

مقاله

هزینه احتیاطی (Cost Contingency) چگونه محاسبه می‌شود؟

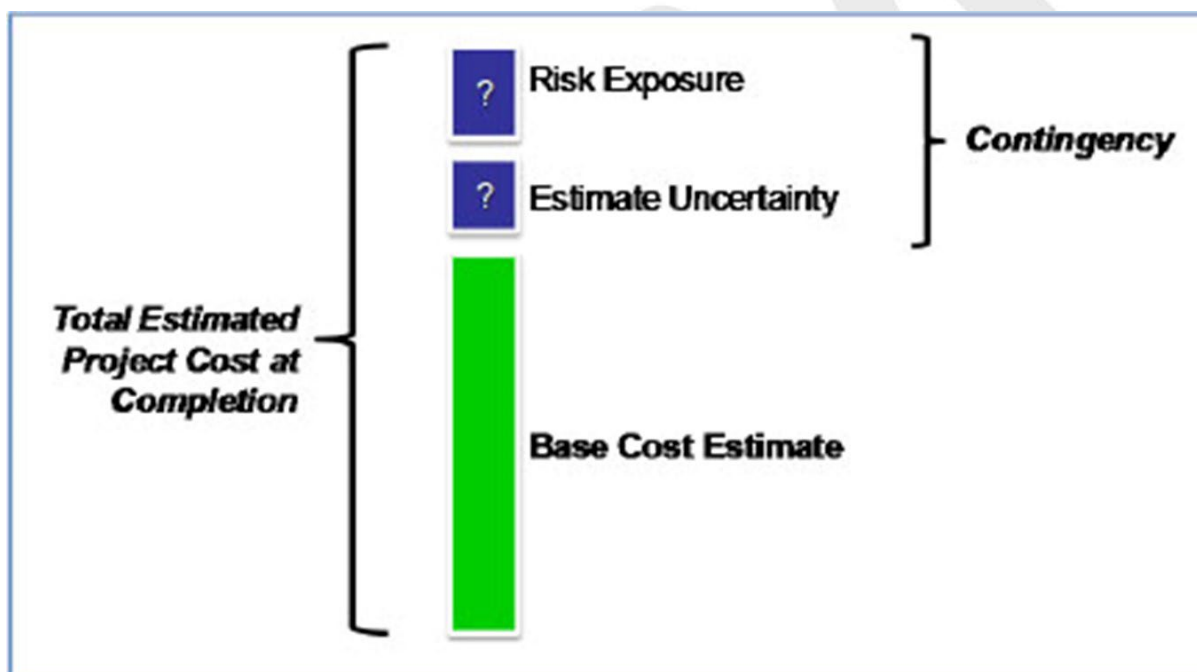
ACEMI

d r a l a v i p o u r . c o m

تصور کنید می‌خواهید هزینه کل یک پروژه را برآورد کنید. شما ابعاد و احجام را اندازه‌گیری کرده‌اید و هزینه و قیمت هر منبعی که برای اجرای محدوده پروژه لازم است را برآورد کرده‌اید. پس از تلاش فراوانی که برای تهیه برآورد هزینه انجام شده، این پرسش‌ها مطرح می‌شوند: این برآورد تا چه حد قابل اطمینان است؟ احتمال اینکه این هزینه تا پایان پروژه محقق شود چقدر است؟ آیا ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های پروژه در نظر گرفته شده‌اند؟

برای در نظر گرفتن عدم قطعیت هزینه‌ها و اطمینان از اینکه بودجه در سطح اطمینان مشخصی باشد، باید یک صندوق ذخیره به برآورد هزینه پایه شما اضافه شود. این مبلغ که به نام هزینه احتیاطی شناخته می‌شود، به سادگی به هزینه پایه پروژه اضافه می‌شود تا ریسک‌های شناخته‌شده را پوشش داده و هزینه‌های پروژه را تحت کنترل نگه دارد (برای آشنایی بیشتر با مدیریت ریسک به مقاله [مدیریت ریسک چیست؟ بررسی فرایند مدیریت ریسک و انواع ریسک‌ها](#) مراجعه کنید).

روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری عدم قطعیت‌ها و محاسبه هزینه احتیاطی در برآورد هزینه وجود دارد. در واقع، در دو دهه گذشته، بسیاری از کارشناسان و محققان روش‌های متفاوتی برای محاسبه هزینه احتیاطی ارائه کرده‌اند. این روش‌ها از اعمال یک درصد از پیش تعیین شده به کل هزینه پروژه گرفته تا استفاده از روش‌های پیچیده ریاضی و آماری را شامل می‌شود. در این مقاله به محاسبه هزینه احتیاطی به روش‌های تجربی و روش‌های احتمالاتی (Probabilistic Methods) می‌پردازیم.



۱. روش‌های تجربی

در عمل، روش‌های تجربی به عنوان ساده‌ترین و پرکاربردترین روش‌ها برای تخصیص هزینه احتیاطی شناخته می‌شوند. اصطلاح «تجربی» به این معناست که هزینه احتیاطی به صورت یک مقدار مشخص اغلب با درصدی از برآورد هزینه پایه، تعیین می‌گردد. در روش‌های تجربی، هزینه احتیاطی به صورت یک درصد از پیش تعیین شده از هزینه پایه، بسته به شرایط پروژه، برآورد می‌شود:

$$\text{Contingency} = \% \times \text{Base Cost Estimate}$$

در این تکنیک، شما درصدی از هزینه پروژه را در نظر می‌گیرید و مبلغ هزینه احتیاطی را محاسبه می‌کنید. برای این کار، به قضاوت کارشناسی یا استفاده از برخی دستورالعمل‌های از پیش تعیین شده، یا ترکیبی از هر دو نیاز دارید.

– قضاوت کارشناسی (Expert Judgment)

در این روش، یک کارشناس یا گروهی از کارشناسان باتجربه و تخصص قوی در مدیریت و تحلیل ریسک، درصد هزینه احتیاطی پروژه را تعیین می‌کنند.

هرچند کارشناسان شرایط خاص پروژه را در نظر می‌گیرند و درصد منحصر به فردی برای هزینه احتیاطی تعیین می‌کنند، اما همچنان تحلیل رسمی و جامع ریسک روی پروژه انجام نمی‌دهند؛ بنابراین، این روش نمی‌تواند سطح اطمینان لازم برای کافی بودن هزینه احتیاطی برآورد شده را ارائه دهد.

- دستورالعمل‌های از پیش تعیین شده (Predetermined Guidelines)

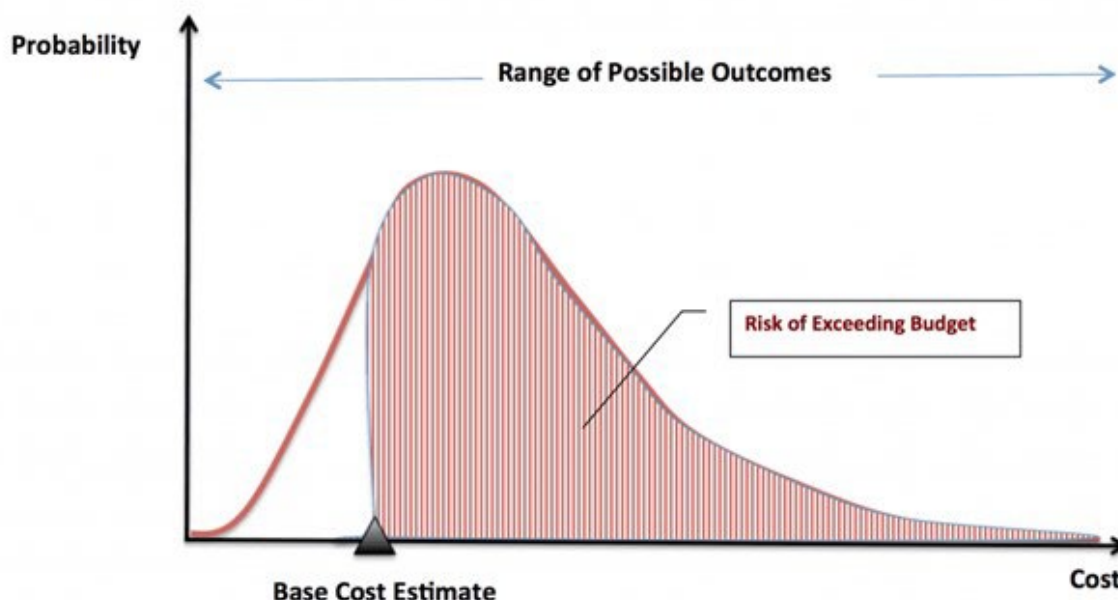
بر اساس انجمن مهندسی هزینه آمریکا (AACE)، این روش می‌تواند به سادگی ارائه یک درصد ثابت برای هزینه احتیاطی برای همه برآوردها از یک نوع خاص باشد یا شامل جداول پیچیده یا مکانیزم‌های امتیازدهی شود که از عناصر مدل‌سازی پارامتریک استفاده می‌کنند. یک رویکرد رایج، ایجاد جدولی از مقادیر و محدوده‌های هزینه احتیاطی برای هر یک از کلاس‌های برآورد AACE است که مقادیر و محدوده‌های جایگزین برای ریسک‌های رایج ارائه می‌دهد. برای مثال، در سطح طراحی مفهومی ممکن است ۴۰٪ هزینه احتیاطی به پروژه اختصاص داده شود، در حالی که در سطح طراحی با جزئیات بیشتر ممکن است ۱۵٪ هزینه احتیاطی به پروژه اختصاص یابد.

هرچند محاسبه هزینه احتیاطی با استفاده از دستورالعمل‌های از پیش تعیین شده ساده، قابل فهم و یکنواخت است، اما نمی‌تواند به طور مؤثر تأثیر ریسک‌های خاص و منحصر به فرد یک پروژه خاص را در نظر بگیرد.

به همین دلیل، روش‌های تجربی معمولاً توسط سازمان‌هایی استفاده می‌شود که به دلایل مختلف، مانند کمبود زمان، بودجه ناکافی یا نوع و اندازه پروژه، علاقه‌ای به انجام ارزیابی و تحلیل رسمی ریسک ندارند. استفاده معمول از روش‌های تجربی در پروژه‌های کوچک و غیر پیچیده است (برای آشنایی با هزینه احتیاطی در مدیریت پروژه به مقاله [ذخیره احتیاطی در مدیریت پروژه چیست؟](#) مراجعه کنید).

۲. روش‌های احتمالاتی (Probabilistic Methods)

در روش‌های احتمالاتی محاسبه هزینه احتیاطی، عدم قطعیت‌ها در برآورد هزینه با استفاده از توزیع‌های آماری مدل‌سازی می‌شوند. نتیجه این روش‌ها، یک محدوده توزیعی از برآورد است، نه یک مقدار تک نقطه‌ای، همان‌طور که در نمودار زیر نشان داده شده است:



شکل ۱. برآورد هزینه احتیاطی با استفاده از توزیع‌های آماری

بودجه هزینه احتیاطی بر اساس سطح اطمینان دلخواهی که کارفرما پروژه می‌خواهد، تعیین می‌شود. روش‌های ارزیابی ریسک احتمالی به زمان و بودجه بیشتری برای اجرا نیاز دارند و به همین دلیل در پروژه‌های بزرگ و پیچیده‌تر استفاده می‌شوند، چندین روش ارزیابی ریسک احتمالی وجود دارد که می‌توان برای محاسبه هزینه احتیاطی استفاده کرد. این روش‌ها شامل موارد زیر هستند، اما به آنها محدود نمی‌شوند:

- Probability Tree –
- First-Order Second-Moment –
- Analytical Hierarchy Process –
- Parametric Modeling –
- Expected Monetary Value –
- Range Estimating –

در ادامه به بررسی رایج‌ترین روش‌های احتمالاتی، یعنی Range Estimating و Expected Monetary Value می‌پردازیم؛ هر دوی این روش‌ها ممکن است از شبیه‌سازی Monte Carlo یا روال‌های شبیه‌سازی مشابه استفاده کنند.

۱.۲ ارزش مورد انتظار (Expected Monetary Value)

Expected Monetary Value یک تکنیک آماری است که دهه‌ها برای مدیریت تصمیم‌گیری و ریسک استفاده شده است. این روش برای اندازه‌گیری تأثیر هر ریسک شناسایی شده قابل توجه به کار می‌رود و در نتیجه به محاسبه هزینه احتیاطی کمک می‌کند.

ارزش مورد انتظار در ساده‌ترین شکل خود به این صورت بیان می‌شود:

$$\text{Expected Value} = \text{Probability of Risk Occurring} \times \text{Impact If It Occurs}$$

استفاده از روش ارزش مورد انتظار با شناسایی ریسک‌ها آغاز می‌شود. پس از فهرست کردن ریسک‌ها، احتمال وقوع هر ریسک و تأثیر هزینه‌ای آن در صورت وقوع برآورد می‌شود. سپس، ارزش مورد انتظار همه ریسک‌های شناسایی شده با ضرب احتمال وقوع هر ریسک در هزینه ناشی از آن و جمع کردن نتایج محاسبه می‌شود.

Risks/ Opportunities	Probability	Impact	EV (Probability x Impact)
# 1	5%	-\$5,000	-\$250
# 2	25%	-\$1,000	-\$250
# 3	40%	\$1,500	\$600
# 4	60%	-\$1,500	-\$900
# 5	30%	-\$3,000	-\$900
Total Expected Value			-\$1,700

شکل ۲. برآورد هزینه احتیاطی با استفاده از ارزش مورد انتظار

برای مثال، در مورد بالا ممکن است نیاز باشد ۱۷۰۰ دلار به برآورد هزینه پایه خود به عنوان هزینه احتیاطی برای پوشش همه ریسک‌های شناسایی شده اضافه کنید.

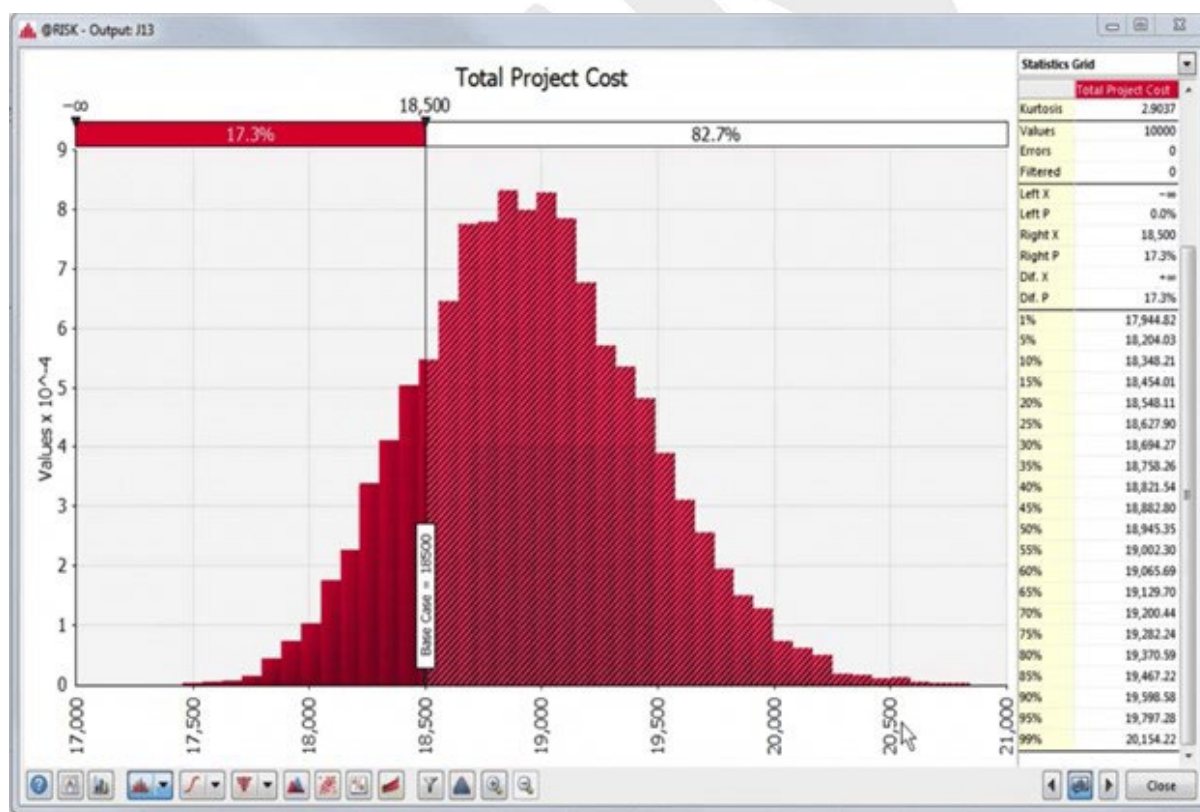
این یک مثال ساده از استفاده از روش ارزش مورد انتظار بود. با این حال، به جای استفاده از یک برآورد تک‌نقطه‌ای برای تأثیر هزینه، ممکن است محدوده‌ای از هزینه‌های تأثیر ارزیابی شود. در این حالت، احتمال و برآورد هزینه با توزیع‌هایی جایگزین می‌شوند که توسط تیم بر اساس درک آنها از ریسک‌ها اختصاص داده می‌شود. همچنین، در آن زمان، همبستگی‌های قابل توجه بین ریسک‌ها و هزینه‌ها در تحلیل گنجانده می‌شود. سپس یک برنامه شبیه‌سازی Monte Carlo یا مانند آن اجرا می‌شود که از این توزیع‌های احتمال و هزینه به عنوان ورودی استفاده می‌کند. خروجی شبیه‌سازی یک توزیع هزینه کل به همراه داده‌های دیگر است که برای حمایت از فرایند تصمیم‌گیری طراحی شده‌اند.

۲.۲. برآورد محدوده (Range Estimating)

در روش برآورد محدوده، به جای یک برآورد هزینه تک نقطه‌ای، محدوده‌ای از نتایج هزینه‌ای ممکن برآورد می‌شود.

در برآورد تک نقطه‌ای، برآوردکننده یک مقدار هزینه واحد به هر عنصر هزینه در برآورد اختصاص می‌دهد، برای پروژه فرض می‌کند که پروژه دقیقاً این مقدار هزینه خواهد داشت و به وضوح عدم قطعیت‌ها و ریسک‌های تأثیرگذار بر پروژه را در نظر نمی‌گیرد. این مقدار تک نقطه‌ای معمولاً محتمل‌ترین هزینه از دیدگاه برآوردکننده است؛ اما احتمال دستیابی به این هزینه به طور کامل ارزیابی نمی‌شود. با این حال، روش برآورد محدوده، محدوده‌ای از نتایج هزینه‌ای ممکن را به عناصر هزینه اختصاص می‌دهد و احتمال دستیابی به برآورد هزینه کلی را ارزیابی می‌کند. در روش برآورد محدوده، مهم است که اشاره کنیم نیازی نیست هر عنصر هزینه در برآورد هزینه را ارزیابی کرده و به آن محدوده اختصاص دهید. در عوض، باید عناصر هزینه‌ای را که می‌توانند تأثیر حیاتی بر نتیجه پروژه داشته باشند شناسایی و محدوده‌ها را فقط به آن موارد حیاتی اعمال کرد. رویکردهای ساده ممکن است محدوده‌ها را به خلاصه‌ای از هزینه‌های برآوردشده در سطحی ساده‌تر، مانند ساختار شکست کار پروژه یا ساختار شکست هزینه، اعمال کنند. هر عنصر هزینه شناسایی شده در مدل با محدوده‌ای از مقادیر حداقل، حداکثر و محتمل‌ترین مقدار ارزیابی می‌شود که توسط تیم بر اساس درک آنها از ریسک‌ها اختصاص داده می‌شود.

همچنین، همبستگی‌های قابل توجه بین عناصر هزینه در تحلیل گنجانده می‌شود. سپس یک برنامه شبیه‌سازی مانند Monte Carlo اجرا می‌شود که اجازه می‌دهد هزینه به صورت تصادفی بین مقادیر حداکثر و حداقل تغییر کند. این منجر به یک توزیع برآورد هزینه کل پروژه می‌شود، همان طور که در نمودار زیر نشان داده شده است:

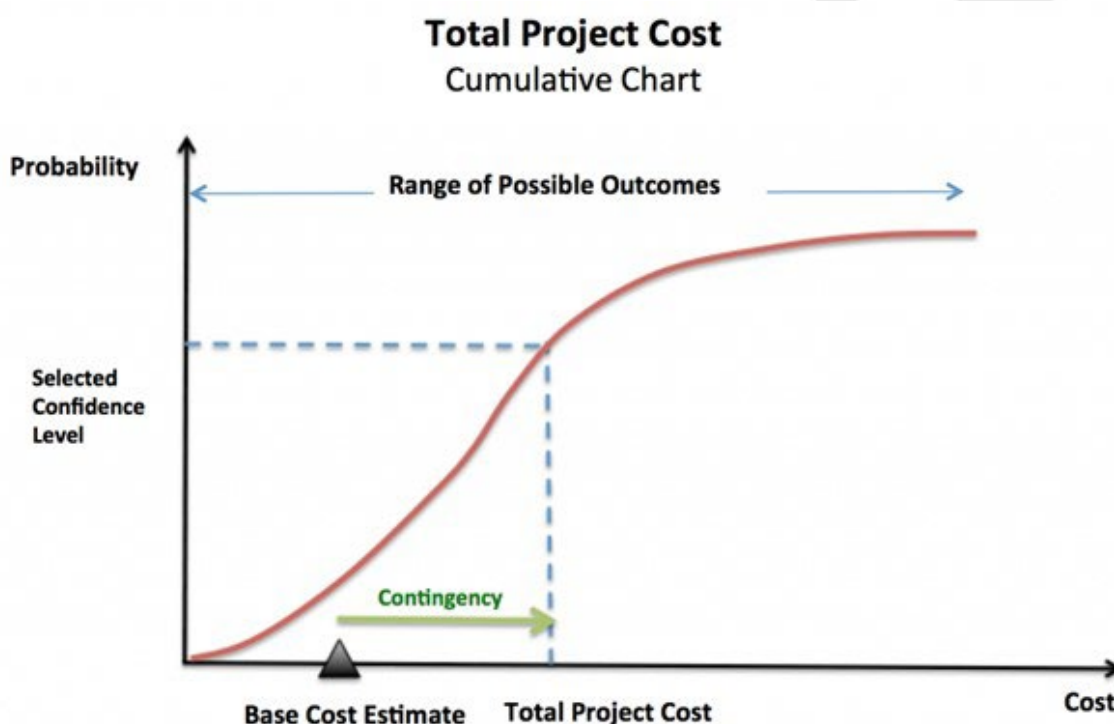


شکل ۳. توزیع برآورد هزینه کل پروژه

در این مثال، احتمال تحقق برآورد هزینه پایه (۱۸۵۰۰ دلار) تنها ۱۷٪ است که بسیار پایین است. یک برآورد خوب از دیدگاه توسعه‌دهنده باید احتمال برابری برای افزایش یا کاهش هزینه داشته باشد (یعنی احتمال ۵۰٪). این یک رویکرد خنثی نسبت به ریسک است، با این فرض که برخی پروژه‌ها افزایش هزینه خواهند داشت و برخی دیگر کاهش خواهند یافت و در درازمدت یکدیگر را متعادل می‌کنند.

در مثال بالا، برای آنکه احتمال اتمام پروژه مطابق بودجه مبنا به ۵۰ درصد برسد (P50)، باید بودجه مبنا را ۱۸,۹۴۵ دلار در نظر بگیرید که به این معنی است که شما ۴۴۵ دلار را به عنوان هزینه احتیاطی کنار می گذارید. این اطلاعات همچنین می توانند از نمودار با رسم منحنی احتمال تجمعی به دست آیند.

رویکرد محافظه کارانه تر و ریسک گریز این است که اطمینان بالاتری (مثلاً احتمال ۸۰٪ یا بیشتر) داشته باشید که پروژه از بودجه فراتر نرود. این مسیر ایمن تر است، اما با مشخص کردن احتمال بالا، هزینه احتیاطی مورد نیاز و همچنین هزینه کل پروژه افزایش می یابد. برای اطمینان P90، بودجه باید ۱۹,۵۹۸ دلار باشد که به شما ۱,۰۹۸ دلار (۱۹,۵۹۸ - ۱۸,۵۰۰) به عنوان صندوق هزینه احتیاطی می دهد. همان طور که در نمودار زیر نشان داده شده است؛ تفاوت بین برآورد هزینه بدون هزینه احتیاطی و هزینه با سطح اطمینان انتخاب شده از توزیع تجمعی، همان "هزینه احتیاطی" است:



Cost Risk Simulation Result

شکل ۴. نتیجه حاصل از شبیه سازی ریسک و در نظر گرفتن هزینه احتیاطی

جمع بندی هزینه احتیاطی چگونه محاسبه می شود؟

هزینه احتیاطی به برآورد هزینه پایه اضافه می شود تا تأثیرات مالی ریسک های شناخته شده یا عدم قطعیت های پروژه را پوشش دهد. هزینه احتیاطی برای هر پروژه بر اساس ریسک قابل قبول، درجه عدم قطعیت و سطح اطمینان دلخواه برای تحقق بودجه پروژه تعیین می شود. برای نگه داشتن پروژه در چهارچوب بودجه، تخصیص هزینه احتیاطی ضروری است (برای آشنایی بیشتر با تحلیل ریسک ها به مقاله [نقش کلیدی تحلیل ریسک ها در موفقیت پروژه](#) مراجعه کنید).

انتخاب روش مناسب برای محاسبه هزینه احتیاطی برای یک پروژه خاص به عوامل زیادی بستگی دارد، مانند اندازه پروژه، پیچیدگی، اهمیت و سطح عدم قطعیت. عوامل دیگری مانند زمان، بودجه و تخصص در دسترس نیز نقش مهمی در انتخاب روش محاسبه هزینه احتیاطی ایفا می کنند (برای مطالعه بیشتر توصیه می شود به مقاله [ذخیره احتیاطی چه نقشی در مدیریت ریسک برنامه زمان بندی دارد؟](#) مراجعه کنید).

در این مقاله به سؤالات زیر پاسخ داده شده است

۱. هزینه احتیاطی چیست و چرا به برآورد هزینه پروژه اضافه می‌شود؟
۲. هزینه احتیاطی چگونه محاسبه می‌شود؟
۳. چه روش‌هایی برای محاسبه هزینه احتیاطی رایج هستند و تفاوت آن‌ها چیست؟

جایگاه مبانی ارائه شده در آموزش‌های مؤسسه ACEMI

در نقشه راه جامع مدیریت ساخت مؤسسه مهندسی و مدیریت ساخت علوی‌پور، دوره‌ای در سطح مهارت‌های سخت با عنوان «مدیریت یکپارچه مالی، حسابداری و هزینه در پروژه و سازمان‌های پروژه‌محور» ارائه شده است که به‌صورت کامل به آموزش ساختارهای مالی و حسابداری پروژه و نیز نحوه برآورد هزینه‌های پروژه (شامل هزینه‌های احتیاطی) می‌پردازد. علاوه بر این، دوره‌های تخصصی دیگری همچون «فرایند جامع مدیریت ریسک در پروژه به همراه آموزش نرم‌افزار PertMaster و نحوه برآورد ذخیره احتیاطی (Contingency) در پروژه؛ الزامات، اصول کلی و نکات حیاتی» نیز توسط این مؤسسه ارائه می‌شود که به‌طور مفصل به موضوع مدیریت ریسک و روش‌های محاسبه و اعمال هزینه‌ها و ذخایر احتیاطی مالی و زمانی در پروژه می‌پردازند. به جهت آشنایی با سایر دوره‌ها و تاریخ برگزاری آن‌ها می‌توانید به بخش تقویم آموزشی مؤسسه مهندسی و مدیریت ساخت علوی‌پور مراجعه نمایید.

[1] Shohreh Ghorbani, How Cost Contingency Is Calculated?

dralavipour.com



برای دریافت مقالات بیشتر در خبرنامه موسسه ACEMI عضو شوید.

با ما همراه باشید			
موسسه مهندسی و مدیریت ساخت علوی پور			
+۹۸ ۲۱ ۴۶ ۱۰۰ ۴۴۵			+۹۸ ۲۱ ۴۶ ۱۰۰ ۴۵۰
	info@dralavipour.com	ACEMI	
	ACEMI_social	Alavipour_pm	
	ACEMI_channel	Alavipour_pm	

