

- 
- Arash Habibi
 - Lisrel, Amos, SPSS
 - Thesis Analysis
 - Parsmodir.com



LISREL, Amos, SPSS For Student of Management

آموزش کاربردی نرم افزار لیزرل

مدل یابی معادلات ساختاری و تحلیل عاملی

آرش حبیبی

زمستان ۱۳۹۰

ویراست جدید: زمستان ۱۳۹۱

کتاب الکترونیک آموزش کاربردی نرم افزار لیزرل به کوشش آرش حبیبی نوشته شده و توسط سایت پارس مدیر منتشر شده است. هرگونه تکثیر و اقدام به فروش آن از طریق هر سایت یا موسسه دیگر از لحاظ اخلاقی و قانونی مجاز نیست.

این کتاب تنها برای رفع نیازهای کاربرانی که هر روز از طریق ایمیل درخواست جزوه‌ای مناسب برای لیزرل را مطرح می‌کردند، نوشته شده است. در صورتیکه این فایل را از موسسه دیگری دریافت کرده اید مراتب را به آدرس پست الکترونیک Parsmodir@gmail.com اطلاع رسانی کنید.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول	
بخش اول	۵
تحلیل داده‌های ماتریس کوواریانس	۵
مقدمه	۵
۱- کاربرد تحلیل داده‌های ماتریس کوواریانس	۵
۱-۱- مدل معادلات ساختاری (SEM)	۵
۲-۱- تحلیل عاملی (FA)	۶
۱-۲-۱- تحلیل عاملی اکتشافی (EFA)	۶
۲-۲-۱- تحلیل عاملی تأییدی (CFA)	۷
۲- متغیر پنهان و متغیر قابل مشاهده	۷
۳- آزمون‌های برازندگی مدل	۸
۱-۳- آزمون χ^2 -دو (²)	۸
۲-۳- شاخص RMSEA	۱۰
۴-۳- شاخص‌های GFI و AGFI	۱۰
۵-۳- شاخص NFI و CFI	۱۱
۴- طراحی یک مدل معادلات ساختاری	۱۲
۱-۴- خطای برآورد (Error term)	۱۳
۲-۴- بار عاملی (Factor Loading)	۱۳
۵- حداقل حجم نمونه لازم برای تحلیل عاملی	۱۴
مثال کاربردی	۱۴
فصل دوم	۱۶
کار با نرم افزار لیزرل	۱۶
۱-۲- شروع کار با نرم افزار لیزرل	۱۶

۱۶	..... شکل ۱-۲- محیط نرم افزار لیزرل
۱۷	..... ۲-۲- وارد کردن داده‌ها در لیزرل
۱۸	..... مدل معادلات ساختاری
۱۹	..... وارد کردن داده‌ها در اکسل ۲۰۰۳
۱۹	..... وارد کردن داده‌ها به لیزرل
۲۰	..... ذخیره فایل با فرمت PSF
۲۱	..... پروژه ۳: تحلیل عاملی تاییدی با استفاده از لیزرل
۲۲	..... وارد کردن داده‌ها به لیزرل از SPSS
۲۳	..... منوهای متعدد لیزرل
۲۳	..... تعریف متغیرها
۲۴	..... صفحه گرافیکی لیزرل
۲۵	..... ایجاد صفحه گرافیکی لیزرل
۲۵	..... معرفی متغیرهای مشاهده شده
۲۶	..... معرفی متغیرهای پنهان
۲۷	..... ایجاد روابط بین متغیرها
۲۸	..... محاسبه بارهای عاملی و خطاهای مربوط
۲۹	..... تحلیل عاملی تائیدی در حالت تخمین اولیه
۲۹	..... محاسبه بارهای عاملی standardized solution
۳۰	..... بارهای عاملی استاندارد تحلیل عاملی تائیدی
۳۰	..... تحلیل نتایج
۳۰	..... محاسبه T-value
۳۱	..... بارهای عاملی آماره t-value تحلیل عاملی تائیدی
۳۱	..... شاخص RMSEA
۳۲	..... سایر شاخص‌های برازندگی
۳۲	..... پروژه ۴: وارد کردن مستقیم داده‌ها در لیزرل

۳۴	..... پروژه ۵: مدل یابی معادلات ساختاری
۳۵	..... محاسبات اولیه مدل معادلات ساختاری
۳۶	..... محاسبات بارهای عاملی و ضرائب خطا
۳۶	..... محاسبات t-value
۳۷	..... پروژه ۶: مدل اشباع
۴۰	..... پروژه ۷: تحلیل عاملی مرتبه دوم
۴۲	..... پرسش و پاسخ:
۴۶	..... فصل سوم
۴۶	..... تحلیل عاملی اکتشافی
۴۶	..... مقدمه
۴۶	..... ۳-۱- تهیه مقیاس به روش تحلیل عامل اکتشافی
۴۸	..... ۳-۲- گامهای تحلیل عامل
۴۸	..... تعریف پروژه ۷
۴۹	..... ۳- نتایج قبل از چرخش
۵۱	..... پروژه ۸
۵۵	..... پیوست ۱
۵۵	..... انواع فایلها و فرمت های کار با نرم افزار لیزرل
۵۶	..... فهرست منابع

بخش اول

تحلیل داده‌های ماتریس کوواریانس

مقدمه

در این بخش مقدمه‌ای بر تحلیل داده‌های ماتریس کوواریانس ارائه می‌شود. با مطالعه این بخش دانش کلی پیرامون مفاهیم بنیادین بکار رفته در کتاب آموزشی حاضر ارائه می‌شود. اگرچه کتاب حاضر، کتاب آموزش روش تحقیق نمی‌باشد ولی کمک می‌شود تا پژوهشگر با کاربردها، اصول و مبانی بکارگیری نرم افزار لیزرل در جهت انجام پژوهش آشنا شود. توضیحات ارائه شده به صورت اختصار بیان شده است. توضیحات تفصیلی در غالب پروژه‌هائی بیان شده که درک مطلب را برای پژوهشگر ساده می‌سازد.

۱- کاربرد تحلیل داده‌های ماتریس کوواریانس

از جمله تحلیل‌های همبستگی، تحلیل ماتریس کوواریانس یا ماتریس همبستگی است. با توجه به هدف تحقیق و تحلیل‌هائی که روی این ماتریس صورت می‌گیرد به دو دسته اصلی تقسیم می‌شود:

۱-۱- تحلیل عاملی Factor Analysis

۲-۱- مدل معادلات ساختاری Structural equation model, SEM

هر دو این تحلیل‌ها از طریق نرم افزار لیزرل قابل انجام است.

۱-۱- مدل معادلات ساختاری (SEM)

مدل معادلات ساختاری یا Structural Equation Model یک ساختار علی خاص بین مجموعه‌ای از متغیرهای پنهان (Latent Variables) و متغیرهای مشاهده شده (Observed variables) است. با استفاده از مدل معادلات ساختاری روابط بین متغیرهای پنهان با یکدیگر و نیز گویه‌های سنجش هر متغیر پنهان با متغیر مربوط قابل بررسی است. مدل‌های نظری چند متغیره را نمی‌توان با شیوه دو متغیری که هر بار تنها رابطه یک متغیر مستقل با یک متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود، ارزیابی

کرد. تجزیه و تحلیل چند متغیره به یک سری روش‌های تجزیه و تحلیل اطلاق می‌شود که ویژگی اصلی آن‌ها، تجزیه و تحلیل همزمان K متغیر مستقل و n متغیر وابسته است.

به طور کلی روابط بین متغیرها در مدل معادلات ساختاری دو دسته است:

۱- مدل اندازه‌گیری یا تحلیل عاملی تاییدی: روابط بین متغیرهای پنهان با متغیرهای آشکار

۲- مدل ساختاری یا مدل تحلیل مسیر: روابط بین متغیرهای پنهان با یکدیگر

برای بررسی مدل، نخست از تحلیل عاملی تاییدی برای سنجش روابط متغیرهای پنهان با گویه‌های سنجش آنها استفاده شده است. مدل اندازه‌گیری (تحلیل عاملی تاییدی) ارتباط گویه‌ها یا همان سوالات پرسشنامه را با سازه‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد. سپس با استفاده از مدل ساختاری ارتباط عامل‌ها با یکدیگر جهت آزمون فرضیات مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در واقع تا ثابت نشود نشانگرها یا همان سوالات پرسشنامه، متغیرهای پنهان را به خوبی اندازه‌گیری کرده اند، نمی‌توان روابط را مورد آزمون قرار داد. لذا برای اثبات اینکه مفاهیم به خوبی اندازه‌گیری شده اند از مدل اندازه‌گیری یا تحلیل عاملی تاییدی استفاده می‌شود.

در ادامه در بحث طراحی یک مدل معادلات ساختاری این موضوع بهتر روشن می‌شود.

۲-۱- تحلیل عاملی (FA)

از روش تحلیل عاملی یا Factor Analysis جهت پی بردن به متغیرهای زیر بنایی یک پدیده یا تلخیص مجموعه ای از داده‌ها استفاده می‌شود. داده‌های اولیه برای تحلیل عاملی، ماتریس همبستگی بین متغیرها است. تحلیل عاملی، متغیرهای وابسته از قبل تعیین شده ای ندارد. موارد استفاده تحلیل عاملی را به دو دسته کلی می‌توان تقسیم کرد: مقاصد اکتشافی و مقاصد تاییدی

۱-۲-۱- تحلیل عاملی اکتشافی (EFA)

در تحلیل اکتشافی یا Exploratory factor analysis پژوهشگر به دنبال بررسی داده‌های تجربی به منظور کشف و شناسایی شاخصها و نیز روابط بین آنهاست. در اینجا از پیش مدل معینی وجود ندارد. به بیان دیگر تحلیل اکتشافی علاوه بر آنکه ارزش تجسسی یا پیشنهادی دارد می‌تواند ساختار ساز، مدل ساز یا فرضیه ساز باشد. تحلیل اکتشافی وقتی به کار می‌رود که پژوهشگر شواهد کافی قبلی و پیش تجربی برای تشکیل فرضیه درباره تعداد عاملهای زیربنایی داده‌ها نداشته و به واقع

مایل باشد درباره تعیین تعداد یا ماهیت عامل‌هایی که همپراشی بین متغیرها را توجیه می‌کند داده‌ها را بکاود. بنابراین تحلیل اکتشافی بیشتر به عنوان یک روش تدوین و تولید تئوری و نه یک روش آزمون تئوری در نظر گرفته می‌شود.

۱-۲-۲- تحلیل عاملی تأییدی (CFA)

در تحلیل عاملی تأییدی یا Confirmatory factor analysis پژوهشگر به دنبال تهیه مدلی است که فرض می‌شود داده‌های تجربی را بر پایه چند پارامتر نسبتاً اندک، توصیف تبیین یا توجیه می‌کند. این مدل مبتنی بر اطلاعات پیش تجربی درباره ساختار داده‌ها است که می‌تواند به شکل یک تئوری یا فرضیه، یک طرح طبقه بندی کننده معین برای گویه‌ها در انطباق با ویژگی‌های عینی شکل و محتوا، شرایط معلوم تجربی و یا دانش حاصل از مطالعات قبلی درباره داده‌های وسیع باشد. روش‌های تأییدی (آزمون فرضیه) تعیین می‌کنند که داده‌ها با یک ساختار عاملی معین (که در فرضیه آمده) هماهنگ هستند یا نه.

۲- متغیر پنهان و متغیر قابل مشاهده

سازه‌ها یا متغیرهای پنهان^۱ و متغیرهای مشاهده شده^۲ دو مفهوم اساسی در تحلیل‌های آماری بویژه بحث تحلیل عاملی و مدلیابی معدلات ساختاری هستند. متغیرهای پنهان که از آنها تحت عنوان متغیر مکنون نیز یاد می‌شود متغیرهایی هستند که به صورت مستقیم قابل مشاهده نیستند. برای مثال متغیر انگیزه را در نظر بگیرید. انگیزه فرد را نمی‌توان به صورت مستقیم مشاهده کرد و سنجید. به همین منظور برای سنجش متغیرهای پنهان از سنجه‌ها یا گویه‌هایی استفاده می‌کنند که همان سوالات پرسشنامه را تشکیل می‌دهند. این سنجه‌ها متغیرهای مشاهده شده هستند. برای مثال سخت‌کوشی، حضور به موقع در محل کار، حساسیت به انجام کار و مواردی از این دست متغیرهای قابل مشاهده برای متغیر پنهان انگیزش هستند.

^۱ Latent variables ^۲ Observed variables ^۱ Fitting indexes

^۲ Observed variables ^۱ Fitting indexes



هر متغیر پژوهش همان متغیر پنهان است و هر گویه سنجش متغیرهای پژوهش که همان سوالات پرسشنامه را تشکیل می‌دهد یک متغیر قابل مشاهده است.

۳- آزمون‌های برازندگی مدل

خیلی‌ها از آزمون‌های برازندگی استفاده می‌کنند اما اگر از آنها پرسیده شود برازندگی مدل به چه معنی است جوابی نخواهند داشت. کارل پیرسون در سال ۱۹۰۰ برای سنجش شباهت میان منحنی‌های تجربی و منحنی‌های نظری آزمون خی-دو^۲ را مطرح کرد. این آزمون نشان می‌دهد مدل طراحی شده توسط پژوهشگر چقدر براساس داده‌های واقعی مشاهده شده، پشتیبانی می‌شود. یکی از مشهورترین آزمون‌های برازندگی آزمون نیکوئی برازش خی-دو است. نیکوئی برازش به عبارت ساده یعنی تا چه حد مدل نیکو و برازنده است یا چقدر خوب طراحی شده است.

از شاخص‌های برازندگی^۱ برای تعیین برازندگی و اعتبار مدل‌های طراحی شده استفاده می‌شود. لازم به تذکر است درباره این آزمون‌ها توافق همگانی وجود ندارد و شاخص‌های متعددی برای سنجش برازندگی مدل استفاده می‌شود. معمولاً برای تأیید مدل، استفاده از سه تا ۵ شاخص کافی است. در نرم‌افزارهایی مانند EQS, Amos, Lisrel نیز تعداد زیادی از شاخص‌های برازندگی به وجود دارد. برخی از مهمترین این شاخص‌ها عبارتند از: CFI, NNFI, NFI, AGFI, GFI, RMR. با این وجود دو شاخص اصلی که بسیار مورد تأکید است و در خروجی لیزرل به وضوح مشاهده می‌شود شاخص خی دو بهنجار و شاخص RMSEA است. تمامی این شاخص‌ها در ادامه توضیح داده خواهد شد.

۳-۱- آزمون خی-دو^۲ (۲)

آزمون خی دو، اولین شاخصی است که برای سنجش برازندگی مدل بکار گرفته شده است. آزمونهای نیکوئی برازش نوعی از کاربردهای آزمون^۲ هستند. نظر به اهمیت این آزمون با ذکر یک مثال به تشریح آن پرداخته می‌شود:

¹ Fitting indexes

پروژه ۱: فرض کنید ما بازدید از سه بخش دانلود مقاله، دانلود کتاب و دانلود نرم افزار از سایت پارس مدیر را بررسی می کنیم.

فرض صفر: تفاوت معنی داری بین بازدید از سه بخش مختلف سایت وجود ندارد.
تعداد ۱۲۰ بازدید از سایت زیر نظر گرفته شده است. خلاصه نتایج در جدول ۱-۱ آمده است. دقت کنید فراوانی مشاهده شده با F_o و فراوانی مورد انتظار با F_E نمایش داده می شود.

جدول ۱-۱- فراوانی های مورد انتظار و مشاهده شده

	F_e	F_o	$F_e - F_o$	$(F_e - F_o)^2$	$(F_e - F_o)^2 / F_e$
دانلود مقاله					/
دانلود کتاب			-		
دانلود نرم افزار					/
				-	/

بنابراین χ^2 مشاهده شده برابر ۱۶/۲۵ می باشد. مقدار χ^2 جدول در سطح اطمینان ۱٪ و با درجه آزادی ۲ (چون سه طبقه بررسی شده است) برابر با ۹/۲۱ است که از جداول انتهایی کتاب آمار بدست می آید. چون χ^2 مشاهده شده از χ^2 جدول بزرگتر است بنابراین فرض صفر رد می شود. این آزمون بسیار به حجم نمونه وابسته می باشد به همین خاطر در محاسبات خیلی از آن استفاده نمی شود. اما چون آزمون زیربنائی سایر شاخص های برازندگی است لازم بود یکبار برای همیشه مفهوم آن را درک کنید.

شاخص خی-دو بهنجار

یکی از شاخص های عمومی برای به حساب آوردن پارامترهای آزاد در محاسبه شاخص های برازش شاخص خی-دو بهنجار است که از تقسیم ساده خی-دو بر درجه آزادی مدل محاسبه می شود. چنانچه این مقدار بین ۱ تا ۵ باشد مطلوب است. (شوماخر و لومکس، ۱۹۸۸، ۸۸؛ کلاین، ۲۴۰۵؛ ۵۹؛ به نقل از قاسمی، ۱۳۸۹ : ۱۶۲) هم آماره خی-دو و هم درجه آزادی در خروجی گرافیکی لیزرل قابل مشاهده است.

۲-۳- شاخص RMSEA

شاخص Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA با فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\frac{(\chi^2 - df)}{[df(N - 1)]}$$

شاخص RMSEA در بیشتر تحلیل‌های عاملی تأییدی و مدل‌های معادلات ساختاری استفاده می‌شود. براساس دیدگاه مک‌کالوم، براون و شوگاوارا^۱ (۱۹۹۶) اگر مقدار این شاخص کوچکتر از ۰/۱ باشد برازندگی مدل بسیار عالی است. اگر بین ۰/۱ و ۰/۵ باشد برازندگی مدل خوب است و اگر بین ۰/۵ و ۰/۸ باشد برازندگی مدل متوسط است. اما بیشتر پژوهشگران از این قاعده استفاده می‌کنند که اگر شاخص RMSEA کوچکتر از ۰/۱ باشد، برازندگی مدل خوب است و اگر بزرگتر از این مقدار باشد مدل ضعیف طراحی شده است. کلاین (۲۰۱۰) معتقد است این شاخص باید کوچکتر از ۰/۵ باشد. با توجه به امکان ایجاد مدل‌های اشباع می‌توان گفت اگر این شاخص کوچکتر از ۰/۵ باشد مطلوب است. شاخص RMSEA در خروجی گرافیکی لیزرل قابل مشاهده است.

۳-۳- شاخص RMR

شاخص Root Mean Square Residual به معنی ریشه میانگین مجذور باقیمانده با استفاده از فرمول $1-R^2$ محاسبه می‌شود. شاخص RMR، شاخصی برای واریانس باقیمانده در برازش هر پارامتر به داده‌های نمونه و یا برای اندازه‌گیری متوسط باقیمانده‌ها استفاده می‌شود و تنها در ارتباط با واریانس‌ها و کوواریانس‌ها قابل تغییر است. هرچه این معیار به صفر نزدیکتر باشد نیکویی برازش مدل بالاتر است.

۳-۴- شاخص‌های GFI و AGFI

شاخص‌های GFI و AGFI را که جاززکاگ و سوربوم (۱۹۸۹) پیشنهاد کرده اند و بستگی به حجم نمونه ندارند از مهمترین آزمون‌های برازندگی مدل‌های معادلات ساختاری هستند.

¹ MacCallum, Browne and Sugawara ¹ bentler-bonett

زمانیکه یک مدل طراحی می‌شود آزمون نیکوئی برازش تعیین می‌کند چه میزان مدل نظری با مدل تجربی مطابقت دارد. شاخص نیکوئی برازش (Goodness of fit index) مقدار نسبی واریانس‌ها و کوواریانس‌ها را به گونه مشترک از طریق مدل ارزیابی می‌کند. دامنه تغییرات GFI بین صفر و یک می‌باشد. مقدار GFI باید برابر یا بزرگتر از ۰/۹ باشد.

شاخص نیکوئی برازش تعیل یافته یا Adjusted Goodness of Fit Index, AGFI یک شاخص برازندگی دیگر می‌باشد. این شاخص معادل با کاربرد میانگین مجذورات به جای مجموع مجذورات در صورت و مخرج GFI است. مقدار این شاخص نیز بین صفر و یک می‌باشد.

۳-۵- شاخص NFI و CFI

شاخص Normed Fit Index, NFI که شاخص بنتلر-بونت^۱ هم نامیده می‌شود برای مقادیر بالای ۰/۹ قابل قبول و نشانه برازندگی مدل است. شاخص Comparative Fit Index, CFI بزرگتر از ۰/۹ قابل قبول و نشانه برازندگی مدل است. این شاخص از طریق مقایسه یک مدل به اصطلاح مستقل که در آن بین متغیرها هیچ رابطه ای نیست با مدل پیشنهادی مورد نظر، مقدار بهبود را نیز می‌آزماید. شاخص CFI از لحاظ معنا مانند NFI است با این تفاوت که برای حجم گروه نمونه جریمه می‌دهد.

جدول ۱-۲- خلاصه دامنه پذیرش شاخص‌های برازندگی

IFI	NNFI	NFI	AGFI	GFI	RMSEA	SRMR	² /df	شاخص برازندگی
0 - 1	>0.9	>0.9	>0.9	>0.9	<0.5	<0.05	1-5	دامنه پذیرش

در میان خروجی‌های متعدد لیزرل یک فایل با پسوند out ایجاد می‌شود. این شاخص‌ها از فایل out قابل استخراج است. دقت کنید در ادامه از این فایل بیشتر سخن گفته خواهد شد.

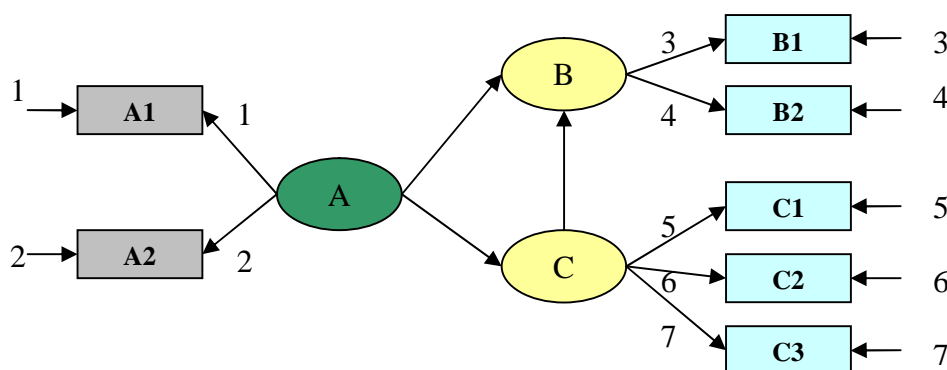
¹ bentler-bonett

۴- طراحی یک مدل معادلات ساختاری

طراحی یک مدل معادلات ساختاری با ذکر یک مثال توضیح داده می‌شود. برای نمونه در پژوهشی رابطه سه متغیر پنهان A, B, C بررسی می‌شود. رابطه علی بین این متغیرها به این صورت در نظر گرفته شده است:

- ۱- متغیر پنهان A یک متغیر مستقل است و بر هر دو متغیر پنهان B و C تاثیر دارد.
- ۲- متغیر پنهان C یک متغیر میانجی است که بر متغیر پنهان B تاثیر دارد.
- ۳- برای سنجش متغیر پنهان A از دو متغیر قابل مشاهده A1 و A2 استفاده شده است.
- ۴- برای سنجش متغیر پنهان B از دو متغیر قابل مشاهده B1 و B2 استفاده شده است.
- ۵- برای سنجش متغیر پنهان C از سه متغیر قابل مشاهده C1 و C2 و C3 استفاده شده است.

شکل ۱-۱- مدل کلی معادلات ساختاری



مدل کلی معادلات ساختاری از الگوی شکل ۱-۱ پیروی می‌کند. قوانین این الگو عبارتند از:

- ۱- هر بیضی در مدل معادلات ساختاری نشان‌دهنده یک متغیر پنهان است.
- ۲- هر مستطیل در مدل معادلات ساختاری نشان‌دهنده یک متغیر قابل مشاهده است.
- ۳- از هر متغیر پنهان (بیضی) به هر متغیر قابل مشاهده (مستطیل) پیکانی وجود دارد که با نماد نشان داده می‌شود. به وزن‌های عاملی یا بار عاملی گفته می‌شود که همان ضریب مسیر^۱ است. طبق گفته کلاین بارهای عاملی بزرگتر از $0/3$ نشان‌دهنده با اهمیت بودن رابطه است.
- ۴- هر مقدار نیز نشان‌دهنده خطای برآورد است که تشریح خواهد شد.

^۱ Path coefficient

۵- ضریب رابطه علی بین دو متغیر پنهان مستقل و وابسته با نشان داده می‌شود.

۶- ضریب رابطه علی بین دو متغیر پنهان وابسته با نشان داده می‌شود.

۴-۱- خطای برآورد (Error term)

نمادهای خطای برآورد (Disturbance term) هستند و از آنها تحت عنوان واریانس تبیین نشده نیز یاد می‌شود. نشانه‌های بسیاری برای خطای برآورد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع، برخی از اوقات هیچ نشانه‌ای نیز بکار گرفته نمی‌شود. تنها یک بردار که با نمادهای به سمت آنها می‌رود نیز می‌تواند نشانه خوبی باشد. بطور کلی برای هر متغیر درونزا باید خطای برآورد محاسبه شود. این خطا همان فاصله برآورد متغیر درونزا با میزان واقعی آن است.

خطای برآورد ممکن است ناشی از تاثیرات متغیری باشد که در مدل لحاظ نشده باشد. این خاستگاه یک ایراد کلیدی دیگر مدل تحلیل مسیر است که اعتبار آن را زیر سوال می‌برد. در مدل تحلیل مسیر خطای برآورد هر متغیر درونزا مستقل از خطای برآورد سایر متغیرهای درونزا در نظر گرفته می‌شود. این در حالی است که ممکن است یک متغیر خارج از مدل بر هر دو متغیر درونزای مدل تاثیر گذار باشد. در مدل معادلات ساختاری این فرض منتهی است. نشان خواهیم داد چگونه در یک مدل اشباع ساختاری، با ارتباط میان خطای برآورد شاخص‌های برازش مدل بهبود خواهد یافت.

۴-۲- بار عاملی (Factor Loading)

قدرت رابطه بین عامل (متغیر پنهان) و متغیر قابل مشاهده بوسیله بار عاملی نشان داده می‌شود. بار عاملی مقداری بین صفر و یک است. اگر بار عاملی کمتر از $0/3$ باشد رابطه ضعیف در نظر گرفته شده و از آن صرف نظر می‌شود. بار عاملی بین $0/3$ تا $0/6$ قابل قبول است و اگر بزرگتر از $0/6$ باشد خیلی مطلوب است. (کلاین، ۱۹۹۴)

بار عاملی در شکل ۲-۳ با نشان داده شده است. در تحلیل عاملی متغیرهایی که یک متغیر پنهان (عامل) را می‌سنجند، باید با آن عامل، بار عاملی بالا و با سایر عامل‌ها، بار عاملی پائین داشته باشند. در نرم‌افزار لیزرل بار عاملی از طریق گزینه Standardized solution از لیست Stimates محاسبه می‌شود.

زمانیکه همبستگی متغیرها شناسائی گردید باید آزمون معناداری صورت گیرد. جهت بررسی معنادار بودن رابطه بین متغیرها از آماره آزمون t یا همان t -value استفاده می‌شود. چون معناداری در سطح خطای $0/05$ بررسی می‌شود بنابراین اگر میزان بارهای عاملی مشاهده شده با آزمون t -value از $1/96$ کوچکتر محاسبه شود، رابطه معنادار نیست و در نرم افزار لیزرل با رنگ قرمز نمایش داده خواهد شد.

۵- حداقل حجم نمونه لازم برای تحلیل عاملی

یک سوال بسیار بااهمیت در تحلیل عاملی تعیین حداقل حجم نمونه است. (کلاین، ۱۹۹۰) تعیین حداقل حجم نمونه لازم برای گردآوری داده‌های مربوط به مدل‌یابی معادلات ساختاری بسیار با اهمیت است. (مک‌کیتی، ۲۰۰۴) با وجود آنکه در مورد حجم نمونه لازم برای تحلیل عاملی و مدل‌های ساختاری توافق کلی وجود ندارد (شریبر، ۲۰۰۶)، اما به زعم بسیار پژوهشگران حداقل حجم نمونه لازم ۲۰۰ می‌باشد. (هولتر، ۱۹۸۳؛ گارور و منتزر، ۱۹۹۹؛ سیوو و همکاران، ۲۰۰۶؛ هو، ۲۰۰۸) کلاین نیز معتقد در **تحلیل عاملی اکتشافی** برای هر متغیر ۱۰ یا ۲۰ نمونه لازم است اما حداقل حجم نمونه ۲۰۰ قابل دفاع است. (کلاین، ۲۰۱۰)

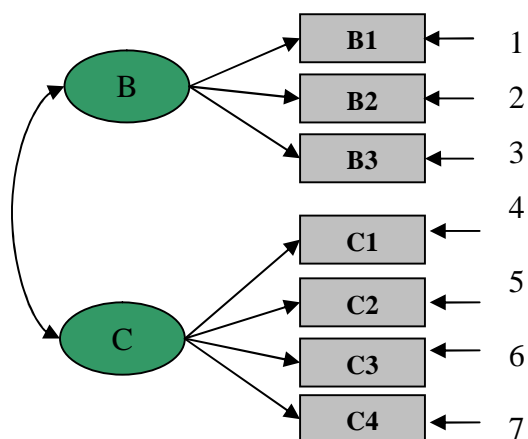
اما در تحلیل عاملی تأییدی حداقل حجم نمونه براساس عامل‌ها تعیین می‌شود نه متغیرها. اگر از مدل‌یابی معادلات ساختاری استفاده شود حدود ۲۰ نمونه برای هر عامل (متغیر پنهان) لازم است. (جکسون، ۲۰۰۳) حجم نمونه توصیه شده برای تحلیل عامل تأییدی حدود ۲۰۰ نمونه برای ده عامل توصیه شده است. (شه و گلداشتاین، ۲۰۰۶، کلاین، ۲۰۱۰)

مثال کاربردی

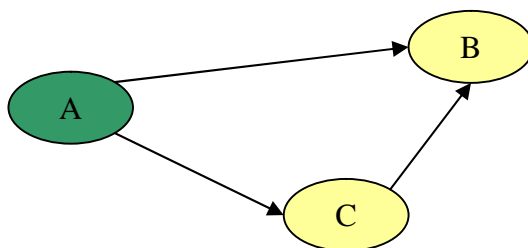
فرض کنید یک پرسشنامه شامل ۷ گویه برای سنجش سازه A طراحی کرده‌اید. چنانچه هیچ پیش فرضی درباره ابعاد (متغیرهای پنهان) سازه A نداشته باشید با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی می‌توانید ابعاد سازه A را شناسائی کنید. برای منظور چون ۷ گویه موجود است بنابراین به حداقل ۷۰ و حداکثر ۱۴۰ نمونه نیاز دارید تا ساختار علی متغیرهای مدل شناسائی شود. اما اگر براساس ادبیات پژوهش یا مصاحبه با خبرگان و ... ابعاد سازه مورد بررسی تعیین شده باشد و برای مثال مانند شکل بالا دو متغیر پنهان B و C برای این سازه در نظر گرفته شده باشد در این صورت از تحلیل عاملی

تائیدی استفاده خواهد شد. در این حالت چون ۲ متغیر پنهان وجود دارد به حداکثر ۴۰ نمونه نیاز دارید تا ساختار علی متغیرهای مدل تائید شود.

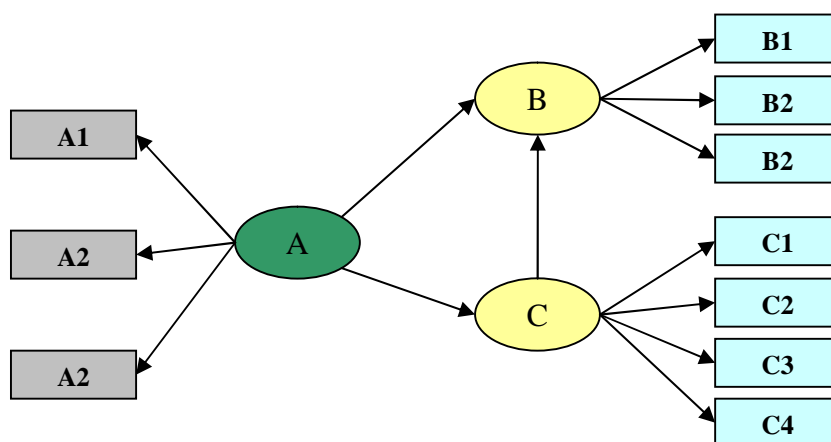
تحلیل عامل تائیدی



تحلیل مسیر



مدل معادلات ساختاری



فصل دوم

کار با نرم افزار لیزرل

۱-۲- شروع کار با نرم افزار لیزرل

ابتدا نرم افزار لیزرل را از سایت سازنده آن دانلود کنید. نسخه دانشجویی لیزرل رایگان است. این نسخه اگرچه محدودیت‌هایی دارد اما در مجموع برای پروژه‌های کوچک و متوسط کافی است. در پایگاه علمی-پژوهشی پارس‌مدیر از آدرس زیر نیز می‌توانید آخرین نسخه این نرم افزار را دانلود کنید.

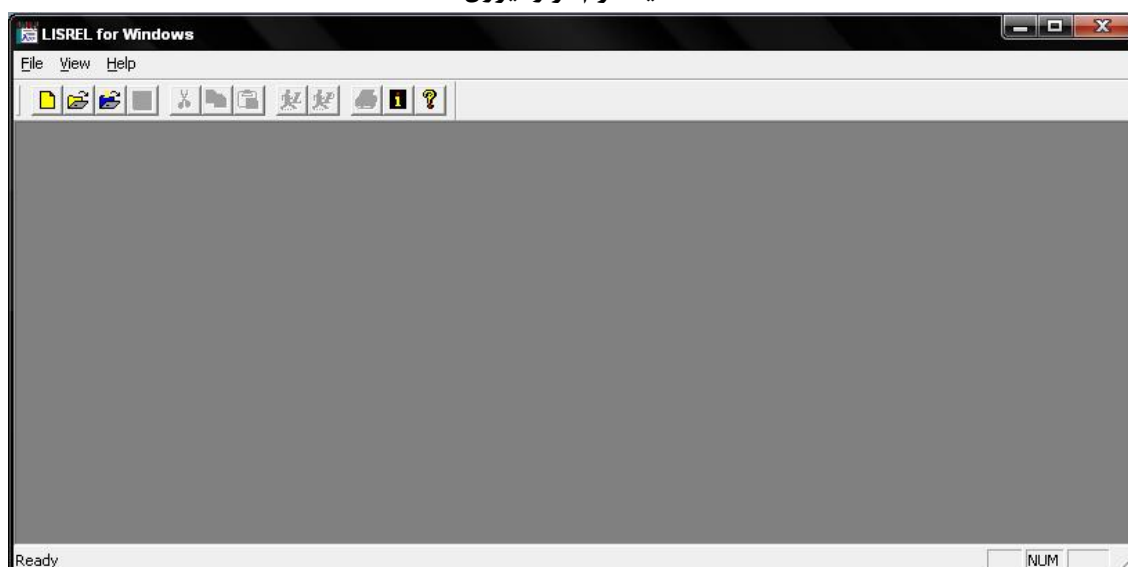
<http://www.parsmodir.com/soft/lisrel.php>

نسخه کامل و بدون محدودیت نرم افزار لیزرل نیز از آدرس زیر قابل دانلود است:

<http://www.parsmodir.com/soft/lisrel3.php>

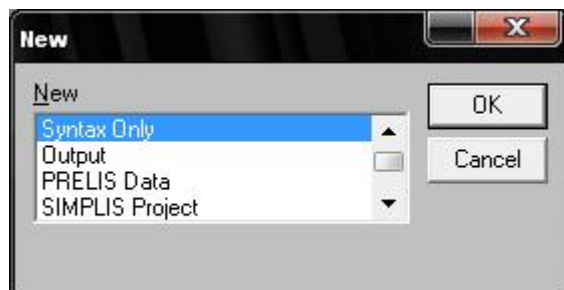
پس از نصب نرم افزار لیزرل و اجرای آن، محیط نرم افزار به صورت شکل زیر خواهد بود:

محیط نرم افزار لیزرل



برعکس بسیاری از نرم افزارهای دیگر ظاهر شدن منوهای متعدد و نوار ابزار کاربردی لیزرل به سادگی میسر نیست.

زمانیکه روی دکمه New کلیک کنید و کادری مشابه زیر ظاهر خواهد شد.



اما بازهم تغییرات خاصی مشاهده نخواهد شد. وارد کردن داده‌ها در محیط لیزرل نیز یکی از چالش‌های دیگر کار با این نرم‌افزار است. اگر بخواهید بطور مستقیم داده‌های گردآوری شده را در نرم‌افزار لیزرل وارد کنید باید گزینه PRELIS Data را انتخاب کنید. (نحوه وارد کردن مستقیم داده‌ها در لیزرل در پروژه ۴ ارائه شده است.) اما برای شروع به کار بهتر است با وارد کردن داده‌ها از یک فایل ذخیره شده اکسل یا SPSS آغاز کنید. برای این منظور با مثالی از یک پروژه معادلات ساختاری آغاز می‌کنیم.

۲-۲- وارد کردن داده‌ها در لیزرل

برای وارد کردن داده‌ها در نرم افزار لیزرل بهتر است از نرم‌افزارهای دیگر کمک بگیرید چرا که وارد کردن داده‌ها در لیزرل به آسانی کار با برنامه‌ای مانند اکسل نیست و نیاز به زمان بیشتری دارد که البته احتمال خطا نیز در آن وجود دارد.

الف: نرم‌افزار SPSS : برای وارد کردن داده‌ها بهتر است از نرم‌افزار SPSS استفاده کنید زیرا بسیاری پردازش‌ها روی داده‌ها در این نرم‌افزار میسر است. داده‌های وارد شده در نرم افزار SPSS در یک فایل با فرمت SAV (پیوست ۱) ذخیره می‌شود که به آسانی می‌توان آن را به لیزرل فراخوانی کرد.

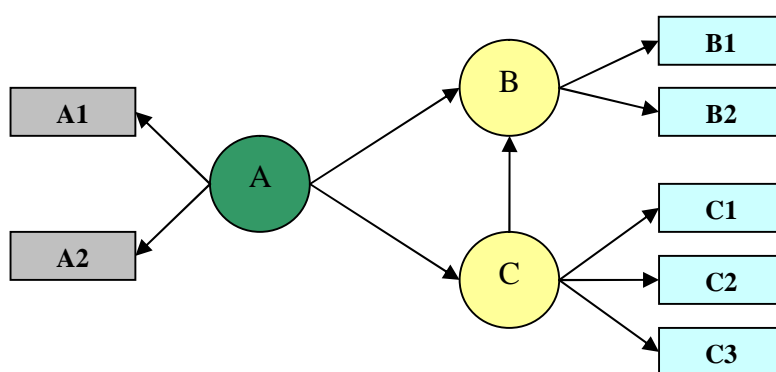
ب: نرم‌افزار Excel : اگر نرم‌افزار SPSS در دست ندارید از نرم افزار اکسل استفاده کنید. اکسل برنامه‌ای بسیار توانمند بوده که محیط کاری با امکانات گسترده دارد.



دقت کنید اگر از مایکروسافت آفیس ۲۰۰۷ یا ۲۰۱۰ استفاده می کنید حتما داده ها را با فرمت xls ذخیره کنید. فرمت xlsx برای لیزرل قابل استفاده نیست. (به پیوست ۱ رجوع کنید.)

به مثال طراحی یک مدل معادلات ساختاری که در فصل اول گفته شد برمی گردیم. در این مثال رابطه سه متغیر پنهان A,B,C بررسی می شود. رابطه علی بین این متغیرها یکبار دیگر در شکل زیر آمده است.

مدل معادلات ساختاری



بنابراین برای تحلیل معادلات ساختاری پروژه بالا باید پرسشنامه ای طراحی شود. در این پرسشنامه ارتباط سه متغیر پنهان براساس ۷ پرسش (تعداد متغیرهای قابل مشاهده) سنجیده می شود. پرسشنامه با طیف لیکرت طراحی شده است و نتایج حاصل از ارزیابی دیدگاه ۱۰ نفر گردآوری شده است. برای وارد کردن نتایج حاصل از توزیع پرسشنامه از نرم افزار اکسل استفاده شده است. این داده ها به صورت شکل زیر در اکسل وارد می شود. دقت کنید برای نام گذاری عناصر فیلدهای سطر اول از اسامی استفاده کنید که حداکثر ۸ کاراکتر باشند. در غیر این صورت نرم افزار لیزرل فقط ۸ کاراکتر اول را به عنوان نام هر فیلد (ستون) می خواند.

وارد کردن داده‌ها در اکسل ۲۰۰۳

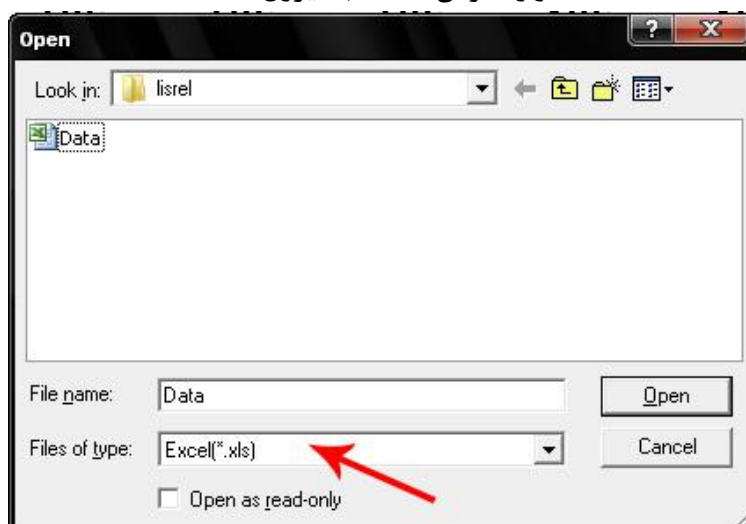
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3			
2	۵	۵	۲	۵	۵	۲	۲			
3	۴	۴	۲	۲	۴	۲	۲			
4	۵	۵	۱	۴	۴	۲	۲			
5	۵	۵	۱	۴	۴	۱	۲			
6	۴	۴	۲	۴	۴	۲	۲			
7	۴	۲	۱	۴	۴	۲	۲			
8	۵	۴	۲	۵	۵	۲	۲			
9	۵	۴	۱	۴	۲	۱	۲			
10	۵	۵	۱	۵	۵	۲	۲			
11										
12										

فایل را با نام Data.xls ذخیره کنید.

در نرم افزار لیزرل از منوی فایل گزینه Import Data را انتخاب کنید.

پنجره مانند شکل زیر ظاهر شود.

وارد کردن داده‌ها به لیزرل



از قسمت files type گزینه Excel (*.xls) مانند شکل ۲-۵ را انتخاب کنید.

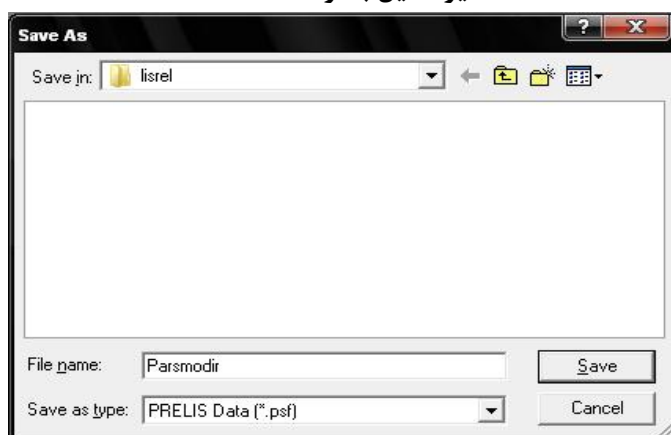
فایلی مانند Data.xls را به برنامه فراخوانی کنید.



اگر می‌خواهید داده‌ها را از SPSS وارد کنید از قسمت files type گزینه SPSS data file (*.sav) را انتخاب کنید.

با فشردن دکمه open دیالوگ save as مانند شکل ۲-۶ باز می‌شود. اکنون فایل را با نام دلخواه ذخیره کنید. این فایل با فرمت PSF ذخیره خواهد شد که همان فرمت فایل‌های اولیه لیزرل است. وارد کردن مستقیم داده‌ها و ایجاد فایلی مشابه زمان بیشتری را می‌طلبد.

ذخیره فایل با فرمت PSF



با ذخیره این فایل، داده‌ها در نرم‌افزار لیزرل نمایش داده خواهند شد و همانطور که مشاهده خواهید کرد منوهای متعدد تحلیل لیزرل ظاهر می‌شود.



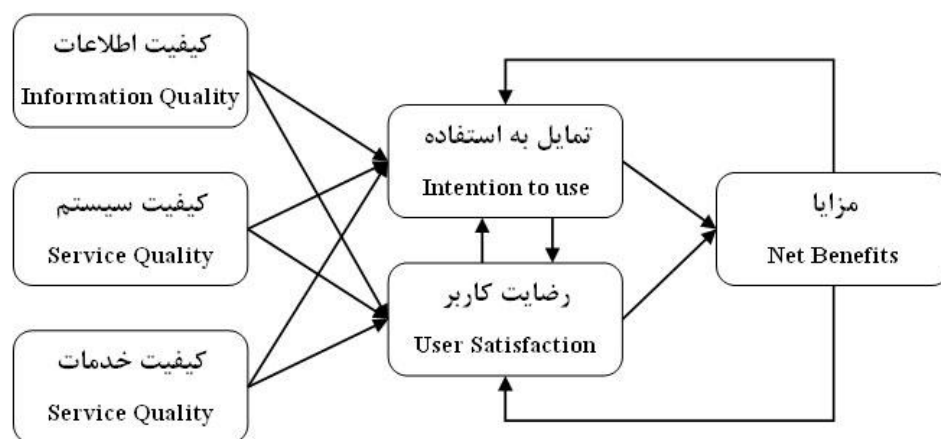
دقت کنید اگر از عدد صفر یا کاراکتر غیر عددی مانند حروف استفاده کنید حتماً داده‌ها با خطا مواجه می‌شوند و داده‌های شما پذیرفته نخواهد شد.

پروژه ۳: تحلیل عاملی تاییدی با استفاده از لیزرل

مدل دلون و مکین^۱ یکی از مدل‌های ارزیابی سیستم‌های اطلاعات مدیریت و تجارت الکترونیک است. طراحی این مدل به گونه‌ای است که امکان استفاده از مدل معادلات ساختاری و همچنین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند ANP و AHP را فراهم می‌آورد.

در این پروژه پژوهشگری می‌خواهد به ارزیابی سایت پارس‌مدیر براساس مدل دلون و مکین بپردازد. مدل معادلات ساختاری به صورت زیر است.

ساختار مدل دلون و مکین



مدل دلون و مکین، ترجمه شده توسط سایت پارس‌مدیر

در مرحله اول تمرکز ما بر سه متغیر پنهان کیفیت خدمات، کیفیت اطلاعات و کیفیت سیستم است. با فرض عدم وجود رابطه بین این سه متغیر پنهان یک پرسشنامه با ۱۲ پرسش برای برازش مدل معادلات ساختاری طراحی شده است. متغیرهای پنهان و متغیرهای قابل مشاهده (گویه‌ها) در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲- متغیرهای پنهان و قابل مشاهده

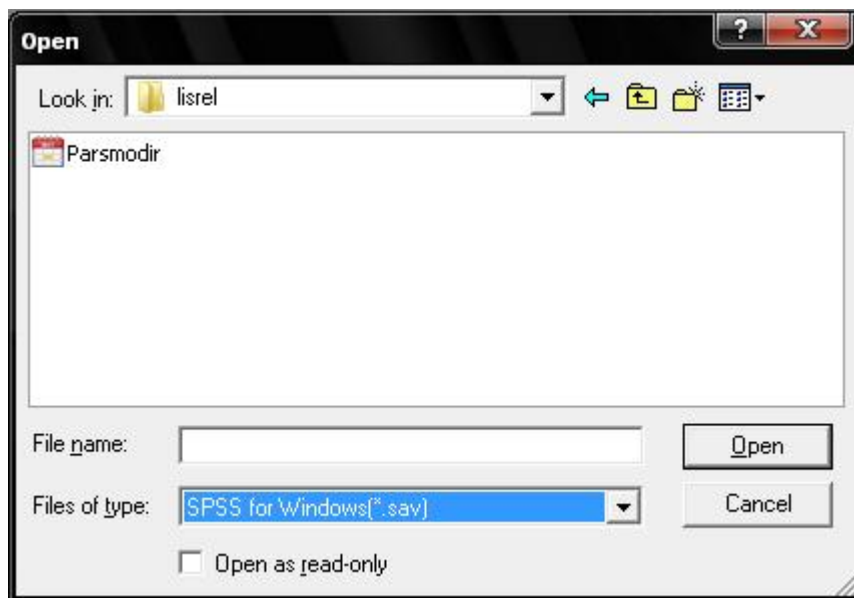
متغیرهای پنهان	متغیرهای مشاهده شده
کیفیت اطلاعات Info	info1, info2, info3, info4, info5
کیفیت خدمات Service	service1, service2, service3, service4
کیفیت سیستم System	system1, system2, system3

¹ Delone and mcleane

قبل از اقدام به برآزش مدل می‌خواهیم از **تحلیل عاملی تأییدی** استفاده کنیم. تحلیل عاملی تأییدی نشان می‌دهد آیا مقیاس طراحی شده (پرسشنامه) برای گردآوری داده‌ها معتبر است یا خیر. تحلیل عاملی تأییدی یک روش محاسبه روائی سازه است. بنابراین با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی ساختار کلی پرسشنامه‌های تحقیق مورد روائی سنجی محتوایی قرار گرفته است.

زمانیکه پرسشنامه‌ها توزیع و گردآوری شد داده‌ها را در یک برنامه مانند spss یا اکسل وارد می‌کنیم. این پروژه با نام Parsmodir.sav ذخیره شده است و به همراه این جزوه پیوست شده است. از منوی فایل گزینه Import Data را انتخاب کنید تا پنجره مانند شکل زیر ظاهر شود.

وارد کردن داده‌ها به لیزرل از SPSS



از قسمت files type گزینه SPSS data file (*.sav) را انتخاب کنید.

فایل Parsmodir.sav را به برنامه فراخوانی کنید.

با فشردن دکمه open ، کادر save as باز می‌شود. (درست مانند زمانیکه در پروژه شماره ۲ از اکسل فایلی فراخوانی شده است.) اکنون فایل را با نام Parsmodir ذخیره کنید. این فایل با فرمت PSF ذخیره خواهد شد که همان فرمت فایل‌های اولیه لیزرل است. با ذخیره این فایل، داده‌ها به

صورت زیر ظاهر خواهند شد و همانطور که مشاهده می کنید منوهای متعدد تحلیل لیزرل ظاهر می شود.

منوهای متعدد لیزرل

	INFO1	INFO2	INFO3	INFO4	INFO5	SERVICE1	SERVICE2	SERVICE3	SERVICE4	SYSTEM1	SYSTEM2	SYSTEM3
1	3.000	2.000	2.000	4.000	4.000	4.000	2.000	1.000	4.000	1.000	0.000	1.000
2	2.000	1.000	2.000	3.000	2.000	3.000	0.000	0.000	1.000	2.000	0.000	3.000
3	2.000	1.000	4.000	2.000	2.000	2.000	0.000	4.000	4.000	0.000	0.000	0.000
4	1.000	1.000	2.000	2.000	4.000	4.000	3.000	4.000	4.000	0.000	0.000	0.000
5	2.000	0.000	1.000	2.000	3.000	2.000	1.000	4.000	4.000	0.000	1.000	2.000
6	4.000	1.000	1.000	2.000	4.000	2.000	1.000	1.000	4.000	1.000	0.000	1.000
7	0.000	0.000	1.000	2.000	1.000	2.000	0.000	2.000	1.000	0.000	0.000	1.000
8	4.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	0.000	4.000	4.000	0.000	0.000	0.000
9	3.000	3.000	2.000	2.000	3.000	4.000	2.000	4.000	4.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	3.000	3.000	3.000	1.000	3.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000
12	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	3.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
13	1.000	1.000	3.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000	1.000	0.000	0.000	0.000
14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
15	2.000	2.000	2.000	0.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	1.000	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	1.000	1.000	3.000	0.000	0.000	2.000

تعریف متغیرها

اکنون هنگام معرفی متغیرهای مشاهده شده (پرسش ها) و متغیرهای پنهان (معیارهای اصلی) است. روی متغیر Info1 کلیک راست کرده و گزینه **Define Variables** کلیک کنید.

شکل ۲-۱۰- معرفی متغیرها

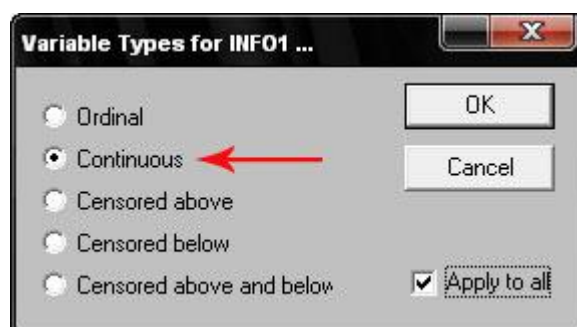
	INFO1	INFO2	INFO3
1	3.00		
2	2.00		
3	2.00		
4	1.000	1.000	2.000
5	2.000	0.000	1.000

Define Variables...
Delete Variables
Insert Variable

دیالوگ Define Variables مطابق شکل ظاهر می شود.



در دیالوگ Define Variables مانند شکل دکمه variables type را فشار دهید.



تغییرات را مطابق شکل بالا انجام دهید.

دقت کنید گزینه Apply to all را حتما فعال کنید تا سایر متغیرها نیز تغییر کنند.

تغییرات را با کلیک روی دکمه Save ذخیره کنید.

صفحه گرافیکی لیزرل

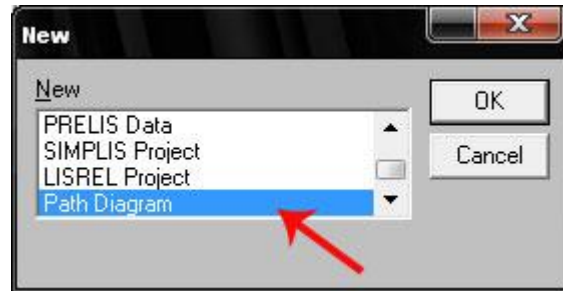
زمانیکه داده‌ها را به نرم‌افزار لیزرل وارد کردید باید صفحه نمایش گرافیکی مدل را آماده کنید. صفحات pth نمودارهای طراحی شده با لیزرل را در خود ذخیره می‌کنند. محصول نهایی نرم‌افزار لیزرل همین صفحات موسوم به Path Diagram است. برای طراحی این صفحه از منوی فایل گزینه New را انتخاب کنید. آخرین گزینه یعنی Path Diagram را انتخاب کنید.

وقتی دکمه ok را فشار دهید دیالوگ ذخیره ظاهر می شود.

فایل را با نام Parsmodir1.PTH ذخیره کنید.

یک صفحه سفید ظاهر می شود.

ایجاد صفحه گرافیکی لیزرل

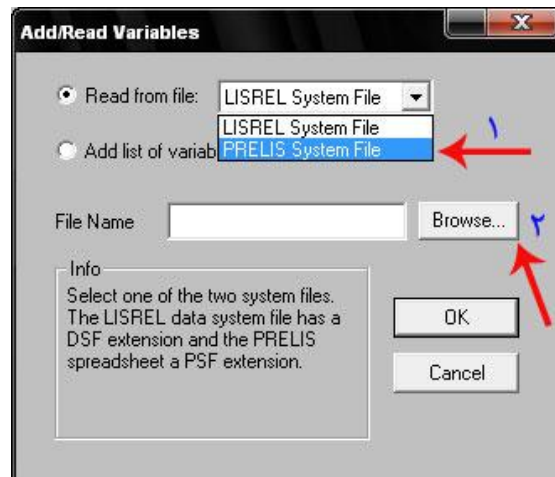


معرفی متغیرهای مشاهده شده

از منوی Setup گزینه Variables را انتخاب کنید تا دیالوگ Labels ظاهر شود.

روی دکمه Add/Read Variables کلیک کنید تا دیالوگ Add/Read Variables ظاهر شود.

گزینه PRELIS System File را از لیست موجود انتخاب کنید و دکمه Browse را فشار دهید.



اکنون فایل Parsmodir.psf که در اولین گام ذخیره کرده اید فراخوانی کنید.

دکمه OK را فشار دهید تا به دیالوگ Labels بازگردید.

معرفی متغیرهای پنهان

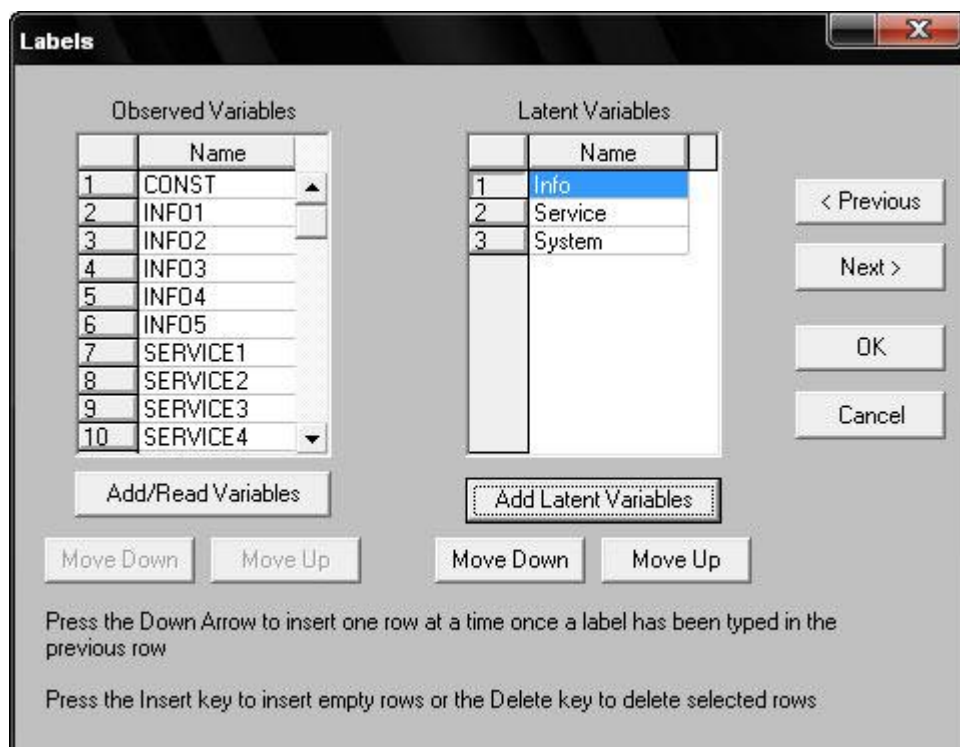
اکنون وقت آن است که متغیرهای پنهان را معرفی کنید. برای مدل دلون-مکلین که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است مطابق جدول ۱-۲ سه متغیر پنهان در نظر گرفته شده است. این سه متغیر و علامت اختصاری آنها عبارتند از:

- کیفیت اطلاعات: Info

- کیفیت خدمات: Service

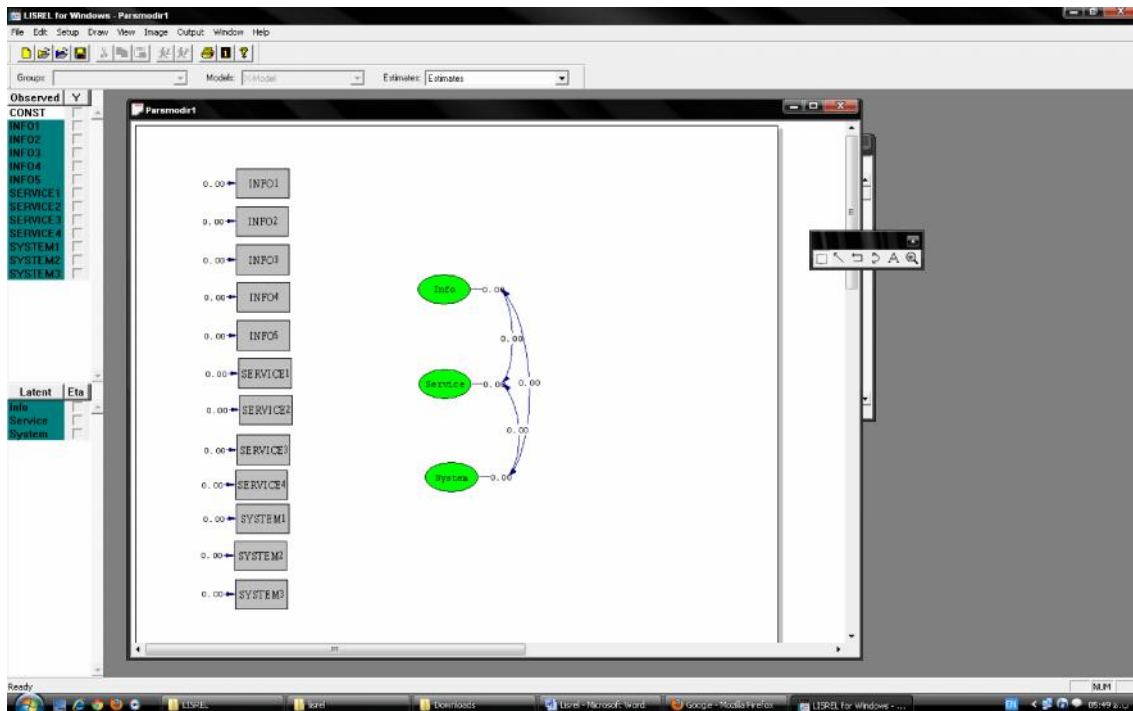
- کیفیت سیستم: System

بنابراین سه بار دکمه Add Latent Variables را فشار دهید تا دیالوگ Add Variables ظاهر شود. در هر بار نام یکی از متغیرهای پنهان را وارد کنید.



بعد از افزودن متغیرهای پنهان که در این مثال سه متغیر بوده است با کلیک روی دکمه ok به صفحه ParsmodirCFA.PTH باز گردید.

این صفحه کماکان خالی است اما در سمت چپ متغیرهای پنهان نیز ظاهر شده‌اند. با روش drag and drop متغیرهای پنهان را به صفحه PTH بکشید. متغیرهای مشاهده شده را نیز اضافه کنید.



نکته: در افزودن این متغیرها به صفحه دیاگرام خیلی وسواس به خرج ندهید. در ادامه به صورت اتوماتیک چیدمان متغیرها مرتب خواهد شد.

ایجاد روابط بین متغیرها

وقتی متغیرها را به صفحه نمودار اضافه کردید یک نوار ابزار مانند زیر در اختیار قرار خواهد گرفت.



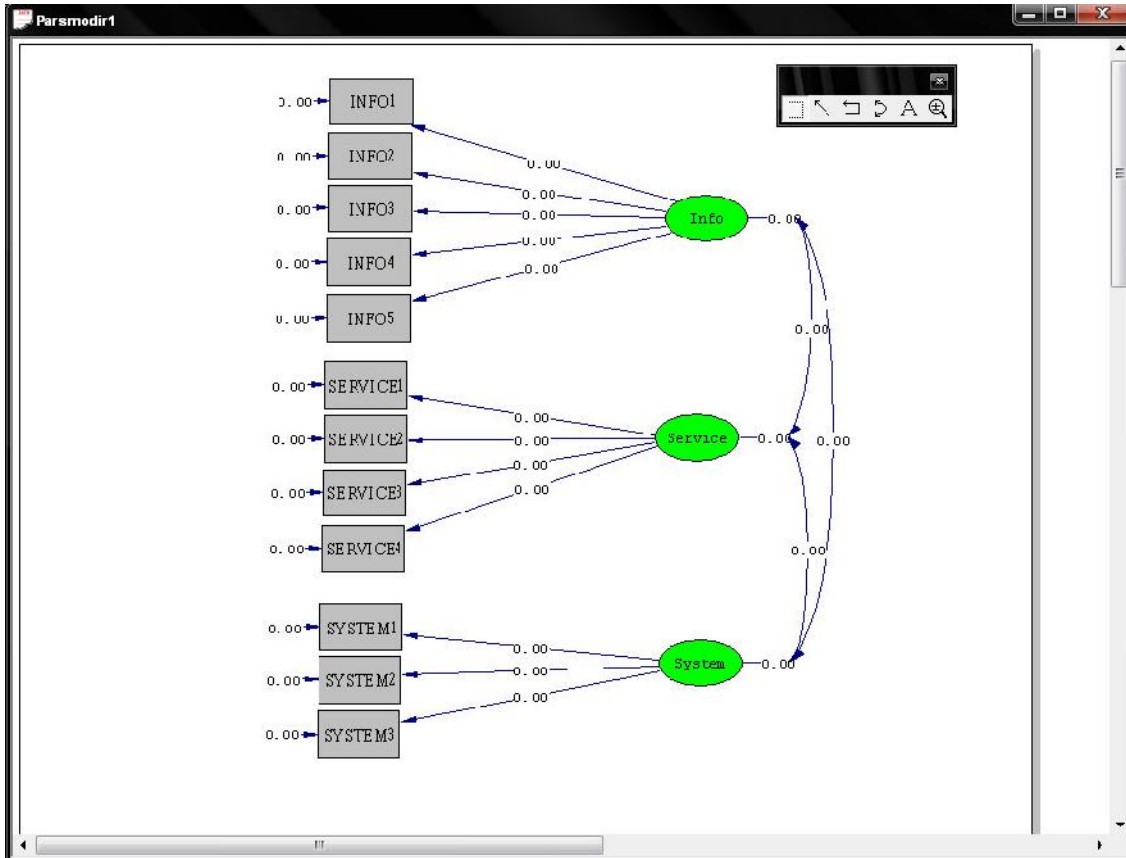
برای ایجاد ارتباط ابتدا روی علامت پیکان ↗ کلیک کنید.

در حالیکه علامت علامت پیکان ↗ فعال است روی متغیر پنهان (دایره) کلیک کرده و در حالیکه ماوس را فشار داده‌اید به سمت متغیر مشاهده‌شده (مربع) مورد نظر درگ کنید. اگر خلاف این حالت عمل کنید با پیغام خطا مواجه خواهید شد.

با استفاده از علامت پیکان ↗ متغیرهای مشاهده‌شده info1, info2, info3, info4, info5 را به متغیر پنهان info مرتبط کنید.

متغیرهای مشاهده‌شده info1, info2, info3, info4 را به متغیر پنهان info مرتبط کنید.

متغیرهای مشاهده شده system1, system2, system3 را به متغیر پنهان system مرتبط کنید.
شکلی مشابه شکل زیر بدست خواهد آمد.




محاسبه بارهای عاملی و خطاهای مربوط

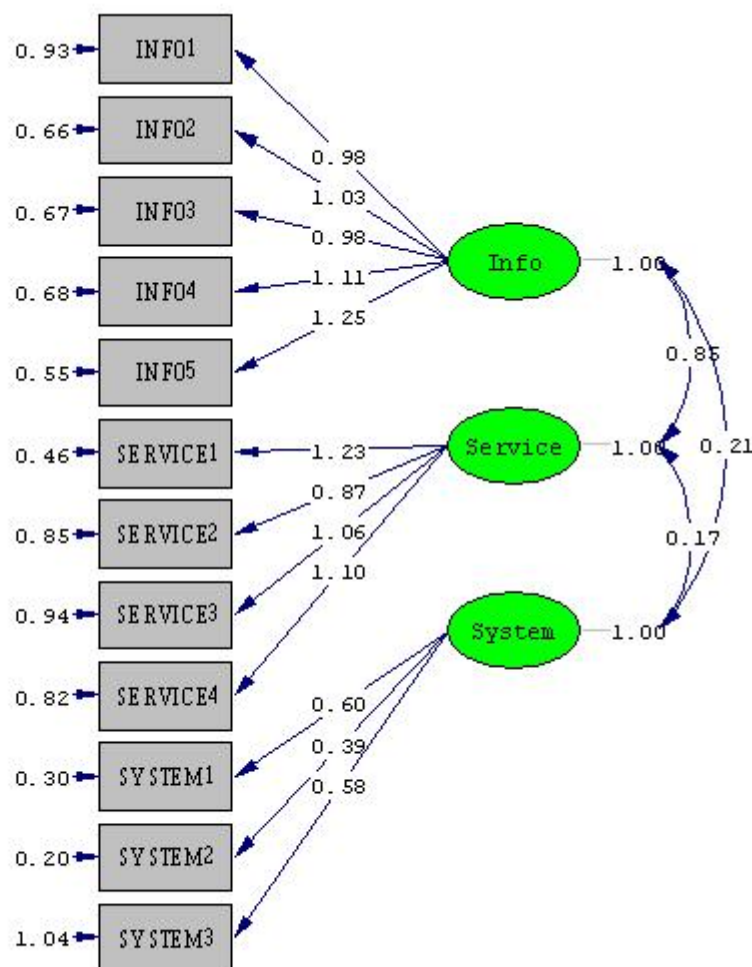
بعد از انجام ترسیمات لازم از منوی Setup گزینه Build SIMPLIS Syntax را انتخاب کنید.

یک فایل SPJ تولید می شود.

هنگامیکه فایل SPJ تولید شد درحالیکه در صفحه فایل SPJ هستید دکمه Run LISREL فعال

می شود. با فشردن این دکمه  محاسبات لازم در فایل PTH صورت می گیرد.

تحلیل عاملی تأییدی در حالت تخمین اولیه

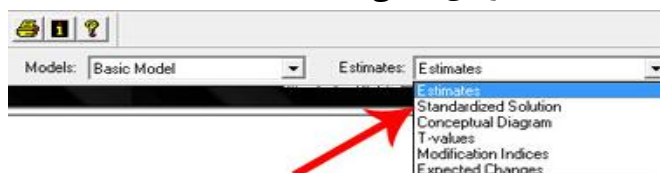


Chi-Square=121.88, df=51, p-value=0.00000, RMSEA=0.083

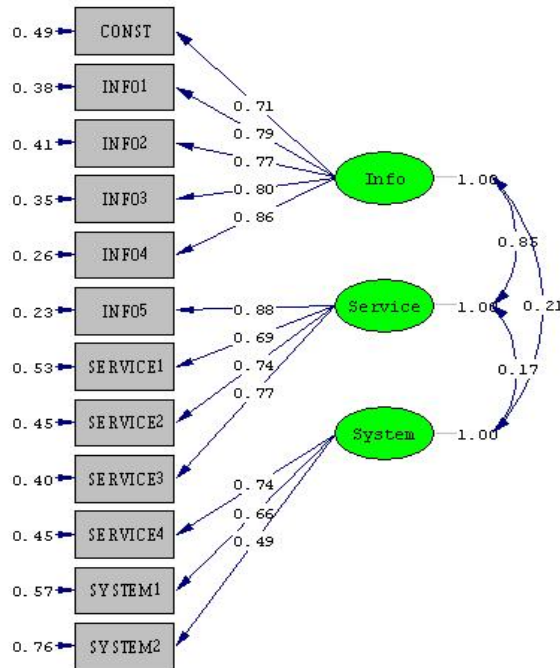
مطابق Estimates: Estimates برای محاسبه بارهای عاملی از منوی کشویی

شکل زیر گزینه standardized solution را انتخاب کنید.

محاسبه بارهای عاملی standardized solution



بارهای عاملی استاندارد تحلیل عاملی تأییدی



Chi-Square=121.88, df=51, P-value=0.00000, RMSEA=0.083

تحلیل نتایج

داده‌های مندرج در پیکان اتصال متغیر پنهان به متغیر مشاهده شده همان بارهای عاملی هستند. برای نمونه مطابق شکل بالا بار عاملی نخستین متغیر مشاهده شده کیفیت اطلاعات ۰/۷۱ است. خطای این محاسبه نیز برابر ۰/۴۹ است. هر چه بار عاملی بزرگتر و به عدد ۱ نزدیکتر باشد یعنی متغیر مشاهده شده بهتر می‌تواند متغیر مستقل را تبیین کند. همانطور که پیشتر نیز گفته شد اگر بار عاملی کمتر از ۰/۳ باشد رابطه ضعیف در نظر گرفته شده و از آن صرف نظر می‌شود. بار عاملی بین ۰/۳ تا ۰/۶ قابل قبول است و اگر بزرگتر از ۰/۶ باشد خیلی مطلوب است.

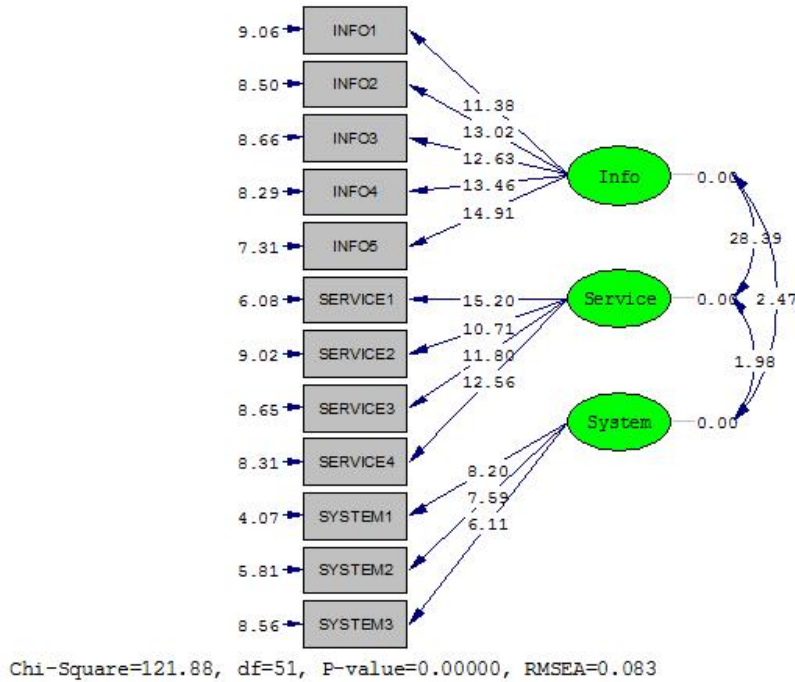
محاسبه T-value

مقدار آماره t همان معناداری همبستگی‌های مشاهده شده را در سطح خطای ۵٪ نشان می‌دهد.

برای محاسبه بارهای عاملی آماره t از منوی کشویی این بار گزینه T-Value را انتخاب کنید. در اینجا اعداد مربوط به آماره t-value جایگزین بارهای عاملی می‌شوند. اگر هر یک از مقادیر کوچکتر از ۱/۹۶ باشد به رنگ قرمز درخواهد آمد. این نشان می‌دهد

همبستگی مشاهده شده در حالت استاندارد، معنادار نیست. در مثال مربوط به این پروژه تمامی مقادیر t-value پذیرفته شده است. در پروژه‌های بعدی خواهید دید که همیشه نیز روابط تأیید نمی‌شود.

بارهای عاملی آماره t-value تحلیل عاملی تأییدی



شاخص RMSEA

همانطور که عنوان شد برای برازش مدل می‌توان از شاخص‌های متعددی استفاده کرد. یکی از مهمترین این شاخص‌ها، شاخص RMSEA است. نظر به اهمیت این شاخص، بعد از محاسبه بارهای عاملی بلافاصله این شاخص در زیر نمودار نمایش داده می‌شود. با توجه به شکل شاخص $RMSEA=0.083$ بدست آمده است. با عنایت به اطلاعات قبل چون شاخص RMSEA کوچکتر از $0/1$ بدست آمده است بنابراین برازش مدل مطلوب است. همچنین خی-دو بهنجار نیز در رنج قابل قبول بدست آمده است اما در ادامه با روش اشباع کردن مدل خواهیم فهمید چطور می‌توان این شاخص‌ها را بهبود بخشید.

سایر شاخص‌های برازندگی

همانطور که گفته شد معمولاً از ۳ تا ۵ شاخص برازندگی استفاده می‌شود. بعد از آنکه بارهای عاملی محاسبه شد یک فایل دیگر با پسوند out در این مثال Parsmodir.out تولید می‌شود. تمامی شاخص‌ها و ماتریس‌های کوواریانس محاسبه شده در این فایل ذخیره شده است. برای مثال شاخص‌های زیر از این فایل استخراج شده است:

Normed Fit Index (NFI) = 0.95

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.96

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.74

Comparative Fit Index (CFI) = 0.97

Incremental Fit Index (IFI) = 0.97


Relative Fit Index (RFI) = 0.94

با عنایت به اطلاعات جدول ۱-۲ به تحلیل داده‌های بدست آمده پرداخته می‌شود که به عهده پژوهشگر واگذار می‌شود.

پروژه ۴: وارد کردن مستقیم داده‌ها در لیزرل

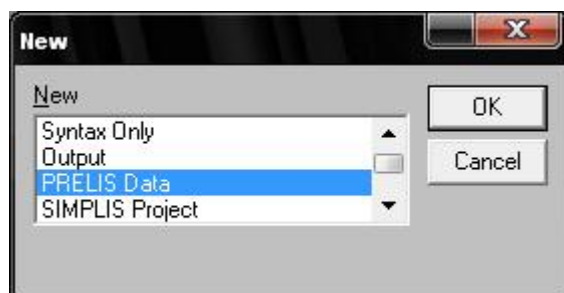
حال که با مفاهیم اولیه، تحلیل‌های لیزرل و محیط نرم‌افزار لیزرل آشنا شده‌اید اکنون می‌توانیم به جای وارد کردن داده‌ها از نرم‌افزارهای دیگر مستقیماً از نرم‌افزار لیزرل استفاده کنیم. در پژوهش شماره ۳، پرسشنامه‌ای با ۱۲ پرسش (۳ متغیر پنهان، ۱۲ متغیر مشاهده شده) از ۲۵۰ کاربر به عمل آمده است. برای برازش مدل می‌خواهیم از نرم‌افزار لیزرل استفاده کنیم.


- برنامه لیزرل را باز کنید.

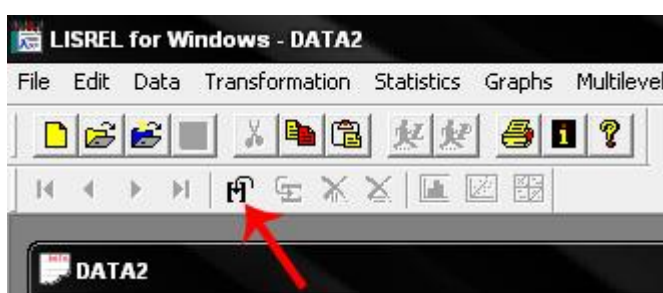
- روی گزینه  کلیک کنید یا از منوی فایل گزینه New را انتخاب کنید.



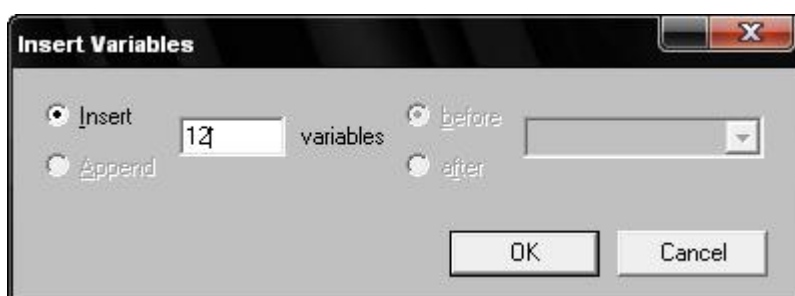
در دیالوگ New گزینه PRELIS Data را انتخاب کنید.




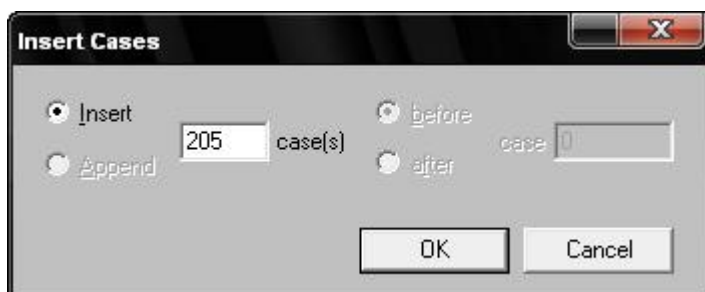
مطابق شکل روی دکمه  کلیک کنید یا از منوی data گزینه Insert value را انتخاب کنید.



در کادر ظاهر شده عدد ۱۲ را وارد کنید زیرا با ۱۲ متغیر مشاهده شده سرو کار داریم.



اکنون روی دکمه  که فعال شده است کلیک کنید یا از منوی data گزینه Insert Case را انتخاب کنید.



با وارد کردن عدد ۲۰۵ فایل PSF برای وارد کردن داده‌ها آماده می‌شود.

پروژه ۵: مدل‌یابی معادلات ساختاری

فرض کنید دو متغیر پنهان system و info و متغیرهای پیش بین متغیر پنهان service هستند.

مطابق قبل یک صفحه گرافیکی لیزرل Path Diagram جدید طراحی کنید.

فایل را با نام ParsmodirSEM.PTH ذخیره کنید.

یک صفحه سفید ظاهر می‌شود.

از منوی Setup گزینه Variables را انتخاب کنید تا دیالوگ Labels ظاهر شود.

روی دکمه Add/Read Variables کلیک کنید تا دیالوگ Add/Read Variables ظاهر شود.

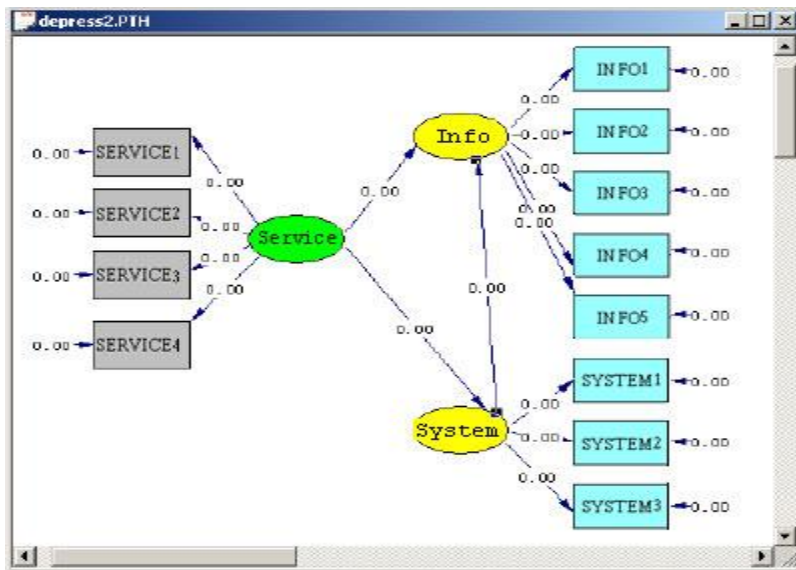
مطابق قبل متغیرهای پنهان و مشاهده شده را اضافه کنید.

چک باکس Y متغیرهای مشاهده شده info و system را فعال کنید.

Observed	Y
CONST	<input type="checkbox"/>
INFO1	<input checked="" type="checkbox"/>
INFO2	<input checked="" type="checkbox"/>
INFO3	<input checked="" type="checkbox"/>
INFO4	<input checked="" type="checkbox"/>
INFO5	<input checked="" type="checkbox"/>
SERVICE1	<input type="checkbox"/>
SERVICE2	<input type="checkbox"/>
SERVICE3	<input type="checkbox"/>
SERVICE4	<input type="checkbox"/>
SYSTEM1	<input checked="" type="checkbox"/>
SYSTEM2	<input checked="" type="checkbox"/>
SYSTEM3	<input checked="" type="checkbox"/>
Latent	Eta
Info	<input checked="" type="checkbox"/>
Service	<input type="checkbox"/>
System	<input checked="" type="checkbox"/>

چک باکس Eta برای متغیرهای پنهان info و system را نیز فعال کنید.

تمامی متغیرهای پنهان و مشاهده شده را مانند الگوی شکل زیر به صفحه دیاگرام بکشید.



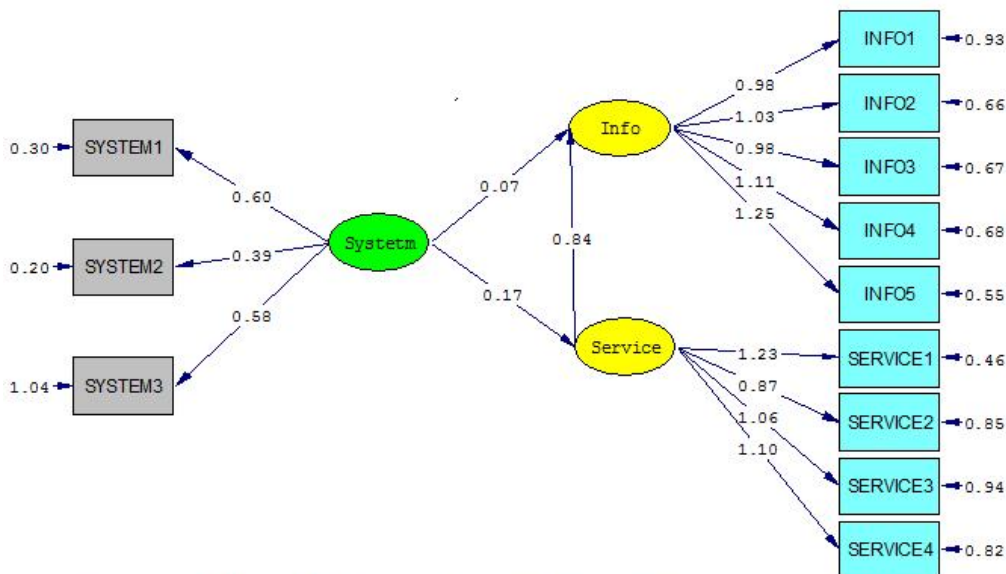
دو متغیر پنهان وابسته یعنی system و info به رنگ زرد و متغیر پنهان مستقل service به رنگ سبز ظاهر می شوند.

متغیرهای مشاهده شده را به متغیرهای پنهان مربوط متصل کنید.

بعد از انجام ترسیمات لازم از منوی Setup گزینه Build SIMPLIS Syntax را انتخاب کنید. مانند قبل یک فایل SPJ تولید می شود.

در حالیکه در فایل SPJ هستید با فشردن دکمه  محاسبات در فایل PTH صورت می گیرد.

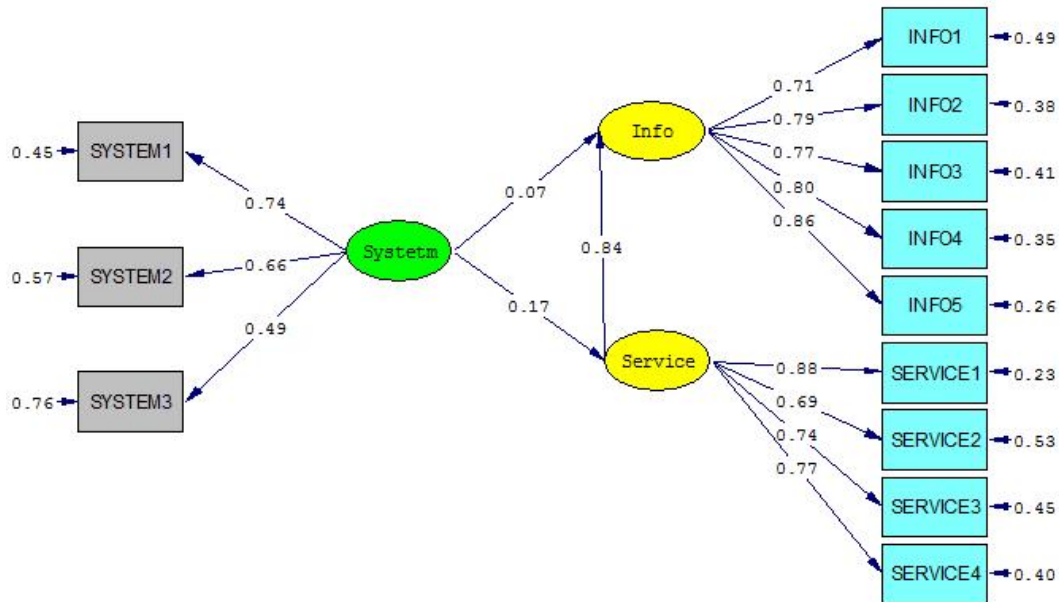
محاسبات اولیه مدل معادلات ساختاری



Chi-Square=121.88, df=51, P-value=0.00000, RMSEA=0.083

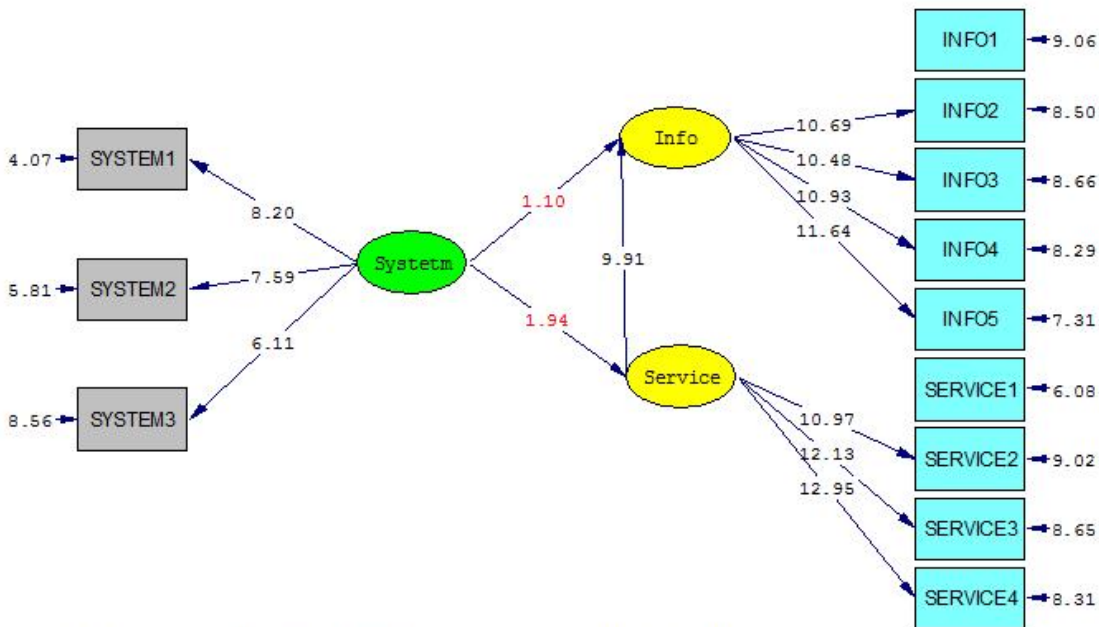
پردازش‌های لازم و انجام آزمونهای برازش مانند تحلیل عاملی تأییدی خواهد بود.

محاسبات بارهای عاملی و ضرائب خطا



Chi-Square=121.88, df=51, P-value=0.00000, RMSEA=0.083

محاسبات t-value



Chi-Square=121.88, df=51, P-value=0.00000, RMSEA=0.083

همانطور که مشاهده می‌شود:

۱- رابطه بین متغیرهای پنهان کیفیت خدمات با اطلاعات ۰/۸۴ بدست آمده است که همبستگی بسیار خوبی است. مقدار آماره t نیز ۹/۹۱ بدست آمده است که نشان می‌دهد همبستگی مشاهده شده معنادار است.

۲- رابطه بین متغیرهای پنهان کیفیت سیستم با خدمات ۰/۱۷ بدست آمده است که همبستگی بسیار جزئی است. مقدار آماره t نیز ۱/۹۴ بدست آمده است که نشان می‌دهد همبستگی اندک مشاهده شده معنادار نیست. این عدد به رنگ قرمز نمایش داده شده بنابراین این رابطه قابل قبول نیست.

۳- رابطه بین متغیرهای پنهان خدمات با اطلاعات ۰/۰۷ بدست آمده است که همبستگی بسیار جزئی است. مقدار آماره t نیز ۱/۱۰ بدست آمده است که نشان می‌دهد همبستگی اندک مشاهده شده معنادار نیست. این عدد به رنگ قرمز نمایش داده شده بنابراین این رابطه قابل قبول نیست.


پروژه ۶: مدل اشباع

با توجه به شکل شاخص $RMSEA=0.083$ بدست آمده است. با عنایت به اطلاعات قبل چون شاخص $RMSEA$ کوچکتر از ۰/۱ بدست آمده است بنابراین برازش مدل مطلوب است. همچنین خی-دو بهنجار نیز در رنج قابل قبول بدست آمده است.

$$\frac{t^2}{df} = \frac{121.88}{51} = 2.389$$

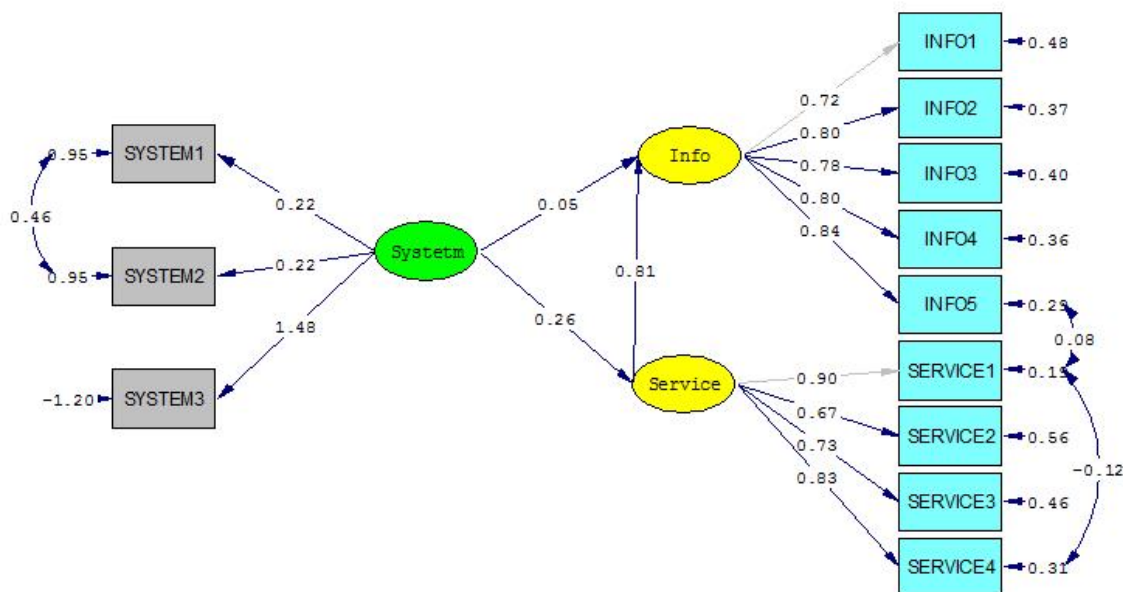
با اشباع کردن مدل می‌توان این شاخص‌ها را بهبود بخشید. بدون آنکه مدل را ببندید به فایل out بروید. این فایل هم توسط خود نرم افزار لیزرل باز می‌شود و هم با notepad ویندوز قابل مشاهده است. در انتهای فایل متنی out مواردی مانند زیر را خواهید یافت:

The Modification Indices Suggest to Add an Error Covariance			
Between	and	Decrease in Chi-Square	New Estimate
SERVICE1	INFO5	9.7	0.19
SERVICE4	SERVICE1	8.7	0.25
SYSTEM1	SYSTEM2	10.7	0.13

در جعبه ابزار کوچک موجود دکمه  را انتخاب کنید.

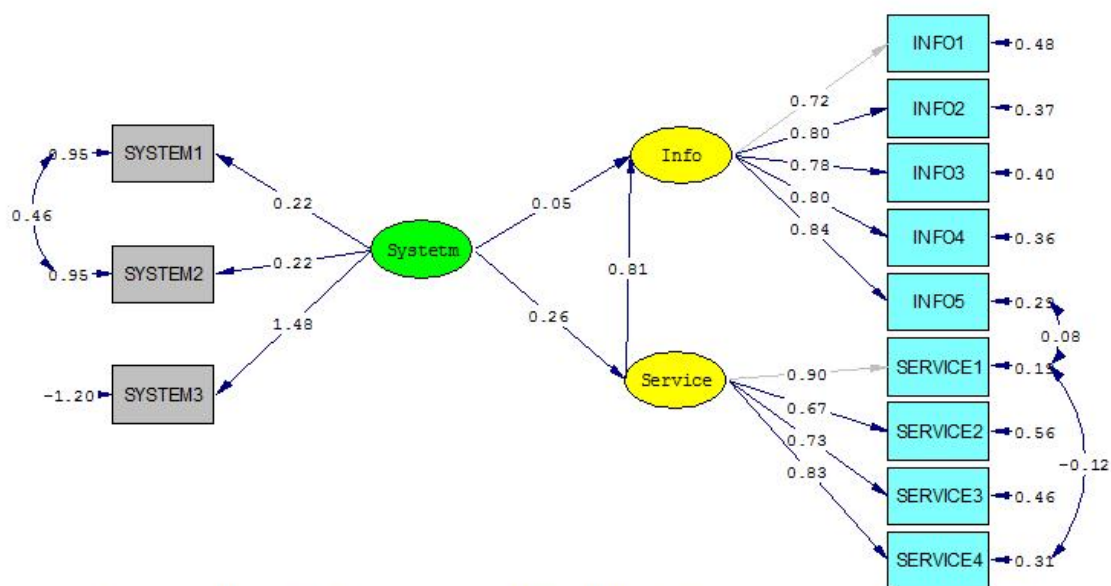


اکنون واریانس‌های تبیین نشده (جملات خطا یا خطای برآورد: در فصل یک به تفصیل بیان شده است) را به یکدیگر متصل کنید درست مانند زیر:



بعد از انجام ترسیمات لازم از منوی Setup گزینه Build SIMPLIS Syntax را انتخاب کنید. مانند قبل یک فایل SPJ تولید می‌شود.

در حالیکه در فایل SPJ هستید با فشردن دکمه  محاسبات در فایل PTH صورت می‌گیرد.



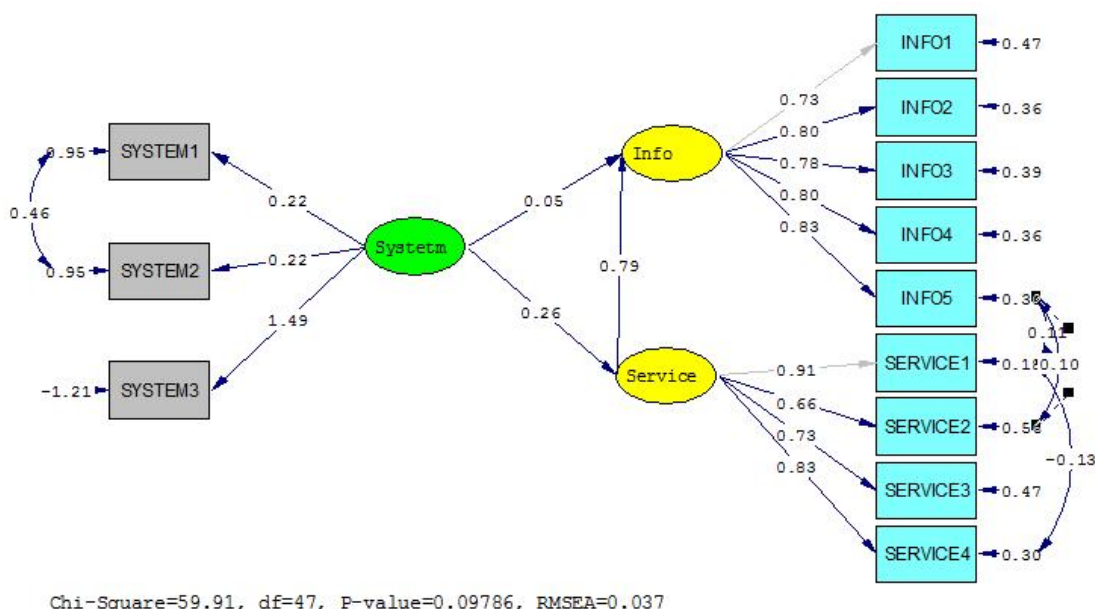
Chi-Square=71.09, df=48, P-value=0.01681, RMSEA=0.049

بهبود در شاخص‌ها را ملاحظه کنید. مقدار آماره RMSEA مانند آنچه کلاین توصیه کرده است کوچکتر از ۰/۵ بدست آمده است. مقدار خی-دو بهنجار نیز بسیار کوچکتر شده است. سایر شاخص‌های برازش مدل نیز که در فایل out آمده است نیز بهبود یافته است. البته در انتهای فایل آمده است:

The Modification Indices Suggest to Add an Error Covariance			
Between	and	Decrease in Chi-Square	New Estimate
SERVICE2	INFO5	8.7	0.18

بازهم واریانس خطاها را متصل کرده و مدل را RUN می‌کنیم. این شکل نهائی مدل اشباع خواهد

بود:



تمامی شاخص‌های برازش در وضعیت بسیار مطلوبی است و مدل نیز کاملاً مناسب است. ضریب همبستگی‌ها کمی تغییر کرده است و باید تفسیر براساس مقادیر جدید صورت گیرد. اما اکنون یک سوال کلیدی را مطرح می‌کنم. سعی کنید توان خود را ارزیابی کنید و پاسخ دهید:

چرا در مدل اشباع پارامترهای برازش بهبود یافت؟

چه اتفاقی می‌افتد که پارامترها بهبود می‌یابد؟ داده‌ها که همان داده‌ها هستند و اصول کار که همان است. آیا این یک کلاه شرعی است؟ بگذارید حبیبی دقیقی ذهن شما را به چالش بکشد. همه چیز در بن مقادیر خطا نهفته است. مقادیر خطا چه بودند؟ وقتی در یک مدل y براساس X سنجیده

می‌شود چقدر امکان دارد تغییرات در y منسوب به متغیری مانند Z باشد که در مدل لحاظ نشده است؟ بنابراین جمله خطا () تاحدودی یعنی همین: تغییرات در متغیر وابسته که توسط متغیر مستقل مدل توجیه نمی‌شود.

$$Y = aX +$$

بیانید مدل را بسط دهیم. اگر در مدل Y_1 و Y_2 براساس X سنجیده می‌شود چقدر امکان دارد تغییرات در Y_1 منسوب به متغیری مانند m باشد که در مدل لحاظ نشده است. همچنین تغییرات در Y_2 منسوب به متغیری مانند n باشد که در مدل لحاظ نشده است. در تحلیل مسیر جملات خطا همینگونه محاسبه و تفسیر می‌شود. برای نمونه داریم:

$$Y_1 = aX + 1$$

$$Y_2 = bX + 2$$

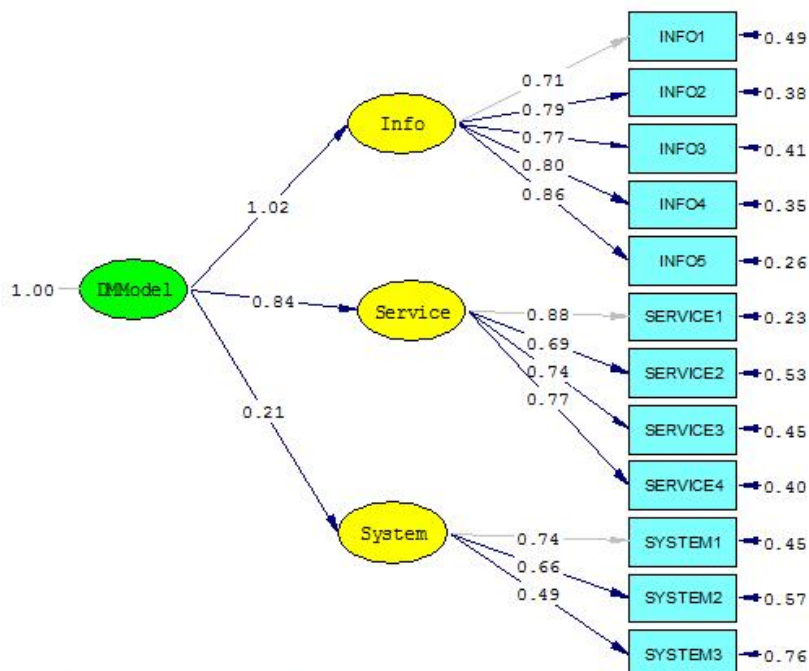
هنوز ما به پاسخ نرسیدیم ولی حالا سوال جدیدی مطرح می‌کنم. چقدر امکان دارد تغییرات در y و Y_1 و Y_2 هر دو منسوب به متغیری مانند Z باشد که در مدل لحاظ نشده است؟ این تفاوت مدل معادلات ساختاری و تحلیل مسیر است. تحلیل مسیر را به تفصیل در وب سایت پارس مدیر و کتاب SPSS تشریح کرده‌ام اما اکنون وقت صحبت در زمینه مدل‌های معادلات ساختاری است. زمانیکه شما جملات خطا را به یکدیگر متصل می‌کنید در واقع همین انتساب خطاها به متغیرهای یکسان خارج از مدل را بررسی می‌کنید. این یکی از مزایای مدل‌یابی معادلات ساختاری نسبت به تحلیل مسیر است. تفسیر بیشتر در این زمینه را به عهده خودتان واگذار می‌کنم.

پروژه ۷: تحلیل عاملی مرتبه دوم

تحلیل عاملی مرتبه دوم را انتساب متغیرهای پنهان به یک سازه بزرگتر می‌توان تعریف کرد. فرض کنید در همان مقیاس طراحی شده قبل بخواهید تحلیل عاملی مرتبه دوم انجام دهید. به سادگی تحلیل عاملی مرتبه اول است و فقط یک متغیر پنهان جدید با نام سازه اصلی اضافه کنید.

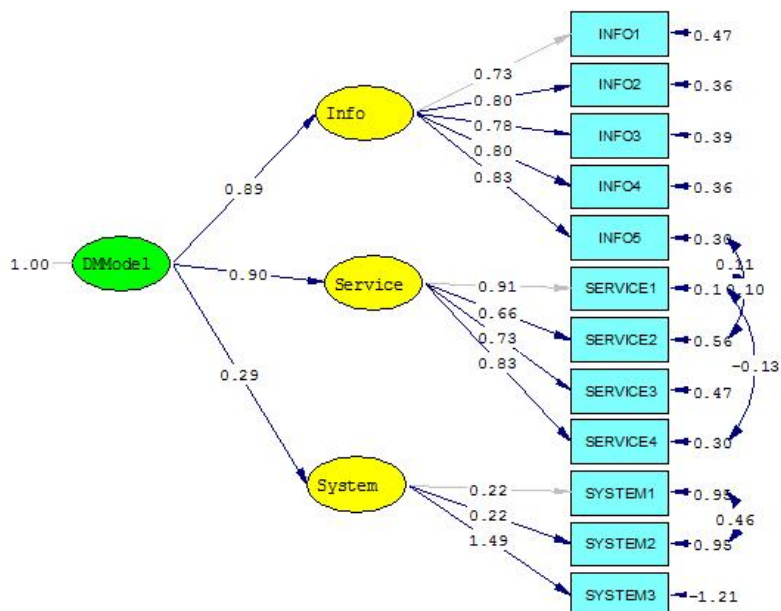
برای مثال در این پروژه متغیر DMMModel را به عنوان سازه اصلی و سه متغیر پنهان Service, Info, System به عنوان متغیرهای پنهان در نظر گرفته است. در کادر path diagram قبل از آنکه متغیرها را به صفحه اصلی منتقل کنید تیک کنار چک باکس تمامی متغیرهای پنهان و قابل مشاهده

را فعال کنید. (به تحلیل عاملی تائیدی رجوع کنید) فقط متغیر DMMModel را ثابت بگذارید. نتیجه اجرای تحلیل عاملی تائیدی مرتبه دوم مانند زیر خواهد بود



Chi-Square=121.88, df=51, P-value=0.00000, RMSEA=0.083

مدل را اشباع کنید:



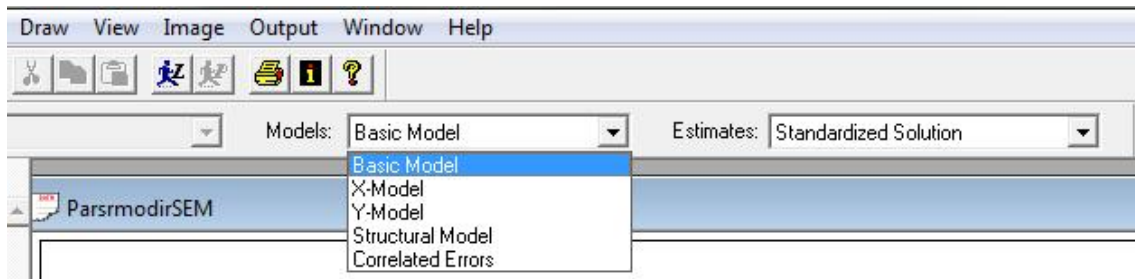
Chi-Square=59.91, df=47, P-value=0.09786, RMSEA=0.037

تحلیل عاملی مرتبه دوم انجام شده است. تفسیر بارهای عاملی مانند پیش است.

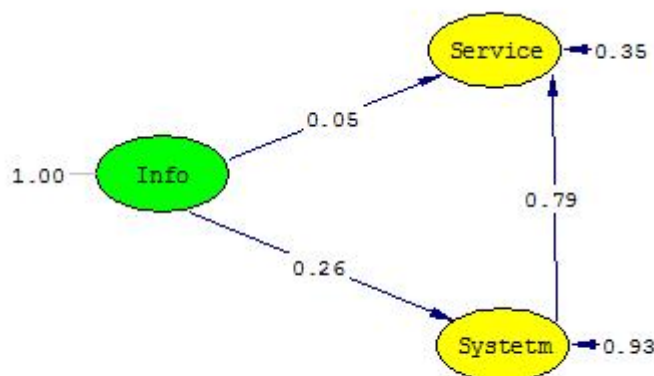
پرسش و پاسخ:

این سوالات را پژوهشگرانی که قبلا کتاب لیزرل من را مطالعه کرده‌اند مطرح کرده‌اند. شما هم اگر سوالی دارید با آدرس الکترونیک Parsmodir@gmail.com مطرح کنید تا در ویرایش‌های بعدی یا از طریق سایت برای دیگران پاسخ لازم را ارائه دهم.

۱- زمانیکه متغیرها را وارد صفحه می‌کنم ناگهان متغیرها ناپدید می‌شوند. علت چیست؟ این اتفاق بویژه زمانیکه متغیرهای قابل مشاهده را وارد مدل می‌کنید رخ می‌دهد. جای هیچ نگرانی نیست. این یک باگ ساده است که بسادگی هم حل می‌شود. به شکل زیر دقت کنید:



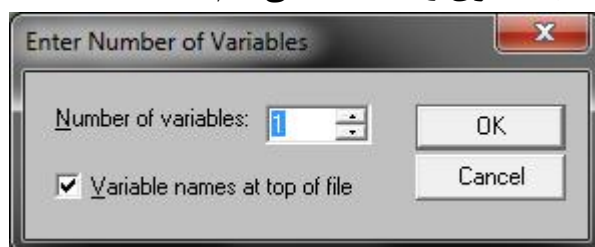
در حالت کلی یک مدل ساختاری روی نمایشگر Basic Model تنظیم شده است. در نمایشگر Basic Model هم متغیرهای پنهان و هم متغیرهای قابل مشاهده نمایش داده می‌شود. اگر بخواهید فقط روابط متغیرهای مستقل و گویه‌های آنها را نشان دهید نمایشگر X-Model را انتخاب کنید. اگر می‌خواهید فقط روابط متغیرهای وابسته و گویه‌های آنها را نشان دهید نمایشگر Y-Model را انتخاب کنید. اگر فقط می‌خواهید روابط متغیرهای پنهان را نشان دهید نمایشگر Structural Model را انتخاب کنید. برای مثال مدل ساختاری تست شده در این کتاب در حالت Structural Model به صورت زیر است:



Chi-Square=59.91, df=47, P-value=0.09786, RMSEA=0.037

خوب به سوال برگردیم. برخی مواقع وقتی شما متغیرها را درگ می کنید ناگهان حالت نمایشگر از Basic Model خارج شده و به یک حالت دیگر می رود. هیچ موردی نیست فقط از کشویی مربوط حالت Basic Model را انتخاب کنید. همه چیز به جای خود باز خواهد گشت.

۲- زمانیکه داده ها را Import می کنیم کادری مانند زیر ظاهر شده و وقتی تعداد متغیرها را وارد می کنیم کادر عجیب دیگری را مشاهده می کنیم.



پاسخ ساده است. داده های شما حاوی کاراکترهای غیر عددی و یا نام های فارسی است. در برخی مواقع بویژه هنگام کار با نرم افزارهای PLS حتی مقادیر صفر هم ایجاد مشکل می کند. خیلی دقت کنید اگر از اکسل برای وارد کرده داده ها استفاده می کنید فقط سطر اول را به نام متغیرها اختصاص دهید و در بقیه موارد اعداد را دقیق وارد کنید. شانس موفقیت در وارد کردن درست اعداد خیلی بیشتر از این است که بعدا یک کاراکتر غیر عددی را بخواهید پیدا کنید.

۳- حل مشکل The model dosenot converge

لیزرل برخی مواقع واقعا خیلی دردسر درست می کند. محیط این برنامه اصلا user friend نیست و بویژه زمانیکه تعداد متغیرها بسیار زیاد است و شما تعداد زیادی متغیر را به درون صفحه درگ کرده‌اید موقع run کردن این کادر را مشاهده می کنید:

The model doesn't converge

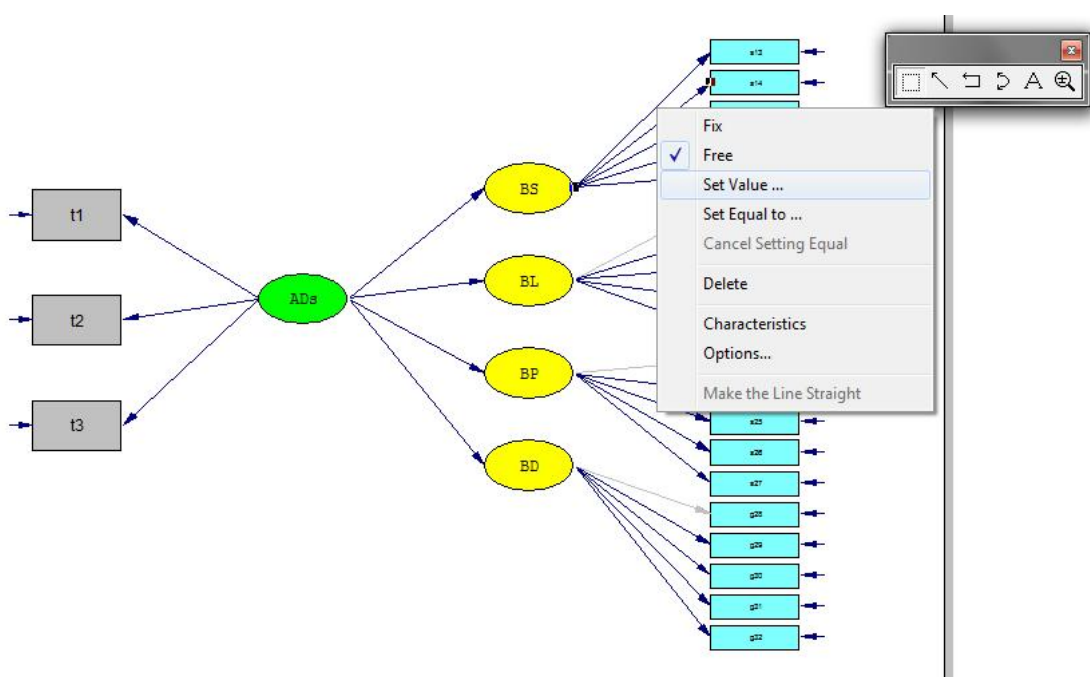
حتی زمانی یکی از پژوهشگران نمی دانم از روی شوخی یا خشم نامه‌ای نوشت: حبیبی، این چه آموزشی است که نوشته‌ای؟ همیشه the model dosenot converge به جز مدلی که خودت پیوست کردی.

ایراد از کجاست؟

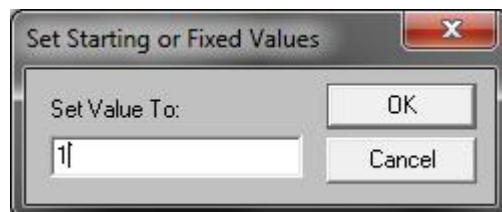
- ۱- حتما نکات مربوط به محاسبه حجم نمونه را مطالعه کرده و آنها را لحاظ کنید.
- ۲- داده‌ها باید صحیح و عددی وارد شده باشد. همچنین داده‌سازی بعضی مواقع دردسر ساز است.
- ۳- گاهی واقعا مدل مناسب نیست و نباید هم converge شود.

راه حل

با این وجود پژوهشگران مایل هستند حتما مدل run شود. یک حقه کوچک این است که به جای F8 دکمه F4 را فشار دهید یعنی به جای build simplis synatx گزینه build lisrel synatx را انتخاب کنید. احتمالاً مدل ران می‌شود. ولی اگر این کار جواب نداد مانند زیر عمل کنید.



مانند شکل بالا روی یکی از خطوط کلیک راست کرده و گزینه set value را انتخاب کنید.
در کادر ظاهر شده عدد یک را وارد کنید.



مجدد مانند قبل روی همان خط کلیک راست کرده و گزینه Fix را انتخاب کنید.



دکمه F8 را فشار دهید یا گزینه build simplis synatx را انتخاب کنید. سپس دکمه لیزرل را فشار دهید و از مدل ساختاری خود لذت ببرید. به کسی هم نگوئید چه کسی به شما آموخته.

نکته: این روزها با تحلیل عاملی تائیدی و نرم افزارهای توانمندی مانند لیزرل و AMOS دیگری کمتر به تحلیل عاملی اکتشافی رو می کنند اما برای تکمیل مباحث آموزش کامل آن آمده است.

فصل سوم

تحلیل عاملی اکتشافی

مقدمه

در فصل قبل مدل یابی معادلات ساختاری و آزمونهای برازندگی مدل تشریح شد. در این فصل تحلیل عاملی اکتشافی و کاربرد آن بررسی می شود. با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی به متغیرهای مکنون یک مدل پی برده می شود. با تحلیل عاملی نشان داده می شود کدام دسته از عناصر و گویه های پرسشنامه با یکدیگر همبستگی بیشتری دارند و گویه های یک سازه پنهان را تشکیل می دهند. در یک مدل خوب طراحی شده، مجموعه سنجه های هر متغیر پنهان با یکدیگر همبستگی بالایی داشته و با سایر سنجه های پرسشنامه همبستگی پائینی دارند. اگر سنجه ای فاقد چنین مشخصاتی باشد و در هیچ دسته ای قرار نگیرد باید در مورد استفاده از آن سنجه بازنگری به خرج داد. در بسیار موارد با تحلیل عاملی می توان درباره صحت و پایداری یک مقیاس اظهار نظر کرد.

نکته: در این بحث متغیر پنهان مترادف با واژه عامل (Factor) بکار می رود.

۳-۱- تهیه مقیاس به روش تحلیل عاملی اکتشافی

برای تهیه یک مقیاس^۱ معتبر می توان از روش تحلیل عاملی برای غربال آیتها و انتخاب آیتهای اصلی استفاده نمود. پس از ایجاد مجموعه متغیرهای مقدماتی در تحلیل عاملی به وسیله چرخش^۲ مجموعه نهائی متغیرها جهت ساخت مقیاس استخراج می گردد.

تحلیل عاملی با ایجاد ماتریس همبستگی، نشان می دهد که متغیرها به صورت خوشه های گرد هم آمده اند بطوریکه متغیرهای هر خوشه با هم همبسته بوده و با خوشه های دیگر همبسته نمی باشند. این

^۱ Scale

^۲ Rotation

خوشه‌ها همان متغیرهای پنهان موضوع مورد بررسی هستند. پرسشهای مقیاس (سنجه‌ها) نیز متغیرهای قابل مشاهده برای هر خوشه (متغیر پنهان) هستند. متغیرهایی که هیچ همبستگی با متغیرهای دیگر ندارند باید حذف شوند زیرا متغیرهای مورد تحلیل باید همبستگی معقولی با برخی متغیرهای دیگر تحلیل داشته باشند.

تحلیل عامل روشی بسیار منطف است. ۷ روش برای استخراج فاکتورها^۱ وجود دارد:

1. Principal components
2. unweighted least squares
3. generalized least squares
4. maximum likelihood
5. principal axis factoring
6. alpha factoring
7. image factoring

برای چرخش^۲ نیز می‌توان از ۵ روش استفاده کرد.

1. varimax
2. direct oblimin
3. quartimax
4. equamax
5. promax

در اینجا روش استخراج مولفه‌های اصلی^۳ و چرخش واریماکس^۴ توضیح داده خواهد شد. آماره‌های آزمون نیز میانگین و انحراف معیار هر متغیر هستند. حجم نمونه موردنیاز در روش تحلیل عاملی برای هر متغیر ۵ تا ۱۰ نمونه و بطور کلی در مجموع نهایتاً ۳۰۰ نمونه توصیه شده است. جهت انجام تحلیل عامل می‌توان از نرم افزارهای Lisrel یا Amos استفاده نمود.

¹ Factor extraction

² Rotation

³ Principal components

⁴ Varimax

۳-۲- گام‌های تحلیل عامل

تعریف پروژه ۷

در مطالعه‌ای که توسط حبیبی به سال ۱۳۸۶ در نشریه علوم اداری و مدیریت دانشگاه اصفهان منتشر شده است، پژوهشگر به شناسایی ابعاد اصلی سازه اعتماد سازمانی پرداخته است. در این مطالعه سازه اعتماد به دو متغیر پنهان اعتبار و حسن‌نیت تقسیم شده است. برای متغیر پنهان حسن‌نیت ۵ متغیر قابل مشاهده و برای متغیر پنهان اعتبار ۷ متغیر قابل مشاهده در نظر گرفته شده است. بنابراین مقیاسی مرکب از ۱۲ پرسش طراحی شده است. پژوهشگر برای اثبات این ادعا از روش تحلیل عامل استفاده کرده است. براین اساس دو متغیر پنهان اعتبار و حسن‌نیت به عنوان عامل در نظر گرفته شده‌اند. گام‌های درستی این ادعا با استفاده از نرم‌افزار SPSS به صورت زیر است. (در پروژه ۸ از نرم افزار LISREL برای این منظور استفاده می‌شود)

۱- محاسبه KMO

از آنجاکه استخراج عوامل مبتنی بر همبستگی بین متغیرهاست چه بسا عوامل حاصله فاقد هرگونه ربط منطقی و مفهومی باشند. از این روست که باید اطمینان حاصل کرد متغیرهای مورد تحلیل دست کم همبستگی معقولی با برخی متغیرهای تحلیل دارند و متغیرهایی را که با هیچ یک از متغیرهای دیگر همبستگی ندارند، بایستی حذف نمود. قبل از اقدام به استفاده از روش تحلیل عامل باید معنی‌داری متغیرها جهت تحلیل عامل سنجش شود. یکی از روشهای سنجش معنی‌داری متغیرها جهت تحلیل عاملی محاسبه آماره KMO^۱ (شاخص ارزیابی کفایت نمونه) است. چنانچه مقدار این آماره بیش از ۰/۷ باشد همبستگی‌های موجود برای تحلیل عامل بسیار مناسب است. چنانچه بین ۰/۵ و ۰/۶۹ باشد باید دقت زیادی بخرج داد و اگر کمتر از ۰/۵ باشد برای تحلیل عاملی مناسب نیست. برونداد نرم افزار SPSS برای آماره KMO چیزی مانند زیر است:

جدول ۳-۱- برونداد نرم‌افزار SPSS برای KMO

KMO and Bartlett's Test

^۱ Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.534
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	666.726
	df	21
	Sig.	.000

اگر مقدار KMO در بازه مورد قبول بدست آمد مرحله دوم شروع می‌شود.

۲- استخراج مولفه‌ها

مرحله بعدی استخراج مولفه‌ها است. به این منظور باید **بار عاملی**^۱ محاسبه شود. همبستگی هر متغیر قابل مشاهده (سنجه‌ها) با هر عامل (متغیر پنهان)، بار عاملی نامیده می‌شود و مقدار آن بین -۱ و +۱ می‌باشد. واریانس تبیین شده توسط هر عامل برابر است با مجموع مجذور بارهای عاملی آن. این واریانس مقدار ویژه^۲ نامیده می‌شود که اولین مقدار ویژه همیشه بزرگتر از یک و برای عامل‌های بعدی کوچکتر می‌شود. هر متغیر برای قرار گرفتن در مقیاس باید حداقل یک بار عاملی غیر صفر داشته باشد و با چند متغیر همبستگی بالا داشته باشد.

۳- نتایج قبل از چرخش

نتایج تحلیل مولفه اصلی قبل از چرخش در برونداد نرم افزار SPSS مشابه زیر است. بر طبق این جدول **دو عامل** مقدار ویژه ای بالاتر از ۱ دارند و در حدود ۷۲٪ از واریانس متغیر اندازه گیری شده را تبیین می‌کنند. برای استخراج مولفه‌ها از ماتریس مولفه‌ها (Component Matrix) استفاده می‌شود. ماتریس مولفه‌ها در برونداد نرم افزار SPSS برای مثال بالا ۲ خوشه را شناسائی کرده است. یعنی مساله مورد بررسی دارای ۲ فاکتور است. شناسائی مولفه‌ها قبل از چرخش صورت می‌گیرد.

۴- استخراج آیتم‌ها

¹ Factor loading

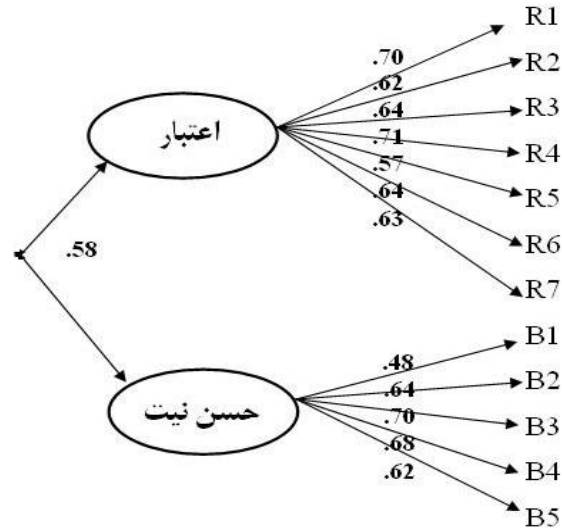
² Eigen value

استخراج آیتم‌ها پس از چرخش واریانس صورت می‌گیرد. برای استخراج آیتم‌ها پس از چرخش از جدول **Rotated Component Matrix** استفاده می‌شود. خوشه‌ها از این جدول بدست می‌آید. با توجه به داده‌های مندرج در جدول ۲-۳، داده‌های مربوط به ضریب همبستگی عناصر دو خوشه متمایز را نشان می‌دهند. بطوریکه برای فاکتور اول (متغیر پنهان اعتبار) آیتم‌های R با یکدیگر ضریب همبستگی بالای ۰/۵ دارند و در عین حال ضریب همبستگی آنها با عوامل B کمتر از ۰/۵ می‌باشد. از سوی دیگر عوامل موجد فاکتور B (متغیر پنهان حسن‌نیت) با یکدیگر ضریب همبستگی بالای ۰/۵ دارند و در عین حال ضریب همبستگی آنها با عوامل موجد R کمتر از ۰/۵ می‌باشد. بنابراین می‌توان دو عامل اعتبار و حسن‌نیت را به عنوان عوامل متمایز سازه اعتماد سازمانی شناسائی و تأیید کرد.

جدول ۲-۳- خلاصه نتایج آماری و بررسی ساختار عاملی پس از چرخش واریانس

	Factor1	Factor2
R1	.70	.31
R2	.62	.02
R3	.64	.48
R4	.71	.32
R5	.57	.21
R6	.64	.51
R7	.63	.47
B1	.09	.48
B2	.59	.64
B3	.36	.70
B4	.16	.68
B5	.21	.62

شکل شماره ۳-۱- خلاصه نتایج تحلیل عاملی



برای دسترسی به متن کامل این مقاله به سایت ما رجوع کنید.

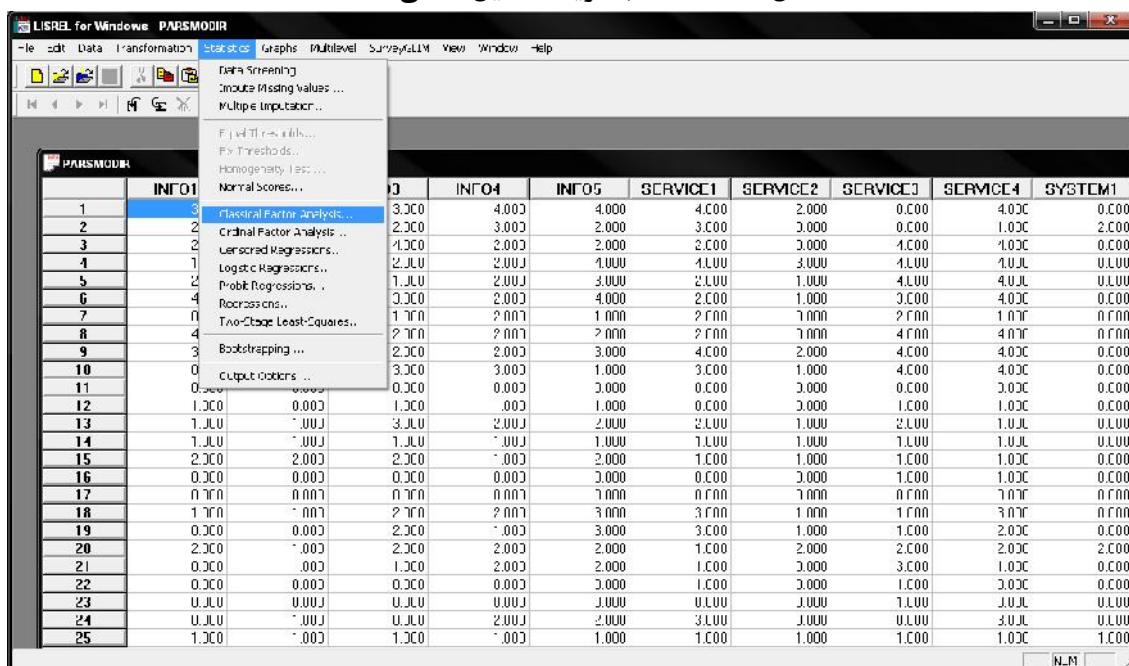
پروژه ۸

تحلیل عاملی اکتشافی پروژه دلون و مکین

ما در پروژه‌های قبلی از مدل دلون و مکین استفاده کرده‌ایم. در مرحله اول این مدل تمرکز ما بر سه متغیر پنهان کیفیت خدمات، کیفیت اطلاعات و کیفیت سیستم است. یک پرسشنامه با ۱۲ پرسش برای برآزش مدل معدلات ساختاری طراحی شده است. حال در این پروژه با استفاده از تحلیل عاملی بحث می‌کنیم آیا واقعا این مدل از سه عامل تشکیل شده است؟

ابتدا فایل داده‌های مدل را فراخوانی کنید. (یا از فایل parsmodir.sav) به شیوه قبل استفاده کنید یا با کلیک فایل PSF که خودتان ذخیره کرده‌اید را فراخوانی کنید- برای پرهیز دوباره‌گویی به پروژه‌های قبل رجوع کنید)

شکل ۳-۲- انتخاب گزینه تحلیل عاملی



کادر تحلیل عاملی مانند شکل ۳-۳ باز می شود.

مطابق شکل ابتدا تمامی متغیرهای مشاهده شده را از کادر Variable list به کادر خالی کناری

منتقل کنید.

برای استفاده از روش تحلیل مولفه های اصلی، گزینه Principal component analysis را مطابق

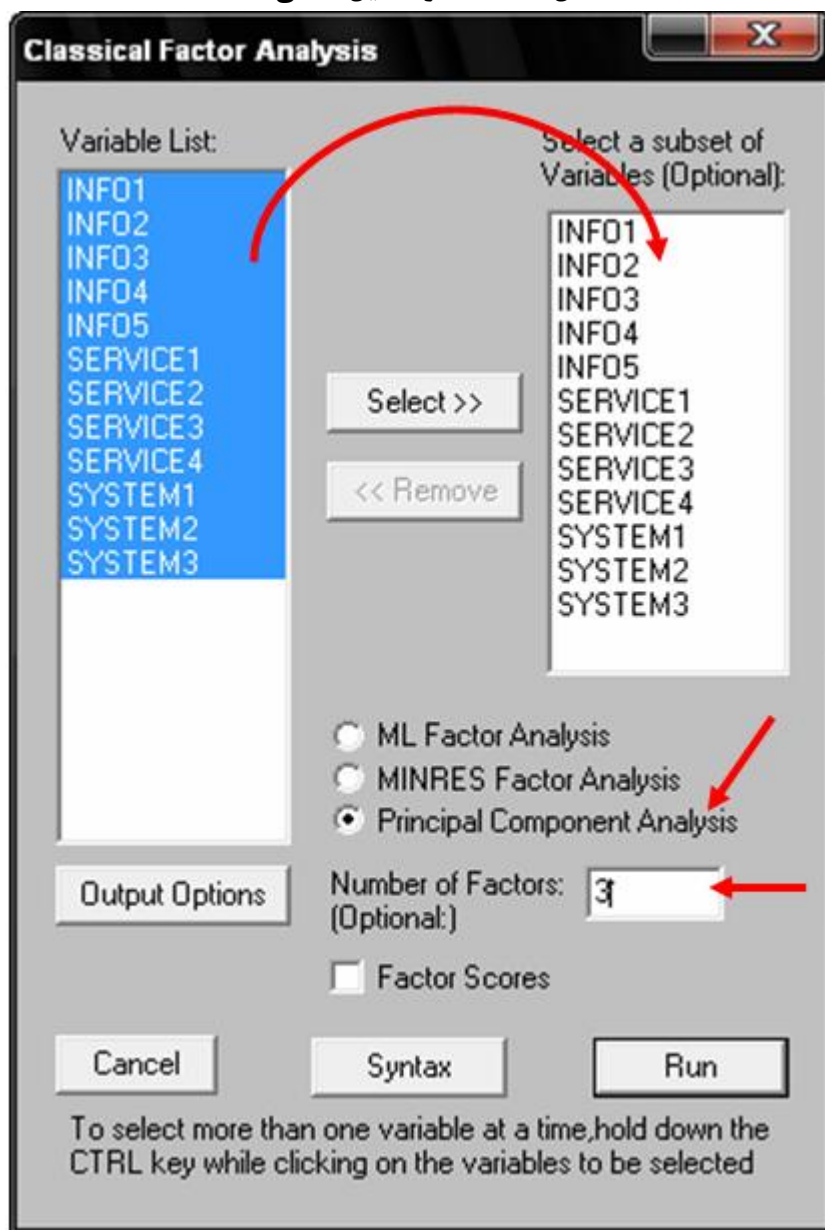
شکل ۳-۳ فعال کنید.

اگر می خواهید از قبل تعداد عامل ها را مشخص کنید در کادر Number of Factors: (Optional) عدد مورد

نظر را وارد کنید. این دلخواه است و اگر هیچ ظنی ندارید نتایج تحلیل عاملی اکتشافی عامل ها را مشخص خواهد کرد.

در نهایت دکمه را فشار دهید.

شکل ۳-۳- کادر تحلیل عاملی



یک فایل با پسوند out تولید می‌شود. برای مثال ما فایل Parsmodir.out تولید می‌شود. تحلیل‌های گسترده‌ای در این فایل ارائه شده است. قسمت مورد نظر ما نتایج تحلیل عاملی پس از چرخش واریماکس می‌باشد. این جدول به صورت زیر است:

جدول ۳-۳- نتایج پس از چرخش واریماکس مدل دلون-مکلین

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Unique Var
INFO1	0.677	0.110	0.268	0.457
INFO2	0.751	0.130	0.288	0.336
INFO3	0.715	0.033	0.331	0.379
INFO4	0.714	0.016	0.370	0.352

INFO5	0.649	0.068	0.551	0.271
SERVICE1	0.473	0.018	0.731	0.242
SERVICE2	0.281	0.152	0.638	0.491
SERVICE3	0.273	0.001	0.707	0.425
SERVICE4	0.378	0.053	0.672	0.403
SYSTEM1	0.107	0.690	-0.040	0.511
SYSTEM2	-0.075	0.750	0.038	0.430
SYSTEM3	0.230	0.444	0.312	0.653

مشاهده می کنید ضریب همبستگی سنجه‌ها (متغیرهای مشاهده شده) چگونه به صورت گروهی
گردهم آمده است. متغیرهای قابل مشاهده هر بعد با یکدیگر همبستگی بالا داشته و با سایر ابعاد
همبستگی پائینی دارند.

پیوست ۱

انواع فایل‌ها و فرمت‌های کار با نرم افزار لیزرل

فایل PSF: این فایل مخفف PRELIS System File یعنی همان فرمت فایل‌های اولیه لیزرل است. اگر بخواهید به صورت دستی داده‌ها را به لیزرل وارد کنید و یک چنین فایل را تولید کنید زمان و کدنویسی زیادی را می‌طلبد. بهتر است ابتدا داده‌ها را در یک برنامه مانند spss وارد کنید و سپس با تبدیل فایل sav به psf این فایل را تولید کنید. به نحوه تبدیل فایل sav به psf رجوع کنید.

فایل PTH: این فایل فرمت Path Diagram را ذخیره می‌کند. صفحات pth نمودارهای طراحی شده با لیزرل را در خود ذخیره می‌کنند.

فایل SPJ: بعد از انجام ترسیمات لازم در فایل pth اگر از منوی Setup گزینه Build SIMPLIS Syntax را انتخاب کنید، یک فایل SPJ تولید می‌شود. در این هنگام دکمه محاسبات فعال شده و امکان محاسبه بارهای عاملی فراهم می‌شود.

فایل OUT: بعد از تولید فایل SPJ و فشردن دکمه محاسبات لیزرل، کلیه آزمونهای نیکویی برآزش و ماتریس کوواریانس در این فایل ذخیره می‌شود.

فایل SAV: فایل‌های داده ذخیره شده در نرم افزار spss با این فرمت ذخیره می‌شوند. بهتر است برای کار با نرم افزار لیزرل داده‌ها را ابتدا در نرم افزار spss ذخیره کنید و سپس به لیزرل فراخوانی کنید.

فایل XLS و XLSX: فرمت فایل‌های معمولی اکسل ۲۰۰۳ و نسخه‌های پیشین آن XLS است. فایل‌های اکسل ۲۰۰۷ و بالاتر به صورت معمول با پسوند XLSX ذخیره می‌شوند. فایل‌های XLSX برای لیزرل قابل تشخیص نیست بنابراین اگر نسخه‌های جدید اکسل استفاده می‌کنید حتما به هنگام ذخیره، گزینه save as microsoft 1997-2003 را انتخاب کنید.

فهرست منابع

۱. آذر، عادل (۱۳۸۳). آمار و کاربرد آن در مدیریت، تهران: انتشارات سمت، چاپ سوم.
۲. حافظنیا، محمدرضا (۱۳۸۲). مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، انتشارات سمت، تهران، چاپ هشتم.
۳. حبیبی، آرش (۱۳۸۵). اهمیت اعتماد در بازاریابی رابطه‌ای و ایجاد مقیاسی جهت سنجش آن، مجله دانشکده علوم اداری و اقتصاد، سال هجدهم، شماره ۳.
۴. دواس، دی، ای. (۱۳۸۳). پیمایش در تحقیقات اجتماعی، (نائینی، ه. مترجم) تهران: نشر نی (تاریخ انتشار به زبان اصلی: ۱۹۹۱).
۵. سرمد، زهره، بازرگان، عباس و الهه حجازی (۱۳۸۶). روش‌های تحقیق در علوم رفتاری، انتشارات آگاه، تهران، چاپ چهاردهم.
۶. قاسمی، وحید. (۱۳۶۲). مدل سازی معادلات ساختاری در پژوهش‌های اجتماعی، تهران: انتشارات جامعه شناسان
۷. قاضی طباطبائی، محمود (۱۳۷۴). مدل‌های ساختاری کوواریانس یا مدل‌های لیزرل در علوم اجتماعی، نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز، شماره ۲.
۸. کلاین، پل (۱۳۸۰). راهنمایی آسان تحلیل عاملی، ترجمه سید جلال صدرالسادات و اصغر مینائی، تهران: انتشارات سمت، چاپ اول.
۹. مؤمنی منصور. (۱۳۸۷) تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS، تهران: انتشارات کتاب نو.
۱۰. هومن، حیدرعلی (۱۳۸۵). تحلیل داده‌های چندمتغیری در پژوهش رفتاری، تهران: نشر پیک‌فرهنگ، چاپ دوم.
11. Kline, P. (1994). An Easy Guide to Factor Analysis. New York, NY:Routledge.
12. Satorra, A., & Saris, W. E. (1985). Power of the likelihood ratio test in covariance structure analysis. Psychometrika, 50, 83-90.
13. HOE, Siu. Loon., (2008). Issues and procedures in adopting structural equation modeling technique, journal of applied quantitative methods, vol 3, no1. pp 76-83.
14. Garver, M. S. and Mentzer, J.T. Logistics research methods: Employing structural equation modeling to test for construct validity, Journal of Business Logistics, 20, 1, 1999, pp. 33-57.

15. Hoelter, D. R. The analysis of covariance structures: Goodness-of-fit indices, *Sociological Methods and Research*, 11, 1983, pp. 325–344.
16. Jackson, D. L. (2003). Revisiting sample size and number of parameter estimates: Some support for the N:q hypothesis. *Structural Equation Modeling*, 10, 128–141. doi:10.1207/S15328007SEM1001_6
17. Kline, R. B. (2010). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York: Guilford Press.
18. Kline, R. B. *Principles And Practice Of Structural Equation Modeling*, New York, Guilford Press, 1998.
19. McQuitty, S. Statistical power and structural equation models in business research, *Journal of Business Research*, 57, 2, 2004, pp. 175-183.
20. Shah, R., & Goldstein, S. M. (2006). Use of structural equation modeling in operations management research: Looking back and forward. *Journal of Operations Management*, 24, 148–169. doi:10.1016/j.jom.2005.05.001.
21. Sivo, S. A., Fan, X. T., Witta, E .L. and Willse, J. T. The Search for ‘Optimal’ Cutoff Properties: Fit Index Criteria in Structural Equation Modeling, *The Journal of Experimental Education*, 74, 3, 2006, pp. 267-289.