

رویکرد فازی و پهنه‌بندی فقر چندبعدی در فضاهای شهری (نمونه موردی: شهر کامیاران)^۱

حسن جواهری^۲: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران
حسین حاتمی نژاد: استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران
کرامت‌اله زیاری: استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران
احمد پوراحمد: استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

اغلب روش‌های تحلیل فقر سنتی دو محدودیت عمده دارند. اول، اغلب روش‌ها تک‌بعدی بوده و تنها یکی از ابعاد فقر مانند درآمد را مورد بررسی قرار می‌دهند. دوم، این روش‌ها جمعیت را با استفاده از خط فقر به دو بخش فقیر و غیرفقیر تقسیم می‌نمودند. توجه به سایر محرومیت‌ها موضوع سنجش فقر چندبعدی را مطرح ساخت. به منظور رفع محدودیت دوم تئوری مجموعه‌های فازی طی دهه‌های گذشته در زمینه فقر و ابهامات مربوط به آن مورد استفاده قرار گرفت. از طرفی، تأکید مطالعات اخیر بر اهمیت متغیرهای جغرافیایی به عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده فقر، جایگاه ویژه‌ای به سیستم اطلاعات جغرافیایی در این‌گونه مطالعات داده است. هدف اصلی این مطالعه بررسی عملی بودن استفاده از روش‌های فازی و مدل‌سازی زمین‌آماري جهت کسب اطلاعات قابل استناد به منظور سنجش و پهنه‌بندی فقر چندبعدی در فضاهای شهری است. این پژوهش از نظر اهداف کاربردی و از نظر شیوه انجام توصیفی-تحلیلی است. اطلاعات و داده‌های این پژوهش از طریق پیمایش میدانی نمونه‌های انتخاب شده به روش فضایی تصادفی طبقه‌ای در سال ۱۳۹۱ جمع‌آوری شده است. در این پژوهش از میان روش‌های سنجش چندبعدی فقر، روش کاستا (۲۰۰۲) و از میان روش‌های زمین‌آماري روش کریجینگ و کریجینگ همبسته جهت سنجش فقر چند بعدی در قالب ۷۰ شاخص اقتصادی و درآمدی، مسکن، مالکیت و دارایی، بهداشت و سلامت، و دانش و مهارت استفاده شده است. از میان مدل‌های زمین‌آماري موجود روش کروی و نمایی با نتایج تابع فازی فقر انطباق بیشتری داشته و از دقت بالاتری برخوردار بوده‌اند. نتایج در قالب پهنه‌بندی علمی صورت گرفته به وضوح نشان‌دهنده اختلاف فضایی فقر در محدوده شهر کامیاران است.

واژه‌های کلیدی: فقر چندبعدی، رویکرد فازی، پهنه‌بندی فقر، فقر شهری، زمین‌آمار، کریجینگ، کامیاران.

^۱ این مقاله برگرفته از رساله دکتری آقای حسن جواهری می‌باشد که در دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران انجام گرفته است.

^۲ نویسنده مسئول: hassanjavaheri@ut.ac.ir، ۰۲۱۷۶۲۸۲۳۹۳

بیان مسأله:

در رویکرد سنتی، فقر به عنوان پایین بودن سطح درآمد تعریف می‌گردد و فقر را با مطالعات درآمد افراد مرتبط می‌دانستند. پارتو جزء اولین کسانی بود که یک مدل توزیع درآمد را برای محاسبه فقر مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. طی سه دهه، مفاهیم جدیدی از فقر ارائه و تعاریف جدید با کارهای تاونسند (۱۹۷۹) و سن (۱۹۸۵) معرفی شد. آنها محدودیت‌های درآمدی بر اساس خط فقر را به عنوان شاخصی برای زندگی بهتر مورد محاسبه قرار دادند (Deutsch & et al, 2006: 139). از طرفی، تلاش‌های بسیاری برای ارائه راه‌حل‌های مناسب جهت اندازه‌گیری فقر صورت گرفت. دو رویکرد فقر مطلق که بر نیازهای اساسی جهت تعیین آستانه فقر تأکید داشت (Watts, 1967; Booth, 1969; Orshanski, 1965) و رویکرد فقر نسبی که به مقایسه شرایط هر یک از افراد با استانداردهای زندگی می‌پرداخت، حاصل چنین تلاش‌هایی بودند (Miceli, 195: 2006). اغلب روش‌های تحلیل فقر دو محدودیت عمده داشتند. اول، اغلب روش‌ها تک‌بعدی بوده و تنها یکی از ابعاد فقر مانند درآمد را مورد بررسی قرار می‌دادند. دوم، این روش‌ها با استفاده از خط فقر جمعیت را به دو بخش فقیر و غیرفقیر تقسیم می‌نمودند (Betti & et al, 2006: 115).

توجه به سایر محرومیت‌ها موضوع سنجش فقر چندبعدی را مطرح ساخت. محققان بسیاری ماهیت چندبعدی فقر را مورد بررسی قرار دادند^۱. دوتچ و سیلبر با مقایسه نظام‌مند روش‌های محاسبه فقر چندبعدی، چهار رویکرد متمایز «رویکرد تابع فاصله»^۲، «رویکرد نظریه اطلاعات»^۳، «رویکرد استفاده از اقتباس بدیهی شاخص‌های فقر چند بعدی»^۴ و «رویکرد مجموعه فازی»^۵ را در این زمینه مطرح نمودند (Deutsch & et al, 2005: 149-61). به منظور رفع محدودیت دوم (تقسیم جامعه به دو بخش فقر و غیر فقیر) و با توجه به قابلیت‌های تئوری مجموعه‌های فازی که توسط لطفی زاده (۱۹۶۵) ارائه گردید، این تئوری طی ده‌های گذشته در زمینه فقر و ابهامات مربوط به آن مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از مجموعه‌های فازی می‌توان در کنار تشخیص خانوارهای دارای محرومیت بالا، خانوارهایی با محرومیت نسبتاً پایین را نیز شناسایی نمود.

از طرفی، تأکید مطالعات اخیر بر اهمیت متغیرهای جغرافیایی به عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده فقر (Bigman & et al, 2000, 2003a; Davis, 2000) جایگاه ویژه‌ای به سیستم اطلاعات جغرافیایی در این‌گونه مطالعات داده است. همان‌گونه که سطوح فقر دارای مؤلفه‌های فضایی و زمانی هستند، بهره‌گیری از رویکردهای مبتنی بر نقشه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان نمایش و ارائه فقر را فراهم ساخته و به فهم دقیق‌تر و شناسایی عوامل مؤثر بر آن کمک می‌کند (Akinyemi, 2010: 86). در واقع، پهنه‌بندی فقر چندبعدی با نمایش توزیع فضایی فقر، امکان استفاده سریع از اطلاعات فضایی- مکانی فقر را برای تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان فراهم می‌سازد (Akinyemi, 2010: 86). در بسیاری از کشورها نقشه‌های شاخص‌های فقر و رفاه در سطوح مختلف (ملی تا محلی) به منظور کمک به تصمیم‌گیران مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نقشه‌ها مبنایی برای تخصیص کمک‌های اجتماعی به شمار می‌روند^۶. بر این اساس، سؤال اساسی این تحقیق این است که ترکیب کدامیک از روش‌های سنجش فقر با روش‌های آماری برای فضایی کردن نتایج سنجش فازی فقر چندبعدی در فضاهای شهری مناسب است؟ به عبارتی در این مقاله روش‌های رویکرد کاملاً فازی و مطلق^۷ (پیشنهادشده توسط سریولی و زانی در سال ۱۹۹۰)، رویکرد کاملاً فازی و نسبی^۸ (پیشنهادشده توسط چیلی و لمی در سال ۱۹۹۵)، رویکرد فازی ویرو و

^۱. منابع مهم در این زمینه عبارتند از: (Atkinson & Bourguignon, 1982; Maasoumi, 1986; Tsui, 1995; Sen, Kolm, 1977)؛ (2000).

2. Distance function approach

3. Information theory approach

4. Axiomatic derivations of multi-dimensional poverty indices

5. Fuzzy set approach

^۶. منابع مهم در این زمینه عبارتند از: (de Pérez & Pérez, 2008; Ahnaf & Hartanto, 2009; de la Buys & et al., 2006)؛ (Espriella, 2009; Akinyemi, 2010).

7. Totally Fuzzy and Absolute (TFA) approach

8. Totally Fuzzy and Relative (TFR) approach

ورکوین^۱ (پیشنهادشده توسط ویرو و ورکوین در سال ۱۹۹۷) و روش کاستا (پیشنهادشده توسط کاستا در سال ۲۰۰۲) به صورت نظری با یکدیگر مقایسه شده و از میان آنها روش کاستا برای محاسبه فقر چندبعدی نمونه موردی (شهر کامیاران) استفاده شده است. در ادامه، بر اساس نتایج بدست آمده، پهنه‌بندی فقر با استفاده از روش کریجینگ^۲ و کریجینگ همبسته (کوکریجینگ)^۳ برای این شهر صورت گرفته است.

پیشینه تحقیق:

سریولی و زانی (۱۹۹۰) جزء اولین کسانی بودند که از مجموعه فازی جهت محاسبه و اندازه‌گیری فقر چند بعدی استفاده کردند (Deutsch & Silber, 2006, 139). نتایج مطالعات آنها سر منشاء مطالعات بسیاری در زمینه سنجش فقر چندبعدی با استفاده از مجموعه‌های فازی گردید که نتیجه آن ارائه روش‌های نسبتاً متفاوتی در زمینه سنجش فقر با استفاده از تئوری فازی است.^۴ بتی و دیگران (۲۰۰۴) مدل فازی پویایی فقر را که در مجموعه‌ای از مقالات پیشنهاد شده بود (Cheli, Cheli & et al, 1999-1995) مورد بررسی قرار داده، ابزاری آماری را با نام شاخص‌های پویایی و ماتریس‌های جابجایی میانگین^۵ پیشنهاد نموده و آن را برای انگلستان بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۷ بکار بردند (Betti, Cheli, & Cambini, 2004: 391-411). استفان و پی‌آلپرین (۲۰۰۵) روش کاستا در بررسی فقر چندبعدی را برای زیرگروه‌های مختلف جامعه گسترش داده و آن را برای آرژانتین مورد استفاده قرار دادند (Mussard & et al, 2005: 2-15). آپی‌کوبی و دیگران (۲۰۰۷) با استفاده از روش کاستا به بررسی فقر چند بعدی در کشور غنا پرداخته و سطوح محرومیت را با استفاده از روش فازی مورد تحلیل قرار دادند (Appiah-Kubi & et al, 2007: 3-31). پی‌آلپرین (۲۰۰۸) سطوح محرومیت لوگزامبورگ را با استفاده از رویکرد فقر چندبعدی فازی (بر اساس روش کاستا) محاسبه نموده و با توجه به قابلیت این روش از آن برای تعیین تابع عضویت فقر در زیرگروه‌های مختلف جامعه استفاده کرد (Pi Alperin, 2008: 2-16). کاستا و انجل (۲۰۰۸) مجموعه‌ای از شاخص‌های فقر چندبعدی را مطرح نموده و آن را برای خانوارهای ایتالیا به کار بردند (Costa & et al, 2008: 1-17). سلاوچی و دیگران در سال ۲۰۱۲ به بررسی محرومیت مالی و غیر مالی موزامبیک با استفاده از روش پولی فازی و روش مکمل فازی^۶ (پیشنهاد شده توسط ورما و بتی در سال ۲۰۱۱) پرداختند. این روش امکان ارائه تخمین‌های واقعی در سطوح پایین‌تر از ملی را با داده‌های کم فراهم می‌نمود (Salvucci & et al, 2012: 1-26). هولت (۲۰۰۷) تحلیل فضایی فقر ایالات‌متحده را در سطح شهرستان انجام داد. در کنیا پهنه‌بندی فقر در سطح بخش‌ها صورت گرفت (Kristjanson & et al, 2005: 568). بنسون و دیگران (۲۰۰۵) مؤلفه‌های کلیدی فضایی که سطوح متفاوت فقر را در مالاوی شکل می‌داد، شناسایی کردند. در کامبوج، فوجی (۲۰۰۴) مجموعه‌ای از شاخص‌های جغرافیایی را برای سنجش فقر در سطح شهرداری‌ها بکار برد. اگر چه در ایران نیز تحقیقات متعددی در زمینه فقر شهری صورت گرفته است. اما استفاده از ترکیب سنجش فازی فقر و استفاده از روش‌های زمین آماری جهت نمایش فضایی فقر شهری صورت نگرفته است.

مبانی نظری سنجش فقر فازی:

در ۱۹۶۵ مفهوم منطق ارزش نامحدود توسط لطفی زاده معرفی شد. در واقع، عناصر کلیدی تفکر انسان اعداد نیستند، بلکه برچسب‌های مجموعه‌های مبهم (فازی) هستند. در مفاهیم ریاضی سنتی، طبقه افراد ثروتمند یا طبقه افراد فقیر طبقات ترکیبی نیستند، از این رو، فقیر و ثروتمند وضعیت دو پهلویی به شمار می‌روند. با توجه به این امر که گذر از عضویت به عدم

1. Vero and Werquin (VW) approach

2. Kriging

3. CoKriging

۴. منابع مهم در این زمینه عبارتند از: (Dagum et al., 1992; Chiappero Martinetti, 1994; Cheli, Cerioli & Zani, 1990; 1995; Cheli & Lemmi, 1995; Werquin & Vero, 1998; Chiappero Martinetti, 2000; Lelli, 2001; Costa, 2002; Bourguignon & Chakravarty, 2003; Betti, Cheli, & Gambini, 2004; Dagum & Costa, 2004; Deutsch & Silber, 2005; Kakwani & Silber, 2008, 2008; Mussard & Pi Alperin, 2008; Verma & Betti, 2010)

5. Dynamic Indices and Average Transition Matrices

6. The Fuzzy Monetary (FM) and Fuzzy Supplementary (FS)

عضویت این طبقات تدریجی است، مفهوم جدیدی مطرح گردید که در آن هر طبقه دارای توالی درجه عضویت است. از این مفهوم تحت عنوان مجموعه فازی فقر نام می‌برند (Naidoo, 2007: 28).

رویکرد کاملاً فازی و مطلق:

سریولی و زانی (۱۹۹۰) جزء اولین کسانی بودند که از مجموعه فازی جهت محاسبه و اندازه‌گیری فقر استفاده کردند (Deutsch & et al, 2006: 155). آنها اظهار داشتند که باید یک سطح بحرانی حداقل، که بر اساس آن خانوارها کاملاً فقیر به شمار آیند، و یک سطح بحرانی حداکثر، که بر اساس آن خانوارها کاملاً فقیر به شمار نیایند، وجود داشته باشد. اگر محرومیت خانوارها بین این دو آستانه قرار گیرد، تابع عضویت تابعی خطی بین سطح بحرانی حداکثر و سطح بحرانی حداقل است (Naidoo, 2007: 29).

فرض کنید برای هر خانوار یک بردار از k شاخص وجود دارد (X_1, X_2, \dots, X_k) . در جامعه A از n خانوار $\{A = (a_1, a_2, \dots, a_n)\}$ زیرمجموعه خانوارهای فقیر B شامل هر خانواری $a_i \in B$ هستند که نشان‌دهنده درجه‌ای از فقر در حداقل یکی از k شاخص از X می‌باشند. درجه عضویت مجموعه فازی B از خانوار i ام $(i=1, 2, \dots, n)$ در رابطه با شاخص j ام $(j=1, 2, \dots, m)$ در فرمول شماره ۱ نشان داده شده است.

$$\mu_B(X_j(a_i)) = X_{ij}, \quad 0 \leq X_{ij} \leq 1 \quad (1)$$

که بر اساس فرمول:

$$X_{ij} = \text{زمانی که خانوار } i \text{ ام از شاخص } j \text{ ام برخوردار نباشد.}$$

$$X_{ij} = \text{زمانی که خانوار } i \text{ ام از شاخص } j \text{ ام برخوردار باشد.}$$

$0 \leq X_{ij} \leq 1$ زمانی که خانوار i ام تا حدودی از شاخص j ام برخوردار بوده و به فاصله بین $(0, 1)$ تعلق داشته باشد. از این رو، سریولی و زانی رویکرد کاملاً فازی و مطلق را معرفی کردند. در این شیوه ابتدا دو آستانه پایین (X_{ij}) و آستانه بالا (X_{jH}) برای شاخص مورد نظر تعیین می‌گردد. در ادامه اگر بین صفر و آستانه پایین قرار گرفت، تابع عضویت آن برابر با یک؛ در صورتی که بیشتر از آستانه بالا باشد، تابع عضویت آن برابر با صفر؛ و در صورتی که بین آستانه بالا و پایین قرار گرفت، تابع عضویت از طریق فاصله آستانه بالا و تقسیم بر فاصله آستانه بالا و آستانه پایین محاسبه می‌گردد (فرمول ۲). در نهایت، شاخص کلی فقر برای کل خانوارها بر اساس میانگین شاخص‌های محرومیت هر خانوار تعیین می‌گردد (فرمول ۳). میزان P نسبت خانوارهای متعلق به زیرمجموعه فازی فقیر را نشان می‌دهد (Deutsch & et al: 2006).

$$\mu_{xj}(i) = \begin{cases} 1 & \text{if } 0 < X_{ij} < X_{jmin} \\ \frac{X_{jmax} - X_{ij}}{X_{jmax} - X_{jmin}} & \text{if } X_{ij} \in [X_{jmin}, X_{jmax}] \\ 0 & \text{if } X_{ij} > X_{jmax} \end{cases} \quad (2)$$

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_{xi}(i) \quad (3)$$

رویکرد کاملاً فازی و نسبی:

چیلی و لیمی (۱۹۹۵) دو ایراد را بر روش ارائه شده توسط سریولی و زانی (۱۹۹۰) وارد نمودند. اول، تعیین آستانه بالا و پایین قراردادی بوده و ایرادات شیوه سنتی سنجش فقر نیز بر آن وارد است. به منظور حل این مشکل، چیلی و لیمی پیشنهاد نمودند که آستانه بالا و پایین منطبق بر ارزش‌های حداقل و حداکثر هر بعد تعیین شود. دوم، ممکن است رویکرد خطی ارزش بیشتری را برای برخی از خانوارها در یک بعد خاص تعیین نماید که این امر موجب برآورد ناقصی از فقر می‌گردد. از دیدگاه چیلی (۱۹۹۵) فقر خصیصه‌ای مطلق و گسسته نیست که در شرایط وجود و عدم وجود قابل تعریف باشد، بلکه فقر از دیدگاه او پدیده مبهمی است که در سایه‌ها و درجات مختلف باز نمود پیدا می‌کند. چیلی و لیمی (۱۹۹۵) با استفاده از شاخص‌های محرومیت روش مفهومی فازی جدیدی را از طریق محاسبه تابع توزیع شاخص‌ها ارائه دادند. در روش ارائه شده توسط چیلی و

لیمی (۱۹۹۵) رتبه‌بندی فقر هر طبقه از هر بعد با استفاده از تعداد خانوارهای دارای سطح محرومیت مشابه تعیین می‌گردد. از این رو، این روش رویکرد کاملاً فازی و نسبی نام گرفته است. چیلی و لیمی (۱۹۹۵) پیشنهاد کردند که درجه فقر مرتبط با شاخص J باید مستقیماً متناسب با تابع توزیع تجمعی همان شاخص باشد (فرمول ۴). دلیل این امر این است که احساس فقر خانوار به طور مستقیم با تعداد خانوارهای دارای شرایط بهتر در ارتباط است. به عبارتی، این رویکرد بر ماهیت نسبی احساس فقر تاکید دارد (Berenger & et al, 2006).

$$F(x_j) = \int_0^{x_j} f_j(x) dx \quad (4)$$

تابع عضویت فقر μ_j خانوار i ام از شاخص J ام در فرمول شماره ۵ نشان داده شده است (Deutsch & Silber, 2006).

$$\mu_j(x_{ij}) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_{ij} = x_j^{(s)} \\ \mu_j(x_j^{(i-1)}) + \frac{F(x_j^{(i)}) - F(x_j^{(i-1)})}{1 - F(x_j^{(1)})} & \text{if } x_{ij} = x_j^{(i)} \\ 0 & \text{if } x_{ij} = x_j^{(1)} \end{cases} \quad (5)$$

که در آن، ارزش مربوط به شاخص J ام برای خانوار i ام و $\mu_j(x_j^{(i)})$ نشان دهنده تابع توزیع تجمعی خانوار قبلی در شاخص J ام است. بر اساس این فرمول درجه محرومیت μ_j بین صفر و یک (۰ و ۱) خواهد بود که با افزایش این درجه ریسک فقر افزایش می‌یابد. در نهایت، درجه فقر تعیین شده بر این اساس، هر یک از k محرومیت نیازمند تبدیل به یک بعد جهت تعیین شاخص فقر چند بعدی μ برای هر یک از خانوارها (i) است (فرمول ۶).

$$\mu(x_i) = \frac{\sum_{j=1}^k \mu(x_{ij}) w_j}{\sum_{j=1}^k w_j} \quad (6)$$

که در آن، w_j وزن شاخص J ام است که از طریق فرمول ۷ محاسبه می‌گردد.

$$w_j = \ln\left(\frac{1}{\mu_j}\right) / \sum_{j=1}^k \ln\left(\frac{1}{\mu_j}\right) \quad (7)$$

وزن تابع معکوس میانگین درجه فقر (فرمول ۸) است. بدین معنی که وزن شاخص J بر اساس توزیع مناسب آن شاخص در سطح جامعه تعیین می‌گردد. در نهایت، شاخص کلی فقر P برای کل خانوارها بر اساس میانگین شاخص‌های محرومیت هر خانوار تعیین می‌گردد. (فرمول ۹). (Berenger & et al, 2006).

$$\bar{\mu}(x_j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu(x_{ij}) \quad (8)$$

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu(x_i) \quad (9)$$

فلیپون و دیگران (۲۰۰۱) با تأکید بر دو ایراد موجود در عدم قابلیت تفسیر شیوه اندازه‌گیری و شیوه وزندهی رویکرد کاملاً فازی و نسبی به بررسی پویایی فقر با استفاده از این روش پرداختند و تابع عضویت جدیدی را که این دو ایراد را برطرف می‌ساخت پیشنهاد نمودند. (Filippone & et al, 2001: 1-16).

رویکرد ویرو و ورکوبین: یکی از مسائل بسیار مهم در اتخاذ رویکرد چندبعدی سنجش فقر، مانند رویکرد فازی، همبستگی بالای شاخص‌های مورد استفاده در چنین سنجشی است. به منظور حل چنین مسأله‌ای، ویرو و ورکوبین (۱۹۹۷) شاخص محرومیت m_p را پیشنهاد نمودند. (فرمول ۱۰).

$$m_p(i) = \frac{\ln\left(\frac{1}{f_i}\right)}{\sum_1^n \ln\left(\frac{1}{f_i}\right)} \text{ if } 0 < f_i \leq 1 \quad (10)$$

سپس تابع عضویت μ_p برای خانوار i بر اساس فرمول ۱۱ محاسبه می‌گردد. در نهایت، همانند روش قبلی شاخص کلی فقر P برای کل خانوارها محاسبه می‌گردد (Deutsch & et al, 2006) (فرمول ۱۲).

$$\mu_p(i) = \frac{m_p(i) - \text{Min}[m_p(i)]}{\text{Max}[m_p(i)] - \text{Min}[m_p(i)]} \quad (11)$$

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_p(i) \quad (12)$$

روش کاستا: این روش ابتدا توسط کاستا پیشنهاد شد (Costa, 2002: 2-6). در ادامه کاستا با همکاری داگوم آن را توسعه داد (Dagum & et al, 2004: 1-19). در این شیوه درجه عضویت فازی خانوارهای فقیر (B) برای خانوار i ام بر اساس شاخص Z ام در فرمول شماره ۱۳ ارائه شده است.

$$\mu_B(a_i) = \sum_{j=1}^m X_{ij} W_j / \sum_{j=1}^m W_j, \quad \mu_B(X_j(a_i)) = X_{ij}, \quad 0 \leq X_{ij} \leq 1 \quad (13)$$

که در آن،

$X_{ji} =$ اگر خانوار i ام از شاخص Z ام برخوردار نباشد،

$X_{ji} =$ اگر خانوار i ام از شاخص Z ام برخوردار باشد، و

$0 < X_{ji} <$ اگر برخورداری خانوار i ام از شاخص Z ام حالت بین این دو باشد،

و (وزن شاخص) را می‌توان از طریق فرمول ۱۴ محاسبه نمود (Costa, 2002: 3).

$$W_j = \log \left[n / \sum_{i=1}^n X_{ij} n_i \right] \geq 0 \quad (14)$$

در نهایت تابع نهایی فازی فقر برای کل شاخص‌ها از یکی فرمول‌های ۱-۱۵ و ۲-۱۵ محاسبه می‌گردد (Costa, 2002: 4)..

$$\mu_B = \sum_{i=1}^n \mu_B(a_i) n_i / \sum_{i=1}^n n_i \quad (15-1)$$

$$\mu_B = \sum_{j=1}^m \mu_B(X_j) W_j / \sum_{j=1}^m W_j \quad (15-2)$$

مقایسه روش‌های بالا گویای این امر است که روش پیشنهادی کاستا از معایب کمتری نسبت به سایر روش‌های سنجش فقر فازی چندبعدی برخوردار است. (جدول شماره ۱).

جدول ۱- مقایسه رویکردها و روش‌های سنجش فقر چندبعدی فازی

نواقص					رویکردها و روش‌ها
برآورد فقر	توجه به همبستگی شاخص‌ها	شیوه وزن‌دهی	شیوه اندازه‌گیری	آستانه فقر	
ناقص	عدم توجه به همبستگی	عدم قابلیت تفسیر	عدم قابلیت تفسیر	قراردادی	کاملا فازی و مطلق
نسبتا مناسب	عدم توجه به همبستگی	عدم قابلیت تفسیر	عدم قابلیت تفسیر	-	کاملا فازی و نسبی
نسبتا مناسب	توجه به همبستگی	-	قابلیت تفسیر	-	ویرو و ورکوبین
نسبتا مناسب	توجه به همبستگی	قابلیت تفسیر	قابلیت تفسیر	-	کاستا

منبع: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۲.

روش تحقیق:

نوع پژوهش کاربردی با روش توصیفی- تحلیلی است. جامعه آماری شامل بلوک‌های مسکونی شهر کامیاران است. بر اساس بررسی‌های نظری صورت گرفته در خصوص موضوعات قابل بررسی در مقوله سنجش فقر و همچنین داده‌ها و اطلاعات بدست آمده از پیمایش میدانی، ۷۰ شاخص در قالب ۵ دسته اصلی شاخص‌های اقتصادی و درآمدی (۲۱ شاخص)، شاخص‌های مسکن (۱۷ شاخص)، شاخص‌های مالکیت و دارایی (۷ شاخص)، شاخص‌های بهداشت و سلامت (۱۲ شاخص) و شاخص‌های دانش و مهارت (۱۳ شاخص) برای انجام این پژوهش انتخاب شدند. (جدول شماره ۲). در این پژوهش، نمونه‌گیری در محیط *ARC GIS* و با استفاده از روش فضایی تصادفی طبقه‌ای صورت گرفته و اطلاعات مورد نیاز از طریق پیمایش میدانی نمونه‌ها در سال ۱۳۹۱ جمع‌آوری گردید. در این پژوهش، به منظور محاسبه نسبت کلی فقر از شیوه پیشنهادی کاستا (۲۰۰۲) استفاده شده است. در ادامه با توجه به نتایج بدست آمده، تابع فازی فقر برای نمونه‌ها (که به صورت نقطه‌ای محاسبه شده بود) با روش‌های زمین‌آماری به داده‌های سطحی تبدیل گردید. زمین‌آمار به روش‌های آماری گفته می‌شود که به منظور استفاده از داده‌های جغرافیایی توسعه یافته‌اند. در زمین‌آمار می‌توان بین مقادیر یک کمیت، فاصله و جهت قرار گرفتن نمونه‌ها نسبت به یکدیگر ارتباط برقرار کرد. این شاخه از آمار در حقیقت می‌کوشد بین مقادیر مختلف یک متغیر، و فاصله و جهت قرارگیری آنها نسبت به هم ارتباطی برقرار کند که خود در قالب فرمول‌های ریاضی بیان می‌شود.

جدول ۲- شاخص‌های به کار رفته در پژوهش

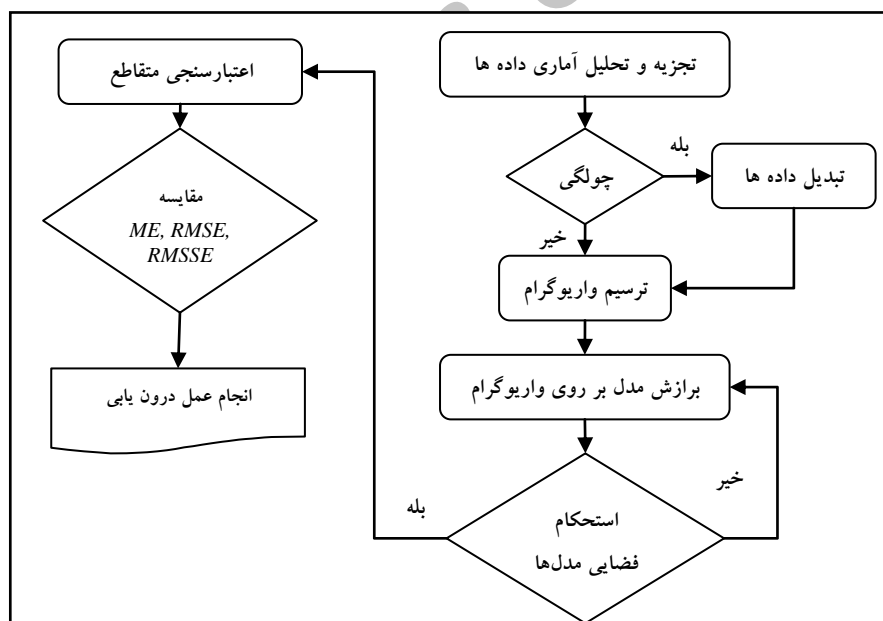
		مسکن		بهداشت و سلامت	
←	درآمد سرانه	←	وضعیت آب مصرفی*	←	وضعیت آب مصرفی*
↔	نسبت جنسی درآمد	←	وضعیت برق مصرفی	←	نسبت جنسی سلامت
→	نسبت درآمد زنان خود سرپرست به متوسط جامعه	←	وضعیت سوخت مصرفی	→	نرخ معلولیت
→	نسبت کمک‌های مالی نهادهای حمایتی به درآمد خانوار	←	برخورداری از حمام و سرویس بهداشتی	→	نرخ بیماری‌های خاص
→	نسبت دریافتی‌های غیر رسمی به درآمد خانوار	←	برخورداری از آشپزخانه	→	نرخ بیماری‌های ناشی از نوع فعالیت اقتصادی
→	نسبت درآمد سرانه (سالیانه) به قیمت مسکن	←	برخورداری از تلفن	→	نرخ بستری شدن در بیمارستان
→	نسبت هزینه اقلام خوراکی به درآمد خانوار (ماهانه)	←	برخورداری از اینترنت	→	نرخ تولد توسط مادران جوان و پیر
→	نسبت هزینه قبوض به درآمد خانوار (سالیانه)	←	وضعیت تهویه هوا	←	نسبت انجام آزمایش سلامت به متوسط جامعه
→	نسبت هزینه اجاره به درآمد خانوار (ماهانه)	←	وضعیت سیستم گرمایشی	←	وضعیت پوشش بیمه درمانی
→	نسبت هزینه درمان به درآمد خانوار (سالیانه)	←	میزان دوام و پایداری مسکن	←	
←	نسبت هزینه سفر به درآمد خانوار (سالیانه)	←	سرانه مسکن	←	
←	نسبت هزینه پوشاک به درآمد خانوار (سالیانه)	←	تراکم محل سکونت	←	
←	نسبت هزینه لوازم منزل به درآمد خانوار (سالیانه)	←	نرخ بهره‌مندی از اتاق	←	
→	نسبت هزینه آموزش به درآمد خانوار (سالیانه)	→	سکونت در مسکن اجاره‌ای	→	
→	نسبت هزینه سفرهای روزانه به درآمد خانوار (ماهانه)	→	سکونت در مسکن غیر قانونی	→	
←	نسبت هزینه فعالیت‌های فوق برنامه به درآمد خانوار (ماهانه)	←	توان تامین مسکن	←	
→	نسبت وام و اقساط به درآمد خانوار (ماهانه)	←	زمان تامین مسکن	←	
→	نسبت بدهی به درآمد خانوار (سالیانه)	←	نرخ سلامت عمومی	←	
←	پس انداز سرانه	↔	نسبت جنسی سلامت	←	
←	نرخ ناخالص اشتغال خانوار	→	نرخ معلولیت	→	
→	ورشکستگی سرپرست خانوار	→	نرخ بیماری‌های خاص	→	
←	نرخ باسواد بزرگسالان	→	نرخ بیماری‌های ناشی از نوع فعالیت اقتصادی	→	
←	نرخ آموزش پیش دبستانی	→	نرخ بستری شدن در بیمارستان	→	
←	نسبت خالص حضور در مدرسه	→	نرخ تولد توسط مادران جوان و پیر	→	
←	نسبت سال‌های تحصیل سرپرست به متوسط جامعه	←	نسبت انجام آزمایش سلامت به متوسط جامعه	←	
←	بالاترین سطح آموزشی در خانوار	←	وضعیت پوشش بیمه درمانی	←	

↔	نسبت جنسی آموزش	←	کیفیت آب مصرفی*	مالکیت و دارایی
←	نرخ اتمام دوره ابتدایی	←	وضعیت دفع فاضلاب	
←	نرخ اتمام دوره راهنمایی	←	وضعیت جمع آوری زباله	
←	نرخ اتمام دوره متوسطه	←	مسکن جهت اقامت	
←	نرخ اتمام آموزش عالی	←	مسکن مازاد	
→	نرخ ترک تحصیل	←	واحد تجاری و صنعتی	
←	درصد نیروی کار با تحصیلات متوسطه	←	زمین شهری	
←	درصد کار مرتبط با تحصیل	←	باغ و زمین کشاورزی	
← تابع عضویت فازی کاهشی / → تابع عضویت فازی افزایشی		←	وسیله نقلیه	
↔ تابع عضویت فازی ترکیبی		←	رایانه (خانگی/قابل حمل)	

منبع: ادبیات موضوعی و پیمایش میدانی تحقیق، ۱۳۹۱.

روش زمین آمار:

زمین آمار بر اساس ساده‌ترین تعریف، در واقع یک روش درون‌یابی است که معیار مورد استفاده در آن برای درون‌یابی یا برآورد، کمینه‌شدن مقدار واریانس برآورد است. برآورد زمین‌آماری یکی از دقیق‌ترین روش‌های برآورد است، چرا که عوامل زیادی نظیر فاصله نقاط، ناهمسانگردی^۱، تغییرپذیری فضایی^۲ را مورد بررسی قرار می‌دهد (Hirsche & et al, 1998: 35). در این روش ابتدا به بررسی وجود یا عدم وجود ساختار فضایی بین داده‌ها پرداخته می‌شود و در صورت وجود ساختار فضایی تحلیل داده‌ها انجام می‌شود. بنابراین تخمین زمین‌آماری شامل دو مرحله است: مرحله اول شناخت و مدل‌سازی ساختار فضایی متغیر است که به وسیله تحلیل واریوگرام قابل بررسی و مرحله دوم تخمین متغیر مورد نظر توسط توابع زمین‌آماری است.



شکل ۱ - مراحل انجام مطالعات زمین آمار و انتخاب بهترین روش برای تخمین کمیت مورد نظر - ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

اولین گام در مرحله اول روش‌های زمین‌آماری بررسی وجود ساختار فضایی در بین داده‌ها توسط تحلیل واریوگرام است. در زمین‌آمار، از واریوگرام برای کمی نمودن تغییرات فضایی متغیر مورد مطالعه استفاده می‌شود. واریوگرام میانگین تغییرپذیری

- 1 . Anisotropy
- 2 . Spatial variability

بین دو داده نقطه‌ای را به عنوان تابعی از فاصله اندازه‌گیری می‌کند (Monego & et al, 2010: 202). شرط استفاده از این تحلیل نرمال بودن داده‌ها است. یکی از روش‌های ارزیابی نرمال بودن داده‌ها استفاده از ضریب چولگی می‌باشد، هنگامی که این ضریب کمتر از ۰.۵ باشد، داده‌ها احتیاجی به تبدیل نخواهند داشت، ولی اگر بیشتر از ۰.۵ باشد بایستی از لگاریتم جهت نرمال‌سازی داده‌ها استفاده شود (توزیع لگ نرمال).

در گام بعدی پس از نرمال‌سازی تابع فازی فقر نمونه‌ها از روش کریجینگ و کریجینگ همبسته جهت درونیابی استفاده شده است. کریجینگ مجموعه‌ای از روش‌های زمین آماری هستند که جهت پیش‌بینی ارزش یک متغیر در یک مکان خاص بکار گرفته می‌شوند (Caha & et al, 2012: 4). کریجینگ انواع مختلفی دارد که کریجینگ ساده^۱، عادی^۲ و عام^۳ از مشهورترین آنها بشمار می‌روند. هر یک از این روش‌ها مفروضات متفاوتی دارند. در این پژوهش از کریجینگ عادی (فرمول ۱۶) برای تخمین تابع فازی فقر در کل محدوده استفاده شده است (Oliver, 2010: 338).

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \quad (16)$$

که در آن، \hat{Z} : برابر با مقدار برآورد شده، Z برابر با مقادیر نمونه و برابر با وزن است. وزن‌ها به درجه همبستگی بین نقاط نمونه و نقاط برآورد شده بستگی دارد و همیشه جمع آنها برابر با ۱ است. به همین منظور برای تابع فازی فقر نمونه‌ها مدل‌های دایره‌ای (فرمول ۱-۱۷)، کروی (فرمول ۲-۱۷)، نمایی (فرمول ۳-۱۷) و گوسی (فرمول ۴-۱۷) به واریوگرام تجربی (فرمول ۵-۱۷) برازش داده شده و وابستگی فضایی مدل‌ها با یکدیگر مقایسه گردید (Oliver, 2010: 327-36).

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C \left\{ 1 - \frac{2}{\pi} \cos^{-1} \left(\frac{h}{a} \right) + \frac{2h}{\pi a} \sqrt{1 - \frac{h^2}{a^2}} \right\}, & h \leq a \\ C_0 + C, & h > a \\ 0, & h = 0 \end{cases} \quad (17-1)$$

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C \left\{ \frac{3h}{2a} + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right\}, & h \leq a \\ C_0 + C, & h > a \\ 0, & h = 0 \end{cases} \quad (17-2)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{h}{r} \right) \right\} \quad (17-3)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{h}{a} \right)^2} \right\} \quad (17-4)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{h^\alpha}{r^\alpha} \right) \right\} \quad (17-5)$$

که در این فرمول‌ها، γ واریوگرام در گام h ، C آستانه بخشی^۴، اثر قطعه‌ای^۵، پارامتر فاصله‌ای، و C_0 آستانه است.

1. Simple Kriging
2. Ordinary Kriging
3. Universal Kriging
4. Partial Sill
5. Nugget

در این پژوهش به منظور سنجش استحکام فضایی مدل‌ها از نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه استفاده شده است. این نسبت را می‌توان برای ارزیابی ساختار فضایی متغیرها مورد بررسی قرارداد. وقتی این نسبت کمتر از ۰.۲۵ باشد متغیر مورد نظر دارای ساختار فضایی قوی، بین ۰.۲۵ تا ۰.۷۵ ساختار فضایی متوسط و هنگامی که بزرگتر از ۰.۷۵ باشد دارای ساختار فضایی ضعیفی است (Robinson & et al, 2006: 100). می‌توان این نسبت را به صورت درصد نیز بیان نمود. سپس اعتبارسنجی مقاطع مدل‌ها صورت گرفته و در نهایت مناسب‌ترین روش انتخاب گردید. در این پژوهش به منظور مقایسه مقاطع مدل‌ها از میانگین خطا^۱ (فرمول ۱۸)، ریشه دوم مربع خطا^۲ (فرمول ۱۹) و ریشه دوم مربع خطای استاندارد شده^۳ (فرمول ۲۰) استفاده شده است.

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\bar{Z}(x_i) - Z(x_i)] \quad (18)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\bar{Z}(x_i) - Z(x_i)]^2} \quad (19)$$

$$RMSSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\frac{\bar{Z}(x_i) - Z(x_i)}{\sigma^2(x_i)} \right]^2} \quad (20)$$

که در این فرمول‌ها، \bar{Z} ارزش تخمین زده شده در نقطه اعتبارسنجی مقاطع، Z ارزش (اندازه‌گیری شده) واقعی در نقطه، N تعداد اندازه‌گیری مجموعه‌های داده‌ها، و σ^2 واریانس کریجینگ در نقطه اعتبارسنجی مقاطع است. هر چه میانگین خطا به صفر نزدیکتر، ریشه دوم مربع خطای استاندارد شده به یک نزدیکتر و ریشه دوم مربع خطا و خطای استاندارد میانگین کوچکتر باشد، الگوی اعمال شده دارای دقت آماری بیشتری خواهد بود (Monego & et al, 2010: 205). در نهایت به منظور پهنه‌بندی فقر چندبعدی شهر کامیاران، تابع فازی فقر نمونه‌ها با استفاده از روش‌های انتخابی به سایر بلوک‌های شهر تعمیم داده شد.

شناخت محدوده مورد مطالعه:

شهر کامیاران (واقع در ۳۴ درجه و ۴۷ دقیقه و ۴۴ ثانیه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۶ دقیقه و ۸ ثانیه طول شرقی) در استان کردستان واقع شده است. (شکل شماره ۲). شهر از قدمت چندانی برخوردار نبوده و طی چند دهه اخیر به دلیل موقعیت مناسب شهر (قرارگیری در مسیر ارتباطی شمال جنوب نیمه غربی کشور)، در چند دهه اخیر توسعه یافته است. جمعیت این شهر در سال ۱۳۵۵ که به نقطه شهری تبدیل شد، ۵۹۴۱ نفر اعلام شده است. اسکان آوارگان جنگی در شهر کامیاران در سال‌های جنگ و همچنین مهاجرت ساکنین روستاهای اطراف به این شهر موجب رشد جمعیت طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۵ گردید. جمعیت این شهر طی این سال‌ها به ۲۴۹۵۸ نفر افزایش یافت. جمعیت شهر کامیاران با افزایش کندتری در دهه ۷۵-۱۳۶۵ نسبت به دوره قبل به ۴۱۹۴۵ نفر رسیده و در سال ۱۳۸۵ جمعیت این شهر به ۴۷۰۹۲ نفر افزایش یافت. بر اساس آخرین سرشماری، جمعیت این شهر در سال ۹۰ به ۵۲۹۰۷ نفر رسیده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). (جدول شماره ۳). شغل اغلب مردم شهر کامیاران از نظر معیشتی با توجه به پتانسیل‌ها و زمین‌های نسبتاً مرغوب موجود در منطقه کشاورزی، مشاغل دولتی و مشاغل خدماتی است. طی نیم قرن اخیر، شهر کامیاران دارای رشد اقتصادی کند و آرامی بوده است.

1. Mean Error (ME)

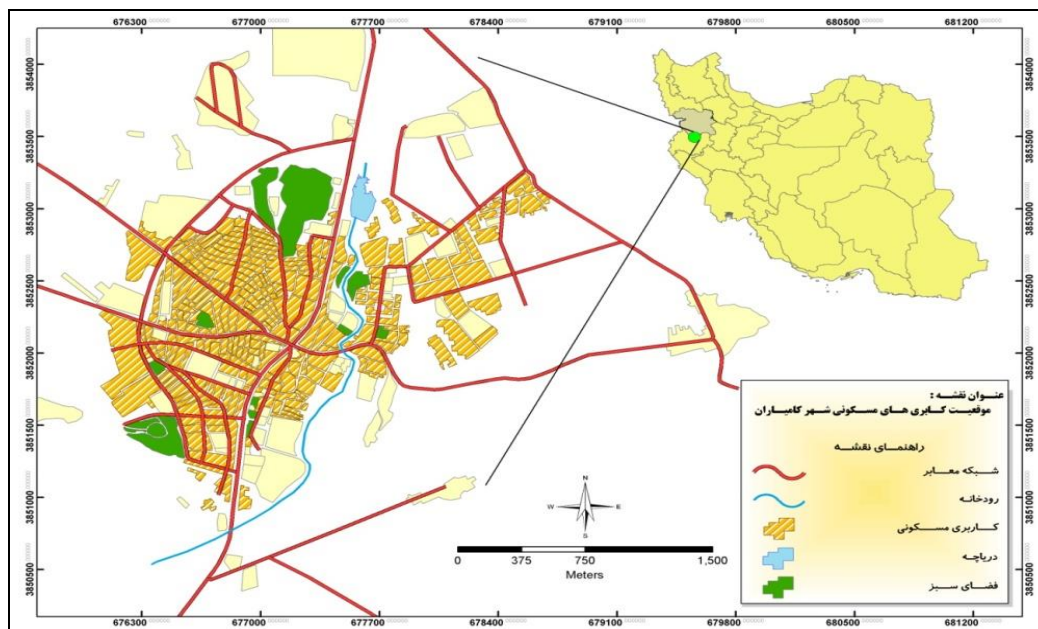
2. Root Mean-Square Error (RMSE)

3. Root-Mean-Square Standardized Error (RMSSE)

جدول ۳- جمعیت شهر کامیاران در دوره‌های مختلف

سال	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰
جمعیت	۱۳۰۱	۵۹۴۱	۲۴۹۵۸	۴۱۹۴۵	۴۷۰۹۲	۵۲۹۰۷

مأخذ: مرکز امار ایران، سرشماری های ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۰



شکل ۲- نقشه موقعیت کاربری های مسکونی شهر کامیاران

یافته‌های تحقیق:

نسبت کلی فقر برای شاخص کلی فقر و پنج دسته از شاخص‌ها بر اساس نتایج محاسبه فقر با استفاده از روش کاستا در جدول شماره ۴ ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که نسبت شاخص فازی کلی فقر از نسبت فازی شاخص‌های اقتصادی و درآمدی و مالکیت و دارایی بیشتر و از سایر شاخص‌ها کمتر است. علاوه بر این، نسبت کلی فقر برای مالکیت و دارایی کمترین و برای شاخص مسکن بیشترین مقدار را دارا است.

جدول ۴- نسبت کلی فقر چندبعدی به تفکیک شاخص‌های تحقیق

شاخص‌ها						نسبت کلی فقر (H)
اقتصادی و درآمدی	مسکن	مالکیت و دارایی	بهداشت و سلامت	دانش و مهارت	کل	
۰.۲۳۰	۰.۳۷۵	۰.۱۳۲	۰.۳۲۶	۰.۰۳۳	۰.۲۴۹	

منبع: یافته‌های تحلیلی تحقیق، ۱۳۹۲.

تحلیل اکتشافی:

بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج تابع فازی فقر، شاخص کلی فقر که چولگی بالایی داشت، غیرنرمال تشخیص داده شده و برای نرمال‌سازی آن از روش لگاریتم‌گیری استفاده شد. (جدول شماره ۵). همچنین با توجه به تحلیل سطح صورت گرفته، یک روند غربی- شرقی در داده‌های تابع فازی فقر شناسایی شد که به هنگام برآوردها این روند حذف گردیده است.

جدول ۵- نتیجه تجزیه و تحلیل آماری تابع فازی فقر

تابع فازی فقر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
داده های اصلی	۰.۱۲۲۱	۰.۴۴۷۷	۰.۲۴۷۲	۰.۰۷۴۸	۰.۵۱۷۰	-۰.۳۳۴۵
توزیع لگ نرمال	۰.۰۱۵۲	۰.۹۸۱۹	۰.۵۰۲۵	۰.۲۹۷۷	-۰.۰۲۳۷	-۱.۲۶۱۴

منبع: یافته‌های تحلیلی تحقیق، ۱۳۹۲.

ترسیم واریوگرام:

به منظور استفاده از روش کریجینگ همبسته، بین شاخص فازی کلی فقر و سایر شاخص‌ها آزمون همبستگی انجام گرفت. نتایج این آزمون نشان می‌دهد که شاخص فازی کلی فقر با شاخص‌های مالکیت و دارایی همبستگی بالایی دارد. (جدول شماره ۶). به همین جهت از شاخص مالکیت و دارایی به عنوان متغیر کمکی در روش کریجینگ همبسته استفاده گردید.

جدول ۶- همبستگی بین شاخص فازی کلی فقر با سایر شاخص‌ها

شاخص کلی فقر	اقتصادی و درآمدی	مسکن	مالکیت و دارایی	بهداشت و سلامت	دانش و مهارت
۰.۶۱۱۶**	۰.۶۹۹۹**	۰.۷۱۴۲**	۰.۲۶۶۹*	۰.۶۶۸۰**	

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

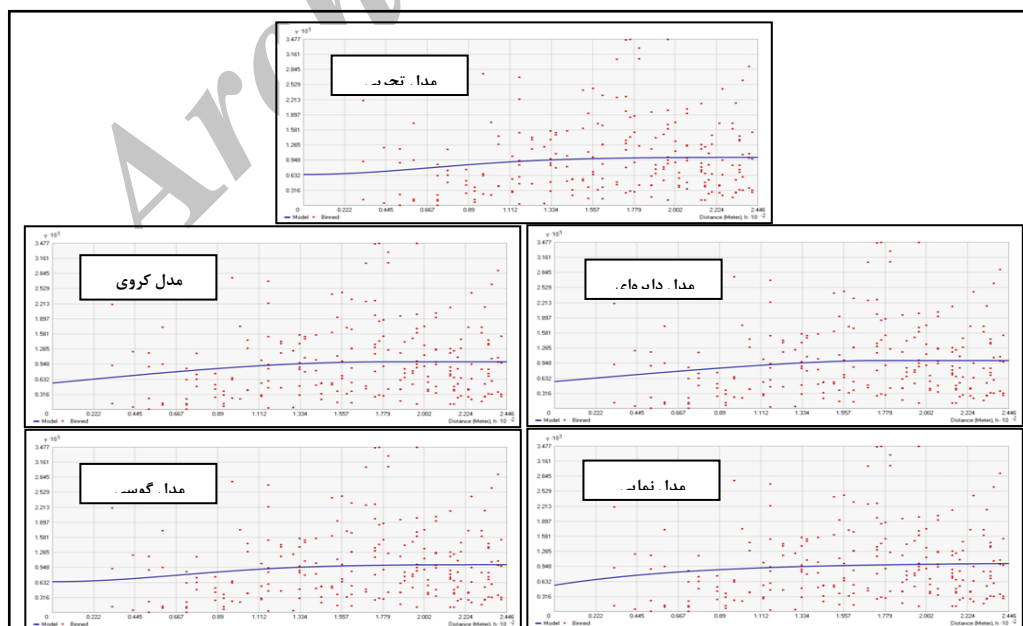
منبع: یافته‌های تحلیلی تحقیق، ۱۳۹۲.

با توجه به واریوگرام مدل‌های دایره‌ای، کروی، نمایی و گوسی و تجزیه بر اساس روش کریجینگ (شکل شماره ۳) و کریجینگ همبسته (شکل شماره ۴) ترسیم گردید و نسبت اثر قطعه‌ای بر آستانه محاسبه گردید. روش کریجینگ در هر چهار مدل دارای ساختاری قوی بوده و مدل‌های برآورد شده در روش کریجینگ همبسته ساختار متوسطی دارند. (جدول شماره ۷).

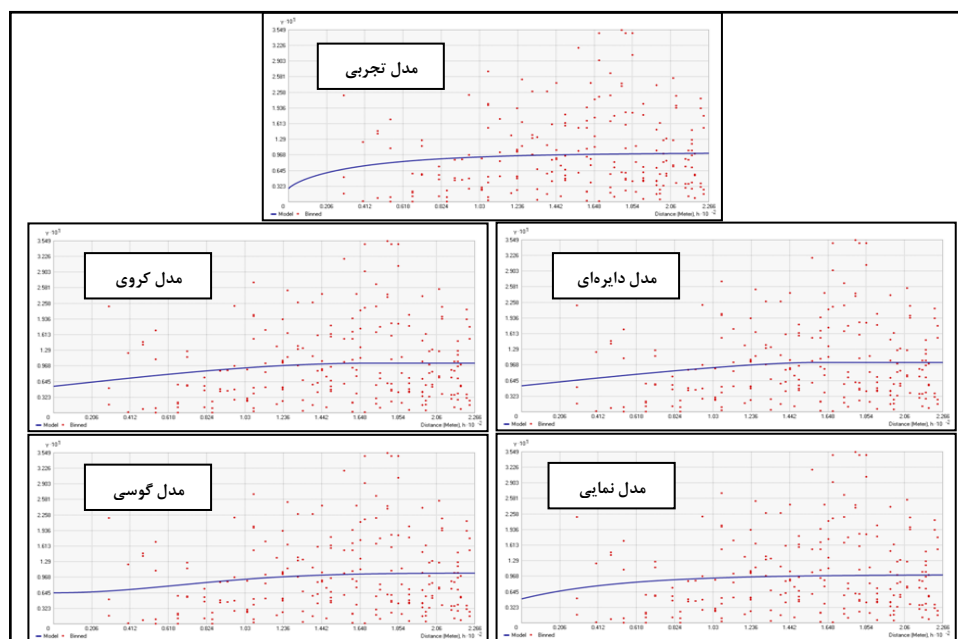
جدول ۷- نسبت اثر قطعه‌ای بر آستانه

روش	مدل	آستانه	اثر قطعه‌ای	شعاع تاثیر (متر)	نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه (%)
کریجینگ	دایره‌ای	۱.۰۵۵۶	۰.۰۵۵۶	۱۶۸.۵۶	۵.۲۷
	کروی	۱.۰۵۴۹	۰.۰۵۴۹	۱۸۰.۵۱	۵.۲۰
	نمایی	۱.۰۵۴۹	۰.۰۵۴۹	۲۳۵.۹۸	۵.۲۱
	گوسی	۱.۰۶۴۶	۰.۰۶۴۶	۱۶۹.۶۱	۶.۰۷
کریجینگ همبسته	دایره‌ای	۰.۱۰۲	۰.۰۵۴	۱۵۴.۷۹	۵۲.۸۸
	کروی	۰.۱۰۳	۰.۰۵۵	۱۷۰.۷۸	۵۳.۴۶
	نمایی	۰.۱۰۰	۰.۰۵۰	۱۵۸.۶۴	۴۹.۸۲
	گوسی	۰.۱۰۶	۰.۰۶۵	۱۶۵.۶۱	۶۱.۱۹

منبع: یافته‌های تحلیلی تحقیق، ۱۳۹۲.



شکل ۳- واریوگرام‌های تابع فازی فقر بر اساس روش کریجینگ - منبع: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۲.



شکل ۴- واریوگرام‌های تابع فازی فقر بر اساس روش کریجینگ همبسته - منبع: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۲.

اعتبارسنجی متقاطع:

بر اساس تفاوت بین نتایج تابع فازی فقر نمونه‌ها (محاسبه شده به روش کاستا) و تابع فازی فقر برآورد شده می‌توان میزان اعتبار هر یک از مدل‌ها را سنجید. با توجه به جدول شماره ۸، مدل‌های روش کریجینگ از ساختار فضایی قویتری برخوردار است. بنابراین اعتبارسنجی متقاطع بین این مدل‌ها صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که با توجه به میانگین خطا (فرمول ۱۸) و ریشه دوم مربع خطای استاندارد شده (فرمول ۲۰) مدل کروی محاسبه شده بر اساس روش کریجینگ و با توجه به ریشه دوم مربع خطا (فرمول ۱۹) مدل نمایی محاسبه شده بر اساس روش کریجینگ از اعتبار بیشتری نسبت به سایر مدل‌ها برخوردار است. (جدول شماره ۸).

جدول ۸- پارامترهای اعتبارسنجی متقابل مدل‌های انتخابی واریوگرام

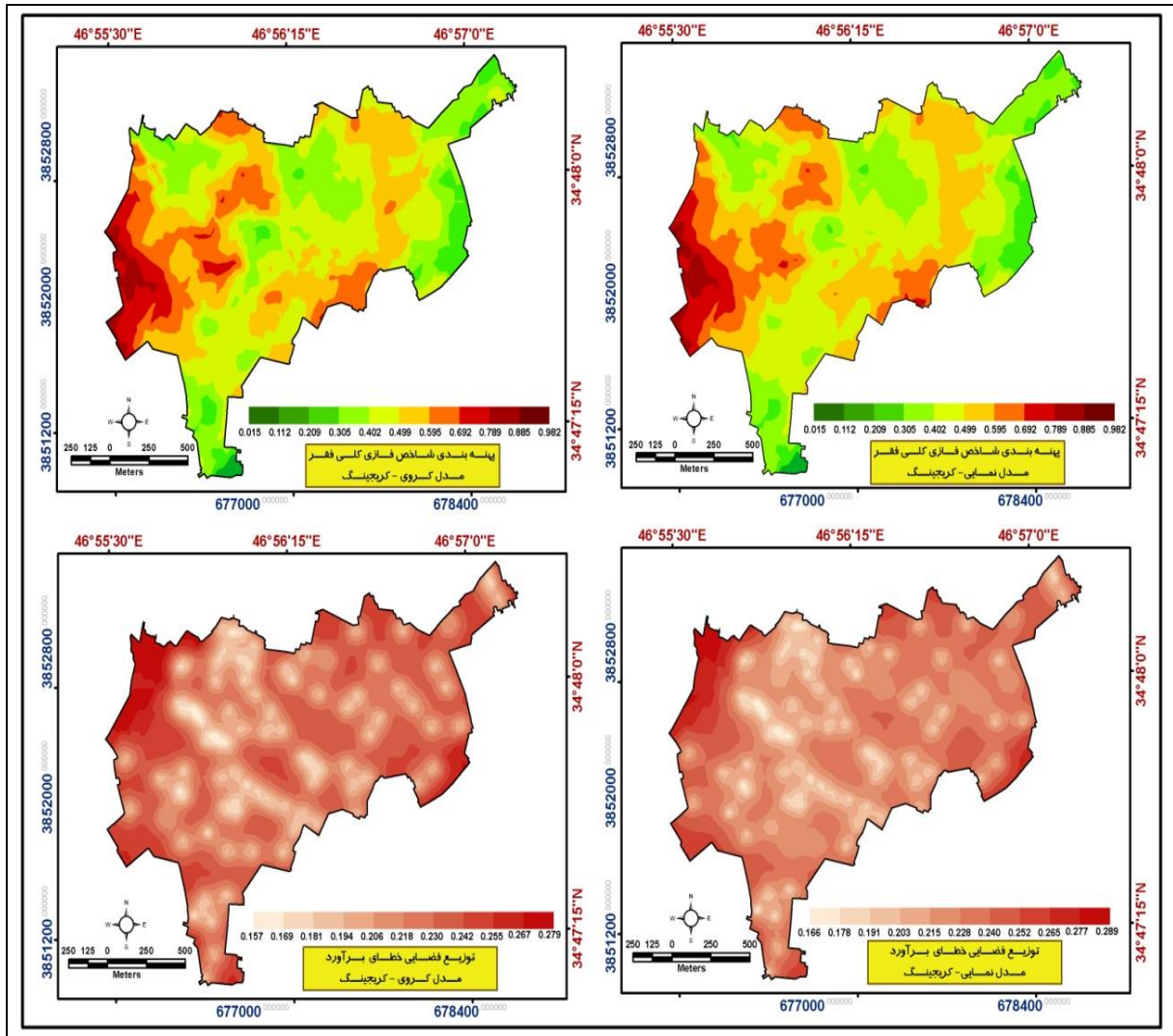
روش	مدل	ME	RMSE	RMSSE
کریجینگ	دایره‌ای	۰.۰۰۶۱۵	۰.۳۲۷۲	۰.۹۹۵۹
	کروی	۰.۰۰۵۲۸	۰.۳۲۷۸	۰.۹۹۶۶
	نمایی	۰.۰۰۶۳۰	۰.۳۲۴۶	۰.۹۸۴۴
	گوسی	۰.۰۰۵۶۶	۰.۳۲۷۶	۰.۹۹۶۱

منبع: یافته‌های تحلیلی تحقیق، ۱۳۹۲.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها:

نقشه‌های درون‌یابی تابع فازی فقر با استفاده از روش کریجینگ (مدل کروی و نمایی) در شکل شماره ۵ ارائه شده است. این نقشه‌ها به وضوح اختلاف فضایی فقر را در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهند. با استفاده از این نقشه‌ها می‌توان پهنه‌های نسبتاً فقیر محدوده مطالعه را شناسایی و به وضوح مشاهده نمود. بالاترین میزان تابع فازی فقر در قسمت غربی شهر قابل مشاهده است. این پهنه از حاشیه غربی شهر شروع و به بیمارستان شهر منتهی می‌گردد. علاوه بر این، محدوده خیابان توحید، خیابان صلاح الدین ایوبی، محدوده اطراف پارک شاهد و محدوده شرقی شهر (محدوده خیابان اسدآبادی بین گورستان و پارک معلم) و محدوده تازه توسعه‌یافته بین شهرک بعثت و کمیته امداد که تا محدوده‌های شمالی شهر امتداد دارد، نیز دارای تابع فازی فقر بالاتری نسبت به سایر پهنه‌ها هستند. پایین‌ترین میزان تابع فازی فقر در چهار پهنه اصلی محدوده شمالی شهر

(اطراف بلوار کردستان)، محدوده جنوبی شهر (اطراف خیابان امام)، محدوده شرقی شهر (فاز دو و سه شهرک بعثت) و محدوده غربی شهر (انتهای خیابان شهید بهشتی) قرار دارد. نتایج حاصل از دو مدل کروی و نمایی واریوگرام نسبتاً مشابه هستند. با این وجود، نقشه‌های توزیع فضایی خطای برآورد گویای میزان دقت برآوردهای صورت گرفته در قسمت‌های مختلف محدوده مورد مطالعه است. با توجه به این نقشه‌ها، در برآورد مدل نمایی خطای بیشتری وجود دارد.



شکل ۵- نقشه پهنه های فازی فقر و توزیع خطای استاندارد برآورد در شهر کامیاران - منبع: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۲

نتیجه‌گیری:

تحقیق حاضر طی دو مرحله انجام پذیرفت. در مرحله اول با بحث در خصوص شیوه‌های سنجش فازی فقر چندبعدی، چهار روش سنجش فازی فقر مورد بحث قرار گرفت و در ادامه به منظور پهنه‌بندی تابع فازی فقر مباحث مربوط به زمین‌آمار، روش درون‌یابی کریجینگ و مدل‌های واریوگرام ارائه شد. در مرحله بعد، بر اساس مباحث نظری ارائه شده از روش کاستا برای سنجش فازی فقر چند بعدی شهر کامیاران استفاده شد. در ادامه، ابتدا از نرمال بودن داده‌های تابع فازی فقر اطمینان حاصل نموده و سپس مدل‌های واریوگرام دایره‌ای، کروی، نمایی و گوسی بر واریوگرام تجربی برازش شد. با استفاده از نتایج این برازش و با سنجش استحکام فضایی و میزان دقت هر یک از این مدل‌ها در روش‌های زمین‌آمار کریجینگ و کریجینگ همبسته مشخص گردید که مدل‌های روش کریجینگ از استحکام فضایی بیشتری برخوردارند. از میان چهار مدل این روش نیز با توجه به سنجش دقت مدل‌ها، مدل کروی و سپس مدل نمایی از دقت بهتری برخوردار است. در نهایت، نقشه توزیع فضایی تابع

فازی فقر با استفاده از دو شیوه کروی و نمایی در مکان‌های نامشخص از طریق روش کریجینگ عادی ترسیم گردید. نقشه‌های ترسیم شده نشان دهنده اختلاف فضایی فقر در محدوده مورد مطالعه است.

منابع و مأخذ:

1. Ahnaf, A., & Hartanto, W. (2009): *The Use of Population Census Data for Various Program Targeting. Paper presented at the 24th Population Census Conference: Changing Patterns of Utilization and Analysis of Population Census Data, Hong Kong, China.* <http://www.ancsdaap.org/>
2. Akinyemi, F. (2010): *A Conceptual Poverty Mapping Data Model. Transactions in GIS, 14, 85-100.* doi: 10.1111/j.1467-9671.2010.01207.x
3. Akinyemi, F., & Bigirimana, F. (2011): *Geographic information system based visualization of household living standards in Kigali. KIST Journal of Science and Technology, 1(1), 83-94.*
4. Appiah-Kubi, K., Amanning-Ampomah, E., & Ahorator, C. (2007): *Multi-Dimensional Analysis of Poverty in Ghana Using Fuzzy Sets Theory. PMMA Working paper PMMA.*
5. Atkinson, A. B & Bourguignon, F. (1982): *The Comparison of Multi-Dimensioned Distributions of Economic Status. The Review of Economic Studies, 49(2), 183-201.* doi: 10.2307/2297269
6. Benson, T., Chamberlin, J., & Rhinehart, I. (2005): *An investigation of the spatial determinants of the local prevalence of poverty in rural Malawi. Food Policy, 30(5-6), 532-50.*
7. Berenger, V., & Celestini, F. (2006): *French Poverty Measures using Fuzzy Set Approaches. In A. Lemmi & G. Betti (Eds.), Fuzzy Set Approach to Multidimensional Poverty Measurement (Vol. 3, pp. 139-54): Springer US.*
8. Betti, G., Cheli, B., & Cambini, R. (2004): *A statistical model for the dynamics between two fuzzy states: theory and an application to poverty analysis. Metron - International Journal of Statistics, 0(3), 391-411.*
9. Betti, G., Cheli, B., & Gambini, R. (2004): *A statistical model for the dynamics between two fuzzy states: theory and an application to poverty analysis. Metron, 62, 391-411.*
10. Betti, G., Cheli, B., Lemmi, A., & Verma, V. (2006): *Multidimensional and Longitudinal Poverty: an Integrated Fuzzy Approach. In A. Lemmi & G. Betti (Eds.), Fuzzy Set Approach to Multidimensional Poverty Measurement (Vol. 3, pp. 115-37): Springer US.*
11. Bigman, D., & Fofack, H. (2000): *Geographical Targeting for Poverty Alleviation: An Introduction to the Special Issue. The World Bank Economic Review, 14(1), 129-45.* doi: 10.1093/wber/14.1.129
12. Booth, C. (1969): *Life and Labour of the People of London. New York: A. M. Kelley.*
13. Bourguignon, F., & Chakravarty, S. (2003): *The Measurement of Multidimensional Poverty. The Journal of Economic Inequality, 1(1), 25-49.* doi: 10.1023/a:1023913831342

14. Buys, P., Chomitz, K., Dasgupta, S., Deichmann, U., Larsen, B., Meisner, C., . . . Wheeler, D. (2006): *The economics of decentralized poverty–environment programs: An application for Lao PDR*. *Journal of Policy Modeling*, 28(7), 811-24.
15. Caha, J., Tucek, P., Vondrakova, A., & Paclikova, L. (2012): *FUZZY SURFACE MODELS BASED ON KRIGING OUTPUTS*. Paper presented at the GIS Ostrava 2012 - Surface models for geosciences, Ostrava-Poruba .
16. Cerioli, A., & Zani, S. (1990): *A fuzzy approach to the measurement of poverty*. In C. Dagum & M. E. Zenga (Eds.), *Income and Wealth Distribution, Inequality and Poverty* (pp. 272-84). Verlag Berlin: Springer.
17. Cheli, B. (1995): *Totally fuzzy and relative measures of poverty in dynamic context*. *Metron*, 53, 22 .
18. Cheli, B., & Betti, G. (1999): *Fuzzy analysis of poverty dynamics on an Italian pseudo panel, 1985-1994*. *Metron*, 57, 21 .
19. Cheli, B., & Lemmi, A. (1995): *A" Totally" fuzzy and relative approach to the multidimensional analysis of poverty*. *Economic Notes*, 24, 115-34 .
20. Chiappero Martinetti, E. (1994): *A new approach to evaluation of well-being and poverty by fuzzy set theory*. *Giornale degli Economisti e Annali di Economia*, 53, 21 .
21. Chiappero Martinetti, E. (2000): *A Multidimensional Assessment of Well-Being Based on Sen's Functioning Approach*. *Societa Italiana Di Economia Pubblica Working Paper*. *Societa Italiana Di Economia Pubblica* .
22. Clark, I., & Harper, W. V. (2007): *Practical geostatistics 2000*. Scotland: Geostokos (Ecosse) Limited.
23. Costa, M. (2002): *A multidimensional approach to the measurement of poverty*. *IRISS working paper*. *IRISS Luxembourg* .
24. Costa, M., & De Angelis, L. (2008): *THE MULTIDIMENSIONAL MEASUREMENT OF POVERTY: A FUZZY SET APPROACH*. *STATISTICA*, anno LXVIII(3-4).
25. Dagum, C., & Costa, M. (2004): *A fuzzy approach to the measurement of poverty*. In C. Dagum & G. Ferrari (eds.) (Eds.), *Income and wealth distribution, inequality and poverty* (pp. 272-84). Verlag, Berlin: Springer.
26. Dagum, C., Gambassi, R., & Lemmi, A. (1992): *New approaches to the measurement of poverty*. *Poverty Measurement for Economies in Transition in Eastern European Countries* (pp. 201-25). Warsaw: Polish Statistical Association and Central Statistical Office.
27. Davis, B. (2003): *CHOOSING A METHOD FOR POVERTY MAPPING*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
28. de la Espriella, C. (2009): *A Technique for Small-area Poverty Analyses*. *Urban Studies*, 46(11), 2399-421. doi: 10.1177/0042098009342449
29. de Pérez, R. C. G., & Pérez, R. A. (2008): *Analyzing urban poverty: GIS for the developing world*: Esri Pr.
30. Deutsch, J & Silber, J. (2005): *MEASURING MULTIDIMENSIONAL POVERTY: AN EMPIRICAL COMPARISON OF VARIOUS APPROACHES*. *Review of Income and Wealth*, 51(1), 145-74. doi: 10.1111/j.1475-4991.2005.00148.x

31. Deutsch, J., & Silber, J. (2006): *The "Fuzzy Set" Approach to Multidimensional Poverty Analysis: Using the Shapley Decomposition to Analyze the Determinants of Poverty* Fuzzy set approach to multidimensional poverty measurement (pp. 155-74). New York: Springer.
32. Deutsch, J., & Silber, J. (2006): *The "Fuzzy Set" Approach to Multidimensional Poverty Analysis: Using the Shapley Decomposition to Analyze the Determinants of Poverty in Israel*. In A. Lemmi & G. Betti (Eds.), *Fuzzy Set Approach to Multidimensional Poverty Measurement* (Vol. 3, pp. 155-74): Springer US.
33. Filippone, A., Cheli, B., & D'Agostino, A. (2001): *Addressing the interpretation and the aggregation problems in totally fuzzy and relative poverty measures*. ISER Working Papers. University of Essex .
34. Fujii, T. (2004): *Commune-Level Estimation of Poverty Measures and its Application in Cambodia*. WIDER Research Paper. Research Paper. UNU-WIDER. Retrieved from <http://www.wider.unu.edu>
35. Hirsche, K., Boerner, S., Kalkomey, C., & Gastaldi, C. (1998): *Avoiding pitfalls in geostatistical reservoir characterization: A survival guide*. *The Leading Edge*, 17(4), 493-504. doi: 10.1190/1.1437999
36. Holt, J. B. (2007): *The topography of poverty in the United States: a spatial analysis using county-level data from the Community Health Status Indicators project*. *Prev Chronic Dis*, 4(4), A111 .
37. Kakwani, N., & Silber, J. (2008): *Introduction: Multidimensional Poverty Analysis: Conceptual Issues, Empirical Illustrations and Policy Implications*. *World Development*, 36(6), 987-91.
38. Kakwani, N., & Silber, J. (2008): *Quantitative approaches to multidimensional poverty measurement*. Basingstoke England ; New York: Palgrave Macmillan.
39. Kolm, S.-C. (1977): *Multidimensional Egalitarianisms*. *The Quarterly Journal of Economics*, 91(1), 1-13. doi: 10.
40. Kristjanson, P., Radeny, M., Baltenweck, I., Ogutu, J., & Notenbaert, A. (2005): *Livelihood mapping and poverty correlates at a meso-level in Kenya*. *Food Policy*, 30(5-6), 568-83.
41. Lelli, S. (2001): *Factor Analysis vs. Fuzzy Sets Theory: Assessing the Influence of Different Techniques on Sen's Functioning Approach*. Discussion Paper Series DPS 01.21. Center for Economic Studies. Catholic University of Louvain .
42. Maasoumi, E. (1986): *The measurement and decomposition of multi-dimensional inequality*. *Econometrica*, 54(4), 771-9 .
43. Miceli, D. (2006): *Multidimensional and Fuzzy Poverty in Switzerland* Fuzzy set approach to multidimensional poverty measurement (pp. 195-209). New York: Springer.
44. Monego, M., Ramos, P., & Neves, M. (2010): *Geostatistical Mapping of Outfall Plume Dispersion Data Gathered with an Autonomous Underwater Vehicle*. In P. M. Atkinson & C. D. Lloyd (Eds.), *geoENV VII – Geostatistics for Environmental Applications* (Vol. 16, pp. 199-209). Springer Netherlands.
45. Mussard, S., & Pi Alperin, M. N. (2005): *Multidimensional Decomposition of Poverty: A Fuzzy Set Approach*. Paper presented at the International Conference in Memory of

- Two Eminent Socia Scientists: C. Gini and M. O. Lorenz. Their impact in the XX-th century development of probability, statistics and economics., UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SIENA C.R.I.D.I.R.E. – DIPARTIMENTO METODI QUANTITATIVI.*
46. Mussard, S., & Pi Alperin, M. N. (2008): *Inequalities in multidimensional poverty: evidence from Argentina. Applied Economics Letters*, 15(10), 759-65. doi: 10.1080/13504850600770988
 47. Naidoo, A. G. V. (2007): *A MULTI-DIMENSIONAL MEASURE OF POVERTY IN SOUTH AFRICA. DOCTOR OF COMMERCE, UNIVERSITY OF PRETORIA* .
 48. Oliver, M. A. (2010): *The variogram and kriging. Handbook of Applied Spatial Analysis*, 319-52 .
 49. Orshanski, M. (1965): *Counting the Poor: Another Look at the Poverty Profile* Social Security Bulletin. 28, 26 .
 50. Pi Alperin, M. N. (2008): *A comparison of multidimensional deprivation characteristics between natives and immigrants in Luxembourg. IRISS Working Paper Series. An Integrated Research Infrastructure in the Socio-economic Sciences* .
 51. Robinson, T. P., & Metternicht, G. (2006): *Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Computers and Electronics in Agriculture*, 50(2), 97-108.
 52. Salvucci, V., Betti, G., & Gagliardi, F. (2012): *Multidimensional and Fuzzy Measures of Poverty and Inequality at National and Regional Level in Mozambique. QUADERNI DEL DIPARTIMENTO DI ECONOMIA POLITICA E STATISTICA. Luglio* .
 53. Sen, A. (2000): *Development as freedom (1st. ed.)*. New York: Knopf.
 54. Tsui, K.-Y. (1995): *Multidimensional Generalizations of the Relative and Absolute Inequality Indices: The Atkinson-Kolm-Sen Approach. Journal of Economic Theory*, 67(1), 251-65.
 55. Verma, V., & Betti, G. (2010): *Taylor linearization sampling errors and design effects for poverty measures and other complex statistics. Journal of Applied Statistics*, 38(8), 1549-76. doi: 10.1080/02664763.2010.515674
 56. Watts, H. (1967): *The Iso-Prop Index: An Approach to the Determination of Differential Poverty Income Thresholds. The Journal of Human Resources*, 2, 15 .
 57. Werquin, P., & Vero, J. (1998): *Un réexamen de la mesure de la pauvreté. Economie et statistique*, 143-58 .
 58. Zadeh, L. A. (1965): *Fuzzy sets. Information and Control*, 8(3), 338-53.