مبانی مدل سازی معادله ساختاری و کاربرد آن در مطالعات علوم ورزشی

حسین سپاسی[1]

ص.ص: ۱۷۶-۱۵۹
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۰
تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۶/۰۵

چکیده

مدل سازی معادله ساختاری ابزار آماری پیشرفته ای است که به پژوهشگران این فرصت را می دهد تا از آن عمدتا برای آزمون نظریه ها در مطالعات بویژه در مطالعات علوم ورزشی استفاده کنند. استفاده از مدل سازی معادله ساختاری به طور روز افزونی در حال گسترش است و برخی از روش شناسان از آن به عنوان تکنیک نسل دوم برای تحلیل داده های آماری یاد می کنند. این ابزار از اصطلاحات و علایم گوناگونی برای نام گذاری متغیرهایی که در مدل مفهومی یا مدل مبنا به کار برده می شود استفاده می کند که دانستن آنها برای کسانی که قصد استفاده از این روش در تحلیل داده های مطالعاتی خود را دارند حیاتی است. بنابراین، هدف این تحقیق قرار دادن اطلاعاتی در اختیار کسانی است که علاقه دارند از مفاهیم زیر بنای مدل سازی معادله ساختاری در مطالعات خود استفاده کنند. در این مقاله سعی شده است با آوردن مثالی ساده در زمینه رفتار سازمانی کاربران، به ویژه دانشجویان دوره دکتری، را با اصطلاحات و مفاهیم زیر بنایی این تکنیک آماری آشنا سازد. مدل معادله ساختاری ابزار با ارزشی است که از آن می توان به عنوان یکی از پیشرفته ترین تکنیک های آماری برای تحلیل داده های تحقیق استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: متغیر اندازه گیری، متغیر مکنون، مدل سازی معادله ساختاری

[1] استاد گروه مدیریت ورزشی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. hosseinsepasi@Yahoo.com

Indicators and Components Affecting the International Development of Table Tennis of Iran (Exploration and Validation with Mixed Approach)

Sepasi, H. [1]

Abstract

Structural equation modeling (SEM) is considered as an advanced statistical tool that helps the researchers to test different theories especially in sport management and human resource management studies .Recently, SEM has been widely used and some methodologists call it as second generation tool for analyzing statistical data. SEM uses different symbols to identify the intended variables used in the model. These symbols play very important role for those who are willing to understand the basics and use SEM concepts to analyze their data. Therefore, the main purpose of this paper is to provide information for the users to understand the basics for applying SEM in their studies. In order to thoroughly understand the basics, this paper tries to provide the users, especially doctoral students, simple example in terms of organizational behavior. SEM is a value-able statistical tool for analyzing the data and is considered as one of the most advanced technique that can be used for analyzing the research data.

Keywords: Latent Variable, Measurement Variable, Structural Equation Modeling

1. Professor of Department of Sport Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran Email: hosseinsepasi@yahoo.com

مقدمه

امروزه استفاده از روش های آماری پیشرفته به عنوان ابزار های اصلی برای تحلیل داده های مطالعاتی در مقایسه با گذشته به طور چشم گیری رو به فزونی گذاشته است. از جمله این روش های آماری می توان به تحلیل واریانس، تحلیل مسیر، تحلیل عاملی، و در نهایت مدل سازی معادله ساختاری اشاره کرد. کاربرد این روش های آماری یکسان نیست و به هدف و نوع روشی که پژوهشگر برای تحلیل داده ها به کار می برد بستگی دارد. برای مثال، گاهی پژوهشگر علاقه مند است ویژگی دو رفتار اخلاقی، دو روش بازاریابی، و یا دو سبک رهبری را با هم مقایسه کند، و زمانی دیگر پژوهشگر قصد دارد عواملی که موجب موفقیت یک مدیر، یک سازمان فرهنگی ورزشی، یک موسسه مالی می شود، در آینده پیش بینی کند و یا قصد دارد در غیاب ابزاری استاندارد پرسشنامه ای برای عدالت سازمانی، بازاریابی، و یا رفتار اخلاقی کارکنان بسازد. روش های های آماری که از آنها برای تحلیل داده های این قبیل مطالعات به کار برده می شوند به تکنیک های نسل اول برای تحلیل داده ها پژوهشی شهرت دارند.

با پیشرفت حوزه های مختلف علوم و ارایه نظریه های گوناگون، پژوهشگران به روش های آماری پیشرفته تری برای مقاصد مطالعاتی خود نیاز دارند. برای مثال، امکان دارد پژوهشگر هدف بالاتری دنبال می کند و می خواهد برای مثال ساختار عاملی مجموعه ای از متغیرهایی که در رعایت اصول اخلاقی حرفه ای موثرند را آزمون نماید و امکان مدل سازی روابط علی بین متغیرهای مستقل و وابسته را مورد بررسی قرار دهد. به بیان دیگر، محقق قصد دارد با مدل سازی روابط میان متغیر های مشاهد نشده ای (متغیرهای مکنون) که به وسیله نشانگرها اندازه گیری می شوند با سازه های یک مدل مفهومی که بر پایه نظری محکمی استوار است مورد مطالعه قرار دهد. به عبارت دیگر، علاوه بر تعیین ساختار عاملی مجموعه ای از متغیر ها، امکان دارد جهت و مسیری که این مجموعه از متغیر های مکنون و آشکار روی هم اثر می گذارند مورد علاقه محقق باشد. روش های آماری برای هر یک از طرح های مطالعاتی فوق یکسان نیست و با هم تفاوت دارند. بدون شک استفاده مناسب از هر یک از روش های آماری به پژوهشگر در تحلیل داده ها و در نهایت پیدا کردن پاسخ منطقی و عملی برای آزمون مفروضه های تحقیق کمک خواهد کرد.

متخصصان به تازگی روش های آماری تازه تری برای تحلیل داده ابداع کرده اند و از آنها به عنوان تکنیک های نسل دوم در تحلیل داده ها یاد می کنند. گر چه این روش ها را می توان توسعه و گسترش روش های قبلی دانست، ولی بواسطه این که از مدل های تازه تری برای تحلیل داده ها استفاده می کنند مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. از جمله این روش ها می توان به مدل سازی مسیری-ساختاری که توسعه ای از مدل سازی معادله ساختاری است(لا و چن،۲۰۱۲) و روش ترکیبی دمیتل و فرایند شبکه ای اشاره کرد (ساآتی، ۱۹۹۰).

مدل سازی معادله ساختاری از جمله روش های آماری پیشرفته ای است که استفاده از آن نه تنها برای تعیین ساختار عاملی مجموعه ای از متغیر ها است، بلکه برای پی بردن به جهت و مسیری است که متغیر های مکنون و متغیر های آشکار رویهم اثر می گذارند. بررسی تحلیل داده ها نشان می دهد که از این روش ها به طور چشم گیری در مطالعات دانشجویان در رشته های مختلف علوم رفتاری مورد استفاده قرار گرفته است. مفاهیم مدل سازی معادله ساختاری در مقایسه با سایر روش های آماری،

بواسطه هدفی که روش شناسان آماری برای آن ت عیین کرده اند از پیچیدگی بیشتری برخوردار است و استفاده از آن به آشنایی کامل پژوهشگر با مفاهیم اصلی زیر بنای نظریه و انطباق پیش فرض های آن برای تحلیل داده های مطالعاتی نیاز دارد. شواهد نشان می دهند در مطالعاتی که از روش مدل سازی معادله ساختاری برای تحلیل داده ها استفاده شده است توجه چندانی به مفاهیم اصلی و زیر بنای مفروضه های آن، که برای استفاده از این روش لازم است، صورت نگرفته است. نتایج بررسی ها نشان می دهد که کاربران پس از گردآوری داده ها و صرفا برای اینکه نشان دهند که از یک روش آماری پیشرفته برای تحلیل داده های خود استفاده کرده اند، خود و یا دیگران این داده ها را با استفاده از بسته نرم افزارهای موجود در بازار و به شیوه ای دلخواه تحلیل می کنند. بحث و نتیجه گیری بر اساس اطلاعاتی که نرم افزار آماری در اختیار این قبیل کاربران قرار می دهد با مباتی نظریه مدل سازی معادله ساختاری چندان سازگار نیست.

بنابر این، هدف این مقاله بررسی مبانی نظری و ساختاری این روش پیشرفته آماری است تا کاربران قادر باشند با علم و آگاهی بیشتری در ابتدا موضوع پژوهش خود را بر اساس مبانی این نظریه تعریف تا اینکه طراحی آن با ساختار و مدل سازی این نظریه سازگاری پیدا کند. آگاهی نسبت به مفاهیم زیر بنایی این روش آماری به پژوهشگر کمک می کند تا نتایج حاصل از تحلیل داده ها از ثبات و اعتبار بیشتری برخوردار باشد. از این رو، ابتدا مفاهیم اصلی زیر بنای نظریه مدل سازی معادله ساختاری بیان می شود، سپس در باره انواع متغیر ها که در طراحی آن مورد استفاده قرار می گیرند بحث خواهد شد. و در پایان آنچه کاربران نیاز دارند نسبت به پیچیدگی های این نظریه آگاهی پیدا کنند و طراحی و الگو سازی مطالعات خود را با مبانی مدل سازی معادله ساختاری بنا کنند، به زبان ساده مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۱. مفاهیم اصلی مدل سازی معادله ساختاری

مدل سازی معادله ساختاری اصطلاحی کلی است که برای توصیف تعداد زیادی از مدل های آماری به کار برده می شود تا اعتبار نظریه ها با استفاده از داده های عملی مورد ارزیابی قرار گیرد(سونیا، جیسون[1]، 2022) . به لحاظ آماری، مدل سازی معادله ساختاری توسعه ای از تحلیل واریانس و رگرسیون چند متغیره به شمار می رود. مزیت عمده استفاده از آن این است که روابط بین سازه های مکنونی که در مطالعات رگرسیون بدست آمده نیز مورد مطالعه قرار می گیرد. مدل سازی معادله ساختاری در مطالعات آزمایشی و غیر آزمایشی، و هم چنین در مطالعات مقطعی و طولی نیز کار برد دارد. هدف مدل سازی معادله ساحتاری این است که آیا مدل مفروض یا مدل مبنا با داده های مورد مشاهده شده پیوستگی دارد یا خیر. به بیان دیگر، هدف این روش آماری ارزشیابی بین یک مدل ساختاری و یک مدل اندازه گیری است (فابریگر و واگنر، ۲۰۰۶).

[1] .Sonya, Jason

۲. انواع متغیر ها

در مدل سازی معادله ساختاری استیونس (۱۹۸۰) به دو نوع متغیر مجزا از هم اشاره می کند. متغیر اندازه گیری متغیر هایی در مدل هستند که مستقیما اندازه گیری می شوند و دیگری متغیر مکنون[۱] که مستقیما قابل اندازه گیری نیستند و یک سازه مفروض در مدل به شمار می روند. شکل ۱ متغیر های مکنون و اندازه گیری را در یک مدل ساختاری نشان می دهد. در این شکل چهار متغیر مکنون و ۱۲ متغیر اندازه گیری نشان داده شده است. در زیر برای آشنایی کاربران به اصطلاحاتی که در نرم افزار لیزرل برای متغیرهای مستقل و وابسته به کار برده می شود اشاره خواهد شد. در این مدل متغیر های مکنون همان متغیر های برونزا[۲] یا متغیر های مستقل و متغیر های درونزا[۳] یا متغیر های مکنون وابسته هستند. متغیر های مکنون خود به دو دسته متغیر های برونزا و متغیر های درونزا تقسیم می شوند. متغیر های برونزا متغیر های مستقل نامیده می شوند و آنهایی هستند که در مدل تحت تاثیر متغیر های دیگری قرار نمی گیرند. ویژگی این متغیر ها در این است که پیکان های جهت داری از سوی سایر متغیر ها در مدل دریافت نمی کنند در حالی امکان دارد پیکان های جهت داری به سمت سایر متغیر ها بفرستند و هم چنین امکان اینکه در مدل با متغیر های مکنون برونزای دیگری همبستگی داشته باشند نیز وجود دارد. متغیر های درونزا به سایر متغیر ها مکنون در مدل وابسته می شوند و امکان دارد یک یا چند پیکان جهت دار نیز در یافت نمایند.

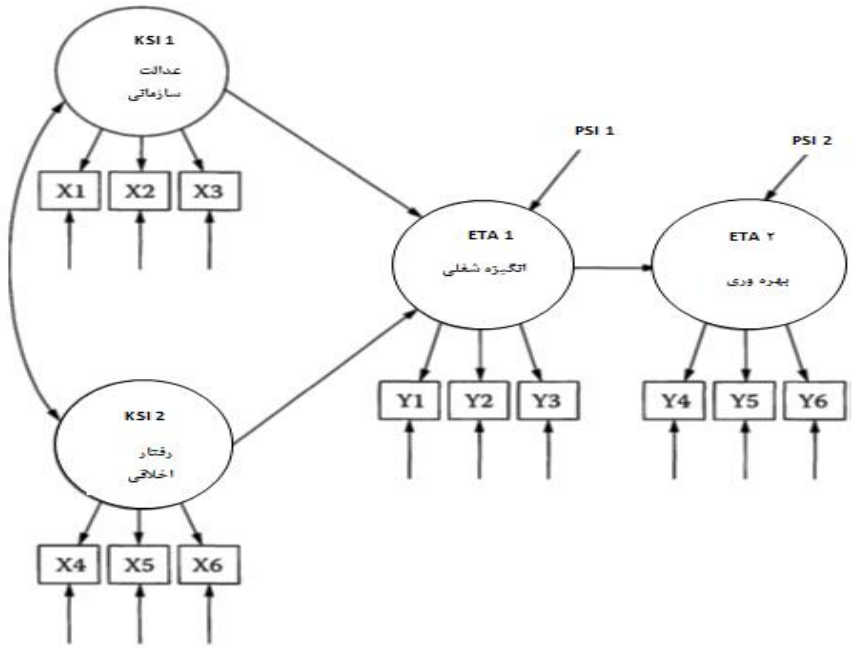
در نرم افزار لیزرل متغیر های برونزا (مستقل) کسی[۴] نامیده و در مدل با این علامت(ξ) نشان داده می شوند. متغیر های درونزا (وابسته) به سایر متغیر ها در مدل وابسته اند و به آنها اتا می گویند و با حرف یونانی (η) نمایش داده می شود. در مدل سازی معادله ساختاری متغیر های درونزا هم می توانند پیشین[۵] و یا پسین[۶] برای سایر متغیر های مکنون باشند. به بیان دیگر، هم می توانند بر سایر متغیر ها در مدل اثر بگذارند و هم می توانند تحت تاثیر سایر متغیر ها قرار گیرند. برای مثال در شکل ۱ فرض بر این است که انگیزه شغلی هم حاصلی از رفتار اخلاقی و عدالت سازمانی است و هم می تواند یک متغیر پیشین برای متغیر بهره وری بشمار آید.

متغیر های اندازه گیری هم به دو دسته تقسیم می شوند. متغیر های اندازه گیری که تحت تاثیر متغیر های مکنون برونزا قرار می گیرند و در مدل با علامت (X) نشان داده می شوند و متغیر های اندازه گیری که تحت تاثیر متغیر های درونزا هستند و با علامت (Y) نشان داده می شوند. بنابر این، در شکل ۱ تعداد شش متغیر با X و تعداد شش متغیر با Y که همان متغیر های اندازه گیری هستند نشان داده شده است.

---

[1] . latent variable
[2] .exogenous latent variables
[3] . endogenous latent variable
[4] .KSI
[5] . antecedent variable
[6] . consequence variable

در مدل سازی معادله ساختاری پژوهشگران برا ی اندازه گیری متغیر های مکنون از نظریه روانسنجی استفاده می کنند. متغیر های مکنون در مدل نه قابل مشاهده اند و نه می شود آنها را مستقیما اندازه گیری کرد ولی آنها را می توان از پاسخ هایی که فرد به تعدادی متغیر های قابل مشاهده(نشانگرها) می دهد بر آورد کرد. برای مثال، معنویت در کار، خلاقیت، سبک رهبری، عدالت اجتماعی، عدالت سازمانی، رفتار اخلاقی، استرس شغلی، و فرسودگی شغلی متغیر های مکنون بشمار می روند که قابل مشاهده نیستند و اغلب پژوهشگران آنها را بوسیله ابزاری که می سازند و اعتبار یابی می کنند اندازه می گیرند. تصور بر این است که پاسخ هایی که فرد در یک مطالعه به سوالات می دهد جایگاه او را روی پیوستار متغیر مکنون مورد نظر روشن می سازد. واضح است که از هر ابزار یا پرسشنامه ای نمی توان در مدل معادله ساختاری برای تعیین جایگاه فرد در روی پیوستار متغیر مکنون استفاده کرد. ابزار باید توسط پژوهشگر ساخته و ویژگی های روانسنجی (پایایی و اعتبار) آن محاسبه گردد. متخصصان آماری روش تحلیل عامل تاییدی[1] به طور گسترده برای اعتبار یابی سازه ای پرسشنامه توصیه می کنند تا کفایت سوالات یا متغیر هایی را که سازه های مکنون اندازه می گیرند نشان دهند. به بیان دیگر، تحلیل عاملی تاییدی مشخص می کند که چگونه متغیر های مکنون یا سازه های فرضی، بر حسب متغیر های مشاهده شده مورد سنجش قرار می گیرند و پایایی و اعتبار آنها به چه میزان است (گال، بورگ و گال، ۲۰۰۶).



شکل ۱- مدل مفهومی معادله ساختاری

۱-۲. خطا در متغیر های مدل

[1] .Conformity Factor Analysis(CFA)

مدل سازی معادله ساختاری اغلب با دو نوع خطا همراه است. اول خطا در متغیر ها است که در اثر فقدان ارتباط بین متغیر اندازه گیری و متغیر مکنون ناشی می شود. این عدم ارتباط بین متغیر ها به نظر می رسد ناشی از خطای تصادفی[1] و یا خطای نظامدار[2] اندازه گیری متغیر مکنون باشد. در مدل، خطا در متغیر ها با دلتا و با علامت (δ) برای متغیر های X و اپسیلون با علامت (ε) برای متغیر های Y نشان داده می شوند. دوم، خطایی که در معادله پیش می آید که به واریانس باقی مانده[3] در یک متغیر مکنون، که توسط سایر متغیر های مکنون بیان نمی شود، اشاره می کند. چنین تصور می شود که این فقط متغیر های درونزا هستند که در مدل با سایر متغیر های مکنون در ارتباطند، بنا بر این خطا در معادله عمدتا در متغیر های برونزا رخ می دهد. در مدل، به خطا در مدل پسی (PSI) می گویند و آن را با (Ψ) نشان می دهند. چون فقط این متغیر های درونزا هستند که تصور می شود به سایر متغیر ها وابسته اند، بنا بر این اصطلاح پسی فقط با متغیر های درونزا در ارتباطند (تومارکن و والر، ۲۰۰۳).

۳. انواع ارتباط در مدل

مدل سازی معادله ساختاری دو نوع ارتباط بین متغیر ها بر قرار می سازد. ابتدا، روابط مستقیم و جهت داری است که به وسیله پیکان های جهت دار در مدل نشان داده می شوند و فرض بر این است که این نوع روابط جهت دار همیشه بین متغیر های مکنون و متغیر های اندازه گیری قابل مشاهده است. پژوهشگران بر این باورند که این متغیر های مکنون در مدل هستند که بر متغیر های اندازه گیری اثر می گذارند. بعلاوه، آنها به برخی از حالات اشاره می کنند که امکان دارد متغیر های اندازه گیری به صورت یک مجموعه رابطه علی متغیر مکنون به حساب آیند. خطاها تصور می شود به صورت تصادفی و با نظامدار بر روی متغیر های اندازه گیری اثر بگذارند (کلین، ۲۰۰۵؛ مک کالوم، ۱۹۸۹). دیگری، روابط غیر جهت دار است که به وسیله پیکان های خمیده نشان داده می شوند و ارتباط میان متغیر ها را بدون مفروض بودن رابطه علی بین آنها نشان می دهد. این روابط غیر جهت دار را عمدتا می توان در بین متغیر های برونزا مشاهده کرد(مک کالوم، ۱۹۸۹ و کلین، ۲۰۰۵). شکل ۱ را مشاهده کنید.

۴. مدل ساختاری و مدل اندازه گیری

در مدل سازی معادله ساختاری، مدل مبنا از یکسو ارتباط بین متغیر های مکنون و از سوی دیگرارتباط بین متغیر های مکنون و متغیر های اندازه گیری را نشان می دهد و رویهم یک مدل ساختار کواریانسی را درست می کنند. این مدل مبنا به دو مدل ساده تر تقسیم می شود. مدل اندازه گیری[4] که الگوی فرضی رابطه بین متغیر های مکنون و متغیر های اندازه گیری را نشان می دهد و دیگری مدل ساختاری[5] است که الگوی اثر روابط بین متغیر های مکنون را روشن می سازد. اغلب نرم افزار های آماری رویکردهای متفاوتی برای اندازه گیری پارامتر های دو مدل ارایه می کنند. در نرم افزار لیزرل،

---

1. random error
2. systematic error
3. residual variance
4. measurement model
5. structural model

مدل اندازه گیری از طریق چهار ماتریس و مدل ساختاری از طریق چهار ماتریس دیگر اندازه گیری می شوند (شکل ۱).

۴-۱. ماتریس مدل اندازه گیری

مدل اندازه گیری به وسیله چهار ماتریس به این شرح محاسبه می شود:

الف. لامبدا X [۱] ، یعنی ماتریسی که اثر متغیر های برونزا را روی متغیر های اندازه گیری محاسبه می کند

ب. تتا دلتا[۲]، ماتریسی است که کواریانس عامل ها را در ارتباط با متغیر های اندازه گیری از طریق متغیرهای برونزا بررسی می کند

ج. لامبدا Y [۳] ماتریسی است که اثرات متغیر های مکنون درونزا را روی متغیر های اندازه گیری محاسبه می کند

د.تتا اپسیلون[۴] ماتریسی است که کوواریانس اثرات میان عامل ها مربوط به متغیر های اندازه گیری که تحت تاثیر متغیر های مکنون درونزا قرار می گیرند محاسبه می کند.

۴-۲. ماتریس مدل ساختاری

مدل ساختاری نیز از طریق چهار ماتریس به شرح زیر محاسبه می شود:

الف. فی[۵]، این ماتریس کوواریانس های میان متغیر های مکنون برونزا را نشان می دهد.

ب. گاما[۶]، ماتریسی است که روابط جهت دار بین متغیرهای مکنون برونزا و درونزا را محاسبه می کند.

ج. بتا[۷]، ماتریس روابط مستقیم میان متغیر های درونزا را نشان می دهد.

د. پسی[۸]، این ماتریس کوواریانس خطا ها را محاسبه می کند.

۵. فرایند کار مدل سازی

به نظر متخصصان فرایند کار با مدل سازی معادله ساختاری چهار مرحله دارد. آنها به ترتیب به ویژگی مدل، برازندگی مدل با داده ها، ارزشیابی مدل، و در نهایت به جایگزین کردن مدل اشاره می کنند. برای روشن شدن فرایند کار، به اختصار به تبیین این مراحل پرداخته می شود.

۵-۱. ویژگی مدل

یک مدل خوب لازم است این ویژگی که بر زیر بنای نظری مستحکمی استوار است داشته باشد. به این قبیل نظریه ها می توان از طریق جستجو یافته ها در پیشینه های تحقیق، دانش موجود در رشته مورد

[1] . Lambda X (LX)
[2] . Theta Delta (TD)
[3] . Lambda Y (LY)
[4] . Theta Epsilon (TE),
[5] .Phi (PH, ø)
[6] . Gama (GA)
[7] . Beta (BE, β
[8] . PSI (PS, Ψ)

نظر و یا حدس و گمان عالمانه پژوهشگر دست یافت. پژوهشگر از طریق آگاهی که نسبت به این نظریه ها پیدا می کند روابط علی و اثرات بین متغیر های تحقیق خود را در چارچوب این نظریه ها معین و مشخص می سازد. بدون آگاهی از نظریه های موجود، پژوهشگر قادر نخواهد بود روابط علی بین متغیر های تحقیق خود را در قالب مدل سازی معادله ساختاری ارایه کند. نظریه ها را معمولا هم می توان به صورت مدل و هم به صورت شکل، مفهوم سازی و انتقال داد. در نمودار از پیکان جهت دار( ) برای نشان دادن جهت و مسیر روابط علی مفروض بین متغیر ها به کار برده می شود. متغیر هایی که پیکانی به سمت آنها اشاره نمی شود، به متغیر های برونزا یا همان متغیر های مستقل مشهورند. در مدل متغیر های مشاهده شده اغلب در جعبه هایی به شکل مربع و یا مربع مستطیل و متغیر های مکنون در اشکال بیضی یا دایره نشان داده می شوند. برای مثال، فرض کنید پژوهشگری ابزار با اعتبار و با ثباتی برای اندازه گیری بهره وری سازمان ساخته است و علاقه دارد که آیا پاسخ مدیران به سوالات قادر است توانایی آنها را در افزایش بهره وری سازمان اندازه گیری کند و آیا عدالت سازمانی مدیران می تواند به بالا بردن بهره وری سازمان موقعی که در مورد رفتار اخلاقی و انگیزه شغلی آنها صحبت به میان می آید اثر بگذارد؟

در شکل ۱ رفتار اخلاقی که به صورت دایره نشان داده شده است و با سه سوال (X1, X2, X3)، عدالت سازمانی از طریق سه سوال (X4, X5, X6)، انگیزه شغلی توسط سه سوال (Y1, Y2, Y3)، و متغیر بهره وری از طریق سه سوال (Y4, Y5, Y6)، در یک پرسشنامه واحد اندازه گیری می شوند. فرض پژوهشگر این است که نمره های بالاتر این پرسشنامه توانایی مدیران را در افزایش بهره وری سازمان نشان می دهد. در این شکل دو متغیر برونزا (پیش بین کننده ها) به وسیله پیکان های دو سر به هم ارتباط دارند و به این معنا است امکان اینکه از هم مستقل باشند و یا در برخی از موارد با همدیگر رابطه داشته باشند وجود دارد. واریانس های باقی مانده خطا با پیکان هایی که به منابع مشخصی در مدل اشاره ای ندارند در مدل نشان داده شده است.

بعد از مشخص کردن ویژگی مدل، می توان به بر آورد پارامترهای مدل پرداخت. در صورتی که پژوهشگر در ابتدا نتواند ویژگی های مدل مفهومی خود را مشخص سازد، امکان اینکه وی قادر باشد پارامترهای مدل را بر آورد کند وجود نخواهد داشت. به بیان دیگر، قابل تفسیر بودن مدل به تعریف و مشخص کردن ویژگی های آن بستگی دارد.

۲-۵. ویژگی های روان سنجی ابزار های اندازه گیری

ابزار هایی که از آنها در مدل سازی معادله ساختاری استفاده می شود، مثل هر روش دیگری، باید خصوصیات روان سنجی آنها مورد تایید قرار گرفته باشد. به بیان دیگر، در انتخاب ابزار های اندازه گیری لازم است که شاخص های روان سنجی (پایایی و اعتبار) برای اطمینان از صحت و دقت آنها در اندازه گیری سازه های مورد تحقیق مورد محاسبه قرار گیرند. بعلاوه، حجم نمونه ویژگی دیگری است که به بر آورد پارامترهای غیر سودار و افزایش برازندگی مدل کمک می کند. به عبارت دیگر، برازندگی مدل به ویژگی های ابزار های اندازه گیری متغیر های مکنون، حجم نمونه، و توزیع نمره های متغیر های اندازه گیری بستگی دارد. برای مثال، مدل های پیچیده تر به حجم نمونه بزرگتری برای برآورد پارامتر ها نیاز دارند. بنا بر این، متخصصان توصیه می کنند که حتی الامکان گرد آوری دادها به بعد از طراحی مدل

واگذار گردد تا اینکه پژوهشگر بتواند در مورد حجم نمونه مورد نیاز از قبل تصمیم گیری کند (لا و چن، ۲۰۱۲). یک مطالعه آزمایشی به پژوهشگر در گردآوری اطلاعات لازم در مورد توزیع داده ها و حجم نمونه مورد نیاز کمک خواهد کرد.

مدل سازی معادله ساختاری روشی است که برای برآورد پارامترهای مدل به حجم بزرگی از داده ها نیاز دارد. به بیان دیگر، برآوردهای مدل، استنباط های آماری، و یا فرضیه ها که بر اساس ویژگی ها یی که برای مدل آزمون می شوند، و یا پارامترهایی که قرار است برای متغیر های مدل بر آورد گردد، همگی به حجم نمونه بستگی دارد. اگر نمونه کوچک انتخاب شود امکان برآورد پارامترها، که زیر بنای متغیر های مکنون در مدل هستند و از طریق اندازه گیری داده ها محاسبه می شوند حاصل نخواهد داشت.

در پیشینه تحقیق برای تعیین حجم نمونه روش های متفاوتی پیشنهاد شده است. سال ها است که روش شناسان قاعده " هرچه بیشتر بهتر" را برای انتخاب حجم نمونه پیشنهاد می کنند. برخی نیز روش های دیگری از قواعد سر انگشتی گرفته تا استفاده از فرمول های آماری برای تعیین حجم نمونه توصیه می کنند. بر اساس یک قانون سر انگشتی حد اقل نمونه باید ۲۰۰ یا ترجیحا ۴۰۰ نفر باشد و طبق همین قانون، لو و چن (۲۰۱۲) حجم نمونه را حد اقل ۵۰ مورد بیشتر از ۸ برابر تعداد کل متغیر های موجود در مدل پیشنهاد می کند. برای مثال، چنانچه از تعداد ۱۳ نشانگر در مدل استفاده می کنیم، بنابر این، به اعداد ۱۵۴ نفر برای معنادار بودن تحلیل داده ها نیاز داریم. پویی وال و کوییینگ (۲۰۰۷) حداقل حجم نمونه را ۱۵۰ مورد کافی می دانند. قاعده دیگر از یک نسبت بین حجم نمونه و تعداد پارامتر هایی که قرار است برآورد شوند استفاده می کند. نسبت ۵:۱ حداقل، ۱۰:۱ مناسب، و نسبت ۲۰:۱ و یا ۵ به ۲۰ برابر تعداد پارامتر ها در مدل مطلوب ذکر می شود(تاباچونیچ و فیفل، ۲۰۱۲). مدل های بزرگتر اغلب تعداد پارامتر های بیشتری دارند و از این رو به حجم نمونه بزرگتری نیاز دارند.

۶. برازندگی مدل

بعد از اینکه مدل مشخص شد، قدم بعدی در تحلیل مدل سازی معادله ساختاری این است که برازندگی مدل را با داده های گردآوری شده مورد آزمون قرار گیرند. استیونس (۱۹۸۰) کار برازنده کردن مدل را برآورد پارامترهای مدل می داند. به عقیده وی برازنده کردن مدل تهیه مجموعه ای از برآوردهای پارامتر های مدل است که بتوان از طریق ماتریسی از کوواریانس ها یا ضرایب همبستگی روابط بین متغیر های مدل را محاسبه کرد. در مدل سازی معادله ساختاری از طریق محاسبه این ماتریس ها است که می توان الگوی کوواریانس ها و ضرایب همبستگی بین متغیر ها را در جامعه آماری برآورد کرد. چنین ماتریس هایی زمانی امکان دارد اتفاق بیفتد که مدل به طور کامل ارتباط بین متغیر ها را نشان دهد و بتواند مجموعه ای از پارامتر ها را برای برازندگی واقعی متغیرها در جامعه آماری فراهم سازد. برای اطمینان از اینکه این ماتریس کوواریانس ها برآوردهای درستی برای پارامترهای مدل فراهم می کنند، سپس با ماتریس کوواریانس های حاصل از داده های مشاهده شده مورد مقایسه قرار می گیرند.

برخی از پژوهشگران معتقدند که برازنده کردن مدل به این معناست که به یک مجموعه از پارامترها دسترسی پیدا کنیم که کوواریانس آنها نزدیک و یا بسیار نزدیک به کوواریانس داده ها باشد. به بیان دیگر، هدف از برازنده کردن مدل این است که به مجموعه خاصی از برآوردها برسیم که برای داده ها بسیار مناسب باشند(دیویس، ۱۹۹۳؛ ریلی و اوبرین، ۱۹۹۶ و ریگدن، ۱۹۹۵).

۶-۱. روش های برازنده کردن مدل

متخصصان به روش های متفاوتی برای برازنده کردن مدل اشاره می کنند که اکثرا در برخی از موارد با هم اشتراک نظر دارند. صرفنظر از اینکه از کدام روش برای برازنده کردن مدل استفاده کنیم، هدف آن تهیه برآوردهای پارامتر ها است که با داده ها بهترین برازش را نشان دهند. نقطه اشتراک بین تمام روش های برازندگی این است که همه متخصصان به اصل تکرار اعتقاد دارند. به بیان دیگر، کار برازنده کردن مدل ابتدا با مجموعه ای از برآوردها آغاز می شود و آنگاه تفاوت بین برآوردهای مدل و داده ها محاسبه می شود و درنهایت این برآوردها به منظور کاهش دادن تفاوت بین مدل و داده ها انطباق داده می شوند. در هر مرحله برآوردهای قبلی پالایش می شوند و برآوردهای جدیدتری به دست می آید تا در نهایت فرایند برازنده کردن قادر نباشد که به مجموعه برآوردهای قبلی برآورد قابل قبول تری اضافه نماید.

اساس تمایز بین روش های برازندگی مدل و داده ها به محاسبات ریاضی آنها بستگی دارد. برای مثال، تابع ریاضی خاصی که برای تعریف تفاوت بین یک مدل و داده ها به کار برده می شود به تابع اختلاف شهرت دارد . از این رو، اختلاف بین روش های برازنده کردن مدل، بر پایه تلاشی استوار است که این تابع ها قصد دارند اختلاف رابه حداقل برساند. با اینکه روش های برازنده کردن مدل فراوانند (بولن، ۱۹۸۹)، در این مقاله سعی شده است که به بهترین روش شناخته شده برای برازنده کردن داده ها اشاره شود.

۶-۲. برآورد حداکثر نیکویی برازش

در بین برنامه های نرم افزاری برای استفاده در مدل سازی معادله ساختاری، روش حد اکثر نیکویی برازش شهرت زیادی دارد. ریگدون، رینگل، و سارستدث(۲۰۱۰) تابع برآورد حد اکثر نیکویی برازش را تفاوت بین مدل و داده ها تعریف می کند. به عقیده ایشان هدف از برآورد حد اکثر نیکویی برازش این است که به مجموعه هایی از برآورد کننده ها دسترسی پیدا کنیم که احتمال برآورد داده ها را به حد اکثر برسانیم. در مدل سازی معادله ساختاری از تابع زیر برای محاسبه احتمال برآورد حد اکثر نیکویی برازش استفاده می شود. مقدار این تابع همیشه مساوی یا بزرگتر از صفر است و زمانی درست برابر صفر خواهد شد چنانچه مدل کاملا با داده ها برازندگی کامل پیدا کرده باشد.

$$F = \text{Log} \sum + tr\,(S \sum - 1) - \log S - (p + q)$$

در این تابع، $\sum$ ماتریس کوواریانس ها، S ماتریس کوواریانس های داده های مشاهده شده، P مقدار متغیرهای X، q مقدار متغیر های Y، و tr مجموع ضرایب همبستگی روی قطر ماتریس هستند. برآورد حداکثر نیکویی برازش بر اساس مفروضه هایی است که دادهای پژوهشی گردآوری می شوند. اولین مفروضه این است که داده ها بر اساس یک نمونه گیری تصادفی از یک جامعه تعریف شده استخراج شده باشند. دومین مفروضه این است که توزیع متغیر های اندازه گیری در جامعه نرمال باشد. مطالعات نشان می دهند که برآورد حداکثر نیکویی برازش در مقابل نرمال نبودن داده ها مقاوم است. برای مثال، کنی (۱۹۷۹) معتقد است که تابع برآورد حد اکثر نیکویی برازش، تا زمانی که متغیر های اندازه گیری به طور جدی نرمال نباشند، به خوبی عمل می کند.

۷. ارزشیابی مدل

بعد از اینکه پارامترهای مدل برآورد شدند، هدف بعدی پژوهشگر این است که فرضیه ای را قبول یا رد کند. تصمیم گیری در قالب این فرضیه مورد آزمون قرار می گیرد که نشان دهد که مدل تحت بررسی با داده ها گردآوری شده برازندگی دارد. برای آزمون این فرضیه معمولا از توزیع مربع کای استفاده می شود. متاسفانه مقدار محاسبه شده توزیع مربع کای نسبت به حجم نمونه بسیار حساس است یعنی مدل مبنا امکان دارد با داده ها به طور قابل قبولی برازندگی نشان دهد. ولی این امکان نیز وجود دارد که نتایج حاصل از آزمون مربع کای بواسطه حجم بزرگ نمونه به رد برازندگی مدل منتهی شود. برای جبران این حساسیتی که توزیع مربع کای نسبت به حجم نمونه دارد، روش های تکمیلی دیگری برای ارزشیابی مدل ارایه شده است و استفاده از شاخص های توصیفی را برای برازندگی مدل پیشنهاد می کنند(تاکر و لویس، ۱۹۷۳).

این شاخص های توصیفی به جای آزمون انطباق کامل مدل با داده ها، برازندگی را در قالب مقدار تفاوت بین مدل و داده ها بررسی می کند. بنابر این، در این روش مساله این نیست که آیا بین مدل و داده ها تفاوت وجود دارد یا خیر بلکه آنچه مورد نظر است این است که به مقدار این تفاوت توجه دارد. معمولا روش های توصیفی به دو دسته شاخص های برازندگی مطلق[۱] و شاخص های برازندگی افزایشی و یا مقایسه ای[۲] تقسیم می شوند. در شاخص های مطلق تفاوت بین مدل و داده ها، بدون وابسته بودن به یک ملاک از پیش تعیین شده، ارزشیابی می شوند. به بیان دیگر، شاخص های برازندگی مطلق به میزانی که مدل مورد بررسی می تواند ماتریس کوواریانس نمونه را اندازه گیری کند اشاره می نماید. در حالی که در شاخص های برازندگی افزایشی تفاوت بین مدل پیشنهادی و داده ها در ارتباط با یک مدل پایه مقایسه می شود و تفاوت بین آن دو به صورت کمیت نشان داده می شود. معمولا شاخص های برازندگی افزایشی، مدل را با یک مدل مفروض صفر، مدلی که فرض می شود تمام متغیر های مشاهده شده آن ارتباطی با هم ندارند، مقایسه می کند (پویی وال و کوییینگ، ۲۰۰۷).

۱-۷. شاخص های برازندگی مطلق

شاخص های برازندگی مطلق عبارتند از شاخص نیکویی برازش[۳] ، شاخص نیکویی برازش تعدیل شده[۴]، ریشه میانگین خطای معیار برآورد[۵]، مجذور میانگین خطای معیار برآورد[۶]، ریشه میانگین باقی مانده[۷]، و مجذورمیانگین باقی مانده[۸] هستند. چنانچه مقادیر این شاخص ها صفر باشد، به معنای برازندگی کامل مدل با داده ها است و مقادیر بزرگتر برازندگی ضعیف تر را منعکس می سازند. مقدار ۰/۰۸ یا کمتر این شاخص معمولا نشانه ای از برازندگی خوب مدل و داده ها حکایت دارد.

۲-۷. شاخص های برازندگی افزایشی مدل

---

1. absolute fit indexes
2. incremental or comparative indices
3. goodness fit index (GFI)
4. adjusted goodness of fit index (AGFT)
5. root mean standard error of approximation (RMSEA)
6. square root mean standard error of approximation (SRMSEA)
7. root mean residual (RMR)
8. square root mean residual (SRMR)

این شاخص ها عبارتند از شاخص برازندگی نرمال[1] (بنتلر و بنتلر، ۱۹۸۰)، شاخص برازندگی تاکر و لوییس[2]، (۱۹۷۳)، شاخص برازندگی مقایسه ای بنتلر[3] (۱۹۹۰)، شاخص برازندگی غیر نرمال[4] هستند. مقادیر بالای این شاخص ها برازندگی بهتر مدل با داده ها را نشان می دهند و اغلب بین صفر و یک قرار می گیرند. مقادیر ۰/۹۰ یا بالاتر برازندگی خوب مدل با داده ها را نشان می دهند.

برنامه های نرم افزاری رایانه ای در تحلیل مدل سازی معادله ساختاری چندین شاخص برازندگی ارایه می کنند. این شاخص ها در برخی از موارد از برخی دیگر از شاخص ها بهتر عمل می کنند. کنی (۱۹۷۹) و کلین (۲۰۰۵) پیشنهاد می کنند که بهتر است به طور همزمان از چندین شاخص برای ارزشابی برازندگی مدل استفاده کرد. بنتلر (۲۰۰۲) ملاک برازندگی خوب این شاخص ها را چنین پیشنهاد می کند.

GFI > 0.95، AGFI > 0.90, RMSEA < 0.06, CFI > 0.90, RMR < 0.05

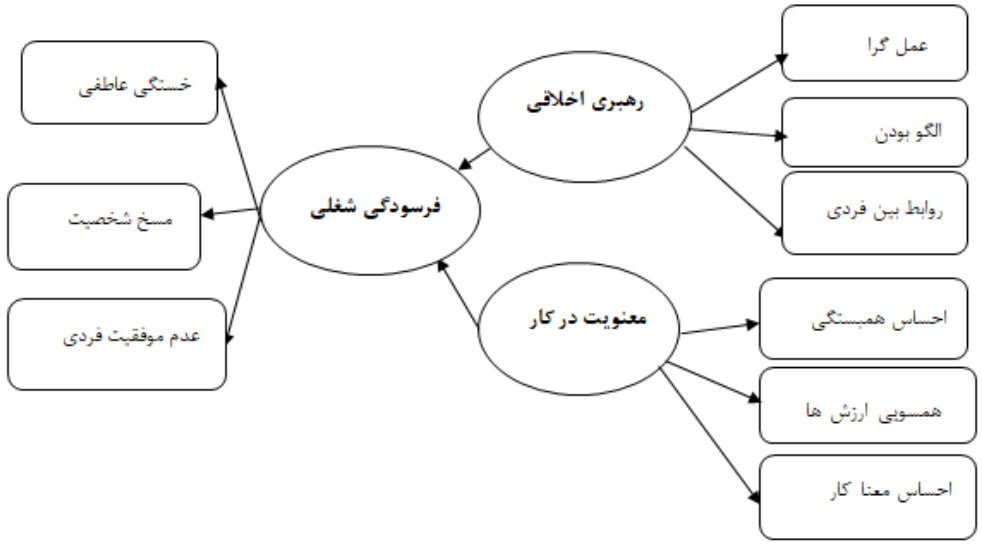
با اینکه مقدار مربع کای نسبت به حجم نمونه حساس می باشد، ولی متخصصان پیشنهاد می کنند که بهتر است برای برازندگی مدل از این شاخص همراه با سایر شاخص ها ی برازندگی مدل استفاده کرد.

در این قسمت برای آشنایی با طرز کار مدل سازی معادله ساختاری به مثال زیراشاره می کنیم.

مثال :

در مطالعه ای پژوهشگران با این مفروضه که کارکنان حوزه بهداشتی- درمانی بویژه به سبب مواجه با بیماران، مرگ و میرها، و سایر منابع فشار روانی در معرض فرسودگی شغلی قرار دارند، پرسشنامه هایی ساختند تا اثرات رهبری اخلاقی و معنویت در کار بر فرسودگی شغلی کارکنان را مورد بررسی قرار دهند. هدف آنها از این تحقیق این بود که الف) فرسودگی شغلی را از طریق رعایت معنویت در کار و رهبری اخلاقی اندازه بگیرند و ب) می خواستند یه این سوال پاسخ دهند که آیا رهبری اخلاقی و معنویت در کار دو متغیری هستند که بتوانند روی فرسودگی شغلی تاثیر بگذارند؟ این مطالعه روی نمونه ۲۰۱ نفری که ۱۴۷ آنها به پرسشنامه ها پاسخ دادند انجام گرفت. پژوهشگران از پرسشنامه رهبری اخلاقی در قالب ده سوال که سه مولفه روابط بین فردی، الگو بودن، و عمل گرایی را اندازه می گرفتند استفاده کردند. همچنین آنها برای اندازه گیری معنویت در کار پرسشنامه ۱۷ سوالی که سه مولفه احساس همبستگی، همسویی با ارزش ها، و احساس معنا در کار را می سنجید به کار بردند. و بالاخره فرسودگی شغلی را با یک پرسشنامه ۱۶ سوالی، سه مولفه خستگی عاطفی، مسخ شخصیت، و عدم موفقیت فردی را اندازه گرفتند(نصیری ولیک بونی، قنبری، زندی و سیف پناهی، ۲۰۱۴). شکل ۲ مدل مبنای این پژوهش را نشان می دهد.

[1] . normal fit index (NFI)
[2] . Tucker- Lewis fit index (TLFI)
[3] . Bentler comparative fit index (BCFI)
[4] . non normal fit index (NNFI)



شکل ۲- چارچوب مفهومی پژوهش

جدول ۱ برآورد پارامترهای استاندارد شده در مدل را نشان می دهد. نتایج بررسی نشان می دهد که برآوردهای داده های نمونه برازندگی قابل قبولی برای پارامتر های جامعه بشمار می روند.

جدول ۱ - برآورد های پارامتر های مدل

χ2	χ2/ df	RMSEA	GFI	AGFI	CFI	NNFI	IFT	RM
۵۷/۱۹	۲/۳۸	۰/۰۹۷	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۹۳	۰/۹۰	۰/۹۳	۰/۰۶۳

نتایج جدول ۱ نشان می دهد که تمام شاخص ها، به استثنای شاخص نیکویی برازندگی تعدیل شده (AGFI)، برآوردهای خوبی برای پارامترها بشمار می روند و هیچکدام در خارج دامنه مطلوب برآوردهای پارامترها قرار نمی گیرند. مقادیرتمام پارامتر ها بزرگ هستند برای این که حاصل تقسیم برآورد پارامترهای استاندارد شده بر خطای معیار (t یا Z) بزرگتر از۱/۹۶ هستند. بر اساس مندرجات جدول ۲ ضریب استاندارد شده بین رهبری اخلاقی و فرسودگی شغلی برابر۰/۶۷ -با ۶ - = t گزارش گردید. این ضریب استاندارد۰/۶۷- برای مسیر رهبری اخلاقی به فرسودگی شغلی چنین پیشنهاد می کند که به ازای یک انحراف معیار افزایش در متغیر رهبری اخلاقی، انتظار می رود که فرسودگی شغلی به مقدار ۰/۶۷ انحراف معیار کاهش یابد. و با توجه به مقدار t محاسبه شده، این ارتباط معنا دار است. همچنین، ضریب استاندارد۰/۴۱— برای مسیر معنویت در کار و فرسودگی شغلی چنین پیشنهاد می کند همان طور که معنویت در کار افزایش می یابد، فرسودگی شغلی به اندازه ۰/۴۱انحراف معیار کاهش پیدا می کند. مقدار t محاسبه شده برای این مسیر برابر ۳/۷۲ گزارش گردید که معنا دار است. در نهایت، ضریب استاندارد۰/۴۰ برای مسیر رهبری اخلاقی به معنویت در کار، چنین پیشنهاد می کند همان طورکه رهبری اخلاقی افزایش می یابد، معنویت در کار نیز به اندازه ۰/۴۰ واحد انحراف معیار افزایش می یابد. علاوه بر این، مقدار t محاسبه شده برابر ۳/۶۴ در سطح آلفای کمتر از ۰/۰۵ معنادار گزارش گردید.

پژوهشگران در پایان چنین استنباط کردند که با توجه به ارتباطی که از یکسو میان رهبری اخلاقی با معنویت در کار وجود دارد و از سوی دیگر رابطه ای که بین معنویت در کار با فرسودگی شغلی وجود دارد، چنین نتیجه گرفتند که امکان اینکه رهبری اخلاقی را بتوان، با میانجی گری معنویت در کار، با فرسودگی شغلی نیز پیش بینی کرد وجود دارد.

جدول ۲ - بار های عاملی، مقادیر **t** و خطای معیار برآورد مدل

متغیر	ضرایب استاندارد β	آزمون T	خطای معیار بر اورد ε
رهبری اخلاقی			
روابط بین فردی	۰/۷۴	۹/۱	۰/۴۵
الگو بودن	۰/۸۸	۱۱/۴۱	۰/۲۳
عمل گرایی	۰/۷۷	۹/۶۱	۰/۴۰
فرسودگی شغلی			
خستگی عاطفی	۰/۷۷	۷/۴۱	۰/۴۱
مسخ شخصیت	۰/۵۸	۵/۶۳	۰/۶۷
احساس کاهش عملکرد	۰/۶۲	۵/۹۴	۰/۶۲
معنویت در کار			
احساس همبستگی	۰/۷۵	۶/۹۲	۰/ ۴۴
احساس همسویی ارزشها	۰/۷۳	۶/۶۷	۰/۴۷
احساس معنا در کار	۰/۶۱	۶/۳۶	۰/۶۲
رهبری اخلاقی با فرسودگی شغلی	-۰/۶۷	-۶/۰۳	۰/۴۲
رهبری اخلاقی با معنویت در کار	۰/۴۰	۰/۶۴	۰/۳۵
فرسودگی شغلی با معنویت در کار	-۰/۴۱	-۳/۷۲	۰/۴۰

۸. پیدا کردن جایگزینی برای مدل

آخرین مرحله درتحلیل مدل سازی معادله ساختاری، چنانچه لازم و قابل توجیه باشد، تغییر و پیدا کردن جایگزینی برای مدل است. موقعی که مفروضه های مدل بر اساس آماره های برازندگی مدل رد می شود، پژوهشگر اغلب علاقه مند است که مدل جایگزین دیگری برای داده ها پیدا کند. این مطلب زمانی رخ می دهد که مدل به خوبی برازنده مدل نیست و یا به دلیل اینکه پارامتر هایی که برآورد شده اند نظریه ای را که پژوهشگر به آن استناد کرده است تایید نمی کند. در چنین مواقعی اغلب امکان جایگزین کردن مدل مورد ملاحظه قرار می گیرد، به این امید که مقدار برازندگی افزایش یابد و یا اینکه نظریه های دیگری مورد آزمون قرار گیرد. این کار احتمالا به جایگزینی برخی پارامترها ی آزاد در مدل که قبلا ثابت در نظر گرفته شده بودند منتهی خواهد شد.

برخی از روش شناسان معمولا لزوم جایگزین کردن مدل را مورد سوال قرار می دهند. آنها چنین استدلال می کنند که جایگزینی نباید صرفا بر اساس مقدار شاخص های برازندگی صورت گیرد، به نظر می رسد که این نگرانی صحت داشته باشد(استیونس، ۲۰۰۹). ولی به عقیده برخی دیگر از روش شناسان جایگزین کردن یک مدل کار درستی است مشروط بر اینکه از یک روش منطقی تبعیت کند.

جایگزین کردن مدل ذاتا به معنای حرکت از یک رویکرد صرفا تاییدی به یک رویکرد شبه تاییدی و یا تاییدی جزیی است. چنانچه پژوهشگر چنین احساس کند که مدل به یک جایگزینی نیاز دارد، چگونه این جایگزینی را انجام دهد، و چه توصیه های قابل قبولی برای چنان جایگزینی مدل ارایه کند، وی لازم است ابتدا جایگزین مناسبی برای مدل پیدا کند و سپس دلایل قابل قبولی برای تصمیم خود ارایه دهد(ریگدون و دیگران، ۲۰۱۰ و استیونس، ۱۹۸۰).

۹. برنامه های نرم افزاری مدل سازی معادله ساختاری

اکثر تحلیل های مدل سازی معادله ساختاری با استفاده از یکی از برنامه های نرم افزاری که برای این کار تهیه شده انجام می پذیرد. در زیر به چند برنامه نرم افزاری مشهور که از آنها به وفور برای تحلیل داده ها به کار برده می شوند اشاره خواهد شد. فن آوری این برنامه های نرم افزاری به شدت در حال پیشرفت است و هر کدام ویژگی های خاصی برای تحلیل داده ها ارایه می دهند.

۱-۹. لیزرل

لیزرل روابط ساختاری خطی نام دارد و بیشتر از سایر نرم افزار ها پژوهشگر از آن استفاده می کند. این نرم افزار سه برنامه مختلف PRELIS، SIMPLIS، و LISREL، با مقاصد مختلف دارد و از آنها در مطالعات مدل سازی مورد استفاده قرار می گیرد. برای مثال، کار اصلی PRELIS این است که ابتدا نرمال بودن توزیع داده ها و سپس خلاصه ای از آماره های توصیفی، و بالاخره ضرایب همبستگی و ماتریس کوواریانس های متغیر های آزاد را محاسبه می کند. لیزرل در بین سایر نرم افزار ها موفعیت خاصی دارد و از آن می توان برای ارتباط با سایر برنامه ها استفاده کرد. خلاصه آماره ها ی توصیفی و یا داده ها خام را می توان به وسیله SIMPLIS و یا LISREL به منظور برآورد مدل های معادله ساختاری محاسبه کرد. استفاده از برنامه LISREL به آگاهی از علایمی که در ماتریس ها به کار برده می شوند نیاز دارد، در حالی که SIMPLIS بر اساس نام متغیر هایی که پژوهشگر تعریف می کند مشخص می شود.

علاوه بر لیزرل، EQS توسط بنتلر(۲۰۰۲)، بنتلر و بنتلر (۱۹۸۰) ساخته شد که اطلاعات آماری شامل آماره های توصیفی، آزمون t، تحلیل واریانس، رگرسیون چندگانه، تحلیل آماره های ناپارامتریک، وتحلیل عامل اکتشافی فراهم می آورد.

علاوه بر نرم افزار های فوق برنامه آموس[1] نرم افزار دیگری است که اخیرا به طور گسترده در مطالعات معادله ساختاری مورد استفاده قرار گرفته است. این نرم افزار دو بخش شکل و مبانی آموس دارد. بخش شکل ها این نرم افزار اجازه می دهد تا ویژگی های مدل از طریق رسم شکل ها نشان داده شود و در بخش مبانی آموس به ویژگی های معادله ساختاری بین متغیر های مکنون و اندازه گیری می پردازد. از ویژگی های مهم این نرم افزار این است که این توانایی را دارد که خطای معیار برآورد و فاصله اطمینان را نیز در برآورد پارامترها محاسبه کند.

علاقه مندان می توانند به سایت های زیر برای دسترسی به نرم افزار ها مراجعه کنند:

http: //www.ssicentral.com., http://www.smallwaters,com.,http://www.spss.com.amos

[1].AMOS

نتیجه گیری

در این مقاله به طور خلاصه نکات مهمی در ارتباط با مبانی نظری استفاده از مدل سازی معادله ساختاری همراه با مثال در زمینه اخلاق سازمانی ارایه گردید. بسیاری از پژوهشگران جوان بر این باورند که آنها فقط مسئولیت دارند که داده های پژوهشی را گردآوری کنند و بقیه کار ها را به عهده افرادی که این قبیل داده ها را تحلیل می کنند واگذار نمایند. به اعتقاد این قبیل کاربران، استفاده از نرم افزار ها در مدل سازی معادله ساختاری چیزی جز وارد کردن داده ها در نرم افزار و فشار دادن دکمه ها برای دریافت نتایج تحلیل داده ها نیست. هدف مقاله این بود که نگرش چنین کاربران را نسبت به دشواری و پیچیدگی مدل سازی معادله ساختاری تغییر دهد که تنها گزارش داده ها که از نرم افزار دریافت می کنند هدف مدل سازی معادله ساختاری بشمار نمی رود. مطالعه مبانی نظری مدل سازی معادله ساختاری در عین حالی که می تواند برای خواننده علاقه مند بسیار جالب و هیجان انگیز باشد، ترسناک هم است. برای این است که شروع مطالعه نظریه ها و آگاهی از مبانی مدل سازی معادله ساختاری در ابتدا برای هر کسی چندان آسان نیست. چنین به نظر می رسد که لازم است زیر بنای نظریه مدل سازی معادله ساختاری و سلف آن رگرسیون چندگانه و تحلیل مسیر در واحد های درسی دانشجویان کارشناسی ارشد و به ویژه در برنامه های درسی دانشجویان دوره دکتری توسط استادان آشنا به این مفاهیم تدریس گردد. علاوه بر آگاهی از نظریه ها و مبانی نظری استفاده از چنین مدل های آماری پیشرفته، شرایطی فراهم گردد تا دانشجویان دوره های تحصیلات تکمیلی فرصت داشته باشند در واحد های درسی به طور عملی با شیوه استفاده از برنامه های نرم افزاری که برای آزمون و تحلیل مدل هایی که برای چنین مطالعاتی ساخته شده، آشنایی کامل پیدا کنند.

References

- Bell, A. Rajendran, D, Theiler, S. (2011). Spirituality at work. International Journal of Business and Social Science, 3 (11), 68-82.
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fitness indexes model. Psychology Bulletin, 107, 238- 246.
- Bentler, P. M. (2002). Structure equations manual. Encino, CA: Multivariate Software, Inc.P.76.
- Bentler, P. M., Bentler, D. G. (1980). Significant tests and goodness of fit in the analyses of covariance structure". Psychology Bulletin, 88, 588-606.
- Bullen, K. A. (1989). Structural equation with latent variables. New York: John Willy and Son. Inc. P. 52
- Davis, W. R. (1993). The factor component index rule of identification for confirmatory factor analyses. Psychology Bulletin, 21, 403-433.
- Fabrigar, L. R., Wagner, D. T. (2006). Structural equation modeling. Psychological Bulletin, 9, 123- 130.
- Gall, M. D., Borg, W. R., Gall, J. P. (2006). Educational Research: An Introduction, 8th edition. New York: Longman Publisher. P. 24.
- Kenny, D. A. (1979). Correlation and causality. New York: Wiley. P. 43
- Kline, R. B. (2005). Principles and practice of structural equation modeling. New York: Guilford Press. P. 35

- Lau, C. M., Chen, Q. (2012). Modeling participation intention of adults in continuing education: A behavioral approach. International Education Studies, 3, 161- 177.
- Mac Callum, R. (1989). Specification services in covariance structure modeling. Psychology Bulletin, 100(1), 107-120.
- Nasiri Valik Boni, F., Ghanbari, S., Zandi, KH. Saifpanahi, H. (2014). The survey of relationship between ethical leadership, spirituality at work and burnout. Iranian Journal of Ethics in Science and Technology, 9 (1), 59-69.
- Pui- Wal, L., Qiong, W. (2007). Introduction to structural equation modeling. Issue and Practice Consideration. Educational Measurement, 3, 33-43.
- Reilly, T., O'Brien, D. (1996). Identification of confirmatory factor analyses models of arbitrary complexity. The side by side rule. Social Methods and Research, 24, 473-491.
- Rigdon, E. E. (1995). A necessary and sufficient identification rule for structural models estimated in practice. Multivariate Behavior Research, 30, 359-383.
- Rigdon, E. E., Ringle, C. M., Sarstedt, M. (2010). Structural modeling of heterogeneous data with partial least squares. Review of Marketing Research, 7, 255-296.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research, 48, 9-26.
- Sonya, K. S., Jason, D. R. (2022). Structural equation modeling: A Multidisciplinary Journal, 29(4), 489-506.
- Stivens, P. J. (1980). Power of multivariate analyses of variance. Psychological Bulletin, 88, 728-738.
- Stivens, P. J. (2009). Applied multivariate statistic for the social sciences. New York: Rutledge. P. 14.
- Tabachnich, B. G., Fifell, L. S. (2012). Using multivariate statistics. Boston: Pearson / Allyn and Bacon. P. 44.
- Tomarken, A. J., Waller, N. G. (2003). Potential problems with well-fitting models. Journal of Abnormal Psychology, 112, 578- 598.
- Tucker, L. R., Lewis, C. (1973). A reliability coefficient for maximum likelihood factor analyses. Psychometric, 38, 1-15.