

## تحلیل فازی در برابر تحلیل رگرسیون (کاربردهای سطحی و نامناسب از تحلیل فازی در ایران)

محمدرضا طالبان (استادیار جامعه‌شناسی پژوهشکده امام خمینی و انقلاب اسلامی، ایران)  
qtaleban@yahoo.com

### چکیده

در جامعه‌شناسی ایران چند سالی است که روش‌شناسی جدید «تحلیل فازی» مورد توجه و استفاده برخی دانش‌پژوهان قرار گرفته است. با این وجود، در برخی از آثار پژوهشی جامعه‌شناسان ایرانی نارسایی‌های مهمی در کاربرد این روش‌شناسی نوین به چشم می‌خورد. این مقاله، ضمن مقایسه تحلیل فازی با تحلیل رگرسیون (به عنوان رایج‌ترین رویه تحلیلی محققان علوم اجتماعی) نشان داده است که تحلیل فازی در علوم اجتماعی اساساً برای احراز و واری روابط نامتقارن مجموعه‌ای که بنیانش بر منطق مجموعه‌ها است، صورت می‌پذیرد و نه برای بررسی روابط متقارن تابع‌های آماری (مثل مدل رگرسیون خطی) جهت تحلیل کوواریانس یا هم‌تغییری متغیرها که بنیانش بر منطق ریاضی و تئوری احتمالات است. در حقیقت، هدف اصلی از تحلیل فازی در علوم اجتماعی انجام تحلیل مجموعه‌ای برای گره‌گشایی و حل مشکلاتی است که مدل‌های آماری متعارف (از جمله تحلیل رگرسیون) به‌سادگی قادر به حل آن‌ها نبوده‌اند؛ یعنی احراز و واری تجربی مدعیات نظری از نوع علل لازم و یا کافی و همچنین بررسی علیت ناکازم و هم‌غایتی که در میان پدیده‌های اجتماعی عمومیّت دارند. در بخش پایانی مقاله، تفاوت نتایج آزمون فرضیه در دو تکنیک تحلیل رگرسیون و تحلیل فازی با ذکر مثال‌هایی تشریح شده است تا به‌طور مستند نشان داده شود که شواهد تجربی یا داده‌هایی که برای توابع خطی از نوع مدل‌های متعارف رگرسیون برآزش پیدا می‌کند، نمی‌توانند ارزیابی مناسبی برای فرضیات از نوع روابط مجموعه‌ای (شرط لازم و یا کافی) محسوب شوند. **کلیدواژه‌ها:** تحلیل رگرسیون، تحلیل فازی، شرط لازم، شرط کافی، رابطه متقارن و نامتقارن.

## ۱. مقدمه

اگرچه نظریه فازی - اعم از منطق چندارزشی فازی، ریاضیات فازی (شامل مجموعه‌های فازی و عملیات ریاضی مرتبط با آن‌ها) و سیستم‌های فازی (سیستم‌هایی که اطلاعات ورودی آن نادقیق است) کاربردهای متعدّد و متنوعی در صنعت، مهندسی و مدیریت داشته است، ولی به‌کارگیری آن در جامعه‌شناسی عمدتاً به اوایل قرن بیست و یکم و به انتشار کتاب چارلز رگین با عنوان «علم اجتماعی مجموعه‌های فازی» (۲۰۰۰) برمی‌گردد. رگین در ابتدای این کتاب تصریح می‌کند که در آن زمان دانشمندان علوم اجتماعی عموماً به چیزی که برچسب «فازی» خورده بود، نزدیک نمی‌شدند و هرگونه تحلیل و کاربرد درست از نظریه فازی را متعلق به علوم سخت (فنی و مهندسی) می‌دانستند. دلیل عمده این پنداشت به معنای اصلی مفهوم «فازی» یعنی مبهم و نادقیق بودن برمی‌گشت. از این رو وقتی رگین عنوان اولیه کتابش را «علم اجتماعی فازی» گذاشت با عکس‌العمل منفی همکارانش مواجه شد، مبنی بر آن که می‌خواهد بی‌دقتی و آشفتگی را در جامعه‌شناسی ترویج کند. به همین جهت «ناچار شدم این عنوان را عوض کنم تا مشخص شود که صفت «فازی» را برای مجموعه‌ها به کار می‌برم و نه برای علم اجتماعی. وقتی «فازی» برای یک مجموعه به کار می‌رود معنایش آن است که پدیده‌های مربوطه می‌توانند واجد درجات متفاوت از عضویت در آن مجموعه باشند» (رگین، ۲۰۰۰، ص. ۳).

شاید سخنی به گزاف نرفته اگر گفته شود که کاربردهای خارق‌العاده نظریه فازی در حوزه‌های فنی و تجاری - از هوش مصنوعی گرفته تا سایر محصولات تجاری هوشمند فازی همچون ماشین‌های لباس‌شویی، مایکروفرها، دوربین‌ها و ... - بوده که موجب توجه روزافزون دانشمندان مختلف به آن گردیده است (کاسکو، ۱۳۸۴). به همین جهت، بسیاری از ادبیات مربوط به نظریه فازی معطوف به مسأله «کنترل» گردید: چگونه ماشین‌هایی بسازیم که در برابر وضعیت‌های مبهم و پیچیده به‌طور هوشمندانه عمل کنند؟ این نوع کاربردهای نظریه فازی توجه زیادی را به خود جلب کرد تا جایی که در ذهن بسیاری افراد متخصص وقتی صحبت از مجموعه‌های فازی می‌شد، «ماشین‌های هوشمند» تداعی می‌شد (رگین، ۲۰۰۰، ص. ۴). اگرچه یک چنین کاربردهای فنی از تحلیل فازی برای دانشمندان علوم اجتماعی نیز مجذوب‌کننده بود، ولی ارتباط وثیقی با علم جامعه‌شناسی و

تحقیقات اجتماعی نداشت. تحلیل فازی هنگامی با جامعه‌شناسی و تحقیقات اجتماعی ارتباط پیدا کرد که اصول اساسی مجموعه‌های فازی برای تحلیل تطبیقی کیفی<sup>۱</sup> توسط رگین (۱۹۸۷ و ۲۰۰۰) تدوین شد. در این راستا، رگین استدلال کرد که «تحلیل تطبیقی کیفی مجموعه فازی»<sup>۲</sup> روش‌شناسی نوینی را برای جامعه‌شناسی فراهم می‌آورد که مغایر با روش‌های کمی متعارف در علوم اجتماعی (که عمدتاً مبتنی بر کوواریانس و همبستگی میان متغیرها است) است (رگین ۲۰۰۰، ۲۰۰۴، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹). از طرفی دیگر، در جامعه‌شناسی ایران نیز چند سالی است که این روش‌شناسی جدید مورد توجه قرار گرفته و در برخی تحقیقات اجتماعی نیز در مقام واری فرضیات تحقیق به صورت عملی به کار برده شده است (ر. ک. به: مظلوم خراسانی و عظیمی هاشمی ۱۳۸۹، چلیبی و اکبری ۱۳۹۰، ساعی ۱۳۹۰، ۱۳۹۲، ساعی و دیگران ۱۳۹۰، ساعی و کبیری ۱۳۹۱، طالبان و بیکانی ۱۳۹۱، ساعی و روشن ۱۳۹۲). با توجه به نوپا بودن روش‌شناسی مجموعه‌های فازی در ایران شاید مشاهده برخی کاربردهای سطحی و نامناسب از آن تا حدودی طبیعی به نظر برسد. با وجود این، آگاهی از این ضعف‌ها می‌تواند مانع از بدآموزی و تکرار آن‌ها شده و تحقیقاتی را که قصد دارند از رویکرد تحلیل فازی استفاده کنند، در مسیر درست‌تری قرار دهد. در این مقاله، با تأکید بر پژوهش ساعی با عنوان «تحلیل فازی اعتماد اجتماعی» (۱۳۹۰) تلاش می‌شود تا به برخی از این کاربردهای سطحی و نامناسب اشاره شود. قبل از آن، ضروری است روشن کنیم که چرا تحلیل‌گران علوم اجتماعی بایستی وقت و انرژی خویش را صرف یادگیری روش‌شناسی جدید تحلیل فازی کنند؟ واقعاً محققان علوم اجتماعی در مقام عمل یعنی انجام پژوهش‌های تجربی، با در دست داشتن طیف متنوعی از روش‌ها و تکنیک‌های کمی و کیفی چه نیازی به تحلیل فازی دارند؟ آیا این روش‌شناسی جدید فقط نوحواهی و تنوع‌طلبی دانش‌پژوهان علوم اجتماعی، به‌ویژه جامعه‌شناسان را ارضاء می‌کند و صرفاً متابعت از یک مُد جدید یا تلاش برای کسب پرستیژ در میان آنان است؟ آیا روش جدید تحلیل فازی را بایستی شاهدی دیگر بر درستی این مدعا بدانیم که «جامعه‌شناسی به علمی بدل شده که بیشترین روش‌ها و کمترین نتایج را دربرداشته است»؟ (باتومور، ۱۳۵۶، ص. ۴۲؛ مردیها، ۱۳۸۲، ص. ۱۰).

1 Qualitative Comparative Analysis (QCA)

2 Fuzzy-Set/Qualitative Comparative Analysis (fs/QCA)

## چرا تحلیل فازی؟

در برابر هر روش‌شناسی جدید می‌توان و بایستی این سؤال را مطرح کرد که چه مسأله یا مشکلاتی وجود داشته که روش‌شناسی‌های قدیم قادر به حل آن‌ها نبودند و این روش جدید عازم به حل آن‌ها است؟ به عبارت دیگر، روش جدید تحلیل فازی برای تحقیقات اجتماعی چه گره‌گشایی‌ها داشته و مناسب با حل چه مسائلی هنوز لاینحل در عرصه علمی بوده است؟ همچنین هر روش‌شناسی جدید در علوم اجتماعی باید به صورت عملی و در تحقیقات واقعی نشان دهد که می‌تواند منجر به عایدات یا دستاوردهایی شود که از عهده رویه‌های معمول و روش‌های موجود برنمی‌آمده است. برای مثال وقتی پژوهشی پیمایشی در جمعیتی وسیع و با نمونه‌ای بزرگ انجام می‌دهیم (مثل تحقیق ساعی، ۱۳۹۰ که نمونه تحقیقی معادل با ۱۶۷۴ نفر داشته است) برای آزمون فرضیه‌ها، تحلیل فازی چه کاری انجام می‌دهد که مدل‌های آماری متعارف نمی‌توانند انجام دهند؟<sup>۳</sup> خلاصه آن که آگاهی و توجه به تمایز تحلیل مجموعه‌های فازی از روش‌های تحلیل متعارف در علوم اجتماعی برای فهم و به‌کارگیری درست این روش‌شناسی جدید ضرورت تام دارد.

در این راستا، ابتدا باید خاطر نشان سازیم که روش‌های مجموعه فازی جدا از سایر کارکردها، ابزاری برای محققان علوم اجتماعی فراهم کرد تا قادر شوند علل لازم و یا کافی رخداد‌های اجتماعی را کشف و آزمون کنند. در هر حال، یک مشکل یا مسأله دیرینه که روبروی دانش‌پژوهان علوم اجتماعی قرار داشت، عبارت از شکاف میان سطح نظری (فرضیه‌ها تبیینی از نوع علل لازم یا کافی) با سطح تجربی (روش‌های احراز یا آزمون) بود. در علوم اجتماعی از یک سو، مضمون بسیاری از تئوری‌ها و تبیین‌های نظری مبتنی بر مدعاهایی در خصوص علل لازم یا کافی بود (گوئرتس، ۲۰۰۵، ص. ۲۳)<sup>۴</sup> و از سوی دیگر، هیچ‌گونه روش یا تکنیکی برای احراز، واریسی تجربی یا آزمون درست

۳ البته نشان خواهیم داد که تحقیق ساعی (۱۳۹۰) برخلاف عنوانش یعنی «تحلیل فازی اعتماد اجتماعی» اساساً تحلیل فازی نیست و بنیانش مبتنی بر روش متعارف آماری انجام گرفته است.

۴ گوئرتس (۲۰۰۳) مجموعه‌ای از ۱۵۰ فرضیه فقط از نوع شرط لازم را در جامعه‌شناسی، علوم سیاسی و تاریخ اقتصادی فهرست کرده است. همچنین، در پیوست کتاب گوئرتس و استار (۲۰۰۳) نمایه‌ای از صدها فرضیه مهم شرط لازم در حوزه‌های مختلف علوم اجتماعی ارایه شده است.

این گونه فرضیه‌های علی وجود نداشت. برای مثال اگر آمار را روش غالب آزمون فرضیه در علوم اجتماعی محسوب کنیم، هیچ کتاب آماری نبود که حتی اشاره‌ای به فرضیه‌های شرط لازم یا کافی و چگونگی آزمون آن‌ها کرده باشد (برومولر و گوئرتس، ۲۰۰۰، ص. ۸۴۴؛ گوئرتس و استار، ۲۰۰۳، ص. ۲). برای حل این مشکل، رگین (۱۹۸۷) به صورت نوآورانه‌ای نشان داد که چگونه می‌توان مباحث منطق کلاسیک در خصوص شروط علی از نوع شرط لازم و شرط کافی را بر اساس منطق جبر بولی<sup>۵</sup> به یک روش‌شناسی پژوهشی در مطالعات کیفی با  $N$  کوچک و متوسط تبدیل کرد. در حقیقت اثر مذکور، اولین و مهم‌ترین کتاب روشی در علوم اجتماعی بود که به طور مبسوط به بحث درباره شرط لازم و کافی و تکنیک‌هایی برای کشف و ارزیابی تجربی آن‌ها پرداخته و این حوزه را وارد روش‌های تحقیق در علوم اجتماعی کرد تا یک مشکل دیرینه در تحقیقات اجتماعی حل شود.

گذشته از آن، رگین (۱۹۸۷) نشان داد که چگونه با همین روش‌شناسی پژوهشی می‌توان به مطالعه علیت ناکازم<sup>۶</sup> یا «علیت ترکیبی چندگانه»<sup>۷</sup> پرداخت. چیزی که بعدها با مفهوم «هم‌غایتی»<sup>۸</sup> در ادبیات تطبیقی کیفی شناخته شد (ر. ک. به: جورج و بنت، ۲۰۰۵؛ ماهونی و گوئرتس، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۲؛ ماهونی، گوئرتس و رگین، ۲۰۱۳). هم‌غایتی به آن معناست که یک پیامد واحد می‌تواند از چندین ترکیب متفاوت از شروط علی مختلف به وجود آید یا به عبارت دقیق‌تر، ترکیب‌های متفاوتی از عوامل می‌توانند برای آن نتیجه یا معلول، شرط کافی باشند (= علل کافی چندگانه). از آن‌جا که ترکیب‌های متفاوت متعددی از عوامل علی هر یک به تنهایی می‌توانند برای وقوع معلولی علت کافی

#### ۵ Boolean algebra

۶ علت ناکازم (INUS) عبارت است از جزء غیرکافی (I) ولی لازم (N) از شرطی که آن شرط خودش، غیرلازم (U) ولی کافی (S) برای معلول است (مکی، ۱۹۸۰، ص. ۶۲). علت ناکازم دلالت بر این معنا دارد که در هر ترکیب علی که برای وقوع یک معلول شرط کافی محسوب می‌شود، هر یک از اجزای آن ترکیب علی، شرطی لازم برای آن شرط کافی هستند. پس هنگامی که با یک علت مرکب به‌عنوان شرط کافی برای یک معلول سروکار داریم؛ هر یک از اجزای آن علت (که طبق تعریف علت ناکازم، شرط لازم برای آن علت مرکب محسوب می‌شوند) اگر نباشند، نتیجه‌اش غیبت آن شرط کافی خواهد بود، چون نمی‌گذارد مجموع علل (شروط لازم) به حد صد درصد (= شرط کافی) برسد و معلول از طریق آن شرط کافی خاص، متحقق گردد؛ البته با علم به این که معلول مذکور هنوز می‌تواند از طریق سایر شروط کافی متحقق شود.

#### 7 Multiple conjunctural causation

#### 8 Equifinality

باشند، این رویه تحلیلی می‌تواند به صورت تجربی چندین مسیر علی را که منجر به یک معلول واحد می‌شود، نشان دهد. پس رگین توانست از طریق تحلیل مجموعه‌های بولی، مشکل علیت ناکازم یا به قول خودش علیت ترکیبی و چندگانه را هم گره‌گشایی کند. مشکلی که روش‌شناسی‌های متعارف کمی (و سایر تکنیک‌های تحلیلی) در تحقیقات علوم اجتماعی به‌سادگی قادر به حل آن نبود. با وجود این، تکنیک تحلیل تطبیقی کیفی (بولی) رگین واجد دو نقطه ضعف اساسی بود:

۱- استفاده از پایین‌ترین سطح اندازه‌گیری (سطح اسمی دوشقی به صورت حضور/غیاب).

۲- فرض روابط دایمی و بلااستثنا بین پدیده‌ها.<sup>۹</sup>

برای حل این دو مشکل ذاتی تحلیل تطبیقی کیفی (بولی) بود که رگین (۲۰۰۰) نظریه مجموعه‌های فازی را استفاده کرد. رگین در این اثر نشان داد که واریسی تجربی و آزمون یک فرضیه شرط لازم یا شرط کافی از یک سو می‌تواند با انجام برخی جرح و تعدیل‌ها زبانی مثل «غالباً لازم»<sup>۱۰</sup> ماهیت احتمال‌گرایانه و استثناپذیر به خود بگیرد و از سویی دیگر، این واریسی تنها به شکل دوشقی یا دوارزشی «حضور/غیاب» محدود نیست و می‌توان از منطق چندارزشی فازی برای ارزیابی این گونه فرضیات علی استفاده کرد. در مجموع، تحلیل مجموعه‌های فازی نیز از طریق به‌کارگیری روش‌های موجود در نظریه مجموعه‌ها وقتی که با شواهد بین‌موردی روبرویم، برای گره‌گشایی و حل مشکلات مربوط به احراز و واریسی تجربی ادعاهای نظری از نوع علل لازم یا کافی و همچنین علیت ترکیبی و چندگانه طراحی شده‌اند (رگین ۲۰۰۰، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹؛ رگین و رابینسون ۲۰۰۷؛ ماهونی ۲۰۰۱، ماهونی و گوئرتس ۲۰۰۶ و ۲۰۱۲؛ ریهوکس ۲۰۰۸، ماهونی، گوئرتس و رگین ۲۰۱۳). نتیجه آن که تحلیل مجموعه‌های فازی در دنباله نوآوری‌های روش‌شناختی رگین در تحلیل تطبیقی کیفی برای حل مشکل کشف و ارزیابی تجربی مدعاهای نظری از نوع روابط علی شرط لازم، شرط کافی، علیت ناکازم و هم‌غایبی (= علیت ترکیبی و چندگانه) ارایه شده است. پُرکردن این شکاف دیرینه سطح نظری با سطح تجربی دستاورد اصلی روش‌شناسی جدید (تحلیل مجموعه‌ای) بود که به نظر می‌رسید روش‌شناسی متعارف آماری و سایر روش‌ها/تکنیک‌های موجود در علوم اجتماعی از حل

۱ برای آگاهی تفصیلی از این دو ضعف تکنیک تحلیل تطبیقی کیفی ر. ک. به: طالبان ۱۳۹۱، مقاله ششم.

آن عاجز بودند «برخلاف تحلیل رگرسیون چندگانه، تکنیک‌های مورد محور، بالاخص تحلیل تطبیقی کیفی و تحلیل مجموعه‌های فازی اساساً برای رسیدگی به پرسش‌های مربوط به شروط لازم و یا کافی و همچنین علیت ناکازم و ترکیبی طراحی شده‌اند. از طریق به کارگیری نظریه مجموعه‌ها و جبر فازی، تحلیل مجموعه‌های فازی فراهم‌کننده روش‌هایی صوری برای واریسی شروط لازم و یا کافی هستند» (رگین و رایبسون، ۲۰۰۷، صص. ۳۸۶-۳۷۴).

با همه این‌ها برخی جامعه‌شناسان داخلی بدون توجه به هویت متمایزکننده تحلیل مجموعه‌های فازی در تحقیقات اجتماعی، این روش‌شناسی جدید را صرفاً به سطح مفهوم‌سازی یا اندازه‌گیری (تبدیل متغیرهای پیوسته به مجموعه فازی) تقلیل داده<sup>۱۱</sup> و سایر مراحل مربوط به فرآیند آزمون فرضیه‌ها یا واریسی تجربی مدعاهای نظری را بر پایه روش‌شناسی و تکنیک‌های متعارف آماری (مثل تحلیل رگرسیون خطی، تحلیل عاملی، تحلیل مسیر، آلفای کرونیباخ و ...) انجام داده‌اند (ر. ک. به: ساعی، ۱۳۹۰، ص. ۱۳۹۲). به نظر می‌رسد این دسته از دانش‌پژوهان داخلی فقط دغدغه فازی‌سازی متغیرها را داشته و تصور کرده‌اند که اگر متغیرهای متعارف در علوم اجتماعی را تبدیل به مجموعه‌های فازی کنند (که در این راه نیز کوشش‌شان همواره قرین موفقیت نبوده است)<sup>۱۲</sup> همه

۱۱ برای مثال به این جملات توجه فرمایید: «فرضیه فازی متفاوت از غیرفازی است. در روش فازی مفهوم مورد سنجش به مثابه یک مجموعه فازی در نظر گرفته می‌شود، آن‌گاه نوع و درجه عضویت اعضا در آن مجموعه تعریف می‌شود» (ساعی، ۱۳۹۰، ص. ۳۹؛ ۱۳۹۲، ص. ۲۰۱). «روش فازی در مقام داوری در باب صدق یا کذب تئوری (فرضیه) متفاوت از روش غیرفازی است. برای نمونه در روش تحلیل کمی کلاسیک، مفاهیم به متغیر تبدیل و واریانس متغیر وابسته از طریق متغیر مستقل تبیین می‌شود، اما در روش فازی، مفهوم مورد سنجش نه به‌عنوان یک متغیر که جانشین مفهوم شده است، بلکه به مثابه یک مجموعه فازی در نظر گرفته می‌شود؛ آنگاه نوع و میزان عضویت اعضا در آن مجموعه تحلیل می‌شود» (ساعی، ۱۳۹۲، ص. ۱۳۲). یعنی تفاوت فرضیه فازی از غیرفازی و نحوه آزمون این دو نوع فرضیه فقط به نحوه سنجش مفهومی برمی‌گردد.

۱۲ برای مثال ساعی (۱۳۹۰) متغیر اعتماد اجتماعی (و سایر متغیرهای مستقل خویش مثل سرمایه جمعی، انتظارات ارزشی، احساس عدالت نسبی و مشارکت مدنی) را بر مبنای درجات عضویت هفت مقوله‌ای فازی (از عضویت کامل تا عدم‌عضویت کامل) مقیاس‌بندی مجدد نموده و آن را مجموعه فازی نامیده است. در حالی که «اعتماد اجتماعی» (همین‌طور هر یک از متغیرهای مستقل تحقیق مزبور) متغیر است نه مجموعه و صرف مقیاس‌بندی مجدد نمرات یک متغیر آن را تبدیل به مجموعه نمی‌کند؛ چون منطق و زبان «متغیر» با «مجموعه» متفاوت است. اگر بخواهیم متغیر اعتماد اجتماعی را تبدیل به مجموعه کنیم با توجه به این که روابط مجموعه‌ای نامتقارن هستند باید دو مجموعه هدف را مشخص نماییم (ر. ک. به: ریگین، ۲۰۰۸، مقاله دهم) «افراد با درجه بالای اعتماد اجتماعی» در مقابل «افراد با درجه پایین اعتماد اجتماعی». در واقع برای هر یک از مفاهیم تحقیق ساعی باید دو مجموعه فازی

ابزارها و تکنیک‌های موجود برای تحلیل کمی داده‌ها در علوم اجتماعی، اکسپروار «فازی» می‌شوند. باید از این دانش پژوهان پرسید که آیا مشکل تحقیقات اجتماعی فقط این بوده که متغیرهای تحت بررسی‌اش را به عنوان مجموعه تعریف نکرده است؟ آیا اگر تا به حال گفته می‌شده است که براساس شاخص‌های متعارف توسعه اقتصادی (که سازمان ملل و بانک جهانی مدنظر قرار می‌دهند) مثلاً ۱۳ درصد کشورهای جهان «توسعه‌یافته» محسوب می‌شوند، حالا بگوییم ۱۳ درصد از کشورهای جهان در «مجموعه کشورهای توسعه‌یافته» عضویت کامل دارند، تفاوت چندانی می‌کند؟ آیا مقیاس‌بندی مجدد نمرات متغیرهای پیوسته از سطح فاصله‌ای (و شبه‌فاصله‌ای<sup>۱۳</sup>) به تابع عضویت فازی در واقع تغییری در نتایج تحلیل آماری که مبتنی بر کوواریانس یا هم‌بستگی بین متغیرها است، به وجود می‌آورد؟ اصلاً اگر قصد داریم از تکنیک‌های آماری متعارف در تحلیل داده‌ها استفاده کنیم چه لزومی دارد متغیرهای پیوسته را که در طول یک پیوستار مدرج هستند و سنجه‌های باارزشی از حیث تحلیل کمی محسوب می‌شوند تبدیل به مجموعه فازی با حداکثر ۹ ارزش یا مقوله در بازه صفر تا یک کنیم؟<sup>۱۴</sup> آیا فازی‌سازی متغیرها در تحقیقات اجتماعی فی‌نفسه هدف است یا وسیله‌ای برای انجام تحلیل‌هایی است که رویه‌های موجود قادر به انجامش نمی‌باشند؟

(«مجموعه افراد با درجه بالای X» در مقابل «مجموعه افراد با درجه پایین X») در نظر گرفته می‌شد. دلیل این امر، خصلت غیرمتمم‌تارن مفاهیم و فرضیات در ریاضیات مجموعه فازی است. کاری که اصلاً توسط ساعی (۱۳۹۰) صورت پذیرفته است. به همین دلیل اگر گفته شود در تحقیق مزبور فقط با تغییر مقیاس نمرات متغیرها روبرو بوده‌ایم، بدون آن که به مجموعه‌های فازی تبدیل شده باشند، سخن دلالت‌آمیزی بیان شده است.

۱۳ متغیرهای ماهیتاً ترتیبی که سنجش‌شان به وسیله مقیاس‌های مرکب چندگویه‌ای صورت می‌پذیرد و پس از جمع نمرات دامنه سطوح آن‌ها از هفت ارزش بیشتر می‌شود خصوصیات شبیه به متغیرهای فاصله‌ای پیدا می‌کنند و می‌توان آن‌ها را در سطح سنجش فاصله‌ای قلمداد نمود (برایمن و کرامر، ۱۹۹۴، ص. ۶۶).

۱۴ همان‌طور که برخی روش‌شناسان کمی استدلال نموده‌اند، در تحلیل آماری تبدیل متغیرهای پیوسته به متغیرهای چندمقوله‌ای به لحاظ تحلیلی عملی نابخردانه و نامقتضی است؛ چون چنین تمهیداتی به معنای دور ریختن اطلاعات و سبب از دست رفتن مقدار قابل ملاحظه‌ای از واریانس می‌شود. نتیجه این عمل، تقلیل همبستگی‌های موجود میان متغیرها و بعضاً غیرمعنادار شدن روابطی است که به لحاظ آماری ممکن است معنادار باشند (کرلینجر و پدهازور، ۱۳۶۶، ص. ۱۷). در حقیقت، بر اساس دیدگاه متعارف در تحقیقات کمی، نادیده انگاشتن برخی واریانس‌ها میان متغیرها منبعی از خطای سیستماتیک محسوب شده که لطمه جبران‌ناپذیری به اعتبار درونی تحقیق می‌زند.



## تحلیل فازی در برابر تحلیل رگرسیون

با وجود آن که رگین (۲۰۰۰، ۲۰۰۴، ۲۰۰۵، ۲۰۰۸) و دیگر هم‌قطارانش (گوئرتس، ۲۰۰۳؛ ماهونی ۲۰۰۱ و ۲۰۰۴؛ ریهوکس، ۲۰۰۸) رویکرد مجموعه‌های فازی را مغایر با رویکرد همبستگی-گونه از علیت دانسته‌اند که برای اکثر اشکال تحلیل آماری هم‌چون تحلیل رگرسیون، تحلیل عاملی و مدل‌های کوواریانس ساختاری صادق است، برخی دانش‌پژوهان داخلی بدون اعتنا به این تمایز، برای انجام تحلیل فازی در مقام انشا فرضیه‌هایی از رابطه تابعی یا هم‌تغییری<sup>۱۵</sup> (نه رابطه مجموعه‌ای که صورت‌بندی شرط لازم یا شرط کافی دارند) و در مقام آزمون فرضیه‌ها نیز از تحلیل رگرسیون خطی (که نامش را رگرسیون فازی<sup>۱۶</sup> گذاشته‌اند) استفاده کرده‌اند (ر. ک. به: ساعی، ۱۳۹۰، ص. ۱۳۹۲). برای مثال در «تحلیل فازی اعتماد اجتماعی» ساعی فرضیه تبیینی تحقیق این‌گونه فرموله شده است: «تغییرات اعتماد به شهرداری تابعی از ترکیب مجموعه شروط علی سرمایه جمعی، انتظارات ارزشی، احساس عدالت نسبی، و مشارکت مدنی است» (ساعی، ۱۳۹۰، صص. ۱۲-۱۱). آزمون این فرضیه ترکیبی (و سایر فرضیه‌های دومتغیره) نیز از طریق مدل آماری رگرسیون خطی (و تحلیل مسیر که

۱۵ به عنوان نمونه به صورت‌بندی این فرضیه (که با اکثر فرضیه‌های رایج‌شده در تحقیق مزبور مشابهت دارد) توجه فرمایید: درجه عضویت در مجموعه سرمایه جمعی با درجه عضویت در مجموعه اعتماد به شهرداری هم‌تغییری دارد (ساعی، ۱۳۹۰، ص. ۳۹)

۱۶ خدایی (۱۳۸۸) در مقاله‌ای مجمل با عنوان «رگرسیون خطی فازی و کاربردهای آن در پژوهش‌های علوم اجتماعی» بر اساس معنای متعارف از فازی یعنی نادقیق و مبهم بودن (معنایی که اصلاً در کاربرد تحلیل مجموعه‌های فازی در علوم اجتماعی مطمح نظر نمی‌باشد) مدعی شده است که رگرسیون خطی فازی یکی از روش‌های برازش توابع آماری است که به تبیین ساختار مبهم داده‌ها و روابط نادقیق بین آن‌ها می‌پردازد (ص. ۸۲). با این وجود باید توجه داشت که این نوع رگرسیون نیز متکی به رابطه تابعی در آمار است که بنیانش بر منطق ریاضی، جبر خطی و تئوری احتمالات است. در صورتی که تحلیل مجموعه‌های فازی آن‌گونه که رگین برای علوم اجتماعی تدوین نموده است، اساساً برای احراز و واریسی روابط مجموعه‌ای (نه تابعی) است که بنیانش بر منطق مجموعه‌ها و روابط نامتقارن غیرخطی است. پس وجود اصطلاح «فازی» هم در «تحلیل مجموعه‌های فازی» (رگین، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۸) و هم در رگرسیون خطی فازی» (خدایی، ۱۳۸۸) بر اشتراک لفظی دلالت می‌کند؛ چون این دو نوع تحلیل واجد بنیان‌های منطقی متفاوتی هستند. از سویی دیگر، از مفاد استدلال خدایی در این مقاله چنین مستفاد می‌شود که در تحقیقات علوم اجتماعی، اصل با مدل استاندارد رگرسیون خطی است و فقط مواقعی که مفروضات این مدل برآورده نمی‌شود، مثلاً در نمونه‌های کوچک، کاربرد رگرسیون خطی فازی مرجح می‌شود (۱۳۸۸، ص. ۹۷).

هم خانواده رگرسیون خطی است) صورت پذیرفته است. او همچنین در بیان یافته مربوط به آزمون فرضیه ترکیبی اش چنین آورده است که «هم‌بستگی رگرسیونی اعتماد به شهرداری با ترکیب مجموعه‌های علی سرمایه جمعی، انتظارات ارزشی، احساس عدالت نسبی و مشارکت مدنی برابر با ۰/۶۸ است» (همان).

که ملاحظه می‌شود تحقیق ساعی (۱۳۹۰) فاقد بنیان روابط مجموعه‌ای است که منطبق همان‌طور زیربنایی تحلیل فازی است. به عبارت دیگر، ملزومات اصلی تحلیل فازی که مبتنی بر منطق مجموعه‌ها و روابط مجموعه‌ای است در این پژوهش اصلاً رعایت نشده است. در هر حال، فازی‌سازی متغیرهای متعارف در علوم اجتماعی اساساً برای احراز و واریانس روابط مجموعه‌ای که بنیان بر منطق مجموعه‌ها است، صورت می‌پذیرد و نه برای بررسی روابط تابعی. تبیین هم‌تغییری متغیرها از طریق واریانس روابط تابعی کاملاً ذیل سنت پژوهشی کمی قرار می‌گیرد که بنیان بر منطق ریاضی و تئوری احتمالات است در صورتی که هدف از تحلیل فازی، انجام تحلیل مجموعه‌ای است نه تحلیل کوواریانس یا هم‌تغییری متغیرها. علاوه بر اینکه در تحلیل‌های کمی - که اساساً واریانس محورند - هر چه واریانس متغیرها بیشتر باشد روابط تابعی بهتر و دقیق‌تر نشان داده می‌شوند؛ بنابراین برای واریانس رابطه تابعی که مبتنی بر هم‌تغییری یا کوواریانس است، فازی‌سازی متغیرها به هیچ‌وجه درست نیست، چون فازی‌سازی متغیرهای پیوسته لزوماً واریانس‌ها را کاهش می‌دهد.<sup>۱۷</sup>

از سویی دیگر، چون اصلی‌ترین و مهم‌ترین روابط مجموعه‌ای در مجموعه‌های فازی عبارتند از روابط زیرمجموعگی که به‌عنوان شروط لازم و یا کافی بیان می‌شوند، در تحقیقات اجتماعی بایستی فرضیه‌های تحقیق به صورت شرط لازم و یا کافی ارایه شوند تا حاکی از روابط زیرمجموعگی بین مجموعه‌های فازی باشند. آزمون فازی فرضیه‌های شرط لازم و یا کافی نیز رویه‌های خاصی دارد<sup>۱۸</sup> که

۱۷ در تحلیل مجموعه‌های فازی در تخصیص نمرات عضویت فازی به موردها، واریانس مرتبط از واریانس غیرمرتبط تفکیک گشته و واریانس غیرمرتبط حذف می‌شود. برای مثال برخی موردها که واجد نمرات متفاوتی بر حسب یک مقیاس پیوسته می‌باشند بر اساس درجه عضویت‌شان در یک مقوله تحلیلی، مصداق کامل آن مقوله محسوب شده و به‌طور مشابه و یکسان نمره یک (یعنی، عضو کامل) می‌گیرند که این به معنای نادیده گرفتن واریانس بین آن‌ها است.

۱۸ برای آشنایی تفصیلی با این رویه‌های آزمون ر. ک. به: رگین ۲۰۰۰ و ۲۰۰۸.

مغایر با تحلیل‌های کمی متعارف، از جمله تحلیل رگرسیون خطی است. جالب آن که در تحقیق ساعی (۱۳۹۰) با وجود آن که هیچ‌یک از فرضیه‌های تحقیق به صورت روابط زیرمجموعگی (شرط لازم یا کافی) صورت‌بندی نشده‌اند و همچنین از تکنیک‌های مجموعه‌های فازی نیز برای واری فرضیات استفاده نشده است، ادعا شده که تحلیل فازی انجام گرفته است؛ چون فقط و فقط نمرات متغیرهای تحقیق تبدیل به نمرات عضویت فازی شده‌اند؛ ولی باید خاطر نشان ساخت که برخلاف رویه نامناسب به کار گرفته شده در تحقیق ساعی (۱۳۹۰) تحلیل تابعی از نوع تحلیل رگرسیون خطی برای تحلیل مجموعه‌ای یا تحلیل فازی نامناسب است. دلیل اصلی آن این است که دو متغیر یا نمرات فازی دو مجموعه می‌توانند از کوواریانس یا هم‌تغییری زیادی برخوردار باشند، ولی هیچ‌یک زیرمجموعه دیگری (علت لازم یا علت کافی) نباشند. قبل از ارائه مستندات لازم جهت اثبات این مدعا لازم است به اهم تفاوت‌ها میان تحلیل مجموعه‌های فازی با مدل استاندارد رگرسیون خطی در علوم اجتماعی اشاره شود.

در این راستا، شاید اگر گفته شود که مهم‌ترین تفاوت تحلیل رگرسیون با تحلیل مجموعه‌ای (اعم از تحلیل بولی و تحلیل مجموعه‌های فازی) مربوط به ماهیت رابطه مورد مطالعه (رابطه متقارن<sup>۱۹</sup> در برابر رابطه غیرمتقارن<sup>۲۰</sup>) است، سخن دلالت‌آمیزی بیان شده باشد (ر. ک. به: ماهونی و گوئرتس، ۲۰۱۲؛ ماهونی، گوئرتس و رگین، ۲۰۱۳). شایان ذکر است، تمایز میان متقارن از غیرمتقارن مؤلفه‌ای بنیادی برای مطالعه هرگونه ارتباط میان پدیده‌ها است که اکثر محققان علوم اجتماعی نسبت به آن غیرحساس هستند (لایبرسون، ۱۹۸۵). منظور از ارتباط متقارن که نوعاً محققان کمی مورد مطالعه قرار می‌دهند، آن است که یک مدل واحد می‌تواند هم وقوع و هم عدم وقوع یک پدیده را تبیین کند. در مقابل، اصطلاح نامتقارن به این معنی است که تبیین وقوع یک پدیده بازنمای تبیین عدم وقوع آن نیست. برای مثال اگر متغیر وابسته ما «موفقیت در برابر شکست» به صورت یک متغیر دوحالتی با کُد یک و صفر باشد، تبیینی که برای موفقیت از طریق مدل‌های آماری لوجیت به دست خواهد آمد عکس چیزی است که برای شکست صدق می‌کند؛ به عبارت دیگر، کُدگذاری صفر و یک اختیاری

19 Symmetric

20 Asymmetric

است و اگر کدها جابه‌جا شوند هیچ تغییری در نتیجه به دست آمده به وجود نمی‌آید. در مقابل وقتی ماهیت رابطه به صورت نامتقارن باشد، مدل علی که برای تبیین وقوع پیامد (Y) استفاده می‌شود اصلاً با مدلی که نبود پیامد را تبیین می‌کند، یکسان نیست و فرد نمی‌تواند یک مدل علی واحد را برای تبیین تمام حالات پیامد به کار ببرد. برای مثال در تحلیل رگرسیون خطی با روش حداقل مربعات معمولی<sup>۲۱</sup> (OLS) فرد به دنبال برآورد پارامترهای مدلی است که فرض شده اثرات علی در آن متقارن هستند. به همین دلیل، در تفسیر نتایج تحلیل رگرسیون گفته می‌شود که یک واحد تغییر در متغیری مستقل (X) موجب تأثیری به اندازه ضریب رگرسیون بر متغیر وابسته (Y) در تمامی موردهای نمونه تحقیق می‌شود. در مدل رگرسیون خطی، خط رگرسیون اساساً مبتنی بر یک ارتباط کاملاً متقارن است. در حقیقت، مدل‌های رگرسیون خطی فرض می‌کنند که یک واحد تغییر در X تأثیری یکسان بر Y صرف‌نظر از ارزش‌های مختلف آن دارد. در مدل‌های لجیت، افزایش معین در X همانند کاهش معین X تأثیر مشابهی بر احتمال Y دارد.

در مقابل، مدل‌های نظریه مجموعه‌ها عموماً روابط نامتقارن را حول روابطی از نوع شرط لازم یا کافی مفروض می‌گیرند. برای نمونه، صورت‌بندی فرضیه شرط لازم را در نظر بگیرید. نبود علت X ضرورتاً منجر به نبود پیامد Y می‌شود. از این رو هنگامی که  $X=0$  است، فرضیه شرط لازم واجد یک پیش‌بینی دقیق است: پیامد (Y) رخ نمی‌دهد. یا به زبان فنی،  $P(Y=1 | X=0) = 0$ . لکن وقتی که  $X = 1$  است، مدل شرط لازم هیچ چیز دقیقی نمی‌تواند بگوید. پس گرچه نبود یک علت لازم برای تبیین موردهایی که فاقد پیامد هستند ( $Y=0$ ) کفایت می‌کند، ولی حضور علت لازم ضرورتاً موردهایی را که واجد پیامدند ( $Y=1$ ) تبیین نمی‌کند. این حقیقت، حاکی از نامتقارن بودن رابطه در فرضیه علی از نوع شرط لازم می‌باشد. نمونه جالبی از این رابطه غیرمتقارن را می‌توان در روان‌شناسی اجتماعی دید. در تحقیقات در روان‌شناسی اجتماعی نشان داده شده است که مردم معمولاً تمایل به تبیین‌های تک‌عاملی شرط لازم برای موردهای  $Y=0$  دارند، در صورتی که برای موردهای  $Y=1$  یک چنین تمایلی دیده نمی‌شود. از این رو وقتی از افراد در خصوص تبیین شکست‌ها یا عدم وقوع‌ها سوال می‌شود، احتمال خیلی زیادی وجود دارد که به تبیین‌های تک‌عاملی شرط لازم متوسل شوند؛ ولی

وقتی در خصوص تبیین موفقیت‌ها یا پیروزی‌ها سؤال می‌شود، آن‌ها غالباً تبیین‌های چندعاملی پیچیده‌تری از نوع شرط کافی را ارائه می‌دهند که ممکن است فاقد شروط لازم باشد<sup>۲۲</sup>. نامتقارن بودن این نوع تبیین‌ها دلالت بر این حقیقت دارد که تبیین شکست را بایستی اساساً متفاوت از تبیین موفقیت در نظر گرفت؛ به عبارت دیگر، علل یک پیامد از نوع شکست لزوماً مساوی با نبود یا نقیض علل پیامد از نوع موفقیت نیست. به همین جهت، در مطالعات کیفی که از تکنیک صوری مجموعه‌های بولی استفاده می‌شود هم‌چون تحلیل تطبیقی کیفی (QCA)، محققان به طور عادی برای تبیین موردهایی که مصداق شکست یا عدم‌وقوع‌اند در مقابل موردهایی که مصداق موفقیت یا وقوع‌اند، مدل‌های متفاوتی را ارائه می‌دهند. از این حیث، مطالعه ویکهام-کرولی (۱۹۹۲) در خصوص تبیین موفقیت جنبش‌های پارتیزانی انقلابی در آمریکای لاتین نمونه‌گویی محسوب می‌شود. وی در تحلیل بولی خویش نشان داد که پنج عامل علی (اقدامات عملی پارتیزان‌ها = A؛ حمایت دهقانان از پارتیزان‌ها = B؛ قوت نظامی پارتیزان‌ها = C؛ وجود رژیم پاتریمونیال = D و حمایت آمریکا از رژیم حاکم = E) به تنهایی شرط لازم و وجود توأمان آن‌ها، شرط کافی برای انقلاب‌های اجتماعی موفق بوده است. این یافته ویکهام-کرولی در معادله بولی زیر خلاصه شده است (۱۹۹۲، ص. ۳۲۰):

$$ABCDE = \text{انقلاب موفق}$$

در مقابل، تبیین ویکهام-کرولی از شکست جنبش‌های پارتیزانی انقلابی کاملاً متفاوت بود که در معادله بولی زیر خلاصه شده است (همان، ص. ۳۲۲):

$$ABd + bce + bcD = \text{فقدان انقلاب موفق}$$

عدم تقارن در اینجا کاملاً مشهود است. فقط یک مسیر از ترکیب پنج عامل علی مذکور به موفقیت انقلاب در آمریکای لاتین ختم شده است، در صورتی که سه مسیر که هر یک واجد سه عامل‌اند

۲۲ برای مثال فوتبالیست‌ها برای تبیین شکست تیمشان معمولاً به یک عامل (مثلاً داوری ناعادلانه یا دست‌های پشت پرده یا ...) اشاره می‌کنند که قابل ترجمه به گزاره شرط لازم است (= اگر داوری ناعادلانه نبود، تیم ما شکست نمی‌خورد)، ولی برای تبیین پیروزی تیمشان مجموعه‌ای از عوامل را مطرح می‌کنند که به صورت ترکیبی شرط کافی برای پیروزی شده است.

برای شکست وجود داشته است. شایان ذکر است که تأثیر علی برخی از این عوامل منفرد کاملاً وابسته به بافت<sup>۲۳</sup> (یعنی، سایر عواملی که با آن عامل منفرد ترکیب شده‌اند) است. مثلاً عامل علی B (حمایت دهقانان از پارتیزان‌ها) که شرط لازم برای وقوع انقلاب بوده، برای نبود انقلاب نیز مدخلیت علی داشته، ولی فقط هنگامی که پارتیزان‌ها برای سرنگونی رژیم می‌جنگیدند که پاتریمونیاال نبود (ABd). ماهیت نامتقارن این روابط مؤید این استدلال است که علی رغم آن که وجود ترکیب ABd برای تضمین فقدان انقلاب کافی است، ولی عکس آن صحیح نیست؛ یعنی این‌گونه نیست که نقیض این ترکیب علی منجر به انقلاب شود.

خلاصه آن‌که مدل‌های مبتنی بر تحلیل روابط مجموعه‌ای (اعم از تحلیل بولی و تحلیل مجموعه‌های فازی) با روابط نامتقارن کار می‌کنند. این نوع مدل‌ها فرض می‌کنند که ارزش‌های متفاوت X می‌تواند تأثیرات مختلفی روی Y بگذارد. همچنین این مدل‌ها تبیین‌های متفاوتی را برای ارزش‌های مختلف Y (همچون موفقیت/ وقوع در برابر شکست/ عدم وقوع) ارائه می‌دهند. در مقابل مدل‌های آماری (آن‌طوری که در تحقیقات واقعی علوم اجتماعی مورد استفاده قرار می‌گیرند) غالباً متقارن هستند. برای مثال در مدل استاندارد رگرسیون خطی فرض می‌شود که یک واحد تغییر در X تأثیری یکسان بر Y صرف‌نظر از نقطه آغازین و ارزش‌های مختلف X دارد. در مدل‌های آماری لوجیت نیز که با متغیر وابسته دو حالتی (با کد صفر و یک) روبرو هستیم، اگر صفرها با یک‌ها جابجا شوند هیچ تغییری در پارامترهای برآورد شده جز علامت مربوط به جهت ارتباط به وجود نمی‌آید؛ به عبارت دیگر، در تحلیل‌های آماری و به‌ویژه تحلیل رگرسیون خطی که از نوع مدل‌های متقارن هستند، تبیین وقوع یک پدیده بازنمای تبیین عدم وقوع آن هم هست. همه این‌ها حکایت از تفاوت اساسی بین تحلیل‌های آماری به‌ویژه تحلیل رگرسیون خطی که متضمن روابط متقارن است با مدل‌های نامتقارن مجموعه‌ای از جمله تحلیل مجموعه‌های فازی می‌کند، بدون آن که به معنای مرجح بودن یکی در برابر دیگری باشد. انتخاب هر یک از این نوع تحلیل‌ها به‌عنوان تکنیک، کاملاً قائم به موضوع تحقیق و بالاخص مفاد مدعای نظری یا ماهیت منطقی روابطی است که در پرسش‌ها یا فرضیه‌های تحقیق منعکس می‌شود.

از آن طرف، خود رگین (۲۰۰۵) که مبدع تحلیل مجموعه‌ای (اعم از تحلیل بولی و تحلیل مجموعه‌های فازی) برای علوم اجتماعی بوده و همه محققان و دانش‌پژوهان علوم اجتماعی برای انجام تحقیقات اجتماعی به صورت تحلیل بولی و تحلیل مجموعه‌های فازی از رویه‌های پژوهشی وی متابعت می‌کنند، در پاسخ به برخی روش‌شناسان علوم اجتماعی که این نوع تحلیل‌ها را به‌عنوان جایگزینی برای تحلیل رگرسیون دانسته و مدعی شده‌اند که هیچ چیز جدیدی در تحلیل مجموعه‌ای (اعم از تحلیل بولی و تحلیل مجموعه‌های فازی) وجود ندارد و کارکردهای اصلی آن‌ها قابل تحویل به تحلیل رگرسیون یا سایر مدل‌های آماری است (سی‌رایت، ۲۰۰۵، آکن، ۲۰۰۵) استدلال می‌کند که تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی و تحلیل رگرسیون ابزارهایی متمایز برای اهداف متفاوتی هستند. تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی منطبق با فرآیند تحقیق مورد‌محور است و ماهیت ترکیبی شروط یا عامل‌های علی را می‌پذیرد. در عوض، تحلیل رگرسیون منطبق با فرآیند تحقیق متغیر‌محور است که به منظور استنباط علی به کار گرفته می‌شود و بر تأثیر «متغیرهای مستقل رقیب» تأکید دارد. هدف تحلیل رگرسیون عبارت است از جداکردن و برآورد تأثیرات خالص یک متغیر علی بر روی یک متغیر پیامد در هنگامی که رقابت میان متغیرهای علی بازنمای تبیین‌های رقیب از آن پیامد است. در مدل آماری رگرسیون، هدف اصلی عبارت است از تقریب به طرح آزمایشی البته تا جایی که برای داده‌های غیرآزمایشی امکان‌پذیر است. این درک از استنباط علی چیزی نیست که در تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی به‌عنوان یک روش وجود داشته باشد. تحلیل‌گران مجموعه‌های بولی / فازی هدف اصلی تحلیل را عبارت از جدا کردن و برآورد تأثیرات خالص و مستقل هر یک از متغیرهای علی بر روی یک متغیر پیامد نمی‌دانند؛ چون یک چنین برآوردهایی نوعاً روابط متقارن و تجانس علی (یعنی، یک مدل علی منفرد برای کلیه موارد کاربرد دارد) و انباشتی بودن (یعنی تأثیر یک متغیر علی صرف نظر از ارزش‌های سایر متغیرهای علی یکسان است) را مفروض می‌گیرد. در عوض، تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی به دنبال تشخیص ترکیب‌های متفاوت از شروط علی مختلفی است که با یک پیامد پیوند دارند. البته، رگین تصریح و تصدیق می‌کند که تحلیل رگرسیون برای جداکردن تأثیرات خالص متغیرهای مستقل بهترین تکنیک است، ولی برای بسیاری از محققان مورد‌محور اگر نگوئیم برای همه آن‌ها، این ایده که یک شرط علی منفرد می‌تواند واجد یک تأثیر خالص مستقل در میان موردها باشد از اهمیت ناچیزی برخوردار است (رگین، ۲۰۰۵، ص. ۳۴). محققان مورد‌محور، نوعاً تأکیدشان بر

روی ترکیب‌هایی از چندین شرط علی است؛ چون شرط علی را در زمینه یا بافت می‌بینند. در نتیجه باید تصدیق کرد که تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی و تحلیل رگرسیون ابزارهای تحلیلی خیلی متفاوتی هستند و کاری که یکی انجام می‌دهد دیگری نمی‌تواند انجام دهد؛ یعنی همان‌طور که روش‌های مجموعه‌ای اعم از تحلیل بولی و تحلیل فازی نمی‌توانند برای کشف و واریسی همبستگی یا ارتباط‌های خطی در هنگامی که یک چنین ارتباط‌هایی حقیقتاً وجود دارند، مورد استفاده قرار گیرند (ماهونی، ۲۰۰۱، ص. ۵۸۹)، تحلیل رگرسیون خطی نیز نمی‌تواند به طور معتبر به واریسی پرسش‌ها و فرضیه‌های شرط لازم یا کافی بپردازد. تحلیل رگرسیون یک ابزار عالی برای برآورد تأثیرات خالص متغیرهای علی بر یک پیامد است. در صورتی که تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی تأکیدش بر شیوه‌های مختلفی است که شرط علی با یکدیگر ترکیب می‌شوند. گذشته از این، تحلیل رگرسیون تکنیکی برای تحلیل داده‌ها می‌باشد؛ درحالی که تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی یک استراتژی تحلیلی است که به دیالوگ ایده‌ها و شواهد در تحقیق تطبیقی سازمان می‌دهد. فرض تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی آن است که پیچیدگی علی یا علیت ترکیبی چندگانه در جهان اجتماعی یک قاعده است نه استثنا (یعنی این رویکرد فرض می‌گیرد که یک پیامد واحد، محصول ترکیب‌های متفاوتی از شروط علی است)؛ بنابراین از ایده اثرات خالص که مستلزم فرضیه‌های تجانس علی و انباشتگی است اجتناب می‌کند. در صورتی که تکنیک‌های رگرسیونی هنگامی که علیت ترکیبی و چندگانه است (یعنی هنگامی که ترکیب‌های متفاوتی از شروط علی به پیامدی واحد پیوند دارند) به‌سادگی نمی‌توانند خوب کار کنند. البته محققان آماری نیز می‌توانند در این حالات ترکیبی از طریق به کارگیری مدل‌های اشباع‌شده تعاملی<sup>۲۴</sup> برای کلیه متغیرهای مستقل عمل کنند، ولی تفسیر این گونه مدل‌ها به علت مشکل هم‌خطی چندگانه میان عبارات تعاملی و گرایش یک چنین مدل‌هایی در برازش با داده‌ها خیلی دشوار است (رگین، ۲۰۰۰، ص. ۷۲؛ ماهونی، ۲۰۰۱، ص. ۵۸۳). به عبارت دیگر، مدل‌های استاندارد رگرسیون خطی اگر به گونه‌ای تنظیم شوند که کلیه روابط تعاملی را در نظر بگیرند، باز هم برای محققان علوم اجتماعی چندان راهگشا نیستند؛ چون به شدت پیچیده و غیر قابل تفسیر خواهند شد. این ناتوانی و عجز تحلیل رگرسیون بالاخص هر وقت که تعداد موردها اندک یا تنوع‌شان محدود باشد، خودش را به وضوح نشان می‌دهد. در حقیقت، تحلیل‌های مجموعه‌ای (اعم از تحلیل بولی و



مجموعه‌های فازی) - جدا از سایر کارکردها - به عنوان ابزاری کارآمد برای فایق آمدن بر این مشکل طراحی شده‌اند.

همچنین، حتی هنگامی که تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی را نه به عنوان یک استراتژی تحقیق (شیوه‌ای برای انجام دیالوگ میان ایده‌ها و شواهد) بلکه به عنوان تکنیک تحلیل داده‌ها در نظر بگیریم باز هم تفاوت‌های چشم‌گیری میان تحلیل رگرسیون با تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی وجود دارد. مهم‌ترین تفاوت عبارت از این حقیقت است که تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی مبتنی بر جبر مجموعه‌ها می‌باشند نه جبر خطی که پایه و اساس مدل‌های استاندارد تحلیل رگرسیون است. درحقیقت، ماشین تحلیل بولی / مجموعه‌های فازی توسط روابط مجموعه‌ای سوخت‌گیری می‌شود نه همبستگی‌ها که پایه و اساس تحلیل رگرسیون هستند. این حقیقت، متضمن الزامات متعددی است. روابط مجموعه‌ای پیوندهای صریح و آشکار<sup>۲۵</sup> را مدنظر قرار می‌دهند در حالی که همبستگی‌ها به پیوندهای تمایلی<sup>۲۶</sup> ارجاع دارند. روابط مجموعه‌ای برای پرسش‌ها و فرضیه‌های مربوط به شرط لازم یا شرط کافی بسیار مناسب دارند، ولی همبستگی‌ها این گونه نیستند و از همه مهم‌تر، روابط مجموعه‌ای غیرمقارن هستند، ولی همبستگی‌ها مقارن هستند (رگین، ۲۰۰۵، صص. ۳۴-۳۷؛ همچنین ر. ک. به: رگین و راینسون، ۲۰۰۷، رگین، اپستین، دوئر و کن‌ورثی، ۲۰۰۸).

حال وقت آن است که شواهد و مستندات اثبات این مدعا ارایه شود که تحلیل تابعی از نوع تحلیل رگرسیون خطی برای تحلیل مجموعه‌ای یا تحلیل فازی نامناسب است؛ چون دو متغیر یا نمرات فازی دو مجموعه می‌توانند از هم‌تغییری زیادی برخوردار باشند، ولی هیچ‌یک زیرمجموعه دیگری (علت لازم یا علت کافی) نباشد.

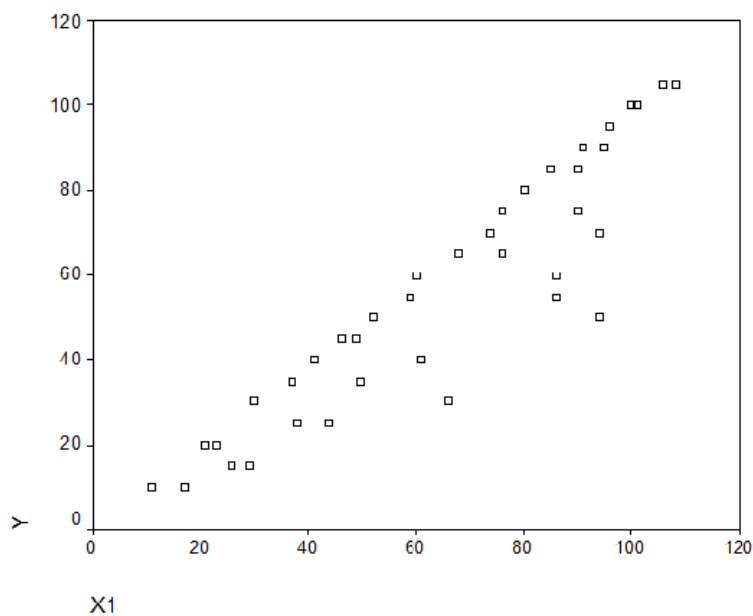
#### تفاوت نتایج آزمون فرضیه

در این بخش، تفاوت نتایج آزمون فرضیه‌ها در دو تکنیک تحلیل رگرسیون و تحلیل مجموعه‌های فازی با ذکر مثالی تشریح می‌شود. هدف آن است تا به طور مستند نشان داده شود که شواهد تجربی یا داده‌هایی که برای توابع خطی از نوع مدل‌های متعارف رگرسیون برآزش پیدا می‌کند، نمی‌توانند

25 Explicit connections

26 Tential

ارزیابی مناسبی برای فرضیه‌هایی از نوع روابط مجموعه‌ای (شرط لازم و یا کافی) محسوب شوند. در ابتدا برای آزمون این فرضیه علی در سنت پژوهشی کمی که "X<sub>۱</sub> تأثیر مثبتی بر Y دارد" از مدل رگرسیون خطی استفاده می‌شود که نمودار پراکنش آن با داده‌هایی فرضی توسط نرم‌افزار آماری SPSS در ذیل نشان داده شده است:<sup>۲۷</sup>



نتایج آماره‌های آزمون فرضیه مذکور نیز در جدول زیر منعکس شده است.

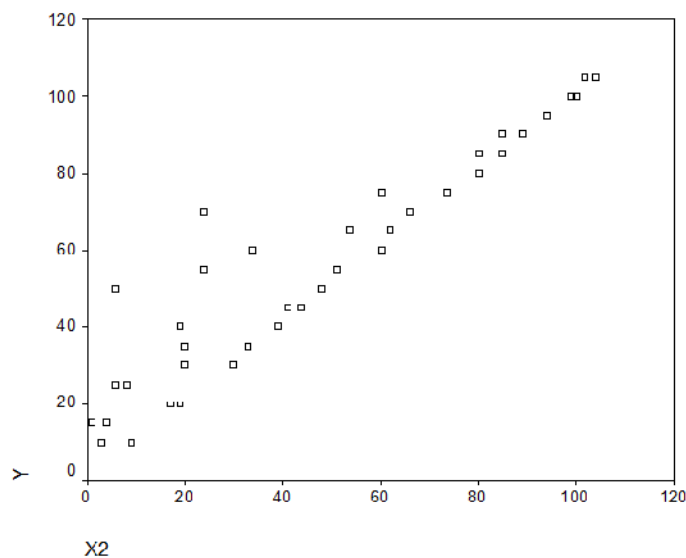
R <sup>۲</sup>	F	Sig	Beta	T	Sig
۰/۸۶	۲۳۱/۶	۰/۰۰۰	۰/۹۳	۱۵/۲	۰/۰۰۰

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، نتایج آزمون مدل رگرسیون حکایت از برآزش عالی داده‌ها با مدعای نظری یا تأیید فرضیه تحقیق مبنی بر مداخلت علی X<sub>۱</sub> بر Y به صورت مثبت دارد.

<sup>۲۷</sup> البته این یک مثال فرضی است که جهت تشریح مسأله ارایه شده و نویسنده واقف است که در نمودارهای پراکنش تحلیل مجموعه‌های فازی، دامنه نمرات بین صفر تا یک در نوسان است.

حال اگر فرضیه علی تحقیق را به صورت رابطه مجموعه‌ای یعنی: " $X_1$  شرط کافی  $Y$  است" فرموله کنیم، همین نتایج کاملاً بر ردّ فرضیه تحقیق دلالت خواهد داشت!<sup>۲۸</sup> در حقیقت، نتایج مندرج در نمودار پراکنش بالا نشان می‌دهد که الگوی داده‌ها فقط برای فرضیه علی به شکل شرط لازم دلالت تأییدی دارند و اگر فرضیه تحقیق به صورت شرط کافی باشد، این داده‌ها کاملاً بر ابطال آن فرضیه دلالت خواهند داشت.

مجدداً همین آزمون آماری با مدل رگرسیون را با همان داده‌ها انجام داده و فقط جهت هم‌تغییری آن‌ها را عوض می‌کنیم. نمودار پراکنش مزبور به شکل زیر در آمده است:



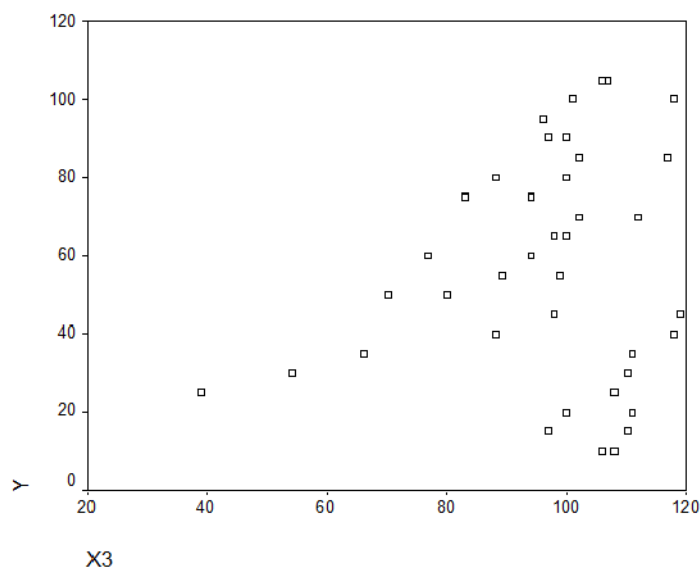
نتایج آماره‌های آزمون فرضیه جدید نیز در جدول زیر منعکس شده است.

R <sup>۲</sup>	F	Sig	Beta	T	Sig
۰/۸۶	۲۹۳/۳	۰/۰۰۰	۰/۹۴	۱۷/۱	۰/۰۰۰

۲۸ ابطال فرضیه شرط کافی هنگامی است که نمرات عضویت فازی بر روی پیامد (معلول) کمتر از نمرات عضویت فازی روی عامل علی باشد؛ یا نتایج تجربی به شکلی دیده شوند که نقاط آن زیر قطر اصلی نمودار پراکنش پیامد و شرط علی قرار گیرند. در مقابل، ابطال فرضیه شرط لازم هنگامی است که نمرات فازی عضویت روی علت، کمتر از نمرات فازی عضویت روی پیامد (معلول) باشد یا نقاط داده‌ای در بالای قطر اصلی نمودار پراکنش قرار گیرند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، نتایج آزمونی این مدل رگرسیونی نیز بسیار شبیه به حالت قبلی است و هیچ تغییری در تفسیر نتایج و دلالت‌های آزمونی فرضیه تحقیق بیار نیامده است. یعنی کلیه آماره‌ها دلالت بر تأیید فرضیه تحقیق و ارتباط یا هم‌تغییری قوی میان متغیرها دارد. در صورتی که این الگوی داده‌ها بر خلاف نمودار قبلی، فقط برای فرضیه علی به شکل شرط کافی دلالت تأییدی دارد و اگر فرضیه تحقیق به صورت شرط لازم فرموله شده باشد این داده‌ها دلالت ابطالی بر آن فرضیه خواهد داشت.

این دو مثال به روشنی نشان می‌دهند که ممکن است محققان ارتباطی را کشف کنند که در آن ارتباط دو متغیر با یکدیگر هم‌بستگی قوی داشته باشند، ولی بازنمای علیت لازم یا علیت کافی نباشد. همچنین امکان‌پذیر است که ارتباطی کشف شود که در آن یک متغیر شرطی لازم یا کافی برای متغیر دیگر باشد، ولی این دو متغیر از حیث آماری با یکدیگر هم‌بستگی نداشته باشند. برای مثال به نمودار پراکنش زیر توجه کنید:



آماره‌های مربوط به تحلیل رگرسیون جهت تأثیر  $X_3$  بر  $Y$  در جدول زیر منعکس شده است.

$R^2$	F	Sig	Beta	T	Sig
۰/۰۲	۰/۸۷	۰/۳۶	۰/۱۵	۰/۹۳	۰/۳۶

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، داده‌ها هیچ‌گونه مشابهتی با یک الگوی خطی را نشان نمی‌دهند و به همین دلیل نمی‌توانند یک هم‌بستگی آماری قوی را نشان دهند ( $r = 0/15$ )؛ بنابراین تحلیل گری که به دنبال تحلیل آماری ارتباط علی از طریق هم‌تغییری متغیرها (= علیت همبستگی گونه) است، فقط می‌تواند نتیجه‌گیری کند که بین دو متغیر مذکور ارتباط واقعی وجود ندارد یا ارتباط بسیار ضعیفی وجود دارد که از لحاظ آماری نیز معنادار نیست. با وجود این، تحلیل‌گر مجموعه‌های فازی نتیجه‌گیری خواهد کرد که الگوی داده‌ها کاملاً در راستای حمایت از فرضیه علی به شکل شرط لازم است. به عبارت دیگر، داده‌های مزبور کاملاً با این فرضیه هم‌خوانی دارند که « $X_2$  شرط لازم  $Y$  است». دلیل اصلی آن این است که الگوی روابط علی در مجموعه‌های فازی «مثلی» است نه خطی. اگر داده‌ها در مثلث پایین قطر اصلی نمودار پراکنش پراکنده شده باشند، گویای رابطه مجموعه‌ای از نوع علت لازم و اگر بالای قطر اصلی باشند حکایت از علت کافی می‌کنند.

#### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله ضمن بررسی مقایسه‌ای بر وجوه متمایز روش‌شناسی جدید تحلیل مجموعه‌های فازی-آن‌گونه که رگین (۲۰۰۰ و ۲۰۰۸) فرموله کرده است- با روش‌شناسی متعارف تحلیل آماری در علوم اجتماعی (بالاخص تحلیل رگرسیون) استدلال شد. بر اساس استدلال‌هایی که گذشت، نشان داده شد که کاربرد این‌گونه تحلیل‌های آماری که در هیچ معنایی روش‌شناسی جدیدی محسوب نمی‌شوند، برای تحقیقاتی که فرضیه‌های آن‌ها مبتنی بر روابط نامتقارن مجموعه‌ای از نوع شرط لازم و یا شرط کافی است، کاربردی نامناسب است. همان‌طور که در مقابل، کاربرد تحلیل مجموعه‌های فازی نیز برای تحقیقاتی که فرضیه‌های آن‌ها مبتنی بر روابط متقارن تابعی به صورت هم‌تغییری بین متغیرها (کوواریانس) است، کاربردی نامناسب است.

برای خلاصه‌کردن همه این مطالب باید تأکید کنیم که هدف از تحلیل فازی در علوم اجتماعی، انجام تحلیل مجموعه‌ای برای گره‌گشایی و حل مشکلات مربوط به احراز و واری تجری مدعیات نظری از نوع علل لازم و یا کافی پدیده‌های اجتماعی و همچنین علیت ناکازم و مسیرهای علی چندگانه است. این اهداف مغایر با اهدافی است که مدل‌های آماری متعارف در تحقیقات علوم اجتماعی به‌ویژه تحلیل رگرسیون خطی، برای آن‌ها تعبیه شده‌اند. از این رو دغدغه فازی‌سازی

متغیرهای متعارف علوم اجتماعی بدون توجه به این اهداف (برای نمونه ر. ک. به: ساعی ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰) خواه‌ناخواه منجر به کاربردهای سطحی و نامناسب از این روش‌شناسی جدید می‌شود.

#### کتاب‌نامه

۱. باتومور، ت. (۱۳۵۶). جامعه‌شناسی. (س، ح، منصور؛ س، ح، حسینی کلجاهی، مترجم). کتاب‌های جیبی.
۲. چلبی، م.، و اکبری، ح. (۱۳۹۰). مطالعه تطبیقی الگوهای زمانی تشکیل اجتماع ملی و عوامل مؤثر بر آن در کشورهای در حال توسعه مبتنی بر منطق فازی. *مجله تحلیل اجتماعی*، ۶۱ (۴)، ۴۴-۱.
۳. ساعی، ع. (۱۳۸۸). «فازی‌سازی دموکراسی»، *دانش‌نامه علوم اجتماعی دانشگاه تربیت مدرس*، ۱ (۱)، ۱۹۱-۱۶۷.
۴. ساعی، ع. (۱۳۹۰). *تحلیل فازی اعتماد اجتماعی*، تهران: انتشارات جامعه و فرهنگ.
۵. ساعی، ع. (۱۳۹۲). روش پژوهش تطبیقی با رویکرد تحلیلی کمی، تاریخی و فازی، تهران: نشر آگه.
۶. ساعی، ع.، کبیری، ا.، کسرائی، م. س.، و صادقی، ح. (۱۳۹۰). سرمایه اجتماعی و حکم‌رانی خوب: مطالعه بین‌کشوری با رویکرد فازی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸، *دو فصل‌نامه مسایل اجتماعی ایران*، ۲ (۲)، ۹۴-۶۳.
۷. ساعی، ع.، و کبیری، ا. (۱۳۹۱). تحلیل تطبیقی کیفیت حکم‌رانی: مطالعه بین‌کشوری با رویکرد فازی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸، *فصل‌نامه علوم اجتماعی دانشگاه علامه طباطبائی*، (۵۸)، ۱۰۸-۵۹.
۸. ساعی، ع.، و روشن، ت. (۱۳۹۲). تحلیل فازی اعتماد سیاسی استادان دانشگاه، *مجله مطالعات اجتماعی ایران*، ۷ (۲)، ۸۶-۵۹.
۹. طالبان، م. (۱۳۹۱). *جستارهای روشی در علوم اجتماعی*، تهران: پژوهشکده امام خمینی و انقلاب اسلامی.
۱۰. طالبان، م. ر.، و تکتک پیکانی، ت. (۱۳۹۱) *آزمون فازی ارتباط علی دینداری با کجروی، دو فصل‌نامه مسایل اجتماعی ایران*، ۳ (۲)، ۱۵۲-۱۱۹.
۱۱. کاسکو، ب. (۱۳۸۴). *تفکر فازی*، (ع. غفاری، مترجم). تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
۱۲. کرلینجر فردان. و الازار جی. پدهازور (۱۳۶۶). *رگرسیون چندمتغیری در پژوهش‌های رفتاری* (دو جلد)، (ح. سرایی، مترجم)، تهران: نشر دانشگاهی.
۱۳. مظلوم خراسانی، م.، و عظیمی هاشمی، م. (۱۳۸۹). تحلیل فازی رابطه توسعه اقتصادی، سیاسی و نابرابری‌های درآمدی در ایران، *مجله تحلیل اجتماعی*، ۵۹ (۴)، ۵۸-۲۷.
۱۴. مردیها، م. (۱۳۸۲). *فضیلت عدم قطعیت*، تهران: طرح نو.

15. Achen, C. (2005). Two cheers for Charles Ragin. *Studies in Comparative International Development*, 40(1), 27-32.
16. George, A., & Bennett, A. (2005). *Case studies and theory development in the social sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.
17. Goertz, G. (2003). Cause, correlation, and necessary condition. In G. Goertz, & H. Starr (Eds.), *Necessary conditions* (pp. 47- 64). Lanham, MD: Rowman & Littlefield.
18. Goertz, G. (2005). Necessary condition hypotheses as deterministic or probabilistic. *Qualitative Methods*, 3(1), 22-27.
19. Lieberman, S. (1985). *Making it count: The improvement of social research and theory*. Berkeley, CA: University of California Press.
20. Mahoney, J. (2001). Beyond correlational analysis. *Sociological Forum*, 16(3), 575-593.
21. Mahoney, J. (2004). Reflections on Fuzzy-set/QCA. *Qualitative Methods: Newsletter of Political Science Association*, 2(2) 17-21.
22. Mahoney, J., & Goertz, G. (2006). Contrasting quantitative and qualitative research. *Political Analysis*, 14(3), 227-249.
23. Mahoney, J., & Goertz, G. (2012). *A tale of two cultures: Quantitative and qualitative research in the social sciences*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
24. Ragin, Ch. (1987). *The comparative method*. Berkeley and Los Angeles, CA: University of California Press.
25. Ragin, Ch. (1998). Comparative methodology, fuzzy sets, and the study of sufficient causes. *APSA-CP: Newsletter of the Comparative Politics Section of the APSA*, 9(1), 18-22.
26. Ragin, Ch. (2000). *Fuzzy-set social science*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
27. Ragin, Ch. (2003). Fuzzy-set analysis of necessary conditions. In G. Gary, & H. Starr (Eds.), *Necessary conditions* (pp. 179-196). Lanham, MD: Rowman & Littlefield.
28. Ragin, Ch. (2004). Replies to commentators. *Qualitative Methods: Newsletter of Political Science Association*, 2(2), 22-25.
29. Ragin, Ch. (2005). Core versus tangential assumptions in comparative research. *Studies in Comparative International Development*, 40(1), 33-38.
30. Ragin, Ch. (2008). *Redesigning social inquiry: Fuzzy-sets and beyond*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
31. Ragin, Ch., & Rubinson, C. (2007). New Methods for Comparative Research? *Comparative Social Research*, 24(1) 373-389.
32. Ragin, Ch., Epstein, J., Duerr, D., & Kenworthy, L. (2008). Comparative employment performance: A fuzzy-set analysis. In L. Kenworthy, & A. Hicks (Eds.), *Method and substance in macrocomparative analysis* (pp. 67-90). Basingstoke, United Kingdom: Palgrave Macmillan.
33. Wickham-Crowley, T. (1992). *Guerrillas and revolution in latin America: A comparative study of insurgents and regimes since 1956*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.