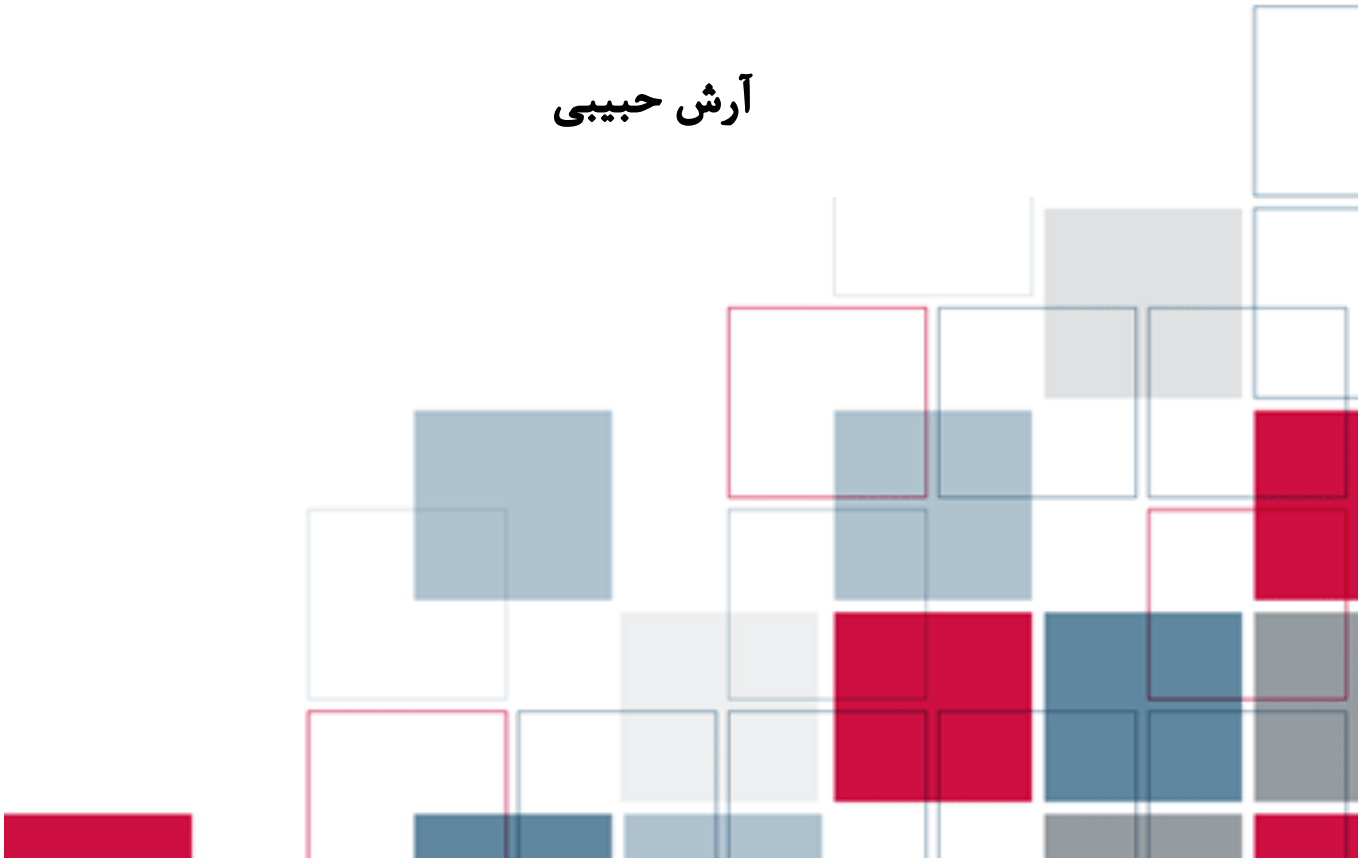
SPSS

آموزش کاربردی

SPSS

آرش حبیبی



آموزش کاربردی نرم‌افزار SPSS

آرش حبیبی

ویرایش پنج، پاییز ۱۳۹۷

کتاب الکترونیک آموزش کاربردی نرم افزار SPSS به کوشش آرش حبیبی نوشته شده و توسط سایت پارس‌مدیر منتشر شده است. هرگونه تکثیر و اقدام به فروش آن از طریق هر سایت یا موسسه دیگر از لحاظ اخلاقی و قانونی مجاز نیست.

این کتاب پس از انتشار موفقیت آمیز جزوه لیزرل برای آموزش تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS، نوشته شده است. در صورتیکه این فایل را از موسسه دیگری دریافت کرده‌اید مراتب را به آدرس پست الکترونیک Parsmodir@gmail.com اطلاع رسانی کنید.

کتاب‌شناسی

نام کتاب: آموزش کاربردی نرم‌افزار SPSS

نویسنده: آرش حبیبی

زمان انتشار: ۱۳۸۶

ویرایش پنجم: پائیز ۱۳۹۷

نوع نشر: نشر الکترونیک

ناشر: پایگاه اینترنتی پارس‌مدیر

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

آموزش کاربردی نرم‌افزار SPSS ۲

بخش اول ۱

مقدمه‌ای بر روش تحقیق ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- روش‌های شناخت ۱

۱-۳- انواع روش‌های پژوهش ۲

۱-۳-۱- دسته بندی روش‌های پژوهش بر اساس هدف ۳

۱-۳-۲- دسته بندی روش‌های پژوهش بر اساس هدف ۴

۱-۴- انواع متغیرهای پژوهش ۷

۱-۵- مقیاس‌های اندازه‌گیری متغیرها ۱۰

۱-۶- جامعه آماری و نمونه آماری ۱۱

۱-۶-۲- فرمول کوکران ۱۲

۱-۶-۲- تعیین حجم نمونه (حجم جامعه نامعلوم) ۱۲

۱-۶-۲- استفاده از جدول مورگان ۱۳

۱-۷- روش‌های گردآوری اطلاعات ۱۴

۱-۷-۱- تهیه پرسشنامه ۱۵

۱-۷-۲- روایی پرسشنامه ۱۵

۱-۷-۳- پایائی پرسشنامه ۱۶

۱-۸- هدف، فرضیه و پرسش پژوهش ۱۷

۱-۹- آمار پارامتریک و ناپارامتریک ۱۸

۱-۹-۱- خلاصه آزمونهای پارامتریک ۱۹

۱-۹-۲- خلاصه آزمونهای ناپارامتریک ۲۰

بخش دوم ۲۲

عنوان | صفحه

شروع کار با نرم‌افزار SPSS ۲۲
۲-۱- مقدمه ۲۲
۲-۲- آشنائی با محیط برنامه SPSS ۲۲
۲-۲- وارد کردن داده‌ها در برنامه SPSS ۲۳
۲-۳- کار با منوی Edit ۲۷
۲-۴- کار با منوی View ۲۹
۲-۵- کار با منوی Data ۳۰
۲-۵- کار با منوی Transform ۳۲
۲-۵-۱- محاسبه میانگین سوالات پرسشنامه ۳۲
۲-۵-۲- شناسائی داده‌های گم شده در SPSS ۳۴
بخش سوم ۳۷
محاسبات آمار توصیفی ۳۷
۳-۱- مقدمه‌ای بر محاسبات آمار توصیفی ۳۷
۳-۲- محاسبه فراوانی‌های داده‌ها ۳۷
۳-۳- محاسبه شاخص‌های توصیفی ۴۱
۳-۴- محاسبه جداول متقاطع ۴۳
۳-۵- ترسیم انواع نمودارهای حرفه‌ای ۴۴
۳-۶- فرمان جستجو : Explore ۴۹
۳-۷- کاربرد P-P Plot و Q-Q-plot ۵۳
۳-۸- تحلیل سوالات چند پاسخی ۵۷
بخش چهارم ۶۰
روش‌های محاسبه پایائی در SPSS ۶۰
۴-۱- محاسبه پایائی در SPSS ۶۰

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۲- محاسبه آلفای کرونباخ در SPSS ۶۰

۴-۳- پایائی به روش دونیم کردن (Split-half) ۶۳

۴-۳- پایائی به روش موازی ۶۵

بخش پنجم ۶۸

آزمون‌های فرض آماری پیرامون میانگین جامعه ۶۸

۵-۱- مقدمه ۶۸

۵-۲- آزمون t تک‌نمونه ۶۹

۵-۳- آزمون t مستقل ۷۶

۵-۳- آزمون t زوجی ۸۴

۵-۵- آزمون تحلیل واریانس ۸۸

۵-۶- آزمون‌های پس از تجربه ۹۳

۵-۷- تحلیل واریانس چندعاملی (MANOVA) ۹۵

بخش ششم ۱۰۸

آزمون همبستگی ۱۰۸

۶-۱- مقدمه ۱۰۸

۶-۲- ضریب همبستگی پیرسون ۱۰۹

۶-۳- ضریب همبستگی اسپیرمن ۱۱۳

۶-۴- ضریب همبستگی کندال ۱۱۶

بخش هفتم ۱۲۰

رگرسیون و تحلیل مسیر ۱۲۰

۷-۱- مقدمه ۱۲۰

۷-۲- رگرسیون و انواع آن ۱۲۱

۷-۳- طراحی یک نمودار تحلیل مسیر ۱۲۱

عنوان | صفحه

۷-۴- تحلیل مسیر با SPSS ۱۲۳
۷-۵- متغیر میانجی و آزمون سوبل ۱۲۸
۷-۶- محاسبه رگرسیون غیر خطی در SPSS ۱۳۲
۷-۸- آزمون دوربین واتسون ۱۳۵
۷-۹- هم خطی ۱۳۷
۷-۱۰- متغیر تعدیل‌گر و رگرسیون سلسله‌مراتبی ۱۳۸
بخش هشتم ۱۴۱
داده‌کاوی و خوشه‌بندی داده ۱۴۱
۸-۱- مقدمه‌ای بر داده‌کاوی ۱۴۱
۸-۲- خوشه‌بندی داده‌ها و الگوریتم CRISP ۱۴۲
۸-۳- مدل LRFM ۱۴۳
۸-۴- خوشه‌بندی با نرم‌افزار SPSS ۱۴۴
۸-۴-۱- تکنیک K-Means ۱۴۵
۸-۴-۱- تکنیک خوشه‌بندی دومرحله‌ای TwoStep ۱۵۱
بخش نهم ۱۵۷
تحلیل عاملی اکتشافی ۱۵۷
۹-۱- روش تحلیل عاملی (Factor Analysis) ۱۵۷
حجم نمونه و شاخص KMO ۱۵۷
۹-۲- تحلیل عامل اکتشافی با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۵۸
بخش دهم ۱۶۳
کاربردهای آزمون خی-دو (χ^2) ۱۶۳
۴-۱- مقدمه ۱۶۳
۴-۲- آزمون استقلال خی-دو (χ^2) ۱۶۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۲- آزمون نیکوئی برازش خی-دو (χ^2) ۱۶۷

بخش یازدهم ۱۷۰

آزمون نرمال بودن داده‌ها ۱۷۰

۱۱-۱- مقدمه ۱۷۰

۱۱-۲- توزیع آماری نرمال ۱۷۰

۱۱-۳- انواع آزمون نرمال بودن ۱۷۱

۱۱-۴- آزمون نرمال بودن داده‌ها ۱۷۴

۱۱-۵- آزمون تصادفی بودن داده‌ها ۱۷۶

بخش دوازدهم ۱۷۸

آزمون‌های ناپارامتریک ۱۷۸

مقدمه ۱۷۸

۱۲-۱- آزمون فریدمن ۱۷۹

۱۲-۲- آزمون همبستگی کندال ۱۸۱

۱۲-۳- آزمون علامت و آزمون ویلکاکسون ۱۸۳

۱۲-۴- آزمون مک نمار ۱۸۶

۱۲-۵- آزمون مان-ویتنی ۱۸۶

۱۲-۶- آزمون کولموگروف-اسمیرنف ۱۸۸

۱۲-۷- کروسکال-والیس ۱۸۹

بخش سیزده ۱۹۲

آزمون دوجمله‌ای ۱۹۲

مقدمه ۱۹۲

۱۳-۱- توزیع برنولی و توزیع دوجمله‌ای ۱۹۲

۱۳-۲- توزیع دوجمله‌ای ۱۹۳

عنوان صفحه

۱۳-۳- آزمون دو جمله‌ای ۱۹۳
بخش چهارده ۱۹۸
تحلیل داده‌ها با اندازه گیری های مکر ۱۹۸
مقدمه ۱۹۸
۱۴-۱- تحلیل اندازه‌گیری مکرر ۱۹۸
۱۴-۲- آنالیز بقا ۲۰۸
فهرست منابع ۲۱۳
پیوست: جدول توزیع آماری نرمال ۲۱۴

بخش اول

مقدمه‌ای بر روش تحقیق

۱-۱- مقدمه

برخی را عقیده بر این است که علم همان روش است. در هر حال می‌توان پذیرفت که هیچ علمی فاقد روش نیست و دست آوردهای هر پژوهش علمی به همان نسبت حائز ارزشند که با روش‌هائی درست اخذ شده باشند. [۱] از رهگذر پژوهش و تجربه است که ناآزموده در بته آزمایش قرار می‌گیرد و در ژرفنای تاریک نا آگاهی، بارقه روشن اکتشاف و آگاهی تلألو می‌یابد.

روش معادل فارسی واژه method (مشتق از واژه یونانی rσoO یعنی در طول و taεm یعنی راه) به معنای دقیق "در پیش گرفتن راهی" و یا معین کردن گامهائی است که برای رسیدن به هدفی میباید با نظمی خاص برداشت. [۲]پژوهش و روش علمی اگر یک چیز نباشند کاملا نزدیک و وابسته به یکدیگرند. [۳] روش علمی یا روش پژوهش علمی، فرایند جستجوی منظم برای مشخص ساختن یک موقعیت نامعین است. [۴] دستیابی به هدف‌های علم یا شناخت علمی میسر نخواهد شد مگر زمانی که با روش شناسی درست صورت پذیرید. به عبارت دیگر پژوهش از حیث روش است که اعتبار می‌یابد نه موضوع پژوهش.

۱-۲- روش‌های شناخت

شناخت شناسی نخستین گام و سنگ بنای آشنائی با روش‌های پژوهش است. روش‌های شناخت متعدد است و قدمتی به بلندای تاریخ بشر دارد. برای نمونه شناخت از طریق سیر و سلوک و عرفان یا شناخت از طریق مراجعه به افراد با صلاحیت از راه‌های کسب معرفت می‌باشند اما در روش‌های پژوهش با دو رویکرد اصلی از شناخت مواجه هستیم:

رویکرد خردگرایانه[۱]: این رویکرد بر پایه قدرت تفکر استوار است و فرض بنیادی این روش آن است که عقل قادر به شناخت همه پدیده‌ها می‌باشد. استدلال قیاسی یعنی رسیدن از کل به جز اساس رویکرد خردگرایانه است که با مطالعات ارسطو آغاز شده است.

رویکرد تجربی یا طبیعت گرایانه[۲] : این پارادایم بر پایه اصول پوزیتیویسم[۳] استوار است یعنی فرض می‌شود واقعیت چیزی است که فرد می‌تواند به وسیله حواس خود آن را تجربه کند. بنابراین می‌توان متغیرهای یک پدیده پیچیده را به طور جداگانه مورد بررسی قرار داد. استدلال استقرائی یعنی رسیدن از جز به کل اساس رویکرد تجربی است که در دوران رنسانس در برابر رویکرد خردگرایانه مطرح شد.

هر پژوهش علمی دارای دو مرحله است. مرحله اول با استدلال قیاسی شروع می‌شود و در مرحله دوم با استدلال استقرائی به پایان می‌رسد:

مرحله اول (استدلال قیاسی) :

مبانی نظری و پیشینه پژوهش ← فرضیه سازی ← تدوین گویه‌ها و سنجه‌های هر فرضیه

مرحله دوم (استدلال استقرائی) :

گردآوری داده‌ها ← تجزیه و تحلیل داده‌ها ← نتیجه‌گیری و فرضیه سازی

[۵]

۱-۳- انواع روش‌های پژوهش

در کتاب‌های مختلف روش پژوهش در مدیریت و علوم رفتاری، روش‌های پژوهش را به شیوه‌های متعددی دسته‌بندی کرده‌اند. گاهی نیز این دسته‌بندی‌ها به‌صورت متناقض صورت گرفته است. در این کتاب سعی شده از یک الگوی به‌نسبت قابل قبول در مجامع علمی و آکادامیک استفاده شود. روش‌های پژوهش در علوم رفتاری را معمولا با توجه به دو ملاک هدف و ماهیت تقسیم بندی می‌کنند.

---

[1] Rationalistic approach [2] Naturalistic approach [3] Positivism
[2] Naturalistic approach [3] Positivism
[3] Positivism

۱-۳-۱- دسته بندی روش‌های پژوهش بر اساس هدف

پژوهش‌ها براساس هدف به پژوهش‌های بنیادی و کاربردی تقسیم می‌شوند. سرمد و همکاران [۵] معتقدند، پژوهش‌ها براساس هدف به سه دسته تقسیم می‌شوند: پژوهش بنیادی، پژوهش کاربردی و پژوهش و توسعه. با عنایت به توضیحات زیر می‌توان گفت پژوهش و توسعه خود یک نوع پژوهش کاربردی است.

الف) پژوهش بنیادی: پژوهشی است که به کشف ماهیت اشیاء پدیده‌ها و روابط بین متغیرها، اصول، قوانین و ساخت یا آزمایش تئوری‌ها و نظریه‌ها می‌پردازد و به توسعه مرزهای دانش رشته علمی کمک می‌نماید. هدف اساسی این نوع پژوهش تبیین روابط بین پدیده ها، آزمون نظریه‌ها و افزودن به دانش موجود در یک زمینه خاص است. برای مثال «بررسی رابطه اعتماد و تعهد در روابط صنعتی» یک نمونه پژوهش بنیادی است. سطح گفتمان کلی و انتزاعی در حوزه یک علم است. پژوهش بنیادی می‌تواند نظری یا تجربی باشد. پژوهش بنیادی نظری از روش‌های استدلال عقلانی و قیاسی استفاده می‌کند و بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای انجام می‌شود. پژوهش بنیادی تجربی از روش‌های استدلال استقرائی استفاده می‌کند و بر پایه روش‌های میدانی انجام می‌شود.

ب) پژوهش کاربردی: پژوهشی است که با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی به منظور بهبود و به کمال رساندن رفتارها، روش‌ها، ابزارها، وسایل، تولیدات، ساختارها و الگوهای مورد استفاده جوامع انسانی انجام می‌شود. هدف پژوهش کاربردی توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است. در اینجا نیز سطح گفتمان انتزاعی و کلی اما در یک زمینه خاص است. برای مثال "بررسی میزان اعتماد مشتریان به سازمان فرضی" یک نوع پژوهش کاربردی است.

در بسیاری پژوهش‌های علوم انسانی نظر به اینکه هدف اصلی از انجام پژوهش بررسی یک موضوع به روش میدانی با استفاده از ابزار پرسشنامه است می‌توان گفت پژوهش مذکور از نظر هدف در حیطه پژوهش‌های کاربردی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به اینکه از روش‌های مطالعه کتابخانه‌ای و نیز روش‌های میدانی نظیر پرسشنامه استفاده شده است، می‌توان بیان کرد که پژوهش بر اساس ماهیت و روش، یک پژوهش توصیفی-پیمایشی است.

۱-۳-۲- دسته بندی روش‌های پژوهش بر اساس هدف

سرمد و همکارانش معتقدند پژوهش‌ها براساس نحوه گردآوری داده‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: پژوهش توصیفی و پژوهش آزمایشی. پژوهش توصیفی یا غیر آزمایشی شامل ۵ دسته است: پیمایشی، همبستگی، پس رویدادی، اقدام پژوهی، بررسی موردی. پژوهش آزمایشی به دو دسته تقسیم می‌شود: پژوهش تمام آزمایشی و پژوهش نیمه آزمایشی. مهمترین دسته‌بندی تحقیقات انواع پژوهش در مدیریت و علوم رفتاری عبارتند از:

الف) پژوهش پیمایشی[1] **:** در این نوع پژوهش هدف بررسی توزیع ویژگی‌های یک جامعه است و بیشتر تحقیق‌های مدیریت از این نوع می‌باشد. در پژوهش پیمایشی پارامترهای جامعه بررسی می‌شوند. در اینجا پژوهشگر با انتخاب نمونه‌ای که معرف جامعه است به بررسی متغیرهای پژوهش می‌پردازد. پژوهش پیمایشی به سه دسته تقسیم می‌شود:

الف-۱) روش مقطعی[2]: گرد آوری داده‌ها درباره یک یا چند صفت در یک مقطع زمانی خاص. برای مثال بررسی میزان علاقه دانشجویان سال اول دبیرستان به ادامه تحصیل در یک رشته خاص

الف-۲) روش طولی[3]: در بررسی پیمایش طولی، داده‌ها در طول زمان گردآوری شده تا رابطه بین متغیرها در طول زمان سنجیده شود. برای مثال «سیر تطور قانون محاسبات اداری ایران» یک نمونه پژوهش پیمایشی از نوع طولی است. تحقیقات تحولی که به بررسی روندها و تحول پدیده‌ها در طول زمان می‌پردازند از این دسته هستند.

الف-۳) روش دلفی[4]: جهت بررسی دیدگاه‌های یک جمع صاحب نظر در مورد یک موضوع ویژه می‌توان از این تکنیک استفاده کرد. مانند «بررسی دیدگاه اساتید دانشگاه درباره یک طرح جدید آموزشی»

[1] Survey Research
[2] Cross Sectional
[3] Longitudinal
[4] Delphi Technique

ب) پژوهش همبستگی[1] : در این نوع تحقیقات رابطه میان متغیرها بر اساس هدف پژوهش تحلیل می‌گردد. در تحقیقات همبستگی اگر هدف پیش بینی متغیرهای وابسته بر اساس متغیرهای مستقل باشد به متغیر وابسته متغیر ملاک و به متغیر مستقل متغیر پیش بین گویند. همچنین وجه تمایز پژوهش همبستگی با پژوهش آزمایشی در این است که در اینجا متغیرهای مستقل دستکاری نمی شوند. براساس هدف به سه دسته تقسیم می‌شود:

ب-۱) همبستگی دو متغیری: هدف بررسی رابطه همزمانی متغیرها است به عبارت دیگر میزان هماهنگی تغییرات دو متغیر است. در بیشتر تحقیقات همبستگی دو متغیری از مقیاس فاصله‌ای با پیش فرض توزیع نرمال و محاسبه ضریب همبستگی پیرسون استفاده می‌شود.

ب-۲) تحلیل رگرسیون[2]: در تحلیل رگرسیون هدف پیش بینی یک یا چند متغیر ملاک براساس یک یا چند متغیر پیش بین است. اگر هدف بررسی یک متغیر ملاک از یک متغیر پیش بین باشد از رگرسیون ساده استفاده می‌شود. اگر بررسی یک متغیر ملاک براساس چند متغیر پیش بین باشد از رگرسیون چندگانه[3] استفاده می‌شود. اگر همزمان چند متغیر ملاک براساس چند متغیر پیش بین بررسی شود از رگرسیون چند متغیری[4] استفاده می‌شود.

ب-۳) تحلیل کوواریانس: در برخی بررسی‌ها هدف بررسی مجموعه‌ای از همبستگی‌های دو متغیر متغیرها در جدولی به نام ماتریس همبستگی یا کوواریانس است که با پیشرفت در زمینه نرم افزارهای آماری میسر شده است. تحلیل عاملی و مدل معادلات ساختاری از این دسته هستند.

ج) پژوهش پس رویدادی[5]

به پژوهش پس‌رویدادی پژوهش علی-مقایسه‌ای نیز گویند. پژوهش پس‌رویدادی به تحقیقی گفته می‌شود که پژوهشگر علت احتمالی متغیر وابسته را مورد بررسی قرار می‌دهد. چون متغیر مستقل و وابسته در گذشته رخ داده‌اند لذا این نوع پژوهش غیر آزمایشی را پژوهش پس رویدادی می‌گویند.

---

[1] Correlational Research
[2] Regression
[3] Multiple
[4] Multivariate
[5] Ex-Post Facto

د) مطالعه موردی[1]

در فارسی از Case Study با تعابیر مختلفی همچون مطالعه موردی، نمونه‌پژوهی، موردپژوهی و قضیه‌پژوهی یاد شده است. مطالعه موردی به‌زبان ساده، روشی است که از منابع اطلاعاتی هرچه بیش‌تر برای بررسی نظام‌مند افراد، گروه‌ها، سازمان‌ها یا رویدادها استفاده می‌کند. مطالعات موردی، هنگامی انجام می‌شوند که پژوهش‌گر نیازمند فهم یا تبیین یک پدیده است. [۱]

در مطالعه موردی برخلاف پژوهش‌های آزمایشی، پژوهشگر به دستکاری متغیرهای مستقل و مشاهده اثرات آن بر متغیر وابسته نمی‌پردازد. همچنین برخلاف تحقیقات پیمایشی با انتخاب نمونه و بررسی روابط بین متغیرها عمل نمی کند. پژوهشگر مطالعه موردی به انتخاب یک «مورد» پرداخته و آن را از جنبه‌های بیشمار بررسی می‌کند. هدف کلی مشاهده تفصیلی ابعاد «مورد» تحت مطالعه و تفسیر مشاهدات بصورت کل‌گرا است. بنابراین مطالعه موردی بیشتر به روش کیفی انجام می‌شود. [۲]

به زعم رابرت یین مطالعه موردی، یک کاوش تجربی است، که از منابع و شواهد چندگانه برای بررسی یک پدیده موجود در زمینه واقعی‌اش در شرایطی که مرز بین پدیده و زمینه آن به‌وضوح روشن نیست، استفاده می‌کند. به‌عنوان یک استراتژی، پژوهش موردی در زمینه‌هایی چون سیاست، علوم سیاسی، مدیریت دولتی، روان‌شناسی، جامعه‌شناسی و تحقیقاتی که در زمینه مدیریت و سازمان انجام می‌شود به‌کار می‌رود. [۶]

[1] Case study

۱-۴- انواع متغیرهای پژوهش

متغیرهای پژوهش براساس نوع مقادیری که می‌توانند اختیار کنند به دو دسته متغیرهای کمی و کیفی تقسیم می‌شوند اما انواع متغیرها براساس نقش آنها در پژوهش عبارتند از:

متغیر مستقل و وابسته

متغیر مستقل[1]: متغیر مستقل متغیری است که در پژوهش‌های تجربی به وسیله پژوهشگر دستکاری می‌شود تا تاثیر(یا رابطه) آن بر روی پدیده دیگری بررسی شود.

متغیر وابسته[2] : متغیر وابسته، متغیری است که تأثیر (یا رابطه) متغیر مستقل بر آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر پژوهشگر با دستکاری متغیر مستقل درصدد آن است که تغییرات حاصل را بر متغیر وابسته مطالعه نماید.

شکل ۱-۱- متغیر مستقل و وابسته

متغیر کنترل و مداخله‌گر

همیشه متغیرهای متعددی در جهت و شدت رابطه میان دو پدیده تاثیر دارند.

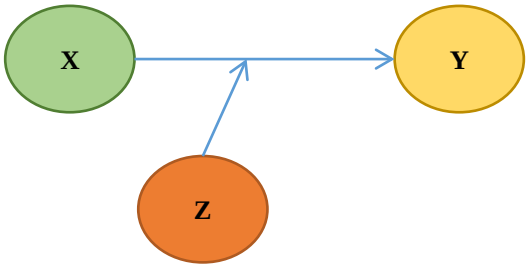
متغیر کنترل: اگر تاثیر متغیر Z در رابطه میان X و Y قابل حذف باشد به آن متغیر کنترل گویند. البته پژوهشگر باید قصد حذف این تاثیر را داشته باشد، مثلا چون در یک پژوهش اثرات همه متغیرها قابل بررسی نیست، پژوهشگر اثرات برخی متغیرها را از طریق کنترل آماری یا کنترل‌های تحقیقی خنثی می‌کند. برای نمونه در میزان تاثیر کیفیت خدمات اینترنتی بر رضایت دانشجویان از سایت پارس مدیر، گرایش تحصیلی یک متغیر تاثیرگذار است. برای کنترل این اثر می‌توان نمونه‌ای همگن فقط از میان دانشجویان مدیریت بازاریابی انتخاب کرد.

---

[1] Independent Variable
[2] Dependent Variable

متغیر مداخله‌گر[1]: اگر تاثیر متغیر Z در رابطه میان X و Y نه قابل سنجش باشد و نه قابل حذف باشد، به آن متغیر مداخله‌گر گویند. این متغیر قابل مشاهده و سنجش نیست تا به عنوان متغیر تعدیل کننده محسوب شود و اثرات آن قابل خنثی کردن نیست تا به عنوان متغیر کنترل محسوب شود. برای نمونه در بررسی تاثیر کیفیت خدمات اینترنتی بر رضایت دانشجویان از سایت پارس مدیر، سرعت اینترنت یک متغیر مداخله‌گر است.

شکل ۱-۲- متغیر موثر بر رابطه میان متغیر مستقل و وابسته



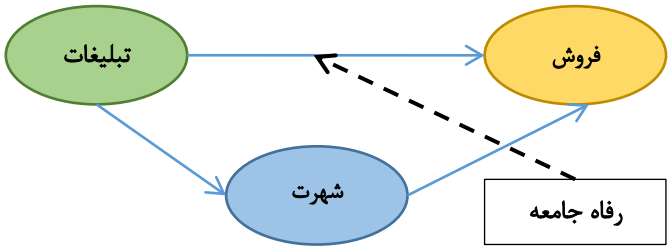
متغیر میانجی و متغیر تعدیل‌گر

بحث تفاوت متغیر میانجی[2] و متغیر تعدیل‌گر[3] یکی از چالش‌های اساسی در میان دانشجویان مدیریت و علوم اجتماعی است. مفهوم متغیر میانجی و متغیر کنترل توسط بارون و کنی [۷] مطرح شد. مانند آنچه در بحث قبل گفته شد همیشه متغیرهایی هستند که در رابطه متغیر مستقل و وابسته تاثیر می‌گذارند اما در اینجا هدف حذف این اثرات نیست بلکه می‌خواهیم این اثرات را بسنجیم.

متغیر تعدیل‌گر به طور مستقیم رابطه متغیر مستقل و وابسته را تحت تاثیر قرار می‌دهد اما متغیر میانجی بطور غیرمستقیم رابطه متغیر مستقل و وابسته را تحت تاثیر قرار می‌دهد. برای مثال در رابطه «تبلیغات» و «فروش» متغیر «شهرت سازمان» نقش میانجی دارد. همچنین «سطح رفاه» جامعه هدف، نقش تعدیل‌کننده دارد.

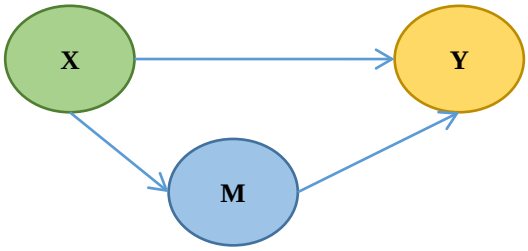
[1] Intervening
[2] Mediator
[3] Moderator

شکل ۱-۴- متغیر میانجی در رابطه میان متغیر مستقل و وابسته



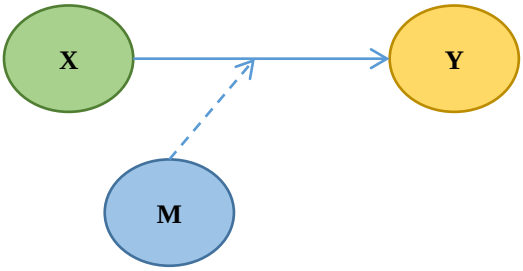
متغیر میانجی: متغیر میانجی M به عنوان رابط بین متغیر مستقل و متغیر وابسته قرار می‌گیرد و به صورت جداگانه میزان رابطه متغیرهای مستقل و وابسته را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

شکل ۱-۵- متغیر میانجی در رابطه میان متغیر مستقل و وابسته



متغیر تعدیل کننده: متغیر تعدیل‌گر یک متغیر کمی یا کیفی است که جهت و قدرت رابطه متغیر مستقل و وابسته را تحت تاثیر قرار می‌دهد. برای نمونه در رابطه میزان «استقلال کاری» و «استرس کارکنان» انتظار می‌رود هرچه استقلال شغلی بیشتر باشد استرس نیز کمتر شود اما متغیر «رده کاری» این رابطه را تعدیل می‌کند. برای مثال کارگرانی که تخصص پایینی دارند و در سطوح عملیاتی هستند دوست دارند ناظری کار آنها را کنترل کند. بنابراین رده شغلی، رابطه استقلال و استرس را تعدیل می‌کند.

شکل ۱-۶- متغیر موثر بر رابطه میان متغیر مستقل و وابسته



یا به عنوان یک نمونه دیگر، متغیر هوش در بررسی تاثیر روش تدریس بر یادگیری دانش‌آموزان یک متغیر تعدیل کننده است. همچنین در بررسی تاثیر «کیفیت خدمات اینترنتی» بر «رضایت» از پایگاه پارس‌مدیر، «جنسیت» یک متغیر تعدیل‌کننده است.

۱-۵- مقیاس‌های اندازه‌گیری متغیرها

یک متغیر را می‌توان در سطوح مختلف اندازه‌گیری کرد. انتخاب سطح مناسب برای اندازه‌گیری متغیر مورد مطالعه باعث می‌شود که داده‌ها مورد گردآوری گویای واقعیت مورد مطالعه باشند. به‌طور کلی چهار سطح یا مقیاس برای اندازه‌گیری متغیرها می‌توان منظور داشت: مقیاس اسمی، مقیاس رتبه‌ای، مقیاس فاصله‌ای و مقیاس نسبتی. در واقع استنلی اسمیت استیونس (۱۹۰۶ تا ۱۹۷۳) در **تئوری انواع اندازه‌گیری** این چهار دسته را به عنوان چهار مقیاس سنجش متغیرها بیان کرد.

۱- مقیاس اسمی[1]: مقیاس اسمی برای اندازه‌گیری متغیرهای مقوله‌ای به کار می‌رود. میان مقوله‌های مقیاس اسمی نمی‌توان ترتیب خاصی درنظر گرفت. مثلاً برای متغیر جنسیت، دو مقوله نمی‌توان ترتیب ویژه‌ای منظور داشت. زن بودن یا مرد بودن هیچ امتیاز عددی نسبت به هم ندارد.

۲- مقیاس رتبه‌ای یا ترتیبی[2] : مقیاس رتبه‌ای برای اندازه‌گیری متغیرهایی بکار می‌رود که پیوسته بوده و تفاوت حالت‌های مختلف صفت متغیر از لحاظ شدت و ضعف نیز قابل سنجش باشد. برای نمونه افراد یک کلاس را براساس میزان شادبودن رتبه‌بندی کنیم. بنابراین در این مقیاس به تعداد افراد رتبه وجود دارد. اگر تعداد مقوله‌های ترتیبی کمتر از تعداد افراد باشد، معمولا از مقیاس اسمی به جای مقیاس ترتیبی استفاده می‌شود. برای نمونه طبقه اجتماعی یک مقیاس ترتیبی است اما به صورت مقیاس اسمی سنجیده می‌شود.

[1] Nominal Scale
[2] Ordinal scale

۳- مقیاس فاصله‌ای[1]: مقیاس فاصله‌ای مقیاسی است که علاوه بر ترتیب، فاصله متغیرها را با یکدیگر نیز نشان می‌دهد. این مقیاس با فراهم آوردن یک واحد اندازه گیری به تفاوت نمرات معنی می‌دهد. برای مثال ضریب هوشی یک متغیر فاصله‌ای است. البته مبدا صفر در این مقیاس قراردادی است. برای مثال فردی که ضریب هوشی ۱۰۰ دارد دوبرابر باهوش تر از فردی با ضریب هوشی ۵۰ نیست. یا اگر فردی در آزمون ضریب هوشی نمره صفر دشت کرد به معنای آن نیست که بهره‌ای از هوش نبرده است.

۴- مقیاس نسبتی[2]: مقیاس نسبتی، که بالاترین سطح اندازه‌گیری است، مقیاسی است که دارای مبدأ صفر مطلق بوده و از فاصله‌های مساوی برخوردار است. از آنجا که اندازه‌های بدست آمده با این مقیاس قابل مقایسه نسبی با هم هستند به آن مقیاس نسبتی گویند. برای نمونه در اندازه‌گیری سالهای خدمت کارکنان، می‌توان فردی یافت که تازه استخدام باشد و سابقه خدمتش صفر باشد. مقیاس نسبتی علاوه بر دارا بودن ویژگی‌های مقیاس فاصله‌ای دارای مبدأ واقعی(صفر مطلق) نیز می‌باشد.

ویژگی‌های انواع مقیاس اندازه‌گیری متغیرها به صورت خلاصه در جدول زیر آمده است:

انواع مقیاس اندازه‌گیری		اسمی	رتبه‌ای	فاصله‌ای	نسبتی
عملیات ریاضی	× ÷	✗	✗	✗	✓
	+ -	✗	✗	✓	✓
	< >	✗	✓	✓	✓
	= ≠	✓	✓	✓	✓

۱-۶- جامعه آماری و نمونه آماری

در صدر برنامه‌ریزی هر مطالعه یا تحقیقی این سوال که حجم نمونه چقدر باید باشد، قرار دارد. انتخاب نمونه بزرگتر از حد نیاز موجب اتلاف منابع می‌شود و انتخاب نمونه‌های خیلی کوچک منتج به نتایج غیرقابل اتکا می‌شود. [۸] مجموعه واحدهائی که حداقل در یک صفت مشترک باشند یک جامعه آماری[3] را تشکیل

[1] Interval Scale
[2] Ratio Scale
[3] Population universe

می‌دهند. نمونه آماری[1] نیز عبارت است از مجموعه‌ای نشانه‌ها که از یک قسمت، گروه یا جامعه‌ای بزرگتر انتخاب می‌شود، به طوری که این مجموعه معرف کیفیات و ویژگیهای آن قسمت، گروه یا جامعه بزرگتر باشند و نمونه گیری فرایند انتخاب نمونه است. [۲]

۱-۶-۲- فرمول کوکران

فرمول‌های تعیین اندازه نمونه متفاوت است. یکی از روش‌های پرکاربرد در تعیین حجم نمونه فرمول کوکران است. فرمول عمومی کوکران بصورت زیر است:

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N}\left[\frac{z^2 pq}{d^2} - 1\right]}$$

در این فرمول N حجم جامعه است. به‌جای p و q نیز از حداکثر مقدار آنها یعنی ۰/۵ استفاده کنید. در سطح خطای پنج درصد از d برابر ۰/۰۵ و Z^2 برابر ۳/۸۴۱۶ استفاده کنید. برای محاسبه آنلاین حجم نمونه زمانی که حجم جامعه معلوم است به آدرس زیر رجوع کنید:

http://www.parsmodir.com/db/research/cochran.php

۱-۶-۲- تعیین حجم نمونه (حجم جامعه نامعلوم)

چنانچه حجم جامعه نامعلوم باشد، فرمول کوکران بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$n = \frac{\left(Z^2_{\frac{\alpha}{2}} \times S^2\right)}{d^2}$$

در این فرمول مهمترین پارامتری که نیاز به برآورد دارد S^2 است که همان واریانس نمونه اولیه است. برای محاسبه S^2 تعدادی پرسشنامه توزیع شده و واریانس نمونه اولیه محاسبه می‌شود.

مقدار $Z^2_{\frac{\alpha}{2}}$ یک مقدار ثابت است که به فاصله اطمینان و سطح خطا (α) بستگی دارد. معمولاً سطح خطا یا α را 0.05 در نظر می‌گیرند که براساس تحقیقات قبلی بدست آمده است. به این ترتیب سطح اطمینان برابر با

[1] Sample

۹۵٪ خواهد بود. در اینصورت $Z^2_{\frac{\alpha}{2}}$ با توجه به جدول آماری ۱/۹۶ خواهد بود. مقدار d نیز برابر ۰/۰۵ یا ۰/۰۱ در نظر گرفته می‌شود.

مثال: در یک پژوهش جهت تعیین حجم نمونه یک مطالعه مقدماتی با توزیع پرسشنامه بین ۲۰ نفر از جامعه مورد بررسی کشور انجام شد. با برآورد واریانس نمونه اولیه در سطح اطمینان ۹۵ درصد، حجم نمونه محاسبه گردید:

$n = (Z^2_{\alpha/2} \times S^2) / d^2$

$Z_{\alpha/2} = 1.96 \rightarrow Z^2_{\alpha/2} = 3.8416$

$d = 0.05 \rightarrow d^2 = 0.0025$

$S^2 = 0.0532$

$n = (0.0532 \times 3.8416)/0.0025 \approx 82$

نمونه‌گیری زمانی که هم حجم جامعه نامعلوم و هم واریانس نمونه اولیه موجود نیست

چون حجم جامعه مشخص نیست و اطلاعی از واریانس جامعه در دسترس نیست از فرمول زیر حجم نمونه مشخص شده است:

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} * \sigma}{\varepsilon}\right)^2 ; \sigma = \frac{\max(xi) - \min(xi)}{6}$$

همچنین چون پرسشنامه با طیف لیکرت ۵ درجه استفاده شده است، بزرگ ترین مقدار ۵ و کوچک‌ترین مقدار ۱ خواهد بود بنابراین انحراف معیار آن برابر است می‌توان از مقدار ۰.۶۶ استفاده کرد. این مقدار بیشینه انحراف معیار است. [۹] همچنین سطح اطمینان ۹۵٪ و دقت برآورد ۰.۰۱ درنظر گرفته شده است بنابراین حجم نمونه برابر است با:

$Z_{\alpha/2} = 1.96 , \varepsilon = 0.01, \sigma = 0.66 \rightarrow n = 170$

۱-۶-۲- استفاده از جدول مورگان

اگر حجم جامعه معلوم باشد ساده‌ترین روش برای تعیین حجم نمونه رجوع به جدول مورگان است. این جدول توسط رابرت کریسی و داریل مورگان[1] تهیه شده است. در واقع اعداد مختلف در فرمول کوکران قرار

[1] robert v. krejcie and daryle w. morgan

داده شده است و در سطح خطای ۵٪ با p=q=0.05 حجم نمونه محاسبه شده است و در این جدول ارائه شده است. بنابراین جدول مورگان چیزی جز فرمول کوکران برای حجم جامعه مشخص نمی‌باشد.

جدول مورگان

S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
338	2800	260	800	162	280	80	100	10	10
341	3000	265	850	165	290	86	110	14	15
246	3500	269	900	169	300	92	120	19	20
351	4000	274	950	175	320	97	130	24	25
351	4500	278	1000	181	340	103	140	28	30
357	5000	285	1100	186	360	108	150	32	35
361	6000	291	1200	181	380	113	160	36	40
364	7000	297	1300	196	400	118	180	40	45
367	8000	302	1400	201	420	123	190	44	50
368	9000	306	1500	205	440	127	200	48	55
373	10000	310	1600	210	460	132	210	52	60
375	15000	313	1700	214	480	136	220	56	65
377	20000	317	1800	217	500	140	230	59	70
379	30000	320	1900	225	550	144	240	63	75
380	40000	322	2000	234	600	148	250	66	80
381	50000	327	2200	242	650	152	260	70	85
382	75000	331	2400	248	700	155	270	73	90
384	100000	335	2600	256	750	159	270	76	95

۱-۷- روش‌های گردآوری اطلاعات

به طور کلی روش‌های گردآوری اطلاعات در یک پژوهش را می‌توان به دو دسته کتابخانه‌ای و میدانی تقسیم نمود. در خصوص گردآوری اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای و در خصوص گردآوری اطلاعات برای تایید یا رد فرضیه‌های پژوهش از روش میدانی استفاده می‌گردد.

پرسشنامه به عنوان یکی از متداول ترین ابزار گردآوری اطلاعات در تحقیقات پیمایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد و عبارت است از مجموعه‌ای از پرسش‌های هدف دار که با بهره گیری از مقیاس‌های گوناگون نظر، دیدگاه و بینش یک فرد پاسخگو را مورد سنجش قرار می‌دهد. [۱۰]

۱-۷-۱- تهیه پرسشنامه

برمبنای نظریه چرچیل (۱۹۷۹) برای ایجاد یک مقیاس زمانیکه ابعاد موضوع مورد مطالعه شناسائی شدند باید مجموعه‌ای از آیتم ها[1] در ارتباط با هر بعد ایجاد گردند. [۱۱] براساس مطالعه متون مشابه، مصاحبه و مباحثه‌های تفصیلی با اساتید راهنما، مشاور و نیز براساس نظر متخصصان و مدیران رده بالای سازمان مورد مطالعه، آیتم‌های مورد نظر جهت سنجش هر بعد شناسائی، تحلیل و غربال می‌گردد تا در نهایت یک مقیاس چند بعدی که روائی آن از نظر متخصصان علمی و عملی مورد تائید بوده است، توسعه داده شود.

در تهیه و تدوین پرسشنامه می‌توان از یک پرسشنامه استاندارد استفاده کرده و با نظر کارشناسان و ادبیات پژوهش آنرا بومی‌سازی و متناسب با فضای کلی حاکم بر پژوهش نمود. پرسشنامه مورد استفاده در یک پژوهش عموماً متشکل از دو دسته سوالات عمومی و تخصصی است. دسته اول سوالات عمومی پیرامون مشخصات فردی پاسخ دهندگان مانند جنسیت، سن، میزان تحصیلات، مرتبه سازمانی و وضعیت استخدامی است. دسته دوم سوالات تخصصی پرسشنامه هستند که برای آزمون فرضیه‌های پژوهش طراحی شده‌اند. جهت امتیاز دهی و ارزش گزاری کمی سوالات تخصصی از طیف لیکرت استفاده می‌شود.

گزینه انتخابی	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد
امتیاز	۱	۲	۳	۴	۵

۱-۷-۲- روایی پرسشنامه

مقصود از روائی[2] آن است که وسیله اندازه گیری بتواند خصیصه و ویژگی مورد نظر را اندازه بگیرد. اهمیت روائی از آن جهت است که اندازه‌گیری‌های نامناسب و ناکافی می‌تواند هر پژوهش علمی را بی ارزش و ناروا سازد. [۲] معمولاً در یک پژوهش برای بررسی روایی پرسشنامه از روش روایی صوری و محتوائی استفاده می‌شود. بدین صورت که پرسشنامه به تعدادی از صاحب نظران و اساتید مدیریت و علوم رفتاری از جمله استاد راهنما و مشاور داده شده و از آنها در مورد سوالات نظرخواهی می‌گردد تا پرسشنامه را تایید نمایند.

[1] Pool of items
[2] Validity

۱-۷-۳- پایائی پرسشنامه

قابلیت پایائی[1] یکی از ویژگی‌های فنی ابزار اندازه‌گیری است که نشان دهنده این است که ابزار اندازه‌گیری تا چه اندازه نتایج یکسانی در شرایط مشابه به دست می‌دهد. یکی از روش‌های محاسبه قابلیت پایایی، ضریب آلفای کرونباخ می‌باشد که برای محاسبه آن ابتدا باید واریانس نمرات هر سوال پرسشنامه و واریانس کل آزمون را محاسبه کرد و سپس با استفاده از فرمول زیر مقدار ضریب آن را محاسبه نمود. [۴]

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_x^2}\right]$$

α = ضریب آلفای کرونباخ
K = تعداد سوال‌های پرسشنامه
S_i^2 = واریانس مربوط به سوال iام
S_x^2 = واریانس کل آزمون

ضریب آلفای کرونباخ در یک پژوهش، با یک مطالعه مقدماتی با توزیع ۱۰ تا ۳۰ پرسشنامه محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است چنانچه ضریب آلفای کرونباخ بیش از ۰/۷ محاسبه گردد، پایایی پرسشنامه مطلوب ارزیابی می‌شود.

در این کتاب علاوه بر روش محاسبه آلفای کرونباخ، سایر روش‌های محاسبه پایائی با استفاده نرم‌افزار SPSS آموزش داده شده است. روش‌های متعدد دیگری نیز برای محاسبه پایائی و روائی مقیاس‌های سنجش و پرسشنامه‌ها وجود دارد. برای فراگیری این روش‌ها به وب سایت ما در آدرس‌های زیر رجوع کنید:

http://www.parsmodir.com/db/research/validity.php
http://www.parsmodir.com/db/research/reliability.php

[1] Reliability

۱-۸- هدف، فرضیه و پرسش پژوهش

یک مقاله پژوهشی یا یک پایان نامه همیشه با یک هدف اصلی شروع می‌شود. این هدف معمولاً در قالب چند هدف فرعی ارزیابی می‌شود. در راستای بررسی هدف پژوهش باید یا سوال پژوهشی مطرح شود یا فرضیه پژوهش مطرح گردد.

اگر پژوهشگر با توجه به شواهد و قراین موجود، مطالعات انجام شده و تحقیقات ابتدایی بتواند حدسی در مورد نتیجه کار داشته باشد آنگاه فرضیه‌سازی می‌کند اما اگر هیچگونه جهت‌گیری ذهنی وجود نداشته باشد باید سوال مطرح کند.

برای نمونه هدف اصلی یک پژوهش ارزیابی رضایت از پایگاه پارس‌مدیر می‌باشد. اگر هیچگونه ذهنیتی از دیدگاه کاربران نداشته باشیم سوال پژوهشی مطرح می‌شود:

سوال: آیا کاربران از پایگاه پارس‌مدیر رضایت دارند؟

اگر حدس زده شود که کاربران از پایگاه پارس‌مدیر رضایت دارند فرضیه مطرح می‌شود:

فرضیه: کاربران از پایگاه پارس‌مدیر رضایت دارند.

بنابراین فرضیه حدسی هوشمندانه در مورد پارامتر جامعه است. در یک فرضیه همیشه ادعایی باید آزمون شود. برای مثال ادعا شده «کاربران از پایگاه پارس‌مدیر رضایت دارند» این ادعا باید آزمون شود. در آزمون فرضیه آماری معمولاً خلاف ادعای آزمون در فرض پوچ[۱] یا فرض صفر (H_0) قرار می‌گیرد. ادعای آزمون نیز در فرض بدیل[۲] (H_a) قرار می‌گیرد. بنابراین فرضیه‌های پژوهشی به صورت زیر بیان می‌شود:

فرض صفر: کاربران از پایگاه پارس‌مدیر رضایت ندارند.

فرض بدیل یا ادعای آزمون: کاربران از پایگاه پارس‌مدیر رضایت دارند.

فرضیه یک‌طرفه و دوطرفه

یک مفهوم اساسی در آزمون فرضیه‌های تحقیق آن است که فرضیه‌ها می‌توانند یک‌طرفه[۳] یا دوطرفه[۱] باشند. در فرضیه یک طرفه فقط ادعای آزمون بررسی می‌شود مثلا بررسی می‌شود آیا کاربران از سایت

[1] Null hypothesis
[2] Alternative hypothesis
[3] One-tailed

پارس‌مدیر رضایت دارند؟ در این حالت تنها مشخص می‌شود که رضایت وجود دارد یا خیر. عدم تایید ادعای آزمون به معنای نارضایتی کاربران نیست. اما در یک آزمون دوطرفه علاوه بر آنکه رضایت بررسی می‌شود نارضایتی هم آزمون می‌شود. دقت کنید در نرم‌افزار SPSS آزمون‌های آماری معمولاً به صورت دوطرفه هستند.

اگر پژوهش از نوع سوالی و صرفا حاوی پرسش درباره پارامتر باشد، برای پاسخ به سوالات از تخمین آماری استفاده می‌شود و اگر حاوی فرضیه‌ها بوده و از مرحله سوال گذر کرده باشد، آزمون فرضیه‌ها و فنون آماری آن به کار می‌رود. هر نوع تخمین یا آزمون فرض آماری با تعیین صحیح آماره پژوهش شروع می‌شود. سپس باید توزیع آماره مشخص شود. براساس توزیع آماره آزمون با استفاده از داده‌های بدست آمده از نمونه محاسبه شده آماره آزمون محاسبه می‌شود. سپس مقدار بحرانی با توجه به سطح خطا و نوع توزیع از جداول مندرج در پیوست‌های کتاب آماری محاسبه می‌شود. در نهایت با مقایسه آماره محاسبه شده و مقدار بحرانی سوال یا فرضیه پژوهش بررسی و نتایج تحلیل می‌شود. در ادامه این بحث موشکافی می‌شود.

۱-۹- آمار پارامتریک و ناپارامتریک

آمار ناپارامتریک که در خلال جنگ جهانی دوم شکل گرفت در برابر آمار پارامتریک قرار می‌گیرد. آمار پارامتریک مستلزم پیش فرض‌هائی در مورد جامعه‌ای که از آن نمونه گیری صورت گرفته می‌باشد. به عنوان مهمترین پیش فرض در آمار پارامترک فرض می‌شود که توزیع جامعه نرمال است اما آمار ناپارامتریک مستلزم هیچگونه فرضی در مورد توزیع نیست. به همین خاطر بسیاری از تحقیقات علوم انسانی که با مقیاس‌های کیفی سنجیده شده و فاقد توزیع[۲] هستند از شاخصهای آمارا ناپارامتریک استفاده می‌کنند.

فنون آمار پارامتریک شدیداً تحت تاثیر مقیاس سنجش متغیرها و توزیع آماری جامعه است. اگر متغیرها از نوع اسمی و ترتیبی بوده حتما از روش‌های ناپارامتریک استفاده می‌شود. اگر متغیرها از نوع فاصله‌ای و نسبی باشند در صورتیکه فرض شود توزیع آماری جامعه نرمال یا بهنجار است از روش‌های پارامتریک استفاده می‌شود در غیراینصورت از روش‌های ناپارامتریک استفاده می‌شود.

---

[1] Two-tailed
[2] Free of distribution

۱-۹-۱- خلاصه آزمونهای پارامتریک

آزمون t تک نمونه: برای آزمون فرض پیرامون میانگین یک جامعه استفاده می‌شود. در بیشتر پژوهش هائی که با مقیاس لیکرت انجام می‌شوند جهت بررسی فرضیه‌های پژوهش و تحلیل سوالات تخصصی مربوط به آنها از این آزمون استفاده می‌شود.

آزمون t زوجی : برای آزمون فرض پیرامون دو میانگین از یک جامعه استفاده می‌شود. برای مثال اختلاف میانگین رضایت کارکنان یک سازمان قبل و بعد از تغییر مدیریت یا زمانی که نمرات یک کلاس با پیش آزمون و پس آزمون سنجش می‌شود.

آزمون t دو نمونه مستقل: جهت مقایسه میانگین دو جامعه استفاده می‌شود. در آزمون t برای دو نمونه مستقل فرض می‌شود واریانس دو جامعه برابر است. برای نمونه به منظور بررسی معنی دار بودن تفاوت میانگین نمره نظرات پاسخ دهندگان بر اساس جنسیت در خصوص هر یک از فرضیه‌های پژوهش استفاده میشود.

آزمون t ولچ: این آزمون نیز مانند آزمون t دو نمونه جهت مقایسه میانگین دو جامعه استفاده می‌شود. در آزمون t ولچ فرض می‌شود واریانس دو جامعه برابر نیست. برای نمونه به منظور بررسی معنی دار بودن تفاوت میانگین نمره نظرات پاسخ دهندگان بر اساس جنسیت در خصوص هر یک از فرضیه‌های پژوهش استفاده میشود.

آزمون t هتلینگ: برای مقایسه چند میانگین از دو جامعه استفاده می‌شود. یعنی دو جامعه براساس میانگین چندین صفت مقایسه شوند.

تحلیل واریانس (ANOVA): از این آزمون به منظور بررسی اختلاف میانگین چند جامعه آماری استفاده می‌شود. برای نمونه جهت بررسی معنی دار بودن تفاوت میانگین نمره نظرات پاسخ دهندگان بر اساس سن یا تحصیلات در خصوص هر یک از فرضیه‌های پژوهش استفاده می‌شود.

تحلیل واریانس چندعاملی (MANOVA): از این آزمون به منظور بررسی اختلاف چند میانگین از چند جامعه آماری استفاده می‌شود.

تحلیل کوواریانس چندعاملی (MANCOVA): چنانچه در MANOVA بخواهیم اثر یک یا چند متغیر کمکی را حذف کنیم استفاده می‌شود.

ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون: برای محاسبه همبستگی دو مجموعه داده استفاده می‌شود.

۱-۹-۲- خلاصه آزمونهای ناپارامتریک

آزمون علامت تک نمونه : برای آزمون فرض پیرامون میانگین یک جامعه استفاده می‌شود.

آزمون علامت زوجی : برای آزمون فرض پیرامون دو میانگین از یک جامعه استفاده می‌شود.

ویلکاکسون : همان آزمون علامت زوجی است که در آن اختلاف نسبی تفاوت از میانگین لحاظ می‌شود.

مان-ویتنی: به آزمون U نیز موسوم است و جهت مقایسه میانگین دو جامعه استفاده می‌شود.

کروسکال-والیس: از این آزمون به منظور بررسی اختلاف میانگین چند جامعه آماری استفاده می‌شود. به آزمون H نیز موسوم است و تعمیم آزمون U مان-ویتنی می‌باشد. آزمون کروسکال-والیس معادل روش پارامتریک آنالیز واریانس تک عاملی است.

فریدمن: این آزمون معادل روش پارامتریک آنالیز واریانس دو عاملی است که در آن k تیمار به صورت تصادفی به n بلوک تخصیص داده شده‌اند.

نیکوئی برازش : برای مقایسه یک توزیع نظری با توزیع مشاهده شده استفاده می‌شود و به آزمون خی-دو یا χ^2 نیز موسوم است. مدل معادلات ساختاری که در آن پژوهشگر یک مدل نظری را براساس روابط متغیرها ترسیم کرده است از همین ازمون بهره گرفته می‌شود. اکنون به تبع افزایش توانمندی نرم افزارهایی مانند LISREL می‌توان از آن به سهولت استفاده کرد.

کولموگروف-اسمیرنف : نوعی آزمون نیکوئی برازش برای مقایسه یک توزیع نظری با توزیع مشاهده شده است.

آزمون تقارن توزیع : در این آزمون شکل توزیع مورد سوال قرار می‌گیرد. فرض بدیل آن است که توزیع متقارن نیست.

آزمون میانه : جهت مقایسه میانه دو جامعه استفاده می‌شود و برای k جامعه نیز قابل تعمیم است.

مک نمار : برای بررسی مشاهدات زوجی درباره متغیرهای دو ارزشی استفاده می‌شود.

آزمون Q کوکران: تعمیم آزمون مک نمار در k نمونه وابسته است.

ضریب همبستگی اسپیرمن: برای محاسبه همبستگی دو مجموعه داده که به صورت ترتیبی قرار دارند استفاده می‌شود. در یک پژوهش جهت بررسی و توصیف ویژگی‌های عمومی پاسخ دهندگان از روش‌های آمار توصیفی مانند جداول توزیع فراوانی، در صد فراوانی، درصد فراوانی تجمعی و میانگین استفاده می‌گردد.

بخش دوم

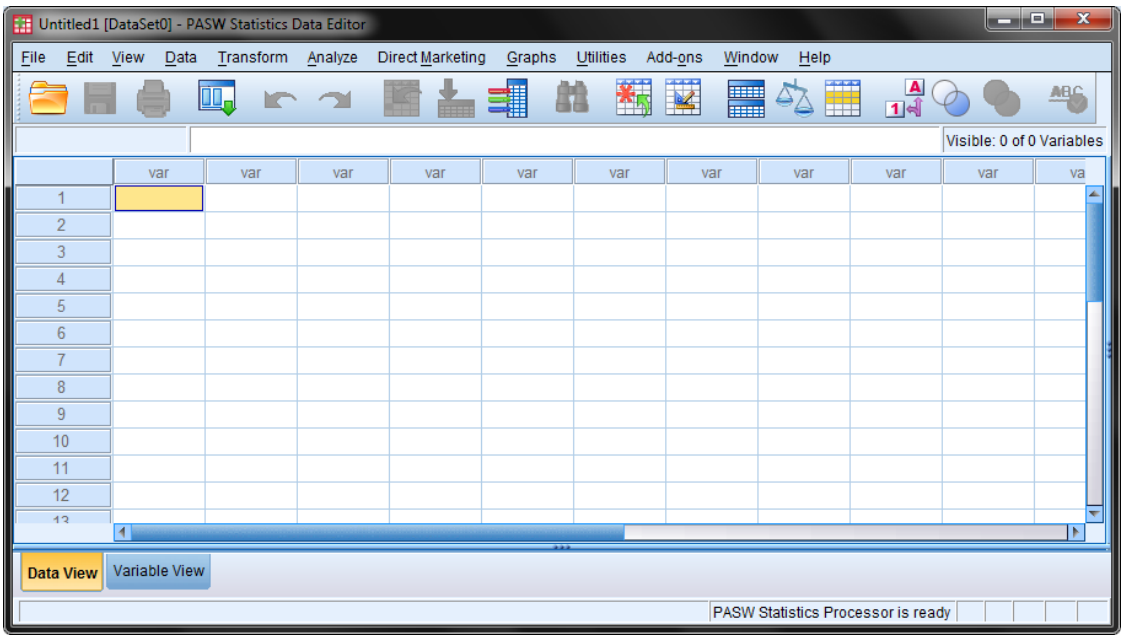
شروع کار با نرم‌افزار SPSS

۲-۱- مقدمه

اکنون زمان آن است تا پرده از سر مکنون نرم‌افزار سربه‌مهری به نام SPSS برداریم. در این فصل هر آنچه در زمینه کار با نرم‌افزار SPSS لازم است بدانید را به سادگی به شما خواهم آموخت. نخست باید بدانید واژه SPSS مخفف Statistical Package for the Social Sciences به معنای **«بسته آماری برای علوم اجتماعی»** است. در پایان مطالعه این بخش شما با چگونگی وارد کردن داده‌ها در نرم افزار SPSS آشنا خواهید شد. همچنین انواع متغیرهای قابل تعریف در این نرم‌افزار را فرا خواهید گرفت. گام‌به‌گام با آموزش‌های ارائه شده پیش بروید تا مطالعه سایر بخش‌ها تسهیل شود.

۲-۲- آشنائی با محیط برنامه SPSS

نرم‌افزار SPSS مانند نرم افزار اکسل یک محیط صفحه گسترده[1] و جدول مانند مطابق شکل زیر است.



[1] Spread sheet

منوهای اصلی برنامه SPSS به صورت زیر است:

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

در منوی File مواردی مانند ایجاد یک فایل جدید، باز کردن، ذخیره کردن و. .. موجود است.

در منوی Edit نیز مواردی مانند کپی، پیست و جایگزینی موجود است.

در منوی View نیز نحوه نمایش صفحه قابل تنظیم است.

با استفاده از گزینه‌های منوی Data و Transform می‌توان داده‌ها را دستکاری کرد.

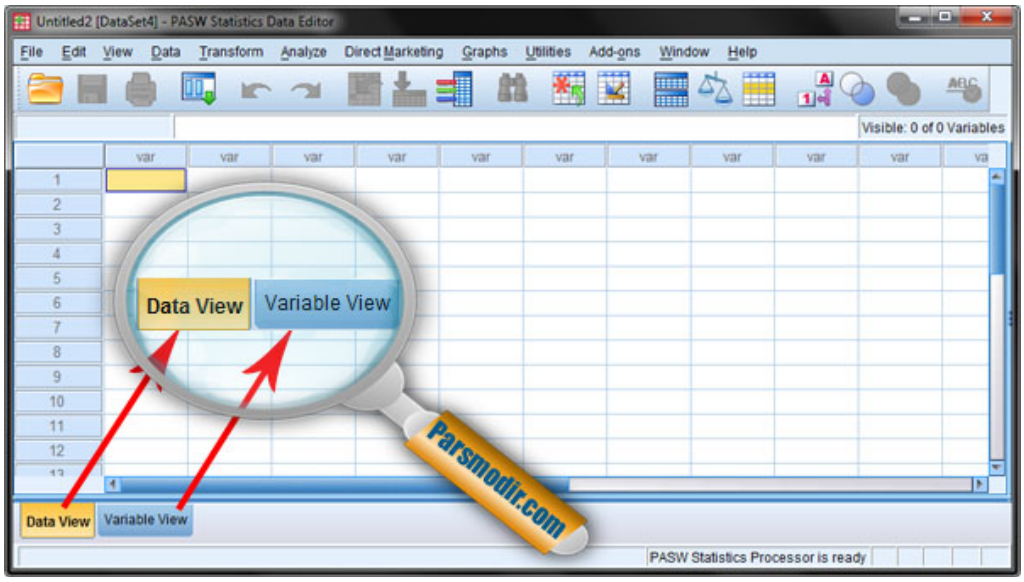
در منوی Analyze فرمان‌های اصلی محاسبات و آزمون‌های آماری نهفته است.

در منوی Charts نیز می‌توان نمودارهای مختلفی را ترسیم کرد.

در پایان این فصل مروری بر فرامین منوهای فایل، Edit، View، Data و Transform صورت خواهد گرفت. اما تمرکز کتاب حاضر بر فرامین منوی Analyze استوار است.

۲-۲- وارد کردن داده‌ها در برنامه SPSS

برنامه SPSS دارای دو زبانه (Tab) در انتهای صفحه است.



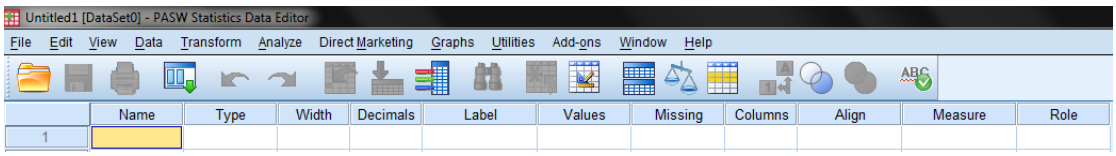
- در زبانه Data View داده‌های حاصل از گردآوری پرسشنامه‌ها وارد می‌شود.

- در زبانه Variable View نوع داده‌ها و چیدمان آن‌ها در صورت نیاز تعریف می‌شود.

نمونه ۱: در یک آزمون می‌خواهیم اطلاعات مربوط به جنسیت افراد را ذخیره کنیم.

ابتدا در نرم افزار SPSS وارد زبانه Variable View شوید.

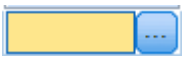
در این زبانه می‌توان متغیرهای لازم را تعریف کرد. گزینه‌های زیر در دسترس خواهد بود:

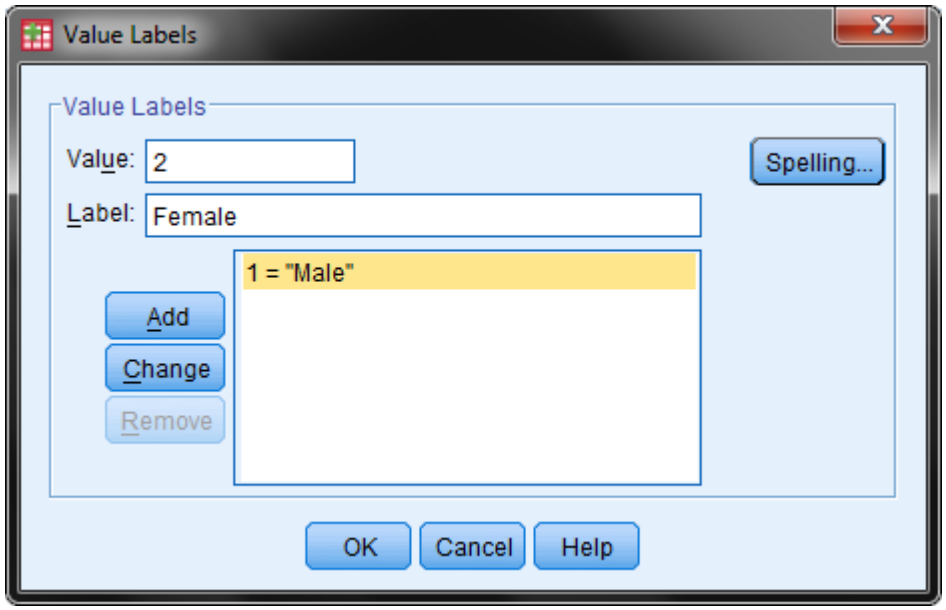


زیر ستون Name نام متغیر را وارد کنید. برای نمونه یک متغیر با نام Gender برای جنسیت بسازید.

در زیر ستون Type نوع داده انتخاب می‌شود که به صورت پیش فرض Numeric یعنی نوع داده عددی فعال است. بگذارید همین گزینه فعال باشد.

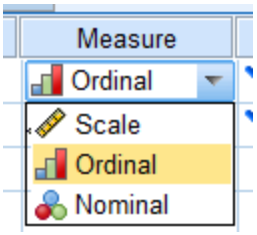
چون جنسیت حالت اعشاری ندارد می‌توانید گزینه Decimals را روی صفر قرار دهید.

ستون Value نیز مهم است. در این ستون روی کشوئی  کلیک کنید تا کادر تعریف ارزش باز شود. با فرض اینکه دو گروه مرد و زن داریم برای گروه اول ارزش را برابر ۱ و برچسب را با نام مرد وارد کنید. برای گروه دوم ارزش را برابر ۲ و برچسب را با نام زن وارد کنید.



-تعیین نوع داده

در بخش اول بیان شد متغیرها براساس مقیاس اندازه‌گیری می‌توانند اسمی، ترتیبی، فاصله‌ای یا نسبی باشند. اگر روی دکمه Measure کلیک کنید سه گزینه مانند زیر خواهید یافت.



اگر متغیر از نوع اسمی باشدnominal را انتخاب کنید.

اگر متغیر از نوع ترتیبی باشد گزینه ordinal را انتخاب کنید.

اگر متغیر از نوع فاصله‌ای یا نسبی باشد گزینه Scale را انتخاب کنید.

دقت کنید اگر مقیاس سنجش متغیرها و گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای با طیف لیکرت باشد گزینه Scale را انتخاب کنید.

در نهایت متغیر جنسیت به صورت زیر تعریف خواهد شد:

Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
Gender	Numeric	8	0		{1, Male}...	None	8	Right	Nominal	Input

به زبانه Data View برگردید. در زیر ستون Gender برای هر مرد عدد ۱ و برای هر زن عدد ۲ را وارد کنید.

فرض کنید می‌خواهید نمرات هریک از افراد را وارد کنید:

وارد زبانه Variable View شوید و سپس یک متغیر برای نمونه با نام Score بسازید. در اینجا دیگر نیازی به تعریف ارزش نیست.

Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
Gender	Numeric	8	0		{1, Male}...	None	8	Right	Nominal	Input
Score	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input

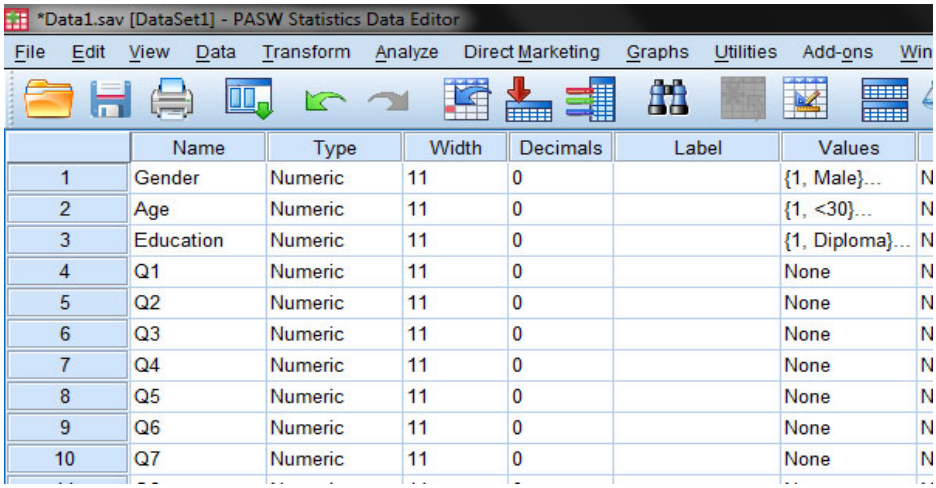
به زبانه Data View برگردید و در زیر ستون Scoreنیز نمرات را وارد کنید.

تمرین ۱: در یک پرسشنامه معمولاً مشخصات فردی پاسخگویان بررسی می‌شود. هر یک از متغیرهای پرسشنامه نمونه زیر را در SPSS تعریف کنید:

جنسیت: مرد ☐ زن ☐
سن : کمتر از سی سال ☐ ۳۰ تا ۴۰سال ☐ ۴۰تا ۵۰ سال ☐ بیشتر از ۵۰سال ☐
میزان تحصیلات: دیپلم و پائینتر☐ کاردانی ☐ کارشناسی☐ تحصیلات تکمیلی ☐

نمونه ۲- وارد کردن داده‌ها برای یک مساله واقعی

یک پرسشنامه طیف لیکرت موجود است. در این پرسشنامه جنسیت، سن و تحصیلات به عنوان ویژگی‌های عمومی مورد پرسش قرار گرفته است. همچنین ۲۴ پرسش تخصصی با طیف لیکرت ۵ درجه نیز پرسیده شده است. بنابراین متغیرها مانند زیر تعریف می‌شود:



	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	
1	Gender	Numeric	11	0		{1, Male}...	N
2	Age	Numeric	11	0		{1, <30}...	N
3	Education	Numeric	11	0		{1, Diploma}...	N
4	Q1	Numeric	11	0		None	N
5	Q2	Numeric	11	0		None	N
6	Q3	Numeric	11	0		None	N
7	Q4	Numeric	11	0		None	N
8	Q5	Numeric	11	0		None	N
9	Q6	Numeric	11	0		None	N
10	Q7	Numeric	11	0		None	N

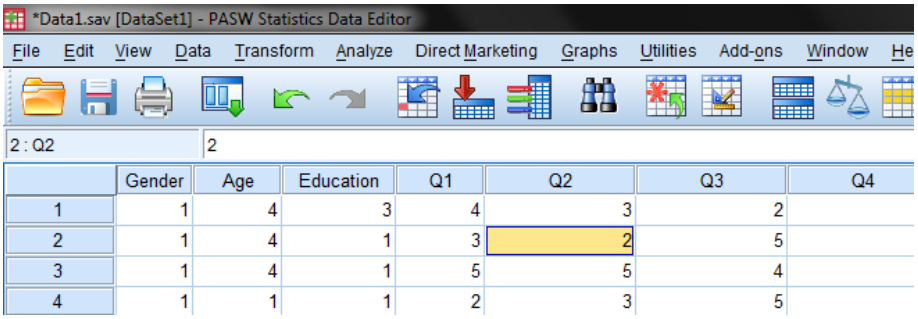
این فایل با نام Data1.sav در پیوست همراه با کتاب آمده است.

به زبانه Data View برگردید:

- متغیرهای تعریف شده در بالای هر ستون قابل مشاهده است. به هر ستون **فیلد**[1] گویند.

- در هر سطر پاسخ‌های مربوط به هر پرسشنامه تکمیل شده وارد شده است. یعنی اطلاعات هر فرد در هر سطر قابل ردیابی است. مجموعه این پاسخ‌ها یعنی هر سطر یک **رکورد**[2] گویند.

[1] Field
[2] Record



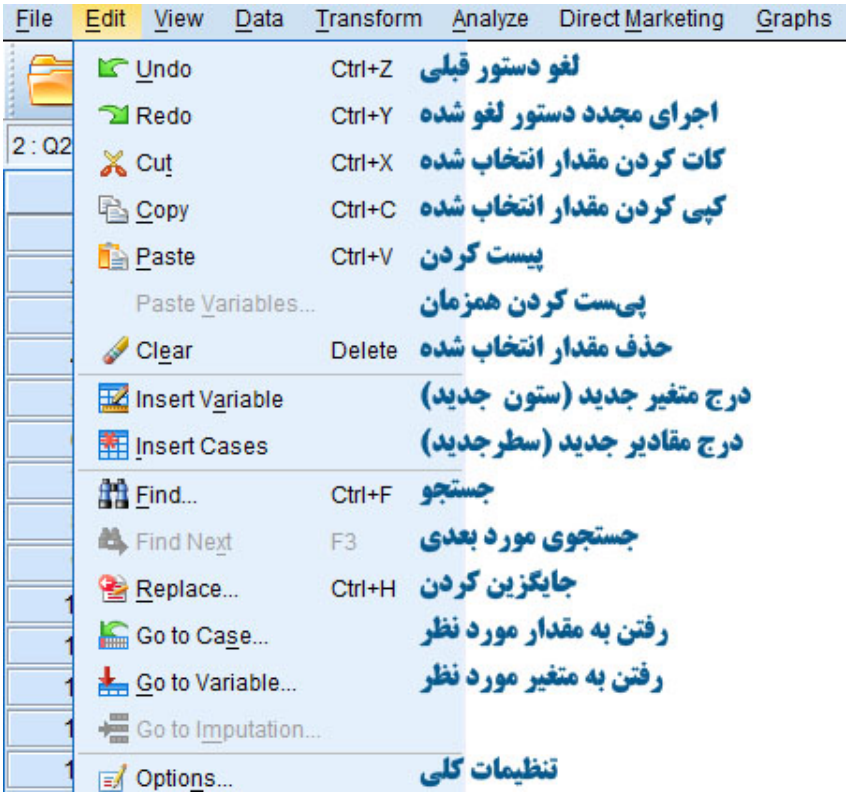
	Gender	Age	Education	Q1	Q2	Q3	Q4
1	1	4	3	4	3	2	
2	1	4	1	3	2	5	
3	1	4	1	5	5	4	
4	1	1	1	2	3	5	

بنابراین سطر شماره یک را یک مرد بالای ۵۰ سال که تحصیلات کارشناسی دارد پر کرده است و به سوال شماره ۱ پاسخ «زیاد» و به سوال شماره ۲ پاسخ «متوسط» داده است.

با استفاده از همین داده‌ها می‌توانید کار با منوهای Edit، View، Data و Transform را فرا بگیرید.

۲-۳- کار با منوی Edit

دستورات کار با منوی ادیت به صورت خلاصه به صورت زیر است:



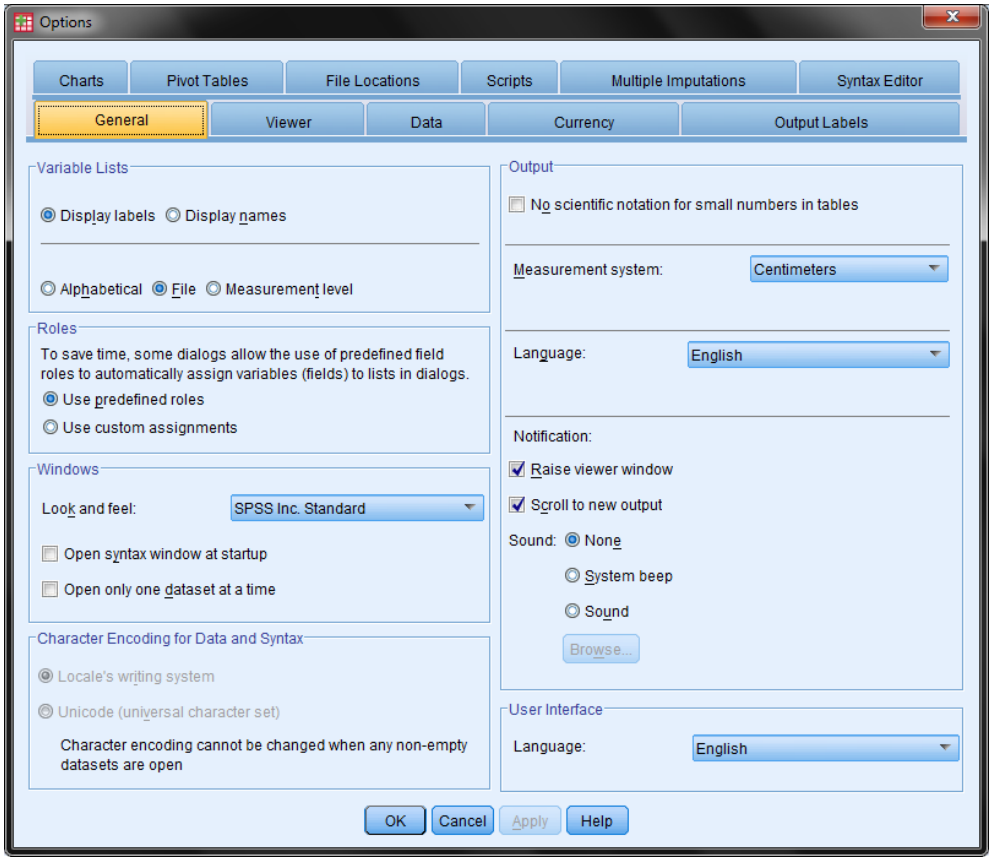
دقت کنید وقتی شما روی برچسب نام متغیر در **فیلد** مورد نظر کلیک کنید کل آن ستون (فیلد) انتخاب می‌شود و بنابراین دستورات Cut و Copy و Paste و Delete روی همان فیلد انجام می‌شود. وقتی شما روی عدد معرف یک **رکورد** کلیک کنید کل آن سطر (رکورد) انتخاب می‌شود و بنابراین دستورات Cut و Copy و Paste و Delete روی همان رکورد انجام می‌شود.

اگر بخواهید یک رکورد جدید بین رکوردهای موجود اضافه کنید روی رکورد بعدی کلیک کنید و دستور insert cases را انتخاب کنید.

برای درج یک فیلد جدید بین فیلدهای موجود، روی فیلد بعدی کلیک و insert Varibales را انتخاب کنید.

- تنظیمات کادر Options

یکی از مهمترین دستورات موجود در منوی Edit دکمه Options است. با انتخاب این گزینه کادری مانند زیر ظاهر خواهد شد:



مقیاس اندازه‌گیری را بهتر است روی سانتیمتر تنظیم کنید. می‌توانید زبان را انتخاب کنید و در تب‌های دیگر می‌توانید رنگ، اندازه، نوع قلم و. .. را انتخاب کنید. همانطور که مشاهده می‌کنید بیشتر تنظیمات حالت نمایشی دارد و دوستان حرفه‌ای بهتر است به فصل بعد مراجعه کنند.

۲-۴- کار با منوی View

دستورات کار با منوی View به صورت خلاصه به صورت زیر است:

نوار وضعیت (status bar) نوار باریکی در پائین برنامه‌ها است که می‌توانید نمایش یا عدم نمایش آن را از طریق گزینه Status Bar تعیین کنید.

اگر می‌خواهید نوار ابزار را سفارشی کنید یعنی ابزارهائی را حذف و اضافه کنید گزینه Toolbars را انتخاب کنید. نوار ابزار استاندارد SPSS به صورت پیش فرض به صورت زیر است:

اگر می‌خواهید منوها را سفارشی کنید یعنی ابزارهائی را حذف و اضافه کنید گزینه Toolbars را انتخاب کنید. منوهای استاندارد SPSS به صورت پیش فرض به صورت زیر است:

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

برای تغییر تنظیمات قلم می‌توانید گزینه Fonts را انتخاب کنید.

با غیرفعال کردن Grid lines دیگر خطوط جداول SPSS نمایش داده نخواهد شد.

اگر گزینه Value labels را فعال کنید در این صورت به جای اعداد کمی برچسبی که قبلا در ستون Value تعریف کرده‌اید نمایش داده خواهد شد. برای نمونه مشاهده کنید:

Data1.sav [DataSet1] - PASW Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing

4 : Q3 | 5

	Gender	Age	Education	Q1
1	1	4	3	4
2	1	4	1	3
3	1	4	1	5
4	1	1	1	2
5	1	2	2	5
6	1	0	2	1
7	1	3	1	4
8	2	1	2	3

Data1.sav [DataSet1] - PASW Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing

4 : Q3 | 5

	Gender	Age	Education	Q1
1	Male	>50	Bachelor	4
2	Male	>50	Diploma	3
3	Male	>50	Diploma	5
4	Male	<30	Diploma	2
5	Male	30-40	Associates	5
6	Male	0	Associates	1
7	Male	40-50	Diploma	4
8	Female	<30	Associates	3

در نهایت با کلیک روی به زبانه Variables View منتقل می‌شوید.

۲-۵- کار با منوی Data

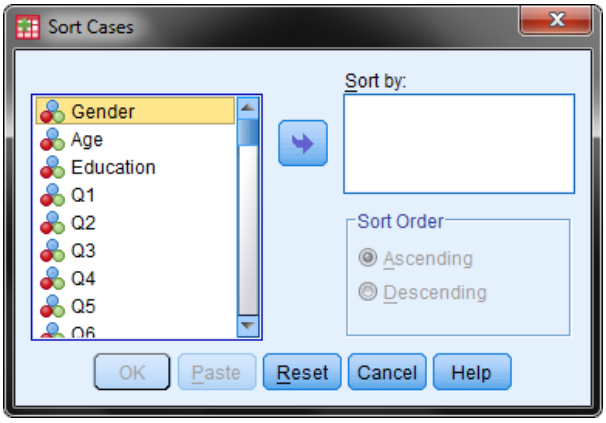
در منوی دیتا دستورات متعددی وجود دارد که هیچ کدام مبنای محاسباتی ندارند و توضیح مفصل درباره تمامی این دستورات از حوصله این بحث خارج است اما برخی مهمترین و پرکاربردترین این دستورات عبارتند از:

گزینه Identify Duplicate Cases : برای شناسائی رکوردهای تکراری استفاده می‌شود.

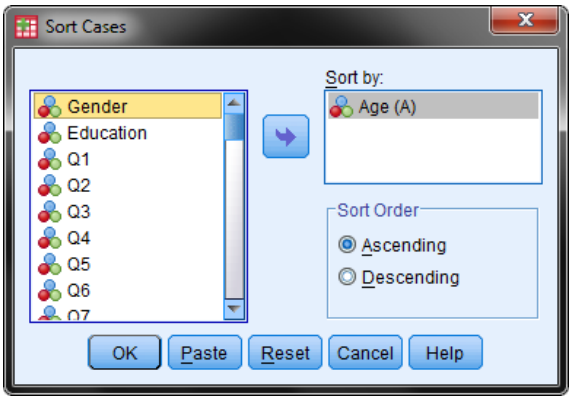
گزینه Identify Unusual Cases : برای شناسائی رکوردهائی که با سایر رکوردها متفاوت هستند.

گزینه Sort Cases : مرتب سازی رکوردها

زمانیکه گزینه Sort Cases را کلیک کنید کادر زیر ظاهر می‌شود. در این کادر مشخص کنید رکوردها براساس مقادیر کدام فیلد مرتب سازی شوند.



برای نمونه اگر بخواهید براساس سن مرتب کنید ابتدا متغیر Ageرا با کلیک روی دکمه به کادر خالی Sort by منتقل کنید. سپس اگر می‌خواهید به صورت صعودی مرتب شوند گزینه Ascending و اگر می‌خواهید به صورت صعودی مرتب شوند گزینه Descending را انتخاب کنید.



گزینه Sort Variables : مرتب سازی فیلدها (مشابه مرتب سازی رکوردها است)

گزینه Transpose: این گزینه برخی مواقع خیلی بکار می‌آید و جای سطرها و ستون‌ها را عوض می‌کند.

گزینه Merge Files : برای ترکیب چند فایل داده مختلف و یک‌کاسه کردن آنها استفاده می‌شود.

گزینه Copy Dataset : به هر فایل دیتا در SPSS یک Dataset گویند. اگر می‌خواهید یک فایل درست مشابه همان فایل دیتا که روی آن کار می‌کنید ایجاد کنید گزینه Copy Dataset را انتخاب کنید. ناگهان یک فایل جدید از فایل موجود تولید می‌شود. بنابراین اگر می‌خواهید کاربرد فرامین مختلف را در فایل موجود تمرین کنید همین اکنون این گزینه را انتخاب کنید.

۲-۵- کار با منوی Transform

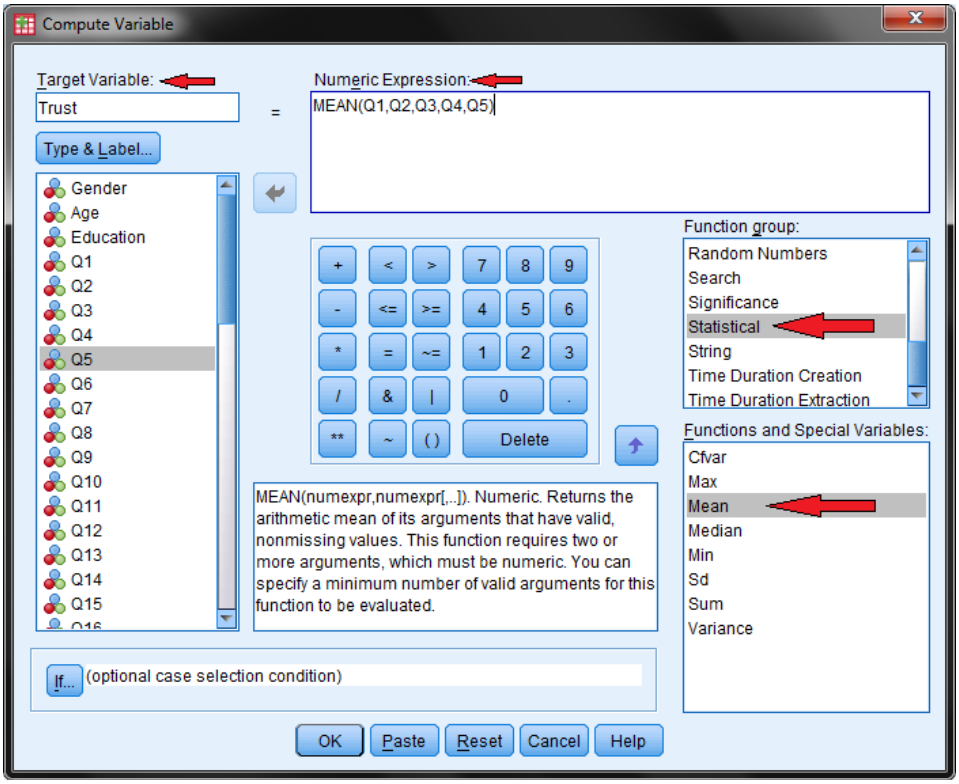
۲-۵-۱- محاسبه میانگین سوالات پرسشنامه

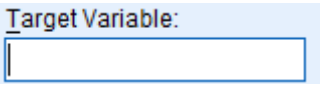
یکی از مهمترین و پرکاربردترین دستورات منوی Transform گزینه Compute Variables است. در بیشتر مطالعه‌های مدیریت و مهندسی صنایع که مبتنی بر پرسشنامه است تعدادی عامل اصلی وجود دارد که برای هر کدام تعدادی پرسش مطرح شده است. برای محاسبه عامل اصلی معمولا باید میانگین سوالات مربوط را حساب کرد. یا در بسیاری موارد دیگر یک متغیر براساس دستکاری و انجام محاسباتی در سایر متغیرها بدست می‌آید. در چنین مواردی باید امکان محاسبه یک متغیر براساس سایر متغیرها وجود داشته باشد.

نحوه انجام این محاسبات با یک مثال کاربردی تشریح شده است. فایل Data2.sav را باز کنید.

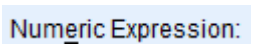
در یک پژوهش پرسشنامه‌ای بین ۱۲۰ نفر از کاربران پایگاه پارس مدیر توزیع شده است. ۵ پرسش نخست این پرسشنامه مربوط به سنجش اعتماد کاربران است. برای آنکه میانگین اعتماد هر کاربر مشخص شود باید متغیری مانند Trust داشته باشیم که میانگین ۵ پاسخ نخست هر پژوهشگر را در خود داشته باشد.

از منوی Transform گزینه Compute Variables را انتخاب کنید. کادر زیر ظاهر خواهد شد:



- در کادر 

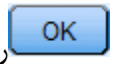
نام متغیر مورد نظر را وارد کنید. در این مثال مانند شکل بالا نام متغیر را Trust وارد کرده ایم.

- در کادر 

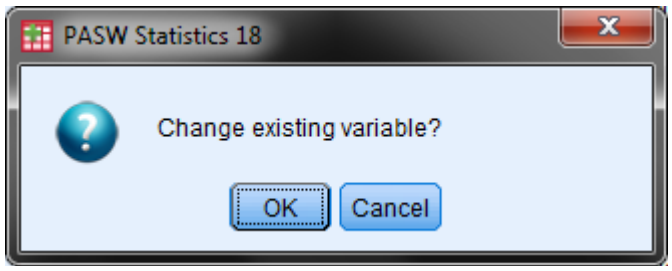
فرمول محاسبه را وارد کنید.

- در اینجا از بخش Function Group گزینه statistical را انتخاب کنید و در باکس زیر آن مطابق شکل تابع Mean را فراخوانی کنید. توابع دیگری نیز در دسترس است که به سادگی قابل استفاده است. برای انجام محاسبات تابع وارد شده در قسمت Numeric Experssion را مانند زیر اصلاح کنید:

MEAN(Q1,Q2,Q3,Q4,Q5)

دکمه 

را فشار دهید. اگر متغیر از قبل با این نام ذخیره شده باشد دستوری مانند زیر را مشاهده خواهید کرد.



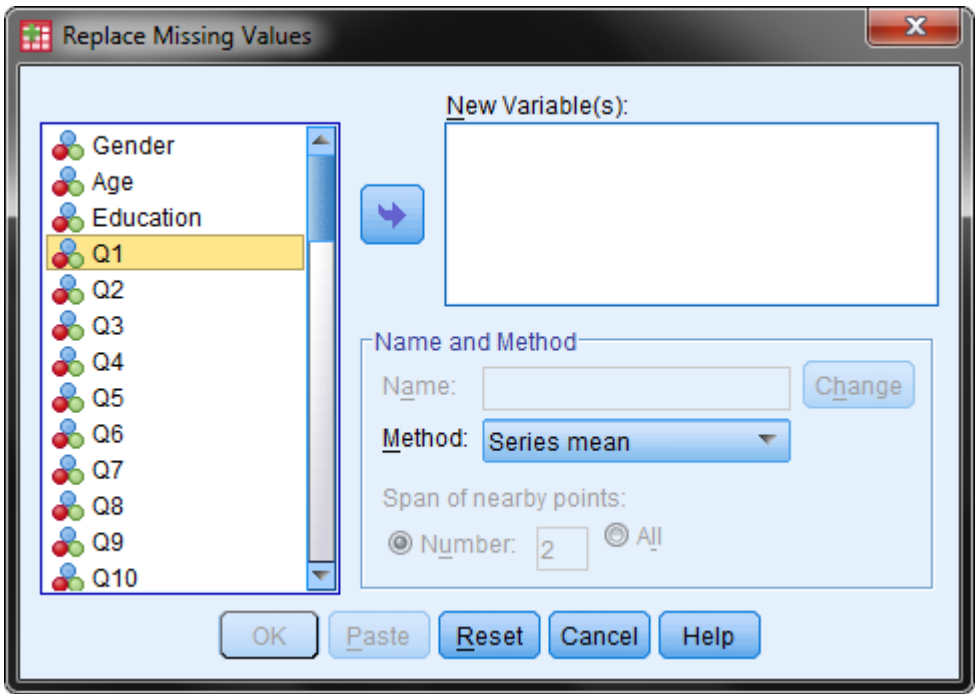
مجدد دکمه OK را انتخاب کنید تا تغییرات اعمال شود.

یکی از محدودیت‌های برنامه SPSS نسبت به برنامه اکسل آن است که این توابع به صور اتوماتیک اصلاح نمی‌شود یعنی اگر شما داده‌های پرسش‌های ۱ تا ۵ را تغییر دهید متغیر اعتماد خودبخود تغییر نمی‌کند و دوباره باید این کد را اعمال کنید. در حالیکه در برنامه اکسل این کار اتوماتیک صورت می‌گیرد.

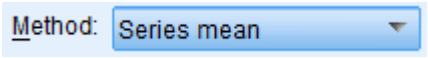
۲-۵-۲- شناسائی داده‌های گم شده در SPSS

شناسائی داده‌های گم شده در SPSS یکی دیگر از کاربردهای مهم این برنامه است که با استفاده از دستور Replace Missing Values از منوی Transform قابل انجام است.

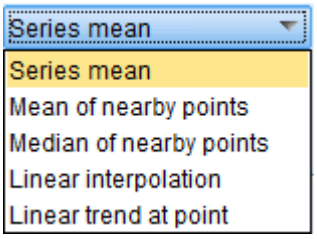
پس از انتخاب Replace Missing Values... کادری مانند زیر ظاهر خواهد شد:



تمامی متغیرهای مورد نظر خود را به کادر New Variables منتقل کنید.

پیش از این کار از کشوئی 

نوع پوشش نقاط خالی و فاقد داده را انتخاب کنید. موارد زیر در دسترس است:



گزینه series mean : جاهای خالی را براساس میانگین داده‌های آن فیلد(ستون) پر می‌کند.

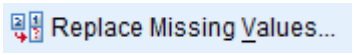
گزینه Mean of nearby points: جای خالی را براساس میانگین داده‌های اطراف آن خانه خالی پر می‌کند.

گزینه Median of nearby points: جای خالی را براساس میانه داده‌های اطراف آن خانه خالی پر می‌کند.

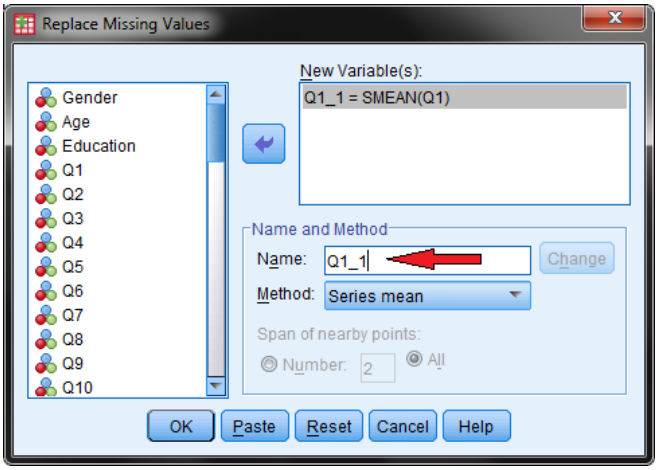
گزینه Linear interpolation : جاهای خالی را براساس معادلات خطی داده‌ها پر می‌کند.

گزینه Linear trend at point : جاهای خالی را براساس روندنمای خطی داده‌ها پر می‌کند.

توصیه می‌شود برای ستون‌های مربوط به متغیرهای طیف لیکرت از گزینه series mean و برای اطلاعات آمار توصیفی و داده‌های اسمی و ترتیبی از گزینه Median of nearby points استفاده کنید.

استفاده از گزینه 

نکات مربوط به خود را دارد. برای نمونه فرض کنید متغیری مانند Q1 را برای اسکن داده‌های گم شده انتخاب کرده باشید در این صورت خود برنامه متغیری با نامی مانند Q1_1 درست می‌کند. پس از اسکن داده‌های گم شده و تکمیل آن براساس پوشش نقاط خالی که شما انتخاب کرده‌اید یک فیلد جدید با نام Q1_1 در انتهای فایل داده قبلی ایجاد و نتایج را ذخیره می‌کند.



اگر می‌خواهید چنین نشود و اصلاحات در همان فیلد قبلی صورت گیرد (و معمولاً هم چنین است) خودتان نام متغیر را به همان نام قبلی تغییر دهید و دکمه Change را که اکنون فعال شده است را فشار دهید.

همچنین اگر از کشوئی Method یکی از دو گزینه زیر را انتخاب کنید باید در قسمت Number مشخص کنید منظورتان از Nearby (همان داده‌های اطراف) چند داده است.

گزینه Mean of nearby points: جای خالی را براساس میانگین داده‌های اطراف آن خانه خالی پر می‌کند.

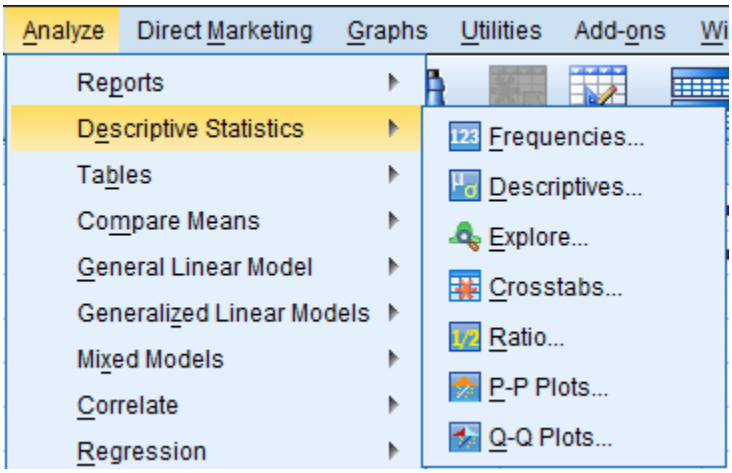
گزینه Median of nearby points: جای خالی را براساس میانه داده‌های اطراف آن خانه خالی پر می‌کند.

بخش سوم

محاسبات آمار توصیفی

۳-۱- مقدمه‌ای بر محاسبات آمار توصیفی

محاسبات مربوط به انواع شاخص‌های آمار توصیفی را در منوی Analyze زیرمنوی Descritive Statistics خواهید یافت. فراوانی‌ها، شاخص‌های توصیفی، جداول متقاطع و انواع نسبت‌ها در این قسمت قابل دسترسی است. سه فرمان Frequencies, Descriptives و Crosstabs در ادامه بررسی خواهد شد.



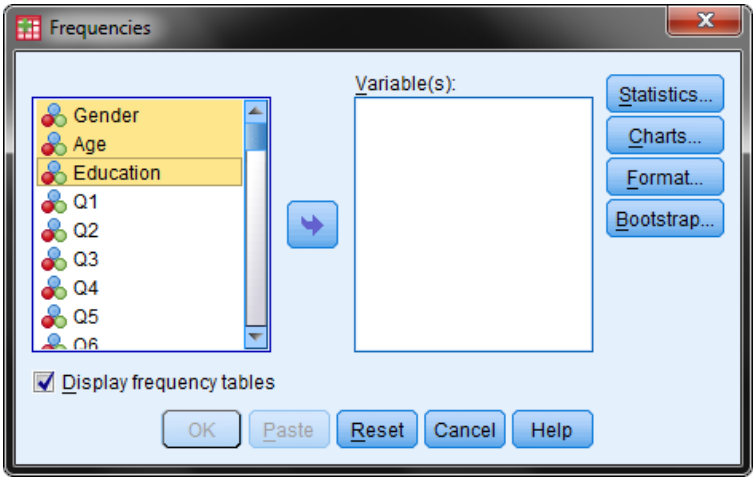
۳-۲- محاسبه فراوانی‌های داده‌ها

معمولا زمانی که شما داده‌های مربوط به مشخصات فردی پاسخ‌دهندگان را دریافت می‌کنید مایل هستید فراوانی‌های مربوط را به صورت منسجم در اختیار داشته باشید. برای مثال فراوانی‌های مربوط به تمرین شماره ۱ به صورت زیر قابل محاسبه است:

- از منوی Analyze گزینه Descriptive Statistics و فرمان Frequencies را اجرا کنید:

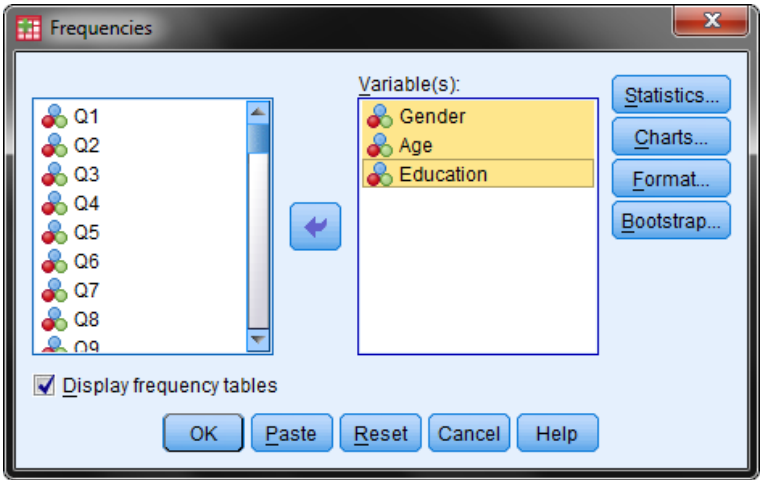
Analyze/ Descriptive Statistics / Frequencies

دیالوگ Frequencies مانند زیر گشوده خواهد شد:



- متغیرهائی که می‌خواهید فراوانی‌های آن‌ها را حساب کنید انتخاب کنید. برای مثال روی Gender کلیک کرده و درحالیکه دکمه Shift را فشار می‌دهید روی Job کلیک کنید.

- روی دکمه را فشاردهید تا متغیرها وارد باکس Variables شوند.



- روی دکمه Ok کلیک کنید. فراوانی متغیرهای انتخاب شده در یک صفحه جدید نمایش داده خواهد شد. برای نمونه فراوانی داده‌های جنسیت به صورت زیر است:

Gender

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Male	269	74.1	74.1	74.1
	Female	94	25.9	25.9	100.0
	Total	363	100.0	100.0	

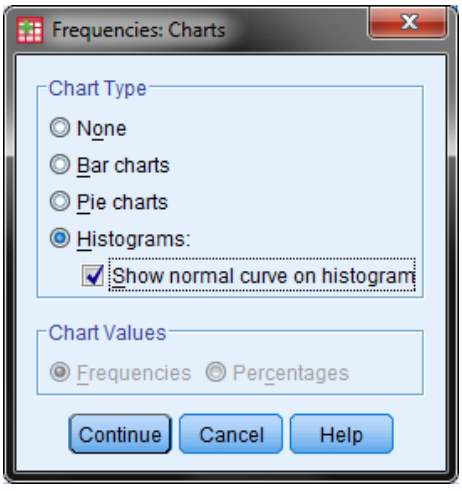
ترجمه این جدول و نحوه گزارش آن در فارسی به صورت زیر خواهد بود:

توزیع فراوانی پاسخ دهندگان براساس جنسیت

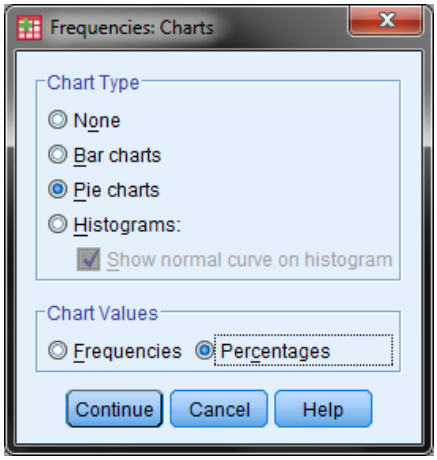
	فراوانی	درصد	فراوانی تراکمی
مرد	۲۶۹	۷۴.۱۰	۷۴.۱۰
زن	۹۴	۲۵.۹۰	۱۰۰.۰۰
کل	۳۶۳	۱۰۰.۰۰	

ممکن است بخواهید اطلاعات آمار توصیفی را به صورت جداولی نیز گزارش کنید. در اینصورت در دیالوگ Frequencies روی دکمه Charts... کلیک کنید. گزینه‌های قابل دستیابی به صورت زیر است:

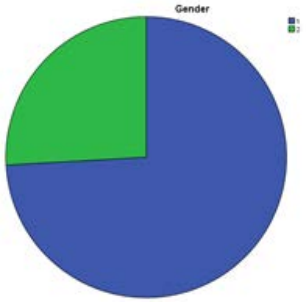
- گزینه none : بطور پیش فرض فعال است و اجازه رسم نمودار در خروجی را نمی‌دهد.
- گزینه Bar : امکان رسم نمودار میله‌ای در خروجی را می‌دهد.
- گزینه Pie : امکان رسم نمودار دایره‌ای در خروجی را می‌دهد.
- گزینه Histograms : امکان رسم نمودار هیستوگرام در خروجی را می‌دهد. اگر می‌خواهید منحنی نرمال نیز در داده‌های نمودار ترسیم شود تیک گزینه مربوط را مانند زیر فعال کنید.



برای نمونه در این مطالعه مانند شکل زیر گزینه Pie انتخاب شده و در قسمت Chart Value از درصدها استفاده شده است. روی دکمه Continue کلیک کرده تا به دیالوگ Frequencies بازگردید و سپس ok را انتخاب کنید تا خروجی را مشاهده کنید.

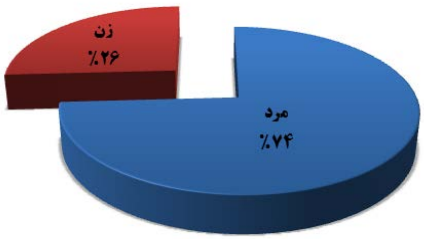


خروجی چیزی مشابه زیر خواهد بود:

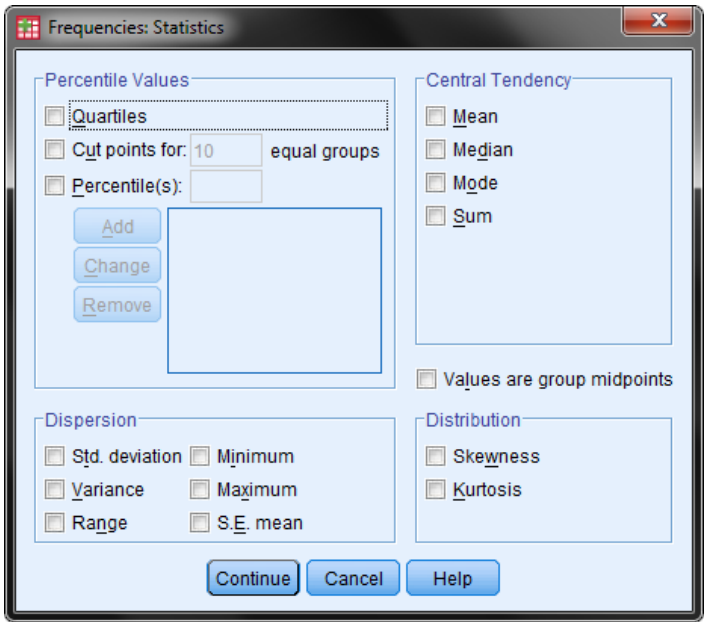


همانطور که مشاهده می‌شود خروجی خیلی جذاب نیست. هرچند تنظیمات بیشتری در منوی Chart وجود دارد که در ادامه خواهد آمد انا توصیه می‌شود از نرم‌افزار اکسل برای طراحی نمودارهای شکیل‌تر استفاده کنید. برای نمونه خروجی نمودار دایره‌ای برای همین داده‌ها در نرم‌افزار اکسل به صورت زیر است:

نمودار فراوانی پاسخ دهندگان براساس جنسیت



ممکن است بخواهید اطلاعات بیشتری پیرامون آمار توصیفی مانند میانه، مد، چارکها و. .. را گزارش کنید. در اینصورت در دیالوگ Frequencies روی دکمه Statistics... کلیک کنید. گزینه‌های قابل دستیابی به صورت زیر است:



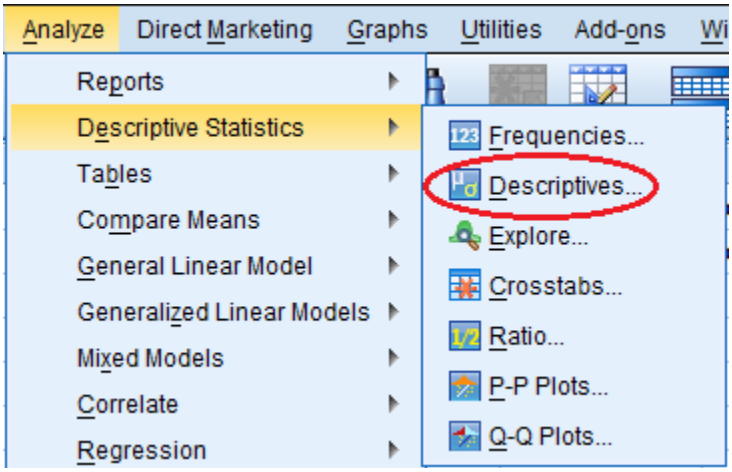
پس از آنکه تیمارهای آماری مورد نظر را انتخاب کردید روی دکمه Continue کلیک کرده تا به دیالوگ Frequencies بازگردید و سپس ok را انتخاب کنید تا خروجی را مشاهده کنید.

۳-۳- محاسبه شاخص‌های توصیفی

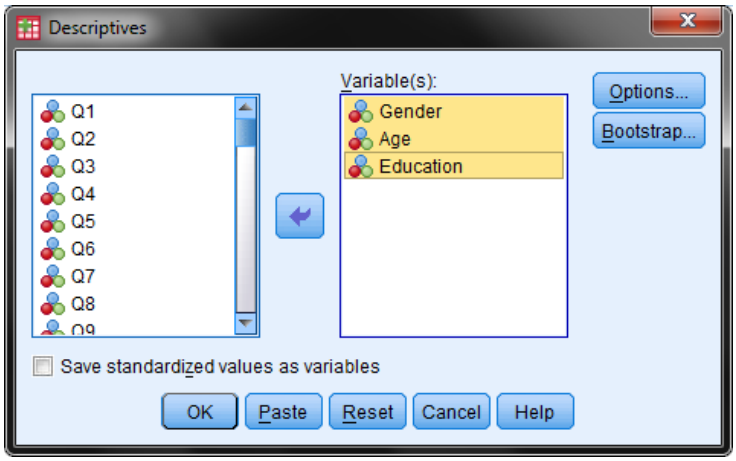
درمنوی Analyze زیرمنوی Descriptive Statistics بعد از گزینه Frequencies گزینه Descriptive قرار دارد. آنچه در گزینه Descriptive قابل دستیابی است بسیار مشابه گزینه Frequencies است.

- از منوی Analyze گزینه Descriptive Statistics و فرمان Descriptive را اجرا کنید:

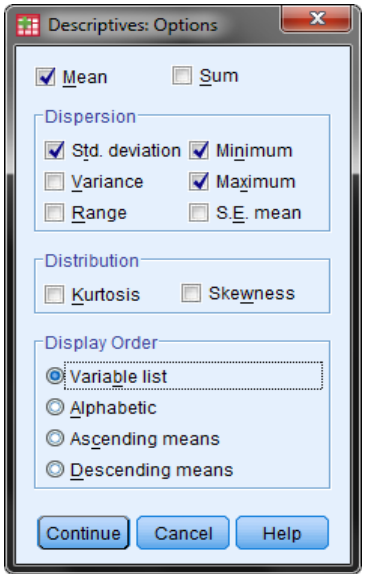
Analyze/ Descriptive Statistics / Descriptive



دیالوگ Descriptive مانند زیر ظاهر خواهد شد:



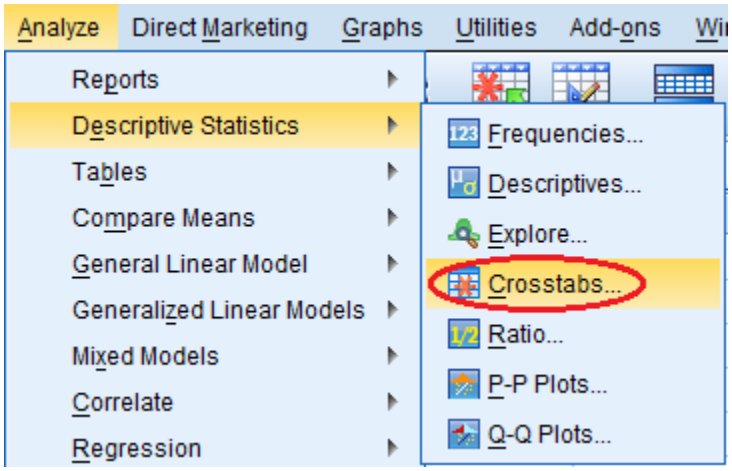
پس از انتقال شاخص‌های مورد نظر به قسمت Variables روی دکمه Options... کلیک کنید. در دیالوگ ظاهر شده می‌توانید آماره‌هائی مانند میانگین، مجموع، حداکثر، حداقل و. .. را انتخاب کنید و نتایج را در خروجی مشاهده کنید.



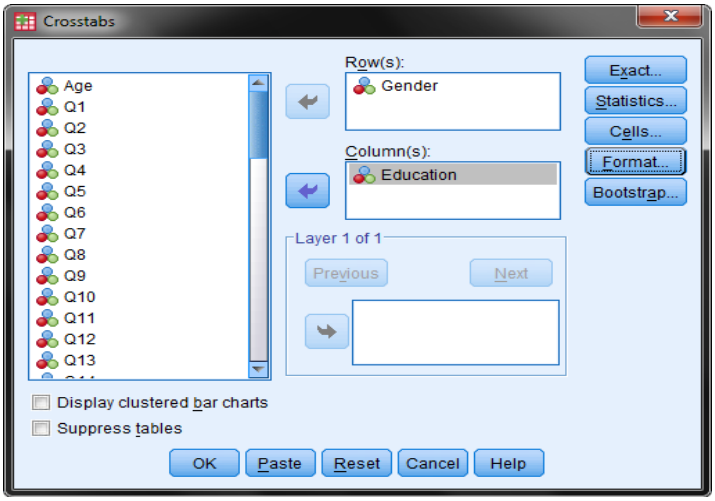
۳-۴- محاسبه جداول متقاطع

یکی از موارد پرکاربرد دیگر در ارائه شاخص‌های آمار توصیفی استفاده از جداول متقاطع است. برای نمونه می‌خواهید بدانید توزیع فراوانی جنسیت در هر یک از مقاطع تحصیلی چگونه است. برای این منظور از منوی Analyze گزینه Descriptive Statistics و فرمان Crosstabs را اجرا کنید:

Analyze/ Descriptive Statistics / Crosstabs



در دیالوگ ظاهر شده متغیرهائی که می‌خواهید در سطرها ظاهر شوند به باکس Rows و متغیرهائی که می‌خواهید در سطرها ظاهر شوند به باکس Columns منتقل کنید. در این مطالعه جنسیت و تحصیلات انتخاب شده است.



خروجی مانند زیر است:

Gender * Education Crosstabulation
Count

		Education				
		Diploma	Associates	Bachelor	Master	Total
Gender	Male	98	58	99	14	269
	Female	25	41	27	1	94
Total		123	99	126	15	363

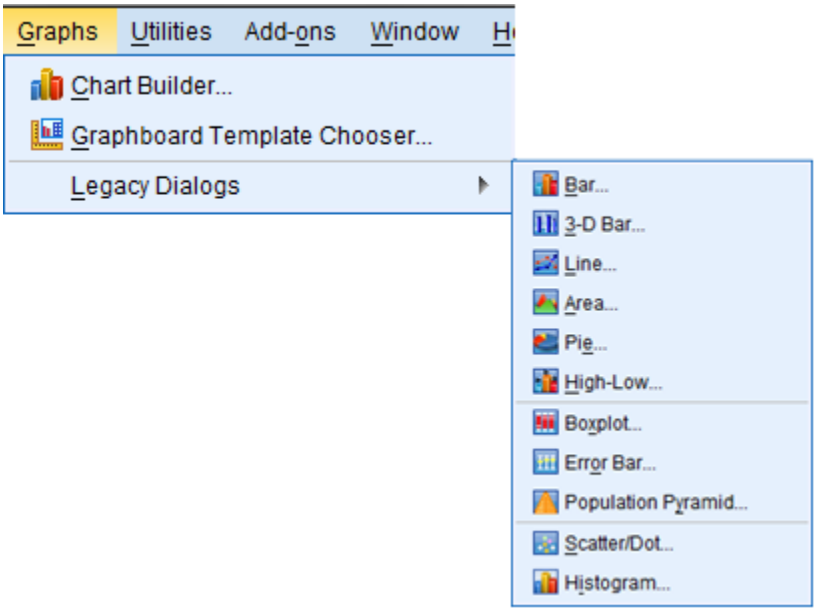
که ترجمه آن برای گزارش فارسی به صورت زیر است:

توزیع فراوانی تحصیلات براساس جنسیت

		تحصیلات				کل
		دیپلم	کاردانی	کارشناسی	کارشناسی ارشد	
جنسیت	مرد	۹۸	۵۸	۹۹	۱۴	۲۶۹
	زن	۲۵	۴۱	۲۷	۱	۹۴
کل		۱۲۳	۹۹	۱۲۶	۱۵	۳۶۳

۳-۵- ترسیم انواع نمودارهای حرفه‌ای

برای طراحی انواع نمودارها می‌توان از برنامه SPSS استفاده کرد. علاوه بر دکمه chart در دیالوگ Frequencies یک منوی ویژه با نام Graphs نیز در برنامه موجود است که برای طراحی انواع نمودارها استفاده می‌شود.

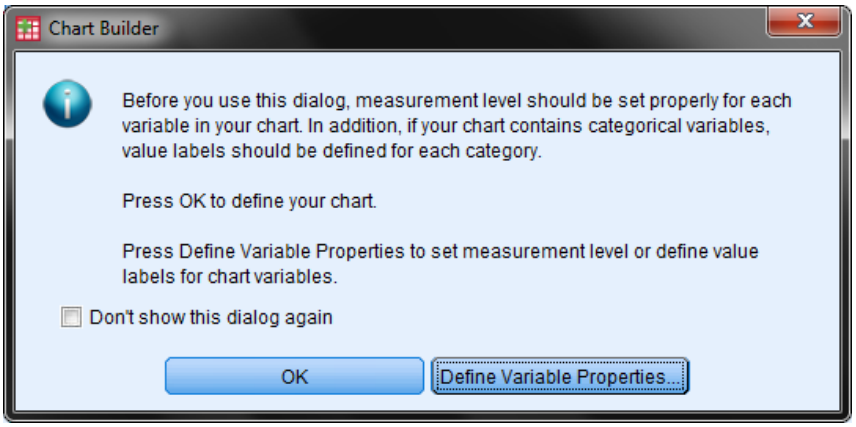


برای طراحی نمودارها با تنظیمات دلخواه از Chart Builder... استفاده می‌شود.

برای طراحی نمودارها براساس تمپلیت‌های آماده از Graphboard Template Chooser... استفاده می‌شود.

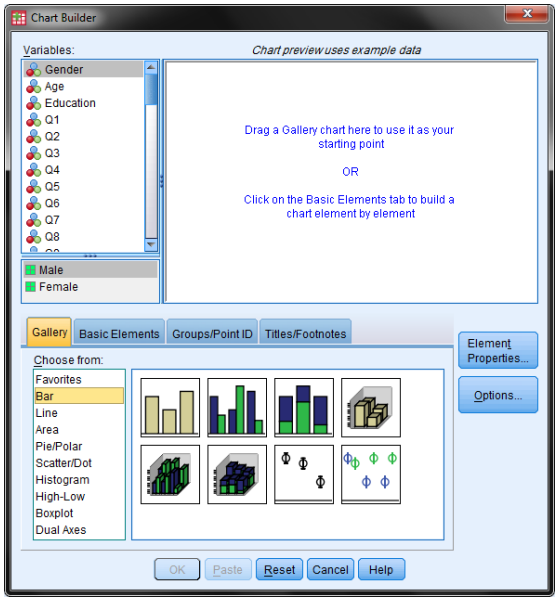
اما گزینه Legacy Dialogs انواع نمودارهای سنتی SPSS را در خود جای داده است. دقت کنید عبارت Legacy به معنای ارث و ماترک است. در نسخه‌های بعد از ورژن ۱۵ که SPSS دستخوش تغییراتی شد برخی از منوهای پرکاربرد سنتی با این عنوان دسته‌بندی شده‌اند که در بخش آزمون‌های ناپارامتریک نیز خواهید دید.

برای شروع فایل Data1.sav را باز کنید و از منوی Graphs گزینه Chart Builder… را انتخاب کنید. احتمالاً با کادر زیر مواجه خواهید شد. (مگر آنکه قبلاً غیر فعال کرده باشید)

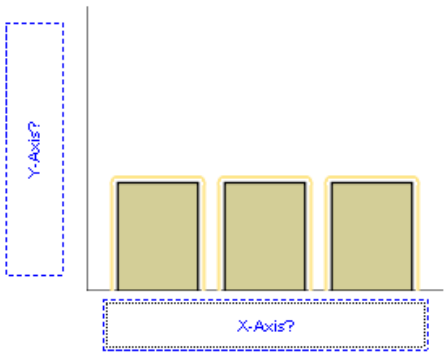


تیک عبارت don’t show this dialog again را فعال کنید. ترجمه این عبارت یعنی: دیگر این کادر را نمایش نده! و بنابراین اگر تیک را فعال کنید دیگر این کادر نمایش داده نخواهد شد.

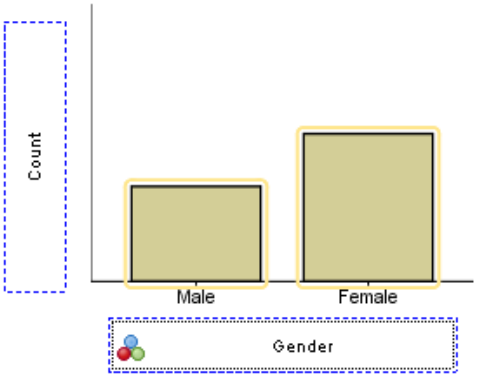
دکمه Ok را بزنید تا کادر زیر ظاهر شود:



نمودارها از باکس Choos from قابل انتخاب است. برای نمونه نمودارهای ستونی مختلف از منوی Bar قابل انتخاب است. برای نمونه یک نمودار ساده ستونی را انتخاب کرده و باکس خالی بالای کادر درگ کنید:

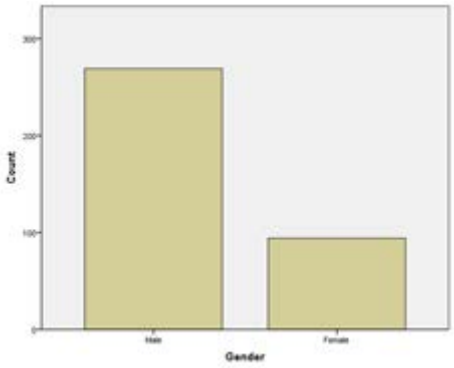


اگر می‌خواهید یک نمودار یک بعدی داشته باشید یک متغیر مانند جنسیت را به محور طولی (X-Axis) درگ کنید. نتیجه مانند زیر خواهد شد:



محور عرضی (X-Axis) خودبخود به صورت Count یعنی شمارنده تبدیل می‌شود.

دکمه Ok را بزنید تا یک نمودار ساده مانند زیر تولید شود:

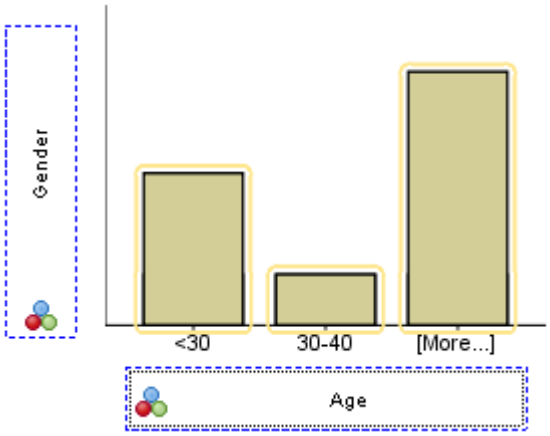


بیائید کمی فراتر برویم. یک بار دیگر از منوی Graphs گزینه Chart Builder… را انتخاب کنید.

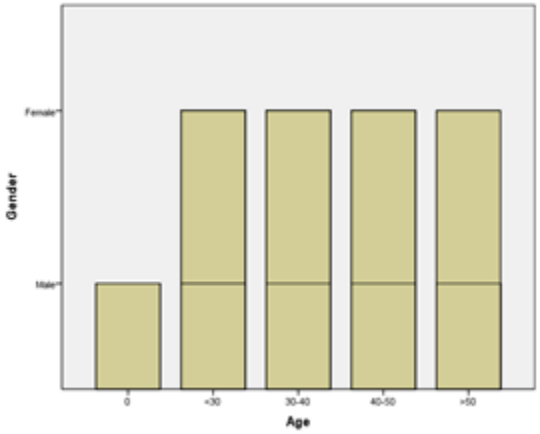
دکمه Reset را بزنید تا همه چیز به حالت ابتدائی برگردد.

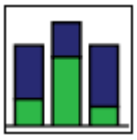
یک نمودار ساده ستونی را انتخاب کرده و باکس خالی بالای کادر درگ کنید.

در محور طولی سن و در محور عرضی جنسیت را وارد کنید:



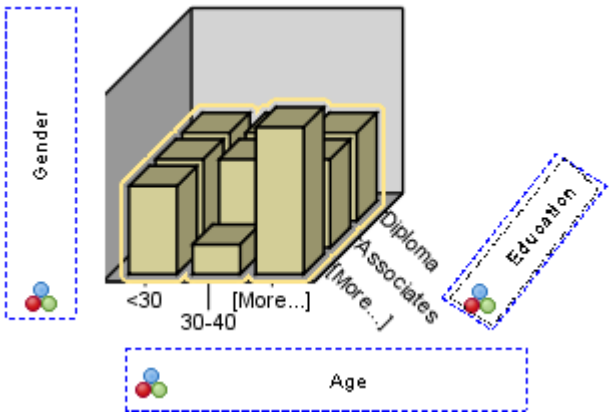
دکمه Ok را بزنید تا یک نمودار توزیع جنسیت براساس سن مانند زیر تولید شود:





برای آنکه این نمودار دو بعدی جذاب‌تر باشد یکبار دیگر مراحل رسم نمودار را از نو شروع کنید و این بار از نمودار Stacked bar استفاده کنید. این نمودار برای ترسیم توزیع یک متغیر براساس متغیر دیگر خیلی مناسب است.

برای ترسیم نمودار سه بعدی نیز آیکون را به باکس ترسیم نمودار منتقل کنید:



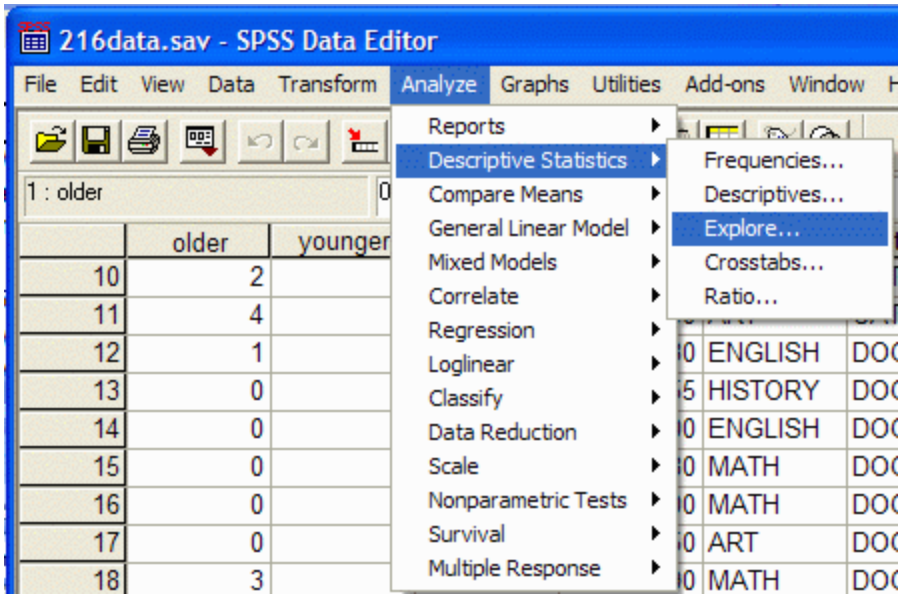
روی دکمه ok کلیک کنید تا خروجی را مشاهده کنید.

روشن است برای ترسیم نمودارهای پای(دایره‌ای) و هیستوگرام نیز می‌توانید به همین صورت عمل کنید. اگرچه با وجود برنامه‌هائی مانند اکسل نمودارهای SPSS خیلی به چشم نمی‌آید. توصیه من این است که انرژی خود را در برنامه SPSS بیشتر از این روی ترسیم نمودار صرف نکنید زیرا بازهم چیز خیلی قابل توجهی بدست نخواهید آورد.

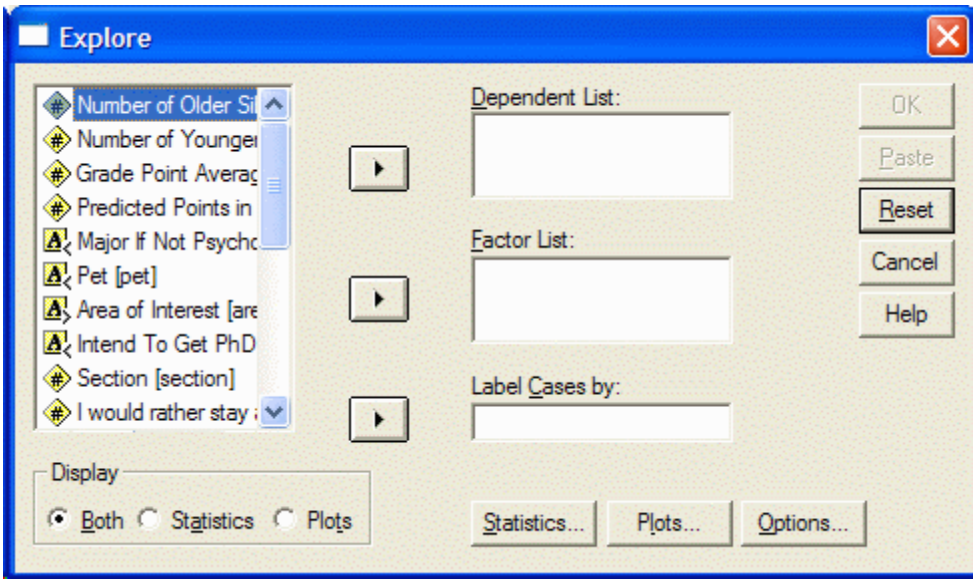
۳-۶- فرمان جستجو : Explore

این فرمان میتواند جهت تعیین شاخصهای مرکزی (میانگین و میانه)، پراکندگی (دامنه، دامنه چارکی، انحراف معیار، واریانس، مینیمم و ماکزیمم)، کشیدگی، چولگی و ارائه نمودارهای هیستوگرام، نمودار ساقه و برگ و نمودار جعبه ای Tukey بکار رود.

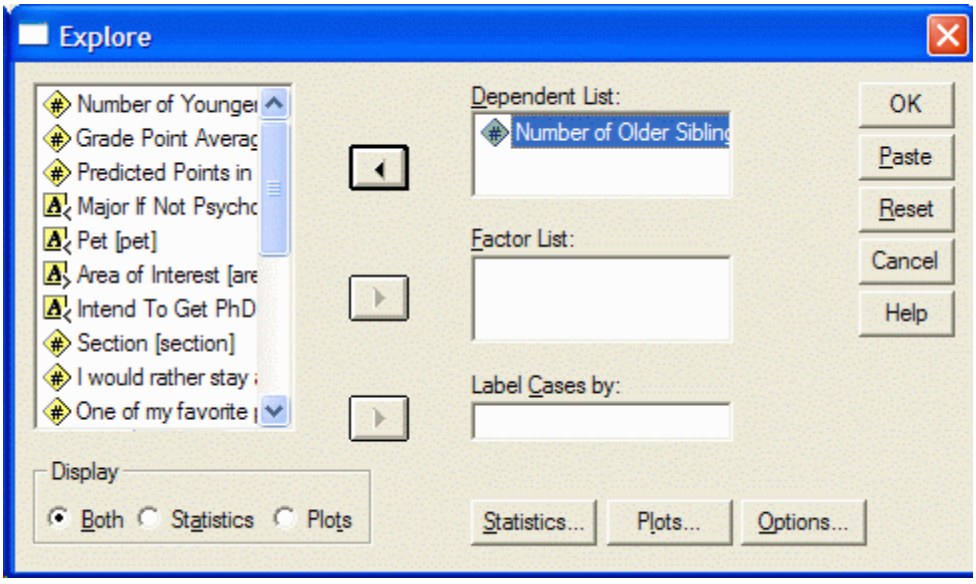
۱ -مسیر Analyze/Descriptive Statistics/Explore را انجام دهید.



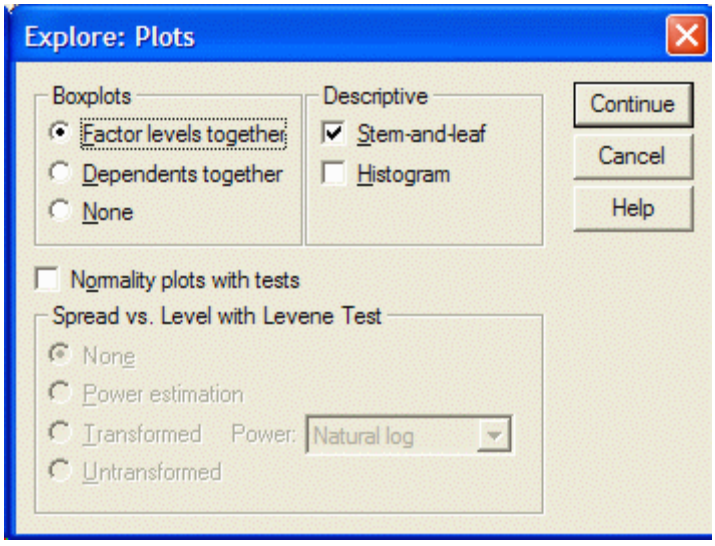
۲ -کادر محاوره ای Explore ظاهر میشود:



۳ -در قسمت سمت چپ کادر متغیرهای دلخواه را انتخاب کرده با کلیک روی top arrow آنها را بداخل لیست Dependent انتقال دهید.



۴ -نمودارهای دلخواهتان را با کلیک روی Plots انتخاب کرده تا کادر Plots ظاهر شود.

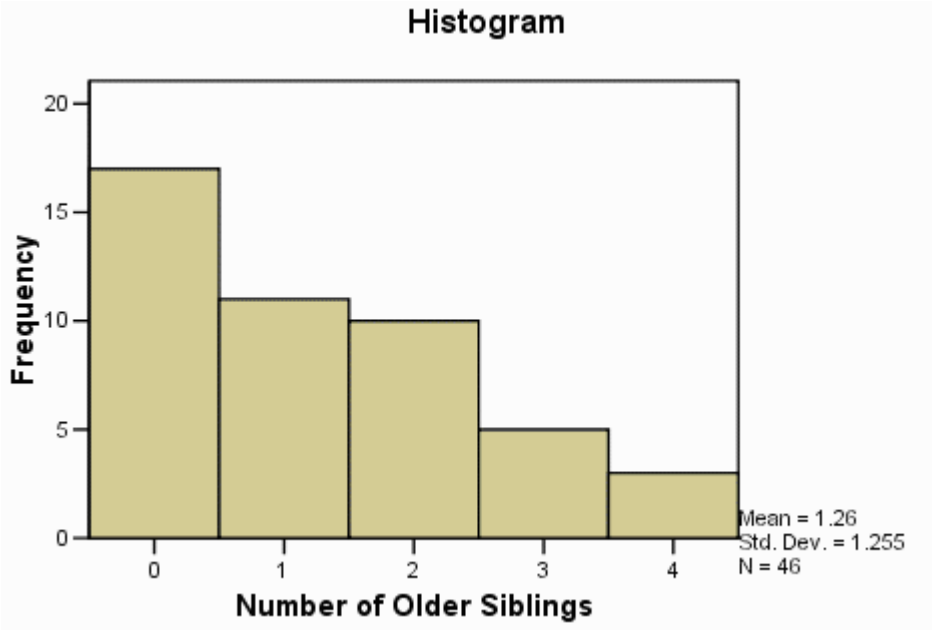


۵ -نمودارهای مورد نیاز را با کلیک روی آنها انتخاب کنید(مثل نمودار ساقه-و-برگ، هیستوگرام و ...) و سپس Continue وبعد هم OK راکلیک کنید. خروجی SPSSبا نتایجش ظاهر میگردد . شکل زیر نمونه ای ازیک خروجی برای آمار توصیفی است.

Descriptives

			Statistic	Std. Error
Number of Older Siblings	Mean		1.26	.185
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.89	
		Upper Bound	1.63	
	5% Trimmed Mean		1.18	
	Median		1.00	
	Variance		1.575	
	Std. Deviation		1.255	
	Minimum		0	
	Maximum		4	
	Range		4	
	Interquartile Range		2	
	Skewness		.678	.350
	Kurtosis		-.543	.688

۶ -خروجی مقادیر لازم را به شما ارائه می‌دهد . با حرکت اسکرول به پایین نمودارهای دلخواهتان را می‌بینید.



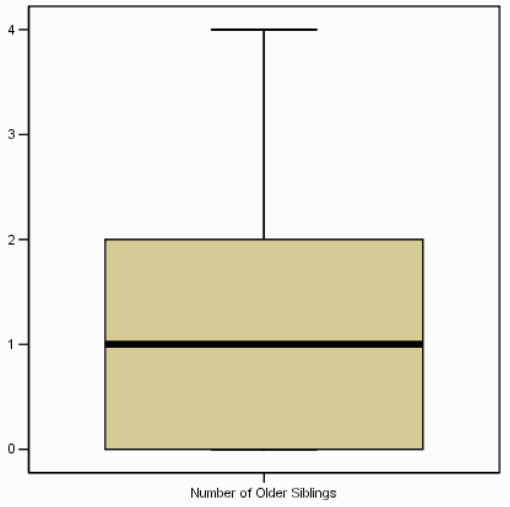
۷ -نمودار جعبه ای Tukey چارک های اول (پایین جعبه) و سوم (بالای جعبه (را نمایش می‌دهد. (صدک های ۲۵ ام و ۷۵ ام) میانه (خط افقی جعبه) ، دامنه)به استثنای نقاط پرت و بریدگی های انتهایی) (خط هایی که از جعبه امتداد می‌یابند دامنه را نشان می‌دهند) نقاط پرت (محیطی که نقطه پرت نشان می‌دهد –

عدد بعدی برای نقطه پرت همان عدد قابل مشاهده است). یک نقطه پرت به صورت بریدگی تعریف می‌شود که بین ۱/۵ تا ۳ برابر طول جعبه دور تر از لبه بالایی یا پایینی جعبه قرار دارد). به یاد داشته باشید که نمودار جعبه ۵۰ درصد از بریدگی ها را نشان می‌دهد. بریدگی انتهایی، یک بریدگی است که به اندازه ۳ برابر طول جعبه دور تر از لبه انتهایی جعبه قرار دارد.

Number of Older Siblings Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
17.00	0 .	00000000000000000
.00	0 .	
11.00	1 .	00000000000
.00	1 .	
10.00	2 .	0000000000
.00	2 .	
5.00	3 .	00000
.00	3 .	
3.00	4 .	000

Stem width: 1
Each leaf: 1 case(s)



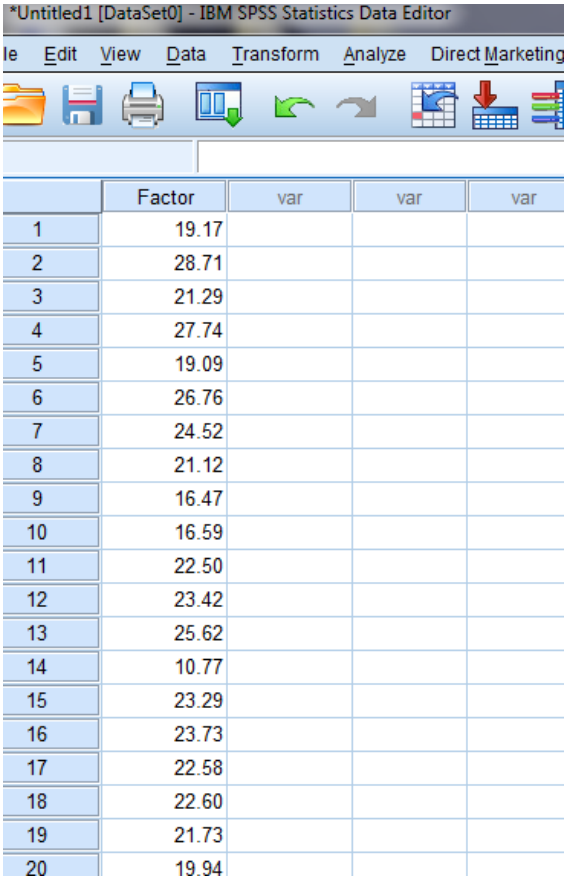
۳-۷- کاربرد P-P Plot و Q-Q-plot

روش دیگر برای برای بررسی نرمال بودن توزیع رسم نمودار احتمال نرمال است. نمودار احتمال نرمال را می‌توان از دو طریق P-P Plot و Q-Q-plot رسم نمود. در نمودار P-P تابع توزیع تراکمی داده های تجربی با تابع توزیع تراکمی نرمال مقایسه می‌شود. در حال که در نمودار Q-Q چندک های یک توزیع تجربی با چندک های یک توزیع نرمال مورد مقایسه قرار می‌گیرد. نمودار P-P حساسیت بیشتری نسبت به انحراف از

میانگین توزیع دارد ولی نمودار Q-Q از حساسیت بیشتری نسبت به انحراف از حالت نرمال در دنباله های توزیع دارد. در هر دو نمودار خط راست بیانگر برازش کامل داده ها با توزیع تئوریکی مورد نظر است .

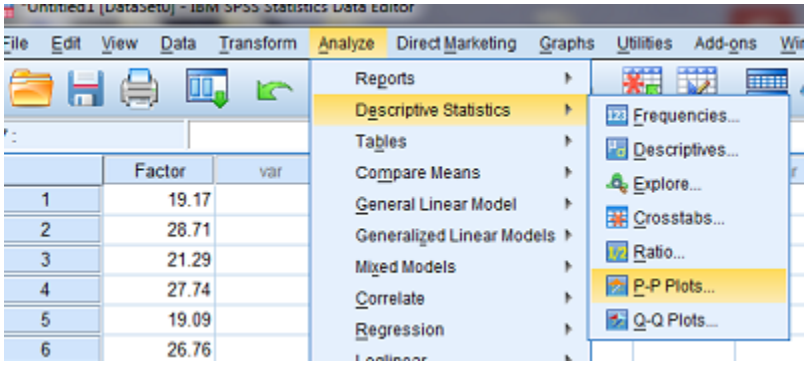
نحوه رسم نمودار های P-P و Q-Q در نرم افزار SPSS به شرح زیر است :

ابتدا در صفحه اصلی نرم افزار داده‌های زیر را در یک ستون وارد کنید:



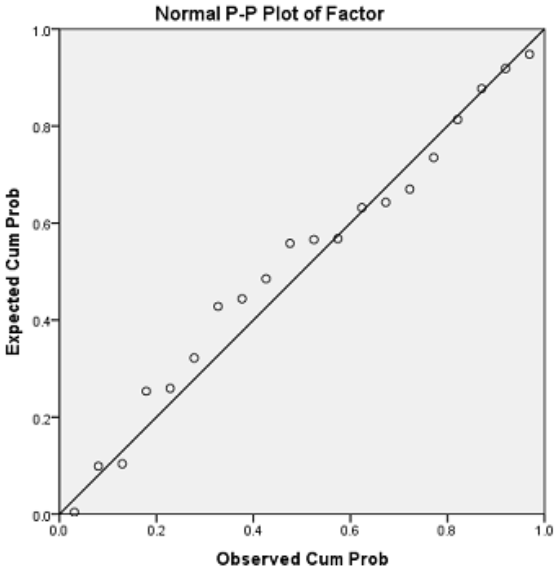
	Factor	var	var	var
1	19.17			
2	28.71			
3	21.29			
4	27.74			
5	19.09			
6	26.76			
7	24.52			
8	21.12			
9	16.47			
10	16.59			
11	22.50			
12	23.42			
13	25.62			
14	10.77			
15	23.29			
16	23.73			
17	22.58			
18	22.60			
19	21.73			
20	19.94			

مطابق مسیر زیر روی P-P Plots کلیک کنید:



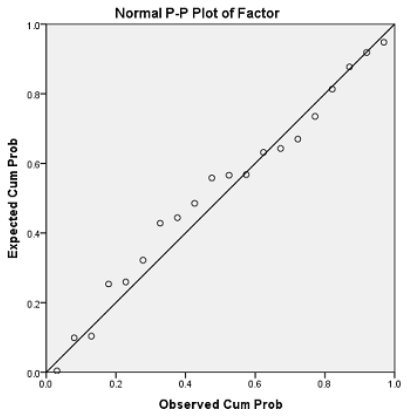
در پنجره باز شده فاکتور را به قسمتVariables منتقل کنید و بعد OK را کلیک کنید:

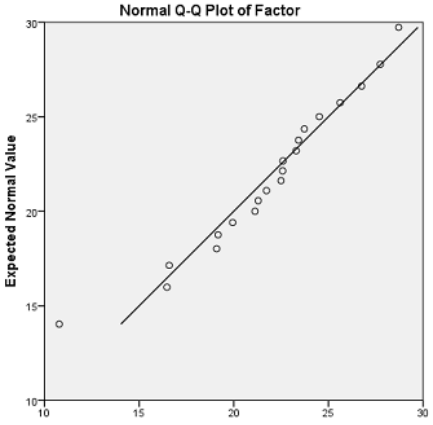
در خروجی اطلاعات زیادی نمایش داده می‌شود که یکی از آن ها P-P plot است .



برای رسم نمودار Q-Q plot نیز به همان ترتیب P-P plot عمل کنید فقط به جای کلیک روی P-P Plot روی Q-Q Plot کلیک می‌نماییم.

شکل‌های زیر به ترتیب نمودارهای P-P و Q-Q را برای یکسری داده نشان می‌دهند .ملاحظه می‌شود که در هر دو شکل داده ها نزدیک خط قرار دارند و بنابراین می‌توان تصور کرد که داده ها از توزیع نرمال برخوردار هستند. نتیجه آزمون شاپیروویلک نیز نرمال بودن داده ها را تایید می‌نماید .





نتیجه آزمون شاپیرو-ویلک نیز نرمال بودن داده ها را تایید می‌نماید .

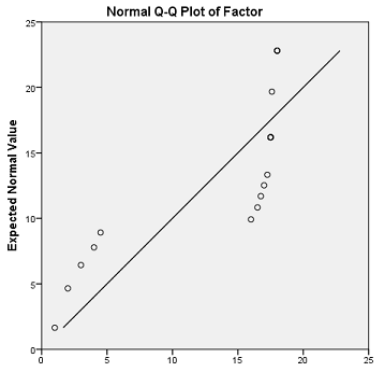
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Factor	.128	20	.200*	.955	20	.454

*. This is a lower bound of the true significance.

به دلیل اینکه در هر دو آزمون کولموگروف اسیمروف و شاپیرو ویلک مقدار سطح معناداری (.Sig) بالاتر از ۰.۰۵ است، لذا در سطح اطمینان ۹۵٪ توزیع داده ها نرمال می‌باشد.

شکل های زیر به ترتیب نمودارهای P-P و Q-Q را برای یکسری داده نشان می‌دهند. در هر دو شکل داده‌ها اکثر نقاط با فاصله دورتری از خط قرار گرفته اند و بنابراین می‌توان اظهار داشت که داده ها دارای توزیع نرمال نیستند. نتیجه آزمون شاپیروویلک نیز انحراف شدید داده ها را از حالت نرمال بیان می‌دارد.



نتیجه آزمون شاپیرو-ویلک نیز انحراف شدید داده ها را از حالت نرمال بیان می‌دارد.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Factor	.387	20	.000	.633	20	.000

به دلیل اینکه در هر دو آزمون کولموگروف-سیمروف و شاپیرو-ویلک ۰.۰۵>Sig. می‌باشد، نرمال بودن داده ها تأیید نمی‌شود.

۳-۸- تحلیل سوالات چند پاسخی

با طیف لیکرت و نحوه امتیازدهی آن آشنا شده‌ایم. اما در بسیاری موارد شخص تنها یک گزینه را انتخاب نمی‌کند بلکه اجازه دارد بیش از یک گزینه را برگزیند. این مباحث شبیه بحث تصمیم‌گیری چندمعیاره است. به طور کلی برای تحلیل سوالات چند پاسخی دو راه وجود دارد:

روش انتخاب تک گزینه: در این روش تنها اولویت اول پاسخ‌دهندگان را انتخاب کرده و از بقیه اطلاعات چشم پوشی کنید. البته این روش بسته به تحقیق اختیاری است و مشکل بزرگ آن دور ریختن بقیه اطلاعات است.

به سوال زیر توجه کنید:

معیار شما برای انتخاب خودرو چیست؟ (میتوانید بیش از یک گزینه را انتخاب نمایید)

الف)زیبایی خودرو ب)کیفیت خودرو ج)برند خودرو د)خدمات پس از فروش ه)قیمت خودرو

اگر بخواهیم از روش تک پاسخی استفاده کنیم باید تنها اولویت اول افراد را وارد spss کرده و بقیه اطلاعات را دور بریزیم که این روش اصلا توصیه نمی شود.

روش انتخاب چند پاسخ

در این روش می‌توانیم به صورت همزمان تمام پاسخ ها را وارد نرم افزار کرده و مورد تحلیل قرار دهیم و بدین ترتیب هیچ گونه از اطلاعات پاسخ دهندگان را از دست ندهیم. خود این روش به دو صورت امکان پذیر است: «کدگذاری دو وجهی» و «کدگذاری چند پاسخی»

الف) کد گذاری دو وجهی:

براساس سوال انتخاب خوردو، می‌توانیم هر یک از ۵ گزینه پاسخ این سوال را به دو گزینه تقسیم کنیم. مثلا گزینه زیبایی خودرو به دو کد (بله کد۱ و خیر کد صفر) تقسیم شد. ۴ گزینه دیگر هم به همین صورت به دو کد بله یا خیر تقسیم بندی می‌شود. حال برای هر گزینه یک ستون در spss تعریف کنید و هرکس آن را انتخاب کرده بود کد ۱ و هرکس انتخاب نکرده بود کد صفر می‌گیرد. پس این سوال که خود ۵ گزینه دارد در spss شامل ۵ ستون است که هر ستون به یک گزینه تعلق دارد و کد های ۱ و صفر بسته به انتخاب اعضای نمونه در آن وارد می‌شود.

در شکل زیر نحوه ورود داده‌های این سوال برای ۱۴ نفر از پاسخ دهندگان ارائه شده است:

	Beauty	Quality	Brand	Warranty	Price	var
1	1	0	1	0	1	
2	1	0	1	0	0	
3	1	0	0	0	1	
4	1	1	1	0	0	
5	0	0	0	1	1	
6	0	1	0	0	1	
7	1	0	0	1	1	
8	0	1	0	1	1	
9	1	1	0	1	1	
10	1	1	0	0	0	
11	0	0	0	0	1	
12	0	0	0	0	1	
13	0	0	1	0	0	
14	1	1	1	0	1	
15						

ب)کد گذاری چند پاسخی

این روش درست مثل روش قبل است اما بجای اینکه هر گزینه این سوال دو وجهی باشد به تعداد اولویت های شخص وجه دارد. یعنی مثلا گزینه الف) زیبایی خودرو خود می‌تواند شامل ۵ کد (اولوبت ۱، اولویت ۲، اولویت ۳، اولویت ۴ ، اولویت ۵) باشد. البته از پیش باید در پرسشنامه از پاسخ دهنگان خواست که اولویت های خود را مشخص کنند. یعنی سوال باید اینگونه از مشتریان پرسیده بشود:

اولویت های خرید این خودرو را با توجه به گزینه های زیر از ۱ تا ۵ مشخص نمایید

الف)زیبایی خودرو ب)کیفیت خودرو ج)برند خودرو د)خدمات پس از فروش ه)قیمت خودرو

در تصویر زیر نحوه ورود اطلاعات با روش کد گذاری چند پاسخی، برای این سوال را برای ۱۴ نفر از پاسخ‌دهنگان ارائه شده است. بیش از حتی یک گزینه اولویت یکسان داشته باشد مثلا در شکل زیر برای پاسخ دهنده چهاردهم همه گزینه ها از اولویت یکسان اول برخوردار است.

	Beauty	Quality	Brand	Warranty	Price
1	5	1	4	3	2
2	4	5	3	2	1
3	3	2	3	2	1
4	1	2	3	4	4
5	3	3	3	5	4
6	1	2	2	2	1
7	1	1	4	2	1
8	4	1	2	2	5
9	2	1	3	2	2
10	2	3	3	3	1
11	5	4	3	2	1
12	1	2	3	4	5
13	3	4	3	3	3
14	1	1	1	1	1

نکته بسیار مهم پایانی این است که اگر خواستیم در هردو روش دو وجهی و چند وجهی داده ها را مورد تحلیل و بررسی قرار دهیم ابتدا باید این ۵ گزینه را تحت عنوان یک سوال و در یک مجموعه قرار دهیم. چون نباید فراموش کنیم که این ۵ ستون که ۵ گزینه مربوط به سوال بیان شده است در حقیقت تنها یک سوال پرسش نامه را تشکیل می‌دهد. بنابراین باید تحت عنوان یک سوال در یک مجموعه چند پاسخی تعریف شود. آدرس آن را در نرم افزار spss در زیر مشاهده می‌کنید.

Analyze/Table/Multiple Response Sets... (SPSS 18)

Analyze/Multiple Response/Define Variable Sets... (SPSS 20)

بعد از اجرای این دستور یک صفحه دیالوگ باز می‌شود که باید پنج گزینه یا ۵ ستون تعریف شده را به پنجره variable in set که در سمت راست آن است منتقل کنیم و در قسمت name نامی برای این سوال می‌گذاریم. مثلا Q1 در حقیقت این پنج گزینه که هر کدام خود شامل چند پاسخ بود همگی در یک مجموعه به نام سوال یک قرار گرفتند. حال دکمهAdd را زده و کار تمام است و پنجره را close کنید.

بخش چهارم

روش‌های محاسبه پایائی در SPSS

۴-۱- محاسبه پایائی در SPSS

پایایی و روائی یک پرسشنامه یا ابزار اندازه گیری، از موضوعات بسیار مهم در گردآوری اطلاعات و مشاهدات می‌باشد. قبل از هرگونه پردازش آماری روی داده‌های گردآوری شده بوسیله پرسشنامه باید نشان داد که پرسشنامه از پایائی و روائی لازم برخوردار است. روائی امری نظری است و به دیدگاه خبرگان امر بستگی دارد اما برای سنجش پایائی روش‌های تحلیل آماری متعددی وجود دارد که با نرم‌افزار SPSS نیز قابل انجام است. در فصل اول از کتاب حاضر مفاهیم پایائی تشریح شده است. در این بخش به روش‌های محاسبه پایائی در SPSS پرداخته می‌شود.

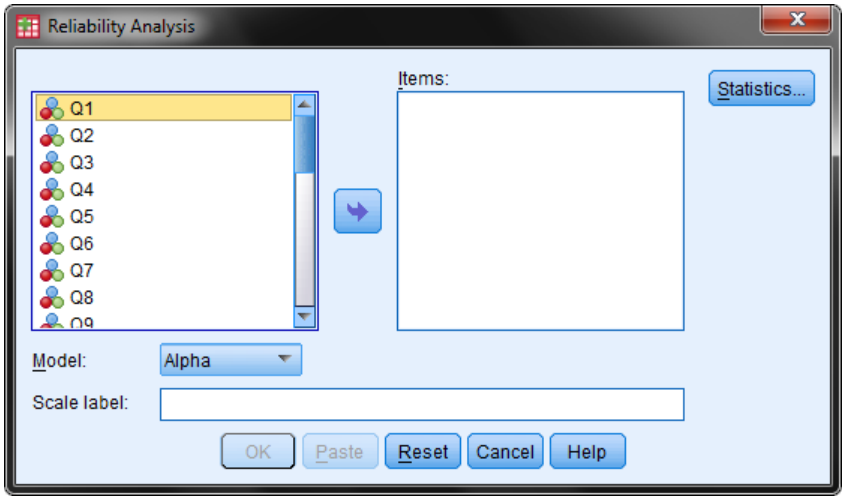
۴-۲- محاسبه آلفای کرونباخ در SPSS

محاسبه آلفای کرونباخ یکی از روش‌های موردتاکید در آزمون پایائی پرسشنامه‌ها و مقیاس‌های سنجش نگرش استفاده می‌شود. در این تمرین شما با یک مساله بسیار مهم در نرم‌افزار SPSS آشنا خواهید شد. فایل Reliability.sav حاوی داده‌هائی است که با توزیع ۳۰ پرسشنامه شامل ۲۴ سوال گردآوری شده است. داده‌ها با طیف لیکرت ۵ درجه بدست آمده است. توزیع سوالات پرسشنامه به صورت زیر است:

ابعاد پرسشنامه	تعداد پرسش‌ها	شماره پرسش‌ها
تصویر ذهنی مشتریان	۹ پرسش	Q1-Q9
کیفیت خدمات	۴ پرسش	Q10-Q13
وفاداری	۴ پرسش	Q14-Q17
نحوه معرفی و اطلاع رسانی	۷ پرسش	Q18-Q24

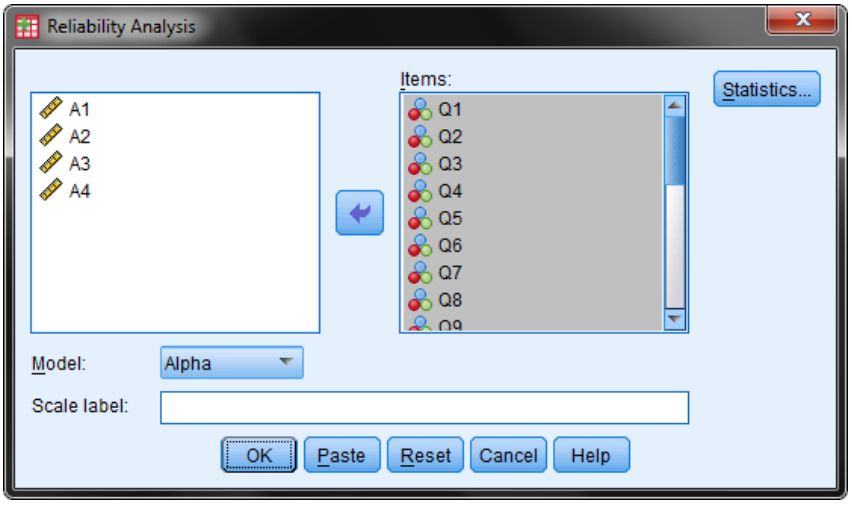
- از منوی Analyze گزینه Scale و فرمان Reliability analysis را اجرا کنید:

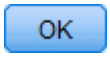
Analyze/ Scale/ Reliability analysis



- متغیرهائی که می‌خواهید برای آزمون پایائی استفاده کنید را انتخاب کنید. (پرسش ۱ تا ۲۴)

- دکمه را فشاردهید تا متغیرها وارد باکس Items شود:



دکمه  را فشار دهید تا نتیجه نمایش داده شود:

جدول اول خیلی اهمیت ندارد و نشان می‌دهد ۳۰ نمونه وجود دارد و همه داده‌ها صحیح است.

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

جدول دوم مطابق زیر است. براساس این جدول ۲۴ پرسش وجود دارد و آلفای کرونباخ نیز ۰/۹۲ بدست آمده است که نشان می‌دهد پایائی بسیار بالائی وجود دارد. یادآوری می‌شود چنانچه ضریب آلفای کرونباخ بیش از ۰/۷ محاسبه گردد، پایایی پرسشنامه مطلوب ارزیابی می‌شود.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.920	24

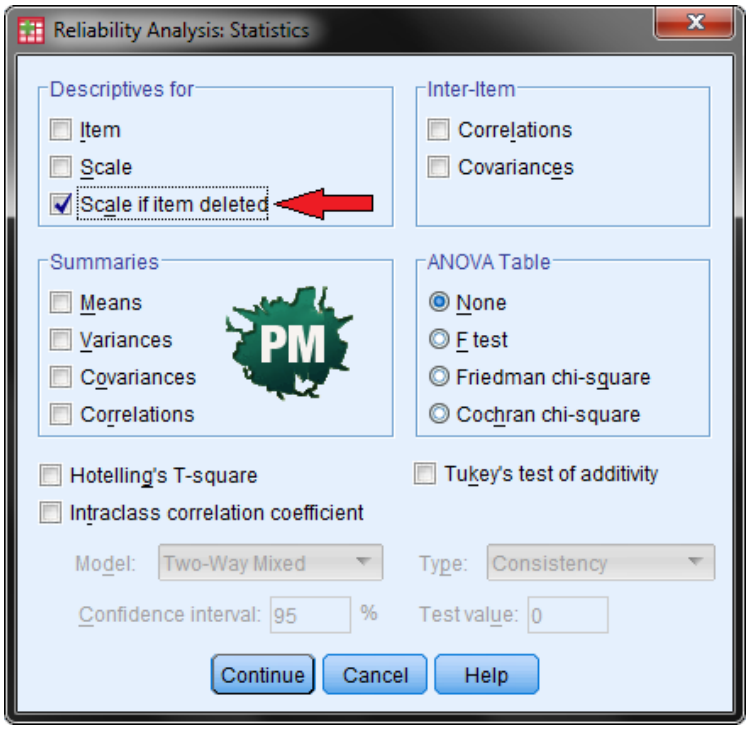
اگر پایائی کمتر از حد مورد انتظار باشد می‌توان پایائی را بهبود بخشید. برای نمونه فرض کنید می‌خواهید پایائی پرسش‌های بعد نحوه معرفی و اطلاع رسانی را محاسبه کنید. از منوی Analyze گزینه Scale و فرمان Reliability analysis را اجرا کنید:

Analyze/ Scale/ Reliability analysis

دکمه Reset را فشار دهید تا همه چیز به حالت اول برگردد.

سوالات مورنظر (در اینجا ۱۸ تا ۲۴) را به وارد باکس Items کنید.

اگر دکمه Statistics... را فشار دهیم کادر زیر ظاهر می‌شود.



اگر گزینه Scale if item deleted را فعال کنید آنگاه در صورت حذف یک آیتم بهبود آلفای کرونباخ یا تضعیف آن معلوم می‌شود.

خروجی آلفای کرونباخ کلی ۰/۸۳۷ بدست آمده است که نشان می‌دهد پایائی مطلوب است. همچنین خروجی جدول دوم نشان می‌دهد فقط با حذف پرسش ۲۲ آلفای کرونباخ کمی بهبود پیدا می‌کند و با حذف سایر پرسش‌ها آلفای کرونباخ تضعیف می‌شود. به طور کلی می‌توان استنباط کرد پایائی پرسشنامه مطلوب است و نیازی به حذف هیچ پرسشی نیست.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.837	7

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q18	22.90	17.679	.729	.793
Q19	22.80	19.752	.455	.833
Q20	22.97	18.585	.647	.807
Q21	22.80	18.510	.821	.791
Q22	24.27	18.133	.441	.845
Q23	24.10	18.990	.529	.823
Q24	23.57	16.116	.655	.805

۴-۳- پایائی به روش دونیم کردن (Split-half)

به روش دونیم کردن یا تصنیف[1] این روش برای تعیین هماهنگی درونی یک آزمون به کار می‌رود. برای محاسبه پایائی با این روش، پرسش‌های یک آزمون را به دو نیمه تقسیم نموده و سپس نمره پرسش‌های نیمه اول و نمره پرسش‌های نیمه دوم را محاسبه کنید. پس از آن همبستگی بین نمرات این دو نیمه را بدست می‌آوریم. ضریب همبستگی به دست آمده برای ارزیابی پایائی کل آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای محاسبه پایائی کل آزمون از فرمول اسپیرمن- براون استفاده می‌شود:

(۱+همبستگی بین دو نیمه)/۲ * همبستگی بین دو نیمه = ضریب پایائی

[1] Split-half

برای مثال آزمونی با ۸۰ سوال به ۳۵ دانشجوی سال اول ارائه شده است. آزمون به دو نیمه (۴۰ سوال) تقسیم شده است. همبستگی میان نمرات دو تست r=0.7 می‌باشد. قابلیت اعتماد کل آزمون به قرار زیر است:

2*0.7 / (1+0.7) = 0.082

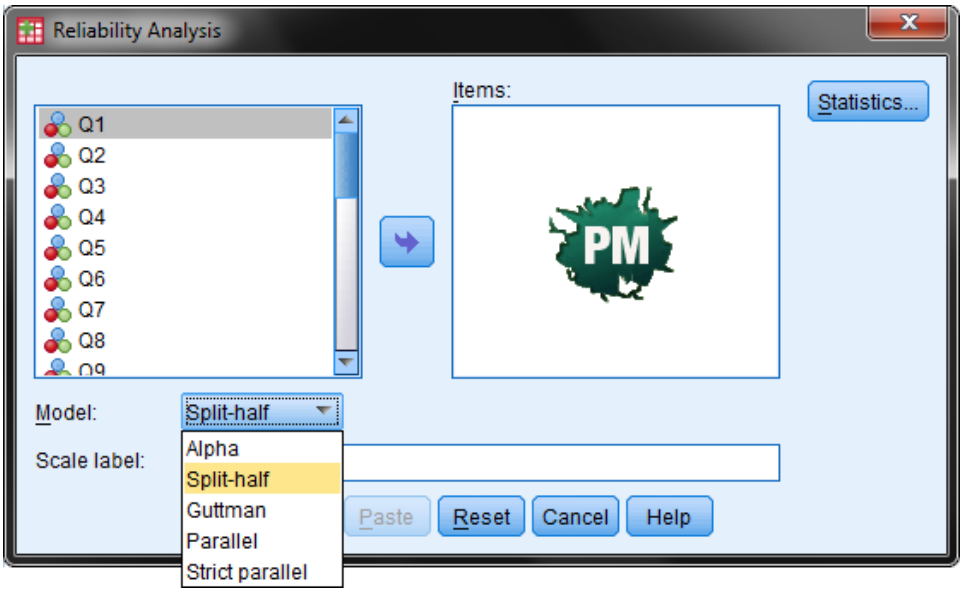
یک بار دیگر فرمان زیر را اجرا کنید:

Analyze/ Scale/ Reliability analysis

دکمه Reset را فشار دهید تا همه چیز به حالت اول برگردد.

سوالات مورنظر (در اینجا سوال ۱ تا ۲۴) را به وارد باکس Items کنید.

اگر دکمه Statistics... را فشار دهیم کادر زیر ظاهر می‌شود.



از کشوئی Model گزینه Split-half که همان معنای دو نیمه کردن را می‌دهد را انتخاب کنید.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Part 1	Value	.817
		N of Items	12[a]
	Part 2	Value	.913
		N of Items	12[b]
	Total N of Items		24
Correlation Between Forms			.699
Spearman-Brown Coefficient	Equal Length		.823
	Unequal Length		.823

Guttman Split-Half Coefficient	.817

a. The items are: Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12.
b. The items are: Q13, Q14, Q15, Q16, Q17, Q18, Q19, Q20, Q21, Q22, Q23, Q24.

براساس این جدول سوال ۱ تا ۱۲ به عنوان نیمه بالا و سوال ۱۳ تا ۲۴ در نیمه پائین قرار گرفته است. آلفای کرونباخ برای نیمه بالا ۰/۸۱۷ و نیمه پائین ۰/۹۱۳ بدست آمده است.

همبستگی سوالات دو نیمه ۰/۶۹۹ بدست آمده است. بنابراین با استفاده از فرمول اسپیرمن-براون ضریب پایائی ۰/۸۲۳ بدست آمده است. همچنین با استفاده از فرمول گاتمن[1] ضریب پایائی ۰/۸۱۷ محاسبه شده است. بنابراین پرسشنامه از پایائی درونی مناسبی برخوردار است.

۴-۳- پایائی به روش موازی[2]

روش موازی یا استفاده از آزمون‌های همتا یکی از روش‌های متداول ارزیابی پایائی در اندازه گیری‌های علوم رفتاری و تربیتی است که شباهت زیادی با یکدیگر دارند ولی کاملا یکسان نیستند. ضریب قابلیت اعتماد بر اساس همبستگی نمرات دو آزمون همتا به دست می‌آید. خطاهای اندازه گیری و کمبود یا عدم وجود همسانی میان دو فرم همتای آزمون (تفاوت در سوالات یا محتوای آن‌ها) قابلیت اعتماد را کاهش می‌دهد.

ممکن است فرم‌های همتا به طور همزمان ارائه نگردد. در این صورت قابلیت اعتماد هم شامل ثبات و همسانی می‌شود. اگر فاصله اجرای فرم‌های همتا زیاد باشد و تغییراتی در ضریب قابلیت اعتماد مشاهده گردد، ممکن است که این تغییر مربوط به عوامل فردی (آزمودنی ها)، همتا نبودن آزمون‌ها و یا ترکیبی از هر دو باشد.

برای اجرای این آزمون مانند قبل عمل کنید. روشن است این بار از کشوئی Model گزینه Parallel که همان معنای موازی را می‌دهد را انتخاب کنید. دقت کنید در اینجا برنامه تنظیمات خاصی را از شما نمی‌خواهد و خودش پرسش‌ها را به دو نیم تقسیم می‌کند. فرض بر این است نیمه اول داده‌ها مربوط به پرسشنامه شماره یک و نیمه دوم مربوط به پرسشنامه دوم است. خروجی روش موازی بسیار ساده و چیزی

[1] Guttman
[2] Parallel

مشابه زیر است. این یافته‌ها پس از استفاده از پرسشنامه‌ای همتا و افزودن داده‌های آن به فایل داده قبلی بدست آمده است:

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.832	48

اما در اجرای روش اعتمادسنجی موازی از کشوئی Model گزینه Strict Parallel را انتخاب کنید علاوه بر شاخص‌های نیکوئی برازش نتایجی مانند زیر را در جدول نهائی ارائه خواهد داد:

Reliability Statistics

Common Mean	3.714
Common Variance	1.362
True Variance	.360
Error Variance	1.003
Common Inter-Item Correlation	.246
Reliability of Scale	.887
Reliability of Scale (Unbiased)	.898

براساس خروجی‌های این جدول همبستگی درونی پرسش‌ها ۰/۲۴۶ بدست آمده است. پایائی پرسشنامه ۰/۸۸۷ محاسبه شده و پایائی بدون اریبی ۰/۸۹۸ برآورد گردیده است. میانگین و واریانس امتیازات کل سوالات نیز محاسبه شده است که برای سنجش پایائی مورد استفاده قرار گرفته است.

اجرای دوباره آزمون یا روش بازآزمایی[1] نیز یکی دیگر از روش‌های سنجش پایائی است. این روش عبارت است از ارائه یک آزمون بیش از یک بار در یک گروه آزمودنی تحت شرایط یکسان. برای محاسبه ضریب قابلیت اعتماد با این روش، ابتدا ابزار اندازه گیری بر روی یک گروه آزمودنی اجرا شده و سپس در فاصله زمانی کوتاهی دوباره در همان شرایط، آزمون بر روی همان گروه اجرا می‌شود. نمرات بدست آمده از دو آزمون مورد نظر قرار گرفته و ضریب همبستگی آنها محاسبه می‌شود. این ضریب نمایانگر قابلیت اعتماد (پایایی) ابزار است. روش بازآزمایی برای ارزیابی ثبات مولفه‌های یک ابزار اندازه گیری به کار می‌رود ولی با این اشکال نیز روبه رو است که نتایج حاصله از آزمون مجدد می‌تواند تحت تاثیر تمرین (تجربه) و حافظه آزمودنی قرار گرفته و بنابراین منجر به تغییر در قابلیت اعتماد ابزار اندازه گیری گردد.

[1] Test-retest

دقت کنید در اینجا برنامه تنظیمات خاصی را از شما نمی‌خواهد و خودش پرسش‌ها را به دو نیم تقسیم می‌کند. فرض بر این است نیمه اول داده‌ها مربوط به آزمون نخست و نیمه دوم مربوط به آزمون دوم است.[۱]

[۱] تاکنون نتوانسته‌ام منبع مناسبی را پیدا کنم که نشان دهد بازآزمائی بهتر است به روش تصنیف اعتمادسنجی شود یا بروش موازی. به همین خاطر شاید باید منتظر ویرایش دیگری از کتاب باشیم. اگر اطلاع بیشتری دارید آن را در اختیار پژوهشگران پارس مدیر قرار دهید. حبیبی

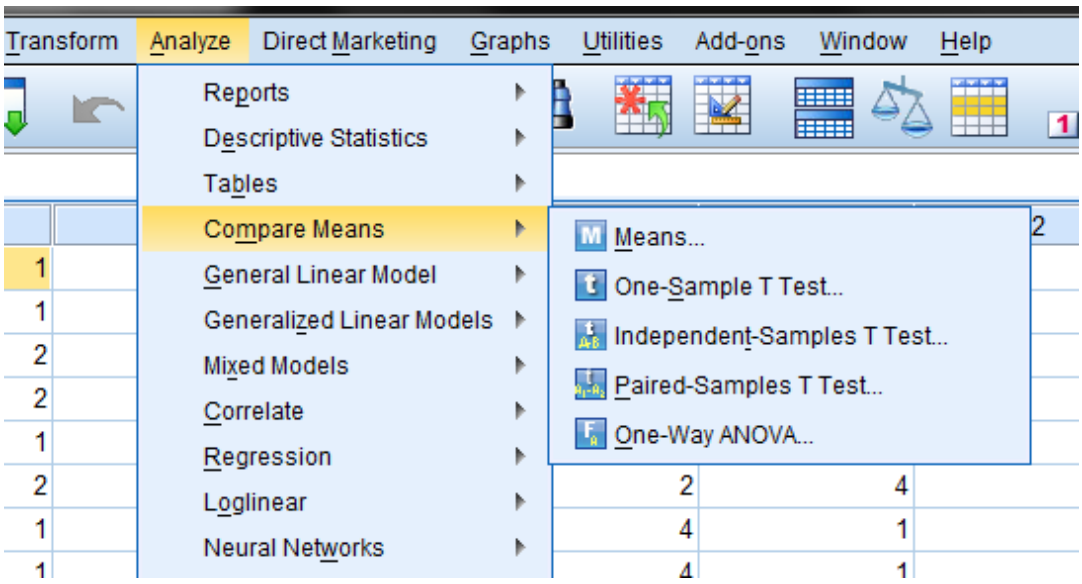
بخش پنجم

آزمون‌های فرض آماری پیرامون میانگین جامعه

۵-۱- مقدمه

یکی از مهمترین کاربردهای نرم افزار SPSS حل مسائل مربوط به آزمون‌های فرض پیرامون میانگین جامعه است. برای نمونه بررسی دیدگاه افراد جامعه پیرامون یک صفت متغیر، اختلاف دیدگاه زنان و مردان پیرامون یک صفت یا تغییر نمرات یک امتحان پس از بکارگیری یک تکنیک جدید تدریس، همه نمونه‌هائی از آزمون‌های فرض پیرامون میانگین جامعه است. در این بخش مهمترین آزمون‌های آماری قابل استفاده در تحلیل پروژه‌های مختلف آماری مورد بررسی قرار می‌گیرد. آزمون‌های t مستقل، t زوجی، t تک نمونه و تحلیل واریانس در این فصل ارائه می‌گردد. در ضمن یک آموزش کلی در زمینه کاربرد هر یک از این آزمون‌ها در حل مسائل مدیریتی بیان شده است.

آزمون‌های فرض پیرامون میانگین جامعه از منوی Analayze گزینه Compare Means بصورت زیر قابل دسترسی است:



- آزمون فرض پیرامون یک میانگین از یک گروه: آزمون t تک نمونه
- آزمون فرض پیرامون دو میانگین از یک گروه: آزمون t زوجی
- آزمون فرض پیرامون یک میانگین از دو گروه: آزمون t مستقل
- آزمون فرض پیرامون یک میانگین از چند گروه: آزمون تحلیل واریانس (ANOVA)

۵-۲- آزمون t تک‌نمونه[1]

یکی از پرکاربردترین آزمون‌های آماری بررسی دیدگاه یک گروه پیرامون یک موضوع یا بررسی یک صفت متغیر در یک گروه خاص است. در این آزمون بررسی می‌شود آیا میانگین دیدگاه یا امتیازات یک گروه از عدد معینی (که معمولاً برابر میانگین امتیازات است)، بیشتر است یا خیر. دقت کنید در SPSS آزمون فرضیه‌ها دوسویه است یعنی هم ادعا و هم خلاف ادعا آزمون می‌شود بنابراین فرضیه‌های آماری به صورت زیر است:

فرض صفر: میانگین امتیازات بدست آمده از میانگین فرضی آزمون کمتر است.

فرض بدیل: میانگین امتیازات بدست آمده از میانگین فرضی آزمون بیشتر است.

بیان آماری فرضیه‌ها به صورت زیر است:

$$\begin{cases} H_0: \mu \leq X \\ H_A: \mu > X \end{cases}$$

اما فقط اتکا به مقدار میانگین از نظر آماری صحیح نیست. باید بررسی شود آیا میانگین مشاهده شده معنادار است یا خیر. آزمون فرضیه در سطح خطای ۵٪ انجام می‌شود. اگر سطح خطای دیگری استفاده شود نیز اساس تحلیل فرقی نخواهد داشت. برای تفسیر نتایج می‌توان از مقدار معناداری، آماره t و فاصله اطمینان استفاده کرد.

- مقدار معناداری با سطح خطا مقایسه می‌شود. اگر مقدار معناداری از سطح خطا کوچکتر باشد در اینصورت میانگین مورد مشاهده مورد تایید است. اما اگر بزرگتر باشد هیچگونه ادعایی در مورد میانگین نمی‌توان مطرح کرد.

[1] One sample t-test

- آماره t با مقدار بحرانی $t_{0.05}$ یعنی ۱/۹۶ مقایسه می‌شود. اگر آماره آزمون از مقدار بحرانی ۱/۹۶- کوچکتر باشد خلاف ادعای آزمون پذیرفته می‌شود. اما اگر آماره آزمون در بازه [۱/۹۶و ۱/۹۶-] باشد هیچگونه ادعایی در مورد میانگین نمی‌توان مطرح کرد.

- اگر هر دو کران فاصله اطمینان بزرگتر از صفر (مثبت) باشد، ادعای آزمون پذیرفته می‌شود. اگر هر دو کران فاصله اطمینان کوچکتر از صفر (منفی) باشد، خلاف ادعای آزمون پذیرفته می‌شود اما اگر یکی از کرانها مثبت و یکی منفی باشد هیچگونه ادعایی در مورد میانگین نمی‌توان مطرح کرد.

خلاصه روش تفسیر نتایج آزمون t تک نمونه

حالت‌های ممکن	مقایسه مقدار معناداری و سطح خطا	مقایسه آماره آزمون و مقدار بحرانی	فاصله اطمینان	نتیجه فرضیه
حالت اول	Sig. < 0.05	T > 1.96	هر دو کران مثبت	ادعا تائید می‌شود
حالت اول	Sig. < 0.05	T < -1.96	هر دو کران منفی	خلاف ادعا تائید می‌شود
حالت سوم	Sig. > 0.05	-0.196 < T < 0.196	یک کران مثبت و منفی	عدم امکان اظهار نظر

آزمون t تک نمونه با استفاده از SPSS

در یک مطالعه دیدگاه ۵۰ نفر از پژوهشگران پیرامون میزان رضایت آنها از پایگاه پارس‌مدیر مورد سنجش قرار گرفته است. در این مطالعه از پژوهشگران پرسیده شده است: *چقدر از سایت پارس‌مدیر رضایت دارید؟* هر پژوهشگر با طیف لیکرت ۵ درجه میزان رضایت خود از سایت را بازگو کرده است. چون از طیف لیکرت ۵ درجه استفاده شده است بنابراین عدد ۳ به عنوان عدد وسط یا ممتنع خواهد بود. در یک بیان خیلی ساده اگر میانگین دیدگاه ۵۰ نفر بزرگتر از ۳ باشد یعنی رضایت وجود دارد و اگر کوچکتر از ۳ باشد یعنی رضایت وجود ندارد. بنابراین فرض‌های آماری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$H_0 : \mu \leq 3$: رضایت وجود ندارد

$H_1 : \mu > 3$: رضایت وجود دارد

اما فقط اتکا به مقدار میانگین از نظر آماری صحیح نیست. باید بررسی شود آیا میانگین مشاهده شده معنادار است یا خیر. برای بررسی معناداری میانگین مشاهده شده آزمون t تک نمونه در سطح اطمینان مشخص و بطور معمول ۹۵٪ یعنی با خطای ۵ درصد انجام می‌شود. خروجی آزمون t تک نمونه برای مطالعه حاضر به صورت زیر است:

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SPM1	50	3.60	1.278	0.181

One-Sample Test

	Test Value = 3					
					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
SPM1	3.320	49	0.002	.600	0.24	0.96

در جدول اول آماره‌های توصیفی ارائه شده است. مشخص است تعداد ۵۰ نفر نمونه وجود داشته است. انحراف معیار ۱/۲۷۸ بوده است و میانگین نیز ۳/۶۰ بدست آمده است که از حد وسط طیف لیکرت بزرگتر است. یعنی ظاهراً پژوهشگران از سایت رضایت دارند. برای بررسی معناداری نتایج با خطای ۵٪ از خروجی آزمون در جدول دوم استفاده می‌شود. براساس نتایج مندرج در جدول دوم:

- مقدار معناداری ۰/۰۰۲ بدست آمده است که از سطح خطا (۰/۰۵) کوچکتر است.
- آماره آزمون ۳/۳۲۰ بدست آمده است که بزرگتر از مقدار بحرانی $t_{0.05}$ یعنی ۱/۹۶ است.
- حد بالا و پائین فاصله اطمینان مقداری بزرگتر از صفر بوده(مثبت) است.

بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان پژوهشگران از سایت پارس‌مدیر رضایت دارند.

آزمون t تک نمونه با استفاده از SPSS ، مثال گسترده‌تر

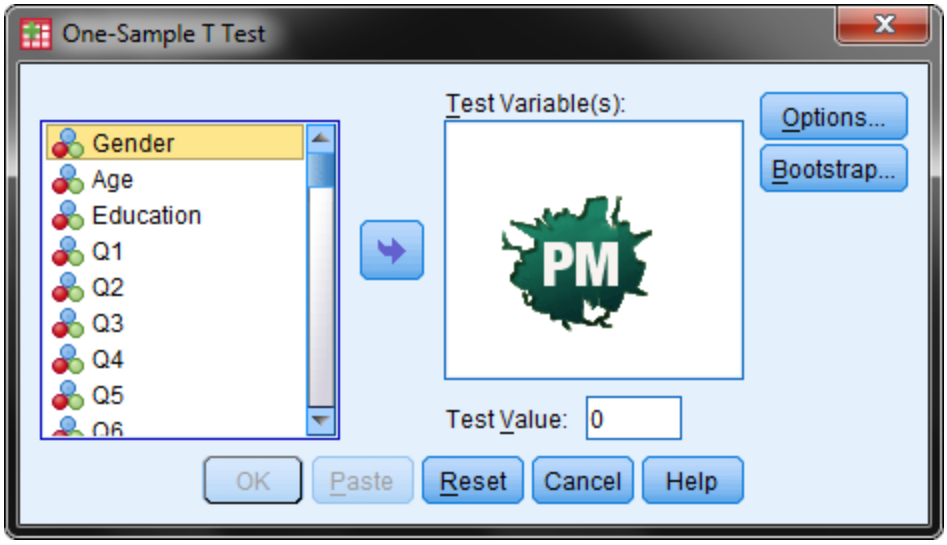
در یک مطالعه میزان مشتری محور بودن یک سازمان با پرسشنامه‌ای شامل ۲۴ سوال و طیف لیکرت ۵ درجه بررسی شده است. پایائی این پرسشنامه با توزیع ۳۰ پرسشنامه در بخش قبل (فایل Reliability.sav) محاسبه شد و مشاهده گردید پرسشنامه از پایائی برخوردار است. با توزیع ۳۶۳ پرسشنامه داده‌های آماری گردآوری شده و در فایل Data1.sav ذخیره شده است. توزیع سوالات پرسشنامه به صورت زیر است:

ابعاد پرسشنامه	نماد	تعداد پرسش‌ها	شماره پرسش‌ها
تصویر ذهنی مشتریان	A1	۹ پرسش	Q1-Q9
کیفیت خدمات	A2	۴ پرسش	Q10-Q13
وفاداری	A3	۴ پرسش	Q14-Q17
نحوه معرفی و اطلاع رسانی	A4	۷ پرسش	Q18-Q24

میانگین سوالات مربوط به هر بعد مشتری محور بودن محاسبه شده است. (برای اطلاع از نحوه محاسبه میانگین یک مجموعه سوال به بخش دوم منوی Transform رجوع کنید) اکنون هریک از متغیرهای جدید وضعیت کلی بعد مورد بررسی را نشان می‌دهد.

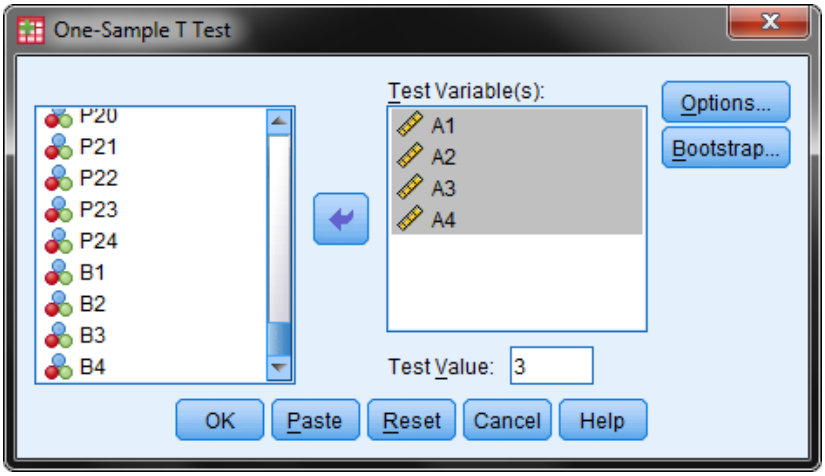
از منوی Analyze به گزینه Compare Means رفته و فرمان One-Sample t-test را اجرا کنید:

Analyze\ Compare Means\ One-Sample t-test



- در کادر One-Sample t-test با استفاده از دکمه متغیرهای A1 تا A4 را به باکس Test Variables وارد کنید. می‌توانید این کار را برای تک متغیرها به صورت جداگانه نیز انجام دهید.

- در قسمت Test Value مقدار ۳ را وارد کنید. چون از طیف لیکرت استفاده شده است. عدد ۳ بیانگر عدد حد وسط یا نظر ممتنع در پاسخنامه است که برای آزمون میانگین استفاده می‌شود.



پس از تائید و فشردن دکمه OK دو جدول بدست می‌آید.

در جدول اول نتایج آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار آمده است.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
A1	363	3.6223	.69267	.03636
A2	363	3.6496	.59516	.03124
A3	363	3.6218	.54822	.02877
A4	363	3.3741	.69982	.03673

جدول دوم به صورت زیر است:

One-Sample Test

	Test Value = 3					
					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
A1	17.116	362	.000	.62228	.5508	.6938
A2	20.795	362	.000	.64959	.5882	.7110
A3	21.608	362	.000	.62176	.5652	.6783
A4	10.184	362	.000	.37407	.3018	.4463

نحوه گزارش و آزمون فرضیه‌های تحقیق

خلاصه نتایج مربوط به محاسبات انجام شده آزمون t تک‌نمونه در جدول زیر آمده است:

- نتایج آزمون t تک نمونه

فرضیه‌های پژوهش	مقدار t	میانگین	مقدار معناداری	فاصله اطمینان ۹۵٪	
				حد پائین	حد بالا
تصویر ذهنی مشتریان	۱۷.۱۱۶	۳.۶۲۲۳	۰.۰۰۰	۰.۵۵۰۸	۰.۶۹۳۸
کیفیت	۲۰.۷۹۵	۳.۶۴۹۶	۰.۰۰۰	۰.۵۸۸۲	۰.۷۱۱
نحوه معرفی و اطلاع رسانی	۲۱.۶۰۸	۳.۶۲۱۸	۰.۰۰۰	۰.۵۶۵۲	۰.۶۷۸۳
وفاداری	۱۰.۱۸۴	۳.۳۷۴۱	۰.۰۰۰	۰.۳۰۱۸	۰.۴۴۶۳

براساس نتایج مندرج در جدول مقدار میانگین در تمامی موارد عددی بزرگتر ۳ بدست آمده است که حد وسط طیف لیکرت است. اما استناد به میانگین یک رویکرد قابل اتکای آماری نیست. بنابراین از آزمون میانگین جامعه استفاده شده است. برای این منظور به مقدار معناداری و فاصله اطمینان استناد شده است.

۱- در زمینه بعد تصویر ذهنی مشتریان مقدار معناداری ۰.۰۰۰ بدست آمده که کوچکتر از ۰/۰۵ است و چون میانگین ۳/۶۲ بدست آمده بنابراین فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و پائین فاصله اطمینان مقداری بزرگتر از صفر بوده (مثبت) و ادعای آزمون تائید می‌شود. بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت: *تصویر ذهنی مشتریان از محصول مطلوب است.*

۲- در زمینه بعد کیفیت مقدار معناداری ۰.۰۰۰ بدست آمده که کوچکتر از ۰/۰۵ است و از آنجاکه میانگین مشاهده شده ۳/۶۴ بدست آمده و بزرگتر از حدوسط طیق لیکرت است بنابراین فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و پائین فاصله اطمینان مقداری بزرگتر از صفر بوده(مثبت) و بنابراین ادعای آزمون تائید می‌شود. بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت: *کیفیت محصول از دیدگاه مشتریان مطلوب است.*

۳- در زمینه بعد نحوه معرفی و اطلاع رسانی مشتریان مقدار معناداری ۰.۰۰۰ بدست آمده که کوچکتر از ۰/۰۵ است و چون میانگین ۳/۶۲ بدست آمده بنابراین فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و پائین فاصله اطمینان مقداری بزرگتر از صفر بوده (مثبت) و ادعای آزمون تائید می‌شود. بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت: *نحوه معرفی و اطلاع رسانی از دیدگاه مشتریان مطلوب است.*

۴- در زمینه بعد وفاداری مقدار معناداری ۰.۰۰۰ بدست آمده که کوچکتر از ۰/۰۵ است و چون میانگین ۳/۳۷ بدست آمده بنابراین فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و پائین فاصله اطمینان مقداری بزرگتر از صفر بوده (مثبت) و ادعای آزمون تائید می‌شود. بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت: *مشتریان نسبت به محصول وفادار هستند.*

۵-۳- آزمون t مستقل[1]

آزمون t برای دو نمونه مستقل در مواردی بکار می‌رود که پژوهشگر با دو گروه مستقل سرو کار دارد. در این آزمون یک میانگین از دو گروه مختلف بررسی می‌شود. یعنی اختلاف دیدگاه دو گروه مختلف پیرامون یک پدیده بررسی می‌شود. یک کاربرد اصلی این آزمون زمانی است که باید اختلاف دیدگاه پاسخ‌دهندگان براساس یک متغیر اسمی دو ارزشی بررسی شود. برای نمونه از این آزمون جهت بررسی معنی‌دار بودن تفاوت میانگین نمره نظرات پاسخ‌دهندگان بر اساس جنسیت یا وضعیت تاهل استفاده می‌شود. یک کاربرد دیگر این آزمون بررسی اختلاف میانگین مشاهده شده میان گروه آزمون و گروه کنترل است.

جهت آزمون فرض باید نمرات دو گروه مقایسه شود. فرض صفر یا H_0 مبنی بر عدم تفاوت دیدگاه دو گروه است. از سوی دیگر فرض مخالف که با H_1 یا H_Aنشان داده می‌شود، ادعای آزمون است. بیان آماری فرض‌های H_0 و H_1 به صورت زیر است:

$H_0 : \mu1 = \mu2$: اختلاف دیدگاه دو گروه معنی‌دار نیست

$H_1 : \mu1 \neq \mu2$: اختلاف دیدگاه دو گروه معنی‌دار است

اگر به محاسبات آماری علاقه دارید محاسبات آزمون t مستقل را فرابگیرید. در غیر اینصورت بگذارید تا نرم‌افزار محاسبات را انجام دهد و ادامه مطلب را مطالعه کنید.

آزمون t مستقل با فرض تساوی واریانس‌ها اگر حجم دو جامعه برابر باشد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{X_1X_2} \cdot \sqrt{\frac{2}{n}}}; \; S_{X_1X_2} = \sqrt{\frac{1}{2}(S^2_{X_1} + S^2_{X_2})}$$

آزمون t مستقل با فرض تساوی واریانس‌ها اگر حجم دو جامعه برابر نباشد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{X_1X_2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}; \; S_{X_1X_2} = \sqrt{\frac{(n_1-1)S^2_{X_1} + (n_2-1)S^2_{X_2}}{n_1+n_2-2}}.$$

آزمون t مستقل با فرض عدم تساوی واریانس‌ها صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{s_{\overline{X}_1-\overline{X}_2}}; \; s_{\overline{X}_1-\overline{X}_2} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}.$$

[1] Independent samples t-test

آزمون t مستقل با فرض عدم تساوی به t ولچ Welch's t-test موسوم است و در آن حجم نمونه‌ها می‌تواند یکسان باشد یا یکسان نباشد.

بنابراین برای انجام آزمون t دو مساله باید روشن شود:

۱- برابری یا عدم برابری حجم نمونه‌ها

۲- برابری یا عدم برابری واریانس‌ها

روشن است پژوهشگر حجم نمونه را در دست دارد اما برای بررسی فرض تساوی واریانس‌ها باید آزمون جداگانه‌ای صورت گیرد. در نرم‌افزار SPSS از آزمون لوین برای آزمون همسانی یا عدم همسانی واریانس‌ها استفاده می‌شود. خواهیم دید در خروجی آزمون t مستقل برونداد آزمون لوین نیز قابل مشاهده است.

مثال کاربردی

فرضیه ۱: اعتماد دانشجویان مدیریت به پایگاه علمی-پژوهشی پارس‌مدیر بیشتر از دانشجویان مهندسی صنایع است.

فرضیه ۲: رضایت دانشجویان مدیریت از پایگاه علمی-پژوهشی پارس‌مدیر بیشتر از دانشجویان مهندسی صنایع است.

پرسشنامه‌ای مرکب از ۲۰ پرسش توزیع شده است. ۵ پرسش اول جهت سنجش اعتماد است و ۵ پرسش دوم برای سنجش رضایت طراحی شده است. تعداد ۱۰ پرسش نیز برای سنجش تعهد مطرح شده است. دیدگاه ۶۶ دانشجوی مدیریت و ۴۴ دانشجوی مهندسی صنایع گردآوری شده است. این داده‌ها در فایل Data2.sav ذخیره شده است.

میانگین امتیازات هر متغیر محاسبه شده است به دستورات منوی Transform گزینه Compute Variables رجوع کنید. داده‌های متغیر اعتماد در فیلد Trust و داده‌های متغیر رضایت در فیلد Satisfaction ذخیره شده است. داده‌های مربوط به رشته تحصیلی در متغیر Course ذخیره شده است.

جهت آزمون فرضیه یک باید اعتماد دانشجویان مدیریت با دانشجویان مهندسی صنایع مقایسه شود. فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت رضایت دو گروه است. از سوی دیگر ادعای آزمون در فرض مخالف قرار می‌گیرد. بیان آماری فرض‌های H_0 و H_1 به صورت زیر است:

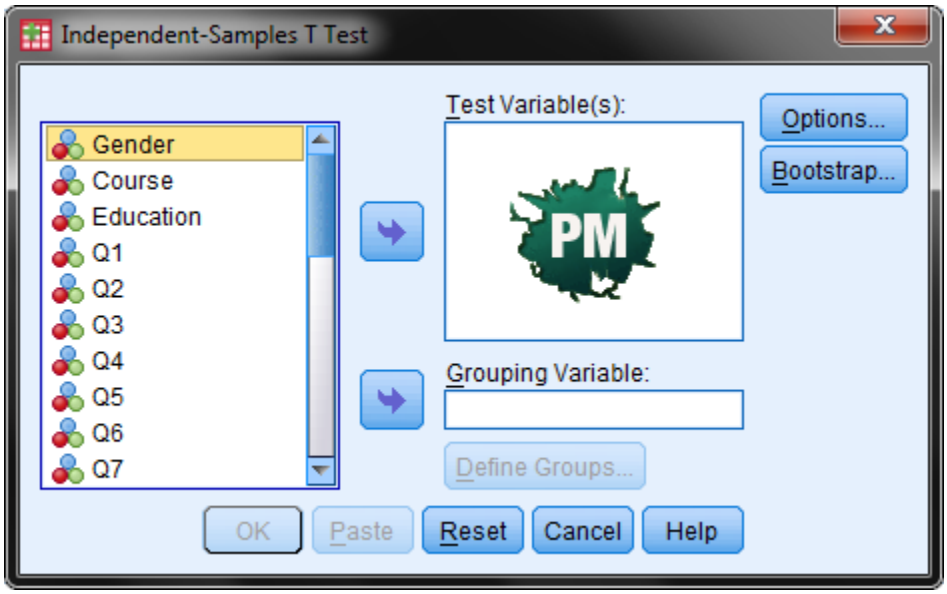
$H_0 : \mu1 = \mu2$: اختلاف اعتماد دو گروه معنی‌دار نیست

$H_1 : \mu1 \neq \mu2$: اعتماد دانشجویان مدیریت بیشتر از مهندسی صنایع است

آزمون t دو نمونه مستقل با استفاده از SPSS

- از منوی Analyze گزینه Compare Means و فرمان Independent samples t-test را اجرا کنید:

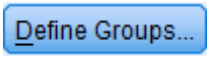
Analyze\ Compare Means\ Independent samples t-test

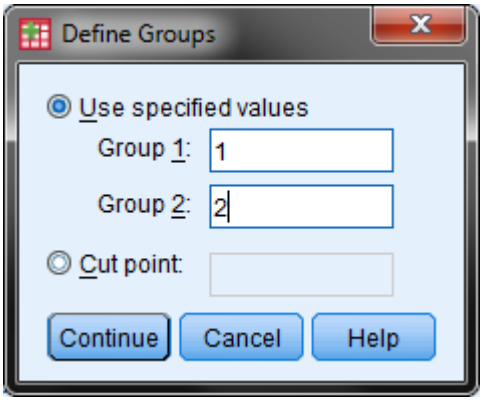


در کادر ظاهر شده مانند بالا

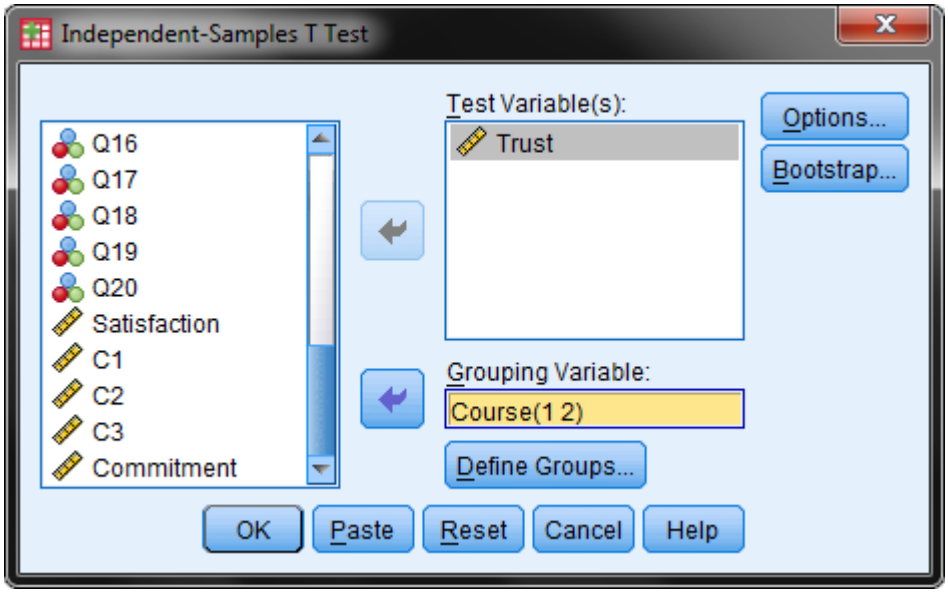
- با استفاده از دکمه متغیر Trust را به قسمت Test Variables وارد کنید.

- با استفاده از دکمه متغیر Course را به قسمت Grouping Variable وارد کنید.

- روی دکمه  کلیک کنید.



- در کادر ظاهر شده مانند شکل اعداد ۱ و ۲ را وارد کرده و سپس دکمه Continue را بزنید.



- در کادر اصلی نیز دکمه OK را بزنید.

- برونداد آزمون t مستقل در یک صفحه مجزا باز می‌شود. نتیجه حاصل چند قسمت دارد.

در جدول اول نتایج آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار آمده است.

Group Statistics

	Course	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Trust	Management	66	3.7303	.67891	.08357
	Engineering	54	3.6481	.76719	.10440

میانگین اعتماد دانشجویان مدیریت ۳/۷۳ و مهندسین صنایع ۳/۶۴ بدست آمده است. اختلاف میانگین مشاهده شده ۰/۸۲ است. اکنون باید دید این اختلاف معنادار است یا خیر.

جدول دوم دو قسمت دارد.

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Trust	Equal variances assumed	.801	.373	.622	118	.535	.08215	.13210	-.17943	.34374
	Equal variances not assumed			.614	106.893	.540	.08215	.13373	-.18295	.34726

قسمت اول خروجی با استفاده از آزمون لوین و به صورت زیر است:

	Levene's Test for Equality of Variances	
	F	Sig. (P-Value)
Equal variance assumed	.373	.801
Equal variance not assumed		

در جدول لوین منظور از .Sig همان P-Value است. اساس تحلیل نیز براساس همین P-Value است. در سطر اول محاسبات با فرض تساوی واریانس‌ها صورت گرفته است. در سطر دوم محاسبات با فرض عدم تساوی واریانس‌ها صورت گرفته است. خروجی آزمون لوین برای بررسی فرض تساوی واریانس‌ها است.

در این مثال مقدار معناداری ۰/۳۷۳ بدست آمده است که از سطح خطای آزمون یعنی ۵٪ کوچکتر است بنابراین فرض تساوی واریانس‌ها رد می‌شود. بنابراین برای بررسی اختلاف تفاوت باید از داده‌های فرض عدم تساوی واریانس‌ها استفاده کرد. (جدول زیر بخشی از همان جدول خروجی بالا است سردرگم نشوید)

	t-test for Equality of Means					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference

						Lower	Upper
Equal variances not assumed	0.614	106.893	0.54	0.08215	0.13373	-0.18295	0.34726

اختلاف میانگین ۰/۰۸۲ بدست آمده است. مقدار .Sig یا همان P-Value برابر ۰/۵۴ بدست آمده است که از سطح خطای آزمون یعنی α=0.05 بزرگتر است. همچنین مقدار آماره t نیز ۰/۶۱۴ بدست آمده است که از مقدار بحرانی ۱/۹۶ کوچکتر است. بنابراین دلیلی برای رد فرض صفر وجود ندارد. به عبارت دیگر در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف اعتماد دو گروه معنی‌دار نیست.

این آزمون یک بار دیگر انجام شده است و این بار هر دو متغیر اعتماد و رضایت باهم مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج آزمون اعتماد که تغییری نمی‌کند و بنابراین مجدد بررسی نخواهد شد اما نتایج آزمون رضایت بحث می‌شود.

- از منوی Analyze گزینه Compare Means و فرمان Independent samples t-test را اجرا کنید:

Analyze\ Compare Means\ Independent samples t-test

- هر دو متغیر Trust و Satisfaction را به قسمت Test Variables وارد کنید.
- متغیر Course را به قسمت Grouping Variable وارد کنید.
- روی دکمه Define Groups... کلیک کنید در کادر ظاهر شده اعداد ۱ و ۲ را وارد کرده و سپس دکمه Continue را بزنید.
- دکمه ok را بزنید تا خروجی را مشاهده کنید.
- در جدول اول اطلاعات مربوط به میانگین آمده است.

Group Statistics

	Course	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Trust	Management	66	3.7303	.67891	.08357
	Engineering	54	3.6481	.76719	.10440
Satisfaction	Management	66	3.7636	.59320	.07302
	Engineering	54	3.6852	.62114	.08453

میانگین اعتماد دانشجویان مدیریت ۳/۷۳ و مهندسین صنایع ۳/۶۴ بدست آمده است. اختلاف میانگین مشاهده شده ۰/۸۲ است. میانگین رضایت دانشجویان مدیریت ۳/۷۶ و مهندسین صنایع ۳/۶۸ بدست آمده است. اختلاف میانگین مشاهده شده ۰/۷۸ است. اکنون باید دید این اختلاف‌ها معنادار است یا خیر.

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Trust	Equal variances assumed	.801	.373	.622	118	.535	.08215	.13210	-.17943	.34374
	Equal variances not assumed			.614	106.893	.540	.08215	.13373	-.18295	.34726
Satisfaction	Equal variances assumed	.115	.735	.706	118	.482	.07845	.11118	-.14172	.29862
	Equal variances not assumed			.702	111.147	.484	.07845	.11170	-.14288	.29978

خروجی آزمون لوین نشان می‌دهد برای متغیر رضایت هم فرض تساوی واریانس‌ها صدق نمی‌کند. بنابراین با فرض عدم تساوی واریانس‌ها به تفسیر نتایج می‌نشینیم. اختلاف میانگین ۰/۰۷۸ بدست آمده است. مقدار Sig. یا همان P-Value برابر ۰/۴۸ بدست آمده است که از سطح خطای آزمون یعنی $\alpha=0.05$ بزرگتر است. همچنین مقدار آماره t نیز ۰/۷۰۲ بدست آمده است که از مقدار بحرانی ۱/۹۶ کوچکتر است. بنابراین دلیلی

برای رد فرض صفر وجود ندارد. به عبارت دیگر در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف رضایت دو گروه معنی‌دار نیست.

تمرین: فایل Data1.sav را بگشائید. نتایج حاصل از آزمون تی-تک نمونه پیرامون ابعاد مشتری محوری را براساس جنسیت افراد به تفسیر بنشینید.

۵-۳- آزمون t زوجی[1]

آزمون t زوجی برای مقایسه دو میانگین از یک جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر دیدگاه دو گروه را پیرامون یک پدیده جویا شویم از آزمون t مستقل استفاده می‌شود ولی اگر اگر دیدگاه یک گروه را پیرامون دو پدیده جویا شویم از آزمون t زوجی استفاده می‌شود. پرکاربردترین استفاده از آزمون t زوجی، **تحلیل شکاف** است. تحلیل شکاف برای سنجش فاصله وضعیت موجود و وضعیت مطلوب استفاده می‌شود.

برای نمونه در سایت پارس‌مدیر داشبورد مدیریتی هوش تجاری استقرار یافته است. می‌خواهیم رضایت کاربران سایت پارس‌مدیر قبل و بعد از بکارگیری هوش تجاری را مقایسه کنیم. برای این منظور چون با دو میانگین از یک جامعه سروکار داریم از آزمون t زوجی استفاده می‌شود.

رضایت کاربران سایت قبل و بعد از استقرار هوش تجاری سنجیده شده است. فرض صفر یا H_0 مبنی بر عدم تفاوت رضایت است. فرض بدیل یا H_1 نیز ادعای آزمون است. بیان آماری فرض‌های پژوهش H_0 و H_1 به صورت زیر است:

$H_0 : \mu1 = \mu2$: اختلاف میانگین‌ها معنادار نیست؛ شکاف معنادار نیست

$H_1 : \mu1 \neq \mu2$: اختلاف میانگین‌ها معنادار است؛ شکاف معنادار است

برونداد آزمون t مستقل در یک صفحه مجزا باز می‌شود. نتیجه حاصل چند قسمت دارد. در جدول اول نتایج آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار آمده است.

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Satisfaction1	3.3603	145	1.02608	.08521
	Satisfaction2	3.4741	145	1.18377	.09831

مقدار متغیر satisfaction2 برابر ۳/۴۷۴ بدست آمده است که بزرگتر از ۳/۳۶۰ است. براساس این جدول ظاهراً میزان رضایت پس از بکارگیری هوش تجاری بیشتر شده است. اما معنی‌داری اختلاف میانگین شده براساس جدول دوم قابل بررسی است.

[1] Paired samples t-test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper	Lower	Upper	Lower			
Pair 1	Satisfaction1 Satisfaction2	.08621	1.01780	.08452	-.08086	.25327	1.020	144	.0309

تفسیر نتایج براساس مقدار .Sig یا همان P-Value است. در سطح خطای $\alpha=0.05$ اگر مقدار معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ باشد دلیلی برای رد فرض صفر وجود نخواهد داشت. مقدار معناداری ۰/۰۳۰۹ بدست آمده است که از سطح خطا کوچکتر است بنابراین فرض صفر رد می‌شود. به عبارت دیگر با اطمینان ۹۵ درصد هوش تجاری موجب بهبود رضایت کاربران شده است.

آزمون t زوجی با استفاده از SPSS

در مثال آزمون t تک نمونه میزان مشتری محور بودن یک سازمان با پرسشنامه‌ای شامل ۲۴ سوال و طیف لیکرت ۵ درجه بررسی شد. دیدگاه مشتریان پیرامون وضعیت هر بعد با توزیع ۳۶۳ پرسشنامه گردآوری شده و در فایل Data1.sav ذخیره شده است. این داده‌ها در متغیرهای Q_1 تا Q_{24} ذخیره شده است. در یک پرسشنامه دیگر دیدگاه همان مشتریان درباره میزان اهمیت هریک از ابعاد مورد مطالعه جویا شده است. این داده‌ها در متغیرهای P_1 تا P_{24} ذخیره شده است.

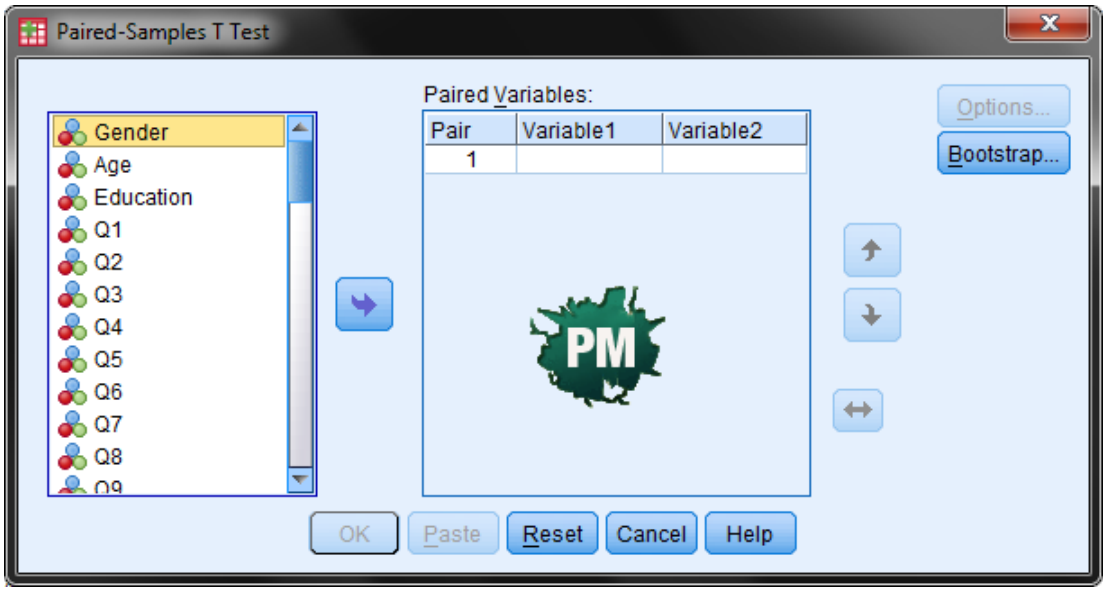
برای چنین تحلیلی برای هر متغیر دو پرسش مطرح می‌شود.

- میزان در دسترس بودن کارکنان در مواقع مورد نیاز مشتری چگونه است؟ وضعیت موجود (Q1)
- در دسترس بودن کارکنان در مواقع مورد نیاز مشتری چقدر اهمیت دارد؟ وضعیت مطلوب (P1)

میانگین دیدگاه مشتریان درباره وضعیت موجود هریک از ابعاد در متغیرهای A1 تا A4 ذخیره شده است. میانگین دیدگاه مشتریان درباره میزان اهمیت (وضعیت مطلوب) هریک از ابعاد در متغیرهای B1 تا B4 ذخیره شده است. می‌خواهیم بدانیم اختلاف دیدگاه مشتریان پیرامون وضعیت مطلوب و وضعیت موجود چگونه است.

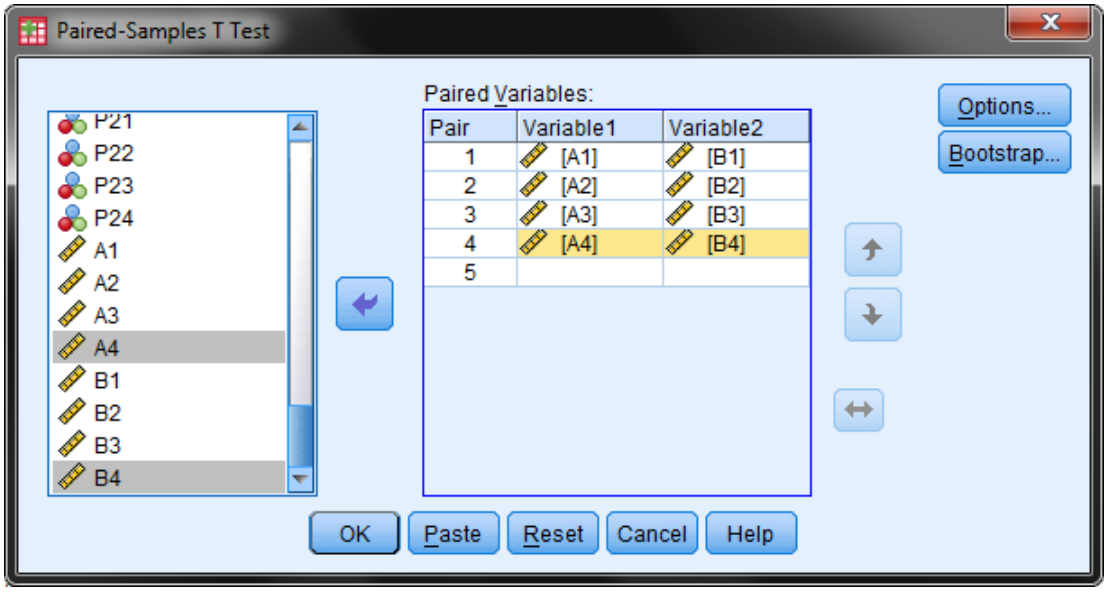
- از منوی Analyze گزینه Compare Means و فرمان Paired Samples t-test را اجرا کنید:

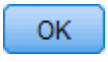
Analyze\ Compare Means\ Paired Samples t-test



- با استفاده از دکمه دو متغیر A1 و B1 را به قسمت Paired Variables وارد کنید.

- همین عمل را برای زوج‌های بعدی یعنی A2 و B2، A3 و B3 و A4 و B4 انجام دهید.



- دکمه  را بزنید.

برونداد آزمون t مستقل در یک صفحه مجزا باز می‌شود. نتیجه حاصل چند قسمت دارد. در جدول اول نتایج آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار آمده است.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	A1	3.6223	363	.69267	.03636
	B1	4.0868	363	.75941	.03986
Pair 2	A2	3.6496	363	.59516	.03124
	B2	3.4917	363	.89346	.04689
Pair 3	A3	3.6218	363	.54822	.02877
	B3	4.1015	363	.55377	.02907
Pair 4	A4	3.3741	363	.69982	.03673
	B4	4.1841	363	.61394	.03222

خروجی مورد نظر جهت تحلیل در جدول بعدی قرار دارد:

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	A1 - B1	-.46449	.83882	.04403	-.55107	-.37791	-10.550	362	.000
Pair 2	A2 - B2	.15785	.78681	.04130	.07664	.23906	3.822	362	.000
Pair 3	A3 - B3	-.47971	.60274	.03164	-.54192	-.41749	-15.163	362	.000
Pair 4	A4 - B4	-.81005	.70210	.03685	-.88252	-.73758	-21.982	362	.000

در زیر ستون میانگین اختلاف میانگین وضعیت موجود و مطلوب درباره هر بعد ارائه شده است. برای مثال برای بعد تصویر ذهنی مشتریان میانگین وضعیت موجود ۳/۶۲۲ و میانگین وضعیت مطلوب ۴/۰۸۶ است. یعنی فاصله اهمیت به تصویر ذهنی مشتریان در حال حاضر با آنچه باید باشد ۰/۴۶۴ است. یعنی هنوز تا رسیدن به ایده‌آل مشتری فاصله وجود دارد. حال باید دید این اختلاف معنادار است یا خیر؟

کلید پاسخ مانند قبل است. هر دو کران فاصله اطمینان منفی است یعنی فاصله تا ایده‌آل منفی است و سازمان از ایده‌آل‌های مشتریان در زمینه اهمیت به تصویر ذهنی مشتریان دور است. مقدار آماره t نیز از

مقدار بحرانی بزرگتر است بنابراین فرض صفر رد می‌شود و لذا شکاف معنادار است. مقدار Sig. نیز بسیار اندک و نزدیک صفر است بنابراین فرض صفر رد می‌شود و لذا شکاف معنادار است.

۵-۵- آزمون تحلیل واریانس[1]

آزمون تحلیل واریانس تک عاملی به منظور بررسی معنی دار بودن تفاوت میانگین نمره نظرات نمونه زمانیکه بیش از دو گروه وجود داشته باشد استفاده می‌گردد. فرض‌های آماری در آزمون تحلیل واریانس تک عاملی به این صورت زیر تنظیم می‌شوند که فرض صفر مبنی بر معنی‌دار نبودن تفاوت میانگین‌های موردمطالعه، زمانی رد می‌شود که حداقل برای یکی از میانگین‌ها به صورت $\mu_i \neq \mu_j$ بر قرار باشد و H_1 فرض مخالف آن است. بیان آماری این آزمون به صورت زیر است:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \ldots = \mu_n$

$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$

به عبارت دیگر برای آزمون برابری بیش از دو میانگین می‌توان از تحلیل واریانس یا ANOVA استفاده نمود. هرگاه هدف مقایسه برابری میانگین چندین گروه باشد می‌توان از این روش استفاده نمود. در این روش تغییرات کل به دو بخش تجزیه می‌شود :

تغییرات کل = تغییرات بین گروهی + تغییرات درون گروهی

تغییرات بین گروهی: تغییراتی که منشاء آن روابط میان نمونه‌ها است را تغییرات میان گروهی گویند و همان مجموع مربعات بین گروهی[2] یا SSb است. هرچه میانگین نمرات نمونه‌ها به هم نزدیکتر باشد SSb کوچکتر خواهد بود. اگر k نمونه موجود باشد، درجه آزادی k-1 خواهد بود. واریانس (تغییرات) ناشی از تعامل میان نمونه‌ها همان میانگین مربعات بین گروهی[3] یا MSb است. مقدارMSb حاصل تقسیم SSb بر درجه آزادی است.

$$MSb = \frac{SSb}{K-1}$$

[1] Analysis of variance : ANOVA
[2] Sum of Squares Between groups, SSb
[3] Mean Square Between groups, MSb

تغییرات درون گروهی: واریانس (تغییرات) ناشی از تفاوت میان اندازه‌های هر نمونه را تغییرات درون گروهی گویند و و همان مجموع مربعات درون گروهی[1] یا SSw است. اگر هر نمونه مستقل درنظر گرفته شود، هیچ تعاملی میان نمونه‌ها لحاظ نخواهد شد. درجه آزادی برابر با مجموع درجه آزادی نمونه‌ها است. درجه آزادی هر نمونه برابر است با حجم آن نمونه منهای یک. اگر k نمونه موجود باشد و حجم کل نمونه‌ها برابر N باشد بنابراین درجه آزادی برابر N - k خواهد بود. تغییرات ناشی از تفاوت میان اندازه‌های هر نمونه همان میانگین مربعات درون گروهی[2] یا MSw است. مقدار MSw حاصل تقسیم SSw بر درجه آزادی است.

$$MSw = \frac{SSw}{N-k}$$

با استفاده از مجذور نسبت تغییرات بین گروهی به تغییرات داخل گروهی آماره F بدست خواهد آمد که مبنای تصمیم گیری در مورد فرض صفر و فرض مقابل است. براساس برون‌داد نرم افزار SPSS فرض صفر هنگامی رد می‌شود که مقدار F بدست آمده بیشتر از F جدول با k-1 و n-k درجه آزادی باشد یا مقدار سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ باشد.

خاستگاه تغییرات	SS	df	MS	F
میان گروهی	SS(B)	k-1	SSb\K-1	MSb\SSw
درون گروهی	SS(W)	N-k	SSw\N-k	
کل تغییرات	SS(W) + SS(B)	N-1		

[1] Sum of Squares Within groups, SSw
[2] Mean Square Within groups

آزمون ANOVA با استفاده از SPSS

در تمرین بررسی اعتماد و رضایت مشتریان یک بار با استفاده از آزمون t مستقل اختلاف دیدگاه دو گروه دانشجویان مدیریت و مهندسی صنایع بررسی شد. اکنون می‌خواهیم اختلاف دیدگاه چهار گروه براساس مقاطع تحصیلی را بسنجیم. در فیلد تحصیلات یا Education چهار ارزش تعیین شده است:

	مقدار	برچسب
کاردانی	۱	Associates
کارشناسی	۲	Bachelor
کارشناسی ارشد	۳	Master
دکتری	۴	Ph.D

فرضیه ۱: اعتماد دانشجویان مقاطع تحصیلی مختلف به پایگاه پارس‌مدیر یکسان است.

فرضیه ۲: رضایت دانشجویان مقاطع تحصیلی مختلف از پارس‌مدیر یکسان است.

پرسشنامه‌ای مرکب از ۲۰ پرسش توزیع شده است. ۵ پرسش اول جهت سنجش اعتماد است و ۵ پرسش دوم برای سنجش رضایت طراحی شده است. تعداد ۱۰ پرسش نیز برای سنجش تعهد مطرح شده است. این داده‌ها در فایل Data2.sav ذخیره شده است.

جهت آزمون فرضیه ابتدا باید اعتماد دانشجویان مقاطع تحصیلی مختلف با یکدیگر مقایسه شود. فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت رضایت دو گروه است. از سوی دیگر ادعای آزمون در فرض مخالف قرار می‌گیرد. بیان آماری فرض‌های H_0 و H_1 به صورت زیر است:

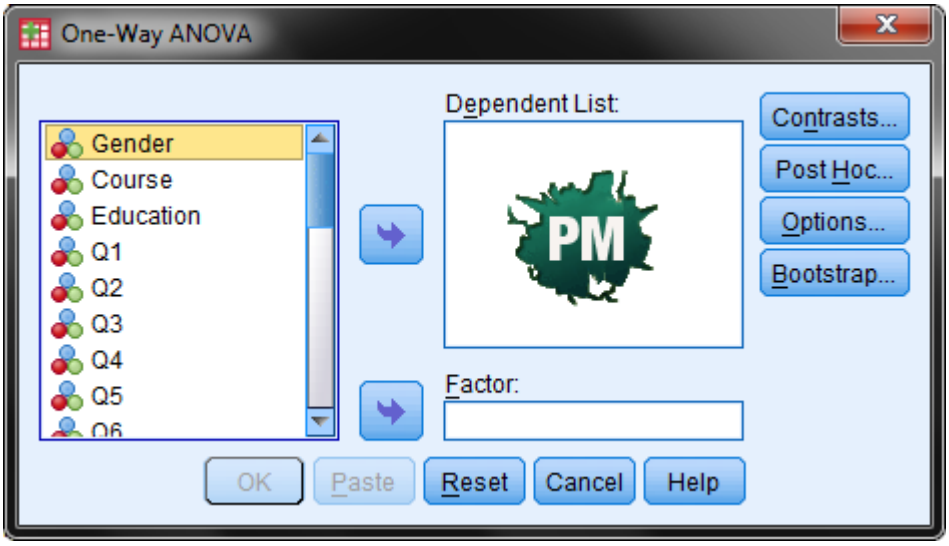
$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$: اختلاف اعتماد مقاطع تحصیلی مختلف معنی‌دار نیست

$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$: اختلاف اعتماد مقاطع تحصیلی مختلف معنی‌دار است

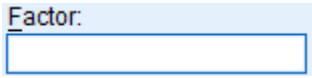
در اینجا براساس نوع فرضیه‌ها مطرح شده، فرض ما در H_0 قرار گرفته است.

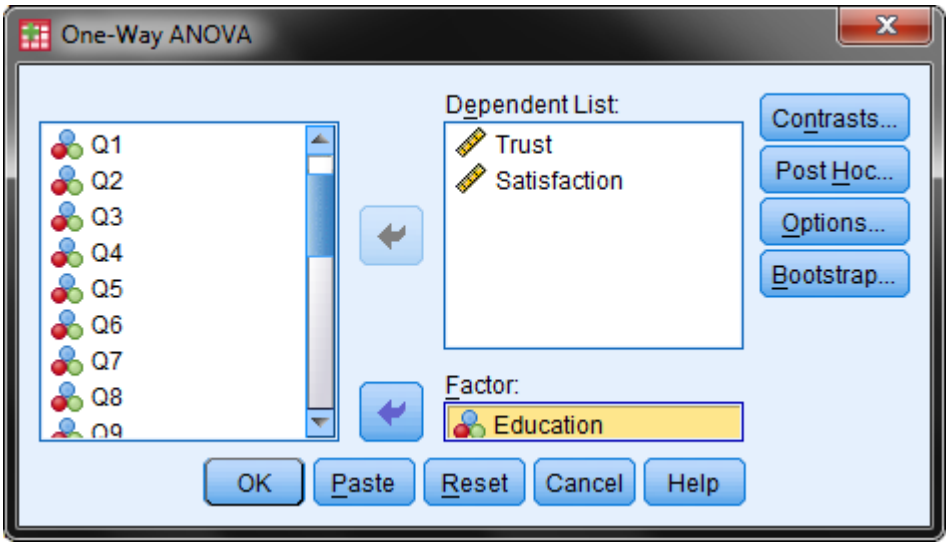
- در مرحله بعد باید آزمون آماری انجام گیرد. فرمان زیر را اجرا کنید:

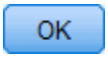
Analyze\ Compare Means\One-Way ANOVA



- در کادر One-Way ANOVA با استفاده از دکمه متغیرهای Trust و Satisfaction را به باکس Dependent List وارد کنید. می‌توانید این کار را برای تک متغیرها به صورت جداگانه نیز انجام دهید.

- متغیر Education را با استفاده از دکمه به کادر  منتقل کنید.



پس از تائید و فشردن دکمه  جدولی مانند زیر بدست می‌آید.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Trust	Between Groups	4.844	3	1.615	3.314	.022
	Within Groups	56.511	116	.487		
	Total	61.355	119			
Satisfaction	Between Groups	.971	3	.324	.882	.452
	Within Groups	42.533	116	.367		
	Total	43.504	119			

مجموع مربعات، درجه آزادی و میانگین مربعات را ملاحظه کنید. این اعداد چگونه بدست آمده است؟ به مباحث ابتدائی که پیرامون تحلیل واریانس گفته شد رجوع کنید.

میانگین مربعات = مجموع مربعات تقسیم بر درجه آزادی

برای مثال برای متغیر اعتماد این مقدار برابر است با:

MSb = SSb/df = 4.844/3 = 1.615

MSw = SSw/df = 56.511/116 = 0.487

F = MSb/MSw = 1.615/0.487 = 3.314

از شما سوال می‌پرسم: درجه‌های آزادی از کجا بدست آمده است؟

درجه آزادی میان گروه‌ها برابر است با تعداد گروه‌ها منهای یک. چهار مقطع تحصلی داریم بنابراین:

k-1 = 4-1 = 3

درجه آزادی درون گروهی برابر است با کل نمونه منهای تعداد گروه‌ها. کلا ۱۲۰ نفر نمونه داریم بنابراین:

N-k = 120-4 = 116

درجه آزادی کل برابر است با کل نمونه منهای یک بنابراین:

N-1 = 120-1 = 119

از شما سوال می‌پرسم: آیا آمار واقعاً دشوار است؟ مطمئنم می‌گوئید تحلیل آماری یک تفریح است.

تفسیر نتایج

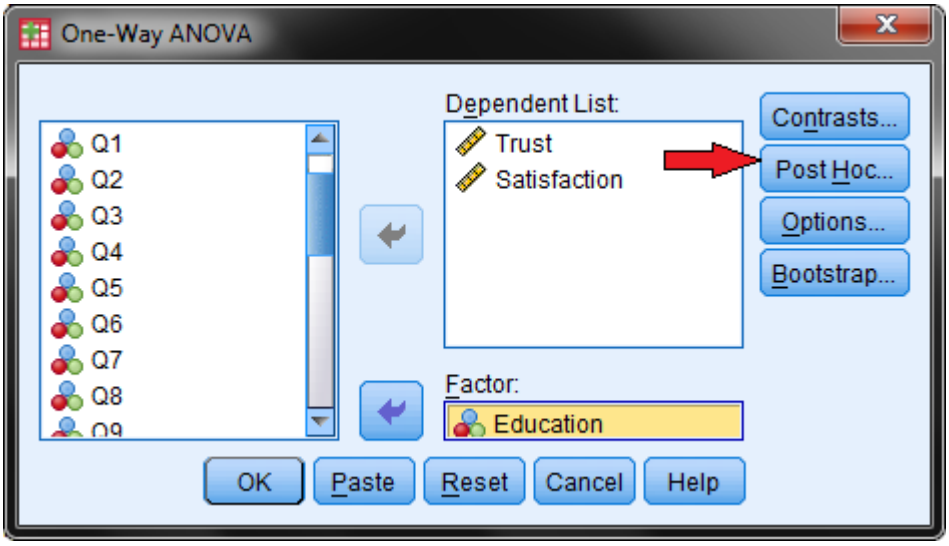
در زمینه متغیر رضایت مقدار معناداری ۰/۴۵۲ و بزرگتر از سطح خطا است بنابراین دلیلی برای رد فرض صفر نیست. آماره فیشر نیز از مقدار بحرانی $F_{0.05}$ کوچکتر است که بازهم نشان می‌دهد دلیلی برای رد فرض صفر نیست. بنابراین رضایت دانشجویان مقاطع تحصیلی مختلف با یکدیگر تفاوت معناداری ندارد.

در زمینه متغیر اعتماد مقدار معناداری ۰/۰۲۲ و بزرگتر از سطح خطا است بنابراین فرض صفر رد می‌شود. آماره فیشر نیز از مقدار بحرانی $F_{0.05}$ بزرگتر است که بازهم دلیلی برای رد فرض صفر است. بنابراین اعتماد دانشجویان مقاطع تحصیلی مختلف با یکدیگر تفاوت معناداری دارد.

سوال اساسی: این پژوهش نشان داد اعتماد دانشجویان مقاطع تحصیلی مختلف به سایت پارس مدیر متفاوت است. حال این سوال پیش آمده است که کدام گروه به ما اعتماد بیشتری دارند و کدام گروه اعتماد کمتری دارند؟ این موضوعی است که تحلیل واریانس از پاسخ به آن قاصر است. تحلیل واریانس نشان می‌دهد اختلاف میانگین وجود دارد اما نشان نمی‌دهد کدام زوج میانگین‌ها با هم اختلاف معنادار دارند. پاسخ به این سوال آزمون‌های پس از تجربه است.

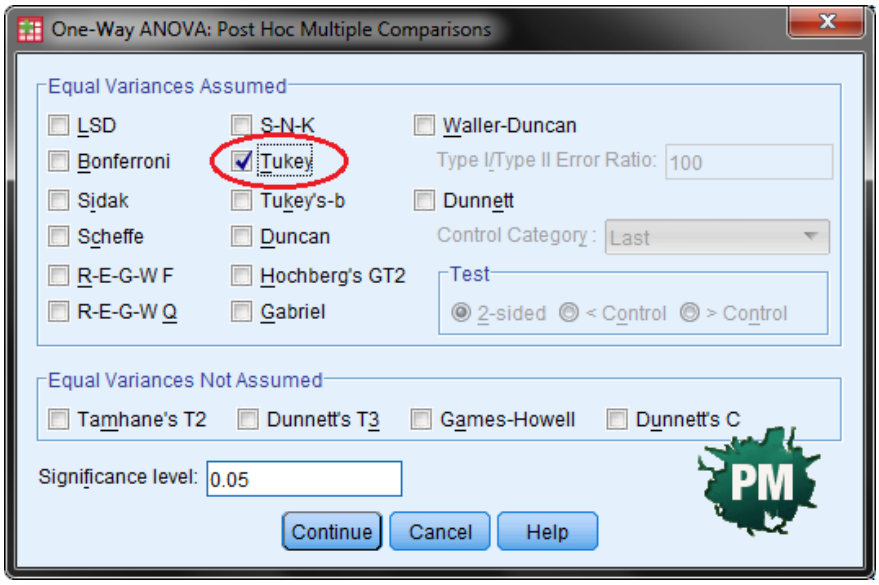
۵-۶- آزمون‌های پس از تجربه

نتایج تحلیل واریانس نشان می‌دهد در کدامیک از ابعاد اختلاف وجود دارد اما نشان نمی‌دهد کدام زوج میانگین‌ها با یکدیگر متفاوت است. بنابراین از آزمون‌های پس از تجربه[1] برای بررسی تفاوت‌ها استفاده می‌شود. روش‌های متعددی برای آزمون‌های پس از تجربه وجود دارد. آزمون HSD، آزمون LSD، آزمون تی دان، آزمون شفه، آزمون دانکن و روش‌های دیگری در این زمینه وجود دارد که همه در نرم‌افزار SPSS قابل محاسبه است.



[1] Post-hoc test

برای انجام آزمون‌های پس از تجربه در هنگام تحلیل واریانس روی دکمه Post Hoc... کلیک کنید.



در جدول ایجاد شده انواع آزمون‌های پس از تجربه قابل دسترسی است. یکی از روش‌های مرسوم در این زمینه آزمون تفاوت معنادار راستین[1] موسوم به HSD است که توسط توکی طراحی شده است و گاهی با نام تست توکی[2] نیز از آن یاد می‌شود. در این کتاب با تکنیک توکی اشنا خواهید شد ولی سایر روش‌ها نیز نتایج مشابهی دارد.

دکمه Continue را کلیک کرده و سپس OK را انتخاب کنید.

علاوه بر خروجی آزمون تحلیل واریانس خروجی توکی نیز اضافه شده است. در تمریم ما چون تفاوت رضایت معنادار نبوده است بنابراین به سراغ متغیر اعتماد می‌رویم. در این خروجی میانگین هر مقطع تحصیلی با میانگین سه مقطع دیگر به صورت زوجی مقایسه شده است. هرکجا تفاوت معنادار بوده (مقدار Sig. کوچکتر از خطای ۵٪) با ستاره مشخص شده است.

[1] Honested significant differences, HSD
[2] Tukey test

Multiple Comparisons
Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Education	(J) Education	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Trust	Associates	Bachelor	.45377*	.15151	.017	.0588	.8487
		Master	.17820	.16464	.701	-.2510	.6074
		Ph.D	.58862	.41746	.496	-.4996	1.6768
	Bachelor	Associates	-.45377*	.15151	.017	-.8487	-.0588
		Master	-.27557	.16216	.329	-.6983	.1471
		Ph.D	.13485	.41649	.988	-.9508	1.2205
	Master	Associates	-.17820	.16464	.701	-.6074	.2510
		Bachelor	.27557	.16216	.329	-.1471	.6983
		Ph.D	.41042	.42144	.765	-.6881	1.5090
	Ph.D	Associates	-.58862	.41746	.496	-1.6768	.4996
		Bachelor	-.13485	.41649	.988	-1.2205	.9508
		Master	-.41042	.42144	.765	-1.5090	.6881
Satisfaction	Associates	Bachelor	-.03514	.13144	.993	-.3778	.3075
		Master	.15747	.14283	.689	-.2148	.5298
		Ph.D	-.24878	.36217	.902	-1.1928	.6953
	Bachelor	Associates	.03514	.13144	.993	-.3075	.3778
		Master	.19261	.14068	.521	-.1741	.5593
		Ph.D	-.21364	.36132	.935	-1.1555	.7282
	Master	Associates	-.15747	.14283	.689	-.5298	.2148
		Bachelor	-.19261	.14068	.521	-.5593	.1741
		Ph.D	-.40625	.36562	.683	-1.3593	.5468
	Ph.D	Associates	.24878	.36217	.902	-.6953	1.1928
		Bachelor	.21364	.36132	.935	-.7282	1.1555
		Master	.40625	.36562	.683	-.5468	1.3593

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

۵-۷- تحلیل واریانس چندعاملی (MANOVA)

از این آزمون به منظور بررسی اختلاف چند میانگین از چند جامعه آماری استفاده می‌شود. آیا هیچ تفاوتی بین گروه‌های مستقل بر متغیرهای وابسته وجود دارد؟

به عنوان مثال فرض کنید یک دانشجوی برتر جذب ۳ دانشگاه عالی مهم می‌شود. آیا تفاوت آکادمیکی بین شاگردان از این ۳ دانشگاه وجود دارد؟ به طور تصادفی ۲۰ شاگرد از دانشگاه A، ۲۰ شاگرد از دانشگاهB

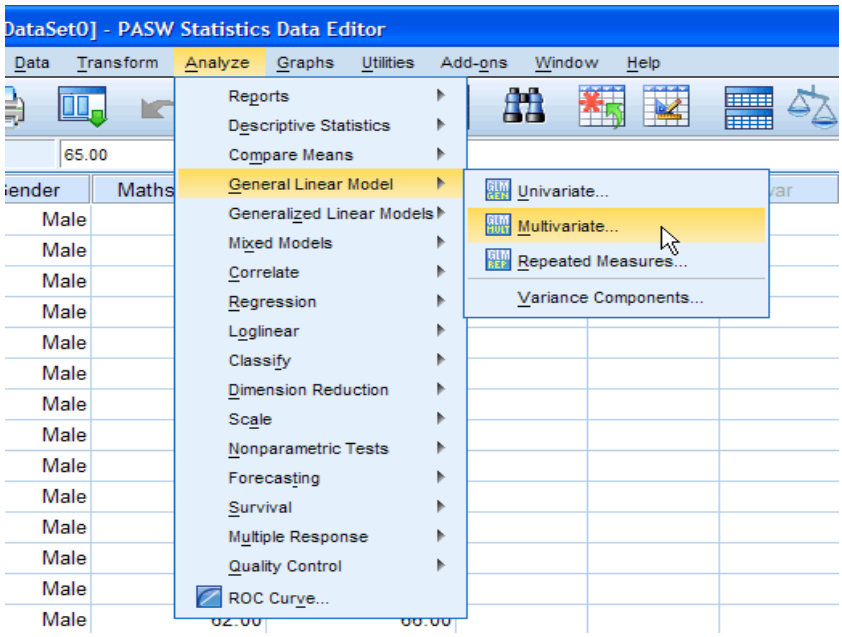
و ۲۰ شاگرد از دانشگاه C انتخاب کرد و عملکرد آکادمیک آنها را مورد ارزیابی قرار داد. آنها امتحانات انگلیسی و ریاضی آخر ترم را گذراندند.

تنظیمات در SPSS:

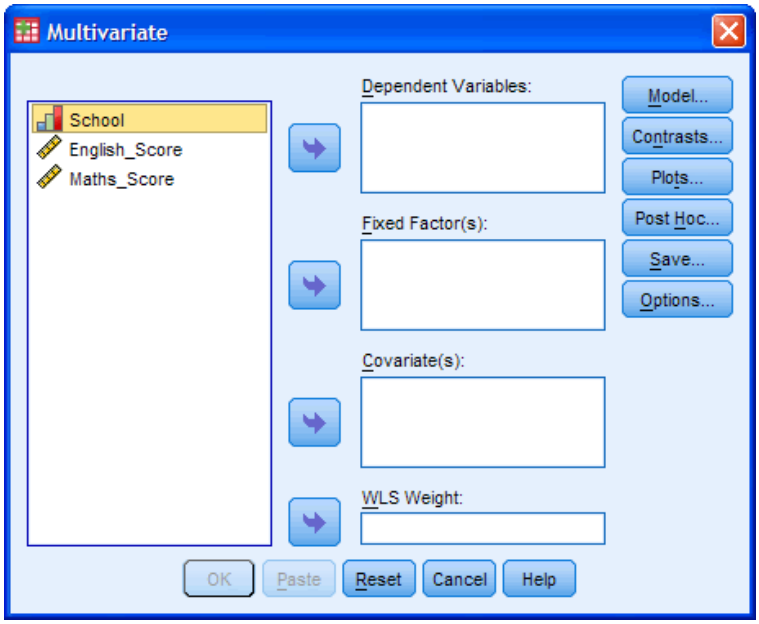
در این مثال متغیر مستقل «دانشگاه» است. متغیر وابسته، نمره‌های درس انگلیسی و ریاضی با عنوان «نمره‌های انگلیسی» و «نمره‌های ریاضی» نامگذاری شد. برای مشخص شدن از دقت داده‌های ورودی شما در SPSS از MANOVA یک طرفه استفاده می‌شود و عبارت Entering Data in SPSS را بخوانید.

در SPSS به مسیر زیر بروید:

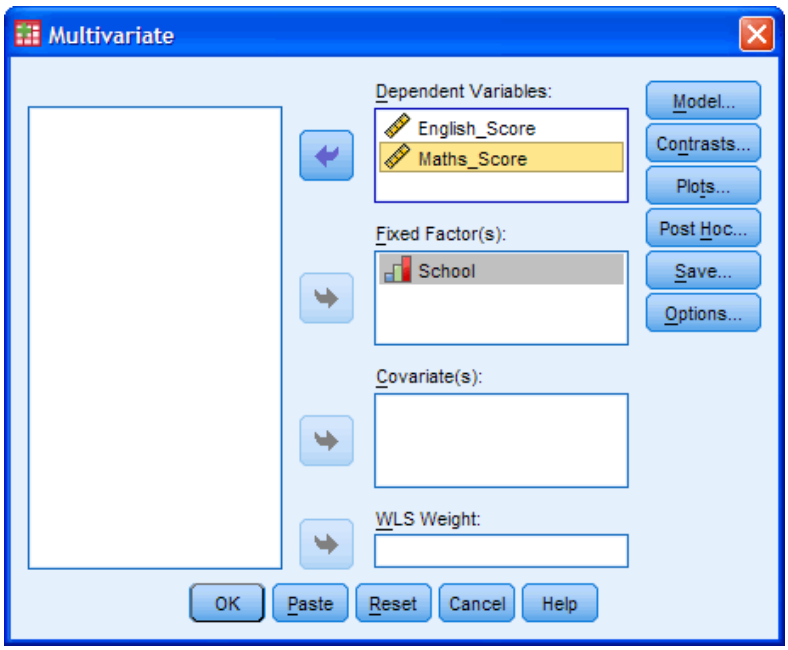
Analyze/ General Linear Model / Mulivariat. . . .



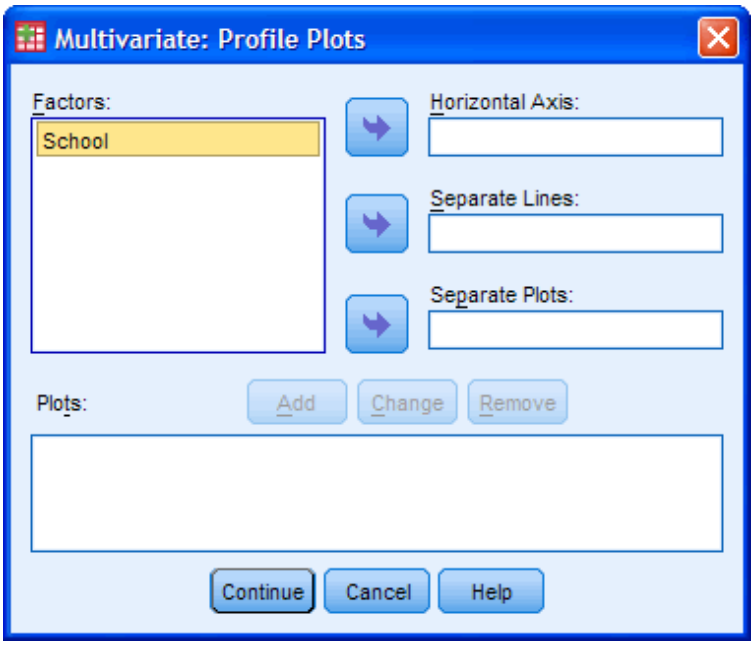
پنجره Multivariate را خواهید دید.



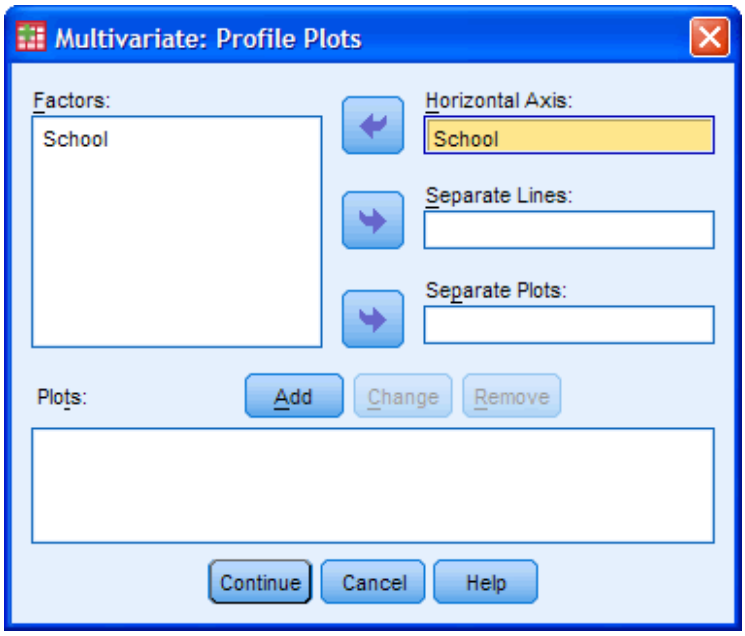
متغیر مستقل «دانشگاه» را به «عوامل ثابت» انتقال دهید: متغیر وابسته «نمره‌های انگلیسی» و «نمره‌های ریاضی» را به «متغیرهای وابسته» انتقال دهید. شما می‌توانید این کار را با کشیدن متغیرها به قسمتهای مربوط از طریق دکمه انجام دهید. نتیجه در شکل زیر نشان داده شده است: (برای تحلیل، شما به استفاده از کوواریانس نیازی ندارید)



بر دکمه Plots... کلیک کنید. شما پنجره Multivariate: Profile Plots را خواهید دید.



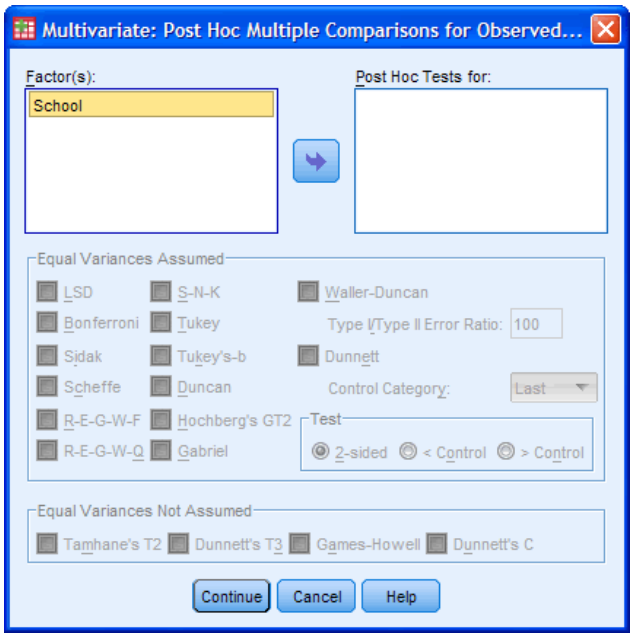
متغیر وابسته «دانشگاه» را به "Horizontal Axis" منتقل کنید.



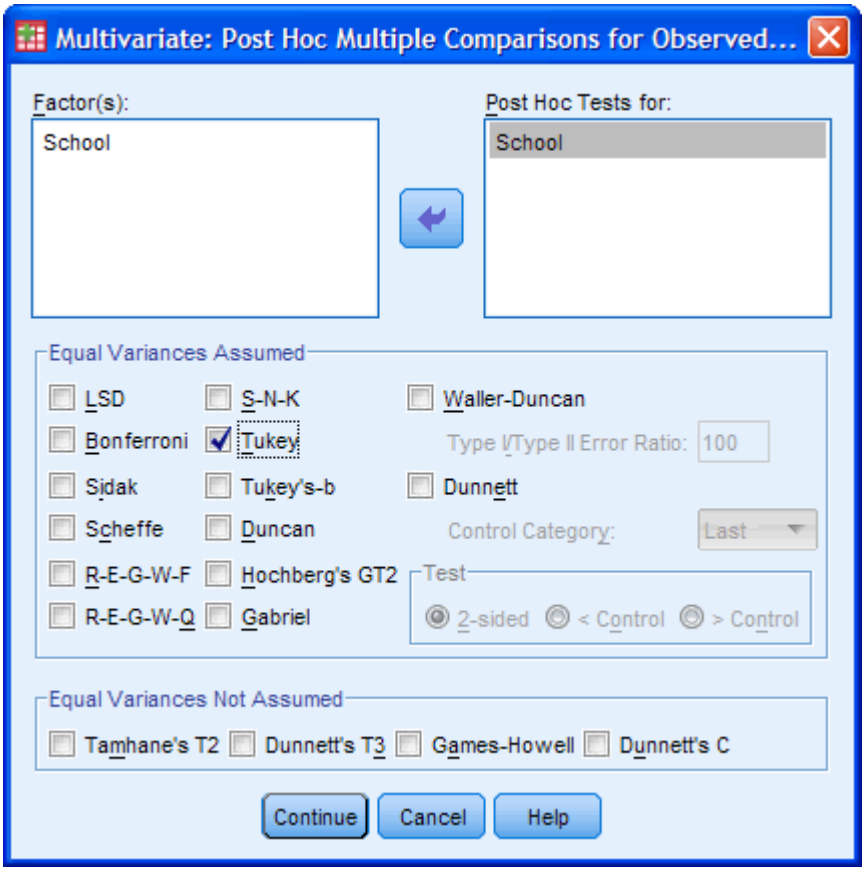
بر دکمه Add کلیک کنید. شما «دانشگاه» را در "Plots" خواهید دید.

بر دکمه Continue کلیک کنید. دوباره به Multivariate باز خواهید گشت.

بردکمه Post Hoc... کلیک کنید. شما پنجره Multivarate: post Hoc Maniple Comparisons for observed را خواهید دید.

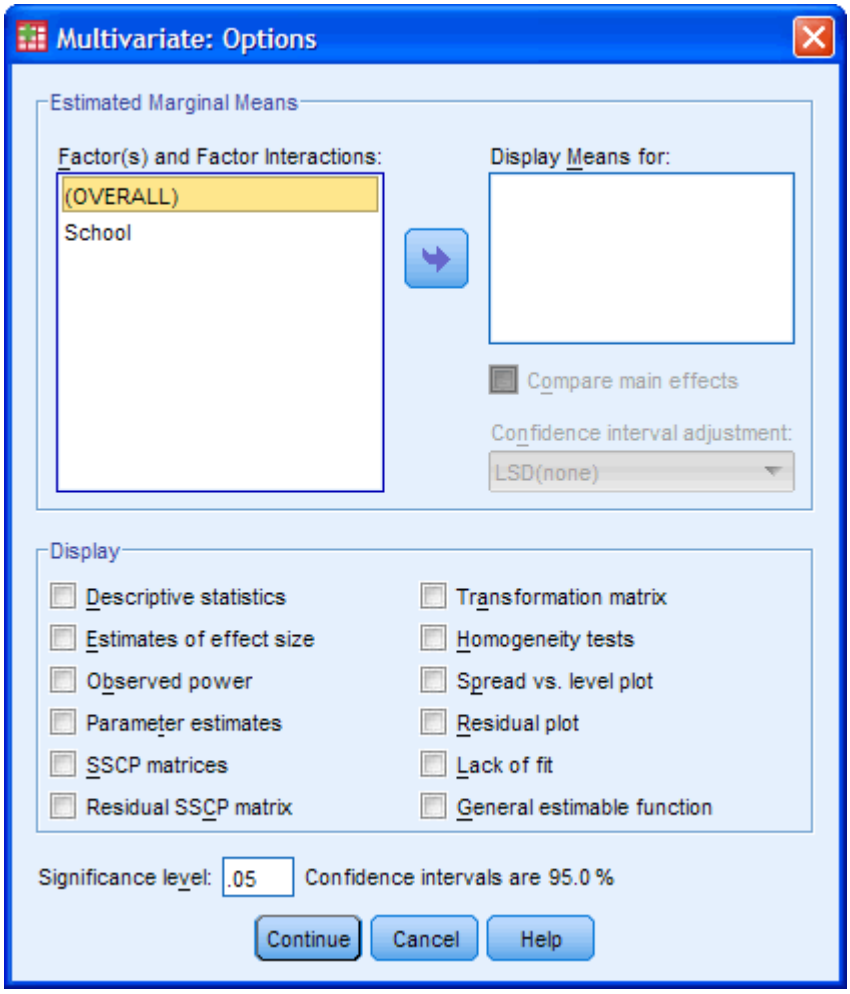


متغیر مستقل «دانشگاه» را به "Post Hoc Test for" منتقل کنید و بخش"Tukey" را در "Equal Variance Assumed" را انتخاب کنید. می‌توانید دیگر تست‌های Post-hoc را در مورد داده‌های خود انتخاب کنید، اجباری به کامل کردن بخش Post-hoc نخواهید داشت.



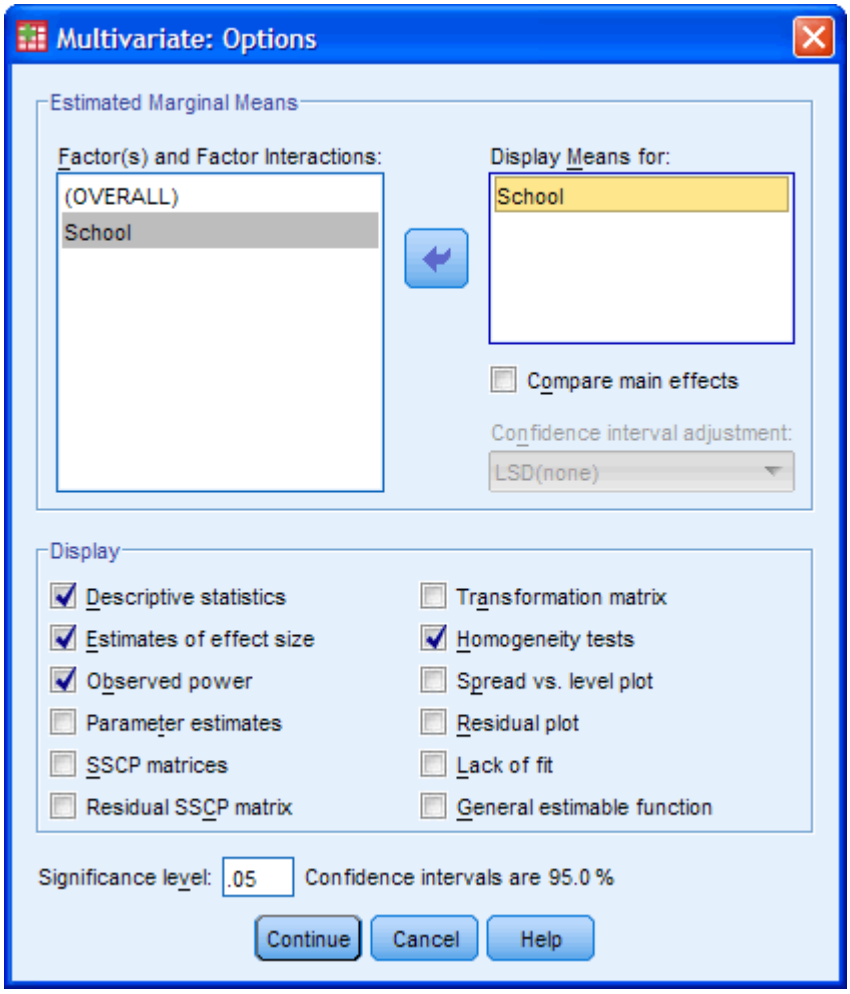
بر دکمه Continue کلیک کنید. دوباره به Multivariate بر خواهید گشت.

بر دکمه Options... کلیک کنید شما به پنجره یMultivariate: options برمی گردید.



متغیر مستقل «دانشگاه» را به "Factors and Factor Interaction" انتقال دهید.

گزینه‌های "Estimates of effects size", "Descriptive statistics", "Observed power" و "Homogenity tests" را در قسمت Display انتخاب کنید. شکل زیر را مشاهده خواهید کرد.



دکمه Continue را کلیک کنید به Multivariate بر می‌گردید.

بر دکمه OK کلیک کنید تا نتایج را ببینند.

خروجی SPSS از MANOVA یک طرفه

نرم‌افزار SPSS جدول‌های متفاوتی را تولید می‌کند. مهمترین جدول آمارهای توصیفی است که در ادامه نشان داده شده است. این جدول برای نشان دادن میانگین و انحراف معیار در متغیرهای وابسته مختلف، مفید است که از طریق متغیر مستقل تقسیم خواهد شد. بعلاوه، جدول یک ردیف کلی از میانگین‌ها و انحراف معیارها برای گروهها را نشان می‌دهد که از طریق متغیر مستقل آنها را در بر می‌گیرد.

Descriptive Statistics

	School	Mean	Std. Deviation	N
English_Score	School A	75.6000	8.22960	20
	School B	62.7000	9.10234	20
	School C	61.5500	7.14124	20
	Total	66.6167	10.30401	60
Maths_Score	School A	43.9000	8.46603	20
	School B	40.7500	8.16201	20
	School C	30.7500	7.71789	20
	Total	38.4667	9.78145	60

همگنی در کوواریانس‌ها

یکی از فرضیه‌های MANOVA همگنی در کوواریانس است که برای ارزیابی Boxes Test of Equality of Covariance Motrics مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر ارزش "sig" کمتر از ۰/۰۰۱ باشد، فرضیه همگن بودن کوواریانس رد می‌شود. بنابراین، ما می‌توانیم این مسئله را در جدول زیر ببینیم. ما این فرضیه را رد نمی کنیم (P=0/64)

Box's Test of Equality of Covariance Matrices[a]

Box's M	12.556
F	1.986
df1	6
df2	80975.077
Sig.	.064

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept + School

ارزیابی Multivariate

جدول Multivariat Test در جایی است که ما نتایج اصلی MANOVA یک طرفه را خواهیم دید. ما نیازمند توجه به تاثیر دوم هستیم و به ردیفWilks Lambda نیز باید توجه کنیم. برای تعیین MANOVA یک طرفه به طور آماری ما باید به ستون "Sig" توجه کنیم. ما می‌توانیم به جدول توجه کنیم، در این هنگام ارزش "Sig" ۰/۰۰ با میانگین P> 0/0005 است. بنابراین، ما می‌توانیم اینگونه نتیجه بگیریم که عملکرد آکادمیک شاگردان به طور معنی داری مستقل از دیگر دانشگاه‌هایی است که آنها در آن شرکت داشتند .(P<0/0005)

Multivariate Tests[d]

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power[b]
Intercept	Pillai's Trace	.989	2435.089[a]	2.000	56.000	.000	.989	4870.177	1.000
	Wilks' Lambda	.011	2435.089[a]	2.000	56.000	.000	.989	4870.177	1.000
	Hotelling's Trace	86.967	2435.089[a]	2.000	56.000	.000	.989	4870.177	1.000
	Roy's Largest Root	86.967	2435.089[a]	2.000	56.000	.000	.989	4870.177	1.000
School	Pillai's Trace	.616	12.681	4.000	114.000	.000	.308	50.724	1.000
	Wilks' Lambda	.450	13.735[a]	4.000	112.000	.000	.329	54.938	1.000
	Hotelling's Trace	1.075	14.782	4.000	110.000	.000	.350	59.128	1.000
	Roy's Largest Root	.915	26.072[c]	2.000	57.000	.000	.478	52.144	1.000

a. Exact statistic

b. Computed using alpha = .05

c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

d. Design: Intercept + School

گزارش نتایج:

ما می‌توانستیم نتایج ارزیابی‌ها را اینگونه بیان کنیم: تفاوت معنی داری به لحاظ آماری بین دانشگاه‌های قبلی در عملکرد آکادمیک آنها وجود دارد، $F\ (3, 112) = 13.74, P <. 0005$; Wilk's $\lambda = 0.450$, partial $\varepsilon^2 =. 33$.

اگر شما به نتایج معنی دار آماری دسترسی نداشتید، عملکرد بیشتر آنها را نمی توانید محاسبه کنید. بنابراین در این مورد نشان داده شده است که ما ارزیابی داده‌ها را ادامه خواهیم کرد.

ادامه ارزیابی‌ها

برای تعیین تفاوت متغیرهای وابسته برای متغیرهای مستقل، نیازمند توجه به جدول Test of Between-subjects Effects است، اما در ابتدا ما نیازمند بررسی همگنی در واریانس هستیم ما می‌توانیم به Levenes test of Equality of Error Variance مراجعه کنیم.

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

	F	df1	df2	Sig.
English_Score	.544	2	57	.583
Maths_Score	.188	2	57	.829

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + School

ما می‌توانیم از جدول بالا نمره‌های ریاضی و انگلیسی را که دارای همگنی واریانس هستند، مشاهده کنیم(P>0/005). نتایج ANOVA برای متغیرهای وابسته در Test of Between-Subjects Effects قابل مشاهده است.

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power[b]
Corrected Model	English_Score	2434.233[a]	2	1217.117	18.114	.000	.389	36.228	1.000
	Maths_Score	1885.633[c]	2	942.817	14.295	.000	.334	28.591	.998
Intercept	English_Score	266266.817	1	266266.817	3962.769	.000	.986	3962.769	1.000
	Maths_Score	88781.067	1	88781.067	1346.134	.000	.959	1346.134	1.000
School	English_Score	2434.233	2	1217.117	18.114	.000	.389	36.228	1.000
	Maths_Score	1885.633	2	942.817	14.295	.000	.334	28.591	.998
Error	English_Score	3829.950	57	67.192					
	Maths_Score	3759.300	57	65.953					
Total	English_Score	272531.000	60						
	Maths_Score	94426.000	60						
Corrected Total	English_Score	6264.183	59						
	Maths_Score	5644.933	59						

a. R Squared = .389 (Adjusted R Squared = .367)

b. Computed using alpha = .05

c. R Squared = .334 (Adjusted R Squared = .311)

تاثیر معنی دار آماری را برای نمرهای انگلیسی (F (2, 57) = 18.11; P <. 0005; partial ε2 =. 39) و نمره ریاضی .(F (2, 57) = 14.30; P <. 0005; partial ε2 =. 33) قابل مشاهده است. توجه به این نکته مهم است که شما باید همبستگی برای ANOVA چندگانه را مثل همبستگی Bonferroni تعیین کنیم. در این مورد، ما تاثیر آماری معنی داری را در P<0/025 قبول کنید. همچنین ANOVA معنی دار را با آزمون Tukeys HSD post-hoc ادامه دهیم و در جدول Multiple comparisons نتایج را ببنیم.

Multiple Comparisons

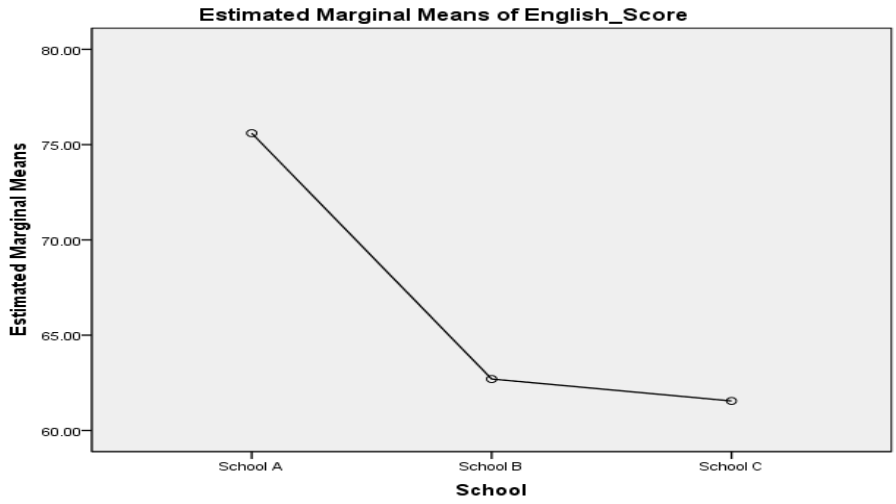
Tukey HSD

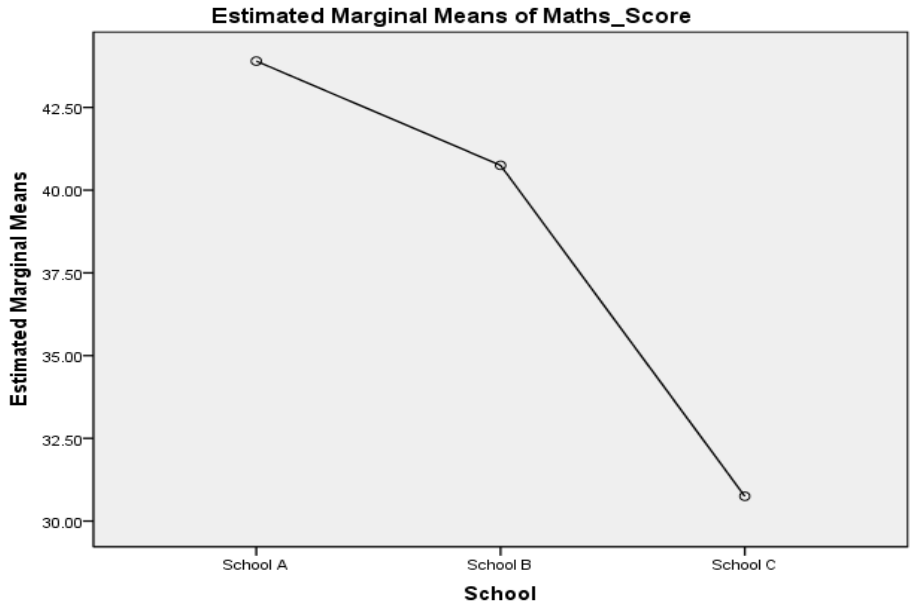
Dependent Variable	(I) School	(J) School	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
English_Score	School A	School B	12.9000*	2.59214	.000	6.6622	19.1378
		School C	14.0500*	2.59214	.000	7.8122	20.2878
	School B	School A	-12.9000*	2.59214	.000	-19.1378	-6.6622
		School C	1.1500	2.59214	.897	-5.0878	7.3878
	School C	School A	-14.0500*	2.59214	.000	-20.2878	-7.8122
		School B	-1.1500	2.59214	.897	-7.3878	5.0878
Maths_Score	School A	School B	3.1500	2.56812	.443	-3.0300	9.3300
		School C	13.1500*	2.56812	.000	6.9700	19.3300
	School B	School A	-3.1500	2.56812	.443	-9.3300	3.0300
		School C	10.0000*	2.56812	.001	3.8200	16.1800
	School C	School A	-13.1500*	2.56812	.000	-19.3300	-6.9700
		School B	-10.0000*	2.56812	.001	-16.1800	-3.8200

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 65.953.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

جدول بالا نشان داد که میانگین نمره‌ها برای درس انگلیسی از لحاظ آماری معنی دار و بین دانشگاه B,A (P=0/0005) و دانشگاه A و C (P<0/0005) است اما بین دانشگاه C, B (P=0/897) می‌باشد. میانگین نمره‌های ریاضی از لحاظ آماری معنی دار و متفاوت است، میانگین دانشگاه C, A (P<0/0005) و بین دانشگاه C,B (P=0/001) است، اما بین دانشگاه B,A (P=0/443) است. این تفاوتها می‌تواند به سادگی در نمودار زیر نشان داده شود.


Estimated Marginal Means of English_Score
Estimated Marginal Means
80.00
75.00
70.00
65.00
60.00
School A
School B
School C
School


Estimated Marginal Means of Maths_Score
Estimated Marginal Means
42.50
40.00
37.50
35.00
32.50
30.00
School A
School B
School C
School

بخش ششم

آزمون همبستگی

۶-۱- مقدمه

پژوهش همبستگی یکی از روش‌های پژوهش توصیفی (غیرآزمایشی) است که رابطه میان متغیرها را براساس هدف پژوهش بررسی می‌کند. می‌توان تحقیقات همبستگی را براساس هدف به سه دسته تقسیم کرد: همبستگی دو متغیری، تحلیل رگرسیون و تحلیل کوواریانس یا ماتریس همبستگی. در این زمینه در بخش اول قسمت تقسیم‌بندی روش‌های پژوهش براساس هدف توضیح لازم ارائه گردید.

بنابراین همبستگی برای بررسی نوع و میزان رابطه متغیرها استفاده می‌شود. در حالیکه رگرسیون پیش‌بینی روند آینده یک متغیر ملاک (وابسته) براساس یک مجموعه روابط بین متغیر ملاک با یک چند متغیر پیش‌بین (مستقل) است که در گذشته ثبت و ضبط شده است.

ضریب همبستگی شاخصی است ریاضی که جهت و مقدار رابطه بین دو متغیر را توصیف می‌کند. ضریب همبستگی درمورد توزیع‌های دویا چند متغیره به کار می‌رود. اگر مقادیر دو متغیر شبیه هم تغییر کند یعنی با کم یا زیاد شدن یکی دیگری هم کم یا زیاد شود به گونه‌ای که بتوان رابطه آنها را به صورت یک معادله بیان کرد گوییم بین این دو متغیرهمبستگی وجود دارد. ضریب همبستگی پیرسون، ضریب همبستگی اسپیرمن و ضریب همبستگی تاو کندال از مهمترین روش‌های محاسبه همبستگی میان متغیرها هستند. بطور کلی:

۱- اگر هر دو متغیر با مقیاس رتبه‌ای باشند از شاخص تاو کندال استفاده می‌شود.

۲- اگر هر دو متغیر با مقیاس نسبتی و پیوسته باشند از ضریب همبستگی پیرسون استفاده می‌شود.

۳- اگر هر دو متغیر با مقیاس نسبتی و گسسته باشند از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده می‌شود.

۶-۲- ضریب همبستگی پیرسون

کارل پیرسون[1] (۱۸۵۷-۱۹۳۶) تکنیک محاسبه همبستگی دو متغیر را معرفی کرده است. البته لازم به یادآوری است ضریب همبستگی را برای نخستین بار فرانسیس گالتون[2] مطرح کرده است. بسیاری مواقع ضریب همبستگی مترادف با ضریب همبستگی پیرسون تلقی می‌شود. البته بطور کلی در بررسی همبستگی دو متغیر اگر هر دو متغیر مورد مطالعه در مقیاس نسبی و فاصله‌ای باشند از ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون استفاده می‌شود.

اگر ضریب همبستگی جامعه ρ و ضریب همبستگی نمونه‌ای به حجم n از جامعه r باشد، ممکن است r تصادفی و اتفاقی بدست آمده باشد. برای این منظور از آزمون معنی داری ضریب همبستگی استفاده می‌شود. در این آزمون بررسی می‌شود آیا دو متغیر تصادفی و مستقل هستند یا خیر. به عبارت دیگر آیا ضریب همبستگی جامعه صفر است یا خیر. فرضیه‌ها، آماره آزمون و مقدار بحرانی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

فرضیه‌ها	آماره آزمون	مقدار بحرانی
$H_0 : \rho = 0$ $H_1 : \rho \neq 0$	$\frac{r-\rho}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$	$t_{\alpha/2,\, n-2}$

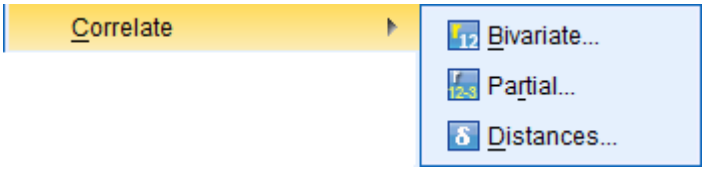
محاسبه ضریب همبستگی پیرسون با SPSS

در یک مطالعه واقعی اعتماد و رضایت به پایگاه پارس مدیر مورد سنجش قرار گرفته است. داده‌های گردآوری شده در فایل Data2.sav ذخیره شده است. توزیع سوالات به این صورت است که ۵ پرسش اول اعتماد و ۵ پرسش دوم رضایت را اندازه گیری کرده است. میانگین پاسخ‌ها در ستون Satisfaction و Trust

[1] Karl (Carl) Pearson
[2] Francis Galton

ذخیره شده است. می‌خواهیم بدانیم آیا بین رضایت و اعتماد پژوهشگران به پایگاه همبستگی وجود دارد یا خیر؟

- از منوی Analyze گزینه Correlate را انتخاب کنید.
- همانطور که مشاهده می‌شود با سه گزینه روبرو خواهید شد.

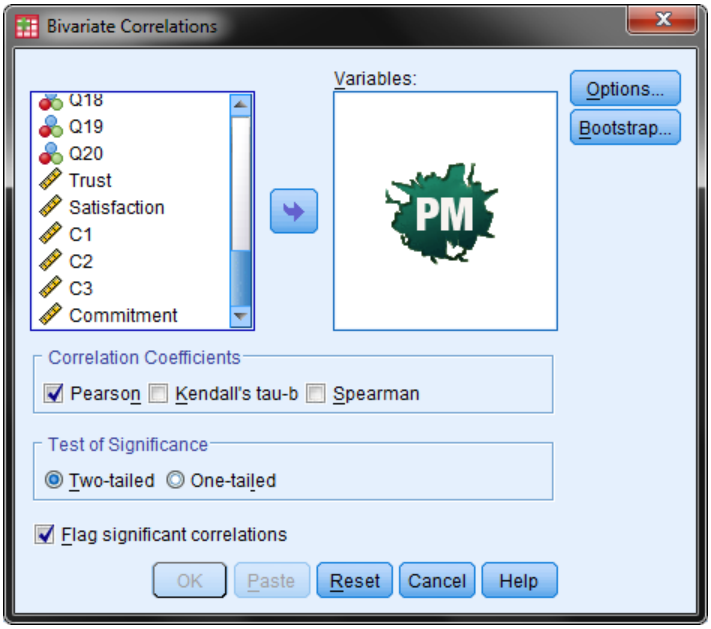


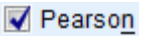
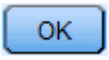
۱- گزینه Bivariate : برای محاسبه ضریب همبستگی رابطه خطی میان دو متغیر از این گزینه استفاده می‌شود. ضریب همبستگی پیرسون، ضریب ρ اسپیرمن و ضریب τ تاو کندال از کادر مربوط قابل استفاده است.

۲- گزینه Partial : برای محاسبه ضریب همبستگی بعد از کنترل یک یا چند متغیر استفاده می‌شود. همبستگی جزئی یا Partial همبستگی دو متغیر زمانیکه اثرات یک یا چند متغیر دیگر کنترل شده است را بدست می‌دهد.

۳- گزینه Distance : برای محاسبه شباهت‌ها و تفاوت‌ها میان زوج متغیرها و زوج پدیده‌ها از این آزمون استفاده می‌شود. این ازمون همراه با آزمون‌های دیگر مانند تحلیل عاملی یا تحلیل خوشه‌ها بکار برده می‌شود و استفاده از آن در تحلیل همبستگی چندان مرسوم نیست.

- گزینه Bivariate را انتخاب کنید.



- بوسیله دکمه ستون Satisfaction و Trust را به باکس Variables منتقل کنید.
- گزینه  را فعال کنید.
- دکمه  را کلیک کنید تا خروجی را مشاهده کنید.

Correlations

		Trust	Satisfaction
Trust	Pearson Correlation	1	.486**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	120	120
Satisfaction	Pearson Correlation	.486**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	120	120

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

خروجی آزمون همبستگی نشان داده است همبستگی بین اعتماد و رضایت ۴۸/۶٪ است. همچنین مقدار معناداری بسیار کوچک و نزدیک صفر (۰/۰۰۰) بدست آمده است. بنابراین در سطح اطمینان ۵٪ این همبستگی معنادار است. البته در خروجی نرم‌افزار SPSS اگر مقدار معناداری از ۰/۰۱ کوچکتر باشد عبارتی مانند زیر در خروجی درج می‌شود:

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ترجمه این عبارت یعنی همبستگی در سطح خطای ۱٪ نیز معنادار است.

- تفسیر نتایج ضریب همبستگی برونداد SPSS

براساس یک قاعده کلی براساس مقادیر زیر می‌توان درباره میزان همبستگی متغیرها قضاوت کرد. بخاطر داشته باشید همین تفسیر برای مقادیر منفی نیز قابل استفاده است:

ضریب همبستگی	تفسیر
0.00 - 0.19	خیلی اندک و قابل چشم پوشی
0.20 - 0.39	خیلی اندک تا اندک
0.40 - 0.69	متوسط
0.70 - 0.89	زیاد
0.90 - 1.00	خیلی زیاد

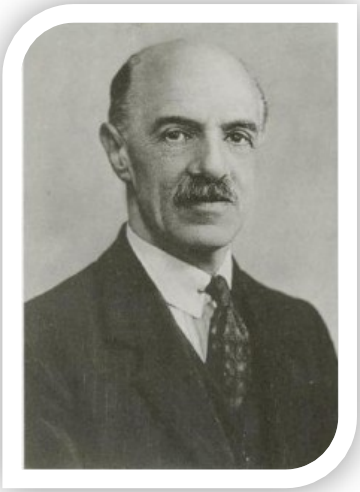
این مقادیر یک قانون ثابت نیستند و به صورت تجربی بدست آمده است. در برخی متون مانند زیر نیز ارائه شده است:

ضریب همبستگی	تفسیر
0.0 - 0.1	خیلی اندک و قابل چشم پوشی
0.1 - 0.3	اندک
0.3 - 0.5	متوسط
0.5 - 1.0	زیاد

همچنین آماره. sig یا همان P-Value مربوط به همبستگی مشاهده شده باید کوچکتر از سطح خطا باشد. یک قانون کلی وجود دارد و آن اینکه اگر همبستگی بزرگتر از ۰/۳ باشد مقدار معناداری کوچکتر از سطح خطای ۰/۰۵ خواهد بود. تجربه آماری من نیز همیشه مطابق این قانون بوده است.

بنابراین می‌توان گفت بین رضایت و اعتماد پژوهشگران همبستگی متوسط و معناداری وجود دارد.

۶-۳- ضریب همبستگی اسپیرمن[1]



چارلز اسپیرمن[2] (۱۸۶۳-۱۹۴۵) روانشناس انگلیسی و از پیشروان معرفی تکنیک تحلیل عاملی است. اسپیرمن که به فرانسیس گالتون بسیار معتقد بوده است ضریب همبستگی رتبه‌ای را مطرح کرده است. یکی از مزیت‌های ضریب همبستگی اسپیرمن به ضریب همبستگی پیرسون این است که اگر یک یا چند داده نسبت به سایر اعداد بسیار بزرگ باشد چون تنها رتبه آنها محسوب می‌شود، سایر داده‌ها تحت الشعاع قرار نمی‌گیرند. همچنین این آزمون یک آزمون ناپارامتریک است و به نرمال بودن داده‌ها نیازی نیست.

هرگاه داده‌ها بصورت رتبه‌ای گردآوری شده باشند یا به رتبه تبدیل شده باشند، می‌توان از همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن (r_s) که یکی از روش‌های ناپارامتریک است، استفاده کرد. (بهبودیان، ۱۳۸۳ : ۱۴۵) برای محاسبهٔ ضریب همبستگی رتبه‌ای داده‌های زوجی (x_i,y_i) ابتدا به تمام xها برحسب مقادیرشان رتبه می‌دهیم و همین کار را نیز برای yها انجام می‌دهیم، سپس تفاضل بین رتبه‌های هر زوج را که با d_i نشان می‌دهیم حساب کنید. در مرحله بعد توان دوم dها را محاسبه کرده، در نهایت با استفاده از این فرمول ضریب همبستگی رتبه‌ای را حساب کنید. (آذر، ۱۳۸۳ : ۲۷۰)

$$r_s = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{k} d_i^2}{n(n^2-1)}$$

آزمون فرض صفر مبتنی بر آن است که متغیرهای x و y همبستگی با هم نداشته و بصورت تصادفی این زوج‌ها جور شده‌اند. برای مقادیر بزرگ نمونه ($n>10$) توزیع r_s را می‌توان با توزیع نرمال تقریب زد. در این صورت آماره آزمون طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود.

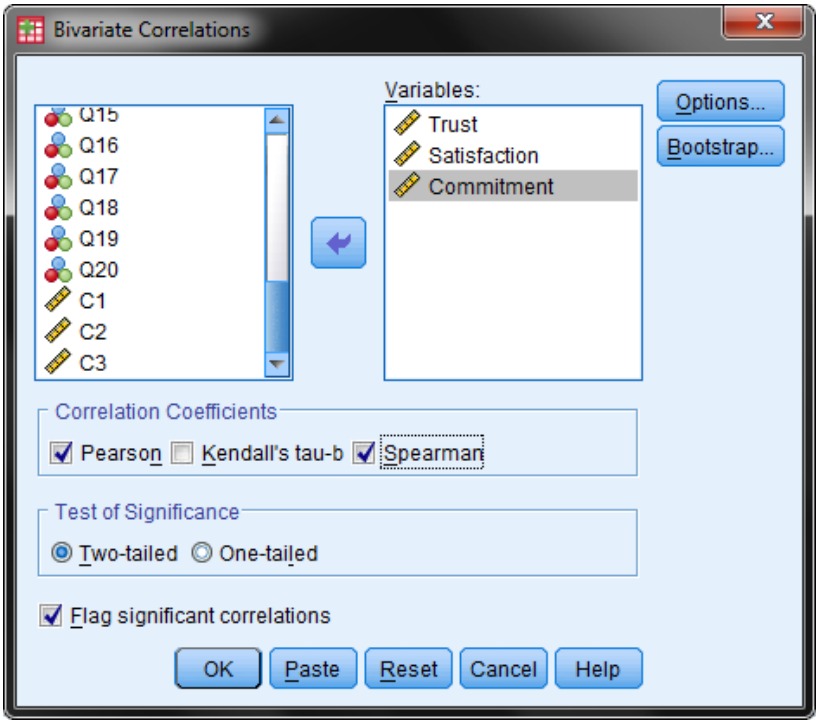
[1] Spearman rank correlation
[2] Charles Spearman

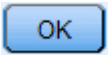
$$Z = r_s\sqrt{n-1}$$

محاسبه ضریب همبستگی پیرسون با SPSS

در مطالعه قبل ده پرسش نیز در زمینه تعهد کاربران به پایگاه پارس مدیر مطرح شده است. داده‌های گردآوری شده در فایل Data2.sav ذخیره شده است. توزیع سوالات به ۱۰ پرسش دوم به این صورت است که: ۳ پرسش تعهد مستمر، ۳ پرسش تعهد عاطفی و ۴ پرسش تعهد هنجاری پژوهشگران را اندازه گیری کرده است. میانگین پاسخ‌ها در ستون Satisfaction و Trust و Commtment ذخیره شده است. می‌خواهیم بدانیم آیا بین رضایت، اعتماد و تعهد پژوهشگران به پایگاه همبستگی وجود دارد یا خیر؟

- از منوی Analyze گزینه Correlate و فرمان Bivariate را انتخاب کنید.
- بوسیله دکمه ستون Satisfaction و Trust و Commtment را به باکس Variables منتقل کنید.
- علاوه بر گزینه Pearson گزینه Spearman را نیز فعال کنید.



- دکمه  را کلیک کنید تا خروجی را مشاهده کنید.

جدول نخست نتایج تحلیل همبستگی پیرسون را نشان می‌دهد. طبیعی است اگر تیک مربوط به این آزمون غیرفعال بود این خروجی مشاهده نمی‌شد. به هر حال خروجی مانند زیر است:

Correlations

		Trust	Satisfaction	Commitment
Trust	Pearson Correlation	1	.486**	.387**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	120	120	100
Satisfaction	Pearson Correlation	.486**	1	.501**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	120	120	100
Commitment	Pearson Correlation	.387**	.501**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	100	100	100

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

جدول دوم نتایج تحلیل همبستگی اسپیرمن را نشان می‌دهد. خروجی مانند زیر است:

Correlations

			Trust	Satisfaction	Commitment
Spearman's rho	Trust	Correlation Coefficient	1.000	.497**	.414**
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.000
		N	120	120	100
	Satisfaction	Correlation Coefficient	.497**	1.000	.448**
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.000
		N	120	120	100
	Commitment	Correlation Coefficient	.414**	.448**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.
		N	100	100	100

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

- همبستگی بین اعتماد و رضایت ۰/۴۹۷ بدست آمده است. مقدار همبستگی پیرسون نیز ۰/۴۸۶ بدست آمده بود. مشاهده می‌شود اختلاف بسیار اندکی در خروجی مشاهده می‌شود.

- همبستگی بین اعتماد و تعهد ۰/۴۱۴ بدست آمده است. همبستگی پیرسون نیز ۰/۳۸۷ بدست آمده است.

- همبستگی بین رضایت و تعهد ۰/۴۴۸ بدست آمده است. همبستگی پیرسون نیز ۰/۵۰۱ بدست آمده است.

مقدار معناداری نیز نشان می‌دهد تمامی همبستگی‌های مشاهده شده با اطمینان ۹۹٪ معنادار است.

علت نزدیکی بین نتایج می‌تواند بخاطر طیف یکسان گردآوری داده‌ها و عدم وجود داده‌های خیلی بزرگ و خیلی کوچک باشد و یا می‌تواند ریشه در نرمال بودن داده‌ها داشته باشد.

۶-۴- ضریب همبستگی کندال

موریس گریگور کندال به سال ۱۹۳۰ به مطالعه در مورد این ضریب پرداخت. دقت کنید ضریب هماهنگی کندال با ضریب همبستگی تاو کندال تفاوت دارد. کندال در ضریب همبستگی کندال دارای خواصی نظیر ضریب همبستگی ساده است. برای برآورد آن از آماره τ استفاده می‌شود.

فرض کنید (XوY) دارای توزیع دو بعدی پیوسته باشند نمونه تصادفی (X1وY1)... (XnوYn) را ازاین توزیع انتخاب کنید، میزان هماهنگی دو متغیر Yو X را با n_c نشان می‌دهیم و داریم :

$$\eta_c = p\big((x_{i_}x_j)(y_i - y_j)\big)$$

و میزان نا هماهنگی YوXرا با n_d نشان می‌دهیم و داریم:

$$\eta_d = p\big((x_i - x_j)(y_i - y_j) < 0\big)$$

ضریب همبستگی کندال که با τ نمایش داده می‌شود عبارتست از:

$$\tau = \eta_c - \eta_d = 2\eta_c - 1$$

ضریب همبستگی کندال دارای خواصی نظیر ضریب همبستگی ساده است. برای برآورد آن از آماره T استفاده می‌شود:

$$T = \hat{\tau} = \frac{2\sum_i \sum_j A_{ij}}{n(n-1)}$$

با فرض استقلال دو متغیر x و y برای nهای بزرگ داریم:

$$E(T)=0$$

$$\text{var}(T)=\frac{2(2n+5)}{9n(n-1)}$$

$$z=\frac{T-0}{\sqrt{\text{var}\,T}}\rightarrow N(0,1)$$

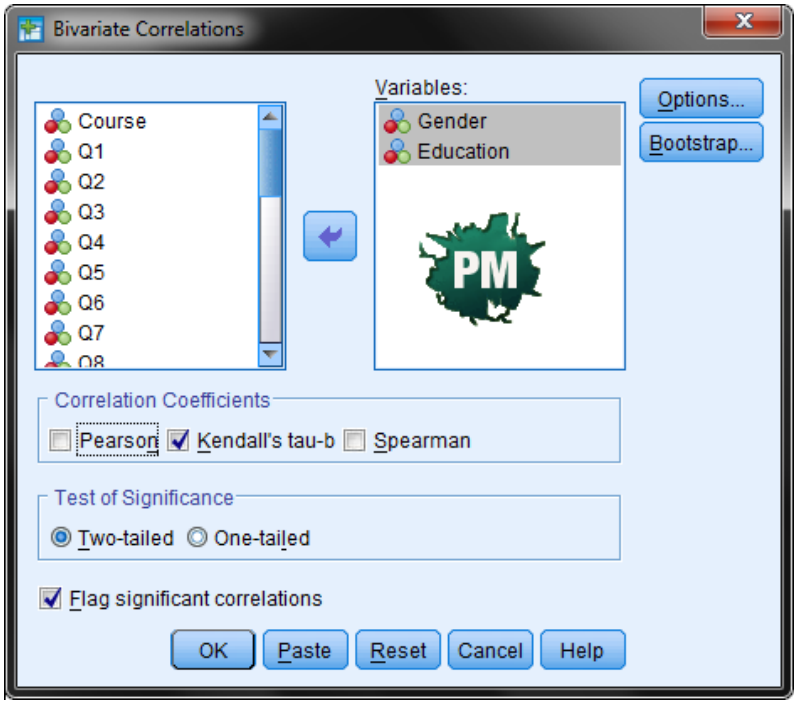
- محاسبه همبستگی کندال با نرم افزار SPSS

فرض کنید بخواهیم رابطه جنسیت و سطح تحصیلات را بررسی کنیم. فایل Data2.sav را باز کنید.

- از منوی Analyze گزینه Correlate و فرمان Bivariate را اجرا کنید.

- گزینه Kendall's tau-b را فعال کنید و دو گزینه Pearson و Spearman را غیرفعال کنید.

- متغیرهای جنسیت (Gender) و مقطع تحصیلی (Education) را به باکس Variables منتقل کنید.



- دکمه OK را کلیک کنید تا خروجی را مشاهده کنید.

Correlations

			Gender	Education
Kendall's tau_b	Gender	Correlation Coefficient	1.000	.075
		Sig. (2-tailed)	.	.384

		N	120	120
	Education	Correlation Coefficient	.075	1.000
		Sig. (2-tailed)	.384	.
		N	120	120

ضریب همبستگی بسیار ناچیز و کمتر از ۱٪ بدست آمده است. مقدار معناداری نیز از سطح خطا کوچکتر است. بنابراین همبستگی معناداری بین جنسیت و مقطع تحصیلی وجود ندارد.

فرض کنید بخواهیم رابطه جنسیت و رشته تحصیلی را بررسی کنیم.

- متغیرهای جنسیت (Gender) و مقطع تحصیلی (Education) را به باکس Variables منتقل کنید و آزمون کندال را اجرا کنید. نتایج مانند زیر است:

Correlations

			Gender	Course
Kendall's tau_b	Gender	Correlation Coefficient	1.000	.029
		Sig. (2-tailed)	.	.750
		N	120	120
	Course	Correlation Coefficient	.029	1.000
		Sig. (2-tailed)	.750	.
		N	120	120

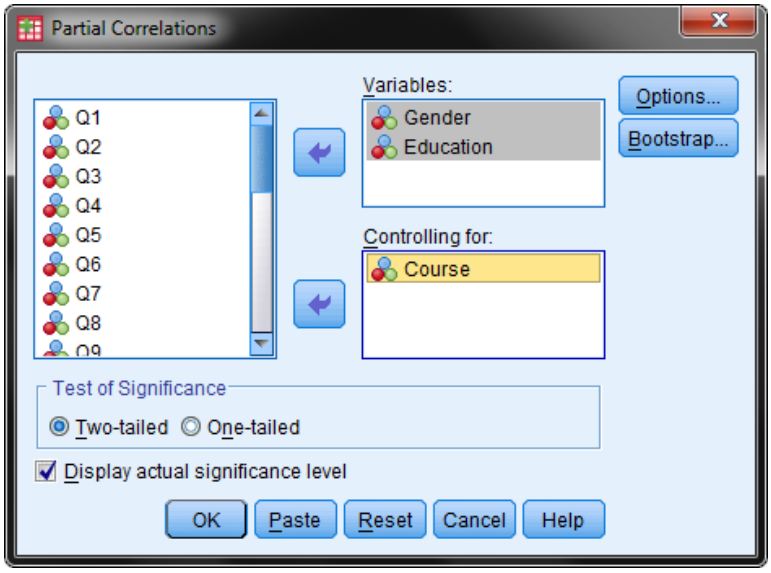
بازهم ضریب همبستگی بسیار ناچیز و کمتر از ۱٪ بدست آمده است. مقدار معناداری نیز از سطح خطا کوچکتر است. بنابراین همبستگی معناداری بین جنسیت و رشته تحصیلی وجود ندارد.

- همبستگی جزئی یا Partial

همبستگی جزئی یا Partial همبستگی دو متغیر زمانیکه اثرات یک یا چند متغیر دیگر کنترل شده است را بدست می‌دهد. به عبارت دیگر برای محاسبه ضریب همبستگی بعد از کنترل یک یا چند متغیر استفاده می‌شود.

فرض کنید بخواهید همبستگی جنسیت و تحصیلات را با کنترل متغیر رشته تحصیلی محاسبه کنید:

- از منوی Analyze گزینه Correlate و فرمان Partial را اجرا کنید.



- متغیرهائی که می‌خواهید همبستگی آنها را حساب کنید به کادر variables منتقل کنید.
- متغیرهائی که باید اثرات آنها کنترل شود به کادر controlling for منتقل کنید.
- برای نمایش میانگین و انحراف معیار متغیرها در خروجی روی دکمه Options... کلیک کنید.
- محاسبه همبستگی سطح صفر هر زوج متغیر نیز در گزینه options قابل محاسبه است.

Correlations

Control Variables			Gender	Education
Course	Gender	Correlation	1.000	.058
		Significance (2-tailed)	.	.529
		df	0	117
	Education	Correlation	.058	1.000
		Significance (2-tailed)	.529	.
		df	117	0

ضریب همبستگی بسیار ناچیز و کمتر از ۱٪ بدست آمده است. مقدار معناداری نیز از سطح خطا کوچکتر است. بنابراین همبستگی معناداری بین جنسیت و مقطع تحصیلی وجود ندارد.

بخش هفتم

رگرسیون و تحلیل مسیر

۷-۱- مقدمه

شکل‌گیری و ابداع روش‌های رگرسیونی به دهه پایانی قرن نوزدهم برمی‌گردد. در سال ۱۸۸۶ کارل پیرسون توانست فرمولی برای محاسبه ضریب همبستگی ارائه دهد که علاوه بر نوآورانه بودن، مسیر جدیدی را در علم آمار فراهم کرد. این فرمول مبنای شکل‌گیری نظریه رگرسیون بوده است. اگر که فرمول پیرسون، همبستگی بین دو متغیر را نشان می‌دهد در نظریه رگرسیون تغییرپذیری متغیر وابسته به دلیل تغییرپذیری متغیر مستقل نشان داده می‌شود. مهمترین کارکرد رگرسیون پیش‌بینی آینده است. تحلیل مسیر یکی از تکنیک‌هائی است که بر پایه مفهوم رگرسیون توسط سول رایت در اویل قرن بیستم معرفی شد. [۱۲]

تحلیل مسیر یا path analysis روش آماری کاربرد ضرایب بتای استاندارد رگرسیون چند متغیری در مدل‌های ساختاری است. هدف تحلیل مسیر به دست آوردن برآوردهای کمی روابط علّی (همکنشی یکجانبه یا کواریته) بین مجموعه‌ای از متغیرهاست. ساختن یک مدل علّی لزوماً به معنای وجود روابط علّی در بین متغیرهای مدل نیست بلکه این علیت بر اساس مفروضات همبستگی و نظر و پیشینه پژوهش استوار است.

مدل ساختاری یا مدل تحلیل مسیر روابط بین متغیرهای پنهان با یکدیگر را نشان می‌دهد. در مدل‌یابی معادلات ساختاری تحلیل مسیر یک بخش از مدل ساختاری پژوهش است و همزمان با تحلیل عاملی تائیدی صورت می‌گیرد. اکنون با طراحی نرم‌افزار لیزرل و اموس، تکنیک تحلیل مسیر جای خود را به مدل‌یابی معادلات ساختاری داده است.

۷-۲- رگرسیون و انواع آن

در پژوهش‌های رگرسیون هدف پیش‌بینی یک یا چند متغیر وابسته (ملاک) براساس یک یا چند متغیر مستقل (پیش‌بین) است. در رگرسیون چندگانه هدف پیدا کردن متغیرهای پیش بینی است که تغییرات متغیر وابسته را چه به تنهائی و چه مشترکاً پیش بینی کند. ورود متغیرهای مستقل در رگرسیون به روش‌های متعددی صورت می‌گیرد. روش همزمان، روش گام به گام و روش سلسله‌مراتبی سه روش اساسی در این تکنیک است. [۵]

رگرسیون چندگانه[۱] : پیش‌بینی یک یا چند متغیر وابسته براساس چندمتغیر مستقل

رگرسیون چندگانه تک عاملی[۲]: پیش‌بینی یک متغیر وابسته براساس چند متغیر مستقل

رگرسیون چندگانه چند عاملی[۳]: پیش‌بینی چند متغیر وابسته براساس چند متغیر مستقل

اصول رگرسیون خطی با مدل تحلیل مسیر تشریح شده و رگرسیون غیرخطی نیز با یک مثال بیان می‌شود.

۷-۳- طراحی یک نمودار تحلیل مسیر

برای طراحی یک مدل تحلیل مسیر باید با مفهوم متغیر پنهان آشنا باشید. سازه‌ها یا متغیرهای پنهان[۴] و متغیرهای قابل مشاهده[۵] دو مفهوم اساسی در تحلیل‌های آماری بویژه بحث تحلیل مسیر و مدل معادلات ساختاری هستند. متغیرهای پنهان که از آنها تحت عنوان متغیر مکنون نیز یاد می‌شود متغیرهائی هستند که به صورت مستقیم قابل مشاهده نیستند. برای مثال متغیر انگیزه را در نظر بگیرید. انگیزه فرد را نمی‌توان به صورت مستقیم مشاهده کرد و سنجید. به همین منظور برای سنجش متغیرهای پنهان از سنجه‌ها یا گویه‌هائی استفاده می‌کنند که همان سوالات پرسشنامه را تشکیل می‌دهند. این سنجه‌ها متغیرهای مشاهده شده هستند. برای مثال سخت‌کوشی، حضور به‌موقع در محل کار، حساسیت به انجام کار و مواردی از این دست متغیرهای قابل مشاهده برای متغیر پنهان انگیزش هستند.

---

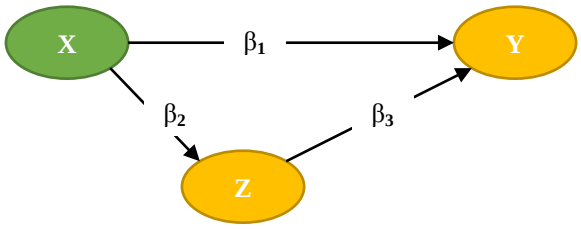
[1] Multiple
[2] Univariate Multiple Regression
[3] Multivariate Multiple Regression
[4] Latent variables
[5] Observable variables

برای نمونه در پژوهشی رابطه سه متغیر پنهان X, Y, Z بررسی می‌شود. رابطه علی بین این متغیرها به این صورت در نظر گرفته شده است:

۱- متغیر پنهان X یک متغیر مستقل است و بر هر دو متغیر پنهان Z و Y تاثیر دارد.

۲- متغیر پنهان Z یک متغیر میانجی است که بر متغیر پنهان Y تاثیر دارد.

بنابراین نمودار تحلیل مسیر[1] این مطالعه بصورت زیر است.



۷-۳-۱- مفاهیم مقدماتی تحلیل مسیر

مسیر(Path) : هر خط دارای جهت را یک مسیر می‌نامند.

ضریب مسیر(Path coefficient) : ضرایب بتای استاندارد در خروجی رگرسیون

نمودار تحلیل مسیر(path diagram) : نمایش ترسیمی تحلیل مسیر

متغیر درونزا(endogenous) : متغیری که مقدار آن از طریق سایر متغیرهای مدل تعیین می‌شود. متغیر درونزا می‌تواند یک متغیر مستقل یا وابسته است. البته متغیرهای وابسته بی‌تردید درونزا هستند.

متغیر برونزا(exogenous) : متغیری که مقدار آن توسط متغیرهایی خارج از مدل تعیین می‌شود. متغیر برونزا حتما یک متغیر مستقل است.

جمله خطا(Disturbance term) : واریانس تبیین نشده و خطای اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. هر متغیر درونزا یک جمله خطا دارد.

[1] Path diagram

۷-۳-۲- اثر مستقیم، اثر غیرمستقیم و اثرکل

در بررسی رابطه دو متغیر باید تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم متغیرها بر روی هم محاسبه شود.

اثر مستقیم: بیانگر یک اثر مستقیم متغیر x بر روی متغیر y است. (β_1)

اثر غیر مستقیم: یک اثر غیرمستقیم متغیر x بر روی y از طریق یک متغیر پیش‌بینی‌کنندهٔ دیگر. رابطه بین X و Y وقتی غیر مستقیم است که X علت Z است و Z نیز به نوبه خود در Y اثر دارد.

اثر کل: اثر مستقیم + اثر غیر مستقیم

اثر غیر مستقیم: حاصلضرب ضرائب هر مسیر ($\beta_2 \times \beta_3$)

مسیر	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم	اثر کل
X → Y	β_1	$\beta_2 \times \beta_3$	$\beta_1 + (\beta_2 \times \beta_3)$
Z → Y	β_3	-	β_3

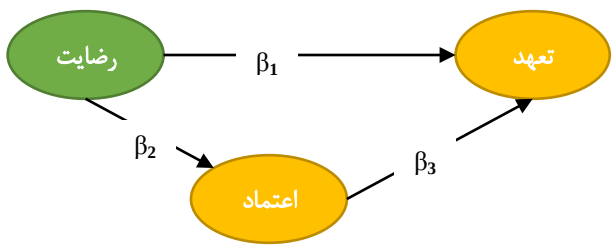
بطور کلی یک قاعده سرانگشتی وجود دارد(به مباحث همبستگی رجوع کنید)

- اگر اثر کل کمتر از ۰/۳ محاسبه شود همبستگی مشاهده شده معنادار نیست.
- اگر اثر کل بین ۰/۳ تا ۰/۶ باشد همبستگی مطلوب است.
- اگر اثر کل بالای ۰/۶ باشد همبستگی بسیار مطلوب است.

البته طبیعی است هرچه تعداد متغیرهای مدل بیشتر باشد ضرایب رگرسیون کوچکتر خواهد شد.

۷-۴- تحلیل مسیر با SPSS

در یک مطالعه رابطه متغیرهای تعهد، رضایت و اعتماد بررسی شده است. فرض بر این است رضایت بر اعتماد و تعهد تاثیر دارد و اعتماد نیز بر تعهد تاثیرگذار است. الگوی روابط میان متغیرها به صورت زیر خواهد بود:



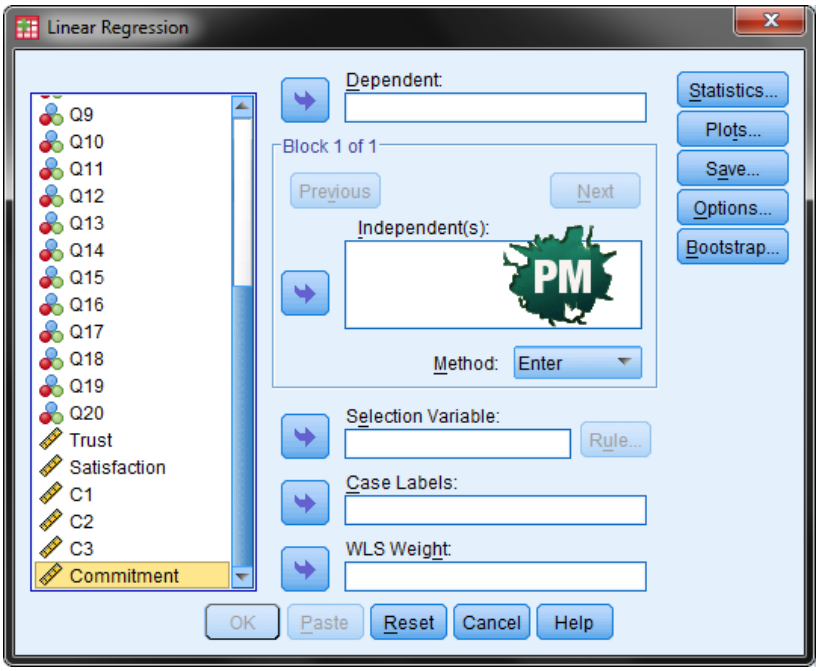
برای تحلیل مسیر از ضرایب بتای استاندارد رگرسیون استفاده می‌شود.

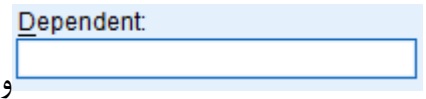
- فایل data2.sav را باز کنید.

از منوی Analyze گزینه Regression فرمان Linear را اجرا کنید:

Analyze →Regression Linear

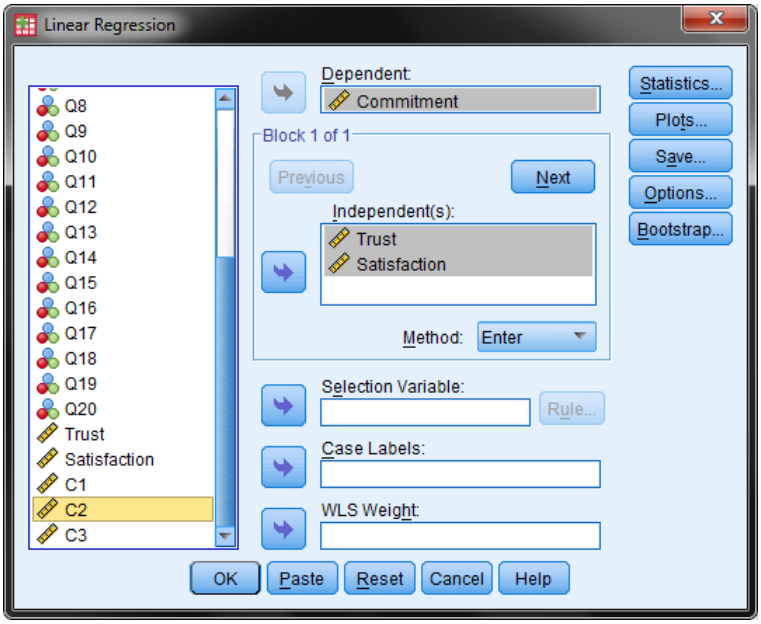
کادر زیر ظاهر خواهد شد:



- مطابق الگو متغیر وابسته تعهد را به کادر 

وارد کنید.

- متغیر مستقل درونزای اعتماد و متغیر مستقل برونزای رضایت را به کادر متغیرهای مستقل منتقل کنید.



- از قسمت Method نوع رگرسیون را انتخاب کنید. بهتر است روی Enter تنظیم باشد.
- دکمه ok را فشار دهید تا خروجی ظاهر شود.

در خروجی چندین جدول مشاهده خواهد شد. جدول نخست خلاصه مدل نام دارد. ضریب تعیین یا ضریب تشخیص[1] در این جدول با R^2 (R Square) مشخص شده است.

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.529[a]	.280	.265	.78646

a. Predictors: (Constant), Satisfaction, Trust
b. Dependent Variable: Commitment

ضریب تعیین قدرت توضیح دهندگی مدل را نشان می‌دهد. ضریب تعیین نشان می‌دهد که چند درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود. تغییرات کل متغیر وابسته برابر است با تغییرات توضیح داده شده توسط رگرسیون بعلاوه تغییرات توضیح داده نشده.

با توجه به اینکه

SST: مجموع توان دوم خطاها زمانی که از متغیرهای مستقل (X ها) استفاده نکنید.

[1] Coefficient Of Determination

SSE: مجموع توان دوم خطاها زمانی که از متغیرهای مستقل (X ها) استفاده کنید.

پارامتر SSR را مجموع توان دوم رگرسیون می‌نامیم و کاهش در مجموع توان دوم خطاها به خاطر استفاده از متغیرهای مستقل (x ها) را نشان می‌دهد. هر چه SSR بزرگتر باشد بهتر است و اگر SSR = 0 باشد رابطه رگرسیونی اصلا کاربرد نداشته است.

$SSR = SST - SSE$

می دانیم SSR کاهش تغییر پذیری (خطا) به خاطر استفاده از متغیرهای مستقل است. نسبت این کاهش را با R^2 نشان داده و **ضریب تعیین می**نامیم.

$R^2 = SSR/SST$

بنابراین مقادیری کهR^2 می‌تواند اختیار کند بین صفر و یک می‌باشد:

اگر$R^2 = 1$ باشد آن گاه SSR=SST یا به عبارتی SSE = 0 یعنی زمانی که از متغیرهای مستقل استفاده کنید هیچ خطای وجود ندارد که این بهترین حالت ممکن است.

اگر$R^2 = 0$ باشد آن گاه SSR=0 یا به عبارتی SSE = SSR یعنی استفاده از متغیرهای مستقل هیچ تاثیری بر برآورد خط رگرسیونی ندارد.

مقدار همبستگی مشاهده شده در جدولCoefficients زیر ستون Standardized coefficients همان ضریب مسیر رابطه علی دو متغیر است. برای نمونه در این مثال جدول زیر بدست آمده است:

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	.488	.522		.936	.351
	Trust	.236	.119	.193	1.974	.051
	Satisfaction	.613	.146	.410	4.196	.000

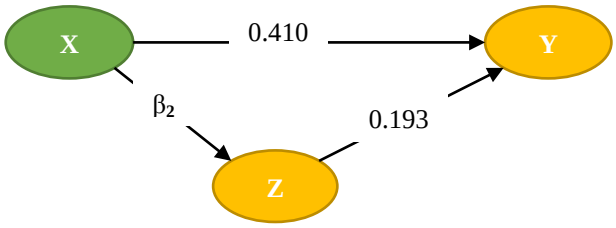
a. Dependent Variable: Commitment

ضریب بتای استاندارد تاثیر عوامل رضایت بر تعهد ۰/۴۱ بدست آمده است. همچنین آماره آزمون نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\text{آماره آزمون} = \frac{\text{ضریب بتای استاندارد نشده}}{\text{خطای استاندارد}} = \frac{0.613}{0.146} = 4.196$$

بنابراین آماره t-value برابر ۴/۱۹۶ بدست آمده است که بزرگتر از مقدار بحرانی ۱/۹۶ است. بنابراین ضریب بتای مشاهده شده معنی دار است. مقدار معناداری نرمال (sig.) نیز کوچکتر از سطح خطا است که یافته فوق را تائید می‌کند. لازم به توضیح است سطح خطا در این مطالعه ۵٪ در نظر گرفته شده است.

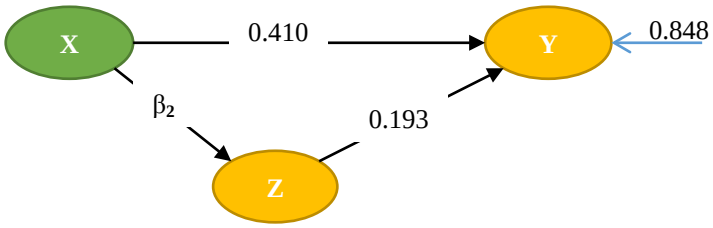
بنابراین خواهیم داشت:



گام بعدی محاسبه خطا[1] است. خطای برآورد ممکن است ناشی از تاثیرات متغیری باشد که در مدل لحاظ نشده باشد. بعد از محاسبه رگرسیون خطی از جدول Model Summary استفاده می‌شود. از مقدار ضریب تشخیص برای محاسبه خطا استفاده می‌شود. ضریب تشخیص با (R^2) R Square در جدول مشخص شده است و با فرمول $\sqrt{(1-R^2)}$ برای محاسبه خطا استفاده می‌شود:

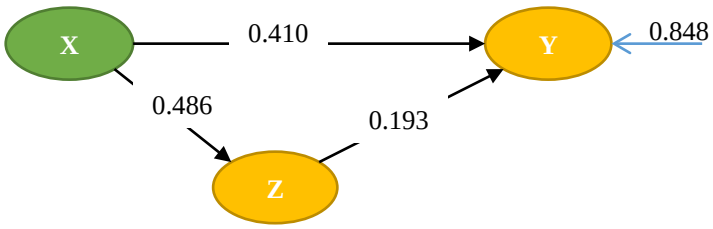
$$e = \sqrt{1-.\ 280} = 0.848$$

نتایج تحلیل در زیر آمده است.



[1] Roughly error variance

برای محاسبه β_2 باید یکبار دیگر آزمون رگرسیون انجام گیرد و این بار ضریب بتای استاندارد بین دو متغیر رضایت و اعتماد محاسبه شود که در این مثال ۰/۵۷۷ بدست آمده است. بنابراین خواهیم داشت:



اکنون می‌توان اثرکل رابطه متغیرها را محاسبه نمود:

مسیر	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم	اثر کل
رضایت ← تعهد	0.410	0.486*0.193	0.410 + (0.486*0.193)
رضایت ← اعتماد	0.486	-	0.486
اعتماد ← تعهد	0.193	-	0.193

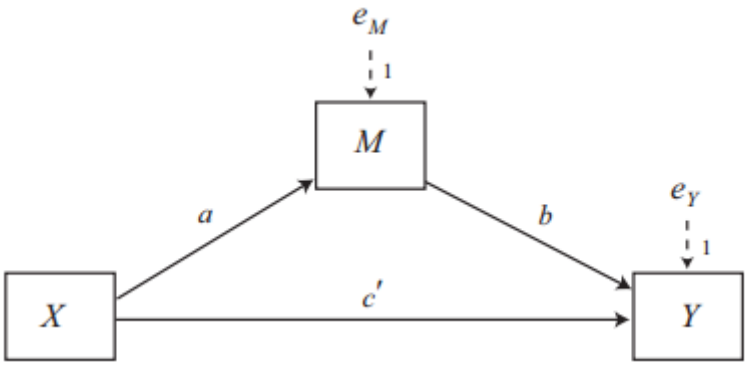
با این وجود هنوز تحلیل کامل نشده است. گام نهائی محاسبه جمله خطا برای متغیر مستقل درونزای اعتماد است. برای حل به خروجی مدل دوم که برای اعتماد و رضایت اجرا کرده‌اید رجوع کنید.

۷-۵- متغیر میانجی و آزمون سوبل

همانطور که در فصل اول توضیح داده شد، متغیر میانجی M به عنوان رابط بین متغیر مستقل و متغیر وابسته قرار می‌گیرد و به صورت جداگانه میزان رابطه متغیرهای مستقل و وابسته را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در مثال فوق متغیر «اعتماد» در رابطه «رضایت» و «تعهد» نقش میانجی دارد. بنابراین آنچه در زمینه محاسبه اثرغیرمستقیم توضیح داده شد همان نقش میانجی است.

در پژوهش‌های دارای فرضیه‌های میانجی متغیر مستقل X از طریق متغیر M روی متغیر وابسته Y تأثیر می‌گذارد. یک مدل میانجی ساده در تصویر زیر نمایش داده شده است. نقش میانجی متغیر M از طریق ضریب اثر غیرمستقیم ab اندازه‌گیری می‌شود. هر چند می‌توان از راه بررسی معناداری ضرایب a و b به آزمون

فرضیه میانجی پرداخت، امّا این روش توان آماری پایینی دارد. روش مناسب‌تر این است که به صورت مستقیم معناداری ضریب abآزمون شود. یکی از پرکاربردترین روشها برای این منظور آزمون سوبل است.



آزمون سوبل رویکرد حاصل‌ضرب ضرایب، روش دلتا یا رویکرد نظریه نرمال هم نامیده شده است. آزمون سوبل برای انجام استنباط در مورد ضریب اثر غیرمستقیمab ، بر همان نظریه استنباط مورد استفاده برای اثر مستقیم مبتنی است. اثر غیرمستقیم ab یک برآورد خاص نمونه از اثر غیرمستقیم در جامعه ($_T a_T b$) است که در معرض واریانس نمونه‌گیری قرار دارد. با داشتن برآوردی از خطای استاندارد ab و با فرض نرمال بودن توزیع نمونه‌گیری ab می‌توان یک p-value برای ab به دست آورد.

برای کاربرد آزمون سوبل ابتدا نیاز به برآورد خطای استاندارد ab داریم. ساده‌ترین برآورد به صورت زیر است:

$$se_{ab} = \sqrt{a^2 se_b^2 + b^2 se_a^2}$$

در این فرمول $a^2 se_b^2$ و $b^2 se_a^2$ مجذور خطاهای استاندارد a و b هستند. یک برآوردگر دیگر از خطای استاندارد ab مستلزم یک عبارت اضافه در فرمول است:

$$se_{ab} = \sqrt{a^2 se_b^2 + b^2 se_a^2 + se_a^2 se_b^2}$$

در عمل تفاوت کمی بین این دو برآوردگر وجود دارد. معادله اول برآوردگر دلتای مرتبه اول خطای استاندارد و معادله دوم برآوردگر مرتبه دوم نامیده می‌شوند. گودمن برآورد دیگری برای خطای استاندارد پیشنهاد داده است:

$$se_{ab} = \sqrt{(b^2 * s_a^2) + (a^2 * s_b^2) + (s_a^2 * s_b^2)}$$

بطور کلی در آزمون سوبل می‌توان از تخمین نرمال برای بررسی معنی‌داری رابطه استفاده کرد. با داشتن برآورد خطای استاندارد اثر غیرمستقیم می‌توان فرضیه صفر را در مقابل فرض مخالف آزمون کرد. آماره Z برابر است با نسبت ab به خطای استاندارد آن:

$$\mathrm{Z-Value} = \frac{a * b}{se_{ab}}$$

به عبارت دیگر مقدار Z-Value را از رابطه زیر بدست می‌آوریم:

$$\mathrm{Z-Value} = \frac{a * b}{\sqrt{(b^2 * s_a^2) + (a^2 * s_b^2) + (s_a^2 * s_b^2)}}$$

در این رابطه:

a: ضریب مسیر میان متغیر مستقل و میانجی

b: ضریب مسیر میان متغیر میانجی و وابسته

s_a: خطای استاندارد مسیر متغیر مستقل و میانجی

s_b: خطای استاندارد مسیر متغیر میانجی و وابسته

این برآوردگر حاصل‌ضرب مجذور خطاهای استاندارد را از دو عبارت اول معادله کم می‌کند. به دلیل این که در برآورد گودمن امکان منفی شدن خطای معیار وجود دارد استفاده از آن توصیه نمی شود. مقادیر a و b و خطاهای استاندارد آنها می‌توانند از خروجی تحلیل رگرسیون یا مدل‌سازی معادلات ساختاری استخراج شوند. در SPSS برای به دست آوردن این مقادیر باید دو تحلیل رگرسیون اجرا شود:

اجرای یک تحلیل رگرسیون که در آن متغیر مستقل Xمتغیر پیش بین و متغیر میانجی M متغیر ملاک است. این تحلیل مقادیرa وsa رابه شما می‌دهد.

اجرای یک تحلیل رگرسیون که در آن متغیر مستقلX و متغیر میانجی M متغیر پیش بین و متغیر وابسته Y متغیر ملاک است. این تحلیل مقادیر b و sb رابه شما می‌دهد.

این محاسبات به سادگی می‌تواند با دست انجام شود. با در نظر گرفتن سطح خطای $\propto = 0.05$ اگر مقدار Z از ۰/۰۵ کوچکتر باشد، اثر غیرمستقیم مشاهده‌شده از نظر آماری معنادار است.

همچنین می‌توانید از بصورت آنلاین به محاسبه آماره سوبل بپردازید. این ماشین حساب روش مرتبه اول را با عنوانSobel test ، روش مرتبه دوم را با عنوانAroian test و روش گودمن را با نام Goodman test فراهم می‌کند.

http://quantpsy.org/sobel/sobel.htm

نقاط قوت و ضعف

آماره سوبل به سادگی قابل اجرا است .امّا در صورتی که محاسبات با دقت بالا انجام نشوند، خطای گرد کردن به سادگی وارد محاسبات می‌شود و منجر به برآورد نادرست خطای استاندارد می‌شود، که برای انحراف نتیجه آزمون کافی است. مزیت دیگر آزمون سوبل این است که بدون داشتن داده‌های استفاده شده برای برآورد a و b و خطاهای استاندارد هم می‌توان آن را اجرا کرد. در شرایطی که داده‌های اصلی در دسترس پژوهشگر نباشند به سادگی می‌توان از این روش استفاده کرد.

رویکرد نظریه نرمال از دو مشکل رنج می‌برد. اول، این روش مبنی بر فرض نرمال بودن توزیع نمونه‌گیری ab است. اما مطالعات شبیه‌سازی نشان داده‌اند که این توزیع در حجم نمونه‌هایی مرسوم در اکثر مطالعات کاملاً بدون قاعده است. چون هیچ‌گاه ممکن نیست که بدانیم آیا توزیع نمونه‌گیری به اندازه کافی به توزیع نرمال نزدیک است، بهتر است از آزمونی استفاده کنیم که نیازمند این مفروضه نباشد. دوم، این روش یکی از کمترین توان‌های آماری را در بین روشها دارد. اگر متغیر X به صورت غیرمستقیم و با واسطه M روی Y تأثیر داشته باشد، آزمون سوبل در مقایسه با سایر روشها به احتمال کمتری این تأثیر را آشکار خواهد کرد. ترکیب این دو مشکل موجب شده تا استفاده از روشهای جایگزین مانند خودگردان‌سازی[1] توصیه شود. [۱۳]

[1] Bootstrapping

۷-۶- محاسبه رگرسیون غیر خطی[1] در SPSS

رگرسیون غیر خطی جهت انطباق توابع غیر خطی تصادفی بر روی داده‌های گرد آوری شده استفاده می‌شود. در رگرسیون غیر خطی هدف برازش تصادفی یکی از توابع بیست‌گانه موجود بر روی داده‌های گردآوری شده جهت رسیدن به حداکثر مقدار ضریب تعیین است. پس از تعیین تابع هدف، با جستجو و از سر گیری‌های متفاوت این تابع تصادفی بر روی روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته برای یافتن بهترین ترکیب بسط داده می‌شود. اگر تابع غیرخطی موردنظر را از قبل می‌دانید مشکلی وجود نخواهد داشت اما اگر ندانید مساله اصلی تشخیص صحیح نوع تابع است.

Name	Model expression
Asymptotic Regression	b1 + b2 * exp(b3 * x)
Asymptotic Regression	b1 – (b2 * (b3 ** x))
Density	(b1 + b2 * x) ** (–1 / b3)
Gauss	b1 * (1 – b3 * exp(–b2 * x ** 2))
Gompertz	b1 * exp(–b2 * exp(–b3 * x))
Johnson-Schumacher	b1 * exp(–b2 / (x + b3))
Log-Modified	(b1 + b3 * x) ** b2
Log-Logistic	b1 – ln(1 + b2 * exp(–b3 * x))
Metcherlich Law of Diminishing Returns	b1 + b2 * exp(–b3 * x)
Michaelis Menten	b1 * x / (x + b2)
Morgan-Mercer-Florin	(b1 * b2 + b3 * x ** b4) / (b2 + x ** b4)
Peal-Reed	b1 / (1+ b2 * exp(–(b3 * x + b4 * x **2 + b5 * x ** 3)))
Ratio of Cubics	(b1 + b2 * x + b3 * x ** 2 + b4 * x ** 3) / (b5 * x ** 3)
Ratio of Quadratics	(b1 + b2 * x + b3 * x ** 2) / (b4 * x ** 2)
Richards	b1 / ((1 + b3 * exp(–b2 * x)) ** (1 / b4))
Verhulst	b1 / (1 + b3 * exp(–b2 * x))
Von Bertalanffy	(b1 ** (1 – b4) – b2 * exp(–b3 * x)) ** (1 / (1 – b4))
Weibull	b1 – b2 * exp(–b3 * x ** b4)
Yield Density	(b1 + b2 * x + b3 * x ** 2) ** (–1)

در یک پژوهش رابطه متغیر مستقل رضایت بر متغیر تعهد بررسی شده است. چون تابع هدف مشخص نیست ابتدا به کمک یک گراف وضعیت پراکنش متغیرهای مستقل و وابسته نسبت به یکدیگر بررسی می‌شود.

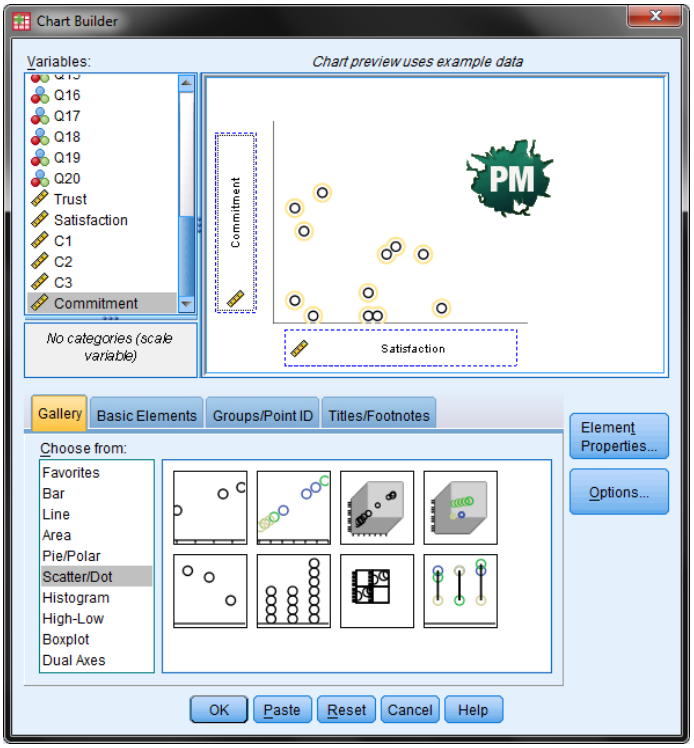
- فایل data2.sav را باز کنید.

[1] Nonlinear Regression

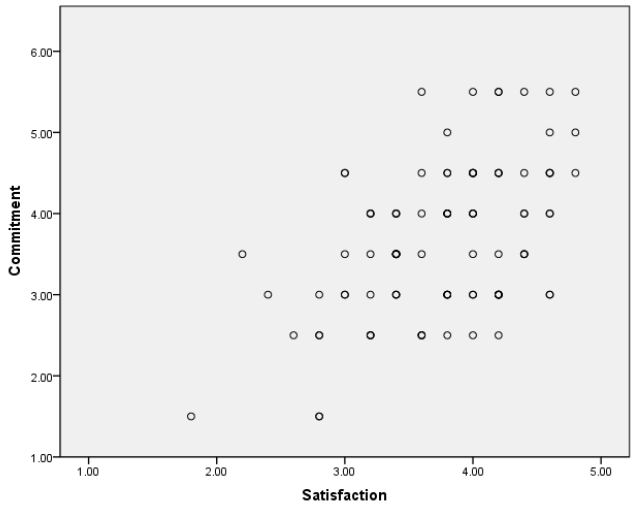
- از منوی Graphs گزینه Chart Builder را انتخاب کنید.

- از قسمت Choos from گزینه Scatter/Dot را انتخاب کنید.

- متغیر رضایت را در نمودار X و متغیر تعهد در نمودار Y قرار می‌گیرد.



خروجی مانند زیر خواهد بود:

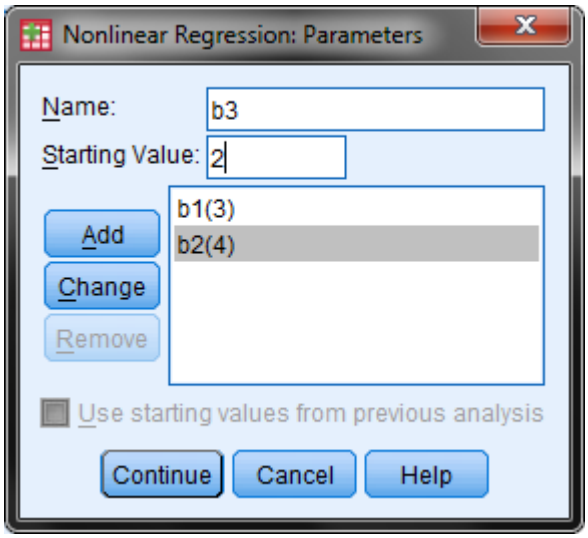


نتایج نشان می‌دهد که با افزایش رضایت میزان تعهد افزایش یافته و شیب تقریباً یکنواخت است. چنین شرایطی بیشتر برای رگرسیون خطی مناسب است. بر اساس جدول تابع $b1 + b2 * \exp(b3 * x)$ انتخاب شده است.

- پس از تعیین نوع تابع از منوی analysis و از منوی رگرسیون گزینه nonlinear را انتخاب کنید.

- متغیر وابسته که تعهد است را در کادر Dependnt و نوع تابع را در قسمت Model expression وارد کنید.

- دکمه Parametrs را انتخاب و مقدار ثابت b1 را در کادر name نوشته و مقدار آن را در کادر starting value وارد کنید و گزینه add را انتخاب کنید. برای مقدار ثابت b2 و b3 مانند قبل عمل کنید.



- دکمه constrains را اانتخاب و گزینه define parameter را فعال کنید. در این مرحله باید پارامتر b1 را وارد کادر مقابل نموده و برای آن مقدار صفر را در این محدوده وارد و کلید add را انتخاب کنید. این کار را برای دو پارامتر دیگر نیز تکرار کنید.

- دکمه save باید دو گزینه predicted value و residual انتخاب شوند و کلید continue را انتخاب کنیم.

-در کادر اصلی دکمه ok را انتخاب کنید.

خروجی نتایج تحلیل رگرسیون غیر خطی ظاهر می‌شود. در اولین خروجی مقادیر ضرایب برای تمام پارمترهای مستقل برآورد می‌شوند که مانند نتایج رگرسیون غیر خطی قابل تفسیر است. در خروجی بعدی نتایج نشان می‌دهد که b2 متفاوت است بین دو حالت حداکثر بیشینه فروش ممکنه و فروش در زمانیکه هیچ تبلیغی منتشر نشده است. مقادیر خطای استاندارد برای این ضریب بالا است لذا در اینجا کمی شرایط عدم اعتماد به ضریب وجود دارد. متغیر b3که یک پارامتر کنترل کننده در شرایطی است که بیشینه رضایت دیده می‌شود. در قسمت بعد جدول تحلیل واریانس نشان داده شده است. که برای قدرت اندازه گیری متغیر مستقل در پیش بینی تغییرات متغیر وابسته دارد. در نهایت مقدار R2 نشان داده شده است که نتایج حاکی از تبیین ۴۷ درصد تغییرات متغیر وابسته توسط متغیر مستقل است.

۷-۸- آزمون دوربین واتسون

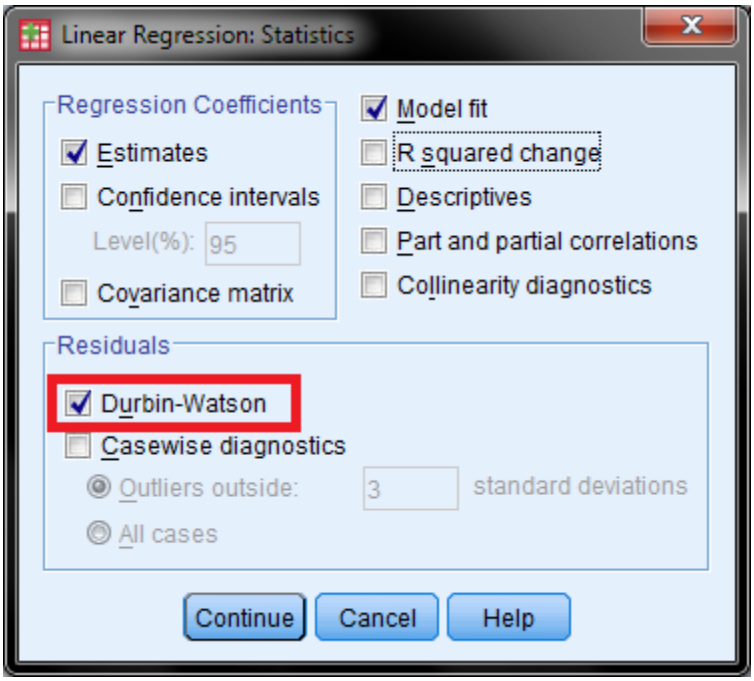
یکی از مفروضاتی که در رگرسیون مدنظر قرار می‌گیرد، استقلال خطاها (تفاوت بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش بینی شده توسط معادله رگرسیون) از یکدیگر است. در صورتی که فرضیه استقلال خطاها رد شود و خطاها با یکدیگر همبستگی داشته باشند امکان استفاده از رگرسیون وجود ندارد. به منظور بررسی استقلال مشاهدات[۱] (استقلال مقادیر باقی مانده یا خطاها) از یکدیگر از آزمون دوربین- واتسون[۲] استفاده می‌شود.

در آمار، آماره دوربین-واتسن یک آماره آزمون می‌باشد که برای بررسی وجود خود همبستگی[۳] (رابطه بین مقادیر که با تاخیر زمانی[۴] مشخص از یکدیگر جدا شده‌اند) بین باقیمانده‌ها در تحلیل رگرسیون استفاده می‌گردد. مقدار این آماره همواره بین ۰ تا ۴ قرار می‌گیرد. در تحلیل رگرسیون بخصوص زمانی که متغیرها در طول یک فاصله زمانی مورد مطالعه قرار می‌گیرند ممکن است تغییر داده‌ها در طول زمان از الگوی خاصی پیروی کند برای تشخیص این الگو از آزمون دوربین واتسون استفاده می‌شود.

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{T}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{T} e_t^2},$$

[1] Independence of observations (i.e., independence of residuals)
[2] Durbin–Watson statistic
[3] Autocorrelation
[4] lag

مفهوم مستقل بودن به این معنی است که نتیجه یک مشاهده تاثیری بر نتیجه مشاهدات دیگر نداشته باشد. در رگرسیون، بیشتر در مواقعی که رفتار متغیر وابسته در یک بازه زمانی مورد مطالعه قرار می‌گیرد ممکن است با مشکل مستقل نبودن خطاها برخورد کنیم به این نوع ارتباط در داده‌ها خودهمبستگی می‌گویند. در صورت وجود خودهمبستگی در خطاها نمی‌توان از رگرسیون خطی استفاده کرد. برای بررسی این فرض به صورت شهودی می‌توان از نمودار کردن توالی متغیر studentized در spss استفاده کرد. اما راه مطمئن تر استفاده از آزمون دوربین واتسون می‌باشد.



آماره دوربین واتسون بین ۰ تا ۴ می‌باشد. اگر بین باقیمانده‌ها همبستگی متوالی وجود نداشته باشد، مقدار این آماره باید به ۲ نزدیک باشد. اگر به صفر نزدیک باشد نشان دهنده همبستگی مثبت و اگر به ۴ نزدیک باشد نشان دهنده همبستگی منفی می‌باشد. در مجموع اگر این آماره بین ۱/۵ تا ۲/۵ باشد جای نگرانی نیست.

مقدار ۲ برای این آماره نشانگر عدم وجود خود همبستگی میباشد که حالت مطلوب در فرضیات اصلی مربوط به باقیمانده‌ها در تحلیل رگرسیون می‌باشد. مقادیر کمتر از ۲ همبستگی پیاپی مثبت (نوعی همبستگی پیاپی می‌باشد که در آن مقدار باقیمانده مثبت برای یک مشاهده شانس مثبت بودن باقیمانده

مشاهده دیگر را افزایش میدهد و بالعکس) و مقدار بیشتر از ۲ این آماره همبستگی پیاپی منفی را در بین باقیمانده نشان میدهد. لازم به ذکر است مقدار آماره آزمون اگر کمتر از ۱ یا بیشتر از ۳ باشد زنگ هشدار برای وجود خود همبستگی مثبت یا منفی بین باقیمانده می‌باشد. فرمول محاسبه آن یه صورت زیر میباشد که در آن از تاخیرمرتبه یک استفاده شده است:

d=(sum from t=2 to t=T of: (et-et-1)2/(sum from t=1 to t=T of: et2)

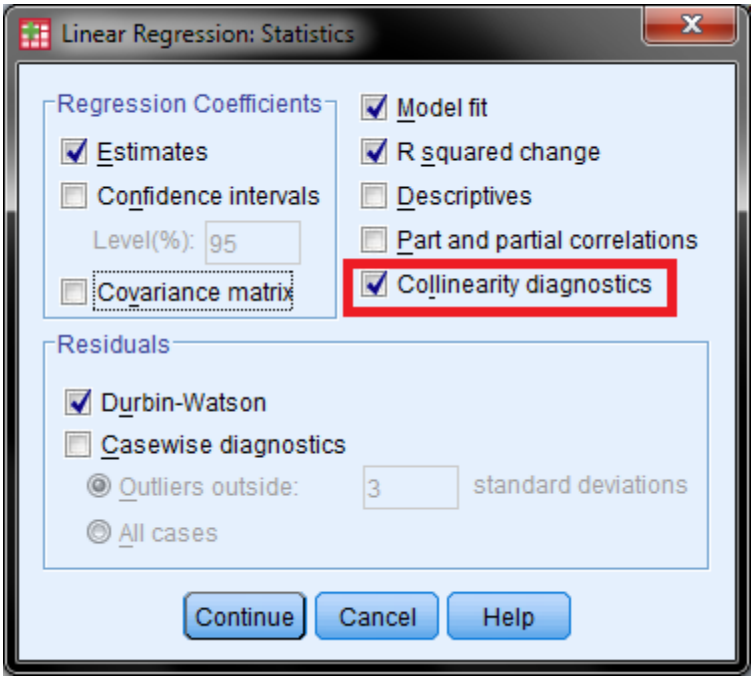
که در آن et باقیمانده t ام در معادله رگرسیون و T تعداد کل مشاهدات می‌باشد.

۷-۹- هم خطی

هم خطی وضعیتی است که نشان می‌دهد یک متغیر مستقل تابعی خطی از سایر متغیرهای مستقل است. اگر هم خطی در یک معادله رگرسیون بالا باشد، بدین معنی است که بین متغیرهای مستقل همبستگی بالایی وجود دارد و ممکن است با وجود بالا بود R2 ، مدل دارای اعتبار بالایی نباشد. به عبارت دیگر با وجود آن که مدل خوب به نظر می‌رسد ولی دارای متغیرهای مستقل معنی داری نمی‌باشد. در تحلیل رگرسیون آماره عامل تورم واریانس[1] یا VIF شدت هم‌خطی چندگانه را ارزیابی می‌کند. در واقع این شاخص بیان می‌دارد چه مقدار از تغییرات مربوط به ضرایب برآورد شده بابت هم‌خطی افزایش یافته است. شدت هم‌خطی با بررسی بزرگی مقدار VIF تحلیل می‌شود. به عنوان یک قاعده تجربی اگر مقدار VIF بزرگتر از ۵ باشد، هم‌خطی چندگانه بالا است. (توجه شود در برخی موارد عدد ۱۰ نیز به عنوان شدت آستانه معرفی می‌گردد.)

توان رابطه خطی بین متغیرهای مستقل مربوط به مدل با شاخصی اندازه گیری می‌شود که تلرانس نامیده می‌شود. برای هر متغیر مستقل ترانس نسبتی از پراکندگی نسبی از پراکندگی آن متغیر است که توسط روابط خطی آن متغیر با سایر متغیرهای مستقل موجود در مدل توجیه نمی شود. با توجه به اینکه تلرانس یک نسبت است، مقدار آن بین صفر و یک تغییر می‌کند. مقدار نزدیک به یک به این معنی است که در یک متغیر مستقل بخش کوچکی از پراکندگی آن توسط سایر متغیرهای مستقل توجیه می‌شود. مقدار نزدیک به صفر به این معنی است که یک متغیر تقریبا ترکیب خطی از سایر متغیرهای مستقل است و داده‌ها دارای رابطه خطی مشترک چندگانه هستند.

[1] Variance inflation factor, VIF



۷-۱۰- متغیر تعدیل‌گر و رگرسیون سلسله‌مراتبی

رگرسیون سلسله‌مراتبی یا ترتیبی این امکان را فراهم می‌آورد که تاثیر چند متغیر مستقل بر یک متغیر وابسته طی چند مرحله مشخص شود. از رگرسیون سلسله‌مراتبی برای بررسی **نقش متغیرهای تعدیل‌گر** براساس رویه پیشنهادی بارون و کنی [۷] استفاده کرد.

نکته: اگر پرسشنامه‌ای با طیف لیکرت استفاده می‌کنید تمامی سازه‌هایی که توسط چندین گویه مورد سنجش قرار می‌گیرند باید به یک شاخص قابل مشاهده تبدیل می‌شوند. برای این کار میانگین گویه‌های سنجش آنها را محاسبه کنید.

برای تحلیل رگرسیون سلسله‌مراتبی مراحل زیر را انجام دهید:

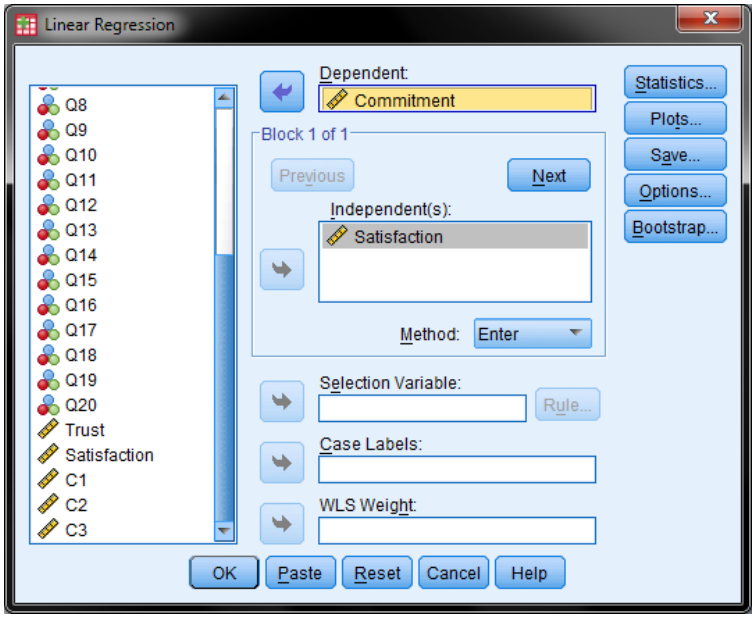
- فایل data2.sav را باز کنید.

از منوی Analyze گزینه Regression فرمان Linear را اجرا کنید:

Analyze →Regression Linear

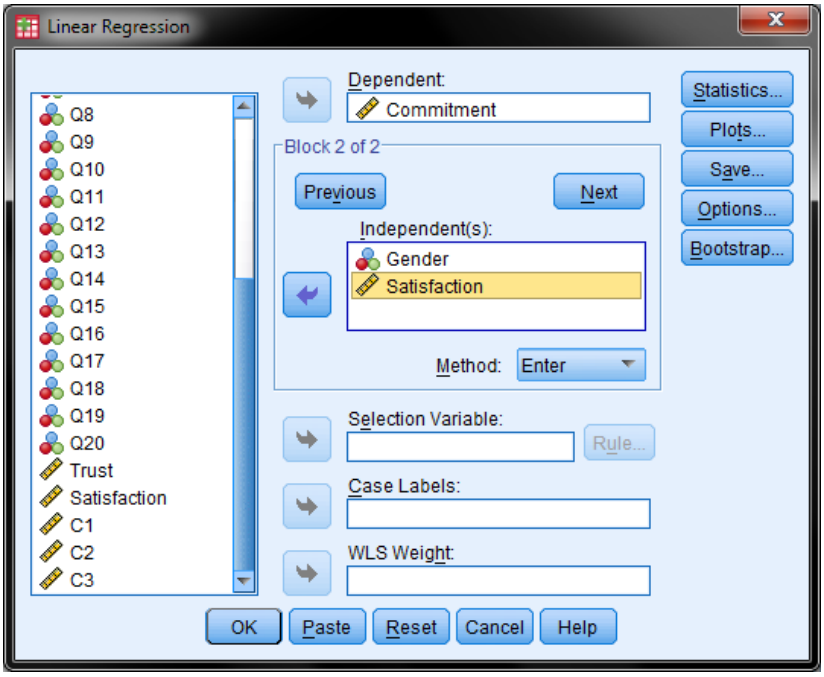
- متغیر وابسته تعهد را به کادر متغیرهای وابسته منتقل کنید.

- متغیر مستقل رضایت را به کادر متغیرهای مستقل منتقل کنید.



- دکمه Next را فشار دهید تا کادر بعدی ظاهر شود.

- متغیر مستقل رضایت و متغیر تعدیل‌گر «جنسیت» را به کادر متغیرهای مستقل منتقل کنید.



- از قسمت Method نوع رگرسیون را انتخاب کنید. بهتر است روی Enter تنظیم باشد.
- دکمه ok را فشار دهید تا خروجی ظاهر شود.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.387[a]	.150	.141	.85047
2	.388[b]	.150	.133	.85438

a. Predictors: (Constant), Trust
b. Predictors: (Constant), Trust, Gender

براساس جدول خلاصه مدل (Model Summary) میزان R تغییر محسوسی نداشته است. ضریب تشخیص نیز تقریباً ثابت است.

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.913	.428		4.466	.000
	Trust	.473	.114	.387	4.151	.000
2	(Constant)	2.008	.521		3.857	.000
	Trust	.468	.115	.383	4.066	.000
	Gender	-.061	.188	-.031	-.326	.745

a. Dependent Variable: Commitment

جدول ضرایب (Coefficients) نیز نشان می‌دهد جنسیت تاثیر معناداری در این معادله ندارد.

بخش هشتم

داده‌کاوی و خوشه‌بندی داده

۸-۱- مقدمه‌ای بر داده‌کاوی

داده‌کاوی[1] یکی از موضوعات پرکاربرد و در حال رشد در عرصه مدیریت، حسابداری و اقتصاد است. به مدد سیستم‌های فناوری اطلاعات و نرم‌افزارهای مبتنی بر پایگاه داده، اکنون سازمان‌ها توان ذخیره حجم انبوهی از داده‌ها را پیدا کرده‌اند. داده‌کاوی فرایندی است که امکان استخراج اطلاعات معنادار از این پشته داده را فراهم می‌سازد. داده‌کاوی روشی است که به کشف دانش مبتنی بر شناسائی خودکار الگوها و رابطه‌ها می‌پردازد. یعنی به جای آنکه مدل سازی کنیم، مدل‌های موجود را کشف نمائیم.

داده کاوی یکی از روش‌هایی است که به وسیله آن الگوهای مفید در داده‌ها با حداقل دخالت کاربران شناخته می‌شوند و اطلاعاتی را در اختیار کاربران و تحلیل گران قرار می‌دهند تا براساس آنها تصمیمات مهم و حیاتی در سازمانها اتخاذ شوند. در داده کاوی از تحلیل اکتشافی داده‌ها[2] استفاده می‌شود که در آن بر کشف اطلاعات نهفته و ناشناخته از درون انبوهی از داده‌ها تاکید می‌شود. وجود حجمی انبوه از داده‌ها پیش‌فرض داده‌کاوی است. هر چه حجم داده‌ها بیشتر و روابط میان آنها پیچیده تر باشد داده‌کاوی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

در بسیاری موارد از خوشه بندی[3] به عنوان اولین گام فرایندهای داده کاوی یاد می‌شود که قبل از سایر فرایندها برای شناسایی گروهی از عناصر مشابه استفاده می‌شود. هدف از خوشه بندی تقسیم داده‌های موجود به چندین گروه است بطوریکه داده‌های گروه‌های مختلف باید حداکثر تفاوت ممکن را به هم داشته باشند و

---

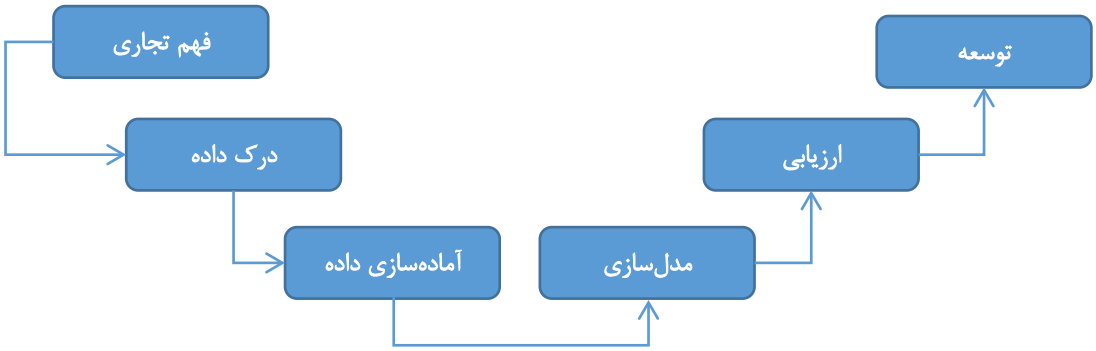
[1] Data mining
[2] Exploratory data analysis
[3] Clustering

داده‌های موجود در یک گروه باید بسیار به هم شبیه باشند. روش‌های متعددی برای خوشه‌بندی داده‌ها وجود دارد. در این کتاب چند نمونه مهم برای خوشه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار SPSS تشریح شده است.

۸-۲- خوشه‌بندی داده‌ها و الگوریتم CRISP

برای شروع کار نیاز است اطلاعات بیشتری از خوشه‌بندی داشته باشید. روش‌های تحلیل متفاوتی برای اجرای پروژه‌های داده کاوی وجود دارد. روش تحلیل CRISP[1] یا «فرایندهای استاندارد صنعت متقابل برای داده کاوی» یکی از روش‌های منطف و پرکاربرد در این زمینه است. کریسپ یک مدل فرایندی است که در شش مرحله برای سازماندهی کردن نتایج استفاده می‌کند.

الگوریتم اجرائی CRISP



فهم تجاری: این مرحله شامل گردآوری الزامات و مصاحبه با مدیران ارشد و خبرگان برای تعیین اهدافی بالاتر از کار با داده‌ها می‌شود.

درک داده: مرحله درک داده شامل نگاه نزدیک‌تر به دردسترس بودن داده برای داده کاوی می‌شود. این مرحله شامل گردآوری داده‌های اولیه، توصیف داده، کشف داده، و تغییر کیفیت داده می‌شود.

آماده سازی داده: آماده سازی داده یکی از مهم ترین و اغلب زمان برترین جوانب پروژه‌های داده کاوی است و شامل انتخاب داده ، پاک سازی داده، ساختاربندی داده جدید، و ادغام داده می‌شود.

[1] CRoss Industry Standard Process for Data Mining; CRISP

مدل سازی: داده‌ای که زمان صرف کرده برای مهیا شدن , آماده است تا الگوریتم‌های داده کاوی را بیاورد، و نتایج شروع می‌کند به نشان دادن راه حل هایی برای مشکل تجاری مطرح شده. تکنیک‌های انتخاب مدل سازی، ایجاد یک طراحی آزمون ، ساختن مدل‌ها ، و ارزیابی مدل این مرحله را می‌سازد.

ارزیابی: در این مرحله، ارزیابی نتایج، فرایند بازبینی، و تعیین مراحل بعدی انجام شده است.

توسعه: توسعه فرایند استفاده از ادراکات جدید برای ایجاد بهبود در سازمان است.

(مصلحی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی)

۸-۳- مدل LRFM

مدل LRFM روشی است که برای خوشه‌بندی مشتریان در مدیریت ارتباط با مشتری (CRM) استفاده می‌شود. در این مدل مشتریان براساس چهار ویژگی طول ارتباط مشتری[۱]، تازگی خرید[۲]، تناوب خرید[۳] و ارزش مالی خرید[۴] دسته‌بندی می‌شوند. براساس حرف اول هریک از این چهار ویژگی واژه LRFM نوآوری شده است. این مدل برای خوشه‌بندی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این فصل با استفاده از همین مدل اقدام به آموزش خوشه‌بندی با نرم‌افزار SPSS شده است. (اطلاعات بیشتر در زمینه مدل LRFM را از وب سایت ما، بخش مدیریت ارتباط با مشتری دریافت کنید)

تعریف یک مساله و حل

اطلاعات مالی در زمینه چهار ویژگی مشتریان یک شرکت در اختیار پایگاه پارس‌مدیر قرار گرفت. مهمترین هدف این سازمان ارائه بهترین خدمات به مشتریان است. اما مشکل این است که هیچ طبقه‌بندی از مشتریان مبتنی بر ارزش شان وجود ندارد. هدف این خوشه‌بندی مشتریان براساس داده‌های گردآوری شده است. اطلاعات مربوط به ۱۰۰۰مشتری دریک بازه یک ساله از پایگاه داده مشتریان استخراج شده است. این داده‌ها در جدول ۸-۱ آمده است.

[1] Length(L)
[2] Recency(R)
[3] Frequency(F)
[4] Monetary(M)

جدول ۸-۱- روش سنجش متغیرهای L,M,F,R

نماد	متغیر	تعریف	واحد
L	طول ارتباط مشتری	تعداد روزها از اولین خرید تا آخرین خرید	تعداد روزها
R	تازگی خرید	تعداد روزها از زمان آخرین خرید تا زمان حال	تعداد روزها
F	فرکانس خرید	تعداد خریدها در طول دوره	دفعات
M	ارزش مالی خرید	حجم پولی خرید در طول دوره	ریال

نرمال سازی متغیرهای L ،M،F،R

همانطور که در جدول فوق آمده است مقیاس سنجش هریک از این ویژگی‌ها متفاوت است. برای خوشه‌بندی لازم است واحد اندازه‌گیری متغیرها یکسان باشد. در این حالت نیاز به تبدیل مقیاس و استاندارد کردن است. جهت استاندارد کردن مقادیر توابع متعددی وجود دارد. یکی از این توابع بصورت زیر است که براساس آن مقادیر استاندارد شده بین صفر و یک خواهند شد. به ازای کوچکترین داده مقدار صفر و به ازای بزرگ ترین داده مقدار یک به دست خواهد آمد.

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - Y_{min}}{Y_i}$$

مقدار Y_{min} کوچکترین مقدار و Y_i دامنه مقادیر (اختلاف کوچکترین و بزرگترین مقدار) است.

براساس فرمول بالا جهت استاندارد سازی هریک از متغیرها فرمول‌های زیر خواهیم داشت. دراین فرمول‌ها مقادیر max نشان دهنده بیشترین مقدار متغیر و مقادیر min بیانگر کمترین مقدار متغیرها و M،F،R،L نیز مقادیر اصلی متغیرها خواهد بود.

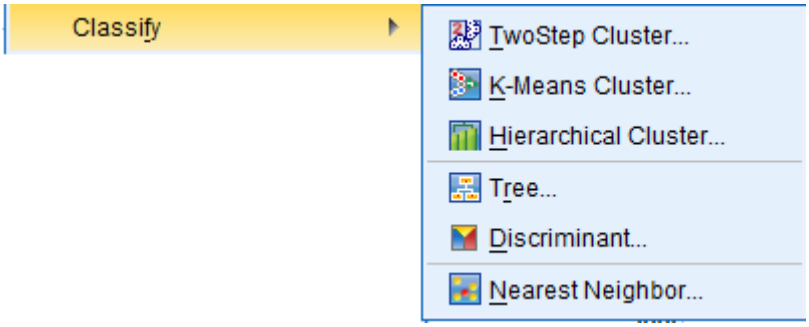
$$L^N = \frac{L-L_{min}}{L_{max}-L_{min}} , R^N = \frac{R_{max}-R}{R_{max}-R_{min}} , F^N = \frac{F-F_{min}}{F_{max}-F_{min}} , M^N = \frac{M-M_{min}}{M_{max}-M_{min}}$$

داده‌های نرمال شده مربوط به اطلاعات مشتریان در فایل Clustering.sav ذخیره شده است.

۸-۴- خوشه‌بندی با نرم‌افزار SPSS

فایل Clustering.sav محتوی داده‌های مربوط به اطلاعات مشتریان نرمال شده را باز کنید.

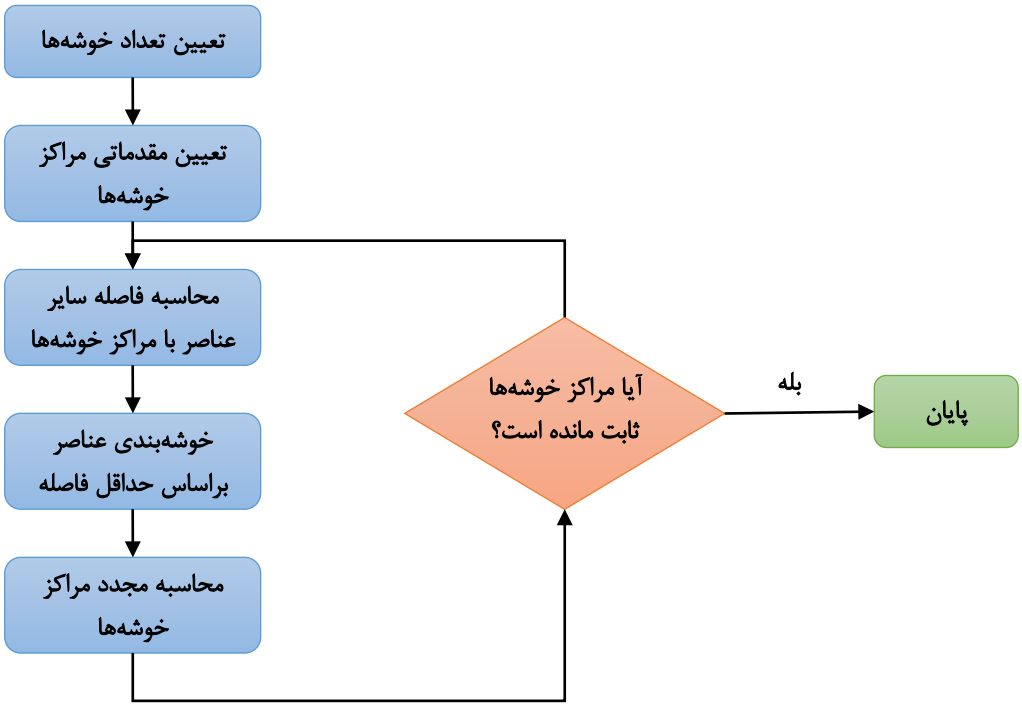
از منوی Analayze گزینه Classify را انتخاب کنید:



همانطور که ملاحظه می‌شود روش‌های متعددی برای خوشه‌بندی داده‌ها وجود دارد.

۸-۴-۱- تکنیک K-Means

در الگوریتم Kmeans ابتدا k عضو (که k تعداد خوشه‌ها است) بصورت تصادفی از میان n عضو به عنوان مراکز خوشه‌ها انتخاب می‌شود. سپس n-k عضو باقیمانده به نزدیک‌ترین خوشه تخصیص می‌یابند. بعد از تخصیص همه اعضا مراکز خوشه مجدداً محاسبه می‌شوند و با توجه به مراکز جدید به خوشه‌ها تخصیص می‌یابند و این کار تا زمانی که مراکز خوشه‌ها ثابت بماند ادامه می‌یابد.



تعیین تعداد خوشه‌ها

بهترین خوشه‌بندی آن است که مجموع تشابه بین مرکز خوشه و همه اعضای خوشه را حداکثر و مجموع تشابه بین مراکز خوشه‌ها را حداقل کند. برای انتخاب بهترین خوشه ابتدا براساس نظرات خبره و مطالعات قبلی یک محدوده پیشنهادی برای تعداد خوشه‌ها مشخص می‌شود. معمولاً این محدوده بین $2 \le k \le 9$ انتخاب می‌شود. سپس مقدار ρ(k) برای هریک از مقادیر k محاسبه می‌شود. مقداری از k که در آن ρ(k) حداکثر شود، به عنوان تعداد بهینه خوشه‌ها انتخاب می‌شود. به این ترتیب می‌توان تعداد خوشه‌ای را انتخاب نمود که به ازای آن فاصله بین مراکز خوشه‌ها و شباهت مراکز خوشه با اعضای درون هر خوشه حداکثر است.

کیفیت نتایج خوشه‌بندی با K خوشه بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$O = \left\{ c^n \middle| n = 1,\ldots,k \right\}$$

$$O^n = \{ C_i \middle| i = 1,\ldots, \left\| T^c - O \right\| \}$$

$$\rho(k) = \frac{1}{k} \sum_{n=1}^{k} \left(\min\{ \frac{\eta_n + \eta_m}{\delta_{nm}} \} \right)$$

$$\eta_n = \frac{1}{\left\| O^n \right\|} \sum_{c_i \in O^n} Sim(c_i, c^n)$$

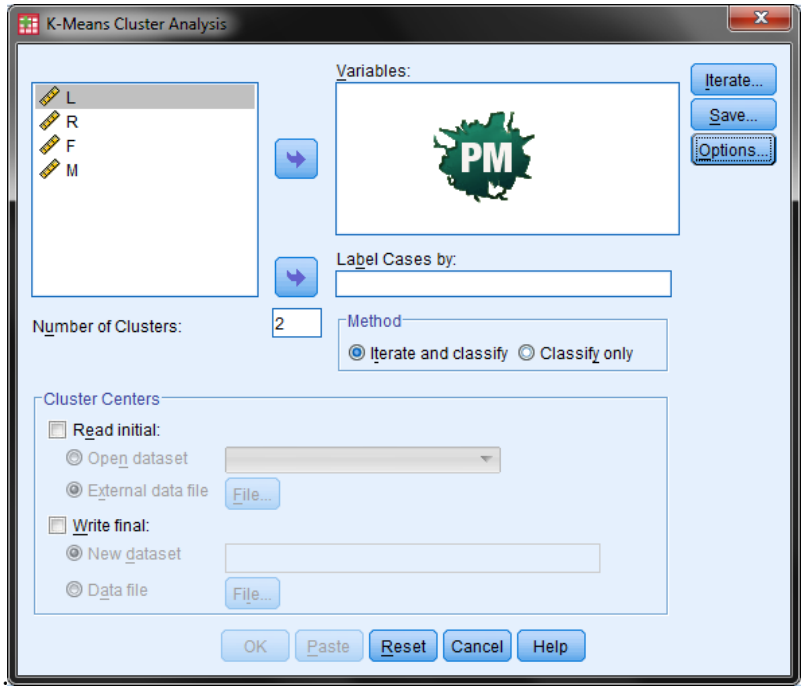
$$\eta_m = \frac{1}{\left\| O^m \right\|} \sum_{c_j \in O^m} Sim(c_j, c^m)$$

$$\partial_{nm} = Sim(c^n, c^m)$$

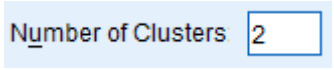
در این معادله O مجموعه مراکز خوشه ها، C^n مراکز خوشه‌ها، O^n مجموعه عناصری که به عنوان مراکز خوشه انتخاب نشده‌اند، T^c مجموعه کلیه عناصری باشد که خوشه‌بندی روی آنها صورت گرفته باشد، η_n میانگین شباهت بین مرکز خوشه C^n و همه عناصر خوشه O^n است، η_m میانگین شباهت بین مرکز خوشه C^m و همه عناصر خوشه O^m است، در نهایت δ_{nm} بعنوان شباهت C^n و O^n تعریف می‌شود.

(Tsia & Chiu, 2004)

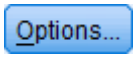
- از منوی Analayze گزینه Classify و سپس فرمان K-Means Cluster را انتخاب کنید.



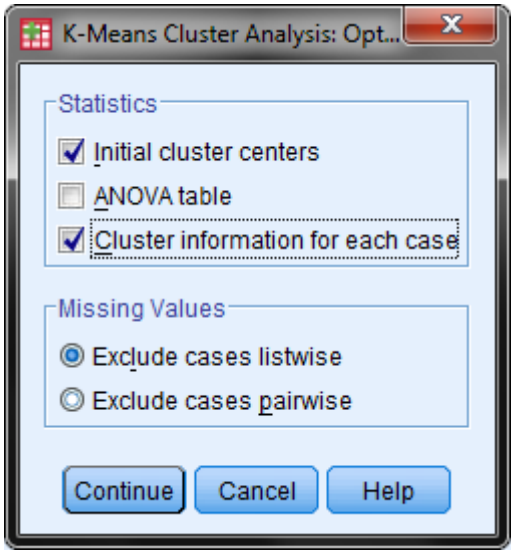
- با استفاده از دکمه متغیرهائی که مشتریان باید براساس آنها دسته‌بندی شوند را به باکس Variables منتقل کنید.

- تعداد خوشه‌ها را در باکس 

مشخص کنید. گفته شد تعداد خوشه‌ها می‌تواند بین ۲ تا ۹ باشد که به صورت پیش‌فرض ۲ است. از نرم‌افزاری مانند R می‌توانید برای تعیین تعداد خوشه‌ها استفاده کنید. ولی از آنجا که نمی‌خواهم با دادن کدهای عجیب و غریب شما را از ادامه مطالعه منصرف کنم به شما خواهم گفت خودتان می‌توانید حدسی محتمل را بزنید و بعداً با مشاهده نتیجه خواهید دید اگر خوشه‌ای خالی بماند می‌توانید کار را با یک خوشه کمتر از نو آغاز کنید. به مطالعه ادامه دهید توضیحات در جای مناسب آمده است. در این مثال عدد ۴ را براساس تجربه به عنوان تعداد خوشه‌ها وارد کنید.

- روی دکمه 

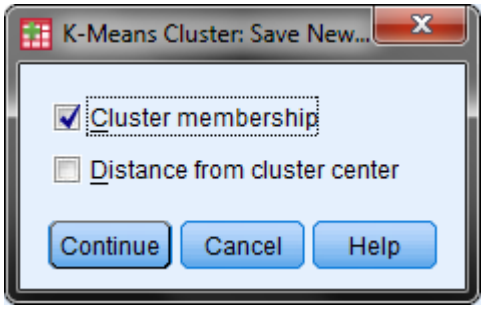
کلیک کنید.



- گزینه Cluster information for each case را فعال کنید. با این کار در خروجی جدولی اضافه می‌شود که در آن مشخص می‌شود هر مشتری در کدام خوشه قرار دارد.

- دکمه Continue را کلیک کنید تا به کادر اصلی برگردید.

- این بار دکمه Save... را فشار دهید. کادر زیر ظاهر خواهد شد.



- گزینه Cluster membership را فعال کنید. با این کار در نهایت یک فیلد به فایل داده شما اضافه خواهد شد و در آن مشخص می‌شود هر مشتری در کدام خوشه قرار دارد.

- اگر گزینه Distance from cluster center را فعال کنید در نهایت یک فیلد دیگر به فایل داده شما اضافه خواهد شد. در این فیلد جدید فاصله هر مشتری با مرکز خوشه مشخص می‌شود.

- دکمه Continue را کلیک کنید تا به کادر اصلی برگردید.

- در کادر اصلی دکمه OK را کلیک کنید تا نتیجه را ملاحظه کنید.

نتیجه در قالب چندین جدول قابل مشاهده است. جدول نخست اطلاعات مربوط به اولین چرخش را نشان می‌دهد. براساس این جدول مشخص می‌شود چرخش‌ها با چه میانگین دسته‌ای در هر متغیر LRFM شروع شده است. اطلاعات این جدول برای تصمیم‌گیری خیلی اهمیت ندارد.

Initial Cluster Centers

	Cluster			
	1	2	3	4
L	.000	.349	.136	.139
R	.002	.076	.096	.116
F	.000	.011	.049	.254
M	.001	.001	.222	.000

در جدول بعد مشخص شده است چندبار چرخش صورت گرفته است و هربار میانگین دسته چه تغیراتی کرده است. برای مثال در اینجا ۹ بار چرخش صورت گرفته است. اطلاعات این جدول نیز برای تصمیم‌گیری خیلی اهمیت ندارد.

Iteration History[a]

Iteration	Change in Cluster Centers			
	1	2	3	4
1	.093	.112	.112	.124
2	.002	.008	.044	.046
3	.017	.003	.052	.023
4	.018	.007	.008	.005
5	.003	.001	.002	.000
6	.002	.000	.002	.001
7	.001	.000	.001	.001
8	.000	.000	.001	.000
9	.000	.000	.000	.000

جدول بعدی یک جدول عریض و طویل است که نشان می‌دهد هر مشتری در کدام دسته قرار دارد و البته اگر به فایل داده خودتان برگردید یک ستون با نامی مشابه QCL_1 اضافه شده است. این فیلد نشان می‌دهد هر مشتری در کدام دسته قرار دارد.

در جدول بعد مرکز خوشه هر فیلد مربوط به اطلاعات مشتریان آمده است. برای نمونه مشتریانی که در خوشه یک قرار گرفته‌اند از نظر متغیر L (طول ارتباط) از همه کوچکتر هستند و این فاصله با مراکز سایر خوشه‌ها بسیار زیاد است. از نظر تازگی خرید نیز خیلی کوچک هستند. فرکانس خرید آنها نیز بسیار اندک است و البته این قابل پیش‌بینی است (به من بگوئید چرا این قابل پیش‌بینی است؟) اما از نظر حجم پولی خرید تفاوت چندانی با سایر گروه‌ها ندارندو بسیار اندک از بقیه کمتر خرید می‌کنند و البته این نیز قابل پیش‌بینی است. خیلی معما را برایتان کلاف سردرگم نکنم. کلید پاسخ در متغیر L است. مشخص است این مشتریان، افرادی هستند که اخیرا برای اولین بار خرید کرده‌اند. سایر خوشه‌ها را به تفسیر بنشینید.

Final Cluster Centers

	Cluster			
	1	2	3	4
L	.011	.266	.142	.298
R	.072	.105	.086	.109
F	.012	.067	.041	.164
M	.008	.009	.009	.009

در جدول بعد مشخص شده است در هر دسته چند مشتری قرار دارد:

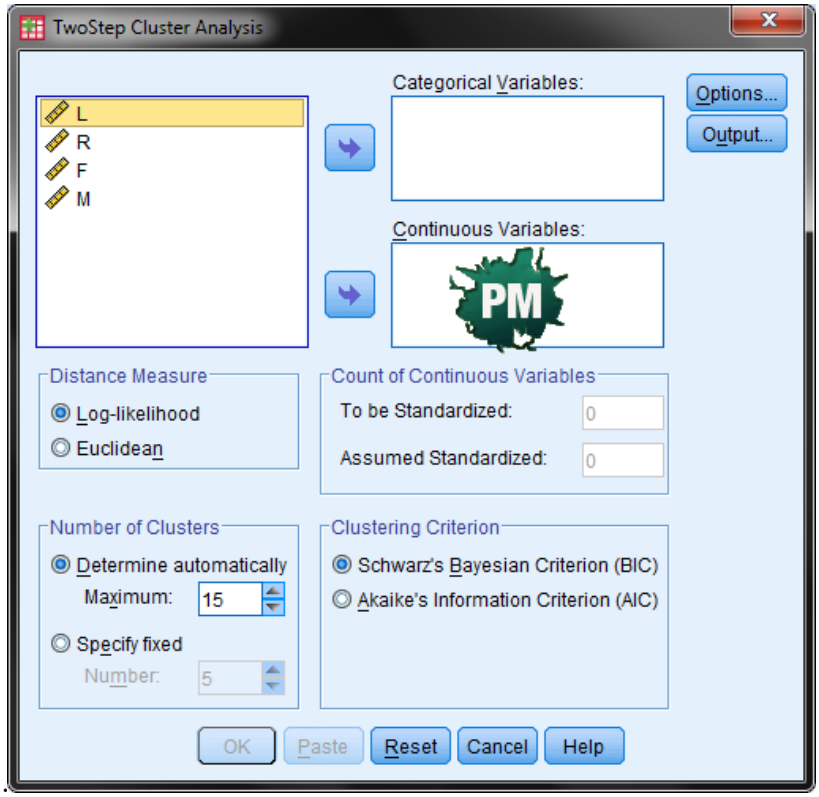
Number of Cases in each Cluster

Cluster	1	218.000
	2	337.000
	3	242.000
	4	125.000
Valid		922.000
Missing		.000

این تحلیل را یکبار دیگر با تعداد خوشه فرضی ۵ تکرار کنید. خواهید دید در یکی از خوشه‌ها تنها چند نفر قرار گرفته است. بنابراین با تجربه خواهید فهمید همین تعداد چهار خوشه مناسب‌تر است.

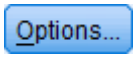
۸-۴-۱- تکنیک خوشه‌بندی دومرحله‌ای TwoStep

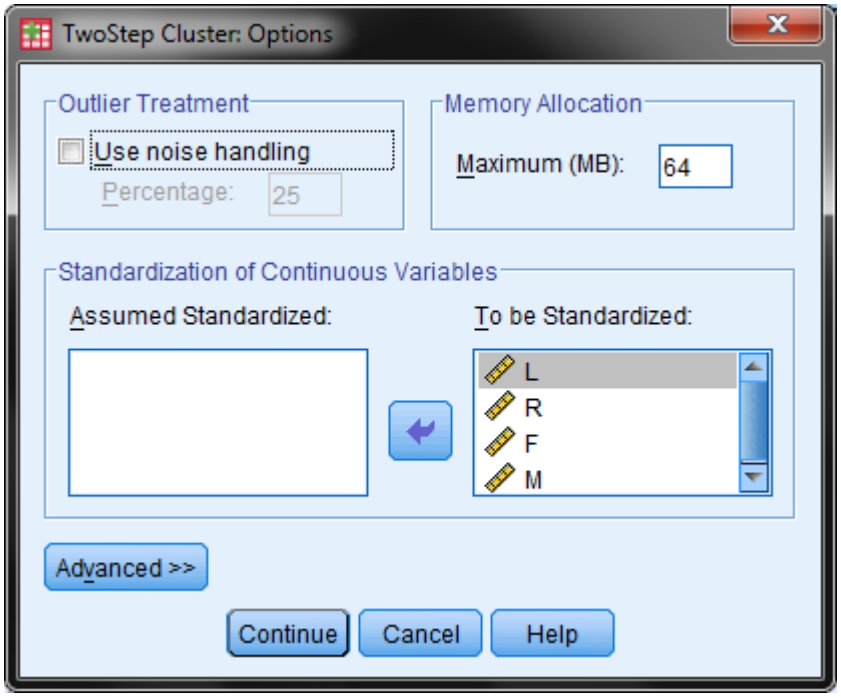
- از منوی Analayze گزینه Classify و سپس فرمان TwoStep Cluster را انتخاب کنید.



- در این تکنیک دو باکس برای انتقال متغیرها وجود دارد. به آنچه از استنلی اسمیت استیونس در فصل اول در زمینه انواع متغیرها ذکر کردم رجوع کنید. اگر متغیرها اسمی است مانند جنسیت آنها را به باکس Categorical Variables منتقل کنید. در این پروژه هر چهار متغیر نسبی و فاصله‌ای است. بنابراین با استفاده از دکمه متغیرهائی که مشتریان باید براساس آنها دسته‌بندی شوند را به باکس Continous Variables منتقل کنید.

- در این روش نیازی نیست تعداد خوشه‌ها را وارد کنید.

- روی دکمه  کلیک کنید.

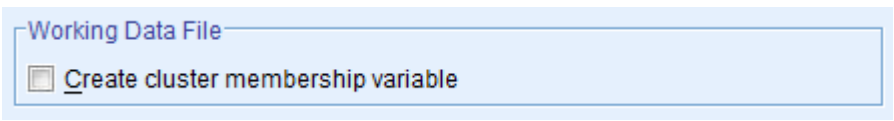


- بطور پیش فرض متغیرها غیراستاندارد در نظر گرفته شده و در کادر سمت راست وارد شده است. یعنی نرم‌افزار تصمیم دارد خودش آنها را استاندارد کند اما در این پروژه متغیرهای ما از قبل استادارد شده است. بنابراین آنها را به کادر سمت چپ یعنی استاندارد شده (Assumed Standardized) منتقل کنید. با این کار مانع از دو بار استاندارد سازی متغیرها می‌شوید.

- دکمه Continue را کلیک کنید تا به کادر اصلی برگردید.

- این بار دکمه Output... را فشار دهید.

- گزینه Create cluster membership variable را فعال کنید. با این کار در نهایت یک فیلد به فایل داده شما اضافه خواهد شد و در آن مشخص می‌شود هر مشتری در کدام خوشه قرار دارد.



- دکمه Continue را کلیک کنید تا به کادر اصلی برگردید.

- در کادر اصلی دکمه OK را کلیک کنید تا نتیجه را ملاحظه کنید.

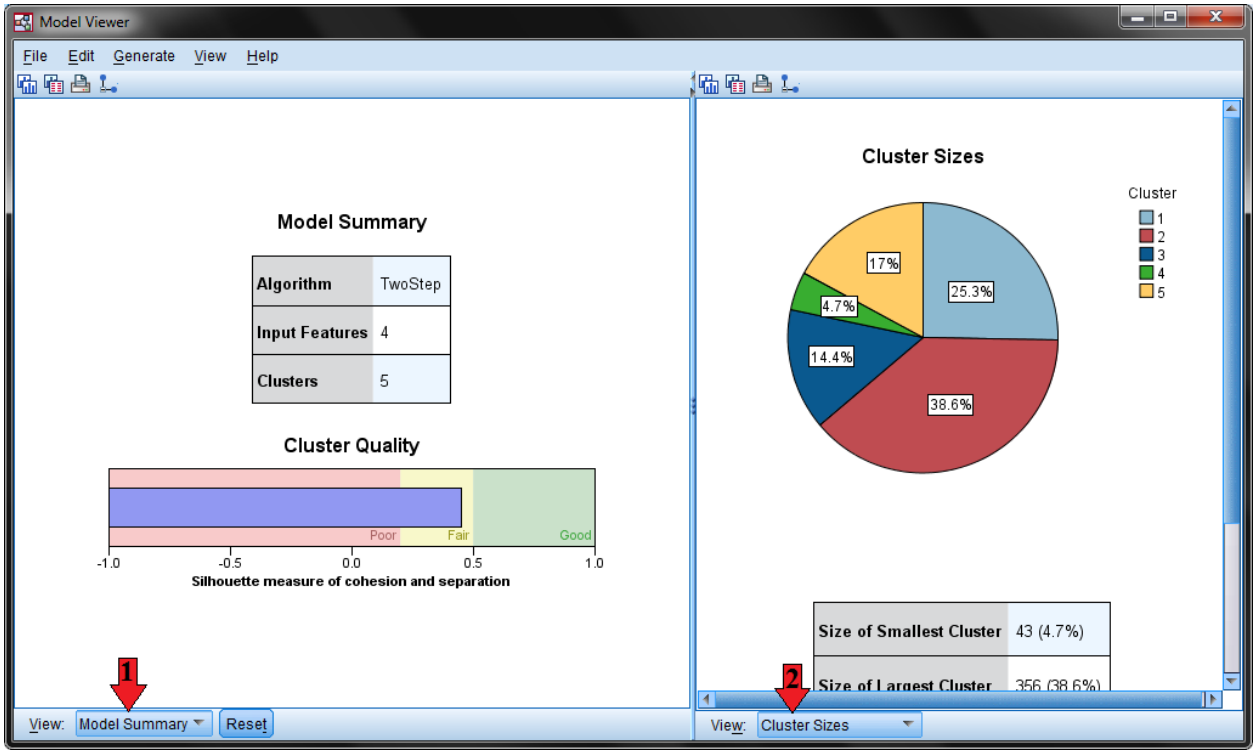
نتیجه مطابق انتظار شما نیست و خروجی عجیبی مانند زیر را خواهید دید.

Model Summary

Algorithm	TwoStep
Input Features	4
Clusters	5

Cluster Quality

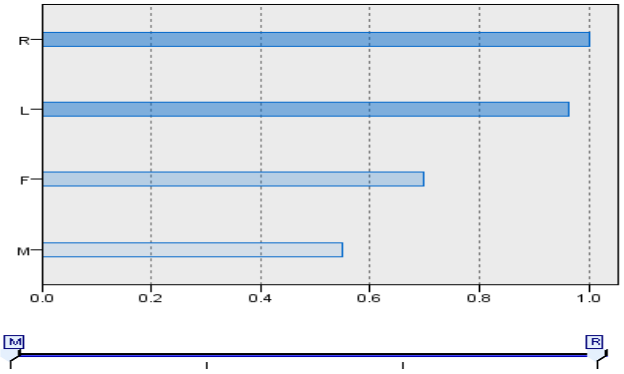
اطلاعات خروجی کجاست؟ پیش از گسترده شدن اینچین وسیع اینترنت من مدت‌ها به این خروجی خیره می‌شدم اما اکنون می‌دانم کافی است روی این خروجی دوبار پشت هم کلیک کنم و به شما هم خواهم گفت روی این خروجی دبل کلیک کنید تا یک جادوی کوچک را مشاهده کنید. کادر جدیدی باز خواهد شد.



در سمت چپ Cluster Sizes مشخص است پنج خوشه براساس الگوریتم دومرحله‌ای شناسائی شده است. همچنین مشخص است در هر خوشه چه تعداد مشتری قرار گرفته است. اگر به فایل داده اصلی برگردید یک فیلد جدید با نامی مانند TSC_8198 خواهید دید که در آن مشخص شده است هریک از مشتریان در چه گروهی قرار دارد.

در محلی که در شکل با پیکان قرمز شماره ۲ مشخص شده است کلیک کنید. از منوی آبشاری موجود گزینه Variables Importance را انتخاب کنید.

میزان نقش و اهمیت هر متغیر را برای خوشه‌بندی مشخص کرده است:



گزینه‌های Cell Distribution و Cluster Camparison فعلا فعال نیستند.

در محلی که در شکل با پیکان قرمز شماره ۱ مشخص شده است کلیک کنید. از منوی آبشاری موجود گزینه Clusters را انتخاب کنید. خروجی مانند زیر تغییر می‌کند:

Cluster	2	1	5	3	4
Label					
Description					
Size	38.6% (356)	25.3% (233)	17.0% (157)	14.4% (133)	4.7% (43)
Features	R 0.10	R 0.11	R 0.10	R 0.03	R 0.10
	L 0.21	L 0.29	L 0.03	L 0.05	L 0.21
	F 0.05	F 0.13	F 0.01	F 0.02	F 0.07
	M 0.01	M 0.01	M 0.01	M 0.01	M 0.07

همه نوع اطلاعاتی در زمینه متغیرهای CLRF در ااختیارتان قرار خواهد گرفت. تفسیر مانند قبل است. بعلاوه یک جعبه ابزار کوچک نیز در انتهای همین صفحه ظاهر خواهد شد که می‌تواند نحوه نمایش این خروجی را تغییر دهید.

برای نمونه ابزارک داده‌های جدول فوق را براساس نام متغیرها Sort می‌کند. سایر ابزارک‌ها را بررسی کنید و کاربرد ساده‌شان را در صورت نیاز فرا بگیرید. اکنون گزینه‌های Cell Distribution و Cluster Camparison نیز فعال شده‌اند.

بخش نهم

تحلیل عاملی اکتشافی

۹-۱- روش تحلیل عاملی (Factor Analysis)

در توسعه نظریه رگرسیون، اسپیرمن در سال ۱۹۲۷ در نظریه هوش خود اصطلاح تحلیل عاملی را برای نخستیم بار بکار برد. [۱۲] برای تهیه یک مقیاس معتبر می‌توان از روش تحلیل عامل[1] برای غربال آیتم‌ها و انتخاب آیتم‌های اصلی استفاده نمود. پس از ایجاد مجموعه متغیرهای مقدماتی در تحلیل عامل به وسیله چرخش[2] مجموعه نهائی متغیرها جهت ساخت مقیاس استخراج می‌گردد.

تحلیل عامل با ایجاد ماتریس همبستگی، نشان می‌دهد که متغیرها به صورت خوشه‌هائی گرد هم آمده‌اند بطویکه متغیرهای هر خوشه با هم همبسته بوده و با خوشه‌های دیگر همبسته نمی‌باشند. این خوشه‌ها همان ابعاد موضوع مورد بررسی هستند. متغیرهای هر خوشه نیز آیتم‌های سنجش آن بعد است. متغیرهائی که هیچ همبستگی با متغیرهای دیگر ندارند باید حذف شوند زیرا متغیرهای مورد تحلیل باید همبستگی معقولی با برخی متغیرهای دیگر تحلیل داشته باشند. [۱۴]

حجم نمونه و شاخص KMO

حجم نمونه در روش تحلیل عاملی برای هر متغیر ۵ تا ۱۰ نمونه و بطور کلی در مجموع نهایتاً ۳۰۰ نمونه توصیه شده است. [۵]

یکی از روش‌های سنجش تناسب حجم نمونه جهت تحلیل عاملی محاسبه آماره KMO[3] (شاخص ارزیابی کفایت نمونه) است. شاخص کفایت نمونه Kaiser-Mayer-Olkin یا به اختصار KMO ویژه تحلیل عاملی اکتشافی است و نشان می‌دهد آیا داده‌ها برای انجام محاسبات تحلیل عاملی اکتشافی کافی است یا خیر.

---

[1] Factor Analysis
[2] Rotation
[3] Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy

مارشال و همکاران (۲۰۰۷) معتقدند مقدار KMO باید از ۰/۵ بزرگتر باشد؛ بارکو و همکاران (۲۰۰۷) معتقدند مقدار KMO باید از ۰/۹ بزرگتر باشد. واکر (۲۰۱۰) نیز در کتاب خود تصریح دارد اگر مقدار KMOاز ۰/۹ بیشتر باشد بسیار عالی است و اگر از ۰/۵ کوچکتر باشد قابل قبول نیست. برخی دیگر نیز معتقدند مقدار این آماره بیش از ۰/۷ باشد همبستگی‌های موجود برای تحلیل عامل بسیار مناسب است. چنانچه بین ۰/۵ و ۰/۶۹ باشد باید دقت زیادی بخرج داد و اگر کمتر از ۰/۵ باشد برای تحلیل عاملی مناسب نیست. [۱۴]

در زمینه تحلیل عاملی در کتاب آموزش لیزرل به تفصیل سخن گفته شده است و مفهوم تحلیل عاملی به‌صورت بنیادین بررسی گردیده است. برای دریافت کتاب لیزرل به وب سایت ما رجوع کنید:

http://www.parsmodir.com/db/lisrel-book.php

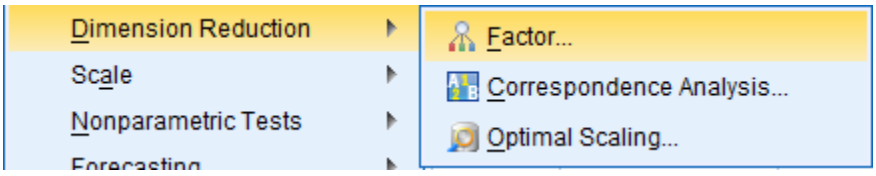
همچنین در آدرس زیر نیز اطلاعات بیشتری درباره تحلیل عاملی در دسترس است:

http://www.parsmodir.com/db/research.php

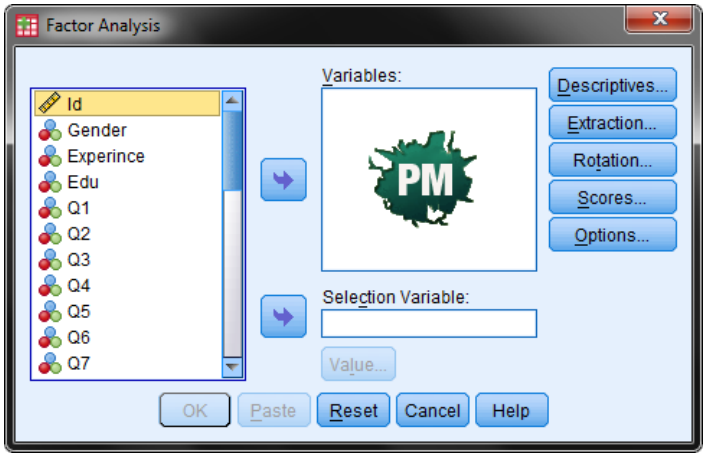
۹-۲- تحلیل عامل اکتشافی با استفاده از نرم افزار SPSS

دقت کنید با استفاده از نرم افزار SPSS تنها می‌توان تحلیل عامل اکتشافی را اجرا کرد. تحلیل عاملی اکتشافی آن است که پژوهشگر تعداد زیادی گویه (متغیر قابل مشاهده) گردآوری کرده است و حال می‌خواهد این گویه‌ها در قالب چندین خوشه مشابه دسته‌بندی کند. هر خوشه یا عامل شامل مجموعه گویه‌هائی خواهد بود که باهم همبستگی بالائی داشته و با سایر خوشه‌ها همبستگی پائین دارند. خوشه‌هایی با یک یا دو عنصر نیز می‌توانند حذف شوند.

- فایل EFA.sav را بگشائید.
- از منوی Analyze فرمان Dimention reduction گزینه factor را انتخاب کنید:



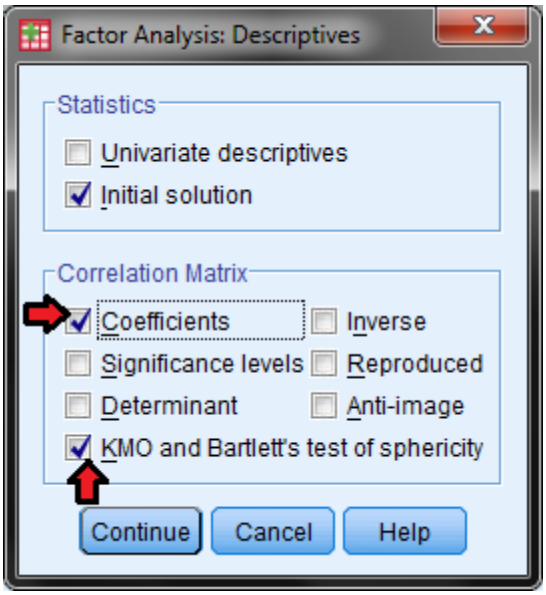
کادر تحلیل عاملی باز خواهد شد:



- متغیرهای Q1 تا Q30 را به کادر Variables منتقل کنید.

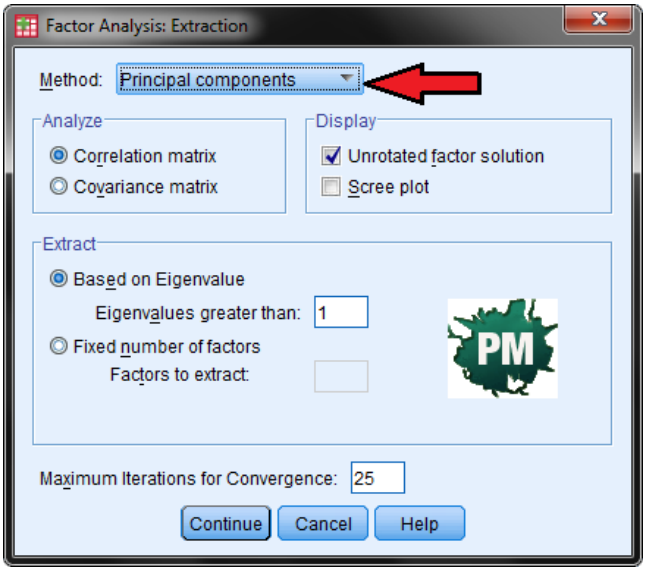
محاسبه KMO

دکمه Descriptives... را فشار دهید و در کادر ظاهر شده تنظیمات زیر را انجام دهید.



استخراج مولفه‌ها

دکمه Extraction را فشار دهید.

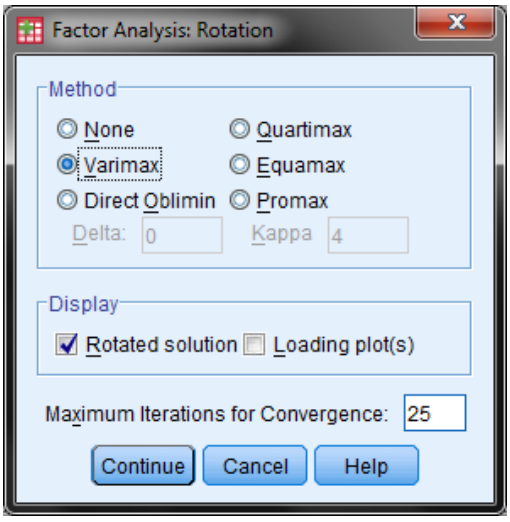


در کادر ظاهر شده از قسمت Method روش Principal components یا همان مولفه‌های اصلی را انتخاب کنید که به صورت پیش فرض انتخاب شده است.

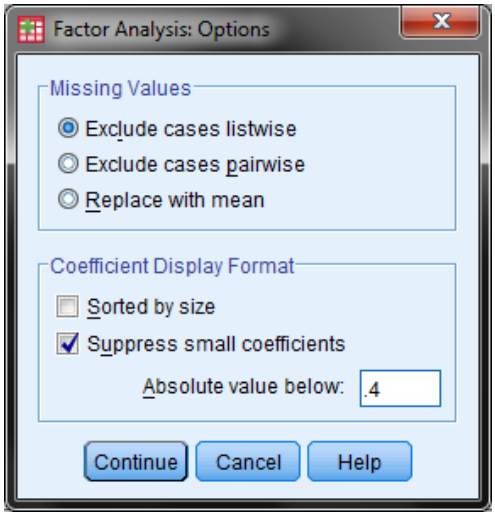
برای Egienvalue (واریانس مقدار ویژه) عدد ۱ را وارد کنید و چون از روش همبستگی استفاده می‌شود گزینه Correlation Matrix را فعال بگذارید.

انتخاب روش چرخش

برای انتخاب روش چرخش دکمه Rotation را فشار دهید.



دکمه Options را فشار دهید و تنظیمات زیر را انجام دهید:



برای گزینه suppress absolute value less than از مقدار ۰/۳ تا ۰/۵ استفاده می‌شود.

دکمه continue را فشار دهید تا به کادر Factor analysis برگردید.

دکمه OK را در کادر Factor analysis فشار دهید تا نتایج تحلیل عاملی را مشاهده کنید.

تفسیر نتایج

خروجی آزمون KMO به صورت زیر است. چنانچه خروجی بین ۰/۵ و ۰/۶۹ باشد باید دقت زیادی بخرج داد و اگر کمتر از ۰/۵ باشد برای تحلیل عاملی مناسب نیست. بنابراین نخست پیشنهاد می‌شود حجم نمونه در صورت امکان افزایش یابد.

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.677
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2936.840
	df	435
	Sig.	.000

براساس خروجی Total Variance Explained ده عامل شناسائی شده است. عامل‌ها براساس مقدار ویژه بزرگتر از ۱ تعیین شده‌اند. (تنظیمات eigenvalue را بخاطر آورید.)

	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.931	16.435	16.435	4.931	16.435	16.435	3.183	10.610	10.610
2	2.997	9.990	26.425	2.997	9.990	26.425	2.364	7.879	18.490
3	1.887	6.291	32.716	1.887	6.291	32.716	2.331	7.771	26.261
4	1.652	5.507	38.223	1.652	5.507	38.223	1.813	6.045	32.306
5	1.536	5.120	43.343	1.536	5.120	43.343	1.808	6.025	38.331
6	1.457	4.856	48.199	1.457	4.856	48.199	1.735	5.784	44.115
7	1.289	4.297	52.496	1.289	4.297	52.496	1.661	5.538	49.653
8	1.182	3.940	56.436	1.182	3.940	56.436	1.508	5.025	54.678
9	1.133	3.778	60.214	1.133	3.778	60.214	1.398	4.659	59.338
10	1.018	3.393	63.607	1.018	3.393	63.607	1.281	4.270	63.607

خروجی Rotated Component Matrix را بنگرید. مشخص است سوالات ۲۵ تا ۲۹ در عامل اول قرار گرفته است. در عامل ۸ تنها یک متغیر یعنی سوال ۳۰ قرار گرفته است. عامل ده نیز فقط دو متغیر را در بردارد. برای مثال سوالات را بنگرید و اگر سوالات مهمی به نظر نمی‌رسند آنها را حذف کنید. بیشتر تحلیل کنید.

بخش دهم

کاربردهای آزمون خی–دو (χ^2)

۴-۱- مقدمه

آزمون χ^2 به سال ۱۹۰۰ توسط کارل پیرسون جهت سنجش شباهت میان منحنی‌های تجربی و منحنی‌های نظری ابداع گردید. کاربردهای متعددی برای آزمون خی-دو در مدیریت و علوم اجتماعی وجود دارد. آزمون استقلال و نیکوئی برازش دو نمونه از مهمترین کاربردهای این آزمون است. در ادامه کاربرد و نحوه محاسبه هر یک از این آزمون‌ها در SPSS توضیح داده خواهد شد.

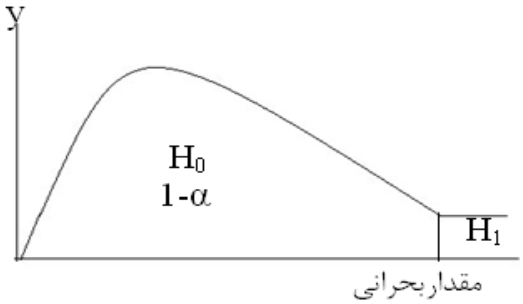
۴-۲- آزمون استقلال خی-دو (χ^2)

آزمون‌های استقلال دو متغیر متفاوت هستند. برای نمونه اگر دو متغیر x و y از هم مستقل باشند کوواریانس آنها صفر خواهد بود. البته این رابطه دوسویه نیست و اگر $cov_{x,y}$ برابر صفر باشد نمی‌توان گفت دو متغیر مستقل هستند. همچنین اگر ضریب همبستگی دو متغیر x و y برابر صفر باشد نشان می‌دهد دو متغیر مستقل هستند. اما یکی از روش‌های مرسوم برای آزمون استقلال، آزمون خی-دو است. فرض‌های آماری در آزمون χ^2 به صورت زیر تنظیم می‌شود :

H_0: بین x و y رابطه وجود ندارد

H_1: بین x و y رابطه وجود دارد

آزمون استقلال χ^2 یک آزمون یک دنباله راست است که H_0 به اندازه α در دنباله راست آن تعریف خواهد شد. بنابراین اگر مقدار آماره آزمون بزرگتر از مقدار خی-دو جدول باشد فرض H_0 در سطح خطای α درصد رد شده و فرضH_1 (وجود ارتباط بین دو متغیر) پذیرفته خواهد شد. منحنی آزمون χ^2 به صورت زیر است:



آماره آزمون χ^2 به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(Fo_i - Fe)^2}{Fe_i}$$

در این رابطه F_o فراوانی مشاهده شده و F_e فراوانی مورد انتظار می‌باشد. Fe به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Fe_i = \frac{(n_{i.} \times n_{.j})}{n} = \frac{\text{مجموع سطر i} \times \text{مجموع سطر j}}{\text{کل فراوانی}}$$

مقدار بحرانی برحسب α و درجه آزادی معادل $df = (r-1)\times(c-1)$ از جدول χ^2 بدست می‌آید.

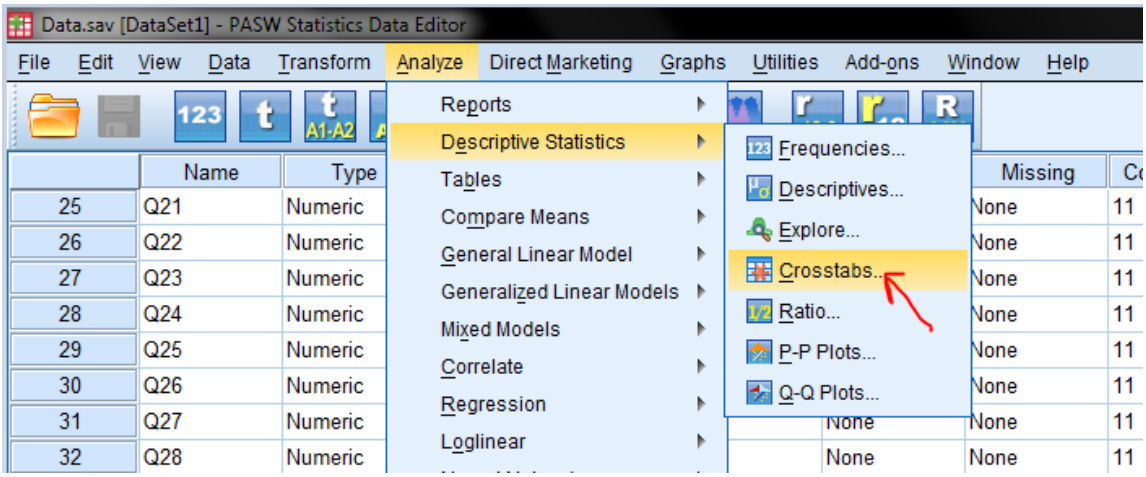
انجام آزمون خی-دو استقلال با SPSS

آزمون خی-دو یک آزمون ناپارامتریک است و شما فرمان Chi-square را از منوی analyze در گزینه‌های nonparametric tests مشاهده می‌کنید اما برای انجام آزمون استقلال خی-دو نمی‌توانید از این فرمان استفاده کنید. آزمون خی-دو کاربردهای وسیعی دارد که در ادامه بیشتر تشریح خواهد شد.

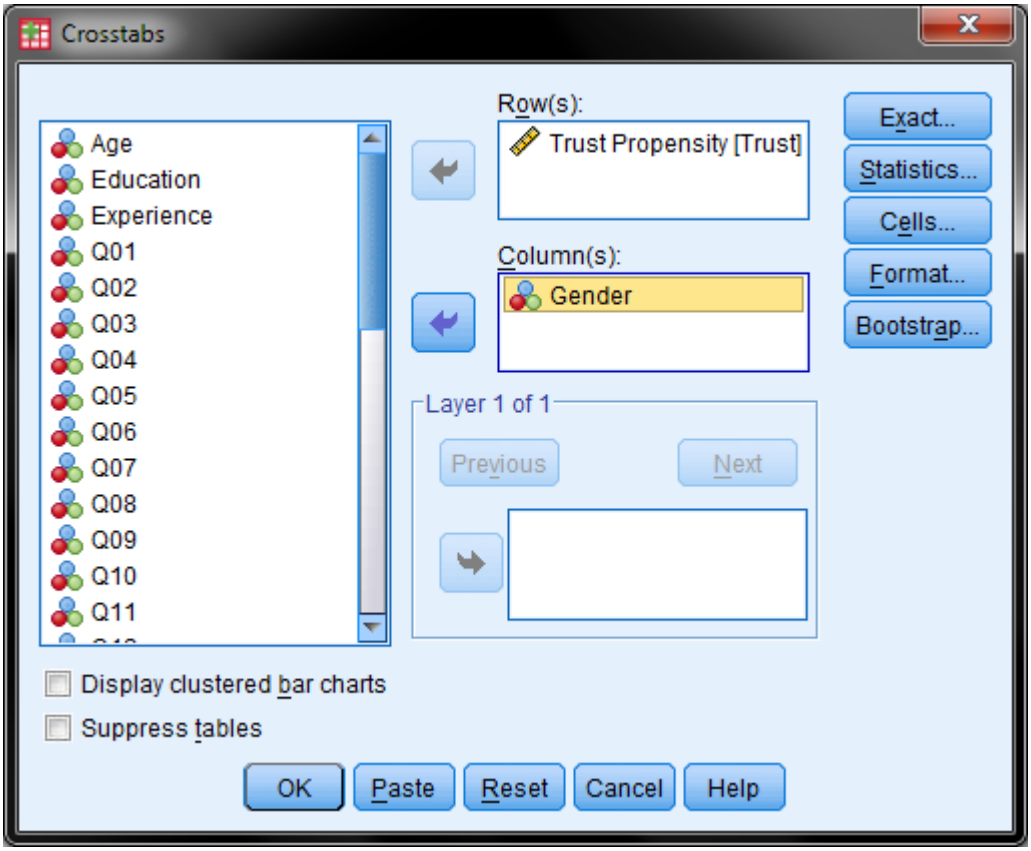
در یک پژوهش بررسی شده است که آیا دو متغیر اعتماد کاربران به سایت پارس مدیر و جنسیت مستقل هستند یا خیر. برای انجام آزمون استقلال خی-دو :

- ابتدا دو متغیر اعتماد و جنسیت را با نام Trust و Gender مانند قبل تعریف کنید.
- از منوی analyze گزینه Descriptive Statistics و فرمان Crosstabs را اجرا کنید:

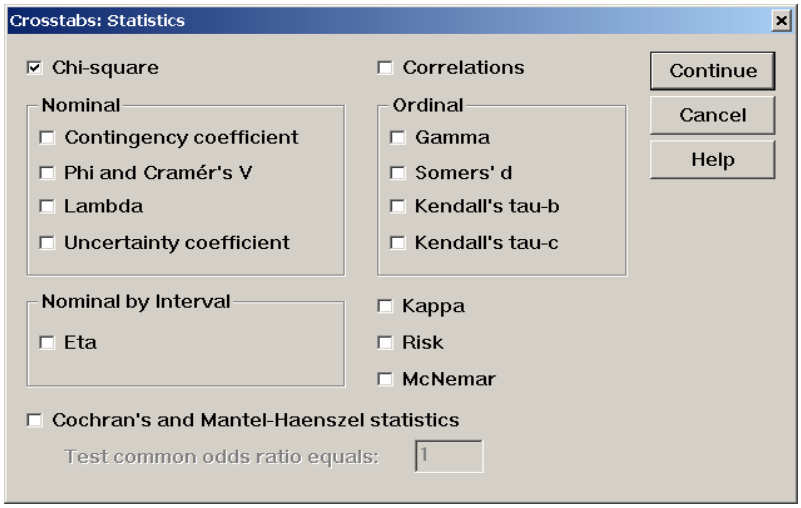
Analyze > Descriptive Statistics > Crosstabs…



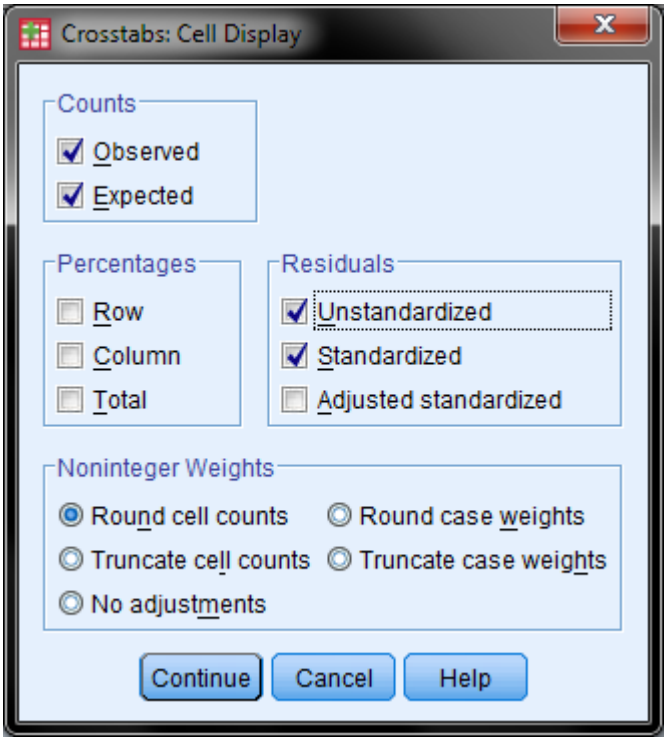
در کادر Crosstabs ابتدا متغیر وابسته (اعتماد) را به باکس Row(s) و متغیر مستقل جنسیت را به باکس Column(s) منتقل کنید.



- دکمه Statistics را کلیک کرده و در کادر ظاهر شده گزینه Chi-square را فعال کرده و دکمه continue را کلیک کنید تا به کادر Crosstabs بازگردید.



- دکمه cells را کلیک کرده و تنظیمات زیر را انجام دهید:



در نهایت در کادر Crosstabs روی دکمه ok کلیک کنید.

اساس تحلیل آماره .Sig یا همان P-Value می‌باشد. اگر مقدار احتمال از سطح خطا بیشتر باشد دلیلی بر رد فرض صفر مبتنی بر استقلال دو متغیر وجود نخواهد داشت.

۴-۲- آزمون نیکوئی برازش خی-دو (χ^2)

آزمون χ^2 به سال ۱۹۰۰ توسط کارل پیرسون جهت سنجش شباهت میان منحنی‌های تجربی و منحنی‌های نظری ابداع گردید. این آزمون نشان می‌دهد آیا فراوانی‌های تجربی (مشاهده شده: F_o) با فراوانی‌های نظری (موردانتظار: F_e) در درون یک جامعه تطابق دارد. یعنی شما براساس مطالعات متعدد انتظار دارید توزیع جامعه از پراکندگی خاصی برخوردار باشد (نظری) و بعد با گردآوری اطلاعات واقعی (تجربی)، برازندگی توزیع موردانتظار را بررسی می‌کنید.

آزمون خی‌دو، اولین شاخصی است که برای سنجش برازندگی مدل بکار گرفته شده است. آزمون‌های نیکوئی برازش نوعی از کاربردهای آزمون χ^2 هستند. نظر به اهمیت این آزمون با ذکر یک مثال به تشریح آن پرداخته می‌شود:

پروژه ۱: فرض کنید ما بازدید از سه بخش دانلود مقاله، دانلود کتاب و دانلود نرم‌افزار از سایت پارس‌مدیر را بررسی کنید.

فرض صفر: تفاوت معنی‌داری بین بازدید از سه بخش مختلف سایت وجود ندارد.

تعداد ۱۲۰ بازدید از سایت زیر نظر گرفته شده است. خلاصه نتایج در جدول آمده است. دقت کنید فراوانی مشاهده شده با F_o و فراوانی موردانتظار با F_E نمایش داده می‌شود.

	F_e	F_o	$F_e - F_o$	$(F_e - F_o)^2$	$(F_e - F_o)^2 / F_e$
دانلود مقاله	۴۰	۳۵	۵	۲۵	۰/۶۲۵
دانلود کتاب	۴۰	۶۰	-۲۰	۴۰۰	۱۰
دانلود نرم‌افزار	۴۰	۲۵	۱۵	۲۲۵	۵/۶۲۵
$\sum$	۱۲۰	۱۲۰	۰	-	۱۶/۲۵

بنابراین χ^2 مشاهده شده برابر ۱۶/۲۵ می‌باشد. مقدار χ^2 جدول آماری در سطح اطمینان ۱٪ و با درجه آزادی ۲ (چون سه طبقه بررسی شده است) برابر با ۹/۲۱ است که از جداول انتهای کتاب آمار بدست می‌آید. چون χ^2 مشاهده شده از χ^2 جدول بزرگتر است بنابراین فرض صفر رد می‌شود.

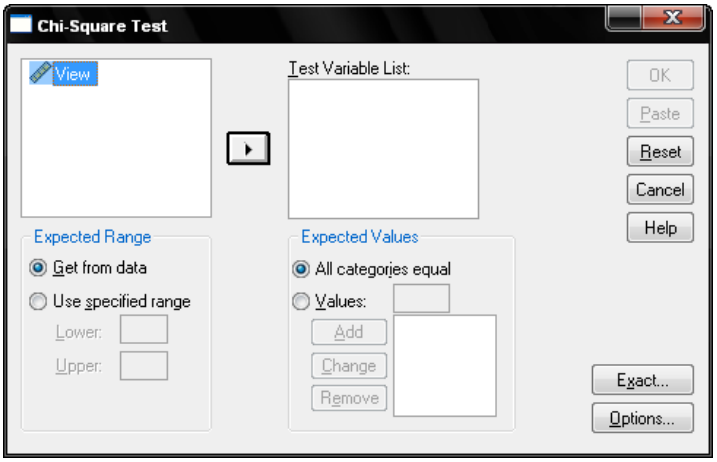
تفسیر: توزیع بازدید روزانه از صفحات یکنواخت نیست. یعنی کاربران و پژوهشگران از سه بخش مقاله، کتاب و نرم‌افزار یکسان بازدید نمی‌کنند. باید بررسی کرد چرا اشتیاق بیشتری به صفحه دانلود کتاب وجود دارد.

آزمون نیکوئی برازش خی-دو با SPSS

برای نمونه برای حل مساله فوق یک متغیر به نام Bazdid بسازید و سه ارزش برای مقاله، کتاب و نرم‌افزار برای آن تعریف کنید. در ستون زیر متغیر Bazdid در زبانه Data View به تعداد بازدید از صفحات دانلود مقاله عدد ۱، تعداد بازدید از صفحات دانلود کتاب عدد ۲ و به تعداد بازدید از صفحات دانلود نرم‌افزار عدد ۳ را وارد کنید.

- از منوی analyze گزینه Nonparametric Tests و فرمان Chi Square را اجرا کنید:

Analyze > Nonparametric Tests > Chi Square…



- متغیر مورد نظر را به باکس Test variable list وارد کنید.

برونداد نرم افزار مانند زیر خواهد بود:

Bazdid

	Observed N	Expected N	Residual
Paper	35	40.0	-5.0
Book	60	40.0	20.0
Software	25	40.0	-15.0
Total	120		

Test Statistics

	Bazdid
Chi-Square(a)	16.250
df	2
Asymp. Sig.	.000

a 0 cells (.0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 40.0.

برونداد این دو جدول را با جدولی که به صورت دستی محاسبه کردیم مقایسه کنید. حالا از اساتید آمار مدیریت سوال می‌پرسم چرا با وجود نرم‌افزارهایی این چنین که در کسری از ثانیه محاسبات لازم را انجام می‌دهند دانشجویان را وادار به انجام محاسبات دستی می‌کنید. دانشجویان بدون آنکه درک درستی از نیکوئی برازش داشته باشند با محاسبات بسیار وقت گیر مسائل آن را حل می‌کنند.

بخش یازدهم

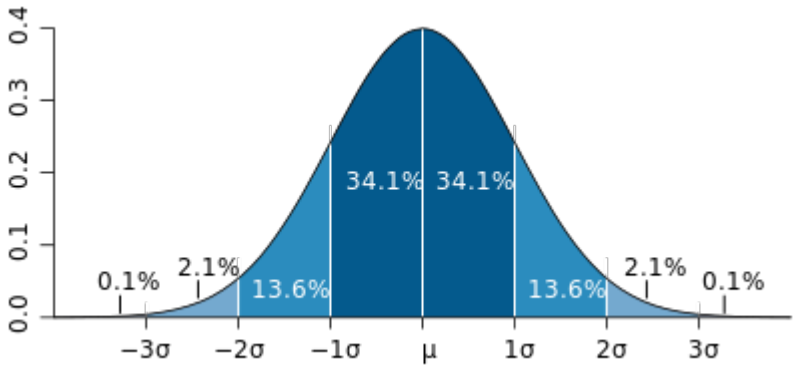
آزمون نرمال بودن داده‌ها

۱۱-۱- مقدمه

قبل از هر گونه آزمونی که با فرض نرمال بودن داده‌ها صورت می‌گیرد باید آزمون نرمال بودن صورت گیرد. بیشتر تکنیک‌های گفته شده در فصول قبل در دسته آمار پارامتریک قرار می‌گیرند. یکی از اولین مفروضات آمار پارامتریک فرض نرمال بودن داده‌ها است. در این فصل توزیع آماری نرمال تشریح می‌شود. سپس انواع روش‌های بررسی نرمال بودن داده‌ها در SPSS تشریح می‌شود. اگر داده‌ها نرمال نبود به فصل انتهائی کتاب رجوع کنید. انواع تکنیک‌های آماری ناپارامتریک را برای حل مساله خواهید یافت.

۱۱-۲- توزیع آماری نرمال

توزیع نرمال حالت طبیعی بسیاری از اندازه‌های گردآوری شده پیرامون پدیده‌های طبیعی است. تابع احتمال این توزیع دارای دو پارامتر است میانگین (μ) و انحراف معیار (σ) است. مساحت زیر منحنی توزیع نرمال یک است. پراکندگی داده‌ها حول میانگین براساس انحراف معیار در شکل زیر نمایش داده شده است. بنابراین مشاهده می‌شود بیش از ۹۹٪ مقادیر حول سه انحراف معیار از میانگین پراکنده شده است.



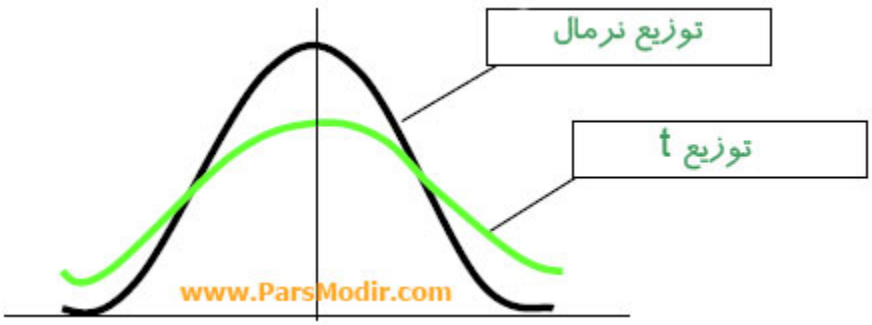
توزیع نرمال یک توزیع پیوسته است بنابراین در توزیع نرمال احتمال آنکه متغیری یک مقدار دقیق مانند x داشته باشد صفر است اما می‌توان احتمال اینکه متغیری کوچکتر یا مساوی عددی مانند x باشد را محاسبه کرد. مقادیر جدول نرمال استاندارد که دانشجویان را به یاد پیوست‌های انتهای کتاب آمار دبیرستان و دانشگاه می‌اندازد مقادیر احتمال را براساس دنباله چپ (یعنی احتمال اینکه متغیری کوچکتر یا مساوی عددی مانند x باشد) محاسبه کرده است.

توزیع نرمال استاندارد توزیعی با $\mu=0$ و $\sigma=1$ است. جدول نرمال استاندارد نیز برای توزیع نرمال استاندارد تهیه شده است. مقادیر جدول توزیع آماری نرمال استاندارد در حالت‌های مختلف در پیوست آمده است. اگر به درک درستی از موضوع دست یابید با در دست داشتن تنها یک جدول باید بتوانید سایر جداول را محاسبه کنید. این محاسبات در یک فایل اکسل جداگانه تهیه شده است که می‌توانید آن را همراه با کتاب SPSS ویرایش پائیز ۱۳۹۲ دریافت کنید.

۱۱-۳- انواع آزمون نرمال بودن

محاسبه چولگی و کشیدگی

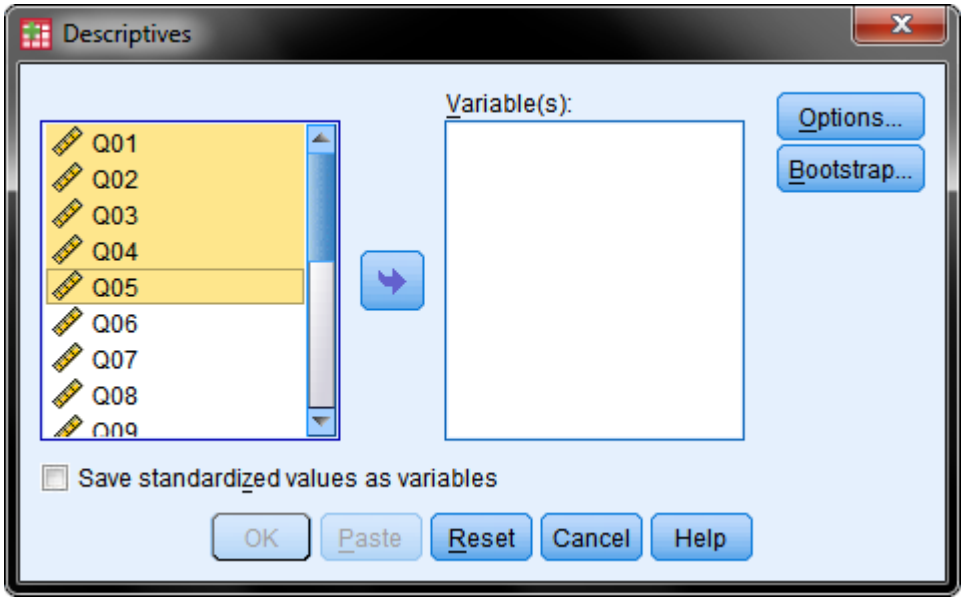
ابتدا چولگی و کشیدگی داده‌ها آزمون می‌شود. چولگی معیاری از تقارن یا عدم تقارن تابع توزیع می‌باشد. برای یک توزیع کاملاً متقارن چولگی صفر و برای یک توزیع نامتقارن با کشیدگی به سمت مقادیر بالاتر چولگی مثبت و برای توزیع نامتقارن با کشیدگی به سمت مقادیر کوچکتر مقدار چولگی منفی است. کشیدگی یا kurtosis نشان دهنده ارتفاع یک توزیع است. به عبارت دیگر کشیدگی معیاری از بلندی منحنی در نقطه ماکزیمم است و مقدار کشیدگی برای توزیع نرمال برابر ۳ می‌باشد. کشیدگی مثبت یعنی قله توزیع مورد نظر از توزیع نرمال بالاتر و کشیدگی منفی نشانه پایین تر بودن قله از توزیع نرمال است. برای مثال در توزیع t که پراکندگی داده‌ها بیشتر از توزیع نرمال است، ارتفاع منحنی کوتاه تر از منحنی نرمال است.



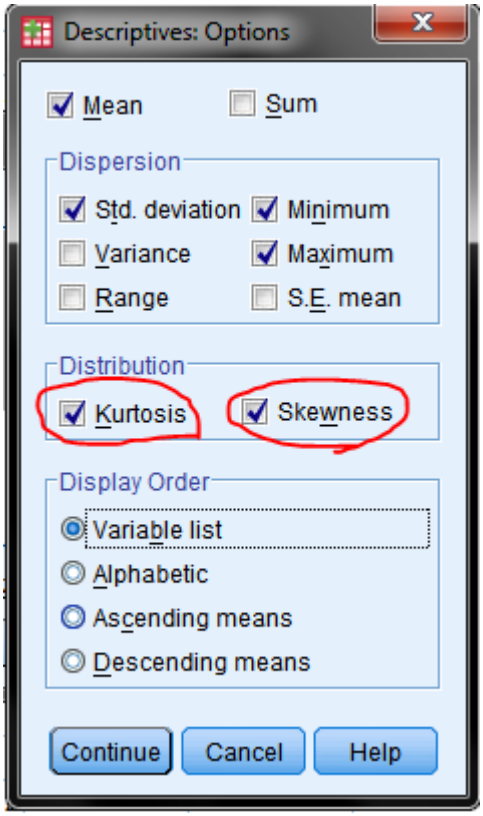
در حالت کلی چنانچه چولگی و کشیدگی در بازه (۲ ، ۲-) نباشند داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار نیستند.

فرمان زیر را در SPSS اجرا کنید:

Analyze/Descriptive Statistics/Descriptive



در کادر باز شده متغیرهایی که می‌خواهید چولگی و کشیدگی آن را آزمون کنید را به کادر سفید انتقال دهید. سپس روی دکمه Options... کلیک کنید.



در کادر جدید گزینه‌های Skewness و kurtosis را فعال کنید. برای مثال به مقادیر جدول زیر دقت کنید:

	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
D1	**0.146**	0.287	**0.784**	0.566
D2	-0.109	0.287	-0.994	0.566

مقدار چولگی مشاهده شده برای متغیر D1 برابر ۰.۱۴۶ است و در بازه (۲ ، ۲-) قرار دارد. یعنی از لحاظ کجی متغیر D1 نرمال بوده و توزیع آن متقارن است. مقدار کشیدگی آن ۰.۷۸۴ است و در بازه (۲ ، ۲-) قرار دارد. این نشان می‌دهد توزیع متغیر از کشیدگی نرمال برخوردار است.

رسم نمودار هیستوگرام و منحنی نرمال

با استفاده از نرم افزار SPSS به سادگی می‌توان نمودار هیستوگرام با نمایش منحنی نرمال را ترسیم کرد. فرمان زیر را در SPSS اجرا کنید:

Analyze/ Descriptive Statistics/ Frequencies

در کادر باز شده متغیرهایی که می‌خواهید منحنی نرمال را برای آن ترسیم کنید به کادر سفید انتقال دهید. سپس روی کلید Charts کلیک کنید و در کادر جدید گزینه‌های Histograms و with normal curve را فعال کنید. منحنی نرمال و نمودار هیستوگرام به نمایش در خواهد آمد.

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیرو-ویلک

پس از بررسی عادی یا نرمال بودن کشیدگی و یا چولگی توزیع داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک یا آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده می‌شود تا از نرمال بودن داده‌ها اطمینان حاصل گردد. هنگام بررسی نرمال بودن داده‌ها ما فرض صفر مبتنی بر اینکه توزیع داده‌ها نرمال است را در سطح خطای ۵٪ تست کنید. بنابراین اگر آماره آزمون بزرگتر مساوی ۰.۰۵ بدست آید، در این صورت دلیلی برای رد فرض صفر مبتنی بر اینکه داده نرمال است، وجود نخواهد داشت. به عبارت دیگر توزیع داده‌ها نرمال خواهد بود.

جهت انجام این دو آزمون فرمان زیر را اجرا کنید:

Analyze/Descriptive Statistics/Explore

در کادر باز شده متغیرهای موردنظر را وارد لیست Dependent list کنید و سایر جاها را خالی بگذارید. سپس روی دکمه plots کلیک کرده و در کادر جدید گزینه Normality plots with tests را تیک دار کنید.

با این عمل خروجی شامل جدولی تحت عنوان Tests of Normality است که به شما دو مقدار سطح معناداری را برای هر کدام از متغیرها به طور مجزا می‌دهد. این مقادیر در تشخیص نرمال بودن داده‌ها تعیین کننده است. چنانچه سطح معناداری در آزمون Shapiro-Wilk یا آزمون کولموگروف-اسمیرنوف که در این جدول با .sig نمایش داده می‌شود بیشتر از ۰.۰۵ باشد می‌توان داده‌ها را با اطمینان بالایی نرمال فرض کرد. در غیر این صورت نمی‌توان گفت که داده‌ها توزیع‌شان نرمال است.

۱۱-۴- آزمون نرمال بودن داده‌ها

چون آزمون‌های پارامتریک و مدل‌های ساختاری مبتنی بر فرض نرمال بودن داده‌ها هستند بنابراین قبل از استفاده از این روش‌ها، نخست باید آزمون نرمال بودن صورت گیرد. هنگام بررسی نرمال بودن داده‌ها،

فرض صفر مبتنی بر اینکه توزیع داده‌ها نرمال است، در سطح خطای ۵٪ آزمون می‌شود. اگر آماره آزمون بزرگتر یا مساوی ۰/۰۵ بدست آید، در این صورت دلیلی برای رد فرض صفر وجود نخواهد داشت. به عبارت دیگر توزیع داده‌ها نرمال خواهد بود. برای آزمون نرمال فرض‌های آماری به صورت زیر تنظیم می‌شود:

H_0: توزیع داده‌ها نرمال است

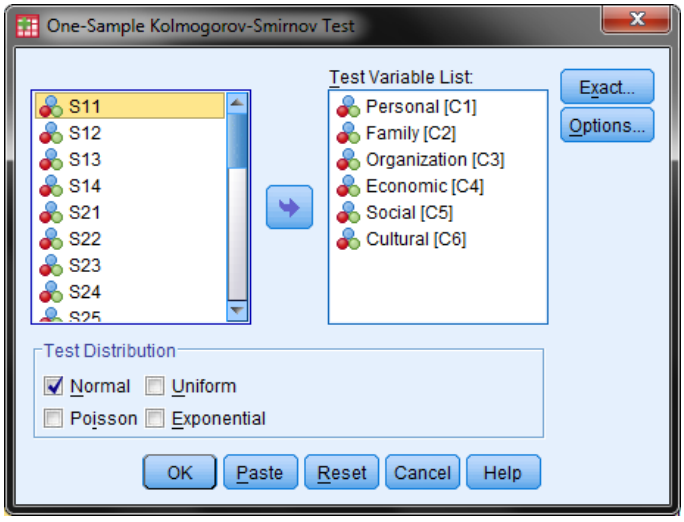
H_1: توزیع داده‌ها نرمال نیست

دقت کنید در تحلیل عاملی تائیدی و مدل‌یابی معادلات ساختاری نیازی به نرمال بودن تمامی داده‌ها نیست بلکه باید عامل‌ها (سازه‌ها) نرمال باشند. (کلاین[1]، ۲۰۱۰)

- فایل Normal.sav را باز کنید. در این فایل ۲۹ پرسش در قالب ۶ عامل ذخیره شده است. این ابعاد با نام C1 تا C6 ذخیره شده است. بنابراین فرض نرمال بودن داده‌ها در سطح معناداری ۵٪ با تکنیک کولموگروف-اسمیرنف آزمون شده است.

- از منوی Nonparametric tests زیرمنوی Legacy Dialogs گزینه 1-Sample KS را انتخاب کنید.

- عامل‌های موردنظر را به کادر Test Variable List وارد کنید.



[1] Kline, Rex B. (2010). Principles and Practice of Structural Equation Modeling, Series Editor's Note by Todd D. Little, The guilford press, New York London

دکمه OK را فشار دهید. خروجی نشان می‌دهد تمامی عامل‌ها نرمال هستند زیرا مقدار معناداری در تمامی موارد بزرگتر از سطح خطا بدست آمده است.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Personal	Family	Organization	Economic	Social	Cultural
N		72	72	72	72	72	72
Normal Parameters[a,b]	Mean	3.9375	3.6644	3.5556	3.6181	3.4361	3.4931
	Std. Deviation	.61774	.68889	.88236	.91059	.91086	.94195
Most Extreme Differences	Absolute	.091	.118	.120	.099	.091	.108
	Positive	.091	.069	.071	.065	.061	.063
	Negative	-.089	-.118	-.120	-.099	-.091	-.108
Kolmogorov-Smirnov Z		.776	.997	1.014	.842	.771	.913
Asymp. Sig. (2-tailed)		.583	.273	.255	.477	.592	.376

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

۱۱-۵- آزمون تصادفی بودن داده‌ها

جهت آنکه بتوان از نتایج به دست آمده از یک نمونه، به نتایجی درباره جامعه برسد، باید نمونه انتخاب شده، یک نمونه کاملا تصادفی باشد. به عبارت دیگر آزمون تصادفی بودن، هنگامی به کار می‌رود که بخواهیم از تصادفی بودن توالی مقادیر متغیرها مطمئن شویم.

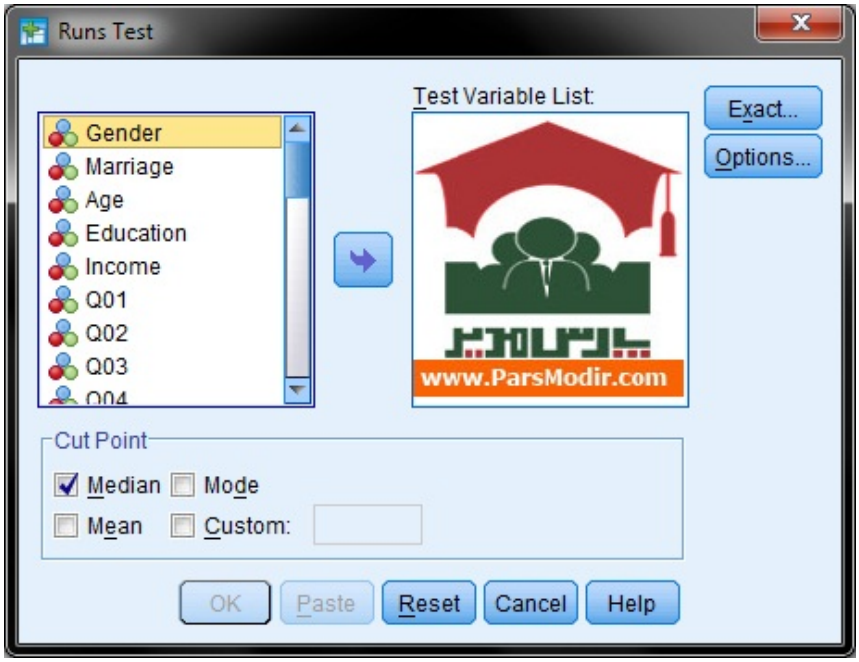
فرض صفر: توزیع داده‌ها تصادفی است.

فرض بدیل: توزیع داده‌ها تصادفی نیست.

- برای اجرای آزمون فایل data2.sav را باز کنید.
- مسیر زیر را دنبال کنید:

Analyze/Nonparametric Test/Runs...

- متغیرهای اعتماد، تعهد و رضایت را به کادر Test Variable List منتقل کنید.
- می‌توانید تصادفی بودن داده‌ها را حول میانه، میانگین، مد یا عددی دلخواه آزمون کنید.
- توصیه می‌شود روی میانگین (Mean) تنظیم کنید. یعنی تیک مربوط به میانگین را در کادر مربوط به آزمون Run Test فعال کنید.



نتایج حاصل از آزمون تصادفی بودن داده‌ها ارائه شده است.

Runs Test

	Trust	Satisfaction	Commitment
Test Value[a]	3.6933	3.7283	3.6550
Cases < Test Value	58	56	55
Cases >= Test Value	62	64	45
Total Cases	120	120	100
Number of Runs	59	50	46
Z	-.355	-1.977	-.914
Asymp. Sig. (2-tailed)	.723	.048	.361

a. Mean

ملاک تصمیم‌گیری مقدار معناداری (Asymp Sig) است. اگر این مقدار از سطح خطا بزرگتر باشد توزیع داده‌ها تصادفی است. در این صورت حتما تخمین نرمال (Z) بین [۱/۹۶و۱/۹۶-] خواهد بود. در مورد متغیر رضایت مقدار معناداری از سطح خطا کوچکتر و تخمین نرمال یا آماره Z از ۱/۹۶- کوچکتر است. بنابراین توزیع داده‌های متغیر رضایت حول میانگین تصادفی نیست.

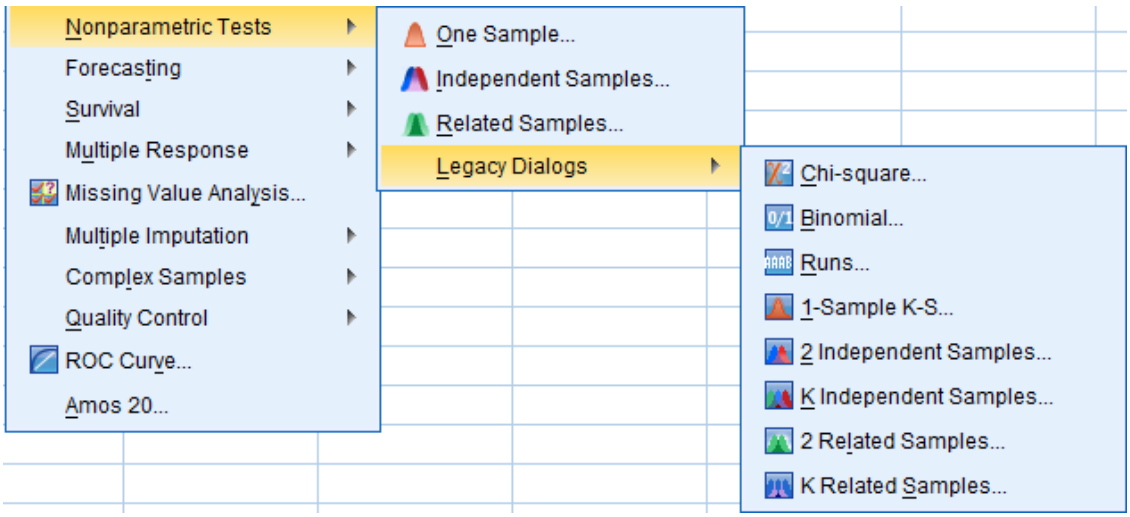
بخش دوازدهم

آزمون‌های ناپارامتریک

مقدمه

آمار ناپارامتریک مستلزم هیچگونه فرضی در مورد توزیع جامعه نیست. به همین خاطر بسیاری از تحقیقات علوم انسانی که با مقیاس‌های کیفی سنجیده شده و فاقد توزیع[1] هستند از شاخص‌های آمار ناپارامتریک استفاده می‌کنند. اگر متغیرها از نوع اسمی و ترتیبی بوده حتما از روش‌های ناپارامتریک استفاده می‌شود. اگر متغیرها از نوع فاصله‌ای و نسبی باشند در صورتیکه فرض شود توزیع آماری جامعه نرمال یا بهنجار است از روش‌های پارامتریک استفاده می‌شود در غیراینصورت از روش‌های ناپارامتریک استفاده می‌شود.

آزمون ویلکاکسون، آزمون u مان-ویتنی، آزمون کروسکال-والیس، رتبه‌بندی فریدمن و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف از مهمترین آزمون‌های ناپارامتریک هستند که در این بخش بررسی می‌شوند. در ویرایش جدید SPSS یعنی ویرایش‌های ۱۶ به بعد آزمون‌های ناپارامتریک مرسوم در زیرمنوی جدید Legacy Dialogs گردهم آمده است.



[1] Free of distribution

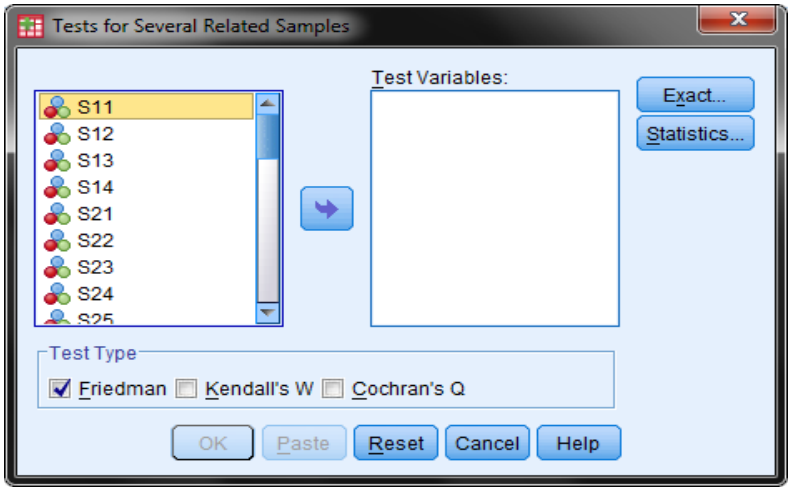
واژه Legacy به معنی ارث و ماترک است و البته زمانی که ویندوز ویستا و بعد سون رونمائی شدند IBM برای آنکه از قافله عقب نماند SPSS 16 را متفاوت از ورژن‌های قبلی ارائه کرد. حتی نام قدیمی SPSS با نام PASW جابجا شده است. از نسخه ۱۶ به بعد تغییرات خیلی چشمگیر نیست اما آنها که نسخه ۱۵ و قبل‌تر را دارند خیلی با ویرایش‌های جدید مشکل دارند. بسیاری از منوها و زیرمنوهای قدیمی در واژه Legacy قابل جستجو است.

یک مساله و پاسخ

یکی دیگر از مشکلات کاربران با ویرایش‌های بعد از ۱۵ آن است که خروجی‌های قدیمی SPSS آنها قابل خواندن نیست. فایل داده در تمامی نسخه‌ها با فرمت sav ذخیره می‌شود ولی خروجی‌های قدیمی با پسوند spo ذخیره می‌شدند اما در ورژن‌های جدید با پسوند spv ذخیره می‌شوند. حال نکته این است علاوه بر آنکه ورژن‌های قدیمی نمی‌توانند خروجی ورژن‌های جدید را پشتیبانی کنند، ورژن‌های جدید نیز نمی‌توانند خروجی ورژن‌های قدیمی را پشتیبانی نمی‌کنند. حال سوال این است اگر مجموعه بزرگی از خروجی‌های SPSS قدیمی دارید و به ورژن‌های جدید کوچ کرده‌اید برای مشاهده خروجی‌های قدیمی چه باید کرد؟ تنها راهی که یافته‌ام استفاده از نرم‌افزاری رایگان به نام SPSS Legacy Viewer است که از سایت پارس‌مدیر نیز قابل دانلود است.

۱۲-۱- آزمون فریدمن

آزمون فریدمن یکی از آزمون‌های ناپارمتریک بسیار مهم است. این آزمون معادل روش پارامتریک آنالیز واریانس دو عاملی است که در آن k تیمار به صورت تصادفی به n بلوک تخصیص داده شده‌اند. این آزمون برای رتبه‌بندی اهمیت متغیرهای پژوهش استفاده می‌شود. جهت رتبه‌بندی متغیرها با آزمون فریدمن از منوی Analyze گزینه nonparametric tests زیرمنوی Legacy Dialogs فرمان K-Related samples را اجرا کنید.



در این کادر گزینه فریدمن را مانند شکل تیک بزنید تا فعال شود. برونداد نرم‌افزار را با فشردن دکمه ok مشاهده خواهید کرد.

مثال کاربردی: برای نمونه ۷ متغیر برای سنجش میزان اهمیت ویژگی‌های یک مدیر انتخاب شده است. پرسش‌ها با طیف لیکرت پنج درجه ارائه شده است. دیدگاه پاسخ‌دهندگان درباره اهمیت هر ویژگی با آزمون فریدمن رتبه‌بندی شده است. نتایج خروجی SPSS به صورت زیر است:

Ranks

	Mean Rank
Q1	2.80
Q2	5.30
Q3	5.05
Q4	5.37
Q5	5.48
Q6	2.18
Q7	1.82

Test Statistics(a)

N	30
Chi-Square	127.357
df	6
Asymp. Sig.	.000

براساس این نتایج گزینه ۵ که بصورت Q5 در جدول قابل مشاهده است از بیشترین اهمیت برخوردار است. همینطور براساس جدول دوم از دیدگاه ۳۰ نفر در این آزمون استفاده شده است. مقدار معناداری نیز ۰/۰۰۰ بدست آمده است که نشان می‌دهد می‌توان در سطح خطای ۱٪ به نتایج بدست آمده اتکا کرد.

۱۲-۲- آزمون همبستگی کندال

ضریب همبستگی کندال که با نماد w نشان داده می‌شود یک آزمون ناپارامتریک است و برای تعیین میزان هماهنگی میان نظرات استفاده می‌شود. ضریب کندال بین ۰ و ۱ متغیر است. اگر ضریب کندال صفر باشد یعنی عدم توافق کامل و اگر یک باشد یعنی توافق کامل وجود دارد.

ویژگی‌های ضریب کندال یکی از مهمترین کاربردهای این آزمون را در مدیریت فراهم کرده است. برای پایان راندهای تکنیک دلفی می‌توان از ضریب هماهنگی کندال استفاده کرد. برای تعیین میزان وحدت نظر می‌توان از **ضریب هماهنگی کندال**[1] استفاده کرد. ضریب هماهنگی کندال مقیاسی برای تعیین درجه هماهنگی و موافقت بین چندین دسته رتبه مربوط به n پدیده است. این مقیاس همبستگی رتبه‌ای میان m مجموعه رتبه را نشان می‌دهد. این مقیاس برای تعیین **روائی دیدگاه داوران**[2] قابل استفاده است. ضریب هماهنگی کندال نشان می‌دهد افرادی که چند مقوله را براساس اهمیت آنها مرتب کرده‌اند، بطور اساسی معیارهای مشابهی را برای قضاوت درباره اهمیت هریک از مقوله‌ها بکار برده‌اند و از این نظر با یکدیگر اتفاق نظر دارند [۱۵]. (سیگه و کاستلان، ۱۹۸۸، علیدوستی و همکاران، ۱۳۸۴)

فرمول محاسبه ضریب کندال به صورت زیر است:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

که در آن

$$S = \sum_{i=1}^{n} (R_i - \bar{R})^2$$

Rj= مجموع رتبه‌های مربوط به یک عامل

m= تعداد مجموعه رتبه‌ها یا تعداد داوران

n= تعداد عوامل رتبه‌بندی شده یا تعداد پدیده‌ها

مقدار این مقیاس هنگام هماهنگی یا موافقت کامل برابر با یک و در زمان نبود کامل هماهنگی برابر با صفر است. اشمیت برای تصمیم‌گیری درباره توقف یا ادامه دورهای دلفی دو معیار آماری ارائه کرده است.

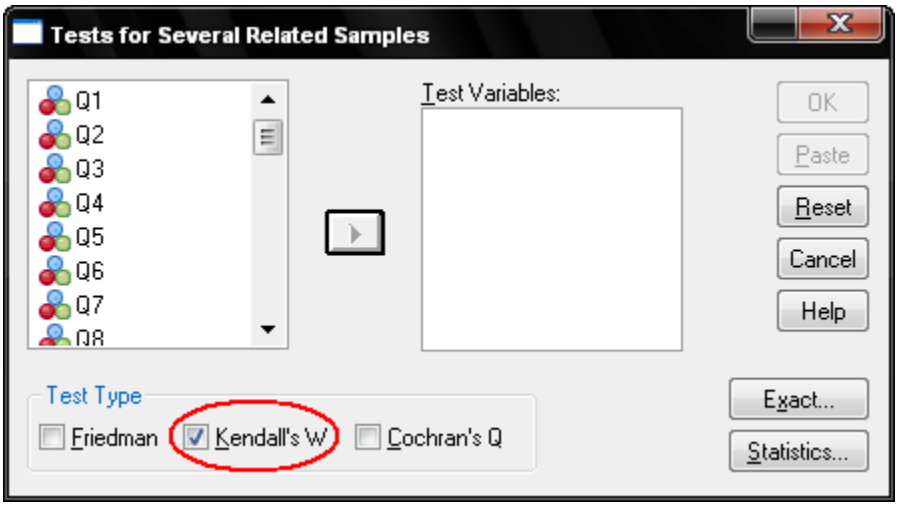
[1] kendall coefficient of concordance
[2] Interjudge relaybility

اولین معیار اتفاق نظر قوی میان اعضای پانل است که براساس مقدار ضریب هماهنگی کندال تعیین می‌شود. در صورت نبود چنین اتفاق نظری، ثابت ماندن این ضریب یا رشد ناچیز ان در دو دور متوالی نشان می‌دهد که افزایشی در توافق صورت نگرفته است و فرایند نظرخواهی باید متوقف شود. معناداری آماری ضریب w برای متوقف کردن فرایند دلفی کافی نیست. برای پنل‌های با تعداد بیشتر از ۱۰ عضو نیز مقادیر بسیار کوچک w نیز معنادار محسوب می‌شود.

برای نمونه در مطالعه دکتر فاطمه ثقفی و مریم محامدپور (۱۳۸۸) از این آزمون استفاده شده است. ضریب هماهنگی کندال برای پاسخ‌های اعضا درباره ترتیب موضوعات مناسب برای ۳ جنبه مختلف در دور اول برای جنبه‌های سه گانه به ترتیب ۰/۵۷۵، ۰/۵۴۱ و ۰/۵۷۳ بود. با توجه به اینکه تعداد اعضای پنل بیش از 10 نفر بود، این میزان از ضریب کندال کاملاً معنی دار به حساب می‌آید. ضریب هماهنگی کندال برای جنبه‌ها در دور دوم نسبت به دور اول کمتر از ۰/۰۵ افزایش داشت. این ضریب یا میزان اتفاق نظر میان اعضای پانل در دو دور متوالی را نشان داده و نشانگر توقف کار نظرسنجی دلفی است.

- ضریب کندال در SPSS

- از منوی Analyze گزینه nonparametric tests فرمان K-Related samples را اجرا کنید.



- به جای گزینه Friedman گزینه Kendall's w را تیک بزنید.

- گزینه‌ها را به کادر test variables منتقل کنید.

- دکمه ok را فشار دهید.

Test Statistics

N	30
Kendall's W(a)	.586
Chi-Square	491.917
df	28
Asymp. Sig.	.000

a Kendall's Coefficient of Concordance

برای نمونه در مثال بالا مقدار آماره کندال ۰/۵۸۶ بدست آمده است که نشان می‌دهد تقریباً پنجاه درصد هماهنگی بین دیدگاه‌ها وجود دارد. مقدار معناداری نیز ۰/۰۰۰ محاسبه شده است که نشان می‌دهد ضریب هماهنگی مشاهده شده معنادار است.

۱۲-۳- آزمون علامت و آزمون ویلکاکسون

برای آزمون فرض پیرامون میانگین یک جامعه از **آزمون علامت تک نمونه** استفاده می‌شود. برای آزمون فرض پیرامون دو میانگین از یک جامعه از **آزمون علامت زوجی** استفاده می‌شود. نظر به برخی نارسائی‌های آزمون علامت زوجی از آزمون **ویلکاکسون** استفاده می‌شود. آزمون ویلکاکسون همان آزمون علامت زوجی است که در آن اختلاف نسبی تفاوت از میانگین لحاظ می‌شود. یعنی اندازه داده‌ها نیز در نظر گرفته می‌شود.

بنابراین آزمون ویلکاکسون معادل ناپارامتریک آزمون t زوجی است که برای مقایسه دو میانگین از یک جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای نمونه میزان رضایت کاربران سایت پارس‌مدیر از دو بخش دانلود مقاله و دانلود کتاب بررسی شده است. میزان رضایت هر کاربر با مقیاس ۷ درجه لیکرت سنجیده شده است. می‌خواهیم بدانیم رضایت کاربران از این دو بخش تفاوت معناداری دارد یا خیر؟

کتاب مدیریت	مقاله مدیریت
4	7
3	6
5	7
5	5
6	7
4	6
4	4
3	5

6	6
7	7
7	3
5	4

فرض صفر یا H_0 : اختلاف دیدگاه دو گروه معنادار نیست. (عدم تفاوت رضایت)

فرض بدیل یا H_A : اختلاف دیدگاه دو گروه معنادار است.

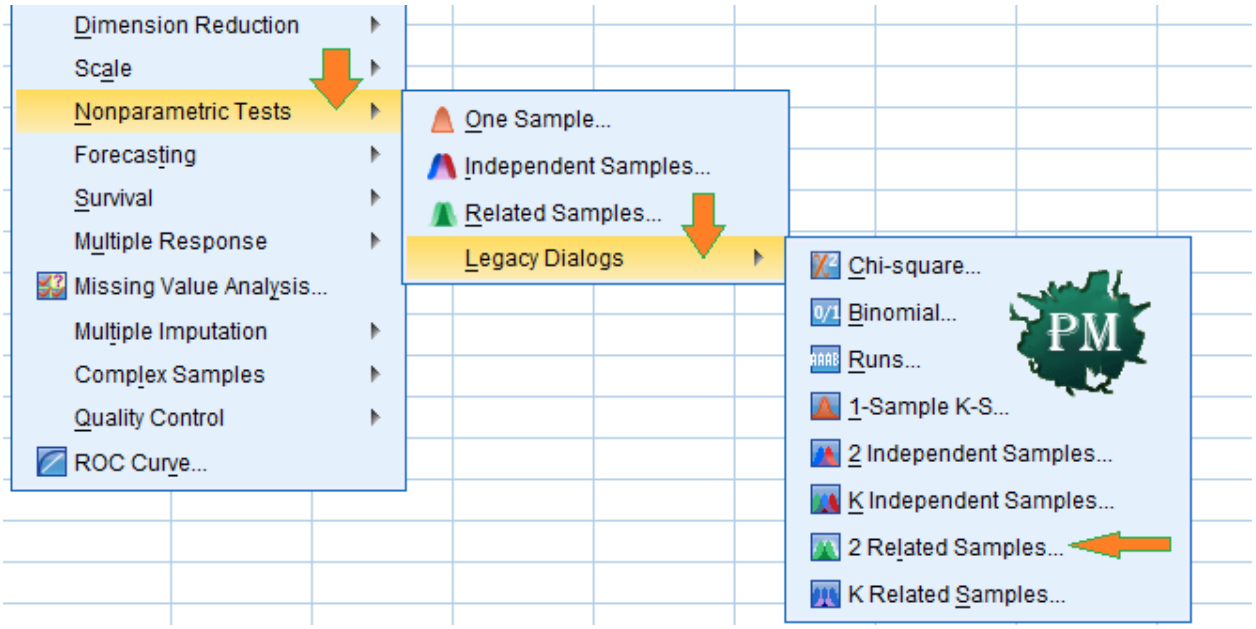
بیان آماری فرض‌های پژوهش H_0 و H_1 به صورت زیر است:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

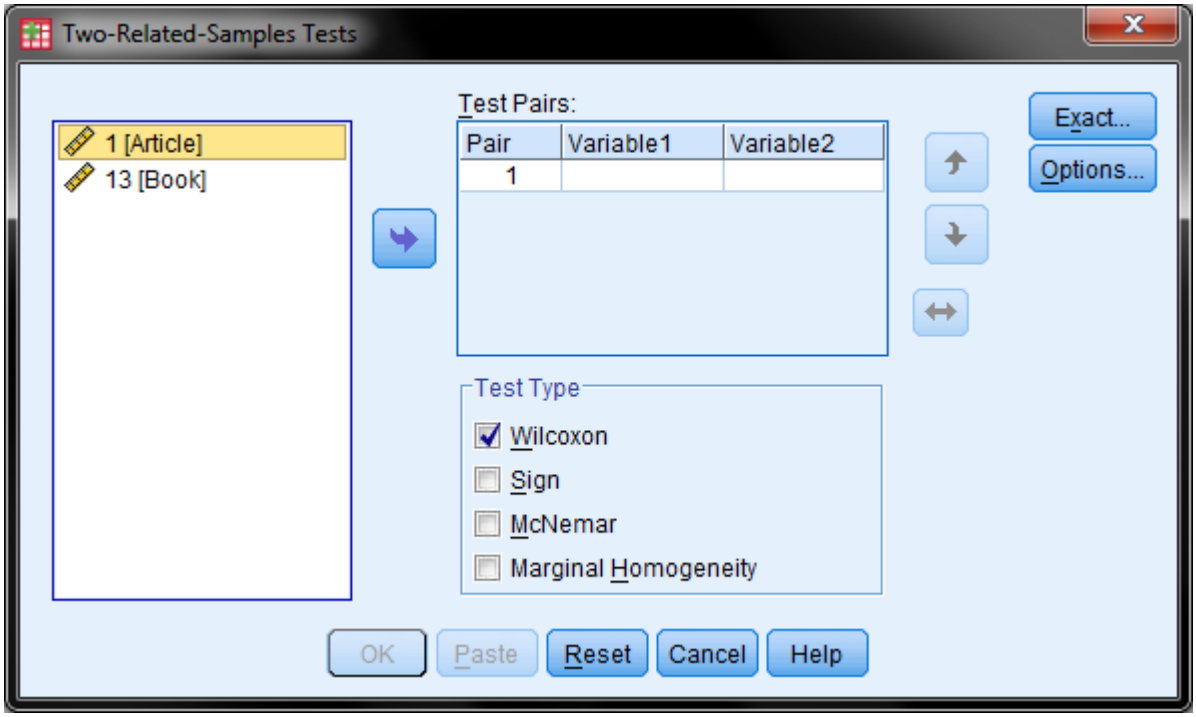
آزمون علامت و ویلکاکسون با استفاده از SPSS

برای استفاده از آزمون ویلکاکسون فرمان زیر را اجرا کنید:

Analyze→ Nonparametric Tests → legacy Dialogs→ 2 Related Samples



کادر زیر ظاهر می‌شود.



- در این کادر می‌توانید از آزمون علامت یا ویلکاکسون بسته به مورد استفاده کنید.

- در این مثال گزینه wilcoxon را فعال کنید.

- دو متغیری که می‌خواهید مقایسه کنید را به کادر Test Pair List وارد کنید.

- اگر می‌خواهید همزمان آزمون علامت را نیز اجرا کنید گزینه Sign را فعال کنید.

- اگر می‌خواهید داده‌های توصیفی را نیز داشته باشید دکمه option را کلیک کنید و در کادر ظاهر شده گزینه descriptive را فعال کنید. - دکمه Ok کلیک کنید تا خروجی مشاهده شود.

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Book - Article	Negative Ranks	8(a)	4.50	36.00
	Positive Ranks	0(b)	.00	.00
	Ties	4(c)		
	Total	12		

a Book < Article , b Book > Article, c Book = Article

Test Statistics(b)

	Book - Article
Z	-2.539(a)
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011

a Based on positive ranks. b Wilcoxon Signed Ranks Test

تحلیل نتایج

براساس نتایج بدست آمده ۸ نفر معتقدند بخش مقاله بهتر است. هیچکدام بخش کتاب را بهتر نمی‌دانند و ۴ نفر نیز معتقدند هر دو بخش مطلوبیت یکسانی دارند. مقدار P-Value برابر ۰/۰۱۱ محاسبه شده است که نشان می‌دهد اختلاف رضایت از دو بخش مورد بررسی معنادار است.

۱۲-۴- آزمون مک نمار

برای بررسی مشاهدات زوجی درباره متغیرهای دو ارزشی می‌توانید از آزمون مک نمار استفاده کنید. آزمون مک نمار مانند آزمون علامت که قبلا مطرح شد، برای معنی دار بودن تغییرات به ویژه برای طرحهای «قبل از/ بعد از» استفاده می‌شود که در آن هر فرد یا آزمودنی به عنوان گواه خود به کار می‌رود و در آن یافته‌ها به صورت اسمی یا رتبه‌ای هستند. از این آزمون برای بررسی میزان تاثیر یک کتاب یا دوره آموزشی و.. استفاده می‌شود. برای استفاده از آزمون مک-نمار مانند آزمون ویلکاکسون فرمان زیر را اجرا کنید:

Analyze→ Nonparametric Tests → 2 Related Samples

در کادر ظاهر شده گزینه mcNemar را فعال کنید.

۱۲-۵- آزمون مان-ویتنی

آزمون من-ویتنی به آزمون u نیز موسوم است و جهت مقایسه میانگین دو جامعه استفاده می‌شود. این آزمون معادل ناپارامتریک آزمون t مستقل است.

مثال کاربردی: در یک مطالعه میدانی برای بررسی مهارت‌های اجتماعی دانش‌آموزان از مقیاس ماتسون استفاده شده است و عزت نفس دانش‌آموزان نیز با مقیاس کوپر اسمیت سنجیده شده است. مقیاس کوپراسمیت براساس جواب‌های بلی-خیر تنظیم شده است. همچنین پاسخ‌دهندگان به دو دسته با عزت نفس پائین و بالا تقسیم شده‌اند.

هدف: بررسی وضعیت مهارت‌های اجتماعی دانش‌آموزان براساس عزت نفس

بیان فرضیه‌های آماری: فرض صفر مبتنی بر آن است که تفاوتی بین مهارت‌های اجتماعی افراد با عزت نفس پائین و بالا وجود ندارد. فرض بدیل نیز ادعای آزمون است.

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_a: \mu_1 = \mu_2 \end{cases}$$

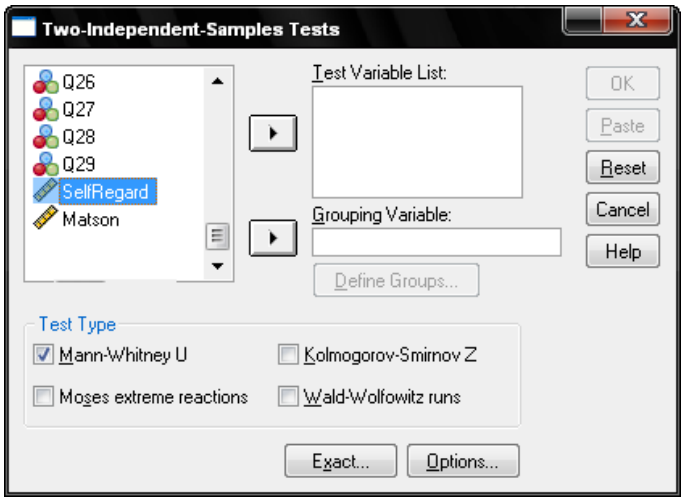
از آنجا که با دو گروه مستقل سروکار داریم و چون داده‌ها از نوع اسمی بوده و فرض نرمال بودن برقرار نیست از آزمون u من-ویتنی برای بررسی رابطه مهارت‌های اجتماعی با عزت نفس استفاده شده است.

آزمون من-ویتنی با استفاده از SPSS

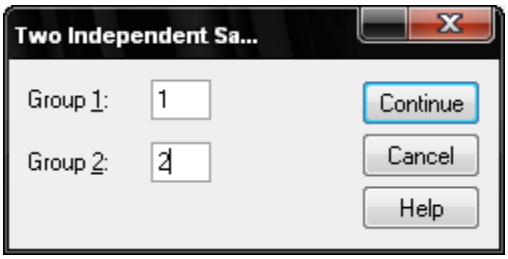
برای استفاده از آزمون من-ویتنی فرمان زیر را اجرا کنید:

Analyze→ Nonparametric Tests → 2 independent Samples

کادر زیر ظاهر می‌شود.



- گزینه mann-whitney را فعال کنید.
- متغیر مهارت‌های اجتماعی (Matson) را به کادر Test variable list منتقل کنید.
- متغیر دو مقوله‌ای در اینجا عزت نفس (SelfRegard) را به کادر Grouping Variable منتقل کنید.
- روی تگمه Define variable کلیک کنید.



- در کادر ظاهر شده مانند شکل اعداد ۱ و ۲ را وارد کرده و سپس دکمه Continue را بزنید.

- در کادر اصلی نیز دکمه OK را بزنید.

- برونداد آزمون در یک صفحه مجزا باز می‌شود. نتیجه حاصل چند قسمت دارد. در جدول اول نتایج آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار آمده است. خروجی آزمون من-ویتنی بصورت زیر است:

Ranks

	Ezzat Nafs	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Matsson	Low	39	25.72	1003.00
	Medium	17	34.88	593.00
	Total	56		

Test Statistics(a)

	Matsson
Mann-Whitney U	223.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043

a Grouping Variable: Ezzat Nafs

براساس نتایج بدست آمده مقدار P-Value برابر ۰/۰۴۳ بدست آمده است که کوچکتر از سطح خطا (۵٪) است. بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد بین مهارت‌های اجتماعی و عزت نفس دانش‌اموزان رابطه معناداری وجود دارد.

۱۲-۶- آزمون کولموگروف-اسمیرنف

نوعی آزمون نیکوئی برازش برای مقایسه یک توزیع نظری با توزیع مشاهده شده است. برای استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنف مانند آزمون من-ویتنی فرمان زیر را اجرا کنید:

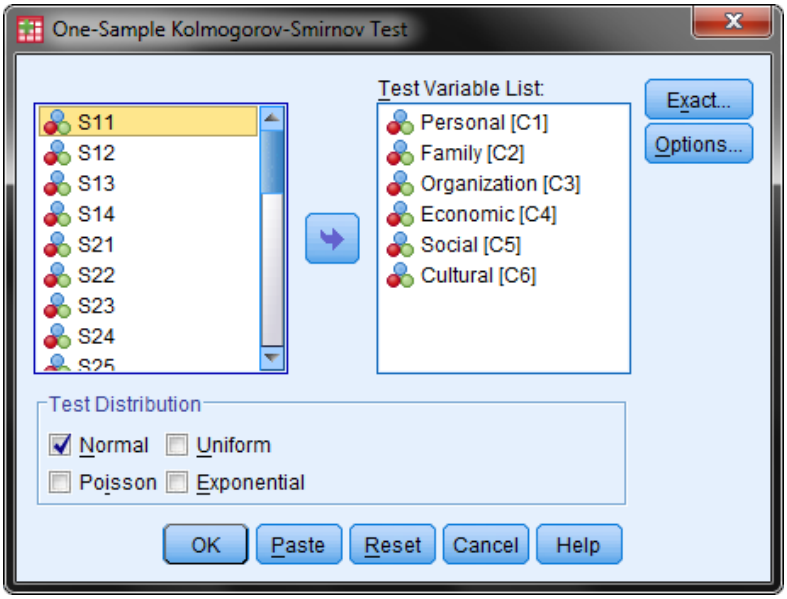
Analyze→ Nonparametric Tests →Leagcy Dialogs→2 Related Samples

در کادر ظاهر شده گزینه Kolmogorov-smirnov را فعال کنید. یکی از مهمترین کاربردهای این آزمون سنجش نرمال بودن داده‌ها است که در فصل گذشته بیان شد. البته کاربردهای دیگری نیز وجود دارد که عبارتند از:

- برای مقایسه توزیع مشاهده شده با توزیع نرمال گزینه Normal را فعال کنید.

- برای مقایسه توزیع مشاهده شده با توزیع یکنواخت گزینه Uniform را فعال کنید.

- برای مقایسه توزیع مشاهده شده با توزیع پواسون گزینه Poisson را فعال کنید.
- برای مقایسه توزیع مشاهده شده با توزیع نمائی گزینه Exponential را فعال کنید.



هنگام بررسی یکنواخت بودن داده‌ها، فرض صفر مبتنی بر اینکه توزیع داده‌ها یکنواخت است را در سطح خطای ۰/۰۵ تست می‌شود. اگر مقدار معناداری بزرگتر یا مساوی سطح خطا (۵٪) بدست آید، در این صورت دلیلی برای رد فرض صفر وجود نخواهد داشت. به عبارت دیگر توزیع داده‌ها یکنواخت خواهد بود. برای آزمون یکنواخت بودن فرض‌های آماری به صورت زیر تنظیم می‌شود:

H_0: توزیع داده‌ها یکنواخت است

H_1: توزیع داده‌ها یکنواخت نیست

تفسیر نتایج خروجی مانند آزمون نرمال است. سایر توزیع‌ها نیز به همین صورت بررسی می‌شود.

۱۲-۷- کروسکال-والیس

از آزمون کروسکال-والیس به منظور بررسی اختلاف میانگین چند جامعه آماری استفاده می‌شود. به آزمون H نیز موسوم است و تعمیم آزمون U مان-ویتنی می‌باشد. آزمون کروسکال-والیس معادل روش پارامتریک آنالیز واریانس تک عاملی است.

مثال کاربردی: در آزمون رضایت کاربران سایت پارس مدیر اگر بخواهیم تفاوت رضایت دانشجویان ۴ گرایش مختلف را بسنجیم باید از تکنیک تحلیل واریانس استفاده کنیم. اگر فرض نرمال بودن مطرح نباشد از معادل ناپارامتریک آن یعنی آزمون کروسکال-والیس استفاده می‌شود:

مدیریت بازاریابی	مدیریت مالی	مدیریت صنعتی	مهندسی صنایع

بیان آماری این آزمون به صورت زیر است:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$

آزمون کروسکال-والیس با استفاده از SPSS

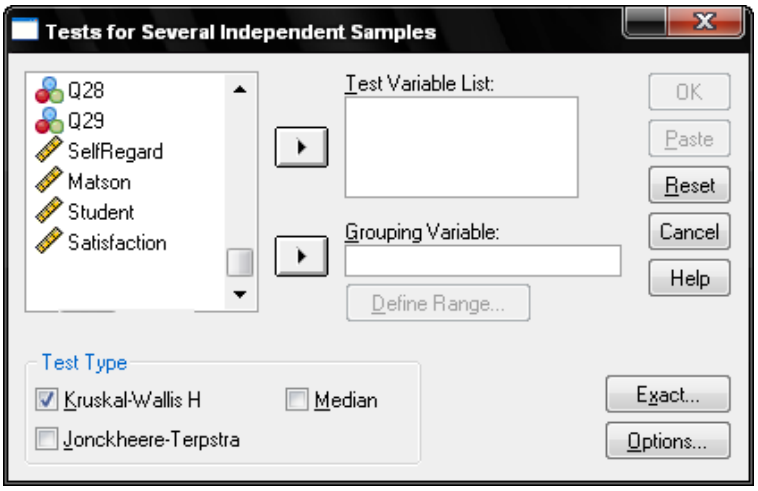
- در زبانه Variable View پس از تعریف متغیر Student ارزش‌هایی مانند زیر را تعیین کنید:

1 = Marketing
2 = Finance
3 = MIndustrial
4 = EIndustrial

- در گام بعد باید آزمون آماری انجام گیرد. فرمان زیر را اجرا کنید:

برای استفاده از آزمون من-ویتنی فرمان زیر را اجرا کنید:

Analyze→ Nonparametric Tests → k independent Samples

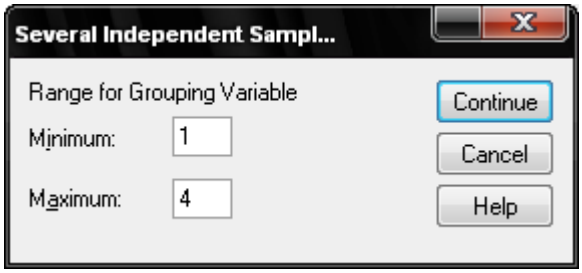


- گزینه kruskal-wallis را فعال کنید.

- متغیر رضایت (Satisfaction) را به کادر Test variable list منتقل کنید.

- متغیر چند مقوله‌ای در اینجا رشته تحصیلی (Student) را به کادر Grouping Variable منتقل کنید.

- روی تگمه Define variable کلیک کنید.



- در کادر ظاهر شده مانند شکل اعداد ۱ و ۴ را وارد کرده و سپس دکمه Continue را بزنید. دقت کنید چون برای اولین رشته عدد ۱ و برای آخرین رشته عدد ۴ در ظنر گرفته شده است و دراینجا می‌خواهیم براساس هر چهار رشته مقایسه صورت گیرد این اعداد وارد شده است. در کادر اصلی نیز دکمه OK را بزنید.

- برونداد آزمون در یک صفحه مجزا باز می‌شود. نتیجه حاصل چند قسمت دارد. در جدول اول نتایج آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار آمده است. خروجی آزمون کروسکال-والیس بصورت زیر است:

	Satisfaction	Motivation	Innovation
Chi-Square	1.796	10.305	2.967
df	3	3	3
Asymp. Sig.	.026	.016	.397

a Kruskal Wallis Test, b Grouping Variable: Father Education

مقدار معناداری رابطه رشته تحصیلی با متغیر رضایت ۰/۰۲۶ بدست آمده است. بنابراین در سطح خطای ۵٪ فرض صفر رد می‌شود. یعنی رشته تحصیلی با میزان رضایت از سایت رابطه دارد.

بخش سیزده

آزمون دوجمله‌ای

مقدمه

یکی دیگر از آزمون‌های پرکاربرد ناپارامتریک آزمون دو جمله‌ای یا آزمون نسبت موفقیت است. این آزمون معادل ناپارامتریک آزمون t تک نمونه است. اگرچه از آزمون علامت تک نمونه نیز می‌توان به عنوان معادل ناپارامتریک آزمون t تک نمونه یاد کرد اما در SPSS تنها امکان استفاده از آزمون دو جمله‌ای وجود دارد.

آزمون دوجمله‌ای binomial یک آزمون ناپارامتری می‌باشد که در آن بر مبنای یک مقدار یا مشخصه به بررسی موفقیت و شکست پرداخته می‌شود. منظور از موفقیت و شکست وجود یا عدم وجود یک متغیر در جامعه مورد بررسی می‌باشد. برای نمونه محققی درصدد است میزان رضایت مشتریان یک بانک را با استفاده از این آزمون بسنجد. وی با دو حالت رضایتمندی (موفقیت) و عدم وجود رضایت (شکست) سر و کار دارد. بنابراین برای وجود و یا عدم وجود یک متغیر از آزمون دوجمله‌ای سود برده می‌شود. از این آزمون از آن‌جایی که با یک متغیر سرو کار داریم برای آزمون فرضیه‌های توصیفی استفاده می‌شود. برای درک بهتر آزمون دوجمله‌ای نخست باید با مفهوم توزیع برنولی و توزیع دوجمله‌ای آشنا شد.

۱۳-۱- توزیع برنولی و توزیع دوجمله‌ای

آزمایش‌هایی که دارای دو پیامد باشد و احتمال وقوع هر پیامد از آزمایشی به آزمایش دیگر ثابت باشد، به هر آزمایش یک آزمایش برنولی گویند. توزیع تعداد موفقیت‌ها (۰ یا ۱) نیز توزیع برنولی گفته می‌شود. در آزمایش برنولی احتمال موفقیت را با p و احتمال شکست با q نشان داده می‌شود بطوریکه: p=1-q

۱- هر آزمایش باید دارای دو پیامد باشد.

۲- احتمال وقوع هر پیامد از آزمایشی به آزمایش دیگر ثابت باشد.

۳- آزمایش‌ها مستقل از هم صورت گیرد.

نمونه‌گیری با جایگذاری از یک جامعه محدود و نمونه‌گیری بدون جایگذاری از یک نامحدود یک آزمایش برنولی است.

۱۳-۲- توزیع دوجمله‌ای

در n آزمایش برنولی با احتمال موفقیت p اگر متغیر تصادفی x تعداد موفقیت‌ها باشد، توزیع احتمال x توزیع دوجمله‌ای نامیده می‌شود. بنابراین متغیر تصادفی x می‌تواند مقادیر ۰ تا n را اختیار کند.

$$P(X = x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

براساس قضیه حد مرکزی، شکل حدی توزیع دوجمله‌ای، توزیع نرمال است. بطورکلی اگر np و nq هر دو از ۵ بزرگتر باشند، از توزیع نرمال به عنوان تقریبی برای توزیع دوجمله‌ای استفاده می‌شود.

۱۳-۳- آزمون دو جمله‌ای

آزمون دو جمله‌ای معادل ناپارامتری آزمون t تک نمونه‌ای می‌باشد، بدین معنا که اگر توزیع جامعه مشخص نباشد از آزمون دوجمله‌ای به جای آزمون t تک نمونه‌ای استفاده می‌گردد. از آزمون دو جمله‌ای در SPSS زمانی استفاده می‌گردد که متغیری شامل دو مقدار باشد. از این آزمون زمانی استفاده می‌گردد که دو خصوصیات زیر برقرار باشد:

۱- هر یک از آزمایشات دو حالت داشته باشند. در واقع متغیرهای بولی[1] که دارای دو حالت هستند در این نوع آزموت مورد استفاده قرار می‌گیرند مانند (موفقیت یا شکست)، (سالم یا خراب) و (درست یا نادرست) و... .

۲- تمامی مشاهدات باید از یکدیگر مستقل باشند یعنی پاسخ یک نمونه بر روی پاسخ نمونه دیگری تأثیرگذار نباشد.

استفاده از آزمون دوجمله‌ای در پرسشنامه با طیف لیکرت

می توان در متغیرهای کمی نیز از آزمون دوجمله‌ای استفاده نمود به شرطی که یک نقطه را تعیین نمود و مقادیر را به دو گروه کمتر / بیشتر (از آن نقطه) تفکیک کرد. برای نمونه، محققی می‌خواهد دریابد که آیا

[1] Boolean

عملکرد شغلی کارکنان یک سازمان بالا است یا خیر. وی با طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای، عملکرد شغلی کارکنان را سنجیده است. وی می‌تواند با استفاده از این آزمون، نمره بالاتر از ۳ را به عنوان موفقیت و ۳ و کوچک‌تر از ۳ را شکست در نظر گیرد.و این مسئله را آزمون کند که آیا نیمی از افراد جامعه عملکرد بالا دارند یا خیر (در نیمی از آن‌ها موفقیت وجود دارد یا خیر).

فرضیه آزمون دوجمله‌ای به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{cases} H_0: p = p_0 \\ H_1: p \neq p_0 \end{cases}$$

تحلیل نتایج آزمون دو جمله ای

قبل از انجام آزمون یک سطح خطا که معمولا ۵ صدم است در نظر گرفته می‌شود و دو فرضیه آماری زیر تدوین می‌شود

فرض صفر:درصد موفقیت در جامعه برابر نسبت آزمون است.

فرض مقابل :درصد موفقیت در جامعه برابر نسبت آزمون نیست.

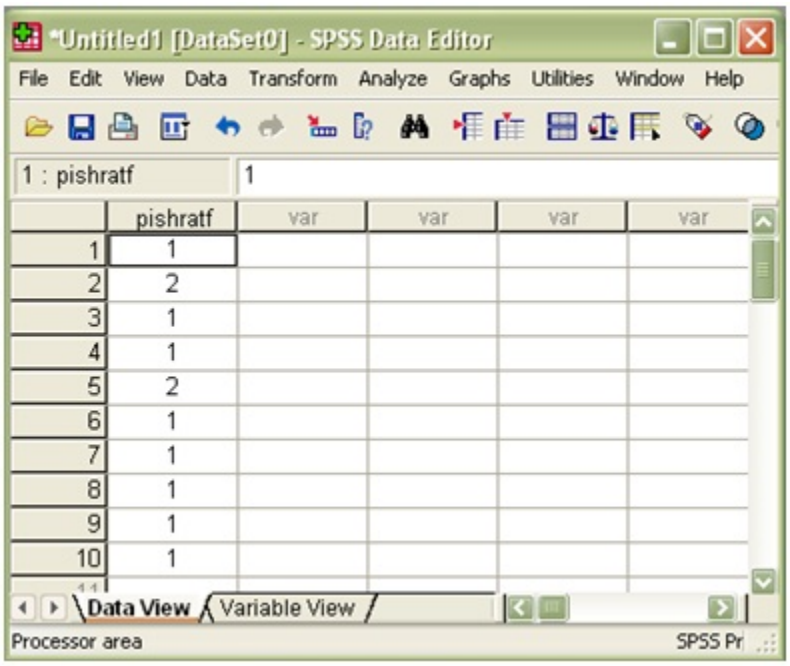
با مشخص نمودن وضعیت شکست و موفقیت یک درصد احتمال برای هر یک از این دو وضعیت در نظر گرفته می‌شود و آزمون انجام می‌گیرد. چنانچه سطح معناداری کمتر از سطح خطای در نظر گرفته شده باشد فرض صفر رد شده و نتیجه میشود که درصد موفقیت و به تبع آن شکست برابر با حد ارایه شده در آزمون نیست. برای مشخص نمودن میزان نسبت به احتمال مشاهده شده توجه می‌شود.

مثال عملی:

فرض کنید معلمی ادعا می‌کند که روش آموزش جدیدی برای درس ریاضی یافته است که نمره درس ریاضی دانش آموزان را بهبود می‌بخشد. برای این مدعا از میان ۱۰ دانش آموزی که این روش یادگیری جدید را تجربه نموده‌اند ۸ نفر آنها در درس ریاضی پیشرفت داشته‌اند.

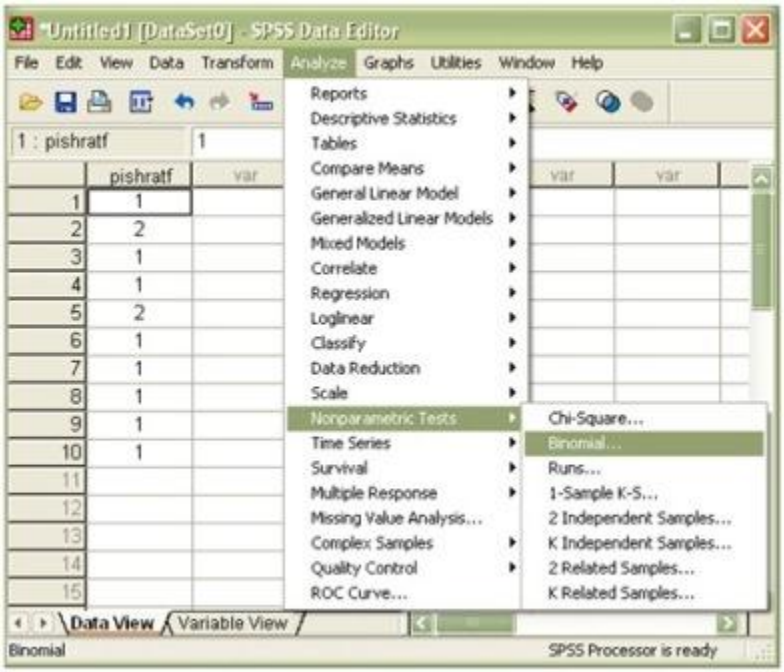
حال سوال این است که آیا واقعاً روش یادگیری جدید که معلم ادعا می‌کند نسبت به روش‌های یادگیری قبلی بهتر عمل می‌کند یا نه؟

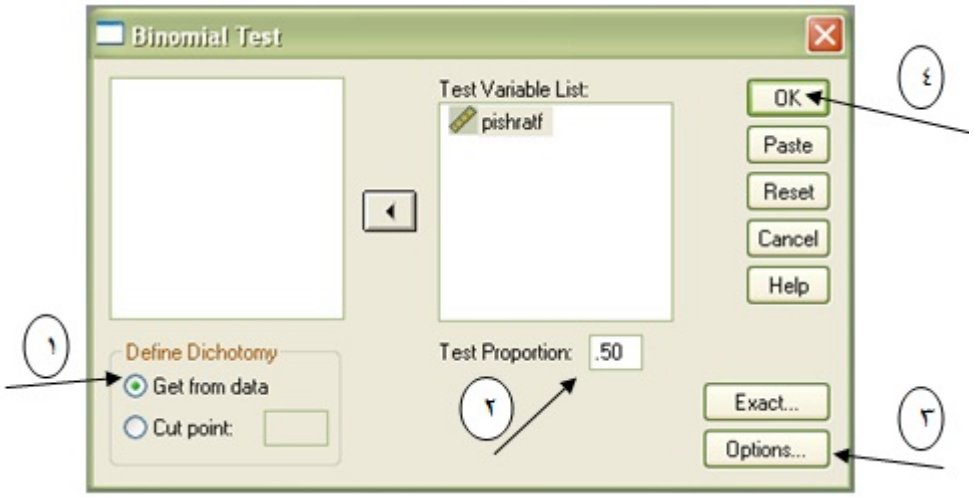
در فایل داده زیر نمرات پیشرفت تحصیلی ۱۰ دانشجو وارد شده است. (نمره ۱ برای دانش آموزانی که در ریاضی پیشرفت داشته‌اند و نمره دانش آموزانی که در ریاضی پیشرفت نداشته‌اند)

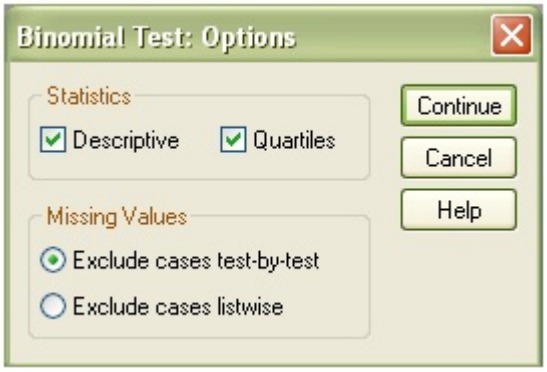


اجرای آزمون:

Analyze/Nonparametric test/Binomial test







در پنجره باز شده یک یا چند متغیر را انتخاب کرده و به Test Variable List منتقل کنید.

اگر این متغیرها دو حالتی هستند از گزینه Get From Dataاستفاده کنید و اگر دو حالتی نیستند و حالت کمی دارند و می‌خواهید آن را دو حالتی کنید گزینه Cut Point را انتخاب کنید و مقداری را در آن وارد کنید. مقادیری از داده‌ها که زیر نقطه Cut Point هستند، یک گروه تشکیل می‌دهند و مقادیری که بیشتر یا مساوی نقطه Cut Point **می**باشند، گروه دوم را تشکیل می‌دهند.

در Test Proportion نسبت آزمون را مشخص کنید.

گزینه option را انتخاب کنید و در صورت تمایل گزینه Descriptive را برای محاسبه بعضی شاخص‌های توصیفی ضروری و گزینه Quartiles را برای محاسبه چارک‌ها انتخاب کنید و دکمه Continue را انتخاب کنید. خروجی به صورت زیر به دست می‌آید:

Binomial Test

		Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Exact Sig. (2-tailed)
pishratf	Group 1	1	8	.80	.50	.109
	Group 2	2	2	.20		
	Total		10	1.00		

در این ۱۰ نمونه ۸ مورد با کد ۱ (دانش آموزانی که در ریاضی پیشرفت داشته‌اند) و ۲ مورد با کد ۲ (دانش آموزانی که در ریاضی پیشرفت نداشته‌اند)مشخص شده است. Test Prop همان نسبت افرادی است که با روش یادگیری جدید نسبت به روش‌های قبل پیشرفت تحصیلی داشته‌اند می‌باشد. یعنی ۵۰ درصد، که می‌خواهیم بر علیه آن آزمون انجام دهیم.

از آنجایی که معیار تصمیم بدست آمده در خروجی (۰.۱۰۹) بیشتر از ۰.۰۵ می‌باشد نمی توان فرضیه صفر را رد کرد بنابراین نمی توان گفت که روش یادگیری جدید بهتر از روش قبلی است و اختلافی که مشاهده می‌کنید ناشی از شانس و تصادف است. (ممکن است تغییرات مشاهده شده مربوط به نمونه گیری باشد.)

توجه: از آنجایی که در انجام آزمون دو جمله‌ای توان آزمون با تعداد نمونه نسبت مستقیم دارد و به شدت به آن وابسته است، تعداد نمونه باید زیاد باشد.

بخش چهارده

تحلیل داده‌ها با اندازه گیری های مکر

مقدمه

اندازه گیری مکرر Repeated measures analysis به طرحی گفته می‌شود که در آن هر یک از آزمودنی ها در معرض بیش از یک متغیر مستقل قرار می‌گیرند. مورد استفاده مناسب این طرح زمانی است که پژوهشگر علاقمند باشد تغییراتی را که در روند زمان در آزمودنی به وجود می‌آید مشاهده یا اندازه گیری نماید. هدف اساسی این طرح، به حداقل رساندن خطاهای ناشی از تفاوت های فردی است. در این فصل با کاربردهای منوی General Linear Model آشنا خواهیم شد.

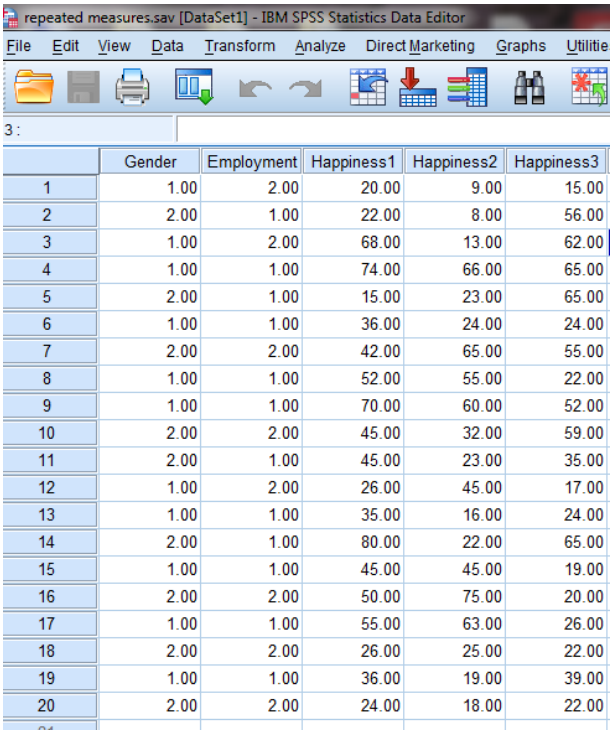
۱۴-۱- تحلیل اندازه‌گیری مکرر

برای درک بهتر مطلب، به مثال زیر که با استفاده نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شده است توجه نمایید.

پژوهشگری قصد دارد تأثیر اوقات مختلف روز را روی میزان نشاط تعدادی افراد مورد مطالعه قرار دهد. به این منظور ۲۰ فرد (زن و مرد) انتخاب و میزان نشاط آنان را در اوقات مختلف تعیین شده مورد اندازه گیری قرار داد. این پژوهشگر می‌خواهد بداند که آیا اوقات مختلف روز بر میزان نشاط زنان و مردان شاغل و بیکار تأثیر دارد؟ برای این پژوهش فرضیه زیر قابل تعریف و آزمون است.

"به نظر می‌رسد میزان نشاط زنان و مردان شاغل و بیکار در اوقات مختلف روز متفاوت است"

برای آزمون فرضیه بالا ابتدا مانند شکل زیر داده ها را بصورت طبقه بندی شده وارد نرم افزارSPSS کنید. ستون اول نشان دهنده جنسیت افراد (۱ مرد و ۲ زن)، ستون دوم وضعیت شاغل یا بیکار بودن افراد را نشان می‌دهد و سه ستون بعدی میزان نشاط اندازه گیری شده افراد را در اوقات مختلف (سه زمان) روز نشان می‌دهد.

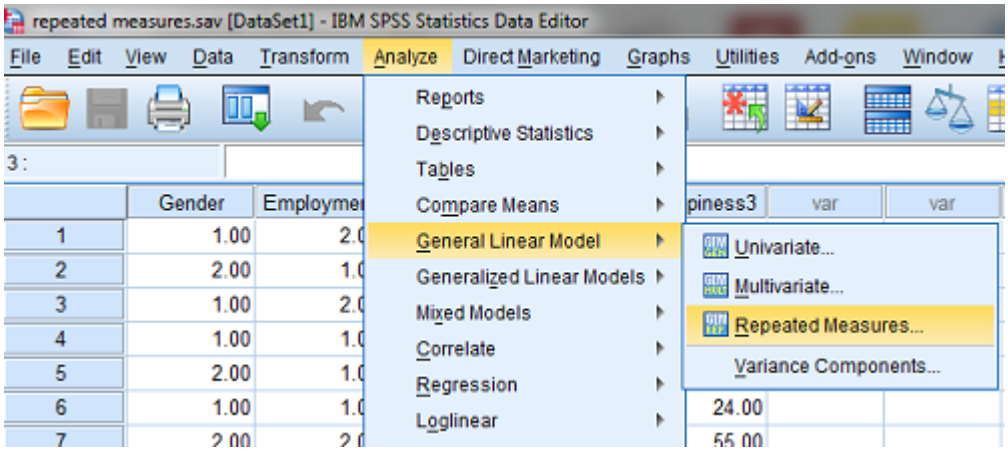

repeated measures.sav [DataSet1] - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilitie

3 :

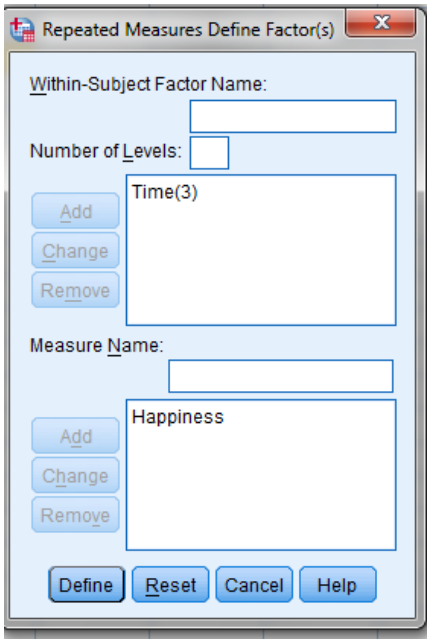
	Gender	Employment	Happiness1	Happiness2	Happiness3
1	1.00	2.00	20.00	9.00	15.00
2	2.00	1.00	22.00	8.00	56.00
3	1.00	2.00	68.00	13.00	62.00
4	1.00	1.00	74.00	66.00	65.00
5	2.00	1.00	15.00	23.00	65.00
6	1.00	1.00	36.00	24.00	24.00
7	2.00	2.00	42.00	65.00	55.00
8	1.00	1.00	52.00	55.00	22.00
9	1.00	1.00	70.00	60.00	52.00
10	2.00	2.00	45.00	32.00	59.00
11	2.00	1.00	45.00	23.00	35.00
12	1.00	2.00	26.00	45.00	17.00
13	1.00	1.00	35.00	16.00	24.00
14	2.00	1.00	80.00	22.00	65.00
15	1.00	1.00	45.00	45.00	19.00
16	2.00	2.00	50.00	75.00	20.00
17	1.00	1.00	55.00	63.00	26.00
18	2.00	2.00	26.00	25.00	22.00
19	1.00	1.00	36.00	19.00	39.00
20	2.00	2.00	24.00	18.00	22.00

پس از وارد کردن داده ها از مسیر زیر گزینه Repeated measures را انتخاب کنید.

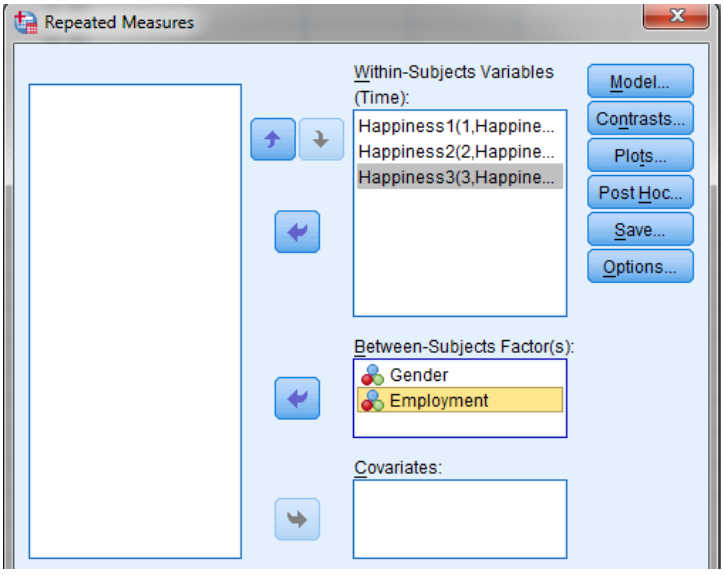


در کادر باز شده باید نام متغیر طول زمانی (Time) را در داخل کادر Within-Subject Factor Name وارد کنید. سپس روبروی قسمت Number of Levels تعداد زمان هایی که میزان نشاط اندازه گیری شده را تایپ کنید. در این مثال عدد ۳ وارد شده است. سپس روی دکمه Add کلیک کنید (شکل زیر را مشاهده کنید .(در قسمت Measure Name نیز نام متغیر نشاط را وارد کنید (دقت نمایید که نامی که در هر دو

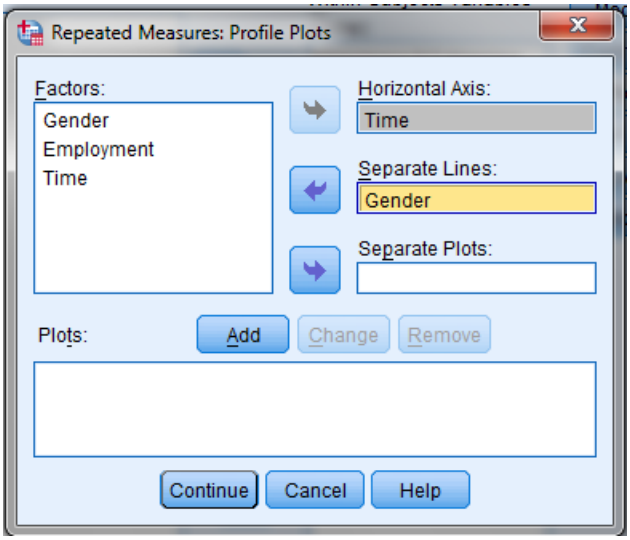
قسمت وارد می‌کنید نباید مشابه با نام متغیرهایی که در فایل اصلی وارد کرده اید باشد). در نهایت روی دکمه Define کلیک کنید .



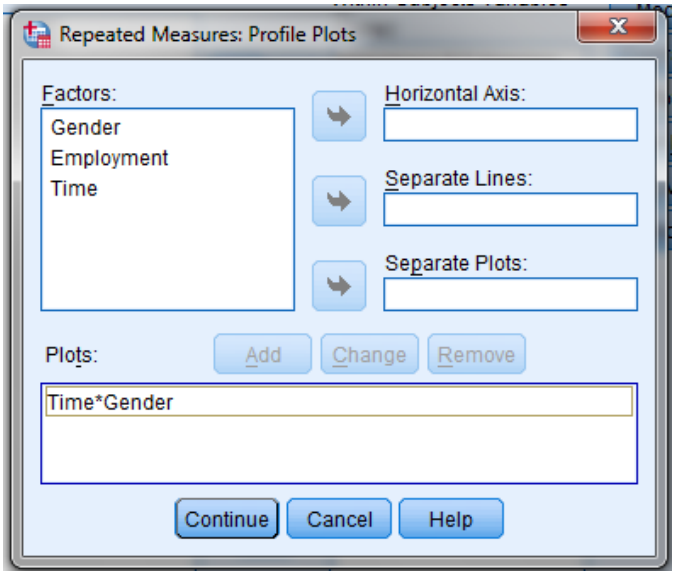
در مرحله بعد مانند شکل زیر ۳ متغیر Happiness را به قسمت Within-Subjects Variables و دو متغیر Gender و Employment را به قسمت Between Subjects Factor منتقل کنید.



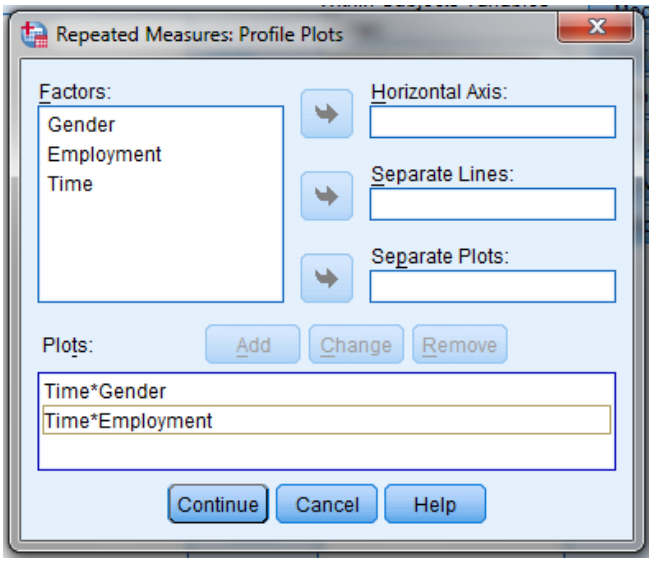
در مرحله بعد، از سمت راست گزینه Plots را انتخاب کنید تا کادر زیر باز شود. در این قسمت متغیر Timeرا به قسمت Horizontal axis و متغیر Gender را به قسمت Separate Lines انتقال داده و روی Add کلیک کنید.



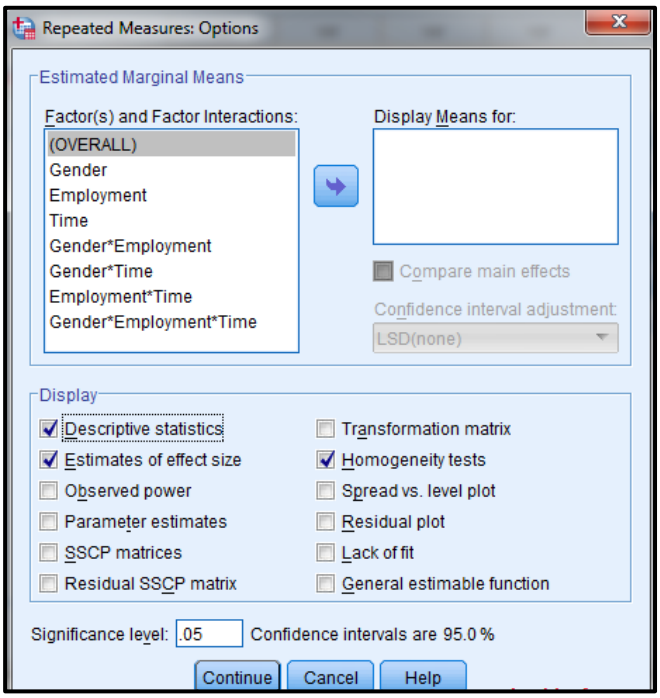
در این صورت شکل زیر مشاهده می‌شود.



در مرحله بعد، یکبار دیگر از متغیر Time را به قسمت Horizontal axis و اینبار متغیر Employment را به قسمت Separate Lines انتقال داده و روی Add کلیک کنید. در نهایت روی Continue کلیک کنید.



در مرحله بعد، از قسمت سمت راست کادر اصلی، گزینه Option را انتخاب کنید تا کادر زیر باز شود. سه گزینهDescriptive Statistics ، Estimates of Effect Sizeو Homogeneity Test را تیک زده، روی Continueکلیک کنید.



در نهایت روی OK کلیک کنید تا نتایج بصورت زیر ظاهر شوند. جدول اول با عنوان Between Subject Factorsتعداد افراد زن و مرد و همچنین شاغل و بیکار را نمایش می‌دهد.

Within-Subjects Factors

Measure: Happiness

Time	Dependent Variable
1	Happiness1
2	Happiness2
3	Happiness3

Between-Subjects Factors

		N
Gender	1.00	11
	2.00	9
Employment	1.00	12
	2.00	8

جدول زیر با عنوان Descriptive Statistics آماره های توصیفی مربوطه را به تفکیک گروه بندی های انجام شده (نشاط، جنسیت و وضعیت اشتغال) نمایش می‌دهد.

Descriptive Statistics

	Gender	Employment	Mean	Std. Deviation	N
Happiness1	1.00	1.00	50.3750	15.33379	8
		2.00	38.0000	26.15339	3
		Total	47.0000	18.29754	11
	2.00	1.00	40.5000	29.28595	4
		2.00	37.4000	11.69615	5
		Total	38.7778	19.81652	9
	Total	1.00	47.0833	20.17856	12
		2.00	37.6250	16.54377	8
		Total	43.3000	18.95174	20
Happiness2	1.00	1.00	43.5000	20.80522	8
		2.00	22.3333	19.73153	3
		Total	37.7273	21.87734	11
	2.00	1.00	19.0000	7.34847	4
		2.00	43.0000	25.38700	5
		Total	32.3333	22.41651	9
	Total	1.00	35.3333	20.87336	12
		2.00	35.2500	24.37065	8
		Total	35.3000	21.70399	20
Happiness3	1.00	1.00	33.8750	16.65994	8
		2.00	31.3333	26.57693	3
		Total	33.1818	18.35657	11
	2.00	1.00	55.2500	14.15097	4
		2.00	35.6000	19.60357	5
		Total	44.3333	19.35200	9
	Total	1.00	41.0000	18.49324	12
		2.00	34.0000	20.64669	8
		Total	38.2000	19.16850	20

این جدول آماره Box M باکس ام را نشان می‌دهد. این آزمون این فرض صفر را مورد آزمون قرار می‌دهد که ماتریس های کوواریانس مشاهده شده متغیرهای وابسته در بین گروه های مختلف برابرند. در جدول زیر

چون مقدار (1.662) F در سطح خطای داده شده (۰.۰۷) معنی دار نیست بنابراین فرض صفر رد نمی شود. به این معنی که ماتریس های کوواریانس مشاهده شده بین گروه های مختلف با هم برابرند .

Box's Test of Equality of Covariance Matrices[a]

Box's M	32.251
F	1.662
df1	12
df2	442.402
Sig.	.073

جدول زیر نتایج آزمون های چند متغیره (چهار آزمون اثر پیلای، لاندای ویلکز، اثر هتلینگ، بزرگترین ریشه روی) را نشان می‌دهد. برای معنی داری و غیر معنی داری هر آزمون می‌توان به مقدار Sig دقت نمود که اگر کمتر از ۰.۰۵ باشد در سطح ۰.۰۵ معنی دار است. از میان چهار آزمون چندمتغیره، آزمون لاندای ویلکز از معروفیت بیشتری نسبت به چهار آزمون دیگر برخوردار است. اما آزمون اثر پیلای در موقعیت‌های عملی دارای قدرت بیشتری نسبت به سایر آزمون هاست. در این مثال هیچیک از اثرات معنی دار نشده است.

Multivariate Tests[a]

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Time	Pillai's Trace	.195	1.811[b]	2.000	15.000	.197	.195
	Wilks' Lambda	.805	1.811[b]	2.000	15.000	.197	.195
	Hotelling's Trace	.242	1.811[b]	2.000	15.000	.197	.195
	Roy's Largest Root	.242	1.811[b]	2.000	15.000	.197	.195
Time * Gender	Pillai's Trace	.213	2.030[b]	2.000	15.000	.166	.213
	Wilks' Lambda	.787	2.030[b]	2.000	15.000	.166	.213
	Hotelling's Trace	.271	2.030[b]	2.000	15.000	.166	.213
	Roy's Largest Root	.271	2.030[b]	2.000	15.000	.166	.213
Time * Employment	Pillai's Trace	.067	.537[b]	2.000	15.000	.595	.067
	Wilks' Lambda	.933	.537[b]	2.000	15.000	.595	.067
	Hotelling's Trace	.072	.537[b]	2.000	15.000	.595	.067
	Roy's Largest Root	.072	.537[b]	2.000	15.000	.595	.067
Time * Gender * Employment	Pillai's Trace	.293	3.106[b]	2.000	15.000	.074	.293
	Wilks' Lambda	.707	3.106[b]	2.000	15.000	.074	.293
	Hotelling's Trace	.414	3.106[b]	2.000	15.000	.074	.293
	Roy's Largest Root	.414	3.106[b]	2.000	15.000	.074	.293

جدول زیر نتایج آزمون کرۀویت ماخلی را نشان می‌دهد. آزمون کرۀویت ماخلی این فرض صفر را آزمون می‌کند که ماتریس کوواریانس خطای مربوط به متغیرهای وابسته تبدیل شده نرمال یک ماتریس همانی است. در این آزمون چنانچه سطح معنی داری کوچکتر از ۰.۰۵ باشد فرض H0 رد و فرض H1 تأیید

می‌گردد. چنانچه فرض H0 رد شود نمای توان کرویت ماتریس واریانس-کوواریانس متغیر وابسته را پذیرفت و باید از سه آزمون دیگر گرینهاوس گیسر، هیون -فلت یا حد پایین استفاده نمود که این آزمون ها درجه آزادی تصحیح می‌نمایند. در این مثال کرویت ماتریس واریانس-کوواریانس در سطح خطای ۰/۰۵ (Sig=0.283) پذیرفته می‌شود و نیازی به استفاده از سه آزمون دیگر نیست .

Mauchly's Test of Sphericity[a]

Measure: Happiness

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon[b]		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Time	.845	2.527	2	.283	.866	1.000	.500

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept + Gender + Employment + Gender * Employment
Within Subjects Design: Time

جدول زیر آزمون های اثرات درون آزمودنی ها را نشان می‌دهد. چون در قسمت قبل کرویت ماتریس واریانس-کوواریانس از طریق آزمون کرویین ماخلی پذیرفته شد در این قسمت ما برای آزمون معنی داری و غیر معنی داری هر اثر از ردیف های Sphericity asumedاستفاده کنید. ولی چنانچه کرویت ماتریس واریانس کوواریانس پذیرفته نشود باید از سه ردیف دیگر (آزمون های گرینهاوس گیسر، هیون-فلت و حد پائین) استفاده نمود که معروفترین آن ها آزمون هیون-فلت می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود تنها اثر تعاملی Time*Gen*Empoyment در سطح خطای ۰.۰۵ معنی دار شده است.

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: Happiness

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Time	Sphericity Assumed	872.951	2	436.476	1.862	.172	.104
	Greenhouse-Geisser	872.951	1.732	504.155	1.862	.178	.104
	Huynh-Feldt	872.951	2.000	436.476	1.862	.172	.104
	Lower-bound	872.951	1.000	872.951	1.862	.191	.104
Time * Gender	Sphericity Assumed	813.688	2	406.844	1.736	.192	.098
	Greenhouse-Geisser	813.688	1.732	469.929	1.736	.198	.098
	Huynh-Feldt	813.688	2.000	406.844	1.736	.192	.098
	Lower-bound	813.688	1.000	813.688	1.736	.206	.098
Time * Employment	Sphericity Assumed	369.380	2	184.690	.788	.463	.047
	Greenhouse-Geisser	369.380	1.732	213.327	.788	.448	.047
	Huynh-Feldt	369.380	2.000	184.690	.788	.463	.047
	Lower-bound	369.380	1.000	369.380	.788	.388	.047
Time * Gender * Employment	Sphericity Assumed	2151.364	2	1075.682	4.589	.018	.223
	Greenhouse-Geisser	2151.364	1.732	1242.476	4.589	.023	.223
	Huynh-Feldt	2151.364	2.000	1075.682	4.589	.018	.223
	Lower-bound	2151.364	1.000	2151.364	4.589	.048	.223
Error(Time)	Sphericity Assumed	7500.594	32	234.394			
	Greenhouse-Geisser	7500.594	27.704	270.738			
	Huynh-Feldt	7500.594	32.000	234.394			
	Lower-bound	7500.594	16.000	468.787			

این جدول نتایج آزمون لون جهت سنجش برابری واریانس های خطای متغیر Time در اوقات مختلف روز را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود در وقت اول و سوم این آزمون غیر معنی دار و تنها در وقت دوم معنی است (به دلیل Sig کمتر از ۰.۰۵). نتیجه اینکه تنها در وقت دوم، واریانس خطا در بین افراد مختلف متفاوت می‌باشد .

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

	F	df1	df2	Sig.
Happiness1	1.893	3	16	.172
Happiness2	3.924	3	16	.028
Happiness3	1.334	3	16	.298

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

جدول زیر مهمترین نتایج پژوهش را در بر دارد. همانطور که مشاهده می‌شود هیچیک از اثراتGender ، Employmentیا Gender*Empoyment معنی دار نشده است به این معنی که میزان نشاط زنان و مردان شاغل و بیکار در اوقات مختلف روز هیچ تفاوتی با هم ندارد.

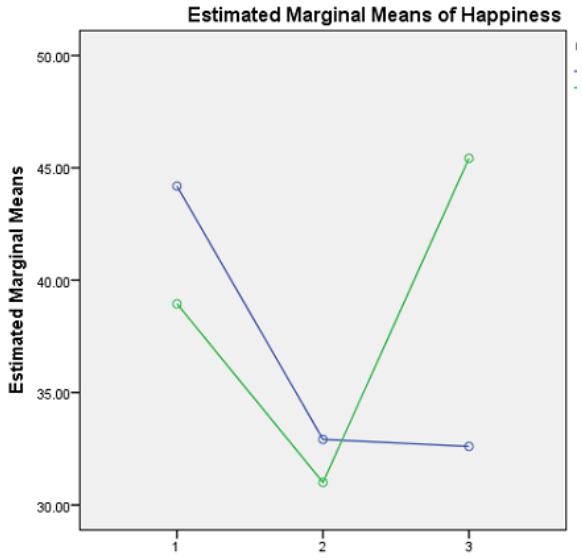
Tests of Between-Subjects Effects

Measure: Happiness
Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	74366.983	1	74366.983	111.457	.000	.874
Gender	47.136	1	47.136	.071	.794	.004
Employment	445.270	1	445.270	.667	.426	.040
Gender * Employment	511.478	1	511.478	.767	.394	.046
Error	10675.639	16	667.227			

نمودار زیر میزان نشاط زنان و مردان را بصورت جداگانه در اوقات مختلف روز نشان می‌دهد. خط بنفش رنگ مربوط به میزان نشاط مردان و خط سبز رنگ مربوط به نشاط زنان است. این نمودار نشان می‌دهد که مردان در وقت اول بیشترین نشاط و پس از آن نشاط آن ها کاهش می‌یابد در حالی که زنان در وقت سوم بیشترین نشاط را داشته اند .

Profile Plots



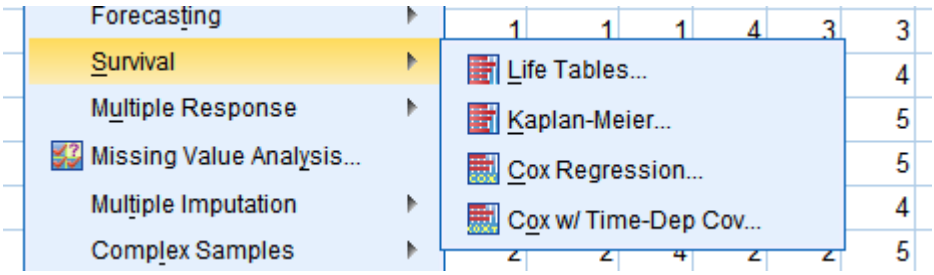
نمودار زیر میزان نشاط افراد شاغل و بیکار را نشان می‌دهد. خط بنفش رنگ میزان نشاط افراد شاغل و خط سبز رنگ میزان نشاط افراد بیکار را نشان می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که افراد شاغل و بیکار در وقت اول و سوم بیشتر از وقت دوم نشاط داشته اند ولی در کل میزان نشاط افراد شاغل بیشتر از افراد بیکار بوده است.

۱۴-۲- آنالیز بقا

آنالیز بقاء یا تحلیل ماندگاری یا تجزیه بقاء یا تحلیل بقاء یکی از مباحث علم آمار است که در رشته‌های مختلفی از جمله علوم کامپیوتر، اپیدومیولوژی و کشاورزی کاربرد دارد. تحلیل بقا به مجموعه‌ای از روش‌های آماری تحلیل داده گفته‌می‌شود که در آن‌ها متغیر مطلوب زمان وقوع یک پدیده است. این موضوع در علوم مهندسی نظریه قابلیت اطمینان نامیده می‌شود. ویژگی خاص تحلیل بقاء این است که با داده‌های سانسور شده وفق داشته و از این رو از اطلاعات دام‌های که در زمان ارزیابی هنوز زنده هستند استفاده می‌نماید. تحلیل بقاء، به عنوان یک روش آماری که اساساً برای تحقیقات زیستی و مهندسی یافته می‌تواند در آنالیز داده‌های طول عمر مورد استفاده قرار گیرد. این روش آماری اطلاعات حاصل از دام‌های حذف شده (سانسور نشده) و حذف نشده (سانسور شده) را با یکدیگر ترکیب نموده و تحلیل آماری داده‌های سانسور شده را امکان‌پذیر ساخته و از سویی دیگر خصوصیت غیر خطی داده‌های طول عمر را نیز مورد توجه قرار می‌دهد.

مثال‌هایی از تحلیل بقا عبارتند از: تخمین مدت زمانی که یک بیمار در بیمارستان باید بماند. تخمین مدت زمانی که طول می‌کشد تا یک گروه از افراد برای اولین بار به یک بیماری مبتلا شوند. تخمین مدت زمانی که یک بیمار زنده می‌ماند. تخمین مدت زمانی که متخلفی که به قید ضمانت آزاد شده‌است دوباره خلاف کند و دستگیر شود.

برای تحلیل بقا از منوی analyse گزینه Survival را انتخاب کنید:



تکنیک‌های آماری تحلیل بقا

تکنیک‌های آماری مورد استفاده در تحلیل بقاء بر اساس مدل بندی و آنالیز زمان‌های پاسخ است. زمان پاسخ یک فرد عبارت از متغیر تصادفی مثبتی است که فاصله بین نقطه آغاز معین و نقطه پایان را نشان می‌دهد. در آنالیز طول عمر تولیدی در گاوهای شیری نقطه آغاز معمولاً زمان اولین گوساله زایی و نقطه پایان

(شکست) عبارت از زمانی است که حیوان از گله حذف شده یا می‌میرد. این فاصله زمانی بر حسب روز، ماه یا سال اندازه‌گیری می‌شود. عموماً، نقطه پایان می‌تواند هر رخداد دیگری نیز باشد به عنوان مثال بهبود بیماری یا موفقیت پس از تلقیح مصنوعی و همچنین فاصله بین نقطه آغاز و پایان می‌تواند در مقیاس‌های دیگری غیر از زمان مانند کیلوگرم شیر تولیدی بیان شود .

ویژگی خاص تحلیل بقا این است که با داده‌های سانسور شده وفق داشته و از این رو از اطلاعات دام‌های که در زمان ارزیابی هنوز زنده هستند استفاده می‌نماید .معمولترین نوع سانسوره، سانسور کردن از راست است که در این حالت زمان شکست واقعی از مقدار مشاهده شده بیشتر است. از دلایل معمول سانسور کردن سمت راست عدم شکست (حذف) حیوان قبل از پایان مطالعه می‌باشد. در ارزیابی طول عمر در گله‌های گاو شیری داده سانسور شده به دلیل یکی از عوامل زیر بوجود می‌آید: حیوان در انتهای دوره مطالعه و جمع‌آوری داده هنوز زنده باشد، هنگامی که حیوان از یک گله به گله دیگر که تحت بررسی نمی‌باشد فروخته می‌شود یا زمانی که کل حیوانات موجود در یک گله از برنامه ارزیابی حذف می‌شوند .تحلیل بقاء همچنین دارای توانایی استفاده از داده‌های ترانکیت است. در این سری داده‌ها نقطه آغاز خارج از زمان شروع جمع‌آوری داده است. یک مشاهده، زمانی گفته می‌شود ترانکیت است که تاریخ اولین گوساله زایی دام زودتر از زمان آغاز جمع‌آوری داده‌ها باشد. از آنجاییکه هیچ اطلاعاتی در زمان قبل از جمع‌آوری داده‌ها در دسترس نمی‌باشد، چنین دامی فرض می‌شود که تنها پس از آغاز جمع‌آوری داده‌ها در معرض خطر حذف باشد. رکوردهای ترانکیت برخلاف رکوردهای سانسور شده که دارای اطلاعات جزیی هستند رکوردهای کاملی در آنالیزها به حساب می‌آیند .نوع دیگر سانسور، سانسور شدن سمت چپی است که در این حالت حذف حیوان (شکست) قبل از نقطه شروع اتفاق می‌افتد. این نوع سانسور شدن در اصلاح دام مورد توجه قرار نمی‌گیرد .

توزیع زمان‌های شکست

آنالیز داده‌های بقاء بر اساس استفاده از توزیع و تابع‌های خاصی می‌باشد.

تابع ماندگاری

بیانگر این احتمال است که حیوان حداقل تا زمان T ماندگاری داشته باشد. S(t) نسبت حیواناتی است که در زمانT زنده هستند و F(t) تابع چگالی احتمال تجمعی می‌باشد.

$$S(t) = Pr(T > t)$$

$$F(t) = Pr(T \leq t) = 1 - S(t)$$

تابع چگالی احتمال

بیانگر احتمالی است که شکست در فاصله زمانی t و دلتا t اتفاق بیافتد.

$$f(t) = F'(t) = d\,d\,t\,F(t)$$

تابع مخاطره

بیانگر احتمال شرطی است که حیوان در فاصله زمانی t + دلتا t با این فرض که تا زمان t ماندگاری داشته‌است دچار شکست شود. تمام روابط فوق بهم وابسته هستند.

$$\lambda(t)\,d\,t = Pr(t \leq T < t + d\,t \mid T \geq t) = f(t)\,d\,t\,S(t) = -S'(t)\,d\,t\,S(t)$$

برآورد تجربی تابع ماندگاری

تابع ماندگاری تجربی ما را از توزیع زمان‌های ماندگاری آگاه می‌سازد. تابع توزیع تجربی را می‌توان از طریق فرمول کاپلان–مایر محاسبه کرد:

$$\hat{S}(t) = \prod\left(\frac{n\,i - d\,i}{ni}\right)\prod$$

در این فرمول Skm(t) مقدار تابع ماندگاری در زمان t و T(k) نماینگر زمان‌های شکست به ترتیب از کوچکترین به بزرگترین و dk تعداد حیواناتی است که در زمان Tk دچار شکست شده‌اند Skm(t). برآورد حد حاصلضرب یا برآورد کاپلان – مایر تابع بقاء نامیده می‌شود. همچنین Skm(t) برآورد درست نمایی ماکزیمم S(t)شامل همه توزیع‌های ممکن است .برآوردهای تجربی تابع ماندگاری و تابع مخاطره در مطالعات مقدماتی حائز همیت هستند چرا که می‌توان توزیع داده‌ها را با دانستن آن‌ها به دست‌آورد و همچنین انتخاب مدل برای آنالیزهای بیشتر را فراهم کرد و از سویی امکان اعتبار سنجی این مدل‌ها را میسر می‌سازند.

مدل‌های رگرسیونی

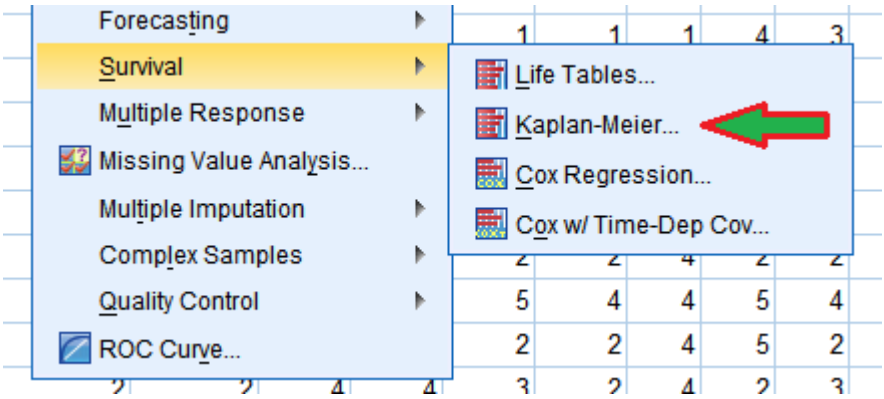
در بسیاری از حالات، خصوصیات اصلی تابع ماندگاری یا تابع چگالی شناخته شده نبوده اما برخی اطلاعات در مورد تغییرات میزان شکست در دسترس می‌باشد .بنابراین، مدل‌های تحلیل بقاء معمولاً از روی تابع مخاطره که ریسک حذف حیوان در زمان t را نشان می‌دهد ساخته می‌شوند. فرض کلی در این حالت این

است که تابع مخاطره برای هر حیوان دارای فرم پایه‌ای مشترکی است که برای تمامی حیوانات یکسان بوده و مفهوم میانگین کل را دارد. تابع مخاطره پایه هر حیوان به وسیله اثراتی که حذف حیوان را تحت تأثیر قرار داده و فاکتورهای استرس نامیده می‌شوند تغییر می‌کند.

برآوردگر کاپلان-مه‌یر

برآوردگر کاپلان–مایر[1] همچنین معروف به برآوردگر حد محصول، یک برآوردگر برای تخمین تابع بقا از اطلاعات مدت حیات است. در تحقیق پزشکی، اغلب برای اندازه‌گیری کسر بیماران زنده تا مدت زمانی مشخصی بعد از درمان استفاده می‌گردد. در اقتصاد، می‌توان از آن برای استفاده جهت اندازه‌گیری مدت زمان افرادی که بعد از از دست دادن شغل بیکار می‌مانند به کار گرفت. در مهندسی، برای اندازه‌گیری زمان باقی‌مانده تا خرابی قطعات یک ماشین مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بوم شناسی، برای برآورد مدت زمان باقی ماندن میوه‌های گوشتی بر روی گیاهان قبل از اینکه توسط میوه خواران از بین بروند، به کار می‌رود. برآوردگر بعد از ادوارد ال. کاپلان و پل مه‌یر نامگذاری شد. هر دوی شان مقاله مشابهی به مجله مؤسسه آماری آمریکا ارسال نمودند، اما ویرایش‌گر تصمیم گرفت که کار آن‌ها را با ترکیب شان تبدیل به یک مقاله کند، که حدود ۳۴۰۰۰ دفعه از زمان انتشارش مورد ارجاع قرار گرفته‌است.

یکی از پرکاربردترین دستورات تحلیل بقا استفاده از برآوردگر کاپلان–مایر است.



[1] Kaplan–Meier estimator

طرحی از برآورد تابع بقای کاپلان–مایر یک سری از مراحل افقی مقدار در حال کاهش است که در آن، وقتی یک نمونه به قدر کافی بزرگ بررسی می‌شود، تابع بقای صحیح برای آن جمعیت به دست می‌آید. مقدار تابع بقا بین مشاهدات نمونه برداری شده موفق متمایز از هم ("تیک ها") ثابت فرض می‌شود .

مزیت مهم منحنی کاپلان–مه‌یر این است که این روش بعضی انواع داده سانسورشده را مورد حساب قرار می‌دهد، به‌طور خاص سانسور درست که اگر یک بیمار از مطالعه‌ای به عنوان مثال قبل از مشاهده نتیجه نهایی، از نمونه خارج شود، رخ می‌دهد. در طرح، نشان‌های تیک کوچک به‌طور عمودی نشانگر تلفات هستند، جایی که زمان بقای یک بیمار درست سانسور شده باشد. وقتی هیچ کاهش یا سانسوری رخ ندهد، منحنی کاپلان–مه‌یر متمم تابع توزیع نمونه‌ای می‌شود

در آمار پزشکی، یک کاربرد عادی می‌تواند بیمارهای گروه بندی شده را در دسته‌هایی قرار دهد، برای مثال، آن‌هایی که نمایه ژن A را دارند و آن‌هایی که نمایه ژن B را دارند. در نمودار، بیمارها با ژن B سریع تر از آن‌هایی که ژن A دارند، می‌میرند. بعد از دو سال، حدود ۸۰ درصد بیمارهای با ژن A زنده می‌مانند، اما کمتر از نصف بیمارهای با ژن B نجات می‌یابند .

برگ سبزی تحفه درویش

تا چه قبول افتد و چه در نظر آید...

فهرست منابع

۱. ساروخانی، باقر. (۱۳۸۲). روش‌های پژوهش در علوم اجتماعی، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات اقتصادی، چاپ هشتم.

۲. خاکی، غلامرضا. (۱۳۷۴). روش پژوهش با رویکردی به پایان نامه نویسی، تهران: انتشارات بازتاب.

۳. هومن، حیدرعلی (۱۳۸۵). تحلیل داده‌های چندمتغیری در پژوهش رفتاری، تهران: نشر پیک‌فرهنگ، چاپ دوم.

۴. بازرگان، عباس. (۱۳۷۶). روش‌های پژوهش در علوم رفتاری، تهران: انتشارت آگاه.

۵. سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس؛ حجازی، الهه. (۱۳۸۶). روش‌های پژوهش در علوم رفتاری، تهران: انتشارات آگاه ، چاپ چهاردهم.

۶. یین، رابرت؛ پژوهش موردی، علی پارسائیان و سیدمحمد اعرابی، تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی، ۱۳۷۶، چاپ دوم.

7. Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. Journal of Personality and Social Psychology, 51, 1173-1182.

۸. آذر، عادل. (۱۳۸۳). آمار و کاربرد آن در مدیریت، تهران: انتشارات سمت، چاپ سوم.

۹. مؤمنی، منصور. (۱۳۸۷). تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS، تهران: انتشارات کتاب نو.

۱۰. حافظنیا، محمدرضا. (۱۳۸۲). مقدمه‌ای بر روش پژوهش در علوم انسانی، تهران: انتشارات سمت، چاپ هشتم.

11. Churchill, G.A. Jr (1979), "A paradigm for developing better measures of marketing constructs", Journal of Marketing Research, Vol. 16 No. 1, pp. 64-73.

۱۲. ابارشی، احمد.، حسینی، یعقوب. (۱۳۹۱). مدل‌سازی معادلات ساختاری، تهران: انتشارت جامعه‌شناسان.

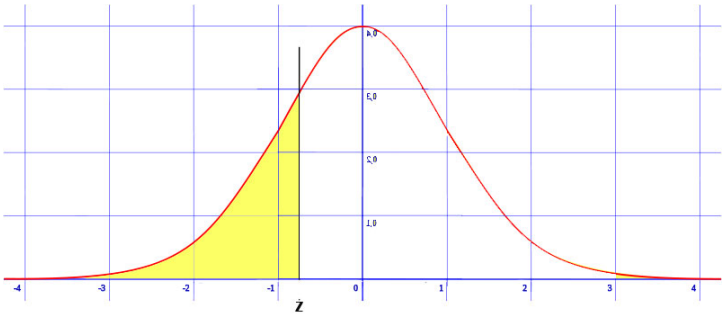
13. Hayes, A. F. (2013). Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach. Guilford Press

۱۴. دواس،دی،ای. (۱۳۸۳). پیمایش در تحقیقات اجتماعی، (نائینی.ه، مترجم) تهران: نشر نی (تاریخ انتشار به زبان اصلی:۱۹۹۱)

15. Siegel, S., and Castellan, N. J., Jr., 1988, "Nonparametric statistics for the behavioral sciences (2nd ed.)", NewYork: McGraw-Hill

پیوست: جدول توزیع آماری نرمال

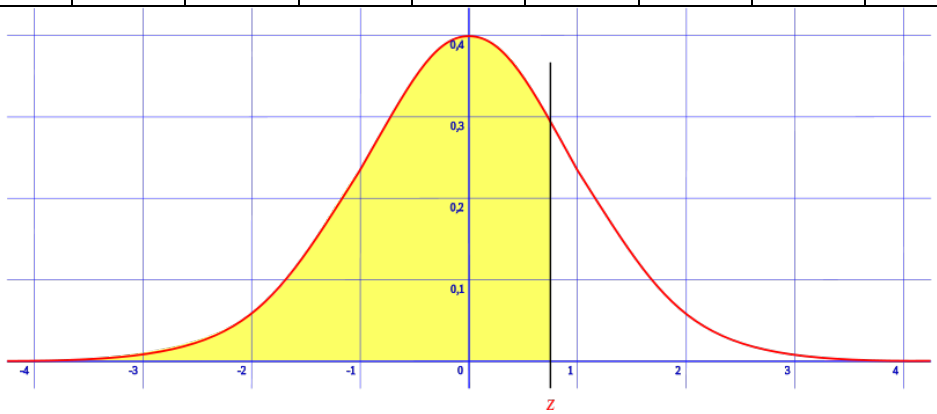
دانش را مرزی نیست و همیشه نکاتی برای افزودن هست، آرش حبیبی (الف. آموزگار)



مقدار احتمال آنکه متغیر مقداری کوچکتر از میانگین باشد. $P(Z \leq -x)$

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4841	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4091	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2644	0.2611	0.2579	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2297	0.2266	0.2236	0.2207	0.2177	0.2148
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-1	0.1587	0.1563	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1094	0.1075	0.1057	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0722	0.0708	0.0694	0.0681
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-2	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0126	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0076	0.0073	0.0071	0.0070	0.0068	0.0066	0.0064
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048

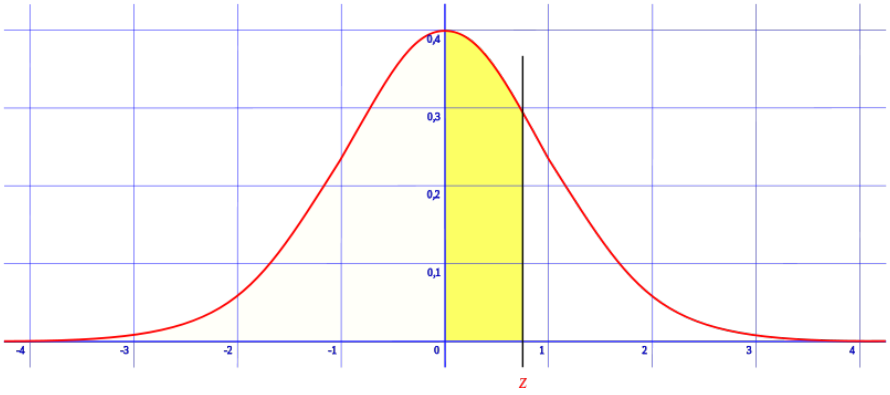
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-3	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010



مقدار احتمال آنکه متغیر مقداری بزرگتر از میانگین باشد. $P\ (Z \leq x)$

z	**0**	**0.01**	**0.02**	**0.03**	**0.04**	**0.05**	**0.06**	**0.07**	**0.08**	**0.09**
0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936

2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990



احتمال اینکه متغیری بین میانگین تا یک عدد بزرگتر از میانگین باشد

z	**0**	**0.01**	**0.02**	**0.03**	**0.04**	**0.05**	**0.06**	**0.07**	**0.08**	**0.09**
0	0	0.00399	0.00798	0.01197	0.01595	0.01994	0.02392	0.0279	0.03188	0.03586
0.1	0.03983	0.0438	0.04776	0.05172	0.05567	0.05962	0.06356	0.06749	0.07142	0.07535
0.2	0.07926	0.08317	0.08706	0.09095	0.09483	0.09871	0.10257	0.10642	0.11026	0.11409
0.3	0.11791	0.12172	0.12552	0.1293	0.13307	0.13683	0.14058	0.14431	0.14803	0.15173
0.4	0.15542	0.1591	0.16276	0.1664	0.17003	0.17364	0.17724	0.18082	0.18439	0.18793
0.5	0.19146	0.19497	0.19847	0.20194	0.2054	0.20884	0.21226	0.21566	0.21904	0.2224
0.6	0.22575	0.22907	0.23237	0.23565	0.23891	0.24215	0.24537	0.24857	0.25175	0.2549
0.7	0.25804	0.26115	0.26424	0.2673	0.27035	0.27337	0.27637	0.27935	0.2823	0.28524
0.8	0.28814	0.29103	0.29389	0.29673	0.29955	0.30234	0.30511	0.30785	0.31057	0.31327
0.9	0.31594	0.31859	0.32121	0.32381	0.32639	0.32894	0.33147	0.33398	0.33646	0.33891
1	0.34134	0.34375	0.34614	0.34849	0.35083	0.35314	0.35543	0.35769	0.35993	0.36214
1.1	0.36433	0.3665	0.36864	0.37076	0.37286	0.37493	0.37698	0.379	0.381	0.38298
1.2	0.38493	0.38686	0.38877	0.39065	0.39251	0.39435	0.39617	0.39796	0.39973	0.40147
1.3	0.4032	0.4049	0.40658	0.40824	0.40988	0.41149	0.41308	0.41466	0.41621	0.41774
1.4	0.41924	0.42073	0.4222	0.42364	0.42507	0.42647	0.42785	0.42922	0.43056	0.43189
1.5	0.43319	0.43448	0.43574	0.43699	0.43822	0.43943	0.44062	0.44179	0.44295	0.44408
1.6	0.4452	0.4463	0.44738	0.44845	0.4495	0.45053	0.45154	0.45254	0.45352	0.45449
1.7	0.45543	0.45637	0.45728	0.45818	0.45907	0.45994	0.4608	0.46164	0.46246	0.46327
1.8	0.46407	0.46485	0.46562	0.46638	0.46712	0.46784	0.46856	0.46926	0.46995	0.47062
1.9	0.47128	0.47193	0.47257	0.4732	0.47381	0.47441	0.475	0.47558	0.47615	0.4767
2	0.47725	0.47778	0.47831	0.47882	0.47932	0.47982	0.4803	0.48077	0.48124	0.48169
2.1	0.48214	0.48257	0.483	0.48341	0.48382	0.48422	0.48461	0.485	0.48537	0.48574
2.2	0.4861	0.48645	0.48679	0.48713	0.48745	0.48778	0.48809	0.4884	0.4887	0.48899

2.3	0.48928	0.48956	0.48983	0.4901	0.49036	0.49061	0.49086	0.49111	0.49134	0.49158
2.4	0.4918	0.49202	0.49224	0.49245	0.49266	0.49286	0.49305	0.49324	0.49343	0.49361
2.5	0.49379	0.49396	0.49413	0.4943	0.49446	0.49461	0.49477	0.49492	0.49506	0.4952
2.6	0.49534	0.49547	0.4956	0.49573	0.49585	0.49598	0.49609	0.49621	0.49632	0.49643
2.7	0.49653	0.49664	0.49674	0.49683	0.49693	0.49702	0.49711	0.4972	0.49728	0.49736
2.8	0.49744	0.49752	0.4976	0.49767	0.49774	0.49781	0.49788	0.49795	0.49801	0.49807
2.9	0.49813	0.49819	0.49825	0.49831	0.49836	0.49841	0.49846	0.49851	0.49856	0.49861
3	0.49865	0.49869	0.49874	0.49878	0.49882	0.49886	0.49889	0.49893	0.49896	0.499