

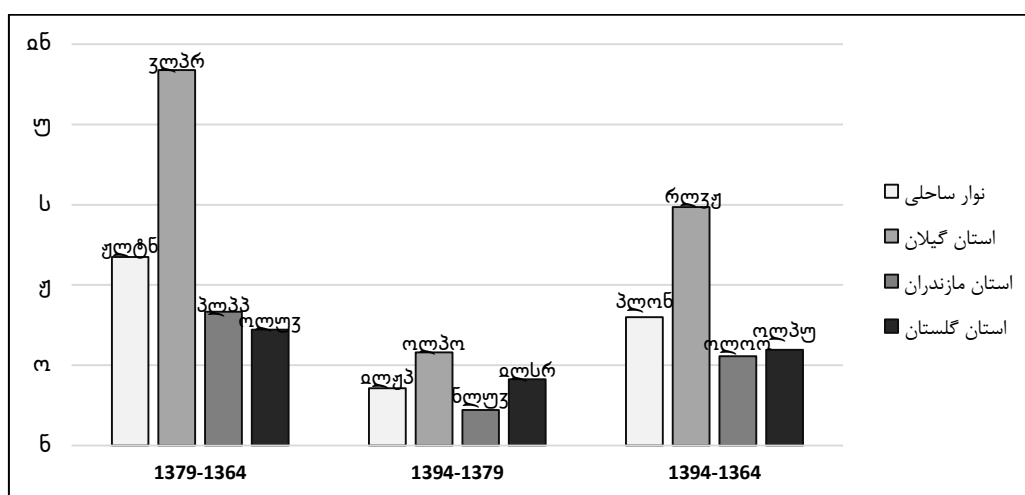
شکل ۳. تغییرات فضایی-زمانی اراضی ساخته‌شده در نوار ساحلی دریای خزر

منبع: نگارندگان تحقیق

### تحلیل الگوهای رشد اراضی ساخته‌شده

یکی از شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر به منظور شناخت کلی الگوهای رشد اراضی ساخته‌شده در سواحل دریای خزر، شاخص پراکنده‌رویی است. شاخص پراکنده‌رویی، نسبت میان میزان رشد اراضی ساخته‌شده و میزان رشد جمعیت در یک محدوده مکانی خاص و در یک بازه زمانی معین است. نتایج حاصل از محاسبه و تحلیل شاخص پراکنده‌رویی نشان می‌دهد که به طور کلی در سی سال اخیر، الگوی کلی رشد اراضی ساخته‌شده در منطقه ساحلی دریای خزر به صورت رشد پراکنده یا همان پدیده پراکنده‌رویی بوده است. در فاصله سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴، میزان رشد سالانه اراضی ساخته‌شده در محدوده مورد مطالعه برابر  $3/20$  درصد و میزان رشد سالانه جمعیت حدود  $1$  درصد بوده است؛ بنابراین، آهنگ رشد اراضی ساخته‌شده به طور معناداری بر آهنگ رشد جمعیت برتری یافته است. با این حال، این روند در ابتدای این دوره سی ساله با شدت بیشتری حاکم بوده و با نزدیک شدن به انتهای این دوره از شدت آن کاسته شده است. در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۹ به عنوان نیمه اول این دوره سی ساله، میزان رشد اراضی ساخته‌شده و میزان رشد جمعیت در محدوده مورد مطالعه به ترتیب برابر  $5/13$  و  $1/09$  درصد بوده و بر این اساس، شاخص پراکنده‌رویی معادل  $4/70$  است. در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۴ به عنوان نیمه دوم این دوره سی ساله، میزان رشد اراضی ساخته‌شده و میزان رشد جمعیت به ترتیب برابر  $1/30$  و  $0/90$  درصد است و با لحاظ کردن این دو سنجه، میزان شاخص پراکنده‌رویی برابر  $1/43$  است. بنابراین، به طور واضح می‌توان بیان کرد که در سی سال اخیر، منطقه در معرض پراکنده‌رویی قرار داشته است؛ با این حال در ابتدای دوره، شدت پراکنده‌رویی به مراتب بیشتر از اواخر دوره بوده است.

به لحاظ مکانی نیز تفاوت‌های معناداری در شاخص کلی پراکنده‌رویی قابل مشاهده و بحث است. در فاصله سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴، میزان رشد اراضی ساخته‌شده در محدوده استان‌های گیلان و مازندران و گلستان به ترتیب برابر  $3/94$ ،  $2/52$  و  $4/08$  درصد بوده است. در حالی که میزان رشد جمعیت در نواحی مورد مطالعه در این استان‌ها به ترتیب برابر  $0/66$ ،  $1/13$  و  $1/71$  درصد بوده است. بنابراین، شاخص پراکنده‌رویی برای استان‌های گیلان و مازندران و گلستان در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴ به ترتیب برابر  $5/94$ ،  $2/22$  و  $2/38$  درصد است. در این وضعیت، بیشترین میزان پراکنده‌رویی مربوط به استان گیلان و کمترین میزان مربوط به استان مازندران است. با این حال، در دوره اول یا بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۹، بیشترین و کمترین میزان شاخص پراکنده‌رویی مربوط به استان‌های گیلان و گلستان با ارزش‌های  $9/35$  و  $2/89$  درصد بوده است؛ در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۴، بیشترین و کمترین میزان شاخص پراکنده‌رویی مربوط به استان‌های گیلان و مازندران با ارزش‌های  $2/32$  و  $0/89$  درصد است. میزان شاخص پراکنده‌رویی برای کل محدوده مورد مطالعه و استان‌های گیلان و مازندران و گلستان در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴ در شکل ۴ ارائه شده است.



شکل ۴. شاخص پراکنده‌رویی در منطقه ساحلی دریای خزر در فاصله سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۶۴

منبع: نگارندگان تحقیق

شاخص پراکنده‌رویی، با وجود استفاده در مطالعات مختلف به‌عنوان یکی از شاخص‌های متداول در سنجش الگوهای رشد اراضی ساخته‌شده، ضعفی اساسی دارد. این شاخص به‌عنوان شاخصی تک‌بعدی مورد توجه محققان بوده و قادر به کمی‌سازی آرایش فضایی اراضی ساخته‌شده نیست. یکی از روش‌ها مهم برای رفع این ضعف، استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین یا متریک‌های فضایی است. متریک‌های فضایی، اندازه‌های کمی برای تحلیل و آشکارسازی الگوهای فضایی کاربری/ پوشش زمین در ناحیه جغرافیایی خاصی هستند (منصوریان، ۱۳۹۰: ۶۵). در این مطالعه، برای کمی‌سازی ویژگی‌های فضایی-زمانی پراکنده‌رویی در سواحل دریای خزر از متریک‌های فضایی استفاده شده است.

یکی از متریک‌های استفاده‌شده در این مطالعه، متریک تعداد پچ‌هاست. هم‌زمان با رشد شتابان اراضی ساخته‌شده و شکل‌گیری پدیده پراکنده‌رویی در هر منطقه، تعداد پچ‌های ساخته‌شده در آن محدوده افزایش معناداری را تجربه می‌کند. بررسی تغییرات زمانی تعداد پچ‌ها در نوار ساحلی دریای خزر نشان می‌دهد که تعداد پچ‌های مربوط به اراضی ساخته‌شده در سال ۱۳۶۴ برابر ۵۲۰۵ پچ بوده است؛ تعداد پچ‌ها با میزان رشد سالانه ۱/۲۹ درصد به ۶۳۲۵ پچ در سال ۱۳۷۹ افزایش یافته است. در سال ۱۳۹۴ با کندشدن نسبی آهنگ گسترش نواحی ساخته‌شده در نوار ساحلی دریای خزر، تعداد پچ‌ها با رشد سالانه ۰/۹۳ درصد به ۷۲۷۲ پچ ساخته‌شده رسیده است.

دیگر متریک مورد استفاده به‌منظور تحلیل الگوی رشد اراضی ساخته‌شده، متریک میانگین مساحت پچ‌هاست. هر اندازه میانگین اندازه یا مساحت پچ‌ها کمتر باشد، نشان‌دهنده الگوی پراکنده‌رویی بوده و بزرگ‌تر شدن میانگین مساحت پچ‌ها نشان‌دهنده فاصله‌گرفتن از الگوی رشد پراکنده است. متریک میانگین اندازه پچ‌های ساخته‌شده در نوار ساحلی دریای خزر در سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ به ترتیب برابر ۲۱/۷، ۳۸/۰۳ و ۴۰/۵ هکتار بوده است. در کل، میانگین مساحت پچ‌ها پایین‌بوده و نشان از غلبه الگوی رشد پراکنده در منطقه دارد؛ با این حال، در سال‌های اخیر با توجه به روند صعودی در متریک میانگین اندازه پچ‌ها، منطقه در حال فاصله‌گرفتن از الگوی رشد پراکنده است.

فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه، کوتاه‌ترین فاصله اقلیدسی از پچی به پچ دیگر از همان کلاس پوشش زمین

است. این متریک، سنج‌های برای پیکربندی و ترکیب سیمای سرزمین است که به‌طور واضح با موقعیت نسبی و آرایش فضایی پچ‌ها سروکار دارد. متریک فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه، برای بارزسازی توزیع فضایی پچ‌های یک نوع کلاس کاربری یا پوشش خاص بسیار مفید است. بررسی نتایج متریک میانگین فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه برای اراضی ساخته‌شده در نواحی ساحلی دریای خزر نشان می‌دهد که ارزش این متریک در سال ۱۳۶۴ برابر ۲۵۵ بوده است. ارزش متریک میانگین فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ به ترتیب برابر ۱۹۰ و ۱۷۳ است. در واقع در طول زمان فاصله میان پچ‌های ساخته‌شده مجاور کاهش یافته است و محدوده مورد مطالعه تحت سلطه اراضی ساخته‌شده قرار گرفته است.

علاوه بر سه متریک تعداد پچ‌ها، میانگین مساحت پچ‌ها و میانگین فاصله اقلیدسی، دو متریک مجاورت و سرایت نیز به‌منظور تحلیل الگوی رشد اراضی ساخته‌شده استفاده شدند. شاخص مجاورت، سنج‌های بدون واحد برای افتراق پچ‌هاست که اطلاعات مربوط به اندازه و فاصله پچ‌ها از پچ مرکزی را در درون نوعی شعاع جست‌وجوی تعریف‌شده، با هم تلفیق می‌کند. این شاخص به‌طور آشکاری با آرایش فضایی پچ‌ها در ارتباط است. پچ‌های بزرگ که در نزدیکی پچ مرکزی قرار دارند، به‌طور معناداری بر ارزش شاخص مجاورت اثرگذارند؛ در حالی که پچ‌های کوچک و با فاصله زیاد از پچ مرکزی تأثیر کمتری دارند. این شاخص، امکان کمی‌سازی توزیع فضایی پچ‌های مربوط به یک یا چند کلاس کاربری/پوشش زمین را در سرتاسر سیمای سرزمین فراهم می‌سازد. نتایج به‌دست‌آمده برای متریک مجاورت نشان می‌دهد که ارزش این متریک در محدوده مورد مطالعه با شعاع ۱۰ کیلومتر در سال ۱۳۶۴ برابر ۱۵۱/۱۳ بوده است؛ میزان این متریک برای اراضی ساخته‌شده در سال ۱۳۷۹ به ۲۲۸۵/۶ و در سال ۱۳۹۴ به ۱۴۴۱۹/۹ افزایش یافته است؛ بنابراین می‌توان گفت متریک مجاورت در نوار ساحلی دریای خزر در سی سال اخیر، روندی افزایشی را تجربه کرده است و در محدوده مورد مطالعه شاهد رشد بی‌رویه و غلبه اراضی ساخته‌شده بر سایر کلاس‌های پوشش زمین هستیم.

متریک سرایت، میزان توزیع توده‌ای انواع کاربری/پوشش زمین را در مقابل پراکنش در تکه‌های کوچک‌تر کمی‌سازی می‌کند. سرایت به تمایل انواع کاربری/پوشش زمین به وضعیت فضایی مجتمع و یکپارچه اشاره می‌کند؛ یعنی روی دادن در توزیع‌های بزرگ و یکپارچه. متریک سرایت، سنج‌های برای تحلیل آرایش و پیکربندی سیمای سرزمین است؛ زیرا به‌طور واضح با توزیع فضایی انواع کاربری/پوشش زمین سروکار دارد. اگر انواع کاربری/پوشش زمین در یک محدوده مورد مطالعه به‌طور فزاینده‌ای در حال تجمع به چند خوشه بزرگ باشد، تعداد همسایگان هم‌نوع افزایش می‌یابد و در مقابل تعداد همسایگان غیرهم‌نوع (از کلاس‌های متفاوت کاربری/پوشش زمین) کاهش خواهد یافت و در نهایت ارزش متریک سرایت افزایش می‌یابد. واحد سنجش متریک سرایت برحسب درصد بوده و دامنه آن بین صفر تا صد است. متریک سرایت نزدیک صفر است؛ زمانی که انواع پچ‌ها در حداکثر افتراق و اختلاط قرار دارند. در مقابل، زمانی ارزش این متریک به صد نزدیک است که همه انواع پچ‌ها در حداکثر انبوهگی و تجمع قرار دارند. نتایج به‌دست‌آمده در نوار ساحلی دریای خزر نشان می‌دهد که ارزش متریک سرایت در سال ۱۳۶۴ برابر ۵۱/۷۸ درصد بوده است. ارزش متریک سرایت در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ به ترتیب برابر ۶۱/۶۲ و ۶۸/۵۲ درصد بوده است؛ بنابراین، به‌طور واضح محدوده مورد مطالعه در سی سال اخیر فرایند حرکت از پچ‌های نسبتاً کوچک و پراکنده به پچ‌های نسبتاً بزرگ و مجتمع را آغاز کرده است.

## نتیجه‌گیری

در مقیاس جهانی، نواحی ساحلی حدود ۲۰ درصد از مساحت سطح زمین را در بر گرفته‌اند؛ در حالی که، بیش از ۵۰ درصد جمعیت جهان در درون یک نوار ۲۰۰ کیلومتری از سواحل زندگی می‌کنند (Ngoran and Xue, 2015: 54). با وجود استقرار بخش عظیمی از جمعیت جهان در نواحی ساحلی، این مناطق اکوسیستم‌های حساس و بسیار آسیب‌پذیر در مقابل حوادث طبیعی و دست‌اندازی‌های انسانی هستند. در میان عوامل طبیعی و انسانی مؤثر بر مناطق ساحلی، گسترش فزاینده اراضی ساخته‌شده در قالب پراکنده‌رویی، این مناطق را با مشکلات عدیده‌ای از قبیل آلودگی، استفاده بی‌رویه از منابع، فرسایش، تجاوز به حریم دریاها، افتراق چشم‌اندازها و نهایتاً بحران فضایی مواجه ساخته است. بر این اساس، هدف اصلی تحقیق حاضر شناخت تغییرات فضایی-زمانی پوشش اراضی و به دنبال آن تحلیل و واکاوی الگوی رشد اراضی ساخته‌شده در نوار ساحلی دریای خزر در سی سال اخیر است.

یکی از عوامل مهم محرک در تغییرات فضایی-زمانی پوشش زمین، جمعیت و تغییرات مربوط به آن است. جمعیت استان‌های ساحلی دریای خزر در فاصله سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۰ تغییرات چشمگیری را تجربه کرده است؛ به طوری که با میزان رشد سالانه ۲/۲۳ درصد از حدود ۲/۱۵ میلیون نفر در سال ۱۳۳۵ به بیش از ۷/۳۳ میلیون نفر در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. با افزایش شتابان جمعیت در نوار ساحلی دریای خزر، این منطقه با تراکم نسبی بیش از ۱۲۶ نفر در کیلومتر مربع، به یکی از مناطق بسیار متراکم ایران تبدیل شده است. علاوه بر این، با گذشت زمان توزیع جمعیت در منطقه ساحلی دریای خزر پراکندگی بیشتری داشته است؛ به طوری که شاخص نخست شهری در ۵۵ سال اخیر با کاهش معناداری روبه‌رو بوده است و نتایج تحلیل فضایی مبتنی بر بیضوی انحراف استاندارد نیز تمرکز جمعیت را در پهنه وسیع‌تری در مقایسه با سال ۱۳۳۵ تأیید می‌کند. بنابراین، منطقه ساحلی دریای خزر از یک نظام سکونتگاه‌های نسبتاً ساده و نخست شهری به نظام سکونتگاهی نسبتاً پیچیده، با مجموعه‌ای از شهرهای کوچک و میانی و بزرگ و با گستردگی فضایی بیشتر تغییر ماهیت داده است.

به دنبال تحولات جمعیتی و بارگذاری فزاینده جمعیت در مناطق ساحلی دریای خزر، تغییرات آشکاری در پوشش و کاربری اراضی منطقه رخ داده است. بیشترین میزان تغییرات مربوط به اراضی ساخته‌شده شامل شهرها و روستاهاست که با میزان رشد سالانه ۳/۲ درصد از ۱۱۵۸ هکتار در سال ۱۳۶۴ به بیش از ۳۱۶۲ هکتار در سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است. افزایش حدود ۲ هزار هکتاری اراضی ساخته‌شده، عمدتاً با تبدیل پوشش گیاهی شامل زمین‌های کشاورزی، جنگل‌ها و مراتع به اراضی ساخته‌شده، روی داده است. نکته اصلی در تغییرات فضایی-زمانی اراضی ساخته‌شده در نوار ساحلی دریای خزر، نحوه و الگوی تغییرات است. نتایج حاصل از تحلیل الگوی رشد اراضی ساخته‌شده با استفاده از شاخص پراکنده‌رویی نشان داد که الگوی رشد اراضی ساخته‌شده در محدوده مورد مطالعه به صورت رشد پراکنده یا پراکنده‌رویی بوده است. در این وضعیت، ارزش شاخص پراکنده‌رویی یا نسبت میان میزان رشد اراضی ساخته‌شده به میزان رشد جمعیت در فاصله سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴ در نوار ساحلی دریای خزر برابر ۴/۷ است که دلالت بر وجود و تسلط پدیده پراکنده‌رویی در محدوده مورد مطالعه دارد.

به دلیل تک‌بعدی بودن شاخص پراکنده‌رویی و بی‌توجهی این شاخص به آرایش فضایی اراضی ساخته‌شده، از

متریک‌های فضایی در تحقیق حاضر استفاده شد. در محدوده مورد مطالعه، ارزش متریک مجاورت در طول زمان روندی افزایشی را نشان می‌دهد؛ به طوری که ارزش آن از حدود ۱۵۱ در سال ۱۳۶۴ به ۱۴۴۲۰ در سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است. بر این اساس، نوار ساحلی دریای خزر از وضعیت تسلط لکه‌های کوچک و پراکنده مربوط به کلاس اراضی ساخته‌شده به وضعیت تسلط لکه‌های بزرگ‌تر و نزدیک‌تر در حال تغییر وضعیت است. علاوه بر این، نتایج حاصل از تحلیل متریک سرایت نیز نشان می‌دهد که ارزش مربوط به این متریک از ۵۱ درصد در سال ۱۳۶۴ به ۶۸ درصد در سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است. بنابراین، بر اساس نتایج حاصل از متریک سرایت می‌توان گفت که منطقه به‌طور پیوسته و آرام در حال گذار به مرحله‌ای است که لکه‌های مربوط به اراضی ساخته‌شده در محدوده مورد مطالعه بر سایر کلاس‌های پوشش زمین استیلا یافته و لکه‌های بزرگ اراضی ساخته به غالب‌ترین کلاس پوششی منطقه تبدیل شوند. به طور کلی و بر اساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد که با توجه به افزایش شتابان جمعیت و به دنبال آن تغییرات فضایی-زمانی پوشش اراضی در نوار ساحلی دریای خزر که غالباً خود را در حالت گسترش فزاینده اراضی ساخته‌شده و رشد پراکنده و بدون برنامه نشان داده است، منطقه ساحلی دریای خزر با بحران فضایی روبه‌رو بوده و با توجه به ادامه این وضعیت، ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمین در محدوده مورد مطالعه قابل تأیید است.



## منابع

- منصوریان، حسین (۱۳۹۳)، «تبیین الگوهای رشد شهری در منطقه کلان‌شهری تهران»، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.
- Barbier, E. B., Koch, E. W., Silliman, B. R., Hacker, S. D., Wolanski, E., Primavera, J., et al. (2008), «Coastal ecosystem-based management with nonlinear ecological functions and values». *Science*, 319: 321–323.
- Bertolo, L. S., Lima G.T.N.P., Santos, R. F. (2012), «Identifying change trajectories and evolutive phases on coastal landscapes. Case study: Sao Sebastiao Island, Brazil». *Landscape and Urban Planning*, 106: 115–123.
- Bhatta, B., Saraswati, S., Bandyopadhyay, D. (2010), «Urban sprawl measurement from remote sensing data». *Applied Geography*, 30(4): 731–740.
- Burak, S., Dogan, E., Gazioglu, C. (2004), «Impact of urbanization and tourism on coastal environment». *Ocean Coastal Management*, 47 (9-10): 515-527.
- Davis, C., Schaub, T. (2005), «A transboundary study of urban sprawl in the Pacific Coast region of North America: The benefits of multiple measurement methods». *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 7: 268–283.
- Everard, M., Jha, R.R.S., Russell, S. (2014), «The benefits of fringing mangrove systems to Mumbai». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24: 256–274.
- Friess, D.A., Richards, D.R., Phang, V.X.H. (2016), «Mangrove forests store high densities of carbon across the tropical urban landscape of Singapore». *Urban Ecosystems*, 19 (2): 795–810.
- Gao, B., Huang, Q., He, Ch., Sun, Z., Zhang, D. (2016), «How does sprawl differ across cities in China? A multi-scale investigation using night-time light and census data». *Landscape and Urban Planning*, 148: 89–98.
- Jaeger, J.A.G., Bertiller, R., Schwick, Ch., Kienast, F. (2010), «Suitability criteria for measures of urban sprawl». *Ecological Indicators*, 10: 397–406.
- Jaeger, J.A.G., Schwick, C. (2014), «Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland». *Ecological Indicators*, 38: 294–308.
- Lin, T., Xue, X.Z., Shi, L.Y., Gao, L.J. (2013), «Urban spatial expansion and its impacts on island ecosystem services and landscape pattern: a case study of the island city of Xiamen, Southeast China». *Ocean Coastal Management*. 81: 90–96.
- Nazarnia, N., Schwick, Ch., Jaeger, J. A.G. (2016). «Accelerated urban sprawl in Montreal, Quebec City, and Zurich: Investigating the differences using time series 1951–2011». *Ecological Indicators*, 60: 1229–1251.

- Ngorana, S. D., Xue, X. (2015). «Addressing urban sprawl in Douala, Cameroon: Lessons from Xiamen integrated coastal management». *Journal of Urban Management*, 4: 53–72.
- Patz, J. A., & Norris, D. E. (2004). «Land use change and human health. In R. S. DeFries, G. P. Asner, & R. A. Houghton (Eds.)», *Ecosystems and land use change*. Washington: American Geophysical Union.
- Qureshi, S., Haase, D. (2014). «Compact, eco-, hybrid or tele connected? Novel aspects of urban ecological research seeking compatible solutions to socio-ecological complexities». *Ecological Indicators*, 42: 1–5.
- Razin, E., Rosentraub, M. (2000). «Are fragmentation and sprawl interlinked? North American evidence». *Urban Affairs Review*, 35 (6): 821–836.
- Xu, X., Li, X., Chen, M., Li, X., Duan, X., Zhu, G., Feng, Zh., Ma, Zh. (2016). «Land-ocean-human interactions in intensively developing coastal zone: Demonstration of case studies». *Ocean & Coastal Management*, 133: 28-36.