

# مفهوم تراز پروژه و کاربرد

مهدی ساعدی، دانشجوی دکترای مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس.

ساعدی، مهدی؛ "مفهوم تراز پروژه (Project Balance) و کاربرد"، مجله صنایع، شماره ۳۵، بهار و تابستان ۱۳۸۲، صفحه ۵۳-۵۱.

## خلاصه:

در اقتصاد مهندسی، برای انتخاب پروژه‌ای ارجح از میان چند پروژه پیشنهادی، راه‌های مختلفی پیشنهاد گردیده است که متداول‌ترین آنها تعیین پروژه ارجح بر مبنای ارزش فعلی پروژه‌ها (PV) و ارزش نهایی (FV) می‌باشد. اما این معیارها نیز در شرایطی خاص قادر به پاسخگویی نیستند. به عنوان مثال زمانی که ارزش فعلی (یا نهایی) همه پروژه‌های پیشنهادی، یکسان است، چه باید کرد؟ کدام پروژه، مناسب‌ترین است؟ یکی از عوامل راهگشا در این شرایط، مفهوم تراز پروژه و نواحی تراز مثبت و منفی است. تراز پروژه، مقدار خالص پول درگیر شده در پروژه را تا نقطه‌ای از زمان در طول عمر پروژه نشان می‌دهد. در این مقاله ابتدا تعریف تراز پروژه و فرمول ریاضی آن را تشریح می‌کنیم و سپس با مفاهیم تراز مثبت و منفی آشنا می‌شویم و در نهایت با ذکر مثالی نحوه بکارگیری این مفاهیم را نشان می‌دهیم. در پایان به این نتیجه می‌رسیم که پروژه مناسبتر و ارجح، آن پروژه‌ای است که تراز منفی کمتر یا تراز مثبت بیشتر دارد. چرا که در این صورت، سرمایه‌گذار، در مدت زمان کمتری به نقطه سربه‌سری می‌رسد و سرمایه‌اش بازگشت می‌یابد و برای سرمایه‌گذاری مجدد در پروژه‌ای جدید، دستش باز است.

**کلمات کلیدی:** تراز پروژه (Project Balance)، معیارهای انتخاب پروژه.

## تعریف تراز پروژه (Project Balance)

تراز پروژه، مقدار معادل خالص ریالی درگیر شده در پروژه را در هر نقطه‌ای از زمان در طول عمر پروژه نشان می‌دهد و با علامت  $PB(i)_n$  نمایش داده می‌شود. عبارت  $PB(i)_n$  از مقدار تراز پروژه با در نظر گرفتن نرخ بهره  $i\%$  در پایان دوره  $n$  ام. [Park-90]

برای محاسبه این مقدار به مثال زیر (جدول ۱) توجه فرمایید: ( $i=10\%$ )

| n                 | ۰    | ۱    | ۲    | ۳      | ۴      | ۵       |
|-------------------|------|------|------|--------|--------|---------|
| $b_n$             | ۰    | ۵۰۰  | ۵۰۰  | ۴۰۰    | ۶۰۰    | ۴۰۰     |
| $c_n$             | ۵۰۰  | ۴۰۰  | ۲۰۰  | ۳۰۰    | ۳۰۰    | ۳۰۰     |
| $F_n = b_n - c_n$ | -۵۰۰ | ۱۰۰  | ۳۰۰  | ۱۰۰    | ۳۰۰    | ۱۰۰     |
| $PB(i)_n$         | -۵۰۰ | -۴۵۰ | -۱۹۵ | -۱۱۴/۵ | ۱۷۴/۰۵ | ۲۹۱/۴۵۵ |

جدول ۱: جریان نقدی و تراز پروژه در پنج دوره زمانی (اعداد به میلیون ریال است)

|                         |  |
|-------------------------|--|
| $n = 0, 1, 2, \dots, N$ | دوره زمانی $n$ ام                          |
| $b_n$                   | درآمد در پایان دوره زمانی $n$ ام           |
| $c_n$                   | هزینه یا سرمایه گذاری در پایان دوره $n$ ام |
| $i$                     | بهره یا سود (به درصد)                      |
| $F_n = b_n - c_n$       | جریان نقدی خالص در پایان دوره $n$ ام       |
| $PB(i)_n$               | تراز پروژه در پایان دوره $n$ ام            |
| $FV(i)$                 | ارزش نهایی پروژه                           |

جدول ۲: مفهوم علائم بکار رفته

تراز پروژه در زمان حاضر ( $t=0$ ) فقط معادل سرمایه گذاری ابتدائی پروژه است، بنابراین:

$$PB(10\%)_0 = -500$$

درانتهای دوره ۱، به علت آنکه برای یک دوره، پول سرمایه گذاری شده درگیر می شود، هزینه آن به  $550 (= 500(1+0.1))$  میلیون ریال می رسد. درانتهای این دوره، ۱۰۰ میلیون ریال درآمد ایجاد می شود، بنابراین:

$$PB(10\%)_1 = -500(1+0.1) + 100 = -450$$

این مقدار، مقدار خالص درگیر شده در پروژه در ابتدای دوره دوم می باشد. تراز پروژه در انتهای دوره دوم عبارت است از:

$$PB(10\%)_2 = -450(1+0.1) + 300 = -195$$

و برای دورههای بعد داریم:

$$PB(10\%)_3 = -195(1+0.1) + 100 = -114.5$$

$$PB(10\%)_4 = -114.5(1+0.1) + 300 = 174.05$$

$$PB(10\%)_5 = 174.05(1+0.1) + 100 = 291.455$$

همانگونه که مشخص است، در پایان دوره چهارم، هزینه ها پوشیده می شود و مقدار ۱۷۴.۰۵ میلیون ریال سود حاصل می گردد. با در نظر گرفتن این که شرکت می تواند این مقدار را در سال بعد با نرخ  $i = 10\%$  دوباره سرمایه گذاری کند، سودی معادل  $174.05(0.1)$  میلیون ریال حاصل می شود که با دریافت ۱۰۰ میلیون دلار در پایان دوره پنجم، تراز پروژه را به مقدار ۲۹۱.۴۵۵ میلیون ریال می رساند.

### فرمول ریاضی:

با در نظر گرفتن تعریف تراز پروژه و مثال قبل، کاملاً مشخص است که برای محاسبه تراز پروژه در هر

دوره، بر اساس رابطه یک عمل می کردیم: [Park-90]

$$PB(i)_n = PB(i)_{n-1}(1+i) + F_n \quad n = 0, 1, 2, \dots, N \quad \text{رابطه یک:}$$

که در آن:

$$PB(i)_0 = F_0$$

بنابراین می توان نوشت:

$$\begin{aligned} PB(i)_0 &= F_0 \\ PB(i)_1 &= F_0(1+i) + F_1 \\ PB(i)_2 &= [F_0(1+i) + F_1](1+i) + F_2 \\ &= F_0(1+i)^2 + F_1(1+i) + F_2 \end{aligned}$$

پس در دوره  $n$  ام داریم:

$$PB(i)_n = F_0(1+i)^n + F_1(1+i)^{n-1} + \dots + F_n = \sum_{k=0}^n F_k(1+i)^{n-k} \quad \text{رابطه دو:}$$

برای دوره  $N$  ام (انتهای پروژه) داریم:

$$PB(i)_N = F_0(1+i)^N + F_1(1+i)^{N-1} + \dots + F_N = \sum_{k=0}^N F_k(1+i)^{N-k} = FV(i) \quad \text{رابطه سه:}$$

همانگونه که مشخص است رابطه سه، بیانگر ارزش نهایی پروژه (Future Value) است. بنابراین، مقدار تراز پروژه در دوره آخر (انتهای پروژه) برابر با ارزش نهایی (آینده) پروژه است.

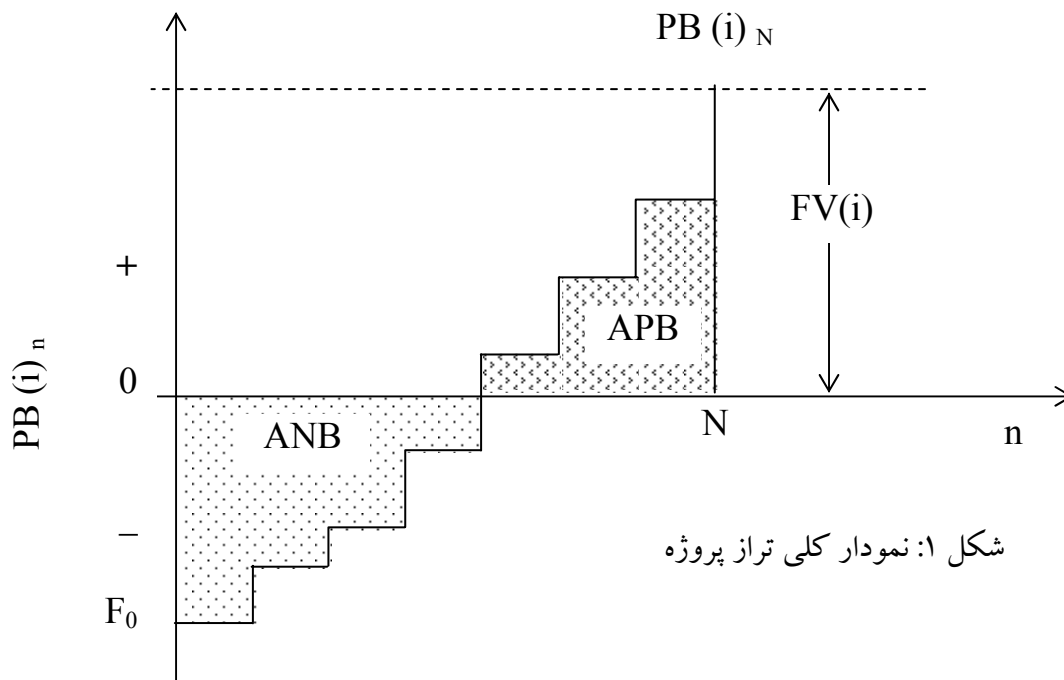
## نواحی تراز مثبت و منفی پروژه

اگر  $PB(i)_n$  را به صورت تابعی از زمان رسم کنیم (شکل ۱)، اطلاعات جالبی قابل کشف است. منطقه هاشور خورده ANB، دوره ای از زمان پروژه را نشان می دهد که تراز پروژه، مقادیر منفی دارد و به عبارتی، در این مدت، سرمایه گذاری اولیه به علاوه بهره اش، توسط درآمدهای پروژه به طور کامل پوشیده نشده است. به این منطقه، "ناحیه تراز منفی" یا (Area of Negative Balance) ANB گفته می شود، که به صورت ریاضی از رابطه زیر بدست می آید: [Park-90]

$$ANB = \sum_{n=0}^{Q-1} PB(i)_n$$

$Q$  دوره بازگشت سرمایه است و به عبارت دیگر اولین دوره ای است که در آن:  $PB(i)_n \geq 0$ . از طرفی چون مقدار  $PB(i)_n$  برای  $n < Q$ ، بیانگر مقدار تراز منفی پروژه در پایان دوره  $n$  ام است، این مقدار

معادل ضرر ممکن است که در صورت لغو پروژه در این زمان متضرر می شویم. بنابراین ANB می تواند چنین تفسیر شود که معادل کل مقدار ریالی است که در این سرمایه گذاری درگیر می شود. هر چه ANB کوچکتر باشد، انعطاف پذیری بیشتری برای سرمایه گذاری های آینده شرکت بوجود می آید و بنابراین در شرایطی که سود همه پروژه های قابل انتخاب، یکسان است، پروژه ای که ANB کمتری دارد، جذابتر و پسندیده تر است. همچنین می توان نتیجه گرفت در شرایط یکسان پروژه ها، پروژه ای



شکل ۱: نمودار کلی تراز پروژه

که Q کوچکتری دارد، مناسب تر است.

منطقه APB در شکل ۱، دوره ای از زمان پروژه را نشان می دهد که  $PB(i)_n$  در آن مثبت است. به این منطقه "ناحیه تراز مثبت" یا APB (Area of Positive Balance) گفته می شود. سرمایه گذاری اولیه کاملاً پوشش داده شده است و تا انتهای پروژه سودآوری داریم. به صورت ریاضی این منطقه عبارت است از:

[Park-90]

$$ANB = \sum_{n=Q}^{N-1} PB(i)_n$$

از آنجا که مقدار  $PB(i)_n$  برای  $n > Q$ ، بیانگر مقدار مثبت تراز پروژه است، در صورت لغو پروژه در این ناحیه زمانی، هیچگونه ضرری به وجود نمی آید چرا که کل سرمایه گذاری تا قبل از این ناحیه، پوشش داده شده است. بنابراین  $PB(i)_n$  در آمد خالص است.

مفهوم انعطاف پذیری در این ناحیه نیز برقرار است. به گونه ای که در شرایط یکسان انتخاب پروژه، پروژه ای که APB بیشتر دارد، مناسبتر است و دست سرمایه گذار را برای سرمایه گذاری درآمدها و سود در پروژه های دیگر، باز می گذارد.

## کاربرد تراز پروژه

همانگونه که پیش از این نیز توضیح داده شد، اگر چند پروژه داشته باشیم ولی بر اساس معیارهای PV، AE، FV و ... همه آنها دارای ارزش یکسانی باشند، کدام پروژه، مناسب ترین است؟ یکی از عوامل راهگشا در این حالت، مقدار APB و ANB پروژه هاست. پروژه ای مناسب است که ANB کمتر یا APB بیشتر داشته باشد. چرا که در این صورت، سرمایه گذار، در مدت زمان کمتری به نقطه سربه سری می رسد و سرمایه اش بازگشت می یابد و برای سرمایه گذاری مجدد در پروژه ای جدید، دستش باز است. این مسئله در مثال زیر کاملاً روشن می شود.

### مثال کاربردی

جریان نقدی چهار پروژه در طی دوره های 0, 1, 2, 3 در جدول ۳ را ببینید. ارزش فعلی (PV) و ارزش نهایی (FV) همه این پروژه ها با یکدیگر برابر است و با نرخ بهره  $i = 10\%$  به ترتیب برابر با 50 و 66.55 است. پروژه اول تک دریافتی است. پروژه دوم دارای دریافتیهای یکسان سالانه است. پروژه سوم و چهارم به صورت دریافتیهای شیب دار مثبت و منفی می باشد. در محاسبات این مثال نرخ بهره  $i = 10\%$  فرض شده است.

مقدار تراز پروژه در انتهای هر دوره برای هر یک از پروژه ها در جدول ۴ آورده شده است. همانگونه که دیده می شود پروژه های ۱، ۲ و ۴ در دوره آخر دارای تراز مثبت می گردند اما پروژه ۳ یک دوره زودتر از پروژه های دیگر دارای تراز مثبت می شود.

مقدار ANB، APB و Q در هر یک از پروژه ها، جدول ۵ نشان داده شده است.

| n | Project1 | Project2 | Project3 | Project4 |
|---|----------|----------|----------|----------|
| 0 | -200.00  | -200.00  | -200.00  | -200.00  |
| 1 | 0.00     | 100.53   | 156.72   | 72.43    |
| 2 | 0.00     | 100.53   | 96.72    | 102.43   |
| 3 | 332.75   | 100.53   | 36.72    | 132.43   |

جدول ۳: جریان نقدی چهار پروژه مثال کاربردی

| n | Project1 | Project2 | Project3 | Project4 |
|---|----------|----------|----------|----------|
| 0 | -200.00  | -200.00  | -200.00  | -200.00  |

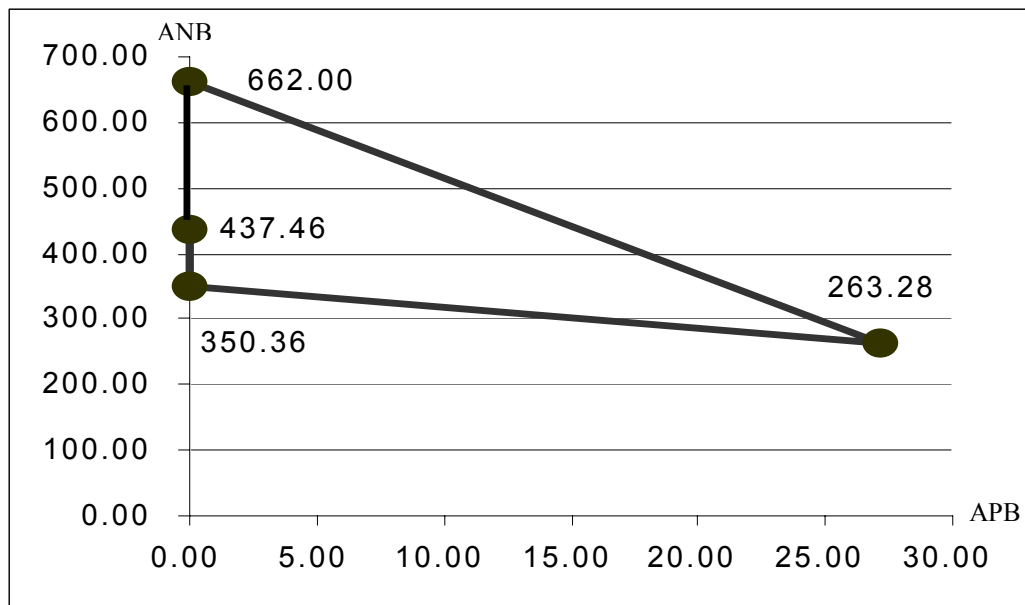
|   |         |         |        |         |
|---|---------|---------|--------|---------|
| 1 | -220.00 | -119.47 | -63.28 | -147.57 |
| 2 | -242.00 | -30.89  | 27.12  | -59.89  |
| 3 | 66.55   | 66.55   | 66.55  | 66.55   |

جدول ۴: مقدار تراز پروژه  $PB_n(10\%)$  در انتهای هر دوره برای هر یک از پروژه های مثال کاربردی

| i   | Project1 | Project2 | Project3 | Project4 |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| ANB | 662.00   | 350.36   | 263.28   | 407.46   |
| APB | 0.00     | 0.00     | 27.12    | 0.00     |
| Q   | 3        | 3        | 2        | 3        |

جدول ۵: مقدار ANB، APB و Q هر یک از پروژه های مثال کاربردی

اگر همانند شکل ۲، هر یک از پروژه ها را به صورت نقطه بر روی نمودار با محورهای مختصات ANB و APB نشان دهیم، مشخص می شود که پروژه ۳ که ارجح تر از بقیه پروژه هاست در گوشه سمت راست و پایین یا به عبارت بهتر در ربع چهارم نمودار واقع می شود. بنابراین پروژه ای انعطاف پذیرتر و مناسبتر است که در ناحیه چهارم نمودار واقع می شود.



شکل ۲: نمودار ANB در مقابل APB

منابع:

- [Park-90]  
Chan S. Park, Gunter P. Sharp-Bette;  
Advanced Engineering Economics;  
John Wiley, 1990.