

تفسیر خروجی رگرسیون کاکس

برای دریافت ضرایب مدل رگرسیون کاکس، مهم‌ترین خروجی نرم‌افزار SPSS جدول

Variables in the Equation

است. این جدول شامل ستون‌های زیر است:

جدول ۱: توضیح ستون‌های جدول Variables in the Equation

معنی و تفسیر	ستون
نام متغیر مستقل وارد شده به مدل رگرسیون کاکس	Variable
ضریب رگرسیون کاکس؛ برآوردی از پارامتر β	B
خطای استاندارد ضریب برآورد شده β	SE
آماره آزمون والد برای بررسی معناداری ضریب رگرسیون	Wald
درجه آزادی آزمون والد	df
سطح معناداری یا مقدار احتمال آزمون $(p\text{-value})$	Sig.
نسبت خطر یا Hazard Ratio که از رابطه $HR = e^B$ محاسبه می‌شود	Exp(B)
حد پایین فاصله اطمینان 95% برای نسبت خطر	95% CI Lower
حد بالای فاصله اطمینان 95% برای نسبت خطر	95% CI Upper

ضریب B چیست؟

در رگرسیون کاکس، ستون B همان ضریب رگرسیون یا β است:

$$B = \beta$$

این ضریب نشان می‌دهد که متغیر موردنظر چه اثری بر لگاریتم خطر وقوع رویداد دارد.

• اگر $B > 0$ باشد، متغیر با افزایش خطر وقوع رویداد همراه است.

• اگر $B < 0$ باشد، متغیر با کاهش خطر وقوع رویداد همراه است.

• اگر $B = 0$ باشد، متغیر اثری بر خطر وقوع رویداد ندارد.

برای مثال، اگر ضریب دیابت برابر باشد با:

$$B = 0.544$$

مثبت بودن این ضریب نشان می‌دهد که دیابت با افزایش خطر شکست پیوند همراه است.

Exp(B) چیست؟

ستون Exp(B) همان نسبت خطر یا Hazard Ratio است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Exp}(B) = e^B$$

برای ضریب دیابت داریم:

$$e^{0.544} = 1.723$$

بنابراین:

$$HR = 1.723$$

از آنجا که مقدار نسبت خطر بزرگتر از یک است، دیابت با افزایش خطر شکست پیوند همراه است.

میزان افزایش خطر از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$(HR - 1) \times 100$$

بنابراین:

$$(1.723 - 1) \times 100 = 72.3\%$$

یعنی خطر لحظه‌ای شکست پیوند در بیماران دیابتی تقریباً 72.3% بیشتر از بیماران غیردیابتی است.

SE چیست؟

ستون SE خطای استاندارد ضریب B را نشان می‌دهد.

خطای استاندارد میزان عدم قطعیت موجود در برآورد ضریب را بیان می‌کند.

- هرچه SE کوچکتر باشد، ضریب با دقت بیشتری برآورد شده است.

- هرچه SE بزرگتر باشد، برآورد ضریب ناپایدارتر و نامطمئن‌تر است.

برای مثال:

$$B = 0.544, \quad SE = 0.251$$

آماره Wald چیست؟

آماره والد برای بررسی این فرض استفاده می‌شود که ضریب رگرسیون برابر صفر است:

$$H_0 : \beta = 0$$

آماره والد برای یک متغیر با یک درجه آزادی معمولاً از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Wald = \left(\frac{B}{SE} \right)^2$$

در مثال دیابت:

$$Wald = \left(\frac{0.544}{0.251} \right)^2$$

بنابراین:

$$Wald \approx 4.70$$

هرچه مقدار آماره والد بزرگ‌تر باشد، شواهد بیشتری علیه فرض صفر وجود دارد.

df چیست؟

ستون df درجه آزادی آزمون را نشان می‌دهد.

برای یک متغیر عددی یا یک متغیر دودویی معمولاً داریم:

$$df = 1$$

برای متغیرهای طبقه‌ای چندسطحی، درجه آزادی به تعداد پارامترهای موردنیاز برای کدگذاری متغیر بستگی دارد.

برای مثال، اگر گروه خونی دارای چهار سطح باشد و یک سطح به عنوان گروه مرجع در نظر گرفته شود، سه متغیر مجازی ساخته می‌شود؛ بنابراین:

$$df = 4 - 1 = 3$$

Sig. چیست؟

ستون Sig. همان مقدار احتمال یا p -value است.

- اگر $p < 0.05$ باشد، ضریب معمولاً از نظر آماری معنادار تلقی می‌شود.
- اگر $p \geq 0.05$ باشد، شواهد آماری کافی برای رد فرض صفر وجود ندارد.

برای مثال:

$$p = 0.030$$

چون:

$$0.030 < 0.05$$

اثر دیابت بر خطر شکست پیوند در سطح خطای پنج درصد معنادار است.

فاصله اطمینان 95% برای نسبت خطر

فاصله اطمینان 95% دامنه‌ای از مقادیر محتمل برای نسبت خطر واقعی را نشان می‌دهد.
برای مثال:

$$HR = 1.723$$

و:

$$95\% CI = [1.052, 2.821]$$

از آنجا که این فاصله شامل عدد یک نیست، اثر دیابت از نظر آماری معنادار است.
عدد یک در نسبت خطر بیانگر نبود تفاوت بین دو گروه است:

$$HR = 1$$

اما اگر فاصله اطمینان به صورت زیر باشد:

$$95\% CI = [0.80, 2.30]$$

چون عدد یک داخل فاصله اطمینان قرار دارد، نتیجه از نظر آماری معنادار نخواهد بود.

نمونه جدول خروجی SPSS

جدول ۲: Variables in the Equation

Variable	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	Lower	Upper
Diabetes(1)	0.544	0.251	4.700	1	0.030	1.723	1.052	2.821

تفسیر نهایی

نتایج رگرسیون کاکس نشان داد که دیابت با افزایش خطر لحظه‌ای شکست پیوند همراه است. ضریب رگرسیون دیابت برابر با:

$$B = 0.544$$

و نسبت خطر متناظر با آن برابر بود با:

$$HR = \text{Exp}(B) = e^{0.544} = 1.723$$

بنابراین، بیماران دیابتی در مقایسه با بیماران غیردیابتی، پس از کنترل سایر متغیرهای موجود در مدل، حدود 72.3% خطر لحظه‌ای بیشتری برای شکست پیوند داشتند:

$$(1.723 - 1) \times 100 = 72.3\%$$

فاصله اطمینان 95% برای نسبت خطر نیز برابر بود با:

$$95\% CI = [1.052, 2.821]$$

از آنجا که فاصله اطمینان شامل عدد یک نیست و مقدار احتمال برابر با:

$$p = 0.030$$

است، رابطه بین دیابت و افزایش خطر شکست پیوند از نظر آماری معنادار محسوب می‌شود.

فرض صفر در مثال دیابت

در این مثال، فرض صفر برای متغیر دیابت در مدل رگرسیون کاکس بیان می‌کند که دیابت هیچ اثری بر خطر لحظه‌ای شکست پیوند ندارد. بنابراین:

$$H_0 : \beta_{\text{Diabetes}} = 0$$

از آنجا که نسبت خطر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$HR = e^{\beta}$$

فرض صفر را می‌توان به شکل معادل زیر نیز نوشت:

$$H_0 : HR = 1$$

یعنی خطر لحظه‌ای شکست پیوند در بیماران دیابتی و غیردیابتی برابر است.

فرض مقابل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$H_1 : \beta_{\text{Diabetes}} \neq 0$$

یا به شکل معادل:

$$H_1 : HR \neq 1$$

در این مثال، نتایج مدل کاکس عبارت‌اند از:

$$B = 0.544, \quad HR = 1.723, \quad p = 0.030$$

از آنجا که:

$$p < 0.05$$

فرض صفر رد می‌شود. بنابراین، شواهد آماری کافی وجود دارد که نشان دهد دیابت با خطر شکست پیوند ارتباط دارد.
همچنین، چون:

$$HR = 1.723 > 1$$

می‌توان نتیجه گرفت که دیابت با افزایش خطر لحظه‌ای شکست پیوند همراه است.
در خروجی معمول نرم‌افزار SPSS آزمون والد به صورت دوطرفه انجام می‌شود:

$$H_0 : \beta = 0 \quad \text{در برابر} \quad H_1 : \beta \neq 0$$

اگر پژوهش از ابتدا دارای فرض جهت‌دار باشد، فرض‌ها را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$H_0 : \beta_{\text{Diabetes}} \leq 0$$

در برابر:

$$H_1 : \beta_{\text{Diabetes}} > 0$$

با این حال، مقدار Sig. گزارش شده در جدول Variables in the Equation معمولاً مربوط به آزمون دوطرفه است.