

### محاسبه حجم نمونه برای زیرگروه دارای بالاترین ریسک از یک گروه دارای ریسک بالای مشابه

در برخی از موارد امکان انتخاب کارگر دارای ریسک بیشینه از بین کارگران دارای ریسک مواجهه‌ی مشابه، وجود ندارد. یعنی نمی‌توان کارگری که احتمال مواجهه بیشتری دارد را تعیین کرد. این مسئله زمانی رخ می‌دهد که تعداد زیادی از کارکنان در یک عملیات کاری، پتانسیل مواجهه یکسان داشته باشند یا هوای اتاق بخوبی مخلوط شود (غلظت آلاینده در تمام نقاط یکسان شود) یا هر دو این شرایط توأمان رخ دهد. در ادامه رهنمودهایی برای انتخاب حجم نمونه مناسب از چنین گروه‌های دارای ریسک مواجهه مشابه هستند، ارائه می‌شود. این راهنما به کارفرما کمک می‌کند تا در نمونه‌برداری روشی اتخاذ کند که حداقل هزینه را برای وی دربر داشته و در عین حال با احتمال زیاد از افراد با ریسک بالا، نمونه‌برداری صورت گیرد. تعداد کارگرانی که دارای ریسک مواجهه یکسان هستند و در یک گروه قرار دارند با علامت  $N$  مشخص می‌شوند و نمونه تصادفی از زیرگروه  $n$  ( $n < N$ ) گرفته می‌شود. ملاک این است که حداقل یک کارگر از زیرگروه دارای بالاترین مواجهه، با احتمال زیاد در نمونه تصادفی وجود داشته باشد. اگر کارگران در معرض مواجهه را از کمترین مواجهه تا بیشترین مواجهه به ترتیب ردیف کنیم، از بین آنها ۱۰٪ که بیشترین مواجهه را دارند، به عنوان افراد دارای بالاترین مواجهات در نظر می‌گیریم. پس اگر ۱۰٪ بالایی کل مواجهات گروه اصلی (را بعنوان بالاترین مواجهات در نظر بگیریم، بنابراین نمونه آماری باید (با احتمال  $1 - \alpha$ ) شامل کارگری از زیرگروه مورد نظر با حجم  $N_0 = \tau N$  باشد.  $\tau$  نسبتی از گروه است که بالاترین مواجهات را تشکیل می‌دهند و بین  $0 < \tau < 1$  است.

اگر این نسبت را ۱۰٪ فوقانی گروه فرض کنیم،  $\tau = 0.1$  خواهد بود. مقدار  $\alpha$ ، احتمال مجاز برای اینکه هیچ یک از کارگران ۱۰٪ فوقانی (دارای بالاترین مواجهه) در نمونه  $n$  تایی از  $N$  نباشند.

اگر از گروه  $N$ ، زیر گروهی به حجم  $N_0$  انتخاب شود و از این زیرگروه،  $n$  نمونه گرفته شود، بیان احتمال از دست رفتن همه کارگران دارای بالاترین مواجهه (از ۱۰٪ فوقانی فردی مورد نمونه‌برداری قرار نگیرد) بصورت زیر است:

$P_0 = \frac{(N - N_0)!}{(N - N_0 - n)!} - \frac{(N - n)!}{N!} \quad (1)$	این معادله از محاسبات تئوری نمونه‌گیری بدون جایگزینی تبعیت می‌کند.
$P_0 = P_0(N, \tau, n) \quad (2)$	و برای بدست آوردن حجم نمونه، باید معادله زیر را حل کرد:
$P_0(N, \tau, n) = \alpha \quad (3)$	

برای محاسبه‌ی حجم نمونه  $n$ ، عدد  $N$  (حجم گروه مورد بررسی)،  $\tau$  (درصد دلخواه زیرگروه دارای مواجهه بالا)، و  $\alpha$  (احتمال مجاز برای از دست رفتن همه کارگران حاضر در گروه بیشترین مواجهه) معلوم است.

حل معادله‌ی فوق برای دامنه‌های زیر در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است (اعداد جدول به سمت نزدیکترین عدد صحیح گرد شده‌اند).

حجم گروه،  $N = 1, 2, 3, \dots, 50$

کسرهای ۱۰٪ و ۲۰٪ بالایی، به عبارت دیگر، ۰/۲ و ۰/۱ و  $\tau =$

سطح اطمینان ۹۰٪ و ۹۵٪، به عبارت دیگر ۰/۰۵ و ۰/۱ و  $\alpha =$

(جایی که  $n \ll N$ ، راه حل فوق به راه حل نمونه‌گیری با جایگزینی نزدیک می‌شود). روش مورد استفاده در این موارد این است

که با سطح اطمینان  $1 - \alpha$  تضمین شود که در  $n$  مرتبه امتحان، رویدادی که احتمال رخداد آن در یک مرتبه امتحان برابر  $\tau$  است، رخ نخواهد داد. احتمال اینکه چنین رویدادی در  $n$  مرتبه امتحان رخ ندهد برابر است با:

$$(1 - \tau)^n = \alpha \quad (4)$$

$$n = \frac{\log \alpha}{\log(1 - \tau)} \quad (5)$$

برای مثال

$$n(\tau = 0.1, \alpha = 0.1) = \frac{\log 0.1}{\log 0.9} = \frac{-1.0}{-0.0458} = 21.9 \cong 22$$

عدد حاصل (۲۲) حدی است که  $n$  به سمت آن میل می‌کند، زمانی که  $N$  در جدول ۱، به سمت بینهایت میل کند. باید بخاطر داشت که حتی اگر  $N = 50$ ، مقدار  $n$  از جدول الف-۱ همچنان از حد فوق به دور است، پس، استفاده از نمونه‌گیری بدون جایگذاری، همانند معادله ۳، مزیت بیشتری دارد. جدول ۱ حجم نمونه برای ۱۰٪ بالایی ( $\tau = 0.1$ ) و سطح اطمینان ۹۰٪ ( $\alpha = 0.1$ )، اگر  $N \leq 7$  حجم نمونه  $n = N$  قرار دهید.

(N) حجم گروه	۸	۹	۱۰	۱۱-۱۲	۱۳-۱۴	۱۵-۱۷	۱۸-۲۰	۲۱-۲۴	۲۵-۲۹	۳۰-۳۷	۳۸-۴۹	۵۰	∞
(n) تعداد کارگران مورد نیاز برای اندازه‌گیری	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۲۲

جدول ۲ حجم نمونه برای ۱۰٪ بالایی ( $\tau = 0.1$ ) و سطح اطمینان ۹۵٪ ( $\alpha = 0.05$ )، اگر  $N \leq 11$  حجم نمونه  $n = N$  قرار دهید.

(N) حجم گروه	۱۲	۱۳-۱۴	۱۵-۱۶	۱۷-۱۸	۱۹-۲۱	۲۲-۲۴	۲۵-۲۷	۲۸-۳۱	۳۲-۳۵	۳۶-۴۱	۴۲-۵۰	∞
(n) تعداد کارگران مورد نیاز برای اندازه‌گیری	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۹

جدول ۳ حجم نمونه برای ۲۰٪ بالایی ( $\tau = 0.2$ ) و سطح اطمینان ۹۰٪ ( $\alpha = 0.1$ )، اگر  $N \leq 5$  حجم نمونه  $n = N$  قرار دهید.

(N) حجم گروه	۶	۷-۹	۱۰-۱۴	۱۵-۲۶	۲۷-۵۰	∞۵۱
(n) تعداد کارگران مورد نیاز برای اندازه‌گیری	۵	۶	۷	۸	۹	۱۱

جدول ۴ حجم نمونه برای ۲۰٪ بالایی ( $\tau = 0.2$ ) و سطح اطمینان ۹۵٪ ( $\alpha = 0.05$ )، اگر  $N \leq 5$  حجم نمونه  $n = N$  قرار دهید.

(N) حجم گروه	۷-۸	۹-۱۱	۱۲-۱۴	۱۵-۱۸	۱۹-۲۶	۲۷-۴۳	۴۴-۵۰	∞۵۱
(n)	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۴

تعداد کارگران مورد نیاز برای  
اندازه‌گیری

---

---

---