

## تبیین محیطی پدید آیی و ناپایایی سکونتگاه‌های روستایی با رویکرد ارزیابی چندمعیاره فضایی (GIS-MCE) در استان اصفهان

عباس امینی\* - دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان  
نصرت مرادی - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۰۸ تأیید نهایی: ۱۳۹۶/۰۷/۰۹

### چکیده

سکونتگاه‌های روستایی نخستین الگوهای مکانی تعامل انسان با طبیعت و تأثیر محیط بر جوامع انسانی‌اند. در تحول این الگوها طی زمان، علاوه بر عوامل غیرمحیطی، محیط نیز همچنان مؤثر بوده است. پژوهش پیش رو به شناسایی جمعیت‌گریزی و ناپایایی (تخلیه)های روستایی استان اصفهان طی ربع سده ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ و تبیین محیطی آن در محیط GIS پرداخته است. توان یا نارسایی محیط، از روابط متقابل و غیرجبرانی عوامل محیطی ناشی می‌شود و سکونت‌پذیری سرزمین، مستلزم برخورداری همزمان از کمینه کارکردهای محیطی مصالحه‌ناپذیر برای فعالیت و معیشت است. براین اساس، در این پژوهش تبیین پدیدآیی و ناپایایی سکونتگاه‌های روستایی استان، با رویکرد چندمعیاره فضایی و روش‌های آماری صورت گرفت و پایگاه داده‌ها شامل پراکنش فضایی روستاهای دارای سکنه در سال ۱۳۶۵، روستاهای ناپایا (تخلیه‌شده) تا سال ۱۳۹۰، لایه‌های محیطی پردازش‌شده موقعیت ژئومورفیک، شیب، راستای شیب، دما، منابع اراضی و فاصله از منابع آبی چاه و چشمه بود. تحلیل فضایی و آماری تراکم پدیدآیی روستاها در پهنه‌های توان محیطی و درصد روستاهای ناپایایی هر پهنه نسبت به ابتدای دوره، بیانگر رابطه مثبت (۸۰ درصدی) توان محیط با تراکم پدیدآیی و رابطه مثبت (۵۶ درصدی) نارسایی محیط با درصد ناپایایی روستاها بود. به این ترتیب، گرچه محیط هم در پدیدآیی و هم در ناپایایی روستاها مؤثر است، تعیین‌کنندگی غنای الگوهای محیطی در پاگیری نظام‌های سکونتگاهی بیشتر از تعیین‌کنندگی ضعف محیط در گریز جمعیت از آنهاست. بنابراین، ناپایایی روستاها از سازوکارهای غیرمحیطی نیز متأثر است و هم‌افزایی «فرسودگی بنیان‌های محیطی» و «ناکارآمدی ساختارهای اقتصادی-اجتماعی» به بازتولید آن و نارسایی توسعه متوازن و آمایش سرزمین دامن می‌زند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چندمعیاره فضایی، پدیدآیی، سکونتگاه‌های روستایی، محیط، ناپایایی.

## مقدمه

سکونت (استقرار جمعیت) و مهاجرت (جابجایی جمعیت) در ارتباطی تنگاتنگ با یکدیگر، دو وجه بارز پویایی جمعیت‌ها و جوامع انسانی به حساب می‌آیند. تحلیل و تبیین این دو فرایند جمعیتی، تنها در صورتی امکان‌پذیر خواهد بود که در دو بستر زمانی (تاریخی) و مکانی (جغرافیایی) به وجود آورنده آنها نگریده و ادراک شود. حاصل جابجایی‌ها و سکناي جمعی انسان‌ها در بستر مکانی یا همان جغرافیای جمعیت‌های انسانی، مدنی‌ترین نمود وجود و حیات بشری بر روی سرزمین است که همان «سکونتگاه‌های انسانی» است؛ به عبارت دیگر، پدیدآیی (پاگیری، پیدایی/استقرار) و پایایی (مانایی/ماندگاری) سکونتگاه‌های انسانی، در بردارنده میراث تمدنی بشر و نمود و نماد بالارزش و پرمعناي تعامل بشر<sup>۱</sup> با طبیعت<sup>۲</sup> و هم‌زیستی با نیروها و عوامل سازنده و قوام‌بخش آن است و آنچه «محیط»<sup>۳</sup> نامیده می‌شود، نتیجه تعامل و امتزاج انسان با طبیعت است و بارزترین جلوه و نمود آن نیز «سکونتگاه‌های انسانی» است. در ادبیات علمی، این نیروهای سازنده و قوام‌بخش، همان «عوامل جغرافیایی» اند و «روستاها» یا «سکونتگاه‌های روستایی» نیز نخستین شکل و ساختار منطقی تعامل انسان‌ها و اجتماعات انسانی با این عوامل به شکل موجودیت‌های فضایی و پدیده‌های جغرافیایی محسوب می‌شوند. این هسته‌های مدنی، در سیر تکاملی خود به واسطه تحول و تکامل در نحوه و گستره تعامل انسان با طبیعت و به وجود آمدن اشکال و ساختارهای تکامل‌یافته‌تر محیطی، زاینده و پروراننده «شهرها» یا «سکونتگاه‌های شهری» نیز می‌شوند.

بروز و کارکرد دو انقلاب عظیم صنعتی و اطلاعاتی، تحولات ژرفی در الگوهای محیطی و تغییرات شگرفی در رفتارها و سبک زندگی بشری به وجود آورده است. گستره و شمول این تحولات و تغییرات، نه تنها مفهوم، سیما و کارکردهای محیط، بلکه الگوهای رفتاری و مناسبات و تعامل‌های جوامع انسانی را هم دچار دگرگونی‌های بنیادی کرده است. این دگرگونی‌ها، در کارکردی کاملاً متفاوت و مقابل، دوگانگی و تضادی را در میان جوامع انسانی، هم به لحاظ ساختارهای درونی و هم روابط بیرونی آنها با یکدیگر پدید آورده و توسعه داده است. نمود بارز و شناخته‌شده این دوگانگی و کارکرد مقابل، از زمان این دو انقلاب تا به امروز، نابرابری، عدم تعادل و توازن و شکاف فزاینده‌ای است که بین بخش‌های مختلف جوامع انسانی، با مفاهیمی از قبیل شکاف مرکز و پیرامون، توسعه‌یافتگی و توسعه‌نیافتگی و در نهایت، شهر و روستا وجود دارد. این شکاف بزرگ که در درون خود الگوهای محیطی متفاوت و متعارضی را از کشاورزی و ماقبل صنعتی تا سپهر زیستی و زمینه‌های دیجیتال شامل می‌شود، کشش و جاذبه بانفوذ و مقاومت‌ناپذیری را برای پیرامون توسعه‌نیافته‌تر به سمت مراکز برخوردارتر از امواج و عواید مدرنیته مرکزگرای حاصل از انقلاب‌های صنعتی و دیجیتالی، ایجاد کرده و به آن دامن می‌زند. به این ترتیب، سیر مرکزگرای تکامل در الگوها و تعاملات محیطی و تحول در رفتارها و سبک زندگی جوامع بشری و تغییرات اساسی در کارکردهای سکونت‌گزینی، جریان و مسیر نخستین مدنیت را از جوامع و سکونتگاه‌های روستایی که در ساختار نابرابر و سلسله‌مراتبی مرکز-پیرامون جهان مدرن کنونی در آخرین سطح و رده توسعه‌یافتگی قرار داده می‌شوند، به سوی سطوح و مراتب توسعه‌یافته‌تر جوامع و مراکز شهری وارونه کرده است. این چارچوب را تا اندازه زیادی می‌توان در سطوح مختلف منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی و برای تبیین همه‌گونه جابجایی‌های جمعیتی در نظر گرفت که همواره و در همه جوامع وجود داشته‌اند و رخ می‌دهند. با وجود این، تفاوت‌های تاریخی و جغرافیایی متعددی که زمینه<sup>۴</sup> این چارچوب‌ها را در جوامع و شرایط مختلف محیطی و اجتماعی شکل می‌دهد، موجب شده است پدیده به‌ظاهر مشابه و شناخته‌شده «مهاجرت» و به‌ویژه مهاجرت‌های روستا-شهری، از علل، کارکردها و پیامدهای بسیار متفاوتی، هم در مبدأ و هم در مقصد، داشته باشد. به لحاظ

1. Human
2. Nature
3. Environment
4. Context

تاریخی نیز، «جریان طبیعی چنین جابه‌جایی‌هایی در درون جوامعی که آغازگر توسعه نوین و به‌وجودآورنده انقلاب صنعتی بوده‌اند و جریان انتقال سرمایه‌های انسانی بین بخش‌های مختلف تولید و اقتصاد در آنها به‌صورت منطقی صورت پذیرفته، در کنار پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی و زیست‌بوم‌شناختی، منشأ تحولات مفیدی نیز بوده است. اما این جابه‌جایی‌ها در کشورهای جهان‌سومی دورمانده از تحولات درون‌زای عصر رنسانس و نوآفرینی‌های پس از آن، معمولاً از سر استیصال و گریز از شرایط نامطلوب محیطی، اقتصادی و گاه اجتماعی صورت گرفته و به‌ناگزیر نه‌تنها هیچ‌گاه نتوانسته مددی به جریان توسعه و تحول جامعه برساند، بلکه همواره پیامدهای منفی و معضلاتی را هم در پی داشته است» (امینی و برومند، ۱۳۹۴).

به‌این ترتیب، گرچه سکونتگاه‌های روستایی، نماینده و نمایاننده نخستین الگوهای مکانی تعامل و تأثیر منابع محیطی و عوامل جغرافیایی بر الگوها و اشکال رفتار و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی جوامع انسانی‌اند، تغییر و تحول در این الگوها و گریزناپذیری آن طی زمان، علاوه بر محیط و عوامل آن، چه‌بسا از فرهنگ، توسعه و فناوری، اقتصاد و به‌طور کلی عوامل، الگوها و فرایندهای انسانی و اجتماعی، تأثیرپذیری بیشتری داشته باشند؛ به‌عبارتی، گرچه در پدیدایی روستاها و سکونتگاه‌های انسانی، طبیعت و الگوهای محیطی تأثیر و تعیین‌کنندگی اساسی دارند، ماندگاری و رونق حیات آنها طی زمان، علاوه بر بسترهای محیطی، با کارآمدی و تکامل الگوها و فرایندهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نیز پیوند بایسته دارد. درک و چگونگی و ابعاد ناخوشایند این واقعیت که «در روزگار کنونی، بی‌آنکه یورش و گزند از آن انواع که سابقه‌آشنایی و هم‌زیستی با آنها در حافظه تاریخی روستاها و روستاییان این سرزمین وجود دارد، در کار باشد؛ بسیاری از این سکونتگاه‌ها با تهدیدهای تازه‌پردامنه و پرنفوذی مواجه گشته‌اند که سازوکارهای مقابله و مواجهه پیشین، کارآمدی خود را یکسره از دست داده و با تأسف بسیار، آرام‌آرام و به‌طور فزاینده جمعیت خود را و در پی آن پویایی حیات شیرازه و سامان سکونتگاهی خود را از دست می‌دهند و از خط سیر تاریخی دوام و پایداری به حیات بی‌رمق و بی‌رونقی با دورنمای نابودی می‌گریند» (همان) و تأمل در آن، بیان‌کننده تأثیرگذاری و تعیین‌کنندگی بیشتر عوامل محیطی و عوامل غیرمحیطی، به‌ترتیب در به‌وجود آمدن (پدیدایی) و از میان رفتن (ناپایایی) سکونتگاه‌های روستایی است. با این حال، در جمعیت‌گریزی<sup>۱</sup> و ناپایایی (تخلیه)<sup>۲</sup> روستایی<sup>۲</sup>، علاوه بر «ناکارآمدی و ناتوان‌مندی ساختارهای اقتصادی و اجتماعی در مواجهه با شرایط و اقتضائات عصر و زمانه جدید» (همان)، بی‌شک نارسایی و فقر محیط و ضعف بنیان‌ها و الگوهای محیطی نیز مؤثرند و هم‌افزایی دو مؤلفه «ناکارآمدی در ساختارها و محتوای اقتصادی و اجتماعی» و «نامساعدی در بنیان‌ها و کالبد محیطی»، به بازتولید و رشد این پدیده و در نتیجه، نابسامانی‌ها و نارسایی‌های معنادار در جریان کلی رشد و توسعه درون‌زا و متوازن سکونتگاه‌ها و آمایش سرزمین دامن می‌زند.

در پژوهش پیش رو، نخست با مراجعه به فرهنگ آبادی‌های استان در سال ۱۳۶۵ (نتایج تفصیلی سرشماری نفوس و مسکن مرکز آمار ایران، ۱۳۶۵) و لایه‌های جغرافیایی وزارت کشور در زمینه موقعیت و پراکنش سکونتگاه‌های روستایی استان، پانزدهم و پدیدایی فضایی روستاهای استان بررسی شد و سپس، با ردگیری تغییرات تعداد خانوار و جمعیت تک‌تک روستاهای دارای سکنه آن مقطع در مقاطع بعدی سرشماری (۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰)، به شناسایی و مطالعه میزان (تعداد، خانوار و جمعیت) و پراکنش فضایی ناپایایی‌های روستایی (روستاهای تخلیه‌شده) استان طی ربع سده ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ پرداخته شد. ادامه کار به تبیین محیطی دو فرایند جغرافیایی پدیدایی و ناپایایی سکونتگاه‌های روستایی استان با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاره فضایی<sup>۳</sup> و تحلیل‌های آماری اختصاص یافت. لایه ترکیبی پیوسته توان (یا نارسایی)

1. Depopulation
2. Rural Exodus
3. Spatial (or GIS-Based) Multi-Criteria Evaluation (SMCE)

محیط، از برهم‌نهی و تلفیق موزون و استاندارد مؤلفه‌ها و بنیان‌های محیطی موقعیت ژئومورفیک، شیب، راستای شیب، واحد منابع اراضی، دما و فاصله از منابع آبی چاه و چشمه، تهیه شد و پس از پهنه‌بندی مجدد، شاخص‌های تراکم پدیدایی و درصد ناپایایی برای پهنه‌های مختلف توان محیط در واحدهای اراضی سرزمین محاسبه و آزمون آماری شد.

## روش پژوهش

### معرفی منطقه و بیان جغرافیایی مسئله

استان اصفهان با مساحتی حدود ۱۰۷۰۹۰/۱ کیلومتر مربع، در موقعیتی بین  $30^{\circ} 43'$  تا  $34^{\circ} 27'$  عرض شمالی و  $49^{\circ} 38'$  تا  $55^{\circ} 32'$  طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ، در مرکز ایران واقع شده است. این استان از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان، از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد، از شرق به استان یزد و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری محدود است (سالنامه آماری استان اصفهان، ۱۳۹۰). جدول ۱ تغییرات جمعیت روستایی استان طی دوره زمانی مورد بررسی را نشان می‌دهد. نقشه استان و سکونتگاه‌های مورد بررسی نیز در ادامه و ضمن معرفی داده‌ها ارائه خواهد شد.

جدول ۱. تعداد و تحولات جمعیت روستایی استان در ربع سده مورد بررسی

سال	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰
تعداد جمعیت روستایی	۱۱۷۶۶۷۳	۱۰۰۷۰۸۷	۷۶۰۵۲۸	۷۱۰۹۸۹
درصد جمعیت روستایی	۳۵/۶	۲۵/۶۶	۱۶/۶۸	۱۴/۵۷
میزان رشد جمعیت روستایی (در دهه‌های متوالی و کل دوره)		-۱/۵۴	-۲/۷۷	-۱/۳۴
				-۱/۹۹

مأخذ: مرکز آمار ایران، نتایج تفصیلی سرشماری‌های عمومی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ استان اصفهان

چنانکه دیده می‌شود، شمار جمعیت روستایی استان در دهه‌های اخیر به میزان درخور توجهی کاهش یافته و به‌ویژه کاهش در نسبت آن در مقایسه با جمعیت شهری، روند افزایشی شدیدی داشته است. این کاهش چشمگیر در جمعیت روستایی استان به نفع جمعیت شهری، تغییری صرفاً دموگرافیکی نبوده و عوامل غیردموگرافیکی نیز مانند تغییر در تقسیمات سرزمینی و به‌ویژه ادغام و تبدیل شمار چشمگیری از روستاهای پرجمعیت‌تر استان به شهرها، در آن تأثیر و سهم زیادی داشته است. بخش دموگرافیکی این روند کاهشی، به‌طور عمده، متوجه جابه‌جایی‌ها و مهاجرت افراد از مناطق روستایی است که در مواردی از حالت متعارف خود فراتر رفته و سکونتگاهی، تمام جمعیت و سکنه خود را ازدست داده است. پایداری و پدیدایی نخستین روستاها و همچنین، این‌گونه گریزهای جمعیتی از مناطق و سکونتگاه‌های روستایی<sup>۱</sup> که «ناپایایی یا تخلیه روستایی»<sup>۲</sup> نامیده می‌شود، موضوع و مسئله محوری پژوهش پیش روست. افزون بر پدیدایی، این شکل از جابه‌جایی‌های جمعیتی و ناپایایی‌های سکونتگاهی نیز فراتر از موضوع و متغیری صرفاً دموگرافیکی مطرح بوده، به‌مثابه پدیده‌ای جغرافیایی نمود پیدا می‌کند و به‌ناگزیر با بستر جغرافیایی و محیطی آن پیوند می‌خورد. از این رو، تبیین چرایی، تحلیل چگونگی و درنهایت، چاره‌اندیشی و راه‌حل‌جویی برای آن نیز بدون درک و درنظر داشتن الگوهای محیطی دربرگیرنده آن، میسر یا مطلوب نخواهد بود. در ادامه این بخش، به شناسایی دقیق ناپایایی‌های روستایی استان پرداخته می‌شود.

1. Rural Depopulation  
2. Rural Exodus

## داده‌های پژوهش و فرایند تدارک آنها

## پدیدآیی و ناپایایی‌های سکونتگاه‌های روستایی استان

آگاهی از پراکنش جغرافیایی پاگیری و استقرار روستاها، چنانکه اشاره شد، بر مبنای داده‌های فرهنگ آبادی‌های استان و لایه‌های سکونتگاهی وزارت کشور در سال ۱۳۶۵ بود و شناسایی میزان (تعداد، خانوار و جمعیت) و به‌ویژه پراکنش فضایی ناپایایی‌های (تخلیه‌های) روستایی استان طی ربع سده ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ نیز با صرف زمان بسیار و بررسی خانوار و جمعیت تک‌تک روستاهای دارای سکنة استان در سال ۱۳۶۵ و ردگیری تغییرات موردبهمورد خانوار و جمعیت روستاها در سرشماری‌های بعدی ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ انجام گرفت. به‌مثابه مبنایی برای این بررسی‌ها، روستاهایی دارای سکنة تلقی شدند که در هر مقطع سرشماری، دست‌کم برخوردار از ۴ خانوار با متوسط بعد خانوارهای روستایی استان در مقطع مربوط بودند. در واقع، این میزان از جمعیت، به‌مثابه کمترین حد از یک ساختار روستایی در نظر گرفته شد.

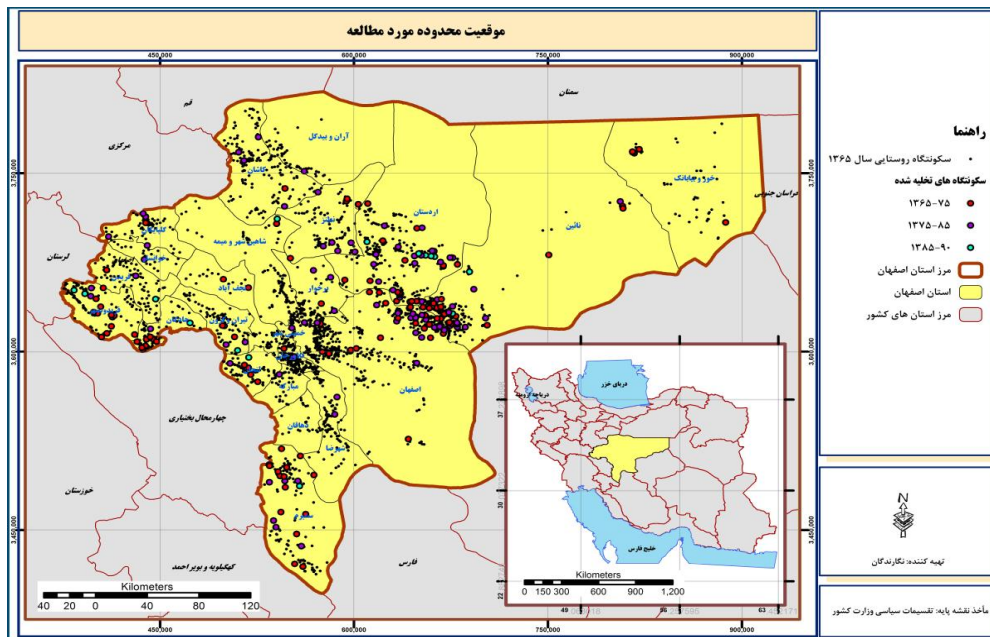
شایان ذکر است که مراجعه به نتایج کلی سرشماری‌ها برای مقایسه دوره‌ای تعداد روستاها، کمکی به شناسایی دقیق و معتبر تحولات سکونتگاهی در مناطق روستایی (چه به‌شکل ناپایایی یا تخلیه و چه به‌شکل تبدیل به شهر) نمی‌کند؛ گذشته از آنکه تعداد کل سکونتگاه‌ها به‌دلیل اختلاف در تعریف‌ها و مصداق‌ها، تفاوت‌های چشمگیری را در دوره‌های متوالی نشان می‌دهد و اختلاف‌های واقعی نیز به‌جز ناپایایی، تبدیل به شهر و ادغام در شهرها را هم شامل می‌شود. نتایج کلی، تفاوت‌های مکانی و به‌ویژه موقعیت و پراکنش فضایی هیچ‌کدام از این تحولات را نشان نمی‌دهد. بنابراین، شناسایی تاحدممکن دقیق تعداد و موقعیت نقاط روستایی ناپایا (تخلیه‌شده) در دوره‌های مختلف زمانی و اجرای آنها بر بسترهای جغرافیایی، مرحله‌ای مهم و اساسی در سیر بررسی بود و چنانکه پیش‌تر اشاره شد، با ردگیری تغییرات خانوار و جمعیت تک‌تک روستاهای استان در دوره‌های متوالی سرشماری از سال ۱۳۶۵ تا سال ۱۳۹۰ صورت گرفت. جدول ۲ نتیجه نهایی این بررسی را برحسب تعداد روستاهای ناپایا همراه با مجموع خانوار و جمعیت آنها، به‌تفکیک دوره‌های سرشماری و در مجموع دوره زمانی مورد بررسی نشان می‌دهد.

جدول ۲. تعداد و جمعیت روستاهای تخلیه‌شده استان اصفهان طی دوره ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰

روستاهای ناپایا (تخلیه‌شده)			دوره زمانی
جمعیت	خانوار	تعداد	
۳۴۶۸	۷۴۳	۱۱۳	۱۳۶۵ - ۱۳۷۵
۱۹۳۴	۵۲۰	۸۵	۱۳۷۵ - ۱۳۸۵
۵۰۶	۱۵۹	۲۰	۱۳۸۵ - ۱۳۹۰
۵۹۰۸	۱۴۲۲	۲۱۸	کل دوره (ربع سده اخیر)

مأخذ: محاسبات نگارندگان (براساس داده‌های سرشماری‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران)

براساس این نتایج، از مجموع ۲۱۸ روستای تخلیه‌شده استان طی ربع سده از ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰، نزدیک به ۶۰۰۰ نفر جمعیت روستایی جابه‌جا شده‌اند. اهمیت و حساسیت این رخداد، بیش از این میزان جمعیت، چنانکه پیش‌تر هم اشاره شد، متوجه بُعد جغرافیایی این جابه‌جایی است. ناپایایی تعداد چشمگیری از روستاها و به‌ویژه توزیع فضایی آنها، در حکم نگهبانان محیط‌زیست<sup>۱</sup>، رها شدن و هدررفت عوامل تولیدی و منابع محیطی آب و خاک این عرصه‌های سکونتگاهی را در پی داشته، زمینه را برای نابودی کشاورزی، واپس‌روی و زیست‌ناپذیری محیط فراهم می‌کند. افزون‌براین، پیدایش شهرهای پرجمعیت با فاصله طبقاتی بسیار در مقصد این جمعیت‌ها نیز زمینه‌ساز مشکلات و بحران‌های روان‌شناختی و اجتماعی دیگری است. پراکنش فضایی دو لایه سکونتگاه‌های روستایی سال ۱۳۶۵ و روستاهای ناپایای استان اصفهان از آن زمان تا سال ۱۳۹۰، یا به‌عبارتی بیان جغرافیایی مسئله پژوهش، به‌تفکیک زمانی دوره آماری، در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. پراکنش سکونتگاه‌های روستایی دارای سکنه سال ۱۳۶۵ و روستاهای ناپایای استان اصفهان تا سال ۱۳۹۰

### الگوها و مؤلفه‌های محیطی

چنانکه اشاره شد، ۷ مؤلفه ارتفاع (موقعیت ژئومورفیک)، شیب، جهت (راستای شیب)، منابع اراضی، دما و فاصله از منابع آبی چاه و چشمه، از مهم‌ترین و اثرگذارترین الگوهای محیطی در رابطه با پدیده‌های جغرافیایی و از جمله سکونتگاه‌های روستایی، لایه‌های مورد استفاده در تبیین محیطی پدیدآیی و ناپایایی‌های روستایی رخ داده در استان اصفهان طی دو و نیم دهه مورد بررسی بوده‌اند. علاوه بر تأثیر و اهمیت این عوامل، شرایط جغرافیایی استان، در دسترس بودن داده‌ها و تجربیات پژوهشگران در انتخاب آنها دخالت داشته است. معرفی مختصری از این داده‌ها، شامل فرمت و منبع آنها در جدول ۳ ارائه شده است و لایه‌های پهنه‌بندی شده آنها نیز در ادامه و در ضمن بحث ارائه خواهد شد.

جدول ۳. نوع و منبع داده‌های محیطی استفاده شده در پژوهش

مؤلفه	نوع داده	منبع
موقعیت ژئومورفیک	رستر	گروه پایگاه داده مکانی آمایش سرزمین استان اصفهان
شیب	رستر	مستخرج از DEM
راستای شیب	رستر	مستخرج از DEM
منابع اراضی	وکتور	مؤسسه تحقیقات خاک و آب استان اصفهان
پهنه‌های دمایی*	رستر	این پژوهش
فاصله از چاه*	رستر	این پژوهش
فاصله از چشمه*	رستر	این پژوهش

\* منبع لایه‌های پایه مقادیر دمایی ایستگاه‌های هواشناسی و لایه نقاط چاه و چشمه نیز معاونت برنامه‌ریزی استانداری اصفهان بوده است.

### روش و مراحل (الگوریتم) پژوهش

#### آماده‌سازی لایه‌ها و تشکیل پایگاه داده

پژوهش پیش رو از نوع توصیفی-تحلیلی است. داده‌های مورد نیاز دست‌دوم بوده، به صورت کتابخانه‌ای و با مراجعه به اسناد مربوط گردآوری شد. شکل ۲ فرایند و مراحل پژوهش را نشان می‌دهد. پس از شناسایی و استخراج لایه‌های



سکونتگاه‌ها و ناپایایی‌های روستایی استان و انتخاب و پردازش اولیه لایه‌های مؤلفه‌های محیطی، پایگاه داده‌ها در محیط GIS تشکیل شد.

### پردازش و ارزیابی چندمعیاره لایه‌ها

ترکیب مؤلفه‌های محیطی برای تهیه لایه توان محیط، با برهم‌نهی لایه‌های محیطی و با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره<sup>۱</sup> صورت گرفت. ترکیب این روش با GIS پیشرفت چشمگیری نسبت به روش‌های سنتی هم‌پوشانی محسوب می‌شود که در تحلیل تناسب کاربری اراضی استفاده می‌شوند (ژانگ و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳). به‌طور معمول، ارزیابی‌های چندمعیاره در GIS به دو روش انجام می‌گیرد: هم‌پوشانی بولین و روش ترکیب خطی وزنی یا WLC<sup>۳</sup> (بی‌انات و نیکمپ<sup>۴</sup>، ۱۹۹۸) که از معروف‌ترین و پراستفاده‌ترین روش‌های MCE-GIS به‌شمار می‌رود (چن و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۱؛ مالچوفسکی و راینر<sup>۶</sup>، ۲۰۰۵؛ مالچوفسکی، ۲۰۰۶؛ لافورتزا و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۰۸).

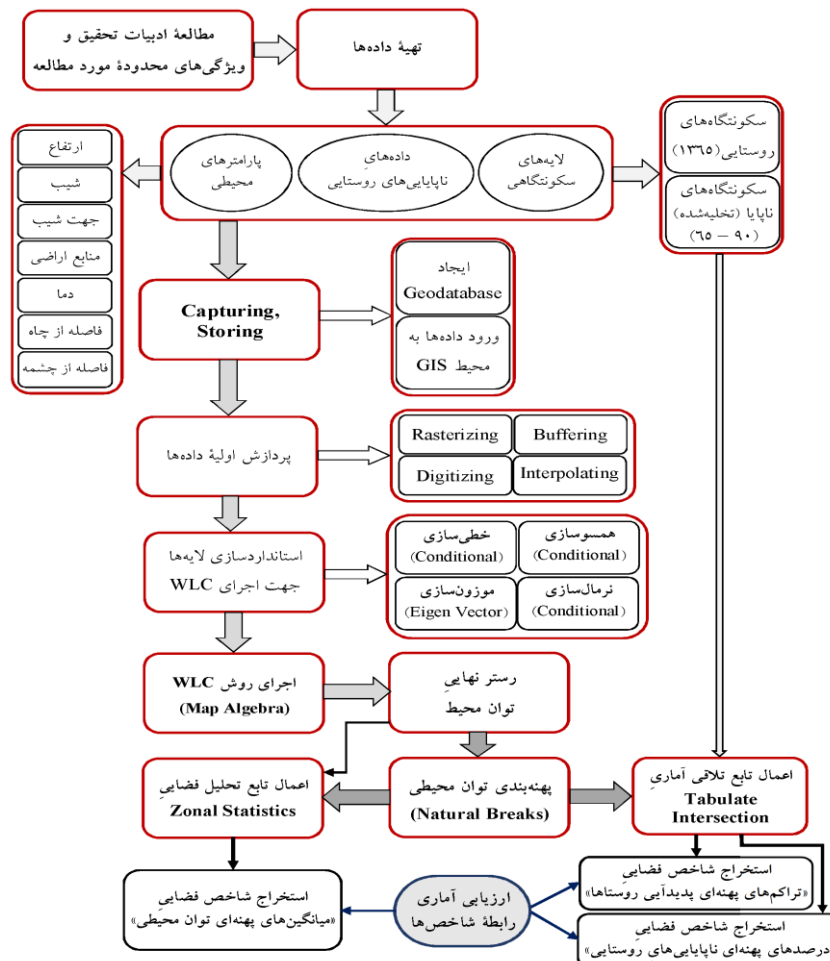
برهم‌نهی و ترکیب لایه‌ها<sup>۸</sup> برای تکمیل روش WLC، مستلزم بی‌مقیاس کردن و استانداردسازی<sup>۹</sup> لایه‌ها و همچنین، وزن‌دهی آنها براساس اهمیت نسبی‌شان<sup>۱۰</sup> به‌منظور به‌دست آوردن امتیاز کلی نهایی است؛ بنابراین روشی جبرانی است؛ به این معنا که امتیازهای کم در یک معیار ممکن است توسط امتیازهای زیاد معیار دیگر جبران شود (مالچوفسکی، ۲۰۰۴). استانداردسازی یا مقایسه‌پذیر و ترکیب‌پذیر کردن لایه‌های معیارها، با روش‌های مختلفی مانند تعیین<sup>۱۱</sup>، احتمالی<sup>۱۲</sup> و فازی<sup>۱۳</sup> صورت می‌گیرد (مالچوفسکی، ۱۳۹۲). در پژوهش پیش رو، این عملیات به‌تناسب، با روش‌های نرمال‌سازی خطی و فازی انجام گرفت. در این روش‌ها، علاوه بر بی‌مقیاس‌سازی، همزمان تعارض و ناهم‌سویی<sup>۱۴</sup> بین لایه‌ها نیز برطرف می‌شود. همچنین، چنانکه پیش‌تر نیز اشاره شد، برای لایه‌هایی که کارکرد آنها برای سکونت‌گزینی روند خطی نبوده و ممکن است پهنه‌های کمینه و بیشینه کارکردی تقریباً همسو و متفاوت با پهنه‌های با مقادیر میانی داشته باشند، بی‌مقیاس‌سازی برای هر پهنه جداگانه صورت گرفت؛ به‌گونه‌ای که لایه بی‌مقیاس‌شده نهایی روندی خطی بین صفر تا یک داشته باشد. همچنین، لازم است اشاره شود که لایه‌های گسسته یا غیرمقداری راستای شیب و منابع اراضی، نیازی به بی‌مقیاس کردن در این مرحله نداشت و استانداردسازی آنها با وزن‌دهی به طبقات مختلف، برحسب کارکردی صورت گرفت که در رابطه با مسئله پژوهش داشتند. بردار نرمال وزن لایه‌ها (لایه وزن‌ها)، با تشکیل و اعتبارسنجی ماتریس مقایسه‌های زوجی آنها و به‌کارگیری روش‌های افزایشی<sup>۱۵</sup> برای محاسبه بردار ویژه این ماتریس، به‌مثابه بردار وزن مورد نظر محاسبه شد. شکل ۴، مجموعه لایه‌های پردازش (خطی، نرمال و همسو) شده تحلیل را نشان می‌دهد.

1. Multi-Criteria Evaluation (MCE)
2. Zhang, X., Fang, C., Wang, Z., & Ma, H.
3. Weighted Linar Combination (WLC)
4. Beinat, E., & Nijkamp, P.
5. Chen, K., Blong, R., & Jacobson, C.
6. Malczewski, J., & Rinner, C.
7. Laforteza, R., Chen, J., Sanesi, G., & Crow, T. R.
8. Map Overlay Operation
9. Elimination of Scale Bias (Normalization / Standardization)
10. Weighting Based on Relative Importances
11. Deterministic
12. Probabilistic
13. Fuzzy
14. Inconsistency (or Incompatibility)
15. Augmented Powers

### شاخص‌سازی آماری و تحلیل فضایی-آماري سکونت‌پذیری محیط

رستر نهایی نرمال (با مقادیر پیوسته بین صفر تا یک) و ترکیبی توان محیط، در ۵ پهنه توان بسیار زیاد (غنا محیطی) تا بسیار کم (فقر محیطی)، به کمک روش دگرش طبیعی<sup>۱</sup>، پهنه‌بندی و میانگین فضایی توان محیطی هر پهنه با به‌کارگیری به‌کارگیری تابع «آماره‌های پهنه‌ای<sup>۲</sup>» از ابزار «تحلیل‌گر فضایی<sup>۳</sup>» محاسبه و استخراج شد.

همچنین، ارزیابی آماری رابطه بین متغیر فضایی توان محیطی حاصل با فرایندهای فضایی-زمانی پدیدایی و ناپایی سکونتگاه‌های روستایی، نیازمند متغیرهای فضایی مشابهی برای این سوی این رابطه است. برای این منظور، دو شاخص آماری «تراکم فضایی شکل‌گیری و پدیدایی روستاها در هر پهنه» (به‌صورت تعداد روستاهای پایا (دارای سکنه) در هر ۱۰۰۰ کیلومتر مربع) و همچنین «درصد روستاهای ناپایا (تخلیه‌شده) طی دوره مورد بررسی نسبت به کل روستاهای دارای سکنه هر پهنه در ابتدای دوره»، تعریف شد و محاسبه مقادیر آنها در پهنه‌های پنج‌گانه لایه توان محیطی، در نتیجه تلاقی این لایه با لایه‌های سکونتگاه‌ها و ناپایی‌های روستایی در محیط ArcGIS و اعمال تابع آماری «جدول تقاطعی اشتراک‌ها»<sup>۴</sup> صورت گرفت. در ادامه، رابطه بین شاخص‌های محاسبه‌شده با بهره‌گیری از روش‌ها و آزمون‌های آماری، ارزیابی و تحلیل شد.



شکل ۲. فرایند و مراحل پژوهش

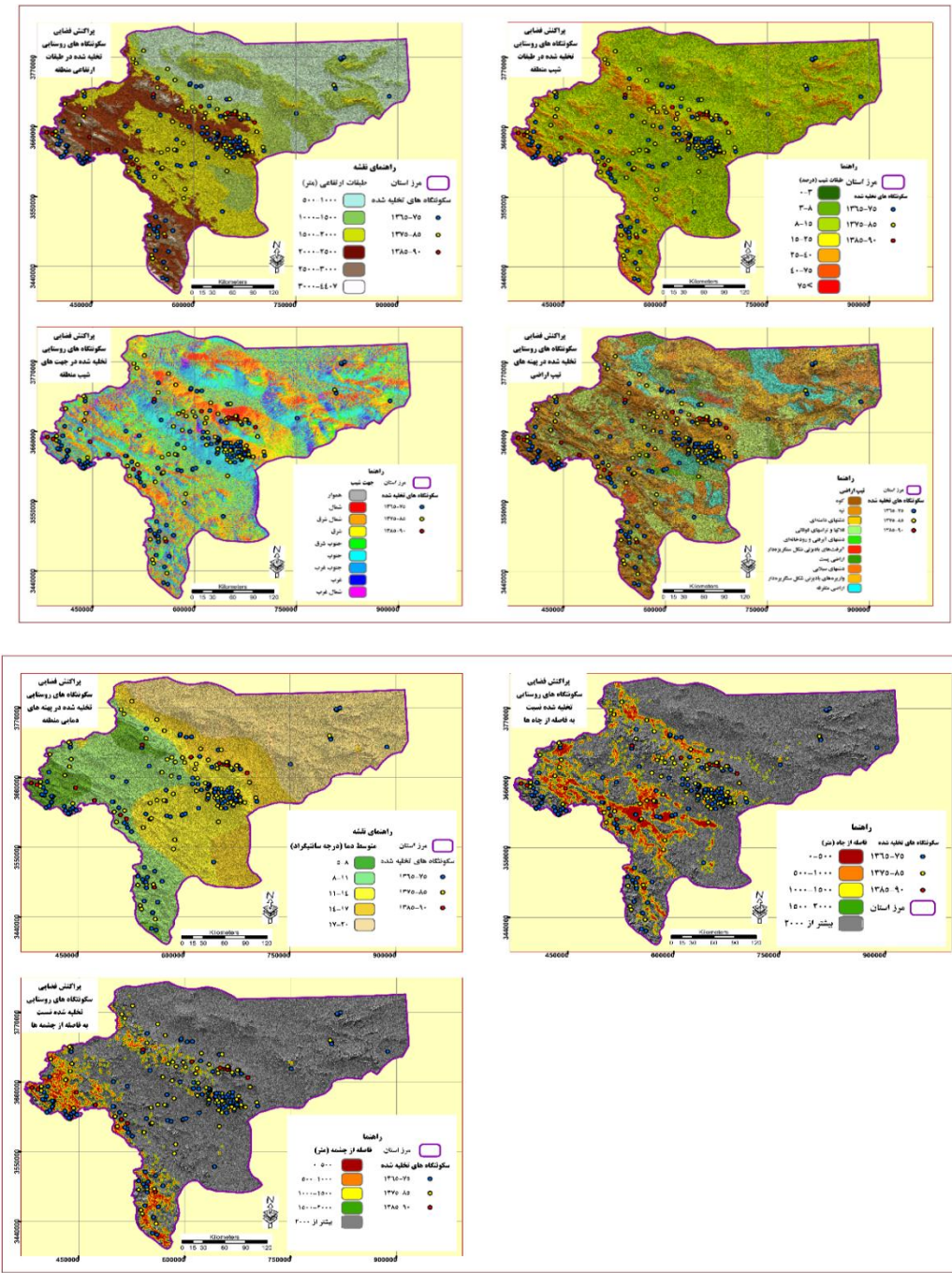
1. Natural Breaks
2. Zonal Statistics
3. Spatial Analyst
4. Tabulate Intersection



**بحث و یافته‌ها**

**معرفی و توصیف مختصر لایه‌های عوامل محیطی استفاده‌شده**

محیط، کلیت یکپارچه و تجزیه‌ناپذیری از مؤلفه‌ها و الگوهای متعامل بسیار است. این مؤلفه‌ها عموماً یا عوامل محیطی‌اند، مانند عناصر اقلیمی و به‌طور کلی عوامل جغرافیایی، یا منابع محیطی‌اند، مانند منابع آب و خاک و زمین‌ریخت و غیره. شکل ۳ لایه‌های پردازش و پهنه‌بندی‌شده مؤلفه‌های محیطی استفاده و تحلیل‌شده در این پژوهش را همراه با پراکنش روستاها و ناپایایی‌های روستایی بر بستر آنها نشان می‌دهد.



شکل ۳. لایه‌های پهنه‌بندی‌شده عوامل محیطی و پراکنش‌های سکونتگاهی بررسی شده

تبیین و تحلیل‌های فضایی جداگانه ناپایایی‌های روستایی استان در رابطه با هر کدام از این عوامل، موضوع پژوهش مستقل دیگری است و نتایج آن بررسی‌ها نیز بیانگر تأثیرپذیری معنی‌دار و شایان توجه ناپایایی‌های روستایی به ترتیب از عوامل محیطی شیب، تیپ اراضی، موقعیت ژئومورفیک و دوری از چاه‌ها و در مقابل معنی‌دار نبودن تأثیر جهات جغرافیایی بر این ناپایایی‌ها بود (امینی و دیگران، ۱۳۹۸). گرچه هر کدام از این مؤلفه‌ها تأثیر، کارکرد و تعیین‌کنندگی قطعی در مناسبات، کنش‌ها و کم و کیف زندگی جوامع انسانی دارند و هریک الگوهای محیطی متفاوت و ویژه‌ای را نیز برای کنش‌ها و به‌ویژه سکناى اجتماعات انسانی به‌وجود می‌آورند (همان)، آنچه توان محیط یا درمقابل، نارسایی و فقر محیط نامیده می‌شود، به‌هیچ‌روی برآمده و ناشی از کارکردهای جداگانه هیچ‌کدام از این مؤلفه‌ها به‌تنهایی نبوده و از تعامل و به‌ویژه همراهی مجموعه این عوامل نشئت می‌گیرد. در تعامل این عوامل و الگوهای برآمده از آنها، جبرانی نبودن روابط متقابلی که با هم برقرار می‌کنند، حائز اهمیت است و به‌عبارتی، نارسایی یک مؤلفه محیطی و تنگنایی که بر اثر آن برای سکونت و کنش فعال انسان ایجاد می‌شود، با مساعدت و بهبود مؤلفه یا حتی مؤلفه‌های دیگر، چندان برطرف نمی‌شود. بنابراین، با توجه به لزوم و اهمیت برخورداری پهنه‌های سرزمینی از کمینه کارکردهای محیطی مصالحه‌ناپذیر برای فعالیت و معیشت جوامع انسانی، سکونت‌پذیری گستره استان برای سکونتگاه‌های روستایی و همچنین ناپایایی‌های رخ داده برای آنها، براساس لایه ترکیبی و برهم‌نهاد تمام مؤلفه‌های محیطی یادشده با رویکرد فضایی WLC، به شرحی که در ادامه خواهد آمد، بررسی و ارزیابی شد.

### پردازش داده‌ها (همسوسازی، خطی کردن و نرمال‌سازی لایه‌ها)

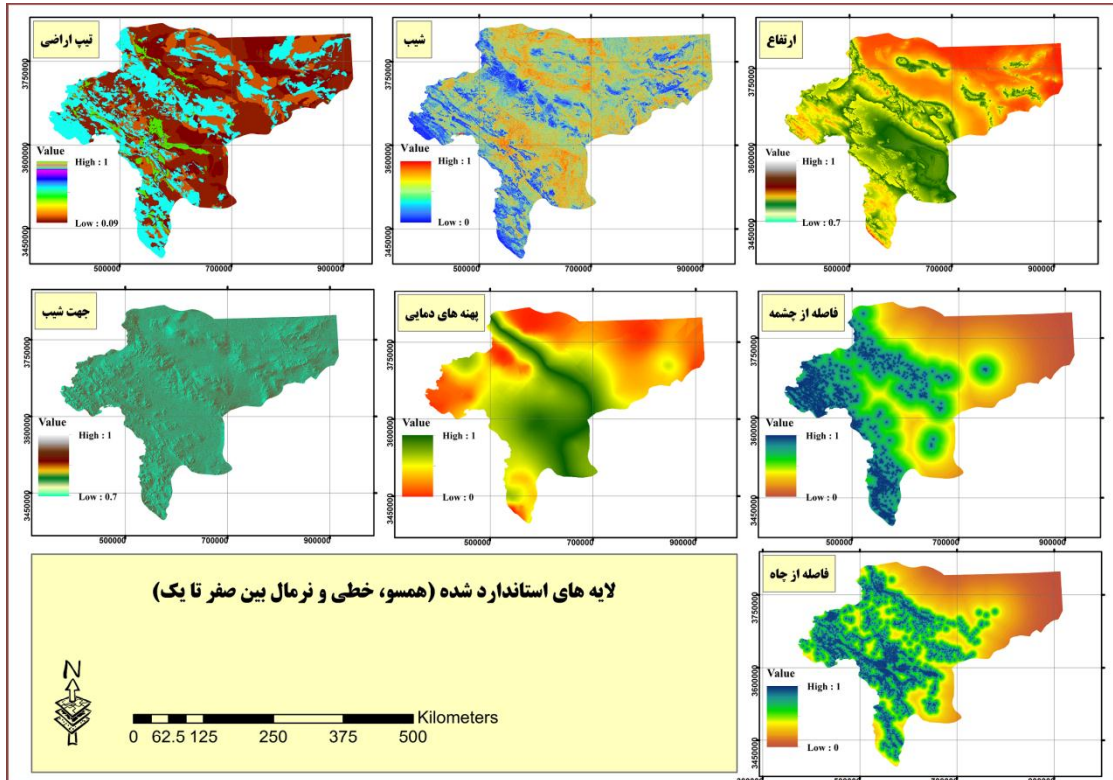
هم‌پوشانی فضایی لایه‌های محیطی در روش WLC، چنانکه پیش‌تر نیز اشاره شد، مستلزم نرمال شدن رستر لایه‌های این عوامل در بازه صفر تا یک و همچنین وزن‌دهی نسبی آنها با توجه به اهمیت و کارکرد متفاوتشان در تداوم کارکردهای سکونتی است. نرمال‌سازی لایه‌ها به‌گونه‌ای صورت می‌گیرد که تغییرات مقادیر نرمال از صفر تا یک، به‌طور کامل خطی باشند و بیانگر شدت تأثیر و تعیین‌کنندگی عوامل مؤثر بر سکونت‌پذیری سرزمین باشند. به‌این‌ترتیب، علاوه بر آنکه لایه‌های معیارهای منفی<sup>۱</sup> مانند لایه شیب و لایه‌های فاصله از منابع آبی، تغییر جهت می‌یابند، متغیرهای حد وسط<sup>۲</sup> مانند دما و به‌ویژه متغیرهایی مانند ارتفاع (موقعیت ژئومورفیک) که در بازه‌های متعددی از دامنه مقادیر خود به‌لحاظ نوع تأثیرگذاری بر موضوع این پژوهش، تغییر جهت می‌دهند و به فرض تغییرات خطی این تأثیرات، شیب آن در بازه‌های مختلف متفاوت است<sup>۳</sup>، نیز همسو<sup>۴</sup> و از صفر تا یک خطی می‌شوند. برای این منظور، به فراخور داده‌ها، در بازه‌های مختلف متغیرها از روش‌هایی مانند نرمال‌سازی خطی و نرمال‌سازی فازی استفاده شد<sup>۵</sup>. شکل ۴ لایه‌های استانداردشده (همسو، خطی و نرمال بین صفر تا یک) عوامل و مؤلفه‌های محیطی مورد بررسی را با استفاده از تابع

1. The Less, The Better
2. The More Moderate, The Better
3. Piecewise Linear
4. Consistent (or Compatible)

۵. برای نمونه، چنانچه کارکردهای سکونتی رستر پیوسته (floated)  $X$  با دامنه تغییرات  $xmin$  تا  $xmax$  در پهنه فضایی مورد بررسی را در بازه‌های مختلف  $xmin$  تا  $xa$ ،  $xb$  تا  $xa$  و  $xb$  تا  $xmax$ ، به ترتیب مثبت (the more, the better)، میانه (moderate) و منفی (the less, the better) بدانیم و بخواهیم یکباره تغییرات آن را با استفاده از روش‌های نرمال‌سازی فازی (برای دو بازه ابتدا و انتها) و نرمال‌سازی خطی (برای بازه میانی)، در بازه صفر تا یک همسو و استاندارد کنیم، کافی است تابع شرطی conditional در ابزار map algebra از تحلیل‌گر فضایی را به شکل زیر استفاده کنیم:

$$\text{Normal\_X} = \text{Con}("X" < x1, ("X" - xmin) / (x1 - xmin), \text{Con}("X" < x2, \min\{"X", (x1 + x2 / 2)\} / \max\{"X", (x1 + x2 / 2)\}, (xmax - "X") / (xmax - x2)))$$

ریاضی تحلیل فضایی «عملیات شرطی»<sup>۱</sup> نشان می‌دهد. گفتنی است استانداردسازی لایه‌های طبقه‌ای غیرپیوسته منابع اراضی و راستای شیب، تنها با وزندهی نرمال به رده‌های مختلف آنها (تیپ‌های مختلف اراضی و جهات مختلف جغرافیایی)، با توجه به تأثیر و کارکرد متفاوت آنها در سکونت‌پذیری سرزمین صورت گرفت.



شکل ۴. نقشه‌های نرمال لایه‌های استاندارد شده عوامل محیطی مورد بررسی

### موزون سازی لایه‌ها و محاسبه لایه ترکیبی توان محیط

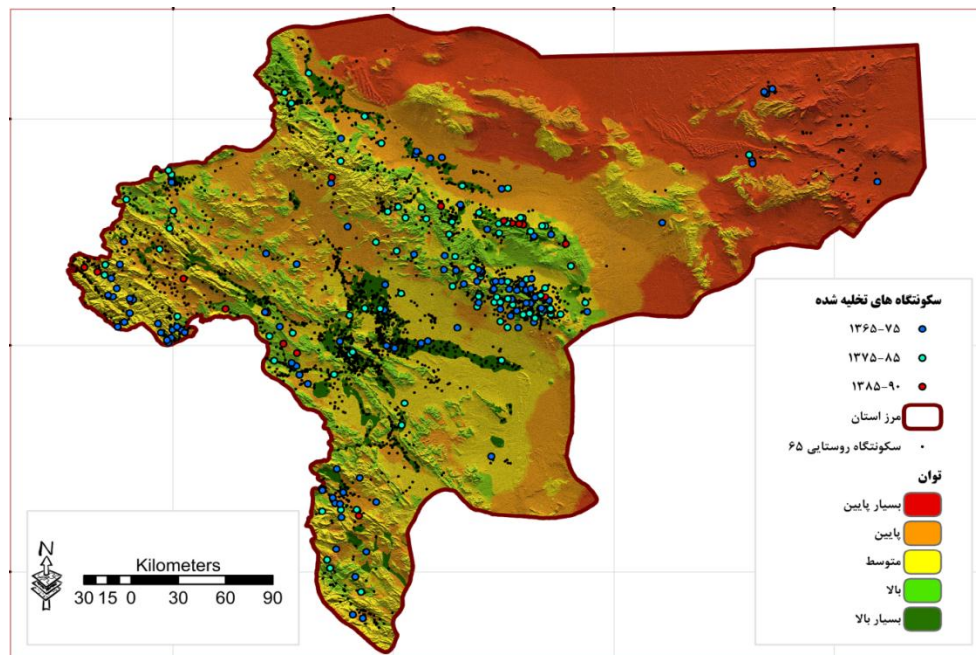
عوامل مختلف محیطی و از جمله لایه‌های مورد بررسی یادشده، در سکونت‌پذیری پهنه‌های سرزمینی، تأثیر و کارکرد یکسان و هم‌اندازه‌ای ندارند. پس از استاندارد کردن لایه‌ها و پیش از برهم نهادن و ترکیب آنها، لازم است با توجه به اهمیت نسبی و کارکردهای متفاوت سکونت‌پذیری، آنها را ارزش‌گذاری و موزون کرد. با تشکیل و اعتبارسنجی ماتریس مقایسه زوجی لایه‌ها و با به‌کارگیری روش بردار ویژه، بردار وزن نرمال شده (با مجموع اوزان برابر با واحد) زیر، به ترتیب برای لایه‌های موقعیت ژئومورفیک، شیب، راستای شیب، دما، منابع اراضی، فاصله از چاه‌ها و فاصله از چشمه‌ها به دست آمد.

$$W = (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7) = (0/12, 0/08, 0/04, 0/09, 0/27, 0/25, 0/16)$$

چنانکه دیده می‌شود، وزن و اهمیت منابع محیطی خاک و آب از عوامل محیطی دیگر برای سکونت‌پذیری بیشتر ارزیابی شد و در میان عوامل جغرافیایی نیز، موقعیت ژئومورفیک بیشترین و راستای شیب کمترین اهمیت نسبی را داشتند. اهمیت بیشتر منابع محیطی در مقایسه با عوامل محیطی را علاوه بر اثرگذاری و تعیین‌کنندگی بیشتر آنها، به قابلیت بیشتر آنها برای دستکاری انسان و تأثیر عوامل و کنش‌های انسانی در این عرصه‌ها نسبت به دیگر عوامل محیطی نیز می‌توان مرتبط دانست؛ به‌گونه‌ای که مطلوبیت و پایداری یا ناپایداری بسیاری از کارکردهای محیط به مقدار و نحوه کنش‌های انسانی مربوط می‌شود. شکل ۵ تغییرات و تغییرپذیری تدریجی و پیوسته توان‌ها و محدودیت‌های محیطی پهنه استان در نتیجه اعمال پردازش‌ها و



فرایندهای یادشده روی لایه‌های هفت‌گانه مورد بررسی و ترکیب خطی وزنی آنها با روش WLC را همراه با پراکنش‌های فضایی سکونتگاه‌های روستایی سال ۱۳۶۵ و روستاهای تخلیه‌شده تا سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد.



شکل ۵. پراکنش فضایی پدیدآیی و ناپایایی سکونتگاه‌های روستایی استان در پهنه‌های مختلف توان محیط

### تحلیل فضایی و آماری پدیدآیی و ناپایایی‌های روستایی مرتبط با توان محیطی استان

پیش از هرگونه تحلیلی، باید به این نکته مهم به‌مثابه محدودیت اساسی این پژوهش، توجه شود که چون مفهوم کلان و گسترده محیط را تنها به چند عامل و مؤلفه هرچند بسیار مهم نمی‌توان فروکاست، نتایج این بخش و تحلیل‌های مبتنی بر آن، با قطعیت و اطمینان همراه نیست و رعایت احتیاط در بیان آنها شرط اساسی است. این امر هنگامی که هدف تبیین کارکردهای سکونت‌پذیری و سکنی‌گزینی محیط باشد که تداوم آن در مکان و زمان، فعالیت، معیشت و «زندگی و حیات جوامع انسانی» را شکل می‌دهد، از اهمیت دوچندان برخوردار می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر، پاگیری سکونت و تداوم ماندگاری زیستن در دامان محیط، جدا از الزامات غیرمحیطی، در بعد محیطی نیز متأثر از عوامل و مؤلفه‌های بسیاری است که در نظر گرفتن و ملاحظه همزمان آنها اگر امکان‌پذیر هم باشد، از توان و ادعای نگارندگان این نوشتار خارج است. بنابراین، استفاده از واژه‌های «محیط» برای «ترکیب وزنی ۷ لایه مورد بررسی» و «توان محیطی» برای «مقادیر نرمال محاسبه‌شده برای آن» نیز با مسامحه صورت گرفت.

با در نظر داشتن این محدودیت، پهنه‌بندی لایه ترکیبی تغییرپذیری‌های محیطی محاسبه‌شده با استفاده از روش دگرش طبیعی<sup>۱</sup>، گستره استان را چنانکه در شکل ۵ نشان داده شده است، به ۵ پهنه محیطی به‌ترتیب با توان‌های بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم طبقه‌بندی کرد. در جدول ۴ نتیجه محاسبات این پهنه‌ها و شاخص‌های تبیین فضایی معرفی‌شده در قسمت‌های پیشین، برای آنها با به‌کارگیری توابع مختلف تحلیل فضایی، ارائه شده است. به محدودیت تذکر داده‌شده در سطرهای پیشین، این را هم باید افزود که هرگونه طبقه‌بندی دیگری از لایه ترکیبی نهایی متفاوت با روش دگرش طبیعی نیز ممکن است به نتایج تاندازه‌ای متفاوت با آنچه در ادامه می‌آید، بینجامد.

جدول ۴. شاخص‌های تبیین پراکنش فضایی پدیدآیی و ناپایایی‌های روستایی مرتبط با توان محیط

پهنه‌های توان محیطی	مساحت ( $km^2$ )		روستاهای دارای		روستاهای ناپایا از ۶۵ تا ۹۰		درصد تخلیه از ۶۵ تا ۹۰
	مقدار	درصد	سکنه در سال ۶۵	تعداد	درصد	تراکم	
بسیار زیاد	۵۳۴۴/۴۹	۴/۹۱	۶۸۶	۳۶	۱۶/۵۱	۶/۸۶	۵/۲۵
زیاد	۱۲۳۵۸/۸۷	۱۱/۵۸	۳۶۵	۵۸	۲۶/۶۱	۴/۶۹	۱۵/۸۹
متوسط	۳۰۶۸۲/۴۵	۲۸/۷۵	۹۶۷	۸۲	۳۷/۶۱	۲/۶۷	۸/۴۸
کم	۲۷۸۴۵/۰۷	۲۶/۰۹	۳۸۲	۳۳	۱۵/۱۴	۱/۱۹	۸/۶۴
بسیار کم	۳۰۵۹۳/۷۷	۲۸/۶۷	۵۶	۹	۴/۱۳	۰/۲۹	۱۶/۰۷
مجموع	۱۰۶۷۲۴/۷۰*	۱۰۰	۲۴۵۶	۲۱۸	۱۰۰	۲/۰۴	۸/۸۸

★ اختلاف اندک مساحت کل لایه ترکیبی با مساحت واقعی استان (۱۰۷۰۱۵)، مربوط به پیکسل‌های No data در لایه راستای شیب بود؛ پیکسل‌هایی که امکان محاسبه مقدار برای آنها در نتیجه مشتق‌گیری مرتبه دوم از لایه DEM وجود نداشت.

با وجود محدودیت‌ها و ملاحظه‌های یادآوری‌شده، دقت در محتوای محاسباتی جدول ۴، متضمن نکات درخور توجهی در زمینه سکونت‌پذیری پهنه استان است که به اختصار به آنها اشاره می‌شود.

گستره پهنه‌های دچار فقر محیطی استان با توان بسیار کم، نزدیک به ۶ برابر پهنه‌های برخوردار و غنی با توان بسیار زیاد است؛ ولی در مقابل، تعداد سکونتگاه‌های این پهنه‌ها بیش از ۱۲ برابر کمتر است. بنابراین، اگرچه تراکم ناپایایی‌ها در پهنه‌های برخوردارتر با توان بسیار زیاد (۶/۸۶ روستا در هر ۱۰۰۰ کیلومتر مربع) از همه پهنه‌های دیگر بیشتر و به‌ویژه نزدیک به ۲۴ برابر بیشتر از تراکم ناپایایی‌ها در پهنه‌های فقیر با توان بسیار کم (۰/۲۹ روستا در هر ۱۰۰۰ کیلومتر مربع) بود، همزمان تراکم روستاهای دارای سکنه در ابتدای دوره مورد بررسی نیز در این پهنه‌ها از بقیه عرصه‌های طبیعی استان بیشتر بود و به‌ویژه در مقایسه با پهنه‌های فقیر نزدیک به ۷۲ برابر بیشتر بود. به این ترتیب، سکونت‌پذیری و برتری کارکردهای سکونتی پهنه‌های با بیشترین برخورداری همزمان از مطلوبیت مؤلفه‌های محیطی مورد بررسی نسبت به پهنه‌های مواجه با بیشترین نامطلوبیت‌های این عوامل، به‌طور کامل محرز است و درصد ناپایایی‌های روستایی طی این دوره نسبت به روستاهای ابتدای دوره نیز با کمترین مقدار در پهنه‌های غنی (۵/۲۵ درصد) و بیشترین مقدار با بیش از ۳ برابر در پهنه‌های بسیار فقیر (۱۶/۰۷)، به‌خوبی این واقعیت را نشان می‌دهد.

گذشته از دو پهنه نخستین و آخرین یادشده و مقایسه آنها، دقت در مقادیر شاخص تراکم ناپایایی‌ها نشان می‌دهد که با رابطه مستقیمی، از توان محیط تبعیت می‌کنند. این همسویی به این دلیل است که تراکم ناپایایی‌ها همچنین با تراکم سکونتگاه‌ها (مقادیر تراکم روستاهای دارای سکنه در ابتدای دوره در پهنه‌های مختلف توان محیط در جدول ۵ گزارش شده‌اند) نیز دارای رابطه مستقیم و همبستگی معنی‌داری ( $\text{sig.} = ۰/۰۴۵$ ) با شدت ۸۹ درصد است. بنابراین، چنانکه در سرآغاز نوشتار هم تاحدی بررسی شد، ناپایایی روستاها علاوه بر محیط، اگر نه بیشتر از آن، متأثر از عوامل و سازوکارهای غیرمحیطی و در ارتباط با آنها نیز بوده است.

شاخص «درصد روستاهای ناپایا به نسبت روستاهای دارای سکنه در ابتدای دوره» در مقایسه با شاخص «تراکم روستاهای ناپایا»، تبیین‌های محیطی مناسب‌تر و منطقی‌تری را از پراکنش فضایی ناپایایی‌های روستایی استان نشان می‌دهد. چنانچه پهنه‌های با توان زیاد را در نظر بگیریم، در بقیه گستره استان، کاهش توان محیط با افزایش درصد روستاهای ناپایا به نسبت روستاهای ابتدای دوره همراه بوده است. با وجود این، درصد نسبی زیاد تخلیه‌ها در پهنه‌های با توان محیطی زیاد که به‌طور تقریبی با این مقدار در پهنه‌های فقیر و با توان بسیار کم برابری می‌کند، درخور تأمل فراوانی است و بار دیگر انگاره پیش‌اندیشیده مبتنی بر ارتباط چه‌بسا بیشتر ناپایایی‌های روستایی با عوامل و سازوکارهای غیرمحیطی در مقایسه با عوامل محیطی را تداعی و تقویت می‌کند.

درانتهای و برای تکمیل و آزمون آماری تحلیل‌های صورت‌گرفته، میانگین مقادیر ترکیبی نرمال‌شده و موزون نهایی توان محیط با استفاده از تابع آماره‌های پهنه‌ای<sup>۱</sup> ابزار تحلیل فضایی، برای پهنه‌های پنجگانه محیطی محاسبه و نتایج آزمون آماری رابطه آن با دو متغیر تراکم پدیدآیی و شکل‌گیری سکونتگاه‌های روستایی و درصد نسبی تخلیه‌های روستایی طی ربع سده مورد بررسی، در جدول ۵ ارائه شده است. این نتایج نیز چنانکه در ادامه خواهد آمد، بار دیگر تحلیل‌های پیشین و دیدگاه نظری و ادعای مطرح‌شده در سرآغاز بحث را تأیید می‌کنند.

جدول ۵. بررسی آماری رابطه بین پدیدآیی و ناپایایی روستایی با توان محیط

توان محیط (ترکیب خطی وزنی لایه‌ها)	بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم
فراوانی روستاهای دارای سکنه در ابتدای دوره	۶۸۶	۳۶۵	۹۶۷	۳۸۲	۵۶
تراکم سکونتگاهی (تعداد روستا در هر $1000 km^2$ )	۱۳۰/۸۹	۲۹/۶۰	۳۱/۵۶	۱۳/۷۶	۱/۸۴
میانگین فضایی نرمال‌شده توان محیط	۰/۹۲۳	۰/۸۲۱	۰/۷۴۲	۰/۶۶۱	۰/۴۶۵
ضریب همبستگی	R = + ۰/۷۹۸ sig. = ۰/۱۰۵ (N = ۵)				
فراوانی روستاهای ناپایا طی دوره بررسی شده	۳۶	۵۸	۸۲	۳۳	۹
درصد ناپایایی روستایی از ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰	۵/۲۵	۱۵/۸۹	۸/۴۸	۸/۶۴	۱۶/۰۷
میانگین فضایی نرمال‌شده توان محیط	۰/۹۲۳	۰/۸۲۱	۰/۷۴۲	۰/۶۶۱	۰/۴۶۵
ضریب همبستگی	R = - ۰/۵۶ sig. = ۰/۳۲۹ (N = ۵)				

همان‌گونه که پیش‌بینی می‌شد، همبستگی و رابطه توان محیط با تراکم پدیدآیی سکونتگاه‌های روستایی، مثبت و با درصد نسبی ناپایایی آنها طی زمان، منفی است؛ اما، نخست آنکه در هیچ‌یک از دو مورد، این رابطه کامل نیست که دو دلیل، چنانکه پیش‌تر نیز اشاره شد، برای آن می‌توان برشمرد: یکی آنکه محیط و توان محیطی محدود و منحصر به تنها ۷ مؤلفه‌ای نیست که در اینجا ترکیب شده‌اند و دیگری آنکه نه پدیدآیی و نه ناپایایی سکونتگاه‌های روستایی، تنها متأثر از محیط و الگوهای محیطی نیست؛ هرچند سهم و تأثیر محیط در این هر دو زمینه، چنانکه این نتایج هم نشان می‌دهند، تعیین‌کننده و انکارناپذیر است. البته، معنی‌دار نشدن آماری این رابطه‌ها نیز بیش از آنکه به شدت آنها مربوط باشد، ناشی از کوچکی بسیار زیاد حجم نمونه‌های آماری مربوط (۵ پهنه محیطی) است. دوم آنکه شدت رابطه مثبت بین تراکم پدیدآیی و سکونتگاه‌ها (نزدیک به ۸۰ درصد) و توان محیط، از شدت رابطه منفی بین ناپایایی سکونتگاه‌ها و توان محیط (۵۶ درصد) به مراتب بیشتر است. این نتیجه نیز تأیید دوباره این واقعیت است که تعیین‌کنندگی و تأثیر توان محیط و همراهی و غنای الگوهای محیطی در پدیدآیی و ناپایایی حیات سکونتگاه‌های روستایی، به مراتب بیشتر از تعیین‌کنندگی و تأثیر فقر محیط و ضعف الگوهای محیطی در گریز جمعیت و تخلیه شدن سکونتگاه‌های روستایی است. به این ترتیب، اگرچه گسترده شدن دامنه مهاجرت‌های روستاشهری به شکل خالی شدن روستاهایی از سکنه، از مسئله‌ای صرفاً جمعیت‌شناختی فراتر رفته و به صورت پدیده‌ای با ماهیت جغرافیایی نمود پیدا کرده است و تبیین و تحلیل‌های محیطی تاحدزیادی، چنانکه در این پژوهش انجام گرفت، به درک فرایند و ابعاد آن کمک می‌کند، همچنان در سطح فردی به مثابه رفتار و کنشی سنجیده و عقلانی، برآمده از نگرش‌ها و انگیزش‌هایی در پیوند با ساختارهای کلان اجتماعی و اقتصادی در سطوح متعدد سلسله‌مراتبی جامعه و همچنین اقتضانات عصر و زمانه است. نگاهی به روند توزیع زمانی ناپایایی‌ها در نقشه‌های ارائه‌شده و به‌طور دقیق‌تر در جدول ۲ و همچنین تغییرات جمعیتی در جدول ۱، بیانگر آن است که با وجود منفی بودن میزان رشد جمعیت روستایی در همه دوره‌ها و به‌ویژه افزایش بسیار شدید آن از ۱/۵۴- درصد طی دهه ۶۵ تا ۷۵ به ۲/۷۷- درصد طی دهه ۷۵ تا ۸۵، با گذشت زمان، تخلیه روستاها کندتر شده و طی دو و نیم



دهه مورد بررسی، از ۱۱۳ به ۸۵ و سپس ۲۰ مورد کاهش یافته است. بنابراین، روند تخلیه روستاها در چارچوب نگرش فضایی-زمانی پویا نیز تأمل برانگیز است. از این منظر، ناپایایی روستاها و پس‌روی هسته‌های مدنی در اراضی و لندفرم‌های کم‌توان زودتر اتفاق افتاده و در لندفرم‌های پرتوان هم اتفاق خواهد افتاد؛ اما دیرتر. به‌علاوه، شناسایی و تحلیل منطقه‌ای پدیده‌ها و فرایندهای غیرمحیطی انگیزاننده و بازدارنده مهاجرت‌ها و ناپایایی‌های روستاها، نیازمند پژوهش‌های مستقلی با روش‌ها و رویکردهای پیمایشی، برای درک و تبیین جامع‌تر و واقعی‌تری از این تحولات است.

## نتیجه‌گیری

استان اصفهان پهنه گسترده‌ای با تنوع بسیار در ابعاد و جوانب مختلف جغرافیایی است؛ از سیمای سرزمینی، توپوگرافی، سامانه‌های اقلیمی و منابع مختلف محیطی گرفته تا گوناگونی‌های زبانی، قومی و نژادی و اندازه و سطح توسعه‌یافتگی سکونتگاهی. این تنوع حتی در درون هرکدام از قلمروها و شیوه‌های سکونت و معیشت عشایری، روستایی و شهری استان نیز دیده می‌شود. روند گذشته تا کنون و وضعیت فعلی گستره و شدت تحولات جوامع و مناطق روستایی استان به‌گونه‌ای است که یک دهه قبل از کل کشور و در فاصله سال‌های بین ۱۳۴۵ تا ۱۳۵۵، برابری شهرنشینی با روستانشینی را تجربه کرده است و با آهنگ روبه‌پیشرفت آن، در حال حاضر پس از استان تهران کمترین نسبت جمعیت روستانشین را در سطح کشور دارد. از جمله تحولات عمده سکونتگاهی در مناطق روستایی استان طی دهه‌های اخیر، تبدیل شماری از بزرگ‌ترین روستاهای پررونق استان به شهر و درمقابل، جمعیت‌گریزی و ناپایایی شماری دیگر از آنها با دورنمای پس‌رفت و نابودی محیطی است. مسلم است که پراکنش فضایی هیچ‌کدام از این رخدادها در گستره استان یکسان و متوازن نبوده و هریک متأثر از عوامل و سازوکارهای پیچیده و چندگانه‌ای در تعامل با یکدیگر رخ داده‌اند. از میان این عوامل بسیار، بی‌شک تعیین‌کنندگی و تأثیر محیط و الگوهای محیطی در ناپایایی روستاها انکارناپذیر و شایان توجه و تحلیل علمی است؛ هرچند به‌نظر می‌رسد که عوامل غیرمحیطی دیگر دارای بُرد و تأثیر بیشتری در این زمینه باشند. با توجه به وضع موجود سکونتگاه‌های روستایی ایران به‌طور عام و ویژگی‌های جغرافیایی استان اصفهان به‌طور خاص، چنین به‌نظر می‌رسد که عوامل محیطی، به‌مثابه پایه هر نوع برنامه‌ریزی، همچنان عاملی اساسی در سکنی‌پذیری این سرزمین است. به‌طور کلی نیز نخستین واکنش به ضعف و نارسایی‌های محیطی که زمینه‌های طبیعی و شرایط اولیه را برای استقرار سکونتگاه‌های روستایی ایجاد می‌کنند، جابه‌جایی (مهاجرت) و در حد نهایی آن، ناپایایی‌های سکونتگاهی است. این نکته به‌ویژه در منطقه‌ای مانند استان اصفهان که در ابعاد مختلف، ویژگی‌های متفاوت و شرایط جغرافیایی خاصی دارد و یکی از استان‌های خشک و کم‌آب کشور محسوب می‌شود، نمود بیشتری دارد.

این پژوهش، با به‌کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و استفاده از شاخص‌ها و آزمون‌های آماری، پدیدایی نخستین روستاهای استان و پدیده ناپایایی مواردی از آنها طی یک دوره زمانی ۲۵ ساله از ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ را در پیوند با عوامل و الگوهای محیطی تحلیل و ارزیابی کرد. برای این منظور، لایه‌های مختلف عوامل محیطی شامل توپوگرافی (موقعیت ژئومورفیک، شیب و راستای شیب)، دما، منابع اراضی و منابع آبی (به‌صورت فاصله از چاه‌ها و چشمه‌ها)، برای بررسی مقدار و چگونگی رابطه بین این عوامل و ناپایایی‌های شناسایی‌شده، پردازش و آماده‌سازی شد. تبیین پدیدایی و ناپایایی‌های روستایی در رابطه با مجموع همه این عوامل، به‌صورت ترکیب خطی وزنی آنها و طبقه‌بندی و محاسبه شاخص‌های آماری برای لایه ترکیبی نرمال و موزون توان محیطی استان صورت گرفت. لایه رستری توان محیطی با همسوسازی، نرمال‌سازی (به‌صورت خطی‌سازی روند تغییرات از صفر تا یک) و موزون‌سازی مجموع لایه‌ها با توجه به اهمیت، تأثیر و کارکردهای متفاوت آنها در سکونت‌پذیر کردن پهنه‌های سرزمینی، در محیط GIS به‌دست آمد. لزوم

یکپارچه‌نگری در تحلیل‌های محیطی به این واقعیت برمی‌گردد که توان یا نارسایی محیط، از روابط متقابل و غیرجبرانی همه عوامل محیطی ناشی می‌شود و سکونت‌پذیری پهنه‌های سرزمینی، مستلزم برخورداری از کمینه کارکردهای محیطی مصالحه‌ناپذیر و همزمانی آنها برای تداوم فعالیت و معیشت جوامع انسانی است.

براساس پهنه‌بندی توان محیط با روش دگرش طبیعی در ۵ پهنه با توان بسیار کم تا بسیار زیاد، بیش از ۸۳ درصد مساحت استان را پهنه‌های با توان متوسط، کم و بسیار کم دربر گرفته‌اند. بیشترین تعداد ناپایایی‌ها (۳۷/۶۱ درصد) در پهنه با توان متوسط رخ داده است و اگر ناپایایی‌های پهنه‌های با توان کم و بسیار کم نیز به این مقدار افزوده شود، نزدیک به ۵۷ درصد این ناپایایی‌ها مربوط به پهنه‌های متوسط و روبه‌پایین بوده است. براساس نتایج، سکونت‌پذیری و برتری کارکردهای سکونتی پهنه‌های با بیشترین برخورداری همزمان از مطلوبیت مؤلفه‌های محیطی مورد بررسی نسبت به پهنه‌های مواجه با بیشترین نامطلوبیت‌های این عوامل کاملاً محرز است؛ به‌گونه‌ای که درصد نسبی ناپایایی‌های روستایی پهنه‌های بسیار فقیر با بیشترین مقدار (۱۶/۰۷ درصد) طی دوره مورد بررسی، بیش از سه برابر این مقدار (۵/۲۵ درصد) در پهنه‌های غنی بوده است. بررسی‌های آماری شاخص‌های تراکم پاگیری و پدیدآیی روستاها در پهنه‌های فقیر تا غنی توان محیطی و درصد روستاهای ناپایایی هر پهنه نسبت به کل روستاهای ابتدای دوره، بیانگر رابطه مثبت و ۸۰ درصدی توان محیط با تراکم پدیدآیی و رابطه مثبت و ۵۶ درصدی فرسودگی، فقر و نارسایی محیط با درصد ناپایایی روستاها بوده است. به‌این ترتیب، گرچه تأثیر محیط هم در پدیدآیی و هم در ناپایایی سکونتگاه‌های روستایی انکارناپذیر است، تعیین‌کنندگی غنای الگوهای محیطی در پدیدآیی و دوام سکونتگاه‌های روستایی به مراتب بیش از تعیین‌کنندگی ضعف و کاستی‌های الگوهای محیطی در گریز جمعیت از مناطق روستایی است.

درپایان، شایسته است یادآوری شود که علت‌یابی و تحلیل ناپایایی‌های روستایی، مسئله‌ای چندبعدی به‌ویژه در فضاهای جغرافیایی متفاوت است. با توجه به تنوع و تغییرپذیری‌های گسترده شرایط جغرافیایی، اجتماعی، اقتصادی و فناورانه در سطح کشور، ساده‌انگاری است که همه یا عمده علل مرتبط با تخلیه‌های روستایی به مؤلفه‌ها و عوامل طبیعی نسبت داده شود. هرگونه کالبدشکافی و بررسی دقیق‌تر در زمینه ناپایایی سکونتگاه‌های روستایی و علل آن، نیازمند در نظر گرفتن عوامل متعدد محیطی و غیرمحیطی به‌صورت نظام‌مند و جامع است. چنانکه پیش‌تر نیز اشاره شد، ناپایایی روستاها در بسیاری از موارد، برخلاف پاگیری هسته‌های نخستین آنها، تنها بر اثر دخالت عواملی طبیعی و در چارچوب الگوهای محیطی رخ نمی‌دهد و الگوها و عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی، روان‌شناختی و فناورانه نیز تأثیر و کارکردی اساسی در این زمینه دارند؛ چنانکه پژوهش امینی و برومند (۱۳۹۴) در زمینه بخشی از مناطق روستایی جنوب استان در شهرستان سمیرم نشان می‌دهد. به‌عبارتی، گرچه در پدیدآیی روستاها و سکونتگاه‌های انسانی، طبیعت و الگوهای محیطی تأثیر و تعیین‌کنندگی اساسی دارند، ماندگاری و رونق حیات آنها طی زمان، علاوه بر زمینه‌های محیطی، با کارآمدی و تکامل الگوها و فرایندهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نیز پیوند بایسته دارد.

براساس نتایج این پژوهش، پرتراکم‌ترین هسته‌های سکونتی استان اصفهان روی تراس آبرفتی رودخانه زاینده‌رود شکل گرفته و توسعه پیدا کرده است. به‌طور کلی نیز در ایران، روستاها اغلب در ارتباط با منابع خاک و آب کشاورزی ایجاد شده‌اند و هرگونه یکجانشینی و شکل‌گیری هسته‌های مدنی، ارتباط معنادار و مستقیمی با پویایی منابع خاک و آب و آرایش فضایی-زمانی و آگرواکولوژیک آنها در مناطق جغرافیایی مختلف دارد (قیومی محمدی، ۱۳۹۰). به مقداری که این دو منبع به‌هم‌پیوسته و تفکیک‌ناپذیر استعداد و توانمندی داشته باشند، روند شکل‌گیری و بلوغ روستاها و پایداری و ماندگاری آنها ریشه‌دارتر خواهد بود و دربرابر، به مقداری که سکونتگاهی به‌درستی شکل نگرفته باشد یا در مراحل بعد، از منابع خاک و آب درست و اصولی استفاده نشده باشد، به ناپایایی آن خواهد انجامید.

تراس آبرفتی زاینده‌رود که مهم‌ترین سرمایه ژئومورفولوژیک و خاک‌شناسی استان است و براساس موازین علمی و آمایش سرزمین و قانون حفظ کاربری اراضی زراعی و باغی، باید فقط به فعالیت‌های کشاورزی اختصاص یابد، دارای بیشترین مقدار و تراکم سکونتگاهی است. واضح است که این واحد فیزیوگرافیک توانمند، منحصر به فرد و بوم‌شناختی، برای توسعه سکونتگاهی، کارگاهی و صنعتی نیز مطلوب است؛ اما به دلایل متعدد، اولویت اول و مطلوب این اراضی باید فعالیت‌های زیستی، کشاورزی و حفاظتی باشد. در عمل نیز مطابق نتایج پژوهش‌های متعدد (قیومی محمدی، ۱۳۷۹؛ ۱۳۹۳ الف؛ ۱۳۹۳ ب)، در چند دهه گذشته، سیر شتابان تغییر کاربری اراضی به ضرر کشاورزی، با تخریب‌ها و فشارهای بی‌رویه به این تراس، صدمه‌های جبران‌ناپذیری را به حوضه و مدنیت اصفهان وارد کرده است. این توان زیاد، طبق موازین آمایش سرزمین، نباید به کاربری‌های غیرزیستی اختصاص یابد. کارکردهای سکونتگی که البته با معیشت‌های کشاورزی هم همسوست، نباید به قیمت نابودی همیشگی توان‌های بوم‌شناختی تراس‌های آبرفتی زاینده‌رود توسعه یابد. توان محیطی این‌گونه واحدها باید برای فعالیت‌های زیستی محفوظ بماند و برای جهات توسعه شهرها و سکونتگاه‌ها از واحدهای منابع اراضی همجوار یا دورتر استفاده شود.

براساس اصل پایداری توأمان ظرف و مظلوف (قیومی محمدی، ۱۳۹۳ ب)، روستاهایی پایدار خواهند ماند که عوامل شکل‌گیری و پدیدآیی آنها نیز پایدار بماند. ناپایایی روستاها، گرچه علل متعددی دارد، بیش از هر عامل محیطی دیگر به ناتوان شدن، تخریب و انحطاط اراضی کشاورزی برمی‌گردد؛ چه این تخریب از ناحیه توسعه سکونتگاه باشد و چه دیگر فعالیت‌های بشرساخت یا تغییر اقلیم. آنچه پس از این باید در برنامه‌ها و برنامه‌ریزی‌های آمایش، به‌ویژه آمایش نظام‌های سکونتگاهی، مورد توجه بیشتر قرار بگیرد، این نکته مهم است که پهنه‌های بسیار فقیر را هم می‌توان به توسعه سکونتگاه‌های روستایی اختصاص داد؛ البته پهنه‌های فقیری که دسترسی به پهنه‌های زیستی و عرصه‌های توانمند و مولد داشته باشند. به عبارت دیگر، خود روستا و عرصه‌های سکونتگاهی آن ممکن است بر روی اراضی فقیر زیستی و بوم‌شناختی واقع در جوار و نزدیکی عرصه‌های تولید کشاورزی، شکل بگیرد و پایدار بماند. منابع تولید کشاورزی برای فعالیت‌های زیستی در اولویت‌اند و توسعه روستاها در اراضی غیرکشاورزی واقع در جوار یا بین اراضی کشاورزی، پایداری و پایایی توأمان هر دو را بیشتر تضمین می‌کند. می‌توان و باید سکونتگاه‌ها و نظام‌های سکونتگاهی را در پهنه‌های هم‌جوار و مشرف به تراس‌های آبرفتی بوم‌شناختی توسعه داد و همزمان حوضه و تراس را هم پایدار نگاه داشت.

## سپاسگزاری

از زحمات ارزنده خانم فرزانه صادقیان، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه اصفهان، که طی دوران تحصیلی خود در مقطع کارشناسی ارشد، در کنار پژوهش و نگارش پایان‌نامه با راهنمایی نویسنده این پژوهش، در شناسایی و استخراج داده‌های ناپایایی‌های روستایی استان اصفهان نیز با نویسندگان همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع

۱. امینی، عباس و ته‌میننه برومند. ۱۳۹۴. «تبیین جامعه‌شناختی عوامل مؤثر بر جمعیت‌گزینی در مناطق روستایی (مطالعه موردی: پادنای سفلی، سمیرم)». *جامعه‌شناسی کاربردی*. سال ۲۶. شماره ۱. پیاپی ۵۷. ص ۱۵۴-۱۳۷.
۲. امینی، عباس، نصرت مرادی و فرزانه صادقیان. ۱۳۹۸. «تحلیلی بر تأثیر عوامل طبیعی در تخلیه سکونتگاه‌های روستایی با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های آماری (مورد مطالعه: روستاهای تخلیه‌شده استان اصفهان در ربع سده اخیر)». *فضای جغرافیایی*. سال ۱۹. شماره ۶۵ ص ۲۹۸-۲۶۹.
۳. قیومی محمدی، حمید. ۱۳۷۹. «هشدار در مورد تبدیل اراضی کشاورزی به شهری (مورد مطالعه: اصفهان)». *علوم خاک و آب*. جلد ۱۴. شماره ۲. ص ۱۶۳-۱۵۴.
۴. قیومی محمدی، حمید. ۱۳۹۰. «بررسی فرایندهای ریخت‌زوا و خاک‌ساز پدیدآورنده تحولات طبیعی و مدنی زاینده‌رود در کواترنری». *رساله دکتری جغرافیای طبیعی (گرایش ژئومورفولوژی)*. دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی. دانشگاه اصفهان.
۵. قیومی محمدی، حمید. ۱۳۹۳ الف. «پایان هولوسن و ظهور و شروع آنتروپوسن در حوضه آبی زاینده‌رود، ناشی از دستکاری‌های آمایش‌نشده بشر در حوضه». *کنگره ملی خاک و محیط‌زیست*. دانشگاه ارومیه.
۶. قیومی محمدی، حمید. ۱۳۹۳ ب. «جدال تاریخی و جغرافیایی صنعت و توسعه شهری با عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی در حوضه آبی کرکس و کاشان». *کنگره ملی خاک و محیط‌زیست*. دانشگاه ارومیه.
۷. مالچوفسکی، یوچک. ۱۳۸۵. *سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری*. ترجمه اکبر پرهیزکار و عطا غفاری گیلانده. تهران: انتشارات سمت.
۸. مرکز آمار ایران. ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰. *نتایج تفصیلی سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن استان اصفهان*. تهران: مرکز آمار ایران.
9. Beinat, E. & P. Nijkamp. 1998. *Multicriteria Analysis for Land-Use Management*. Vol. 9: Berlin: Springer.
10. Chen, K., Blong, R. & C. Jacobson. 2001. "MCE-RISK: Integrating Multicriteria Evaluation and GIS for Risk Decision-Making in Natural Hazards". *Environmental Modelling & Software*. Vol. 16. No. 4. PP. 387-397.
11. Laforteza, R., Chen, J., Sanesi, G. & T. R. Crow. 2008. *Patterns and Processes in Forest Landscapes*. Berlin: Springer.
12. Malczewski, J. 2004. "GIS-Based Land-Use Suitability Analysis: A Critical Overview". *Progress in Planning*. Vol. 62. No. 1. PP. 3-65.
13. Malczewski, J. 2006. "GIS-Based Multicriteria Decision Analysis: A Survey of the Literature". *International Journal of Geographical Information Sciences*. Vol. 20. No. 7. PP. 703-726.
14. Malczewski, J. & C. Rinner. 2005. "Exploring Multicriteria Decision Strategies in GIS with Linguistic Quantifiers: A Case Study of Residential Quality Evaluation". *Journal of Geographical Systems*. Vol. 7. NO. 2. PP. 249-268.
15. Zhang, X., Fang, C., Wang, Z. & H. Ma. 2013. "Urban Construction Land Suitability Evaluation Based on Improved Multi-Criteria Evaluation Based on GIS (MCE-GIS): Case of New Hefei City, China". *Chinese Geographical Science*. Vol. 23. No. 6. PP. 740-753.