فصل ۱ مفاهیم اساسی در مدلسازی معادلات ساختاری

۱-۱- مقدمه ۳
مفاهیم اساسی ۵
۱-۲- متغیرهای مشاهده شده در مقابل متغیرهای مشاهده نشده یا پنهان ۵
۱-۳- متغیرهای پنهان درونی در مقابل بیرونی ۶
۱-۴- مدل تحلیل عاملی ۶
۱-۴-۱- تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی ۷
۱-۴-۲- شباهت‌ها و تفاوت های تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی ۹
۱-۵- تحلیل مسیر ۱۰
۱-۶- مزایای تحلیل مسیر بر تحلیل رگرسیونی ۱۱
۱-۷- مدل متغیر پنهان کامل ۱۱
۱-۸- هدف و فرآیند کلی مدلسازی آماری ۱۲
۱-۹- مدل معادلات ساختاری کلی ۱۳
۱-۹-۱- معرفی نمادها ۱۳
۱-۹-۲- نمودار مسیر ۱۴
۱-۱۰- معادلات ساختاری ۱۶
۱-۱۰-۱- مولفه های غیرقابل مشاهده یک مدل ۱۷
۱-۱۰-۲- ترکیب اصلی مدل‌سازی معادلات ساختاری ۱۷
۱-۱۰-۳- فرمول‌بندی ساختارهای کوواریانس و میانگین ۱۹
۱-۱۱- نکات پایانی ۲۰

فصل ۲ استفاده از برنامه‌ی AMOS

۲-۱- مقدمه ۲۳
۲-۲- راه اندازی AMOS Graphics ۲۴
۲-۳- ابزار مدل‌سازی Amos ۲۶
۲-۴- مثال اول: مدل فرضی تحلیل عاملی مرتبه اول ۲۹
۲-۴-۱- ترسیم نمودار مسیر ۳۰
۲-۴-۲- شناسایی مولّفه های اصلی مدل اول ۳۸

۲-۴-۳- مفهوم شناسایی مدل ۳۹
۲-۵- مثال دوم: مدل فرضی تحلیل عاملی مرتبه دوّم ۴۱
۲-۵-۱- ترسیم نمودار مسیر ۴۴
۲-۶- مثال سوم: مدل کامل فرضی ۴۷
۲-۶-۱- ترسیم نمودار مسیر ۴۹
۲-۷- نکات پایانی ۵۲

فصل ۳ آزمون روایی عاملی یک سازه‌ی نظری (مدل تحلیل عاملی تأییدی درجه اوّل)

۳-۱- مقدمه ۵۷
۳-۲- مدل فرضی ۵۷
۳-۲-۱- مدل‌سازی با AMOS Graphics ۵۹
۳-۲-۲- تعریف مدل ۵۹
۳-۲-۳- آماده‌سازی داده‌ها ۶۱
۳-۲-۴- محاسبه‌ی برآوردها ۶۳
۳-۲-۵- خروجی متنی Amos: مدل چهار عاملی فرضی ۶۵
۳-۲-۶- خلاصه‌ی مدل ۶۶
۳-۲-۷- پارامترها و متغیرهای مدل ۶۶
۳-۲-۸- ارزیابی مدل ۶۸
۳-۲-۹- برآوردهای پارامتری ۶۸
۳-۲-۱۰- امکان برآوردهای پارامتری ۶۸
۳-۲-۱۱- تناسب خطای استاندارد ۶۹
۳-۲-۱۲- معناداری آماری برآوردهای پارامتری ۶۹
۳-۲-۱۳- مدل در یک نگاه ۷۳
۳-۳- فرایند برازش مدل ۷۳
۳-۴- موضوع معناداری آماری ۷۴
۳-۵- فرایند برآورد ۷۵
۳-۶- آماره‌ی نیکویی برازش ۷۵
۳-۷- عدم تشخیص مدل ۸۸
۳-۸- باقیمانده‌ها ۸۹
۳-۹- شاخص‌های بهبود ۹۰
۳-۱۰- تحلیل‌های تعقیبی ۹۲

۳-۱۱- خروجی متنی Amos انتخاب شده: مدل دو عاملی فرضی ۹۴
۳-۱۲- نکات پایانی ۹۶

فصل ۴ آزمون روایی عاملی نمرات حاصل از یک ابزار اندازه‌گیری (مدل تحلیل عاملی تأییدی درجه اوّل)

۴-۱- مقدمه ۹۹
۴-۲- ابزار اندازه‌گیری مورد مطالعه ۱۰۰
۴-۲-۱- مدل فرضی ۱۰۰
۴-۲-۲- مدل‌سازی با Amos Graphics ۱۰۱
۴-۲-۳- خروجی Amos انتخابی: مدل فرضی ۱۰۴
۴-۲-۴- خلاصه ی مدل ۱۰۴
ارزیابی نرمال بودن ۱۰۵
ارزیابی نقاط دورافتاده چندمتغیره ۱۰۸
۴-۲-۵- خلاصه‌ی نیکویی برازش ۱۰۹
۴-۲-۶-شاخص‌های بهبود ۱۱۱
۴-۳- تحلیل‌های تعقیبی ۱۱۳
۴-۴- مدل فرضی ۲ ..... ۱۱۴
۴-۴-۱- خروجی Amos انتخابی: مدل ۲ ..... ۱۱۶
۴-۵- مدل فرضی ۳ ..... ۱۱۹
۴-۵-۱- خروجی Amos انتخابی : مدل ۳ ..... ۱۲۰
۴-۶- مدل فرضی ۴ ..... ۱۲۲
۴-۶-۱- خروجی Amos منتخب : مدل ۴ ..... ۱۲۲
۴-۷- مقایسه با تحلیل‌های استوار مبتنی بر آماره مقیاس بندی شده ساتورا- بنتلر ۱۲۶
۴-۸- نکات پایانی ۱۲۸

فصل ۵ آزمون روایی عاملی نمرات حاصل از یک ابزار اندازه‌گیری (مدل تحلیل عاملی تأییدی درجه دوم)

۵-۱- مقدمه ۱۳۱
۵-۲- مدل فرضی ۱۳۲
۵-۲-۱- مدل‌سازی با استفاده از AMOS Graphics ۱۳۳

۵-۲-۲- خروجی AMOS انتخاب شده: مدل ابتدایی ۱۳۶
۵-۲-۳- خروجی AMOS انتخاب شده: مدل فرضی ۱۴۱
۵-۳- ارزیابی مدل ۱۴۱
۵-۳-۱- خلاصه‌ی نیکویی برازش ۱۴۱
برآوردهای حداکثر درستنمایی مدل ۱۴۳
۵-۴- برآورد پیوسته در برابر متغیرهای دسته‌بندی شده ۱۴۵
۵-۴-۱- متغیرهای دسته‌ای تحلیل شده به عنوان متغیرهای پیوسته ۱۴۶
۵-۴-۲- متغیرهای دسته‌ای تحلیل شده به عنوان متغیرهای دسته‌ای ۱۴۷
۵-۵- راهبردهای تحلیل داده‌های دسته‌ای ۱۴۹
۵-۶- رویکرد AMOS به تحلیل متغیرهای دسته‌ای ۱۵۰
۵-۷- برآورد بیزی ۱۵۰
۵-۷-۱- کاربرد برآورد بیزی ۱۵۱
۵-۸- برآورد حداکثر درستنمایی و برآورد بیزی ۱۵۹

فصل ۶ آزمون روایی یک ساختار علّی

۶-۱- مقدمه ۱۶۳
۶-۲- مدل فرضی ۱۶۳
۶-۲-۱- مدل‌سازی با AMOS Graphics ۱۶۴
۶-۲-۲- فرمول‌بندی متغیرهای نشانگر ۱۶۵
۶-۲-۳- تحلیل‌های عاملی تاییدی ۱۶۸
۶-۲-۴- خروجی AMOS انتخاب شده: مدل فرضی ۱۷۷
۶-۲-۵- خلاصه‌ی نیکویی برازش ۱۷۸
۶-۲-۶- شاخص‌های بهبود ۱۷۹
تحلیل های تعقیبی ۱۸۱
۶-۳- خروجی منتخب AMOS: مدل ۲ ..... ۱۸۱
۶-۳-۱- خلاصه‌ی نیکویی برازش ۱۸۱
۶-۳-۲- شاخص‌های بهبود ۱۸۱
۶-۴- خروجی AMOS منتخب: مدل ۳ ..... ۱۸۳
۶-۴-۱- خلاصه‌ی نیکویی برازش ۱۸۳
۶-۴-۲- شاخص‌های بهبود ۱۸۴
۶-۵- خروجی AMOS منتخب: مدل ۴ ..... ۱۸۶

۶-۵-۱- خلاصه‌ی نیکویی برازش ۱۸۶
۶-۵-۲- شاخص‌های بهبود ۱۸۶
۶-۶- خروجی انتخابی AMOS: ارزیابی مدل ۵ ..... ۱۸۸
۶-۶-۱- خلاصه نیکویی برازش ۱۸۸
۶-۶-۲- شاخص‌های بهبود ۱۸۹
۶-۷- خروجی انتخابی AMOS: مدل ۶ ..... ۱۹۰
۶-۷-۱- ارزیابی مدل ۱۹۰
۶-۷-۲- مسأله مقتصدبودن مدل ۱۹۱
۶-۸- خروجی انتخابی AMOS: مدل ۷ (مدل نهایی) ۱۹۳
۶-۸-۱- ارزیابی مدل ۱۹۳
۶-۸-۲- برآوردهای پارامتری ۱۹۵
۶-۹- نکات پایانی ۱۹۹

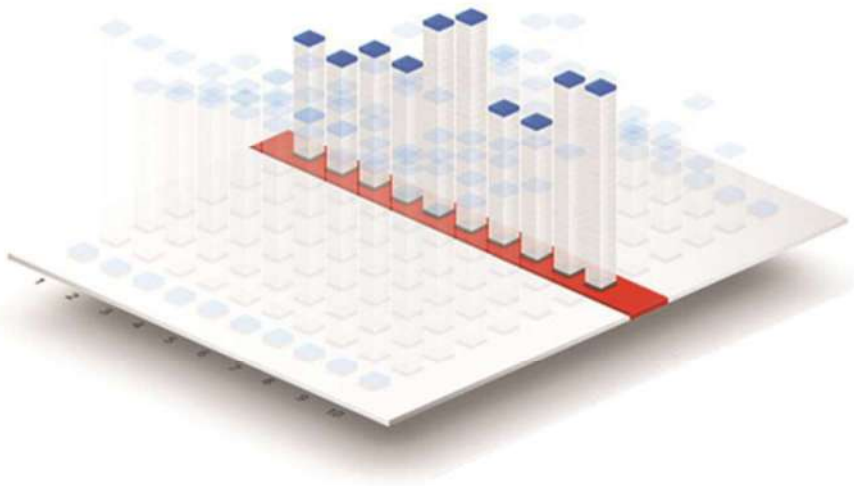
فصل ۷ پیوست: تحلیل عاملی تاییدی انجام شده با Lisrel

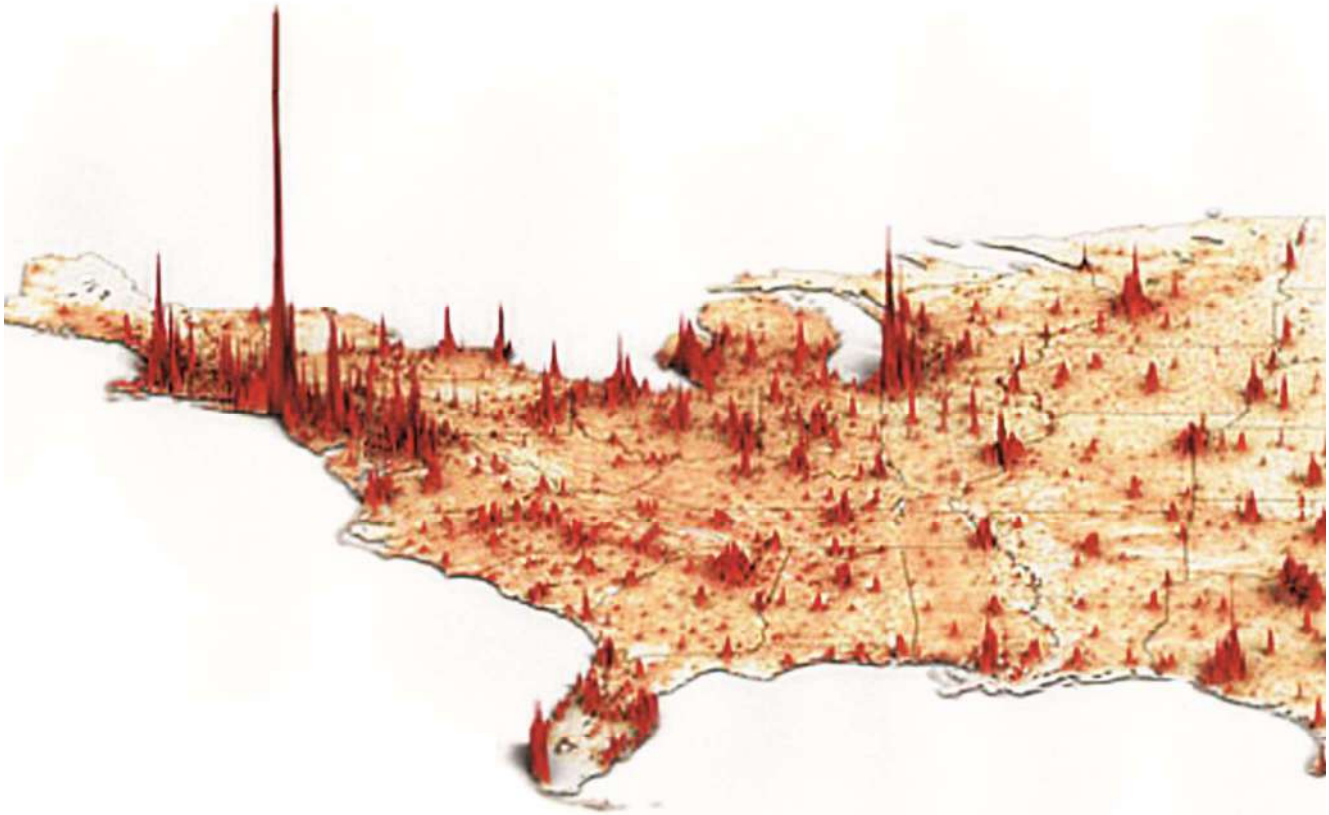
۷-۱- مقدمه ۲۰۳
۷-۲- بیان مساله ۲۰۴
۷-۳- هدف های پژوهش ۲۰۴
۷-۳-۱- هدف اصلی ۲۰۴
۷-۳-۲- هدف های فرعی ۲۰۴
۷-۴- مروری بر پژوهش‌های پیشین ۲۰۵
۷-۴-۱- پژوهش‌های خارجی ۲۰۵
۷-۴-۲- پژوهش‌های داخلی ۲۰۶
۷-۵- فرضیه‌ها ۲۰۶
۷-۵-۱- تبیین و اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش ۲۰۶
۷-۵-۲- متغیرهای وابسته ۲۰۶
۷-۵-۳- متغیرهای مستقل ۲۰۶
۷-۶- پرسش‌های پژوهش ۲۰۶
۷-۶-۱- پرسش اصلی پژوهش ۲۰۶
۷-۶-۲- پرسش‌های فرعی پژوهش ۲۰۶
۷-۷- روش شناسی پژوهش ۲۰۷

۷-۷-۱- نوع روش پژوهش ۲۰۷
۷-۸- جامعه و نمونه آماری ۲۰۷
۷-۹- روش و ابزار جمع آوری داده‌ها ۲۰۷
۷-۱۰- تعریف عملیاتی واژگان ۲۰۷
۷-۱۱- یافته های تحقیق ۲۰۸
۷-۱۱-۱- آمار توصیفی ۲۰۸
۷-۱۱-۲- تحلیل عاملی اکتشافی ۲۱۱
۷-۱۱-۳- پایایی پرسشنامه ۲۱۴
۷-۱۱-۴- چگونگی توزیع عامل های استخراج شده بر اساس شاخص‌های مرکزی، پراکندگی و شکل توزیع ۲۱۴
۷-۱۱-۵- بررسی نرمال بودن متغیرهای پژوهش ۲۱۶
۷-۱۱-۶- بررسی برازش مدل مفهومی پژوهش ۲۱۷
۷-۱۱-۷- ارزیابی برازش بخش اندازه گیری مدل مفهومی پژوهش با شاخص پایایی ترکیبی ۲۱۷
۷-۱۱-۸- تحلیل عاملی تاییدی مرتبه اول متغیر قابلیت ارتباط شفاهی مدیران با Lisrel ۲۱۸
۷-۱۱-۹- تحلیل عاملی تأییدی مرتبه دوم متغیر قابلیت ارتباط شفاهی مدیران با Lisrel ۲۱۹
۷-۱۱-۱۰- تحلیل خوشه ای سلسله مراتبی ۲۲۲
منابع ۲۲۷

فصل اول

مفاهیم اساسی در مدل‌سازی معادلات ساختاری





۱-۱- مقدمه

با توجه به اینکه تئوری‌ها در زمینه‌های گوناگون علوم رفتاری به گونه‌ای مستمر در حال تغییر است و به سوی تکامل گام بر می‌دارد، فنون آزمایش و مشاهده هر لحظه پیچیده‌تر می‌شود و علم آمار نیز در مسیر تکاملی خود روش‌های نو و پیشرفته‌تری را متناسب با موقعیت‌های به‌خصوصی عرضه می‌کند. این امکان همواره وجود دارد که روش‌های تحلیل آماری در بسیاری زمینه‌ها به گونه اساسی دستخوش تغییر شود و با روش‌های کاملاً جدیدتری جایگزین گردد. واقعیت این است که پژوهشگر تا آن حد که باید در تفکر و حرفه پژوهشی جدی باشد، نسبت به تشخیص و درک ابزارهای پژوهشی خود، از جمله فنون آماری که بدون تردید از تدابیر با ارزش پژوهش علمی است، نیز باید تا حد ممکن علاقه‌مند و کوشا باشد. اگر پژوهشگر بخواهد مفاهیم علم آمار را به خوبی درک کند و در پیچیدگی‌های کاربرد مؤثر روش‌های آن گم نشود، دست کم باید با جنبه‌های کاربردی این روش‌ها و نیز با ماهیت نظری آنها آشنا باشد. بدون تردید، یکی از عمده‌ترین مشکلات پژوهشگران، توجیه باورها و نظرهایی است که درباره روابط فرضی بین متغیرها با استفاده از داده‌های غیرآزمایشی ارائه می‌دهند. از این رو، همواره تلاش‌های زیادی صرف ساخت و توسعه روش‌ها و فنون مختلف آماری برای پاسخ به این نیاز فزاینده شده است. مدل‌سازی معادلات ساختاری[1] یکی از آخرین دستاوردهای آماردانان در این بُرهه از زمان و از جمله مدل‌های آماری برای بررسی روابط خطی بین متغیرهای مکنون (مشاهده‌نشده) و متغیرهای آشکار (مشاهده‌شده) است. از طریق این فنون است که پژوهشگران می‌توانند ساختارهای فرضی را، که به گونه کلی مدل (و با دقت کمتری) یا مدل‌های عِلّی[2] نامیده می‌شود، رد یا انطباق آنها را با داده‌های غیرآزمایشی تأیید کنند. اما این فنون تنها محدود به روش‌های غیرآزمایشی نیست و پژوهشگران آن را برای مدل‌سازی داده‌های آزمایشی به کار می‌گیرند (حافظی کن‌کت و قدمی، ۱۳۸۹).

مدل سازی معادلات ساختاری، روش آماری است که شامل یک رویکرد تأییدی[3] (یعنی آزمون فرضیه) به تحلیل نظریه ساختاری در رابطه با بعضی پدیده‌هاست. اساساً این نظریه "فرآیند عِلّی[4] " را نشان می‌دهد که مشاهداتی درباره‌ی متغیرهای چندگانه بوجود می‌آورند (بنتلر[5]، ۱۹۸۸). اصطلاح مدل سازی معادلات ساختاری دو جنبه‌ی مهم این شیوه را نشان می‌دهد: نخست اینکه فرآیندهای عِلّی مورد مطالعه توسط مجموعه‌ای از معادلات ساختاری (مثل رگرسیون) نشان داده می شوند. دوم اینکه این روابط ساختاری را می‌توان بطور تصویری مدل‌سازی کرد که بتوان تصویر ذهنی واضح‌تری از تئوری مورد مطالعه ارائه داد.

1 . Structural equation modeling
2 . Causal processes
3 . Confirmatory approach
4 . Causal processes
5 . Bentler

سپس این مدل فرضی می‌تواند به لحاظ آماری در یک تحلیل همزمان[1] از سیستم کلی متغیرها آزموده شود تا میزان سازگاری آن با داده‌ها تعیین گردد. در صورتی‌که نیکویی برازش[2] مناسب باشد، از این مدل می‌توان برای بررسی قابلیت پذیرش[3] روابط فرضی بین متغیرها استفاده کرد؛ در صورتی‌که مناسب نباشد، پذیرش چنین روابطی رد می‌شود.

چندین جنبه‌ی مدل‌سازی معادلات ساختاری آن را از نسل قدیمی‌تر رویکردهای چندمتغیره مجزا ساخته است.

نخست همانطور که در بالا ذکر شد این روش از یک شیوه‌ی تأییدی به جای شیوه‌ی اکتشافی[4] برای تحلیل داده‌ها استفاده می‌کند. به علاوه، با توجه به اینکه الگوی روابط بین متغیرها باید قبلاً مشخص شود، مدل سازی معادلات ساختاری خودش را جهت تحلیل داده‌ها برای اهداف استنباطی متناسب می‌کند. در مقایسه، اکثر روش‌های چند متغیره‌ی دیگر، ضرورتاً و به طور طبیعی توصیفی هستند (برای مثال تحلیل عاملی اکتشافی[5])، به نحوی‌که اگر آزمون فرضیه غیرممکن نباشد، انجام آن مشکل خواهد بود.

دوم، از آنجا که روش‌های چندمتغیره‌ی قدیمی، هم در برآورد و هم در تصحیح خطای اندازه‌گیری ناتوان هستند، مدل‌سازی معادلات ساختاری، برآوردهای واضحی از پارامترهای واریانس خطا بدست می‌دهد. درحقیقت، روش‌های دیگر (مثلاً روش‌هایی که از رگرسیون گرفته می‌شوند یا مدل خطی کلی[6]) فرض می‌کنند که خطا یا خطاها در متغیرهای تبیینی[7] (مستقل) از بین می‌روند. بنابراین به کارگیری این روش‌ها، زمانیکه خطایی در متغیرهای تبیینی وجود دارد معادل با چشم‌پوشی از خطاست، که این کار ممکن است منجر به تحلیل نادرست شود. بنابراین زمانیکه خطاها قابل اندازه‌گیری باشند، در این حالت می‌توان با استفاده از تحلیل‌های مدل‌سازی معادلات ساختاری از بروز چنین اشتباهاتی خودداری کرد.

سوم، مدل‌های قبلیِ تحلیل داده‌ها تنها مبتنی بر اندازه‌گیری‌های مشاهده‌شده هستند، اما تحلیل‌هایی که از روش‌های مدل سازی معادلات ساختاری استفاده می‌کنند می‌توانند هم شامل متغیرهای مشاهده‌شده و هم متغیرهای مشاهده‌نشده باشند.

چهارم و در نهایت، روش‌های دیگری برای مدل‌سازی روابط چند متغیره وجود ندارد که به آسانی و به طور گسترده، برای برآورد نقاط یا تأثیرات غیرمستقیم فاصله[8] ، بکاربرده شود. این موارد از طریق بکارگیری رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری در دسترس است.

---

1 . Simulaneous analysis
2 . Goodness- of- fit
3 Plausibility
4 . Exploratory
5 . Exloratory Factor Analysis
6 General Linear Model
7 . Explanatory Variable
8 . Interval indirect effects

با برخورداری از این خصوصیات مطلوب، روش مدل‌سازی معادلات ساختاری به روشی محبوب برای تحقیقات غیرتجربی[1] تبدیل شده است، یعنی آنجا که روشی برای آزمون کردن فرضیات، بخوبی تدوین نشده و ملاحظات اخلاقی طرح آزمایش را غیرممکن کرده باشد(بنتلر، ۱۹۸۰) مدل‌سازی معادلات ساختاری را می‌توان به نحو خیلی مؤثری برای پرداختن به مشکلات متعدد تحقیق، از جمله تحقیق غیرتجربی بکاربرد. قبل از نشان دادن نحوه‌ی استفاده از برنامه‌ی AMOS ضروریست که در ابتدا مفاهیم کلیدی را که در رابطه با استفاده از این نرم‌افزار است، مرور کنیم.

مفاهیم اساسی

در این قسمت مفاهیم اساسی مرتبط با مدل‌سازی معادلات ساختاری بوسیله نرم افزار AMOS مورد بحث قرار می‌گیرد.

۱-۲- متغیرهای مشاهده‌شده[2] در مقابل متغیرهای مشاهده‌نشده یا پنهان[3]

محققان در علوم رفتاری اغلب به مطالعه‌ی سازه‌های نظری[4] می‌پردازند که مستقیماً نمی‌توان آنها را مشاهده کرد. به این پدیده‌های انتزاعی، متغیرهای پنهان و یا عامل می‌گویند. مثال‌هایی از متغیرهای پنهان در روانشناسی؛ خودانگاره[5] و انگیزه، در جامعه شناسی؛ ضعف، در آموزش؛ توانایی کلامی و انتظارات معلم و در اقتصاد؛ سرمایه‌داری و طبقه‌ی اجتماعی می‌باشد.

بدلیل اینکه متغیرهای پنهان مستقیماً قابل مشاهده نیستند، بنابراین مستقیماً قابل اندازه‌گیری نیز نمی‌باشند. در این حالت محقق باید متغیر پنهان را بطور عملیاتی بر حسب رفتاری که معتقد است معرّف آن متغیر می‌باشد، تعریف کند. در این صورت، متغیر مشاهده‌نشده به متغیری پیوند می‌یابد که قابل مشاهده باشد و بنابراین اندازه‌گیری آن را ممکن می‌سازد. بنابراین ارزیابی رفتار[6]، اندازه‌گیری مستقیم متغیر مشاهده‌شده و اندازه‌گیری غیرمستقیم متغیر مشاهده نشده (یعنی سازه) را ممکن می‌سازد. مهم است که اینجا اصطلاح رفتار در یک نگاه خیلی وسیع استفاده می شود تا شامل امتیازاتی برای ابزار اندازه‌گیری مخصوص باشد. بنابراین مشاهدات ممکن است شامل جواب‌های گزارش شخصی به یک مقیاس نظری، نمرات یک آزمون موفقیت تحصیلی، امتیازاتی که نشان دهنده‌ی بعضی از کارها و فعالیت‌های فیزیکی است، پاسخ‌های بی‌رمزی برای مصاحبه‌ی سؤالات و موارد مشابه باشد. این نمرات اندازه‌گیری شده (یعنی اندازه‌گیری‌ها) در روش مدل‌سازی معادلات ساختاری متغیرهای مشاهده‌شده یا آشکار[7] نام گرفته‌اند که به عنوان

1. Nonexperimental reserch
2 . Observed variables
3 . Latent variables
4 . Theoretical Constructs
5. Self-Concept
6 . Assessment of the behavior
7 .Manifest variable

شاخص‌های سازه اصلی عمل می‌کنند. با وجود فرایند پیوند ضروری بین متغیرهای مشاهده‌شده و متغیرهای مشاهده‌نشده، معلوم می‌شود چرا روش‌شناسان به محققان پیشنهاد می‌کنند که در انتخاب مقیاس ارزیابی بسیار محتاط باشند. اگرچه انتخاب ابزارهای روان سنجی مستلزم اهمیت بیشتری درباره‌ی اعتبار همه‌ی یافته‌های مطالعه است، چنین انتخابی زمانیکه فرض می‌شود مقیاس مشاهده‌شده، معرّف یک سازه بنیادی باشد، مهم‌تر می‌شود.

۱-۳- متغیرهای پنهان درونی[1] در مقابل بیرونی[2]

در کار کردن با مدل‌های معادلات ساختاری تمایز قایل شدن میان متغیرهای پنهانی که، بیرونی یا درونی هستند سودمند است. متغیرهای پنهان بیرونی مترادف با متغیرهای مستقل هستند؛ آنها باعث نوساناتی در مقادیر متغیرهای پنهانی دیگر مدل می‌شوند. تغییرات در مقادیر متغیرهای بیرونی توسط مدل توضیح داده نمی‌شود. در عوض، به نظر می‌رسد که این تغییرات تحت تأثیر عامل‌های دیگر بیرون از مدل هستند. متغیرهای زمینه‌ای[3] از قبیل جنس، سن و وضعیت اقتصادی - اجتماعی نمونه‌هایی از متغیرهای بیرونی هستند. متغیرهای پنهان درونی مترادف با متغیرهای وابسته هستند؛ و به طور مستقیم یا غیر مستقیم تحت تأثیر متغیرهای بیرونی هستند. گفته می‌شود که نوسان در مقادیر متغیرهای درونی توسط مدل قابل توضیح هستند، به این خاطر که همه‌ی متغیرهای پنهانی که آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهند در محدوده‌ی مدل وجود دارند.

۱-۴- مدل تحلیل عاملی

امروزه اعتبار یافته‌های علمی تحت تأثیر روش یا روش‌های پژوهشی است که محققین در فرایند تحقیق از آن بهره می‌گیرند. در این فرایند استفاده تحقیقات حوزه‌های گوناگون از روش‌های آماری از یک طرف و بهره‌گیری از برنامه‌های رایانه‌ای از سوی دیگر شتاب فزاینده‌ای را به تحقیقات علمی بخشیده است. اگر چه تو سعه این‌گونه نرم‌افزارها کمک زیادی به این تحقیقات کرده است، اما عدم آشنایی برخی از محققین به روش‌های آماری و تکیه صرف به برنامه‌های آماری رایانه‌ای باعث گردیده است که اشکالات اساسی از تحلیل‌های آماری در مطالعات گوناگون حادث شود و زمانی که پای روش‌های پیشرفته آماری و تجزیه و تحلیل چند متغیره در تحقیقات باز می‌شود این‌گونه اشتباهات مضاعف‌تر می‌گردد. در این میان در دهه‌های اخیر روش‌های پیشرفته آماری مانند رگرسیون چندگانه، تحلیل مسیر، تحلیل عاملی (اکتشافی و تأییدی) و مدل‌سازی معادلات ساختاری از جمله روش‌هایی است که در سطح وسیع در تحقیقات علمی، پایان‌نامه‌های کارشناسی‌ارشد و بویژه رساله‌های دکتری برای بررسی و تحلیل مدل‌های مفهومی، توسط

1 . Endogenous latent variables
2 . Egogenous variable
3 . Backgroud variable

بسیاری از دانشجویان و محققین مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر چند توضیح و بحث در رابطه با روش‌های پیشرفته آماری در چهار چوب این کتاب تعریف نشده است، لذا در این قسمت سعی بر آن است که از بین روش‌های مذکور، موارد کاربرد و مفروضات روش‌های تحلیل عاملی اکتشافی، تأییدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری مورد بحث قرار گیرد.

تحلیل عاملی یک روش آماری عمومی است که به منظور دستیابی به مجموعه کوچکی از متغیرهای مشاهده نشده که به آن متغیرهای پنهان (مکنون) یا عامل نیز می‌گویند، از طریق کوواریانس بین مجموعه‌ای و سیع‌تر از متغیرهای مشاهده شده که آن را متغیرهای آشکار نیز می‌نامند مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحلیل عاملی همچنین به منظور سنجش اعتماد یا پایایی[1] و اعتبار یا روایی[2] مقیاس‌های اندازه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحلیل عاملی می‌کوشد تعیین کند که کدام مجموعه از متغیرهای آشکار در خصایص واریانس- کوواریانس مشترکی سهیم‌اند و سازه‌ها یا عامل‌های نظری (متغیرهای پنهان) مشابهی را تعریف می‌کنند. تحلیل عاملی فرض می‌کند که برخی عامل‌ها (که به لحاظ تعداد کمتر از متغیرهای مشاهده شده‌اند)، علت واریانس - کوواریانس مشترک در میان متغیرهای مشاهده شده‌اند. در عمل پژوهشگر داده‌هایی را برای متغیرهای مشاهده شده (مانند آیتم‌های موجود در یک پرسشنامه) جمع آوری می‌کند سپس به منظور تأیید اینکه این داده‌ها مجموعه‌ای از متغیرها، سازه‌ها یا عامل‌ها را تعریف می‌کنند و یا کشف متغیرهایی که با عامل‌ها پیوند دارند، تکنیک‌های تحلیل عاملی (اکتشافی و تأییدی) را به کار می‌برد (شوماخر[3] و لومکس[4]، ۲۰۰۴).

به عبارت دیگر قدیمی‌ترین و شناخته‌شده‌ترین روش آماری برای تشخیص رابطه‌ی بین مجموعه متغیرهای پنهان و قابل مشاهده، همان مدل تحلیل عاملی است. محقق با استفاده از این روش تحلیل داده، کوواریانس بین مجموعه متغیرهای قابل مشاهده را به منظور جمع‌آوری اطلاعات درباره‌ی سازه‌های بنیادی بررسی می‌کند. دو نوع تحلیل عاملی اصلی وجود دارد: تحلیل عاملی اکتشافی و تحلیل عاملی تأییدی. حال به توضیحی مختصر درباره‌ی هر کدام می‌پردازیم.

۱-۴-۱- تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی

تحلیل عاملی اکتشافی روشی است که می‌تواند به منظور ساده‌سازی متغیرهای مورد مطالعه بر اساس هم‌وابستگی بین آنها مورد استفاده قرارگیرد. این روش به طور سنتی برای کشف ساختار عمومی مجموعه‌ای از متغیرهای مشاهده‌شده و بدون تحمیل ساختار از قبل تعیین شده در آثار پژوهشی به کار گرفته می‌شود. در تحلیل عاملی اکتشافی محقق از قبل مفروضات خاصی را دنبال نمی‌کند بلکه، در صدد تلخیص داده‌های

1 . Reliability
2 . Validity
3. Schomakher
4. lumakse

مورد نظر در مجموعه کوچکتری از عامل‌هاست. در واقع تحلیل عاملی اکتشافی عمدتاً فرضیه‌ساز و تئوری‌ساز است (حافظی، ۱۳۸۸).

تحلیل عاملی اکتشافی برای موقعیت‌هایی طراحی شده که ارتباط بین متغیرهای پنهان و مشاهده‌شده، نامعلوم و نامشخص باشد. در چنین شرایطی تحلیل عاملی اکتشافی مشخص می‌کند، که متغیرهای مشاهده شده چگونه و تا چه حد با متغیرهای پنهان مرتبط هستند. بطور معمول محقق می‌خواهد کمترین مقدار عواملی را تعیین کند که علت اصلی یا توضیح دهنده آن، کوواریانس بین متغیرهای مشاهده‌شده هستند. برای مثال فرض کنید محقق ابزار جدیدی برای اندازه‌گیری پنج سازه خودانگاره (مثل سلامتی[1]، قابلیت ورزشی[2]، ظاهر فیزیکی[3]، تعادل[4] و قدرت بدنی[5]) طراحی کرده است.

محقق می‌تواند با تنظیم کردن آیتم‌های پرسشنامه طراحی‌شده برای اندازه‌گیری این پنج سازه، یک تحلیل عاملی اکتشافی را برای تعیین محدوده‌ی اندازه‌گیری آیتم‌ها (متغیرهای مشاهده‌شده) اجرا کند که به این پنج سازه ارتباط داشته باشد. در تحلیل عاملی، این ارتباطات بوسیله بارعاملی[6] نشان داده می شوند. به عنوان مثال محقق انتظار دارد که آیتم‌های طراحی‌شده برای اندازه‌گیری سلامت، به میزان زیادی با این متغیر (سلامت) مرتبط بوده و به میزان بسیار کمی با سایر متغیرها در ارتباط باشند. این روش تحلیل عاملی به نظر اکتشافی می‌آید بدین معنی که محقق هیچ دانش قبلی در مورد اندازه‌گیری عامل‌ها توسط آیتم‌ها ندارد (در رابطه با تحلیل عاملی اکتشافی، به کتب کمری[7]، ۱۹۹۲، گورسوچ[8]، ۱۹۸۳، مک‌دونالد[9]، ۱۹۸۵ و مولایک[10]، ۱۹۷۲ و برای مقالات مفید به بارون[11]، ۲۰۰۵a، فابریگار[12]، ویگنر[13]، مک کالوم[14] و استران[15] در سال ۱۹۹۹ و مک‌کالوم، ویدامن[16]، ژانگ[17] و هانگ[18] در سال ۱۹۹۹ مراجعه کنید).

1 . Health
2 . Sport Comperence
3 . Physical Appearance
4 . Coorfination
5 . Body Strength
6 . Loading factor
7 . Comrey
8 . Gosuch
9 . Mac Donald
10 . Mulaik
11 . Byrne
12 . Fabrigar
13 . Wegener
14 . Mccallum
15 . Strahan
16 . Widaman
17 . Zhang
18 . Hang

در مقایسه با تحلیل عاملی اکتشافی، تحلیل عاملی تأییدی زمانی بخوبی مورد استفاده و بررسی قرار می گیرد که مقداری اطلاعات و آگاهی در مورد سازه اصلی وجود دارد. محقق براساس دانش نظری، تحقیق تجربی و یا هر دو، ارتباط بین اندازه‌های مشاهده شده و عوامل اصلی پیشین را مفروض می‌گیرد و سپس این ساختار فرض شده را به طور آماری می‌آزماید. برای مثال براساس مثالی که قبلاً ذکر شد؛ محقق می‌تواند برای بار آیتم‌های طراحی شده برای اندازه‌گیری خودانگاره صلاحیت یا قابلیت ورزشی در مورد آن فاکتور خاص و نه در مورد خودانگاره ابعاد سلامت، ظاهر فیزیکی، مشارکت یا قدرت بدنی استدلال کند. به همین ترتیب، مشخصه‌ی پیشین مدل تحلیل عاملی تاییدی به همه‌ی آیتم‌های خودانگاره قابلیت ورزشی این اجازه را خواهد داد که در مورد آن، عامل، فارغ از بار باشد، ولی محدود به اینکه در مورد سایر عوامل باقیمانده بار صفر داشته باشد. سپس این مدل باید توسط روش‌های آماری برای تعیین صحت برازش نیکویی برای داده‌ی نمونه ارزیابی شود.

بنابراین به طور خلاصه، مدل تحلیل عاملی اکتشافی یا تأییدی تنها بر چگونگی و میزانی که متغیرهای مشاهده‌شده با عوامل پنهان و زیربنایی اصلی‌شان ارتباط دارند، تمرکز می‌کنند. اگر دقیق‌تر سخن بگوییم، این امر با میزانی که متغیرهای مشاهده‌شده توسط سازه‌های زیربنایی تولید شده‌اند، مرتبط است. بنابراین قدرت مسیرهای رگرسیون متغیرهای مشاهده شده از کشش عمده برخوردار است. اگرچه روابط بین سازه‌ها هم حائز اهمیت است ولی هیچگونه ارتباط رگرسیونی بین آنها در مدل تحلیل عاملی بررسی نمی‌شود. چون مدل تحلیل عاملی تأییدی بر روی پیوند بین سازه‌ها و متغیرهای اندازه‌گیری‌شده‌ی آنها تأکید دارد، از این‌رو، این مدل معرّف آن چیزی است که در چهارچوب مدل سازی معادلات ساختاری تنها بر مدل اندازه‌گیری‌شده است.

۱-۴-۲- شباهت‌ها و تفاوت‌های تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی

این دو تکنیک دارای اشتراکات و اختلافاتی هستند که می‌توان آنها را به شرح ذیل خلاصه کرد:

۱- هر دو روش بر مدل‌های آماری خطی استوار هستند.

۲- آزمون‌های آماری مرتبط با این دو روش، زمانی معتبر هستند که مفروضات آنها تحقق یابد.

۳- هر دو روش بر فرض توزیع نرمال استوار هستند.

۴- هر دو روش متغیرهای مشاهده‌شده و سازه‌های پنهان را بهم مرتبط می‌کنند.

۵- مفروضات مربوط به حجم نمونه برای هر دو روش یکسان می‌باشد.

۶- هر دو روش مفروضات یکسانی در مورد سطح سنجش متغیرها دارند.

در کنار اشتراکات مذکور، تحلیل عاملی اکتشافی را می‌توان براساس ویژگی‌هایی خاص آن، از تحلیل عاملی تأییدی متمایز ساخت که عبارتند از:

۱- این روش، مدل ساختار عاملی را تعیین می‌کند.
۲- این روش، بیشترین واریانس را تبیین می‌کند.
۳- این روش، فاقد فرضیه بوده و خود فرضیه‌ساز و تئوری‌ساز است.

در مقابل تحلیل عاملی تأییدی نیز دارای ویژگی‌ها و الزامات خاصی است که عمده‌ترین آنها عبارتنداز:

۱- این روش بر ا ساس یک مدل از قبل طراحی شده دنبال می شود که مبتنی بر تئوری‌ها و مطالعات قبلی است.
۲- در این روش تعداد عامل‌ها از قبل توسط محقق در مدل پیش‌بینی می‌شود.
۳- در این روش، از قبل مشخص می‌شود که کدام متغیرها بر هر یک از عامل‌ها بارگذاری شده‌اند.
۴- در این روش خطاها در مدل در نظر گرفته می‌شوند.

۱-۵- تحلیل مسیر

تحلیل م سیر[1] یک رویکرد مدل سازی برای تبیین روابط بین متغیرهای م شاهده شده ا ست. در رویکرد مدل‌سازی تحلیل م سیر فرض بر این ا ست که متغیرهای م ستقل هیچگونه خطای اندازه‌گیری ندارند. در مقابل، ممکن است که متغیرهای وابسته دارای خطای اندازه‌گیری باشند به گونه‌ای که این مسأله در قالب مولفه‌های خطا در معادلات مدل در نظر گرفته می شود. البته، مو ضوع خطای اندازه‌گیری یا مولفه‌های خطا برای متغیرهای وابسته در مدل‌های تحلیل مسیر به این معنی است که بخشی از واریانس آن متغیرها توسط متغیرهای مستقل موجود در مدل قابل تبیین نمی‌باشد. یکی از ویژگی‌های مخصوص مدل‌های تحلیل مسیر این است که در آن از متغیرهای پنهان استفاده نمی‌شود. تحلیل مسیر، سابقه نسبتاً طولانی دارد. این اصطلاح برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۰۰ توسط یک زیست شناس انگلیسی به نام سوول رایت[2] مورد استفاده قرار گرفت (ریکاف[3] و مارکولایدز[4]، ۲۰۰۶). گسترش روش‌های رگرسیون و در حقیقت کاربرد رگرسیون چندمتغیری، در ارتباط با تدوین بارز مدل‌های عِلّی است. هدف آن بدست آوردن برآوردهای کمی روابط عِلّی بین مجموعه‌ای از متغیرهاست. روابط بین متغیرها در یک جهت جریان می‌یابد و به عنوان م سیرهای متمایزی در نظر گرفته می شود. مفاهیم عمده تحلیل م سیر در بهترین صورت از طریق ویژگی عمده آن یعنی نمودار مسیر[5] که پیوندهای عِلّی احتمالی بین متغیرها را آشکار می‌سازد، تبیین می‌شود (هومن، ۱۳۸۵).

1 . Path Analysis
2 . Swell Wright
3 . Rykaf
4 . Markvlayds
5. Path Diagram

۱-۶- مزایای تحلیل مسیر بر تحلیل رگرسیونی

فرق اصلی تحلیل مسیر با تحلیل رگرسیونی در این است که در تحلیل رگرسیونی وابستگی یک متغیر (وابسته) به متغیرهای دیگر (مستقل) تنها در یک معادله بررسی می‌شود که همان معادله خط رگرسیون استانداردشده می‌باشد. در صورتی‌که در تحلیل مسیر بتاهای محاسبه‌شده، ضرایب مسیری هستند که مجموعه معینی از متغیرهای مستقل را به متغیرهای وابسته وصل می‌کنند و در چند معادله بررسی می‌شوند.

رگرسیون و ضرایب رگرسیونی صرفاً تاثیر مستقیم یک متغیر مستقل بر روی یک متغیر وابسته را نشان می‌دهد. در حالیکه تحلیل مسیر علاوه بر مشخص نمودن تاثیرات مستقیم متغیر مستقل (علت) بر روی متغیر وابسته (معلول)، تاثیرات غیرمستقیم یک متغیر را روی متغیر وابسته نشان می‌دهد.

تحلیل مسیر میزان کذب روابط میان متغیرها را نشان می‌دهد یعنی چقدر از این روابط ناشی از متغیرهای مستقل مورد نظر است و چقدر ناشی از متغیرهای خارج از تحلیل ماست (هومن، ۱۳۸۵).

۱-۷- مدل متغیر پنهان کامل

مدل متغیر پنهان کامل [1] در مقایسه با مدل تحلیل عاملی، ساختار رگرسیون بین متغیرهای پنهان را مقدور می‌سازد. می‌توان گفت محقق می‌تواند تأثیر یک سازه را بر سازه دیگر در مدل‌سازی مسیر علّی مورد بررسی قرار دهد. به این‌چنین مدلی، مدل کامل می‌گویند. زیرا هم شامل مدل اندازه‌گیری[2] است و هم شامل مدل ساختاری[3].

در مدل اندازه‌گیری روابط بین متغیرهای پنهان و متغیرهای مشاهده‌شده مورد بررسی قرار می‌گیرد (یعنی مدل تحلیل عاملی تاییدی) و مدل ساختاری روابط بین خود متغیرهای پنهان را نشان می‌دهد. یک مدل متغیر پنهان کامل که رابطه یک‌طرفه عِلّی بین متغیرها نشان می‌دهد تحت عنوان مدل بازگشتی[4] شناخته می‌شود و مدل متغیر پنهان کامل با روابط دوطرفه تحت عنوان مدل غیربازگشتی[5] شناخته می‌شود. در این کتاب تنها به کاربردهای مدل بازگشتی می‌پردازیم.

1 . Full Latent Variable model
2 . Measurement model
3 . Structural Model
4 . Recursive model
5 . Nonrecursive model

۱-۸- هدف و فرآیند کلی مدل‌سازی آماری

مدل‌های آماری یک راه کارآمد و مناسب برای توصیف سازه اساسی و مجموعه‌ای از متغیرهای مشاهده‌شده را فراهم می‌کند. چنین مدل‌هایی با نشان دادن مجموعه‌ای از معادلات هم بصورت نموداری و هم بصورت ریاضی، توضیح می‌دهند که متغیرهای مشاهده‌نشده و مشاهده‌شده چگونه به همدیگر مرتبط می‌شوند.

بطور معمول، محقق مدل آماری را مبتنی بر دانش خویش در باره‌ی نظریه‌ی مربوطه تحقیق تجربی در حوزه‌ی مطالعاتی یا در ادغام‌های این دو، مفروض می‌گیرد. زمانی‌که مدل مشخص شد، محقق براساس داده‌های نمونه‌ای که شامل همه‌ی متغیرهای مشاهده‌شده در مدل است قابلیت پذیرش آن را آزمون می‌کند. تکلیف اصلی در این شیوه آزمون مدل، تعیین نیکویی برازش مناسب بین مدل فرض‌شده و داده‌های نمونه است. بدین ترتیب محقق ساختار مدل فرضی را بر داده‌های نمونه قرار می‌دهد و سپس چگونگی برازش بهتر داده‌های مشاهده‌شده را در این ساختار محدود آزمون می‌کند. از آنجائیکه بسیار بعید است که برازش کامل بین داده‌های مشاهده‌شده و مدل فرضی وجود داشته باشد، ضرورتاً اختلافی بین این دو وجود خواهد داشت؛ به این اختلاف، باقیمانده[1] می‌گویند. پس این فرآیند برازش مدل را می‌توان بصورت زیر خلاصه کرد:

Data = مدل + باقیمانده

داده در اینجا، معرف اندازه‌های نمره‌ی مربوط به متغیرهای مشاهده‌شده است که از افراد تشکیل دهنده نمونه بدست آمده‌اند و مدل، معرف ساختار فرضی می‌باشد که متغیرهای مشاهده شده را به متغیرهای پنهان و در بعضی مدل‌ها، متغیرهای پنهان خاص را به متغیری دیگر مرتبط می‌کند و باقیمانده، اختلاف بین مدل فرضی و داده‌های مشاهده‌شده را نشان می‌دهد.

یورسکگ[2] (۱۹۹۳) در خلاصه‌ی چارچوب استراتژیک کلی برای آزمون کردن مدل‌های معادلات ساختاری، بین سه سناریو که از آنها تحت عنوان شدیداً تأییدی[3] (SC)، مدل‌های جایگزین[4] (AM) و تولید یا ایجاد مدل[5] (MG) نام می‌برد، تفاوت قائل شده است. در سناریوی شدیداً تاییدی(SC)، محقق یک مدل واحد را بر مبنای تئوری، مفروض می‌گیرد، به جمع‌آوری داده‌های مناسب می‌پردازد، و سپس برازش مدل فرضی را نسبت به داده‌های نمونه آزمون می‌کند. محقق بر اساس نتیجه‌ی این آزمون، مدل را رد یا قبول می‌کند؛ در این صورت هیچ‌گونه تغییر یا اصلاحی در مدل بوجود نمی‌آید. در مورد مدل‌های جایگزین(AM)، محقق چندین مدل جایگزین دیگر (یعنی مدل‌های رقیب) را پیشنهاد می‌دهد که همه‌ی آنها در نظریه قرار داده می شوند. محقق با ادامه‌ی تحلیل مجموعه واحد داده‌های تجربی، مدلی را به عنوان مناسب‌ترین مدل برای

1 . Residual
2 . Joreskoge
3 . Strictly confirmatory
4 . Alternative models
5 . Model generating

ارائه‌ی داده‌های نمونه انتخاب می‌کند. در نهایت، در سناریوی تولید مدل (MG)، محقق با مفروض گرفتن و رد کردن یک مدل بطور نظری بدست آمده بر مبنای برازش ضعیف آن با داده‌های نمونه با یک مدل اکتشافی (به جای تأییدی) به تعدیل و برآورد مجدد مدل اقدام می‌کند. در این فاصله، تمرکز اولیه روی منبع عدم برازش در مدل و تعیین مدلی است که داده‌های نمونه را بهتر توصیف کند. یورسکگ (۱۹۹۳) عنوان کرد که اگر چه بازتعریف مدل[1] ممکن است هم نظری و هم ناشی از داده باشد، اما هدف نهایی، پیدا کردن مدلی است که واقعاً معنادار و از لحاظ آماری متناسب باشد. او همچنین اظهار داشت که علیرغم این واقعیت که یک مدل در هر دور، آزمون می‌شود اما رویکرد اصلی، تولید مدل به جای آزمون مدل است (یورسکگ، ۱۹۹۳، ص ۲۹۵).

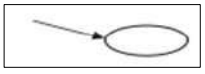
البته حتی یک نگاه اجمالی به ادبیات تجربی به وضوح نشان می‌دهد که سناریوی تولید مدل، به دلیلی موجّه، رایج‌ترین سناریو در بین این سه سناریو است. با فرض متقبل شدن هزینه‌های زیاد برای جمع‌آوری داده، باز هم کمتر محققی وجود دارد که بپذیرد تحقیقش را براساس یک مدل مفروض ردشده قرار دهد، درنتیجه روش SC در عمل پیدا نمی‌شود. روش AM هم برای مدل‌سازی نسبتاً یک روش غیرمعمول و غیررایج است.

۱-۹- مدل معادلات ساختاری کلی

در این قسمت اول به معرفی نمادها برای ترسیم معادلات ساختاری و سپس یک نمونه مدل معادلات ساختاری کامل ارائه می‌شود.

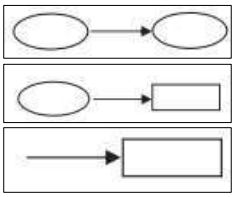
۱-۹-۱- معرفی نمادها

مدل‌های معادلات ساختاری به صورت شماتیک با استفاده از چهار نماد هندسی؛ یک دایره (یا بیضی)، یک مربع (یا مستطیل)، یک فلش یک‌طرفه و یک فلش دوطرفه ترسیم می‌شوند. بطور قراردادی، دایره‌ها یا (بیضی‌ها) سازه‌ها یا متغیرهای مشاهده‌نشده را نشان می‌دهند؛ مربع‌ها یا (مستطیل‌ها) متغیرهای مشاهده شده را نشان می‌دهند؛ فلش‌های یک‌طرفه (→) تأثیر یک متغیر را بر متغیر دیگر و فلش‌های دوطرفه (↔) کوواریانس‌ها یا همبستگی‌های میان یک جفت از متغیرها را نشان می‌دهد. محققان در ساختن یک مدل با ساختار ویژه مورد مطالعه، از این نشانه‌ها در چارچوب چهار شکل اساسی استفاده می‌کنند که هر یک از آنها معرف یک مولفه مهم در فرایند تحلیل می‌باشند. این اشکال که به صورت مختصر در زیر توضیح داده می‌شوند عبارتند از:



بیانگر ضریب مسیر رگرسیون از یک متغیر مشاهده‌شُده به سوی یک متغیر مشاهده‌نشده می‌باشد.

1. Respecification Model



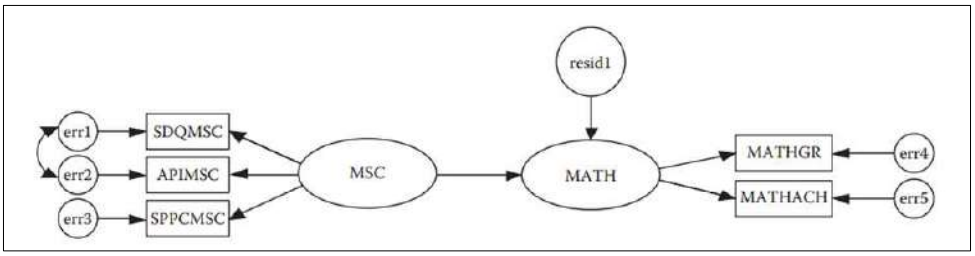
بیانگر ضریب مسیر رگرسیون از یک سازه بسوی سازه دیگر می‌باشد.

خطای اندازه‌گیری مرتبط با یک متغیر مشاهده شده می‌باشد.

بیانگر خطای باقیمانده در پیش‌بینی یک متغیر مشاهده‌نشده می‌باشد.

۱-۹-۲- نمودار مسیر

نمایش شماتیک مدل‌ها را نمودارهای مسیر گویند، چون یک تصویر قابل مشاهده از روابطی را فراهم می‌کنند که فرض می شود در بین متغیرهای مورد مطالعه وجود دارد. همانطور که بعداً خواهید دید، نمودار مسیر که مدل معادلات ساختاری خاصی را نشان می‌دهد در واقع معادله‌ی گرافیکی نمایش ریاضی آن است که بوسیله‌ی آن مجموعه‌ای از معادلات، متغیرهای وابسته را به متغیرهای تبیینی‌شان پیوند می‌دهد. همانطور که در بالا از چهار نماد به عنوان وسیله‌ای برای نشان دادن فرایند عِلّی خاص استفاده شد، اجازه دهید که مدل ساده‌ای را در شکل (۱-۱) به شما نشان دهیم که با استفاده از AMOS Graphics رسم شده‌اند(آربیوکل[1]، ۲۰۰۷).



شکل ۱-۱: مدل تاثیر خودانگاره ریاضی بر پیشرفت تحصیلی ریاضی

با توجه به شکل (۱-۱) می‌بینیم که دو سازه‌ی خودانگاره ریاضی[2] (MSC) و پیشرفت تحصیلی ریاضی[3] (MATH) و پنج متغیر مشاهده‌شده - که سه تای آن‌ها برای اندازه‌گیری MSC شامل (SPPCMSC-APIMSC-SDQMSC) و دوتا برای اندازه‌گیری MATH شامل (MATHGR-MATHACH)- در نظر گرفته شده‌اند. این پنج متغیر مشاهده‌شده به عنوان شاخص‌های مربوط به سازه‌های زیربنایی خود عمل می‌کنند.

1 . Arbukle
2 . Math self-concept
3 . Math achievement

با هر متغیر مشاهده شده یک مولفه خطا[1] (err۱-err ۵) و همچنین با هر سازه در حال پیش‌بینی (MATH)، یک مولفه باقیمانده[2] (resid ۱) وجود دارد. تفاوت مهمی بین این دو خطا وجود دارد. خطای مرتبط با متغیرهای مشاهده‌شده، خطای اندازه‌گیری را نشان می‌دهد که کفایت آنها را در اندازه‌گیری عوامل زیر بنایی مربوطه منعکس می‌کنند(MSC, MATH). که از دو منبع بدست می‌آید:

- خطای اندازه‌گیری تصادفی
- خطای منحصر به فرد[3] اصطلاحی که برای توصیف خطای واریانس ناشی از تعدادی مشخصه به کار می‌رود که مختص به یک متغیر نمایشگر خاص در نظر گرفته می‌شود. چنین خطایی اغلب خطای اندازه‌گیری غیرتصادفی یا (منظم) را نشان می‌دهد.

مولفه باقیمانده، خطای حاصل از پیش‌بینی عوامل درونی بر حسب عوامل بیرونی نشان می‌دهد. برای مثال باقیمانده‌ی نشان داده‌شده در شکل (۱-۱)، خطای حاصل از پیش‌بینی MATH (عامل درونی) برحسب MSC (عامل بیرونی) نشان می‌دهد.

شایان ذکر است که هر دو مولفه خطای اندازه‌گیری و باقیمانده، ماهیت متغیرهای مشاهده‌نشده را نشان می‌دهند. در این حالت کاملاً معقول است که با ارائه‌ی سازه‌ها، آنها باید در دایره قرار بگیرند. به این دلیل در نمودارهای مسیر AMOS برخلاف نمودارهای موجود در برنامه‌های دیگر مدل‌سازی معادلات ساختاری، متغیرهای خطا بصورت پیش‌فرض دایره‌مانند رسم می‌شوند.

علاوه بر نمادهایی که متغیرها را نشان می‌دهند، نمادهای خاص دیگری در نمودارهای مسیر برای نشان دادن فرایندهای فرضی استفاده می شوند که شامل کل مجموعه‌ی متغیرها ست. مخصوصاً، فلش‌های یک‌طرفه ضرایب رگرسیون ساختاری را نشان می‌دهد که تأثیر یک متغیر بر متغیر دیگر را مشخص می‌سازد. برای مثال در شکل (۱-۱) فلش یک‌طرفه که سر آن بطرف عامل درونی، MATH، است حاکی از آنست که عامل بیرونی خودانگاره ریاضی MSC، پیشرفت تحصیلی ریاضی (MATH) را موجب می‌شود. به همین ترتیب سه فلش یک‌طرفه که از MSC به طرف سه متغیر قابل مشاهده (SDQMSC, APIMSC, SPPCMSC) و فلش‌هایی که از MATH به طرف هر یک از نشانگرهای MATHACH و MATHGR رفته، به این معناست که مقادیر نمرات هر یک تحت‌تأثیر سازه‌ی زیربنایی مربوط به خودشان هستند. همچنین این ضرایب مسیری، مقدار تغییر مورد انتظار در متغیرهای مشاهده‌شده را برای هر تغییر در سازه‌ی مربوطه نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که این متغیرهای مشاهده‌شده معمولاً نمرات خرده مقیاس[4] ، نمرات آیتم[5] (برای مثال فصل ۴ را

1 . Error term
2 . Residual term
3 . Error Leniqueness
4 . Subscale
5 . Item pairs

ببینید)، جفت‌های آیتم[1] (برای مثال فصل ۳ را ببینید) و یا بسته‌های آیتمی[2] را نشان می‌دهد که به دقت تنظیم شده اند(برای مثال فصل ۶ را ببینید).

فلش‌های یک‌طرفه که از مولفه خطا خارج شده‌اند (۵ err–۱err)، تأثیر خطای اندازه‌گیری (تصادفی یا منظم) بر روی متغیرهای مشاهده‌شده را نشان می‌دهد، و فلش‌های یک‌طرفه که از مولفه باقیمانده (۱ resid) خارج شده‌اند، تاثیر خطای حاصل از پیش‌بینی MATH را نشان می‌دهد. در نهایت، همانطور که قبلاً ذکر شد، فلش‌های دوطرفه‌ی منحنی مانند، کوواریانس یا ضرایب میان جفت متغیرها را نشان می‌دهد. بنابراین فلش دوطرفه‌ای که در شکل (۱-۱) ۱err و۲ err را بهم وصل می‌کند بدین معناست که خطای اندازه‌گیری SDQMSC با خطای اندازه‌گیری APIMSC همبستگی دارد.

۱-۱۰- معادلات ساختاری

همانطور که در پاراگراف اول این فصل ذکر شد، مدل‌های معادلات ساختاری علاوه بر تمایل‌شان به توصیف مصور فرایند علّی مورد مطالعه، می‌توانند بوسیله‌ی مجموعه‌ی معادلات رگرسیونی ارائه شوند. چون

(الف) معادلات رگرسیونی تأثیر یک یا چند متغیر را بر متغیرهای دیگر نشان می‌دهد.

(ب) این تأثیر معمولاً در مدل‌سازی معادلات ساختاری بوسیله‌ی فلشی یک‌طرفه از طرف متغیر تأثیر بر متغیر مورد علاقه نشانه‌گذاری می‌شود، ما می‌توانیم هر معادله را بصورت خلاصه‌ای از تأثیرات همه‌ی متغیرهای مرتبط در مدل (مشاهده‌شده و مشاهده‌نشده) بر روی یک متغیر خاص (مشاهده‌نشده یا مشاهده‌شده) در نظر بگیریم. بنابراین یک روش نسبتاً ساده برای فرمول‌بندی این معادلات توجه به هر متغیری است که دو یا چند فلش به سمت آن و سپس ثبت خلاصه‌ی همه‌ی تأثیرات برای هر یک از این متغیرهای وابسته می‌باشد.

برای نشان دادن انتقال فرایندهای رگرسیونی به معادلات ساختاری، اجازه دهید به شکل (۱-۱) برگردیم. می‌توانیم ببینیم که شش متغیر با فلش‌هایی که به طرف آنهاست وجود دارد؛ پنج متغیر مشاهده‌شده (MATHACH ، MATHGR ، SPPCMSC، APIMSC و SDQMSC) و یک متغیر مشاهده‌نشده (MATH) بنابراین توابع رگرسیونی که در شکل (۱-۱) نشان داده شده‌اند، می‌توانند بصورت شش معادله‌ی مجزا از وابستگی‌های خطی بصورت زیر خلاصه شوند:

MATH = MSC + resid ۱

SDQMSC = MSC + err ۱

APIMSC = MSC + err ۲

SPPCMSC = MSC +err ۳

---

1 . Item Pairs
2 . Item scores

MATHGR = MATH + err ۴

MATHACH = MATH + err ۵

۱-۱۰-۱- مولفه‌های غیرقابل مشاهده یک مدل

اگرچه اساساً تناظر یک به یک میان ارائه‌ی مدل شماتیک و انتقال آن به مجموعه‌ای از معادلات ساختاری وجود دارد، لازم به ذکر است که ارائه‌ی هیچ یک از این مدل‌ها کل ماجرا را به ما نمی‌گویند؛ بعضی از پارامترهای حیاتی برای برآورد مدل به وضوح نشان داده نمی‌شوند و بنابراین ممکن است برای مدل‌پردازان معادلات ساختاری مبتدی، واضح نباشد. برای مثال هم در معادله مسیر و هم در نمودار مسیر نشان‌داده‌شده، هیچ نشانه‌ای وجود ندارد که واریانس‌های متغیرهای بیرونی، پارامترهای مدل هستند. درحقیقت چنین پارامترهایی برای همه‌ی مدل‌های معادلات ساختاری ضروری هستند. اگرچه محققان باید متوجه این نارسایی نمودارهای مسیر در ساختمان فایل‌های ورودی مدل مربوط به دیگر برنامه‌های مدل معادلات ساختاری باشند، ابزار AMOS فرآیند تشخیص را اتوماتیک‌وار با ترکیب برآورد واریانس‌ها بطور پیش‌فرض برای همه‌ی عامل‌های مستقل تسهیل می‌کند.

به علاوه، بسیار مهم است که شما را متوجه عدم وجود پارامترهای خاص در یک مدل نمایم. برای مثال در شکل (۱-۱) هیچ فلش منحنی مانند بین err ۵ و err ۴ پیدا نمی‌کنیم، که این به معنای عدم کوواریانس بین مولفه‌های خطای مرتبط با متغیرهای مشاهده‌شده MATHGR و MATHACH است. به همین ترتیب هیچ کوواریانس مفروضی بین MSC و resid ۱ وجود ندارد؛ عدم وجود این مسیر حاکی از این پیش‌فرض کلّی و اکثر اوقات ضروری است که متغیر پیش‌بین یا بیرونی به هیچ عنوان با خطا ناشی از پیش‌بینی متغیر درونی متناظر نمی‌باشد. در اینجا در مورد هر دو مثال ذکرشده ، AMOS، یک بار دیگر از طریق اتوماتیک فرض کردن عدم وجود حضور این مشخصات کار را برای مدل‌پردازان معادلات ساختاری مبتدی تسهیل می‌کند.

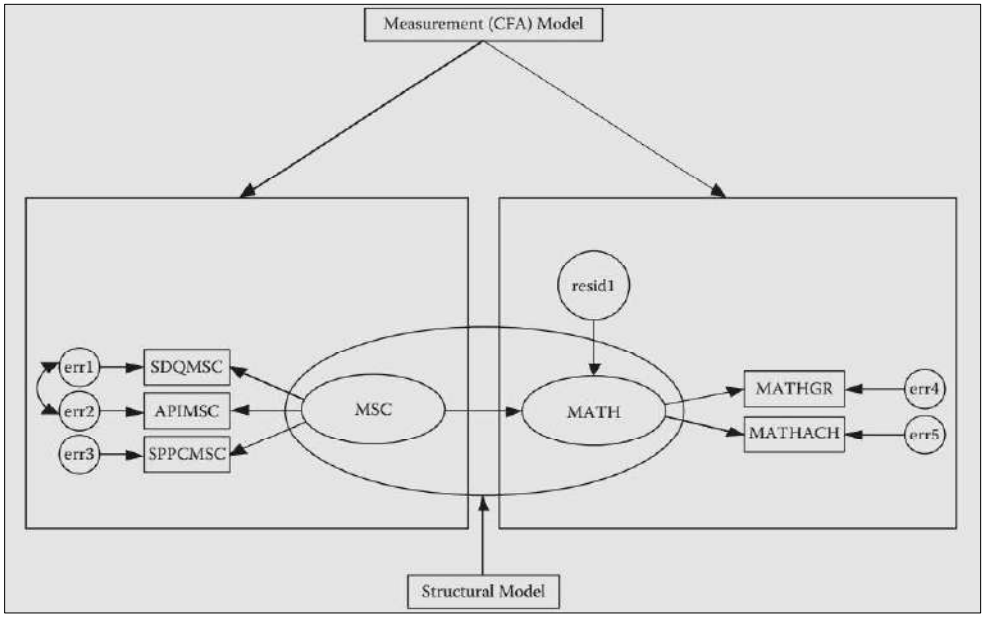
۱-۱۰-۲- ترکیب اصلی مدل‌سازی معادلات ساختاری[1]

مدل معادلات ساختاری کلی را می‌توان به دو خرده مدل تقسیم‌بندی کرد: یک مدل اندازه‌گیری و یک مدل ساختاری. مدل اندازه‌گیری ارتباط بین متغیرهای مشاهده شده و مشاهده‌نشده را تعریف می‌کند. به عبارت دیگر، بر مبنای اندازه‌گیری، پژوهشگر تعریف می‌کند که کدام متغیرهای مشاهده‌پذیر می‌توانند جهت اندازه‌گیری متغیرهای پنهان مورد استفاده قرار بگیرند. بنابراین مدل اندازه‌گیری، مدل تحلیل عاملی تأییدی را که قبلاً توصیف شد نشان داده و الگویی را مشخص می‌کند که بوسیله‌ی آن هر اندازه روی عامل خاصی بارگذاری می‌شود. در مقایسه، مدل ساختاری، ارتباط بین متغیرهای مشاهده‌نشده را تعریف می‌کند

1 . Basic Composition

که بوسیله‌ی آن متغیرهای مکنون بطور مستقیم یا غیرمستقیم تغییراتی را در مقادیر متغیرهای مکنون دیگر در یک مدل مشخص، نشان می‌دهد.

با هدف آموزش و توضیح کاربرد مهم از ابزار مدل سازی معادلات ساختاری، به مثال شکل (۱-۲) می‌پردازیم، که در آن همان مدل شکل (۱-۱) به دو مدل ساختاری و اندازه‌گیری تفکیک شده است. با بررسی جداگانه‌ی عناصر مدل‌سازی‌شده در هر مستطیل شکل (۱-۲) دو مدل تحلیل عاملی تاییدی ارائه می‌شود. قرار گرفتن دو عامل در بیضی، مدل متغیر پنهان کامل را نشان می‌دهد و بنابراین تحلیل عاملی تاییدی مورد علاقه‌ی محقق نخواهد بود. مدل تحلیل عاملی تاییدی در سمت چپ نمودار، یک مدل تک عاملی (MSC) را نشان می‌دهد که بوسیله‌ی سه متغیر مشاهده شده (SPPCMSC و APIMSC و SDQMSC) اندازه‌گیری شده‌اند. در حالی‌که مدل تحلیل عاملی تاییدی سمت راست یک مدل تک عاملی (MATH) را نشان می‌دهد که توسط دو متغیر مشاهده‌شده (MATHGR و MATHACH) اندازه‌گیری شده‌اند. در هر دو مورد، ضریب رگرسیون متغیرهای مشاهده‌شده در هر عامل و واریانس‌های هر دو عامل و خطاهای اندازه‌گیری، از اهمیت اولیه برخوردار است؛ کوواریانس خطا تنها در تحلیل مربوط به مدل تحلیل عاملی تاییدی که برای عامل MSC انجام شده، حائز اهمیت است.



شکل ۱-۲: مدل معادلات ساختاری تاثیر خودانگاره ریاضی بر پیشرفت تحصیلی ریاضی

ذکر این نکته مهم است که هر دو مدل تحلیل عاملی تاییدی ذکرشده در شکل (۱-۲)، که مدل‌های عاملی درجه ۱ را نشان می‌دهد، همچنین مدل‌های عاملی درجه ۲ و مدل‌های تحلیل عاملی تاییدی درجه بالاتر را نیز می‌توان با استفاده از AMOS تحلیل کرد. بهرحال چنین مدل‌های تحلیل عاملی تاییدی سلسله مراتبی، خیلی بندرت در ادبیات یافت می شوند(کرلینگر[1]، ۱۹۸۴). توضیح و کاربرد مدل‌های تحلیل عاملی تأییدی در این کتاب تنها محدود به مدل‌های درجه یک و دو است(برای بحث و توضیح بیشتر در این مورد به کتاب بولن[2] در سال ۱۹۸۹a و کرلینگر مراجعه کنید).

۱-۱۰-۳- فرمول‌بندی ساختارهای کوواریانس و میانگین

پارامترهای اصلی در مدل سازی معادلات ساختاری که بر تحلیل ساختارهای کوواریانس تمرکز دارند، ضرایب رگرسیون، واریانس و کوواریانس متغیرهای مستقل هستند؛ زمانیکه این تمرکز به تحلیل ساختارهای میانگین هم گسترش پیدا می‌کند، میانگین‌ها هم، پارامترهای اصلی مدل می‌شوند. بهر حال، با فرض اینکه داده‌های نمونه صرفاً شامل نمرات مشاهده شده هستند، از این‌رو باید یک مکانیزم درونی هم وجود داشته باشد که بوسیله‌ی آن داده‌ها با پارامترهای مدل جابجا می شوند. این امر بوسیله‌ی مدلی ریاضی انجام می شود که کل سیستم متغیرها را ارائه می‌کند. چنین سیستم‌های نشانگر را می‌توان با هر برنامه کامپیوتری مدل‌سازی معادلات ساختاری تغییر داد. بدلیل اینکه توضیح کافی روشی که سیستم نشانگر AMOS عمل می‌کند به آگاهی در مورد نظریه‌ی آماری زیربنایی این برنامه نیاز دارد، این موضوع فراتر از اهداف و مقاصد کتاب فعلی می‌رود. بنابراین خوانندگانی که علاقمند به توضیح جامع در مورد این جنبه از تحلیل ساختارهای کوواریانس هستند باید به این متون مراجعه کنند (بولن، ساریس[3] و استرون‌خورست[4]، ۱۹۸۴).

در این فصل تعدادی از مفاهیم اساسی در رابطه با مدل‌سازی معادلات ساختاری ارائه شد. همانطور که برای هر شیوه‌ای از ارتباط ابتدا فرد بایستی زبان را بفهمد قبل از اینکه قادر به فهم پیام انتقال داده شده باشد، این امر در درک و فهم مشخصات مدل‌های مدل‌سازی معادلات ساختاری نیز صدق می‌کند. حال که با مفاهیم اصلی مدل سازی معادلات ساختاری زیربنایی آشنا شده‌اید، اکنون می‌توانیم توجه‌مان را معطوف تشخیص و تحلیل مدل‌ها در چارچوب برنامه‌ی AMOS کنیم. بنابراین در فصل بعد جزئیاتی را در مورد تعریف مدل‌ها در نمای نموداری برنامه‌ی AMOS ارائه می شود. در طول مسیر به شما نشان می‌دهیم که چگونه از جعبه ابزار برای ساختن مدل‌ها استفاده کنید. همانطور که در اجرای دستورالعمل‌های این کتاب رو به جلو می‌روید، بطور روزافزونی در درک خود از مدل‌سازی معادلات ساختاری و هم در استفاده و کاربرد AMOS اطمینان بیشتری به دست خواهید آورد. قبل از آن، بعضی منوها و جزئیات اجزای سه مدل

1 . Kerlinger
2 . Bollen
3 . Saris
4 . Stronkhorset

معادلات ساختاری و استفاده از برنامه‌ی AMOS تشریح می‌شود. بنابراین اجازه بدهید به فصل دو برویم و نگاه جامع‌تری به مدل‌سازی معادلات ساختاری با برنامه‌ی AMOS بیندازیم.

۱-۱۱- نکات پایانی

۱- در سراسر کتاب، اصطلاحات متغیر مکنون، مشاهده‌نشده، غیرقابل مشاهده یا متغیر اندازه‌گیری نشده بصورت مترادف برای نشان دادن عامل یا سازه فرضی و اصطلاحات متغیر مشاهده‌شده، قابل مشاهده،آشکار و اندازه‌گیری شده هم بجای یکدیگر استفاده می‌شوند.

۲- به مولفه‌های باقیمانده اغلب به عنوان مولفه‌های اختلال[1] اشاره می‌شود.

۳- البته این پیش‌فرض را می‌توان با انتخاب Visibility از جعبه‌ی دیالوگ Object Properties (که در فصل دو توضیح داده می‌شود) لغو کرد.

۴- در این کتاب، "علت[2] " تأثیر مستقیم یک متغیر بر متغیر دیگر در زمینه یک مدل کامل است. مقدار و مسیرش هم بوسیله‌ی ضریب رگرسیون جزئی[3] ارائه می‌شود. اگر مدل کامل شامل همه‌ی تأثیرات مربوطه بر متغیر وابسته‌ی معین باشد، پیش‌نیازهای علّی آن بدرستی تشخیص داده می‌شود. بهر حال در عمل، مدل‌ها ممکن است پیش‌بین کلیدی را حذف کنند یا ممکن است آن را نامشخص کنند، یعنی ممکن است به عنوان یک مدل عِلّی ناکافی باشند.

1 . Disturbance terms
2 . Cause
3 . Partial regression cofficient