

تدوین: رامین کریمی www.Kharazmi-Statistics.ir

مقدمه

تحلیل عاملی یک روش آماری عمومی است که به منظور دستیابی به مجموعه کوچکی از متغیرهای مشاهده نشده که به آن متغیرهای نهفته یا عامل نیز می گویند، از طریق کوواریانس بین مجموعه ای از متغیرهای مشاهده شده که آن را متغیرهای آشکار نیز می نامند مورد استفاده قرار می گیرد. تحلیل عاملی همچنین به منظور سنجش اعتماد یا پایایی و اعتبار یا روایی مقیاس های اندازه گیری مورد استفاده قرار می گیرد.

در تحلیل عاملی تاییدی(Confirmatory Factor Analysis) محقق مطالعه خود را بر مبنای ساختار عاملی از پیش تعیین شده دنبال می کند و درصدد است تا صحت و سقم ساختار عاملی مجموعه ای از متغیرهای مشاهده شده را مورد آزمون قرار دهد.

بنابراین، بر اساس این تکنیک محقق ابتدا باید از طریق بررسی تئوری ها و مطالعات قبلی و با بهره گیری از دیدگاه های خود ابتدا به تدوین مدل نظری اقدام کند تا در عمل بتواند آن را به محک تجربه زند. از این رو تحلیل عاملی تاییدی مورد ویژه ای از مدل معادلات ساختاری Structural Equation Model (به طو خلاصه SEM) است، که به ساختار کوواریانس یا مدل روابط ساختاری خطی (LISREL) نیز معروف است.

تحلیل عاملی تاییدی به وسیله نرم افزار LISREL مورد تخمین قرار می گیرد.

خصوصيات تحليل عاملي تاييدي

(تفاوت ها با تحليل عاملي اكتشافي)

۱) این روش بر اساس یک مدل از قبل طراحی شده دنبال می شود که مبتنی بر تئوری ها و مطالعات قبلی است.
 ۲) در این روش تعداد عامل ها از قبل توسط محقق در مدل پیش بینی می شود.
 ۳) در این روش، از قبل مشخص می شود که کدام متغیرها بر هر یک از عامل ها بار می شوند.
 ۴) در این روش خطاها در مدل در نظر گرفته می شوند.
 ۵)

ملاحظات

تحلیل عاملی تاییدی ممکن است تحت تاثیر عوامل زیر قرار بگیرد:

- حجم نمونه: این روش حجم نمونه بالایی را طلب می کندو به طور کلی تعداد نمونه باید بین ۵ تا ۲۰ مورد به ازای هر پارامتر تخمینی باشد.
- ۲) نوع داده ها: داده های سطح فاصله ای و نسبی در تحلیل عاملی از ارجحیت بالایی برخوردارند. اگر چه برای داده های ترتیبی نیز می توان به انجام تحلیل عاملی تاییدی اقدام کرد.
 - ۳) مقادیر درو افتاده (Outliers): مقادیر دور افتاده می تواند نتایج تحلیل عاملی را تحت تاثیر قرار دهد.
- ۴) داده های گم شده (Missing data): وجود مقادیر گم شده در نتایج تحلیل عاملی بی تاثیر نیست و بنابراین در صورت وجود چنین مقادیری، باید حجم نمونه افزایش یابد تا در فرآیند تحلیل در صورت حذف زوجی یا لیستی این گونه موارد، خدشه ای به نتایج تحلیل وارد نشود.

فرآیند انجام تحلیل عاملی تاییدی با LISREL



طراحی مدل عاملی بر اساس قواعد LISREL

به طور عمومی مدل های تحلیل عاملی تاییدی در قالب دیاگرام های مسیر طراحی می شوند که در آن متغیرهای مشاهده شده در قالب <u>مربع</u> و متغیرهای نهفته در قالب <u>دایره</u> ترسیم می گردند. در این گونه مدل های ترسیمی، هر فلش یک طرفه نشان دهنده ی اثرات یک متغیر بر متغیر دیگر و فلش های دو طرفه بیانگر کوواریانس بین دو متغیر نهفته است.

در تحلیل عاملی، محقق همواره فرض می کند که متغیرهای نهفته علت متغیرهای مشاهده شده هستند و به همین دلیل فلش ها از متغیرهای نهفته منشا گرفته و به متغیرهای آشکار(مشاهده شده) ختم می شوند.

در تحلیل عاملی تاییدی محقق با جمع آوری اطلاعات در خصوص متغیرهای آشکار و محاسبه کوواریانس برای جامعه نمونه (S)، با تخمین پارامترهای مدل درصدد تخمین ماتریس کوواریانس ضمنی (تخمین کوواریانس برای جامعه آماری) بر می آید، به شیوه ای که این دو ماتریس نزدیک ترین وضعیت را نسبت به هم داشته باشند. برای بررسی این نزدیکی و تعیین برازش آن روش های مختلفی وجود دارد که روش حداکثر درست نمایی(Maximum Likelihood)، مهم ترین و پرکاربردترین آن هاست. زمانی که متغیرهای مشاهده شده به صورت طبقه بندی شده باشند روش حداقل مربعات وزنی(WLS) نیز روش مناسبی برای تعیین برازندگی است.

تعیین برازش مدل عاملی تاییدی

روش های آماری سنتی معمولا یک آزمون آماری را مبنای تعیین معناداری و تجزیه و تحلیل قرار می دهند. اما مدل سازی معادلات ساختاری (SEM) و تحلیل عاملی تاییدی (CFA) برای تعیین کفایت برازش مدل با داده ها، از چندین آزمون آماری بهره می گیرند. در این میان کای اسکوئر، میزان تفاوت بین ماتریس کوواریانس مشاهده شده و مورد انتظار را نشان می دهد. زمانی که مقدار کای اسکوئر به صفر نزدیک تر باشد، بیان گر این است که تفاوت کمی بین ماتریس را نشان می دهد. مامای که مقدار کای اسکوئر به صفر نزدیک تر باشد، بیان گر این است که تفاوت کمی بین ماتریس مشاهده شده و مورد انتظار را نشان می دهد. زمانی که مقدار کای اسکوئر به صفر نزدیک تر باشد، بیان گر این است که تفاوت کمی بین ماتریس های کوواریانس مشاهده شده و مورد انتظار مای کوواریانس مشاهده شده و مورد انتظار و معنو نزدیک تر باشد، بیان گر این است که تفاوت کمی بین ماتریس مای مای کوواریانس مشاهده شده و مورد انتظار و معنو دارد. در واقع زمانی که کای اسکوئر به صفر نزدیک تر باشد، بیان می دهد. زمانی که مقدار کای اسکوئر به صفر نزدیک معنو در این که کای اسکوئر به صفر نزدیک تر باشد مای مای کوواریانس مشاهده شده و مورد انتظار و جود دارد. در واقع زمانی که کای اسکوئر به صفر نزدیک تر باشد، سطح احتمال باید بزرگ تر از ۵۰/. باشد. به عبارت دیگر زمانی که مقدار کای اسکوئر معنی دار باشد نشان دهنده ی تفاوت بین مدل و داده هاست و حاکی از برازش ضعیف مدل است.

مقدار شاخص برازش تطبیقی (CFI) بین صفر و یک در نوسان است و هرچه مقدار این شاخص بزرگ تر باشد نشان دهنده ی برازش بهتر مدل است. زمانی که مقدار CFI بزرگتر از ۹۰/ باشد می توان قضاوت کرد که مدل از برازش قابل قبولی برخوردار است. مقدار آماره ریشه میانگین توان دوم خطای تقریب (RMSEA)، که به باقیمانده مدل مربوط است نیز بین صفر و یک در نوسان بوده و هرچه مقدار آن کوچکتر باشد مدل از برازش خوبی برخوردار خواهد بود. زمانی که مقدار آماره RMSEA کوچکتر از ۹۰/ باشد، مدل از برازش قابل قبولی برخوردار می باشد. جدول مربوط به شاخص های برازش مدل و مقادیر مربوطه به آن ها در انتهای مقاله آمده است.

نکته: بعد از انجام تحلیل عاملی تاییدی، در صورتی که برازش مدل قابل قبول نباشد و حتی با انجام اصلاحات در مدل، بر اساس شاخص تصحیح، امکان بهبودی مدل فراهم نگردد، محقق می تواند به انجام تحلیل عاملی اکتشافی اقدام کند تا از این طریق الگوی ساختاریی متناسب با متغیرهای مورد بررسی به دست آورد.

نحوه اجرا

در ابتدا می بایست یک فایل PRELIS بسازیم برای این کار:

- برنامه ليزرل را اجرا كنيد.
- ۲) بر روی گزینه file سپس New و سپس PRELIS Data کلیک کنید.
- ۳) دوباره گزینه file را انتخاب کرده و سپس گزینه Import Data in Free Format را انتخاب کنید.
- ۴) در پنجره باز شده در قسمت Files of types گزینه SPSS for Windows را انتخاب کنید و فایل داده

های خود را که در برنامه spss ساخته اید و با پسوند sav ساخته اید را وارد کنید.

Open Data Pe	2
Look in: 🞯 Desktop 💽 🖛 🛍 📸 📰 🕶	
My Documents	
My Computer	
Since a spx files	
A.Alfa	
	-1
File name: A.Alfa Open	
Files of type: SPSS for Windows (*.sav) Cance	:

در ادامه می بایست خصوصیات داده های خود را تعریف کنیم:

- ۵) بر روی گزینه Data و سیس Define Variable کلیک کنید.
- ۶) کلیه متغیرهای کادر سمت چپ را انتخاب کرده و سپس بر روی گزینه Variable Type را انتخاب کنید و در پنجره باز شده گزینه Continuous و سپس Apply to all را انتخاب کنید(با این عمل متغیرهای ورودی مان را به صورت پیوسته تعریف می کنیم). در انتها OK و دوباره OK را بزنید.



۷) گزینه Statistics و سپس Output Options را انتخاب کرده و در کادر Moment Matrix گزینه را تیک بزنید. در انتها OK را بزنید. در این مرحله ما می خواهیم مدل مورد نظرمان را رسم کنید:

(از آن جا که ترسیم نمودار به روش دیاگرام مسیر آسان تر از روش های دیگر است ما این روش را انتخاب می کنیم. دقت کنید که تمامی روش های به نتایج یکسانی ختم می شوند).

- ۸) بر روی گزینه File و سپس New و سپس Path Diagram و در انتها OK کلیک کنید.
- ۹) در پنجره Save As یک نام انگلیسی برای پنجره دیاگرام مسیر با حروف بزرگ انتخاب کرده و سپس آن را ذخیره می کنیم(ترجیحا در همان قسمت که فایل های PRELIS و SPSS را ذخیره کرده اید، این فایل را نیز ذخیره کنید و ترجیحا سعی کنید فایل های مربوط به لیزرل را در صفحه دسکتاپ ذخیره کنید).
- ۱۰) در این قسمت صفحه ای جهت ترسیم دیاگرام مسیر وجود دارد. اما ابتدا می بایست متغیرهای آشکار و نهفته را در این صفحه (سمت چپ) وارد کنیم. بر روی Setup و سپس Variables کلیک کنید.

	Comments	80 ?					
upe Variable	6	Models:		Estimates			
erve		1					
1 Build LIS 2 Build Sth	REL Syntax F4 PUIS Syntax F8	iT.					
	Part Care	der ter fortbeilter bei	ulado infrato in	nana'n beantaean po	terter Senter Gentler Der be	-interference	1
							1.1.1.1.1
	0++3++ 0++3+					AQ	
	2.2						
	0++3+- +++++						
	1						
tent Eta							
2	0110-						******
							1110500-
	1						1
	<u>e</u>						
	a sector						

Observed ، در قسمت متغیرهای آشکار یا مشاهده شده (Add/Read Variables در قسمت متغیرهای آشکار یا مشاهده شده (Variables) کلیک کنید و در نوار کشویی Read from files گزینه Variables را انتخاب کنید.

۱۲) در همان صفحه بر روی Brows کلیک کنید و فایل PRELIS را که ساخته اید (با فرمت psf

) را انتخاب کرده و Openرا بزنید و در انتها OK را بزنید.

alere		
Obser	differed Varahre	
1 V 2 V	Read from file: PRELIS System File	< Previous
	C Add list of variables (e.g., var1-var5):	Next >
	File Name C:\Documents and Settings\ Brow	vse OK
	Info Select one of the two system files.	Cancel
Add/	The LISREL data system file has a OK DSF extension and the PRELIS spreadsheet a PSF extension.	
Move Dov		:el
Press the Do previous rov		e
Press the Insert	key to insert empty rows or the Delete key to delete se	elected rows

۱۳) برای تعریف متغیرهای نهفته بر روی Add Latent Variables کلیک کرده و متغیرنهفته اول را نام گذاری کنید و OK را بزنید و سپس متغیرهای نهفته دیگر را یک به یک نام گذاری کنید.(نام ها را انگلیسی، با حروف بزرگ و حدود ۲ تا ۴ حرف انتخاب کنید).

۱۴) در ادامه در صفحه Labels گزینه Next و سپس OK را بزنید.



مشاهده می کنید که متغیرهای آشکار و نهفته وارد صفحه ترسیم مدل شده اند. در این مرحله اقدام به ترسیم مدل مد نظرمان و ایجاد ارتباط بین متغیرهای نهفته و آشکار(شاخص ها یا گویه ها) می کنیم.

- ۱۵) در سمت چپ صفحه ترسیم و در قسمت متغیرها، ابتدا متغیرهای آشکار(Observed) را یک به یک به داخل صفحه ترسیم بکشید(انتخاب کنید و با موس بکشید) و در یک سمت صفحه ترسیم(ترجیحا سمت چپ)، به صورت زیر هم (عمودی) قرار دهید.
- ۱۶) متغیرها نهفته را نیز با موس انتخاب کرده و در سمت راست صفحه ترسیم و روبروی متغیرهای آشکارشان قرار دهید.
- ۱۸) برای رسم روابط بین متغیرنهفته و شاخص ها یا گویه هایش از علامت ۲ بهره بگیرید و برای رسم روابط مد نظر بعد از انتخاب علامت مذکور آن را از متغیر نهفته تا داخل متغیر آشکار بکشید. و این کار را برای سایر روابط نیز تکرار کنید.



نکته: لازم نیست روی چیدمان متغیرهای آشکار خیلی وقت بگذارید. تنها متغیرهای نهفته را سمت راست و آشکار مربوطه شان را روبرویشان در سمت چپ بگذارید. لیزرل بعد از اجرا شدن متغیرها را منظم می کند.



در این مرحله متغیرهای نهفته را مقیاس دار می کنیم.

لازم به ذکر است که متغیرهای نهفته دارای مقیاس اندازه گیری نیستند. در نتیجه می بایست از متغیرهای آشکار مرتبط با آن ها جهت مقیاس دار کردن آن ها استفاده کنیم. برای مقیاس دار کردن متغیر نهفته، می بایست بار عاملی اولین متغیر آشکار را برابر با ۱ قرار دهیم و سپس آن را Fix کنیم. مراحل زیر را دنبال کنید:

۲۰) بر روی بار عاملی اولین متغیر آشکار مربوط به متغیر نهفته اول کلیک کنید و آن را تبدیل به <u>۱۰۰۰</u> کنید(عدد یک با دو رقم اعشار). سپس بر روی این عدد کلیک راست کرده و در پنجره باز شده گزینه Free را انتخاب کنید. این کار را بر روی اولین متغیر آشکار مربوط به هر متغیر نهفته نیز انجام دهید.



آخرین مرحله قبل از اجرای مدل ایجاد یک فایل Syntax برای تخمین است. برای ایجاد این فایل:

۲۱) بر روی گزینه Setup و سپس گزینه Build SYMPLIS Syntax کلیک کنید تا فایل برنامه نویسی به زبان (۲۱ ایجاد شود.

۲۲) در ادامه بر روی Run PRELIS ایک کرده یا F5 را بزنید.

در این مرحله می بایست مدل مد نظر شما اجرا شده باشد. در این مرحله می بایست به ترتیب ابتدا شاخص های برازش مدل را بررسی کرده و سپس به سراغ تخمین پارامترها برویم.

شاخص های برازش مدل در فایل خروجی با پسوند OUT موجود است. همچنین می توانید با انتخاب گزینه Output و سپس Fit Indices به کل شاخص های برازش دست یابید (کلید میانبر این دستور: Ctrl+F).

نکته: با اجرای برنامه، اطلاعات اضافی در قالب یک فایل متنی با پسوند OUT ظاهر می شود. توصیه می شود که همواره پس از اجرای برنامه و انجام محاسبات، خروجی برآوردها در این جدول مورد بررسی قرار گیردو اگر خطا ها یا مشکلی در محاسبات وجود داشته باشد یا مدل همانند نباشد، اخطارهای لازم در این برونداد ارائه می شود.

تحليل نتايج

در ابتدا به بررسی شاخص های برازش مدل می پردازیم و مقادیر بدست آمده از شاخص های برازش را با میزان معیار مقایسه می کنیم.

بعد از بررسی شاخص های مدل به سراغ تخمین پارامترها می رویم. در میان خروجی های تحلیل عاملی، بارهای استانداردشده ازاهمیت زیادی در تفسیر نتایج تحلیل عاملی برخوردارند. این بارها، نشان دهنده همبستگی بین هر متغیر مشاهده شده و عامل مربوط به آن است.

۱- شاخص های برازش مدل

جدول زیر به بررسی مهم ترین شاخص های برازش مدل و مقایسه آن ها با میزان معیار می پردازد.

برازش مدل	مقادیر به دست آمده	ملاک	شاخص های برازش
	212.29	هرچه کمتر برازش بهتر	خی دو
برازش ندارد	• . • • 1	₽> ./•۵	معناداری خی دو
برازش ندارد	$\Lambda.\Upsilon = \frac{213.3}{26}$	۲ و کمتر	نسبت خی دو بر درجه آزادی
برازش ندارد	./ \\V	۰۵/ و کمتر	RMSEA
برازش ندارد	./۶۲	۹/. و بیشتر	CFI

داده های مورد استفاده در این بخش ساختگی هستند و همین طور که شاخص های برازش نشان می دهند، داده های ما از مدل تحیل عاملی پشتیبانی نمی کنند و به عبارت دیگر بین داده ها و مدل سازگاری وجود ندارد.

در این مرحله می بایست اقدام به اصلاح مدل بنماییم. برای اصلاح مدل می توان طبق گزینه های زیر پیش رفت.

- ۱- حذف شاخص های دارای مقادیر T کمتر از ۲
 ۲- ادغام عامل های (متغیرهای نهفته) دارای همبستگی بالا با یکدیگر
 ۳- ثابت کردن برخی از پارامترها
- +- استفاده از گزینه پیشنهادی لیزرل با عنوان Modification Indices

نکته: جهت اصلاح مدل به ترتیب موارد بالا پیش بروید و دقت کنید که در هر مرحله تنها یک تغییر را اعمال کنید. مثلا چنانچه بیش از یک شاخص دارای مقدار T کمتر از ۲ هستند(عدم معناداری)، ابتدا فقط آن شاخصی را که دارای مقدار T کمتر از سایرین است را انتخاب کرده و آن شاخص را از مدل حذف می کنیم. سپس دوباره شاخص های مدل را بررسی کرده و چنانچه شاخص های برازش باز هم نیاز به اصلاح داشتند اقدام به اصلاح مدل می کنیم. مثلا ممکن است پس از اجرای مدل، مقدار T برای سه شاخص مربوط به یک متغیر نهفته معنادار نباشد(کمتر از ۲ باشد)، ولی پس از حذف یکی از شاخص ها مشاهده کنیم مقدار T دو شاخص دیگر بیشتر از ۲ شده باشد.

اگر برازش مدل قابل قبول باشد، تخمین پارامترها مورد بررسی قرار می گیرد. از آن جا که تخمین های پارامتر استاندارد نشده، مقیاس متغیرها را به همراه دارد، بنابراین، بنابراین این تخمین ها را تنها می توان بر اساس مقیاس های متغیرها 15 مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. در مقابل، تخمین پارامترهای استاندارد شده، به دلیل این که متغیرها را از مقیاس آزاد می کند، امکان مقایسه پارامترهای مدل با همدیگر را فراهم می سازد.

به طور پیش گزیده برآوردهای استاندارد نشده بر روی نمودار مسیر ظاهر می شوند. برآوردهای استاندارد شده، مقادیر t و اطلاعات مربوط به شاخص اصلاح از طریق انتخاب گزینه های فوق از قسمت Estimates قابل دستیابی هستند. برای دستیابی به برآوردهای استاندارد شده، از قسمت Estimates دکمه فلش دار را فشار دهید و گزینه Standardized Solution را انتخاب کنید تا بارهای عاملی استاندارد شده در نمودار ظاهر شود.

در فایل شماره ۲ به اصلاح نتایج مدل و بررسی تخمین پارامترها و خطاهای رایج در تحلیل عاملی تاییدی و سایر موارد می پردازیم.

مركز خدمات آمارى خوارزمى

انجام تحلیل آماری پایان نامه کارشناسی ارشد و دکترا و مقالات ISI

با نرم افزارهای SPSS – LISREL – AMOS – PLS – Eviews و شبکه های عصبی با

ايميل: <u>RKarimi777@yahoo.com</u> سایت: <u>www.Kharazmi-Statistics.ir</u> www.SPSS100.ir

رامین کریمی: ۰۹۱۲۷۶۹۴۰۶۶ مولف کتاب "راهنمای آسان تحلیل آماری با SPSS"