

Research Article

Calculation and Justification of Sample Size in Researches of Psychological Sciences: Application of G*Power Software

Authors

Hojjatollah Farahani^{1*}, Rasol Roshan Chesli²

1. Assistant Professor, Department of psychology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)

2. Professor of Psychology, Shahed University, Tehran, Iran. roshan@shahed.ac.ir

Abstract

Receive Date:
11/05/2021

Accept Date:
25/08/2021



Appropriate sample size calculation, its justification, and power analysis are too difficult in psychological sciences. The process of sample size calculation and power analysis using statistical formulas, especially without any background is too difficult. The informativeness of research depends on this justification. The more collected data, the more informativeness according to its inferential goals. In this paper, basic concepts have been discussed and then, G*Power software was briefly introduced for sample size determinations and power analysis. Briefly, 3 practical examples of the sample size calculations using this software were finally introduced. This software supports sample size calculation and power analysis for various statistical methods including exact test, t-tests, F-tests, Chi-Square tests, and Z-tests, each of these family tests includes many statistical tests. This software is user-friendly and useful software for estimating sample size and power analysis in psychological science research. This paper provides insight for a psychological researcher and it will make the researcher able to apply this software to other statistical tests.

Keywords

Effect Size, Psychology; Sample Size; Power Analysis; Software

Corresponding Author's E-mail

h.farahani@modares.ac.ir

محاسبه و توجیه حجم نمونه در پژوهش‌های علوم

روانشناختی: با کاربرد نرم افزار G*Power

نویسندگان

حجت‌اله فراهانی^{۱*}، رسول روشن چسلی^۲

۱. استادیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)

roshan@shahed.ac.ir

۲. استادگروه روان‌شناسی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

چکیده

محاسبه حجم نمونه‌ی مناسب، توجیه آن و تحلیل توان در پژوهش‌های علوم روان‌شناختی دشوار است. فرایند تعیین حجم نمونه با استفاده از فرمول، بدون یک پیشینه آماری قوی دشوار است. میزان اطلاع‌دهندگی یک پژوهش بستگی به این توجیه دارد. هرچه میزان داده‌های گردآوری شده فزون‌تر شود، پژوهش مورد نظر با توجه به اهداف استنباطی که دارد، اطلاع‌دهندگی بیشتری خواهد داشت در این مقاله ابتدا به مرور مفاهیم پایه و سپس به معرفی خلاصه نرم‌افزار G*Power در تحلیل توان و تعیین حجم نمونه پرداخته شد. در پایان سه مثال کاربردی برای تعیین حجم نمونه همراه با مراحل اجرای نرم‌افزار آنها آورده شد. نرم‌افزار G*Power به سادگی از تعیین حجم نمونه و تحلیل توان برای تمامی روش‌های آماری پشتیبانی می‌کند. از جمله این روشها آزمون دقیق، آزمونهای تی، آزمونهای اف، آزمونهای کای-اسکویر و آزمونهای زی. هر یک از این خانواده آزمونها شامل روش‌های آماری زیادی هستند. این نرم‌افزار، نرم‌افزاری کاربر پسند و مفید برای برآورد حجم نمونه و تحلیل توان در پژوهش‌های علوم روان‌شناختی است. این مقاله بینشی برای پژوهشگر روانشناختی فراهم می‌آورد به گونه‌ای که او بتواند این نرم‌افزار را برای دیگر روشهای آماری نیز به کار ببرد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۰/۰۲/۲۱

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۰/۰۶/۰۳



کلیدواژه‌ها

روان‌شناسی، حجم نمونه، تحلیل توان، اندازه اثر، نرم‌افزار

پست الکترونیکی

نویسنده مسئول

h.farahani@modares.ac.ir

مقدمه

یکی از مهمترین گام‌ها در انجام پژوهش‌های تجربی، تعیین و توجیه حجم نمونه‌ای است که از آن داده‌ها گردآوری می‌شود. شاید بتوان این گام را نه چالش برانگیزترین که یکی از چالش‌برانگیزترین گام‌ها در پژوهش‌های روان‌شناختی دانست. در بسیاری از پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌ی علوم روان‌شناختی به سادگی، حجم نمونه در گزارش پژوهش آورده شده است اما به دلیل علمی انتخاب آن حجم خاص پرداخته نشده است یا به عبارت دیگر، حجم نمونه توجیه نشده است. میزان اطلاع دهندگی^۱ یک پژوهش بستگی به این توجیه دارد. هرچه میزان داده‌های گردآوری شده فزون‌تر شود، پژوهش‌مورد نظر با توجه به اهداف استنباطی که دارد، اطلاع‌دهندگی بیشتری خواهد داشت هرچند افزایش خطای نوع اول طبق قاعده نایستایی^۲ در کمین است و نیز از دیدگاه اقتصادی پژوهش‌هایی با حجم نمونه‌های بیش از اندازه بزرگ به اتلاف زمان، پول و انرژی می‌انجامند. از دیگر سو، در نظر گرفتن حجم اندک نمونه سبب نادیده گرفتن روابط و تفاوت‌های معنادار^۳ می‌شود. اینجاست که افزایش خطای نوع دوم در کمین است. بنابراین محاسبه حجم نمونه و تحلیل توان آماری پیش از انجام پژوهش (تحلیل توان پیشین^۴)، ضروری و مستلزم یک سبک و سنگینی^۵ از نظر هزینه و زمان است [1,2,3]. پیش از پرداختن به تعیین حجم نمونه با تحلیل توان، لازم است به مفاهیم پایه‌نگاهی گذرا شود.

مفاهیم پایه در تعیین و توجیه نمونه

کنگ^۶ و همکاران (۲۰۲۰) برای تعیین حجم نمونه به طور کلی به ۴ عامل مهم اشاره می‌کنند که پژوهشگران باید پیش از آنکه به تعیین حجم نمونه مبادرت ورزند آنها را در نظر داشته باشند [1,2]. این ۴ عامل عبارتند از:

(۱) اندازه اثر^۷

(۲) توان آماری $(1 - \beta)$

(۳) سطح معناداری (α) ، (۴) نوع آزمون آماری ای که برای تحلیل داده‌های حاصل به کار گرفته خواهد شد.

اندازه اثر

نشان دهنده تفاوت یا قدرت روابط است و می‌توان آن را نشان دهنده کمینه تفاوت معنادار به لحاظ بالینی دانست

(کمینه بین‌المللی ویراستاران پزشکی، ۱۹۹۷). اگر میزان اندازه اثر در پژوهش‌های مختلف تغییر کند توصیه می‌شود که برای تعیین حجم نمونه، اندازه اثر استاندارد شود. انتخاب اندازه اثر، بسته به طرح پژوهش، روش اندازه‌گیری متغیر وابسته و روش آماری مورد کاربست، متفاوت است. در نگاهی آماری، اندازه اثر نشان می‌دهد که بین دو میانگین چند انحراف معیار تفاوت وجود دارد. در نگاهی کاربردی و بالینی که به آن معننداری بالینی نیز گفته می‌شود اندازه اثر نشان دهنده‌ی میزات تاثیر یک منغیر مستقل بر واریانس متغیر وابسته است. دست کم اندازه اثر در پژوهش‌های علوم رفتاری باید ۰.۳ باشد [1]. اندازه اثر برای تعیین حجم نمونه باید پیش از اجرای پژوهش در دست باشد که پژوهشگر این شاخص را یا از رهگذر بررسی پژوهش‌های پیشین و یا از اجرای یک بررسی راهنما^۸ بدست می‌آورد. اگر هیچ‌یک از آن دو شدنی نبود، پژوهشگر می‌تواند طبق ملاک کوهن با توجه به انتظار خود از تاثیر احتمالی متغیر مستقل یا پیش بین بر وابسته یا ملاک این شاخص را برای تحلیل توان پیشین، در برآورد حجم نمونه در نظر بگیرد. اندازه اثر از مولفه‌های مهم در تعیین حجم نمونه یا تحلیل توان است. اگر اندازه اثر را پژوهشگر داشته باشد محاسبه حجم نمونه بسیار ساده است زیرا سایر مولفه‌ها مانند سطح معناداری بطور رایج ۰.۰۵ و توان آماری قابل تعیین شدن هستند. بطور رایج بنا به توصیه کوهن (۱۹۶۵) توان آماری در پژوهش‌های رفتاری باید دست کم ۰.۸ باشد. یعنی $\beta = 0.2$ و آزمون آماری و دیگر مشخصات مانند تعداد گروه‌ها، تعداد اندازه‌گیری‌ها و... که به سهولت قابل تعیین شدن است [4]. زیرا پژوهشگر طرح پژوهشی خود را از پیش در نظر دارد. نرم افزار G^*Power مقادیر متعارف اندازه اثر که کوهن توصیه کرده است را به کار می‌گیرد (جدول ۱). اگر اندازه اثر معین نباشد، تعیین اندازه اثر تا حدودی چالش برانگیز می‌شود. در این حالت می‌توان آن را در قالب یک مطالعه راهنما (مقدماتی) یا براساس پیشینه پژوهش‌های انجام شده آن را تعیین کرد [1,2,3].

⁵ trade - off

⁶ Kang

⁷ effect size

⁸ pilot study

¹ informativeness

² nonstop rule

³ significant

⁴ a priori power analysis

جدول ۱. ملاک های کوهن برای تعیین حجم اندازه اثر مفروض در پژوهش های روان شناختی

آزمون	اندازه اثر		
	کم	متوسط	زیاد
آزمون های t	۰/۲	۰/۵	۰/۸
	۰/۱	۰/۲۵	۰/۴
تحلیل واریانس همبستگی	۰/۱	۰/۳	۰/۵

شماره بزرگنمایی یک عدسی تا اندازه خاصی لازم است باشد تا بتوان از "نبود چیزی" اطمینان داشت. برای محاسبه حجم نمونه فرمول ها و جداول زیادی وجود دارد و در نرم افزارهای مختلف قابل محاسبه است که گاهی این محاسبات، ذهن پژوهشگر را در پیچیدگی های محاسباتی فرو می بلعد. بنابراین یکی از راه حل های ساده استفاده از نرم افزار آسان - کاربری^۴ مانند G*Power است. این نرم افزار از GUI^۵ برخوردار است و برای کاربست روش های آماری مختلف دقیق های آزمون و (x^2, F, t, Z) ؛ می توان حجم نمونه مناسب را با آن تعیین کرد. این نرم افزار همچنین اندازه اثر را محاسبه می کند و دارای گزینه های گرافیکی است. در ادامه به توضیح تفصیلی از این نرم افزار در تحلیل توان و تعیین حجم نمونه پرداخته می شود [1, 2, 3].

گام های تعیین حجم نمونه با استفاده از G*Power

برای تعیین حجم نمونه پژوهشگر علوم روانشناختی گام های زیر را برمی دارد.

گام ۱: فرضیه صفر و خلاف پژوهش را باید تعیین کرد.

گام ۲: آزمون آماری مناسب را باید تعیین کرد. در نرم افزار G*Power روش های آماری به دو شیوه تعیین می شوند:

الف) **رویکرد مبتنی بر توزیع**^۶ در این رویکرد پژوهشگر از *menu* ای به نام "Test family" آزمون های x^2, F, t, Z را تعیین می کند.

ب) **رویکرد مبتنی بر طرح**^۷ در این رویکرد پژوهشگر از *menu* ای به نام "Statistical test" روش آماری را انتخاب می کند.

گام ۳: روش تحلیل توان را به یکی از ۵ روش زیر انتخاب می کند:

پژوهشگر باید با استفاده از یکی از ۵ روش زیر شیوه تحلیل آماری را مشخص کند. او با استفاده از *menu* ای به نام "type of power analysis" این شیوه را می تواند انتخاب کند.

خطای نوع اول و نوع دوم و توان آماری

خطای نوع I یا مثبت کاذب خطای رد فرضیه صفر است در حالیکه فرضیه صفر درست است و خطای نوع II یا منفی کاذب، خطای پذیرش فرضیه صفر است آنگاه که فرضیه صفر نادرست بوده و فرضیه مقابل^۸ درست باشد. می توان اینگونه دریافت که خطای نوع اول زمانی رخ می دهد که تفاوت معنادار آماری مشاهده می شود در حالیکه در واقعیت تفاوتی نباشد و خطای نوع II آن هنگام به وقوع می پیوندد که تفاوتی معنادار مشاهده نشود در حالیکه واقعا تفاوتی باشد [1, 4].

هنگامی که فرضیه صفر تأیید می شود دو امکان وجود دارد:

۱) فرضیه صفر پذیرفته شده و واقعا فرضیه صفر درست است و باید پذیرش می شده است.

۲) فرضیه صفر به خطا پذیرفته شده و فرضیه مقابل درست باشد و فرضیه صفر باید رد می شده است.

مورد دوم، آنگاه روی می دهد که توان آزمون آماری بسنده نباشد. اگر پژوهشگر از توان آزمون آماری خود آگاه نباشد، نمی تواند مشخص کند آن چه روی داده کدام مورد است (مورد ۱) یا مورد (۲)؟، و آن را تفسیر و توجیه کند. بنابراین باید هنگام طراحی یک پژوهش، توان آماری را در پیش چشم داشت.

توان آزمون آماری را می توان به زبان بسیار ساده، دقت یک آزمون آماری را در کشف تفاوت های معنادار دانست. شاید بتوان آن را با شماره بزرگنمایی یک عدسی مقایسه کرد،

⁵ graphical user interference

⁶ exact test

⁷ distribution- based approach

⁸ design-based approach

¹ false positive

² false negative

³ alternative hypothesis

⁴ user - friendly

آماری استفاده شده محاسبه می‌گردد. به همین دلیل به آن توان مشاهده یا پسین می‌گویند [1]

گام چهارم: در این گام تمام مولفه های لازم برای تحلیل توان وارد نرم افزار می‌شوند. در *menu* ای به نام *"input parameters"* *G*Power* مولفه های لازم برای محاسبه وارد می‌شوند. اگر مولفه های لازم برای محاسبه اندازه اثر از یک مطالعه راهنمایا پژوهش های پیشین لازم باشد از پنجره محاسبه گر اندازه اثر^۷ می‌توان استفاده کرد. به این منظور با استفاده از این اطلاعات میتوان با کلیک بر دکمه *"determine"* اندازه اثر را محاسبه کرد.

آشنایی مختصر با نرم افزار *G*Power*

این نرم افزار به سادگی از این لینک زیر قابل بارگیری است. <http://g-power.apponic.com/> در این مقاله از *G*Power3,1,9,4* استفاده شده است. پس از نصب و فراخوانی آن یک صفحه باز می‌شود که شامل *file, edit, view, tests, calculator, help central and menu* ردیف دیگری وجود دارد که *noncentral distributions* و *protocol of power analysis* نام دارد (شکل ۱).

شیوه های تحلیل توان، بطور خلاصه عبارتند از:

- (۱) روش پیشین^۱
در این روش با استفاده از توان و سطح معناداری و اندازه اثر، حجم نمونه تعیین می‌شود.
- (۲) روش مصالحه^۲
در این روش پژوهشگر اندازه اثر و حجم نمونه و شاخص نسبت احتمال خطا (q) را می‌داند. ($q = \beta$)
(α) که بر این اساس توان و سطح معناداری قابل تعیین شدن است.
- (۳) روش ملاکی^۳
در این روش پژوهشگر توان، اندازه اثر و حجم نمونه را می‌داند و سپس سطح معناداری و ملاک را تعیین می‌کند.
- (۴) روش پسین^۴
در این روش پژوهشگر سطح معناداری، اندازه اثر و حجم نمونه را در دست دارد و فقط توان را محاسبه می‌کند. این همان توان مشاهده شده است.
- (۵) روش حساسیت^۵
در این روش پژوهشگر سطح معناداری، توان و حجم نمونه را می‌داند و بر آن اساس، اندازه اثر را بدست می‌آورد.

در روش اول، محاسبه حجم نمونه پیش از اجرای پژوهش انجام می‌شود. بنابراین در این روش پیش از طراحی پژوهش، حجم نمونه (n) براساس اندازه سطح معناداری مورد نظر (α) و سطح توان مورد نظر ($1 - \beta$) و اندازه اثر تعیین می‌شود. این روش را می‌توان راهی برای کنترل خطای نوع اول (α) و خطای نوع دوم (β) در فرضیه آزمایی دانست. این روش یک روش مطلوب در تعیین حجم نمونه است. در مقابل با این روش، روش پسین است که پس از اتمام و پایان یابی پژوهش قابل انجام است. در اینجا روش نمونه از پیش وجود داشته و توان آماری براساس آن حجم، α و اندازه اثر و آزمون

⁵ Observed power

⁶ Sensitivity

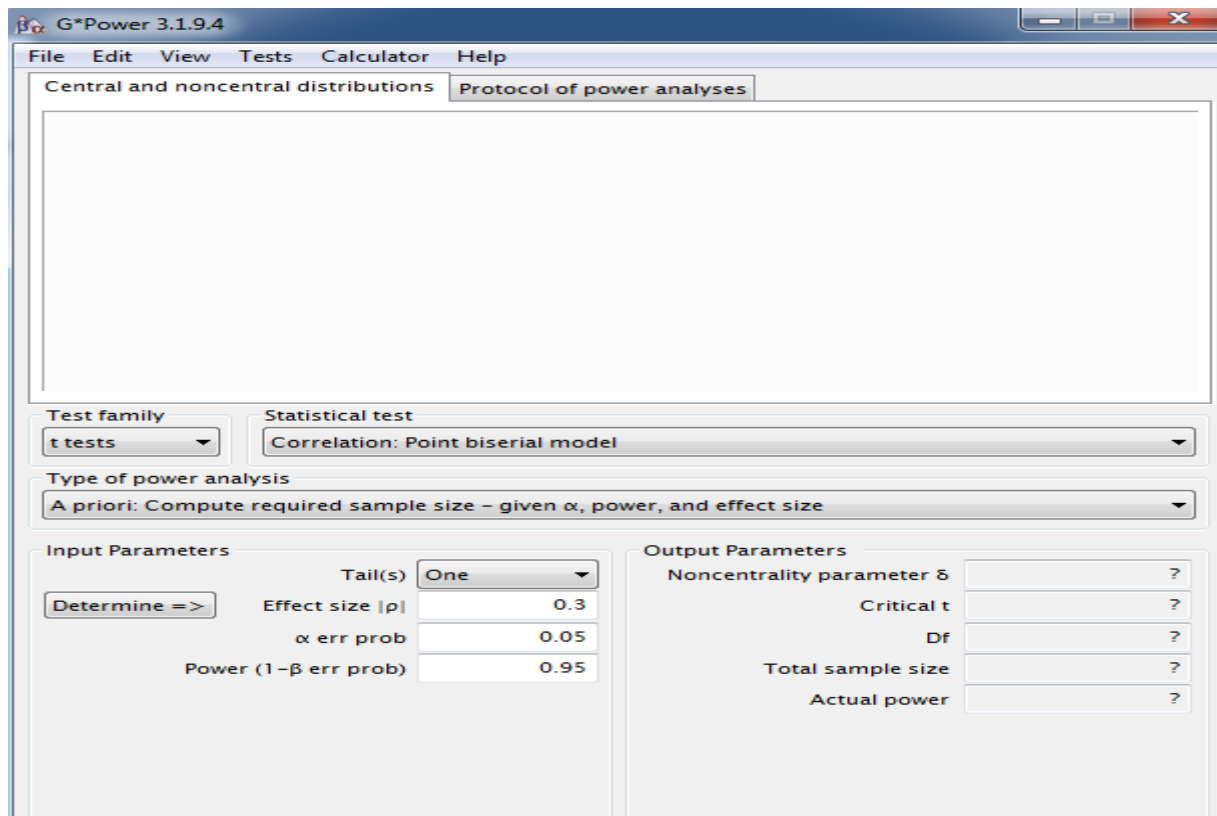
⁷ effect size calculator window

¹ a priori

² compromise

³ criterion

⁴ Post hoc

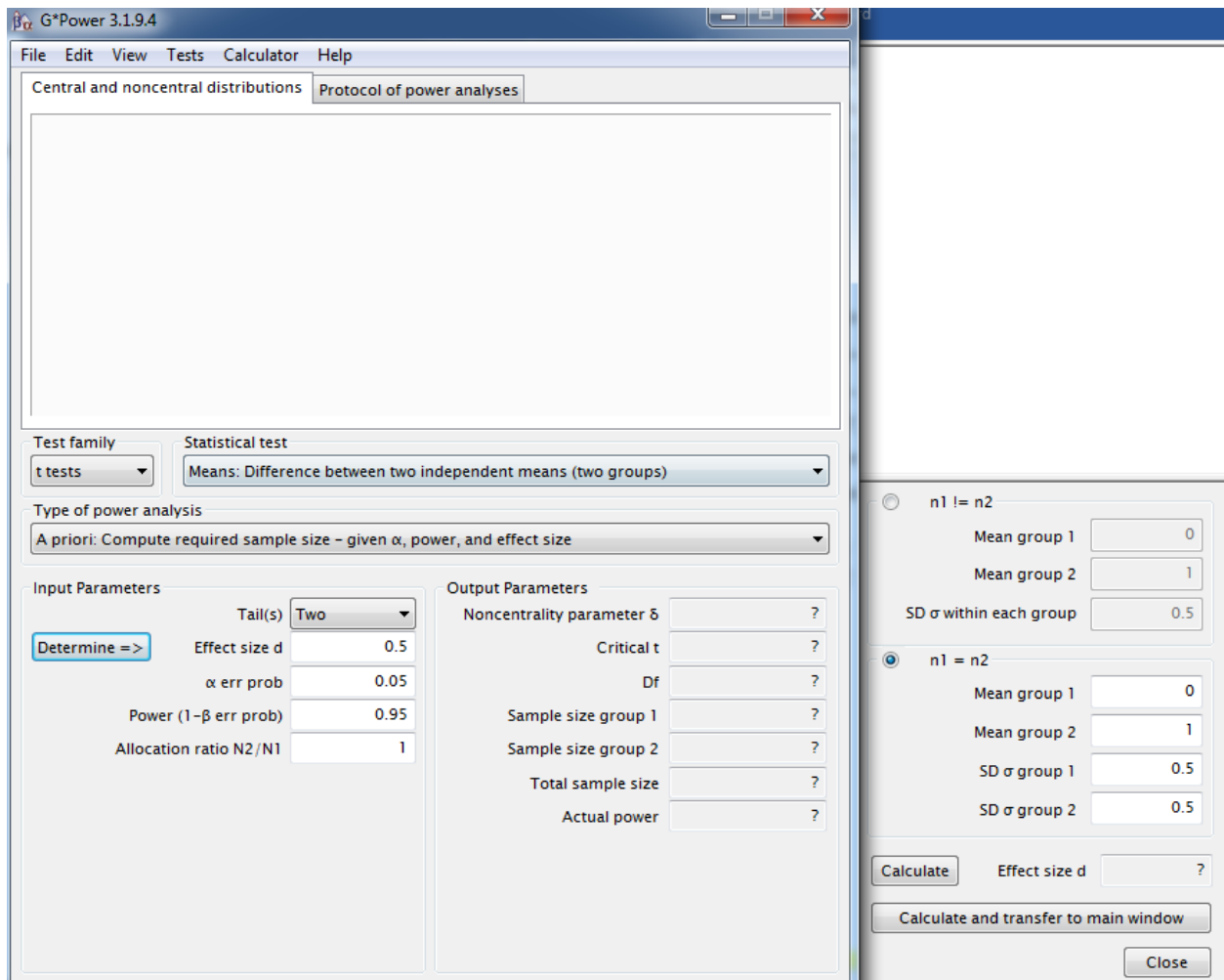


شکل ۱. نمای کلی نرم افزار G*Power

input parameters وجود دارد که اطلاعات مربوط به محاسبه حجم نمونه یا تحلیل توان را می‌توان وارد آن نمود. در بخش *output parameters*، نتایج محاسبه حجم نمونه و تحلیل توان ظاهر می‌شود (شکل ۳ و ۴).

در زیر *input parameter*، دکمه *determine* → وجود دارد که پنجره محاسبه اندازه اثر را فعال می‌کند. پنجره ای که می‌توان با ورود اطلاعات لازم اندازه اثر را محاسبه کرد. شکل ۲، این پنجره را برای محاسبه اندازه اثر براساس میانگین و انحراف استاندارد دو گروه را نشان می‌دهد.

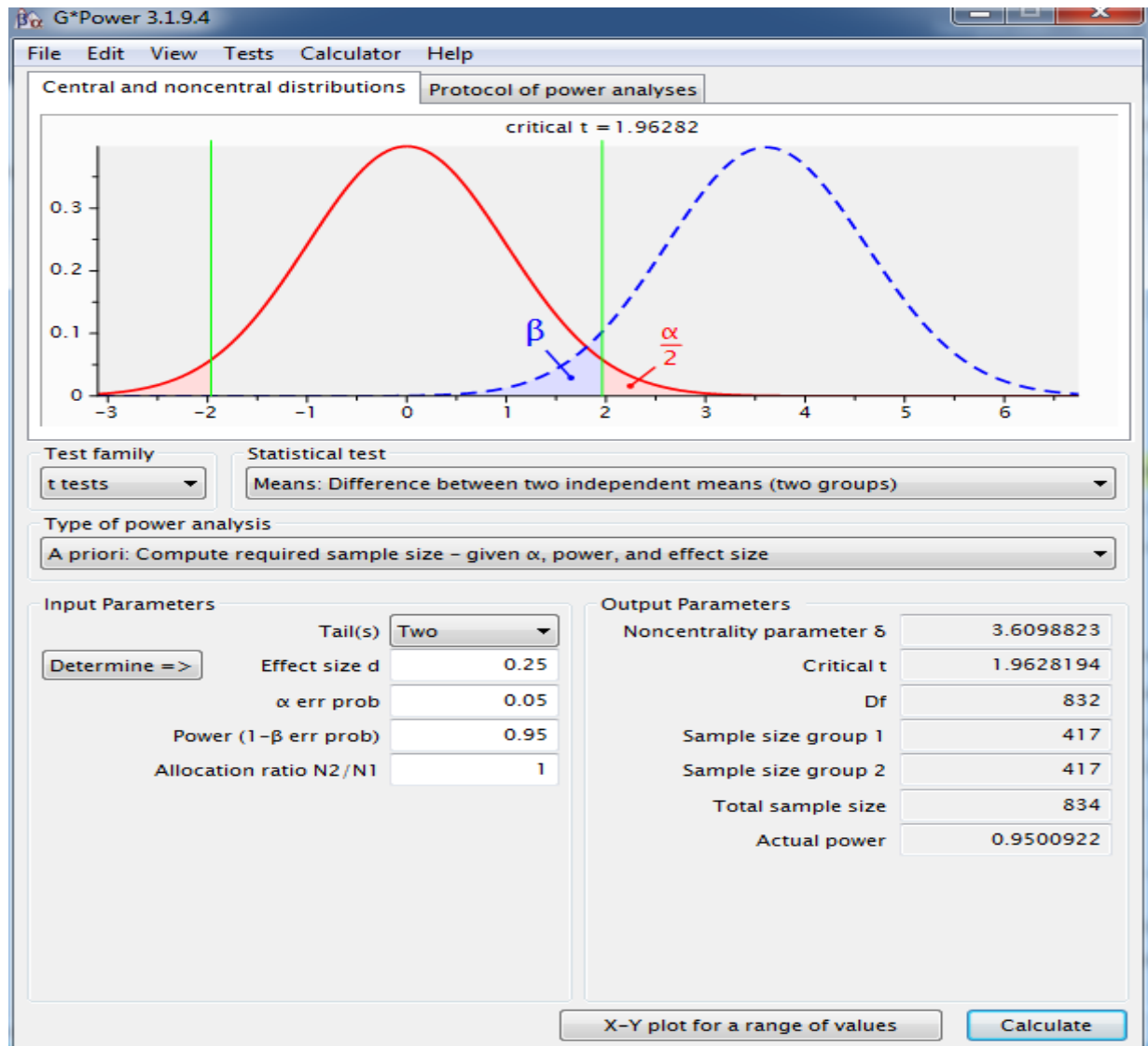
در *central and non – central distribution*، نمودار توزیع فرضیه صفر و خلاف و α و β را نشان داده می‌شود در *protocol of power analysis* نتایج محاسبه، شامل نام آزمون، نام تحلیل توان و پارامترهای ورودی و خروجی را نشان داده می‌شود که قابل چاپ، ذخیره و پاک شدن است. در وسط صفحه، *menu*ی به نام *test family* و *statistical test* وجود دارد و زیر آن *type of power analysis* قرار گرفته است که می‌توان براساس آن‌ها آزمون آماری مناسب و نوع تحلیل توان را تعیین کرد. در بخش پایین تر



شکل ۲. پنجره محاسبه اندازه اثر برای دو گروه پس از فشردن دکمه **determine** →

احتمال خطای α ، توان، اندازه اثر یا حجم نمونه کلی ای که میتوان بدست آورد را در آن مشاهده کرد وبا کلیک بر دکمه **calculate** محاسبه توان یا حجم نمونه فعال می شود.

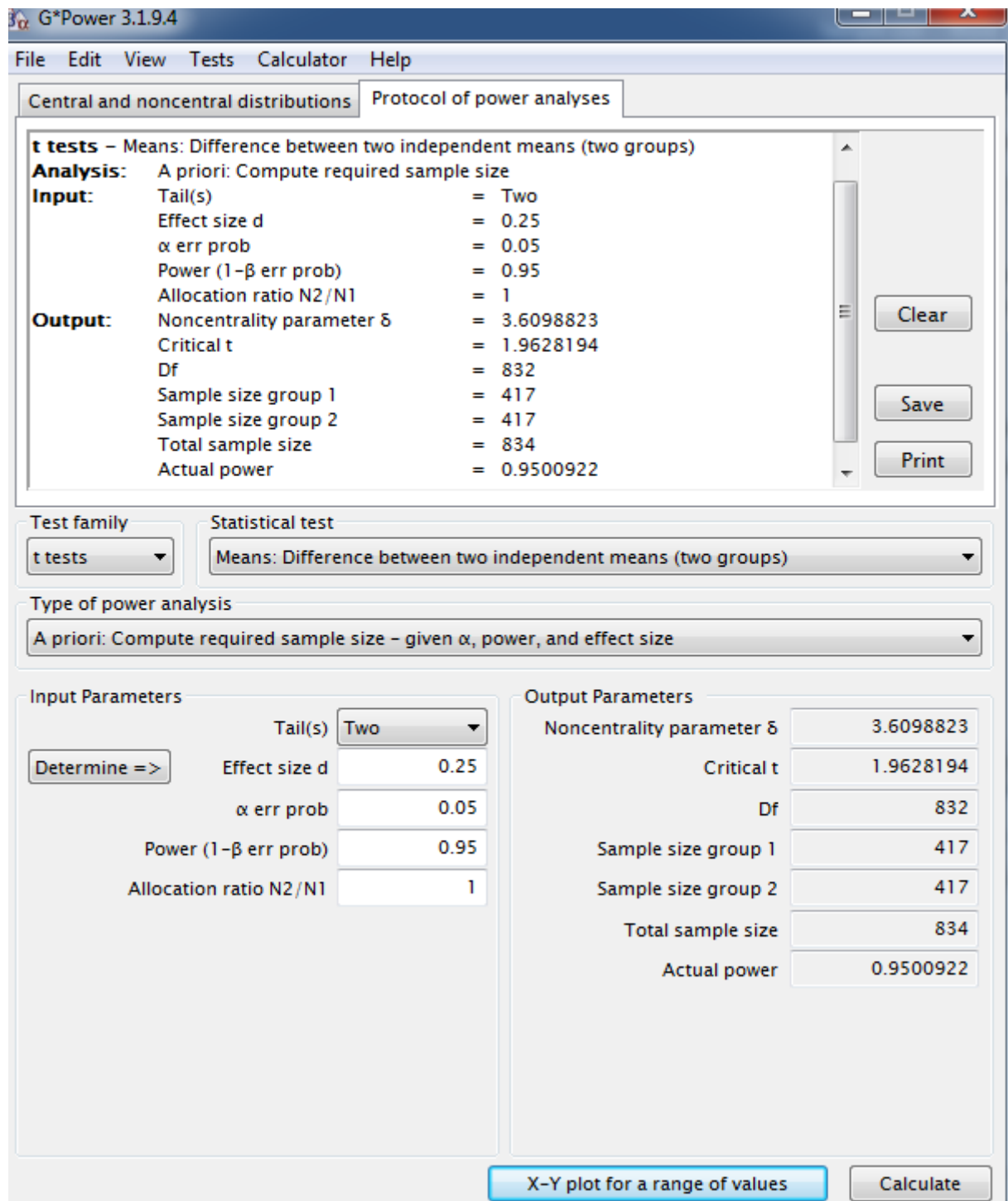
در قسمت پایین *menu* دو دکمه به نام X و Y *plot for a range of values* وجود دارد. با کلیک بر اولین منو، به پنجره *calculate* می انجامد که می توان نمودارها یا جداول برای



شکل ۳. خروجی نرم افزار G*Power

کادر central and non – central distribution ظاهر می شود.

برای محاسبه حجم نمونه در مقایسه دو گروه با استفاده از آزمون تی دو نمونه مستقل، الفای برابر با ۰,۰۵، توان برابر با ۰,۸ و دو دامنه و اندازه اثر متوسط برابر با ۰,۲۵، پس از فشردن دکمه calculate که در



شکل ۴. خروجی نرم افزار G*Power

در نظرگرفتن میزان ریزش^۱

هنگام تعیین شدن نمونه نهایی لازم است تعداد نمونه کمی بیشتر از مقدار اولیه تعیین شود چون ممکن است شرکت کنندگان (لطفاً درمورد انسان ها از اصطلاح شرکت کننده^۲ استفاده نکنند).

برای محاسبه حجم نمونه در مقایسه دو گروه با استفاده از آزمون تی دو نمونه مستقل را نشان می دهد ، الفبا برابر با ۰،۰۵ ، توان بر ابر با 0.95 دو دامنه و اندازه اثر کم برابر با ۰،۲۵ است. نتایج پس از فشردن دکمه calculate که در کادر protocol of power analysis ظاهر می شود.

^۲ participant

^۱ drop-out ratio

فرض کنید پژوهشگری می‌خواهد میزان سالم‌خواری عصبی زنان ورزشکار و غیر ورزشکار را مقایسه کند. اگر او تصمیم بگیرد حجم نمونه را با $\alpha = 0.05$ ، توان آماری 0.8 یعنی $(\beta = 0.2)$ و آزمون آماری t مستقل تعیین کند. اندازه اثر را براساس ملاک کوهن (۱۹۹۷)، اندازه اثر کم یعنی 0.2 در نظر بگیرد با استفاده از G^* Power حجم نمونه به صورت زیر خواهد بود (شکل ۵).

از آنجایی که پژوهشگر قصد دارد حجم نمونه را پیش از انجام پژوهش تعیین کند بنابراین تحلیل توان بر روش تحلیل توان پیشین‌آست. برای این منظور از گزینه $test\ family$ را $t\ test$ انتخاب می‌کنیم. و طبیعتاً توان $A\ priori$ است.

در بخش **Input parameters** اطلاعات لازم را وارد می‌کنیم. **two** را **Tail(s)**، در نظر می‌گیریم ، اندازه اثر متوسط با 0.5، خطای α برابر با 0.05 و توان را برابر 0.8 در نظر می‌گیریم. به دلیل برابر بودن دو گروه در کادر **Allocation ratio N1/N2** عدد ۱ وارد می‌شود و سپس دکمه **calculate** را فشار می‌دهیم. حجم نمونه کلی برابر با 128 نفر خواهد بود یعنی هر گروه ۶۴ نفر. با کلیک بر روی دکمه **protocol of power analysis** در پنجره بالا، ورودی و خروجی تحلیل توان بطور خودکار حاصل می‌شود که قابل ذخیره، حذف و چاپ است.

در پژوهش‌های آزمایشی، از اصطلاح پاسخگوار در پژوهش‌های توصیفی و همبستگی و از اصطلاح مطلع‌آودر پژوهش‌های کیفی و در مورد حیوانات از اصطلاح آزمودنی‌آستفاده‌شود. این توصیه **APA** است، درجریان پژوهش ریزش‌کنند. بنابراین باید میزان ریزش را در نظر گرفت. یک فرمول برای تعیین میزان ریزش به شرح زیر است:

$$nd = \frac{n}{(1-d)}$$

n : حجم نمونه پیش از در نظر گرفتن میزان ریزش

d : میزان ریزش مورد انتظار

nd : حجم نمونه با در نظر گرفتن میزان ریزش

فرض کنید حجم نمونه کلی براساس محاسبه G^* Power برابر با ۵۰ است، با در نظر گرفتن ۱۰ درصد (۰.۱) ریزش مورد انتظار حجم نمونه نهایی برابر با $= \frac{50}{0.9} = 56$ $nd = \frac{50}{(1-0.1)}$ است.

در ادامه برای آشنایی بیشتر سه مثال برای تعیین حجم نمونه و تحلیل توان به روش پیشین که برای تعیین حجم نمونه لازم است آورده شده است. در دیگر موارد هم به سادگی مشابه لا این مثالها می‌توانید پیش بروید.

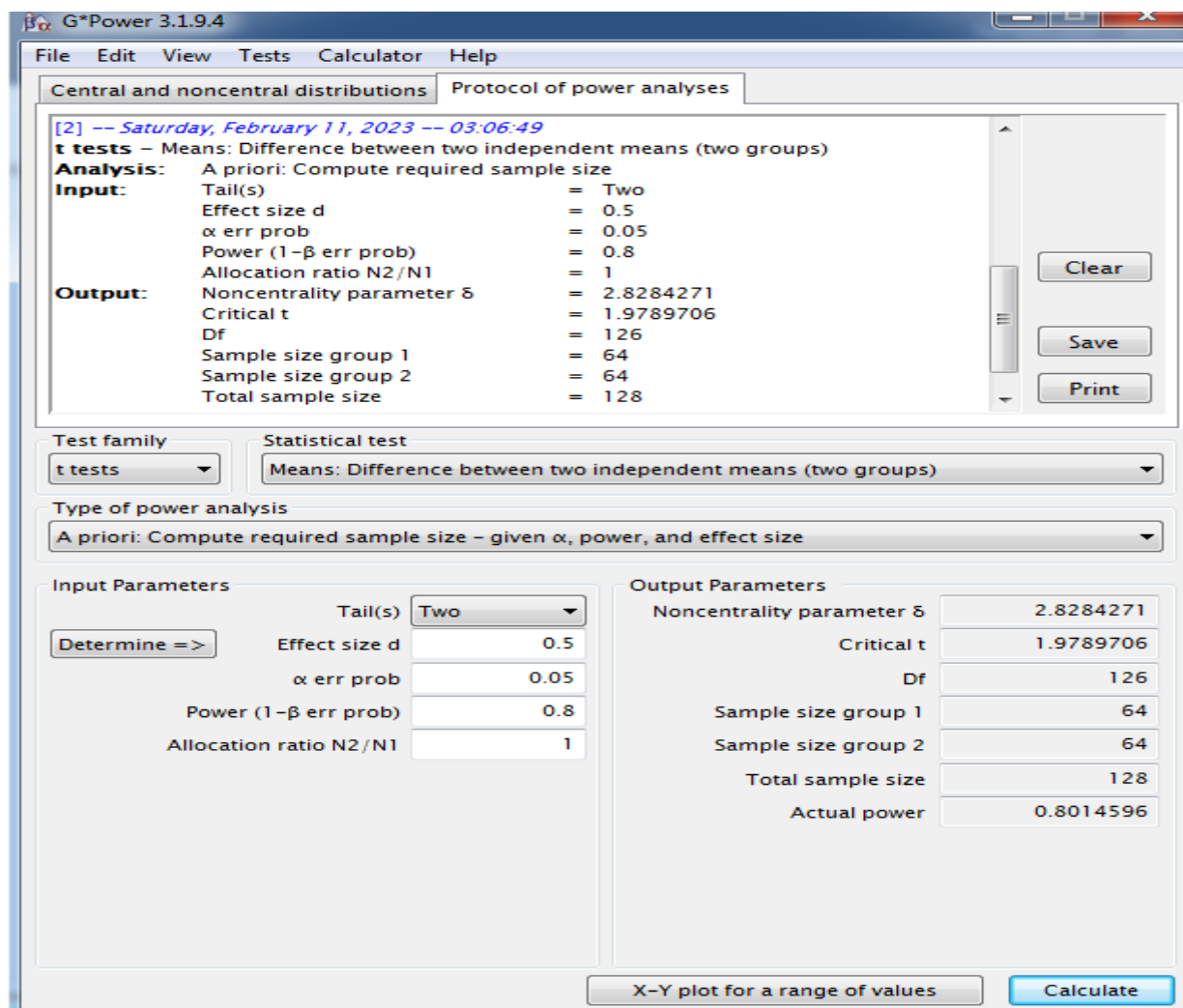
مثال ۱. تعیین حجم نمونه برای آزمون t مستقل

³ subject

⁴ A priori power analysis

¹ respondent

² informant

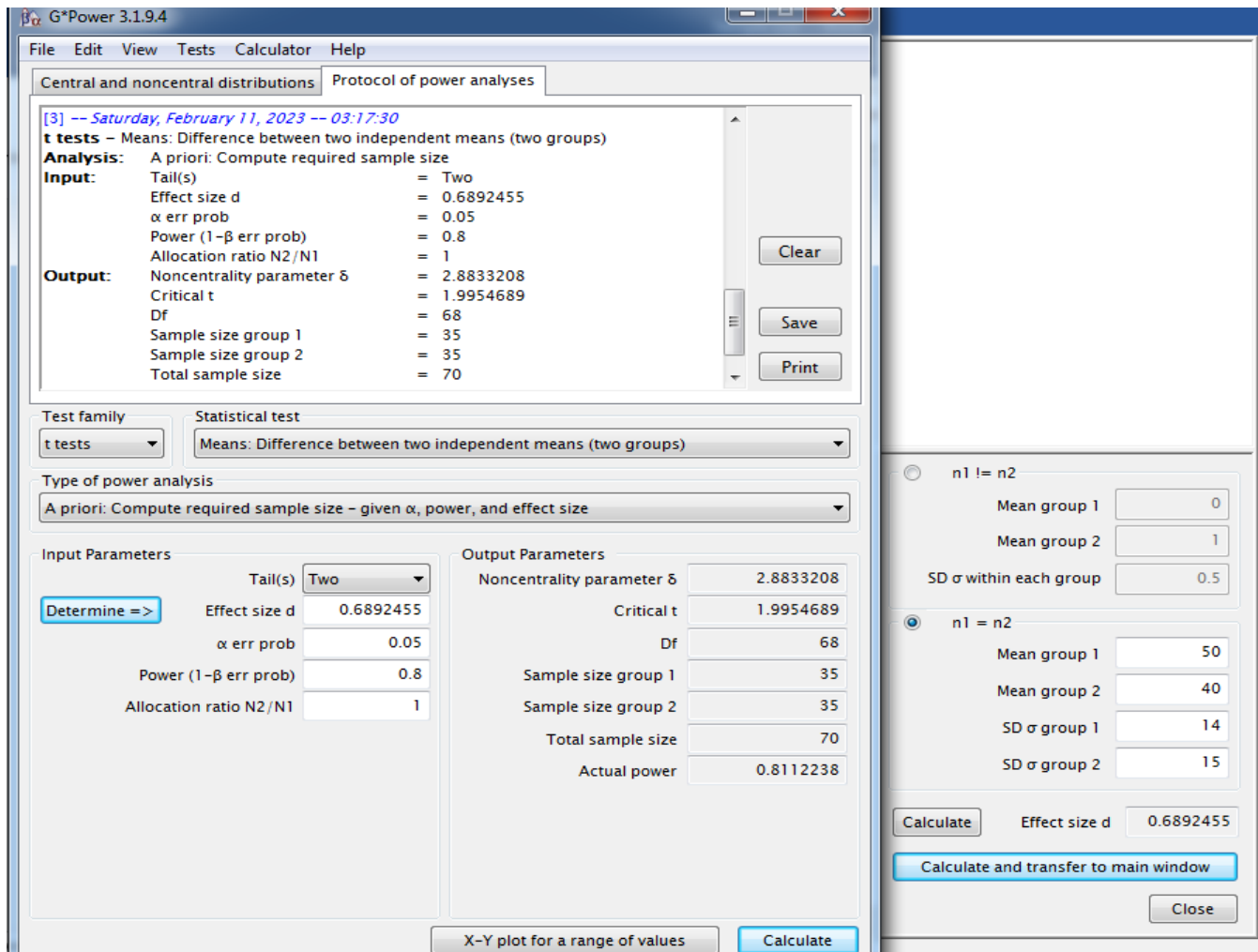


شکل ۵. خروجی نرم افزار G*Power

سادگی با استفاده از نرم افزار G*Power ابتدا اندازه اثر را تعیین کند و سپس با تحلیل توان حجم نمونه را برای پژوهش اصلی تعیین کند. به این منظور او در پنجره اصلی، دکمه **determine** را می فشارد، آنگاه پنجره محاسبه گر اندازه اثر در سمت راست پنجره اصلی نمایان می شود (شکل ۶). اطلاعات را در این پنجره وارد می کند با فرض مساوی در نظر گرفتن حجم دو گروه $n_1 = n_2$ را تیک می زند. اطلاعات مربوط به میانگین و انحراف استاندارد را در کادرهای مشخص شده وارد و بر دکمه **calculate and transfer to main window** کلیک می کند (شکل ۶). با این کلیک اندازه اثر محاسبه شده به کادر اندازه در سمت چپ منتقل می شود (اندازه اثر برابر با ۰.۶۸۹۲) و سپس با مشخصات قبلی و این اندازه اثر حجم کلی نمونه محاسبه می گردد که حجم نمونه کلی ۷۰ است یعنی برای هر گروه ۳۵ نفر بدست خواهد آمد (شکل ۶).

برای محاسبه حجم نمونه در مقایسه دو گروه با استفاده از آزمون تی دو نمونه مستقل را نشان می دهد، الفبا برابر با ۰.۰۵، توان برابر با ۰.۸ و دامنه و اندازه اثر متوسط برابر با ۰.۵ است. نتایج پس از فشردن دکمه **calculate** که در کادر **protocol of power analysis** ظاهر می شود.

فرض کنید پژوهشگر اندازه اثر را مفروض نکند. او بنا بر یک پژوهش مقدماتی با پیشینه پژوهش های انجام شده مشابه، باید اندازه اثر را تعیین کند. فرض کنید او یک نمونه ۱۰ نفری از گروه ۱ (زنان ورزشکار) و یک نمونه ۱۰ نفری از گروه ۲ (زنان غیرورزشکار) تعیین و متغیر سالم عصبی خواری را با استفاده از پرسشنامه اندازه بگیرد و باز فرض کنید میانگین و انحراف استاندارد برای گروه ۱ ($M = 50$ و $SD = 14$) و میانگین و انحراف استاندارد برای گروه ۲ ($SD = 15$) و $M = 40$ بدست آید. برای تعیین حجم نمونه او می تواند به



شکل ۶. خروجی نرم افزار G*Power

برای تعیین حجم نمونه نیاز به تحلیل توان به روش پیشین دارد. بنابراین با $\alpha = 0.05$ ، توان آماری 0.8 یعنی $\beta = 0.2$ ، اندازه اثر روش‌ها را زیاد و بنا بر ملاک کوهن (جدول ۱) برابر با 0.4 و تعداد گروه‌ها را ۶ گروه (۳ روش درمان) 2×3 (جنس) و df numerator نیز برابر با درجه آزادی اثر متقابل (interaction) و برابر با ۲ در نظر می‌گیرد [$df = (3 - 1)(2 - 1) = 2$] و او پیش آزمون را به عنوان متغیر همپراش که باید کنترل شود در نظر می‌گیرد. نتیجه تحلیل توان با استفاده از نرم افزار G*Power حجم نمونه کلی را برابر با ۶۴ نفر در نظر می‌گیرد. با توجه به احتمال ریزش 0.2 (۲۰ درصدی) حجم نمونه برابر با ۸۰ نفر خواهد بود (هر گروه ۲۷ نفر). (شکل ۷).

برای محاسبه حجم نمونه در مقایسه دو گروه با استفاده از آزمون تی دو نمونه مستقل را نشان می‌دهد، الفبا برابر با ۰.۰۵، توان برابر با 0.8 دو دامنه و اندازه اثر پس از محاسبه بر اساس میانگین و انحراف استاندارد برابر با 0.6892 به دست آمده است. نتایج پس از فشردن دکمه calculate در protocol of power analysis ظاهر می‌شود.

مثال ۲: تعیین حجم نمونه برای تحلیل کوواریانس دوراهه با یک متغیر همپراش^۲

فرض کنید پژوهشگری علاقمند است که به بررسی و مقایسه اثر بخشی سه روش زوج درمانی بر میزان بی‌ثباتی زناشویی در گروهی از زنان و مردان مبتلا به بدشکلی بدنی بپردازد. او

² covariate

¹ two – way ANCOVA

G*Power 3.1.9.4

File Edit View Tests Calculator Help

Central and noncentral distributions Protocol of power analyses

F tests – ANCOVA: Fixed effects, main effects and interactions

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input:

Effect size f	=	0.4
α err prob	=	0.05
Power (1- β err prob)	=	0.8
Numerator df	=	2
Number of groups	=	6
Number of covariates	=	1

Output:

Noncentrality parameter λ	=	10.2400000
Critical F	=	3.1588427
Denominator df	=	57
Total sample size	=	64
Actual power	=	0.8033050

Test family: F tests

Statistical test: ANCOVA: Fixed effects, main effects and interactions

Type of power analysis: A priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size

Input Parameters

Determine =>

Effect size f	0.4
α err prob	0.05
Power (1- β err prob)	0.8
Numerator df	2
Number of groups	6
Number of covariates	1

Output Parameters

Noncentrality parameter λ	10.2400000
Critical F	3.1588427
Denominator df	57
Total sample size	64
Actual power	0.8033050

X-Y plot for a range of values Calculate

شکل ۷. خروجی نرم افزار G*Power

مثال ۳: تعیین حجم نمونه برای تحلیل واریانس آمیخته

پژوهشگری می‌خواهد به مقایسه کارآمدی سه روش درمان برمیزان گرایش به مصرف کانابیس در نوجوانان پسر با تشخیص اضطراب منتشر و نرمال بپردازد. او مایل است پیش

برای محاسبه حجم نمونه در مقایسه سه روش درمان با توجه به جنس با استفاده از تحلیل کوواریانس دوراهه با در نظر گرفتن پیش‌آزمون به عنوان همپراش را نشان می‌دهد، الفای برابر با ۰٫۰۵، توان برابر با ۰٫۸ و اندازه اثر برابر با ۰٫۴ است. نتایج پس از فشردن دکمه calculate که در کادر protocol of power analysis ظاهر می‌شود.

۶، به تعیین حجم نمونه می پردازد. در پنجره اصلی test family را به F test و کادر statistical test را به ANCOVA: Repeated measure between factor تغییر می دهیم در کادر corr among rep measures لازم است که میزان همبستگی بین اندازه‌ها را وارد کنیم. داشتن این اطلاعات ممکن است دشوار باشد. می توان فرض کرد که بین نمرات این سه مرحله از آزمون، همبستگی متوسط وجود دارد (مثلا در حدود 0.3). حجم نمونه برابر با ۱۲۰ نفر خواهد شد (شکل ۸).

از درمان‌ها، گرایش آن‌ها را آزمون کند و پس از درمان و در نهایت ۳ ماه پس از قطع درمان این گرایش را اندازه بگیرد (طرح پیش آزمون- پس از آزمون- پیگیری). پژوهشگر در این پژوهش دو متغیر مستقل (روش‌های درمان با سه سطح و نوع نوجوان با دو سطح مضطرب و غیرمضطرب) که دومین متغیر در واقع تعدیل کننده است را دارد. او درون هر گروه سه بار اندازه گیری دارد. این تحلیل یک تحلیل آمیخته بین گروهی- درون گروهی یا همان تحلیل واریانس آمیخته است. او با $\alpha = 0.05$ ، توان آماری 0.8، تعداد اندازه گیری‌ها ۳، اندازه اثر متوسط برابر با ۰/۲۵ (طبق ملاک کوهن، جدول ۱) و تعداد گروهها هم با منطق مثال پیشین برابر با

The screenshot shows the G*Power 3.1.9.4 interface. The main window displays the following information:

- File Edit View Tests Calculator Help**
- Central and noncentral distributions | Protocol of power analyses**
- [2] -- Saturday, February 11, 2023 -- 07:54:59**
- F tests - ANOVA: Repeated measures, between factors**
- Analysis:** A priori: Compute required sample size
- Input:**
 - Effect size f = 0.25
 - α err prob = 0.05
 - Power (1- β err prob) = 0.8
 - Number of groups = 6
 - Number of measurements = 3
 - Corr among rep measures = 0.3
- Output:**
 - Noncentrality parameter λ = 14.0625000
 - Critical F = 2.2939112
 - Numerator df = 5.0000000
 - Denominator df = 114
 - Total sample size = 120
- Test family:** F tests
- Statistical test:** ANOVA: Repeated measures, between factors
- Type of power analysis:** A priori: Compute required sample size - given α , power, and effect size
- Input Parameters:**
 - Determine =>
 - Effect size f: 0.25
 - α err prob: 0.05
 - Power (1- β err prob): 0.8
 - Number of groups: 6
 - Number of measurements: 3
 - Corr among rep measures: 0.3
- Output Parameters:**
 - Noncentrality parameter λ : 14.0625000
 - Critical F: 2.2939112
 - Numerator df: 5.0000000
 - Denominator df: 114
 - Total sample size: 120
 - Actual power: 0.8196512
- Options:** X-Y plot for a range of values
- Calculate**

شکل ۸. خروجی نرم افزار G*Power

واریانس دوره آمیخته با آزمون هردو گروه در سه مرحله را نشان می دهد، الفبا برابر با ۰،۰۵، توان بر ابر با ۰/۸ و اندازه

برای محاسبه حجم نمونه در مقایسه سه روش درمان با توجه به نوع نوجوان (مضطرب-نرمال) با استفاده از تحلیل

اثر برابر با ۰/۲۵ است. نتایج پس از فشردن دکمه calculate که در کادر protocol of power analysis ظاهر می شود.

نتیجه‌گیری

تعیین و توجیه حجم نمونه در پژوهش‌های علوم روانشناختی اهمیت بسیار دارد. نمونه اندک خطای نوع دوم و نمونه بسیار بزرگ خطای نوع اول را فریب می کند. انتخاب یک حجم خاص از نمونه بدون توجیه اطلاع دهندگی آن از جامعه را به پرده ابهام می برد. از دیگر سو، محاسبات فرمولی حجم نمونه ذهن پژوهشگر را در سیاه چاله ی تکلف و بیحوصلگی فرو می بلعد بویژه اگر او هیچ پیشینه ریاضی و آماری نداشته باشد. این مقاله نشان داد که برای چیرگی بر این چالش‌ها استفاده از نرم افزار کاربر-پسند می جی-پوور می تواند برای تعیین حجم نمونه به سادگی پژوهشگران علوم روانشناختی را یاری رسان باشد و اگر نیاز به محاسبه اندازه اثر که یک شاخص مهم در تعیین حجم نمونه است باشد با این نرم افزار به سادگی قابل محاسبه است.

منابع

- 1-Kang H. Statistical messages from ARRIVE 2.0 guidelines. Korean J Pain 2021; 34:1-3. <https://doi.org/10.3344/kjp.2021.34.1.1>
- 2-Kang H. Sample size determination for repeated measures design using G Power software. Anesth Pain Med 2015; 10:6-15. <https://doi.org/10.17085/apm.2015.10.1.6>
- 3- Moher D, Dulberg CS, Wells GA. Statistical power, sample size, and their reporting in randomized controlled trials. JAMA 1994; 272:122-124.
- 4-Ko MJ, Lim CY. General considerations for sample size estimation in animal study. Korean J Anesthesiol 2021; 74:23-29.
- 4-International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. JAMA 1997; 277:927-934. <https://doi.org/10.1001/jama.277.11.927>