# کارگاه حجم نمونه با نرم افزار G*POWER

کمیته تحقیقات دانشجویی
دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

# اهمیت حجم نمونه

یکی از مهمترین شاخص های تعیین کننده توان تصمیم گیری و قدرت ( (powerیک مطالعه است.

حجم نمونه هم باید طوری انتخاب شود که اختلاف یا تفاوت علمی مشاهده شده از نظر علمی معنا دار باشد و هم از نظر اقتصادی با محدودیتی مواجه نشود.

اخلاق در پژوهش (بیشتر برای پژوهش های بالینی)

# عوامل موثر بر حجم نمونه

کمیته تحقیقات دانشجویی
دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

میزان دقت مورد نیاز

خطاهاي آماري مورد قبول

روش نمونه گیری

نوع پژوهش

یکنواختی جامعه

اندازه جامعه؟

هزینه و در دسترس بودن(امکانات موجود)

مسایل اخلاقي

محدودیت ها

براي تعيين حجم نمونه به تغييرات متغير وابسته توجه داريم .

متغير وابسته

كيفي : نتيجه به صورت نسبت يا درصد بيان مي شود.

كمي : نتيجه به صورت ميانگين و واريانس بيان مي شود.

حجم نمونه وقتي متغير وابسته به صورت كيفي وهدف برآورد نسبت باشد.

# Steps for Sample Size Determination

- Decide **types of outcome statistics** (e.g., proportion, mean, correlations,…)

**Estimation OR Testing Hypothesis**

- Testing: Specify **1- or 2-tailed** tests
- Specify desired **alpha** level and **power**
- Specify the desired effect size (from literature, pilot study, or best guess)

# حجم نمونه برای برآورد نسبت جامعه P

اگر هدف برآورد فاصله اطمینان در سطح خطای $\alpha$ برای نسبت جامعه با دقت مشخصی که از قبل تعیین شده است، باشد. چه تعداد نمونه لازم است؟

توجه داشته باشیم که دقت برآورد همان خطای برآورد می باشد که با d نشان می دهیم.

$$\text{CI for p}: \ \hat{p} \pm z_{1-\frac{a}{2}} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$\textbf{set} \quad d = z_{1-\frac{a}{2}} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$\Rightarrow n = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} P(1-P)}{d^2}$$

p= برآورد اوليه براي نسبت صفت مورد نظر

d= حداكثر خطاي قابل قبول در برآورد نسبت

$\alpha$ : احتمال خطاي نوع اول؛ اگر $\alpha$ =0/05 باشد Z1- α/2 برابر 1/96 است

( z با استفاده از جدول توزيع نرمال براي سطح اطمينان مشخص تعيين مي شود.)

## مثال 1:

- براي برآورد نسبت كودكان دبستاني مبتلا به سوء تغذيه در يك استان چه تعداد نمونه انتخاب كنيم تا با اطمينان 95 درصد خطاي برآورد كمتر از 2 درصد باشد. مطالعه قبلي در استان مشابهي اين نسبت را 20 درصد برآورد كرده است.

حل: با توجه به موارد ارايه شده در مثال p =0/20

z=1/96 و d =0/02 مي‌باشد:

$$n = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} P(1-P)}{d^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2(0.2 \times 0.8)}{0.02^2} = 1537$$

در مثال فوق اگر خطاي قابل قبول در برآورد نسبت را 0/04 در نظر بگيريم يعني خطا را دو برابر كنيم تعداد نمونه مورد نياز به يك‌چهارم يعني 385 نفر تقليل پيدا خواهد كرد.

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.2 \times 0.8)}{0.04^2} = 385$$

## مثال 2:

يك سازمان منطقه اي بهداشت در نظر دارد ميزان شيوع بيماري سل را در كودكان زير 5 سال یک منطقه برآورد کند چه تعداد نمونه نیاز دارد تا با اطمينان 95% ميزان شيوع را در فاصله 05/ مقدار واقعي آن برآورد كند درصورتيكه ميزان شيوع واقعي بيماري از 15% تجاوز نمي كند.

$\alpha$ : احتمال خطای نوع اول؛ 95% سطح اطمینان

اگر $\alpha$ = ۰/۰۵ باشد $Z_{1-\alpha/2}$ برابر ۱/۹۶ است

p : تخمین نسبت (proportion) صفت مورد نظر P=0/15

d: خطای قابل قبول در برآورد نسبت مورد نظر

$$n = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} P(1-P)}{d^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2(0.15\times 0.85)}{0.05^2} = 196$$

# حداقل حجم نمونه براي مقايسه نسبت در جامعه با عدد ثابت

*در آزمون فرض **مقایسه نسبت با مقدارثابت** علاوه بر خطای نوع اول (α) توان آزمون (1-β) نیزدر فرمول وارد می شود.*

*بر این اساس فرمول حجم نمونه در آزمون یکطرفه:*

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta})^2 \left[p(1-p)\right]}{d^2}$$

*و فرمول حجم نمونه در آزمون دو طرفه:*

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \left[p(1-p)\right]}{d^2} =$$

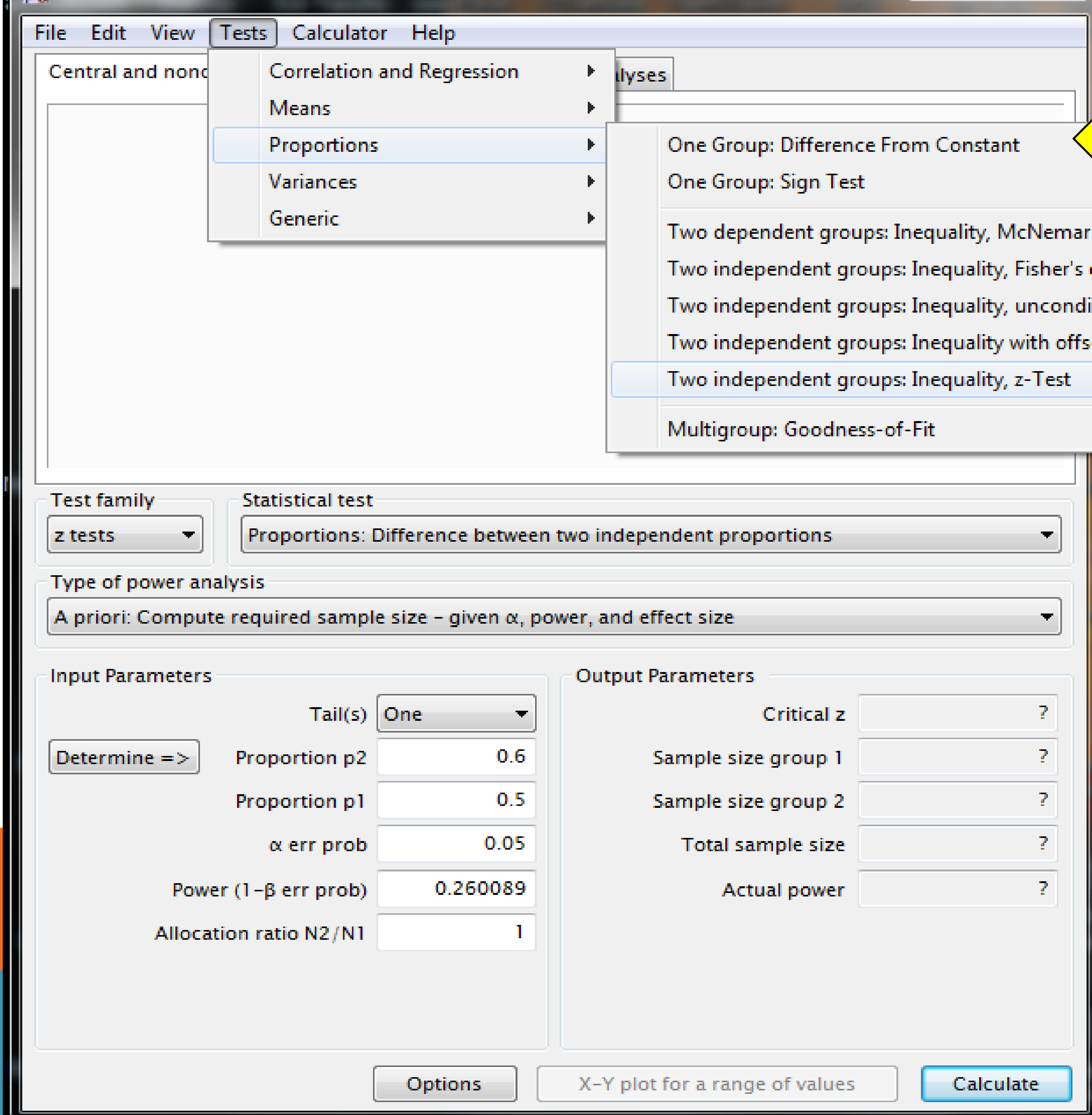
$$\frac{(1.96 + 084)^2 (0.15 \times 0.85)}{0.05^2} = 400$$

$\alpha$ احتمال خطای نوع اول؛ اگر ۰/۰۵= $\alpha$باشد $Z_{1-\alpha/2}$برابر ۱/۹۶است

β -1 توان آزمون (احتمال خطای نوع دوم −۱)؛ اگر ۰/۲۰= βباشد $Z_{1-\beta}$برابر ۰/۸۶است

P : برآورد نسبت در جامعه

d: حداکثر خطای قابل قبول


File Edit View Tests Calculator Help
Central and nonc
lyses
Correlation and Regression
Means
Proportions
Variances
Generic
One Group: Difference From Constant
One Group: Sign Test
Two dependent groups: Inequality, McNemar t
Two independent groups: Inequality, Fisher's e
Two independent groups: Inequality, unconditi
Two independent groups: Inequality with offse
Two independent groups: Inequality, z-Test
Multigroup: Goodness-of-Fit
Test family
z tests
Statistical test
Proportions: Difference between two independent proportions
Type of power analysis
A priori: Compute required sample size – given α, power, and effect size
Input Parameters
Tail(s) One
Determine =>
Proportion p2 0.6
Proportion p1 0.5
α err prob 0.05
Power (1-β err prob) 0.260089
Allocation ratio N2/N1 1
Output Parameters
Critical z ?
Sample size group 1 ?
Sample size group 2 ?
Total sample size ?
Actual power ?
Options
X-Y plot for a range of values
Calculate

# حداقل حجم نمونه براي مقايسه نسبت ها در دو جامعه مستقل

$$n_A = n_B = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \left[p_A(1-p_A) + p_B(1-p_B)\right]}{(p_A - p_B)^2}$$

$$n_A = n_B = \frac{2(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2\, \overline{p}(1-\overline{p})}{(p_A - p_B)^2}$$

$$\overline{p} = \frac{p_A + p_B}{2}$$

$\alpha$ احتمال خطای نوع اول؛ اگر $\alpha$ =۰/۰۵ باشد $Z_{1-\alpha/2}$ برابر ۱/۹۶است

$\beta$ -1 توان آزمون (احتمال خطای نوع دوم –۱)؛ اگر $\beta$ =۰/۲۰ باشد $Z_{1-\beta}$ برابر ۰/۸۶است

نسبت در گروه اول: $p_1$

نسبت در گروه دوم : $p_2$

# مثال:

در مورد مقايسه تأثير دو نوع داروي A و B، روي بهبودي بيماران اين ادعا مطرح است كه داروي B نسبت به داروي A در بهبودي بيماران تأثير بيشتري دارد. براي بررسي اين ادعا، آزمايش را طوري در نظر مي گيريم كه با تقسيم تصادفي بيماران به دو بخش، به يك گروه داروي A و به گروه ديگر، داروي Bرا تجويز مي كنيم. فرضيات مورد نظر به شرح زير است:

$$\begin{cases} H_0 : p_1 = p_2 \\ H_1 : p_1 < p_2 \end{cases}$$

$P_1$ و $P_2$ به ترتيب نسبت بيماران بهبود يافته در گروه A و Bاست . چنانچه اطلاعات اوليه نشان دهد كه پس از مصرف داروي A، **45** درصد بيماران بهبود مي يابند و اين نسبت در مورد بيماراني كه از داروي Bاستفاده مي كنند، **65** درصد باشد، مي خواهيم حداقل حجم نمونه مورد نياز را طوري تعيين كنيم كه حجم نمونه هر دو گروه يكسان باشد

کمیته تحقیقات دانشجویی
دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

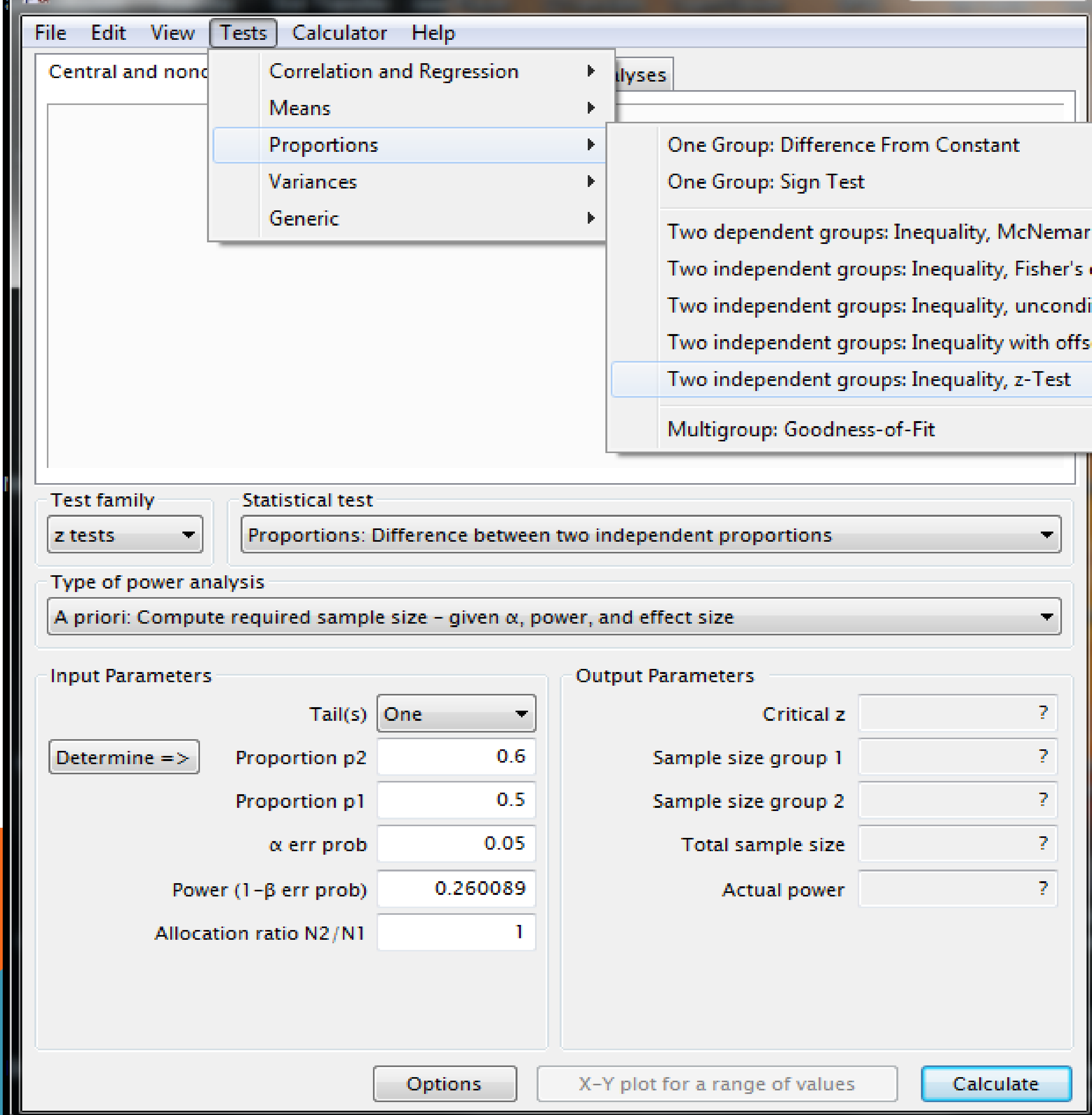
$$n_A = n_B = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \left[ p_A(1-p_A) + p_B(1-p_B) \right]}{(p_A - p_B)^2}$$

$$= \frac{(1.96+0.84)^2[0.45(1-0.45)+0.65(1-0.65)]}{(0.45-0.65)^2} = 94$$

$$n_A = n_B = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \, \bar{p}(1-\bar{p})}{(p_A - p_B)^2}$$

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2}{2} = 55$$

$$= \frac{2(1.96+0.84)^2 \, 0.55(1-0.55)}{(0.45-0.65)^2} = 97$$


File Edit View Tests Calculator Help
Central and nonc
lyses
Correlation and Regression
Means
Proportions
Variances
Generic
One Group: Difference From Constant
One Group: Sign Test
Two dependent groups: Inequality, McNemar t
Two independent groups: Inequality, Fisher's e
Two independent groups: Inequality, unconditi
Two independent groups: Inequality with offse
Two independent groups: Inequality, z-Test
Multigroup: Goodness-of-Fit
Test family
z tests
Statistical test
Proportions: Difference between two independent proportions
Type of power analysis
A priori: Compute required sample size – given α, power, and effect size
Input Parameters
Tail(s) One
Determine =>
Proportion p2 0.6
Proportion p1 0.5
α err prob 0.05
Power (1-β err prob) 0.260089
Allocation ratio N2/N1 1
Output Parameters
Critical z ?
Sample size group 1 ?
Sample size group 2 ?
Total sample size ?
Actual power ?
Options
X-Y plot for a range of values
Calculate

# حداقل حجم نمونه براي مقايسه نسبت داده های زوجی

$$n = \frac{(Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z^2_{1-\beta})P(1-P)}{(p_1 - p_2)^2}$$

where:

n = sample size for 1 group

$p_1 - p_2$ = clinically meaningful difference in dependent proportions

$Z_{1-\beta}$ = corresponds to power (.84 = 80% power)

$Z_{1-\alpha/2}$ = corresponds to two-tailed significance level (1.96 for $\alpha = .05$)

کمیته تحقیقات دانشجویی
دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

# SECTION 2

# حجم نمونه برای برآورد و آزمون ضریب همبستگی:

فرض کنید r برآورد ضریب همبستگی بین دو متغیر X و Y باشد. حداقل حجم نمونه لازم برای آزمون ضریب همبستگی زیر:

$$\begin{cases} H0:\ \rho = 0 \\ H1: \rho = r \end{cases}$$

$$n = \frac{(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta})^2}{C(r)^2} + 3$$

$$C(r) = \frac{1}{2}\ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right)$$

where the Fisher's transformation

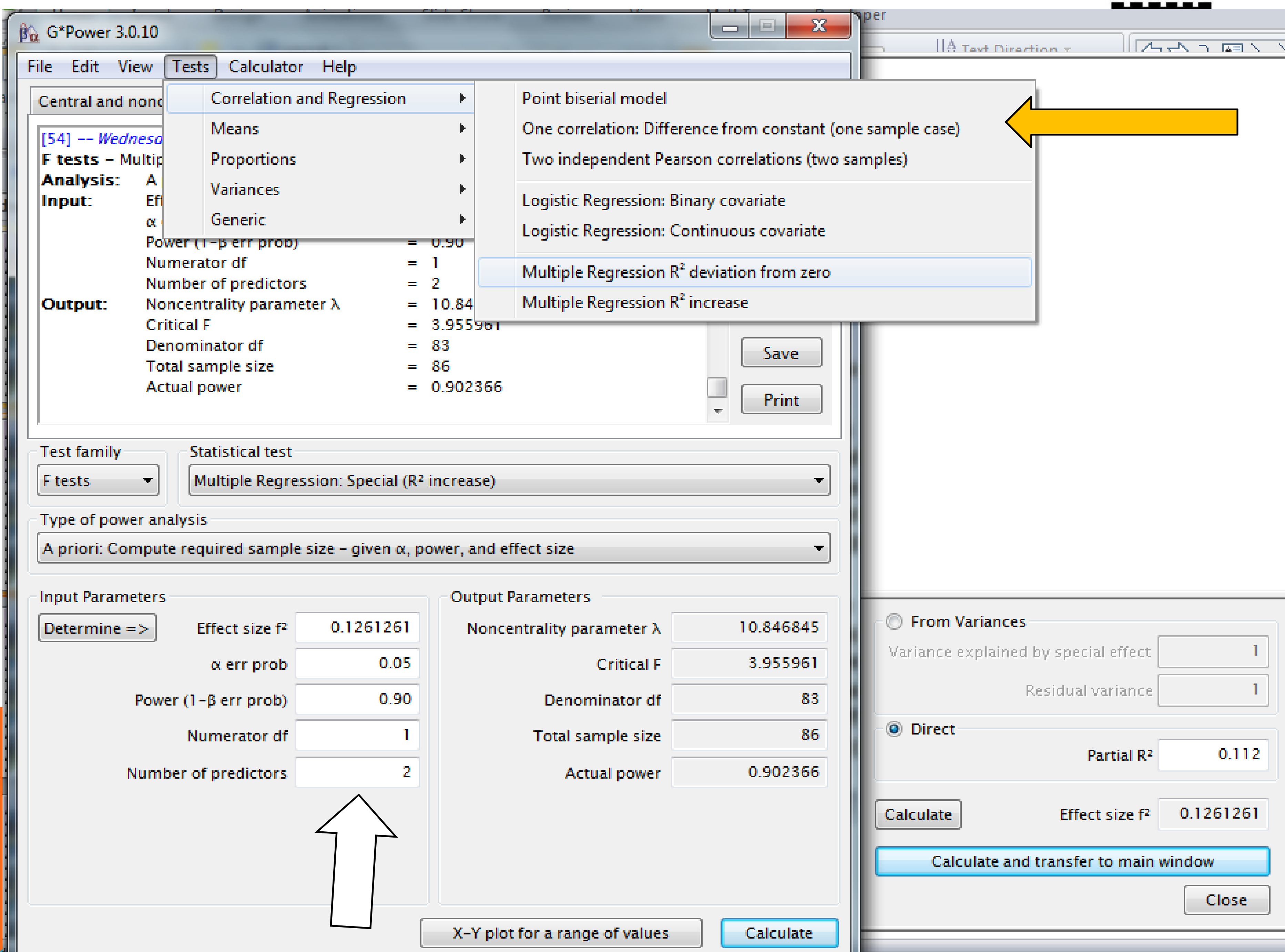
# حجم نمونه برای برآورد و آزمون ضریب همبستگی:

پزشكي در مورد بيماران خود مدعي است كه با افزايش سن، فشار خون بيماران افزا يش مي يابد. چنانچه اطلاعات اوليه نشان دهد كه ضريب همبستگي پيرسن بين سن و فشارخون بيماران مراجعه كننده به پزشك 0/50 است، براي آن كه با اطمينان 90 درصد، آزمون معني داري ضريب همبستگي خطي پيرسن، حداقل توان 80 درصد (درنقطه متناظر با ضريب همبستگي (0/50) داشته باشد،

حداقل حجم نمونه مورد نیاز چقدر می باشد؟

به منظور بررسي اين ادعا، لازم است نمونه اي از بيماران انتخاب شده و ضريب همبستگي بين سن و فشار خون بيماران محاسبه شود. آنگاه آزمون معني داري ضريب همبستگي خطي پيرسن، براي بررسي اين ادعا مورد استفاده قرار مي گيرد.

$$N = \frac{(1.64 + 0.84)^2}{\frac{1}{4}\left[\log_e\left(\frac{1+0.5}{1-0.5}\right)\right]^2} + 3 \cong 23$$



G*Power 3.0.10
File Edit View Tests Calculator Help
Central and nonc
[54] -- Wednesd
F tests - Multip
Analysis: A
Input: Eff
α
Power (1-β err prob) = 0.90
Numerator df = 1
Number of predictors = 2
Output: Noncentrality parameter λ = 10.84
Critical F = 3.955961
Denominator df = 83
Total sample size = 86
Actual power = 0.902366
Correlation and Regression
Means
Proportions
Variances
Generic
Point biserial model
One correlation: Difference from constant (one sample case)
Two independent Pearson correlations (two samples)
Logistic Regression: Binary covariate
Logistic Regression: Continuous covariate
Multiple Regression R² deviation from zero
Multiple Regression R² increase
Save
Print
Test family
F tests
Statistical test
Multiple Regression: Special (R² increase)
Type of power analysis
A priori: Compute required sample size - given α, power, and effect size
Input Parameters
Determine =>
Effect size f² 0.1261261
α err prob 0.05
Power (1-β err prob) 0.90
Numerator df 1
Number of predictors 2
Output Parameters
Noncentrality parameter λ 10.846845
Critical F 3.955961
Denominator df 83
Total sample size 86
Actual power 0.902366
X-Y plot for a range of values
Calculate
From Variances
Variance explained by special effect 1
Residual variance 1
Direct
Partial R² 0.112
Calculate
Effect size f² 0.1261261
Calculate and transfer to main window
Close

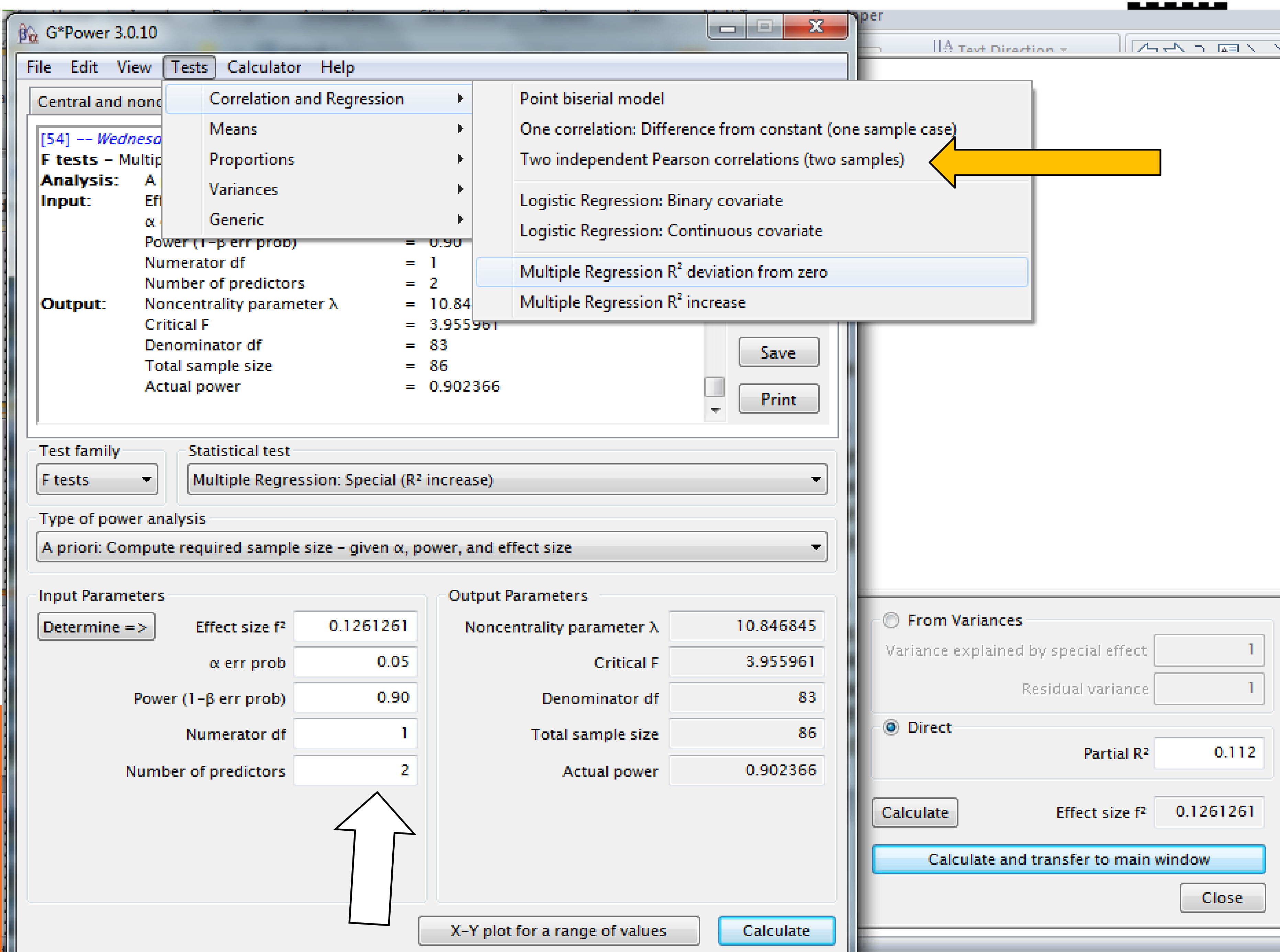
# حجم نمونه برای مقایسه ضریب همبستگی دو جامعه



$$z_1 = \frac{1}{2}\log_e\left[\frac{1+r_1}{1-r_1}\right]$$

$$z_2 = \frac{1}{2}\log_e\left[\frac{1+r_2}{1-r_2}\right]$$

$$\boxed{N = \frac{4\left(z_\alpha + z_\beta\right)^2}{\left(z_1 - z_2\right)^2}}$$



G*Power 3.0.10
File Edit View Tests Calculator Help
Central and nonc
[54] -- Wednesd
F tests – Multip
Analysis: A
Input: Eff
α
Power (1–β err prob) = 0.90
Numerator df = 1
Number of predictors = 2
Output: Noncentrality parameter λ = 10.84
Critical F = 3.955961
Denominator df = 83
Total sample size = 86
Actual power = 0.902366
Correlation and Regression
Means
Proportions
Variances
Generic
Point biserial model
One correlation: Difference from constant (one sample case)
Two independent Pearson correlations (two samples)
Logistic Regression: Binary covariate
Logistic Regression: Continuous covariate
Multiple Regression R² deviation from zero
Multiple Regression R² increase
Save
Print
Test family
F tests
Statistical test
Multiple Regression: Special (R² increase)
Type of power analysis
A priori: Compute required sample size – given α, power, and effect size
Input Parameters
Determine =>
Effect size f² 0.1261261
α err prob 0.05
Power (1–β err prob) 0.90
Numerator df 1
Number of predictors 2
Output Parameters
Noncentrality parameter λ 10.846845
Critical F 3.955961
Denominator df 83
Total sample size 86
Actual power 0.902366
X-Y plot for a range of values
Calculate
From Variances
Variance explained by special effect 1
Residual variance 1
Direct
Partial R² 0.112
Calculate
Effect size f² 0.1261261
Calculate and transfer to main window
Close

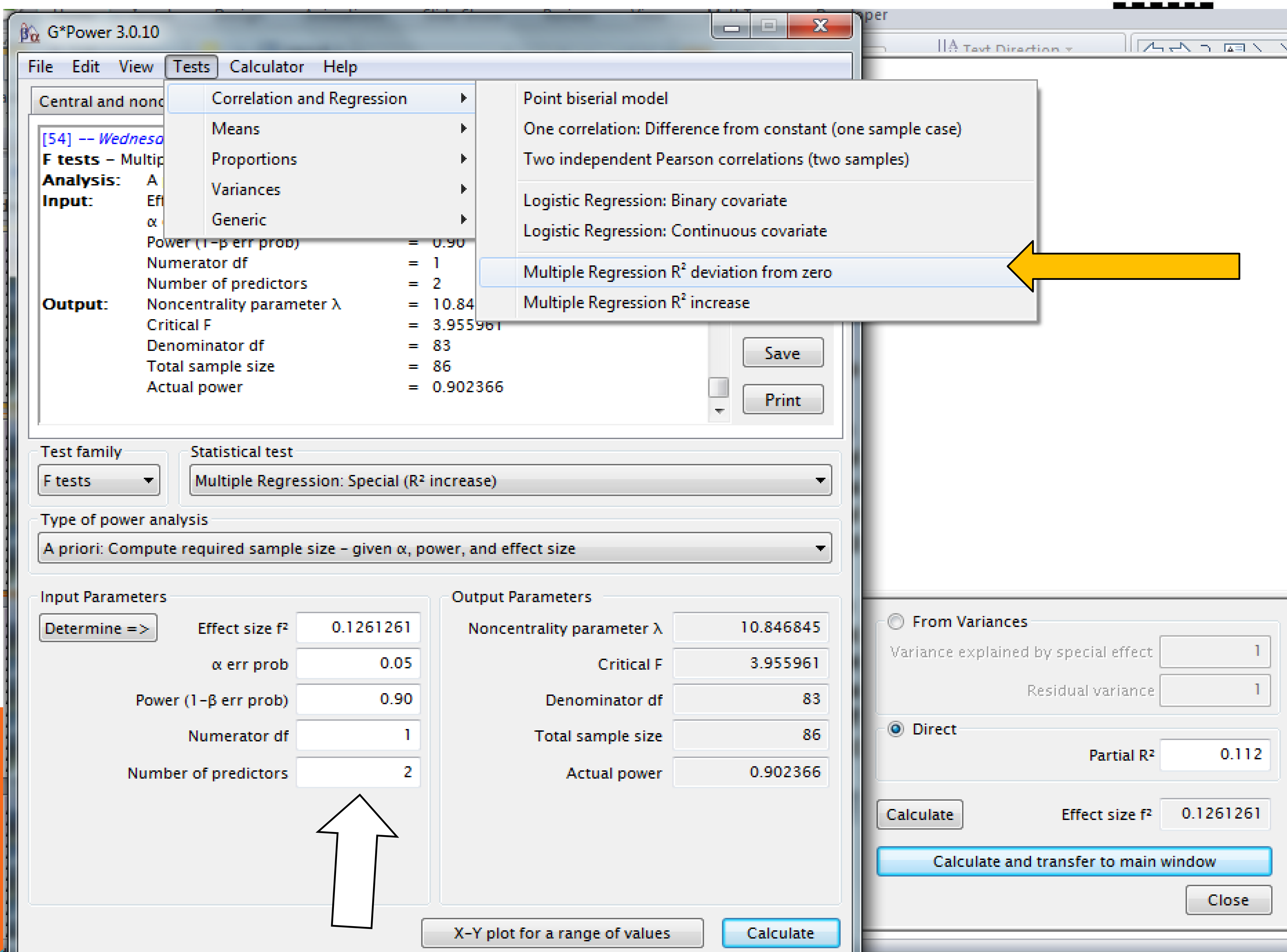
# Sample size for Linear regression

- In the simple regression (1 covariate), the detectable correlation of 0.2 requires a sample of 193.

$$ES = \frac{r^2}{1-r^2}$$

- The sample of 450 will allow detection of small-to-medium correlation of 0.13 or larger.

- In a multiple regression with p covariates, the required sample will increase, depending on the partial correlation of p-1 covariates. the sample of 450 will allow to detect medium effect of $R^2$=.02 for predicting ASI score from 5-10 covariates.



G*Power 3.0.10
File Edit View Tests Calculator Help
Central and nonc
[54] -- Wednesd
F tests – Multip
Analysis: A
Input: Eff
α
Power (1–β err prob) = 0.90
Numerator df = 1
Number of predictors = 2
Output: Noncentrality parameter λ = 10.84
Critical F = 3.955961
Denominator df = 83
Total sample size = 86
Actual power = 0.902366
Correlation and Regression
Means
Proportions
Variances
Generic
Point biserial model
One correlation: Difference from constant (one sample case)
Two independent Pearson correlations (two samples)
Logistic Regression: Binary covariate
Logistic Regression: Continuous covariate
Multiple Regression R² deviation from zero
Multiple Regression R² increase
Save
Print
Test family
F tests
Statistical test
Multiple Regression: Special (R² increase)
Type of power analysis
A priori: Compute required sample size – given α, power, and effect size
Input Parameters
Determine =>
Effect size f² 0.1261261
α err prob 0.05
Power (1–β err prob) 0.90
Numerator df 1
Number of predictors 2
Output Parameters
Noncentrality parameter λ 10.846845
Critical F 3.955961
Denominator df 83
Total sample size 86
Actual power 0.902366
X-Y plot for a range of values
Calculate
From Variances
Variance explained by special effect 1
Residual variance 1
Direct
Partial R² 0.112
Calculate
Effect size f² 0.1261261
Calculate and transfer to main window
Close

# Determining Effect Size

- **Based on substantive knowledge**
- **Based on findings from prior research**
- **Based on a pilot study**
- **Use conventions**
- **-- e.g., small, medium and large effect size defined by Cohen**

# انواع شاخصها

- **Proportions (rate)**
  - **Compare 2 proportions**
- **Means (e.g., ASI score)**
  - **Compare 2 means (t-test)**
  - **Compare 3 or more means (ANOVA)**
- **Bivariate relationship – correlation (r)**
- **Multiple regression – Multiple $R^2$**

# Measuring Effect Sizes

Measuring Effect Sizes

1. **Two Groups (Experimental and Control):**

$$\text{Effect Size} = \frac{\textit{Mean of Expeimental Group} - \textit{Mean of Contol Group}}{\text{Standard } \textit{Diviation}}$$

2. **Analysis of Variance (ANOVA):**

$$\eta^2 = SS_{Treatment} / SS_{Total} \Rightarrow$$ **Proportion of Variability in Response Variable by the Treatment**

$$\text{Effect Size} = \sqrt{\eta^2 / \left(1-\eta^2\right)}$$

3. **Multiple Regression:**

$$R^2 = SS_{regression} / SS_{Total} \Rightarrow$$ **Proportion of Variability in Dependent Variable Explained by the Predictors**

$$\text{Effect Size} = R^2 / \left(1-R^2\right)$$

Back

**Tests for Proportions**

| Test | Test Family | Hypothesis | Effect Size | Other Parameters | Noncentra Paramet |
|---|---|---|---|---|---|
| Contingency tables and goodness of fit | $\chi^2$ tests | $\pi_{1i} = \pi_{0i}$<br>$i = 1, \ldots, k$<br>$\sum_{i=1}^{k} \pi_{0i} = 1$ | $w = \sqrt{\sum_{i=1}^{k} \frac{(\pi_{1i} - \pi_{0i})^2}{\pi_{0i}}}$ | | $\lambda = w^2$ |
| Difference from constant (one-sample case) | exact tests | $\pi = c$ | $g = \pi - c$ | constant proportion c | |
| Inequality of two dependent proportions (McNemar) | exact tests | $\pi_{12}/\pi_{21} = 1$ | odds ratio $= \pi_{12}/\pi_{21}$ | proportion of discordant pairs $= \pi_{12} + \pi_{21}$ | |
| Sign test | exact tests | $\pi = 1/2$ | $g = \pi - 1/2$ | | |
| Inequality of two independent proportions | $z$ tests | $\pi_1 = \pi_2$ | (A) alternate proportion: $\pi_2$<br>(B) $h = \phi_1 - \phi_2$<br>$\phi_i = 2 \arcsin \sqrt{\pi_i}$ | (A) null proportion: $\pi_1$ | |
| Inequality of two independent proportions (Fisher's exact test) | exact tests | $\pi_1 = \pi_2$ | alternate proportion: $\pi_1$ | null proportion: $\pi_2$ | |
| Inequality of two independent proportions (unconditional) | exact tests | $\pi_1 = \pi_2$ | (A) alternate proportion: $\pi_1$<br>(B) difference: $\pi_2 - \pi_1$<br>(C) risk ratio: $\pi_2/\pi_1$<br>(D) odds ratio: $\frac{\pi_1 / (1 - \pi_1)}{\pi_2 / (1 - \pi_2)}$ | null proportion: $\pi_2$ | |
| Inequality with | exact | $\pi_1 = \pi_2 + c$ | (A) alternate proportion: $\pi_{1\|H_1}$ | (A) proportion: $\pi_{1\|H_0}$ | |

## Tests for Correlation and Regression

| Test | Test Family | Null Hypothesis | Effect Size | Other Parameters | Noncentrality Parameter and Degrees of Freedom |
|---|---|---|---|---|---|
| Difference from zero: point biserial model | $t$ tests | $\rho = 0$ | $\rho$ | | $\delta = \sqrt{\frac{\rho^2}{1-\rho^2}} \cdot \sqrt{N}$ <br> $df = N - 2$ |
| Difference from constant (bivariate normal) | exact tests | $\rho = c$ | $\rho$ | Constant correlation $c$ | |
| Inequality of two correlation coefficients | $z$ tests | $\rho_1 = \rho_2$ | $q = z_1 - z_2$ <br> $z_i = \frac{1}{2}\ln\frac{1+\rho_i}{1-\rho_i}$ | | $m_1 = \frac{q}{s}$ <br> $s = \sqrt{\frac{n_1 + n_2 - 6}{(n_1 - 3)(n_2 - 3)}}$ |
| Multiple regression: deviation of $R^2$ from zero | $F$ tests | $R^2_{Y \cdot A} = 0$ | $f^2 = \frac{R^2_{Y \cdot A}}{1 - R^2_{Y \cdot A}}$ | Number of predictors $p$ (#A) | $\lambda = f^2 N$ <br> $df_1 = p$ <br> $df_2 = N - p - 1$ |
| Multiple regression: increase of $R^2$ | $F$ tests | $R^2_{Y \cdot A,B} = R^2_{Y \cdot A}$ | $f^2 = \frac{R^2_{Y \cdot A,B} - R^2_{Y \cdot A}}{1 - R^2_{Y \cdot A,B}}$ | Total number of predictors $p$ (#A + #B) <br> Number of tested predictors $q$ (#B) | $\lambda = f^2 N$ <br> $df_1 = q$ <br> $df_2 = N - p - 1$ |

**Table 2: Formulae for Sample Size Calculations for Comparisons Between Proportions**

| Design | Hypothesis | Hypotheses and Sample Size rules | |
|---|---|---|---|
| | | $H_0$ | Basic Rule |
| One-sample | Equality | $\pi - \pi_0 = 0$ | $n = \frac{\left(z_{\frac{\alpha}{2}}+z_\beta\right)^2 \pi(1-\pi)}{(\pi-\pi_0)^2}$ |
| | Superiority | $\pi - \pi_0 \leq \delta$ | $n = \frac{(z_\alpha+z_\beta)^2 \pi(1-\pi)}{(\pi-\pi_0-\delta)^2}$ |
| | Equivalence | $\lvert\pi - \pi_0\rvert \geq \delta$ | $n = \frac{(z_\alpha+z_\beta)^2 \pi(1-\pi)}{(\lvert\pi-\pi_0\rvert-\delta)^2}$ |
| Two-sample Parallel | Equality | $\pi_1 - \pi_2 = 0$ | $n_i = \frac{\cancel{2}\left(z_{\frac{\alpha}{2}}+z_\beta\right)^2 (\pi_1(1-\pi_2)+\pi_2(1-\pi_2))}{(\pi_1-\pi_2)^2}$ |
| | Non-inferiority | $\pi_1 - \pi_2 \geq \delta$ | $n_i = \frac{\cancel{2}(z_\alpha+z_\beta)^2 (\pi_1(1-\pi_2)+\pi_2(1-\pi_2))}{(\pi_1-\pi_2-\delta)^2}$ |
| | Superiority | $\pi_1 - \pi_2 \leq \delta$ | $n_i = \frac{\cancel{2}(z_\alpha+z_\beta)^2 (\pi_1(1-\pi_2)+\pi_2(1-\pi_2))}{(\pi_1-\pi_2-\delta)^2}$ |
| | Equivalence | $\lvert\pi_1 - \pi_2\rvert \geq \delta$ | $n_i = \frac{\cancel{2}(z_\alpha+z_\beta)^2 (\pi_1(1-\pi_2)+\pi_2(1-\pi_2))}{(\lvert\pi_1-\pi_2\rvert-\delta)^2}$ |
| Two-sample Crossover | Equality | $\pi_1 - \pi_2 = 0$ | $n_i = \frac{\left(z_{\frac{\alpha}{2}}+z_\beta\right)^2 \sigma_d^2}{2(\pi_1-\pi_2)^2}$ |
| | Non-inferiority | $\pi_1 - \pi_2 \geq \delta$ | $n_i = \frac{(z_\alpha+z_\beta)^2 \sigma_d^2}{2(\pi_1-\pi_2-\delta)^2}$ |
| | Superiority | $\pi_1 - \pi_2 \leq \delta$ | $n_i = \frac{(z_\alpha+z_\beta)^2 \sigma_d^2}{2(\pi_1-\pi_2-\delta)^2}$ |
| | Equivalence | $\lvert\pi_1 - \pi_2\rvert \geq \delta$ | $n_i = \frac{(z_\alpha+z_{\beta/2})^2 \sigma_d^2}{2(\lvert\pi_1-\pi_2\rvert-\delta)^2}$ |

کمیته تحقیقات دانشجویی
دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

# END