

## مدل یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم افزار Amos

مدل یابی معادلات ساختاری ترکیبی از تحلیل تاییدی و رگرسیون چند متغیره می باشد. در این روش، آزمون کلی مدل شامل آزمون مدل اندازه گیری (بررسی پایایی و روایی) و آزمون مدل ساختاری (ضریب مسیر و واریانس تبیین شده) می باشد. مثال این قسمت نیز مدل پذیرش فناوری می باشد که در جزوه تحلیل مسیر مطرح گردید. مزیت معادلات ساختاری بر تحلیل مسیر این می باشد که این روش با حذف خطاهای اندازه گیری، نتایج معقول تر و نزدیک به واقعیت بدست می دهد.

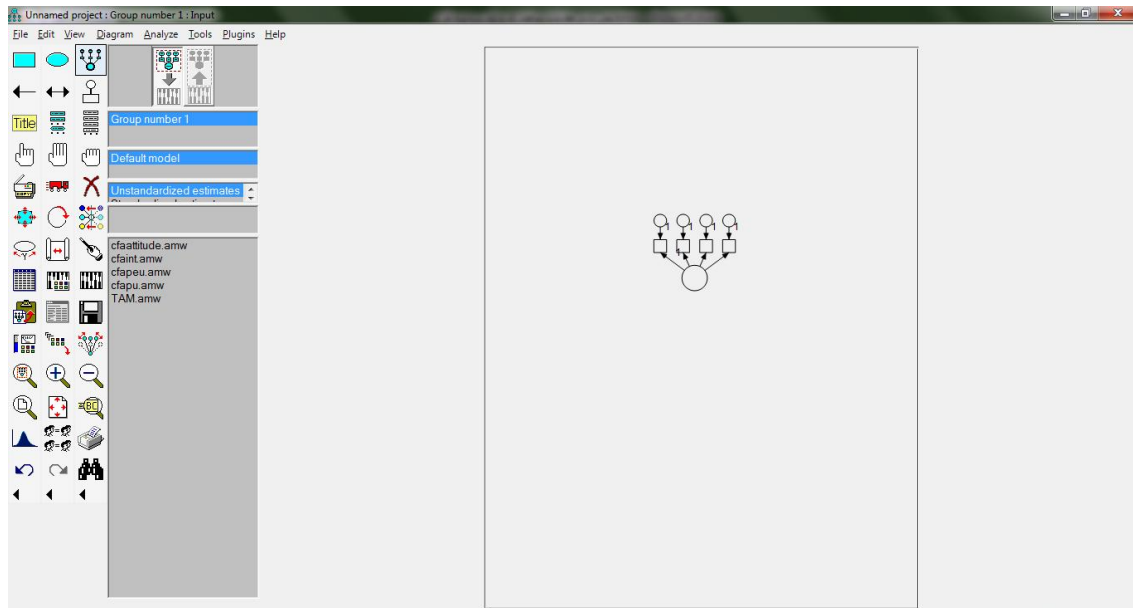
### مرحله اول: آزمون مدل اندازه گیری

آزمون مدل اندازه گیری در نرم افزار ایموس شامل تحلیل تاییدی می باشد که به بررسی اعتبار افتراقی می پردازد. این مفهوم اشاره به این امر دارد که متغیرهای مشاهده شده یا گویه های یک پرسشنامه تا چه حدی دقیقاً سازه مورد نظر خود را می سنجند.


نکته: برای بررسی پایایی یعنی ضریب آلفا، از نرم افزار SPSS استفاده کنید. سوالاتی که با حذف آنها ضریب آلفا افزایش می یابد را برای تحلیل های بعدی علامت گذاری کنید.

در مدل یابی معادلات ساختاری، ابتدای هر یک از سازه های پژوهش را تحلیل نموده و در نهایت کل ابزارهای اندازه گیری را باهم تحلیل تاییدی می کنیم. در مثال حاضر ما چهار سازه داریم که 4 سوال سودمندی ادراک شده (PU)، 4 سوال سهولت استفاده ادراک شده (PEU)، 4 سوال نگرش نسبت به استفاده (ATD) و 2 سوال تصمیم به استفاده (INT) را می سنجند.

برای تحلیل تاییدی پرسشنامه سودمندی ادراک شده، نرم افزار ایموس را اجرا نموده و یک صفحه جدید ایجاد کنید. (File> New). برای رسم نمودن الگوی اندازه گیری سازه سودمندی، از منوی Diagram، Draw indicator variable را انتخاب کنید. روی کادر طراحی کلیک کنید تا یک متغیر مکنون (دایره) ایجاد شود. سپس به تعداد سوالات پرسشنامه یا متغیرهای مشاهده شده داخل دایره کلیک کنید تا به شکلی همانند شکل 1 برسید. (در مورد سازه سودمندی ادراک شده چهار با کلیک می کنیم).




شکل 1: طراحی مدل تحلیل تاییدی

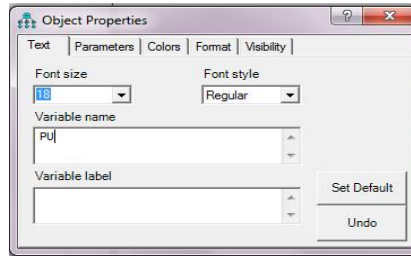
پس از طراحی مدل،  را از نوار ابزار انتخاب کرده تا فعال شود. این ابزار باعث می شود که متغیر مکنون به همراه نشانگرهای خود با هم جابه جا شوند. در صورتی که می خواهید، فقط یکی از شکل ها را جابه جا کنید، روی این ابزار دوباره کلیک کنید تا غیر فعال شود.

از منوی Edit، Rotate را انتخاب کرده و با کلیک کردن داخل متغیر مکنون، نشانگرهای آن را به هر طرفی که مایل هستید، بچرخانید. سپس با استفاده از منوی Edit، Move روی یکی از متغیرهای مشاهده شده (مربع) کلیک کرده و آن را بکشید. متغیرهای مشاهده شده دیگر نیز به همراه این متغیر کشیده می شوند. روی واریانس خطا (دایره ها) کلیک کرده و آن را نیز بکشید.

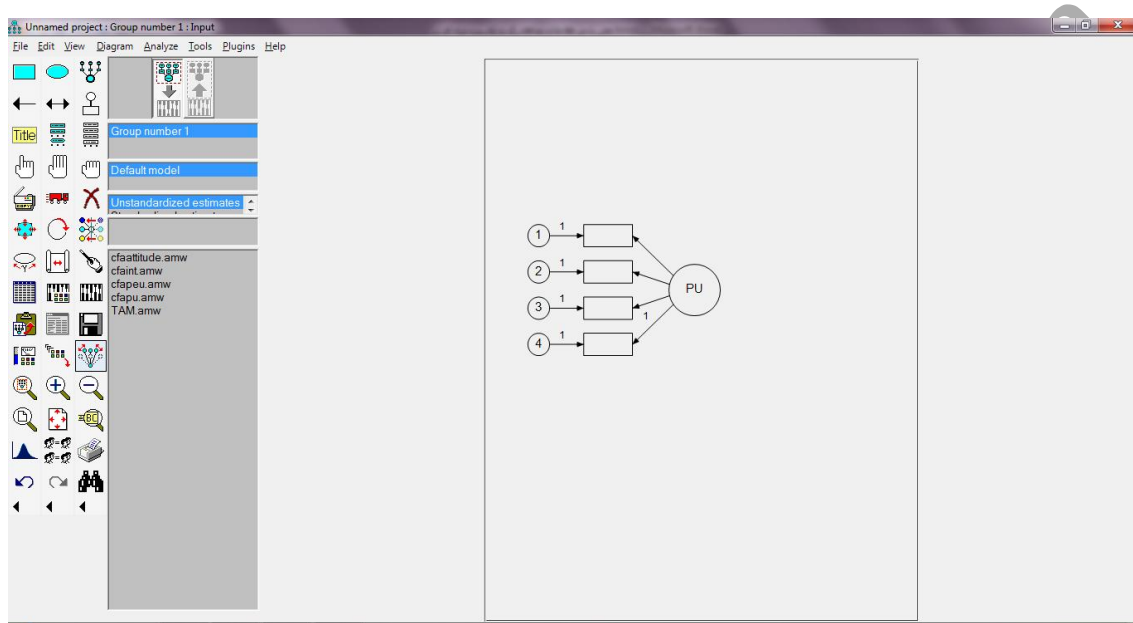
برای تغییر اندازه متغیرها، از منوی Edit، Shape of Object را انتخاب کنید. روی متغیر مکنون دکمه چپ ماوس را نگه داشته و اندازه آن را تغییر دهید. در مورد متغیرهای مشاهده شده و واریانس خطا نیز همین کار را انجام دهید.

برای نام گذاری متغیر مکنون و واریانس های خطا، روی هر یک از متغیرها کلیک راست کرده و Object properties... را انتخاب کنید تا کادر Object properties ظاهر شود. سپس در قسمت Variable name زبانه text نامی برای متغیر انتخاب کنید (PU برای متغیر مکنون و 1 تا 4 برای واریانس های خطا) در شکل 3، شکل تکمیل شده نشان داده شده است.

نکته: اگر ابزار  در نوار ابزار فعال باشد، متغیرهای مشاهده شده و واریانس های خطا باهم تغییر اندازه می یابند.



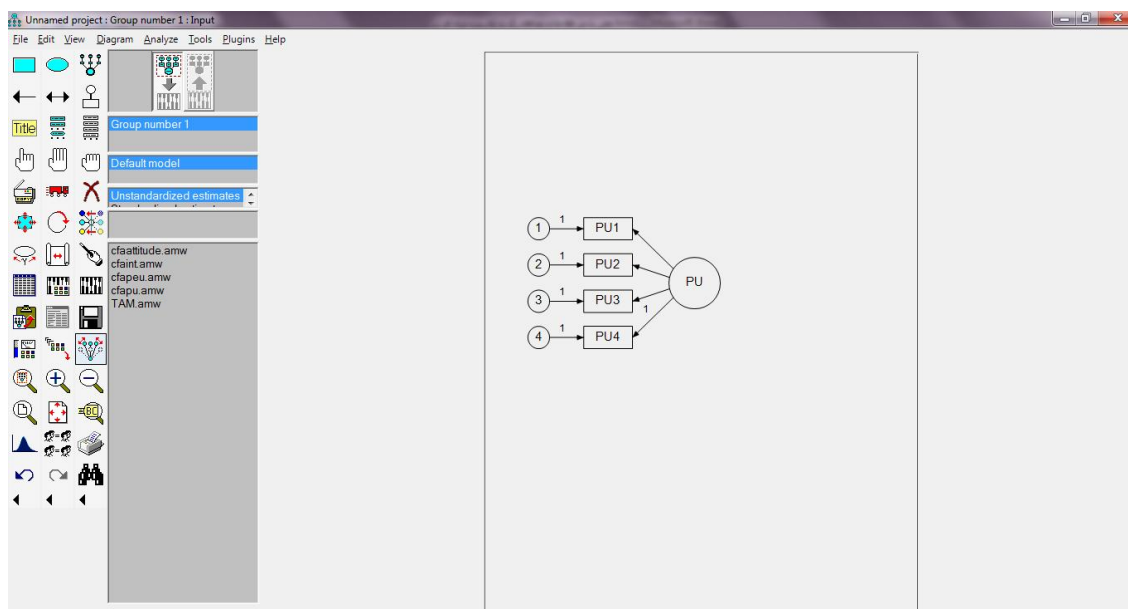
شکل 2: کادر محاوره ای Object Properties



شکل 3: مدل تحلیل تاییدی تکمیل شده برای PU

پس از کامل نمودن طراحی مدل، برای وارد نمودن داده ها از منوی File... Data Files... را انتخاب کنید. در کادری که ظاهر می شود، روی دکمه File name کلیک کرده تا کادر دیگری ظاهر شود. در این کادر فایل SPSS مورد نظر خود را (در اینجا TAM) انتخاب کرده روی Open کلیک کنید. سپس روی OK کلیک کنید تا کادر Data file بسته شود.

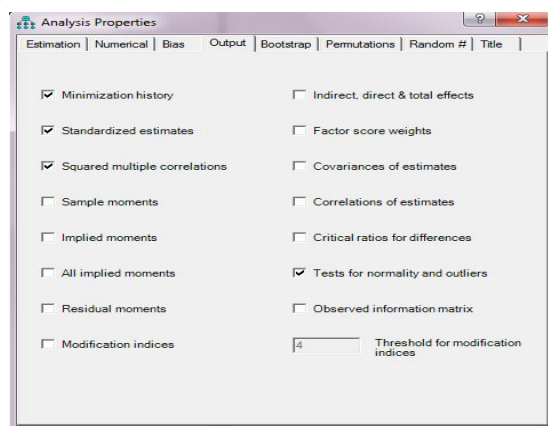
برای انتقال سوالات پرسشنامه به درون مدل طراحی شده، از منوی View... Variables in dataset... را انتخاب کنید تا کادر داده های موجود ظاهر شود. سپس متغیرهای PU1 تا PU4 را از این کادر کشیده و درون مربع یا مستطیل های مدل بیاندازید. پس از انجام این کار، کادر داده ها ببندید.



شکل 4: مدل آماده آزمون PU

نکته: همانطور که در شکل 4 می بینید، مسیر PU به PU4 با عدد یک ثابت شده است. این عمل برای رفع مشکل عدم تعیین واحد اندازه گیری متغیر مکنون انجام می شود. از آنجایی که واحد اندازه گیری متغیر مکنون در مدل یابی معادلات ساختاری معلوم نیست. با ثابت کردن یک از مسیرها با عدد 1 موجب استاندارد شدن واحد اندازه گیری متغیر مکنون می شویم (برای مطالعه بیشتر به هومن، 1387 مراجعه کنید).


برای انجام تحلیل تاییدی پرسشنامه سودمندی ادراک شده، ابتدا مدل را ذخیره نموده و سپس از منوی view، Analysis properties را انتخاب کنید. در کادری که ظاهر می شود روی زبانه Output کلیک کرده و آن را مطابق شکل تکمیل کنید.

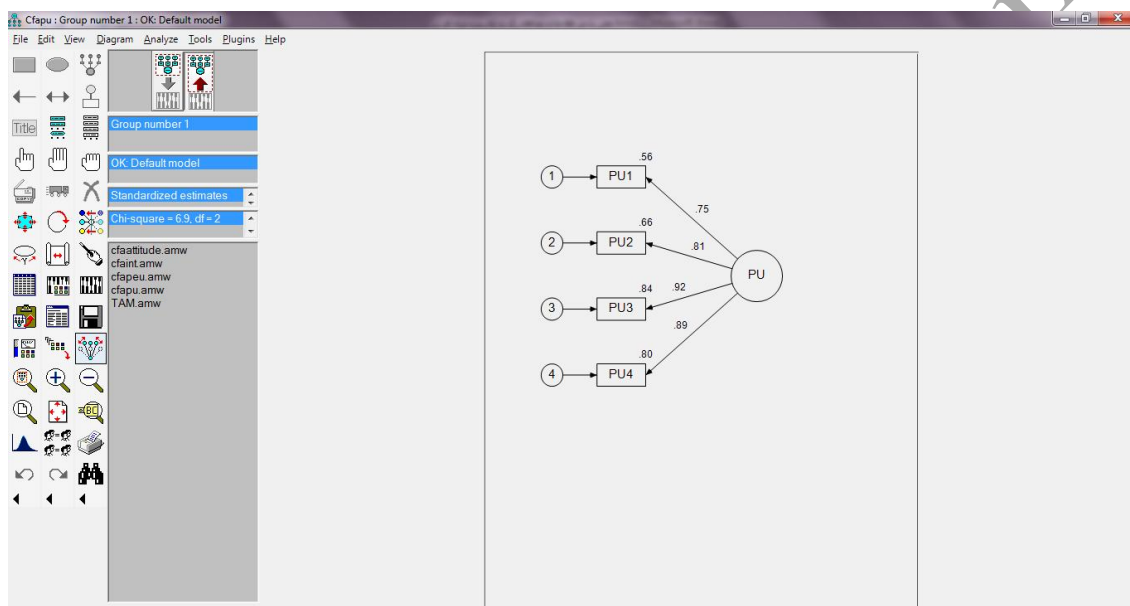


شکل 5: کادر Analysis properties

در این کادر، Standardized Estimates بارهای عاملی می باشند و Squared Multiple Correlations واریانس تبیین شده سوال ها توسط متغیر مکنون می باشند. Test for normality and Outlier نیز به بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای مشاهده شده می پردازد. پس تکمیل، این کادر را ببندید.

برای انجام تحلیل تاییدی، از منوی Analyze، Calculate estimates را انتخاب کنید تا ایموس مدل را آزمون کند.

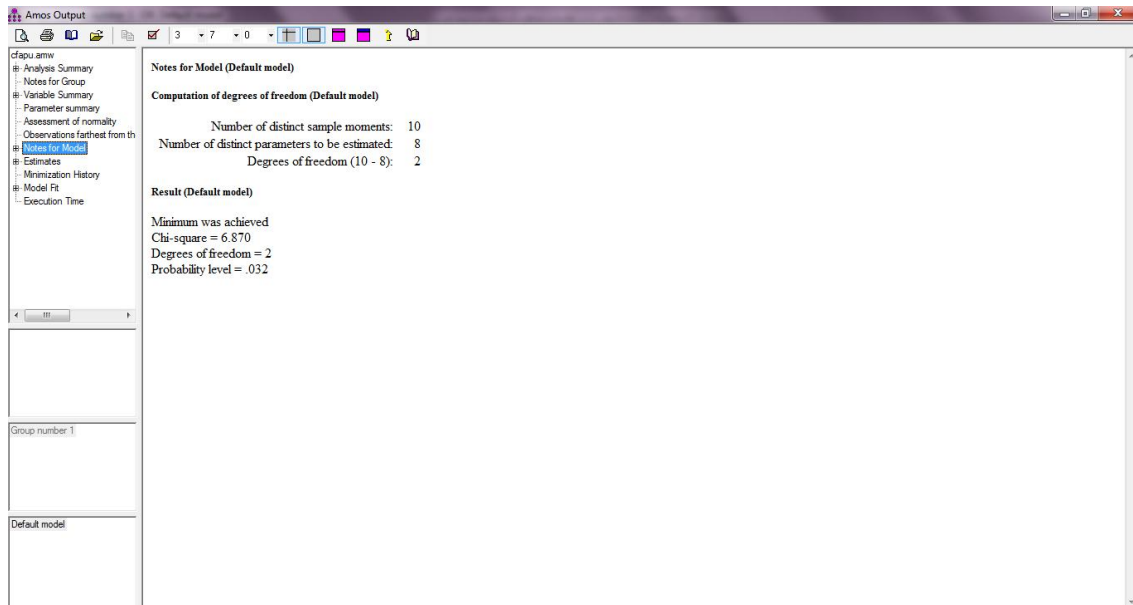
سپس برای مشاهده نتیجه گرافیکی روی  کلیک کنید. سپس برای مشاهده بارهای عاملی و واریانس تبیین شده سوالات روی Standardized estimates در کادر وسط صفحه کلیک کنید.



شکل 6: مدل آزمون شده PU

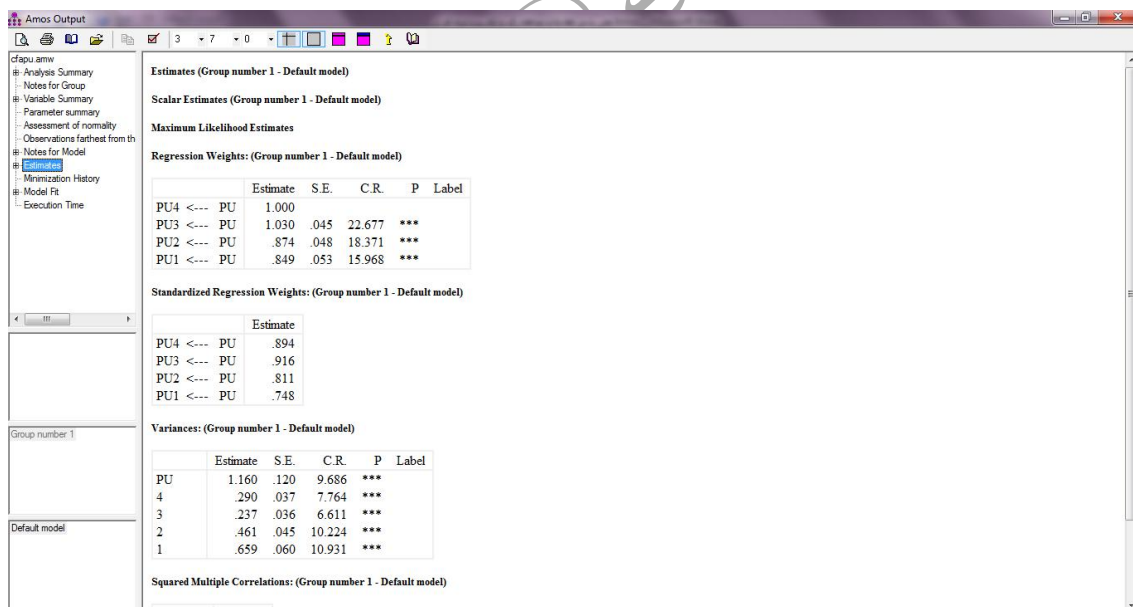
همانطور که در شکل می بینید، سوال سوم سودمندی ادراک شده بیشترین بار 0.92 را بر روی سازه خود دارد.

جهت بررسی معنی داری بارهای عاملی و شاخص های برازش، از منوی View، Text output را انتخاب کنید. برای بررسی همانندی مدل روی Note for model در کادر سمت چپ، بالا کلیک کنید.



شکل 7: بررسی همانندی مدل

با توجه به شکل از آنجایی که درجه آزادی مدل مثبت می باشد، بنابراین مدل زیر مانند است. برای بررسی معنی داری بارهای عاملی روی Estimates کلیک کنید.



شکل 8: بررسی معنی داری بارهای عاملی

با توجه به شکل همه بارهای عاملی در سطح 0/001 معنی دار می باشند. (عبارت p مربوط به سطح معنی داری می باشد، و C.R. نیز آماری تی را نشان می دهد.) برای مشاهده برازش مدل روی Model fit کلیک کنید.

Model	Chi-Square	df	p	RMSEA	CFI	
Default model	8	6	.870	2	.032	3.435
Saturated model	10	.000	0			
Independence model	4	822.943	6	.000		137.157

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.022	.989	.945	.198
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.794	.396	-.006	.238

Model	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
Default model	.992	.975	.994	.982	.994
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.333	.331	.331
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	4.870	.305	16.911
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	816.943	726.398	914.877

شکل 9: بررسی برازش پرسشنامه PU

شاخص های برازش نیز نشانگر برازش نسبتا مناسب این پرسشنامه است.

پس از انجام تحلیل تاییدی برای پرسشنامه سودمندی ادراک شده، این عمل را برای سه پرسشنامه دیگر انجام دهید. نکته: هنگام انجام تحلیل تاییدی، در صورتی که باری معنی دار نباشد آن را حذف نموده و مدل را دوباره آزمون کنید. اگر همه بارهای عاملی معنی دار باشند ولی مدل برازش نداشته باشد، ابتدا سوالاتی که با حذف آنها مقادیر آلفا افزایش پیدا می کنند را حذف نمایید. مدل را دوباره آزمون کنید. در صورتی که برازش پایین بیاید متغیرها را دوباره به مدل اضافه کنید. یکی دیگر از عوامل عدم برازش نرمال بودن توزیع متغیرهای مشاهده شده می باشد. برای بررسی این امر در پنجره *Text output* روی *Assessment Of normality* کلیک کرده تا شاخص های چولگی و کشیدگی مربوط به سوالات را مشاهده کنید. سوالی که بیشترین کشیدگی و چولگی (بیشتر از 1 و کمتر از -1) را دارد، حذف کنید و مدل را مجددا آزمون کنید.

Amos Output

cfapu.amw

- Analysis Summary
- Notes for Group
- Variable Summary
- Parameter Summary
- Assessment of normality
- Observations farthest from th
- Notes for Model
- Estimates
- Minimization History
- Model Fit
- Execution Time

Assessment of normality (Group number 1)

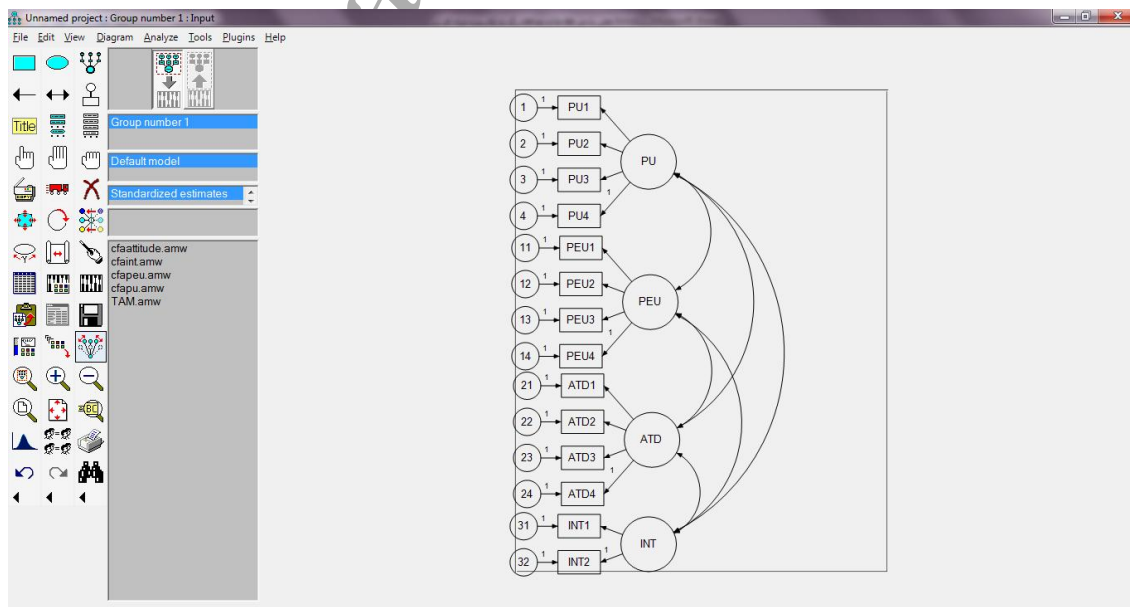
Variable	min	max	skew	c.r.	kurtosis	c.r.
PU1	1.000	7.000	-.634	-4.484	.102	.360
PU2	1.000	7.000	-1.074	-7.591	1.287	4.550
PU3	1.000	7.000	-.920	-6.508	.512	1.809
PU4	1.000	7.000	-.759	-5.368	.301	1.064
Multivariate					17.851	22.314

شکل 10: بررسی نرمال بودن توزیع سوالات

## آزمون مدل اندازه گیری

برای آزمون مدل اندازه گیری لازم است همه متغیرهای مکنون را به همراه متغیرهای مشاهده شده خود طراحی کرده و شاخص های برازش آنها را بررسی کنیم. برای این کار مدلی را همانند شکل 11 طراحی کنید.

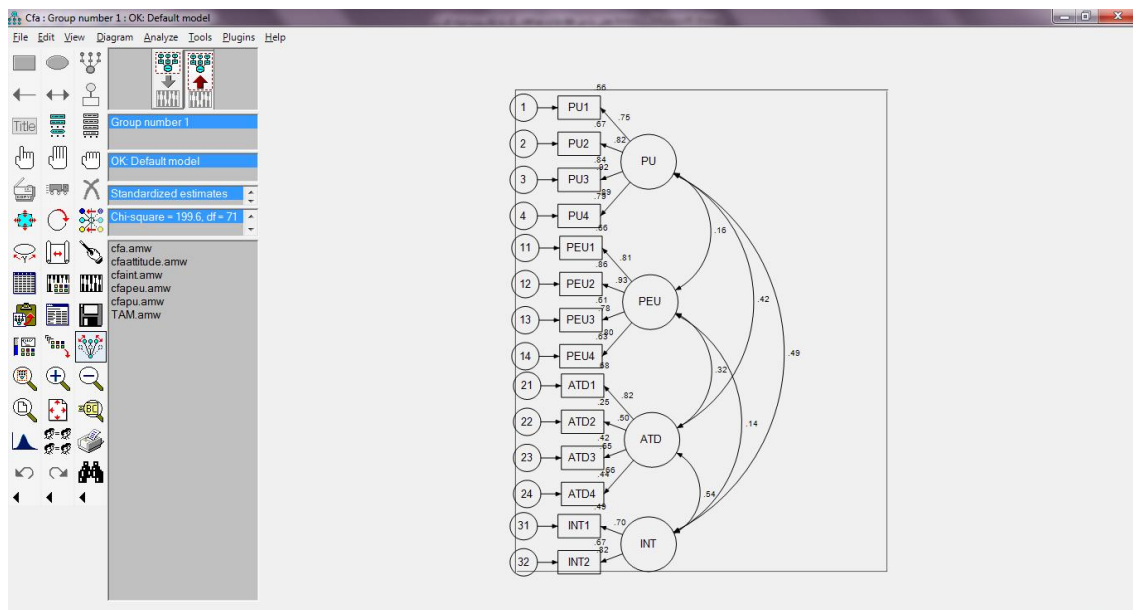
نکته: برای طراحی همبستگی بین متغیرهای مکنون از منوی Diagram، Draw covariance را انتخاب کرده و متغیرهای مکنون را به هم وصل کنید. داده ها را نیز همانند قسمت قبل به مدل اضافه کنید.



شکل 11: طراحی مدل اندازه گیری



پس از طراحی مدل، Analysis properties آن را همانند قسمت قبل کامل نموده و آن را آزمون کنید. در شکل 12 مدل آزمون شده نشان داده شده است.



شکل 12: آزمون مدل اندازه گیری پذیرش فناوری

Text output را از منوی View انتخاب کرده و در پنجره خروجی متنی به بررسی داری بارهای عاملی و واریانس تبیین شده سوالات بپردازید. همچنین به همانندی مدل و بررسی شاخص های برازش بپردازید. در شکل 13 شاخص های برازش مدل اندازه گیری ارائه شده اند.

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.780	.713	.735
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	128.590	90.218	174.613
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	2215.609	2062.807	2375.767

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	.668	.430	.302	.584
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	7.714	7.410	6.899	7.946


Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.078	.065	.091	.000
Independence model	.285	.275	.295	.000

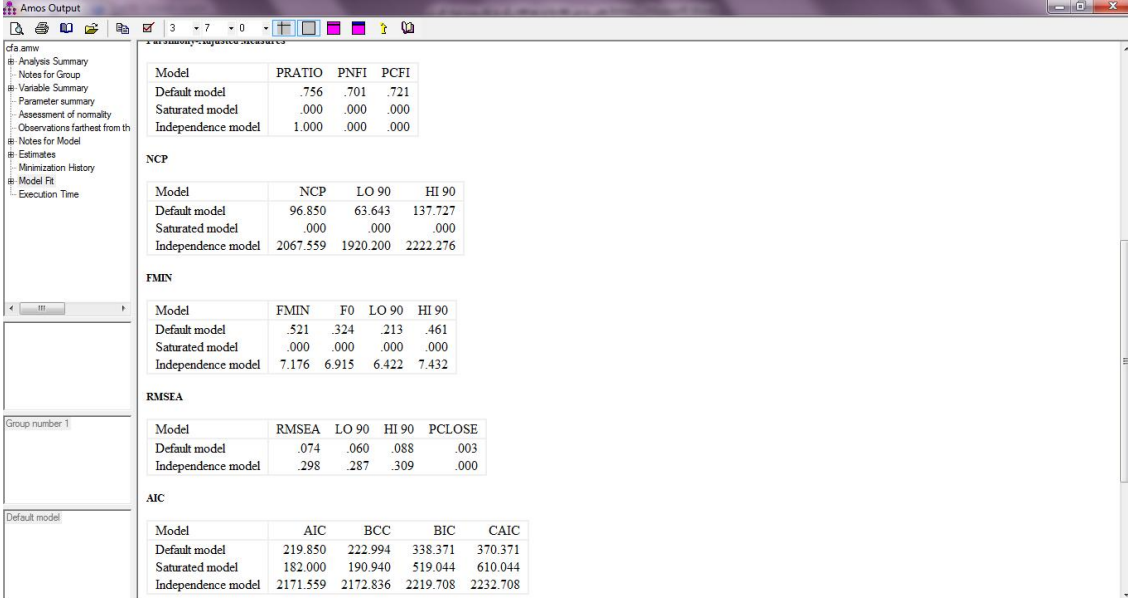
  

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	267.590	271.181	393.518	427.518
Saturated model	210.000	221.092	598.897	703.897
Independence model	2334.609	2336.088	2386.462	2400.462

شکل 13: شاخص های برازش مدل اندازه گیری

همانطور که در شکل می بینید، شاخص های برازش مدل اندازه گیری به جز RMSEA که 0/08 می باشد در حد مطلوبی قرار دارند. برای اصلاح مدل. روی Assessment Of normality کلیک کرده و سوالی که بیشترین کشیدگی و چولگی را دارد از (ATD3) مدل حذف کنید. سپس مدل را مجدداً آزمون کنید. همانطور که در شکل 14 می بینید، با حذف ATD3 برازش مدل بهتر می شود.

نکته: برای برگشتن به حالت طراحی روی  کلیک کنید.



Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.756	.701	.721
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	96.850	63.643	137.727
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	2067.559	1920.200	2222.276

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	.521	.324	.213	.461
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	7.176	6.915	6.422	7.432

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.074	.060	.088	.003
Independence model	.298	.287	.309	.000

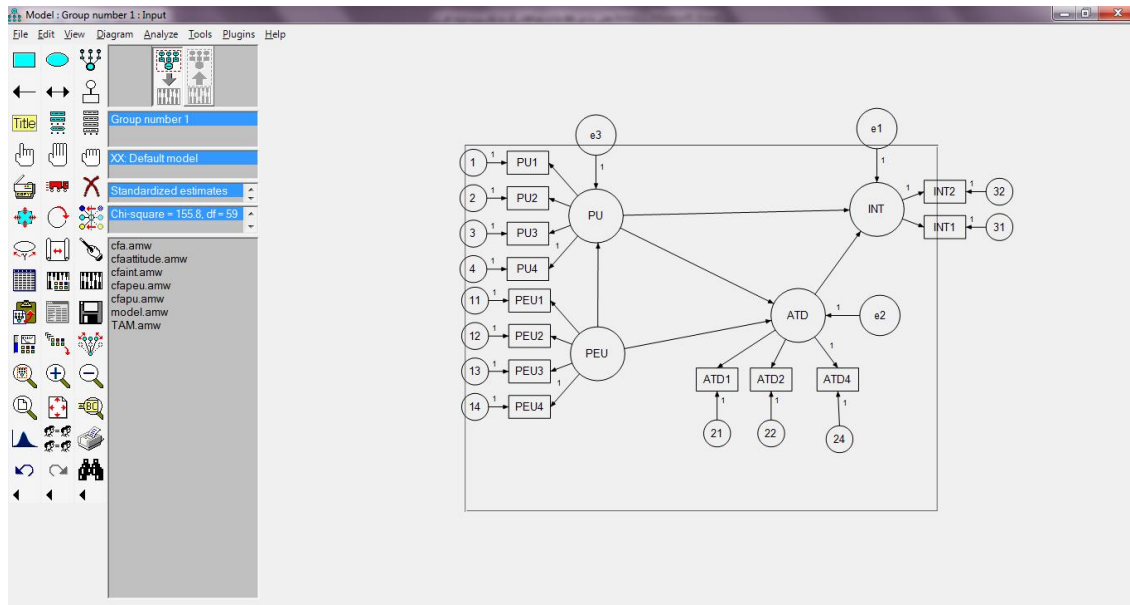
  

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	219.850	222.994	338.371	370.371
Saturated model	182.000	190.940	519.044	610.044
Independence model	2171.559	2172.836	2219.708	2232.708

شکل 14: شاخص های برازش بعد از اصلاح مدل

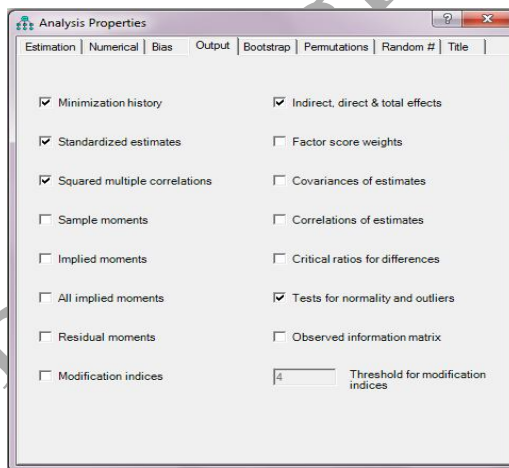
## آزمون مدل ساختاری

برای آزمون مدل ساختاری از منوی File، Save as را انتخاب کنید. در کادری که ظاهر می شود نام جدیدی برای مدل خود اختصاص داده و روی Save کلیک کنید. سپس از منوی Edit، Erase را انتخاب نموده و تمامی مسیرهای همبستگی را حذف کنید. پس از آن Move را از منوی Edit انتخاب نموده و متغیرهای مکنون را همانند شکل 15 مرتب کرده و واریانس خطای متغیرهای وابسته را رسم نموده و در نهایت مسیر علی بین آنها را رسم کنید.

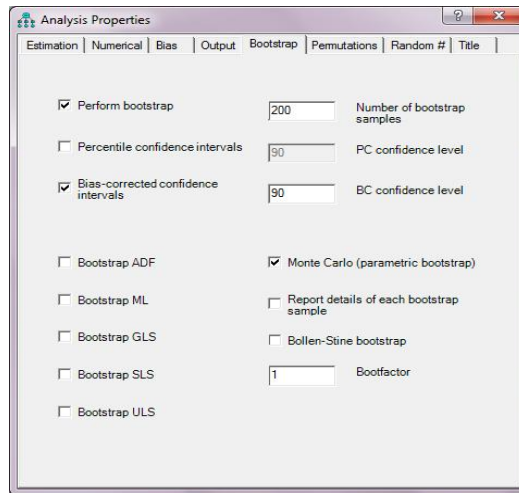


شکل 15: مدل ساختاری پذیرش فناوری

از منوی View، Analyze properties را انتخاب کرده و آن را همانند شکل های 16 و 17 تکمیل کنید.

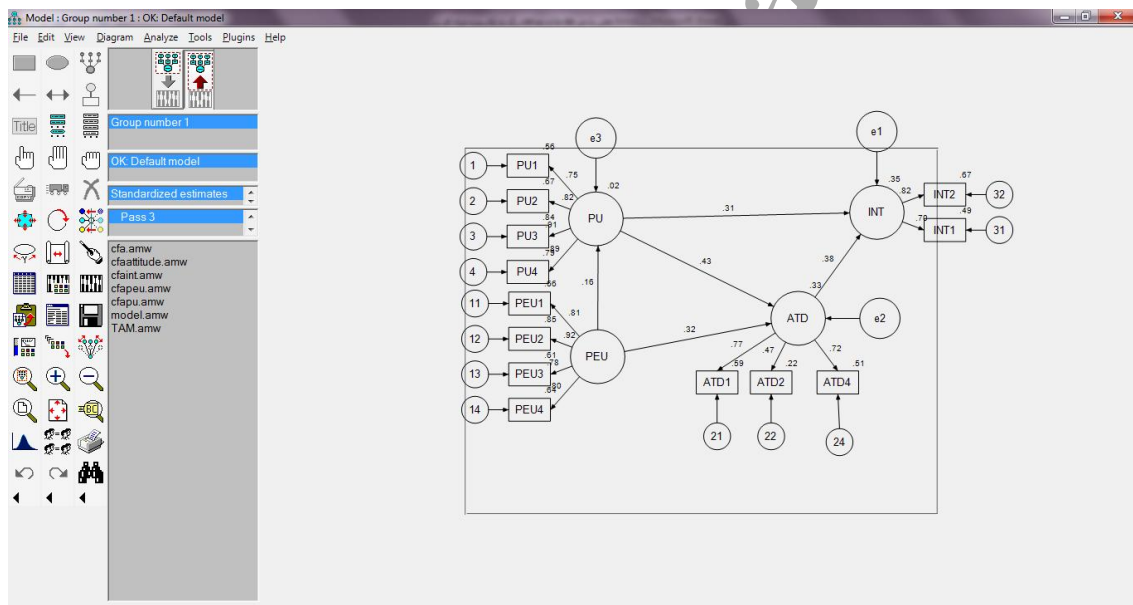


شکل 16: کادر محاوره ای Analyze properties



شکل 17: کادر محاوره ای Analyze properties

پس از تکمیل مدل را آزمون کنید. در شکل 18 مدل آزمون شده نشان داده شده است.



شکل 18: مدل آزمون شده پذیرش فناوری

با توجه به این شکل نگرش و سودمندی ادراک شده 35 درصد از واریانس تصمیم به استفاده را تبیین می کنند. همچنین اثر نگرش بر تصمیم به استفاده نیرومندتر از اثر سودمندی ادراک شده است. برای مشاهده خروجی متنی روی Text output کلیک کنید.

Amos Output

model.amw

- Analysis Summary
- Notes for Group
- Variable Summary
- Parameter summary
- Assessment of normality
- Observations farthest from th
- Notes for Model
- Estimates
- Minimization History
- Summary of Bootstrap Iteratic
- Bootstrap Distributions
- Model Fit
- Execution Time

Estimates (Group number 1 - Default model)

Scalar Estimates (Group number 1 - Default model)

Maximum Likelihood Estimates

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

		Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
PU	<--- PEU	.179	.072	2.495	.013	
ATD	<--- PEU	.284	.060	4.714	***	
ATD	<--- PU	.340	.054	6.237	***	
INT	<--- ATD	.397	.092	4.304	***	
INT	<--- PU	.255	.063	4.050	***	
PU4	<--- PU	1.000				
PU3	<--- PU	1.031	.045	22.680	***	
PU2	<--- PU	.885	.048	18.610	***	
PU1	<--- PU	.852	.053	15.954	***	
PEU4	<--- PEU	1.000				
PEU3	<--- PEU	1.041	.071	14.736	***	
PEU2	<--- PEU	1.219	.068	17.930	***	
PEU1	<--- PEU	1.146	.074	15.588	***	
ATD4	<--- ATD	1.000				
ATD2	<--- ATD	.764	.112	6.828	***	
ATD1	<--- ATD	.908	.098	9.235	***	
INT2	<--- INT	1.000				
INT1	<--- INT	.859	.112	7.689	***	

Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

		Estimate
PU	<--- PEU	.156
ATD	<--- PEU	.316

شکل 19: خروجی متنی مدل آزمون شده

تفسیر این بخش همانند تحلیل مسیر می باشد که در جزوه قبلی به آن اشاره شد.

موفق و موید باشید.

منابع جهت مطالعه بیشتر

هومن، حیدر علی (1387). مدل یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم افزار لیزرل. تهران: انتشارات سمت.

دواس، دی ای. (1386)، پیمایش در تحقیقات اجتماعی، (چاپ هشتم)، ترجمه هوشنگ نایی، تهران: نشر نی.

مولر و همکاران (1387)، استنباط آماری در جامعه شناسی، ترجمه هوشنگ نایی، تهران: نشر نی.

کلاین، پاول. (1381)، راهنمای آسان تحلیل عاملی، ترجمه علیی و سندسی، تهران: انتشارات دانشگاه امام حسین.