

به نام خدا ساختار بختر

آموزش نرم افزار معادلات ساختاری

EQS

(نرم افزاری ساده، سریع و کاربرپسند)

کاری از: حمید مسعودی

پژوهشگر علوم اجتماعی

دانشگاه فردوسی مشهد

(مردادماه ۱۳۹۱)

Contact me:

Massoudihamid@Gmail.Com

Hamidmassoudi.blogfa.Com

Hamidmassoudi.Com

Massoudihamid@Iran.Ir

فهرست مطالب

۳.....	مقدمه
۴.....	مبانی تئوریک معادلات ساختاری
۵.....	اندیشه اساسی زیربنای مدل یابی ساختاری
۵.....	توسعه مدل های علی و همگرایی روش های اقتصادسنجی، روان سنجی و.....
۶.....	روش کلی کار در الگوی معادلات ساختاری
۷.....	محیط کار نرم افزار (EQS)
۱۱.....	تحلیل های ساده آماری با (EQS)
۱۳.....	تحلیل مدل معادلات ساختاری با (EQS)
۱۴.....	چهار عمل اصلی در (EQS)
۲۲.....	برازش مدل در معادلات ساختاری
۲۲.....	سخن پایانی

مقدمه

پس از ارائه‌ی جزوه‌ی آموزشی لیزرل^۱، این بار قصد آنرا دارم که کاری جدید و تقریباً برای اولین بار در کشور به جامعه پژوهشی کشور عزیزم ایران تقدیم کنم. این نوشتار آموزشی تصویری در رابطه با نرم افزار معادلات ساختاری (EQS) می‌باشد. نرم‌افزارهای معادلات ساختاری از مبانی نظری مشترکی برخوردارند و در این زمینه لازم است که تمامی مطالب ابتدایی که در جزوه‌ی آموزشی لیزرل آورده بودم در اینجا نیز تکرار نمایم. به همین منظور از کسانی که به مبانی نظری معادلات ساختاری آشنایی دارند، خواهشمندم از بخش مبانی عبور کرده و به سراغ اجرای نرم افزار بروند. این نرم افزار اولاً سرعت بالایی داشته و سبک می‌باشد. کمتر از لیزرل و آموس خطا داده و در داده‌های اجتماعی کشور و پایان نامه‌ها که ایرادات زیادی دارد به راحتی نتیجه بخش است. از سوی دیگر کاربرپسند می‌باشد، یعنی کاربر توانایی بالایی در رسم نمودارها و مدلها و تعریف متغیرهای آشکار و پنهان و همچنین سایر موارد که کمی در لیزرل سخت و دشوار است دارد. محیط این نرم افزار نیز بسیار ساده طراحی شده و کاربر به راحتی با یک بار کار با این نرم افزار آشنایی کامل با آن پیدا می‌کند. این نرم افزار به راحتی قابلیت بازگشت به عقب داشته و به راحتی می‌توان خروجی را به ورد برده و کپی کرد. قابلیت ویرایش مدل نیز در این نرم افزار وجود دارد. به نظر من اگر یک بار مدل داده‌هایتان را با این نرم افزار ارزیابی کنید، به مزیت‌های آن پی برده و از این پس با آن کار خواهید کرد. امیدوارم این مجموعه نیز همچون مجموعه‌های دیگر از استقبال جامعه‌ی علمی برخوردار گردد و من نیز از دعای خیر عزیزان پژوهشگر بهره‌ای برده باشم.

با آرزوی بهترین‌ها برای ایرانیان سربلند

^۱ این جزوه را می‌توانید از وبسایت (Hamidmassoudi.Com) دریافت نمایید.

مبانی تئوریک معادلات ساختاری

مدل معادلات ساختاری و یا به طور اختصار SEM که مخفف (Structural Equation Modeling) می باشد، از روش های جدید آماری و یکی از قوی ترین روش های تجزیه و تحلیل چندمتغیره است که برخی هم به آن تحلیل ساختاری کواریانس و الگوسازی علی اطلاق می کنند. کاربرد اصلی آن در موضوعات چند متغیره ای است که نمی توان آنها را به شیوه دو متغیری با در نظر گرفتن هربار یک متغیر مستقل با یک متغیر وابسته انجام داد. تجزیه و تحلیل چندمتغیره به یک سری روش های تجزیه و تحلیل اطلاق می شود که ویژگی اصلی آنها، تجزیه و تحلیل همزمان چند متغیر مستقل با چند متغیر وابسته است.

به عبارت دیگر وقتی شما می خواهید متغیر وابسته خود به عنوان مثال بزه کاری را با متغیرهای مستقلی همچون انگیزه فردی، روابط خانوادگی، سابقه بزه کاری، موقعیت اجتماعی اقتصادی و از این قبیل پیش بینی کنید بایستی به طراحی یک مدل علی و ارزیابی آن بپردازید که با استفاده از مدلیابی معادلات ساختاری قادر به آن خواهید بود. بنابراین شما در این پژوهش برخی از موارد را به طور مستقیم اندازه گیری می کنید (بخش اندازه گیری مدل) که عموماً همان گویه های پرسشنامه است و برخی از موارد را با ترکیب این گویه ها بدست آورده و روابط آنها را می سنجید (بخش تحلیل مسیر مدل) تا بتوانید مدل نهایی خود را رسم کنید. این مدل در انتهای فصل مبانی پژوهش یعنی فصل دوم ارائه شده و در انتهای فصل چهارم یعنی یافته ها ارزیابی می شود.

مدل معادلات ساختاری^۱ SEM یک تحلیل چند متغیری بسیار نیرومند از خانواده رگرسیون چند متغیری و به بیان دقیق تر بسط مدل خطی کلی^۲ GLM است که به محقق امکان می دهد مجموعه ای از معادلات رگرسیون را به طور همزمان مورد آزمون قرار دهد. تحلیل مدل معادلات ساختاری را می توان توسط دو تکنیک انجام داد:

- تحلیل ساختاری کواریانس یا روابط خطی ساختاری^۳ (LISREL).

- حداقل مربعات جزئی^۴ (PLS).

تکنیک معادلات ساختاری آمیزه دو تحلیل است:

- تحلیل عاملی تأییدی^۵ (مدل اندازه گیری)

- تحلیل مسیر^۶ - تعمیم تحلیل رگرسیون (مدل ساختاری^۷)

منظور از اندازه گیری، سنجش روابط بین متغیرهای مشاهده شده (گویه های پرسشنامه) و متغیرهای

^۱Structural Equation Model (SEM).

^۲General Linear Model (GLM).

^۳LinearStructural RELations (LISREL).

^۴Partial Least Squares (PLS).

^۵Confirmatory Factor Analysis (CFA).

^۶Measurement Model.

^۷Path Analysis.

^۸Structural Model.

مکنون(شاخصهای اصلی مانند: سرمایه انسانی و عملکرد سازمانی و از این نوع) توسط سازه‌های متغیرهای مکنون(عوامل استخراج شده) است. به بیان دیگر این مدل مشخص می‌کند که متغیرهای مکنون چگونه با متغیرهای قابل مشاهده مرتبطاند و از طریق آنها سنجیده می‌شوند و هریک از شاخص‌ها تا چه حد متضمن مفهوم ابعاد متغیر مکنون هستند.

اندیشه اساسی زیربنای مدل یابی ساختاری

یکی از مفاهیم اساسی که در آمار کاربردی در سطح متوسط وجود دارد اثر انتقالهای جمع پذیر و ضرب پذیر در فهرستی از اعداد است یعنی اگر هر یک از اعداد یک فهرست در مقدار ثابت K ضرب شود میانگین اعداد در همان K ضرب می‌شود و به این ترتیب، انحراف معیار استاندارد در مقدار قدر مطلق K ضرب خواهد شد. نکته این است که اگر مجموعه ای از اعداد X با مجموعه دیگری از اعداد Y از طریق معادله $X \propto Y$ مرتبط باشند در این صورت واریانس Y باید ۱۶ برابر واریانس X باشد و بنابراین از طریق مقایسه واریانس‌های X و Y می‌توانید به گونه غیر مستقیم این فرضیه را که X و Y از طریق معادله $X \propto Y$ با هم مرتبط هستند را بیازمایید. این اندیشه از طریق تعدادی معادلات خطی از راه‌های مختلف به چندین متغیر مرتبط با هم تعمیم داده می‌شود. هرچند قواعد آن پیچیده‌تر و محاسبات دشوارتر می‌شود. اما پیام کلی ثابت می‌ماند. یعنی با بررسی واریانسها و کوواریانسهای متغیرها می‌توانید این فرضیه را که "متغیرها از طریق مجموعه ای از روابط خطی با هم مرتبط اند" را بیازمایید.

منظور از مدل ساختاری، صرفاً روابط علی بین متغیرهای مکنون(پنهان)، است. به بیان دیگر هدف این مدل کشف هر دوی اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای مکنون برون‌زا بر متغیرهای مکنون درون‌زا است. صورت کلی مدل ساختاری و مدل اندازه گیری در تکنیک معادلات ساختاری به صورت رابطه زیر است(جارسکوگ و ساربون، ۱۹۸۹).

$$\begin{aligned} \eta &= B\eta + \Gamma\xi + \zeta \\ \begin{cases} y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \\ x = \Lambda_x \xi + \delta \end{cases} \\ E(\zeta) &= 0; \text{COV}(\zeta) = \Psi & E(\varepsilon) &= 0; \text{COV}(\varepsilon) = \Theta_\varepsilon & \text{رابطه (۱)} \\ E(\delta) &= 0; \text{COV}(\delta) = \Theta_\delta \end{aligned}$$

مدل‌یابی با این تکنیک طی پنج مرحله‌ی تدوین مدل، شناسایی مدل، برآورد مدل، ارزیابی مدلو اصلاح مدل انجام می‌گیرد. نماد ماتریسی مدل معادلات ساختاری به صورت زیر است:

$$\eta_{\text{Per}} = \alpha + \gamma_h \xi_h + \zeta_{\text{Per}} \quad \begin{cases} p_i = \lambda_{p_i} \eta_{\text{Per}} + \theta_{\varepsilon_i} & i = 1, \dots, 10 \\ h_i = \lambda_{h_i} \xi_h + \theta_{\delta_i} & i = 1, \dots, 20 \end{cases}$$

توسعه مدل‌های علی و همگرایی روش‌های اقتصادسنجی، روان سنجی و...

توسعه مدل‌های علی متغیرهای مکنون معرف همگرایی سنتهای پژوهشی نسبتاً مستقل در روان سنجی، اقتصادسنجی، زیست شناسی و بسیاری از روشهای قبلاً آشناست که آنها را به شکل چهارچوبی وسیع در می‌آورد. مفاهیم متغیرهای مکنون^۱ (یا پنهان) (در مقابل متغیرهای مشاهده شده^۲ (یا آشکار)) و خطا در متغیرها، تاریخی طولانی دارد. در اقتصادسنجی آثار جهت دار هم زمان چند متغیر بر متغیرهای دیگر، تحت برجسب مدل‌های معادله هم زمان بسیار مورد مطالعه قرار گرفته است. در روان سنجی به عنوان تحلیل عاملی و تئوری اعتبار توسعه یافته و شالوده اساسی بسیاری از پژوهش‌های اندازه گیری در روانسنجی می‌باشد. در زیست شناسی، یک سنت مشابه همواره با مدل‌های معادلات هم زمان (گاه با متغیرهای مکنون) در زمینه نمایش و طرح برآورده در تحلیل مسیر سر و کار دارد.

روش کلی کار در الگوی معادلات ساختاری

آنچنان که آمد، معادلات ساختاری به عنوان یک الگوی آماری به بررسی روابط بین متغیرهای پنهان و آشکار (مشاهده شده) می‌پردازد. در واقع الگوسازی معادله ساختاری یک رویکرد آماری جامع برای آزمون فرض‌هایی درباره روابط بین متغیرهای مشاهده شده و پنهان است در الگوی معادلات ساختاری روش کار بدین صورت است که:

۱- **مشخص کردن الگویی بر پایه یک نظریه:** الگو یا مدل یک عبارت آماری درباره روابط بین متغیرها است. این الگوها در زمینه رویکردهای مختلف تحلیلی، شکل‌های مختلفی به خود می‌گیرند. در این مرحله یک الگو یا مدل بر اساس ترجمان یک نظریه به معادلات ساختاری یا ریاضی تهیه می‌شود. یعنی ابتدا یک نمودار مسیر را ترسیم کنیم و روابط علی بین متغیرها را نشان دهیم. بعد از مشخص کردن متغیرهای پنهان باید شاخص‌ها یا متغیرهای مشاهده شده مناسبی را انتخاب و به آنها وصل کنیم. بهتر است از چندین شاخص به جای یک شاخص برای اندازه گیری متغیر پنهان استفاده شود و این کار به کمک تعریف مفهومی و عملیاتی صورت می‌گیرد.

۲- **ارزیابی حالت تعیین مدل یا الگو:** براساس این که مدل باید مستلزم شرایطی برای بدست آوردن یک راه حل منحصر به فرد برای پارامترهای بیان شده باشد.

۳- **ارایه تخمین برای الگوی پیشنهادی:** بدست آوردن تخمین پارامترهای آزاد از روی مجموع داده‌های مشاهده شده که شامل فرآیندهای تکراری است که در هر تکرار یک ماتریس کوواریانس ضمنی ساخته می‌شود و با ماتریس کوواریانس داده‌های مشاهده شده مقایسه می‌گردد. مقایسه این دو ماتریس منجر به تولید یک ماتریس باقیمانده می‌شود و این تکرارها تا جایی ادامه می‌یابد که این ماتریس باقیمانده به حداقل ممکن برسد.

۴- **ارزیابی تناسب یا برازش الگو یا مدل:** زمانی الگو یا مدل با داده‌های مشاهده شده تناسب دارد که

^۱Latent variables

^۲Observed variables

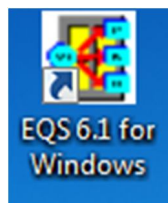
ماتریس کوواریانس ضمنی با ماتریس کوواریانس داده‌های مشاهده شده، معادل باشد. بدین معنی که ماتریس نزدیک صفر باشد. مهم‌ترین گام موجود در این مرحله عبارت است از: بررسی معیار کلی تناسب مدل و قابلیت آزمون‌پذیری مدل ارزیابی موضوع که آیا اصلاحات مورد نیاز است یا خیر؟ هنگامی که مدلی تخمین زده می‌شود، برنامه نرم‌افزاری یکسری آمارهایی از قبیل خطای استاندارد و غیره را درباره ارزیابی تناسب مدل با داده‌ها منتشر می‌کند.

۵- اصلاح مدل: تطبیق مدل بیان شده و تخمین زده شده از طریق آزادکردن پارامترهایی که قبلاً ثابت بوده‌اند یا ثابت کردن پارامترهایی که قبل از آن آزاد بوده‌اند.

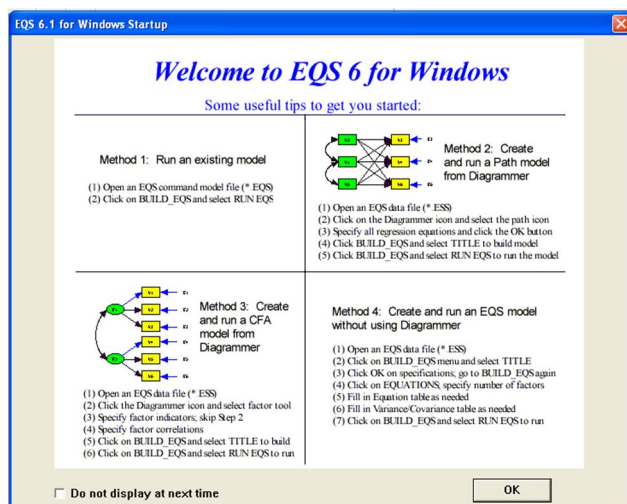
۶- تفسیر مدل: اگر آزمون‌های تناسب نشان دهند که مدل به طور کافی متناسب با داده‌ها می‌باشد، در این مرحله ما بر روی عوامل مشخص شده (پارامترهای مدل) مدل متناسب شده تمرکز می‌نماییم. در این مرحله، معناداری پارامترهای مدل، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.^۱

محیط کار نرم افزار (EQS)

پس از دانلود نرم افزار و نصب آن دستور کوتاه زیر نشان نرم افزار EQS می‌باشد:



اگر نرم افزار را اجرا کنید پنجره زیر باز می‌شود:



^۱برگرفته شده از:

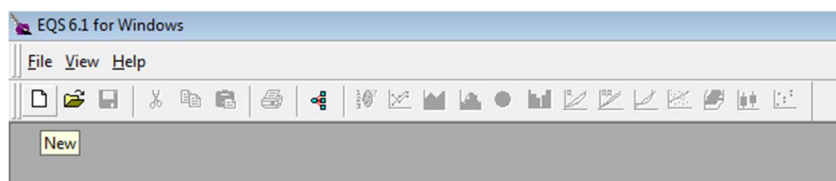
هومن، حیدرعلی (۱۳۸۴). مدل‌یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم افزار لیزرل. تهران: انتشارات سمت.
نظری، رسول (۱۳۹۰). اثر مهارت‌های ارتباطی و ارتباطات بین فردی بر اثربخشی سازمانی مدیران ورزشی ایران و آرایه الگو. رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده تربیت بدنی (منتشر نشده).
عبداللهی، بیژن (۱۳۸۵). توانمندسازی روان‌شناسی کارکنان، ابعاد و اعتبارسازی بر اساس مدل معادله ساختاری. تهران: انتشارات دانشگاه تربیت معلم.

هرگاه نرم افزار اجرا شد این پنجره را ببندید. در این پنجره چهار نوع کار با این نرم افزار به صورت مختصر توضیح داده شده است. این کارها عبارتند از:

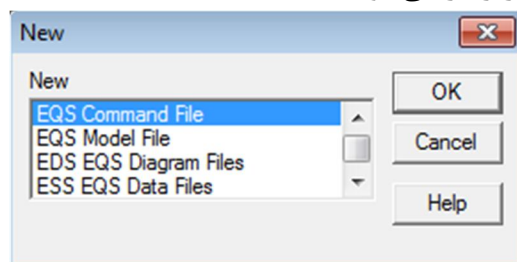
- ۱- اجرای یک مدل رسم شده و موجود
- ۲- ایجاد و اجرای یک مدل تحلیل مسیر از مدل ساز
- ۳- ایجاد و اجرای یک مدل تحلیل عاملی تأییدی از مدل ساز
- ۴- ایجاد و اجرای یک مدل (EQS) بدون استفاده از مدل ساز

خب بنابراین با چهار کاربرد و به عبارت بهتر چهار نوع کاری که می توان با این نرم افزار انجام داد به صورت کلی آشنا شدید. منظور از مدل ساز، طراحی مدل به صورت خودکار است و این بخش است که در نرم افزار لیزرل وجود ندارد و کاربر بایستی به صورت دستی مدل را رسم کند و (EQS) این خاصیت را در روش چهارم خود دارا می باشد. پس از همین جا به اولین مزیت (EQS) پی بردیم!

پس از بستن پنجره، بایستی داده های خود را فراخوانی کنید، یا وارد کنید. بهترین روش فراخوانی کردن است. ولی می توانیم با استفاده از روش زیر داده ها را نیز وارد کنیم. بر روی گزینه ابتدایی سمت چپ صفحه که در زیر مشخص شده است کلیک کنید.

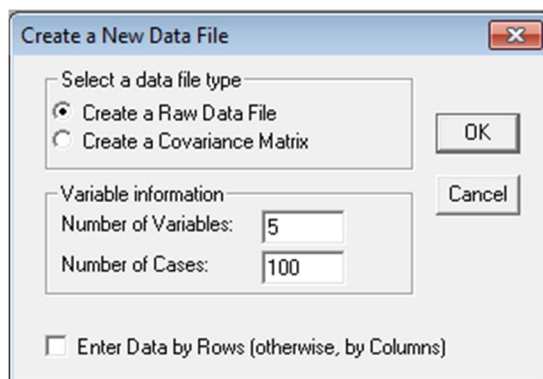


با کلیک بر روی این گزینه پنجره زیر باز می شود:

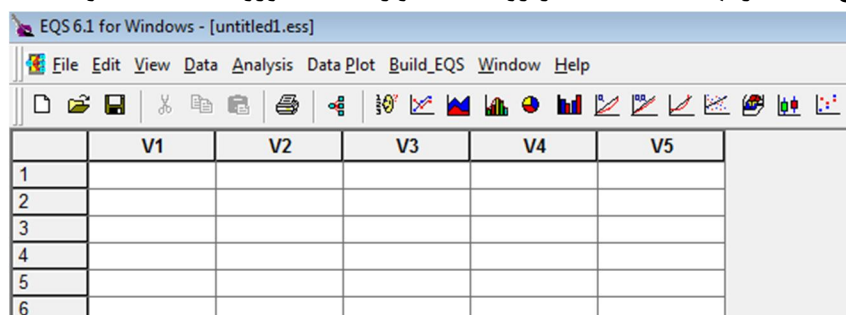


گزینه اول فایل دستورات سریع را باز می کند که کاربردی ندارد. گزینه دوم فایل مدل را باز می کند که این گزینه نیز کاربردی نیست. گزینه سوم فایل نمودار یا چارت را باز می کند که در آن می توانید مدل خود را رسم کنید. اما گزینه چهارم که بیشترین کاربرد را دارد، به شما اجازه می دهد صفحه ورود داده ها را باز نمایید. گزینه بعدی چارت های توصیفی و در نهایت گزینه نهایی نیز خروجی طراحی شده را باز می کند که این دو گزینه نیز کاربردی ندارند.

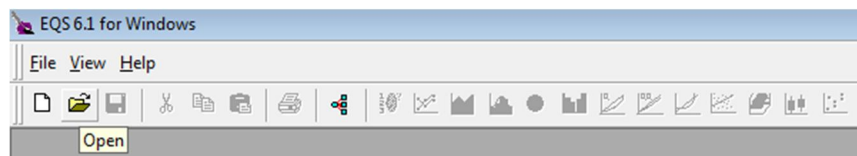
به نظر می رسد مهمترین دستور گزینه چهارم است که با استفاده از آن می توان داده ها را وارد کرد. با دوبار کلیک بر روی آن پنجره زیر باز می شود:



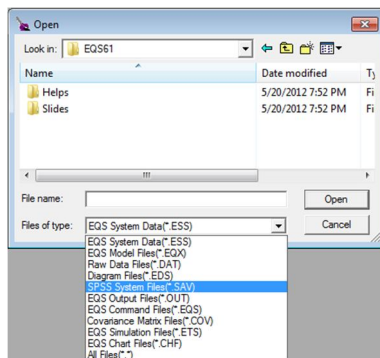
گزینه اول در این پنجره مجوز ورود داده‌ی خام و گزینه دوم مجوز ورود ماتریس کوواریانس را می‌دهد که همان حالت پیش فرض (داده خام) بهتر است. گزینه بعدی نیز تعداد داده‌ها و متغیرها را نشان داده است که بسته به کار خود انتخاب می‌کنید. در نهایت با کلیک بر روی OK وارد صفحه ورود اطلاعات خواهید شد:



در شکل فوق مشاهده می‌شود که گزینه‌های بسیاری به ردیف اول و دوم نرم افزار افزوده شده است. به راحتی داده‌های خام را وارد کرده و تحلیل‌های بعد را شروع می‌کنیم. فرمت داده‌های ذخیره شده در (EQS) نیز همانطور که مشخص است به صورت (.ess) می‌باشد. اما اگر یادتان باشد، گفتم که روش بهتر این است که داده‌ها را فراخوانی کنیم. داده‌هایی که در نرم افزارهای آماری دیگر وارد شده است. (EQS) قابلیت این را دارد که داده‌های بسیاری را از جمله (Spss) فراخوانی نماید. اما برای فراخوانی داده چکار کنیم؟! به بخش قبل بر می‌گردیم، هرگاه نرم افزار اجرا شد، در ردیف اول بر روی گزینه (Open)، یعنی گزینه دوم کلیک می‌کنید.



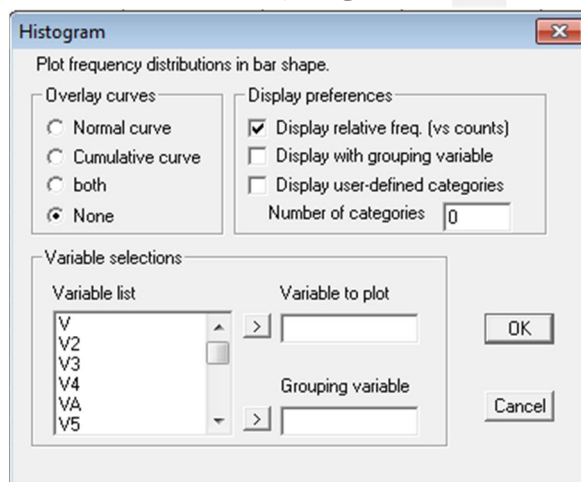
با اینکار پنجره زیر باز خواهد شد:



بسیاری از این فایل‌ها قابلیت فراخوانی دارد و از مشهورترین آنها نیز نرم افزار Spss می‌باشد. به فرض یک سری از داده‌های خام را فراخوانی می‌کنیم. جالب است بدانید که این نرم افزار به صورت خودکار هرگاه داده‌ای را فراخوانی کردید در کنار همان فایل و با همان نام اما با فرمت (ess). ذخیره می‌نماید. در این کار نیز با یک مثال حرکت می‌کنیم. یک سری داده فراخوانی شده است و پنجره داده‌ها نیز پس از فراخوانی با داشتن داده‌ها به شکل زیر می‌باشد:

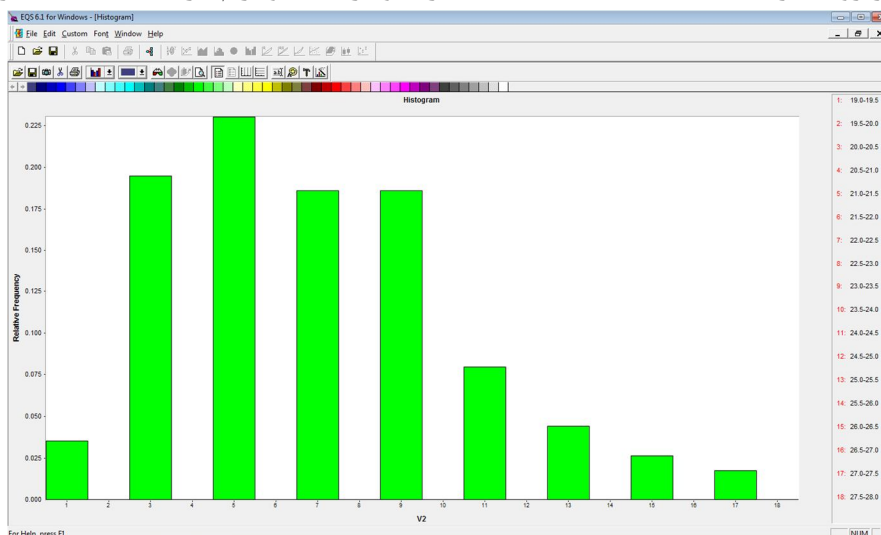
	V	V2	V3	V4	VA	V5
1	62.0000		1.0000		14.0000	2.0000
2	47.0000	21.0000	2.0000	1.0000	8.0000	2.0000
3	15.0000		2.0000	1.0000	1.0000	1.0000
4	17.0000	21.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
5	64.0000	23.0000	2.0000	1.0000	14.0000	2.0000
6	36.0000	25.0000	2.0000	1.0000	2.0000	2.0000
7	29.0000	20.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
8	1.0000	24.0000	2.0000	2.0000	1.0000	1.0000
9	2.0000	23.0000	2.0000	1.0000	1.0000	1.0000
10	23.0000	20.0000	1.0000	2.0000	1.0000	1.0000

در ردیف دوم گزینه‌های بسیاری وجود دارد که تعداد قابل توجهی به رسم نمودارهای تک متغیره و چند متغیره پرداخته است. برای مثال نمودار هیستوگرام را در نظر بگیرد و قصد آن داریم برای متغیر (V2) یعنی سن آن را رسم کنیم. برای این کار بر روی آیکون  کلیک می‌کنیم، تا پنجره زیر باز شود:



باید با مباحث آماری آشنا باشید تا استفاده بهتر از این نرم افزار ببرید. در این پنجره باید متغیر (V2) را به

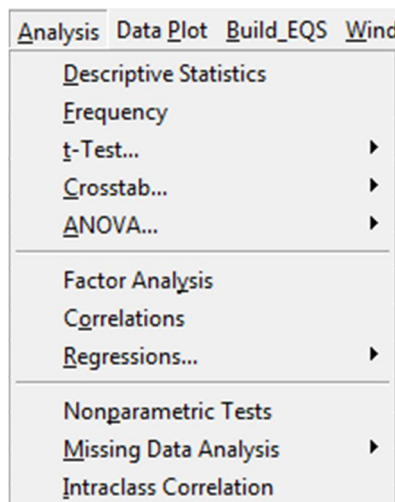
قسمت (Variable to plot) انتقال دهید و بر روی گزینه (Ok) کلیک کنید. اگر قصد دارید منحنی نرمال بودن یا منحنی تجمعی را رسم کنید می‌توانید گزینه آنها را تیک بزنید. اگر می‌خواهید متغیر را در گروه‌های دیگر مثلاً جنسیت رسم کنید می‌توانید از (Grouping Variable) استفاده کرده و آنرا به این بخش انتقال دهید. در نهایت بر روی گزینه (Ok) کلیک کنید. با اینکار نمودار هیستوگرام در صفحه جدید باز می‌شود:



از گزینه های دیگر در این صفحه نیز می‌توانید استفاده کنید.

تحلیل‌های ساده آماری با (EQS)

در این رابطه با استفاده از گزینه (Analysis)، به راحتی می‌توانید ساده ترین و پیچیده ترین تحلیل‌های آماری را با نرم افزار انجام دهید. اگر موس را روی این گزینه ببرید نوار آن به شکل زیر باز می‌شود:

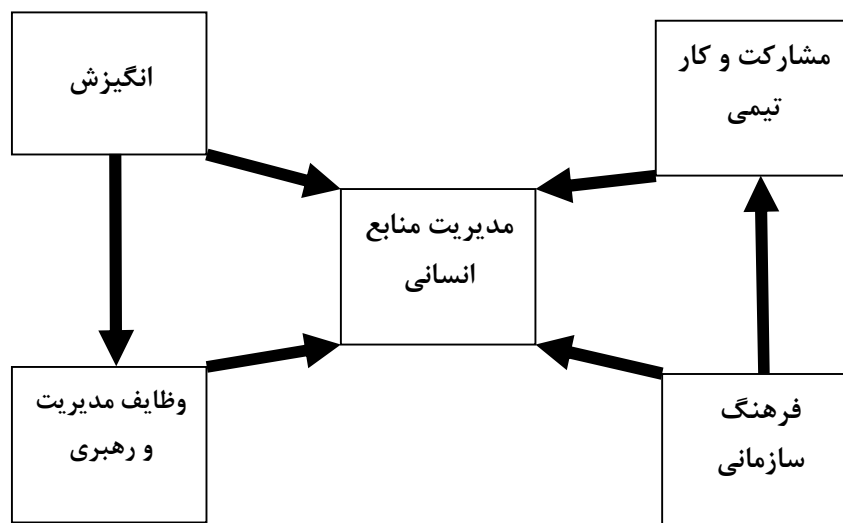


همانطور که مشخص است با استفاده از این گزینه کارهای آمار توصیفی و استنباطی از جمله توصیف، فراوانی، آزمون مقایسه میانگین در دو گروه (t-test)، در چند گروه (Anova)، جداول چند متغیره، تحلیل عاملی، همبستگی‌ها، رگرسیون‌ها، آزمون‌های ناپارامتریک، تحلیل داده های گمشده، همبستگی بین طبقات و ... را می‌-

توان به راحتی انجام داد. اگر با مباحث آماری آشنایی ندارید ممکن است این مباحث کمی پیچیده باشد. قصد من شرح این مباحث نیست و از شما خواهشمندم به کتب بسیاری که در این زمینه‌ها نوشته شده است رجوع نمایید. در گزینه بعد می‌توانید انواع نمودارها را رسم نمایید. و بسیاری از کارهای دیگر که با کمی کنکاش می‌توان آنها را فرا گرفت.

تحلیل مدل معادلات ساختاری با (EQS)

اما هدف اصلی نگارش این جزوه آموزش معادلات ساختاری بوده است و بنابراین پس از این مقدمه و برقراری دوستی شما با نرم افزار به سراغ آن می‌رویم. همانطور که قبلاً نیز آورده شد به چهار طریق می‌توان به ارزیابی مدل پرداخت برای شروع کار ابتدا باید با توجه به مدل مبانی نظری به جفت و جور کردن یا همان رسم نمودار (چه دستی و چه به صورت آماده (که خیلی بهتر است)) پرداخته می‌شود. با این داده‌هایی که وجود دارد در پایان نامه خود مدل زیر را داریم که از مبانی نظری استخراج شده و اساتید نیز تأیید کرده‌اند:

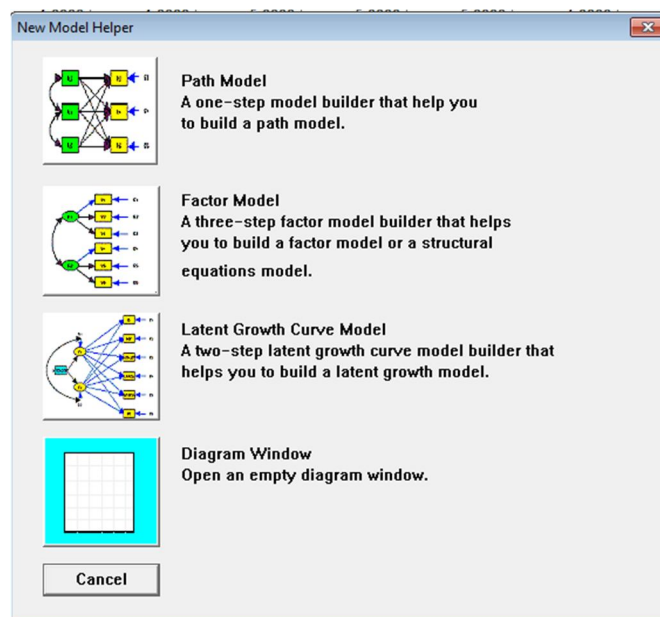


این مدل بسیار ساده بوده و بیشتر جنبه آموزشی دارد. مدل‌های تحلیل می‌تواند بسیار پیچیده و تودرتو نیز باشد. باید دانست که در نمودار فوق شاخصی اندازه‌گیری مستقیم نشده و هر کدام با تعدادی سوال سنجیده شده است. مثلاً مدیریت منابع انسانی با ۱۰ سوال، انگیزش با ۵ سوال، فرهنگ سازمانی با ۶ سوال و ... بنابراین تمامی این شاخص‌ها متغیرهای پنهان یا مکنون هستند و گویه‌ها یا سوالات پرسشنامه بعنوان متغیر آشکار در نظر گرفته شده است (مثل لیزر، به مبانی رجوع کنید!).

به نرم افزار باز می‌گردیم. می‌خواهیم به (EQS) بفهمانیم! که این مدل را برایمان ارزیابی کن، یعنی ضرایب تأثیر، معناداری آنها، بارهای عاملی و در نهایت برازش مدل را به ما بده. برروی آیکونی که به صورت مدل است کلیک کنید.

EQS 6.1 for Windows - [boloren.ess]						
File Edit View Data Analysis Data Plot Build_EQS Window Help						
	V	V2	V3	V4	VA	V5
1	62.0000		1.0000		14.0000	2.0000
2	47.0000	21.0000	2.0000	1.0000	8.0000	2.0000

با اینکار پنجره زیر باز خواهد شد:



چهار عمل اصلی در (EQS)

همانطور که در بخش‌های قبل آمد، در این پنجره به چهار صورت می‌توان به ارزیابی مدل پرداخت:

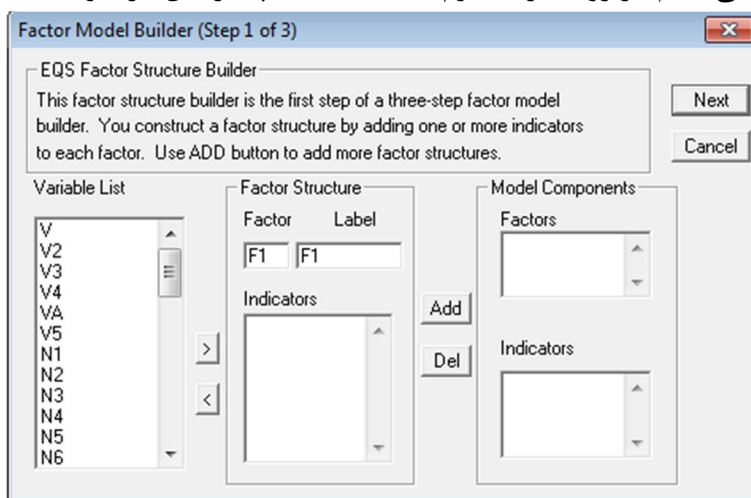
۱- (Path Model): جهت رسم نمودار تحلیل مسیر بدون در نظر گرفتن متغیرهای آشکار و پنهان. یعنی در این مورد فقط متغیرهای مستقل و وابسته که اندازه‌گیری شده است وارد می‌شود و چیزی به اسم تحلیل عاملی و یا شاخص‌سازی وجود ندارد. اگر دقت کنید تمامی متغیرها به صورت مستطیل نشان داده شده است و این یعنی تمامی آنها اندازه‌گیری شده هستند و قرار نیست شاخص ساخته شده و متغیرهای پنهان ایجاد شوند. این روش کاربرد بسیاری دارد و در پژوهش‌های اجتماعی نیز به وفور از آن استفاده می‌شود. بنابراین فقط یک مرحله را شامل می‌شود و آن تعریف متغیرهای مستقل و وابسته است.

۲- (Factor Model): در این روش شاخص‌سازی وجود دارد و کاربر متغیر آشکار، متغیر پنهان، متغیر مستقل و متغیر وابسته را در نظر می‌گیرد. محقق قصد دارد به بررسی رابطه بین متغیرهای آشکار و پنهان با هم و در بین یکدیگر پرداخته و از سوی دیگر متغیر مستقل و وابسته نیز دارد. چیزی شبیه کاری که ما می‌خواهیم انجام دهیم. بنابراین سه مرحله دارد، تعریف مستقل یا وابسته بودن، تعریف آشکار و پنهان بودن و در نهایت تعریف ارتباط بین متغیرهای آشکار و پنهانشان و تعریف رابطه بین آنها.

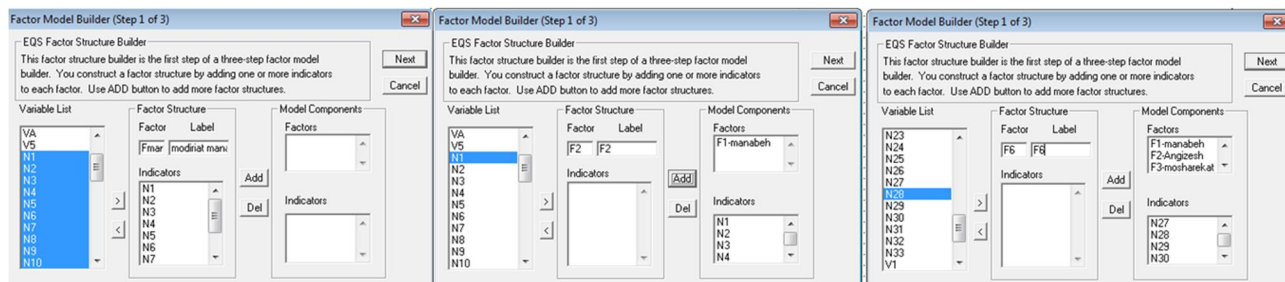
۳- (Latent Growth Model): این روش به قبلی شباهت داشته و فقط از روی متغیرهای پنهان که شاخص هستند دوباره شاخص ساخته شده است. که کمی پیچیده تر از قبلی‌ها خواهد بود.

۴- (Diagram Window): در نهایت در این روش همچون لیزرل می‌توان از رسم دستی استفاده کرد که با توضیحات بالا کاربرد خاصی ندارد.

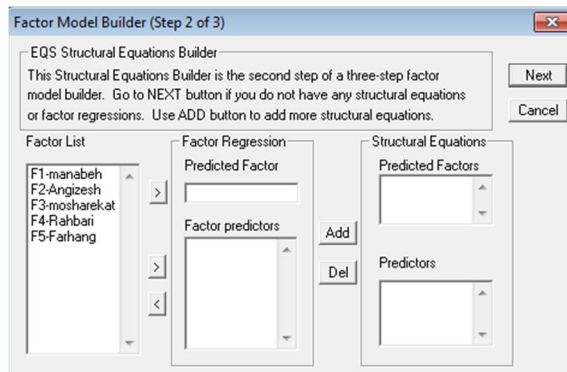
ابتدا روش دوم را شرح می‌دهیم. بر روی گزینه دوم کلیک کنید تا پنجره آن باز شود:



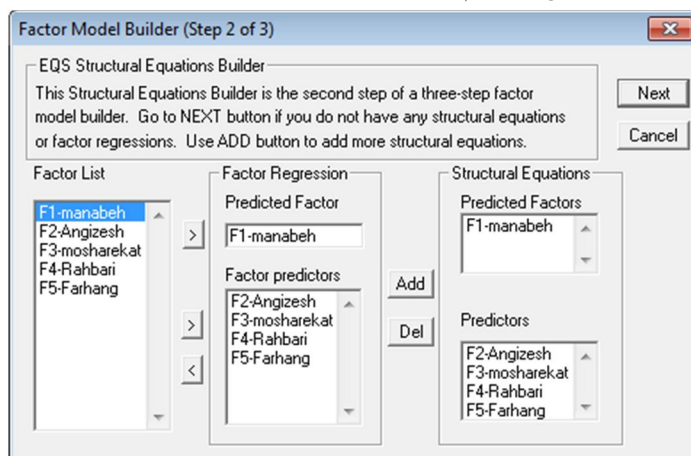
این پنجره در صفحه‌ای باز می‌شود که نقطه چین بوده و چیزی شبیه به صفحه رسم نمودار است، کاری با فضا نداریم. در این پنجره ابتدا باید مشخص کنیم که کدام یک از سوالات پرسشنامه، گویه‌ها و یا متغیرهای آشکار به کدام عامل یا شاخص یا متغیر پنهان مربوط هستند. آنها را انتخاب کرده به قسمت (Indicators) انتقال می‌دهیم. مثلاً در مدل خود، شاخص مدیریت منابع انسانی از دو سوال شکل گرفته یعنی از (N1) تا (N10) را به بخش (Indicators) انتقال می‌دهیم. می‌توانید نام فاکتور و برجسب آنرا تعریف کنید. سپس بر روی گزینه (Add)، کلیک کنید تا این شاخص ساخته شده و به سراغ شاخص بعدی و بعدی و بعدی بروید و تمام این مراحل را تکرار نمایید با انجام این کار شما تمامی پنج شاخص را ساخته و آماده مرحله بعد خواهید شد.



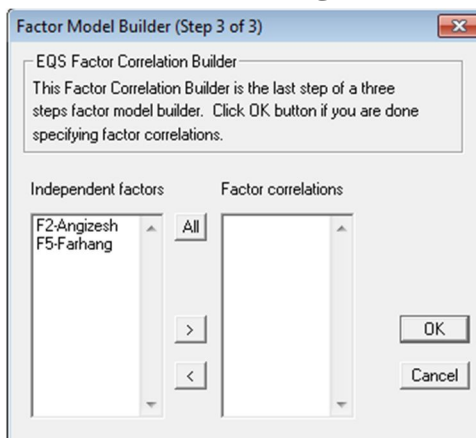
پس از اینکه تمامی شاخص‌ها را تعریف کرده و گویه‌های آن را افزودید بر روی گزینه (Next)، کلیک کنید تا به مرحله بعد برویم، همانطور که آمد در این مرحله قصد داریم تا متغیرهای مستقل و وابسته را تعریف نماییم:



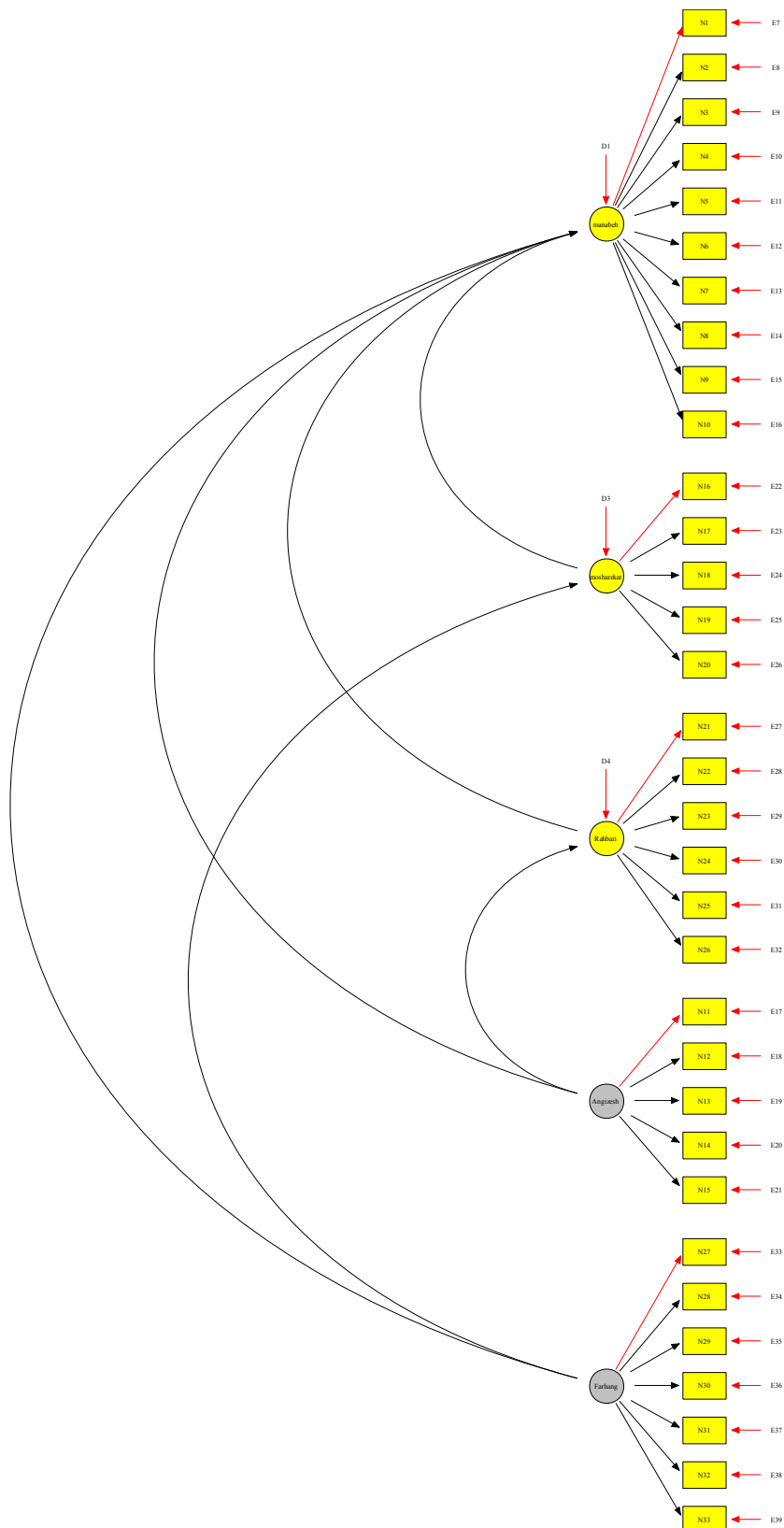
با توجه به نمودار تحلیلی مشخص است که متغیرهای آشکار و پنهان کدامها هستند. به بیان دیگر در این مدل چند متغیر مستقل و چند متغیر وابسته وجود دارد و وابسته نهایی نیز شاخص مدیریت منابع انسانی است. به مدل خود نگاه کرده و متغیرهای وابسته و مستقل مربوط به آنرا مشخص کنید. در مدل مثالی ما، مدیریت منابع انسانی وابسته و چهار شاخص دیگر مستقل آن هستند با توجه به جهت فلش‌ها، مشارکت و کار تیمی وابسته و فرهنگ سازمانی مستقل آن است. وظایف مدیریت وابسته و انگیزش مستقل آن است. تمامی اینها را بایستی در این پنجره که مرحله دوم است مشخص نماییم.



برای تک تک وابسته‌ها این کار صورت می‌گیرد. پس از این کار بر روی گزینه (Next) کلیک کنید تا به مرحله نهایی برویم. با کلیک بر روی آن پنجره زیر باز می‌شود:

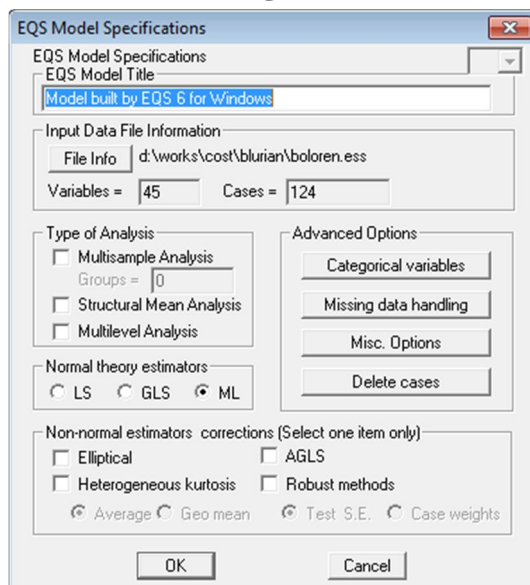


در این مرحله اگر نیاز هست می‌توانیم همبستگی بین فاکتورهای مستقل را مشخص نماییم که در مدل فقط متغیر مستقل هستند و در غیر اینصورت (که اغلب هم نیازی نیست) بر روی گزینه (Ok) کلیک کرده و خروجی کارهای خود را همانند شکل زیر مشاهده می‌کنیم:

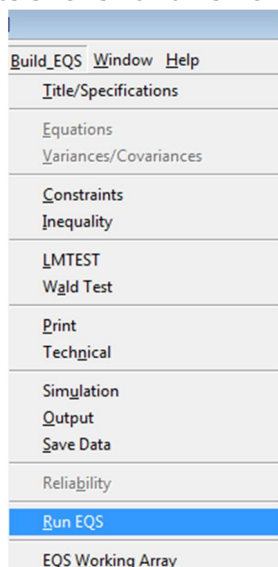


اگرچه این مدل بسیار بزرگ است و این به خاطر بالا بودن تعداد متغیرهای آشکار یا همان سوالات پرسشنامه

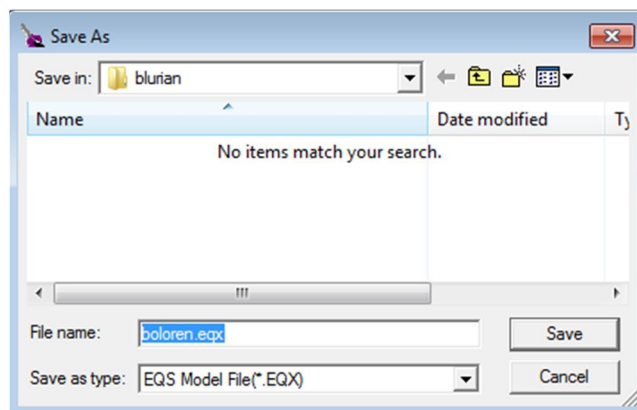
است. هیچ عددی بر روی مسیرها وجود ندارد. این یعنی اینکه هنوز کار ما تمام نشده است. در صفحه خروجی مجدداً بر روی گزینه (Build EQS) کلیک کنید تا نوار آبخاری باز شود. و سپس گزینه (Run EQS) کلیک کنید پس از کمی تأمل پنجره زیر در صفحه جدید باز می‌شود:



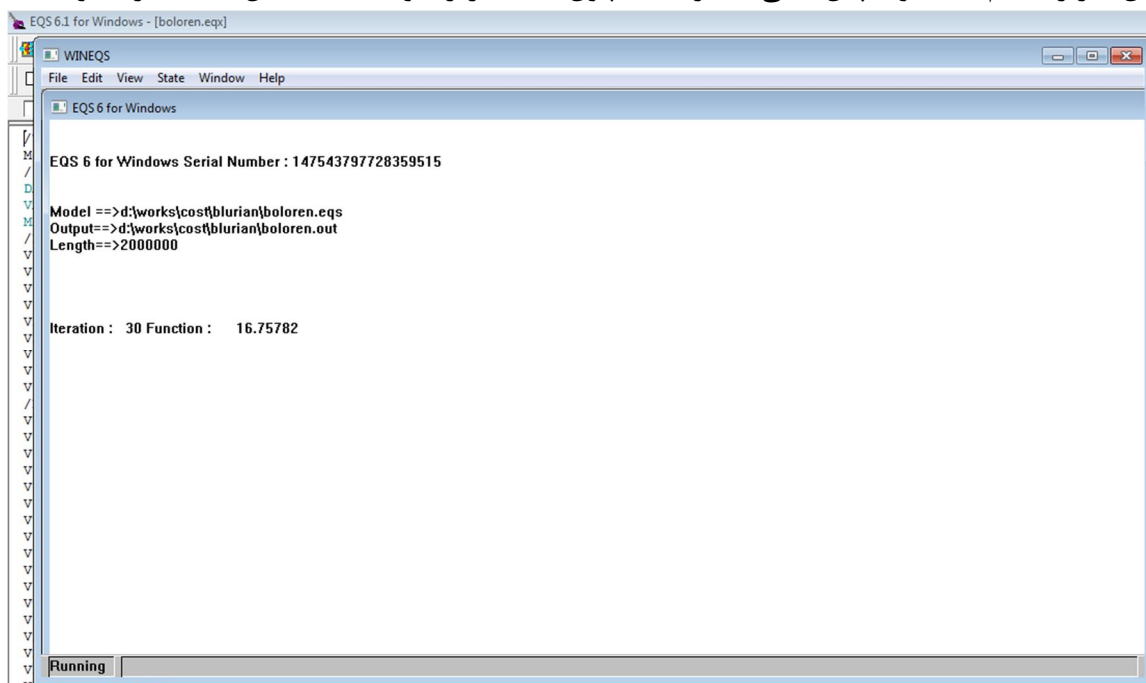
بدون تغییر پیش فرض ها بر روی گزینه (ok)، کلیک کنید. حال در همین پنجره خروجی مجدداً بر روی (Build EQS) کلیک کنید تا نوار آبخاری آن باز شود و در آن بر روی (Run EQS) کلیک کنید:



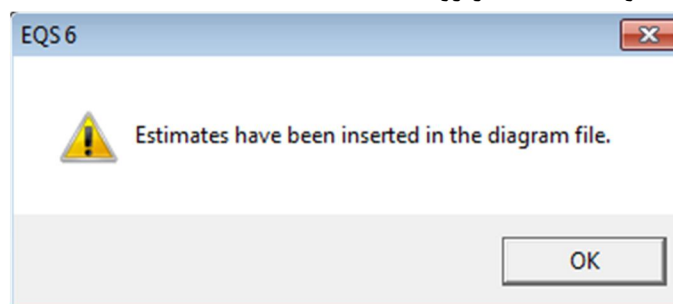
از شما خواهان ذخیره سازی است:



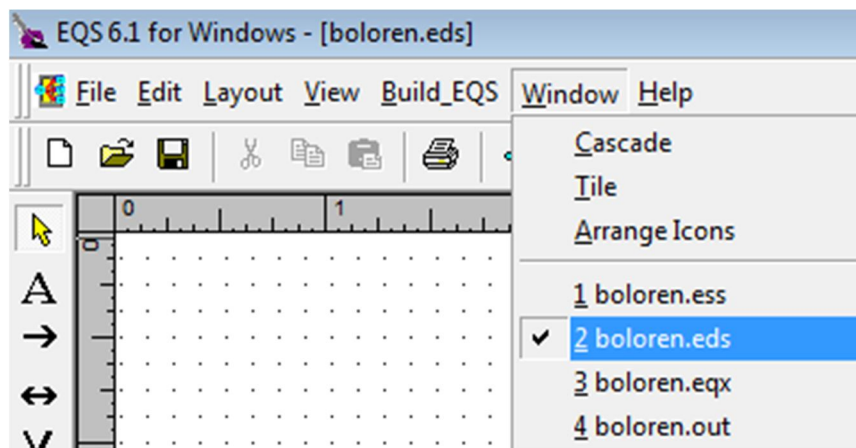
این کار را انجام دهید و سپس کمی تغییرات همچون صفحه زیر خواهید دید تأمل کنید تا رد شود:



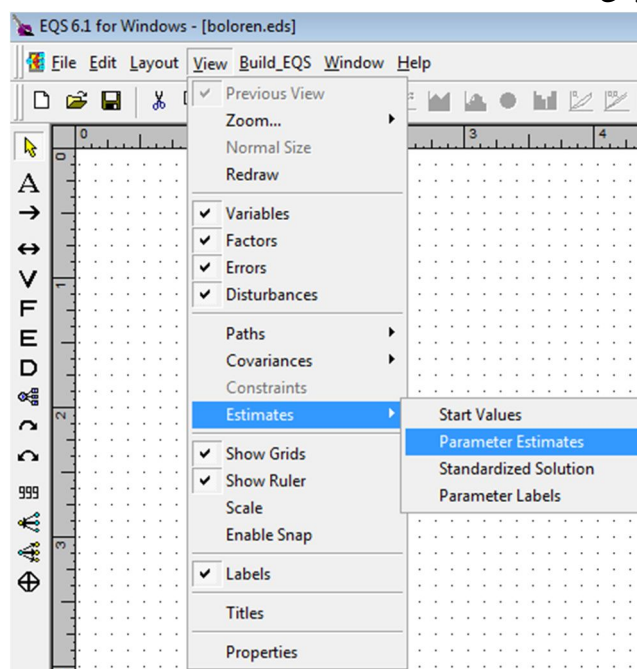
پیغامی مانند پیغام زیر داده خواهد شد که بر روی (ok) کلیک کنید:



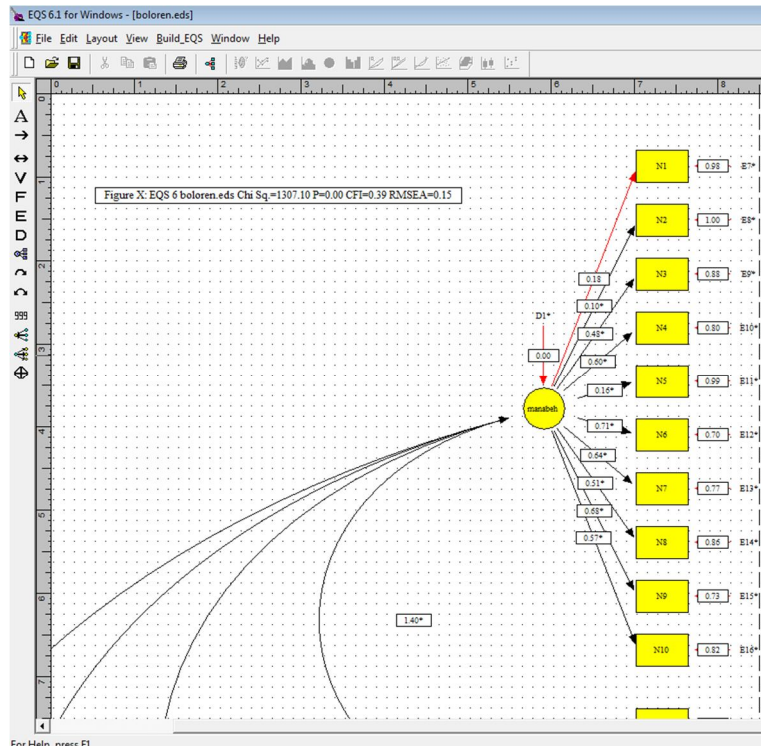
برای مشاهده ضرایب تأثیر و ... باید بر روی گزینه (Window) و پس از آن فرمت (.eds) کلیک کنید تا نمودار خود را ببینید:



بر روی گزینه (View) و سپس (Estimates) کلیک کنید.



با اینکار مقادیر مورد نظر که بخشی از آن در شکل زیر آمده است دیده می‌شود.



در ادامه خروجی نیز به صورت خودکار برازش مدل و پارامترهای مربوط به آن اضافه شده است.

برازش مدل در معادلات ساختاری

آزمون‌های برازش مدل به این سؤال پاسخ می‌دهند که مدل مورد نظر چقدر خوب و برازنده‌ی داده‌های پژوهش است. از این آزمون‌ها به مشهورترین آنها یعنی آزمون‌های نیکویی برازش اشاره می‌شود. اگرچه این آزمون‌ها بر آزمون کای اسکوتر مبتنی هستند ولی در کنار آن ذکر می‌شوند. جدول شماره یک چکیده‌ای از این آزمون‌ها می‌باشد. خیلی به فلسفه این آزمون‌ها فکر نکنید فقط مدل را با مقادیر آنها ارزیابی کنید!!!

خلاصه‌ی آزمون‌های برازندگی مدل در معادلات ساختاری

ردیف	نام آزمون	معیار اصلی	چه زمانی مدل برازنده است؟	توضیحات
۱	χ^2	تفاوت فراوانی مشاهده شده و مورد انتظار	معنادار باشد (بزرگتر از میزان جدول)	حساس به حجم نمونه
۲	RMR	واریانس باقیمانده و کوواریانس	هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد.	Root Mean Square Residual
۳	GFI	ارزیابی مقدار نسبی واریانس و کوواریانس	بین صفر و یک. باید برابر یا بزرگتر از ۰/۹ باشد.	Goodness of fit index
۴	AGFI	میانگین مجذورات به جای مجموع مجذورات در مدل بالا	بین صفر و یک. باید برابر یا بزرگتر از ۰/۹ باشد.	Adjusted Goodness of Fit Index
۵	RMSEA	خطای مجموع مجذورات میانگین	اگر کوچکتر از ۰/۱ باشد.	Root Mean Square Error of Approximation
۶	NFI	مقایسه مدل مورد نظر با مدل بدون رابطه‌هایش	باید بزرگتر از ۰/۹ باشد.	شاخص بنتلر بونت
۷	CFI	مقایسه مدل مورد نظر با مدل بدون رابطه‌هایش	باید بزرگتر از ۰/۹ باشد.	-

البته آزمون‌های بیشتری در این رابطه وجود دارد و بحث اجمالی آن را در جای دیگر (اینترنت!) دنبال کنید!

سخن پایانی

این نوشتار تلاش کرده است تا قدم اول در معرفی این نرم افزار را بردارد. بنابراین توضیح مفصل و زیاد در رابطه با نرم افزار را بر عهده خود کاربر می‌گذاریم. در رابطه با مبانی نظری معادلات ساختاری و آماری بایستی محققان تلاش بیشتری نمایند. این نوشته در صدد برآمده است اشاره‌ای کوتاه و مستقیم به استفاده از نرم افزار (EQS) بنماید و امید می‌رود محققین خود در راستای شناخت بیشتر نرم افزار تلاش نمایند و توقع زیادی از این نوع خلاصه نویسی‌ها نداشته باشند. اگرچه دوره‌های آموزشی معادلات ساختاری بسیار طولانی‌تر است اما به نظر بنده کسانی که طالب علمند و در این مسیر تلاش می‌کنند و از سختی نمی‌هراسند این نوشتار کمک‌رسان خوبی خواهد بود برایشان ان شاء... .

حمید مسعودی

مرداد ماه ۱۳۹۱

ماه مبارک رمضان