یک روش آماری برای تبدیل پاسخهای کیفی به مقادیر کمی

بـــــا حداکثر درست نمائی Maximum Likelihood

هوشنگ ایروانی و عباسقلی خواجه نوری

به ترتیب استادیار آموزشهای مستمر واستاد آمار واحتمالات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ وصول دهم اردیبهشت ماه ۱۳۷۰

چکیـــده

هنگامی که به منظور تحقیق مورد نظر از پرسشنامه برای جمع آوری اطلاعات استفاده میگردد، پاسخهـــــا معمولاً " به صورت کیفیتهای ترتیبی هستند، برای محاسبات آماری لازم است که این کیفیتها به صورت کمـــــی درآیند. هدف این مقاله معرفی یک روش مناسب آماری (اپتیمال) است که با روش حداکثر درست نمائـــــــــی پاسخهای کیفی به مقادیرکمی تبدیل میشوند. روش تبدیل پاسخهای کیفی به مقادیرکمی با حداکثر درست نمائـــی برای محاسبات آماریدرتحقیقات علوم رفتاری، تربیتی، ترویجی، آموزشهای مستمر و نظائر آن کاربرد دارد.

مقـدمـه

به منظورگردآوری اطلاعات آماری مربوط بـــه پایان نامه دوره کارشناسی ارشد ترویج و آمـــــوزش کشاورزی تحت عنوان "تعیین میزان مشارکـــــــت کشاورزان پنبه کار دشت مغان درنمایش طریقـــــه‌ای برای مبارزه با کرم غوزه پنبه" عرضه شده به گـــــروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگـــاه تهران (۴)، پرسشنامه‌ای طراحی گردید که مشتمل بـر تعدادی پرسش بود. درمقابل هرپرسش کشاورزشرکت - کننده درآموزش به روش نمایش طریقه‌ای، میتوانست یکی از پاسخهای "هیچ، کم، متوسط وزیاد"را بدهد. اینگونه پاسخها یک کیفیت ترتیبی هستند که بــرای محاسباتآماریلازم استبصورتکمیدرآیند. هدفایـن مقالهمعرفی یک روش مناسبآماری(اپتیمال)استکه بـه کمک آن بتوان اعداد کمی را برای هریک ازپاسخهـــای پیش بینی شده بدست آورد.

برای کمی کردن پاسخهای کیفی، روشهای مختلفی وجود دارد که یکی از این روشها را فیشر[1] ابداع کـــرده است. روش فیشر پایه محاسبات دراین مقاله قرارگرفته است. در روش فیشر مقادیر کمی برای هریـــــــکاز پاسخهای کیفی طوری انتخاب میشوند که پس ازتجزیـه واریانس ملاک F حداکثرگردد، یعنی زیرجامعه‌ها بـــه بهترین وجه از هم متمایز شونـد.

مواد و روشهـا

ابتدا روش حداکثردرست نمائی برای تبدیـــــل پاسخهای کیفی به مقادیرکمی، براساس محاسبـــــات مربوط به روش فیشرتوضیح داده میشود. سپس گـــروه-

1- Fisher

بندی اجتماع موردنظر، جدول مقادیرعددی برای پاسخهای کیفی، جدول تعداد صفر، a، b و c برای پاسخهای کمی برای یك صفت درهرگروه از پاسخ دهندگان ارائه می‌شوند. به منظوردستیابی به پاسخهای کمی، محاسبات مربوط به تجزیه واریانس براساس مقادیر نامعلوم a، b و c انجام شده و نشان داده می‌شود که برای حداکثرشدن F درجدول تجزیه واریانس تساوی $Y=\frac{X'QX}{X'PX}$ برقراراست. بااجرای عمل مشتق‌گیری و تعیین مقدار λ یعنی مقدارماکزیمم تابع y مقادیر عددی a، b وc حاصل می‌شوند.

الف ـ گروه بندی اجتماع مورد نظر: فرض می‌شود که تعداد گروههای اجتماع موردنظر (دراین موردکشاورزان) m است، مثلا" اگرکشاورزان را به دو گروه: بیسواد و باسواد تقسیم کنیم وهریك از این دو گروه را به مالك و غیرمالك قسمت کنیم، ۴= m است، یعنی دراین مورد ۴ گروه مختلف وجود دارند. این چهارگروه عبارتنداز: ۱ـ باسواد و مالك، ۲ـ باسواد و غیرمالك، ۳ـ بیسواد و مالك و۴ـ بیسواد و غیرمالك. به هریك از این گروهها شماره‌ای داده شده که این شماره درحالت کلی با حرف i نشان داده می‌شود. مثلا" در۴ گروه فوق برای دومین گروه (باسوادوغیر-مالك) ۲=i.

ب ـ کمی کردن کیفیتها به روش ترتیبی: هرپاسخ-دهنده به پرسشهای پرسشنامه، برای هر پرسش یا به عبارت دیگر برای هرصفت یك کیفیت مثلا" ازبین هیچ، کم، متوسط و زیاد را انتخاب کرده و علامت می‌زند. چنانچه بخواهیم اینگونه کیفیتها را به کمیت تبدیل کنیم بطوراختیاری به "هیچ" کمیت عددی صفرو به "کم"، کمیت عددی یك و به "متوسط" کمیت عددی ۲ و به "زیاد" کمیت عددی ۳ را نسبت می‌دهیم. دلیل استفاده از این روش سادگی آن است و برای آن هیچ دلیل آماری وجود ندارد. سوال اصلی این است که چرا به جای مجموعه عددی[۰، ۱، ۲ و۳] مثلا" مجموعه عددی[۰، ۰/۵، ۲/۳ و۳/۵] ، رااختیارنکنیم، چگونه می‌توانیم دلیل علمی برای کمیتهای اختیارشده ارائه کنیم؟

ج ـ روش فیشر برای کمی کردن کیفیتها: فیشردرروش خود ۵ کیفیت مختلف را اختیارکرده که حتی ترتیبی هم نیستند. این کیفیتها عبارتنداز[: -، w، ؟، + و (+)]که فیشر به این کیفیتها نیز کمیت منتسب کرده است. دلائلی که فیشر این روش را بکاربرده عبارتنداز: ۱ـ ساده شدن محاسبات و ۲ـ منطقی بودن نحوه کمی کردن کیفیتها. در روش کمی کردن کیفیتها که توسط فیشر بکارگرفته شده است به یکی از علامتهای کیفی اظهارشده عدد صفر را منتسب می‌کند و اگر تعداد کیفیتها را با حرف "V" نشان دهیم، مقادیرعددی که به آنها منتسب می‌کنیم عبارتند از:[۰، a_1، a_2، ... و a_{v-1}]. برای مجموعه کیفیتهای هیچ، کم، متوسط و زیاد باتوجه به روش فیشرمجموعه اعداد متناظرکه‌آنها را با [b،a،0 و c]، نشان می‌دهیم، نسبت می‌دهیم که باید اعداد b،a و c بوسیله یك روش منطقی معین شوند.

د ـ نمونه آماری و روابط آن با گروههای موردنظر: اگرعده کل کشاورز پاسخ دهنده به پرسشها n نفر باشند و عده‌ای که درگروه i ام قراردارند n_i نفر باشند، داریم:

$$n=\sum_{i=1}^{m} n_i = n_1+n_2+\dots n_m$$

اگراز افراد گروه i ام، n_{oi} نفربرای صفت مورد نظر

پاسخ "هیچ" و n_{ai} نفرپاسخ "کم" و n_{bi} نفرپاسخ "متوسط" و n_{ci} نفرپاسخ "زیاد" را داده باشند:

$$n_i = n_{\circ i} + n_{ai} + n_{bi} + n_{ci}$$

ه - جدول مقادیرعددی: برای این منظورطبق جدول ۱ یك جدول دو بعدی به گونه‌ای رسم می‌کنیم که هرسطر آن مربوط به یك پاسخ دهنده و هرستون آن مربوط به یکی از گروههای n گانه باشد. درخانه‌ای که درمقطع سطر مربوط به پاسخ دهنده j ام و ستون مربوط به i ام قراردارد عددهای ۰، a، b و c رامی‌نویسیم که مربوط به پاسخ زارع j ام است که درگروه i ام قرار دارد.

مثلا" اگرتعداد گروهها m=۳ و عده پاسخ دهنده n=۱۱ باشد، جدول ۱ را خواهیم داشت.

جدول ۱- کیفیتهای فرضی اظهارشده توسط هریك از ۱۱ نفر کشاورز

افراد / گروه	A_1	A_2	A_3
۱		0	
۲	a		
۳		a	
۴			b
۵	b		
۶	0		
۷		a	
۸			c
۹		b	
۱۰	a		
۱۱		a	

و - تجزیه واریانس طبق روش معمول: دراین روش مقادیرعددی ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برای a، b و c اختیار می‌شوند و باجایگزین نمودن آن درجدول ۱ می‌توانیم جدول ۲ را تشکیل دهیم.

جدول ۲- مقادیرعددی انتخاب شده[۰، ۱، ۲و۳]

افراد / گروه	A_1	A_2	A_3
۱		۰	
۲	۱		
۳		۱	
۴			۲
۵	۲		
۶	۰		
۷		۱	
۸			۳
۹		۲	
۱۰	۱		
۱۱		۲	
جمع	۴	۶	۵
تعدادپاسخ دهنده درهرگروه	۴	۵	۲
میانگین	۱	۱/۲	۲/۵
$\sum y^2$	۶	۱۰	۱۳

ز - هدف از تجزیه واریانس به روش معمول: هدف از تجزیه واریانس به روش معمولی (یعنی وقتیکه به جای a، b و c مقادیرعددی ۱، ۲ و ۳ قرارداده می‌شوند) این است که تعیین شود تفاوت بین میانگین های گروهها، معنی دارمی‌باشد یا خیر. محاسبات مربوط به تجزیه واریانس اعداد جدول ۲ به این قرارمی‌باشد:

n = ۴+ ۵ +۲= ۱۱

۱۵ = ۵ + ۴+۶ = y = جمع‌کل

$$CF = \frac{y^2}{n} = \frac{۱۲۵}{۱۱} = ۱۱/۳۶$$

SS کل = ۶+۱۰ + ۱۳- CF= ۲۹-۱۱/۳۶=۱۷/۶۴

$$SS_{\text{بین گروهها}} = \frac{\Sigma y^2 - CF}{n} = \frac{۴^2}{۴} + \frac{۶^2}{۵} + \frac{۵^2}{۲} - CF = ۱۲/۳۴$$

ح- تجزیه واریانس اعداد جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس اعداد جدول ۲ طبق جدول ۳ می‌باشد.

حال اگربجای مقادیر عددی[۰، ۱، ۲و۳]که در تشکیل جدول ۲ به کاررفت مقادیر عددی[۰، ۱، ۲ و ۵]را بکارمی‌بردیم، جدول تجزیه واریانس به شرح جدول ۴ می‌بود. خواننده می‌تواند آن را از طریق محاسبه طبق دستورالعمل قبلی اثبات کند.

ط- تفاوت بین F های محاسبه شده: درجدول ۳ طبق تجزیه واریانس برای مقادیرعددی[۰، ۱، ۲و۳]منجر به ۹/۳۴ = F شده‌است و تجزیه واریانس برای مقادیر عددی[۰، ۱، ۲ و ۵]منتهی به ۱۱/۷ =F گردیده‌است.

اختلاف مشهود بین گروهها درجداول ۳و۴ ناشی از بکاربردن پاسخهای عددی متفاوت است. از نظرعلم آماروا‌حتمالات معنی تفاوت بین ۹/۳۴ = F حاصله ازمحاسبه واریانس درحالت اول و۱۱/۷ = F در حالت دوم این است که اگرمقادیرعددی[۰، ۱، ۲ و۵]را به

جدول ۳- تجزیه واریانس اعداد جدول ۲

منابع‌تغییرات	d.f	SS	MS	F
کل	۱۰	۱۷/۶۴		–
بین	۲	۱۲/۳۴	$\frac{۱۲/۳۴}{۲} = ۶/۱۷$	$\frac{۶/۱۷}{۰/۶۶} = ۹/۳۴$
e	۸	۵/۳۰	$\frac{۵/۳۰}{۸} = ۰/۶۶$	–

جدول ۴- تجزیه واریانس بامقادیرعددی[۰، ۱، ۲، ۵]

منابع‌تغییرات	d.f	SS	MS	F
کل	۱۰	۳۱/۶۴		
بین	۲	۲۳/۲۶	$\frac{۲۳/۲۶}{۲} = ۱۱/۶۳$	$\frac{۱۱/۶۳}{۱/۰۴} = ۱۱/۷$
e	۸	۸/۳۸	$\frac{۸/۳۸}{۸} = ۱/۰۴$	–

عنوان مقادیرکمی پاسخهای کیفی اختیارکنیم، احتمال بیشتری وجوددارد که ازجهت دادن جواب به پرسشها، تفاوت معنی دارتری بین گروههای m گانه کشاورزان پاسخ دهنده بدست‌آید. دراین صورت مجموعه مقادیر عددی [۰، ۱، ۲ و۵]ازمجموعه‌مقادیرعددی [۰، ۱، ۲و۳] بهتراست. چون مجموعه‌های عددی بی‌شماری را می‌توان انتخاب کرد، هدف این است که بتوانیم بهترین مجموعه را انتخاب نمائیم. درادامه این مقاله سعی می‌گردد روش حداکثردرست نمائی معرفی شود و طرز استفاده‌ازآن برای تعیین مقادیرعددی مناسب برای

پاسخهای کیفی نشان داده شود۰

ی- روش حداکثردرست نمائی : دراین روش به طور اختیاری نمی‌توانیم کمیتهائی را برای کیفیتهای a ، b و c تعیین نمائیم، تعیین این کمیتها با استفاده ازیك اصل آماری موسوم به حداکثردرست نمائی است۰ مراحل این روش به این شرح می‌باشد :

۱ ـ ازجدولی نظیرجدول ۲ اقدام به تهیه جدولی مانند جدول ۵ می‌کنیم که نشان می‌دهد درهرگروه چند پاسخ برای هریك از مقادیر a,b,0 وc داده شده است۰

محاسبات مربوط به تجزیه واریانس که دراین روش براساس مقادیرنامعلوم a ، b و c انجام می‌شود به‌این قرارمی‌باشد :

$y_i=$ مجموع پاسخها درگروه شماره i $= (n_{0i}x0)+(n_{ai}xa)+(n_{bi}xb)+(n_{ci}xc)$

بنابراین:

$y=$ مجموع پاسخهادرکل جدول $= \Sigma y_i= (n_0x0)+(n_ax\,a)+(n_bx\,b)+(n_cx\,c)$

$$CF=\frac{[(n_0x\,0)+(n_ax\,a)+(n_bx\,b)+(n_cx\,c)]^2}{n}$$

دراین فرم درجه دوم ممکن است هریك از جمله های آن شامل توان دوم یکی از مجهولات a ،b و c (جمله‌مربع) یا حاصلضرب دوتا ازآنها (جمله مستطیل) باشد که در جبرماتریس هرفرم درجه دوم را به صورت ماتریسی نظیر X'AX می‌نویسند(۳)۰ دراین فرم X "بردارستونی مجهولات" و دراین بررسی X=[a ،b و c] و A که ماتریس ضرایب است، متقارن بوده و هریك ازاعداد روی قطرآن ضریب عددی یکی ازجمله‌های مربع و هریك ازاعداد خارج از قطرآن برابرنصف ضریب عددی یکی از جمله های مستطیل است۰ محاسبات مورد نظرازاین قرارخواهند بود۰

SS کل $= (n_0x\ 0^2)+(n_ax\ a^2)+(n_bx\ b^2)+(n_cx\ c^2)-CF$

که‌این نیزیك فرم درجه دوم است که‌آن را با فرمول:

SS کل $= X'PX$

نشان می‌دهیم۰ حال اگربه عنوان مثال فرم درجه دوم حاصله:

$$y= 4a^2 + 2b^2 - c^2+6ab$$

باشد، دراین صورت:

$$X= [a,b,c]$$

جدول ۵ ـ تعداد صفر، a ، b و c که برای یك صفت معنی دار درهرگروه‌ازپاسخ دهندگان داده شده است

کمیت \ گروه	A_1	A_2	...	A_i	...	A_m	جمع
0	n_{0i}	n_{02}	...	n_{0i}	...	n_{0m}	n_0
a	n_{a1}	n_{a2}	...	n_{ai}	...	n_{am}	n_a
b	n_{b1}	n_{b2}	...	n_{bi}	...	n_{bm}	n_b
c	n_{c1}	n_{c2}	...	n_{ci}	...	n_{cm}	n_c
جمع	n_1	n_2	...	n_i	...	n_m	n

$$A = \begin{bmatrix} ۴ & ۳ & ۰ \\ ۳ & ۲ & ۰ \\ ۰ & ۰ & -۱ \end{bmatrix}$$

مقدار SS بین با فرمول زیرحساب می‌شود :

$$SS_{\text{بین گروهها}} = \frac{[(n_{01}x0)+(n_{a1}xa)+(n_{b1}xb)+(n_{c1}xc)]^2}{n_1} + \dots + \frac{[(n_{0m}x\,0)+(n_{am}x\,a)+(n_{bm}x\,b)+(n_{cm}x\,c)]^2}{n_m}$$

$$-CF = X'QX$$

که $X'QX$ هم یك فرم درجه دوم است پس ستونهای جدول تجزیه واریانس به صورت جدول ۶ درمی‌آید.

دراین حالت می‌توانیم ثابت کنیم که برای این ملاك آزمون "F" حداکثر شود، باید :

$$y = \frac{X'QX}{X'PX} \qquad (۴)$$

حداکثرشود و برای حداکثرکردن آن باید مشتقهای جزئی[1] تابع y برحسب هریك ازمجهولات را مساوی صفرقرارداده و دستگاه معادلات بدست آمده را حل کنیم.

ك ـ اجرای عمل مشتق‌گیری : می‌دانیم که اگرu و v هریك تابعی پیوسته از متغیرx باشد برای ماکزیمم شدن تابع $y=\frac{u}{v}$ باید مشتق y برحسب x راحساب کنیم و مساوی صفرقراردهیم که نتیجه عبارت خواهد بوداز :

$$y' = \frac{u'v - v'u}{v^2} = 0$$

که چون باید آن را مساوی صفرقراردهیم نتیجه‌می‌شود :

$$u'v' - v'u = 0 \qquad (۵)$$

$$\frac{u}{v} = \frac{u'}{v'} = \lambda \qquad (۶)$$

که درآن λ عبارت است از مقدارماکزیمم تابع.

فرمول (۶) نشان می‌دهد که مقدار $\frac{u'}{v'}$ درموردیکه با تابع (۴) سروکارداریم خارج قسمت دوتابع‌درجه اول است[2].

یعنی داریم:

$$\frac{2q_{j0} \quad x}{2pj0 \quad x} = \lambda$$

وازآنجا بدست می‌آید :

$$q_{j0x} - \lambda p j_0 x = 0$$

جدول ۶ـ تجزیه واریانس مربوط به روش حداکثردرست نمائی

منابع‌تغییرات	d.f	SS	MS	F
کل	n-1	X'PX	-	-
بین گروهها	m-1	X'QX	$\frac{X'QX}{m-1}$	$\frac{(X'QX)(n-m)}{[X'(P-Q)X](m-1)}$
e	n-m	X'(P-Q)X	$\frac{X'(P-Q)X}{n-m}$	-

۱ ـ مشتق جزئی تابع $f(x_1x_2)$ برحسب x_1 به‌این‌ترتیب بدست می‌آید که درانجام عمل مشتق‌گیری برحسب متغیر x_1 متغیر x_2 راثابت درنظربگیریم و سپس مشتق تابع‌را برحسب x_2 حساب کنیم. همچنین مشتق جزئی بر جسب x_2 با ثابت انگاشتن x_1 وگرفتن مشتق برحسب x_2 محاسبه می‌شود.

۲ ـ ثابت می‌شود که مشتق جزئی تابع $X'AX$ برحسب x_j مساوی است با :

$$\frac{\partial X'AX}{\partial x_j} = 2aj_0X$$

که درآن aj_0 عبارت است ازبردارسطر j‌ام ماتریس A پس مشتق حاصله یك فرم درجه اول است (۳).

ویا :

$$(q_{J0} - \lambda p_{J0})x = 0 \qquad (۷)$$

اگرتمام معادله های ۷ را برای x_j های مختلف محاسبه نموده، زیرهم نوشته و به شکل ماتریسی فشرده بنویسیم نتیجه می‌شود :

$$(Q - \lambda P)X = 0 \qquad (۸)$$

دستگاه معادلات ۸ همگن است و موقعی یك دستگاه چندمعادله چند مجهولی را همگن می‌نامند که مقادیر معلوم طرف راست آنها صفرباشد[۱]. این دستگاه‌درصورتی ریشه‌ای غیربدیهی دارد که ماتریس ضرایب آن ویژه باشد. این درصورتی است که دترمینان ماتریس ضرایب صفرباشد[۲]. درمسئله‌ما باید معادله زیرصادق باشد.

$$|Q - \lambda P| = 0 \qquad (۹)$$

اگرماتریس های P و Q ازمرتبه $r \times r$ باشند، معادله ۹ به قرار زیراست: (۱۰)

$$\begin{vmatrix} q_{11} - \lambda p_{11} & q_{12} - \lambda p_{12} & ,\dots, q_{1r} - \lambda p_{1r} \\ q_{21} - \lambda p_{21} & q_{22} - \lambda p_{22} & ,\dots, q_{2r} - \lambda p_{2r} \\ \dots & \dots & \dots \\ q_{r1} - \lambda p_{r1} & q_{r2} - \lambda p_{r2} & ,\dots, q_{rr} - \lambda p_{rr} \end{vmatrix} = 0$$

چون ماتریس های P و Q هردو متقارنند. ماتریس داخل دترمینان ۱۰ نیز متقارن است، یعنی داریم:

$$q_{ij} - \lambda r_{ij} = q_{ji} - \lambda p_{ji}$$

اگردترمینان معادله ۱۰ را حساب کنیم یك معادله درجه r ام از λ بصورت زیر بدست می‌آید :

$$\alpha_r \lambda^r + \alpha_{r-1} \lambda^{r-1} + \dots \alpha_{1r} + \alpha_0 = 0$$

این معادله r ریشه دارد و چون داریم:

$$\lambda = \frac{SS\ \text{بین گروهها}}{SS\ \text{کل}}$$

مقدار λ الزاما" بین صفر و یك است. پس باید ازبین ریشه هائی که بین صفر ویك هستند جواب مورد نظر را بدست آوریم. از طرف دیگر چون درنقطه ماکزیمم باید y حداکثر بشود از بین ریشه هائی که واقع‌دربین صفر و یك هستند بزرگترین آنها را به عنوان جواب مسئله انتخاب می‌کنیم .

چون محاسبه دترمینان ۱۰ و رسیدن به معادله۱۱ عملا" بسیارمشکل است به روش کورمال، مستقیما" معادله ۱۰ را حل می‌کنیم. یعنی درمعادله ۹ به λ مقادیرمختلف بین صفر ویك را می‌دهیم تا ببینیم در مقابل چه مقداری از λ معادله برابر صفرمی‌شود، یعنی می‌نویسیم: $Z = |Q - \lambda P|$

۱ـ نمونه یك دستگاه همگن عبارت است از دستگاه معادلات زیر :

$$\begin{cases} ۳x_۱ + ۲x_۲ + x_۳ = ۰ \\ ۵x_۱ + x_۲ + ۲x_۳ = ۰ \\ ۹x_۱ + x_۲ + ۲x_۳ = ۰ \end{cases}$$

ماتریس ضرایب این دستگاه همگن به صورت $\begin{bmatrix} ۳ & ۲ & ۱ \\ ۵ & -۱ & ۲ \\ ۹ & ۱ & ۳ \end{bmatrix}$ است. واضح است که بردار(۰،۰ و۰)= X دراین دستگاه صدق می‌کند.

۲ ـ ریشه های بدیهی : چنانچه درتعیین ریشه ها ازماتریس ضرایب استفاده نگردد، ریشه‌های بدست آمده را بدیهی می‌گویند (۳).

جدول ۷ ـ نتایج محاسبات تبدیل پاسخهای کیفی به کمی وتعیین ضریب λ دررسالةدانشوری

ردیف	صفت (پرسش)	λ	a	b	c
۱	میزان اطلاع شماازرمان اجرای نمایش تا چه حدی بود؟	۰/۰۳۳۲	۰/۱۱۸	۰/۴۶۹	۱
۲	میزان اطلاع شماازموضوع نمایش تا چه حدی بود؟	۰/۰۸۲	۰/۱۸۸	۰/۷۱۴	۱
۳	میزان ارتباط موضوع نمایش با نیازشماتاچه مقدار بود؟	۰/۰۱۸۷	۰/۰۳۶	۰/۹۶	۱
۴	چه میزانی دربرنامه ریزی قبل ازاجرای نمایش مشارکت داشتید؟	۰/۱۳۵	۰/۶۲۳	۰/۸۶۵	۱
۵	میزان علاقه شمانسبت به موضوع نمایش تاچه حدی بود؟	۰/۶۹۱	۰/۲۲۵	۰/۵۶۷	۱
۶	چه حدودی مطالب مطرح شده‌درنمایش برای شماقابل فهم بود؟	۰/۰۰۱	۰/۵۰۱	۰/۲۳۴	۱
۷	چه میزانی ازتجربیات شمادرحین نمایش استفاده گردید؟	۰/۰۱۵	۰/۳۵۳	۰/۳۹۱	۱
۸	تاچه حدودی توانستیدپرسشهای خودرادرنمایش مطرح کنید؟	۰/۰۰۹	۰/۱۱۳	۰/۸۷۸	۱
۹	فرصت بحث وگفتگوبرای شمادراجرای نمایش چه‌میزانی بوده‌است؟	۰/۰۰۶	۰/۰۷۲	۰/۸۲	۱
۱۰	تاچه حدودی توانستیدعملا"طریقه‌موردنظردرنمایش راعمل نمائید؟	۰/۰۰۲	۰/۱۲۴	۰/۱۹۱	۱
۱۱	میزان قابل مشاهده بودن عملیات نمایش برای شماتاچه حدی بود؟	۰/۰۰۳	۰/۰۱۷	۰/۷۲۱	۱
۱۲	تا چه حدودی توانستیدسخنان مروج را درنمایش بشنوید؟	۰/۵۹۱	۰/۶۲۷	۰/۹۷۹	۱
۱۳	تاچه حدودی درحین نمایش تمرکزحواس داشتید؟	۰/۴۶۳	۰/۹۱۷	۰/۹۵۸	۱
۱۴	چه میزانی زمان اجرای نمایش برای شمامناسب بود؟	۰/۰۱۴	۰/۱۶۸	۰/۲۹۷	۱
۱۵	تاچه حدودی مدت‌اجرای نمایش برای شما کافی بود؟	۰/۰۱	۰/۰۱۳	۰/۰۲۹	۱
۱۶	میزان مصرف وسایل وابزارمورد نظردرنمایش درچه حدی بود؟	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۱
۱۷	تاچه اندازه‌پوستردرنمایش استفاده گردید؟	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۱
۱۸	تاچه‌اندازه‌ازفیلم درنمایش استفاده گردید؟	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۱
۱۹	تاچه مقداری ازمطالب چاپی درضمن نمایش توزیع‌گردید؟	۰/۱۵۱	۰/۷۳۱	۰/۵۹۶	۱
۲۰	تاچه حدودی ازشمادرحین اجرای نمایش نظرخواهی گردید؟	۰/۰۲۲	۰/۲۱	۰/۳۴	۱
۲۱	چه میزانی اجرای نمایش برای شمامفید بود؟	۰/۰۲	۰/۱۱۸	۰/۸۹	۱
۲۲	تاچه حدودی درتصمیم گیری پذیرش موضوع ازگروههای دیگرپیروی گردید؟	۰/۱۵۴	۰/۸۹	۰/۹۴۱	۱
۲۳	چه میزانی محیط فیزیکی نمایش برای شمامناسب بود؟	۰/۰۱۸	۰/۰۳۶	۰/۹۶۱	۱

*: دراین‌جدول مقدار کمی c برابر یك فرض گردیده‌است و سپس میزان a و b با توجه به ضریب λ محاسبه گردیده است.

و به ترتیب به λ مقادیر ۰/۹ و۰/۸ و... و ۰ را می‌دهیم تا دو عددی را که تابع z بین آنها تغییر علامت می‌دهد مشخص گردد. واضح است که ریشه معادله بین آن دو عدد است و دراین صورت می‌توان از مقادیر با فاصله های کمتر بین دو عدد مذکور استفاده کرد. مثلا" اگر تابع z بین دو عدد $\lambda_1 = ۰/۶$ و $\lambda_2 = ۰/۷$ تغییر علامت داد به λ به ترتیب مقادیر ۰/۶۹ و۰/۶۸ و... و۰/۶۱ را می‌دهیم تا زمانی که معلوم گردد تابع z بین کدام دو تا ازاین اعداد تغییر علامت می‌دهد. مثلا" اگر دو عدد نامبرده ۰/۶۶ و۰/۶۷ بود به λ بترتیب مقایر ۰/۶۶۹ و۰/۶۶۸ و... و۰/۶۶۱ را می‌دهیم و این عمل را آنقدر تکرار می‌کنیم تا باهرچند رقم اعشار که مایلیم " λ " را بدست آوریم.

چون دترمینان برابرصفراست، دردستگاه‌معادلات ۹ یکی از معادلات تابع سایرمعادلات است، پس آن‌را حذف می‌کنیم. درنتیجه تعداد مجهولها یکی از عده معادله های مستقل از یکدیگرزیادترمی‌شود. بنابراین برای بوجود آوردن امکان حل آنها یکی ازمجهولات‌را به دلخواه انتخاب می‌کنیم. بهترین اقدام این استکه c را مساوی یك قراردهیم که بنابراین باید فقط a وb را پیدا کنیم.

جدول ۷ که از پایان‌نامه دانشوری استخراج گردیده‌است، نتایج محاسبات انجام شده طبق روش حداکثردرست نمائی را برای تبدیل پاسخهای کیفی به کمی نشان می‌دهد. برای تهیه این جدول محاسبات لازم برای تعیین مقدار λ برای ۲۳ صفت مربوط به موضوع تحقیق انجام گرفته‌است (۴). محاسبات برای تعیین مقادیرa و b و c برای هرصفت بطورجداگانه انجام گردیده است. مقدار λ بدست آمده برای هر صفت میزان قدرت آن صفت درتشخیص گروههای مختلف اجتماعی را مشخص می‌کند. پس از محاسبه ضریب λ آن‌را به ترتیب نزولی مرتب کرده و درمقابل هر یك a ~~b c~~ λ مربوط به آن قید می‌کردد. برای اینکه معلوم گردد که چگونه ازاین جدول استفاده کردیده است به منبع شماره ۱ مراجعه گردد.

سپاسگزاری

ازجناب آقای دکتر محمدرضا مشکانی استاد محترم آمار که در ویرایش علمی این مقاله همکاری نموده‌اند، تشکر می‌گردد.

مراجع مورد استفاده:

۱ـ خواجه نوری، ع . ۱۳۴۷. آمارپیشرفته و بیومتری. دانشگاه تهران .

۲ـ خواجه نوری، ع. ۱۳۴۷. آمارریاضی . موسسه آموزش عالی . جلد اول و دوم .

۳ـ خواجه نوری، ع. ۱۳۴۶. جبرماتریس . موسسه آموزش عالی آمار.

۴ـ دانشوری تازه‌کند، الف . میزان مشارکت کشاورزان پنبه کاردشت مغان درنمایش طریقه‌ای برای مبارزه با کرم غوزه پنبه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد عرضه شده به گروه ترویج وآموزش کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

Iranian J. Agric. Sci., Vol.22, Nos.1&2. 1991.

A Statistical Method for Changing Qualitative Answers to Quanitative Equivalances with Maximum Likelihood

H. IRAVANI and A. KHAJEHNOORI
Assistant Professor, Continuing Education and Professor of Statistics and Probabilities, Respectively, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.
Received for Publication, April 30, 1991.

SUMMARY

Whenever a questionnaire is used for gathering information for a given research, the answers are usually ordered qualities. For using statistical methods, it is necessary to change these qualitative answers to quanitative equivalances. The goal of this article is to introduce an applicable statistical method, by using maximum likelihood principles to change qualitative answers to quanitative equivalances. This method is useful for statistical calculations in behavioral, educational, extension's and continuing education's researches.