ بیشترین میانگین را دارد و گویه میزان همبستگی بین مردم در صورت وقوع مخاطره با میانگین ۲/۷۷۳ کم‌ترین میانگین را به خود اختصاص داده است. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه چشم پوشی از منافع شخصی برای رعایت مصالح جامعه با میانگین ۳/۱۸۶ بیشترین میانگین و گویه ماندگاری در روستا با میانگین ۲/۹۸۷ کم‌ترین میانگین را دارند. در مجموع میانگین تمام گویه‌های شاخص زیر ساختی در جوامع شهری برابر با ۲/۹۴۵ و در جوامع

روستایی برابر با ۳/۰۷۲ است. اختلاف میانگین بین دو جامعه نیز به مقدار ۰/۱۲۷ است.

جدول ۶- سنجش و بررسی تاب‌آوری زیرساختی در جوامع شهری و روستایی

روستایی				گویه			شهری							
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار	زیرساختی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار
۷۷	۸۷	۹۹	۴۰	۲۸	۲/۶۳۳	۰/۸۸۹	میزان بهرمندی از کیفیت و کمیت راه های ارتباطی	۶۵	۶۴	۷۹	۵۵	۵۹	۲/۹۳۵	۰/۶۷۶
۶۳	۷۴	۷۷	۵۲	۵۶	۲/۹۱۹	۰/۸۶۶	میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره	۵۴	۶۵	۹۰	۵۹	۶۴	۳/۱۶۷	۰/۷۸۷
۶۹	۷۵	۹۸	۴۸	۳۲	۲/۶۸۶	۰/۹۸۷	برخورداری از آب لوله کشی	۵۷	۶۲	۸۴	۶۹	۵۰	۲/۹۷۸	۰/۸۸۷
۶۴	۷۳	۸۷	۳۹	۵۹	۲/۸۶۳	۰/۷۷۶	برخورداری از شبکه برق مناسب	۵۵	۶۲	۷۸	۶۸	۵۹	۳/۰۴۳	۰/۹۹۸
۷۴	۵۸	۹۱	۵۲	۴۷	۲/۸۱۴	۰/۸۹۹	دسترسی به مراکز آموزشی، مهد کودک، دانشگاه و...	۵۸	۶۲	۷۴	۸۴	۴۴	۳/۰۱۲	۰/۸۳۴
۶۵	۷۲	۸۸	۵۷	۴۰	۲/۸۲۰	۰/۷۷۹	دسترسی به نهاد های امداد رسان	۶۰	۵۹	۸۴	۵۹	۶۰	۳/۰۰۰	۰/۷۷۷
۷۸	۶۹	۸۵	۵۶	۳۴	۲/۶۸۶	۱/۰۲۱	دسترسی به مرکز مدیریت بحران	۴۹	۸۴	۷۸	۶۲	۴۹	۲/۹۳۲	۰/۹۸۹
۶۹	۷۸	۹۰	۴۸	۳۷	۲/۶۴۶	۰/۹۲۲	دسترسی به پلیس و نیروی انتظامی	۶۰	۷۰	۶۵	۶۳	۶۴	۳/۰۰۳	۱/۰۴۵
۷۳	۷۹	۸۳	۵۴	۳۳	۲/۶۷۴	۰/۶۷۷	دسترسی به آشنشانی	۵۰	۶۲	۷۴	۷۴	۶۲	۳/۱۱۲	۰/۹۴۵
۷۱	۶۸	۸۰	۶۱	۴۲	۲/۸۰۴	۰/۷۶۵	دسترسی به شبکه معابر اصلی	۵۸	۶۹	۷۴	۶۵	۵۶	۲/۹۷۵	۰/۷۸۷
میانگین کل ۲/۷۵۴							اختلاف میانگین ۰/۲۶۲	میانگین کل ۳/۰۱۶						

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

جدول ۷- سنجش و بررسی تاب آوری زیرساختی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک

Test value=3						شاخص
ضریب اطمینان ۹۵ درصد		اختلاف میانگین	سطح معنی داری	مقدار تی	میانگین	زیرساختی
حد پایین	حد بالا					
-۰/۰۲۲	-۰/۱۷۸	-۰/۰۸۴	۰/۰۰۰	۴/۶۵۹	۳/۰۱۶	جوامع شهری
-۰/۱۴۶	-۰/۳۴۴	-۰/۲۴۶	۰/۰۰۱	۳/۸۹۰	۲/۷۵۴	جوامع روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

جدول ۸- سنجش و بررسی تاب آوری سرمایه اجتماعی در جوامع شهری و روستایی

روستایی					گویه		شهری							
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	انحراف معیار	میانگین	سرمایه اجتماعی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار
۵۸	۶۶	۸۲	۵۹	۵۸	۲/۹۸۷	۰/۸۸۹	ماندگاری در روستا یا شهر	۶۷	۶۰	۸۹	۵۸	۴۸	۲/۹۰۱	۰/۶۷۶
۶۷	۴۸	۷۸	۶۵	۶۴	۳/۰۹۶	۰/۸۶۶	میزان همبستگی بین مردم در صورت وقوع مخاطره	۷۲	۷۰	۸۷	۴۵	۴۸	۲/۷۷۳	۰/۷۸۷
۵۰	۵۳	۸۰	۶۵	۷۴	۳/۱۸۶	۰/۹۸۷	چشم پوشی از منافع شخصی برای رعایت مصالح جامعه	۵۶	۷۵	۸۶	۵۱	۵۴	۲/۹۱۳	۰/۸۸۷
۴۵	۶۷	۷۷	۶۹	۶۴	۳/۱۲۴	۰/۷۷۶	کمک به مدیران محلی در اثر وقوع مخاطره	۶۵	۵۵	۸۳	۶۴	۵۵	۲/۹۶۶	۰/۹۹۸
۵۹	۷۰	۶۵	۶۰	۶۸	۳/۰۲۵	۰/۸۹۹	تمایل به عضویت و فعالیت در شورا و دهیاری و شهرداری	۵۵	۵۹	۹۰	۴۹	۶۹	۳/۰۵۶	۰/۸۳۴
۵۵	۶۶	۷۹	۶۴	۵۸	۳/۰۱۲	۱/۰۶۵	مشارکت میان جوامع، بخش خصوصی و مقام های محلی برای کاهش خطر پذیری	۴۸	۶۷	۸۷	۵۸	۶۲	۳/۰۵۹	۰/۹۴۴
میانگین کل ۳/۰۷۲							اختلاف میانگین ۰/۱۲۷	میانگین کل ۲/۹۴۵						

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

در جدول ۹ به بررسی تاب‌آوری سرمایه اجتماعی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای پرداخته شده است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری زیرساختی در جوامع شهری با میانگین ۲/۹۴۵ پایین‌تر از حد مطلوب است در جوامع روستایی با میانگین ۳/۰۷۲ بالاتر تر از حد مطلوب ارزیابی شده است. پیوندهای خویشاوندی در روستا و شناخت کامل مردم روستایی از یکدیگر باعث شده تا تاب‌آوری سرمایه اجتماعی در روستا به نسبت شهر بیشتر باشد.

جدول ۹- سنجش و بررسی تاب‌آوری سرمایه اجتماعی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک

Test value=3					شاخص	
ضریب اطمینان ۹۵ درصد	اختلاف میانگین		سطح معنی داری	مقدار تی	میانگین	سرمایه اجتماعی
	حدپایین	حدبالا				
-۰/۰۲۳	-۰/۱۱۲	-۰/۰۵۵	۰/۰۰۰	۴/۶۶۵	۲/۹۴۵	جوامع شهری
۰/۱۲۱	۰/۰۱۱	۰/۰۴۱	۰/۰۰۰	۳/۹۸۲	۳/۰۷۲	جوامع روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

در سطح جهانی، تغییرات زیادی در نگرش به مخاطرات طبیعی دیده می‌شود؛ به طوری که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است. براساس این نگرش، برنامه‌های کاهش مخاطرات طبیعی باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری نیز توجه شود. بنابراین تحلیل و افزایش تاب‌آوری نسبت به سوانح طبیعی حوزه‌های مهم و گسترده تبدیل شده است، به طوری که در حال حاضر از حرکت همزمان و متقابل توسعه پایدار و مدیریت سوانح طبیعی به سمت افزایش تاب‌آوری بحث می‌شود. مخاطرات طبیعی به عنوان پدیده‌های مخرب در مرحله اول بلایا محسوب نمی‌شود؛ بلکه مخاطراتی است که به صورت تکرارپذیر رخ می‌دهند. کشورهای مختلف در این زمینه شیوه مدیریتی متفاوتی را برای مقابله با انواع



مخاطرات در نظر می‌گیرند تا بتوانند برنامه‌های کاهش‌دهنده مخاطرات را اجرا کنند. در واقع هدف تمامی شیوه‌های مدیریتی کاهش اثرات است.

### نتیجه‌گیری

نتایج یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که از نظر شاخص‌های تاب‌آوری تفاوت معنی‌داری بین مناطق شهری و روستایی وجود دارد. سنجش تاب‌آوری اقتصادی نشان می‌دهد که در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه رضایت از استحکام مسکن با میانگین ۳/۳۸۸ بالاترین میانگین و گویه نداشتن وابستگی به یک شغل با میانگین ۲/۸۸۶ کم‌ترین میانگین را دارند. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه رضایت از کار کرد مسکن با میانگین ۲/۸۴۷ بالاترین میانگین و گویه میزان رضایت از درآمد شخصی خود با میانگین ۲/۳۹۴ کم‌ترین میانگین دارند. در مجموع، کل گویه‌های شاخص اقتصادی در جوامع شهری با میانگین ۳/۰۰۷ در حد مطلوب ارزیابی شده‌است و در جوامع شهری با میانگین ۲/۶۲۱ پایین‌تر از حد مطلوب ارزیابی شده‌است. اختلاف بین جوامع شهری و روستایی در شاخص اقتصادی ۰/۳۸۶ است که نشان‌دهنده برتری جوامع شهری به نسبت جوامع روستایی است.

سنجش تاب‌آوری اجتماعی فرهنگی نشان می‌دهد که در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه رضایت‌مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی با میانگین ۳/۱۰۵ بالاترین میانگین و گویه میزان سلامت جسمی افراد با میانگین ۲/۸۵۴ پایین‌ترین میانگین را دارند. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه میزان سلامت روحی و روانی افراد با میانگین ۳/۳۹۱ بیشترین میانگین و گویه رضایت‌مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی با میانگین ۲/۳۶۹ کم‌ترین میانگین را به خود اختصاص داده‌اند. همان‌طور که در جدول نیز مشاهده می‌شود گویه رضایت‌مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی در جوامع شهری بیشترین میانگین را دارد ولی در جوامع روستایی این گویه پایین‌ترین میانگین را برخوردار است.

سنجش تاب‌آوری زیرساختی نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری زیرساختی در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره با میانگین  $3/167$  بیشترین میانگین را دارد و گویه دسترسی به مرکز مدیریت بحران با میانگین  $2/932$  کمترین میانگین را دارا می‌باشد. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره با میانگین  $2/919$  بیشترین میانگین و دسترسی به پلیس و نیروی انتظامی با میانگین  $2/646$  کمترین میانگین را دارند.

سنجش تاب‌آوری سرمایه اجتماعی نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری سرمایه اجتماعی در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه مشارکت میان جوامع، بخش خصوصی و مقام‌های محلی برای کاهش خطر پذیری با میانگین  $3/059$  بیشترین میانگین را دارد و گویه میزان همبستگی بین مردم در صورت وقوع مخاطره با میانگین  $2/773$  کم‌ترین میانگین را به خود اختصاص داده است. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه چشم‌پوشی از منافع شخصی برای رعایت مصالح جامعه با میانگین  $3/186$  بیشترین میانگین و گویه ماندگاری در روستا با میانگین  $2/987$  کم‌ترین میانگین را دارند.

بررسی و سنجش شاخص‌های مختلف با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای نشان می‌دهد که در شاخص اقتصادی میانگین جوامع شهری  $3/007$  و میانگین جوامع روستایی  $2/621$  است. در شاخص اجتماعی - فرهنگی میانگین جوامع شهری  $3/178$  و میانگین جوامع روستایی  $2/824$  می‌باشد. در شاخص زیرساختی میانگین جوامع شهری برابر  $3/016$  و میانگین جوامع روستایی برابر  $2/754$  می‌باشد. بررسی شاخص سرمایه اجتماعی نشان می‌دهد میانگین تاب‌آوری این شاخص در جوامع شهری برابر  $2/945$  است و میانگین جوامع روستایی برابر با  $3/072$  می‌باشد.

بررسی و سنجش میزان تاب‌آوری در جوامع شهری و روستایی نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری اقتصادی، اجتماعی - فرهنگی و زیرساختی در جوامع شهری بالاتر از

جوامع روستایی است و به عبارت دیگر تاب آوری جوامع شهری در این سه شاخص در حد مطلوب و در جوامع روستایی در حد نامطلوب است. تنها در شاخص سرمایه اجتماعی است که میزان تاب آوری جوامع روستایی بالاتر از جوامع شهری است و جوامع روستایی در شاخص سرمایه اجتماعی بالاتر از حد مطلوب ولی جوامع شهری پایین تر از حد مطلوب ارزیابی شده است.

در ادامه چند پیشنهاد با توجه به نتایج بدست آمده ارائه شده است:

- با توجه به عوامل تأثیرگذار بر ظرفیت تاب‌آوری در جوامع شهری و روستایی با ارائه خدمات مناسب برای هر مکان، میزان سازگاری خانوارها را تقویت نمود.
- با به کارگیری اصول برنامه‌ریزی کالبدی در جوامع شهری و روستایی مانند برنامه‌ریزی کاربری اراضی و مقاوم‌سازی بافت آن‌ها، می‌توان سطح آسیب‌پذیری جوامع را کاهش و میزان تاب‌آوری آنها را ارتقاء داد.
- ارتقا توانمندسازی روانی خانوارها برای مقابله با مخاطرات و تقویت توانمندی‌های جوامع نیز یکی دیگر از راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری است.

### منابع

- بذرافشان، جواد؛ طولابی نژاد، مهرشاد و طولابی نژاد، میثم، (۱۳۹۷)، تحلیل فضایی تفاوت‌های تاب‌آوری در نواحی شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی مورد مطالعه: شهرستان پلدختر، فصلنامه پژوهش‌های روستایی، دوره ۹، شماره ۱، صص ۱۱۶-۱۳۵.
- بذرافکن، شهرام؛ آروین، محمود و شاکری، الهه، (۱۳۹۷)، ارزیابی تاب‌آوری در محلات منطقه ۹ شهر تهران با استفاده از تکنیک تاپسیس، مجله دانش‌پژوهی و مدیریت بحران، دوره ۸، شماره ۲، صص ۱۸۷-۱۹۷.
- برقی، حمید؛ هاشمی، صدیقه و جعفری، نسرین، (۱۳۹۶)، سنجش تاب‌آوری محیطی روستاهای در معرض خطر زلزله مطالعه موردی دهستان معجزات در شهرستان زنجان، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، سال ۶، شماره ۱(۱۷)، صص ۸۱-۹۷.

بسطامی نیا، امیر؛ رضائی، محمدرضا و سرایی، محمدحسین، (۱۳۹۷)، تبیین و تحلیل تاب-آوری اجتماعی برای مقابله با سوانح طبیعی، مجله دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره ۸، شماره ۳، صص ۲۰۹-۲۲۴.

حاجی زاده، فاضل و ایستگلدی، مصطفی، (۱۳۹۷)، تحلیلی بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی با تاکید بر زلزله مطالعه موردی دهستان حومه شهرستان لامرد، مجله مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۵، شماره ۱، صص ۶۷-۸۳.

حاجی نژاد، علی؛ بذرافشان، جواد؛ وثوقی حمزه خانلو، جلال و بدری، علی، (۱۳۹۵)، ارزیابی راهبردهای اسکان مجدد پس از مخاطره زلزله در نواحی روستایی مطالعه موردی دهستان آبگرم شهرستان اردبیل، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ۵، شماره ۹، صص ۱-۲۰.

حیدری ساربان، وکیل و مجنون توتاخانه، (۱۳۹۵)، نقش تنوع معیشتی در تاب‌آوری خانوارهای روستایی پیرامون دریاچه ارومیه در برابر خشکسالی، مجله تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ۳، شماره ۴، صص ۴۹-۷۰.

دخت بدیع، پروین و رحیمی، محمود، (۱۳۹۷)، بررسی و سنجش تاب‌آوری شبکه ارتباطی شهری با رویکرد مدیریت بحران مطالعه موردی منطقه ۲ تهران، مجله نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال ۱۰، شماره ۲، صص ۴۱-۶۵.

رضایی، محمدرضا؛ رفیعیان، مجتبی و حسینی، سید مصطفی، (۱۳۹۴)، سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران، مجله جغرافیای انسانی، دوره ۴۷، شماره ۴، صص ۶۰۹-۶۲۳.

روستا، مجتبی؛ ابراهیم زاده، عیسی و ایستگلدی، مصطفی، (۱۳۹۶)، تاب‌آوری کالبدی، در برابر زلزله مطالعه موردی بافت فرسوده ی شهر مرزی زاهدان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴۶، صص ۱-۱۸.

زیاری، یوسفعلی؛ عباداله زاده ملکی، بهناز و بهزادپور، الناز، (۱۳۹۷)، ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در برابر مخاطرات زلزله با رویکرد دستیابی به مدیریت پایدار مطالعه موردی منطقه یک تهران، مجله نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال ۱۰، شماره ۲، صص ۹۷-۱۱۲.

شایان، محسن؛ پایدار، ابوذر و بازوند، سجاد، (۱۳۹۶)، تحلیل تاثیرات ارتقای شاخص‌های تاب‌آوری بر پایداری سکونتگاه‌های روستایی در مقابل سیلاب مطالعه موردی نواحی روستایی

شهرستان زرین دشت، مجله مدیریت مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۴، شماره ۲، صص ۱۰۳-۱۲۱.

صادقلو، طاهره و سجاسی قیداری، حمدالله، (۱۳۹۳)، بررسی رابطه زیست پذیری سکونتگاه‌های روستایی بر تاب‌آوری روستاییان در برابر مخاطرات طبیعی نواحی روستایی دهستان مراوه تپه و پالیزان، مجله مدیریت بحران، شماره ۶، صص ۳۷-۴۴.

عزمی، آئیژ؛ میرزایی قلعه، فرزاد و درویشی، سبا، (۱۳۹۴)، جایگاه دانش بومی در مدیریت مخاطرات طبیعی در روستاها مطالعه موردی دهستان شیر شهرستان هرسین، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱۳، صص ۲۳-۳۹.

عزیزپور، فرهاد؛ حمیدی، محمدسعید و چابک، جمشید، (۱۳۹۴)، تحلیل مشارکت محلی در مدیریت مخاطره سیل در نواحی روستایی مطالعه موردی روستاهای حوزه آبخیز رودخانه بشار شهرستان بویراحمد، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیط طبیعی، سال ۲، شماره ۴، صص ۷۷-۹۴.

کاظمی، داود و عندلیب، علیرضا، (۱۳۹۶)، ارزیابی مولفه‌های موثر تاب‌آوری اجتماعی سکونتگاه‌های روستایی در شرایط بحرانی، مجله مسکن و محیط روستا، شماره ۱۵۸، صص ۱۳۱-۱۴۵.

مبارکی، امید؛ لاله پور، منیژه و افضل‌گروه، زهرا، (۱۳۹۶)، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مولفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴۷، صص ۸۹-۱۰۴.

مبارکی، امید؛ لاله پور، منیژه و افضل‌گروه، زهرا، (۱۳۹۶)، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مولفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴۷، صص ۸۹-۱۰۴.

محمدی شهرودی، حامد؛ رحیم‌نیا، فریبرز؛ ملک‌زاده، غلامرضا و خوراکیان، علیرضا، (۱۳۹۷)، تبیین ویژگی‌ها و ابعاد تاب‌آوری سازمانی در سازمان‌های تولیدی مواجه با مخاطرات و چالش‌ها، مجله مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۵، شماره ۱، صص ۱۱۱-۱۲۶.

نظم‌فر، حسین و پاشازاده، اصغر، (۱۳۹۷)، ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی مطالعه موردی شهر اردبیل، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال ۸، شماره ۲۷، صص ۱۰۱-۱۱۶.

نوری، سیده‌هدایت الله و سپهوند، فرخنده، (۱۳۹۵)، تحلیل تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تاکید بر زلزله مطالعه موردی دهستان شیروان شهرستان بروجرد، مجله پژوهش‌های روستایی، دوره ۷، شماره ۲، صص ۲۷۵-۲۸۵.

نیری، مهدی؛ شیعه، اسماعیل، رضایی، محمود و سعیدی رضوانی، نوید، (۱۳۹۷)، مدیریت تاب‌آوری محله در مواجهه با زلزله در بافت‌های فرسوده شهری به روش FAHP مطالعه موردی محله عبدال آباد شهر تهران، مجله جغرافیا، سال ۸، شماره ۲، صص ۲۱-۳۸.

Ainuddin, S., Routray, Kumar, J. (2012). Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 2, pp. 25-36.

Bozza. A. (2015). Developing an integrated framework to quantify resilience of urban systems against disasters, *Natural Hazards*, Vol. 78, No. 3, pp. 1729-1748.

Cutter. S. L, Ash. K. D, and Christopher T. Emrich. (2016). Urban-Rural Differences in Disaster Resilience, *Annals of the American Association of Geographers*, Vol.106, No. 6, pp.1236- 1252.

Madhuri. P, Tewari. H. R. and Bhowmick. P. K. (2014). Livelihood vulnerability index analysis: an approach to study vulnerability in the context of Bihar: original research. *Jamba: Journal of Disaster Risk Studies*, Vol. 6, pp.1-13.

Matyas, D. and Pelling, M. (2015). Positioning resilience for 2015 :the role of resistance, incremental adjustment and transformation in disaster risk management policy. *Disasters*, Vol. 39, No. 1, pp.1-19.

Mojtahed. M. Newton. S, and Von Meding, J (2017), Predicting the resilience of transport infrastructure to a natural disaster using Cox's proportional hazards regression model, *Natural Hazards*, Vol. 85, No. 2, pp. 1119- 1133.

Suarez. M, Gomez-Baggethun. E, Benayas.J, and Tilbury. D. (2016). Towards an Urban Resilience Index: A Case Study in 50 Spanish Cities, *Sustainability*, Vol. 8, No. 8, pp.1- 19.

## مقدمه

یکی از معضلاتی که همواره و در طی قرون متمادی زندگی جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده، وقوع بلایا و سوانحی است که در صورت ناآگاهی و نداشتن آمادگی، صدمات جبران ناپذیری به ابعاد مختلف زندگی انسان‌ها اعم از حوزه‌های سکونتی اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی، روانشناختی و... وارد می‌کند (بسطامی نیا، ۱۳۹۷: ۲۱۰). مقابله با مخاطرات، یکی از چالش‌های اصلی برای اکثر کشورها است (Cutter et al, 2016: 1240؛ که نه تنها باعث مرگ و میر و درد و رنج عاطفی آنها می‌شود، بلکه به اقتصاد محلی آسیب‌هایی وارد کرده و باعث خنثی شدن دستاوردهای توسعه می‌شود (بذرافشان و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۱۹). بریتون و کیتز (۱۹۶۴) مخاطرات طبیعی را چنین تعریف کردند «عناصر فیزیکی طبیعی که برای انسان مضرند و به وسیله نیروهای خارجی برتر از توان انسان ایجاد می‌شوند (عزمی و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۴). برنامه سازمان ملل (۲۰۰۴)، حوادث و رویدادهای ژئوفیزیکی، جوی و آب و هوایی را که نیروی شان باعث خسارات، تلفات و ضرر زیان‌گردد را تحت عنوان مخاطرات طبیعی تعبیر می‌نمایند. مخاطرات طبیعی وقایع تهدید کننده‌ای هستند که می‌توانند فضای طبیعی و اجتماعی ما را تخریب کنند (عزیزپور و همکاران، ۱۳۹۴: ۸۰). مخاطرات طبیعی پتانسیل این امر را دارند که در نبود سیستم‌های تقلیل مخاطرات به سوانحی هولناک بدل شوند (دخت بدیع و رحیمی، ۱۳۹۷: ۴۲). در جهان، تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود؛ دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است (حاجی زاده و ایستگلدی، ۱۳۹۷: ۶۹). طوری که اقدامات موازی چندی جهت ایجاد چارچوبی برای کاهش خطر بحران در سطح بین‌المللی به وجود آمده‌است (مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۰). بر اساس این نگرش، برنامه‌های کاهش مخاطرات باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری نیز توجه کنند (بذرافکن و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۸۸). روند وقوع مخاطرات در سالیان اخیر،

بیانگر آن است که جوامع انسانی آسیب‌پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. با این حال، کاهش آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شود (Ainuddin and Routary, 2012: 27). اغلب اصطلاح مخاطرات طبیعی را تنها به رویدادهای طبیعی یا ژئوفیزیکی اطلاق می‌کنیم؛ زیرا این واژه‌ها با ماهیت آنها سنخیت بیشتری می‌یابد؛ بنابراین مخاطرات طبیعی عبارتست از وقوع ناگهانی و یا نامحسوس پدیده‌هایی که منشاء طبیعی داشته و جزء خصوصیات ذاتی کره زمین بوده و به دلیل نحوه عملکرد در قلمرو سکونتگاه‌های انسان و تأسیسات وی موجب کشتار، تخریب و خسارات مستقیم و غیر مستقیم در ابعاد مختلف می‌شوند (نظم فر و پاشازاده، ۱۳۹۷: ۱۰۳). دولت‌ها برای کاهش اثرات مخاطرات طبیعی، راهبردهای متنوعی در پیش می‌گیرند از مهمترین این راهکارها، شناسایی و مقابله با خطرات توسط خود افراد جامعه و سنجش تاب‌آوری آنها می‌باشد (Matyas and Pelling, 2015: 3)؛ در شرایطی که ریسک و عدم قطعیت‌ها در حال رشد می‌باشند، تاب‌آوری به عنوان مفهوم مواجهه با اختلالات، غافلگیری‌ها و تغییرات معرفی می‌شود (شایان و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۰۴). تاب‌آوری ویژگی است که توصیف می‌کند که یک سیستم، چه مقدار اختلال را بدون از دست دادن ساختار و عملکرد اصلی، می‌تواند تحمل کند. براین اساس، یک سیستم تاب‌آور اختلالات را بدون تنظیم مجدد، با ساختار و عملکرد جدید، تجربه کند (زیاری و همکاران، ۱۳۹۷: ۹۹). درک کامل از مناطق شهری و روستایی در زمینه تاب‌آوری بسیار مهم است، زیرا زمینه‌ها و قابلیت‌ها برای مدیریت خطرات متفاوت و مجزا هستند. مثلاً جمعیت کم در مناطق روستایی بر تلفات فاجعه روستاها اثرگذار می‌باشد. همچنین مالکیت در مناطق شهری به دلیل تراکم و ارزش سازه‌ها، احتمال ضرر و زیان آن بیشتر از روستاها است (بذرافشان و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۰).

شهرستان زاهدان در جنوب شرقی ایران در منطقه خشک و بیابانی و کم باران واقع شده است. به همین دلیل خشکسالی‌های پی در پی زیادی در این شهرستان بوقوع می‌پیوندد که منجر به خسارات زیادی به کشاورزان در این شهرستان شده‌است. گسل



زاهدان، گسلی بنیادی است به طول ۱۲۰ کیلومتر با امتداد شمالی - جنوبی و از نزدیکی شهر زاهدان عبور می‌نماید، علاوه بر آن گسل نهبندان از غرب و شمالغرب شهر عبور می‌نماید که طول آن در حدود ۳۰۰ کیلومتر است و از گسل‌های بنیادی در بخش‌های شرقی ایران محسوب می‌گردد (روستا و همکاران، ۱۳۹۶: ۳). وجود خانه‌های نامناسب در روستاهای این شهرستان و حتی قسمت‌هایی از شهر زاهدان در زمان وقوع مخاطرات طبیعی همچون زلزله می‌تواند منجر به خسارات جبران ناپذیری شود (بسیاری از خانه‌های شهری و روستایی در این شهرستان غیراصولی ساخته شده‌اند و یا اینکه بسیار قدیمی و غیرمستحکم هستند) یکی از مهمترین عواملی که می‌تواند این خسارت‌ها را کاهش دهد آگاهی داشتن از نوع مخاطرات طبیعی و تاب‌آوری در برابر آن است (آگاهی داشتن از شدت وقوع سیل و زلزله و... باعث ساختن خانه‌های مستحکم‌تر خواهد شد). بنابراین توجه به میزان تاب‌آوری این جوامع و شناخت تفاوت‌های مناطق شهری و روستایی در زمینه تاب‌آوری در برابر حوادث که می‌تواند اثرات مخاطرات طبیعی را کاهش دهد و برای بهبود بخشیدن آنها، راهکارهایی، متناسب با هر یک از آنها ارائه دهد ضروری می‌باشد.

ابعاد وسیع خسارات و تلفات ناشی از بلایای طبیعی در شهرها و روستاهای گوناگون جهان سبب شده‌است پژوهش‌های کاربردی گسترده‌ای در زمینه بهینه کردن ایمن‌سازی شهرها و روستاها انجام گیرد. از سوی دیگر، روش‌های مقابله با سوانح طبیعی و ایمن‌سازی شهرها و روستاها، افزایش کارایی روش‌های مقابله با سوانح طبیعی و ایمن‌سازی شهری و روستایی را ضرورت بخشیده‌است. بنابراین آشکار است که پژوهش‌های کاربردی در امور مربوط به ایمن‌سازی شهرها و روستاها در برابر سوانح طبیعی سبب افزایش ابتکارات در طراحی‌ها و یافتن بهترین سیاست‌ها خواهد شد. بنا براین برای دستیابی به این هدف، گنجاندن برنامه‌های افزایش تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری شهروندان و جامعه که در معرض مخاطرات و سوانح طبیعی هستند در طرح‌های توسعه شهری و روستایی ضرورت دارد. از این رو هدف این

پژوهش بررسی و سنجش میزان تفاوت تاب‌آوری جوامع شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی در شهرستان زاهدان است. این پژوهش در پی پاسخ به این سوال است که به چه میزان بین جوامع شهری و روستایی از لحاظ تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی تفاوت وجود دارد؟

تاب‌آوری، ریشه در فیزیک دارد که ابتدا به حالت فنری اشاره دارد. اما محققان تاب‌آوری، از طریق مطالعات بین رشته‌ای، به بررسی این مفهوم می‌پردازند (محمدی شهرودی، ۱۳۹۷: ۱۱۳). مفهوم تاب‌آوری در سیستم‌های اجتماعی و زیست محیطی از دهه ۱۹۸۰ مطرح گردید. این مفهوم را نخستین بار هولینگ در مطالعات اکولوژیکی به عنوان راهی برای درک پویایی غیر خطی در سیستم‌های بوم‌شناسی مطرح کرد (رکن الدین افتخاری و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۴۲). بونانوس تاب‌آوری را توانایی فرد در حفظ رفاه و سلامت روانی و فیزیکی به‌رغم قرار گرفتن او در معرض نابسامان می‌داند. به باور پیم تاب‌آوری، بازگشت یک سیستم به حالت اولیه، پس از نابسامانی است. طبق نظر مایونگا تاب‌آوری عبارت است از توانایی بازیابی پس از شرایط یا رویدادهای غیرمنتظره (حیدری ساربان و مجنونی توتاخانه، ۱۳۹۵: ۵۱). تاب‌آوری از نظر واگرز، ظرفیت و توانایی تطبیق مهمترین شاخص سیستم‌های تاب‌آور محسوب گردیده و باز توانی و احیا ظرفیت تحمل و جذب فشار و سرعت بازگشت به شرایط عادی تثبیت و ارتقای موقعیت سیستم و عملکرد آن در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند (نیری و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۶). جامعه تاب‌آور باید همانند اکوسیستم‌ها توانایی مقاومت در برابر اختلالات و سازگاری با تغییرات را هنگامی که به آن نیاز دارد، داشته باشد. تاب‌آوری به عنوان ظرفیت بالقوه سیستم، جامعه یا اجتماع در معرض مخاطرات برای سازگاری یا مقاومت در برابر تغییرات به منظور رسیدن یا حفظ سطح مناسبی از عملکرد و ساختار شناخته می‌شود. ویژگی‌های اصلی در نظر گرفته شده برای تاب‌آوری عبارتند از: آستانه‌های تغییر، سازمان‌دهی مجدد ظرفیت مقاومت، کنار آمدن یا بهبود پس از شوک و تنش وارد شده برای یادگیری و تطبیق با آن (صادقلو و سجاسی قیداری، ۱۳۹۳:

۳۹). تاب آوری جامعه زمانی رخ می‌دهد که منابع کافی برای خنثی کردن سریع اثرات مخرب بحران وجود داشته باشد. به عبارت دیگر، تاب آوری زمانی شکل می‌گیرد که منابع بسیار قوی و اضافی بر احتیاج وجود داشته باشد و به سرعت درمقابل تأثیرات عمل کند یا عمل متقابل نشان دهد (نوری و سپهوند، ۱۳۹۵: ۲۷۶). جامعه تاب‌آور قادر به برگشت نسبتاً سریع به وضعیت قبلی است؛ در حالی که جامعه‌ای که تاب‌آوری کمتری دارد، ممکن است زمان بیشتری را صرف بازیابی کند یا قادر به بازیابی نباشد (Madhuri et al, 2014: 6).

رویکردهای تاب‌آوری را می‌توان به سه دسته خلاصه کرد که جنبه مشترک همه آن‌ها توانایی ایستادگی، مقاومت و واکنش مثبت به فشار یا تغییر است:

رویکرد اول، تاب‌آوری به عنوان پایداری؛ این رویکرد، از مطالعات اکولوژیکی که تاب‌آوری را به عنوان توانایی بازگشت به حالت قبل تعریف می‌کند، بسط یافته است. تاب‌آوری در اینجا به صورت مقدار اختلالی که یک سیستم قبل از اینکه به حالت دیگری منتقل شود، می‌تواند تحمل یا جذب کند بیان می‌شود. دومین رویکرد، تاب‌آوری به عنوان بازیابی؛ رویکرد بازیابی در ارتباط با توانایی جامعه برای بازگشت به گذشته از تغییر یا عامل فشار و برگشت به حالت اولیه آن است. تاب‌آوری در اینجا معیاری است که به عنوان زمان صرف شده یک جامعه برای بازیابی از تغییر اندازه‌گیری می‌شود. سومین رویکرد، تاب‌آوری به عنوان دگرگونی؛ این رویکرد بیشتر به عنوان ظرفیت جامعه برای واکنش به تغییر و به شکل سازگاران بیان می‌شود که به جای بازگشت ساده به حالت قبل می‌تواند به معنای تغییر به حالت جدید در محیط پایدارتر باشد (بذرافشان و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۱).

حاجی زاده و ایستگلدی (۱۳۹۷) در تحلیلی بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که شاخص اقتصادی بیشترین و شاخص مدیریتی-نهادی کمترین ضریب تاثیر را در میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی دارند. مبارکی و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی و تحلیل ابعاد و مولفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان

پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که تاب‌آوری شهر کرمان در همه ابعاد و مؤلفه‌ها (نهادی-مدیریتی، زیرساختی-کالبدی، محیطی، اجتماعی و اقتصادی) از نظر کارشناسان بامیانگین ۲/۶۲ پایین‌تر از سطح مطلوب (۳) می‌باشد. کاظمی و عندلیب (۱۳۹۶) به ارزیابی مؤلفه‌های موثر بر تاب‌آوری اجتماعی سکونتگاه‌های روستایی در شرایط بحرانی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که میزان تاب‌آوری اجتماعی فرهنگی روستاهای بررسی شده در ابعاد مورد بررسی با مقدار ۰/۴۳ بسیار پایین‌تر از سطح ۰/۵۰ بوده است. همچنین تحلیل همبستگی میان ابعاد بررسی شده بیانگر همبستگی مستقیم میزان تاب‌آوری اجتماعی ساکنین با میزان دانش و آگاهی و انگیزش‌های درونی و فردی ساکنین است. برقی و همکاران (۱۳۹۵) به سنجش تاب‌آوری محیطی روستاهای در معرض خطر زلزله پرداخته‌اند و چنین نتیجه گرفته‌اند که تاب‌آوری اجتماعی روستاها در سطح مطلوب (میانگین ۳). است و افراد بیسواد بامیانگین ۳/۶۰ دارای میانگین تاب‌آوری اجتماعی بیشتری حد مطلوب (۳) هستند؛ اما تاب‌آوری نهادی-سازمانی بامیانگین ۳/۰۱ در سطح مطلوب (۳) قرار گرفته است. همچنین، بین ابعاد مختلف تاب‌آوری (اجتماعی، اقتصادی، نهادی و زیرساختی) رابطه مستقیم و معنی‌داری وجود دارد. مجتهد و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از مدل رگرسیون به بررسی تاب‌آوری سیستم‌های حمل‌ونقل شهری و لزوم برابر مخاطرات پرداخته و به این نتیجه رسیدند که هزینه بازسازی مهمترین عامل در این زمینه است. سوارز و همکاران (۲۰۱۶)، در تحقیقی به بررسی شاخص‌های تاب‌آوری (اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی) پنجاه شهر اسپانیا پرداخته و به این نتیجه رسیدند که منابع درآمدی و کسب و کار مهمترین عامل در این زمینه هستند. بازه (۲۰۱۵)، در تحقیقی به بررسی تعیین میزان تاب‌آوری سیستم‌های شهری در برابر بلایای طبیعی پرداخته و به این نتیجه رسیدند که عوامل فیزیکی، اجتماعی و دسترسی به اطلاعات مهمترین عوامل تاب‌آوری هستند.

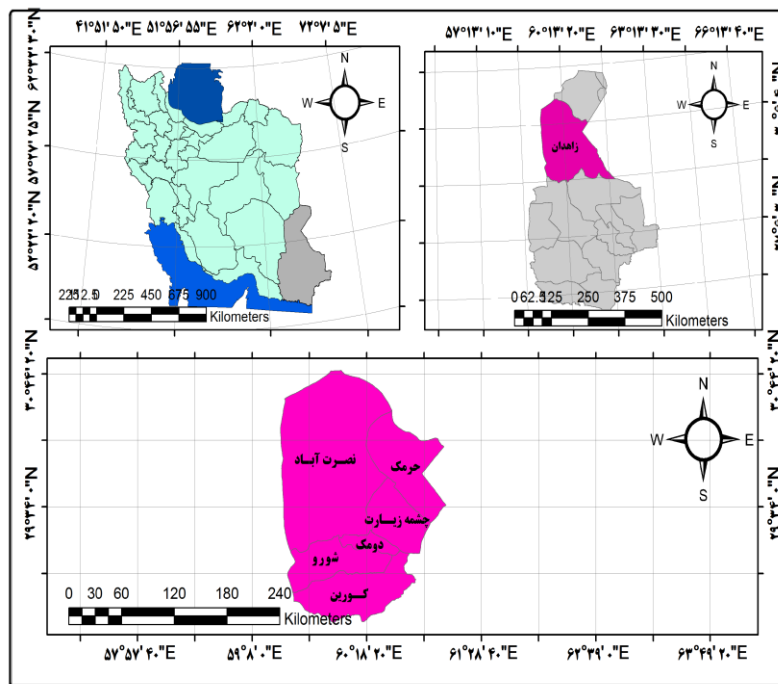
باتوجه به همه مطالب بیان شده می‌توان چنین بیان کرد که همه مطالعات پیشین به بررسی تاب‌آوری جوامع از جنبه‌های گوناگون در برابر مخاطرات مختلف پرداخته‌اند و تنها نقطه مشترک هریک از این مطالعات سنجش یا ارزیابی تاب‌آوری جوامع در برابر یک نوع مخاطره می‌باشد ولی هیچکدام از مطالعات پیشین به سنجش میزان تفاوت تاب‌آوری شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی نپرداخته‌اند و این مطالعه از این حیث نو و جدید می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

شهرستان زاهدان از توابع استان سیستان و بلوچستان و مرکز آن شهر زاهدان می‌باشد. این شهرستان در جنوب شرقی کشور ایران قرار دارد که از شمال به شهرستان هامون و استان خراسان جنوبی، از شرق به کشور پاکستان و افغانستان، از غرب به استان کرمان و از جنوب به شهرستان خاش محدود می‌شود. جمعیت این شهرستان در سال ۱۳۹۵، ۶۷۲۵۸۹ نفر بوده است. شهرستان زاهدان با مساحت ۳۶۵۸۱ کیلومتر مربع در شمال استان سیستان و بلوچستان قرار گرفته است. این شهرستان دارای تعداد ۲ مرکز شهری، ۳ بخش و ۶ دهستان است (مرکزآمار ایران، ۱۳۹۵).

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ روش انجام کار، توصیفی-تحلیلی است. در فرآیند پژوهش، ابتدا مبانی نظری تاب‌آوری و سوابق مطالعاتی آن مورد مطالعه قرار گرفت و بر اساس آن و با توجه به اطلاعات موجود در خصوص منطقه مورد مطالعه، ۲۹ مؤلفه سنجش تاب‌آوری در چهار بعد اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، زیرساختی و سرمایه اجتماعی تعیین شد. جامعه آماری تحقیق را تمام سرپرستان خانوارهای شهری (۱۴۶۷۱۷ نفر) و روستایی (۲۱۷۶۳ نفر) شهرستان زاهدان تشکیل می‌دهد که از میان آنها حجم نمونه‌ای با استفاده از فرمول کوکران به تعداد ۳۲۲ پرسشنامه جداگانه به صورت تصادفی طبقه‌بندی شده تکمیل شده است. در پژوهش حاضر جهت افزایش درجه اعتبار از روش صوری استفاده شده است بدین

منظور پرسشنامه بعد از تدوین در اختیار صاحب‌نظران قرار گرفت و روایی آن توسط کارشناسان مربوطه تایید شد. برای تعیین پایایی پژوهش از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. میزان آلفای محاسبه شده  $۸۶/۴$  است که نشان می‌دهد عدد مطلوبی است و دقت لازم برای احراز پایایی سازه‌ها در پرسش‌نامه به کار گرفته شده و گویه‌های طراحی شده برای سنجش شاخص‌ها همبستگی درونی دارند. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شده است. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزارهای SPSS21 و Excel2010 انجام پذیرفته است؛ به طوری که ضمن استفاده از آمارهای توصیفی فراوانی، انحراف معیار و میانگین از آزمون تی تست برای شاخص‌های کمی استفاده شده است. جدول ۱ شاخص‌ها و مولفه‌های تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه منبع: پایگاه داده‌های علوم زمین

## جدول ۱- شاخص‌ها و مولفه‌های تحقیق

شاخص	مولفه
اقتصادی	رضایت از استحکام مسکن، آگاهی از کمیت و کیفیت مسکن، رضایت از کارکرد مسکن، رضایت مندی از آینده شغلی، بروز نکردن مشکل و اختلال در فعالیت شغلی در صورت وقوع مخاطره، نداشتن وابستگی به یک شغل، وضعیت برابری درآمد بین اقشار مختلف جامعه، میزان رضایت از درآمد شخصی خود
اجتماعی - فرهنگی	رضایت مندی از حمل و نقل عمومی، میزان رضایت از شبکه ارتباطات مانند تلفن و تلفن اضطراری، میزان سلامت جسمی افراد، میزان سلامت روحی و روانی افراد، میزان رضایت مندی از دسترسی به پزشک، رضایت مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی
زیر ساختی	میزان بهرمندی از کیفیت و کمیت راه‌های ارتباطی، میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره، برخورداری از آب لوله‌کشی، برخورداری از شبکه برق مناسب، دسترسی به مراکز آموزشی، مهد کودک، دانشگاه و... دسترسی به نهاد های امداد رسان، مرکز مدیریت بحران، دسترسی به پلیس و نیروی انتظامی، دسترسی به آتش نشانی، دسترسی به شبکه معابر اصلی
سرمایه اجتماعی	ماندگاری در روستا و شهر، میزان همبستگی بین مردم در صورت وقوع مخاطره، چشم پوشی از منافع شخصی برای رعایت مصالح جامعه، کمک به مدیران محلی در اثر وقوع مخاطره، تمایل به عضویت و فعالیت در شورا و دهیاری و شهرداری، مشارکت میان جوامع، بخش خصوصی و مقام های محلی برای کاهش خطر پذیری

منبع: نوری و سپهوند، ۱۳۹۵: ۲۷۸ شایان و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۰۶ حاجی نژاد و همکاران، ۱۳۹۵: ۷؛ رضایی، ۱۳۹۴: ۶۱۲.

## نتایج و بحث

ویژگی‌های فردی پاسخگویان نشان داد که بیشترین فراوانی گروه سنی در جوامع شهری و روستایی در گروه سنی ۴۰ تا ۵۰ سال است. از نظر جنسیت از میان ۳۲۲ پاسخگوی شهری ۳۱۲ نفر مرد و مابقی زن و در جوامع روستایی از بین ۳۲۲ پاسخگو ۳۰۸ نفر مرد و مابقی زن بودند. از لحاظ میزان سطح سواد، بیشترین فراوانی پاسخگویان شهری مربوط به مدرک لیسانس با ۱۶۵ نفر و در جوامع روستایی مربوط به مدرک ابتدایی با ۱۱۷ نفر بوده است. شغل بیشتر پاسخگویان در هر دو گروه شهری و روستایی شغل آزاد بوده است. از نظر وضعیت تاهل در جوامع شهری از مجموع ۳۲۲ نفر ۳۰۶ نفر متاهل و در جوامع روستایی از ۳۲۲ پاسخگو ۲۹۷ نفر متاهل و بقیه مجرد بوده‌اند.

### سنجش میزان تفاوت تاب‌آوری جوامع شهری و روستایی

برای سنجش میزان تفاوت تاب‌آوری جوامع شهری و روستایی روش‌های بسیار زیادی وجود دارد که در این پژوهش از روش آمار توصیفی به صورت فراوانی، انحراف معیار و میانگین و در قسمت آمار استنباطی از آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده شده است. روش بررسی بدین صورت است که هر شاخص به صورت جداگانه بین جوامع شهری و روستایی سنجیده می‌شود و مهمترین مولفه‌های هر شاخص در بین هر دو جامعه مشخص شده و سپس بوسیله آزمون تی تست میزان مطلوبیت هر شاخص در دو جامعه مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### سنجش شاخص اقتصادی

این شاخص از ۸ گویه تشکیل شده است (گویه‌های مورد نظر از پژوهش‌های مشابه استخراج شدند). بنابراین طیف امتیازات اختصاص یافته به پاسخ‌ها از گزینه خیلی کم (امتیاز ۱)، کم (امتیاز ۲)، متوسط (امتیاز ۳)، زیاد (امتیاز ۴) و خیلی زیاد (امتیاز ۵) در نوسان می‌باشد و پاسخ‌ها به صورت فراوانی بیان گردیده است. همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میزان تاب‌آوری اقتصادی در بین جوامع شهری و روستایی مقایسه شده است. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه رضایت از استحکام مسکن با میانگین ۳/۳۸۸ بالاترین میانگین و گویه نداشتن وابستگی به یک شغل با میانگین ۲/۸۸۶ کم‌ترین میانگین را دارند. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه رضایت از کارکرد مسکن با میانگین ۲/۸۴۷ بالاترین میانگین و گویه میزان رضایت از درآمد شخصی خود با میانگین ۲/۳۹۴ کم‌ترین میانگین دارند. در مجموع، کل گویه‌های شاخص اقتصادی در جوامع شهری با میانگین ۳/۰۰۷ در حد مطلوب ارزیابی شده است و در جوامع شهری با میانگین ۲/۶۲۱ پایین‌تر از حد مطلوب ارزیابی شده است. اختلاف بین جوامع شهری و روستایی در شاخص اقتصادی ۰/۳۸۶ است که نشان دهنده برتری جوامع شهری به نسبت جوامع روستایی است.



جدول ۲- سنجش و بررسی تاب آوری اقتصادی در جوامع شهری و روستایی

روستایی						گویه	شهری						
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار
۸۰	۶۷	۱۰۰	۵۲	۲۳	۲/۵۹۹	۰/۸۸۹	۵۱	۶۲	۸۰	۶۹	۶۰	۳/۳۸۸	۰/۶۷۶
رضایت از استحکام مسکن													
۶۰	۷۱	۱۰۳	۵۵	۳۳	۲/۷۸۳	۰/۸۶۶	۶۶	۶۰	۷۹	۵۵	۶۲	۳/۰۶۵	۰/۷۸۷
آگاهی از کمیت و کیفیت مسکن													
۵۸	۷۹	۸۸	۴۸	۴۹	۲/۸۴۷	۰/۹۸۷	۴۷	۷۰	۸۳	۵۹	۶۳	۲/۹۴۷	۰/۸۸۷
رضایت از کارکرد مسکن													
۷۴	۹۱	۸۱	۴۳	۳۳	۲/۵۹۶	۰/۷۷۶	۵۷	۶۷	۸۴	۶۲	۵۲	۲/۹۵۳	۰/۹۹۸
رضایت مندی از آینده شغلی													
۸۵	۷۶	۱۲۲	۳۳	۱۶	۲/۵۶۲	۰/۸۹۹	۶۰	۵۵	۹۰	۵۹	۵۸	۳/۰۰۰	۰/۸۳۴
بروز نکردن مشکل و اختلال در فعالیت شغلی در صورت وقوع مخاطره													
۶۷	۸۵	۹۵	۴۹	۲۶	۲/۶۳۳	۱/۰۱۷	۵۸	۸۰	۸۵	۴۵	۵۴	۲/۸۸۶	۱/۱۱۲
نداشتن وابستگی به یک شغل													
۷۰	۹۵	۸۹	۴۵	۲۳	۲/۵۵۳	۰/۸۷۷	۶۷	۷۳	۸۷	۶۹	۲۶	۲/۷۳۳	۰/۸۸۲
وضعیت برابری درآمد بین اقشار مختلف جامعه													
۷۷	۱۰۹	۸۸	۲۸	۲۰	۲/۳۹۴	۰/۹۸۹	۵۲	۶۶	۷۹	۶۶	۵۹	۳/۰۴۳	۱/۱۰۹
میزان رضایت از درآمد شخصی خود													
میانگین کل ۲/۶۲۱						اختلاف میانگین ۰/۳۸۶	میانگین کل ۳/۰۰۷						

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

در جدول ۳ به بررسی تاب‌آوری اقتصادی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای پرداخته شده است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که در جوامع شهری و روستایی اختلاف معنی‌داری از نظر تاب‌آوری اقتصادی وجود دارد چرا که میانگین ۳/۰۰۷ در جوامع شهری و میانگین ۲/۶۲۱ در جوامع روستایی خود تایید کننده این موضوع است. میزان بارندگی کم و ناچیز که منجر به خشکسالی‌های پی‌در پی شده و موجب از بین رفتن کشاورزی روستاهای مورد مطالعه شده خود مهمترین عامل ضعف اقتصادی در روستاهای این منطقه می‌باشد و همچنین نبود شغلی ثابت و مناسب در روستاهای این منطقه موجب شده تا میزان تاب‌آوری اقتصادی جوامع روستایی به نسبت جوامع شهری در سطح ضعیف تری ارزیابی شود.

جدول ۳- سنجش و بررسی تاب‌آوری اقتصادی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک

Test value=3					شاخص	
ضریب اطمینان ۹۵ درصد		اختلاف میانگین	سطح معنی‌داری	مقدار تی	میانگین	اقتصادی
حد بالا	حد پایین					
۰/۰۹۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۴/۵۶۵	۳/۰۰۷	جوامع شهری
-۰/۱۷۸	-۰/۴۳۴	-۰/۳۷۹	۰/۰۰۰	۴/۵۹۹	۲/۶۲۱	جوامع روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

### سنجش شاخص اجتماعی - فرهنگی

همان گونه که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود میزان تاب‌آوری اجتماعی- فرهنگی در بین جوامع شهری و روستایی مقایسه شده است. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه رضایت‌مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی با میانگین ۳/۱۰۵ بالاترین میانگین و گویه میزان سلامت جسمی افراد با میانگین ۲/۸۵۴ پایین‌ترین میانگین را دارند. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه میزان

سلامت روحی و روانی افراد با میانگین ۳/۳۹۱ بیشترین میانگین و گویه رضایت مندی از بیمه کردن مساکن و میزان هزینه پرداختی با میانگین ۲/۳۶۹ کمترین میانگین را به خود اختصاص داده‌اند. همان‌طور که در جدول نیز مشاهده می‌شود گویه رضایت مندی از بیمه کردن مساکن و میزان هزینه پرداختی در جوامع شهری بیشترین میانگین را دارد ولی در جوامع روستایی این گویه پایین‌ترین میانگین را برخوردار است. در مجموع میانگین تمام گویه‌های شاخص اجتماعی- فرهنگی در جوامع شهری ۳/۰۱۶ است و در جوامع روستایی ۲/۸۲۴ می‌باشد که نشان‌دهنده برتری نسبی جوامع شهری به نسبت جوامع روستایی است. همچنین میزان اختلاف بین این دو جامعه در این شاخص به میزان ۰/۱۹۲ است.

در جدول ۵ به بررسی تاب‌آوری اجتماعی- فرهنگی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای پرداخته شده است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری اجتماعی- فرهنگی در جوامع شهری با میانگین ۳/۰۰۷ در حد مطلوب است در جوامع روستایی با میانگین ۲/۶۲۱ پایین‌تر از حد مطلوب ارزیابی شده است.

### سنجش شاخص زیرساختی

همان‌گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود میزان تاب‌آوری زیرساختی در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره با میانگین ۳/۱۶۷ بیشترین میانگین را دارد و گویه دسترسی به مرکز مدیریت بحران با میانگین ۲/۹۳۲ کمترین میانگین را دارا می‌باشد. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره با میانگین ۲/۹۱۹ بیشترین میانگین و دسترسی به پلیس و نیروی انتظامی با میانگین ۲/۶۴۶ کمترین میانگین را دارند. در مجموع میانگین تمام گویه‌های

شاخص زیرساختی در جوامع شهری برابر با ۳/۰۱۶ و در جوامع روستایی ۲/۷۵۲ است. اختلاف میان دو جامعه نیز برابر با ۰/۲۶۲ است.

جدول ۴- سنجش و بررسی تاب‌آوری اجتماعی- فرهنگی در جوامع شهری و روستایی

روستایی						گویه	شهری							
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار	اجتماعی- فرهنگی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار
۷۲	۴۶	۹۸	۵۴	۵۲	۲/۹۰۱	۰/۸۸۹	رضایت مندی از حمل و نقل عمومی	۵۶	۶۳	۷۶	۵۷	۷۰	۳/۰۹۰	۰/۶۷۶
۶۷	۷۸	۱۰۹	۴۵	۲۳	۲/۶۲۴	۰/۸۶۶	میزان رضایت از شبکه ارتباطات مانند تلفن و تلفن اضطراری	۵۱	۶۲	۸۲	۶۴	۶۳	۳/۰۷۴	۰/۷۸۷
۵۴	۶۶	۷۸	۷۰	۵۴	۳/۰۱۲	۰/۹۸۷	میزان سلامت جسمی افراد	۶۵	۶۶	۸۹	۵۶	۴۶	۲/۸۵۴	۰/۸۸۷
۷۳	۷۴	۹۷	۵۳	۲۵	۲/۶۴۶	۰/۷۷۶	میزان رضایت مندی از دسترسی به پزشک	۶۱	۶۴	۷۶	۶۳	۵۸	۲/۹۷۸	۰/۹۹۸
۴۷	۵۴	۸۴	۶۸	۶۹	۳/۳۹۱	۰/۸۹۹	میزان سلامت روحی و روانی افراد	۵۶	۶۷	۸۹	۵۲	۵۸	۲/۹۶۶	۰/۸۳۴
۷۸	۷۲	۸۸	۵۵	۲۹	۲/۳۶۹	۰/۸۱۲	رضایت مندی از بیمه کردن مساکن و میزان هزینه پرداختی	۵۳	۵۸	۷۵	۷۴	۶۲	۳/۱۰۵	۱/۰۵۶
میانگین کل ۲/۸۲۴						اختلاف میانگین ۰/۱۹۲	میانگین کل ۳/۰۱۶							

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

جدول ۵- سنجش و بررسی تاب آوری اجتماعی - فرهنگی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک

Test value=3					شاخص
ضریب اطمینان ۹۵ درصد		اختلاف میانگین	سطح معنی داری	مقدار تی	میانگین
حدبالا	حدپایین				
۰/۲۳۲	۰/۰۶۷	۰/۱۷۸	۰/۰۰۰	۴/۷۶۷	۳/۱۷۸
جوامع شهری	جوامع روستایی				
-۰/۰۷۶	-۰/۲۶۶	-۰/۱۷۶	۰/۰۰۱	۴/۳۴۳	۲/۸۲۴

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

در جدول ۷ به بررسی تاب آوری زیرساختی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای پرداخته شده است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که میزان تاب آوری زیرساختی در جوامع شهری با میانگین ۳/۰۱۶ در حد مطلوب است در جوامع روستایی با میانگین ۲/۷۵۲ پایین‌تر از حد مطلوب ارزیابی شده است. جمعیت کم روستاها، پراکندگی زیاد بین روستاها، عدم سرمایه گذاری بخش خصوصی و کمبود سرمایه گذاری بخش دولتی در روستاها، ویژگی‌های محیطی باعث شده تا تاب آوری زیر ساختی در روستاهای شهرستان زاهدان به نسبت شهر زاهدان بامیانگین ۲/۷۵۲ نسبت به حدمطلوب (میانگین ۳) در سطح پایین‌تری ارزیابی شود.

### سنجش شاخص سرمایه اجتماعی

باتوجه به جدول ۶ میزان تاب آوری سرمایه اجتماعی در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه مشارکت میان جوامع، بخش خصوصی و مقام‌های محلی برای کاهش خطر پذیری با میانگین ۳/۰۵۹ بیشترین میانگین را دارد و گویه میزان همبستگی بین مردم در صورت وقوع مخاطره با میانگین ۲/۷۷۳ کم‌ترین میانگین را به خود اختصاص داده است. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه چشم پوشی از منافع شخصی برای رعایت مصالح جامعه با میانگین ۳/۱۸۶ بیشترین میانگین و گویه ماندگاری در روستا با میانگین ۲/۹۸۷ کم‌ترین میانگین را دارند. در مجموع میانگین تمام گویه‌های شاخص زیر ساختی در جوامع شهری برابر با ۲/۹۴۵ و در جوامع

روستایی برابر با ۳/۰۷۲ است. اختلاف میانگین بین دو جامعه نیز به مقدار ۰/۱۲۷ است.

جدول ۶- سنجش و بررسی تاب‌آوری زیرساختی در جوامع شهری و روستایی

روستایی						گویه	شهری						
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار
۷۷	۸۷	۹۹	۴۰	۲۸	۲/۶۳۳	۰/۸۸۹	۶۵	۶۴	۷۹	۵۵	۵۹	۲/۹۳۵	۰/۶۷۶
						میزان بهرمندی از کیفیت و کمیت راه های ارتباطی							
۶۳	۷۴	۷۷	۵۲	۵۶	۲/۹۱۹	۰/۸۶۶	۵۴	۶۵	۹۰	۵۹	۶۴	۳/۱۶۷	۰/۷۸۷
						میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره							
۶۹	۷۵	۹۸	۴۸	۳۲	۲/۶۸۶	۰/۹۸۷	۵۷	۶۲	۸۴	۶۹	۵۰	۲/۹۷۸	۰/۸۸۷
						برخورداری از آب لوله کشی							
۶۴	۷۳	۸۷	۳۹	۵۹	۲/۸۶۳	۰/۷۷۶	۵۵	۶۲	۷۸	۶۸	۵۹	۳/۰۴۳	۰/۹۹۸
						برخورداری از شبکه برق مناسب							
۷۴	۵۸	۹۱	۵۲	۴۷	۲/۸۱۴	۰/۸۹۹	۵۸	۶۲	۷۴	۸۴	۴۴	۳/۰۱۲	۰/۸۳۴
						دسترسی به مراکز آموزشی، مهد کودک، دانشگاه و...							
۶۵	۷۲	۸۸	۵۷	۴۰	۲/۸۲۰	۰/۷۷۹	۶۰	۵۹	۸۴	۵۹	۶۰	۳/۰۰۰	۰/۷۷۷
						دسترسی به نهاد های امداد رسان							
۷۸	۶۹	۸۵	۵۶	۳۴	۲/۶۸۶	۱/۰۲۱	۴۹	۸۴	۷۸	۶۲	۴۹	۲/۹۳۲	۰/۹۸۹
						دسترسی به مرکز مدیریت بحران							
۶۹	۷۸	۹۰	۴۸	۳۷	۲/۶۴۶	۰/۹۲۲	۶۰	۷۰	۶۵	۶۳	۶۴	۳/۰۰۳	۱/۰۴۵
						دسترسی به پلیس و نیروی انتظامی							
۷۳	۷۹	۸۳	۵۴	۳۳	۲/۶۷۴	۰/۶۷۷	۵۰	۶۲	۷۴	۷۴	۶۲	۳/۱۱۲	۰/۹۴۵
						دسترسی به آشنشانی							
۷۱	۶۸	۸۰	۶۱	۴۲	۲/۸۰۴	۰/۷۶۵	۵۸	۶۹	۷۴	۶۵	۵۶	۲/۹۷۵	۰/۷۸۷
						دسترسی به شبکه معابر اصلی							
۲/۷۵۴						میانگین کل	۳/۰۱۶						میانگین کل
						اختلاف میانگین							۰/۲۶۲

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

جدول ۷- سنجش و بررسی تاب آوری زیرساختی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک

Test value=3						شاخص
ضریب اطمینان ۹۵ درصد		اختلاف میانگین	سطح معنی داری	مقدار تی	میانگین	زیرساختی
حد پایین	حد بالا					
-۰/۰۲۲	-۰/۱۷۸	-۰/۰۸۴	۰/۰۰۰	۴/۶۵۹	۳/۰۱۶	جوامع شهری
-۰/۱۴۶	-۰/۳۴۴	-۰/۲۴۶	۰/۰۰۱	۳/۸۹۰	۲/۷۵۴	جوامع روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

جدول ۸- سنجش و بررسی تاب آوری سرمایه اجتماعی در جوامع شهری و روستایی

روستایی					گویه		شهری							
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	انحراف معیار	میانگین	سرمایه اجتماعی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میانگین	انحراف معیار
۵۸	۶۶	۸۲	۵۹	۵۸	۲/۹۸۷	۰/۸۸۹	ماندگاری در روستا یا شهر	۶۷	۶۰	۸۹	۵۸	۴۸	۲/۹۰۱	۰/۶۷۶
۶۷	۴۸	۷۸	۶۵	۶۴	۳/۰۹۶	۰/۸۶۶	میزان همبستگی بین مردم در صورت وقوع مخاطره	۷۲	۷۰	۸۷	۴۵	۴۸	۲/۷۷۳	۰/۷۸۷
۵۰	۵۳	۸۰	۶۵	۷۴	۳/۱۸۶	۰/۹۸۷	چشم پوشی از منافع شخصی برای رعایت مصالح جامعه	۵۶	۷۵	۸۶	۵۱	۵۴	۲/۹۱۳	۰/۸۸۷
۴۵	۶۷	۷۷	۶۹	۶۴	۳/۱۲۴	۰/۷۷۶	کمک به مدیران محلی در اثر وقوع مخاطره	۶۵	۵۵	۸۳	۶۴	۵۵	۲/۹۶۶	۰/۹۹۸
۵۹	۷۰	۶۵	۶۰	۶۸	۳/۰۲۵	۰/۸۹۹	تمایل به عضویت و فعالیت در شورا و دهیاری و شهرداری	۵۵	۵۹	۹۰	۴۹	۶۹	۳/۰۵۶	۰/۸۳۴
۵۵	۶۶	۷۹	۶۴	۵۸	۳/۰۱۲	۱/۰۶۵	مشارکت میان جوامع، بخش خصوصی و مقام های محلی برای کاهش خطر پذیری	۴۸	۶۷	۸۷	۵۸	۶۲	۳/۰۵۹	۰/۹۴۴
میانگین کل ۳/۰۷۲							اختلاف میانگین ۰/۱۲۷	میانگین کل ۲/۹۴۵						

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

در جدول ۹ به بررسی تاب‌آوری سرمایه اجتماعی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای پرداخته شده است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری زیرساختی در جوامع شهری با میانگین ۲/۹۴۵ پایین‌تر از حد مطلوب است در جوامع روستایی با میانگین ۳/۰۷۲ بالاتر تر از حد مطلوب ارزیابی شده است. پیوندهای خویشاوندی در روستا و شناخت کامل مردم روستایی از یکدیگر باعث شده تا تاب‌آوری سرمایه اجتماعی در روستا به نسبت شهر بیشتر باشد.

جدول ۹- سنجش و بررسی تاب‌آوری سرمایه اجتماعی در جوامع شهری و روستایی با استفاده از آزمون تی تک

Test value=3					شاخص	
ضریب اطمینان ۹۵ درصد		اختلاف میانگین	سطح معنی داری	مقدار تی	میانگین	سرمایه اجتماعی
حد بالا	حد پایین					
-۰/۰۲۳	-۰/۱۱۲	-۰/۰۵۵	۰/۰۰۰	۴/۶۶۵	۲/۹۴۵	جوامع شهری
۰/۱۲۱	۰/۰۱۱	۰/۰۴۱	۰/۰۰۰	۳/۹۸۲	۳/۰۷۲	جوامع روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

در سطح جهانی، تغییرات زیادی در نگرش به مخاطرات طبیعی دیده می‌شود؛ به طوری که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است. براساس این نگرش، برنامه‌های کاهش مخاطرات طبیعی باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری نیز توجه شود. بنابراین تحلیل و افزایش تاب‌آوری نسبت به سوانح طبیعی حوزه‌های مهم و گسترده تبدیل شده است، به طوری که در حال حاضر از حرکت همزمان و متقابل توسعه پایدار و مدیریت سوانح طبیعی به سمت افزایش تاب‌آوری بحث می‌شود. مخاطرات طبیعی به عنوان پدیده‌های مخرب در مرحله اول بلایا محسوب نمی‌شود؛ بلکه مخاطراتی است که به صورت تکرارپذیر رخ می‌دهند. کشورهای مختلف در این زمینه شیوه مدیریتی متفاوتی را برای مقابله با انواع



مخاطرات در نظر می‌گیرند تا بتوانند برنامه‌های کاهش‌دهنده مخاطرات را اجرا کنند. در واقع هدف تمامی شیوه‌های مدیریتی کاهش اثرات است.

### نتیجه‌گیری

نتایج یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که از نظر شاخص‌های تاب‌آوری تفاوت معنی‌داری بین مناطق شهری و روستایی وجود دارد. سنجش تاب‌آوری اقتصادی نشان می‌دهد که در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه رضایت از استحکام مسکن با میانگین  $3/388$  بالاترین میانگین و گویه نداشتن وابستگی به یک شغل با میانگین  $2/886$  کم‌ترین میانگین را دارند. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه رضایت از کار کرد مسکن با میانگین  $2/847$  بالاترین میانگین و گویه میزان رضایت از درآمد شخصی خود با میانگین  $2/394$  کم‌ترین میانگین دارند. در مجموع، کل گویه‌های شاخص اقتصادی در جوامع شهری با میانگین  $3/007$  در حد مطلوب ارزیابی شده‌است و در جوامع شهری با میانگین  $2/621$  پایین‌تر از حد مطلوب ارزیابی شده‌است. اختلاف بین جوامع شهری و روستایی در شاخص اقتصادی  $0/386$  است که نشان‌دهنده برتری جوامع شهری به نسبت جوامع روستایی است.

سنجش تاب‌آوری اجتماعی فرهنگی نشان می‌دهد که در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه رضایت‌مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی با میانگین  $3/105$  بالاترین میانگین و گویه میزان سلامت جسمی افراد با میانگین  $2/854$  پایین‌ترین میانگین را دارند. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه میزان سلامت روحی و روانی افراد با میانگین  $3/391$  بیشترین میانگین و گویه رضایت‌مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی با میانگین  $2/369$  کم‌ترین میانگین را به خود اختصاص داده‌اند. همان‌طور که در جدول نیز مشاهده می‌شود گویه رضایت‌مندی از بیمه کردن مسکن و میزان هزینه پرداختی در جوامع شهری بیشترین میانگین را دارد ولی در جوامع روستایی این گویه پایین‌ترین میانگین را برخوردار است.

سنجش تاب‌آوری زیرساختی نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری زیرساختی در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره با میانگین  $3/167$  بیشترین میانگین را دارد و گویه دسترسی به مرکز مدیریت بحران با میانگین  $2/932$  کمترین میانگین را دارا می‌باشد. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه میزان رضایت مندی از دسترسی به بیمارستان در زمان وقوع مخاطره با میانگین  $2/919$  بیشترین میانگین و دسترسی به پلیس و نیروی انتظامی با میانگین  $2/646$  کمترین میانگین را دارند.

سنجش تاب‌آوری سرمایه اجتماعی نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری سرمایه اجتماعی در بخش گویه‌های مربوط به جوامع شهری گویه مشارکت میان جوامع، بخش خصوصی و مقام‌های محلی برای کاهش خطر پذیری با میانگین  $3/059$  بیشترین میانگین را دارد و گویه میزان همبستگی بین مردم در صورت وقوع مخاطره با میانگین  $2/773$  کم‌ترین میانگین را به خود اختصاص داده است. در بخش گویه‌های مربوط به جوامع روستایی گویه چشم‌پوشی از منافع شخصی برای رعایت مصالح جامعه با میانگین  $3/186$  بیشترین میانگین و گویه ماندگاری در روستا با میانگین  $2/987$  کم‌ترین میانگین را دارند.

بررسی و سنجش شاخص‌های مختلف با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای نشان می‌دهد که در شاخص اقتصادی میانگین جوامع شهری  $3/007$  و میانگین جوامع روستایی  $2/621$  است. در شاخص اجتماعی - فرهنگی میانگین جوامع شهری  $3/178$  و میانگین جوامع روستایی  $2/824$  می‌باشد. در شاخص زیرساختی میانگین جوامع شهری برابر  $3/016$  و میانگین جوامع روستایی برابر  $2/754$  می‌باشد. بررسی شاخص سرمایه اجتماعی نشان می‌دهد میانگین تاب‌آوری این شاخص در جوامع شهری برابر  $2/945$  است و میانگین جوامع روستایی برابر با  $3/072$  می‌باشد.

بررسی و سنجش میزان تاب‌آوری در جوامع شهری و روستایی نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری اقتصادی، اجتماعی - فرهنگی و زیرساختی در جوامع شهری بالاتر از

جوامع روستایی است و به عبارت دیگر تاب‌آوری جوامع شهری در این سه شاخص در حد مطلوب و در جوامع روستایی در حد نامطلوب است. تنها در شاخص سرمایه اجتماعی است که میزان تاب‌آوری جوامع روستایی بالاتر از جوامع شهری است و جوامع روستایی در شاخص سرمایه اجتماعی بالاتر از حد مطلوب ولی جوامع شهری پایین‌تر از حد مطلوب ارزیابی شده است.

در ادامه چند پیشنهاد با توجه به نتایج بدست آمده ارائه شده است:

- با توجه به عوامل تأثیرگذار بر ظرفیت تاب‌آوری در جوامع شهری و روستایی با ارائه خدمات مناسب برای هر مکان، میزان سازگاری خانوارها را تقویت نمود.
- با به کارگیری اصول برنامه‌ریزی کالبدی در جوامع شهری و روستایی مانند برنامه‌ریزی کاربری اراضی و مقاوم‌سازی بافت آن‌ها، می‌توان سطح آسیب‌پذیری جوامع را کاهش و میزان تاب‌آوری آنها را ارتقاء داد.
- ارتقا توانمندسازی روانی خانوارها برای مقابله با مخاطرات و تقویت توانمندی‌های جوامع نیز یکی دیگر از راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری است.

## منابع

- بذرافشان، جواد؛ طولابی نژاد، مهرشاد و طولابی نژاد، میثم، (۱۳۹۷)، تحلیل فضایی تفاوت‌های تاب‌آوری در نواحی شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی مورد مطالعه: شهرستان پلدختر، فصلنامه پژوهش‌های روستایی، دوره ۹، شماره ۱، صص ۱۱۶-۱۳۵.
- بذرافکن، شهرام؛ آروین، محمود و شاکری، الهه، (۱۳۹۷)، ارزیابی تاب‌آوری در محلات منطقه ۹ شهر تهران با استفاده از تکنیک تاپسیس، مجله دانش‌پژوهی و مدیریت بحران، دوره ۸، شماره ۲، صص ۱۸۷-۱۹۷.
- برقی، حمید؛ هاشمی، صدیقه و جعفری، نسرین، (۱۳۹۶)، سنجش تاب‌آوری محیطی روستاهای در معرض خطر زلزله مطالعه موردی دهستان معجزات در شهرستان زنجان، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، سال ۶، شماره ۱(۱۷)، صص ۸۱-۹۷.

بسطامی نیا، امیر؛ رضائی، محمدرضا و سرایی، محمدحسین، (۱۳۹۷)، تبیین و تحلیل تاب-آوری اجتماعی برای مقابله با سوانح طبیعی، مجله دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره ۸، شماره ۳، صص ۲۰۹-۲۲۴.

حاجی زاده، فاضل و ایستگلدی، مصطفی، (۱۳۹۷)، تحلیلی بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی با تاکید بر زلزله مطالعه موردی دهستان حومه شهرستان لامرد، مجله مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۵، شماره ۱، صص ۶۷-۸۳.

حاجی نژاد، علی؛ بذرافشان، جواد؛ وثوقی حمزه خانلو، جلال و بدری، علی، (۱۳۹۵)، ارزیابی راهبردهای اسکان مجدد پس از مخاطره زلزله در نواحی روستایی مطالعه موردی دهستان آبگرم شهرستان اردبیل، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ۵، شماره ۹، صص ۱-۲۰.

حیدری ساربان، وکیل و مجنون توتاخانه، (۱۳۹۵)، نقش تنوع معیشتی در تاب‌آوری خانوارهای روستایی پیرامون دریاچه ارومیه در برابر خشکسالی، مجله تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ۳، شماره ۴، صص ۴۹-۷۰.

دخت بدیع، پروین و رحیمی، محمود، (۱۳۹۷)، بررسی و سنجش تاب‌آوری شبکه ارتباطی شهری با رویکرد مدیریت بحران مطالعه موردی منطقه ۲ تهران، مجله نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال ۱۰، شماره ۲، صص ۶۱-۶۵.

رضایی، محمدرضا؛ رفیعیان، مجتبی و حسینی، سید مصطفی، (۱۳۹۴)، سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران، مجله جغرافیای انسانی، دوره ۴۷، شماره ۴، صص ۶۰۹-۶۲۳.

روستا، مجتبی؛ ابراهیم زاده، عیسی و ایستگلدی، مصطفی، (۱۳۹۶)، تاب‌آوری کالبدی، در برابر زلزله مطالعه موردی بافت فرسوده ی شهر مرزی زاهدان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴۶، صص ۱-۱۸.

زیاری، یوسفعلی؛ عباداله زاده ملکی، بهناز و بهزادپور، الناز، (۱۳۹۷)، ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در برابر مخاطرات زلزله با رویکرد دستیابی به مدیریت پایدار مطالعه موردی منطقه یک تهران، مجله نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال ۱۰، شماره ۲، صص ۹۷-۱۱۲.

شایان، محسن؛ پایدار، ابوذر و بازوند، سجاد، (۱۳۹۶)، تحلیل تاثیرات ارتقای شاخص‌های تاب‌آوری بر پایداری سکونتگاه‌های روستایی در مقابل سیلاب مطالعه موردی نواحی روستایی

شهرستان زرین دشت، مجله مدیریت مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۴، شماره ۲، صص ۱۰۳-۱۲۱.

صادقلو، طاهره و سجاسی قیداری، حمدالله، (۱۳۹۳)، بررسی رابطه زیست پذیری سکونتگاه‌های روستایی بر تاب‌آوری روستاییان در برابر مخاطرات طبیعی نواحی روستایی دهستان مراوه تپه و پالیزان، مجله مدیریت بحران، شماره ۶، صص ۳۷-۴۴.

عزمی، آئیژ؛ میرزایی قلعه، فرزاد و درویشی، سبا، (۱۳۹۴)، جایگاه دانش بومی در مدیریت مخاطرات طبیعی در روستاها مطالعه موردی دهستان شیر شهرستان هرسین، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱۳، صص ۲۳-۳۹.

عزیزپور، فرهاد؛ حمیدی، محمدسعید و چابک، جمشید، (۱۳۹۴)، تحلیل مشارکت محلی در مدیریت مخاطره سیل در نواحی روستایی مطالعه موردی روستاهای حوزه آبخیز رودخانه بشار شهرستان بویراحمد، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیط طبیعی، سال ۲، شماره ۴، صص ۷۷-۹۴.

کاظمی، داود و عندلیب، علیرضا، (۱۳۹۶)، ارزیابی مولفه‌های موثر تاب‌آوری اجتماعی سکونتگاه‌های روستایی در شرایط بحرانی، مجله مسکن و محیط روستا، شماره ۱۵۸، صص ۱۳۱-۱۴۵.

مبارکی، امید؛ لاله پور، منیژه و افضل‌گروه، زهرا، (۱۳۹۶)، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مولفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴۷، صص ۸۹-۱۰۴.

مبارکی، امید؛ لاله پور، منیژه و افضل‌گروه، زهرا، (۱۳۹۶)، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مولفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴۷، صص ۸۹-۱۰۴.

محمدی شهرودی، حامد؛ رحیم‌نیا، فریبرز؛ ملک زاده، غلامرضا و خوراکیان، علیرضا، (۱۳۹۷)، تبیین ویژگی‌ها و ابعاد تاب‌آوری سازمانی در سازمان‌های تولیدی مواجه با مخاطرات و چالش‌ها، مجله مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۵، شماره ۱، صص ۱۱۱-۱۲۶.

نظم‌فر، حسین و پاشازاده، اصغر، (۱۳۹۷)، ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی مطالعه موردی شهر اردبیل، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال ۸، شماره ۲۷، صص ۱۰۱-۱۱۶.

نوری، سیده‌هدایت الله و سپهوند، فرخنده، (۱۳۹۵)، تحلیل تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تاکید بر زلزله مطالعه موردی دهستان شیروان شهرستان بروجرد، مجله پژوهش‌های روستایی، دوره ۷، شماره ۲، صص ۲۷۵-۲۸۵.

نیری، مهدی؛ شیعه، اسماعیل، رضایی، محمود و سعیدی رضوانی، نوید، (۱۳۹۷)، مدیریت تاب‌آوری محله در مواجهه با زلزله در بافت‌های فرسوده شهری به روش FAHP مطالعه موردی محله عبدال آباد شهر تهران، مجله جغرافیا، سال ۸، شماره ۲، صص ۲۱-۳۸.

Ainuddin, S., Routray, Kumar, J. (2012). Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 2, pp. 25-36.

Bozza. A. (2015). Developing an integrated framework to quantify resilience of urban systems against disasters, *Natural Hazards*, Vol. 78, No. 3, pp. 1729-1748.

Cutter. S. L, Ash. K. D, and Christopher T. Emrich. (2016). Urban-Rural Differences in Disaster Resilience, *Annals of the American Association of Geographers*, Vol.106, No. 6, pp.1236- 1252.

Madhuri. P, Tewari. H. R. and Bhowmick. P. K. (2014). Livelihood vulnerability index analysis: an approach to study vulnerability in the context of Bihar: original research. *Jamba: Journal of Disaster Risk Studies*, Vol. 6, pp.1-13.

Matyas, D. and Pelling, M. (2015). Positioning resilience for 2015 :the role of resistance, incremental adjustment and transformation in disaster risk management policy. *Disasters*, Vol. 39, No. 1, pp.1-19.

Mojtahed. M. Newton. S, and Von Meding, J (2017), Predicting the resilience of transport infrastructure to a natural disaster using Cox's proportional hazards regression model, *Natural Hazards*, Vol. 85, No. 2, pp. 1119- 1133.

Suarez. M, Gomez-Baggethun. E, Benayas.J, and Tilbury. D. (2016). Towards an Urban Resilience Index: A Case Study in 50 Spanish Cities, *Sustainability*, Vol. 8, No. 8, pp.1- 19.

### مقاله پژوهشی

## استفاده از پارامترهای فیزیک و شیمیایی آب زیرزمینی جهت ارزیابی اثربخشی پروژه‌های تغذیه مصنوعی در مناطق خشک: مطالعه موردی: حوضچه تغذیه آردو، برازجان

محمد فاریابی<sup>۱</sup>، استادیار هیدرولوژی دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

### چکیده

پروژه‌های تغذیه مصنوعی یکی از مهمترین استراتژی‌ها برای مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی هستند. در سال‌های گذشته پروژه‌های تغذیه مصنوعی متعددی در کشور طراحی و اجرا شده است که ارزیابی عملکرد آن‌ها اهمیت زیادی دارد. در این تحقیق تاثیر پروژه تغذیه مصنوعی آردو و بر منابع آب زیرزمینی محدوده برازجان در استان بوشهر بررسی شده است. به این منظور پارامترهای کیفی آب چاه‌های مجاور پروژه آردو در یک دوره زمانی چهار ماهه از اوایل دی‌ماه ۹۳ تا اردیبهشت ۹۴ به صورت مکانی و زمانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. پارامترهایی مانند هدایت الکتریکی، دما، کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول در آب اندازه‌گیری و پایش شده‌اند. سپس با استفاده از دیاگرام‌های سری زمانی و نقشه‌های هم‌ارزش پارامترهای کیفی، تاثیر حوضچه تغذیه مصنوعی آردو بر آبخوان دشت برازجان در زمان‌های مختلف بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان دهنده الگوی تغذیه نامتقارن در اطراف حوضچه تغذیه مصنوعی است. به طوری که جبهه آب تغذیه‌ای ناشی از حوضچه تغذیه مصنوعی از سمت حوضچه به طرف شمال غرب آن گسترش یافته است. از لحاظ زمانی نیز بیشترین میزان تغذیه در ماه‌های بهمن و اسفند رخ داده است. با توجه به نتایج حاصله نقش حوضچه تغذیه آردو در تغذیه آب زیرزمینی در نزدیکی حوضچه و شمال غرب آن بیش از ۵۰ درصد است و پروژه تغذیه مصنوعی تاثیر مثبتی بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی دارد.

**کلمات کلیدی:** آب زیرزمینی، تغذیه مصنوعی، پارامترهای فیزیک و شیمیایی، پروژه آردو.

## مقدمه

برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی در اغلب مناطق کشور موجب افت شدید سطح ایستایی و کاهش ذخیره آبخوان‌ها شده‌است. برگشت تراز آب زیرزمینی به تراز مطلوب با استفاده از راهکارهای تعادل بخشی از اهداف اصلی سیاست‌گذاران آب کشور است (کاردان مقدم و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از راهکارهای طرح تعادل بخشی اجرای‌های تغذیه مصنوعی است. در سال‌های گذشته پروژه‌های متعددی جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها در ایران اجرا شده‌است. بررسی عملکرد این پروژه‌ها جهت رفع مشکلات احتمالی، بهبود عملکرد آن‌ها و طراحی بهینه طرح‌های تغذیه مصنوعی در آینده بسیار مفید است. در زمینه مطالعه و ارزیابی پروژه‌های تغذیه مصنوعی تلاش‌های زیادی انجام شده‌است. زارع و همکاران (۱۳۷۸) در مطالعه پروژه تغذیه مصنوعی دشت امامزاده جعفر گچساران مشاهده کرد که این پروژه در طی دوره آنگیری خود از راندمان کافی برخوردار نبوده و حتی در مواردی نیز با تخریب تأسیسات مربوطه همراه بوده‌است. این عدم کارایی به دلیل‌های مختلفی از جمله وجود شیب زیاد در جهت‌های مختلف بوده‌است به طوری که جریان سیلاب ورودی کانالیزه شده و نیروی زیادی به بدنه خاکریزها وارد نموده‌است. در پروژه تغذیه مصنوعی سفره آبدار آبرفتی دشت قزوین با انتقال آب رودخانه طالقان و تزریق آن به داخل سفره آبدار دشت قزوین به تدریج اثر آب در منطقه نمودار شده‌است که در برخی قسمت‌ها سطح ایستابی نسبت به سال قبل در حدود یک متر و در برخی مناطق ۳/۵ تا ۴ متر بالا آمده‌است (کلانتری و همکاران، ۱۳۸۸). قوردویی میلان و کرمی (۱۳۹۲) تاثیر پروژه تغذیه مصنوعی خوی بر آب زیرزمینی را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که پروژه مذکور در افزایش سطح آب زیرزمینی و تعادل سطح ایستابی آبخوان تاثیر مثبت داشته‌است. کاردان مقدم و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از مدل مادفلو<sup>۱</sup> اثر تغذیه مصنوعی شوراب سیوجان بر وضعیت آبخوان بیرجند را بررسی کردند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد

---

<sup>۱</sup> MODFLOW



که اجرای طرح تغذیه مصنوعی توانسته بین ۲۱ تا ۲۵ درصد شاخص پایداری سیستم را بهبود دهد.

اصولاً بررسی عملکرد پروژه‌های تغذیه مصنوعی نیازمند اطلاعاتی است که از طریق طراحی یک شبکه پایش کمی و کیفی در طول زمان بدست می‌آیند (Abrahamand Mohan, 2015). اما به دلیل عدم وجود شبکه‌های پایش در محل اکثر پروژه‌های تغذیه مصنوعی در ایران، معمولاً از آمار و اطلاعات چاه‌های پیژومتری و بهره‌برداری موجود استفاده می‌شود. در بسیاری از موارد این چاه‌ها فاصله زیادی تا محل اجرای پروژه‌ها دارند و نمی‌توانند به خوبی تاثیر پروژه‌های تغذیه مصنوعی را نشان دهند. پایش زمانی و مکانی تاثیر پروژه‌های تغذیه مصنوعی از طریق یک شبکه نمونه‌برداری کیفی و با فواصل زمانی کوتاه‌مدت در ایران تاکنون انجام نشده است. به همین منظور در این تحقیق میزان اثربخشی پروژه تغذیه مصنوعی آردو بر آبخوان دشت برازجان با استفاده پایش منظم زمانی و مکانی پارامترهای کیفی آب مورد بررسی شده است.

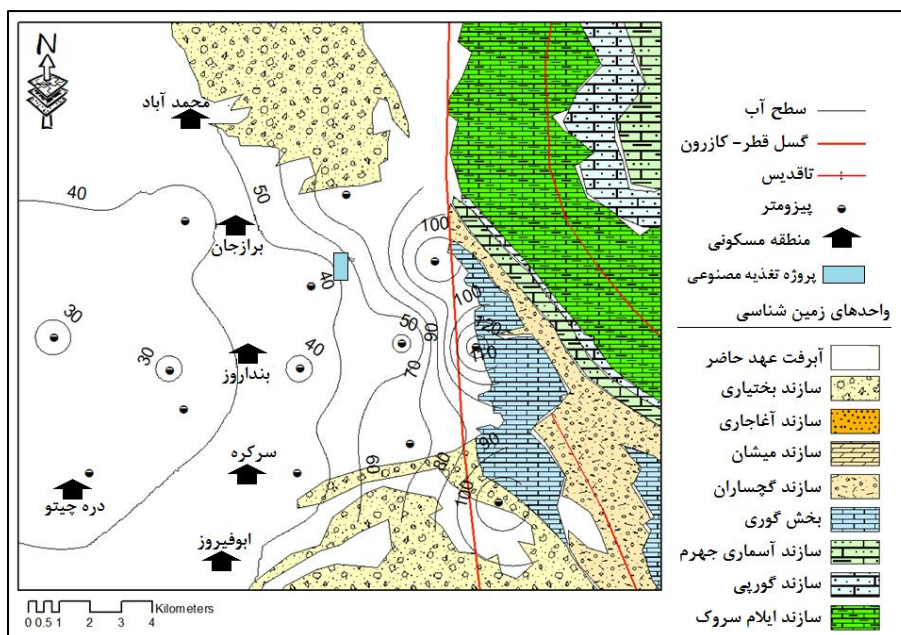
### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** محدوده مطالعاتی برازجان در شمال استان بوشهر بین طول‌های جغرافیایی  $51^{\circ} 05'$  تا  $51^{\circ} 30'$  درجه شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $29^{\circ} 10'$  تا  $29^{\circ} 20'$  درجه شمالی، در فاصله ۷۲ کیلومتری شهر بوشهر واقع شده است. ارتفاع متوسط دشت برازجان از سطح دریا ۲۰ متر است. متوسط بارندگی و دما در ایستگاه هواشناسی برازجان به ترتیب برابر با ۲۹۶/۵ میلیمتر و ۲۶/۱ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه مورد مطالعه در طبقه‌بندی دومارتن خشک و در اقلیم‌نمای آمبرژه به صورت بیابانی گرم شدید است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای بوشهر، ۱۳۹۰). از لحاظ زمین‌شناسی ناحیه‌ای، محدوده برازجان در زون زاگرس چین خورده واقع شده است. واحدهای

زمین‌شناسی موجود در محدوده مورد مطالعه از قدیم به جدید عبارتند از: سازند ایلام-سروک (آهک رسی، شیل و آهک‌های مارنی)، سازند گورپی (شیل آهکی)، سازند آسماری (آهک کرم تا قهوه‌ای رنگ)، سازند گچساران (گچ، مارن و مارن‌های آهکی)، سازند میشان (مارن‌های خاکستری و آهک)، سازند بختیاری (کنگلو مرا با سیمان آهکی) و رسوبات عهد حاضر. آبرفت‌های عهد حاضر پس از پوشش خاکی، شامل قلوه‌سنگ، سیلت و رس، شن و ماسه و قطعاتی از واریزه‌های آهکی، گچی و مارنی هستند.

آبخوان محدوده برازجان یک آبخوان آزاد است و رسوبات آبرفتی آن عمدتاً حاصل فرسایش سازندهای اطراف بخصوص سازند کنگلومرای بختیاری و گچساران می‌باشند. در دشت برازجان بخش غیراشباع آبخوان شامل رسوباتی دانه ریز مانند رس و سیلت همراه با مقداری ماسه است. لایه‌هایی که تشکیل سفره آبدار را می‌دهند، عمدتاً شامل ماسه و سیلت هستند. نقشه زمین‌شناسی و تراز سطح آب زیرزمینی در آبخوان دشت برازجان در شکل ۱ ارائه شده است. حداکثر تراز سطح آب زیرزمینی در نواحی شرقی و حداقل آن در نواحی غربی دشت ملاحظه می‌شود. جهت جریان آب زیرزمینی نیز از شرق دشت به سمت غرب آن است.

پروژه تغذیه مصنوعی آردو در نزدیکی شهر برازجان قرار گرفته است. بخش‌های اصلی این پروژه شامل بند انحرافی، آبگیر (سرریز آزاد)، کالورت‌های تخلیه رسوب و حقایبه‌ها، کانال انتقال آب و حوضچه تغذیه می‌باشد. بند انحرافی به طول ۸۰ متر با مصالح سنگ و سیمان بوده و ارتفاع آن ۴/۳ متر است. برای تخلیه رسوب چهار عدد کالورت از جنس سنگ و سیمانی در ابعاد ۰/۵۵ در ۱ متر طراحی شده است. آبگیر (سرریز آزاد) سیستم تغذیه نیز از جنس سنگ و سیمانی به طول ۳۹ متر و ظرفیت آبگیری ۱۵۰/۵ متر مکعب است. ابعاد حوضچه تغذیه در این پروژه ۱۲۲۰ متر طول، ۲۲۰ متر عرض و ۳/۸۵ متر ارتفاع است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای بوشهر، ۱۳۹۲).



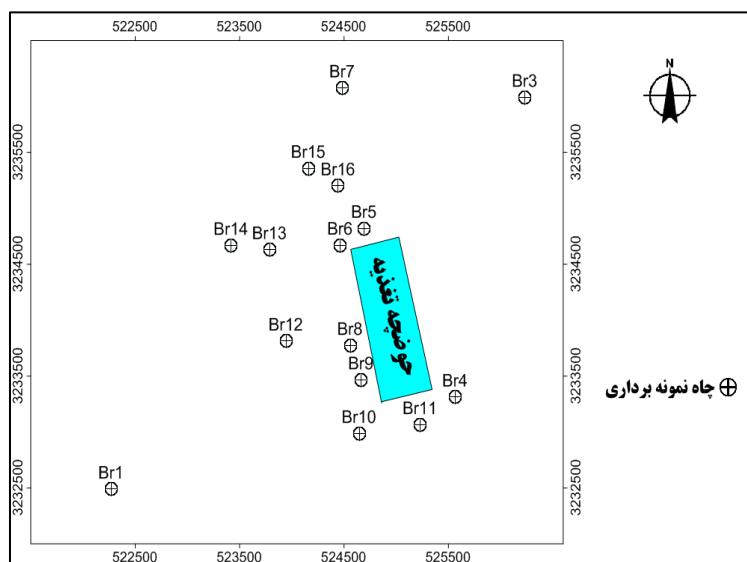
شکل ۱- نقشه زمین شناسی و سطح آب زیرزمینی دشت برازجان

بازدید میدانی این پروژه نشان داد که کف کنی و کناره شویی ایجاد شده بعد از سرریز پلکانی و همچنین انباشته شدن رسوبات در حوضچه اصلی باعث بالا رفتن ارتفاع سطح آب و شسته شدن بخشی از خاکریز کناری حوضچه شده است. ته نشین شدن رسوبات در حوضچه های تغذیه نیز یکی از مشکلات این پروژه است.

**روش تحقیق:** برای بررسی تاثیر پروژه تغذیه مصنوعی آردو بر آبخوان دشت برازجان، نمونه برداری از چاه های مجاور این پروژه در دستور کار قرار گرفت. به این منظور یک شبکه نمونه برداری با استفاده از چاه های موجود در اطراف حوضچه تغذیه مصنوعی ایجاد شد و از آب موجود در حوضچه تغذیه و چاه ها در فاصله زمانی دی ماه ۹۳ تا اردیبهشت ماه ۹۴ نمونه برداری شد. ایستگاه های نمونه برداری (حوضچه تغذیه و چاه ها) در شکل ۲ نشان داده شده است. نمونه برداری و آنالیز نمونه ها به دو روش انجام شد:

در روش اول مقادیر هدایت الکتریکی و دمای نمونه‌های آب در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شده‌اند. این پارامترها با متوسط فاصله زمانی ده روزه توسط دستگاه EC متر مدل HQ40d اندازه‌گیری شدند. به عبارت بهتر مقادیر دما و هدایت الکتریکی در فاصله دی‌ماه ۹۳ تا فروردین ۹۴، در ایستگاه‌های مختلف، ده بار اندازه‌گیری شد. بیش از ۳۰۰ داده اندازه‌گیری دما و هدایت الکتریکی از این طریق بدست آمد.

در روش دوم نمونه‌های آب با فاصله زمانی یک ماهه، جهت اندازه‌گیری کاتیون‌ها (کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم) و آنیون‌های اصلی (بی‌کربنات، کلراید و سولفات) به آزمایشگاه شرکت زاگرس آب‌شناس فارس منتقل شدند. بدین ترتیب در هر دوره نمونه برداری ۱۵ نمونه و در کل ۶۰ نمونه آب برای اندازه‌گیری مقادیر کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی به آزمایشگاه ارسال شد. برای تحلیل نتایج آنالیز پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های آب از نمودارهای سری زمانی تغییرات پارامترهای کیفی و دیاگرام‌های کیفی مانند دیاگرام درو و نمودارهای ترکیبی استفاده شده‌است. نمودارهای تغییرات زمانی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی نیز جهت بررسی الگوی زمانی تغذیه آب زیرزمینی توسط حوضچه تغذیه مصنوعی بکار گرفته شده‌اند.



شکل ۲- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری از چاه‌های مجاور حوضچه تغذیه مصنوعی اردو

## نتایج و بحث

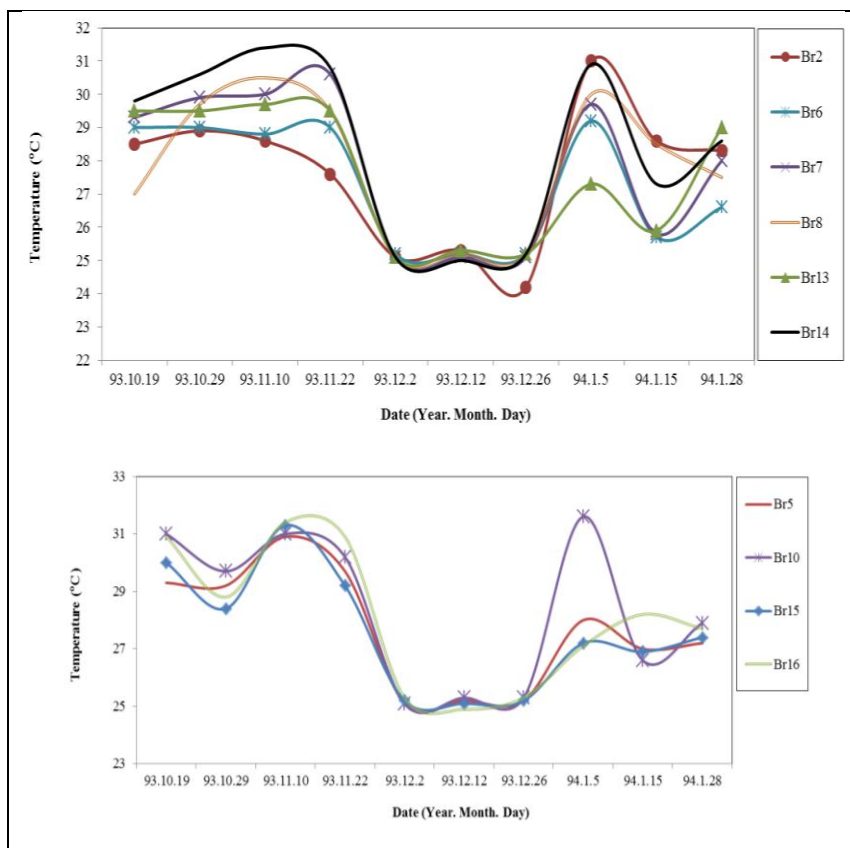
در بررسی ارتباط هیدرولیکی منابع آب باید از پارامترهای کیفی استفاده کرد که از لحاظ شیمیایی غیرواکنشی<sup>۱</sup> باشند. به عبارت دیگر این پارامترها نباید در واکنش‌های شیمیایی شرکت کنند. هدایت الکتریکی، دما و یون کلراید محلول در آب معمولاً به صورت غیرواکنشی عمل می‌کنند (Hounslow, 1995) و به همین دلیل جهت بررسی تاثیر حوضچه تغذیه بر آبخوان انتخاب شدند.

**دما:** تغییرات زمانی دمای آب زیرزمینی در چاه‌های انتخابی در شکل ۳ ارائه شده است. کمترین دمای نمونه‌های آب در فاصله زمانی اوایل تا اواخر اسفندماه مشاهده می‌شود. این کاهش دما به دلیل تغذیه بیشتر آبخوان در این بازه زمانی است. بارندگی‌های بهمن و اسفندماه ۱۳۹۳ و تاثیر بیشتر حوضچه تغذیه مصنوعی در این ماه نقش زیادی در کاهش دمای آب زیرزمینی داشته است. بطوری که دمای نمونه‌های آب در اسفندماه نسبت به دی و بهمن‌ماه کاهش قابل ملاحظه‌ای (در حدود ۶ درجه سانتی-گراد) را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۳، نمونه‌های آب مربوط به چاه‌های Br6، Br8، Br13 و Br14 الگوی تغییرات زمانی بسیار مشابهی دارند. این چاه‌ها در مجاورت پروژه تغذیه مصنوعی قرار گرفته‌اند و به شدت تحت تاثیر آب نفوذی از حوضچه تغذیه آردو هستند. بنابراین مهمترین عامل موثر بر نوسانات دمای چاه‌های مذکور آب نفوذ یافته از طریق حوضچه‌های تغذیه است. الگوی نوسانات دما در چاه‌های Br5، Br15 و Br16 نیز مشابه است (شکل ۳). این چاه‌ها در مجاورت هم و در حاشیه غربی حوضچه‌های تغذیه مصنوعی قرار گرفته‌اند. تاثیر تغذیه توسط حوضچه آردو باعث شده تا نوسانات دمایی این چاه‌ها نیز مشابه باشد.

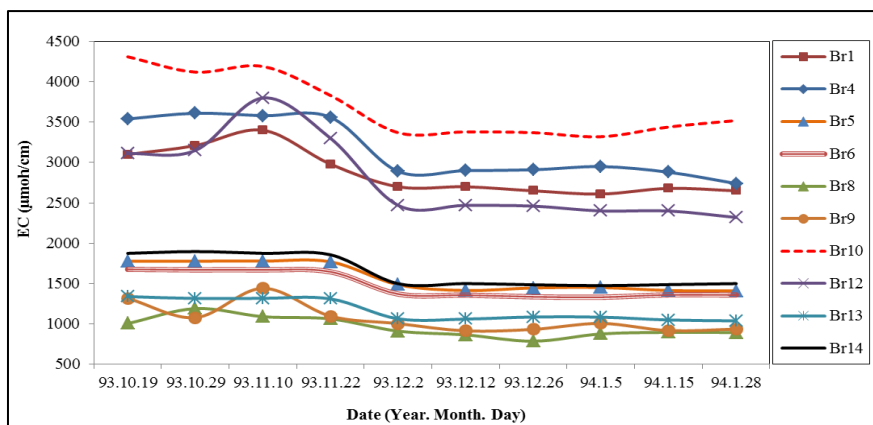
**هدایت الکتریکی:** تغییرات زمانی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در شکل ۴ ارائه شده است. الگوهای مشابه تغییرات زمانی هدایت

<sup>1</sup> Conservative

الکتریکی در این شکل از هم مجزا شده‌اند. بیشترین شباهت در روند تغییرات هدایت الکتریکی در دوره زمانی مورد مطالعه در چاه‌های Br5، Br6، Br8، Br9، Br13 و Br14 مشاهده شده است. کمترین میزان هدایت الکتریکی آب زیرزمینی نیز در همین چاه‌ها مشاهده می‌شود. این چاه‌ها در نزدیکترین فاصله نسبت به حوضچه تغذیه آردو قرار گرفته و تحت تاثیر مستقیم آب نفوذی از حوضچه تغذیه می‌باشند. هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در بسیاری از چاه‌ها از اوایل اسفندماه کاهش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد (شکل ۴). بارندگی‌های بهمن و اوایل اسفندماه ۹۳ در ایجاد این روند نقش مهمی ایفا کرده‌اند.



شکل ۳- تغییرات زمانی دمای آب زیرزمینی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری



شکل ۴- تغییرات زمانی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در ایستگاه‌های نمونه برداری

نقشه‌های هم میزان هدایت الکتریکی نمونه‌های آب زیرزمینی در مجاورت حوضچه تغذیه مصنوعی اردو در شکل ۵ نشان داده شده‌اند. کمترین میزان هدایت الکتریکی با مقدار کمتر از ۱۴۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر در مجاورت حوضچه تغذیه مصنوعی (نمونه‌های Br8 و Br9) در دی‌ماه ثبت شده است. در ماه‌های بهمن و اسفند ۱۳۹۳ و فروردین ۱۳۹۴ نیز کمترین میزان هدایت الکتریکی در مجاورت حوضچه تغذیه دیده می‌شود. هدایت الکتریکی آب زیرزمینی معمولاً از محل تغذیه به سمت منطقه تخلیه و در جهت جریان آب زیرزمینی افزایش می‌یابد. بنابراین روند افزایشی مقدار هدایت الکتریکی از سمت حوضچه به اطراف و به خصوص به سمت شمال غرب حوضچه‌ها موید این موضوع است (شکل ۵).

شکل ۶ تغییرات زمانی هدایت الکتریکی آب موجود در حوضچه تغذیه مصنوعی و متوسط هدایت الکتریکی نمونه‌های آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. کمترین میزان هدایت الکتریکی آب حوضچه تغذیه در دی‌ماه ۱۳۹۳ ثبت شده است. کمترین میزان متوسط هدایت الکتریکی آب زیرزمینی نیز در همین ماه مشاهده شده است. با افزایش هدایت الکتریکی آب حوضچه تغذیه در بهمن‌ماه، هدایت الکتریکی آب زیرزمینی هم

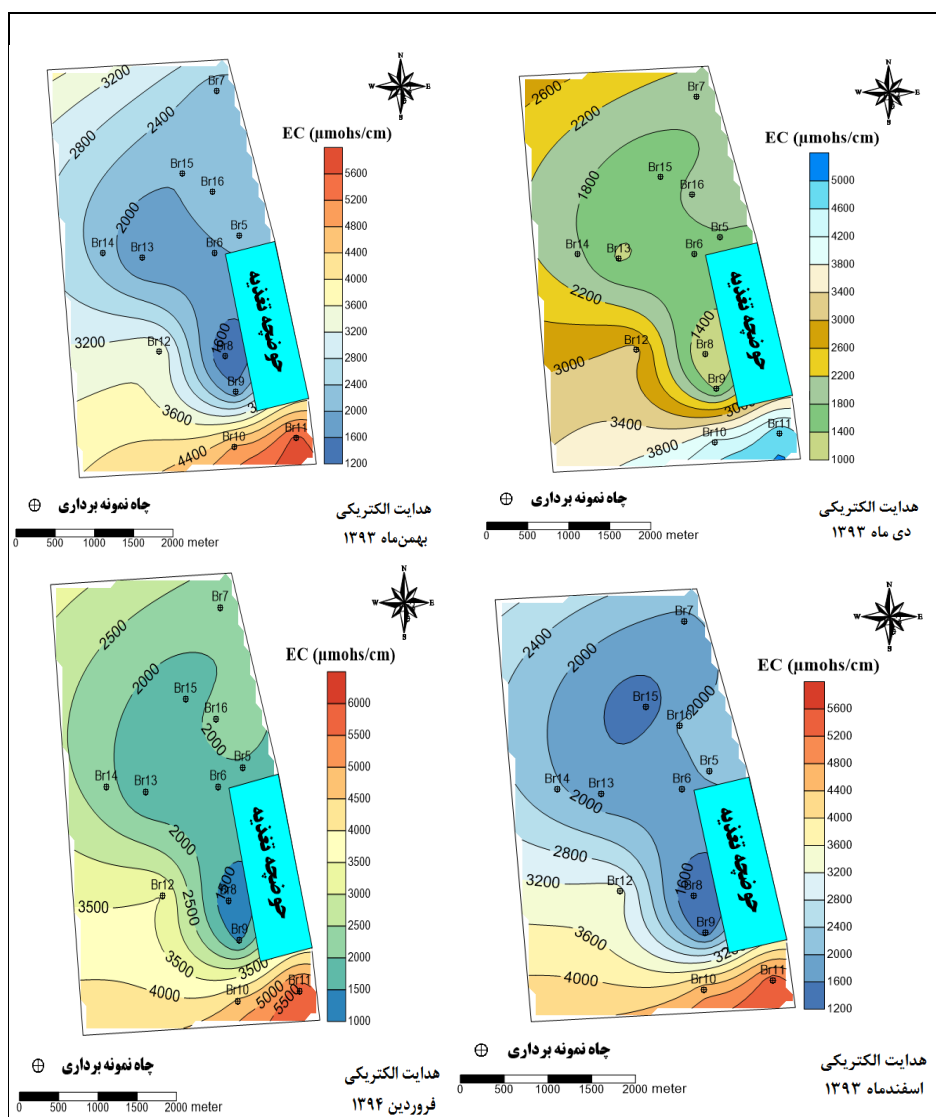
افزایش یافته است. در اسفندماه ۱۳۹۳ هدایت الکتریکی آب حوضچه افزایش یافته است که ناشی از انحلال زیاد رسوبات گچی در مسیر رودخانه است. اما بدلیل اضافه شدن تغذیه ناشی از بارندگی، هدایت الکتریکی آب زیرزمینی کاهش یافته است. تاثیر این حجم بیشتر آب تغذیه شده در بخش شمال غربی منطقه و در مقدار حداکثر هدایت الکتریکی آب زیرزمینی مشهود است. به طوری که در اسفندماه ۱۳۹۳ حداکثر هدایت الکتریکی نمونه‌های آب زیرزمینی نسبت به ماه‌های قبل و بعد آن کمتر است. برای مثال در این ماه در بخش شمال غربی حوضچه اردو حداکثر هدایت الکتریکی به میزان ۲۴۰۰ میکروموهس بر سانتی‌متر ثبت شده که نسبت به ماه‌های دی (۲۶۰۰ میکروموهس بر سانتی‌متر)، بهمن (۳۲۰۰ میکروموهس بر سانتی‌متر) و فروردین (۲۷۰۰ میکروموهس بر سانتی‌متر) کمتر است (شکل ۵). در واقع در ماه اسفند تاثیر بارندگی بر کیفیت آب زیرزمینی بیش از تاثیر آب نفوذ یافته از حوضچه تغذیه مصنوعی است. این مورد موید مطالعات کلانتری و رحمانی (۱۳۷۸) می‌باشد.

**کلراید:** تغییرات زمانی غلظت یون کلراید آب موجود در حوضچه تغذیه مصنوعی و نمونه آب چاه‌های Br6 و Br8 در شکل‌های ۷ و ۸ ارائه شده است. کمترین میزان کلراید آب حوضچه تغذیه در بهمن‌ماه ۱۳۹۳ ثبت شده است. کمترین میزان کلراید این چاه‌ها نیز در همین ماه مشاهده شده است. با توجه به روند تغییرات غلظت یون کلراید در شکل ۷ و ۸ می‌توان گفت که رابطه تقریباً مستقیمی بین تغییرات غلظت کلراید در آب حوضچه تغذیه و آب چاه‌های Br6 و Br8 وجود دارد. دلیل این موضوع تاثیر زیاد حوضچه تغذیه بر این چاه‌ها است.

نقشه‌های هم میزان غلظت یون کلراید نمونه‌های آب زیرزمینی در مجاورت حوضچه تغذیه مصنوعی اردو در شکل ۹ نشان داده شده‌اند. کمترین مقدار غلظت یون کلراید در مجاورت حوضچه تغذیه مصنوعی مشاهده می‌شود و با افزایش فاصله از حوضچه تغذیه، غلظت کلراید افزایش می‌یابد. در دی‌ماه ۱۳۹۳ کمترین غلظت کلراید (کمتر از سه میلی‌اکی‌والان برلیتر) در مجاورت حوضچه تغذیه مصنوعی (نمونه‌های



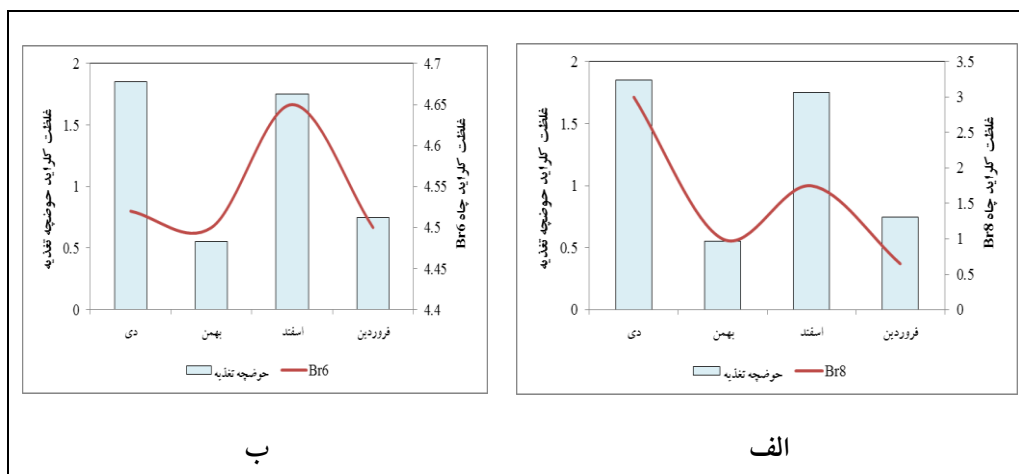
Br8 و Br9) مشاهده می‌شود. در ماه‌های بهمن و اسفند ۱۳۹۳ و فروردین ۱۳۹۴ نیز این روند مشاهده می‌شود. الگوی منحنی‌های هم مقدار غلظت یون کلراید در شکل ۹ نشان‌دهنده تغذیه آبخوان توسط حوضچه تغذیه آردو است.



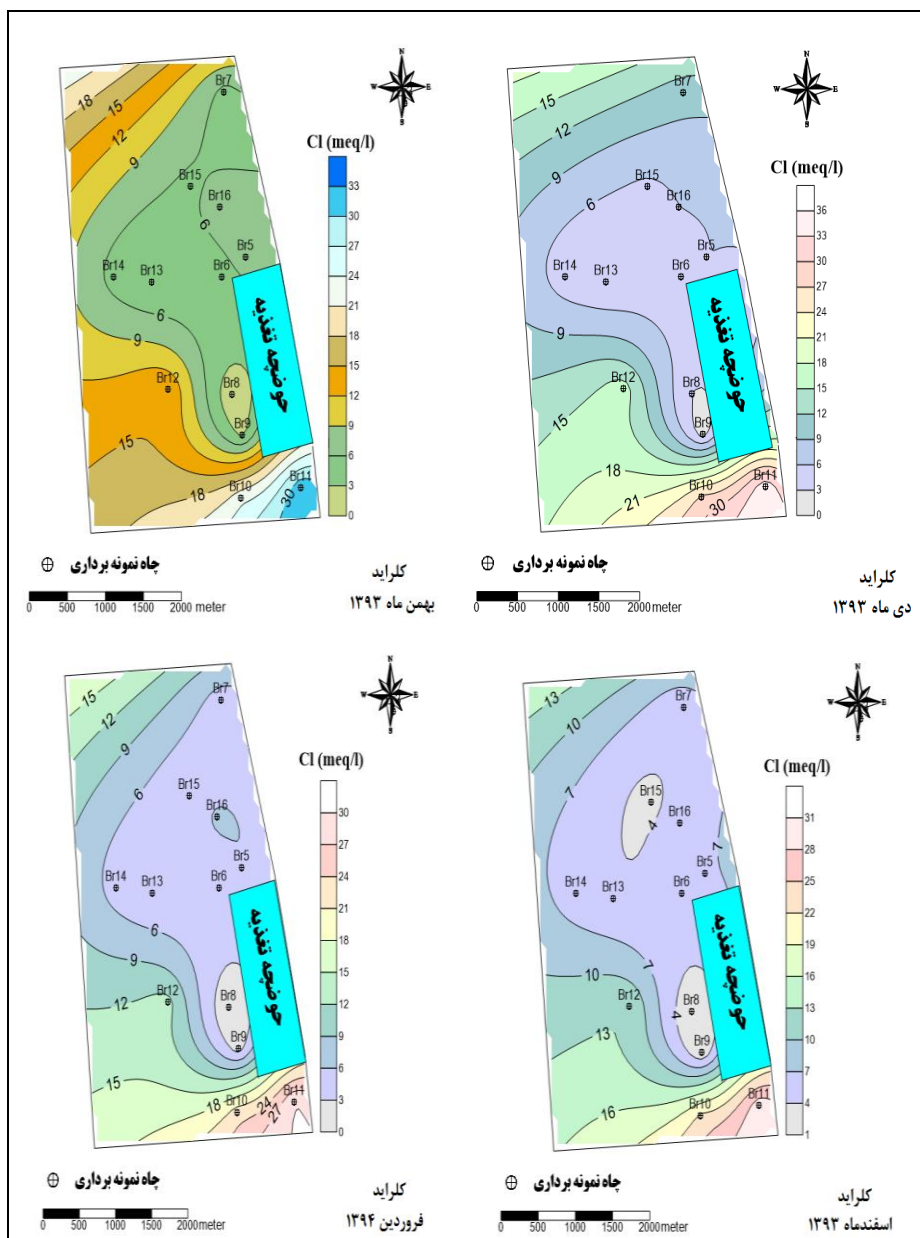
شکل ۵- تغییرات مکانی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در اطراف حوضچه تغذیه آردو



شکل ۶- تغییرات زمانی هدایت الکتریکی آب حوضچه تغذیه و متوسط هدایت الکتریکی آب زیرزمینی



شکل ۷- تغییرات زمانی غلظت کلراید آب حوضچه تغذیه و چاه Br8 (الف) و چاه Br6 (ب)



شکل ۹- تغییرات مکانی غلظت یون کلراید آب زیرزمینی در اطراف حوضچه تغذیه آردو

### تعیین سهم تغذیه توسط حوضچه آردو

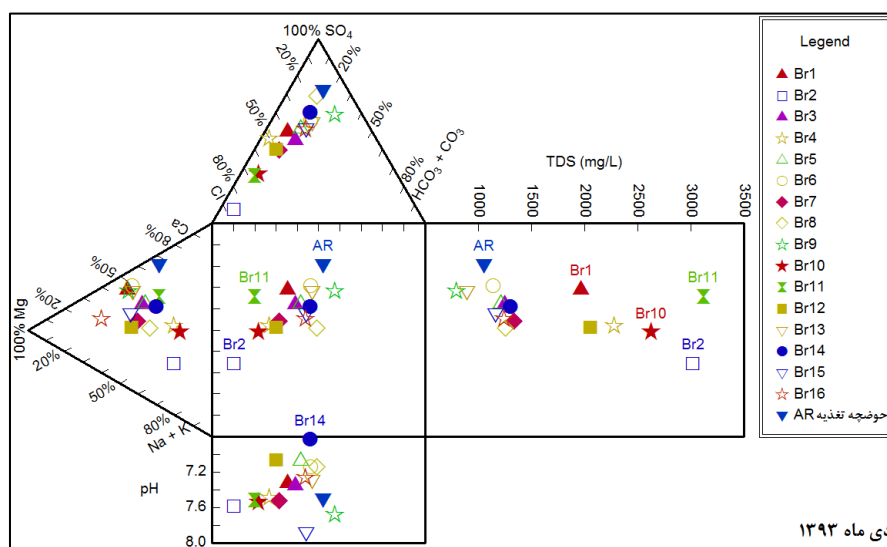
نمودار درو نمونه‌های آب زیرزمینی در دی‌ماه در شکل ۱۰ نشان داده شده‌است. در مثلث مربوط به آنیون‌ها روند اختلاطی بین نمونه‌های مربوط به آب موجود در حوضچه تغذیه مصنوعی و نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه به خوبی مشخص است. قرار گرفتن نمونه‌ها در امتداد یک خط در مثلث آنیون‌ها موید این امر است. این روند اختلاطی تا حدودی در بخش مرکزی نمودار (بخش مربع شکل) نیز دیده می‌شود. در دی‌ماه ۱۳۹۳ که بارندگی وجود نداشته و حوضچه تغذیه مهمترین منبع تغذیه آب زیرزمینی بوده است، این روند اختلاطی در مثلث آنیون‌ها نسبت به سایر دوره‌های نمونه‌برداری واضح‌تر است. روند اختلاطی مشاهده شده بیشتر مرتبط با غلظت یون کلراید است. در دی‌ماه ۱۳۹۳ و قبل از نمونه‌برداری، بارندگی رخ نداده است. به همین دلیل نمونه‌های آب در این ماه جهت تعیین سهم حوضچه آردو در تغذیه آبخوان انتخاب شده‌اند. شکل ۱۱ نمودار ترکیبی غلظت یون کلراید در مقابل هدایت الکتریکی نمونه آب در دی‌ماه ۱۳۹۳ را نشان می‌دهد. روند خطی مشاهده شده در این نمودار نشان‌دهنده اختلاط آب حوضچه تغذیه و آب زیرزمینی است. همان‌طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود، نمونه آب حوضچه تغذیه در یک سمت خط اختلاط قرار گرفته و نمونه مربوط به چاه Bf11 در سمت دیگر خط اختلاطی واقع شده است. از این دو نمونه جهت محاسبه درصد اختلاط سایر نمونه‌ها و سهم حوضچه تغذیه در تزریق آب به آبخوان استفاده شده است. به این منظور از یک مدل اختلاط خطی دوگانه استفاده شده است. با توجه به این مدل، با استفاده از روابط زیر می‌توان میزان نسبی مشارکت حوضچه تغذیه مصنوعی در تغذیه آبخوان را مشخص کرد (مظفری زاده و سجادی، ۱۳۹۲):

$$C_m = X \cdot C_f + (1 - X) \cdot C_s \quad (1)$$

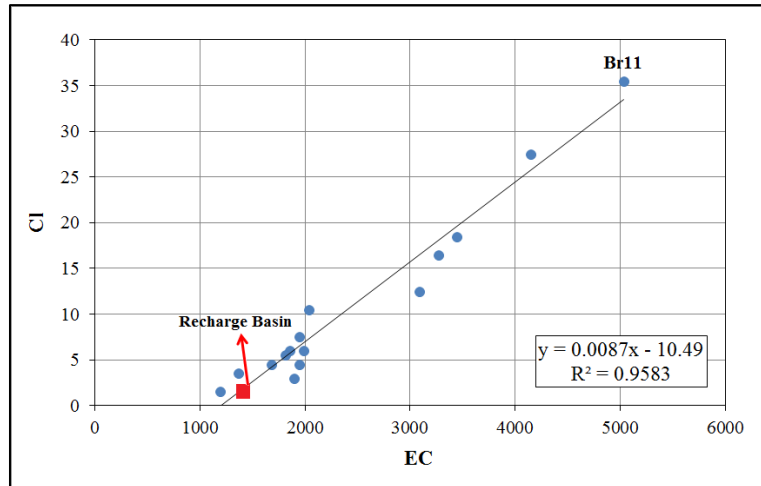
$$X = (C_s - C_m) / (C_s - C_f) \quad (2)$$

که در این روابط  $C_m$  غلظت کلراید در آب مخلوط حوضچه تغذیه و آب زیرزمینی،  $C_f$  غلظت کلراید در آب حوضچه تغذیه،  $C_s$  غلظت کلراید در آب زیرزمینی (نمونه Br11)،  $X$  نسبت (درصد) آب حوضچه تغذیه در آب مخلوط و  $1-X$  نسبت (درصد) آب زیرزمینی در آب مخلوط است.

با توجه به روابط ۱ و ۲ سهم حوضچه تغذیه در آب اختلاطی ( $X$ ) برای هر کدام از نمونه‌ها محاسبه شده است. شکل ۱۲ نیز الگوی تغییرات مکانی سهم حوضچه تغذیه مصنوعی در تغذیه آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، تغذیه از حوضچه آردو در اطراف آن به صورت متقارن انجام نمی‌شود. جبهه آب تغذیه‌ای از سمت حوضچه به سمت شمال غرب آن گسترش یافته است. این موضوع بیانگر جهت جریان آب زیرزمینی در محدوده تحت تاثیر حوضچه تغذیه مصنوعی است.

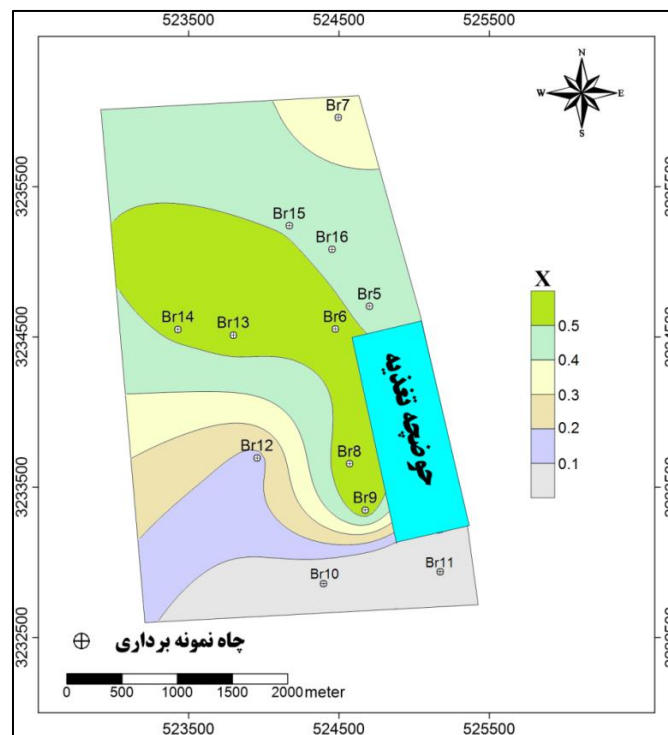


شکل ۱۰- نمودار درو نمونه‌های آب حوضچه تغذیه و آب زیرزمینی در دی‌ماه ۱۳۹۳



شکل ۱۱- نمودار کلراید در مقابل هدایت الکتریکی آب حوضچه تغذیه و نمونه‌های آب

زیرزمینی



شکل ۱۲- الگوی تغییرات مکانی سهم حوضچه تغذیه آردو در تغذیه آب زیرزمینی

### نتیجه گیری

در این تحقیق از پایش زمانی و مکانی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی جهت ارزیابی عملکرد پروژه تغذیه مصنوعی اردو در استان بوشهر استفاده شد. پارامترهایی مانند دما، هدایت الکتریکی و یون کلراید به دلیل غیرواکنشی بودن به این منظور انتخاب شدند. بررسی تغییرات دما در چاه‌های مجاور حوضچه تغذیه اردو نشان دهنده گسترش حوضه تاثیر پروژه تغذیه مصنوعی در بخش جنوب و غرب حوضچه تغذیه اردو است. روند مشابه تغییرات دما در چاه‌های قرار گرفته در بخش‌های مذکور موید این موضوع است. روند تغییرات مکانی و زمانی هدایت الکتریکی نیز نشان دهنده نفوذ آب از حوضچه تغذیه به آبخوان است. کمترین میزان هدایت الکتریکی در چاه‌های مجاور حوضچه تغذیه مشاهده می‌شود و با افزایش فاصله از حوضچه تغذیه میزان هدایت الکتریکی افزایش می‌یابد. الگوی تغییرات یون کلراید نیز مشابه با هدایت الکتریکی می‌باشد. علاوه بر این رابطه تقریباً مستقیمی بین تغییرات غلظت کلراید آب موجود در حوضچه و غلظت کلراید آب چاه‌های مجاور آن مشاهده شده است. نتایج این مطالعه نشان دهنده تغذیه نامتقارن در اطراف حوضچه تغذیه اردو است. این الگوی تغذیه نامتقارن سبب گسترش جبهه آب تغذیه‌ای از سمت حوضچه به طرف شمال غرب آن شده است. این تحقیق نشان داد که پروژه تغذیه مصنوعی اردو تاثیر مثبتی بر وضعیت آب زیرزمینی دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که پایش زمانی و مکانی پارامترهای کیفی آب در مجاورت پروژه‌های تغذیه مصنوعی، روش مناسبی جهت بررسی عملکرد این پروژه‌ها است. پیشنهاد می‌شود که شبکه پایش کمی و کیفی نیز در طراحی و اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی در کشور در نظر گرفته شود.

### منابع

زارع، محمد، علی زینالی حاصلوئی و عزت اله رئیسی (۱۳۷۸). ارزیابی اثر کمی طرح تغذیه مصنوعی دشت امامزاده جعفر گچساران، سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران.

شرکت سهامی آب منطقه‌ای بوشهر (۱۳۹۰). گزارش پروژه تغذیه مصنوعی آردو (فاز طراحی). ۲۳۶ ص.

قوردویی میلان، محمد و غلامحسین کرمی (۱۳۹۲). ارزیابی اثرات کمی طرح تغذیه مصنوعی خوی. هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. تهران.

کاردان مقدم، حمید، محمدابراهیم بنی‌حیب و سامان جوادی (۱۳۹۶). ارزیابی اثر تغذیه مصنوعی بر تعادل بخشی آبخوان با استفاده از شاخص پایداری. اکوهیدرولوژی، دوره ۴، شماره ۴، صص ۱۲۵۳-۱۲۴۱.

کلانتری، نصراله، محمد جواد حیدری موسی و محمد حسین رحیمی (۱۳۸۸). مکان‌یابی و پتانسیل‌یابی تغذیه‌ی مدیریتی سفره‌آب‌دار: بررسی موردی دشت زیدون، استان خوزستان. نشریه زمین شناسی مهندسی، دوره ۳، شماره ۱، صص ۶۱۴-۵۹۱.

کلانتری، نصراله و حسین رحمانی (۱۳۷۸). تاثیر طرح تغذیه مصنوعی جاشک بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی دشت آبدان، استان بوشهر. سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران. تهران.

مظفری زاده، جابر و زینب سجادی (۱۳۹۲). بررسی منشاء شوری آب زیرزمینی دشت برازجان، مجله مهندسی منابع آب، دوره ۶، شماره ۱۶، صص ۶۹-۷۸.

Abraham, M. and Mohan, S. (2015). Effectiveness of artificial recharge structures in enhancing groundwater storage: a case study. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(20), 1-10.

Hounslow, A.W. (1995): *Water Quality Data Analysis and Interpretation*. CRC Press LLC, Lewis Publishers.

International Association of Hydrogeologists (2005): *Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid areas*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

Mazore, E. (2003). *Chemical and Isotopic Groundwater Hydrology*. CRC Press, 352p.



### مقاله پژوهشی

## شناسایی و اولویت‌بندی مشکلات پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی

محمدعلی دشتی، استادیار گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، ایران  
علیرضا ملک‌زاده بافقی<sup>۱</sup>، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، ایران

### چکیده

بخش مسکن در ایران همواره به عنوان یکی از معضلات مهم کشور مطرح بوده است بر این اساس در جهت تأمین مسکن قشر ضعیف و متوسط شهری و روستایی، پروژه‌هایی در قالب مسکن مهر تعریف شد که حجم عظیمی از بودجه و ساخت و ساز را در مقیاس وسیعی در بر می‌گیرد این پروژه‌ها در روند شکل‌گیری خود، با مشکلات بسیاری رو روبرو شدند که شناسایی و اولویت‌بندی آن‌ها در جهت برطرف کردن آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق با رویکرد آماری، شناسایی و اولویت‌بندی مشکلات تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد انجام شد. جمع‌آوری اطلاعات به دو صورت اسنادی (مقاله، کتاب، مجله، وب‌سایت‌های اینترنتی و...) و پیمایشی (پرسشنامه، مصاحبه و مشاهده) صورت گرفته است. متغیرهای اصلی پژوهش طبق اصول آماری و داده‌پردازی ترکیبی، استخراج گردیدند که نهایتاً به ۴۶ متغیر منتهی شد. نمونه آماری در این تحقیق ۱۵۰ نفر از کارشناسان و متخصصان می‌باشند که با شرایط مسکن مهر در مجموعه مورد مطالعه آشنا بوده‌اند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش‌های تحلیل عاملی با نرم‌افزارهای SPSS و Excel صورت پذیرفت. یافته‌ها نشان داد که متغیرها در ۵ مرحله اولویت‌بندی شده‌اند. در اولویت‌بندی مرحله اول؛ متغیر عدم هماهنگی طرح‌های گودبرداری و اجرای پی ساختمان بر اساس مشخصات منطقه با بار عاملی (۰/۸۸۴)، در اولویت‌بندی مرحله دوم؛ متغیر سرانه فضای مذهبی نامناسب با بار عاملی (۰/۸۳۷)، در اولویت‌بندی مرحله سوم؛ متغیر الگوهای معماری داخلی نامطلوب با بار عاملی (۰/۷۶۷)، در اولویت‌بندی مرحله چهارم؛ متغیر عدم طراحی سازه ساختمان بر اساس سیستم‌های نوین با بار عاملی (۰/۸۶۲) و در نهایت در اولویت‌بندی مرحله پنجم؛ متغیر مساحت واحد مسکونی نامناسب با بار عاملی (۰/۷۵۷) قرار گرفته‌اند.

کلمات کلیدی: مسکن مهر، تهیه و تصویب، عقد قرارداد، تأمین مالی، تحلیل عاملی، شهر یزد

## مقدمه

مسکن همواره یکی از نیازهای اولیه و اساسی در هر جامعه‌ای محسوب می‌شود و جنب و جوش برای به دست آوردن آن، موضوعی است که هیچ‌گاه از تب و تاب نمی‌افتد (کشاورزی نژاد، ۱۳۹۶). شورای حقوق بشر در سی هفتمین جلسه خود در سال ۲۰۱۸، گزارش ویژه مسکن مناسب به عنوان یک حق استاندارد زندگی، بدون تبعیض را منتشر کرده‌است در گزارش حاضر، مسکن مناسب به عنوان بخشی از حق استاندارد مناسب برای زندگی بدون تبعیض بررسی شده‌است در این گزارش نقش دولت‌ها و دیگر بازیگران با در اجرای مؤثر استراتژی‌های مسکن توضیح داده شده است در این گزارش چک لیست برای تسهیل طراحی، نظارت، تأمین مالی و اجرای استراتژی‌های مسکن مبتنی بر حقوق بشر ارائه گردیده است که دولت‌ها موظف به استفاده از در جهت ساخت مسکن هستند (شورای حقوق بشر، ۲۰۱۸). ساختارهای کوچک مسکن، مواد و مصالح ضعیف مسکن، فقدان پروژه‌های مسکن، عدم دخالت ذینفعان در پروژه‌های مسکن و همچنین، فاکتورهایی مانند درصد شهرنشینی بالا، بیکاری، اجاره بالا و ... نیز از سایر مشکلات مسکن می‌باشد (مانومانو و همکاران، ۲۰۱۸).

با توجه به اهمیت و ضرورت تأمین مسکن، در کشورهای مختلف، دولت‌ها اقدامات و برنامه‌ریزی‌های جامعی را در زمینه تأمین مسکن اقشار مختلف به‌ویژه طبقات کم درآمد انجام داده‌اند. بخش مسکن در ایران یکی از بخش‌های مهم اقتصادی است (مهرافزون، ۱۳۹۵). بنا به گزارش بانک مرکزی بیشترین میزان سرمایه‌گذاری در بخش ساختمان است که در ارقام سرمایه ثابت ناخالص که یکی از اجزاء هزینه نهایی برآورد تولید ناخالص داخلی کشور است، نمایان می‌شود و معمولاً بیش از ۷۰ درصد از رقم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص مربوط به سرمایه‌گذاری در بخش ساختمان است (آجیلیان ممتاز، ۱۳۹۱). سرمایه‌گذاری در بخش ساختمان نیز به دو بخش خصوصی و دولتی قابل تفکیک است در ایران اصل ۳۱ و ۴۳ قانون اساسی، داشتن سرپناه مناسب

و مطلوب را حق هر خانوار ایرانی می‌داند و عنوان می‌کند که مسکن مناسب صرفاً داشتن یک سرپناه نیست بلکه مسکن مناسب باید از لحاظ شرایط نورگیری، بهداشت محیط، استحکام سازه‌ها، اصول معماری و شهرسازی و ... در شرایط ایده‌آلی قرار داشته باشد تا بتواند به رشد و تعالی ارزش‌های انسانی و اجتماعی کمک کند (بیرانوند و همکاران، ۱۳۹۴).

در مورد ضرورت بخش مسکن در ایران می‌توان بیان کرد که این بخش همواره به عنوان یکی از معضلات مهم کشور ما مطرح بوده و به عنوان یک ضرورت در جامعه قابل توجه و اهمیت بوده و بسیار تعیین کننده است (پور محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). طرح مسکن مهر از جمله طرح‌های دولت نهم است که در سال ۱۳۸۶ به پیشنهاد دولت و با تصویب مجلس شورای اسلامی فعالیت خود را شروع کرد (حجازی، ۱۳۹۴). مطالعات و دستورالعمل‌های اجرایی تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی آن در سال ۱۳۸۷ تدوین و عملیات اجرایی آن نیز از سال ۱۳۸۸ آغاز شد. طرح مسکن مهر در شهر یزد هم‌زمان با سایر شهرها در سال ۱۳۸۶ آغاز شد (کمایی زاده، ۱۳۹۲). روند شکل‌گیری و ساخت مسکن مهر در شهر یزد دچار نارسایی‌ها و کاستی‌های فراوانی بوده است از این رو در این تحقیق به بررسی و اولویت‌بندی مشکلات تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد پرداخته است بنابراین مهم‌ترین سؤالات که در پی پاسخ به آن هستیم به شرح زیر است؟

- مهم‌ترین مشکلات تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد کدامند؟
- طبق مدل تحلیل عاملی اولویت‌بندی مشکلات تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد چگونه است؟

## داده‌ها و روش‌ها

این تحقیق از لحاظ هدف به صورت کاربردی و از دیدگاه روش اجرا، به صورت توصیفی - تحلیلی است. جمع‌آوری اطلاعات به دو صورت اسنادی (مقاله، کتاب، مجله، وب‌سایت‌های اینترنتی و...) و پیمایشی (پرسشنامه، مصاحبه و مشاهده) صورت گرفته است. پرسشنامه این تحقیق به صورت محقق ساخت بوده است که روایی آن توسط استاد راهنما و مشاور و همچنین تنی چند از اساتید گروه مدیریت ساخت دانشگاه مورد بررسی و تأیید شده است. پایای پرسشنامه نیز به کمک نرم‌افزار آماری spss و آزمون کرونباخ مورد سنجش قرار گرفته که نتیجه عدد ۰/۸۷ را نشان داد بنابراین با توجه به اینکه این عدد بیش از ۰/۷۵ می‌باشد پایایی پرسشنامه مذکور تأیید گردیده است. به کمک پیمایش‌های میدانی صورت گرفته در محل پروژه‌های مسکن مهر شهر یزد، مشاهدات عینی و همچنین مصاحبه نیمه متمرکز با ساکنان و متخصصین، برخی از مشکلات تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی پروژه‌ها شناسایی گردید و سپس با استفاده از مبانی نظری داخلی و خارجی و با بهره‌گیری از اصول آماری شاخص‌سازی و داده‌پردازی ترکیبی، تعداد ۴۶ متغیر انتخاب گردید. لازم به ذکر که در جهت ارزیابی میزان نظرات حجم نمونه در خصوص هر متغیر از طیف رتبه‌ای لیکرت استفاده شده است (جدول ۱). در ادامه برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های تحلیل عاملی با نرم‌افزارهای SPSS و Excel استفاده شده است.

جدول ۱- متغیرهای شناسایی شده برای اولویت‌بندی با روش تحلیل عاملی

شاخص	متغیر	مقیاس	منبع	واحد تحلیل (کد نرم‌افزاری) <sup>۱</sup>
تهیه و تصویب	(۱) عدم انتخاب مهندسین مشاور متخصص و ذیصلاح جهت تهیه طرح	رتبه‌ای	مشاهدات میدانی محقق، مصاحبه، نودزی، ۱۳۹۳، محسنی، ۱۳۹۱، مسجدی، ۱۳۹۲، عزیزی، ۱۳۹۰، پور محمدی و اسدی، ۱۳۹۴، آرشین و سرو، ۱۳۹۶، شیخ‌الاسلامی و پیری، ۱۳۹۶	V1
	(۲) عدم تعیین پیمانکاران متخصص و مجرب برای اجرای طرح‌ها تهیه شده	رتبه‌ای		V2
	(۳) مدت زمان اجرای پروژه	رتبه‌ای		V3
	(۴) عدم امکان‌سنجی و مکانیابی سایت‌ها	رتبه‌ای		V4
	(۵) عدم هماهنگی طرح‌های گودبرداری و اجرای پی ساختمان بر اساس مشخصات منطقه	رتبه‌ای		V5
	(۶) عدم طراحی سازه ساختمان بر اساس سیستم‌های نوین	رتبه‌ای		V6
	(۷) مساحت واحد مسکونی نامناسب	رتبه‌ای		V7
	(۸) الگوهای معماری داخلی نامطلوب	رتبه‌ای		V8
	(۹) فرم، نما و منظر ساختمان‌ها نامناسب	رتبه‌ای		V9
	(۱۰) طراحی مسیرهای تاسیساتی و تجهیزات نامناسب	رتبه‌ای		V10
	(۱۱) تعیین سیستم گرمایشی و سرمایشی ساختمان نامناسب	رتبه‌ای		V11
تهیه و تصویب	(۱۲) عدم توجه به عایق‌کاری کامل بنا شامل دیوارها، سرویس‌ها، سقف و ... در طرح‌های اجرایی	رتبه‌ای	بیرانوند و همکاران، ۱۳۹۴، بیدآبادیان و محمودزاده، ۱۳۹۴، شمن و همکاران؛ ۲۰۱۸، نورازبانه و همکاران ۲۰۱۸	V12
	(۱۳) عدم رعایت آیین‌نامه‌ها در ساخت	رتبه‌ای		V13
	(۱۴) عدم رعایت مباحث شهرسازی در ساخت بنا	رتبه‌ای		V14
	(۱۵) عدم طراحی سقف ساختمان‌ها بر اساس سیستم‌های نوین	رتبه‌ای		V15
	(۱۶) عدم توجه به کیفیت مصالح در طرح‌ها	رتبه‌ای		V16
	(۱۷) تراکم مسکونی و ساختمانی نامناسب	رتبه‌ای		V17
	(۱۸) سرانه پارکینگ و مشاعات نامناسب	رتبه‌ای		V18
	(۱۹) عدم هماهنگی طرح تاسیسات با معماری و سازه	رتبه‌ای		V19
	(۲۰) سرانه فضای فرهنگی و تفریحی نامناسب	رتبه‌ای		V20
	(۲۱) سرانه فضای تجاری نامناسب	رتبه‌ای		V21
	(۲۲) سرانه فضای اداری و آموزشی نامناسب	رتبه‌ای		V22
	(۲۳) سرانه فضای مذهبی نامناسب	رتبه‌ای		V23
	(۲۴) سرانه فضای درمانی نامناسب	رتبه‌ای		V24
	(۲۵) سرانه فضای سبز نامناسب	رتبه‌ای		V25
	(۲۶) عدم توجه به شاخص‌های اقلیم معماری در اجرا	رتبه‌ای		V26

<sup>۱</sup> - در جهت ورود متغیرها به نرم افزار، هر متغیر کد نویسی گردید که با علامت اختصاری (V) که بر گرفته از حرف اول کلمه متغیر به لاتین (variable) استفاده شده است.

V27		رتبه‌ای	۲۷) عدم توجه به طرح سیستم دفع فاضلاب و آب‌های سطحی	
V28	مشاهدات میدانی محقق، مصاحبه، مسجدی، ۱۳۹۲ قنبری و مظاهری، ۱۳۸۹ صبحیه و ردایی، ۱۳۹۴ رضائی و کمائی زاده، ۱۳۹۱	رتبه‌ای	۲۸) ابهام در اسم و مشخصات طرفین قرارداد اعم از حقیقی یا حقوقی	عقد قرارداد
V29		رتبه‌ای	۲۹) ابهام در پلاک و مشخصات ثبتی و نشانی وقوع ملک	
V30		رتبه‌ای	۳۰) ابهام در مشخصات فنی و معماری ساختمان	
V31		رتبه‌ای	۳۱) ابهام در مبلغ قرارداد و نحوه پرداخت	
V32		رتبه‌ای	۳۲) ابهام در تعیین تاریخ تحویل ملک	
V33		رتبه‌ای	۳۳) ابهام در تحویل و انتقال قطعی	
V34		رتبه‌ای	۳۴) ابهام در خسارات و قرارداد بیمه‌ای	
V35		رتبه‌ای	۳۵) ابهام در نحوه پرداخت مابه التفاوت قیمت‌ها	
V36		رتبه‌ای	۳۶) ابهام در ضمانت اجرای تعهدات	
V37		رتبه‌ای	۳۷) ابهام در قیمت تمام شده ساخت نسبت به پیش‌بینی	
V38	مشاهدات میدانی محقق، مصاحبه، کلانتری، ۱۳۹۲ قائمی، ۱۳۹۴ دائمی و بیگ زاده، ۱۳۹۶ خدایی و میره، ۱۳۹۰ آجیلیان ممتاز، ۱۳۹۱ ریسی نافچی و همکاران ۱۳۹۶	رتبه‌ای	۳۸) عدم تخصیص منابع اعتباری کافی بلندمدت و پایدار در بخش مسکن مهر	روش های تأمین مالی
V39		رتبه‌ای	۳۹) محدود بودن نظام بانکی و لیزینگ‌ها در اعطای تسهیلات رهنی در بخش مسکن مهر	
V40		رتبه‌ای	۴۰) عدم اتصال به منابع مالی بین‌المللی برای تأمین مالی در ساخت مسکن مهر	
V41		رتبه‌ای	۴۱) میزان دخالت دلالان و واسطه‌ها در اجرا و بهره‌برداری از طرح	
V42		رتبه‌ای	۴۲) عدم شکل‌گیری نهادها و طراحی ابزارهای نوین مالی برای گسترش حجم اعتبارات	
V43		رتبه‌ای	۴۳) ضعف نظام رتبه‌بندی و اعتبارسنجی مشتریان برای اعطای تسهیلات مسکن با شرایط متفاوت	
V44		رتبه‌ای	۴۴) عدم استفاده از ابزارهای مالی اسلامی مانند صکوک، مرابحه، استصناع و ...	
V45		رتبه‌ای	۴۵) بی‌رغبتی نظام بانکی به اعطای تسهیلات بلندمدت در بخش مسکن به لحاظ تورم و تلاطم نرخ تورم	
V46		رتبه‌ای	۴۶) عدم تخصیص سرانه اعتباری عمرانی مناسب در بخش مسکن مهر	

**تعیین حجم نمونه برای تحلیل عاملی:** تحلیل عاملی یکی از رویکردهای آماری با نمونه بزرگ است که باید تعداد آزمودنی‌ها بیشتر از متغیرها باشد (میرزاده، ۱۳۹۷). با توجه به توضیحاتی که ذکر آن‌ها رفت و با توجه به اینکه که جامعه‌ی آماری این تحقیق؛ مدیران و مسئولین اداره کل راه و شهرسازی، مدیران و مسئولین اداره کل بنیاد مسکن انقلاب اسلامی؛ مدیران و کارشناسان بانک مسکن؛ مدیران و کارشناسان

سازمان‌های تأمین‌کننده خدمات (آب، برق، مخابرات، فاضلاب و ...)؛ پژوهشگران عمران، معماری و شهرسازی و مهندسان و مشاورین مسکن بوده‌اند و این جامعه از حجم و وسعت جغرافیایی زیادی برخوردار بود؛ لذا ناگزیر، تعدادی از آن‌ها به عنوان نمونه انتخاب شده است در این تحقیق در جهت انتخاب نمونه تصمیم‌گیرنده از روش آماری کوکران استفاده می‌گردد. فرمول کلی تعیین حجم نمونه عبارت از:

رابطه (۱) فرمول تعیین حجم نمونه

$$n = \frac{z_{\frac{\alpha}{2}}^2 pq}{e^2}$$

n: حداقل حجم نمونه مورد نیاز

$$z_{\frac{\alpha}{2}}^2$$

مقدار متغیر استاندارد (که برای سطح اطمینان ۹۵٪ مقدار آن از جدول مربوطه برابر ۱.۹۶ به دست می‌آید) e: میزان خطایی که محقق در بررسی مرتکب می‌شود که در تحقیقات معمولاً بین ۰/۰۱ تا ۰/۱ انتخاب می‌شود که در این تحقیق مقدار آن مساوی با ۰/۰۸ در نظر گرفته شده است.

P: نسبت موفقیت بین افراد نمونه که به علت نامعلوم بودن مقدار ماکزیمم آن (۰/۵) استفاده شده است.

(P-1): نسبت عدم موفقیت بین افراد نمونه که به علت نامعلوم بودن مقدار ماکزیمم آن (۰/۵) استفاده شده است. استفاده از این روش باعث می‌شود تا نمونه انتخابی به اندازه کافی بزرگ باشد. با درج اعداد مربوطه در فرمول فوق، تعداد نمونه برابر ۱۵۰ به دست می‌آید.

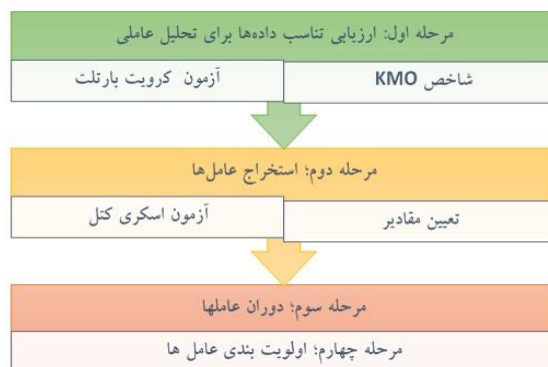
### نتایج و بحث

مفروض بنیادی در تکنیک تحلیل عاملی این است که عامل‌های زیربنایی متغیرها را می‌توان برای تبیین پدیده‌های پیچیده به کاربرد و همبستگی‌های مشاهده شده بین متغیرها حاصل اشتراک آن‌ها در این عامل‌هاست (پلنت، ۱۳۹۲). عامل، متغیر جدیدی است که از طریق ترکیب خطی نمره‌های اصلی متغیرهای مشاهده شده بر اساس رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

رابطه ۲) ترکیب خطی نمره‌های اصلی

$$F_j = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 + W_{j3}X_3 + \dots + W_{jP}X_P = \sum_{i=1}^P W_{ji}X_i$$

که در آن:  $W$  بیانگر ضرایب نمره عوامل و  $P$  معرف تعداد متغیرهاست. مبانی ریاضی تحلیل عاملی، برحسب مقدار و نوع واریانس هر متغیر  $X_i$  که توسط عامل‌های موجود در مدل توجیه می‌شود، متفاوت است (اصفهانی، ۱۳۹۶).



شکل ۱- مراحل انجام تحلیل عاملی

#### مرحله اول: ارزیابی تناسب داده‌ها برای تحلیل عاملی

برای ارزیابی توانایی عاملی داده‌ها دو شاخص آماری توسط SPSS ایجاد می‌شود:



**شاخص KMO:** شاخص کایزر، مایرالکین (KMO) مشخص می‌کند که آیا تحلیل عاملی بر روی داده‌های جمع‌آوری شده قابل اجرا می‌باشد، کایزر (۱۹۷۷) حداقل KMO را ۰,۶۰ تعیین می‌کند (احمدی کهنعلی، ۱۳۹۵). پردازش اطلاعات طبق جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که مقدار kmo در ۱۵۰ نمونه مورد پرسش در این تحقیق به مقدار ۰/۸۹۸ می‌باشد و از آنجایی که مقدار بدست آمده از ۰/۶۰۰ بیشتر است در نتیجه داده‌های مورد نظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند.

**آزمون کرویت بارتلت<sup>۱</sup>:** دومین آزمون تائیدی که می‌بایست قبل از اجرای دستور تحلیل عاملی به کار گرفته شود، آزمون کرویت بارتلت است (شهنوازی، ۱۳۹۶). تجزیه و تحلیل داده‌ها طبق جدول ۲ نشان می‌دهد که مقدار کرویت بارتلت برای این تحقیق به ۲۴۵۹/۰۴۱ می‌باشد که سطح معناداری نیز به مقدار ۰/۹۹ درصد است و از آنجایی که مقدار p از آلفای تحقیق بیشتر می‌باشد اولویت‌بندی مشکلات تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد مورد تائید است.

جدول ۲- مقدار KMO و آزمون بارتلت و سطح معنی‌داری

مجموعه مورد تحلیل	مقدار KMO	مقدار بارتلت	سطح معنی‌داری (Sig.)
مشکلات تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد	۰/۸۹۸	۲۴۵۹/۰۴۱	۰/۰۰۰

**مرحله دوم؛ استخراج عامل‌ها:** در این تحقیق در جهت استخراج عامل‌های اولویت‌بندی مشکلات تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد از روش تحلیل مؤلفه اصلی استفاده شده است. جدول زیر به ترتیب اشتراک اولیه و اشتراک استخراجی را نشان می‌دهد (میرزاده، ۱۳۹۷). در این تحقیق هیچ‌کدام یک از متغیرهای مقادیر اشتراک استخراجی شان کمتر از ۰/۵ نیست. جدول زیر نشان می‌دهد که بیشترین استخراج اولیه مرتبط عدم طراحی سازه ساختمان

<sup>1</sup> Bartlett Test of Sphericity

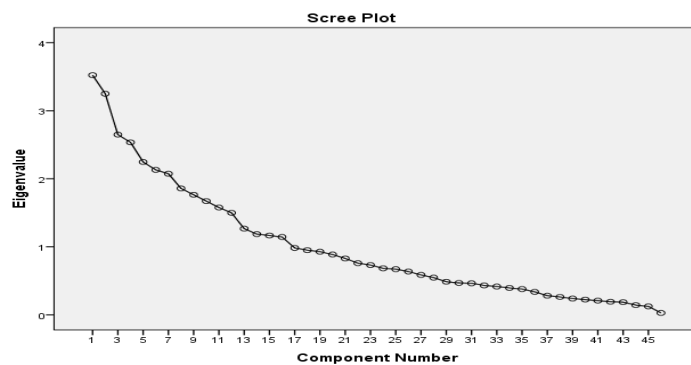
بر اساس سیستم های نوین با مقدار (۰/۹۳۳) می باشد که نشان دهنده ضعف در این قسمت است که حجم نمونه با آرای بالای خود خواستار تدوین برنامه های مناسب در این قسمت شده اند و اما در سوی دیگر عامل ابهام در پلاک و مشخصات ثبتی و نشانی وقوع ملک با مقدار (۰/۵۰۹) کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است که نشان دهنده ضعف اندک در این قسمت و مطلوب بودن از دیدگاه پرسش شونده‌گان است (جدول ۳).

جدول ۳- اشتراک استخراجی عامل‌ها

اشتراک	عامل (متغیر)	اشتراک	عامل (متغیر)
۰/۷۴۵	V24	۰/۶۳۱	V1
۰/۵۸۸	V25	۰/۷۱۷	V2
۰/۷۱۹	V26	۰/۷۸۷	V3
۰/۵۶۸	V27	۰/۶۶۶	V4
۰/۶۵۱	V28	۰/۷۲۲	V5
۰/۵۰۹	V29	۰/۹۳۳	V6
۰/۷۰۰	V30	۰/۷۴۹	V7
۰/۶۶۴	V31	۰/۶۷۹	V8
۰/۷۱۷	V32	۰/۷۶۹	V9
۰/۶۸۱	V33	۰/۶۲۹	V10
۰/۷۰۸	V34	۰/۶۶۵	V11
۰/۷۱۳	V35	۰/۶۲۱	V12
۰/۹۴۴	V36	۰/۴۷۵	V13
۰/۷۳۳	V37	۰/۶۶۵	V14
۰/۵۸۰	V38	۰/۶۶۳	V15
۰/۵۵۳	V39	۰/۶۲۲	V16
۰/۵۲۷	V40	۰/۷۴۳	V17
۰/۵۵۵	V41	۰/۶۴۸	V18
۰/۷۵۰	V42	۰/۶۹۸	V19
۰/۹۳۳	V43	۰/۶۸۴	V20
۰/۷۰۲	V44	۰/۵۸۱	V21
۰/۸۲۴	V45	۰/۸۳۲	V22
۰/۶۶۶	V46	۰/۷۶۳	V23

**تعیین مقادیر:** عمل استخراج عامل‌ها با استفاده از محتویات ماتریس همبستگی بین شاخص‌ها به دست می‌آید (شهنازی، ۱۳۹۶). در جدول (۴) ۳۱ عامل دارای مقدار ویژه بزرگ‌تر از ۱ هستند. این ۳۱ عامل می‌توانند تقریباً ۹۱/۶ درصد از تغییرپذیری (واریانس) متغیرها را توضیح دهند همان گونه که مشاهده می‌شود، در روش چرخش عوامل نیز درصد تجمعی تغییرات تا عامل ۱۶، ۶۸/۵ درصد است. همان‌طور که گفته شد، همگی این ۳۱ عامل از مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک برخوردارند، ولی اهمیت همگی آن‌ها برابر و به یک اندازه نیست.

**آزمون اسکری کتل:** نمایش تصویری و گرافیکی، مقادیر ویژه هر یک از متغیرها توسط نمودار اسکری نشان داده می‌شود. نمودار تصویر گرافیکی مقدار ویژه در هر یک از عامل‌های استخراجی شده است. مقدار واریانس توجیه شده (مقدار ویژه) با استخراج عامل‌های بعد از عامل سوم به سرعت افت می‌کند.



شکل ۲- تصویر گرافیکی مقدار ویژه

جدول ۴- عامل‌های استخراج شده، مقادیر ویژه و درصد تبیین واریانس آن‌ها از مجموعه شاخص‌ها

عوامل	مقادیر ویژه			تجمعی (درصد)	واریانس (درصد)	مجموع	عوامل
	تجمعی (درصد)	واریانس (درصد)	مجموع				
V1	۳/۵۲۴	۷/۶۶۰	۷.۶۶۰	۸۳/۲۴۵	۱/۴۸۶	۰/۶۸۳	V24
V2	۳/۲۵۰	۷/۰۶۵	۱۴.۷۲۵	۸۴/۷۰۵	۱/۴۶۰	۰/۶۷۱	V25
V3	۲/۶۴۹	۶/۷۵۸	۲۰.۴۶۸	۸۶/۰۷۹	۱/۳۸۴	۰/۶۳۷	V26
V4	۲/۵۲۶	۵/۵۱۲	۲۵.۹۹۵	۸۷/۳۶۴	۱/۲۷۵	۰/۵۸۷	V27
V5	۲/۲۴۷	۴/۸۸۴	۳۰.۸۷۹	۸۸/۵۸۳	۱/۱۸۹	۰/۵۴۷	V28
V6	۲/۱۳۰	۴/۶۳۱	۳۵.۵۱۱	۸۹/۶۱۰	۱/۰۵۷	۰/۴۸۶	V29
V7	۲/۰۴۷	۴/۵۰۹	۴۰.۲۰	۹۰/۶۲۸	۱/۰۱۸	۰/۴۶۹	V30
V8	۱/۸۵۸	۴/۰۳۹	۴۴.۰۵۹	۹۱/۶۳۶	۱/۰۰۷	۰/۴۶۳	V31
V9	۱/۷۴۶	۳/۸۳۶	۴۷.۸۹۵	۹۲/۵۷۵	۰/۹۳۹	۰/۴۲۳	V32
V10	۱/۶۷۲	۳/۶۳۴	۵۱.۵۲۵	۹۳/۴۷۸	۰/۹۰۴	۰/۴۱۶	V33
V11	۱/۵۷۷	۳/۴۲۸	۵۴.۹۵۷	۹۴/۳۳۷	۰/۸۹۵	۰/۳۹۵	V34
V12	۱/۴۹۹	۳/۲۵۹	۵۸.۲۱۶	۹۵/۱۶۱	۰/۸۵۱	۰/۳۷۹	V35
V13	۱/۲۶۷	۲/۷۵۴	۶۰.۹۶۹	۹۵/۸۹۵	۰/۷۳۴	۰/۳۳۷	V36
V14	۱/۱۸۶	۲/۵۷۹	۶۳.۵۴۸	۹۶/۵۰۵	۰/۶۵۲	۰/۲۸۱	V37
V15	۱/۱۶۶	۲/۵۳۵	۶۶.۰۸۳	۹۷/۰۷۶	۰/۵۷۱	۰/۲۶۳	V38
V16	۱/۱۴۴	۲/۴۸۸	۶۸.۵۷۱	۹۷/۵۹۶	۰/۵۲۰	۰/۲۳۹	V39
V17	۰/۹۸۶	۲/۱۳۷	۷۰.۷۰۸	۹۸/۰۸۳	۰/۴۸۶	۰/۲۲۴	V40
V18	۰/۹۵۰	۲/۰۶۶	۷۲.۷۷۴	۹۸/۵۳۶	۰/۴۵۳	۰/۲۰۸	V41
V19	۰/۹۲۸	۲/۰۱۷	۷۴.۷۹۱	۹۸/۹۵۳	۰/۴۱۸	۰/۱۹۲	V42
V20	۰/۸۸۷	۱/۹۲۷	۷۶.۷۱۹	۹۹/۳۵۹	۰/۴۰۵	۰/۱۸۶	V43
V21	۰/۸۲۸	۱/۸۰۱	۷۸.۵۱۹	۹۹/۶۷۰	۰/۳۱۱	۰/۱۴۳	V44
V22	۰/۷۵۹	۱/۶۵۰	۸۰.۱۷۰	۹۹/۹۴۰	۰/۲۷۰	۰/۱۲۴	V45
V23	۰/۷۳۱	۱/۵۹۰	۸۱.۷۵۹	۱۰۰	۰/۰۶۰	۰/۱۰۴	V46

مرحله سوم؛ دوران عامل‌ها: از بین مجموعه روش‌های چرخش معروف‌ترین و پرکاربردترین روش، چرخش واریماکس می‌باشد (مهدوی، ۱۳۹۳). حاصل عمل چرخش، ماتریسی از عوامل دوران یافته است که در آن برای هر عامل، وزن متغیرهای مختلف مشخص بوده که بر اساس آن هر عامل به متغیرهای خاص مرتبط می‌شود (رابرت، ۱۳۹۴). بعد از دوران عامل‌ها، درصد واریانس که توسط هر عامل تعیین می‌گردد تغییر می‌کند، اما درصد تجمعی کل واریانس ثابت می‌ماند. جدول ۵ مقادیر عامل‌های استخراجی برای هریک از متغیرها را بعد از عمل دوران نشان می‌دهد.

جدول ۵- بارگذاری عامل‌های استخراجی از شاخص‌ها (ماتریس عوامل دوران یافته)

مقدار استخراجی دورانی	عامل (متغیر)	مقدار استخراجی دورانی	عامل (متغیر)	مقدار استخراجی دورانی	عامل (متغیر)
-۰/۵۴۰	V33	۰/۲۶۴	V17	۰/۰۶۲	V1
-۰/۸۳	V34	۰/۱۸۴	V18	۰/۳۵۳	V2
۰/۱۸۶	V35	۰/۴۷۹	V19	۰/۴۰۶	V3
۰/۱۰۹	V36	۰/۲۵۹	V20	۰/۴۷۹	V4
-۰/۱۰۱	V37	۰/۴۸۰	V21	۰/۳۶۷	V5
۰/۱۲۳	V38	۰/۵۵۹	V22	۰/۲۶۷	V6
۰/۰۶۳	V39	۰/۵۹۴	V23	۰/۴۵۱	V7
۰/۱۵۹	V40	۰/۵۸۴	V24	۰/۴۸۱	V8
-۰/۴۲	V41	۰/۲۰۸	V25	۰/۲۰۷	V9
-۰/۱۵	V42	-۰/۱۳۰	V26	۰/۲۷۰	V10
۰/۱۱۷	V43	۰/۰۰۵	V27	۰/۳۴۴	V11
-۰/۲۰۴	V44	۰/۰۷۸	V28	۰/۲۸۵	V12
۰/۰۵۸	V45	۰/۱۰۷	V29	۰/۰۵۱	V13
۰/۰۹۲	V46	۰/۲۲۷	V30	۰/۰۵۶	V14
-	-	-۰/۱۴۱	V31	۰/۲۲۶	V15
-	-	-۰/۱۲۱	V32	۰/۰۵۶	V16

مرحله چهارم: اولویت‌بندی عامل‌ها: یکی از مشکل‌ترین و در عین حال مهم‌ترین مراحل تحلیل عوامل، اولویت‌بندی عامل‌های استخراجی است (اصفهان‌نی، ۱۳۹۶). خروجی جدول زیر ماتریس چرخیده شده اجرا را نشان می‌دهد که شامل بارهای عاملی هریک از متغیرهای است که در ۵ عامل اولویت‌بندی شده‌اند؛ بنابراین هرچه قدر مقدار قدر مطلق ضرایب متغیرها بیشتر باشد متغیر مربوطه نقش بیشتری در کل تغییرات (واریانس) متغیرها دارد و در اولویت برتری قرار می‌گیرد با توجه به خروجی جدول ۶، اولویت‌بندی متغیرها جهت اجرا، اقدام و عمل برای بر طرف مشکلات پروژه‌ها مسکن مهر شهر یزد با توجه به مقادیر اشتراکی استخراجی بزرگتر از ۰/۵ در هر گروه، به شرح جدول زیر می‌باشد؛

## جدول ۶- اولویت بندی عامل‌ها

➤ اولویت‌های اول؛	
۱)	عدم هماهنگی طرح‌های گودبرداری و اجرای پی ساختمان بر اساس مشخصات منطقه (۰/۸۸۴)
۲)	ابهام در مشخصات فنی و معماری ساختمان (۰/۷۷۱)
۳)	مدت زمان اجرای پروژه (۰/۷۹۶)
۴)	عدم تعیین پیمانکاران متخصص و مجرب برای اجرای طرح‌ها تهیه شده (۰/۶۳۵)
۵)	عدم امکان‌سنجی و مکانیابی سایت‌ها (۰/۶۲۳)
۶)	تراکم مسکونی و ساختمانی نامناسب (۰/۶۱۴)
۷)	میزان دخالت دلالت و واسطه‌ها در اجرا و بهره‌برداری از طرح (۰/۶۰۷)
۸)	بی‌رغبتی نظام بانکی به اعطای تسهیلات بلندمدت در بخش مسکن به لحاظ تورم و تلاطم نرخ تورم (۰/۵۸۶)
۹)	سرانه فضای درمانی نامناسب (۰/۵۶۵)
۱۰)	ابهام در قیمت تمام شده ساخت نسبت به پیش‌بینی (۰/۵۴۰)
➤ اولویت‌های دوم؛	
۱)	سرانه فضای مذهبی نامناسب (۰/۸۳۷)
۲)	محدود بودن نظام بانکی و لیزینگ‌ها در اعطای تسهیلات رهنی در بخش مسکن مهر (۰/۷۸۱)
۳)	سرانه فضای اداری و آموزشی نامناسب (۰/۷۶۳)
۴)	سرانه فضای فرهنگی و تفریحی نامناسب (۰/۶۸۷)
۵)	تعیین سیستم گرمایشی و سرمایشی ساختمان نامناسب (۰/۶۷۷)
۶)	ابهام در مبلغ قرارداد و نحوه پرداخت (۰/۶۴۳)
۷)	ابهام در نحوه پرداخت مابه‌التفاوت قیمت‌ها (۰/۶۲۸)
۸)	سرانه فضای سبز نامناسب (۰/۶۱۷)
۹)	عدم انتخاب مهندسین مشاور متخصص و ذیصلاح جهت تهیه طرح (۰/۶۱۲)
➤ اولویت‌های سوم؛	
۱)	الگوهای معماری داخلی نامطلوب (۰/۷۶۷)
۲)	عدم تخصیص منابع اعتباری کافی بلندمدت و پایدار در بخش مسکن مهر (۰/۶۸۲)
۳)	عدم طراحی سقف ساختمان‌ها براساس سیستم های نوین (۰/۶۳۸)
۴)	فرم، نما و منظر ساختمان‌ها نامناسب (۰/۶۲۳)
۵)	ضعف نظام رتبه‌بندی و اعتبارسنجی مشتریان برای اعطای تسهیلات مسکن با شرایط متفاوت (۰/۶۱۹)

۶	عدم توجه به عایق‌کاری کامل بنا شامل دیوارها، سرویس‌ها، سقف و ... در طرح‌های اجرایی (۰/۵۳۸)
۷	ابهام در تحویل و انتقال قطعی (۰/۵۲۹)
۸	ابهام در خسارات و قرارداد بیمه‌ای (۰/۵۱۴)
۹	عدم تخصیص سرانه اعتباری عمرانی مناسب در بخش مسکن مهر (۰/۵۰۵)
<b>➤ اولویت‌های چهارم؛</b>	
۱	عدم طراحی سازه ساختمان بر اساس سیستم های نوین (۰/۸۶۲)
۲	عدم رعایت مباحث شهرسازی در ساخت بنا (۰/۷۷۲)
۳	ابهام در ضمانت اجرای تعهدات (۰/۶۶۷)
۴	عدم توجه به کیفیت مصالح در طرح‌ها (۰/۶۵۱)
۵	ابهام در تعیین تاریخ تحویل ملک (۰/۶۲۴)
۶	عدم اتصال به منابع مالی بین‌المللی برای تأمین مالی در ساخت مسکن مهر (۰/۵۷۱)
۷	عدم هماهنگی طرح تاسیسات با معماری و سازه (۰/۵۵۷)
۸	عدم استفاده از ابزارهای مالی اسلامی مانند صکوک، مرابحه، استصناع و ... (۰/۵۴۰)
<b>➤ اولویت‌های پنجم؛</b>	
۱	مساحت واحد مسکونی نامناسب (۰/۷۵۷)
۲	عدم شکل‌گیری نهادها و طراحی ابزارهای نوین مالی برای گسترش حجم اعتبارات (۰/۶۷۳)
۳	عدم رعایت آیین‌نامه‌ها در ساخت (۰/۶۴۰)
۴	ابهام در پلاک و مشخصات ثبتی و نشانی وقوع ملک (۰/۶۳۲)
۵	عدم توجه به طرح سیستم دفع فاضلاب و آب‌های سطحی (۰/۶۱۳)
۶	عدم توجه به شاخص‌های اقلیم معماری در اجرا (۰/۵۵۳)
۷	سرانه پارکینگ و مشاعات نامناسب (۰/۵۴۹)
۸	سرانه فضای تجاری نامناسب (۰/۵۱۸)

### نتیجه‌گیری

در مطالعه طرح جامع که سند راهبردی و اجرایی آن در سال ۱۳۸۵ تدوین و نهایی شد، ۵۵ برنامه در قالب ۹ محور پیش‌بینی شده بود که یکی از برنامه‌های آن در محور مسکن گروه‌های کم درآمد، برنامه‌ی واگذاری حق بهره‌برداری از زمین موسوم به

مسکن مهر بود. مسکن مهر به منظور ایجاد زمینه و بسترسازی برای تأمین مسکن مناسب برای آحاد ملت و به‌ویژه اقشار کم درآمد، تقویت نقش حکمیتی دولت در امر تأمین مسکن و در راستای حصول به عدالت اجتماعی و توانمندسازی گروه‌های کم درآمد با رویکرد تقویت تعاونی‌های مسکن، خیرین مسکن‌ساز و نهادهای حمایتی، حصول مدیریت یکپارچه و منسجم، کاهش سهم زمین در قیمت تمام شده‌ی واحد مسکونی و حمایت و هدایت انبوه‌سازی و... تدوین گردید. با گذشت چندین سال از اجرای این برنامه عمرانی کشور در زمینه تأمین مسکن، مشکلات آن در هر مرحله به وضوح مشخص شده است. از اینرو در این تحقیق به شناسایی مشکلات تهیه و تصویب طرح، عقد قرارداد و نحوه تأمین مالی پروژه‌های مسکن مهر در شهر یزد پرداخته شد و اطلاعات به دست آمده با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی، مورد پردازش در ۵ گروه مجزا اولویت‌بندی گردید تا سازمان‌ها متولی امر، در جهت برطرف مشکلات، این اولویت‌بندی را ملاک عمل قرار دهند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های تحلیل عاملی نشان می‌دهد که در اولویت‌بندی مرحله اول، شش متغیر تهیه و تصویب طرح، دو متغیر عقد قرارداد و دو متغیر روش تأمین مالی وجود دارد مهمترین متغیر در این قسمت، عدم هماهنگی طرح‌های گودبرداری و اجرای پی ساختمان بر اساس مشخصات منطقه با بار عاملی (۰/۸۸۴) بوده از اینرو ضمن توجه به این متغیر، میبایست در زمان اجرای پروژه‌ها هماهنگی طرح‌های گودبرداری و اجرای پی ساختمان بر اساس مشخصات منطقه از لحاظ جغرافیایی، زمین شناسی... مد نظر قرار گیرد. در اولویت‌بندی مرحله دوم، شش متغیر تهیه و تصویب طرح، دو متغیر عقد قرارداد و یک متغیر روش تأمین مالی وجود دارد مهمترین متغیر در این قسمت، سرانه فضای مذهبی نامناسب (۰/۸۳۷) بوده از اینرو پیشنهاد میگردد در طرح‌های تفضیلی و آماده سازی اراضی سرانه مکان‌ها مذهبی با در نظر گرفتن شعاع عملکرد آن‌ها مد نظر قرار گیرد. در اولویت‌بندی مرحله سوم، چهار متغیر تهیه و تصویب طرح، سه متغیر عقد قرارداد و دو متغیر روش تأمین مالی وجود



دارد مهمترین متغیر در این قسمت، الگوهای معماری داخلی نامطلوب (۰/۷۶۷) بوده از اینرو پیشنهاد میگردد طراحان و مشاورین الگوها معماری داخلی در هنگام طراحی به سلیقه و نیازهای ذینفعان توجه بیشتری نمایند. در اولویت‌بندی مرحله چهارم، چهار متغیر تهیه و تصویب طرح، دو متغیر عقد قرارداد و سه متغیر روش تأمین مالی وجود دارد. مهمترین متغیر در این قسمت، عدم طراحی سازه ساختمان بر اساس سیستم‌های نوین (۰/۸۶۲) می‌باشد بنابراین می‌بایست کارفرماها و پیمانکاران ضمن استفاده از سیستم‌های نوین ساخت، وضعیت نگهداری و نظارت عالی بر استفاده بهینه از این سیستم‌ها را نیز کنترل کنند. در اولویت‌بندی مرحله پنجم، شش متغیر تهیه و تصویب طرح، یک متغیر عقد قرارداد و یک متغیر روش تأمین مالی وجود دارد. مهمترین متغیر در این قسمت، مساحت واحد مسکونی نامناسب (۰/۷۵۷) بوده از اینرو پیشنهاد میگردد طراحان و مشاورین، سرانه واحدهای مسکونی را با توجه به شرایط اقتصادی و اجتماعی مشتریان بهبود بخشند و مساحت مطلوب و بهینه را در جهت استفاده مد نظر قرار دهند.

## منابع

- آجیلیان ممتاز، شیوا (۱۳۹۱) روش‌های تأمین مالی پروژه‌های مسکن اقشار کم درآمد، همایش ملی عمران و توسعه پایدار، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران.
- آرشین، مهسا و سرو، رحیم (۱۳۹۶)، ارزیابی سیاست‌های اجرایی دولت در تأمین مسکن گروه‌های کم درآمد شهری مطالعه موردی: کلان شهر مشهد.
- اصفهان‌آمین (۱۳۹۶) طرح آزمایش‌های کاربردی با SPSS، انتشارات دیباگران تهران.
- احمدی کهنعلی رضا (۱۳۹۵) راهنمای کاربردی روش تحقیق و تحلیل داده‌ها با SPSS، انتشارات دانشگاه هرمزگان.

بیدآبادیان، هادی، محمودزاده، امیر (۱۳۹۴) آسیب شناسی اقتصادی و اجتماعی طرح مسکن مهر، کنفرانس بین المللی انسان، معماری، عمران و شهر، تبریز. بیرانوند، مهسا، ربیعی، علی و حمیدی، مهدی (۱۳۹۴) بررسی نقاط قوت و ضعف واگذاری مسکن مهر از جنبه دسترسی به اهداف اقتصادی و اجتماعی مورد، شهرستان خرم آباد، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت، کارآفرینی و توسعه اقتصادی.

پور محمدی، محمدرضا و اسدی، احمد (۱۳۹۴)، ارزیابی پروژه‌های مسکن مهر شهر زنجان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال چهاردهم، شماره ۳۳، تابستان ۹۴.

حبیب‌پورگتایی، کرم و صفری‌شالی، رضا (۱۳۹۴)، راهنمای جامع کاربرد SPSS در تحقیقات پیمایشی (تحلیل داده‌های کمی). تهران: انتشارات لویه. چاپ اول. حجازی سید جعفر (۱۳۹۴) ارزیابی وضعیت طرح مسکن مهر از دیدگاه ساکنان (مطالعه موردی: مسکن مهر شهر ماهشهر)، فصلنامه توسعه اجتماعی (توسعه انسانی سابق)، دوره ۹، شماره ۲.

خدایی، زهرا و میره، محمد، (۱۳۹۰) مروری بر تجارب جهانی در زمینه تأمین مسکن گروه‌های کم درآمد شهری. اولین کنفرانس اقتصاد شهری ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.

خلیلی، احمد، نورالهی، حانیه، رشیدی نعیمه، رحمانی، مریم (۱۳۹۳)، شیوه‌های تأمین مسکن برای افراد کم درآمد شهری، نشریه مسکن و انقلاب، (پاییز و زمستان)، شماره ۹۵ و ۹۶. تهران.

رابرت هو (۱۳۹۴) تحلیل داده‌های تک متغیره و چند متغیره و تفسیر آن‌ها با SPSS، انتشارات دانشگاه تبریز.

دائمی فرشته و بیگ زاده یوسف (۱۳۹۶) بررسی عوامل مؤثر بر مطالبات معوق مسکن مهر، دومین کنفرانس بین‌المللی انسجام مدیریت و اقتصاد در توسعه ایران - تهران، مرداد ماه ۱۳۹۶.

رضائی، محمدرضا؛ کمائی زاده، یعقوب (۱۳۹۱). ارزیابی میزان رضایت مندی ساکنان از مجتمع‌های مسکن مهر. مطالعه موردی سایت مسکن مهر فاطمیه شهر یزد. فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات شهری.

ریسی نافیچی، مسعود؛ بیژن دادرس و داوود مهدوی (۱۳۹۶)، بررسی سیاست‌های مسکن ارزان در ایران مطالعه موردی مسکن مهر شهرکرد، دومین کنگره سراسری تحول و نوآوری در علوم انسانی، شیراز، موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی.

شیخ الاسلامی، علیرضا و فاطمه پیری (۱۳۹۶)، سنجش میزان رضایت ساکنین از شاخص‌های کمی و کیفی مسکن مهر نمونه موری: مسکن مهر شهر خرم‌آباد، سومین کنفرانس سالانه بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی، شیراز، موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی.

شهنوازی علی (۱۳۹۶) کتاب ۱۲۰ نکته برای تحلیل آماری با SPSS، انتشارات کتاب سبز.

صبحیه محمد حسین و ردایی امیر (۱۳۹۴) وضعیت تحقق اهداف و برناه‌های طرح مسکن مهر در بخش انبوه‌سازی پروژه یازده هزار واحدی مسکن مهر ماهدشت، مجله باغ نظر.

عزیزی، محمد مهدی. (۱۳۹۰)، تحلیلی بر جایگاه و دگرگونی شاخص‌های مسکن شهری در ایران، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۲۳، ۲۵-۳۴.

قائمی نیک علی نقی (۱۳۹۴) بررسی برخی از روش‌های تأمین مالی طرح‌ها و پروژه‌های شهری با تأکید بر روش سهام پروژه و بررسی نمونه موردی سهام پروژه مجد مشهد، مجله هفت شهر.

قنبری، ابوالفضل و مظاهری، محمد (۱۳۸۹)، ارزیابی سیاست‌های کلان مسکن در برنامه‌های قبل و بعد از انقلاب اسلامی ایران، مجله مسکن و محیط روستا، شماره ۱۳۲.

کشاوری نژاد، حسین (۱۳۹۶)، بررسی مشکلات و کمبودهای فعلی طرح مسکن مهر مطالعه موردی: شهرستان شاهرود، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و حسابداری، تهران، موسسه آموزش عالی صالحان.

کلانتری محسن و زمانی محسن (۱۳۹۲)، بررسی و اصلاح ساختار مالیات در بخش مسکن، طرح جامع مسکن، وزرات راه و شهرسازی.

کمایی زاده، یعقوب (۱۳۹۲)، ارزیابی تناسب مکانی فضایی طرح مسکن مهر در شهر یزد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد.

مسجدی نوید (۱۳۹۲) ارزیابی عملکرد مسکن مهر از برنامه تا اجرا، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.

محسنی حسین (۱۳۹۱) آسیب‌شناسی پروژه‌های مسکن مهر با تاکید بر فضاهای جمعی و عابر پیاده (مطالعه موردی مسکن مهر قزوین)، اولین کنفرانس ملی بنای ماندگار، مشهد.

مهدوی محسن اخوان، (۱۳۹۳)، آزمون فرضیه با نرم‌افزار SPSS، انتشارات جامعه شناسان.

مهرافزون، محمد (۱۳۹۵)، تبیین بررسی طرح توسعه پروژه مسکن مهر (مطالعه موردی شهر بروجرد)، فصلنامه علمی و پژوهشی مطالعات شهری، شماره پنجم.

میرزاده محمدرضا (۱۳۹۷)، تجزیه و تحلیل آماری با نرم‌افزار SPSS، انتشارات تایماز.

Human Rights Council Thirty-seventh session (2018), Report of the Special Rapporteur on adequate housing as a component of the right to an adequate standard of living, and on the right to non-discrimination in this context, General Assembly United Nations.

Noraziah Wahi, Rosli Mohamad Zin, Vikneswaran Munikanan, Ismail Mohamad, Syahrizan Junaini (2018) Problems and Issues of High Rise Low Cost Housing in Malaysia IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 341 (2018) 012027 doi:10.1088/1757-899X/341/1/012027.

Shahriar Shams, M. Mahruf C. Shohel and Amimul Ahsan (2018), Housing Problems for Middle and Low Income People in Bangladesh Challenges of Dhaka Megacity, Environment and Urbanization AsIA, DOI: 10.1177/0975425314521538 <http://eua.sagepub.com>.

Tatenda Manomano, Pius Tangwe Tanga and Perpetua Tanyi (2018), Housing Problems and Programs in South Africa: A Literature Review, See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/303609326>.

### مقاله پژوهشی

## بررسی راهبردهای تأثیرات متقابل معدن چادرملو بر سکونتگاه‌های پیرامون (مطالعه موردی شهرستان بهاباد)

سید محمود میرابوالقاسمی بهابادی<sup>۱</sup>، دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، مدرس دانشگاه فرهنگیان  
یزد، یزد، ایران

### چکیده

توسعه معدنی- صنعتی در ایران مرکزی به‌منابه قوه محرکه توسعه و رشد همه‌جانبه بخش‌های اقتصاد منطقه‌ای و ملی از سال‌های گذشته برگزیده شده است؛ درحالی که در گام‌های نخستین به ویژگی‌های محیط شکننده و آسیب‌پذیر این منطقه کمتر توجه شد و آینده‌نگری ارزیابی اثرات این الگوی توسعه و پروژه‌ها به مسئله‌ای مغفول بدل شد. در همین راستا پژوهش حاضر با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی راهبردی، به دنبال جست‌وجوی راهبردهای متناسب برای کاهش اثرات منفی این الگوی توسعه و پروژه‌ها می‌باشد. این پژوهش از منظر ماهیت در رده پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ای و از منظر روش در رده پژوهش‌های توصیفی- تحلیلی قرار دارد که با استفاده از مدل SWOT و QSPM به برنامه‌ریزی راهبردی اثرات مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد مبادرت نموده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد از منظر برنامه‌ریزی راهبردی، محدوده پژوهش در موقعیت تهاجمی قرار دارد. در این موقعیت با اجرای راهبردهای متناسب باید کوشش شود با استفاده از نقاط قوت از فرصت‌های خارجی بهره‌برداری کند. در همین راستا راهبرد مناسب در زمینه توسعه پایدار در منطقه، بهره‌گیری از طرح‌های اشتغال‌زا و استفاده از توان و پتانسیل مجتمع چادرملو با تکیه بر نیروهای بومی و افراد آسیب‌دیده بر اثر خشکسالی می‌باشد که در کنار راهبردهای مکمل و تکمیلی می‌تواند توسعه‌ای مناسب را در پی داشته باشد.

کلمات کلیدی: توسعه معدنی- صنعتی، ارزیابی اثرات، برنامه‌ریزی راهبردی، بهاباد، SWOT-QSPM.

## مقدمه

وجود تعامل، هماهنگی و نظم مورد نیاز در میان عناصر طبیعی یکی از عوامل کلیدی و بسیار مهم در اکوسیستم‌ها به‌شمار می‌رود و در صورتی که این نظم تحت شرایطی به هم بخورد و یا مختل گردد، زیست موجودات و از جمله انسان با مخاطره روبرو خواهد شد (Canter, 2004: 9). از سال‌ها قبل و به‌ویژه پس از انقلاب صنعتی عواملی مانند فعالیت‌های صنعتی و اقتصادی، رشد جمعیت و عدم هماهنگی در کشورهای مختلف جهان برای به‌دست آوردن مزیت‌های بهینه از منابع طبیعی در دسترس خود، تعامل این اکوسیستم را برهم زد و انسان را با مسائل مختلفی که از آن منشعب شده بود، به زحمت انداخت. در همین راستا ارزیابی اثرات محیطی فعالیت‌ها بر محیط زیست و سلامت اکوسیستم‌های مؤثر بر زیست انسان، در ابعاد فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی برای سنجش و جلوگیری از برهم خوردن نظم و تعادل میان عناصر اکوسیستم در عرصه پژوهشی و اجرایی مطرح شد و گسترش یافت (Nouri et al, 2007: 121). ارزیابی اثرات محیطی فرآیندی است که به برنامه‌ریزی توسعه پایدار کمک می‌کند و به مثابه بنیاد و پایه‌هایی برای طرح‌ها و پروژه‌های موجود به‌شمار می‌رود (O'Faircheallaigh, 2010: 21).

ورود یک صنعت مدرن در منطقه‌ای که محیط بکر و بافت منسجی دارد، به‌مثابه یک پدیده نوظهوری است که می‌تواند ساختار متفاوتی را ایجاد کند و بسیاری از تعادل‌های حیاتی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی منطقه را که در گذشته به‌واسطه استمرار زمانی ایجاد شده بود، برهم می‌زند (مختاری ملک‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۴: ۳) و در کلیه زمینه‌ها مشکل‌ساز می‌شود، هرچند امروزه به دلیل گسترش ارتباطات، تقریباً دیگر مکانی از تحولات دور نمانده است (معیدفر، ۱۳۸۹: ۶۹). در همین راستا ارزیابی اثرات زیست محیطی یک دیدگاه تلفیقی عملیاتی شده و اجرایی در جهت توسعه پایدار می‌باشد، دیدگاهی که نظامی به هم پیوسته را دایر بر این که همه چیز در محیط زیست و با محیط زیست به پایداری می‌رسد مد نظر قرار می‌دهد (دبیری و کیانی، ۱۳۸۶: ۹۶).

با توجه به مطرح شدن تهیه استراتژی توسعه صنعتی و معدنی به عنوان یکی از مهمترین اهداف توسعه صنعتی در برنامه پنجم توسعه، نهایتاً در فرودین سال ۱۳۹۲ از سند راهبردی صنعت، معدن و تجارت کشور رونمایی گردید. اگرچه کشور ایران جزء کشورهای پیشرو در امر تدوین برنامه‌های توسعه بوده است و صنعت و توسعه صنعتی در آن نیز پیش از بسیاری از کشورهای توسعه یافته فعلی شروع گردیده است، ولیکن نبود و یا کمبود پیش نیازهای نهادی توسعه صنعتی در ایران در ابتدای شکل‌گیری چنین فرایندی، که خود منجر به حادث گردیدن قریب به اتفاق دگرگونی‌های صنعت و توسعه صنعتی توسط دولت و سیطره بیش از حد دولت بر صنایع از یک‌سو و ناکارآمدی غالب ساختارها و کنش‌گران دولتی در هدایت صحیح توسعه صنعتی از سوی دیگر، باعث گردیده است (شریف‌زادگان و نورایی، ۱۳۹۴: ۶۱). چارچوب و رویکرد، ارزیابی اثرات زیست محیطی و اجتماعی به عنوان یک ابزار و روش امیدوارکننده براساس یک ارزیابی یکپارچه و جامع از تأثیر چندجانبه پروژه‌ها، برنامه‌ها، سیاست‌ها مطرح شد (Dendena & Corsi, 2015: 965). اما ارزیابی اثرات زیست محیطی در فرآیند تکوین خود به‌طور گسترده‌ای مورد انتقاد قرار گرفته و با هدف رسیدگی به مسائل اصلی و کاربردی آن تعدیل‌ها و بهبودهایی پیدا کرده است (Weston, 2010: 358). حال اگر این ارزیابی اثرات با بهره‌گیری از برنامه‌ریزی راهبردی انجام گیرد، کارایی آن در راستای توسعه منطقه‌ای بیشتر و بهتر خواهد شد. برنامه‌ریزی راهبردی از مناسب‌ترین شقوق برنامه‌ریزی است که برای دستیابی به اهداف و چشم‌اندازهای ترسیم‌شده در دیدگاه‌های آینده‌نگر به‌شمار می‌رود و عموماً به‌مثابه وسیله‌ای برای توسعه ناحیه‌ای و منطقه‌ای از سوی کاربران عمومی و یا سیاست‌مداران به‌کار گرفته می‌شود (Terrados & Almonacid, 2007: 1276). در واقع این نوع برنامه‌ریزی یکی از راه‌های مهم حمایتی برای تصمیم‌گیری در تحلیل جامع عوامل داخلی و خارجی در یک منطقه مورد مطالعه می‌باشد که مبنای آن بهره‌گیری از نقاط قوت و فرصت، تهدیدها و ضعف‌ها را به حداقل می‌رساند.



ناحیه ایران مرکزی یکی از نواحی است که پتانسیل توسعه صنعتی در آن بالا است اما علی‌رغم وجود منابع و پتانسیل‌های صنعتی، محیط بسیار شکننده‌ای دارد که اگر سیاست‌های و راهبردهای بهره‌گیری از این پتانسیل‌ها به‌درستی اجرا نگردد، می‌تواند اثرات زیانباری را برای محیط و انسان‌های ساکن در آن به‌همراه داشته باشد. شهرستان بهاباد و بزرگترین معدن سنگ آهن کشور نیز در محیطی با همین ویژگی‌ها قرار دارند که مستلزم برنامه‌ریزی صحیح و با رعایت الزامات و بایسته‌های اثرات محیطی می‌باشد. در همین راستا پژوهش حاضر با شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای الگوی صنعتی - معدنی در ایران مرکزی به دنبال پاسخگویی به پرسش‌های زیر است تا بر مبنای این توانمندی‌ها راهبردهای توسعه معدنی - صنعتی در ایران مرکزی و به‌طور ویژه شهرستان بهاباد را معرفی نماید.

- وضعیت و جایگاه شهرستان بهاباد در فرآیند توسعه صنعتی - معدنی با توجه به مدل سوات در چه موقعیتی قرار دارد؟  
- راهبردهای مهم و الویت‌دار جهت توسعه پایدار الگوی صنعتی - معدنی در شهرستان بهاباد کدامند؟

### داده‌ها و روش‌ها

پژوهش حاضر به لحاظ هدف از نوع تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای و به لحاظ روش از نوع توصیفی تحلیلی است. هدف تحقیق، بررسی و تحلیل تاثیرات متقابل معدن چادرملو بر شهرستان بهاباد است که پس از شرح و بیان مسئله، ضمن مروری بر منابع کتابخانه‌ای با روش اسنادی، تکمیل پرسشنامه سنجش نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای اثرگذاری مجتمع چادرملو بر شهرستان بهاباد تدوین و سپس از کارشناسان ادارات مرتبط با موضوع (شامل آب منطقه‌ای، معدن چادرملو، فرمانداری، جهاد کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست، شهرداری و...) تکمیل شد. بنابراین جامعه آماری شامل کارشناسان، خبرگان نهادها، سازمان‌ها و ادارات مرتبط با موضوع تحقیق

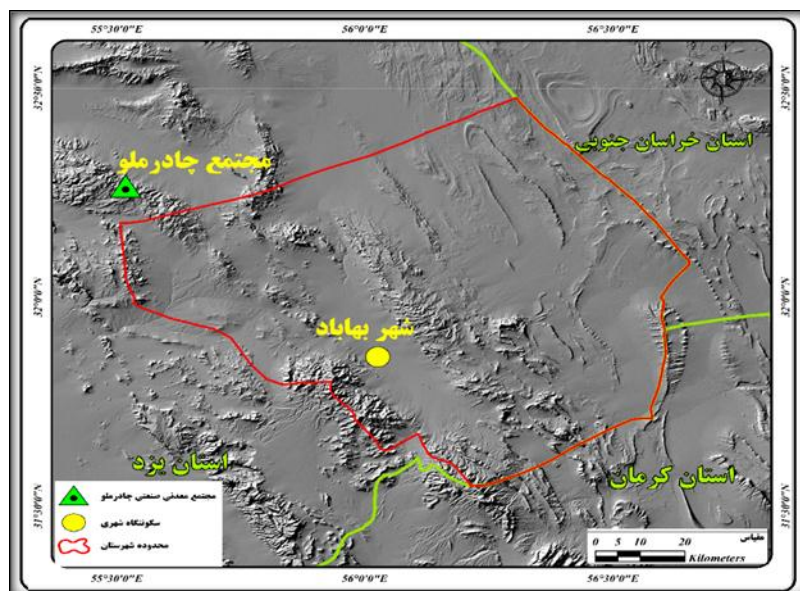
در استان، شهرستان و معدن است که ۵۰ متخصص می‌باشد. سپس در راستای سوالات و اهداف تحقیق به منظور شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل از ابزار عوامل استراتژیک محیط درونی و بیرونی استفاده شده که یکی از این روش‌ها تکنیک SWOT است. این تکنیک ابزار تحلیلی اساسی جهت ایجاد نظم و مناسبات ویژه بین مسائل راهبردی است و از بهترین تکنیک‌ها برای تحلیل و هدایت محیط محسوب می‌شود. این روش یک ابزار عمومی هم برای تحلیل محیط درونی (نقاط قوت و ضعف) و هم تحلیل محیط بیرونی (فرصت‌ها و تهدیدها) است و رویکردی سیستماتیک به مسأله است که در موقعیت‌های مختلف تصمیم‌گیری، کمک می‌کند. در ادامه تحقیق در راستای تعیین موقعیت با استفاده از تکنیک SWOT و تصمیم‌گیری استراتژیک، نتایج تجزیه و تحلیل IEA از ابزار آنالیز درونی و بیرونی می‌شود. در این مدل به هر یک از عوامل استراتژیک به تفکیک عوامل درونی و بیرونی دو نوع امتیاز IEA اختصاص داده می‌شود. در نهایت خروجی مدل با استفاده از ماتریس کمی‌سازی برنامه‌ریزی جهت اولویت‌بندی (QSPM) استراتژی‌های پیشنهادی و انتخاب استراتژی بهینه‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد و راهبردهای مناسب ارائه می‌شود.

### محدوده مورد مطالعه

شهرستان بهاباد یکی از شهرستان‌های استان یزد بوده که در جنوب شرقی استان و هم‌مرز با استان‌های خراسان جنوبی و کرمان می‌باشد. این شهرستان براساس آخرین سرشماری رسمی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، دارای یک نقطه شهری، ۲ بخش و ۳ دهستان به نام‌های جلگه، بنستان و آسفیج می‌باشد که جمعیت آن ۱۷۲۲۱ نفر شامل ۸۵۹۲ نفر مرد و ۸۶۲۹ نفر زن را بوده است (آمارنامه استان یزد، ۱۳۹۵: ۱۱).

کانسار چادرملو نیز از کانسارهای بزرگ منطقه آهن خیز بافق- ساغند در قلب کویر مرکزی ایران، در دامنه شمالی کوه‌های خاکستری رنگ چاه محمد در حاشیه جنوبی نمک‌زار ساغند در استان یزد، ۷۰ کیلومتری شمال شهر بهاباد، ۶۵ کیلومتری شمال

شهرستان بافق و حدود ۵۰ کیلومتری شمال معدن چغارت قرار گرفته است و از اواخر سال ۱۳۶۸ مورد بهره‌برداری قرار گرفت (شرکت ملی فولاد ایران، ۱۳۷۱: ۸). میزان تولیدات مجتمع چادرملو به‌طور میانگین سالانه حدود ۱۰/۵ کنسانتره آهن و حدود ۱ تا ۱/۵ میلیون تن سنگ آهن دانه‌بندی شده است. از این میزان تولیدات حدود ۳/۵ میلیون تن کنسانتره را در گندله‌سازی اردکان به گندله تبدیل می‌کند و مابقی تولیدات کنسانتره را به سایر واحدهای فولادسازی کشور ارسال می‌کند (پیام چادرملو، ۱۳۹۶: ۷).



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

## نتایج و بحث

## تدوین راهبردهای اثرگذاری مجتمع چادرملو بر شهرستان بهاباد

براساس آنچه در منابع و اسناد مختلف ذکر شده ماتریس برنامه‌ریزی راهبردی (استراتژیک) کمی<sup>۱</sup> یکی از کاربردی‌ترین و کارآمدترین روش‌هایی است که در فرآیند برنامه‌ریزی راهبردی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تکنیک یا ماتریس SWOT به عنوان ابزاری برای شناخت تهدیدها و فرصت‌های موجود در محیط خارجی و بازشناسی ضعف‌ها و قوت‌های داخلی یک سیستم جهت سنجش وضعیت و تدوین راهبرد برای هدایت و کنترل آن سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در همین راستا با توجه به ماهیت پژوهش حاضر و نیاز به اتخاذ ارزیابی جامع اثرات و همچنین با توجه به مقبولیت و کارآمدی این روش‌ها، پژوهش حاضر نیز در راستای رسیدن به اهداف پژوهش از آن بهره می‌گیرد. در چارچوب برنامه‌ریزی راهبردی، تدوین راهبردهای مناسب جهت ارزیابی جامعه اثرات مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد به ترتیب مراحل زیر انجام شده است:

تشکیل جداول ارزیابی عوامل داخلی و ارزیابی عوامل خارجی اثرات مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌ها: در این مرحله عوامل راهبردی کلیدی اثرگذار بر تدوین راهبردها در دو دسته عوامل داخلی (شامل نقاط قوت و نقاط ضعف) و عوامل خارجی (شامل فرصت‌ها و تهدیدها) شناسایی شده و در نهایت مجموع نقاط قوت و ضعف و مجموع فرصت‌ها و تهدیدها به صورت کمی بیان می‌شود. پس نخستین مرحله در تحلیل راهبردی، شناسایی عوامل راهبردی کلیدی در ارتباط با مسئله مورد بررسی در پژوهش است که براساس پیمایش‌ها و نظرات متخصصان جمع‌آوری و تدوین شده است. این عوامل به تفکیک نقاط قوت، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها در جدول ۱ و جدول ۲ آمده است.

<sup>۱</sup> Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM)

## جدول ۱- عوامل داخلی اثرگذاری مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد

قوت‌ها (S)	
۱	کمک به تأسیس و ایجاد زیرساخت‌های شهرستان بهاباد (مانند جاده، شبکه گازرسانی، شبکه‌های برق و آب و...)
۲	کمک به تأسیس و ایجاد خدمات رفاهی و تفریحی (مانند پارک، مراکز تفریحی و ورزشی و...)
۳	کاهش بیکاری و جذب متقاضیان کار شهرستان
۴	احداث و تجهیز بیمارستان و خدمات بهداشتی شهرستان بهاباد
۵	احداث و تجهیز مدارس و مراکز آموزشی شهرستان بهاباد
۶	رونق اقتصاد محلی و افزایش خرید کالاها و خدمات در سطح شهر
۷	اختصاص حقوق‌های بالا به کارکنان خود
۸	نهادینه شدن فرهنگ اسلامی و بالا بودن اعتقادات مردم
۹	شرایط مساعد برای کشت بعضی از محصولات استراتژیک (زعفران، پسته و زیره سبز)
۱۰	تمرکز روستاها در بسیاری از مناطق (کم شدن مسافت و سهولت خدمات رسانی به روستاها)
ضعف‌ها (W)	
۱	افزایش نرخ خدمات در سطح شهر بهاباد به دلیل سطح درآمدی بالای کارکنان مجتمع معدنی- صنعتی
۲	بالارفتن نرخ مسکن و اجاره‌بهای مسکن در سطح شهر و فشار بر ساکنان شهر
۳	آلودگی هوای شهرستان بهاباد (پدیده ریزگرد و غبارهای محلی)
۴	آلودگی صوتی و ایجاد مزاحمت برای شهروندان بهاباد
۵	کاهش منابع آبی شهرستان بهاباد
۶	تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی
۷	تخریب گونه‌های گیاهی
۸	تخریب و فرسایش خاک
۹	پدیده فرونشست و درز و ترک در زمین‌های اطراف این معدن به دلیل برداشت‌های آب توسط معدن
۱۰	تعداد زیاد روستاهای خالی از سکنه

جدول ۲- عوامل خارجی اثرگذاری مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد

فرصت‌ها (O)	
۱	افزایش سطح رفاه اقتصادی و افزایش درآمد شهروندان بهاباد
۲	ارتقاء سطح سواد، تخصص دانش فنی در سطح شهرستان
۳	ورود کارکنان مجتمع معدنی چادرملو به شهر بهاباد و ارتقاء سطح اجتماعی و فرهنگی شهروندان
۴	پرداخت سالیانه حق‌آبه به فرمانداری و شهرداری بهاباد
۵	همجواری معادن غنی (چادرملو، سنگ آهن بافق، معدن کوشک)
۶	انتقال آب زاینده رود به شهرستان
۷	انتخاب بهاباد به عنوان یکی از نقاط پایلوت طرح بین‌المللی منارید
۸	تمایل سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در شهرستان (کارخانه شیر، معدن سرب و روی بنیز، کاشی و سرامیک و ...)
تهدیدها (T)	
۱	افزایش ناامنی به دلیل حضور افراد غریبه
۲	مهاجرت‌های روستاییان به شهر به دلیل خشکسالی
۳	ایجاد درگیری و اعتراضات به کمبود منابع آبی و دخالت نیروهای نظامی و انتظامی
۴	تردد وسایل نقلیه سنگین در سطح شهرستان و افزایش تصادفات
۵	ورود افراد غریبه به شهرستان بهاباد و از بین رفتن آداب و سنن قدیمی در میان شهروندان
۶	کاهش بازدهی و نابودی برخی از فعالیت‌های کشاورزی
۷	انتشار آلایندها و افزایش بیماری‌های کلیوی، ریوی و صفراوی در شهرستان بهاباد
۸	افزایش انحرافات اخلاقی و اعتیاد و ناهنجاری در سطح شهر
۹	نگرش منفی مردم و بعضی از مسئولین نسبت به معدن چادرملو
۱۰	بکارگیری نیروهای غیر بومی در معادن همجوار و اسکان آن‌ها در بهاباد

در فرآیند تحلیل و ارزیابی عوامل داخلی که در جدول ۳ آمده است براساس نتایج حاصله از پرسشنامه متخصصان و نخبگان، با توجه به میزان اهمیت هر مؤلفه و مقایسه این مؤلفه‌ها با یکدیگر، ضرایب اهمیت هریک از این عوامل محاسبه شده است. همچنین جدول ماتریس ارزیابی اثرات و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که برای تعیین رتبه نماگرها از نتایج پرسشنامه متخصصان و نخبگان استفاده شده است.

جدول ۳- ماتریس ارزیابی عوامل و تأثیرات داخلی (IFE) مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد

ضریب نهایی	رتبه	ضریب ثانویه	اثرات و عوامل کلیدی	
۰/۴۰۸	۴	۰/۱۰۲	کمک به تأسیس و ایجاد زیرساخت‌های شهرستان بهاباد (مانند جاده، گازرسانی، شبکه‌های برق و آب و...)	۱
۰/۱۶۸	۲	۰/۰۸۴	کمک به تأسیس خدمات رفاهی و تفریحی (پارک، مراکز تفریحی و ورزشی و...)	۲
۰/۱۶۲	۲	۰/۰۸۱	کاهش بیکاری و جذب متقاضیان کار شهرستان	۳
۰/۱۵۲	۲	۰/۰۷۶	احداث و تجهیز بیمارستان و خدمات بهداشتی شهرستان بهاباد	۴
۰/۳۰۹	۳	۰/۱۰۳	احداث و تجهیز مدارس و مراکز آموزشی شهرستان بهاباد	۵
۰/۳۵۶	۴	۰/۰۸۹	رونق اقتصاد محلی و افزایش خرید کالاها و خدمات در سطح شهر	۶
۰/۴۶۴	۴	۰/۱۱۶	اختصاص حقوق‌های بالا به کارکنان خود	۷
۰/۰۶۵	۱	۰/۰۶۵	نهادینه‌شدن فرهنگ اسلامی و بالابودن اعتقادات مردم	۸
۰/۰۹۰	۲	۰/۰۴۵	شرایط مساعد کشت محصولات استراتژیک (زعفران، پسته و زیره سبز)	۹
۰/۰۵۳	۱	۰/۰۵۳	تمرکز روستاها در بسیاری از مناطق (کم‌شدن مسافت و سهولت خدمات‌رسانی به روستاها)	۱۰
۲/۲۲۷		۰/۸۱۴	<b>مجموع قوت‌ها</b>	
۰/۱۲۶	۳	۰/۰۴۲	افزایش نرخ خدمات در سطح شهر بهاباد به دلیل سطح درآمدی بالای کارکنان مجتمع معدنی-صنعتی	۱
۰/۲۰۸	۴	۰/۰۵۲	بالارفتن نرخ مسکن و اجاره‌بهای مسکن در سطح شهر و فشار بر ساکنان شهر	۲
۰/۱۵۰	۳	۰/۰۵۰	آلودگی هوای شهرستان بهاباد (تشدید طوفانها و ذرات معلق به خاطر افت منابع آبی و ازبین رفتن پوشش گیاهی و کشاورزی)	۳
۰/۰۱۱	۱	۰/۰۱۱	آلودگی صوتی و ایجاد مزاحمت برای شهروندان بهاباد	۴
۰/۲۸۰	۴	۰/۰۷۰	کاهش منابع آبی شهرستان بهاباد	۵
۰/۱۷۷	۳	۰/۰۵۹	تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی	۶
۰/۰۰۹	۱	۰/۰۰۹	تخریب گونه‌های گیاهی	۷
۰/۰۵۶	۲	۰/۰۲۸	تخریب و فرسایش خاک	۸
۰/۰۸۰	۲	۰/۰۴۰	پدیده فرونشست و درز و ترک در زمین‌های اطراف این معدن به دلیل برداشت‌های آب توسط معدن	۹
۰/۰۳۱	۱	۰/۰۳۱	تعداد زیاد روستاهای خالی از سکنه	۱۰
۱/۱۲۸		۰/۳۹۲	<b>مجموع ضعف‌ها</b>	
۳/۳۵۵			<b>مجموع عوامل داخلی (قوت‌ها و ضعف‌ها)</b>	

جدول ۴- ماتریس ارزیابی عوامل و تأثیرات خارجی (EFE) مجتمع چادرملو بر

سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد

اثرات و عوامل کلیدی	ضریب ثانویه	رتبه	ضریب نهایی
۱ افزایش سطح رفاه اقتصادی و افزایش درآمد شهروندان بهاباد	۰/۲۶۸	۳	۰/۸۰۴
۲ ارتقاء سطح سواد، تخصص دانش فنی در سطح شهرستان	۰/۲۳۰	۲	۰/۴۶۰
۳ ورود کارکنان مجتمع چادرملو به شهر و ارتقاء سطح اجتماعی و فرهنگی شهروندان	۰/۰۲۰	۱	۰/۰۲۰
۴ پرداخت سالیانه حق‌آبه به فرمانداری و شهرداری بهاباد	۰/۲۸۱	۳	۰/۸۴۳
۵ همجواری معادن غنی (چادرملو، سنگ آهن بافق، معدن کوشک)	۰/۱۲۳	۳	۰/۳۶۹
۶ انتقال آب زاینده‌رود به شهرستان	۰/۱۴۳	۲	۰/۲۸۶
۷ انتخاب بهاباد به عنوان یکی از نقاط پایلوت طرح بین‌المللی منارید	۰/۱۸۰	۱	۰/۱۸۰
۸ تمایل تعدادی از سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در شهرستان (کارخانه شیر، معدن سرب و روی بنیز، کارخانه کاشی و سرامیک و ...)	۰/۰۶۳	۱	۰/۰۶۳
<b>مجموع فرصت‌ها</b>			
۱ افزایش ناامنی به دلیل حضور افراد غریبه	۰/۰۱۵	۳	۰/۰۴۵
۲ مهاجرت‌های روستاییان به شهر به دلیل خشکسالی	۰/۰۳۷	۲	۰/۰۷۴
۳ ایجاد درگیری و اعتراضات به کمبود منابع آبی و دخالت نیروهای نظامی و نظامی	۰/۰۴۴	۴	۰/۱۷۶
۴ تردد وسایل نقلیه سنگین در سطح شهرستان و افزایش تصادفات	۰/۰۲۱	۱	۰/۰۲۱
۵ ورود افراد غریبه به شهرستان و از بین رفتن آداب و سنن در میان شهروندان	۰/۰۴۶	۴	۰/۱۸۴
۶ کاهش بازدهی و نابودی برخی از فعالیت‌های کشاورزی	۰/۰۴۰	۴	۰/۱۶۰
۷ انتشار آلاینده‌ها و افزایش بیماری‌های کلیوی، ریوی و صفراوی در شهرستان	۰/۰۱۴	۲	۰/۰۲۸
۸ افزایش انحرافات اخلاقی	۰/۰۳۱	۲	۰/۰۶۲
۹ افزایش اعتیاد و ناهنجاری در سطح شهر	۰/۰۳۲	۳	۰/۰۹۶
بکارگیری نیروهای غیربومی در معادن همجوار و اسکان آن‌ها در بهاباد	۰/۰۵۶	۲	۰/۱۱۲
<b>مجموع تهدیدها</b>			
<b>مجموع عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها)</b>			
			۳/۹۸۲



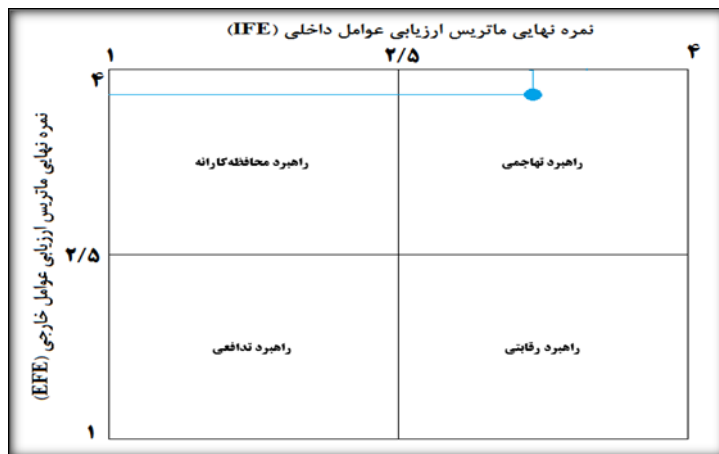
تدوین راهبردها: پس از تدوین راهبردهای چهارگانه در مرحله قبلی، مرحله انتخاب راهبردهای نهایی به عنوان مرحله بعدی انجام می‌گیرد. در واقع این مرحله از طریق نتایج ماتریس ارزیابی تدوین شده در مرحله نخست و با ترسیم نمودار تجزیه و تحلیل SWOT صورت می‌گیرد.

انتخاب راهبردهای نهایی: پس از تدوین راهبردها در چهارگروه از راهبردهای تهاجمی (رشد)، راهبردهای تنوع (رقابتی)، راهبردهای بازنگری (محافظه‌کارانه) و راهبردهای تدافعی، باید راهبردهای نهایی انتخاب و اولویت‌بندی گردد. این امر نخست با بازگشت به ماتریس‌های ارزیابی عوامل داخلی و خارجی صورت می‌گیرد. بدین صورت که با نشان دادن مجموع قوت‌ها و ضعف‌ها به عنوان عوامل داخلی و مجموع فرصت‌ها و تهدیدها به عنوان عوامل خارجی، در نمودار SWOT باید مشخص گردد که کدام گروه از راهبردها به عنوان راهبردهای نهایی باید انتخاب شوند. در ارتباط بررسی در پژوهش حاضر مقادیر عوامل داخلی و خارجی به ترتیب برابر با ۳/۴۵۱ و ۳/۷۴۴ می‌باشد که با ترسیم این اعداد در نمودار SWOT مشخص می‌شود که راهبردهای نهایی ارزیابی عوامل و اثرات مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد در گروه راهبردهای تهاجمی (SO) یا رشد قرار می‌گیرد. شکل ۲ جایگاه راهبرد نهایی عوامل و اثرات مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد را براساس ماتریس‌های داخلی و خارجی نشان می‌دهد.

## جدول ۵- ماتریس SWOT ارزیابی عوامل و تأثیرات مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های

## شهرستان بهاباد

راهبردهای (ST)	راهبردهای (SO)
<p>ST<sub>1</sub>: ساماندهی کارگاه‌های کوچک و توسعه خوشه‌های صنعتی متناسب با توان محیطی منطقه جهت جذب افراد آسیب‌دیده بر اثر خشکسالی</p> <p>ST<sub>2</sub>: ترویج فرهنگ کارآفرینی و توسعه آموزش‌های مهارتی و فنی - حرفه‌ای مرتبط با نیاز بازار کار در مجتمع چادرملو</p> <p>ST<sub>3</sub>: بازسازی و نوسازی ناوگان و تجهیزات معدنی</p> <p>ST<sub>4</sub>: برنامه‌ریزی و هدایت منابع مالی (جذب، هدایت و نظارت)</p> <p>ST<sub>5</sub>: توسعه و تجهیز زیرساخت‌ها و تأسیسات زیربنایی شهری و روستایی</p> <p>ST<sub>6</sub>: توسعه فضا و امکانات اقامتی، رفاهی، فرهنگی، ورزشی</p>	<p>SO<sub>1</sub>: توسعه صنعتی با تأکید بر معادن همجوار</p> <p>SO<sub>2</sub>: ایجاد و توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز با استفاده از سرمایه‌های بومی</p> <p>SO<sub>3</sub>: بهره‌گیری از طرح‌های اشتغال‌زا و استفاده از توان و پتانسیل مجتمع با تکیه بر نیروهای بومی</p> <p>SO<sub>4</sub>: توسعه فعالیت‌های معدنی و اجرای طرح‌های ارتقاء بهره‌وری</p> <p>SO<sub>5</sub>: ایجاد و توسعه صنایع تکمیلی که به منابع آبی کمتری نیاز دارند.</p> <p>SO<sub>6</sub>: توسعه صنایع مبتنی بر فناوری‌های پیشرفته و احداث مرکز رشد و فناوری</p> <p>SO<sub>7</sub>: برقراری مکانیزم‌های حمایتی و تشویقی جهت استفاده از توانمندی‌های بخش خصوصی و تعاونی‌ها در سرمایه‌گذاری‌ها و فعالیت‌های اقتصادی</p>
راهبردهای (WT)	راهبردهای (WO)
<p>WT<sub>1</sub>: تأمین آب مورد نیاز از طریق شبکه انتقال فاضلاب تصفیه شده سایر شهرهای مجاور معدن</p> <p>WT<sub>2</sub>: ساماندهی فضا و سکونتگاه‌های روستایی</p> <p>WT<sub>3</sub>: استفاده از ابزار فرهنگی در راستای کاهش ناهنجاری‌ها و ارتقاء سلامت روانی - اجتماعی</p> <p>WT<sub>4</sub>: خارج‌نمودن شهرستان از انزوای جغرافیایی</p> <p>WT<sub>5</sub>: ترویج تفکر مدیریت ریسک در مردم و بخش‌های مختلف</p>	<p>WO<sub>1</sub>: استفاده از ظرفیت‌های کلان منطقه در راستای ایجاد اشتغال کامل و پایدار</p> <p>WO<sub>2</sub>: راه‌اندازی تصفیه‌خانه و سیستم استفاده مجدد از آب‌ها و بازچرخانی آب</p> <p>WO<sub>3</sub>: بهره‌گیری از سامانه‌های جدید سازگار با محیط زیست که مصرف آب کمتری دارد.</p> <p>WO<sub>4</sub>: اتخاذ راهکارهای حمایتی به منظور حل مشکل افزایش خدمات و حمایت از اقشار کم‌توان بومی</p> <p>WO<sub>5</sub>: ساماندهی و ارتقاء تاب‌آوری جامعه محلی برای مقابله با مخاطرات (بیابان‌زایی، خشکسالی، زلزله و ...)</p> <p>WO<sub>5</sub>: پیشگیری و مبارزه با اعتیاد و آسیب‌های اجتماعی</p>



شکل ۲- راهبردهای نهایی عوامل و اثرات مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد

براساس نتایج به دست آمده و با توجه به شرایط خاص منطقه مورد بررسی، راهبردهای تدوین شده بر ابعاد خاصی متمرکز شده‌اند و راهبردهای تهاجمی به عنوان بهترین راهبردها انتخاب شده است. در واقع ماهیت جایگاه مسئله مورد بررسی بدین صورت است که بر مبنای استفاده از نقاط قوت باید از فرصت‌ها بهره‌برداری شود. از این راهبرد با عنوان راهبرد حداکثر-حداکثر نیز یاد می‌شود. از میان این راهبردها، راهبردهایی که با توجه به شرایط شهرستان مهم‌تر، کارآمدتر، مورد نیاز بیشتر و قابلیت اجرایی بالاتری دارند انتخاب شده‌اند. این راهبردهای انتخابی در جدول ۶ آمده است.

ارزیابی راهبردهای نهایی: پس از مشخص شدن راهبردهای نهایی عوامل و اثرات مجتمع چادرملو بر سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد، این راهبردها از طریق ماتریس کمی برنامه‌ریزی راهبردی (QSPM) مورد ارزیابی و اولویت‌بندی قرار می‌گیرند. در واقع این مرحله با استفاده از ماتریس کمی برنامه‌ریزی راهبردی (QSPM) انجام می‌شود. در این مرحله با استفاده از تکنیک QSPM جذابیت نسبی هر کدام از راهبردها مشخص گردیده و در نهایت راهبردها براساس نمرهای که کسب نموده‌اند اولویت‌بندی می‌شوند. نتایج

ارزیابی راهبردها نشان می‌دهد که راهبرد ۲ یعنی «بهره‌گیری از طرح‌های اشتغال‌زا و استفاده از توان و پتانسیل مجتمع چادرملو با تکیه بر نیروهای بومی و افراد آسیب‌دیده بر اثر خشکسالی» در اولویت اول، راهبرد ۷ یعنی «خارج‌نمودن شهرستان از انزوای جغرافیایی» در اولویت دوم و سپس راهبرد ۳، راهبرد ۱، راهبرد ۴، راهبرد ۵، راهبرد ۸ و راهبرد ۶ در اولویت‌های سوم تا هشتم قرار می‌گیرند. این راهبردها در جدول ۷ رتبه‌بندی نهایی شده‌اند.

جدول ۶- راهبردهای منتخب

ردیف	راهبرد
۱	SO1: توسعه صنعتی با تأکید بر معادن همجوار
۲	SO3: بهره‌گیری از طرح‌های اشتغال‌زا و استفاده از توان و پتانسیل مجتمع چادرملو با تکیه بر نیروهای بومی و افراد آسیب‌دیده بر اثر خشکسالی
۳	SO5: توسعه صنایع مبتنی بر فناوری‌های پیشرفته و کم‌آب‌خواه
۴	SO7: برقراری مکانیزم‌های حمایتی و تشویقی جهت استفاده از توانمندی‌های بخش خصوصی و تعاونی‌ها در سرمایه‌گذاری‌ها و فعالیتهای اقتصادی
۵	ST2: راه‌اندازی تصفیه‌خانه و سیستم استفاده مجدد از آب‌ها و بازچرخانی آب
۶	ST5: پیشگیری و مبارزه با اعتیاد و آسیب‌های اجتماعی
۷	WT4: خارج‌نمودن شهرستان از انزوای جغرافیایی
۸	WT1: تأمین آب مورد نیاز از طریق شبکه انتقال فاضلاب تصفیه شده سایر شهرهای مجاور معدن

جدول ۷- اولویت‌بندی راهبردهای مهم و قابل اجرا در حوزه اثرات مجتمع چادرملو بر

سکونتگاه‌های شهرستان بهاباد براساس نتایج ارزیابی QSPM

ضریب	راهبرد ۱		راهبرد ۲		راهبرد ۳		راهبرد ۴		راهبرد ۵		راهبرد ۶		راهبرد ۷		راهبرد ۸		
	جذابیت	امتیاز	جذابیت	امتیاز	جذابیت	امتیاز	جذابیت	امتیاز	جذابیت	امتیاز	جذابیت	امتیاز	جذابیت	امتیاز	جذابیت	امتیاز	
S1	۰/۵۰۹	۲/۵	۱/۲۷۱	۳	۱/۵۲۶	۴	۲/۰۳۴	۱	۰/۵۰۹	۱	۰/۵۰۹	۱	۰/۵۰۹	۲	۱/۰۱۷	۲	۱/۰۱۷
S2	۰/۱۶۸	۲	۰/۳۳۵	۲	۰/۳۳۵	۳	۰/۵۰۳	۱	۰/۱۶۸	۱	۰/۱۶۸	۱	۰/۱۶۸	۳	۰/۵۰۳	۱	۰/۱۶۸
S3	۰/۱۶۱	۲	۰/۳۲۲	۳	۰/۴۸۳	۳	۰/۴۸۳	۲	۰/۴۸۳	۲	۰/۴۲۲	۲	۰/۴۲۲	۲.۵	۰/۴۰۳	۲	۰/۳۲۲
S4	۰/۱۵۱	۲	۰/۳۰۲	۲	۰/۳۰۲	۲	۰/۳۰۲	۱.۵	۰/۲۲۷	۱	۰/۱۵۱	۱	۰/۱۵۱	۳	۰/۴۵۴	۱	۰/۱۵۱
S5	۰/۳۱۰	۱	۰/۳۱۰	۱	۰/۶۲۰	۲	۰/۳۱۰	۱	۰/۳۱۰	۱	۰/۳۱۰	۱	۰/۳۱۰	۳	۰/۹۳۰	۱	۰/۳۱۰
S6	۰/۳۵۵	۳	۱/۰۶۴	۳	۱/۰۶۴	۳	۱/۰۶۴	۲	۰/۷۰۹	۲	۰/۷۰۹	۲	۰/۷۰۹	۲	۱/۰۶۴	۲	۰/۷۰۹
S7	۰/۴۶۶	۲	۰/۹۳۱	۲	۰/۹۳۱	۲	۰/۹۳۱	۲	۰/۹۳۱	۲	۰/۴۶۶	۱	۰/۴۶۶	۱	۰/۴۶۶	۱	۰/۴۶۶
S8	۰/۰۶۵	۱	۰/۰۶۵	۱	۰/۰۶۵	۲	۰/۱۳۰	۱	۰/۰۶۵	۱	۰/۰۶۵	۱	۰/۰۶۵	۳	۰/۱۳۰	۱	۰/۰۶۵
S9	۰/۰۹۰	۱	۰/۰۹۰	۱.۵	۰/۱۳۶	۳	۰/۲۷۱	۲	۰/۱۸۱	۲	۰/۱۸۱	۲	۰/۱۸۱	۱	۰/۲۷۱	۲	۰/۱۸۱
S10	۰/۰۵۳	۲	۰/۱۰۵	۲	۰/۱۰۵	۲	۰/۱۰۵	۳	۰/۱۵۸	۱	۰/۰۵۳	۱	۰/۰۵۳	۱	۰/۰۵۳	۱	۰/۰۵۳
W1	۰/۱۲۶	۲	۰/۲۵۱	۲	۰/۲۵۱	۲	۰/۱۲۶	۱	۰/۱۲۶	۱	۰/۱۲۶	۲	۰/۲۵۱	۱	۰/۱۲۶	۱	۰/۱۲۶
W2	۰/۲۰۶	۲	۰/۶۱۹	۳	۰/۶۱۹	۳	۰/۲۰۶	۱	۰/۲۰۶	۱	۰/۲۰۶	۱	۰/۲۰۶	۲	۰/۴۱۳	۱	۰/۲۰۶

راهِبرد ۸	راهِبرد ۷	راهِبرد ۶	راهِبرد ۵	راهِبرد ۴	راهِبرد ۳	راهِبرد ۲	راهِبرد ۱	ضریب
۰/۴۵۲	۳	۰/۱۵۱	۱	۰/۴۵۲	۳	۰/۳۰۱	۲	۰/۶۰۲
۰/۰۱۱	۱	۰/۰۱۱	۱	۰/۰۱۱	۱	۰/۰۱۱	۱	۰/۰۱۱
۰/۲۷۸	۱	۰/۵۵۷	۲	۰/۲۷۸	۱	۱/۱۱۳	۴	۰/۵۵۷
۰/۵۲۷	۳	۰/۱۷۶	۱	۰/۱۷۶	۱	۰/۵۲۷	۳	۰/۱۷۶
۰/۰۲۶	۳	۰/۰۰۹	۱	۰/۰۰۹	۱	۰/۰۲۶	۳	۰/۰۰۹
۰/۱۶۸	۳	۰/۱۱۲	۲	۰/۰۵۶	۱	۰/۱۶۸	۳	۰/۰۵۶
۰/۱۶۲	۲	۰/۰۸۱	۱	۰/۰۸۱	۱	۰/۱۶۲	۲	۰/۱۶۲
۰/۰۹۴	۳	۰/۰۳۱	۱	۰/۰۶۲	۲	۰/۰۶۲	۲	۰/۰۳۱
۰/۷۱۵	۱	۱/۴۳۱	۲	۱/۴۳۱	۲	۰/۷۱۵	۱	۲/۸۶۲
۰/۸۰۱	۲	۱/۲۰۲	۳	۰/۸۰۱	۲	۱/۲۰۲	۳	۰/۸۰۱
۰/۰۲۰	۱	۰/۰۴۰	۲	۰/۰۴۰	۳	۰/۰۲۰	۱	۰/۰۲۰
۱/۵۰۷	۲	۲/۲۶۱	۳	۰/۷۵۴	۱	۰/۷۵۴	۱	۲/۲۶۱
۱/۱۰۷	۳	۱/۴۷۶	۴	۰/۳۶۹	۱	۰/۷۳۷	۲	۰/۷۳۷
۰/۵۷	۲	۰/۸۵۵	۳	۰/۲۸۵	۱	۰/۷۱۳	۳	۰/۵۷۰
۰/۳۶۰	۲	۰/۷۲۰	۴	۰/۳۶۰	۲	۰/۵۴۰	۳	۰/۵۴۰
۰/۱۸۹	۳	۰/۱۸۹	۳	۰/۰۶۲	۱	۰/۱۸۹	۳	۰/۲۵۲
۰/۰۴۵	۱	۰/۰۹۱	۲	۰/۱۳۶	۳	۰/۰۴۵	۱	۰/۰۹۱
۰/۰۷۴	۱	۰/۱۴۸	۲	۰/۱۴۸	۲	۰/۰۷۴	۱	۰/۱۴۸
۰/۲۵۵	۲	۰/۱۷۸	۱	۰/۳۵۵	۲	۰/۲۶۶	۱/۵	۰/۱۷۸
۰/۰۲۱	۱	۰/۰۲۱	۱	۰/۰۲۱	۱	۰/۰۲۱	۱	۰/۰۲۱
۰/۱۸۲	۱	۰/۳۶۵	۲	۰/۵۴۷	۳	۰/۱۸۲	۱	۰/۳۶۵
۰/۳۱۶	۲	۰/۴۴۴	۳	۰/۳۱۶	۲	۰/۴۴۴	۳	۰/۳۱۶
۰/۰۵۶	۲	۰/۰۲۸	۱	۰/۰۲۸	۱	۰/۰۵۶	۲	۰/۰۵۶
۰/۰۶۲	۱	۰/۰۶۲	۱	۰/۰۶۲	۱	۰/۰۶۲	۱	۰/۰۶۲
۰/۱۹۳	۲	۰/۱۹۳	۲	۰/۱۹۳	۲	۰/۱۹۳	۲	۰/۱۹۳
۰/۱۱۲	۱	۰/۱۱۲	۱	۰/۳۳۶	۳	۰/۱۱۲	۱	۰/۳۳۶
۱۲/۱۷۸		۱۶/۵۹۴		۱۰/۷۸۶		۱۳/۳۵۸		۱۴/۰۵۷
						۱۶/۳۸۵		۱۸/۵۱۳
								۱۶/۲۵۶

## جدول ۸- اولویت‌بندی راهبردهای منتخب

رتبه	نمره جذابیت	عنوان راهبرد	راهبرد
۱	۱۸/۵۱۳	بهره‌گیری از طرح‌های اشتغال‌زا و استفاده از توان و پتانسیل مجتمع چادرملو با تکیه بر نیروهای بومی و افراد آسیب‌دیده بر اثر خشکسالی	راهبرد ۲
۲	۱۶/۵۹۴	خارج‌نمودن شهرستان از انزوای جغرافیایی	راهبرد ۷
۳	۱۶/۳۸۵	توسعه صنایع مبتنی بر فناوری‌های پیشرفته و کم‌آب‌خواه	راهبرد ۳
۴	۱۶/۲۵۶	توسعه صنعتی با تأکید بر معادن همجوار	راهبرد ۱
۵	۱۴/۰۵۷	برقراری مکانیزم‌های حمایتی و تشویقی جهت استفاده از توانمندی‌های بخش خصوصی و تعاونی‌ها در سرمایه‌گذاری‌ها و فعالیت‌های اقتصادی	راهبرد ۴
۶	۱۳/۳۵۸	راه‌اندازی تصفیه‌خانه و سیستم استفاده مجدد از آب‌ها و بازچرخانی آب	راهبرد ۵
۷	۱۲/۱۷۸	تأمین آب مورد نیاز از طریق شبکه انتقال فاضلاب تصفیه شده سایر شهرهای مجاور معدن	راهبرد ۸
۸	۱۰/۷۸۶	پیشگیری و مبارزه با اعتیاد و آسیب‌های اجتماعی	راهبرد ۶

### نتیجه‌گیری

همان گونه که می‌دانیم هر تحولی اعم از سیاسی، اجتماعی، فرهنگی یا اقتصادی در یک منطقه به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر روند زندگی مردم ساکن در منطقه تأثیر گذاشته و آن را دستخوش تحولات می‌نماید. این امر در مورد مجتمع چادرملو نیز صادق است به‌طوری که اثرات مختلف کالبدی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی- فرهنگی را در منطقه خود به‌همراه داشته است.

اگر به تأثیرات مثبت معادن بر منطقه و به‌طور ویژه شهرستان بهاباد اشاره کنیم، بی‌گمان اشتغال و کاهش نرخ بیکاری، پرداخت نقدی سالانه بیش از سه میلیارد و ششصد میلیون تومان به‌صورت حقه‌بده و همچنین کمک‌های غیرنقدی هم به‌صورت ماشین‌آلات، احداث جاده‌ای به طول ۷۰ کیلومتر بین شهرستان بهاباد و معدن احداث نموده است، کمک به احداث و تجهیز بیمارستان حکیم، احداث ساختمان آموزش عالی بهاباد، احداث منبع ذخیره آب شرب و تأمین هزینه اولیه انتقال شبکه گاز و... از جمله اثرات مثبت معدن در شهرستان بهاباد بوده است. اما به‌کارگیری نیروهای غیربومی، افزایش سرسام آور نرخ اجاره و خرید مسکن و زمین در بهاباد به‌دلیل اختصاص حقوق‌های نسبتاً زیاد معدن، شکاف طبقاتی، بروز انحرافات اخلاقی، افزایش قابل توجه اعتیاد در بین جوانان، وجود ناامنی در منطقه، حضور کم‌رنگ جوانان در فعالیت‌های فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و برخی و مسائل دیگر که اگر برای حل آن چاره‌ای اندیشیده نشود، بخش بهاباد را تا مرز انحطاط و انزوا پیش می‌راند. علاوه بر این مهمترین تأثیر منفی زیست محیطی فعالیت‌های معدنی در سطح شهرستان بهاباد را باید افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی به‌دلیل برداشت بیشتر از ظرفیت و توان محیط توسط معدن دانست که این مسأله علاوه بر به‌مخاطره انداختن آینده فعالیت کشاورزی در منطقه، سبب شوری آب و خاک در اثر افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی و همچنین تهدیدی جدی برای ادامه حیات گیاهی و جانوری در منطقه محسوب می‌شود.

برپایه نتایج حاصله از پژوهش حاضر وضعیت الگوی توسعه ناحیه ایران مرکزی و به‌طور ویژه شهرستان بهاباد در موقعیت تهاجمی قرار دارد. در همین راستا راهبرد مناسب در زمینه توسعه پایدار در منطقه بهره‌گیری از طرح‌های اشتغال‌زا و استفاده از توان و پتانسیل مجتمع چادرملو با تکیه بر نیروهای بومی و افراد آسیب‌دیده بر اثر خشکسالی می‌باشد. زیرا به‌کارگیری نیروهای غیربومی که با خشکسالی‌ها و برداشت‌های بی‌رویه آب توسط معدن صورت می‌گیرد، نارضایتی میان ساکنان منطقه را بالا برده است. در همین راستا مهمترین راهبرد بهره‌گیری از نیروهای بومی منطقه و با تأکید بر تأمین اشتغال افرادی که به دلیل کاهش محسوس بهره‌وری کشاورزی و کمبود آب انجام گیرد. طبیعی است که اگر این راهبرد به‌عنوان مهمترین راهبرد در کنار توسعه صنایع تبدیلی و تکمیلی کم‌آب‌خواه در منطقه انجام گیرد و همچنین با ارتقاء بهره‌وری مصرف آب در صنایع فعلی انجام گیرد، توسعه منطقه، به خارج شدن آن از انزوای جغرافیایی کمک خواهد کرد.

### منابع

- پیام چادرملو (۱۳۸۶): نشریه داخلی شرکت معدنی و صنعتی پیام چادرملو، معاونت فناوری، ارتباطات و توسعه شرکت معدنی و صنعتی چادرملو.
- دبیری، فرهاد؛ کیانی، مژده، (۱۳۸۶): بررسی قوانین و مقررات پیشگیرانه از جمله ارزیابی اثرات زیست محیطی در کشور ایران و چند کشور صنعتی، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۹، شماره ۴، صص ۱۰۹-۹۵.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان یزد، (۱۳۹۵): سالنامه آماری استان یزد، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان یزد، معاونت آمار و اطلاعات.
- شرکت ملی فولاد ایران، (۱۳۷۱): نگرشی بر طرح تجهیز سنگ آهن چادرملو.
- شریف‌زادگان، محمدحسین؛ نورایی، همایون، (۱۳۹۴): بررسی تحولات صنعتی در ایران به منظور آسیب‌شناسی توسعه صنعتی ایران، پژوهش‌نامه تاریخ اجتماعی و اقتصادی، سال ۴، شماره ۱، صص ۶۶-۴۱.

مختاری ملک‌آبادی، رضا؛ مرصوصی، نفیسه؛ حسینی، سید علی؛ غلامی، محمد، (۱۳۹۴): تحلیل اثرگذاری توسعه صنعتی بر شاخص‌های کالبدی توسعه پایدار شهری (مطالعه موردی شهر ساحلی - معدنی عسلویه)، فصلنامه برنامه‌ریزی فضایی، سال ۵، شماره ۴، صص ۱-۱۶.

معیدفر، سعید، (۱۳۸۹): نفت، دوگانگی، مقاومت و وابستگی؛ نتایج دو بررسی در بهرگان و عسلویه، مجله توسعه روستایی، دوره ۱، شماره ۲، صص ۷۸-۴۷.  
مقصودلو، بیژن، (۱۳۸۶): ارزیابی اثرات و پیامدهای زیست محیطی سدهای باطله معدنی (مطالعه موردی: کارخانه تغلیظ مس شهرباک)، سومین همایش زمین شناسی کاربردی و محیط زیست، اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر وزارت صنعت، معدن و تجارت، (۱۳۹۰): چکیده گزارش عملکرد بخش صنعت و معدن در راستای سند چشم‌انداز ۲۰ساله.

- Canter, L. W. (2004). *Environmental impact assessment*. McGraw-Hill. New York.
- Dendena, B., & Corsi, S. (2015). The Environmental and Social Impact Assessment: a further step towards an integrated assessment process. *Journal of cleaner production*, 108, 965-977.
- Nouri, J., Mahvi, A. H., Younesian, M. A. S. O. U. D., Nabizadeh, R., & Hashemi, I. (2007). Environmental impacts assessment of industrial estate providing with managerial process. *Iranian Journal of Environmental Health, Science and Engineering*, 4(2), 121-126.
- O'Faircheallaigh, C. (2010). Public participation and environmental impact assessment: Purposes, implications, and lessons for public policy making. *Environmental impact assessment review*, 30(1), 19-27.
- Terrados, J. and Almonacid, G., (2007), Regional Energy Planning Through SWOT Analysis and Strategic Planning Tools: Impact on Renewables Development, *Jornal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 1275-1287.
- Weston, J. (2010). EIA theories—all Chinese whispers and no critical theory. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 12(04), 357-374.



## Investigation of Turbulence in Micro-landforms of Meyghan Playa Using the Fractal Method

**Bahareh Mirzakhani**

PhD student in geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Urmia,  
Iran

**Aghail Madadi**

Associate professor of geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili,  
Urmia, Iran

**Zahra Hejazizadeh**

Professor of climatology, Kharazmi University, Tehran, Iran

### Abstract

Drying of fine sediments and clay in the environment of a playa causes shrinkage stress and the formation of cracks and polygons followed by the formation of the mud polygons. Many factors such as moisture content, temperature, type of clay minerals, topography, salinity, and biotic disturbance affect the distribution and evolution of these multifaceted morphometries. Therefore, the study of the fractal properties of these forms can shed light on the process of their change in response to environmental conditions. The present study was conducted to investigate the pattern of micro-landforms in the western part of Meyghan playa. Based on this, about 300 clay polygons were photographed in June 2018 through field observations to apply the geo-Fractal model. Then, using the AutoCAD software, the perimeter and the area of each microform were accurately measured, and the fractal dimensions of the perimeter and the area as well as the DAP values were calculated by the Excel software. Based on the results, clay polygon patterns showed three classes of moderate, high and very high chaos with the DAP values of 1.73, 1.91 and 2.8 respectively. Therefore, it can be argued that, on the one hand, short-term developments have caused the disturbance of muddy polygons in the region. On the other hand, the intensity of changes in the perimeters of these shapes, which is probably due to the reduced moisture content, increased sediment concentration, salt accumulation on the edges, and margin uplift, was more than the intensity of change in their area. Such a phenomenon reflects the infinite geometry of the fractal dimensions of the clay polygonal perimeter in Meyghan playa.

**Keywords:** Chaos, Playa, Meyghan, Fractal dimension

## Revealing the Changes in Esfahan Heat Island Considering Urban Development

**Ahmad Mazidi**

Associate professor, Department of Climatology, Yazd University  
Camal Omidvar, Professor of climatology, Yazd University

**Gholam Ali Mozafari**

Associate professor, Department of Climatology, Yazd University

**Zahra Taghizadeh**

P.hD student of climatology Yazd University

### Abstract

One of the main challenges in urban development processes in developing countries is the change that increasingly occurs in heat islands. Their rapid growth has created many problems for urban management and planning processes. The present study aims to reveal heat island changes using Landsat satellite data during the 1991-2016 statistical period. The satellite images have been pre-processed in four stages, including basic processing, extraction of impenetrable educational levels, assessment of the accuracy, assessment of the accuracy of classification, and retrieval of ground temperature. The results of Kappa coefficient accuracy extraction show that the images of 2016 are more accurate with a coefficient of 0.8341. In terms of location, warm cores match arid lands and poor areas that are clustered in the north and south of the city and in vegetation-free areas. Heat islands are also observed in the city center as small thermal wells. Investigation of how heat island intensity is related to the type of land cover reveals a negative correlation between construction density and vegetation on one hand and surface temperature on the other. Therefore, it can be said that humidity and coveredness of the ground the factors that moderate the heat island in the city of Esfahan.

**Keywords:** Heat island, Vegetation, Land use, Landsat satellite, Esfahan

## **Analysis and Evaluation of the Vulnerability of the Worn-out and Unstable Texture of the City of Bojnourd in the Face of Earthquakes**

**Yaghob Abdali**

Ph.D student of geography and urban planning, University of Tehran  
Hossein hataminejad

Associate professor of geography and urban planning, University of Tehran

**Ahmad Pourahmad**

Professor of geography and urban planning, University of Tehran

**KeramatAllah Ziyari**

Professor of geography and urban planning, University of Tehran

### **Abstract**

As the study area, the worn-out texture of Bojnourd was found to be incapable of accommodating those who commute in it, especially as a context in which urban problems of Bojnourd are accumulated. It is due to the excessive use and fatigue of this part of the city. This research is descriptive-analytic in terms of the methodology, and its nature is theoretical-practical in terms of purpose. Collection of the data was done through three methods of field work, library study as well as using software and applied models. To analyze the data, the multivariate weighting method was used according to the coefficient and the different impact of each criterion on the vulnerability. Also, AHP-FUZZY technique was used for weighting the variables. Neighborhoods were then extracted and identified, and, using the Arc GIS 10.4.1 software, neighboring maps was developed. In addition, the weighted maps were given fuzzy functions and standard privacy that they lacked through a fuzzy membership program. Finally, using the Fuzzy overly as a tool with a 0.9 gamma, a risk map was derived for Birjand old texture. The results show that there is almost no place in the old texture that is left undamaged. In this case, the most vulnerable part is from the center of the texture to the western margin of the city. Also, the overall risk profile of the area indicates that the whole worn-out part of Bojnord is at a moderate to high risk.

**Keywords:** Evaluation, Vulnerability, Worn-out texture, Earthquake, City of Bojnourd

## **Spatio-temporal Modeling of Jask Plain Groundwater Level from 1997 to 2013**

**Morteza Omidipoor**

PhD student of remote sensing and GIS, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran, Iran

**Atena Moeinmehr**

PhD student of geography and rural planning, Department of Human Geography, Faculty of Geography, Tarbiat-modares University, Iran

**Sirous Haashemi**

PhD student of remote sensing and GIS, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, Tehran University, Iran

**Mohammad Eskandari-nasab**

Graduate student, Tehran University, Iran

**Mohammad Beiranvand**

Master Student, Faculty of Human Geography, Tehran University, Iran

### **Abstract**

The over-exploitation of groundwater has led to many problems in the country. Since groundwater level is a variable that varies over the time and place, it can be considered as a spatio-temporal dataset. The purpose of this study is to investigate the spatial-temporal variation of the groundwater level in Jask plain from 1997 to 2013 to determine the spatial trend of groundwater changes. First, interpolation was carried out based on the Kriging and the Radial Basis Functions (RBF), and then accuracy was evaluated using MBE, MAE and RMSE statistics. The findings suggested that, compared with RBF, Kriging can estimate groundwater levels more accurately in the study area. Consequently, for each time in the study period, a groundwater level map was produced based of the method. To identify the spatial variability of the groundwater level,  $R^2$  and Man-Kendall test were used. The results of the  $R^2$  statistics indicated a significant variation in the water level. Similarly, the results of the Man-Kendall test showed a decreasing trend in the north-to-northwest margin with a high intensity of nearly -1. Generally, in different parts of the study area, the process of change has a specific and meaningful pattern.

**Keywords:** Groundwater, Interpolation, Jask, Spatio-temporal trends, Mann-Kendall

## **The Climate Zoning of Office Buildings with an Emphasis on Radiant Factors in Hot and Dry Regions: A Case Study of Kerman**

**Ali Yazhari Kermani**

PHD student of architecture, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran

**Farshad Nasrollahi**

Assistant professor of architecture, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran

**Mohammad Javad Mahdavejad**

Associate professor of architecture, Tarbiat Modares University, Tehran,  
Iran

### **Abstract**

Climate zoning is the identification of zones with the same climate. With the expansion of quantitative methods, traditional methods of cluster classification have been replaced by new methods, such as various interpolation methods in the field of climatological zoning studies. In this study, we evaluated the zoning of radiation effects on the administrative spaces of Kerman city. Accordingly, the ordinary Kriging interpolation method is used along with circular, Gaussian, and spherical models for data interpolation with error criteria including root square error (RMS), its standardized value (SRMS), standard mean (Ms Mean Mean), and Mean Square Error (ASE). These factors are intended for accuracy evaluation. This research is a descriptive-analytical study on the basis of spatial analysis using the GIS system. The results of the final maps produced for climate zoning (radiological factors) showed that the angle of the sun shine is right in the equinoxes and horizontal in the revolutions. Therefore, radiation is more in the offices uptown and less in the ones downtown. The latter case is due to the presence of mountains in the south of the city. Also, solar radiation is maximal in the northern and eastern regions while it is the lowest in the west and the south. In proportion to the AD months and with regard to the amount radiation in offices in equinoxes and revolutions, it was found that the Gaussian distribution spectrum and the angle of radiation have the greatest effect on the offices in the north of the city, which is due to the position of those buildings to the sun.

**Keywords:** Climate zoning, Interpolation, Kriging method, Administrative spaces, Kerman

## **Prediction of Land Use Change and Determination of Urban Growth Patterns Using Markov Chain Model and Multi-Chip Satellite Images: A Case Study of Arak City**

**Fatemeh Esmaeilpour**

Ph.D. student of geography and urban planning, Yazd University, Iran

**Mohammad Hossein Saraei**

Associate professor of geography and urban planning, Yazd University, Iran

**Mohammad Reza Rezaei**

Associate professor of geography and urban planning, Yazd University

**Najma Esmaeilpour**

Assistant professor of urban development, Yazd University, Iran

### **Abstract**

The rapid changes in land use and land cover in the suburbs of large cities of Iran, including the city of Arak, as an industrial metropolitan city, have caused many problems in recent decades, including degradation of natural resources, environmental pollution and poor urban development. In most cases, this has been caused by an unjustified land use change. The study of changes and destruction of resources in past years, the feasibility and prediction of these changes and the pattern of urban growth in the coming years can be an important step in planning and optimal using of resources in the future. In this study, by using Landsat multispectral satellite imagery of 2000, 2018, and 2028, lateral information, Markov chain model, and artificial neural networks, the changes that have occurred in land use and land cover in Arak over the course of 28 years were investigated. To reveal the changes, the conversion rate for each course was obtained in four classes. To investigate the images, they were corrected, and then the best bands were selected for combining the bands. In the following, the classification of rates of maximum probability and evaluation of the accuracy of the classification as well as the overall accuracy were performed with kappa coefficient. Finally, by using the Markov forecasting model and the LCM modeling approach, land use change was predicted for the year 2028. The results indicated the excessive expansion of the built areas, severe degradation of agricultural lands during the period of 2000-2010, sharp decline of barren lands, their conversion to the lands built within the boundaries of the city, and the reduction of mountainous lands in the period of 2010-2018. Modeling the changes also showed that in the period of 2018-2028, the city will grow from the north and northeast to the south and southwest (i.e. toward the mountainous and garden lands of the two villages annexed to the city).

**Keywords:** Prediction of land use change, Markov chains, Multichannel satellite images, Arak city

## **Morphometric Analysis of Sand Dunes and the Speed of Their Displacement in Sistan Plain**

**Mahdi Heydari Nasab**

PH.D student of geomorphology, Kharazmi University, Tehran, Iran

**Amir Karam**

Associate professor of geomorphology, Kharazmi University, Tehran, Iran

**Hosein Negaresh**

Professor of geomorphology, University of Sistan and Baluchestan,  
Zahedan, Iran

**Ahmad Pahlavanravi**

Associate professor of geomorphology, Zabol University, Iran

### **Abstract**

The characteristics of Sistan plain, such as river sedimentation, blowing of erosive winds, especially 120-day winds, and the droughts in the past 20 years have made a suitable situation for wind erosion. One of the concrete symbols of wind erosion is sand displacement. Since the regions of sand displacement in this study were residential, the aim of this study was set to conduct a morphometric analysis of sand dunes, their displacement speed, and their role in posing hazards to these areas. To analyze the role of morphometric parameters in the displacement of barchans, out of 10 barchans formed in two wind erosion centers, seven were selected. Then, during the 120-day wind period in Sistan area, their displacement was detected and documented. Afterwards, using the SPSS software, the regression analyses were done on the length, width, height, area, and the displacement of the barchans. The results indicated a negative correlation between the length of the barchans and their displacement, while there was no significant correlation between the other parameters and the displacement.

**Keywords:** Morphometric analysis, Wind erosion, Barchan, Sistan plain

## Comparison of Different Classification Methods in Terms of Accuracy for Land Use Mapping: A Case Study of the City of Yazd

**Marzieh Khazae**

MSc of arid lands management, Faculty of Natural Resources and  
Eremology, Yazd University, Iran

**Mohammad Zare**

Assistant professor, Faculty of Natural Resources and Eremology, Yazd  
University, Iran

**Mohammad Hossein Mokhtari**

Assistant professor, Faculty of Natural Resources and Eremology, Yazd  
University, Iran

**Anahita Rashtian**

Assistant professor, Faculty of Natural Resources and Eremology, Yazd  
University, Iran

**Fahimeh Arabi Aliabad**

PhD candidate, Combating Desertification, Faculty of Natural Resources and  
Eremology, Yazd University, Iran

### Abstract

In recent decades, with the development of various methods in the field of satellite image classification and change detection, there has been an increasing advancement in choosing the best and accurate method for preparation of maps of lands use and land cover. The aim of this study is to compare some algorithms which are used in land cover classification in arid lands of Ardakan plain, Yazd. For this purpose, the satellite images of the plain were categorized into four classes of bare lands, residential areas, rangelands, agricultural and road. Then, training samples were collected by using 1: 20000 aerial photos, satellite images, and Google Earth as well as through field visits. Next, considering the characteristics of the images, the land use classes in the study area were defined. After the amount of differentiation of the classes was determined, land cover classification was done through Mahalanobis distance, maximum likelihood, support vector machine, minimum distance, binary encoding, parallelepiped, neural network, and spectral angle mapper. The results of the accuracy assessment of these eight methods showed that maximum likelihood, Mahalanobis distance, and support vector machine have the best performance in land use mapping in arid lands.

**Keywords:** Land use, Supervised classification, Kappa coefficient, Yazd, Desert



## **Investigating the Level of Endurance in Urban and Rural Communities against Natural Hazards: A Case Study of the City of Zahedan**

**Mohammadreza Poodineh**

Assistant professor of climatic sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

**Fateme Yadegarifar**

Graduate student of environmental hazards, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

**Saeideh Rashidi**

Master of rural planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

### **Abstract**

Natural hazards have always happened suddenly, and human societies have suffered a lot from them. One of the ways to cope with those hazards is to increase the resilience of communities against them. The purpose of this study is to investigate the extent to which rural and urban communities are discriminated against natural hazards. The present research is descriptive-analytic in terms of method and applied in term of purpose. The statistical population of the study consists of all the heads of urban households (147,717) and rural families (21,763) in Zahedan. Among them, a sample of 322 was elicited by using Cochran's formula, and the participants completed questionnaires. In this research, descriptive and inferential statistics were used to analyze the data. The results of the research show that the level of economic, socio-cultural and infrastructure resilience in urban societies is higher than that in rural societies. In other words, the resilience of urban communities in these three indicators is desirable, but it is undesirable in rural communities. It is only in the social capital index that the resilience of rural communities is higher than that in urban societies. Also, in this very index, rural communities rank higher than the average, while urban ones are lower than desirable.

**Keywords:** Environmental hazards, Resilience, Urban society, Rural society, Zahedan county

## **Using Groundwater Physico-chemical Parameters to Evaluate the Effectiveness of Artificial Recharge Projects in Arid Regions: A Case study of Ardo Recharge Basin, Borazjan**

**Mohammad Faryabi**

Assistant professor of hydrology, University of Jiroft, Jiroft, Iran

### **Abstract**

Artificial recharge projects are one of the most important strategies for sustainable management of groundwater resources. Several projects have been designed and implemented in the country over the past years. Evaluating the performance of these projects is very important. This paper aims to investigate the effect of Ardo artificial recharge project on the groundwater resources of Borazjan plain. To this purpose, the physico-chemical parameters of the wells adjacent to the project have been investigated spatially and temporally in a four-month period from December to April, 2015. Parameters such as electrical conductivity (EC), temperature, and major cations and anions were measured and monitored in this study. The effect of the spreading of Ardo basin on the groundwater was investigated using time series diagrams and the maps of the groundwater physico-chemical parameters. The results showed an asymmetric recharge pattern around the spreading artificial basin. It was also found that the recharge front of the basin extends from the side of the basin to its northwest. From the temporal viewpoint, the highest recharge occurs in the months of February and March. According to the results, the role of the basin in recharging the groundwater tables is more than 50% near the basin and its northwest. Also, the artificial recharge project has a positive impact on the groundwater quantity and quality.

**Keywords:** Groundwater, Artificial recharge, Physicochemical parameters, Ardo project

## **Identification and Prioritization of the Problems of Mehr Housing Projects in the City of Yazd Using Factor Analysis**

**Mohammad Ali Dashti**

Assistant professor, Department of Civil Engineering, The Islamic Azad  
University of Yazd, Iran

**Ali Reza Malekzade Bafgi**

MA student of construction engineering and management, The Islamic Azad  
University of Yazd, Iran

### **Abstract**

In this study, a statistical approach was used to identify the problems of Mehr housing project in the city of Yazd. The data were collected in the form of documents (e.g. articles, books, magazines, and web sites on the Internet) and through field work (i.e. questionnaire, interview and observation). The main variables of the research were a set of 46 items extracted according to the statistical principles and the data. The study sample consisted of 150 experts who were familiar with the conditions of Mehr housing. The data were analyzed through factor analysis with the SPSS and Excel software programs. According to the data, the variables were prioritized in five stages as follows: the first stage with the variable of lack of coordination among the excavation and building foundation projects based on the area profile with the load factor of 0/884, the second stage with the variable of per capita religious inappropriate spaces with the load factor of 0/837, the third stage with the variable of undesirable internal architectural patterns with the load factor of 0/0767, the fourth stage with the variable of designing structures not on the basis of modern systems with the load factor of 0/862, and the fifth stage with the variable of incompatible residential unit area with the load factor of 0/757.

**Keywords:** Housing, Procurement and approval, Contracting, Financing, Factor analysis, The city of Yazd

## Strategic Planning to Assess the Impacts of Chadormalloo Mine on the Settlements of Bahabad County

Seyed Mahmood Mirabolghasemi Bahabadi

PhD in geography and urban planning, Islamic Azad University, Khorasgan  
Branch, Isfahan, Iran

### Abstract

Since long, mineral-industrial development in central Iran has been considered as a driving force for the development of the regional and national economic sectors in the country. Previously, little attention was paid to the fragile and vulnerable environment of mines, and the prospective effects of the development of those environments were ignored. In this regard, the present study uses strategic planning methods to look for appropriate strategies to reduce the negative impacts of the developmental plans and projects in mine-rich regions. The research is applied from the perspective of nature and descriptive-analytical from the perspective of the method. Using SWOT and QSPM models, strategic planning is performed of the effects of Chadormalloo mine on the settlements of the city of Bahabad. In terms of strategic planning, the study area is in an offensive position. In this situation, through appropriate strategies for sustainable development, efforts should be made to exploit the opportunities and strengths of the region. In this case, plans can be implemented for the employment of the indigenous drought-affected people along with complementary strategies for the utilization of the potentials of Chadormalloo mineral complex.

**Keywords:** Mineral-industrial development, Impact assessment, Strategic planning, Bahabad, SWOT-QSPM

### Index of contents

▪ **Investigation of Turbulence in Micro-landforms of Meyghan Playa Using the Fractal Method**

Bahareh Mirzakhani, Aghail Madadi, Zahra Hejazizadeh

▪ **Revealing the Changes in Esfahan Heat Island Considering Urban Development**

Ahmad Mazidi, Gholam Ali Mozafari, Zahra Taghizadeh

▪ **Analysis and Evaluation of the Vulnerability of the Worn-out and Unstable Texture of the City of Bojnourd in the Face of Earthquakes**

Yaghob Abdali, Ahmad Pourahmad, KeramatAllah Ziyari

▪ **Spatio-temporal Modeling of Jask Plain Groundwater Level from 1997 to 2013**

Morteza Omidipour, Atena Moeinmehr, Sirous Haashemi, Mohammad Eskandari-nasab, Mohammad Beiranvand

▪ **The Climate Zoning of Office Buildings with an Emphasis on Radiant Factors in Hot and Dry Regions: A Case Study of Kerman**

Ali Yazhari Kermani, Farshad Nasrollahi, Mohammad Javad Mahdavinejad

▪ **Prediction of Land Use Change and Determination of Urban Growth Patterns Using Markov Chain Model and Multi-Chip Satellite Images: A Case Study of Arak City**

Fatemeh Esmaeilpour, Mohammad Hossein Saraei, Mohammad Reza Rezaei, Najma Esmaeilpour

▪ **Morphometric Analysis of Sand Dunes and the Speed of Their Displacement in Sistan Plain**

Mahdi Heydari Nasab, Amir Karam, Hosein Negaresh, Ahmad Pahlavanravi

▪ **Comparison of Different Classification Methods in Terms of Accuracy for Land Use Mapping: A Case Study of the City of Yazd**

Marzieh Khazaei, Mohammad Zare, Mohammad Hossein Mokhtari, Anahita Rashtian, Fahimeh Arabi Aliabad

▪ **Investigating the Level of Endurance in Urban and Rural Communities against Natural Hazards: A Case Study of the City of Zahedan**

Mohammadreza Poodineh, Fateme Yadegarifar, Saeideh Rashidi

▪ **Using Groundwater Physico-chemical Parameters to Evaluate the Effectiveness of Artificial Recharge Projects in Arid Regions: A Case study of Ardo Recharge Basin, Borazjan**

Mohammad Faryabi

▪ **Identification and Prioritization of the Problems of Mehr Housing Projects in the City of Yazd Using Factor Analysis**

Mohammad Ali Dashti, Ali Reza Malekzade Bafgi

▪ **Strategic Planning to Assess the Impacts of Chadormalloo Mine on the Settlements of Bahabad County**

Seyed Mahmood Mirabolghasemi Bahabadi

**The Journal of Geographical Research on Desert Areas**  
**7<sup>th</sup> Year – No. 1- Spring and Summer 2019**

**The Journal of Geographical Research on Desert Areas**  
**7<sup>nd</sup> Year – No. 1- Spring and Summer 2019**  
**ISSN: 2345-332 X**

**Managing Director: K. Omidvar**  
Professor of Climatology Yazd University  
komidvar@yazd.ac.ir

**Editor-in-Chief: M. H. Saraei**  
Associate Professor of Geography and Urban Planning -Yazd  
University  
msaraei@yazd.ac.ir

**English Editor: A. R. Islamizadeh**

**Literary Editor: F. Farazmand**

**Journal Administrator: R. Ahmadi**

**Professional Layout Designer: E. Ardakani**

**Editorial Board**

**I. Ebrahimzadeh**, Professor of Geography and Urban Planning-  
University of Sistan and Balouchestan.

**K. Omidvar**, Professor of Climatology- Yazd University.

**M. Taghvaei**, Professor of Geography and Urban Planning- University  
of Isfahan.

**M. Jomehpour**, Professor of Rural and Regional Planning– University  
of Allameh Tabatabaai.

**S. Jahanbakhsh**, Professor Department of Geography - University of  
Tabriz.

**M. H. Saraei**, Associate Professor of Geography and Urban Planning-  
Yazd University.

**H. Asakereh**, Professor of Climatology - University of Zanjan.

**D. Mehrshahi**, Associate Professor of Geomorphology- Yazd  
University

**H. Negaresh**, Professor of Geomorphology - University of Sistan and  
Balouchestan.