

Theoretical Foundations and Classification of Variable Weighting Methods in Scientific Research

Bizhan Shabankhani

Assistant Professor, Department of Biostatistics, Faculty of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Mazandaran, Iran

(Received December 21, 2025; Accepted June 1, 2026)

Abstract

In many scientific studies, the assumption that all variables are equally important can lead to oversimplification and misinterpretation of results. Variable weighting is a systematic approach that reflects the true differences among influential factors in terms of theoretical importance, explanatory power, measurement quality, and analytical objectives. Objective methods derive weights from statistical indicators and are highly repeatable; however, they may not adequately capture causal relationships. Structural methods evaluate interactions among variables within an analytical framework and are particularly suitable for multivariable studies. Decision-based methods assign weights according to practical criteria, such as sensitivity or cost. Hybrid methods integrate multiple approaches to achieve a balance between theoretical accuracy, statistical robustness, and practical applicability. In medical research, variable weighting is essential for aligning statistical models with the inherent complexity of biological systems. Subjective methods rely on expert judgment and are particularly valuable when sufficient data are unavailable, although they may be susceptible to bias. This article describes the importance of variable weighting and demonstrates how ignoring differences in variable importance can compromise the analytical validity of research findings. It further discusses the philosophy and rationale underlying weighting approaches, including theoretical knowledge and expert judgment, data structure, causal models, decision-making objectives, and hybrid approaches. Weighting methods are subsequently classified into five main categories: subjective, objective, structural, decision-based, and hybrid methods. For each category, their applications, advantages, and limitations in medical and health research are reviewed. Finally, the article emphasizes that the careful and transparent selection of an appropriate weighting method is essential for enhancing the accuracy, interpretability, and practical applicability of research findings.

Keywords: Variable weighting; Multi-criteria decision-making; Composite indices; Research methodology

J Mazandaran Univ Med Sci 2026; 36 (258): 200-206 (Persian).

Corresponding Author: Bizhan Shabankhani - School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Mazandaran, Iran (E-mail: shabankhani@yahoo.com)

مبانی نظری و طبقه‌بندی روش‌های وزن‌دهی به متغیرها در مطالعات علمی

بیژن شعبانخانی

چکیده

در بسیاری از مطالعات علمی فرض برابری اهمیت متغیرها می‌تواند به ساده‌سازی بیش از حد و تفسیر نادرست نتایج منجر شود. وزن‌دهی به متغیرها رویکردی روش‌مند برای بازتاب دادن تفاوت‌های واقعی میان عوامل مؤثر، از نظر اهمیت نظری، قدرت تبیین، کیفیت اندازه‌گیری و هدف تحلیل است. روش‌های عینی بر پایه شاخص‌های آماری تعیین می‌شوند و از تکرارپذیری بیش‌تری برخوردارند، ولی گاهی روابط علی را به‌خوبی نشان نمی‌دهند. روش‌های ساختاری تعامل متغیرها را در قالب یک نظام تحلیلی بررسی می‌کنند و برای مطالعات چند متغیره مناسب‌اند. روش‌های تصمیم‌محور نیز وزن‌ها را بر اساس معیارهای عملی مانند حساسیت یا هزینه تنظیم می‌کنند. در نهایت، روش‌های ترکیبی می‌توانند تعادل مناسبی میان دقت نظری، استحکام آماری و کاربرد عملی ایجاد کنند.

در همین راستا وزن‌دهی در پژوهش‌های پزشکی برای هماهنگ‌سازی مدل‌های آماری با پیچیدگی‌های واقعی نظام‌های زیستی ضروری است. روش‌های ذهنی بر قضاوت خبرگان متکی‌اند و در نبود داده کافی مفیدند، اما ممکن است با سوگیری همراه باشند. این مقاله مروری، با تبیین ضرورت وزن‌دهی، نشان می‌دهد که چرا نادیده گرفتن تفاوت میان متغیرها می‌تواند اعتبار تحلیلی پژوهش‌ها را کاهش دهد. سپس فلسفه و منطق وزن‌دهی بر اساس منابع تعیین وزن، شامل دانش نظری و قضاوت خبرگان، ساختار داده‌ها، مدل‌های علی، اهداف تصمیم‌گیری و رویکردهای ترکیبی بررسی می‌شود. در ادامه، روش‌های وزن‌دهی بر اساس یک معیار منطقی طبقه‌بندی شده و به پنج دسته اصلی شامل روش‌های ذهنی، عینی، ساختاری، مبتنی بر تصمیم‌گیری و ترکیبی تقسیم می‌گردند. برای هر دسته، کاربردها، مزایا و محدودیت‌ها در مطالعات پزشکی و بهداشتی تشریح می‌شود. در نهایت، مقاله تأکید می‌کند که انتخاب آگاهانه و شفاف روش وزن‌دهی، نقشی کلیدی در افزایش دقت، تفسیرپذیری و کاربرد پذیری نتایج پژوهش دارد.

واژه‌های کلیدی: وزن‌دهی متغیرها، تصمیم‌گیری چند معیاره، شاخص‌های مرکب، روش‌شناسی پژوهش

مقدمه

می‌شود، اما در بسیاری از موارد با ماهیت پیچیده و چند بعدی پدیده‌های واقعی هم‌خوانی ندارد (۲). پدیده‌های اجتماعی، اقتصادی، بهداشتی و زیست محیطی معمولاً تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل قرار دارند که سهم، اهمیت و میزان اثرگذاری آن‌ها یکسان نیست (۳، ۴).

در تحلیل‌های آماری، مدل‌سازی، تصمیم‌گیری چند معیاره و ساخت شاخص‌های مرکب، غالباً این فرض ضمنی پذیرفته می‌شود که همه‌ی متغیرها از اهمیت و نقش یکسانی برخوردارند (۳-۱). هر چند این فرض موجب سادگی محاسبات و سهولت تحلیل

E-mail: shabankhani@yahoo.com

مؤلف مسئول: بیژن شعبانخانی-ساری، کیلومتر ۱۸ جاده خزرآباد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
استادیار گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران

تاریخ تصویب: ۱۴۰۵/۳/۱۹

تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۴۰۴/۱۱/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۹/۳۰

در این شرایط، متغیرها از نظر اهمیت نظری، قدرت تبیین یا پیش‌بینی، و همچنین کیفیت و دقت اندازه‌گیری با یکدیگر تفاوت دارند (۵). افزون بر این، در پژوهش‌هایی که هدف آن‌ها ترکیب چندین شاخص یا مؤلفه در قالب یک شاخص مرکب است، فرض برابری نقش متغیرها می‌تواند به نتایجی گمراه‌کننده منجر شود و تفسیر نادرستی از وضعیت واقعی پدیده ارائه دهد (۱، ۲، ۶). در چنین شرایطی، نادیده گرفتن تفاوت‌های موجود میان متغیرها به ساده‌سازی بیش از حد مسئله و فاصله گرفتن تحلیل از واقعیت منجر خواهد شد (۲، ۶).

این ملاحظات ضرورت وزن‌دهی به متغیرها را آشکار می‌سازد. وزن‌دهی رویکردی نظام‌مند برای بازتاب دادن اهمیت نسبی، میزان اثرگذاری یا قابلیت اتکای هر متغیر در فرآیند تحلیل است (۳، ۴). به بیان دیگر، وزن‌دهی ابزاری است که به پژوهشگر کمک می‌کند مدل تحلیلی خود را به واقعیت‌های نظری یا تجربی پدیده‌ی مورد مطالعه نزدیک‌تر سازد و در نتیجه، دقت، تفسیرپذیری و اعتبار نتایج پژوهش را بهبود بخشد (۷-۹). در این مقاله‌ی به سه پرسش محوری پاسخ داده شده است.

- ۱- چرا وزن‌دهی به متغیرها لازم می‌شود؟
- ۲- وزن‌دهی چه هدفی را دنبال می‌کند؟ (فلسفه و منطق وزن‌دهی)
- ۳- روش‌های وزن‌دهی را چگونه می‌توان بر اساس یک معیار منطقی طبقه‌بندی کرد؟

بحث

چرا به متغیرها وزن می‌دهیم؟

در مطالعات پزشکی و بهداشتی، پدیده‌ها معمولاً تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل زیستی، رفتاری، محیطی و اجتماعی قرار دارند که نقش و اهمیت یکسانی ندارند (۳، ۱۰). استفاده از وزن‌های برابر برای این عوامل می‌تواند منجر به برآورد نادرست اثر این متغیرها و در نهایت تصمیم‌گیری‌های بالینی یا سیاست‌گذاری

نامناسب شود (۱، ۱۰). وزن‌دهی به متغیرها روشی برای در نظر گرفتن تفاوت‌های واقعی میان عوامل مؤثر و افزایش دقت مطالعه و اعتبار تحلیل است (۱، ۳). مهم‌ترین دلایل وزن‌دهی به متغیرها در مطالعات به شرح زیر است.

الف- تفاوت در اهمیت نظری متغیرها

در بسیاری از مدل‌های مفهومی پزشکی، برخی عوامل از نظر پاتوفیزیولوژیک نقش محوری‌تری دارند. برای مثال، در مطالعه‌ی عوامل خطر بیماری‌های قلبی عروقی، فشار خون و سطح کلسترول از نظر تئوری اهمیت بیش‌تری نسبت به عواملی مانند الگوی خواب دارند (۱۱). وزن‌دهی به متغیرها امکان می‌دهد این تفاوت‌ها به‌طور صریح در تحلیل لحاظ شود (۳، ۱۱).

ب- تفاوت در میزان اثرگذاری یا قدرت تبیین

در مطالعات اپیدمیولوژیک، همه‌ی عوامل خطر تأثیر یکسانی بر بروز یا شدت بیماری ندارند. برای نمونه، در بررسی عوامل مؤثر بر دیابت نوع دو، شاخص توده‌ی بدنی (BMI) معمولاً اثر قوی‌تری نسبت به سطح فعالیت بدنی گزارش شده توسط فرد دارد (۱۰، ۱۱). وزن‌دهی می‌تواند منعکس‌کننده‌ی این تفاوت در اندازه‌ی اثر و سهم تبیینی متغیرها باشد (۳، ۱۰).

ج- تفاوت در کیفیت و دقت اندازه‌گیری

در پژوهش‌های بالینی، برخی متغیرها با ابزارهای دقیق‌تری اندازه‌گیری می‌شوند. برای مثال، اندازه‌گیری قند خون ناشتا در آزمایشگاه معمولاً از دقت بالاتری نسبت به گزارش خوداظهاری مصرف قند برخوردار است. وزن‌دهی کم‌تر به متغیرهای دارای خطای اندازه‌گیری بالاتر می‌تواند از تأثیر نامطلوب داده‌های کم‌اعتبار بر نتایج جلوگیری کند (۱، ۱۲).

د- ترکیب متغیرها در قالب شاخص‌های مرکب

در بهداشت عمومی، شاخص‌های مرکبی مانند ریسک کلی سلامت یا شاخص وضعیت متابولیک از

ترکیب چندین متغیر ساخته می‌شوند. در چنین مواردی، فرض وزن‌های برابر می‌تواند منجر به تحریف اهمیت بالینی مؤلفه‌ها شود (۳، ۱). وزن‌دهی به متغیرها این امکان را فراهم می‌کند که سهم هر مؤلفه در شاخص نهایی متناسب با اهمیت بالینی آن تعیین شود (۳، ۱).

و- وابستگی اهمیت متغیرها به هدف مطالعه یا مداخله

اهمیت متغیرها در پزشکی و بهداشت به هدف مطالعه وابسته است. برای مثال، در مطالعات غربالگری سرطان ریه، سابقه‌ی مصرف سیگار وزن بسیار بالایی دارد، در حالی که در مطالعات مرتبط با کیفیت زندگی بیماران مبتلا به سرطان، متغیرهایی مانند درد یا وضعیت روانی اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کنند (۱۲، ۱۰). وزن‌دهی به متغیرها این انعطاف را فراهم می‌کند که تحلیل متناسب با هدف بالینی یا بهداشتی تنظیم شود (۱۲، ۱۰).

وزن‌دهی چه هدفی را دنبال می‌کند؟ (فلسفه و منطق وزن‌دهی)

وزن‌دهی به متغیرها صرفاً یک اقدام فنی یا محاسباتی نیست، بلکه تصمیمی روش‌شناختی است که بازتاب دهنده‌ی نگاه پژوهشگر به مسئله‌ی مورد مطالعه، ماهیت داده‌ها و هدف تحلیل است (۴، ۳). وزن‌ها می‌توانند از منابع متفاوتی استخراج شوند و هر منبع، منطق خاصی را برای تعیین اهمیت متغیرها دنبال می‌کند (۳، ۲). به‌طور کلی، منطق اصلی وزن‌دهی را می‌توان بر اساس پاسخ به این پرسش بنیادین که وزن‌ها بر چه مبنایی تعیین می‌شوند؟، تفکیک کرد (۳).

الف- منطق مبتنی بر دانش نظری و قضاوت تخصصی

در این رویکرد، وزن‌دهی بر پایه‌ی دانش نظری موجود، شواهد پیشین و قضاوت متخصصان انجام می‌شود. پژوهشگر یا گروهی از خبرگان با تکیه بر تجربه‌ی علمی یا بالینی خود، اهمیت نسبی متغیرها را تعیین می‌کنند (۶، ۴). این رویکرد به‌ویژه در حوزه‌هایی

کاربرد دارد که روابط علیتی به‌خوبی شناخته شده‌اند یا داده‌های کمی کافی در دسترس نیست. برای مثال، در طراحی مدل‌های پیش‌بینی خطر سکته‌ی قلبی، وزن‌دهی بیش‌تر به فشار خون و سابقه‌ی سیگار بازتاب دهنده‌ی فهم بالینی و نظری از پدیده است (۶).

ب- منطق مبتنی بر ساختار داده‌ها

در این رویکرد، وزن‌ها از خود داده‌ها استخراج می‌شوند و کم‌ترین اتکا به قضاوت ذهنی وجود دارد. ایده‌ی اصلی این است که متغیرهایی با تغییرپذیری بیش‌تر یا ارتباط قوی‌تر با پیامد، اطلاعات بیش‌تری به مدل می‌افزایند و شایسته‌ی وزن بالاتری هستند (۱۳، ۳). این منطق شفافیت و تکرارپذیری بالایی دارد، اما به کیفیت، حجم نمونه و ساختار داده‌ها وابسته است (۱۳).

ج- منطق مبتنی بر مدل‌سازی علیتی یا ساختاری

در این روش، وزن‌دهی بخشی از یک مدل نظری یا علیتی مشخص است. وزن‌ها نه صرفاً بر اساس نظر خبرگان و نه فقط الگوهای آماری، بلکه در چارچوب مدل‌های ساختاری تعریف می‌شوند که روابط میان متغیرها را مشخص می‌کنند (۵). برای مثال، در مدل‌های معادلات ساختاری کیفیت زندگی، وزن ابعاد جسمی، روانی و اجتماعی از برآورد مسیرهای علیتی به دست می‌آید و بیانگر شدت روابط علی میان سازه‌ها است (۵).

د- منطق مبتنی بر هدف تحلیل و تصمیم‌گیری

در بسیاری از موارد، وزن‌دهی تابع هدفی است که تحلیل برای آن انجام می‌شود. اهمیت متغیرها ممکن است در مطالعات تشخیصی، پیش‌آگهی یا سیاست‌گذاری بهداشتی متفاوت باشد. در این منطق، وزن‌ها به‌گونه‌ای تعیین می‌شوند که با هدف نهایی تصمیم‌گیری هم‌راستا باشند (۶، ۲). این امر نشان می‌دهد که وزن‌دهی همواره وابسته به زمینه و هدف استفاده از نتایج است (۲).

و- منطق ترکیبی

در عمل، بسیاری از پژوهش‌ها از ترکیب چند منطق برای تعیین وزن‌ها استفاده می‌کنند. در این حالت، دانش نظری و قضاوت خبرگان با اطلاعات استخراج شده از داده‌ها تلفیق می‌شود تا وزن‌هایی متعادل‌تر و قابل اعتمادتر به دست آید (۲، ۳). این منطق ترکیبی تلاش می‌کند مزایای رویکردهای مختلف را حفظ و محدودیت‌های آن‌ها را کاهش دهد (۳).

به‌طور کلی، منطق وزن‌دهی تعیین می‌کند که وزن‌ها تا چه حد بازتاب‌دهنده‌ی دانش نظری، شواهد تجربی یا اهداف تصمیم‌گیری باشند. آگاهی از این منطق‌ها به پژوهشگر کمک می‌کند تا روش وزن‌دهی خود را آگاهانه انتخاب کرده، آن را به درستی گزارش دهد و محدودیت‌های آن را به‌صورت شفاف بیان نماید (۴-۲).

روش‌های وزن‌دهی متغیرها بر اساس یک معیار منطقی

روش‌های وزن‌دهی به متغیرها را می‌توان بر اساس معیارهای گوناگون طبقه‌بندی کرد. برخی از این روش‌ها بیش‌تر به قضاوت انسانی و دانش تخصصی تکیه دارند، برخی دیگر کاملاً بر داده‌ها متکی‌اند و گروهی نیز تلاش می‌کنند این دو رویکرد را با یکدیگر ترکیب کنند (۳، ۴، ۱۴). انتخاب هر یک از این روش‌ها در مطالعات پزشکی و بهداشتی می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر نتایج، تفسیر یافته‌ها و تصمیم‌گیری‌های بالینی یا سیاست‌گذاری داشته باشد (۳، ۱۵).

الف- روش‌های وزن‌دهی مبتنی بر قضاوت خبرگان (روش‌های ذهنی)

در این دسته از روش‌ها، وزن متغیرها بر اساس نظر متخصصان، پزشکان یا پژوهشگران حوزه‌ی مربوطه تعیین می‌شود. فرض اصلی این است که خبرگان، به دلیل دانش نظری و تجربه‌ی بالینی خود، درک مناسبی از اهمیت نسبی متغیرها دارند (۴، ۶). برای مثال، در طراحی ابزارهای ارزیابی خطر بیماری‌های قلبی، متخصصان ممکن است به فشار

خون، کلسترول LDL و سابقه‌ی مصرف سیگار وزن بیش‌تری بدهند و عواملی مانند الگوی خواب را در رتبه‌های بعدی قرار دهند (۶). این روش برای تدوین راهنماهای بالینی و مطالعات با داده‌های محدود کاربرد بیش‌تری دارد، هر چند ممکن است تحت تأثیر سوگیری فردی یا اختلاف نظر میان خبرگان قرار گیرد (۴، ۶).

از جمله روش‌های رایج در این بخش می‌توان روش دلفی، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، مقیاس‌بندی مستقیم، روش بهترین و بدترین -Best Worst را نام برد (۴، ۶، ۱۶).

ب- روش‌های وزن‌دهی مبتنی بر داده‌ها (روش‌های عینی)

در این روش‌ها، وزن‌ها مستقیماً از داده‌های تجربی استخراج می‌شوند و نقش قضاوت ذهنی به حداقل می‌رسد. فرض اصلی این است که متغیرهایی که ارتباط قوی‌تری با پیامد دارند یا اطلاعات بیش‌تری حمل می‌کنند، وزن بالاتری دریافت می‌کنند (۱۴، ۱۷). این رویکرد در مطالعات کوهورت، مدل‌های پیش‌بینی بالینی و تحلیل داده‌های بزرگ سلامت کاربرد گسترده‌ای دارد (۱۴، ۱۷). با این حال، نتایج به کیفیت داده‌ها وابسته بوده و ممکن است اهمیت نظری برخی متغیرها نادیده گرفته شود (۱۴).

از جمله روش‌های رایج در این بخش می‌توان رگرسیون خطی و لجستیک، مدل Cox، PCA، روش آنتروپی، Random Forest را نام برد (۱۴، ۱۷).

ج- روش‌های وزن‌دهی مبتنی بر مدل‌های نظری یا ساختاری

در این دسته، وزن‌دهی در چارچوب یک مدل نظری یا علیتی مشخص انجام می‌شود. وزن‌ها به‌عنوان پارامترهای مدل برآورد شده و بیانگر شدت روابط یا مسیرهای علی هستند (۵). برای مثال، در مطالعات کیفیت زندگی بیماران، وزن ابعاد جسمی، روانی و اجتماعی از طریق مدل‌های معادلات ساختاری تعیین می‌شود (۵). این روش برای تحلیل سازوکارهای زیربنایی پدیده‌ها

مناسب است، اما نیازمند فرض‌های نظری شفاف و داده‌های مناسب است (۵).

از جمله روش‌های رایج در این بخش می‌توان مدل معادلات ساختاری (SEM)، مدل شاخص‌های مرکب (Composite Indicator Models) و مدل سیستم دینامیکی را نام برد.

د- روش‌های وزن دهی مبتنی بر هدف و تصمیم‌گیری در این رویکرد، وزن‌دهی مستقیماً تابع هدف تصمیم‌گیری است. اهمیت متغیرها بسته به نوع تصمیم (تشخیصی، درمانی یا سیاست‌گذاری) تغییر می‌کند (۳، ۱۵). این روش در تخصیص منابع سلامت، اولویت‌بندی بیماران و سیاست‌گذاری بهداشتی کاربرد فراوان دارد (۳، ۱۵). از جمله روش‌های رایج در این بخش می‌توان MCDA، نظریه مطلوبیت، تحلیل هزینه-اثربخشی، مدل‌های بهینه‌سازی TOPSIS را نام برد (۳، ۱۵).

و- روش‌های وزن دهی ترکیبی

در عمل، بسیاری از پژوهش‌ها از ترکیب روش‌های ذهنی و عینی استفاده می‌کنند تا از مزایای هر دو بهره‌مند شوند. در این رویکرد، وزن‌های اولیه توسط خبرگان تعیین شده و سپس با استفاده از داده‌های تجربی اصلاح می‌شوند (۳، ۴). این روش به افزایش تعادل میان

دانش تخصصی و شواهد تجربی و پذیرش نتایج در جامعه علمی و بالینی کمک می‌کند (۳، ۴).

از جمله روش‌های رایج در این بخش می‌توان Fuzzy AHP-Entropy، TOPSIS و Delphi-AHP را نام برد. روش‌های مختلف وزن دهی هر یک منطق، کاربرد و محدودیت‌های خاص خود را دارند. در مطالعات پزشکی و بهداشتی، انتخاب روش مناسب وزن‌دهی باید متناسب با هدف مطالعه، ماهیت داده‌ها و زمینه‌ی تصمیم‌گیری انجام شود (۳، ۱۴، ۱۵). شفاف‌سازی این انتخاب نقش مهمی در افزایش اعتبار علمی و کاربردپذیری نتایج پژوهش دارد (۳، ۴).

وزن‌دهی به متغیرها یکی از اجزای اساسی تحلیل‌های پیشرفته در مطالعات پزشکی و بهداشتی است که فراتر از یک انتخاب صرفاً فنی قرار می‌گیرد. این فرآیند بازتاب دهنده‌ی نگاه نظری پژوهشگر، کیفیت داده‌ها و هدف نهایی تحلیل یا تصمیم‌گیری است. انتخاب آگاهانه روش وزن‌دهی، همراه با گزارش شفاف منطق و محدودیت‌های آن، می‌تواند اعتبار علمی، تفسیرپذیری و کاربرد عملی نتایج پژوهش را به‌طور معناداری افزایش دهد. در نهایت، هیچ روش وزن‌دهی برتری مطلق ندارد و تناسب روش با مسئله‌ی پژوهش، شرط اصلی تحلیل معتبر و قابل اتکا است.

References

- 1- Nardo M, Saisana M, Saltelli A, Tarantola S. Tools for composite indicators building. European Commission, Ispra 2005;15(1):19-20.
- 2- Saltelli A. Composite indicators between analysis and advocacy. Social Indicators Research 2007;81(1):65-77.
- 3- Centre JR. Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide: OECD publishing; 2008.
- 4- Greco S, Figueira J, Ehrgott M. Multiple criteria decision analysis: Springer; 2016.
- 5- Bollen KA. Structural equations with latent variables: John Wiley & Sons; 1989.
- 6- Saaty TL. the Analytic hierarchy process. Encyclopedia of operations research and management science: McGraw-Hill; 1980.
- 7- Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE, Tatham RL. Multivariate data analysis. 8th ed: Cengage learning Hampshire; 2019.
- 8- Shabankhani B. Assessing the inter-rater reliability for nominal, categorical and ordinal data in medical sciences. Arch Pharma Pract 2020;11(S4):144-148.

- 9- Shabankhani B, Charati JY, Shabankhani K, Cherati SK. Survey of agreement between raters for nominal data using krippendorff's Alpha. Arch Pharma Pract 2020;10(S1):160-164.
- 10- Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. Modern epidemiology. 3th: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
- 11- Marmot M, Wilkinson R. Social determinants of health. 2nd: Oxford University Press; 2006.
- 12- Fayers PM, Machin D. Quality of life: the assessment, analysis and reporting of patient-reported outcomes. 3rd: Wiley-Blackwell; 2016.
- 13- Jolliffe IT, Cadima J. Principal component analysis: a review and recent developments. Philos Trans A Math Phys Eng Sci 2016;374(2065): 20150202.
- 14- Saltelli A, Tarantola S, Campolongo F, Ratto M. Sensitivity analysis in practice: a guide to assessing scientific models: Wiley Online Library; 2004.
- 15- Drummond MF, Sculpher MJ, Claxton K, Stoddart GL, Torrance GW. Methods for the economic evaluation of health care programmes. 4th: Oxford university press; 2015.
- 16- Rezaei J. Best-worst multi-criteria decision-making method. Omega 2015;53:49-57.
- 17- Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. The elements of statistical learning. 2nd: Springer series in statistics New-York; 2017.