

Structural Equation Modeling with using Amos

**مدل‌یابی معادلات ساختاری همراه با راهنمای اجرای
نرم افزار**

۱۳۹۴

میثم صادقی

فهرست مطالب

● مقدمه و معرفی ●

● نمادهای ترسیمی و انواع مدلها ●

● تفاوت با روش های معمول ●

● مفروضه ها ●

● موارد استفاده ●

● ارزشیابی برازش ●

● راهنمای اجرای ایموس ●

تاریخچه مدل سازی معادلات ساختاری :

۴ نوع از مدل های مرتبط با مدل سازی معادلات ساختاری بر اساس نظم تاریخی عبارتند از :

(۱) رگرسیون

(۲) تحلیل مسیر

(۳) تحلیل عاملی تاییدی

(۴) مدل های معادله ساختاری

مدل های رگرسیونی :

کاربرد مدل های رگرسیون چند گانه به عنوان روشی برای مدل سازی متغیرهای مشاهده شده چند گانه مورد توجه است .

رگرسیون چند گانه یک رویکرد مدل سازی خطی عمومی برای تحلیل داده هاست که از سال ۱۹۶۷ به طور فزاینده ای عمومیت یافت .

این روش به عنوان رویکردی شناخته میشود که فاصله بین همبستگی و تجزیه واریانس را در پاسخ به فرضیه های تحقیق پر میکند.

مدل های مسیر :

تحلیل مسیر با نام رایت پیوند دارد. او ازین روش برای مطالعه اثرات مستقیم و غیر مستقیم متغیر ها بر یکدیگر استفاده کرد.

مدل های مسیر به عنوان توسعه منطقی مدلهای رگرسیونی چند گانه در نظر گرفته میشوند.

در تحلیل مسیر امکان وجود هر تعداد متغیر مستقل و وابسته و هر تعداد معادله وجود دارد.

مدل های مسیر نیازمند تحلیل چندین معادله رگرسیونی چند گانه با استفاده از متغیرهای مشاهده شده هستند .

تحلیل مسیر روشی برای کشف علت ها نیست ، این روش روابط نظری را ازمون میکند .

مدل های عاملی تاییدی :

تحلیل عاملی تعیین می کند که کدام مجموعه از متغیرهای اشکار در خصایص واریانس-کواریانس مشترکی سهمیند و سازه ها یا عامل های نظری مشابهی را تعریف میکند .

در تحلیل عاملی تاییدی پژوهشگر تعدادی از عامل ها را مشخص میکند ؛اینکه کدام عامل ها با هم همبسته اند و اینکه کدام متغیرهای مشاهده شده معرفی برای کدام عامل هستند.

مدل های معادله ساختاری

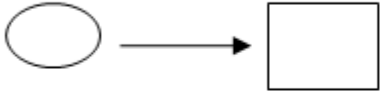
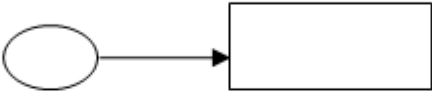
مدل های معادله ساختاری کمک بیشتری به برقراری رابطه میان متغیرهای پنهان یا سازه ها با در نظر گرفتن دیدگاهی نظری کرده اند .

.

چرا از مدل سازی معادله ساختاری استفاده میکنیم ؟

- (۱) آگاه تر شدن محققان در نیاز به کاربرد متغیرهای مشاهده شده
- (۲) توجه بیشتر محققان درباره اهمیت بالای اعتبار و قابلیت اعتماد نمرات مشاهده شده از ابزارهای اندازه گیری
- (۳) توان تحلیل مدل های نظری ساختاری پیشرفته تر
- (۴) سهولت استفاده از برنامه های نرم افزاری مدل سازی معادلات ساختاری

✓ نمادهای ترسیمی ✓ شکل عمومی یک مدل ✓ پارامترها و نظام نماد گذاری

	یا		متغیر مشاهده شده
	یا		متغیر پنهان
	یا		خطای اندازه گیری
	یا		خطای ساختاری
	یا		مسیر یا رابطه یک سویه
	یا		مسیر یا رابطه دو سویه
	یا		همبستگی یا کوواریانس

✓ نمادهای ترسیمی

✓ شکل عمومی یک مدل

✓ پارامترها و نظام نماد گذاری

جدول ۴-۱ پارامترهای اصلی قابل تعریف در مدل های معادله ساختاری

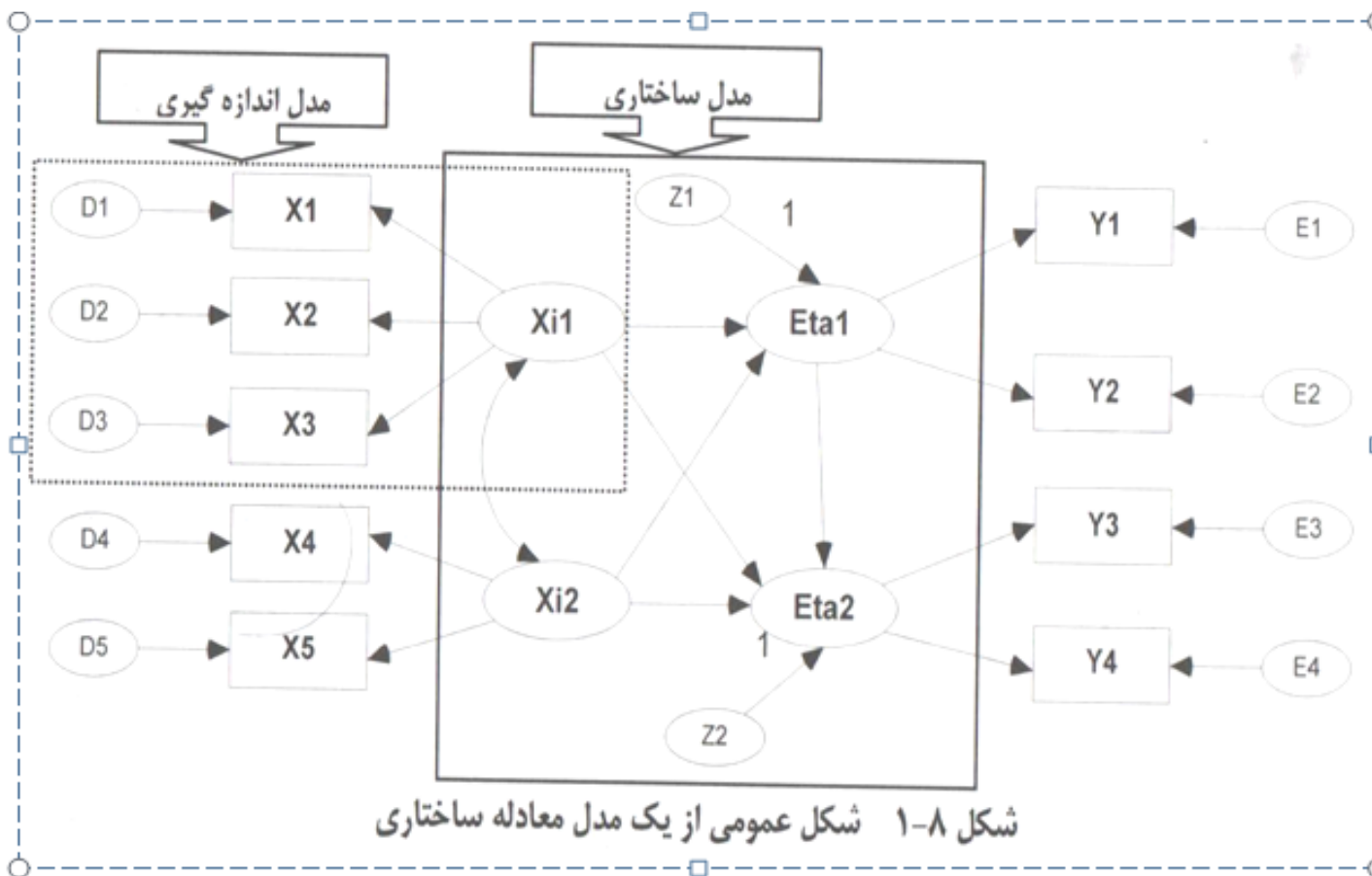
مدل مرتبط	پارامتر	معادل انگلیسی	نماد یونانی
ساختاری	اثر متغیر بیرونی بر درونی	Gamma	γ
	اثر متغیر درونی بر درونی	Beta	β
	واریانس و کوواریانس متغیرهای بیرونی	Phi	ϕ
	واریانس و کوواریانس متغیرهای خطا	Psi	ψ
اندازه گیری	بار عاملی	X's Lambda	λ_x
متغیر پنهان بیرونی	واریانس و کوواریانس متغیرهای خطا	Theta Delta	θ_δ
اندازه گیری	بار عاملی	Y's Lambda	λ_y
متغیر پنهان درونی	واریانس و کوواریانس متغیرهای خطا	Theta Epsilon	θ_ϵ

نماد یونانی	معادل انگلیسی	متغیر	مدل مرتبط
ξ	Xi	پنهان بیرونی	ساختاری
η	Eta	پنهان درونی	
ζ	Zeta	خطای ساختاری	
χ	Chi	مشاهده شده	اندازه گیری
δ	Delta	خطا	متغیر پنهان بیرونی
Υ	Upsilon	مشاهده شده	اندازه گیری
ε	Epsilon	خطا	متغیر پنهان درونی

✓ پارامترها و نظام نماد گذاری

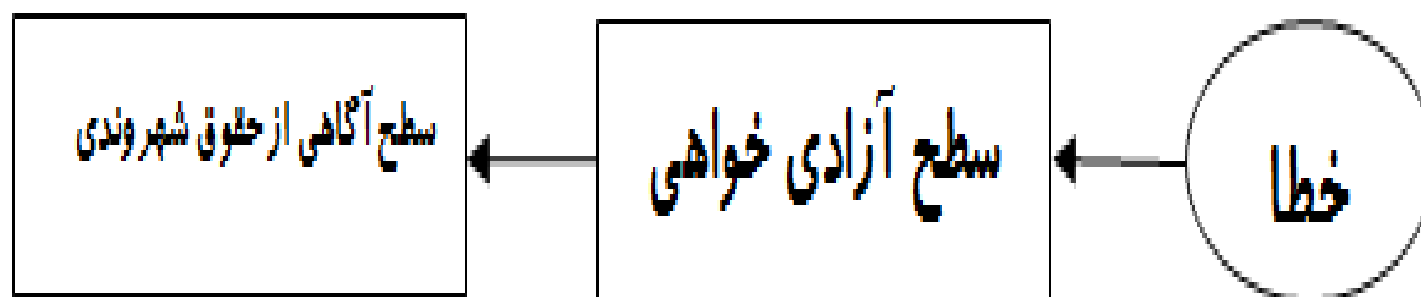
✓ شکل عمومی یک مدل

✓ نمادهای ترسیمی



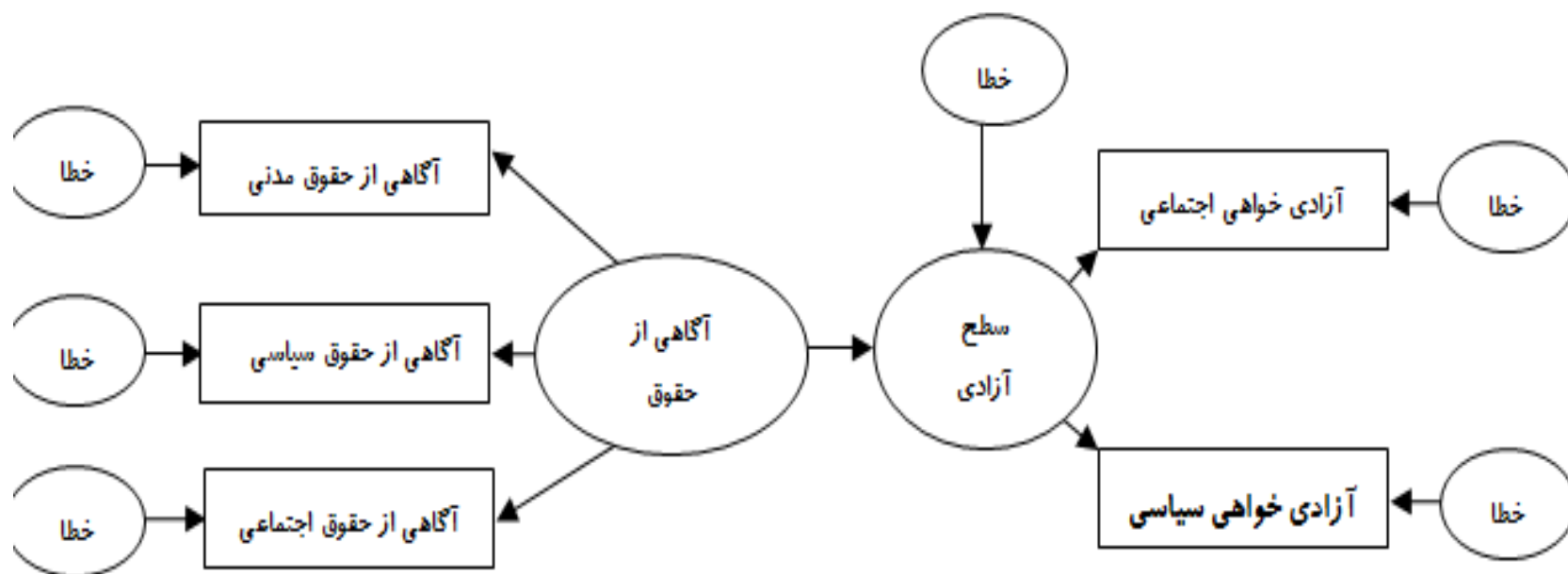
✓ روش مدل ساختاری

✓ روش آماری رگرسیون



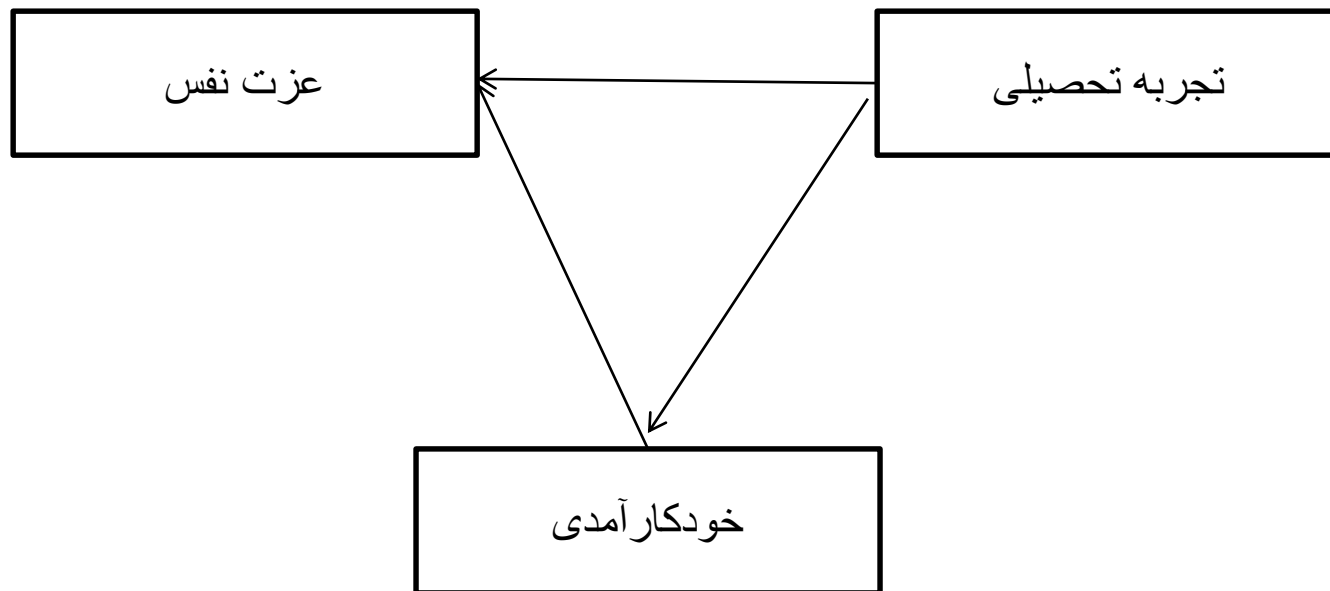
شکل ۹- مدل ساختاری بر مبنای مسئول بودن متغیر مشاهده شده سطح آگاهی از حقوق شهروندی و وابسته بودن متغیر مشاهده شده سطح آزادی خواهی

✓ روش مدل ساختاری ✓ روش رگرسیون

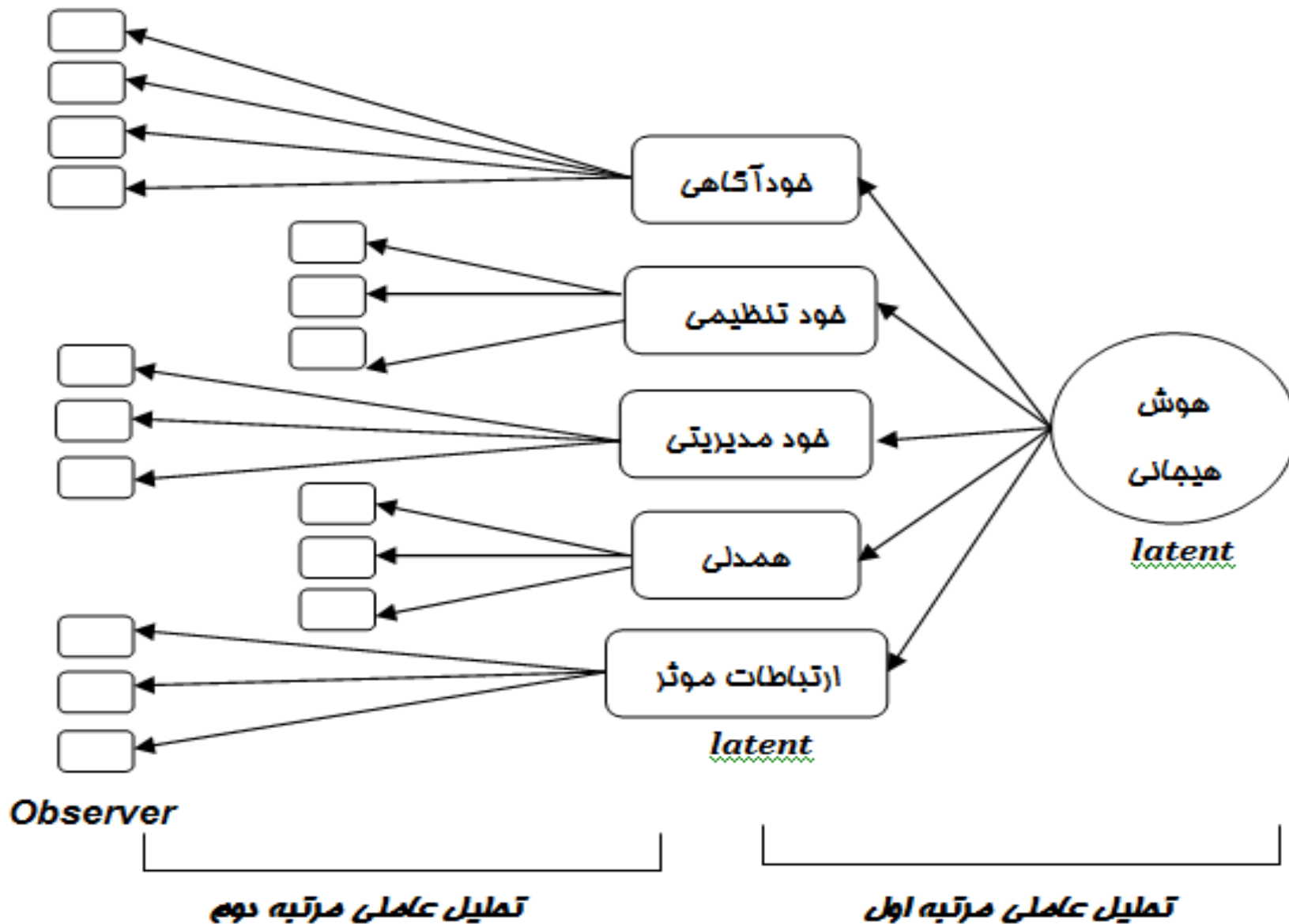


شکل ۱۰- مدل معادله ساختاری بر مبنای مستقل بودن متغیر پنهان سطح آگاهی از حقوق شهروندی و وابسته بودن متغیر پنهان سطح آزادی خواهی

الگوی تحلیل مسیر رابطه بین عزت نفس، خودکارآمدی، تجربه تحصیلی



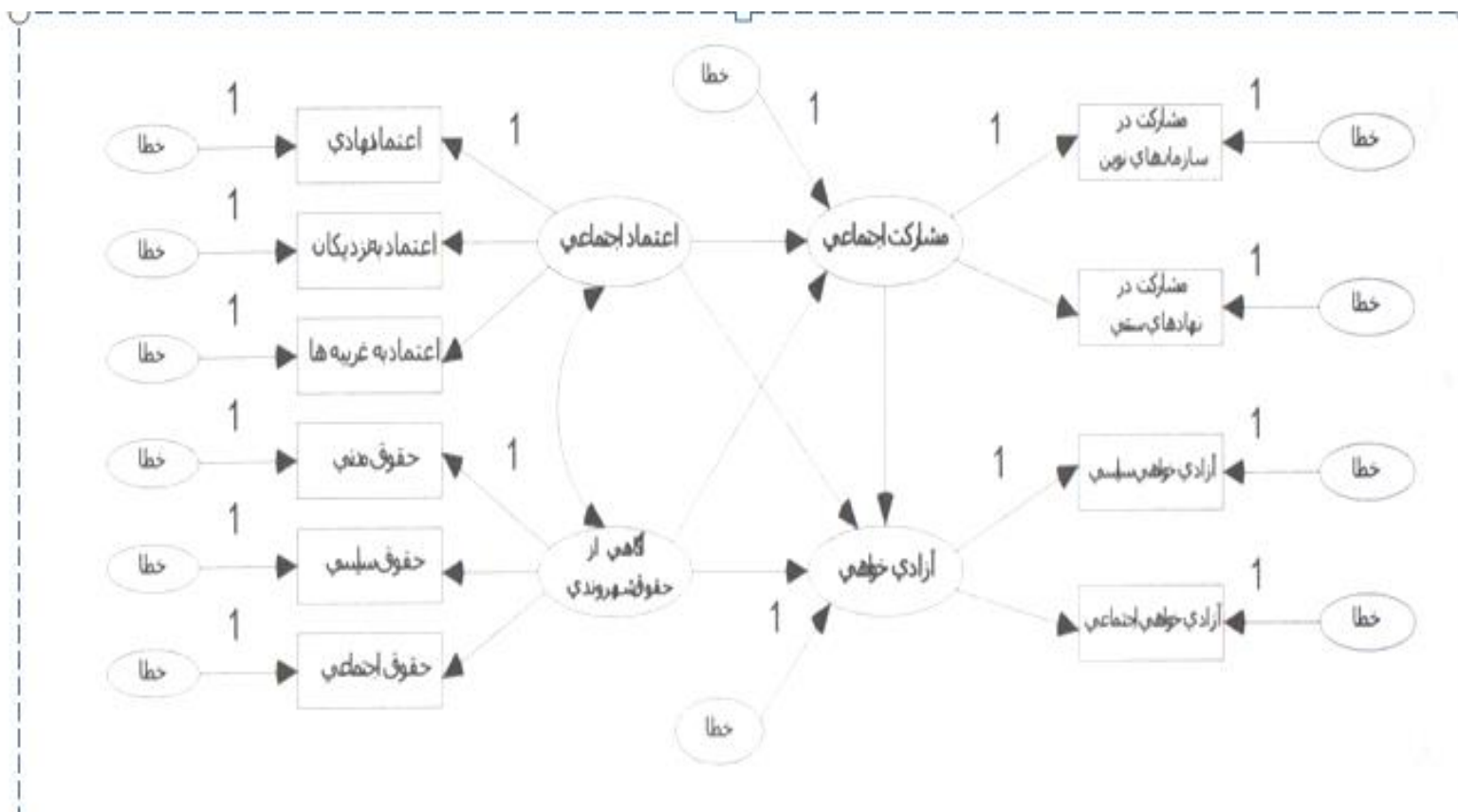
تحلیل عاملی هوش هیجانی



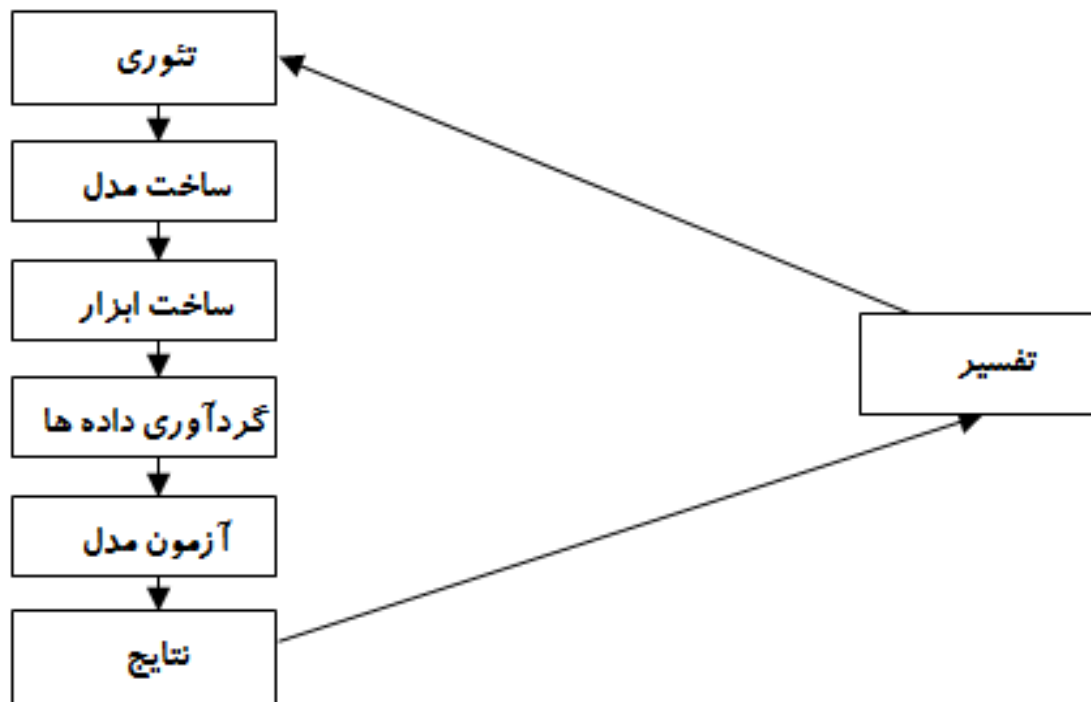
✓ مدل‌های ساختاری و همبستگی

✓ تحلیل عاملی تأییدی

✓ مدل یابی علی یا تحلیل مسیر



✓ مراحل اساسی تحلیل SEM ✓ حجم منطقی گروه نمونه



شکل ۱۱ - نمایش مراحل اساسی اجرای تحلیل SEM

بنیان های مدل سازی معادلات ساختاری:

- تدوین مدل (بیان مدل)
- تشخیص مدل (بررسی همانندی مدل)
- تخمین پارامترهای مدل (برآورد)
- برازش مدل (آزمون مدل)
- اصلاح مدل

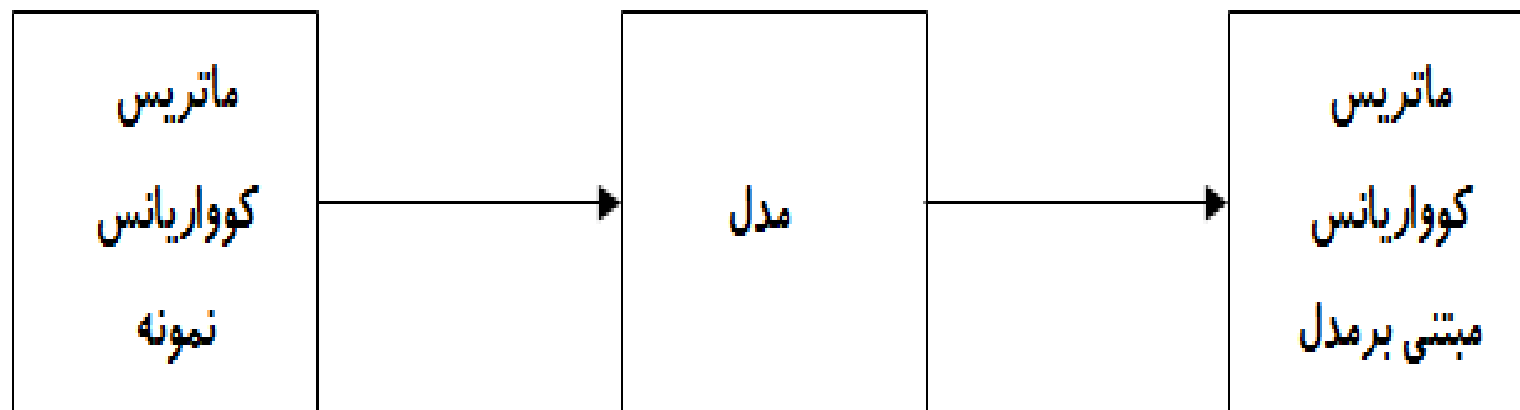
تدوین مدل (بیان مدل):

بیان مدل یعنی چند متغیر مکنون و چند متغیر مشاهده گر داریم و کدام متغیرهای مشاهده گر به کدام متغیرهای مکنون مربوط است و غیره .

تدوین مدل ، **سخت ترین** گام در مدل سازی معادلات ساختاری است .
کار بیان مدل ، به شکل مدل مفهومی خود را نشان میدهد .

مرحله بیان مدل در مقالات همان چارچوب یا مدل مفهومی بدون اعداد است .

✓ مراحل اساسی تحلیل SEM ✓ حجم منطقی گروه نمونه



$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & s_{ij} & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & s_{nn} \end{bmatrix}$$

ماتریس واریانس – کواریانس مشاهده شده

ماتریس واریانس – کواریانس باز تولید شده

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \sigma_{ij} & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}$$

- پیشنهاد کلی آن است که تا حد امکان داده های بیشتری به دست آورید.
- بر پایه پیشنهاد جیمز استیونس در نظر گرفتن پانزده مورد برای هر متغیر پیش بین در تحلیل رگرسیون چند گانه با روش معمولی کمترین مجذورات استاندارد، یک قاعده سر انگشتی خوب به شمار می آید.
- کاربرد نمونه های کوچکتر می تواند موجب عدم حصول همگرایی (یعنی نرم افزار نمی تواند به جواب رضایت بخش دست یابد) به دست آمدن جوابهای نامناسب (مانند برآوردهای منفی واریانس خطا برای متغیرهای اندازه گیری شده) و یا دقت پایین برآورد پارامترها و به ویژه خطاهای استاندارد شود.

- مجذور کای (X^2) : وقتی حجم گروه نمونه برابر با ۷۵ تا ۲۰۰ باشد ، مقدار مجذور کای یک اندازه معقول برای برازندگی است . اما برای مدل های با n بزرگ تر ، مجذور کای (همانند همه آزمون های معنادار بودن) تقریباً همیشه از لحاظ آماری معنادار است . این مسئله ، با توجه به این مطلب که برای روش SEM ، گروه های نمونه با حجم زیاد توصیه می شود ، تناقض دارد . علاوه بر این ، مجذور کای تحت تأثیر مقدار همبستگی های موجود در مدل نیز هست ؛ هرچه این همبستگی ها زیادتر باشد ، برازش ضعیف تر است (بولن و لانگ ، ۱۹۹۳ ؛ کنی ، ۲۰۰۱) . به همین دلیل برای برازش مدل ها ، اندازه های دیگری توسعه یافته است . یک راه حل برای این مسئله ، توسعه شاخص های برازندگی است که هر چند مبتنی بر مجذور کای است ، اما به این ترتیب حجم نمونه از راهی کنترل می شود .

برازش مدل (آزمون مدل)

داده های گردآوری شده تا چه حد حمایت کننده مدلی است که به لحاظ نظری تدوین شده است؟

انواع شاخص های برازش مدل:

- شاخص های برازش مطلق
- شاخص های برازش تطبیقی
- شاخص های برازش مقتصد

شاخص های برازش مطلق

شاخص های برازش مطلق بر مبنای تفاوت واریانس ها و کواریانس های مشاهده شده با واریانس ها و کواریانس های پیش بینی شده بر مبنای پارامترهای مدل تدوین شده هستند .

انواع شاخص های برازش مطلق :

کای اسکوئر (χ^2)

شاخص های نیکوئی برازش (GFI)

شاخص نیکویی برازش اصلاح شده (AGFI)

ریشه میانگین مربعات باقی مانده (RMR)

شاخص برآزش تطبیقی

شاخص های برآزش تطبیقی برای تکمیل شاخص های برآزش مطلق به کار می روند.

این شاخص ها، مدل صفر (مدل استقلال) را مبنا قرار داده و مدل تدوین شده را با آن مقایسه می کنند تا مشخص شود که مدل تدوین شده تا چه اندازه توانسته است از یک مدل استقلال فاصله بگیرد. هر چه این فاصله بیشتر باشد، برآزش مدل مطلوب تر تلقی می شود.

انواع شاخص های برازش تطبیقی

❖ شاخص توکر- لویس (TLI) یا شاخص برازش هنجار نشده NNFI

❖ شاخص برازش هنجار شده یا برازش بنتلر- بونت NFI

❖ شاخص برازش تطبیقی CFI

❖ شاخص برازش نسبی RFI

❖ شاخص برازش افزایشی IFI

شاخص بر ارزش مقتصد

شاخص های بر ارزش مقتصد به این دلیل طراحی شده اند تا مهمترین نقطه ضعف شاخص های بر ارزش مطلق را بهبود دهند. در این شاخص ها این سوال مطرح می شود که آیا هزینه پرداخت شده (یعنی از دست دادن یک درجه آزادی به ازای آزاد گذاردن یک پارامتر برای برآورد)، ارزش منفعت به دست آمده (یعنی بهبود در شاخص های بر ارزش مطلق) را دارد یا خیر.

انواع شاخص های برازش مقتصد

- ❖ شاخص های نسبت اقتصاد (PRATLO)
- ❖ شاخص برازش هنجار شده مقتصد (PNFI)
- ❖ شاخص برازش تطبیقی مقتصد (PCFI)
- ❖ ریشه دوم میانگین مربعات خطای برآورد (RMSEA)
- ❖ کای اسکوئر بهنجار یا نسبی (CMIN/DF)

معیارهای پرازش مدل و تفسیر پرازش قابل قبول

معیار پرازش مدل	سطح قابل قبول	تفسیر
کای اسکوتر، Chi-Square	مقدار کای اسکوتر جدول	کای اسکوتر به دست آمده با کای اسکوتر جدول برای یک درجه آزادی مشخص، مقایسه می شود.
نیکویی پرازش، GFI	۰ (عدم پرازش) تا ۱ (پرازش کامل)	مقدار نزدیک به ۰/۹۵ متعکس کننده یک پرازش مطلوب است.
نیکویی پرازش اصلاح شده، AGFI	۰ (عدم پرازش) تا ۱ (پرازش کامل)	مقدار اصلاح شده برای درجه آزادی مشخص، با ۰/۹۵ یک پرازش مطلوب را نشان می دهد.
ریشه میانگین مربعات باقیمانده، RMR	تعریف شده بوسیله پژوهشگر	نزدیکی مانرئیس χ^2 را به مانرئیس S نشان می دهد.
ریشه میانگین مربعات خطای برآورد، RMSEA	کوچکتر از ۰/۰۵	مقدار کمتر از ۰/۰۵ یک پرازش خوب را نشان می دهد.
شاخص توکر-لویس، TLI	۰ (عدم پرازش) تا ۱ (پرازش کامل)	مقدار نزدیک ۰/۹۵ متعکس کننده یک پرازش خوب است.
شاخص پرازش هنجار شده، NFI	۰ (عدم پرازش) تا ۱ (پرازش کامل)	مقدار نزدیک ۰/۹۵ متعکس کننده یک پرازش خوب است.
کای اسکوتر هنجار شده، NC	۱ تا ۵	مقدار کمتر از ۱ نشان دهنده ضعف پرازش و مقدار بیشتر از ۵ متعکس کننده نیاز به بهبود است.
شاخص پرازش مقتصد، PFI	۰ (عدم پرازش) تا ۱ (پرازش کامل)	مقادیر را در مدل های جایگزین مقایسه می کند.
معیار اطلاعات آکائیک، AIC	۰ (پرازش کامل) تا مقدار منفی (پرازش ضعیف)	مقادیر را در مدل های جایگزین مقایسه می کند.

اصلاح مدل :

برای اصلاح مدل چه کارهایی میتوان انجام داد ؟

- ۱) اصلاحاتی که به متغیرهای حاضر در مدل یا غایب از مدل مربوط میشوند.
- ۲) اصلاحاتی که به داده های ورودی مربوط میشود.
- ۳) اصلاحاتی که به پارامترهای آزاد و ثابت در مدل مربوط میشود.

راهنمایی برای اجرای مدل سازی معادلات ساختاری :

- (۱) نتیجه نگیرید که یک مدل تنها مدل برازش داده هاست.
- (۲) هر مدل باز تدوین شده ای را با دو نیمه کردن داده ها یا داده های جدید آزمون کنید .
- (۳) مدل های چندگانه رقیب را آزمون کنید.
- (۴) ابتدا مدل اندازه گیری و سپس مدل ساختاری را ارزیابی کنید.
- (۵) مدل ها را بر اساس برازش، نظریه و دغدغه های عملی ارزیابی کنید .
- (۶) شاخص های چندگانه ای را برای برازش مدل گزارش کنید .

راهنمایی برای اجرای مدل سازی معادلات ساختاری:

(۷) برقراری مفروضه نرمال بودن چند گانه را ارائه دهید.

(۸) تلاش کنید به مدل های مقتصد دست یابید .

(۹) مقیاس سنجش و توزیع متغیر را مورد ملاحظه قرار دهید.

(۱۰) نمونه های کوچک را مورد بررسی قرار ندهید .

نقاط ضعف معادلات ساختاری:

- ۱) نداشتن یک نقطه برش معین برای تصمیم گیری درباره برازش مدل.
- ۲) برای تخمین بهتر پارامترها نیاز به نمونه با حجم بالا داریم.
- ۳) زمان بر و پرهزینه است.

- ۱) دلاور، علی. ویس کرمی، علی. زرین چوبی، محمد. (۱۳۸۶) لیزرل محاوره ای: راهنمای کاربران، تهران: نشر ارسباران.
- ۲) رندال ای. شوماخر و ریچارد جی. لومکس. مقدمه ای بر مدل یابی معادلات ساختاری
- ۳) سبحانیفرد، یاسر. اخوان خرازیان، مریم. (۱۳۹۱). تحلیل عاملی، مدل سازی معادلات ساختاری و چند سطحی. تهران: انتشارات دانشگاه امام صادق.
- ۴) قاسمی، وحید (۱۳۸۸). مدل یابی معادلات ساختاری با کاربرد Amos Graphics، تهران: نشر جامعه شناسان.
- ۴) کارشکی، حسین (۱۳۹۱). روابط ساختار خطی در تحقیقات علوم انسانی. تهران: نشر آوای نور.
- ۶) کلانتری، خلیل. (۱۳۸۸). مدل سازی معادلات ساختاری در تحقیقات اجتماعی. تهران: نشر جامعه شناسان.
- ۷) هومن، حیدر علی (۱۳۸۴). مدل یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم افزار لیزرل، تهران: انتشارات سمت.