

به نام ساختار دهنده هستی

آموزش لیزرل در چند دقیقه!

کاری از: حمید مسعودی

(دانشجوی پژوهشگری علوم اجتماعی)

دانشگاه فردوسی مشهد

(خردادماه ۱۳۹۱)

تماس با پژوهشگر

Massoudihamid@Gmail.Com

Hamidmassoudi.Com

Massoudihamid@Iran.Ir

فهرست مطالب

۳..... مقدمه

۴..... اندیشه اساسی زیر بنای مدل‌یابی ساختاری

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

۶..... موارد کاربرد روش لیزرل

۶..... نرم افزار لیزرل

۶..... تحلیل عاملی اکتشافی و تاییدی

۸..... روش کلی کار در الگوی معادلات ساختاری

۹..... شروع کار با نرم افزار لیزرل

۲۰..... آزمون‌های برازندگی مدل در معادلات ساختاری

۲۳..... تحلیل معادلات ساختاری به صورت آنلاین

توجه

اگر حوصله مبانی نداشته و دوست دارید با کاربرد و اجرای نرم افزار لیزرل آشنا شوید از مباحث ابتدایی رد شده و به بخش مربوطه، یعنی **(شروع کار با نرم افزار لیزرل)** رجوع کنید...

مقدمه

مدل معادلات ساختاری و یا به طور اختصار SEM که مخفف (Structural Equational 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، الگوسازی علی و لیزرل 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 ساختاری¹ SEM یک تحلیل چند متغیری بسیار نیرومند از خانواده رگرسیون چند متغیری و به بیان دقیق تر بسط مدل خطی کلی² 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 ساختاری³ (LISREL).
- حداقل مربعات جزئی⁴ (PLS).

¹ Structural Equation Model (SEM).

² General Linear Model (GLM).

³ Linear Structural RELations (LISREL).

⁴ Partial Least Squares (PLS).

تکنیک لیزرل آمیزه دو تحلیل است:

- تحلیل عاملی تأییدی^۱ (مدل اندازه گیری^۲)
- تحلیل مسیر^۳ - تعمیم تحلیل رگرسیون (مدل ساختاری^۴)

منظور از اندازه‌گیری، سنجش روابط بین متغیرهای مشاهده شده (گویه‌های پرسشنامه) و متغیرهای 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 هر یک از شاخص‌ها تا چه حد متضمن مفهوم ابعاد متغیر مکنون هستند.

اندیشه اساسی زیر بنای 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 $X^4Y=$ 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 Y از طریق معادله $X^4Y=$ 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. هر چند 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 اندازه‌گیری در تکنیک لیزرل به صورت رابطه زیر است (جارسکوگ و ساربون، ۱۹۸۹).

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

$$\begin{cases} y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \\ x = \Lambda_x \xi + \delta \end{cases}$$

رابطه (۱)

$$E(\zeta) = 0; \text{COV}(\zeta) = \Psi \quad E(\varepsilon) = 0; \text{COV}(\varepsilon) = \Theta_\varepsilon$$

$$E(\delta) = 0; \text{COV}(\delta) = \Theta_\delta$$

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

¹ Confirmatory Factor Analysis (CFA).

² Measurement Model.

³ Path Analysis.

⁴ Structural Model.

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

برای برآورد مدل اندازه گیری بر روی تحلیل عامل تأییدی که بخشی از الگوهای اندازه گیری است تمرکز می‌کنیم. این الگو در مورد نحوه سنجش متغیرهای مکنون توسط متغیرهای مشاهده شده بحث می‌کند و در واقع ساختار عاملی، فرضیه‌ای است که برای همبستگی‌های مشاهده شده به حساب می‌آید. تحلیل عاملی تأییدی از نظر جبری بسیار پیچیده است و برای هرگونه محاسباتی همیشه از لیزرل و یا برنامه‌های معادل آن استفاده می‌شود. در تحلیل عاملی تأییدی مدلی ساخته می‌شود که در آن فرض می‌شود داده‌های تجربی بر پایه‌ی چند پارامتر توصیف یا محاسبه می‌گردند. این مدل مبتنی بر اطلاعات قبلی درباره‌ی ساختار داده‌ها است، ساختاری که در قالب یک تئوری، فرضیه و یا دانش حاصل از مطالعات پیشین (همان تحلیل عاملی اکتشافی) به دست آمده است. نرم افزار لیزرل پس از بررسی مدل مفروض و اخذ داده‌های مربوط به متغیرها، مدلی نهایی را ارائه می‌دهد. این مدل نهایی که قسمت اعظم تحلیل را در برمی‌گیرد. در این مدل تمامی روابط علی ساختاری به تصویر کشیده می‌شود. برای هر متغیر یک ضریب تعیین ویژه و برای هر رابطه در نظر گرفته می‌شود. این نمادها به فراخور نوع رابطه، یک ضریب بتا (β) یا گاما (γ) ضرایب رگرسیون در معادلات ساختاری هستند:

(γ): ضریب گاما، ضریب رابطه علی مفروض بین متغیر مستقل و متغیر وابسته است.

(β): ضریب بتا، ضریب رابطه علی مفروض بین دو متغیر وابسته است (سرمد و همکاران، ۱۳۸۰).

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 برچسب 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.

¹ Latent variables

² Observed variables

موارد کاربرد روش لیزرل

روش لیزرل ضمن آنکه ضرایب مجهول مجموعه معادلات ساختاری خطی را برآورد می‌کند برای برازش مدل‌هایی که شامل متغیرهای مکنون، خطاهای اندازه‌گیری در هر یک از متغیرهای وابسته و مستقل، علیت دو سویه، هم‌زمانی و وابستگی متقابل می‌باشد طرح ریزی گردیده است. اما این روش را می‌توان به عنوان موارد خاصی برای روشهای تحلیل عاملی تاییدی، تحلیل رگرسیون چند متغیری، تحلیل مسیر، مدل‌های اقتصادی خاص داده‌های وابسته به زمان، مدل‌های برگشت پذیر و برگشت ناپذیر برای داده‌های مقطعی/ طولی، مدل‌های ساختاری کوواریانس و تحلیل چند نمونه ای (مانند آزمون فرضیه‌های برابری ماتریس کوواریانس‌های، برابری ماتریس همبستگی‌ها، برابری معادلات و ساختارهای عاملی و غیره) نیز به کار برد.

نرم افزار لیزرل

لیزرل یک محصول نرم افزاری است که به منظور برآورد و آزمون مدل‌های معادلات ساختاری طراحی و از سوی "شرکت بین المللی نرم افزار علمی"¹ به بازار عرضه شده است. این نرم افزار با استفاده از همبستگی و کوواریانس اندازه‌گیری شده، می‌تواند مقادیر بارهای عاملی، واریانسها و خطاهای متغیرهای مکنون را برآورد یا استنباط کند و از آن می‌توان برای اجرای تحلیل عاملی اکتشافی، تحلیل عاملی مرتبه دوم، تحلیل عاملی تاییدی و همچنین تحلیل مسیر (مدل یابی علت و معلولی با متغیرهای مکنون) استفاده کرد.

تحلیل عاملی اکتشافی و تاییدی

تحلیل عاملی می‌تواند دو صورت اکتشافی و تاییدی داشته باشد. اینکه کدام یک از این دو روش باید در تحلیل عاملی به کار رود مبتنی بر هدف تحلیل داده هاست. در تحلیل اکتشافی (Exploratory factor analysis) پژوهشگر به دنبال بررسی داده‌های تجربی به منظور کشف و شناسایی شاخص‌ها و نیز روابط بین آنهاست و این کار را بدون تحمیل هر گونه مدل معینی انجام می‌دهد. 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

¹ Scientific software international (www.ssicentral.com)

را توجیه می‌کنند داده‌ها را بکاود. بنابر این تحلیل اکتشافی بیشتر به عنوان یک روش تدوین و تولید تئوری و نه یک روش آزمون تئوری در نظر گرفته می‌شود.

تحلیل عاملی اکتشافی روشی است که اغلب برای کشف و اندازه‌گیری منابع مکنون پراش و همپراش در اندازه‌گیری‌های مشاهده شده به کار می‌رود. پژوهشگران به این واقعیت پی برده‌اند که تحلیل عاملی اکتشافی می‌تواند در مراحل اولیه تجربه یا پرورش تستها کاملاً مفید باشد. توانشهای ذهنی نخستین ترستون، ساختار هوش گیلفورد نمونه‌های خوبی برای این مطلب می‌باشد. اما هر چه دانش بیشتری درباره طبیعت اندازه‌گیری‌های روانی و اجتماعی به دست آید ممکن است کمتر به عنوان یک ابزار مفید به کار رود و حتی ممکن است بازدارنده نیز باشد.

از سوی دیگر بیشتر مطالعات ممکن است تا حدی هم اکتشافی و هم تاییدی باشند زیرا شامل متغیر معلوم و تعدادی متغیر مجهول‌اند. متغیرهای معلوم را باید با دقت زیادی انتخاب کرد تا حتی الامکان درباره متغیرهای نامعلومی که استخراج می‌شود اطلاعات بیشتری فراهم‌آید. مطلوب آن است که فرضیه‌ای که از طریق روش‌های تحلیل اکتشافی تدوین می‌شود از طریق قرار گرفتن در معرض روش‌های آماری دقیق‌تر تایید یا رد شود. تحلیل اکتشافی نیازمند نمونه‌هایی با حجم بسیار زیاد می‌باشد.

در تحلیل عاملی تاییدی (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 داده‌هاست که می‌تواند به شکل: (۱) یک تئوری یا فرضیه (۲) یک طرح طبقه‌بندی کننده معین برای گویه‌ها یا پاره‌تستها در انطباق با ویژگی‌های عینی شکل و محتوا، (۳) شرایط معلوم تجربی و یا (۴) دانش حاصل از مطالعات قبلی درباره داده‌های وسیع باشد.

تمایز مهم روش‌های تحلیل اکتشافی و تاییدی در این است که روش اکتشافی با صرفه‌ترین روش تبیین واریانس مشترک زیربنایی یک ماتریس همبستگی را مشخص می‌کند. در حالی که روش‌های تاییدی (آزمون فرضیه) تعیین می‌کنند که داده‌ها با یک ساختار عاملی معین (که در فرضیه آمده) هماهنگ‌اند یا نه.

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

- تحلیل ساختاری کوواریانس یا روابط خطی ساختاری^۳ (LISREL).
- حداقل مربعات جزئی^۴ (PLS).

تکنیک لیزرل آمیزه دو تحلیل است:

¹ Structural Equation Model (SEM).

² General Linear Model (GLM).

³ Linear Structural RELations (LISREL).

⁴ Partial Least Squares (PLS).

- تحلیل عاملی تأییدی^۱ (مدل اندازه گیری^۲)
- تحلیل مسیر^۳ - تعمیم تحلیل رگرسیون (مدل ساختاری^۴)

منظور از اندازه‌گیری، سنجش روابط بین متغیرهای مشاهده شده (گویه‌های پرسشنامه) و متغیرهای 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 هر یک از شاخص‌ها تا چه حد متضمن مفهوم ابعاد متغیر مکنون هستند.

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 اندازه‌گیری 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 ماتریس کوواریانس ضمنی با ماتریس کوواریانس داده‌های مشاهده شده، معادل باشد. بدین معنی که ماتریس نزدیک صفر باشد.

¹ Confirmatory Factor Analysis (CFA).

² Measurement Model.

³ Path Analysis.

⁴ Structural Model.

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

شروع کار با نرم افزار لیزرل

حتماً شنیدید که یه بنده خدایی میره حرم امام رضا و ازش می‌خواد که تو بانک برنده بشه و کلی التماس می‌کنه تا اینکه ندا می‌آد: فلانی برو حساب باز کن تا بشه یه کاری کرد بدون حساب که همیشه!!! حالا شما اول بایستی نرم افزار را تهیه کنید. این نرم افزار در سایت سازنده به صورت نسخه دانشجویی عرضه شده ولی می‌تونید به تهیه ورژن نهایی آن نیز از مراکز رایانه اقدام کنید. بدون داشتن نرم افزار و کار همزمان آن با مطالعه این جزوه نمی‌توانید کاری از پیش ببرید. شما می‌توانید با استفاده از لینک زیر نسخه دانشجویی (که برای تحلیل کافیه) و نسخه ۱۵ روزه را دریافت کنید:

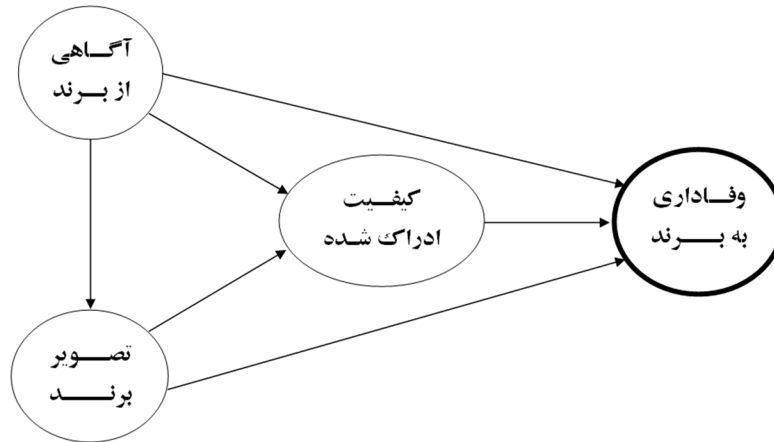
<http://www.ssicentral.com/lisrel/downloads.html>

اگر لینک خراب بود با جستجو در اینترنت می‌توانید آنرا پیدا کنید!

با توجه به مبانی نظری خود مدل نظری را رسم کنید. فرض کنیم مدل نظری یک محقق مانند شکل زیر باشد:

^۱ برگرفته شده از:

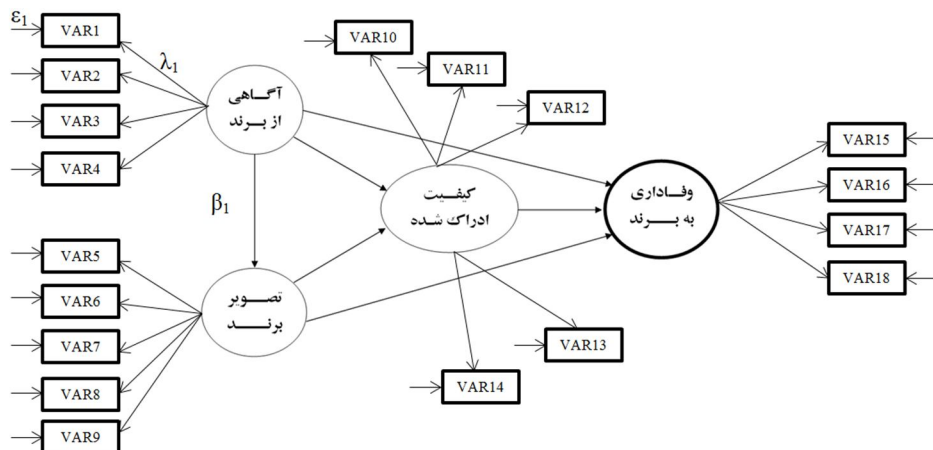
هومن، حیدرعلی (۱۳۸۴). مدل یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم افزار لیزرل. تهران: انتشارات سمت.
نظری، رسول (۱۳۹۰). اثر مهارت‌های ارتباطی و ارتباطات بین فردی بر اثربخشی سازمانی مدیران ورزشی ایران و آرایه الگو. رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده تربیت بدنی (منتشر نشده).
عبداللهی،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



در اینجا متغیر وفاداری به برند به عنوان وابسته و باقی بعنوان مستقل شناخته می‌شوند. همچنین متغیرهای کیفیت و تصویر نیز بعنوان هم مستقل و هم وابسته و در نهایت متغیر آگاهی فقط بعنوان مستقل شناخته می‌شود. استحضار دارید که می‌توانیم در این راستا فرضیات چندی را برشماریم، مثلاً بین آگاهی از برند و وفاداری به برند رابطه وجود دارد. و فرضیات دیگری که با توجه به فلش‌های موجود در نمودار قابل تشخیص است.

اما این مدل برگرفته از مبانی نظری است و محقق قصد دارد که میزان تأثیر هر کدام از متغیرهای مستقل بر روی وابسته و در نهایت برازندگی مدل خود را ارزیابی نماید. گفتنی است که هر کدام از فلش‌ها نشان از مقداری تأثیر دارد. نکته مهم اینکه هر کدام از متغیرها با تعدادی گویه (پرسش) در پرسشنامه سنجیده شده است و هیچیک از متغیرها به طور مستقیم از پاسخگو سؤال نشده است. به همین جهت گویه‌های پرسشنامه، متغیرهای آشکار و این‌ها متغیرهای پنهان مکنون هستند.

پس بنابراین بهترین نوع نمایش مدل به صورت زیر است:



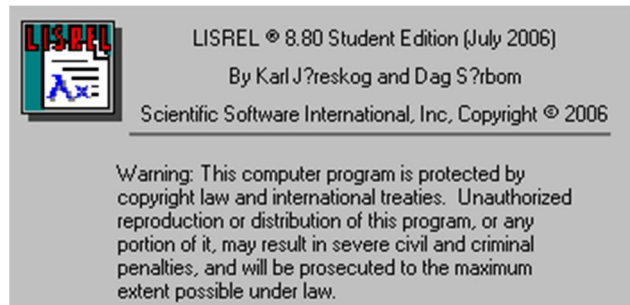
در مدل فوق متغیرهای آشکار (گویه‌ها) به صورت مربع یا مستطیل، متغیرهای مکنون یا پنهان یا سازه‌ها به صورت دایره یا بیضی، خطاها با ϵ (هم برای آشکارها و هم برای مکنون‌ها)، بار عاملی یا وزن عاملی که نشان از همبستگی و میزان باری است که یک متغیر آشکار بر روی پنهان دارد و اصولاً بایستی بیشتر از $0/3$ باشد با λ ، میزان تأثیر هر یک از

متغیرها بر روی دیگری نیز با استفاده از β نشان داده شده است. هدف ما این است که اولاً این مقادیر را اندازه‌گیری کرده و سپس مدل را ارزیابی کنیم. همچنین متغیر پنهان آگاهی (با ۴ گویه)، تصویر (با ۵ گویه)، کیفیت (با ۵ گویه) و در نهایت وفاداری (با ۴ گویه) سنجیده شده است.

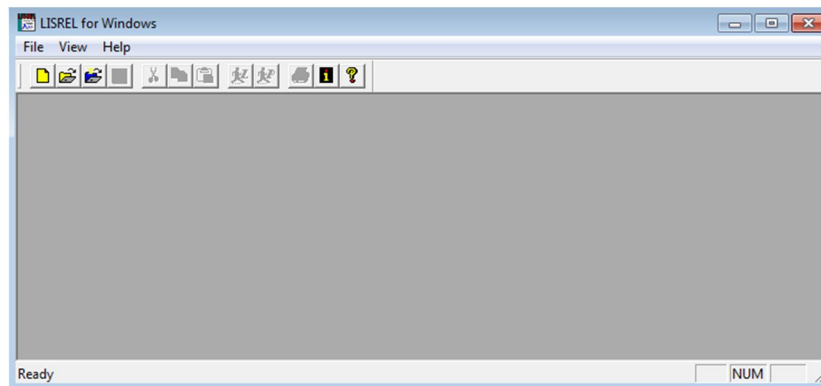
توجه

پس متوجه شدید که مدل‌یابی معادلات ساختاری دو بخش دارد، تحلیل عاملی (آنهم تأییدی، چون شما عامل‌ها را تأیید می‌کنید و نه اکتشاف) و سپس رگرسیون چندگانه. پس بایستی با هر دو مبحث آشنا باشید.

نرم افزار را اجرا کنید.



پس اجرای آن صفحه اصلی لیزرل به شکل زیر خواهد بود:



همانگونه که مشخص است این صفحه بسیار محیط ساده‌ای دارد. و این شما هستید که با داده‌های خود در این صفحه شروع بکار کرده و شلوغی و بی‌نظمی را در آن ایجاد می‌کنید.

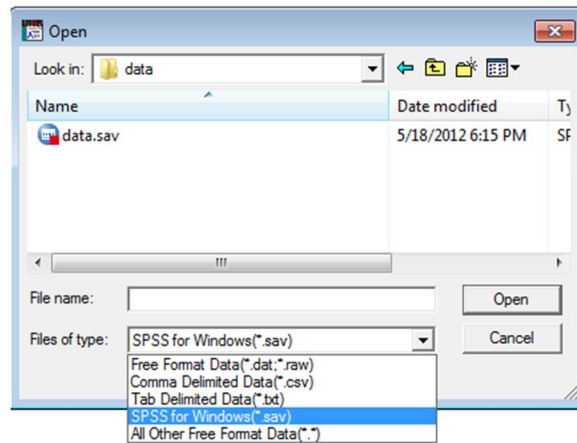
توجه

قبل از شروع کار باید بدانید که داده‌های خود (پرسشنامه‌ها) را می‌توانید در اکسل، SPSS و مواردی از این نوع وارد کنید سپس آنرا به لیزرل فراخوانی کنید. همچنین می‌توانید در خود لیزرل نیز داده‌ها را وارد نمایید ولی ما روش ورود داده‌ها به SPSS را پیشنهاد می‌کنیم.

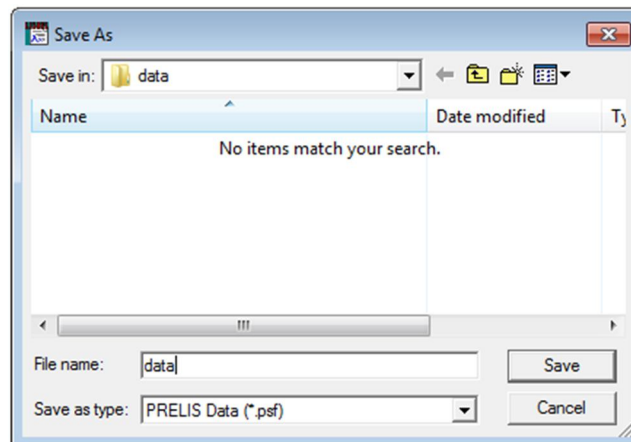
داده‌ها را وارد لیزرل کنید. می‌توانید کپی و پیست کنید و می‌توانید از گزینه‌ی Import Data نیز استفاده کنید که ما راه دوم را پیشنهاد می‌کنیم (شکل زیر).



با کلیک بر روی آن پنجره مربوطه باز می‌شود و شما داده‌های مورد نظر را با توجه به فرمت آن که در شکل زیر مشخص است یافته و وارد لیزرل کنید.



می‌توانید بر روی فایل داده‌ها دابل کلیک (دوبار کلیک) کرده و یا با انتخاب آن گزینه **Open** را بزنید. پس از این کار پنجره دیگری باز می‌شود و از شما می‌خواهد داده‌ها را دوباره ذخیره کنید البته این بار با فرمت لیزرل یعنی (psf). پس ادامه دهید.



داده‌ها را با هر نام دلخواهی که دوست دارید(!!!)، در هر کجایی که دوست دارید(!!!) ذخیره کنید. البته پیشنهاد ما این است که در همان پوشه‌ای که فایل داده‌های SPSS وجود دارد، می‌باشد. پس از اینکه این کار را انجام دادید صفحه ساده‌ی لیزرل به صورت زیر در می‌آید و این یعنی اینکه داده‌ها وارد لیزرل شده است و آماده کار!

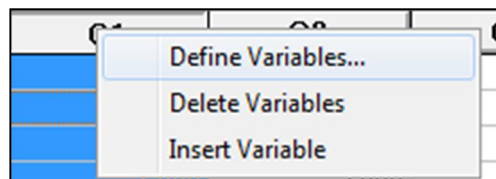
	GENDER	AGE	EDUCATIO	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1	1.000	1.000	5.000	4.000	3.000	4.000	2.000	2.000	1.000	1.000	2.000	1.000	1.000
2	1.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3	1.000	2.000	1.000	1.000	2.000	2.000	3.000	2.000	2.000	3.000	1.000	2.000	2.000
4	1.000	2.000	2.000	1.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
5	1.000	2.000	3.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	2.000	1.000
6	1.000	2.000	3.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	2.000	1.000
7	1.000	2.000	3.000	1.000	1.000	1.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
8	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	1.000	1.000	1.000
9	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	1.000	1.000	1.000
10	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	1.000	1.000	1.000
11	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	1.000	1.000	1.000
12	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	2.000	3.000	1.000	2.000	3.000	2.000	2.000	1.000
13	1.000	2.000	3.000	1.000	3.000	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	2.000	1.000	1.000
14	1.000	2.000	3.000	2.000	2.000	4.000	4.000	2.000	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000
15	1.000	2.000	3.000	2.000	3.000	2.000	1.000	3.000	3.000	3.000	2.000	2.000	1.000
16	1.000	2.000	3.000	2.000	3.000	3.000	1.000	2.000	3.000	3.000	2.000	3.000	2.000
17	1.000	2.000	3.000	2.000	3.000	4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000
18	1.000	2.000	3.000	2.000	3.000	4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000
19	1.000	2.000	3.000	2.000	3.000	4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000
20	1.000	2.000	3.000	2.000	3.000	4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000
21	1.000	2.000	4.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.000	2.000	1.000	1.000	1.000
22	1.000	2.000	4.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.000	2.000	1.000	1.000	1.000
23	1.000	2.000	4.000	1.000	2.000	1.000	1.000	1.000	3.000	2.000	1.000	1.000	1.000
24	1.000	2.000	4.000	1.000	2.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	1.000	1.000	2.000
25	1.000	2.000	4.000	1.000	2.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	1.000	1.000	2.000
26	1.000	2.000	4.000	1.000	2.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	1.000	1.000	2.000
27	1.000	2.000	4.000	1.000	2.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	1.000	1.000	2.000
28	1.000	2.000	4.000	1.000	3.000	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
29	1.000	2.000	4.000	1.000	3.000	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
30	1.000	2.000	4.000	1.000	3.000	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
31	1.000	2.000	4.000	1.000	3.000	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
32	1.000	2.000	4.000	2.000	2.000	1.000	1.000	2.000	1.000	3.000	1.000	1.000	1.000
33	1.000	2.000	4.000	2.000	2.000	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000

حال نوبت به آن می‌رسد که کمی در رابطه با گزینه‌هایی که در نوار ابزار لیزرل وجود دارد کنکاش کنید و اگر با SPSS آشنایی دارید با آنها کار کنید. در قسمت بالا گزینه‌هایی وجود دارد که به کاربر توانایی کار با داده‌ها را داده و مباحثی را بجز بحث اصلی مدل‌یابی معادلات ساختاری بیان می‌دارد.

توجه

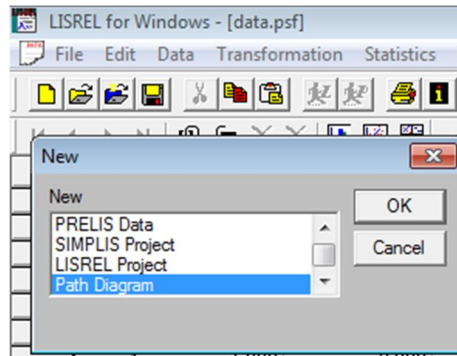
این را بدانید که لیزرل برخی از کارهای مهم آماری از جمله توصیف‌های تک و چند متغیره، آزمون مقایسه میانگین، آزمون همبستگی‌ها، رگرسیون و ... را نیز انجام می‌دهد که به راحتی در منوهای آن قابل دسترسی است.

با کلیک راست بر روی نام متغیرها می‌توانید نام متغیر را تغییر داده و آن را به نام دلخواه تغییر دهید (همانند تصویر زیر).

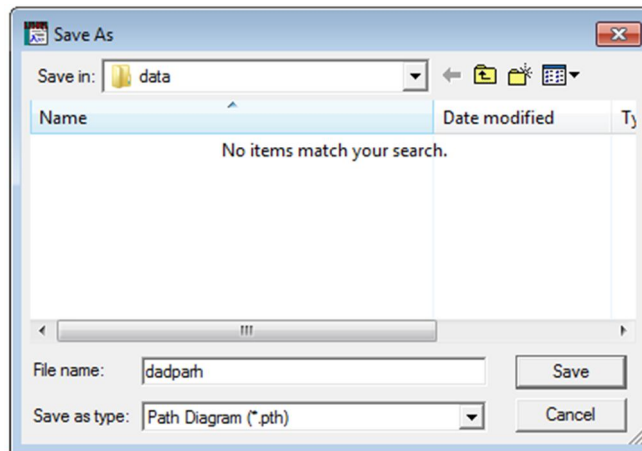


همچنین در این پنجره می‌توانید داده‌های خود را اگر به صورت طیف لیکرت است به شکل فاصله درآوردید تا تحلیل بهتری انجام گیرد پس این کار را صورت دهید.

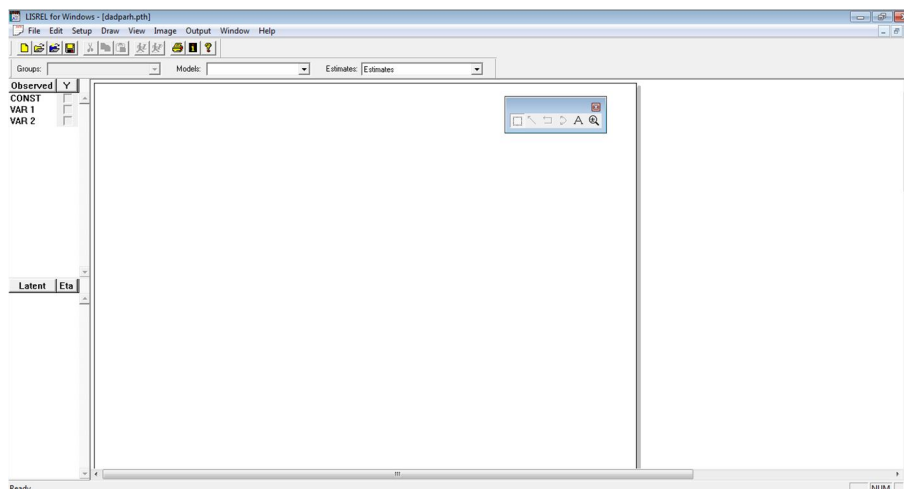
خب، اگر فراموش نکرده باشید، ما یک مدل نظری داریم و این مدل بایستی در لیزرل مورد ارزیابی قرار گیرد. پس بایستی در صفحه‌ای از لیزرل آن را رسم کنید. بنابراین بر روی (NEW) در گوشه سمت چپ بالا کلیک کنید تا پنجره آن باز شود.



پس از کلیک بر روی آن و زدن دکمه (OK) با پنجره زیر روبرو می‌شوید. در این پنجره از شما پرسیده می‌شود: نموداری را که بناست رسم کنید، می‌خواهید در کجا ذخیره کنید. شما هم به راحتی مکان آن (بهتر است در همان پوشه داده‌ها باشد) را انتخاب و ذخیره کنید. فرمت فایل‌های نموداری نیز (pth) است.

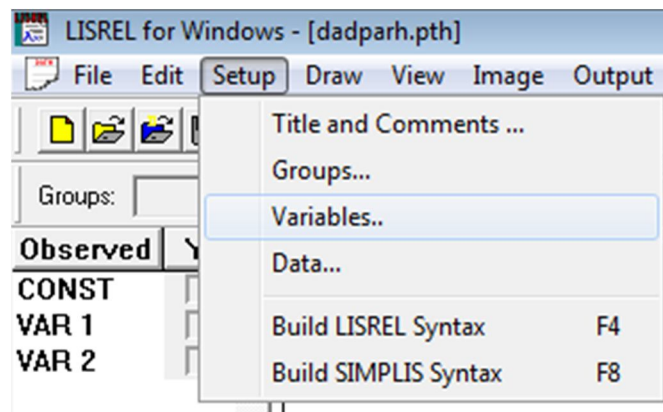


پس از اینکار و کلیک بر روی دکمه (Save) صفحه لیزرل به شکل زیر در می‌آید و این یعنی اینکه صفحه جدیدی باز شده و شما می‌توانید مدل خود را رسم کنید.

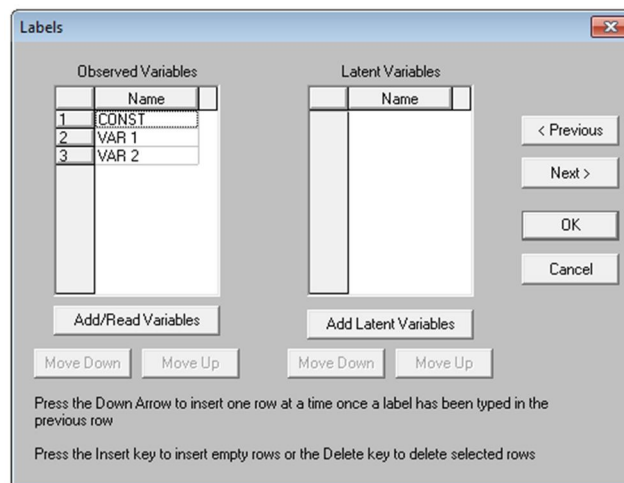


در سمت چپ به راحتی جایگاه متغیرهای آشکار (Observed) و پنهان (Latent) و در وسط صفحه نیز نوار ابزار را مشاهده می‌کنید. شما بایستی داده‌هایی را که به لیزرل فراخوانی کرده‌اید به این بخش لینک کرده و عناوین متغیرهای

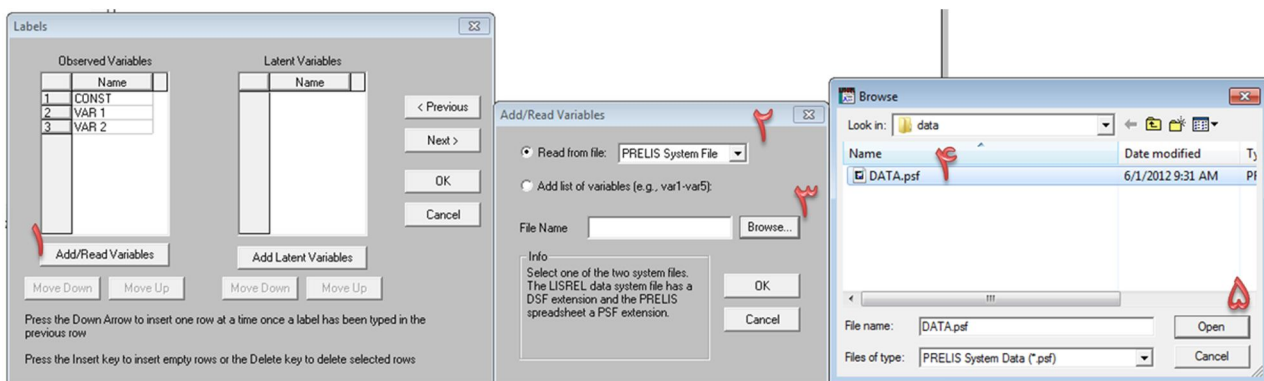
آشکار را دیده و در همین مسیر متغیرهای پنهان را نیز ایجاد کنید. برای اینکار با توجه به شکل زیر بر روی گزینه‌ی Setup و پس از آن گزینه Variables کلیک کنید.



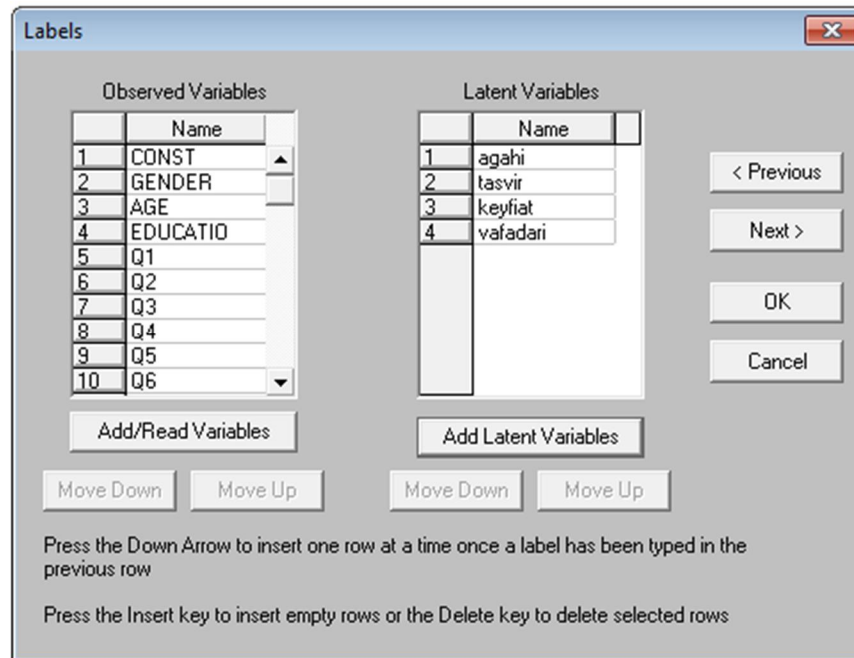
با انجام این دستور پنجره زیر باز می‌شود.



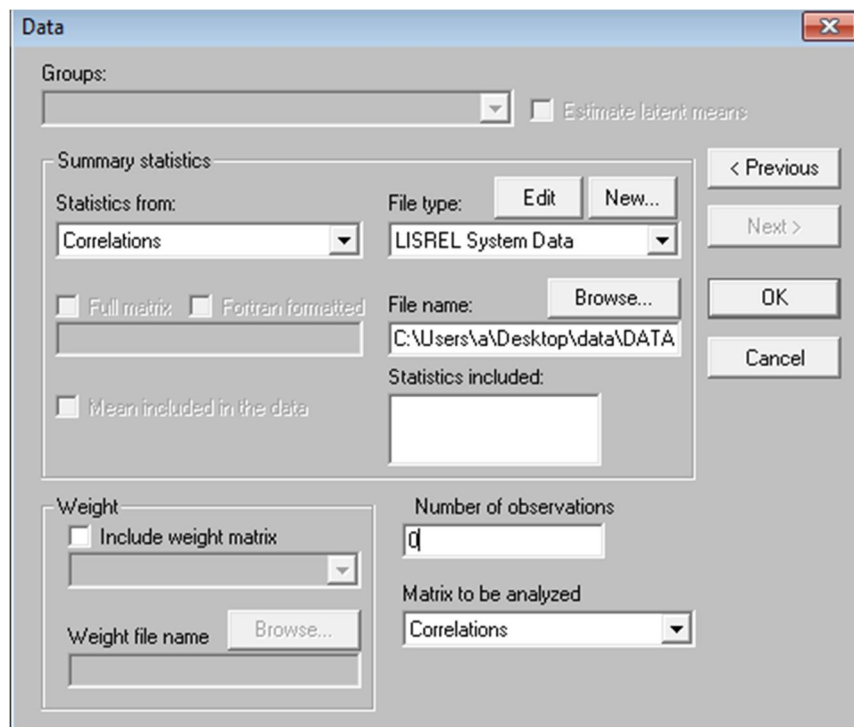
در قسمت متغیرهای آشکار با کلیک بر روی (Add/Read Variables) از پنجره باز شده بر روی (PRELIS System) و در نهایت از قسمت (Browse) داده‌های خود با فرمت لیزرل (psf) را انتخاب و Ok کنید و با این کار لیست متغیرها آشکار خواهد شد. این مسیر به سادگی در شکل زیر نمایش داده شده است.



در رابطه با متغیرهای پنهان نام اختصاری آنها را تایپ کرده و بر روی Ok کلیک کنید تا تمامی متغیرهای پنهان که چهار تا می‌باشد اضافه گردد. پس از اینکار پنجره (Labels) به شکل زیر ظاهر خواهد شد.



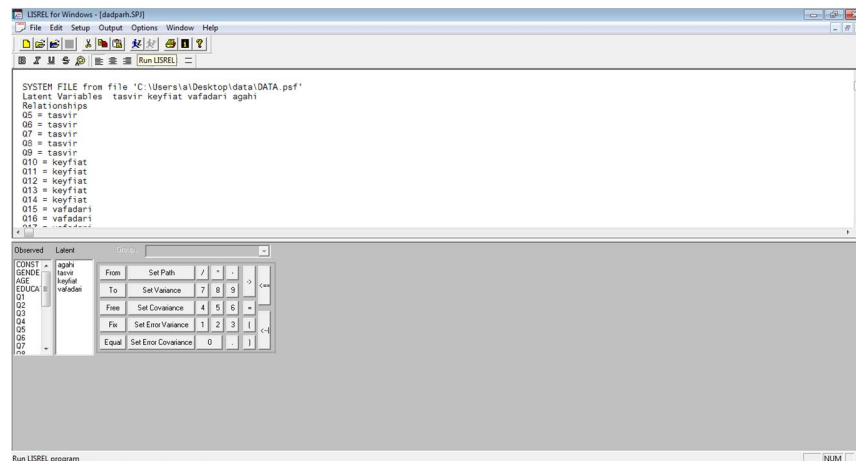
حال بر روی گزینه (Next)، کلیک کنید تا به پنجره بعد، که قرار است در آن داده‌های خود را به مدلی که بناست رسم کنید لینک نمائید. البته اگر بنا ندارید که پیش فرض‌ها را تغییر دهید در همین مرحله بر روی ok کلیک نمایید.



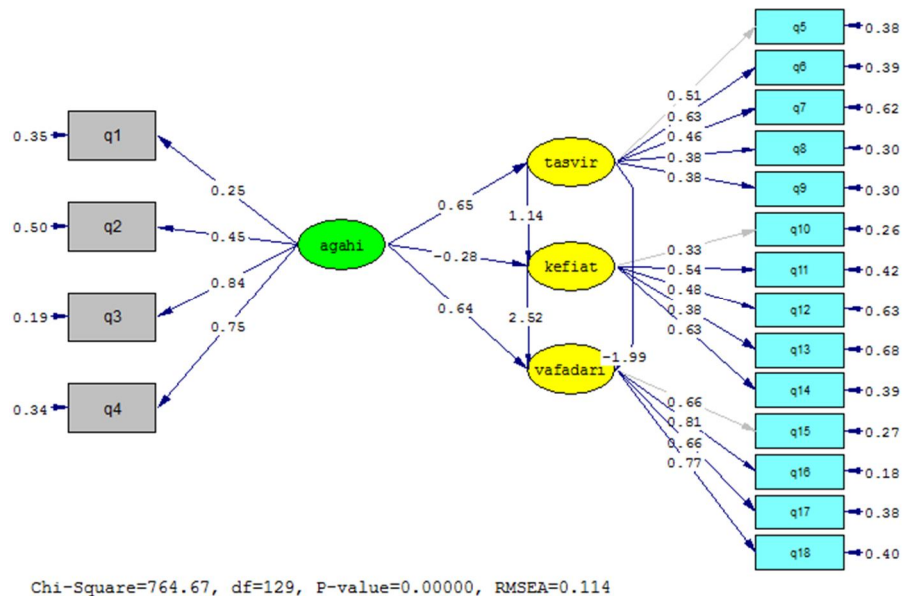
بهتر است که در این بخش در نوارهای باز شو همبستگی‌ها (Correlations) را انتخاب نمایید و گرنه که بدون تغییر پیش فرض OK کنید. با اینکار صفحه رسم دیاگرام یا مدل به شکل زیر ظاهر می‌شود. که هنوز مدلی رسم نشده ولی متغیرهای آشکار و پنهان در سمت چپ ظاهر شده است.

در این بخش بایستی متغیرهای مستقل و وابسته در بخش متغیرهای پنهان (یعنی هر سه متغیر به جز آگاهی) را انتخاب کنید (در مقابل آنها علامت ضربدر بزنید). سپس متغیرهای آشکار مربوط به متغیرهای وابسته را نیز علامت ضربدر بزنید. سپس با حوصله تمام متغیرهای آشکار و پنهان را همانند مدل رسم کنید چون لیزرل پس از تحلیل مدل را دوباره سازی کرده و به شکل دلخواه خود درخواهد آورد. سپس با استفاده از نوار ابزار و بوسیله فلش متغیرها را به یکدیگر وصل کنید همانند مدل ابتدایی کار و شکل زیر به جهت فلش‌ها خیلی دقت کنید (البته اگر اشتباه بکشید خطا داده و نمی‌توانید رسم کنید).

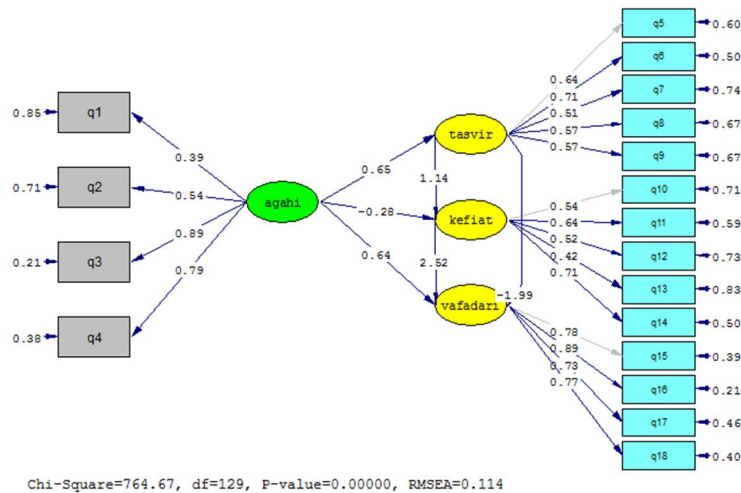
پس از اینکار از بخش (Setup)، بر روی گزینه (Build SIMPLIS Syntax) کلیک کنید. تا پنجره زیر باز شود.



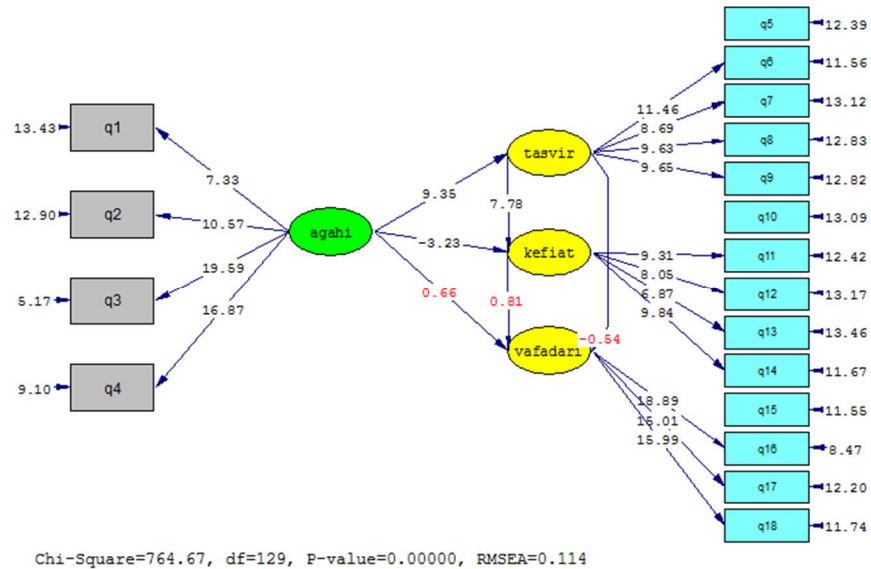
سپس بر روی علامت (Run lisrel) همانند تصویر  کلیک کنید. در صورت اجرای صحیح مراحل با خروجی مشابه خروجی زیر روبرو خواهید شد.



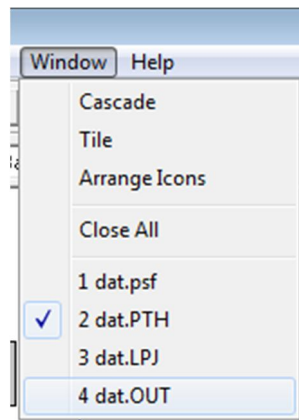
حال اگر می‌خواهید بارهای عاملی را ملاحظه کنید کافیست در نوار بالا (Estimates) بر روی گزینه (standardized solution) کلیک کنید. تا ضرایب مدل تغییر کرده و شما بتوانید به راحتی بارهای عاملی را ببینید.



حال اگر در این بخش دستور T-Value را اجرا کنید ضمن تغییر مقادیر بار عاملی ملاحظه می‌کنید که برخی از اعداد به رنگ قرمز در خواهد آمد، این بدان معناست که این روابط معنادار نیست و اگرچه تأثیر وجود دارد ولی این تأثیر معنادار نمی‌باشد. در مثال زیر، هر سه رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته معنادار نیست.



شاخص (RMSEA) که برازش مدل را نشان می‌دهد (درباره برازش مدل در ادامه بیشتر می‌خوانید) چون بالاتر از ۰/۱ است نشان می‌دهد مدل از برازش خوبی برخوردار نیست. توجه کنید، هرگاه کاربر نیاز دارد که بین داده‌های لیزرل، مدل، کدها و ... حرکت نماید از منوهای بالای صفحه از گزینه (Window)، می‌تواند استفاده نماید.



حال می‌خواهیم سایر آزمون‌های برازش مدل را انجام دهیم، به دین جهت از بخش (Window)، بر روی فرمت (.out) کلیک کنید تا صفحه‌ی مربوط به آن باز شود. این صفحه شبیه به تصویر زیر می‌باشد که در قسمت پایین آن شما می‌توانید سایر شاخص‌های برازندگی را ملاحظه فرمایید و برای بررسی وضعیت این شاخص‌ها به بخش بعدی این نوشتار رجوع نمایید.

```

LISREL for Windows - [dat.OUT]
File Edit Options Window Help
[Icons]
[Icons]

Minimum Fit Function Value = 1.83
Population Discrepancy Function Value (F0) = 1.66
90 Percent Confidence Interval for F0 = (1.45 ; 1.90)
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.11
90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.11 ; 0.12)
P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 2.22
90 Percent Confidence Interval for ECVI = (2.00 ; 2.46)
ECVI for Saturated Model = 0.90
ECVI for Independence Model = 20.40

Chi-Square for Independence Model with 153 Degrees of Freedom = 7755.70
Independence AIC = 7791.70
Model AIC = 848.67
Saturated AIC = 342.00
Independence CAIC = 7880.76
Model CAIC = 1056.48
Saturated CAIC = 1188.11

Normed Fit Index (NFI) = 0.91
Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.91
Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.77
Comparative Fit Index (CFI) = 0.93
Incremental Fit Index (IFI) = 0.93
Relative Fit Index (RFI) = 0.89

Critical N (CN) = 93.60

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.054
Standardized RMR = 0.082
Goodness of Fit Index (GFI) = 0.82
Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.76
Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.62

Time used: 0.031 Seconds
Ready

```

آزمون‌های برازندگی مدل در معادلات ساختاری

با آنکه انواع گوناگون آزمون‌ها که به گونه کلی شاخص‌های برازندگی (Fitting indexes) نامیده می‌شوند پیوسته در حال مقایسه، توسعه و تکامل می‌باشند اما هنوز درباره حتی یک آزمون بهینه نیز توافق همگانی وجود ندارد. نتیجه آن است که مقاله‌های مختلف، شاخص‌های مختلفی را ارائه کرده‌اند و حتی نگارش‌های مشهور برنامه‌های SEM مانند نرم افزارهای lisrel, Amos, EQS نیز تعداد زیادی از شاخص‌های برازندگی به دست می‌دهند. (هومن ۱۳۸۴، ۲۳۵).

با آنکه انواع گوناگون آزمون‌ها که به گونه کلی شاخص‌های برازندگی نامیده می‌شوند پیوسته در حال مقایسه، توسعه و تکامل می‌باشند، اما هنوز درباره حتی یک آزمون بهینه نیز توافق همگانی وجود ندارد. نتیجه آن است که مقاله‌های مختلف، شاخص‌های مختلفی را ارائه کرده‌اند و حتی نگارش‌های مشهور برنامه‌های SEM نیز تعداد زیادی از شاخص‌های برازندگی مانند نرم افزارهای Amos, EQS, Lisrel به دست می‌دهند.

پس از معین شدن مدل، طرق متعددی برای برآورد نیکویی برازش کلی مدل با داده‌های مشاهده شده وجود دارد. بطور کلی چندین شاخص برای سنجش برازش مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی معمولاً برای تأیید مدل، استفاده از سه تا پنج شاخص کافی است.

الف: شاخص (RMR):^۱

این معیار تحت عنوان ریشه میانگین مجذور باقیمانده (شاخصی برای واریانس باقیمانده در برازش هر پارامتر به داده‌های نمونه) و یا تحت عنوان متوسط باقیمانده‌های گزارش شده در مدل، بیان میشود. معیار RMR معیاری است برای اندازه گیری متوسط باقیمانده‌ها و تنها در ارتباط با واریانس‌ها و کوواریانس‌ها قابل تغییر است. در مدلی که نیکویی برازش خوبی دارد، این باقیمانده‌ها بسیار کوچک هستند، پس به طور خلاصه این معیار هر قدر کوچکتر باشد (یعنی به صفر نزدیکتر باشد) حاکی از برازش بهتر مدل است.

ب: معیارهای (AGFI)^۲ و (GFI)^۳:

لیزرل یک شاخص نیکویی برازش (نسبت مجموع مجذورات تبیین شده توسط مدل به کل مجموع مجذورات ماتریس برآورد شده در جامعه) محاسبه می‌کند. این شاخص‌ها از لحاظ مطلوبیت به ضریب همبستگی شباهت دارد. هر دوی این معیارها بین صفر تا یک، متغیر هستند، گرچه از لحاظ نظری ممکن است منفی باشند (البته نباید چنین اتفاقی بیفتد! چرا که حاکی از عدم برازش قطعی مدل با داده‌هاست). هر چه AGFI و GFI به عدد یک نزدیکتر باشند، نیکویی برازش مدل با داده‌های مشاهده شده بیشتر است.

ج: معیار (RMSEA)^۴:

ریشه میانگین مجذورات تقریب می‌باشد. این معیار به عنوان اندازه تفاوت برای هر درجه آزادی تعریف شده است. مقدار RMSEA که به واقع همان آزمون انحراف هر درجه آزادی است، برای مدل‌هایی که برازندگی خوبی داشته باشد، کمتر از ۰.۰۵ است. مقادیر بالاتر از آن تا ۰.۰۸ نشان دهنده خطای معقولی برای تقریب در جامعه است. مدل‌هایی که RMAEA آنها ۰.۱ یا بیشتر باشد برازش ضعیفی دارد.

د: معیارهای (CFI)^۵، (NNFI)^۶ و (NFI)^۷:

شاخص NFI که شاخص بنتلر-بونت هم نامیده می‌شود. بنتلر و بونت (۱۹۸۰) مقادیر برابر یا بزرگتر از ۰.۹ شاخص را در مقایسه با مدل صفر، به عنوان شاخص خوبی برای برازندگی مدل‌های نظری توصیه کرده‌اند، در حالیکه برخی از پژوهشگران نقطه برش ۰.۸۰ را به کار می‌برند. شاخص دیگر، شاخص تاکر-لویز است که در بیشتر موارد شاخص نرم شده برازندگی (NNFI) نامیده می‌شود. این شاخص مشابه NFI است اما برای پیچیدگی مدل جریمه می‌پردازد. چون دامنه این مدل محدود به صفر و یک نیست تفسیر آن نسبت به NFI دشوارتر است. بر پایه قرداد مقادیر کمتر از ۰.۹۰ آن مستلزم تجدید نظر در مدل است. شاخص CFI بزرگتر از ۰.۹ قابل قبول و نشانه برازندگی مدل است. این شاخص از

¹ Root Mean Square Residual

² Adjusted Goodness of Fit Index

³ Goodness of Fit Index

⁴ Root Mean Square Error of Approximation

⁵ Comparative Fit Index

⁶ Non-Normed Fit Index

⁷ Normed Fit Index

طریق مقایسه یک مدل به اصطلاح مستقل که در آن بین متغیرها هیچ رابطه‌ای 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.

پس بنابراین، این آزمون‌ها 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 اسکوئر 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!!!

جدول شماره (۱): 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.	-

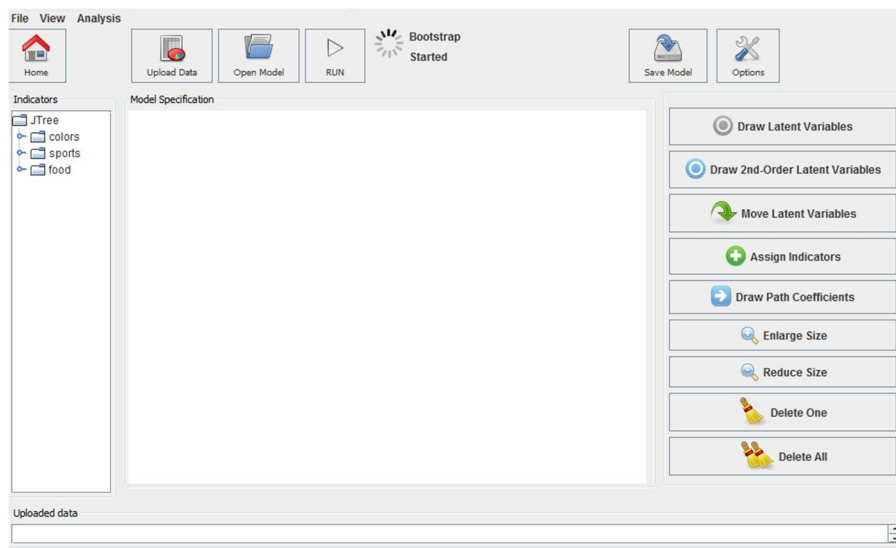
البته آزمون‌های بیشتری در این رابطه وجود دارد و بحث اجمالی آن را در جای دیگر دنبال کنید!

تحلیل معادلات ساختاری به صورت آنلاین

امروزه اینترنت توانسته است با همکاری شرکت‌های بزرگ و در نتیجه برقراری ارتباط بین یک نرم افزار و فضای مجازی تحلیل‌های کاربردی را ارائه دهد. مزیت این کار در این است که هرگاه به اینترنت دسترسی داشتید ولی نرم افزار لیزرل بر روی سیستم‌تان نصب نبود از این روش استفاده کنید^۱.
وارد سایت زیر شوید:

<http://www.sem-gesca.org/>

پس از ورود در وسط صفحه بر روی گزینه [ENTER GeSCA] کلیک کنید تا پنجره آن در صفحه‌ای دیگر باز شود. توجه داشته باشید که بایستی ورژن جدید نرم افزار جاوا را بر روی سیستم خود نصب کرده باشید وگرنه قدر به ادامه کار نخواهید بود.



کار با این سایت بسیار ساده بوده و نیازمند کمی تأمل و همچنین یادگیری کامل بخش‌های قبل است. البته از راهنمای سایت نیز کمک بخواهید.

آرزو مندم این نوشتنار مورد **رعا و فرید علی ابن موسی الرضا (ع)** واقع نشده و تنها بی‌زوهنتنگر عزیز کمال
اسنفاده را از آن بنمایید. از شما خواهش مندم در صورتی که از این نوشتنار اسنفاده نمودید **طراقل هو**
لخسار سے وفر قتلو دھیم و هر گاه سؤالی داشتند با من در میان بگذارید، امیدوارم که بتوانم کمکی در این
رابطه داشتند با نتم. حمید مسعود (۱۳۹۱/۰۳/۰۳)

^۱ با تشکر از آقای دکتر اصغرپور ماسوله به جهت معرفی این سایت.