

تکنیک‌های تجزیه و تحلیل میانجی و تعدیل آماری (نقدی بر مقاله‌ی بارون و کنی و دیگر نویسندگان) اجرا و تحلیل تکنیک‌ها با استفاده از بسته نرم‌افزاری R

حمیدرضا سامانی‌پور^۱ - دکتر امیرحسین محمدداودی^۲

چکیده

متغیرهای میانجی و تعدیل‌گر در تحقیقات و نظریه‌های روانشناسی کاربرد وسیعی دارند. متغیر میانجی در واقع اثر متغیر مستقل را به متغیر وابسته منتقل می‌نماید و متغیر تعدیل‌گر متغیری است که جهت و یا شدت رابطه بین یک متغیر مستقل یا پیش‌بین و یک متغیر وابسته یا ملاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در بسیاری از تحقیقات به تفاوت بین متغیر میانجی، متغیر تعدیل‌گر، عوامل مخدوش‌کننده و متغیرهای کمکی پرداخته شده است. روش‌های آماری متعددی برای ارزیابی و تحلیل متغیرهای میانجی و تعدیل‌گر وجود دارد. هدف از این پژوهش تبیین نقش متغیر میانجی و متغیر تعدیل‌گر در مدل و ارزیابی و نقد و بررسی رویه‌های تکنیکی و آزمون‌ها در مقاله بارون و کنی و دیگر نویسندگان در این خصوص می‌باشد. در پایان مقاله نیز پیشنهادهایی در خصوص استفاده بهتر از مدل‌ها و رویه‌ها ارائه گردیده و اجرای تحلیل میانجی با استفاده از بسته نرم‌افزاری R ارائه و با استفاده از نتایج بارون و کنی و دیگر نویسندگان و همچنین روش بوت استرپ مورد تفسیر قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: متغیر مداخله‌کننده، متغیر میانجی، متغیر تعدیل‌گر، آزمون میانجی، مدل‌های میانجی، تکنیک‌ها

Abstract:

Mediators and Moderators are widely used in research and psychological theories. The mediating variable actually transmits the effect of the independent variable to the dependent variable, and the moderator variable is a variable that affects the direction or intensity of the relationship between an independent or predictor variable and a dependent variable or criterion.

Many studies have examined the differences between mediating variables, moderating variables, confounding factors, and auxiliary variables.

There are several statistical methods for evaluating and analyzing mediator and moderator variables.

The purpose of this study is to explain the role of mediator variable and moderator variable in the model and to evaluate, critique and review technical procedures and tests in the article by Baron and Kenny and other authors in this regard.

At the end of the article, suggestions for better use of models and procedures are presented and the implementation of mediation analysis is presented using R software package and interpreted using the results of Baron and Kenny and other authors as well as the Bootstrap method.

Key Words: Interfering variable, Mediator variable, Moderator variable, Mediator test, Mediator models

مقدمه

وقتی متغیر سوم یا سازه‌سومی بین دو سازه مرتبط به همدیگر فاصله بیندازد، اثر متغیر میانجی ایجاد می‌شود. در واقع متغیر میانجی اطلاعات متغیر مستقل^۱ را به متغیر وابسته^۲ انتقال می‌دهد، بنابراین واسطه یا میانجی انتقال اطلاعات بین متغیرهای مستقل و وابسته می‌باشد. به عبارت دیگر متغیر میانجی متغیری است که بین دو متغیر دیگر قرار می‌گیرد و موجب ارتباط غیرمستقیم آن‌ها با یکدیگر می‌شود. متغیر میانجی از متغیر پیشین خود (متغیر مستقل) اثر پذیرفته و بر متغیر پسین خود (متغیر وابسته) اثر می‌گذارد و بیشتر اوقات زمانی مورد توجه قرار می‌گیرد که بین متغیر مستقل و وابسته رابطه بسیار قوی و بالا برقرار باشد.

عبارت "Mediation" دو معنا دارد: آشتی دادن و واسطه شدن. آشتی در ست در زمانی روی می‌دهد که شخص واسطه یا میانجی در جهت رفع اختلاف نظرهای دو طرف دعوا گام برداشته باشد و در همین وضعیت یا موقعیت دوم است که "واسطه شدن" تجسم عینی و واقعی پیدا می‌کند؛ چرا که در چنین وضعیتی یک فرد یا یک متغیر میانجی بین دو چیز یا دو شیء دیگر قرار می‌گیرد.

متغیر تعدیل‌کننده، متغیر مستقلی است که نقش ثانویه دارد و محقق اثر آن را در فرآیند آزمون فرضیه، در کنار متغیر مستقل بررسی می‌نماید. می‌توان گفت متغیر تعدیل‌کننده، دومین متغیر مستقلی است که بخاطر تعیین اثر آن در رابطه بین اولین متغیر مستقل و متغیر وابسته، انتخاب شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. متغیر تعدیل‌کننده عاملی است که توسط پژوهشگر انتخاب، اندازه‌گیری و یا دستکاری می‌شود تا مشخص شود که تغییر آن موجب تغییر رابطه بین متغیر مستقل و پدیده مشاهده شده می‌شود یا خیر. عبارت دیگر می‌توان اینطور بیان نمود که متغیر تعدیل‌کننده متغیری است که بصورت مستقیم بر جهت رابطه یا میزان رابطه متغیرهای مستقل و وابسته می‌تواند موثر باشد. اثرات این متغیر قابل مشاهده و اندازه‌گیری بوده و گاهی آن را متغیر مستقل فرعی نیز می‌نامند.

^۱. Independent Variable

^۲. Dependent Variable

واژه‌ی "Moderation" با دو مفهوم تعدیل کردن یا تقلیل دادن و اداره نمودن نمایان می‌گردد. در معنای اول مثلاً وقتی عنوان می‌شود "باد امروز کمی دمای هوا را کاهش داده است" منظور تعدیل یا تقلیل دادن است یا چنانچه بخواهیم تأثیر یک متغیر تعدیل‌کننده همچون حمایت اجتماعی را بر روی احساس افسردگی در بین اشخاص پر استرس ارزیابی نماییم؛ متوجه می‌شویم افرادی که با دیگران درباره مشکلات خویش گفتگو می‌کنند و مشکلات خود را با دیگران در میان می‌گذارند؛ رابطه بین استرس و افسردگی در آنان تقلیل یافته‌تر است. به بیان دیگر متغیر حمایت اجتماعی نقش تقلیل‌دهنده را در رابطه بین استرس و افسردگی داشته است. در معنای دوم (اداره کردن) بیشتر به مفهوم کنترل و یا نظارت کردن نزدیک بوده و با مفهوم متغیر کنترل ارتباط پیدا می‌کند و در چارچوب تکنیک آماری تعدیل، متغیر تعدیل‌کننده (یعنی همان متغیر کنترل)، رابطه بین متغیر مستقل و وابسته را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در ارتباط با روند شکل‌گیری تکنیک‌های آماری میانجی و تعدیل روایت تاریخی یکپارچه و منسجمی وجود ندارد. چنین به نظر می‌رسد که ریشه و خاستگاه گرایش به کاربرد میانجی در حوزه علوم اجتماعی به پژوهش‌ها و تلاش‌های پژوهشی سوول رایت^۱ در ارتباط با ابداع شیوه تحلیل مسیر^۲ باز می‌گردد. در واقع وی نیز همچون فرانسیس گالتون^۳ شیفته و مجذوب موضوع وراثت ژنتیکی شده بود. نخستین بار روانشناسان بوده‌اند که در ست در همان سال‌هایی که رایت سرگرم ابداع و ارائه شیوه تحلیل مسیر بوده؛ تعابیر میانجی و تعدیل را در مطالعات و پژوهش‌های حوزه‌ی روانشناسی بکار برده‌اند. بعنوان مثال هاوارد وارن^۴ در سال ۱۹۲۰ کتابی را با عنوان روانشناسی انسان نوشت و در همین کتاب به توصیف عملکرد سیستم عصبی بدین صورت پرداخته است که سیستم پایانه‌های عصبی همچون میانجی بین موجود زنده و محیط پیرامونش عمل می‌کند. در واقع وی عبارت میانجی را در مفهوم متعارف آن بکار برده است تا از همین رهگذر توضیح دهد که چگونه مغز و سیستم عصبی یا دستگاه عصبی بدن نقش یا کاربرد خویش را در ایجاد ارتباط بین بدن موجود زنده و محیط پیرامونش انجام می‌دهند. همچنین روزنبلوث^۵ روانشناس فیزیولوژیک از دانشکده هاروارد در مجموعه مقاله‌های خویش که در دهه‌ی ۱۹۳۰ منتشر نموده به نقش و عملکرد واسطه‌های شیمیایی در بوجود آمدن تحریک‌های عصبی اشاره نموده است. حقیقت امر این است که مفهوم میانجی در بدو امر در رشته‌های بیولوژی و شیمی مورد توجه قرار گرفته و سپس از همین حوزه‌ها وارد روان‌شناسی و سایر علوم اجتماعی شده است؛ روندی که به نیمه نخست سده بیستم باز می‌گردد.

در بررسی و تحلیل رابطه دو متغیر با یکدیگر سه حالت مطرح می‌شود: حالت اول: **آزمون t**؛ که در آن سطوح یک متغیر (مانند حمایت اجتماعی) در گروه‌های مختلف (مانند زنان و مردان) با هم مقایسه می‌شوند. حالت دوم: **آزمون مجذور خی**؛ که در این آزمون آماری، فراوانی‌های یک متغیر (مانند نژاد) با فراوانی‌های متغیر دیگری (مانند مذهب) مقایسه می‌شوند. حالت سوم: **همبستگی**؛ که رابطه بین سطوح یک متغیر (مانند افسردگی) و متغیر دیگری (مانند نوع دوستی) را نشان می‌دهد. هر گاه یک متغیر سوم مطرح شود؛ وضعیت موجود حتی جالب‌تر و پیچیده‌تر هم می‌شود. در همین ارتباط روش رگرسیون چندگانه بعنوان شیوه‌ای مناسب جهت بازنمایی همین وضعیت بسط یافته بکار می‌رود، چرا که همین تکنیک آماری روش مناسب در زمینه محاسبه آماری میانجی و تعدیل می‌باشد.

بارون و کنی^۶ متغیر میانجی را اینگونه تعریف نموده‌اند: متغیر میانجی برای رابطه بین متغیر پیش‌بین و متغیر ملاک دلیل ارائه می‌کند. آنان در مقاله خود به بهترین شکل ممکن به مقایسه متغیر تعدیل‌کننده و متغیر میانجی پرداخته‌اند؛ تا آنجا که به جرأت می‌توان گفت تاکنون کسی چنین مقایسه‌ای را انجام نداده است. در این مقاله بیان شده که متغیر تعدیل‌کننده زمانی مطرح می‌شود که اثر معینی نگاه داشته می‌شود، درحالی‌که متغیر میانجی چگونگی یا چرایی رخداد چنین اثری را بیان می‌کند. بطور دقیق‌تر می‌توان گفت که تعدیل‌حالتی را توصیف می‌کند که در آن متغیر سوم (که همان متغیر تعدیل‌کننده می‌

^۱. Sewell Wright

^۲. Path Analysis

^۳. Francis Galton

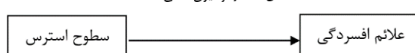
^۴. Howard Warrn

^۵. Rosenblueth

^۶. Reuben M. Baron & David A. Kenny

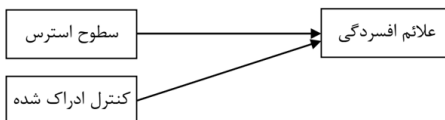
باشد) بکار می‌رود تا مشخص کند که تحت چه شرایطی بین متغیر پیش‌بین و متغیر نتیجه همبستگی وجود خواهد داشت. به بیان دیگر متغیر پیش‌بین و متغیر تعدیل‌کننده همزمان بوده‌اند؛ اما احتمالاً بر روی یکدیگر اثری ندارند. در مقابل، در حالت میانجی متغیر پیش‌بین و متغیر میانجی‌کننده با یکدیگر رابطه دارند. بر همین اساس در حالت تعدیل، رابطه علی (رابطه علت و معلولی) مطرح نمی‌باشد، در حالیکه در وضعیت میانجی اینگونه است. برای روشن شدن موضوع تصور کنید یک پژوهش‌گر با بهره‌گیری از رگرسیون خطی ساده، متغیر استرس خود اظهاری را جهت پیش‌بینی سطح افسردگی خود اظهاری بکار برده باشد. (شکل ۱- حالت مربوط به تحلیل آماری در حالت دو متغیری است که در واقع به کارگیری تکنیک رگرسیون خطی ساده را نشان می‌دهد). اما همین پژوهش‌گر فرضی بعداً متوجه می‌شود که با در نظر گرفتن یک متغیر سوم یعنی کنترل ادراک شده امکان بررسی و تحلیل همین رابطه وجود دارد. او می‌داند افرادی که هر چه بیشتر مراقب موقعیت‌هایی هستند که در آن قرار می‌گیرند؛ کمتر از رویدادهای استرس‌زا تأثیر می‌پذیرند و در نتیجه کمتر افسرده می‌شوند. اما در چنین شرایطی این پرسش پیش می‌آید که این متغیر جدید را چگونه باید در نظر گرفت؟

شکل ۱- رگرسیون خطی ساده



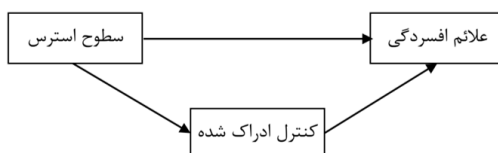
همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود؛ برخی پژوهشگران آن را صرفاً بعنوان یک متغیر پیش‌بین به رگرسیون اضافه می‌کنند. گرچه همین تحلیل آماری می‌تواند تا حدودی جالب توجه باشد؛ اما با اینکه در بر دارنده بکارگیری هر سه متغیر در یک تحلیل آماری است؛ اما هیچ یک از دو تکنیک آماری میانجی محسوب نمی‌شود. این رویکرد مثالی از تأثیرات افزایشی^۱ است که در آن اثر متغیر استرس به اثر متغیر کنترل ادراک شده در پیش‌بینی نمرات متغیر افسردگی افزوده می‌شود. هر یک از دو متغیر پیش‌بین تا حدودی مشارکت می‌کنند و رگرسیون از نظر آماری آنها را اضافه می‌کند. اما میانجی گامی فراتر از آثار افزایشی است.

شکل ۲- اضافه کردن یک متغیر سوم به رگرسیون خطی ساده



موضوع اساسی در تکنیک میانجی، همان ساز و کاری است که در رابطه بین دو متغیر پیش‌بین و ملاک عمل می‌کنند. در واقع در چارچوب میانجی این امکان بررسی می‌شود که آیا مثلاً استرس می‌تواند متغیر کنترل ادراک شده و در نتیجه میزان افسردگی را پیش‌بینی نماید. توجه داشته باشید در حالت موجود در شکل ۲، از رابطه‌ی بین استرس و کنترل ادراک شده سخن گفته نمی‌شود. به بیان دیگر در چنین حالتی هر دو متغیر مستقل اثر پیش‌بینی‌کنندگی یکسانی دارند و رابطه‌ی آنها با یکدیگر صرفاً همبستگی است و نه رابطه‌ی جهت‌دار یا پیش‌بینی‌کنندگی. اما در تکنیک میانجی در واقع، رابطه بین متغیر مستقل یعنی استرس و متغیر میانجی (کنترل ادراک شده) و همچنین قابلیت هر دو متغیر در پیش‌بینی میزان افسردگی بررسی می‌شود (شکل ۳).

شکل ۳- نمایش یک میانجی ساده

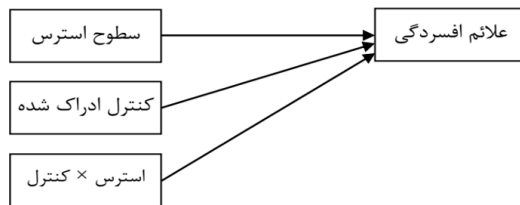


حالت بعدی که مطرح می‌شود مسأله تعدیل است؛ تعدیل در واقع نوعی رابطه و تعامل بین دو متغیر مستقل را شامل می‌شود. تعدیل شبیه مدل افزایشی ساده است با این تفاوت که در اینجا تعامل نیز در نظر گرفته می‌شود که تأثیر افزایشی آن از اهمیت

^۱. additive effects

اساسی برخوردار است (شکل ۴). تعامل، تغییر پذیری متغیر وابسته را در محدوده‌ی بالا و پایین این دو اثر افزایشده توصیف می‌کند و به بیان دقیق‌تر در این مورد که این دو متغیر مستقل در کنار هم چگونه متغیر وابسته را پیش‌بینی می‌کنند؛ اطلاعات مهمی در اختیار ما قرار می‌دهد.

شکل ۴- نمایش یک تعامل ساده

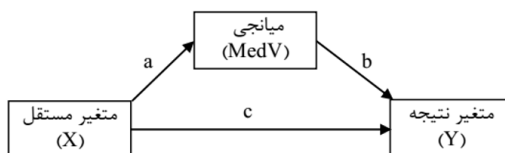


در ادامه مقاله ابتدا به بررسی مفاهیم مربوط به موضوع میانجی و تعدیل عنوان شده در مقاله بارون و کنی و سایر نظرات نویسندگان در مورد آنها پرداخته و سپس به چالش‌های موارد مطرح شده می‌پردازیم و در پایان مقاله به ارائه پژوهش‌ها و نوآوری‌ها پس از انتشار مقاله بارون و کنی و ارائه پیشنهادات نویسندگان مختلف در خصوص بررسی اثر میانجی و تعدیل خواهیم پرداخت.

مفهوم میانجی از دیدگاه مقاله بارون و کنی

همانطور که اشاره شد بارون و کنی تعریف نموده‌اند متغیر میانجی برای رابطه بین متغیر پیش‌بین و متغیر ملاک دلیل ارائه می‌کند. آنان در مقاله خویش نمودار مدل در حالت میانجی را چنانکه در شکل (۵) دیده می‌شود، نشان داده‌اند. شایان ذکر است که آنان میانجی را در واقع یک زنجیره علی در نظر گرفته‌اند که دو مسیر علی b و c را در بر می‌گیرد. البته در جای خود بار دیگر به همین موضوع خواهیم پرداخت. (همچنین توجه داشته باشید که در وضعیت میانجی آنها از اصطلاح متغیر مستقل استفاده می‌کنند، گرچه این مدل می‌تواند برای حالت‌هایی که متغیرهای پیش‌بین دستکاری نشده‌اند نیز بکار رود).

شکل ۵- نمایش وضعیت میانجی پایه توسط بارون و کنی



بارون و کنی در مقاله‌ی خویش مجموعه شرایط خاصی را مطرح نموده‌اند که متغیرهای میانجی باید چنین شرایطی را دارا باشند. به بیان دیگر هر متغیری که واجد شرایط زیر باشد؛ از دیدگاه بارون و کنی می‌تواند نقش متغیر میانجی را ایفا کند:

۱. متغیر مستقل باید همبستگی معناداری با متغیر میانجی یا واسطه داشته باشد (مسیر a در شکل ۵). ۲. متغیر میانجی باید همبستگی معناداری با متغیر وابسته داشته باشد (مسیر b در شکل ۵). ۳. هرگاه مسیرهای a و b کنترل شوند؛ رابطه بین متغیر مستقل و وابسته که پیشتر معنادار بوده؛ دیگر معنادار نباشد؛ ضمن اینکه هرگاه مسیر c صفر باشد؛ قوی‌ترین رابطه‌ی میانجی نمایان خواهد شد.

سه شرط بالا دربردارنده‌ی اطلاعات مهم و قابل توجهی است. به همین جهت لازم است تا با تفصیل بیشتری به موضوع پرداخته شود. نکته نخست که باید مدنظر قرار بگیرد؛ آن است که بین هر سه متغیر باید رابطه‌ی معناداری وجود داشته باشد (گرچه معناداری رابطه بین متغیر مستقل و متغیر وابسته نیازمند روش‌های هرچه بیشتر است که در ادامه به آن خواهیم پرداخت). دوم اینکه نیازی نیست جهت رابطه‌ها مثبت (ایجابی) باشد (هر چند بارون و کنی به صراحت به این نکته اشاره ننموده‌اند). همبستگی‌ها خواه مثبت باشند یا منفی است باید به لحاظ آماری معنادار باشند. سومین نکته که سبب بیشترین سردرگمی می‌شود؛ آن است که میانجی هنگامی معنا پیدا می‌کند که با معرفی مسیر غیرمستقیم، مسیر c تقلیل یابد. چنانچه بخواهیم نقل قول بارون و کنی را عیناً و کلمه به کلمه بیان نماییم؛ باید بگوییم که رابطه بین دو متغیر مستقل و وابسته که زمانی معنادار بوده؛

دیگر معنادار نباشد. بسیاری همین شرط سوم را اینگونه تعبیر کرده و می‌کنند که همین که رابطه‌ی C معناداری خود را از دست بدهد، رخداد میانجی تأیید می‌شود و عبارتی همین شرط کفایت می‌کند. اما با دقت بیشتر در مطالب مقاله متوجه می‌شویم که بارون و کنی یادآور شده‌اند از آنجایی که در حوزه‌ی روانشناسی رابطه‌های علی متعدد موضوعیت دارد، شاید واقع بینانه نباشد که مسیر C به صفر تقلیل پیدا کند (زمانی که متغیر میانجی در معادله وجود دارد). به همین جهت آنان تأکید نموده‌اند که شاید کاهش معنادار مسیر C انتظار واقع بینانه‌تری باشد تا اینکه مقدار آن به صفر برسد. در ادامه مقاله، بارون و کنی رویه‌های تکنیکی را برای آزمون میانجی مطرح نموده‌اند. آنها استدلال می‌کنند که سه تحلیل رگرسیون برای آزمون میانجی لازم است:

۱. رگرسیون متغیر میانجی بر اساس متغیر مستقل (متغیر مستقل به عنوان پیش‌بین و متغیر میانجی به عنوان متغیر نتیجه) وارد رگرسیون می‌شوند. ۲. رگرسیون متغیر وابسته بر اساس متغیر مستقل ۳. رگرسیون متغیر وابسته بر اساس متغیرهای مستقل و میانجی

بارون و کنی بر پایه همین سه معادله رگرسیونی چنین اظهار داشته‌اند که سه شرط زیر باید وجود داشته باشد تا وجود رابطه میانجی تأیید شود: ۱. در معادله اول، متغیر مستقل باید متغیر میانجی را پیش‌بینی کند. ۲. در معادله دوم، متغیر مستقل باید باید متغیر وابسته را پیش‌بینی کند. ۳. در معادله سوم، متغیر میانجی باید متغیر وابسته را پیش‌بینی کند.

آزمون میانجی با در نظر گرفتن هر سه شرط بالا چنین است:

۴. اثر متغیر مستقل بر روی متغیر وابسته در معادله‌ی سوم در مقایسه با معادله‌ی دوم کمتر باشد.

حال پرسش این است که آیا این شرط به تنهایی وجود رابطه‌ی میانجی را تأیید می‌کند؟ واقعیت این است که بسیاری از نویسندگان (مانند مکینون^۱، لاکوود^۲، هافمن^۳، وست^۴ و شیتز^۵، ۲۰۰۲) چنین باوری ندارند و معتقدند که شرط مزبور به تنهایی نمی‌تواند وجود رابطه میانجی را تأیید کند. قاعده‌ی تصمیم‌گیری «اثرگذاری کمتر» هم ساده و هم بیش از اندازه مبهم است. البته چنانچه بخواهیم جانب انصاف را رعایت کنیم؛ باید به این نکته هم اشاره نماییم که بارون و کنی در مقاله خویش خوانندگان را به آزمون پیشنهادی سوبل^۶ (۱۹۸۲) مبنی بر معناداری اثر غیرمستقیم هم ارجاع داده‌اند. موضوعی که شاید تکرار و بازگویی آن در بخش حاضر چندان هم بی‌مناسبت نباشد. آنان "خطای معیار اثر غیرمستقیم یا ab" را در قالب رابطه‌ی زیر بیان نموده‌اند:

$$\sqrt{b^2s_a^2 + a^2s_b^2 + s_a^2s_b^2} \quad (\text{فرمول ۱-۲})$$

در رابطه بالا، a و b به ترتیب ضرایب رگرسیون غیر استاندارد مسیرهای a و b و S_a و S_b هم خطای معیار مربوط به هر یک را نشان می‌دهند. واقعیت این است که بهره‌گیری از فرمول سوبل در محاسبه‌ی معناداری اثر میانجی نوآوری مهمی در این عرصه بوده که بکارگیری آن در حال حاضر هم چنان می‌تواند مناسب و راهگشا باشد. اتفاق نظری که اکنون وجود دارد این است که رویکرد مرحله‌ای به خودی خود کافی نیست، بلکه نمره Z سوبل، یا خروجی‌های آماری دیگر (مانند فاصله اطمینان) برای تأیید یا رد فرضیه میانجی ضروری می‌باشند.

^۱. Mackinnon

^۲. Lockwood

^۳. Hoffman

^۴. West

^۵. Sheets

^۶. Sobel

مفهوم تعدیل از نگاه مقاله بارون و کنی

نگارندگان مقاله‌ی مزبور کار خویش را با معرفی تکنیک تعدیل آماری آغاز نموده و متغیر تعدیل کننده را اینگونه تعریف نموده اند: *متغیری که جهت و یا شدت رابطه بین یک متغیر مستقل، یا پیش‌بین و یک متغیر وابسته یا ملاک را تحت تأثیر قرار بدهد؛ متغیر تعدیل کننده می‌باشد.* در همین ارتباط آنان متغیرهایی همچون *نژاد و جنسیت* را بعنوان مثال ارائه نموده‌اند. بارون و کنی یادآور شده‌اند که در نتیجه بکارگیری تحلیل واریانس (ANOVA) یک عبارت تعامل بین دو متغیر مستقل یا پیش‌بین بدست می‌آید؛ ضمن اینکه همین تعامل آماری را می‌توان و بایستی در قالب مفهوم تعدیل بیان نمود. البته آنان متغیرهای حوزه‌ی روانشناسی اجتماعی را در مثال‌های خویش بکار برده‌اند. بنابراین چنانچه خواننده یا مخاطب شناخت چندانی از اصول و مبانی پژوهش در حوزه‌ی روانشناسی اجتماعی نداشته باشد؛ شاید در ارتباط با درک ساز و کارهای روش تحلیل واریانس و پی بردن به میزان مناسبت و ارتباط همین روش تحلیل آماری با اصول و مبانی پژوهش‌های مربوط به حوزه‌ی روانشناسی اجتماعی دچار برخی سوء تفاهم‌ها و سوء برداشت‌ها شود. در ادامه برای روشن شدن موضوع به ارائه یک مثال می‌پردازیم:

فرض کنید مجموعه داده‌هایی را در اختیار داریم که وضعیت کارکرد بالغین و بزرگسالان را نشان می‌دهد. در همین چارچوب بسیار کنجکاو هستیم که بدانیم آیا گزارش‌ها و داده‌های مربوط به شدت/استرس قابلیت آن را دارند که امکان بروز علائم و نشانه‌های افسردگی را در میان گروه جوانان پیش‌بینی نمایند؟ بعلاوه اینکه آیا چنین رابطه‌ای از موقعیت/اجتماعی-اقتصادی افراد (SES) تأثیر می‌پذیرد؟ متغیر نتیجه در این طرح علائم/افسردگی می‌باشد که بوسیله‌ی پرسشنامه خودگزارشی فهرست شخصیت چند وجهی مینه‌سوتا^۱ (MMPI) مورد سنجش قرار گرفت. متغیرهای پیش‌بین نیز شامل شدت/استرس و موقعیت اجتماعی-اقتصادی افراد، هر دو از نوع متغیرهای پیوسته می‌باشند. بنابراین برای آنکه بتوانیم کار تحلیل آماری داده‌ها را در چارچوب تحلیل واریانس انجام دهیم باید متغیرهای پیوسته را به متغیرهای طبقه‌ای تبدیل کنیم. بدین منظور از نرم‌افزار SPSS بهره گرفتیم. پس از آنکه منحنی توزیع نمره‌ها را ارزیابی نمودیم، متغیرهای پیوسته را به سه گروه پایین، متوسط و بالا طبقه‌بندی نموده که حجم و اندازه هر یک از این گروه‌های سه‌گانه در حدود ۹۹ در صد کل نمونه مورد مطالعه می‌باشد. برای هر دو متغیر SES و شدت استرس، سه مقدار کد ۱ (پایین)، کد ۲ (متوسط) و کد ۳ (بالا) را در نظر گرفته، سپس با انتخاب آزمون تحلیل تک متغیره^۲ تحلیل را انجام می‌دهیم. یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد که اثر اصلی شدت افسردگی معنادار^۱ ($F(2,10.76)=91.85, p < 0.001$) اما اثر اصلی متغیر موقعیت اجتماعی-اقتصادی فرد معنادار نبود. ضمن اینکه تعامل نیز معنادار نبود. آزمونی که برای بررسی رخداد تعدیل بکار می‌رود، همان عبارت تعامل است که باید معنادار بودن یا نبودن آن را مورد ملاحظه قرار دهیم. در مورد مثال مذکور دریافتیم که متغیر SES رابطه بین شدت/استرس و علائم/افسردگی را تعدیل نمی‌کند. به بیان دیگر میانگین افسردگی در هر سه گروه استرس پایین، استرس متوسط و استرس بالا در نتیجه‌ی تغییر در موقعیت اجتماعی، اقتصادی فرد دچار تغییر نمی‌شود. بعنوان مثال افراد گروه استرس بالا فارغ از اینکه به کدام یک از خانوارهای دارای موقعیت اجتماعی-اقتصادی بالا، پایین یا متوسط تعلق داشتند؛ سطح و میزان افسردگی را یکسان گزارش نمودند.

بکارگیری تکنیک تحلیل واریانس را به این دلیل شرح داده شد که بیان شود تعدیل صرفاً محدود به رگرسیون چندگانه نمی‌شود؛ بلکه در همین ارتباط می‌توان تکنیک تحلیل واریانس را هم بکار گرفت (در نظر داشته باشید که تحلیل واریانس مورد خاصی از رگرسیون است). با این حال در ارتباط با بکارگیری تکنیک تحلیل واریانس و رگرسیون چندگانه تفاوت‌هایی هم وجود دارد. چنانچه پژوهشگر بخواهد تکنیک تحلیل واریانس را بکار بگیرد؛ باید متغیرهای پیش‌بین مقوله‌ای (طبقه‌ای) را بکار ببرد؛ در حالی که در مورد تکنیک رگرسیون چندگانه چنین ضرورتی وجود ندارد. همچنین بکارگیری تکنیک تحلیل واریانس مستلزم آن است که هر دو متغیر پیش‌بین از نوع طبقه‌ای (دو سطح گسسته یا بیشتر) باشد؛ در حالی که تعدیل در رگرسیون چندگانه

^۱. Minnesota Multiphasic Personality Inventory

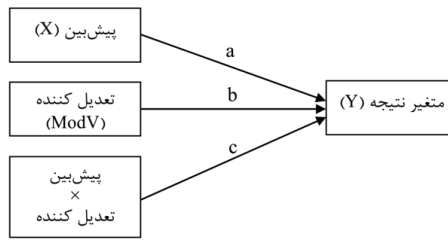
^۲. Univariate analysis

مستلزم آن است که دست کم یک متغیر پیشین پیوسته باشد. بارون و کنی در مقاله خود چهار احتمال مختلف را مطرح نموده‌اند که عبارتند از:

۱. متغیر مستقل طبقه‌ای و متغیر تعدیل‌کننده طبقه‌ای (در چنین حالتی تکنیک تحلیل واریانس بکار برده می‌شود).
 ۲. متغیر مستقل پیوسته و متغیر تعدیل‌کننده طبقه‌ای
 ۳. متغیر مستقل طبقه‌ای و متغیر تعدیل‌کننده پیوسته
 ۴. متغیر مستقل پیوسته و متغیر تعدیل‌کننده پیوسته (هر سه حالت آخر با استفاده از رگرسیون چندگانه تحلیل می‌شوند)
- بارون و کنی در مقاله‌ی خود یادآور شده‌اند که متغیر تعدیل‌کننده در واقع متغیر سومی است که بر همبستگی مرتبه صفر^۱ بین دو متغیر دیگر تأثیر می‌گذارد. این نوع تحلیل متعارف را تحت عنوان همبستگی تفکیکی با استفاده از نرم افزار Spss به سادگی می‌توان انجام داد. بعنوان مثال می‌توان بررسی نمود که آیا همبستگی بین سطح اضطراب و سطح افسردگی از متغیر سومی همچون جنسیت هم تأثیر می‌پذیرد. با استفاده از مجموعه‌ی دیگری از داده‌های پژوهشی مشخص گردید همبستگی مرتبه صفر بین متغیر اضطراب و متغیر افسردگی همان‌گونه که انتظار می‌رفت؛ تا حدود زیادی تعدیل شده است ($p < 0.001$ و $r(653) = 0.605$). بدین ترتیب حدس زده شد که ممکن است همبستگی در دو جنس مرد و زن متفاوت باشد؛ با استفاده از تکنیک همبستگی تفکیکی درجه پایین‌تری از همبستگی بدست آمد ($r(653) = 0.001$ ، $p < 0.001$). با تفکیک جنسیت و سپس محاسبه درجه همبستگی بین اضطراب و افسردگی ملاحظه گردید که رابطه قوی‌تری بین این دو متغیر در گروه زنان وجود دارد. (در گروه زنان $p < 0.001$ و $r(279) = 0.635$) و (در گروه مردان $p < 0.001$ و $r(374) = 0.516$). در واقع به کارگیری همبستگی تفکیکی سبب حذف اثر متغیر جنسیت بر همبستگی دو متغیر دیگر می‌شود. با این حال نباید فراموش کرد که بکارگیری تکنیک همبستگی تفکیکی به تنهایی نمی‌تواند ما را در تعیین معناداری تغییر درجه همبستگی یاری نماید. در همین مورد اخیر با اینکه درجه همبستگی دو متغیر در گروه زنان شدت بالاتری دارد؛ اما با توجه به کاربرد تکنیک همبستگی تفکیکی امکان مناسبی در اختیار نداریم تا معنادار بودن همین تفاوت در درجه همبستگی را تعیین نماییم. چنانچه به منظور تحلیل اثر تعدیل‌کننده متغیر از تکنیک مناسب یعنی رگرسیون چندگانه استفاده می‌کردیم؛ می‌توانستیم در مورد معناداری همین تفاوت در درجه همبستگی اظهار نظر نماییم. نکته جالب در مورد همین پاراگراف از مقاله بارون و کنی (صفحات ۲۲۷۹-۲۲۷۶) آن است که آنان اصطلاح همبستگی تفکیکی را بکار نبرده‌اند؛ به همین جهت شاید برای آن عده که با مفهوم همبستگی آشنایی دارند؛ سخت و دشوار باشد که بین مفهوم تعدیل و همبستگی تفکیکی ارتباط و پیوند برقرار نمایند.
- بارون و کنی مفهوم تعدیل و ساز و کار آن را در قالب مدل مسیر بازنمایی نموده‌اند (شکل ۶). در چارچوب همین شکل، آنان به درستی توجه مخاطب و خواننده را به مسیر سوم (متغیر پیشین × متغیر تعدیل‌کننده) معطوف ساخته و بیان نموده‌اند که فارغ از اینکه این عبارت پیش‌بین معناداری هست یا خیر، آزمونی است که برای ارزیابی رخداد تعدیل به کار می‌رود. در واقع همین اظهار نظر که در اینجا ارائه شده؛ شامل دو بخش است. نخست اینکه آنچه آنان ترسیم نموده‌اند، همان مدل مسیر رگرسیون چندگانه معمول است؛ به این معنا که یک متغیر نتیجه و چند متغیر پیش‌بین را در بر می‌گیرد. دوم اینکه آنان به درستی بر روی عبارت سوم (c) متمرکز شده و آن را بعنوان آزمون تعدیل در نظر گرفته‌اند. با این حال همین موضوعیت دادن به c این واقعیت را تحت الشعاع قرار داده است که دو عبارت دیگر یعنی a و b هم اطلاعات مفید و مناسبی را به دست می‌دهند. گروهی از کاربران با چشم پوشی از یافته‌های مربوط به اثر اصلی a و b توجه خویش را صرفاً بر روی عبارت تعامل معطوف می‌سازند. سوم اینکه روشن نیست که این عبارت تعامل چگونه بدست می‌آید. با وجود اینکه بارون و کنی عبارت تعامل را حاصل ضرب دو عبارت a و b در نظر گرفته‌اند؛ اما در مقاله خویش آشکارا و با صراحت توضیح نداده‌اند که همین عبارت تعامل در واقع در نتیجه ضرب کردن ساده همین دو متغیر در همدیگر بدست می‌آید.

^۱. Zero-order correlation

شکل ۶- نمایش وضعیت تعدیل پایه توسط بارون و کنی



نکته‌ی جالب دیگری که بارون و کنی در مقاله خود مطرح نموده و اشاره به آن در این بخش می‌تواند سودمند باشد؛ به رابطه بین متغیر پیش‌بین و متغیر تعدیل کننده مربوط می‌شود. این دو پژوهشگر یادآور شده‌اند که بهتر آن است متغیر تعدیل کننده با هر دو متغیر پیش‌بین و متغیر ملاک (وابسته) همبسته نباشد؛ زیرا در این صورت است که عبارت تعامل آشکارا تفسیر پذیر می‌شود. اینطور برداشت می‌شود که آنان از این واقعیت آگاهی داشته‌اند که چنانچه متغیر تعدیل کننده همبستگی قوی با متغیر پیش‌بین داشته باشد؛ در این صورت وضعیت مشکل ساز همخطی چندگانه پیش می‌آید. در اصل پیش‌بین‌هایی که با یکدیگر همبستگی قوی دارند، واریانس قابل توجهی را به اشتراک گذاشته و در عوض توانایی محاسبات حداقل مجذورات در رگرسیون چندگانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند که در این صورت برآوردهای واریانس مشترک و یکتا روشن و بدون ابهام نخواهد بود. آیکن^۱ و وست (۱۹۹۱) با تفصیل بیشتری به جزئیات همین موضوع پرداخته و بر همین اساس این پرسش را مطرح نموده‌اند که آیا منظور این است که متغیرهای پیش‌بین و تعدیل کننده همان گونه که بارون و کنی توصیه نموده‌اند؛ باید یا بهتر است که همبسته نباشند؟ البته چنانچه بخواهیم بر پایه تجربه شخصی اظهار نظر نماییم؛ باید بگوییم که چنین ادعایی بحث برانگیز است؛ چرا که بارون و کنی نبود همبستگی را مطلوب قلمداد نموده و به هیچ وجه آن را شرط لازم ندانسته‌اند. با این حال به نظر می‌رسد که عده‌ای با همین دیدگاه تجویزی به شکل تعصب آمیزی برخورد نموده و یادآور شده‌اند که متغیر تعدیل کننده نباید با متغیر پیش‌بین رابطه همبستگی داشته باشد. عبارت دیگر می‌توانیم بگوییم که متغیر تعدیل کننده نباید رابطه همبستگی قوی با متغیر پیش‌بین یا متغیر نتیجه داشته باشد؛ اما معنادار نبودن رابطه همبستگی شرط لازم نیست.

موضوع یا نکته جالب توجه دیگر که کاملاً نادیده گرفته شده است؛ موضوع تعدیل درجه دوم می‌باشد. واقعیت این است که در ارتباط با وجه تمایز تعدیل خطی و تعدیل درجه دوم، بارون و کنی زبان خاصی را جهت شناساندن حالت متغیر تعدیل کننده پیوسته و متغیر پیش‌بین مقوله‌ای (طبقه‌ای) بکار گرفته‌اند و همین در واقع پرسش‌هایی چند را در ذهن خوانندگان مقاله به وجود آورده و در مواردی آنان را دچار سردرگمی نموده است. آنان نمودار تعدیل خطی را به صورت یک خط مستقیم ترسیم نموده‌اند؛ در حالی که در مورد تعدیل درجه دوم، نمودار را بصورت یک خط منحنی بالا رونده ترسیم کرده‌اند. با این حال بسیاری از مخاطبان و خوانندگان مقاله همچنان تصویر درستی از وجه تمایز تعدیل خطی و تعدیل درجه دوم ندارند. بارون و کنی به درستی بر روی این مسأله تأکید نموده‌اند که بسیاری از پژوهشگران در تحلیل‌های خود تعدیل نوع خطی را بکار می‌برند. حقیقت امر این است که به ندرت پیش می‌آید پژوهشگران روش تعدیل درجه دوم را جهت ارزیابی و تحلیل داده‌ها بکار بگیرند. البته چنین گزاشی در بین پژوهشگران چندین دلیل دارد. نخست اینکه پژوهشگران معمولاً باور چندانی به تحلیل‌های آماری درجه دوم ندارند. دوم اینکه بیشتر پژوهشگران نمی‌دانند که چنین شیوه‌هایی را چگونه باید بکار بگیرند. بالاخره اینکه حتی اگر هم پژوهشگران کار محاسبه و تحلیل آماری را به درستی انجام دهند؛ باز هم نرم‌افزار مناسبی در اختیار ندارند که بتوانند با آن کار ترسیم نمودار را انجام بدهند و در نتیجه به سرعت شکل نمودار حاصل را تعیین کنند.

بالاخره اینکه بارون و کنی در جای جای بخش مربوط به تعدیل نگرانی‌ها در مورد مسأله خطای اندازه‌گیری را بازتاب داده‌اند. تا آن جا که شاید همین اشاره‌ها و نقل قول‌ها سبب آزردهی خاطر بیشتر خوانندگان شود. اما واقعیت این است که هرچند این موضوع از اهمیت برخوردار است و باید مورد توجه قرار بگیرد، بیشتر خوانندگان به درستی نمی‌دانند که چگونه باید خطای اندازه‌گیری را منظور و یا تعدیل نمایند. باید به این نکته اشاره نماییم که سنجش و اندازه‌گیری همه متغیرها با درصد و نسبتی از خطا همراه می‌باشد. به همین جهت کارشناسان آمار برای آنکه پی ببرند همین خطای اندازه‌گیری تا چه اندازه قابلیت

^۱. Aiken

^۲. Quadratic moderation

تکنیک‌های آماری گوناگون را از جهت ارائه تصویری دقیق از روند داده‌های پژوهش تحت تأثیر قرار داده است، از هر گونه تلاشی دریغ نمی‌ورزند. بطور کلی دو وضعیت زیر می‌تواند مشکل‌ساز باشد و باید از آن پرهیز شود:

۱. خطای تصادفی بیش از اندازه

۲. خطای غیر تصادفی بیش از اندازه

در ارتباط با حالت نخست، باید مقیاس‌هایی را جهت اندازه‌گیری سازه‌ها بکار بگیریم که از سطح بالایی از پایایی درونی و پایایی بازآزمایی برخوردار باشند. اما در ارتباط با حالت دوم، چاره‌ای جز آن نداریم که ضمن بکارگیری مقیاس‌های پایا امیدوار باشیم که در زمینه انتخاب و گزینش افراد یا گروه‌ها دچار سوگیری نشده باشیم.

واقعیت این است که رخداد خطای غیر تصادفی در نتیجه سوگیری‌ها، آمایه یا سخ و یا اثرگذاری عوامل تأثیرگذار بیرونی روی می‌دهد و در نتیجه درجه پایایی مقیاس اندازه‌گیری از جهت اندازه‌گیری یک ویژگی یا یک متغیر در بین گروه‌های مختلف مخدوش می‌شود. کاربران به ندرت این مشکل را مورد بررسی قرار می‌دهند. بنابراین در اکثر مواقع این مشکل در داده‌ها پنهان می‌ماند. بارون و کنی به جهت اهمیت خاصی که پدیده‌ی خطای غیر تصادفی دارد؛ آن را مطرح نموده‌اند. درست است که برخی ادعا می‌کنند نتیجه‌ی کار تعدیل چنانچه معلوم و مفروض باشد، از درجه استعمال یکسانی در همه گروه‌ها و در شرایط مختلف برخوردار است؛ اما حقیقت امر این است که پدیده‌ی خطای غیر تصادفی می‌تواند اعتبار چنین ادعاهایی را مخدوش نماید. آنها بکارگیری تکنیک مدل‌یابی معادله ساختاری^۱ (مانند نرم‌افزار آماری لیزرل^۲) را در جهت رفع مشکل مزبور پیشنهاد نموده‌اند.

یک راهکار مناسب برای مواجه شدن با خطای اندازه‌گیری حذف آماری آن است. برای این کار می‌توان از مدل‌یابی متغیر پنهان بهره گرفت که در چارچوب برنامه‌های نرم‌افزاری مدل‌یابی معادله ساختاری همچون "Mplus"، "Lisrel"، "Eqs" و "Amos" انجام می‌گیرد. شاید در اینجا اشاره به این نکته بی‌مناسبت نباشد که بسیاری از متخصصان آمار چندین دهه است که در پی یافتن روشی مناسب و معتبر هستند تا بتوانند تعدیل را با استفاده از متغیر پنهان اجرا نمایند؛ یعنی تعدیلی که در آن خطا از متغیرهای پیش‌بین اندازه‌گیری شده حذف می‌شود (مولدر^۳ و آلژینا^۴، ۲۰۰۲)، در همین زمینه می‌توان به پینگ^۵ (۱۹۹۶)، یورسکوگ^۶ (به نقل از آلژینا و مولدر^۳، ۲۰۰۱)، کنی و جاد^۷ (۱۹۸۴)، بولن^۸ و پاکستون^۹ (۱۹۹۸) و جاکارد^{۱۰} و وان^{۱۱} (۱۹۹۶) اشاره نمود که روش‌هایی را جهت آزمون تعدیل با متغیر پنهان پیشنهاد نموده‌اند. دستیابی به این هدف مهم تا حدودی شبیه تلاش برای رسیدن به جام مقدس است؛ چرا که چنین هدفی چنان اهمیت دارد که هر گونه تلاشی در این زمینه می‌تواند ارزش شمند باشد. با این حال هنوز پژوهشگران در مورد هیچ یک از این روش‌های پیشنهادی به اتفاق نظر نرسیده‌اند.

چالش‌هایی در مواجهه با دیدگاه مقاله بارون و کنی

اگرچه مقاله بارون و کنی از بوته آزمایش سربلند بیرون آمده و این روزها برای همه پژوهشگرانی که می‌خواهند دو تکنیک آماری میانجی و تعدیل را بکار ببرند، منبع علمی تعیین کننده به شمار می‌آید؛ اما این واقعیت را هم نباید از نظر دور داشت که همچنان موارد و زمینه‌های چالشی در ارتباط با بکارگیری دو تکنیک مزبور وجود دارند که گاهی اوقات سبب سردرگمی

^۱. Structural Equation Modelling (SEM)

^۲. Lisrel

^۳. Mulder

^۴. Algina

^۵. Ping

^۶. Joreskog

^۷. Judd

^۸. Bollen

^۹. Paxton

^{۱۰}. Jaccard

^{۱۱}. Wan

پژوهشگران می‌شوند. در ادامه به برخی از مهمترین و متداول‌ترین چالش‌هایی که پژوهشگران در هنگام بکارگیری همین تکنیک‌های آماری با آنها مواجه می‌شوند می‌پردازیم:

۱. چگونگی بکارگیری فرمول سوپل که بارون و کنی در مقاله خویش به آن اشاره نموده‌اند؛ نامشخص و نامعلوم است. پرسش این است که چنانچه فرمول مزبور که در بالا به آن اشاره شد؛ خطای معیار را توصیف کنند، چگونه باید آن را بکار گرفت؟ چنانچه مقاله سوپل یا وبسایت کریس پریچر اشاره نموده شکل کامل فرمول سوپل بدین صورت است:

$$z - \text{value} = \frac{a \cdot b}{\sqrt{b^2 s_a^2 + a^2 s_b^2 + s_a^2 s_b^2}} \quad (2-2)$$

به بیان دیگر مقدار Z عبارت است از حاصلضرب ضرایب رگرسیون غیر استاندارد مسیرهای a و b تقسیم بر ریشه دوم مجموع سه عبارت جبری. برای بدست آوردن سطح معناداری مقدار Z حاصل می‌توان به جدول مقادیر Z مراجعه کرد. از نظر پریچر، فرمول مورد اشاره در مقاله بارون و کنی، فرمول آزمون آرویان^۱ است که اندکی با فرمول اصلی سوپل تفاوت دارد. با این حال هرگاه حجم نمونه بیشتر از ۵۰ باشد؛ هر دو فرمول نتیجه یکسانی را به دست می‌دهند.

۲. چگونه می‌توان مقدار B (ضرایب رگرسیون غیر استاندارد) و خطای معیار را بدست آورد؟ هر چند بارون و کنی از کنار این موضوع به سادگی گذشته و شاید آن را نادیده گرفته‌اند؛ اما پریچر به درستی به این نکته اشاره نموده است که در ارتباط با محاسبه و بدست آوردن این مقادیر باید نهایت دقت را بکار برد. مقدار a و S_a از اولین معادله رگرسیونی که بارون و کنی مطرح کرده‌اند و همچنین مقدار b و S_b هم از معادله‌ی رگرسیون سوم به دست می‌آید.

۳. در ارتباط با موضوع «میانجی کامل»، بارون و کنی چنین اظهار داشته‌اند که «هرگاه با کنترل متغیر میانجی، متغیر مستقل هیچ تأثیری نداشته باشد؛ و وضعیت میانجی کامل اتفاق می‌افتد». با توجه به استدلال پیشین آنان مبنی بر اینکه «قوی‌ترین میانجی هنگامی اتفاق می‌افتد که مسیر C صفر باشد»؛ شاید عده‌ی زیادی از خوانندگان مقاله چنین تصور نمایند که میانجی کامل هم مطلوب است و هم دست یافتنی. همان‌گونه که پیش از این اشاره شد؛ بارون و کنی آشکارا تأکید نموده‌اند که در روانشناسی و بسیاری از رشته‌های دیگر، معمولاً با متغیرهایی سر و کار داریم که چندین علت دارند. در حوزه‌هایی همچون علم شیمی که یک واکنش شیمیایی خاص معلول یک عامل مشخص می‌باشد؛ می‌توانیم میانجی کامل داشته باشیم. اما در حوزه‌ی علوم اجتماعی و رشته‌های مشابه دیگر که از داده‌های احتمالی در آنها استفاده می‌شود، سخن گفتن از میانجی کامل بی‌معنا است. نتایج و یافته‌های پژوهش‌های انجام شده بیانگر آن بوده است که مسیر C گرچه به صفر نزدیک می‌شود؛ اما هیچ‌گاه مقدار آن صفر مطلق نمی‌شود؛ ضمن اینکه چنین یافته‌هایی بسیار نادرند. البته در همین زمینه طیفی از باورها و گرایش‌ها در حوزه‌ی روانشناسی وجود دارد که به این نتیجه منجر شده که همچنان ابهام و سردرگمی زیادی در همین زمینه وجود دارد.

۴. موضوع دیگری که بارون و کنی به آن پرداخته‌اند، وجود همخطی چندگانه بین متغیر مستقل و میانجی می‌باشد. این وضعیت در معادله سوم بارون و کنی مطرح می‌شود؛ یعنی هنگامی که متغیرهای مستقل و میانجی مشترکاً متغیر وابسته را پیش‌بینی می‌کنند. همان‌گونه که می‌دانیم یکی از پیش‌فرض‌های آزمون میانجی آن است که متغیر مستقل و متغیر میانجی باید همبستگی معناداری با هم داشته باشند. در چنین وضعیتی چنانچه رگرسیون چندگانه را با متغیرهای پیش‌بین همبسته محاسبه نماییم؛ درمی‌یابیم که قابلیت برآورد ضرایب تقلیل یافته است. به نظر می‌رسد که هرگاه دو متغیر مستقل و میانجی همبستگی بسیار بالایی با هم داشته باشند؛ چنین وضعیتی می‌تواند مشکل‌ساز و دردسر آفرین باشد. این شرایط در تکنیک تعدیل هم صدق می‌کند. همان‌گونه که پیشتر اشاره نمودیم، چنانچه همبستگی بالایی بین متغیرها وجود داشته باشد (بالتر از

^۱. Aroian

۰/۷)؛ در آن صورت هر پژوهشگری با مشکل مواجه می‌شود. چنانچه میزان همبستگی بالای ۰/۹ باشد؛ در آن صورت باید این امکان را که هر دو متغیر در واقع یک ویژگی یا سازه واحد را اندازه‌گیری می‌کنند؛ یک احتمال واقعی باید در نظر گرفت.

۵. گرچه بارون و کنی همواره تصریح نموده‌اند که اندازه‌گیری متغیر میانجی باید بدون خطا باشد؛ اما در همان حال اذعان دارند که اندازه‌گیری متغیر میانجی در مورد داده‌های علوم اجتماعی با خطا همراه است. وجود خطای اندازه‌گیری معمولاً مقدار ضرایب را در تحلیل‌های رگرسیونی تقلیل می‌دهد که همین مسأله می‌تواند ما را به اشتباه به این نتیجه‌گیری برساند که رابطه میانجی معنادار نبوده، در حالیکه بوده است. راهکار پیشنهادی بارون و کنی بهره‌گیری از مدل‌یابی مسیر متغیر پنهان می‌باشد تا از این رهگذر بتوان به وجود رابطه میانجی پی برد. به منظور انجام چنین تحلیل‌هایی استفاده از نرم‌افزارهای آماری که برای مدل‌یابی معادله ساختاری (SEM) بکار می‌روند، مانند Amos, Lisrel یا Eqs ضروری می‌باشد. با این حال هنوز تعداد پژوهشگرانی که مهارت بکارگیری چنین برنامه‌های نرم‌افزاری را داشته باشند؛ چندان زیاد نیست. در نتیجه بسیاری از تحلیل‌های میانجی همچنان با رگرسیون متغیرهای مشاهده شده انجام می‌گیرد. هرچند بکارگیری چنین روشی می‌تواند پاسخ صحیح و مناسبی را بدست بدهد؛ اما بارون و کنی به درستی در جهت سوق دادن پژوهشگران به سمت رویکرد تحلیلی مبتنی بر متغیرهای پنهان گام برداشته‌اند.

۶. در ارتباط با جهت رابطه علی متغیرها ابهام‌هایی وجود دارد. بارون و کنی تأکید نموده‌اند که متغیر وابسته نباید علت متغیر میانجی باشد. همچنین آنان موضوع بازخورد از متغیر وابسته به متغیر میانجی را مطرح می‌کنند. با این حال آن گونه که باید و شاید به این موضوع خطیر و مبهم نمی‌پردازند. بنابراین اجازه دهید در همین جا تا حدودی به برخی از زوایای پنهان همین مسأله بسیار مهم بپردازم؛ چرا که در غیر این صورت می‌تواند سبب سردرگمی هرچه بیشتر خوانندگان شود. بارون و کنی در جای جای مقاله خویش در مورد ترتیب زمانی متغیرهای میانجی با زبان ابهام سخن گفته‌اند. در نبود رهنمودهای صریح و روشن، بیشتر خوانندگان چنین تصور نموده‌اند که گویا این دو پژوهشگر طرفدار و مدافع کاربرد تکنیک میانجی در مورد داده‌های همزمان (داده‌های گردآوری شده در یک موقعیت زمانی - مکانی) بوده‌اند. اما نه تنها چنین نیست؛ بلکه شاید پژوهشگران چنین پنداشته باشند که شاید روزنه و دستاویزی پیدا کرده باشند تا از همین رهگذر بتوانند آن را در جهت اهداف و مقاصد شخصی خویش به کار بگیرند. بارون و کنی بارها به مفهوم متغیرهای برونزا (یا بیرونی)^۱ و درونزا (یا درونی)^۲ اشاره نموده‌اند؛ تعابیر و اصطلاح‌هایی که معمولاً بجای متغیرهای X و Y به کار برده می‌شوند. دستکاری یا دست بردن در شرایط آزمایش یک نمونه بسیار بارز از متغیرهای X یا برونزا می‌باشد؛ چرا که جهت رابطه علی، از سمت رخداد یا موقعیت بیرونی در نظر گرفته می‌شود. بعنوان مثال مشاهده یک فیلم تلویزیونی که شرایط زندگی بی‌خانمان‌ها را از زاویه خاصی به تصویر کشیده است (متغیر مستقل) ممکن است احساس همدردی با افراد بی‌خانمان را در پی داشته باشد و همین احساس همدردی با افراد بی‌خانمان در واقع یک متغیر میانجی می‌باشد که می‌تواند افراد را به سمت کمک رسانی هرچه بیشتر به بی‌خانمان‌ها (متغیر وابسته) سوق بدهد. بارون و کنی در این بخش از مقاله خویش امکان اثرگذاری علی متغیر وابسته بر متغیر میانجی را مطرح نموده و یادآور شده‌اند چنانچه چنین وضعیتی روی دهد؛ پژوهشگران در تلاش‌های خویش به منظور شناسایی الگوی میانجی‌گری با مشکل مواجه خواهند شد. بنابراین چنانچه فرد مورد نظر پیشاپیش می‌دانست که هدف از تولید همین فیلم یا مجموعه تلویزیونی در واقع بالا بردن میزان کمک‌های انسان دوستانه بوده، شاید رنجیده خاطر می‌شد و کمتر در جهت یاری رسانی به افراد بی‌خانمان گام برمی‌داشت و در نتیجه سطح همدردی وی هم با بی‌خانمان‌ها کمتر می‌شد. حقیقت امر این است که در حوزه‌ی علوم اجتماعی به سختی می‌توان متغیرهایی را یافت که رفتارشان را بتوان در قالب رابطه‌های علی مرحله‌ای و زنجیره‌های علی مشخص توجیه و تبیین نمود؛ چرا که انسان‌ها موجودات بسیار پیچیده‌ای هستند که هم پیچیده می‌اندیشند و هم الگوهای رفتاری پیچیده‌ای دارند و غالباً حلقه‌های بازخورد را در بر می‌گیرد. در ارتباط با ترتیب متغیرها (تقدم و تأخر آنها نسبت به همدیگر) چنین برداشت می‌شود که چنانچه بارون و کنی دیدگاه خویش را در همین زمینه آشکارتر و صریح‌تر بیان می‌نمودند؛ حتماً از رویکرد مبتنی بر ترتیب زمانی متغیرها حمایت و پشتیبانی می‌کردند و آن را مورد تأیید قرار می‌دادند. با این

۱. exogenous

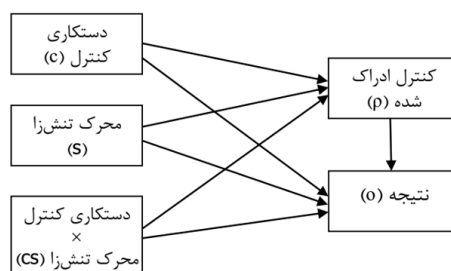
۲. endogenous

که این دو پژوهشگر در مقاله خویش کمتر به این موضوع پرداخته‌اند. به هر روی شاید اشاره به این نکته در همین جا چندانی مناسب نباشد که در ارتباط با آگاه‌سازی پژوهشگران در مورد موضوع ترتیب متغیرها حق با بارون و کنی بوده است؛ ضمن اینکه در این زمینه که برخی متغیرها ممکن است رابطه پیچیده و دو سویه با همدیگر داشته باشند؛ هم حق با آنان بوده و یا عبارتی نظرشان درست بوده است.

۷. شدت رابطه بین متغیر مستقل و متغیر وابسته در تحلیل‌های آماری تعدیل در مقایسه با تحلیل‌های میانجی باید مورد ملاحظه قرار گیرد. واقعیت این است که موضوع اساسی در میانجی در واقع ارزیابی این مسأله است که آیا متغیر سوم (یا همان متغیر میانجی پیشنهادی) می‌تواند واریانس معناداری را بین متغیر مستقل و متغیر وابسته توجیه نماید. به همین جهت به نظر می‌رسد که رابطه‌ی اصلی (پایه) باید به اندازه‌ی کافی تعدیل شود تا واریانس معنادار متغیر مستقل و متغیر وابسته در چنین حالتی توجیه شود. از سوی دیگر برخی ممکن است تصور کنند بکارگیری تکنیک تعدیل در شرایطی می‌تواند مفید باشد که در آنها رابطه بسیار ضعیفی بین متغیر مستقل و متغیر وابسته وجود دارد؛ چرا که هدف تکنیک تعدیل، یافتن زمینه‌هایی است که در آنها شدت رابطه متغیر مستقل و متغیر وابسته تغییر می‌کند. همانطور که پیش از این اشاره شد؛ بارون و کنی تأکید کرده‌اند که در تکنیک میانجی رابطه بین متغیر مستقل و میانجی باید معنادار باشد؛ اما در تکنیک تعدیل بهتر آن است که معنادار نباشد. دانستن این نکات به پژوهشگران کمک می‌کند تا در تحقیقات خود تعیین کنند که کدام رویکرد (تعدیل یا میانجی) را استفاده نمایند.

۸. لازم است که پژوهشگران ساز و کارهای مربوط به تلفیق و درهم آمیزی دو تکنیک مزبور را مورد توجه قرار بدهند. در همین زمینه بارون و کنی چندین پاراگراف از مقاله خویش را به این موضوع اختصاص داده‌اند که ممکن است پژوهشگر کار تحلیلی خویش را در چارچوب یک رویکرد خاص آغاز نماید و بعد در ادامه کار رویکرد یا شیوه‌ی دیگری را به کار بگیرد تا بتواند رخداد یا وضعیت موجود را تحلیل و تبیین نماید. چنانچه بخواهیم بر پایه تجربه شخصی خویش سخن بگوییم؛ باید بگوییم که معمولاً چنین وضعیتی پیش می‌آید. به همین جهت با این ایده کاملاً موافق هستیم که پژوهشگران باید از روش‌های مختلف آگاهی داشته باشند تا در صورت نیاز آنها را بکار ببرند. بنابراین پژوهشگران باید متوجه باشند که تکیه نمودن بیش از اندازه به هر یک از دو تکنیک تعدیل و میانجی می‌تواند پیامدهایی را به همراه داشته باشد؛ بارون و کنی امکان بکارگیری تلفیقی تکنیک‌های تعدیل و میانجی را در یک مدل مسیر چنانکه در شکل ۷ نشان داده شده است، به تصویر کشیده‌اند. واقعیت این است که بسیاری از افرادی که مقاله‌ی بارون و کنی را خوانده‌اند؛ بدرستی مطالب آنرا متوجه نشده‌اند؛ ضمن اینکه موارد بکارگیری شکل تلفیقی تعدیل و میانجی هم در پژوهش‌های کاربردی بسیار نادر می‌باشد.

شکل ۷- نمایش وضعیت تعدیل به‌همراه میانجی توسط بارون و کنی



درواقع بارون و کنی بر آن بوده‌اند که تعدیل را نشان دهند. بویژه عبارت تعامل "دستکاری کنترل x محرک تنش‌زا" (CS) که درست همانند هر عبارت دیگری در مدل مسیر جای می‌گیرد و در واقع انتظار می‌رود که هم متغیر میانجی (کنترل ادراک شده) و هم متغیر نتیجه را پیش‌بینی نماید. واقعیت این است که ماهیت چنین رابطه‌هایی به خوبی تبیین نشده و به همین جهت است که پژوهشگران تمایل چندانی به کاربرد رویکرد مزبور نداشته و ندارند.

بارون و کنی قسمتی از مقاله‌ی خویش را به این موضوع اختصاص داده و در همین چارچوب امکان بکارگیری تحلیل‌های رگرسیون چندگانه را در ارتباط با ترسیم مدل‌های مسیر همانند آنچه در شکل ۷ مشاهده می‌شود؛ توضیح داده‌اند. البته توضیح

آن طولانی و پیچیده است؛ بطوریکه ممکن است برخی کاربران از بکارگیری این روش اجتناب کنند. توصیه می‌شود برای انجام چنین تحلیل‌هایی، تکنیک مدل‌یابی مسیر با استفاده از نرم‌افزار لیزرل یا برخی دیگر از نرم‌افزارهای تحلیل مدل‌یابی معادله ساختاری است که بسیار ساده‌تر و سریع‌تر می‌باشند.

همچنین آنان در ارتباط با شکل ۷ اشاره‌ای هرچند گذرا به مفهوم *تعدیل میانجی شده*^۱ و *میانجی تعدیل یافته*^۲ داشته‌اند. آنان مدل ارائه شده در شکل ۷ را نمونه‌ای از کاربرد تکنیک تعدیل به همراه میانجی دانسته‌اند، زیرا عبارت تعدیل در یک مدل مسیر مبتنی بر رابطه میانجی گنجانده شده است. از سوی دیگر مثالی که در ارتباط با میانجی به همراه تعدیل ارائه کرده‌اند، کاملاً مبهم است. آنان بطور گذرا به مقاله جیمز و برت در سال ۱۹۸۴ استناد کرده‌اند؛ اما با مثال روشنی به تبیین موضوع نپرداخته‌اند.

۹. موضوع آخر به شیوه بازنمایی رابطه‌ی متغیر مستقل و متغیر وابسته ($IV \rightarrow DV$) مربوط می‌شود. بارون و کنی هم در نمودارها و هم در خود متن آن را تنها با C نشان داده‌اند. البته بیشتر پژوهشگران (مانند مک‌کینون، ۲۰۰۸) بین رابطه بین متغیر مستقل و وابسته پیش و پس از وارد کردن متغیر میانجی در مدل تمایز قائل شده‌اند. در رویکرد پیشنهادی مک‌کینون رابطه بین متغیر مستقل و متغیر وابسته پیش از قرار دادن متغیر میانجی در مدل را با C و پس از قرار گرفتن متغیر میانجی را با C نشان داده است. همین وجه تمایز می‌تواند سودمند و راهگشا باشد، چرا که امکان آن را فراهم می‌کند که میزان تأثیر مستقیم و غیرمستقیم را بررسی نمائیم.

بررسی پژوهش‌ها و نوآوری‌های پس از انتشار مقاله بارون و کنی

پس از انتشار مقاله تأثیرگذار بارون و کنی که پژوهشگران حوزه‌ی روانشناسی شخصیت و روانشناسی اجتماعی مخاطبان اصلی آن بودند؛ پژوهشگران بسیاری دست به انتشار مقاله‌هایی پیرامون امکان بکارگیری رویکردهای تحلیل آماری میانجی و تعدیل در رشته‌های دانشگاهی مربوط به حوزه‌ی فعالیت خویش زده‌اند. بعنوان مثال هولم‌بک و همکارانش (هولم‌بک، ۱۹۹۷، ۲۰۰۲؛ رز^۳، هولم‌بک، کوکلی^۴ و فرانکز^۵، ۲۰۰۴)، مجموعه مقاله‌هایی را در همین زمینه از منظر روان‌شناختی کودک و روان‌شناختی بالینی به چاپ رسانده‌اند. نخست اینکه هم هولم‌بک (۱۹۹۷) و هم فرازیر^۶ و همکاران (۲۰۰۴) به موارد و زمینه‌های سردرگمی اشاره نموده‌اند که در ارتباط با وجه تمایز میانجی و تعدیل در میان پژوهشگران هر رشته به چشم می‌خورد. دوم اینکه بارزترین زمینه‌ی تحول و پیشرفت در فاصله پس از انتشار مقاله بارون و کنی، گرایش روزافزون به کاربرد رویکردهای SEM در ارتباط با تحلیل داده‌ها می‌باشد. هرچند فرازیر و همکاران (۲۰۰۴) تکنیک‌های رگرسیونی را بعنوان رویکرد آماری مناسب که بیشترین امکان دسترسی به آن وجود دارد؛ در نظر گرفته‌اند؛ اما هولم‌بک (۱۹۹۷) تأکید نموده است که رویکرد SEM مزایای فراوانی برای تحلیل آثار تعدیل و میانجی دارد.

کاربرد بوت‌استرپینگ در زمینه ارزیابی اثر غیر مستقیم در میانجی

ارزیابی روش‌های مختلف جهت برآورد اثر غیرمستقیم در تحلیل میانجی همواره مورد توجه فزاینده پژوهشگران بوده است. آماره‌ی Z سوبل در مورد میزان اثر غیرمستقیم از جمله همین روش‌های پیشنهادی می‌باشد که در واقع شناخته شده‌ترین و پرکاربردترین روش‌ها بشمار می‌رود. به تازگی مک‌کینون و همکارانش (۲۰۰۲) به ارزیابی ۱۴ روش پرداخته‌اند که در ارتباط با ارزیابی معناداری آماری تأثیر متغیر مداخله‌گر در یک تحلیل میانجی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. آنان بر پایه‌ی یافته‌های حاصل از این پژوهش به این نتیجه رسیدند که هر یک از رویکردهای مختلف توان آماری متفاوتی دارند. در ضمن با توجه به

^۱. Mediated moderation

^۲. Moderated mediation

^۳. Holmbeck

^۴. Rose

^۵. Coakley

^۶. Franks

^۷. Frazier et al.

ویژگی‌های مجموعه داده‌های مورد مطالعه هر یک از این روش‌ها کم و بیش در معرض خطای نوع اول می‌باشند. بطور کلی روش پیشنهادی بارون و کنی توان آماری پایینی دارد و در همان حال رویکرد پیشنهادی سوبل (۱۹۸۲) یعنی $a*b$ نیز گرچه در برآورد میزان اثر غیرمستقیم کمک می‌کند، از خطای پیش داوری در امان نیست. در ارتباط با برآورد اثر غیرمستقیم ($a*b$) به تازگی آزمون بوت‌استرپینگ مورد توجه پژوهشگران واقع شده است که از جمله می‌توان به شروت^۱ و بولگر^۲ (۲۰۰۲) اشاره نمود. پریچر و هایز (۲۰۰۴) مقاله‌ی مکینون و همکاران (۲۰۰۲) را بررسی نموده و اظهار نگرانی کرده‌اند که آزمون سوبل معمولاً در داده‌هایی با توزیع غیر نرمال استفاده می‌شود که می‌تواند منجر به برآوردهای سودار گردد. پیشنهاد آنها این است که ممکن است پژوهشگران بخواهند اثر غیرمستقیم را با استفاده از تکنیک بوت‌استرپینگ برآورد کنند که برای توزیع‌های کوچک و یا غیر نرمال مناسب است. بوت‌استرپینگ روشی است که در چارچوب آن، ابتدا نمونه‌هایی از نمونه اصلی استخراج می‌شود و یا غیر نرمال مناسب است. بوت‌استرپینگ روشی است که در چارچوب آن، ابتدا نمونه‌هایی از نمونه اصلی استخراج می‌شود (بازنمونه‌گیری) و آزمون‌های آماری مورد نظر در زیرمجموعه‌های حاصله اجرا می‌شود و سپس یافته‌های مربوط به این باز نمونه‌های بی‌شمار خلاصه‌سازی می‌شود. نتیجه‌گیری بر مبنای توزیع بازنمونه‌ها دقیق‌تر از آزمون‌های آماری متعارف یا استاندارد است، بخصوص هنگامی که مجموعه داده‌ها کوچک و یا از توزیع نرمال برخوردار نیستند. به هر روی با نگاهی به ادبیات پژوهش درمی‌یابیم که نظر و دیدگاه غالب در همین زمینه آن است که هرگاه بخواهیم برآورد مناسب و مطلوبی از اثر غیرمستقیم داشته باشیم؛ باید کار تحلیل داده‌ها را با استفاده از بوت‌استرپینگ انجام دهیم. نظر و دیدگاه غالب در همین زمینه آن است که هرگاه بخواهیم برآورد مناسب و مطلوبی از اثر غیرمستقیم داشته باشیم؛ باید کار تحلیل داده‌ها را با استفاده از بوت‌استرپینگ انجام دهیم.

آزمون مدل‌های مبتنی بر میانجی با استفاده از داده‌های طولی

کول^۳ و ماکسول^۴ (۲۰۰۳) به موضوع آزمون میانجی با استفاده از داده‌های طولی پرداخته و این پرسش را مطرح می‌کنند که آیا میانجی می‌تواند بطور متقاعد کننده‌ای با استفاده از داده‌های مقطعی اثبات شود. بارون و کنی ماهیت داده‌های مورد نیاز برای تحلیل‌های میانجی را مشخص نکرده‌اند. بارون و کنی به این مطلب اشاره می‌کنند که ترتیب زمانی متغیرها به پژوهشگران در توجیه میانجی کمک می‌کند و آنها به صراحت نمی‌گویند که باید از داده‌های طولی استفاده کرد و به سودمندی رویکرد میانجی با استفاده از داده‌های آزمایشی اشاره می‌کنند. استفاده از داده‌های همزمان (داده‌هایی که در یک زمان و مکان گردآوری شده‌اند) یا داده‌های طولی (داده‌هایی که از افراد یکسان در طول زمان گردآوری شده‌اند) در طرح‌های میانجی موضوعی کاملاً بحث برانگیز می‌باشد. دیوید کنی (۲۰۰۷) اشاره می‌کند که یک مدل مبتنی بر میانجی یک مدل علی است. برای مثال، فرض می‌شود که متغیر میانجی سبب متغیر نتیجه می‌شود و برعکس آن امکانپذیر نبوده و متغیر مستقل از نظر زمانی و منطقی باید نقطه شروع در زنجیره علی باشد. با اینحال معمولاً متغیر میانجی و متغیر وابسته بعداً اندازه‌گیری می‌شوند و در نتیجه این امکان وجود دارد که علیت معکوس یا علیت دوسویه بر رابطه بین این دو متغیر سایه افکند. کنی پیشنهاد می‌کند که تحلیل دوباره با معکوس کردن ترتیب متغیر میانجی و متغیر وابسته انجام شود تا مشخص گردد آیا نتایج این الگوی جایگزین با الگوی قبلی یکسان است. اگر نتایج یکسان باشد این پرسش مطرح می‌شود که آیا رابطه متغیر میانجی با متغیر وابسته یک سویه است. کنی در خصوص داده‌های همزمان و داده‌های طولی بیان می‌کند که ملاحظات طرح نیز ممکن است معقول بودن علیت معکوس را تضعیف کند. در حالت ایده‌آل متغیر میانجی باید از نظر زمانی قبل از متغیر نتیجه اندازه‌گیری شود. روشن است که بهترین راه برای اینکه متغیر میانجی را از نظر زمانی قبل از متغیر نتیجه بدست آوریم، این است که یک مطالعه طولی انجام دهیم که در آن زمان قابل توجهی بین متغیر میانجی و متغیر وابسته سپری می‌شود.

۱. ShROUT

۲. Bolger

۳. Cole

۴. Maxwell

کول و ماکسول (۲۰۰۳) بیان نموده‌اند که در واقعیت آزمون فرضیه‌های میانجی با داده‌های مقطعی تنها در شرایط نسبتاً محدودی صحیح خواهد بود. علاوه بر این، برآورد صحیح میزان اثر میانجی حتی در شرایط محدودتری امکانپذیر خواهد بود. هنگامی که این شرایط مهیا نباشد، مطالعات مقطعی برآوردهای سودار و گمراه کننده‌ای از فرایندهای میانجی ارائه می‌کنند. کول و ماکسول استدلال‌هایی را ارائه کردند که خوانندگان را مجاب می‌کند تا مباحثه ناخوشایند آنها را تأیید کند. آنها بحث را با این توصیه خاتمه می‌دهند که پژوهشگران داده‌های طولی را با رویکردهای پیشرفته SEM تحلیل نمایند.

تحلیل میانجی با استفاده از نرم‌افزار R

جهت انجام تحلیل‌های فوق به بارگذاری توابع کتابخانه‌ای ذیل نیاز داریم:

```
library(mediation) # بسته تحلیل میانجی
library(rockchalk) # نمودارهای ساده شیب‌ها و تعدیل
library(multilevel) # آزمون سوئل
library(bda) # گزینه دیگر آزمون سوئل
library(gvlma) # آزمون فرضیات مدل
library(stargazer) # جداول رگرسیون دستی
```

در ابتدای کار مجموعه داده‌ها را ایجاد می‌کنیم. ۱۰۰ دانشجوی فارغ‌التحصیل را برای بررسی این موضوع که آیا تعداد ساعات پس از سپیده‌دم (X) بر رتبه بندی شب‌زنده‌داری ذهنی (Y) از طریق مصرف قهوه (M) تأثیر می‌گذارد را در نظر می‌گیریم.

```
set.seed(۱۲۳)
N <- ۱۰۰
X <- rnorm(N, ۱۷۵, ۷)
M <- ۰.۷*X + rnorm(N, ۰, ۵)
Y <- ۰.۴*M + rnorm(N, ۰, ۵)
Meddata <- data.frame(X, M, Y)
```

روش اول، روش بارون و کنی: این روش اصلی ۴ مرحله‌ای است که برای توصیف اثر میانجی استفاده می‌شود. مراحل ۱ و ۲ از رگرسیون خطی پایه استفاده می‌کنند در حالیکه مراحل ۳ و ۴ از رگرسیون چندگانه استفاده می‌نمایند. مرحله ۱. برآورد اثر X بر Y که می‌بایست بطور معنی‌داری با صفر اختلاف داشته و یک اثر کلی بین متغیر وابسته و متغیر وابسته داشته باشد.

```
fit <- lm(Y ~ X, data=Meddata)
```

```
summary(fit)
```

```
Call:
```

```
lm(formula = Y ~ X, data = Meddata)
```

```
Residuals:
```

```
Min      1Q  Median      3Q      Max
-۱۰,۹۱۷ -۳,۷۳۸  -۰,۲۵۹   ۲,۹۱۰  ۱۲,۵۴۰
```

```
Coefficients:
```

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) ۱۹,۸۸۳۶۸  ۱۴,۲۶۳۷۱   ۱,۳۹۴   ۰,۱۶۶۵
X           ۰,۱۶۸۹۹   ۰,۰۸۱۱۶   ۲,۰۸۲   ۰,۰۳۹۹ *
```

```
---
```

```
Signif. codes: ۰.*** ۰.۰۰۱** ۰.۰۱* ۰.۰۵. ۰.۱. ۰.۰۱
```

```
Residual standard error: ۵,۱۶ on ۹۸ degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared: ۰,۰۴۲۳۷, Adjusted R-squared: ۰,۰۳۲۶
```

```
F-statistic: ۴,۳۳۶ on ۱ and ۹۸ DF, p-value: ۰,۰۳۹۹۳
```

مرحله ۲. برآورد اثر X بر M که می‌بایست بطور معنی‌داری با صفر اختلاف داشته و همچنین متغیر مستقل و میانجی مرتبط باشند.

```
fita <- lm(M ~ X, data=Meddata)
```


summary(fita)

Call:

```
lm(formula = M ~ X, data = Meddata)
```

Residuals:

```
Min      1Q  Median      3Q      Max
-9,0367 -3,4170 -0,4370  2,9032 16,4020
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  6,04494  13,41692  0,451  0,653
X            0,66202  0,07634  8,678 8,87e-14 ***
```

Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Residual standard error: 4,804 on 98 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0,4346, Adjusted R-squared: 0,4288

F-statistic: 70,31 on 1 and 98 DF, p-value: 8,872e-14

مرحله ۳. برآورد اثر M بر Y برای کنترل X که می‌بایست بطور معنی‌داری با صفر اختلاف داشته باشد و میانجی و متغیر وابسته می‌بایست مرتبط باشند و اثر X بر Y با گنجاندن M در مدل کاهش می‌یابد.

```
fitb <- lm(Y ~ M + X, data=Meddata)
```

summary(fitb)

Call:

```
lm(formula = Y ~ M + X, data = Meddata)
```

Residuals:

```
Min      1Q  Median      3Q      Max
-9,3601 -3,3037 -0,6222  3,1068 10,3991
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 17,32177  13,16216  1,316  0,191
M           0,42381  0,09899  4,281 4,37e-05 ***
X          -0,11179  0,09949 -1,124  0,264
```

Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Residual standard error: 4,706 on 97 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0,1946, Adjusted R-squared: 0,1779

F-statistic: 11,72 on 2 and 97 DF, p-value: 2,771e-05

مرحله ۴. برآورد اثر Y بر X که برای کنترل M که می‌بایست غیرمعنی‌دار و نزدیک به صفر باشد.

```
fitc <- lm(X ~ Y + M, data=Meddata)
```

summary(fitc)

Call:

```
lm(formula = X ~ Y + M, data = Meddata)
```

Residuals:

```
Min      1Q  Median      3Q      Max
-14,438 -2,073 -0,030  3,010 11,779
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  96,11234  9,27763  10,361 < 2e-16 ***
Y           -0,11493  0,10229 -1,124  0,264
M           0,69619  0,08306  8,332 5,27e-13 ***
```

Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Residual standard error: 4,823 on 97 degrees of freedom

Multiple R-squared: ۰,۴۴۱۸, Adjusted R-squared: ۰,۴۳۰۳
 F-statistic: ۳۸,۳۹ on ۲ and ۹۷ DF, p-value: ۰,۲۳۳e-۱۳

جدول جمع‌بندی:

stargazer(fit, fita, fitb, fitc, type = "text", title = "Baron and Kenny Method")

Baron and Kenny Method

	Dependent variable:			
	Y (۱)	M (۲)	Y (۳)	X (۴)
Y				
-۰,۱۱۵ (۰,۱۰۲)				
M				
۰,۴۲۴***	۰,۶۹۶***			
		(۰,۰۹۹)	(۰,۰۸۴)	
X				
۰,۱۶۹** (۰,۰۸۱)	۰,۶۶۳*** (۰,۰۷۶)		-۰,۱۱۲ (۰,۰۹۹)	
Constant	۱۹,۸۸۴ (۱۴,۲۶۴)	۶,۰۴۵ (۱۳,۴۱۷)	۱۷,۳۲۲ (۱۳,۱۶۲)	۹۶,۱۱۲*** (۹,۲۷۷)
Observations	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
R ^۲	۰,۰۴۲	۰,۴۳۵	۰,۱۹۵	۰,۴۴۲
Adjusted R ^۲	۰,۰۳۳	۰,۴۲۹	۰,۱۷۸	۰,۴۳۰
Residual Std. Error	۵,۱۶۰ (df = ۹۸)	۴,۸۵۴ (df = ۹۸)	۴,۷۵۶ (df = ۹۷)	۴,۸۲۳ (df = ۹۷)
F Statistic	۴,۳۳۶** (df = ۱; ۹۸)	۷۵,۳۱۳*** (df = ۱; ۹۸)	۱۱,۷۱۵*** (df = ۲; ۹۷)	۳۸,۳۸۹*** (df = ۲; ۹۷)
Note:	*p<۰,۱; **p<۰,۰۵; ***p<۰,۰۱			

تفسیر نتایج بارون و کنی:

با استفاده از نتایج حاصل درمی‌یابیم که مدل اثر کل ما یک رابطه مثبت معنادار بین ساعات پس از طلوع صبح (X) و بیداری (Y) نشان می‌دهد. مدل مسیر A ما نشان می‌دهد که ساعات کاهش (X) نیز با مصرف قهوه (M) رابطه مثبت دارد. سپس مدل مسیر B ما نشان می‌دهد که مصرف قهوه (M) بطور مثبت بیداری (Y) را هنگام کنترل ساعات از سپیده دم (X) پیش‌بینی می‌کند. در نهایت، بیداری (Y) در هنگام کنترل مصرف قهوه (M) ساعاتی از سپیده دم (X) را پیش‌بینی نمی‌کند. از آنجاییکه ارتباط بین ساعات پس از سحر و بیداری دیگر در هنگام کنترل مصرف قهوه معنی دار نیست، این نشان می‌دهد که مصرف قهوه در واقع واسطه این رابطه است.

با این حال، این روش به تنهایی اجازه آزمایش رسمی اثر غیرمستقیم را نمی‌دهد، بنابراین نمی‌دانیم که آیا تغییر در این رابطه واقعاً معنی دار است یا خیر.

دو روش اصلی برای آزمایش رسمی اهمیت آزمون غیرمستقیم وجود دارد: تست سوبل و روش بوتاسترپینگ (که تحت روش میانجی پوشش داده می‌شود):

library(multilevel)

sobel(Meddata\$X, Meddata\$M, Meddata\$Y)

\$`Mod 1`: Y~X`

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) ۱۹,۸۸۳۶۸۰۵ ۱۴,۲۶۳۷۱۴۲ ۱,۳۹۴۰۰۴ ۰,۱۶۶۴۶۹۰۵

pred ۰,۱۶۸۹۹۳۱ ۰,۰۸۱۱۶۰۱۲ ۰,۸۲۲۲۰ ۰,۰۳۹۹۲۷۶۱

\$`Mod 2`: Y~X+M`

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) ۱۷,۳۲۱۷۶۸۲ ۱۳,۱۶۲۱۵۸۵۱ ۱,۳۱۶۰۲۸ ۱,۹۱۲۶۶۳e-۰۱

pred -۰,۱۱۱۷۹۰۴ ۰,۰۹۹۴۹۲۶۲ -۱,۱۲۳۶۰۵ ۲,۶۳۹۵۳۷e-۰۱

med ۰,۴۲۳۸۱۱۳ ۰,۰۹۸۹۹۴۶۹ ۴,۲۸۱۱۵۲ ۴,۳۷۱۴۷۲e-۰۵

\$`Mod 3`: M~X`

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) ۶,۰۴۴۹۳۶۵ ۱۳,۴۱۶۹۲۱۱۴ ۰,۴۵۰۵۴۵۷ ۶,۵۳۳۱۲۲e-۰۱

pred ۰,۶۶۲۵۲۰۳ ۰,۰۷۶۳۴۱۸۷ ۸,۶۷۸۳۳۴۵ ۸,۸۷۱۷۴۱e-۱۴

\$Indirect.Effect

[۱] ۰,۲۸۰۷۸۳۶

\$SE
[۱] ۰,۰۷۳۱۳۲۳۴
\$z.value
[۱] ۳,۸۳۹۳۹
\$N
[۱] ۱۰۰

library(bda)

mediation.test(M,X,Y)

	Sobel	Aroian	Goodman
z.value	۳,۸۳۹	۳,۸۱۹۰	۳,۸۶۰
p.value	۰,۰۰۰۱۲۳	۰,۰۰۰۱۳۳	۰,۰۰۰۱۱۳

آزمون سوبل از آزمون t تخصصی استفاده می‌کند تا مشخص کند که آیا کاهش قابل توجهی در اثر X بر Y در صورت حضور M وجود دارد یا خیر. با استفاده از تابع سوبل بسته چندسطحی، سه مدل از مدل‌های اساسی را که قبلاً اجرا کرده‌ایم (Mod 1) و مقدار z برای آن اثر نشان می‌دهد. می‌توان از این مقدار برای محاسبه p-value استفاده نمود یا تابع mediation.test را از بسته bda اجرا نموده تا یک مقدار p برای این تخمین دریافت کنیم. در این مورد، اکنون می‌توانیم تأیید کنیم که رابطه بین ساعات پس از طلوع صبح و احساس بیداری بطور قابل توجهی با مصرف قهوه میانجی‌گری می‌شود ($z' = ۳,۸۴$, $p < ۰,۰۰۱$). با این حال، آزمون سوبل تا حد زیادی یک روش منسوخ در نظر گرفته می‌شود، زیرا فرض می‌کند که اثر غیرمستقیم (ab) بطور معمول توزیع می‌شود و تمایل دارد که تنها با اندازه‌های نمونه بزرگ قدرت کافی داشته باشد. بنابراین، مجدداً استفاده از روش بوت استرپ میانجی بجای آن بسیار توصیه می‌شود.

روش دوم، روش بوت استرپینگ: بدلیل جلوگیری از طولانی شدن بحث به اجرای دستورات در نرم‌افزار R اشاره نموده و تنها خروجی بوت استرپ را در این قسمت ارائه می‌کنیم:

library(mediation)

```
fitM <- lm(M ~ X, data=Meddata)
fitY <- lm(Y ~ X + M, data=Meddata)
gvlma(fitM)
gvlma(fitY)
fitMed <- mediate(fitM, fitY, treat="X", mediator="M")
summary(fitMed)
plot(fitMed)
fitMedBoot <- mediate(fitM, fitY, boot=TRUE, sims=۹۹۹, treat="X", mediator="M")
summary(fitMedBoot)
```

روش بوت استرپ که با استفاده از دستورات فوق اجرا می‌گردد به نتایج زیر منجر می‌شود:

Causal Mediation Analysis

	Estimate	۹۵% CI Lower	۹۵% CI Upper	p-value
ACME	۰,۲۸۰۸	۰,۱۴۲۰	۰,۴۴	< ۲e-۱۶ ***
ADE	-۰,۱۱۱۸	-۰,۳۰۹۹	۰,۱۱	۰,۲۸۰
Total Effect	۰,۱۶۹۰	-۰,۰۱۱۲	۰,۳۵	۰,۰۶۶
Prop. Mediated	۱,۶۶۱۵	-۵,۴۰۱۹	۱۱,۵۴	۰,۶۶

Signif. codes: ۰ ۰,۰۰۱ ۰,۰۱ ۰,۰۵ ۰,۱ ۱
Sample Size Used: ۱۰۰
Simulations: ۹۹۹

تابع میانجی، میانگین اثرات میانجی علی (ACME)، میانگین اثرات مستقیم (ADE)، ترکیبی از اثرات غیرمستقیم و مستقیم (اثر کل) و نسبت این برآوردها را به ما می‌دهد. ACME در اینجا اثر غیر مستقیم M (اثر کل-اثر مستقیم) است و بنابراین این مقدار به ما می‌گوید که آیا اثر میانجی ما قابل توجه است یا خیر. در این مورد، مدل fitMed دوباره تأثیر قابل توجهی از مصرف قهوه بر رابطه بین ساعات صبح و احساس بیداری نشان می‌دهد (ACME = ۰,۲۸, $p < ۰,۰۰۱$), بدون تأثیر مستقیم ساعات بعد از سپیده دم (ADE = -۰,۱۱, $p = ۰,۲۷$) و اثر کل معنی‌دار ($p < ۰,۰۵$). حال می‌توانیم این مقایسه را بوت استرپ کنیم تا این

نتیجه را در fitMedBoot تأیید کنیم و دوباره یک اثر واسط قابل توجه ($ACME = ۰,۲۸$ ، $p < ۰,۰۰۱$) و بدون تأثیر مستقیم ساعات بعد از سپیده دم ($ADE = -۰,۱۱$ ، $p = ۰,۲۷$) پیدا کنیم. با این حال، با افزایش توان، این تجزیه و تحلیل دیگر اثر کل قابل توجهی را نشان نمی دهد ($p = ۰,۰۸$).

بحث و نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که گزارش تاریخی قطعی، مدون و مستندی در مورد روند شکل‌گیری و پیدایش تکنیک‌های تعدیل و میانجی وجود ندارد. واقعیت این است که همچنان کاملاً مشخص نیست که چرا و چگونه واژه‌های تعدیل و میانجی که در واقع واژه‌های رایج و مصطلح در زبان روزمره مردم عادی هستند؛ کاربرد تخصصی در حوزه آمار پیدا کرده و به تکنیک‌های همبستگی تفکیکی و تعامل در قالب رگرسیون وارد شده‌اند. به هر حال با مطالعه پیشینه پژوهش مشخص شده که هر دو اصطلاح در سالهای دهه‌ی پنجاه قرن بیستم میلادی از حوزه زیست‌شناسی و فلسفه‌ی علم به روانشناسی راه پیدا کرده‌اند. به هر حال، مشاهده می‌شود که انگیزه‌ی اصلی برای استفاده از متغیرهای مداخله‌گر و میانجی، ناشی از علاقه‌ی رو به رشد پژوهشگران رشته روانشناسی در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ به مدل‌های فرایندی بوده است.

مقاله بارون و کنی (۱۹۸۶) از همان بدو انتشار بسیار راهگشا بوده و نکته جالب توجه در مورد این مقاله آن است که حتی امروز هم مطالب مقاله مورد توجه پژوهشگران می‌باشد. نگارندگان مقاله کار خویش را در ارتباط با بیان مطالب اصلی پیرامون تکنیک میانجی و تعدیل بخوبی به انجام رسانده و ضمن اشاره به وجه تمایزهای این دو تکنیک آماری، موارد کاربرد هر یک و شیوه‌ی بکارگیری آنها و همچنین موارد پیچیده‌تر شامل رویکردهای تلفیقی تعدیل و میانجی را توضیح داده‌اند. بعلاوه حوزه‌هایی را شناسایی نموده‌اند که هنوز پیچیده و ناتمام باقی مانده‌اند (تعدیل درجه دوم) و اینکه آنها بدرستی تکنیک مدل‌یابی معادله ساختاری (SEM) و مدل‌یابی متغیر پنهان را بعنوان جهت‌گیری‌های مفید در آینده، شناسایی کرده‌اند.

می‌توان ادعا نمود که مقاله بارون و کنی در بردارنده خطاها و اشتباه‌های فاحش نبوده و به نظر می‌رسد که نگارندگان مقاله برداشت مناسبی از روند تحولات و جهت‌گیری‌های آتی در حوزه‌ی آمار داشته‌اند. با این حال تنها از این زاویه به مقاله مزبور انتقاد وارد می‌شود که نگارندگان برخی مطالب و موارد همچون تبیین فرمول سوبل را از قلم انداخته و آن گونه که باید و شاید به آنها نپرداخته‌اند. پیشنهاد می‌گردد به منظور بسط و تکمیل مطالب ارائه شده و کسب نتایج و برداشت‌های صحیح در این خصوص تبیین و تحلیل میانجی و تعدیل با استفاده از روش بوت استرپینگ و همچنین روش‌های آنالیز عددی صورت گیرد.

منابع

Baron, R. M., & Kenny, D. A. (۱۹۸۶). The moderator-mediator variable distinction in social Psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, ۵۱, ۱۱۷۳-۱۱۸۲.

Cohen, B. H. (۲۰۰۸). *Explaining psychological statistics*. John Wiley & Sons.

Cole, D. A., & Maxwell, S. E. (۲۰۰۳). Testing mediational models with longitudinal data: Questions and tips in the use of structural equation modeling. *Journal of Abnormal Psychology*, ۱۱۲, ۵۵۸-۵۷۷.

Hayes, A. F. (۲۰۰۹). Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium. *Communication Monographs*, ۷۶, ۴۰۸-۴۲۰.

Holmbeck, G. N. (۱۹۹۷). Toward terminological, conceptual, and statistical clarity in the study of mediators and moderators: Examples from the childclinical and pediatric psychology literatures. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, ۶۵, ۵۹۹-۶۱۰.

Hyman, H. H. (۱۹۵۵). *Survey design and analysis*. Glencoe, IL: Free Press.

- Imai, K., Keele, L., & Tingley, D. (2010). A general approach to causal mediation analysis. *Psychological methods*, 15(2), 309.
- James, L. R., & Brett, J. M. (1984). Mediators, moderators, and tests for mediation. *Journal of Applied Psychology*, 69, 307-321.
- Kenny, D. A. (1999). *Correlation and causality*. New York: Wiley.
- Kenny, D. A. (2008). Reflections on mediation. *Organizational Research Methods*, 11, 303-308.
- MacKinnon, D. P. (2008). *Introduction to statistical mediation analysis*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- MacKinnon, D. P., Fairchild, A. J., & Fritz, M. S. (2007). Mediation analysis. *Annual Review of Psychology*, 58, 593-614.
- McClelland, G. H., & Judd, C. M. (1993). Statistical difficulties of detecting interactions and moderator effects. *Psychological Bulletin*, 114, 376-390.
- Maxwell, S. E., & Cole, D. A. (2007). Bias in cross-sectional analyses of longitudinal mediation. *Psychological Methods*, 12, 23-44.
- Maxwell, S. E., & Delaney, H. D. (1993). Bivariate median splits and spurious statistical significance. *Psychological Bulletin*, 113, 181-190.
- Nie, Y., Lau, S., & Liao, A. K. (2011). Role of academic self-efficacy in moderating the relation between task importance and test anxiety. *Learning and Individual Differences*, 21(6), 436-441.
- Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2004). SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 36, 717-731.
- Preacher, K. J., & Kelley, K. (2011). Effect size measures for mediation models: Quantitative strategies for communicating indirect effects. *Psychological Methods*, 16, 93-100.
- Rozeboom, W. W. (1966). Mediation variables in scientific theory. *Psychological Review*, 73, 249-264.
- Sobel, M. E. (1982). Asymptotic intervals for indirect effects in structural equation models. In S. Leinhardt (Ed.), *Sociological methodology* 1982 (pp. 290-312).
- West, S. G., & Aiken, L. S. (1997). Toward understanding individual effects in multiple component prevention programs: Design and analysis strategies. In K. Bryant, M. Windle, & S. West (Eds.), *The science of prevention: Methodological advances from alcohol and substance abuse research* (pp. 167-209). Washington, DC: American Psychological Association.
- Wirtz, P. W. (2007). Advances in causal chain development and testing in alcohol research: Mediation, suppression, moderation, mediated moderation, and moderated mediation. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 31, 97-103.
- Wright, S. (1921). Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, 2, 507-580.