

منظور کردن عدم اطمینان در تجزیه و تحلیل

هزینه - حجم - سود

نوشته‌ی: پیتر کلارک

حسابداری مدیریت - سپتامبر ۱۹۸۶

وصف، فرض اخیر واقع بینانه نیست، زیرا اطمینان کامل از آینده به ندرت در وضعیت‌های تصمیم‌گیری مدیران وجود دارد و اغلب چنین اطمینانی اصولاً "نمی‌تواند وجود داشته باشد. بنابراین، الگوی سنتی ه.ج.س. از محدودیت در برنگرفتن تعدیلات لازم برای نمایاندن وجود عدم اطمینان و خطر رنج می‌برد.

هدف این نیست که گفته شود تجزیه و تحلیل ه.ج.س. مفید نیست. منظور این است که بدون داشتن یک الگوی مشخص عدم اطمینان در ارتباط با حجم فروش یا پارامترهای هزینه، مدیران نمی‌توانند اطلاعاتی درباره‌ی سودآوری دستیابی به نقطه‌ی سربه‌سری یا مفید بودن تحصیل سود/زیان بیش‌تر یا کم‌تر از سطحی خاص، به دست آورند. اگر فرض شود که این قبیل اطلاعات وابسته به احتمالات برای مدیران مفید خواهد بود و با در نظر گرفتن خطری که با هر یک از بدیل‌های خاص همراه است تصمیم‌گیریه‌ها را بهبود خواهد بخشید، فرضی منطقی صورت گرفته است.

فن تجزیه و تحلیل هزینه - حجم - سود (ه-ج-س) اغلب از طرف مدیران حسابدار در برنامه‌ریزی سود و میزان محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از این فن، فرد می‌تواند نقطه‌ی سربه‌سری، حجم سود لازم برای به دست آوردن سود معین شده به عنوان هدف را معلوم سازد، و تاثیر تغییر در حجم تولید را بر سودآوری محصول و بרוضع کلی شرکت روشن نماید. معادله‌ی اصلی تجزیه و تحلیل ه.ج.س. به شرح زیر است:

$$\pi = (S - V) \times Q - F$$

در این رابطه

π = سود

S = قیمت فروش هر واحد

V = هزینه‌ی متغیر هر واحد

Q = تعداد واحدهای فروش رفته

F = هزینه‌های ثابت

رابطه‌ی بالا از آن جهت تعیین‌کننده است که بنا به فرض کلیه هزینه‌ها و درآمدها با اطمینان کامل شناخته شده‌اند. با این

1-Cost-Volume-Profit (C.V.P.)
Analysis.

توزیع نرمال احتمال:

سابقه‌ی توزیع نرمال دست‌کم به اوایل قرن نوزدهم برمی‌گردد که در آن زمان اغلب دانشمندان این نکته را قبول کرده بودند که اشتباهات آماری طرحی سردرگم ندارد، بلکه منحنی اشتباه شکلی کاملاً "تعریف شده" دارد. در ۱۸۳۳ کنتلت (۴) به این نکته پی برد که توزیع مشخصه‌های انسانی نیز از همین شکل منحنی اشتباهات پیروی می‌کند. استدلال وی این بود که طبیعت همیشه در پی ساختن "افراد متوسط" است ولی گاهی نمی‌تواند به این هدف دست یابد و در هر دو سمت این معیار انحراف‌هایی حاصل می‌شود. منحنی توزیع نرمال احتمال، شکلی شبیه زنگ و هموار دارد که در شکل شماره ۱ دیده می‌شود. این منحنی مداوم است و بریدگی ندارد. در این توزیع اغلب مقادیر متغیر X در اطراف محور "میانگین" جمع شده‌اند و به صورت متقارن در دو طرف این محور پراکنده می‌شوند. دنباله‌های این توزیع به صورت مداوم به جانب محور افقی نزدیک می‌شوند ولی هرگز به آن نمی‌رسند. سطح زیر این منحنی برابر واحد است، و در نقطه‌ی محور میانگین فاصله منحنی تا محور افقی به بالاترین حد خود می‌رسد. نیمی از سطح در هر طرف محور میانگین قرار دارد.

معیار (σ) فرض شود، شکل یک توزیع نرمال خاص را می‌توان به‌طور کامل معین کرد. با وجود این، تمام توابع نرمال را می‌توان

هدف مقاله‌ی حاضر نمایاندن سهولت منظور کردن عدم اطمینان در تجزیه و تحلیل ه. ح. س. یا فرض نرمال بودن توزیع (۲) هر یک از این متغیرها است.

اندیشه‌ی بسط دادن تجزیه و تحلیل ه. ح. س. به مواردی که عدم اطمینان در پارامترها وجود دارد، موضوعی تازه نیست. پروفیسور یائدیک و پروفیسور روبیچک در سال ۱۹۶۴ در مقاله‌ای کلاسیک به نام "تجزیه و تحلیل هزینه - حجم - سود در وضعیت عدم اطمینان" که در شماره‌ی اکتر نشریه‌ی بررسی حسابداری انتشار یافت (۳)، این نکته را نشان دادند که هرگاه یک متغیر واحد که توزیعی نرمال دارد (مثلاً) این متغیر می‌تواند حجم فروش باشد، در معرض عدم اطمینان قرار گیرد و امکان تعیین درجه‌ی عدم اطمینان از قبل وجود داشته باشد، برای نمایاندن تاثیر این عدم اطمینان بر متغیری وابسته، مثل سود، می‌توان از شیوه‌های متعارف آماری استفاده کرد.

با وجود این بسیاری از کتابهای مآخذ معروف در زمینه‌ی حسابداری مدیریت عملاً این بسط قابل ملاحظه در تجزیه و تحلیل سنتی ه. ح. س. را نادیده می‌انگارند حذف موضوع را نمی‌توان به مسائل ناخواسته در کاربرد فن منسوب دانست، زیرا تجزیه و تحلیل ه. ح. س. در وضعیت عدم اطمینان در اصل براساس نظریه‌ی توزیع نرمال پایه‌ریزی شده است و اغلب فارغ التحصیلان دانشگاه‌ها با این نظریه آشنایی دارند.

3-Jaedicke + Robichek, "Cost-Volum-Profit Analysis Under Uncertainty", The Accounting Review; Oct. 1964.

4-Quetelet.

۲- برای اطلاع بیشتر درباره توزیع نرمال رجوع شود به: محمد نوفرستی، آمار برای اقتصاد و بازرگانی - مرکز نشر دانشگاهی

با تبدیل منحنی به منحنی استاندارد نرمال (با میانگین صفر و انحراف معیار یک) با یکدیگر قابل مقایسه ساخت. جریان انتقال یا تبدیل با استفاده از رابطه زیر حاصل می شود:

$$z = \frac{X - \bar{X}}{\sigma}$$

در این رابطه:

X = مقدار واقعی متغیر

\bar{X} = ارزش میانگین

σ = انحراف معیار

برای تشریح جریان انتقال، متغیری با ارزش ۲۰ را در یک توزیع عادی در نظر بگیرید. اگر مقدار میانگین و انحراف معیار برای این توزیع به ترتیب معادل ۱۰ و ۵ باشد، در این صورت رقم اولیه‌ی ۲۰ معادل ۲ انحراف معیار از نقطه‌ی میانگین (صفر) در منحنی توزیع استاندارد نرمال فاصله دارد. به بیان ساده، ما مقیاس اندازه‌گیری متغیر X را تغییر می‌دهیم.

توزیع استاندارد نرمال متقارن است. به دلیل داشتن انحراف معیار معادل واحد می‌توانیم به ویژگیهای مهم زیر اشاره کنیم که در شکل ۲ شرح داده شده است:

(الف) محدوده‌ی ± 1 شامل ۶۸/۲۶ درصد

ارزشهای Z را دربرمی‌گیرد یعنی احتمال این که Z مقداری بین $+1$ و

۱- را اختیار کند، برابر ۶۸/۲۶ درصد است.

(ب) محدوده‌ی ± 2 شامل ۹۵/۴۴ درصد

از ارزشهای Z را دربرمی‌گیرد یعنی احتمال این که Z مقداری بین $+2$ و

۲- را اختیار کند، برابر ۹۵/۴۴ است.

(پ) محدوده‌ی ± 3 شامل ۹۹/۷۴ درصد

از ارزشهای Z را دربرمی‌گیرد یعنی احتمال این که Z مقداری بین $+3$ و ۳- را اختیار کند، برابر ۹۹/۷۴ درصد است.

برای تعیین احتمال به دست آوردن نقطه‌های بزرگتر یا کوچکتر از یک مشاهده‌ی خاص می‌توانیم مقدار مورد نظر را به محور انتقال دهیم و سپس به جداول مربوط که در اغلب کتابهای آمار وجود دارد مراجعه کنیم. در شکل ۳ قسمتی از یک جدول دیده می‌شود و دنباله‌ی سمت چپ منحنی توزیع عادی را نشان می‌دهد: یعنی سطح یا احتمالی که مقدار ناشناخته دستر یا مساوی مقدار Z باشد. استفاده از جدول و کاربرد آن در تجزیه و تحلیل ه.ح.س. در مثال زیر تشریح شده است.

مثال: گفته می‌شود که قیمت فروش یک تولیدکننده در دوره‌ی آینده در سطح ۳۰۰ لیره بابت هر واحد تثبیت شده است ولی حجم فروش به یقین معلوم نیست. برآورد متوسط فروش دوره ۶۰۰۰ واحد است و فرض می‌شود که توزیع احتمال برای منحنی فروش نرمال و میانگین آن ۷۰۰ واحد باشد. هزینه‌ی ثابت دوره ۴۹۰۰۰۰ لیره و هزینه‌ی متغیر هر واحد ۲۲۰ لیره است که با اطمینان معین شده‌اند.

موارد زیر را محاسبه کنید:

۱- نقطه‌ی سر به سری

۲- احتمال کوچکترین نقطه‌ی سر به سری

۳- احتمال دستیابی به دست کم ۶۰۰۰

لیره سود

۴- احتمال دستیابی به دست کم ۱۲۰۰۰

لیره زیان

نظر به این که توزیع فروش نرمال است

و قیمت فروش و هزینه‌های ثابت و متغیر بنا

به فرض با اطمینان دانسته شده‌اند، توزیع سود نیز شکلی نرمال خواهد داشت. بنابراین احتمال رسیدن به سطحی خاص از سود و نیز حصول نقطه‌ی سربه‌سری را می‌توان با استفاده از نظریه‌ی توزیع نرمال محاسبه کرد.

۱- محاسبه‌ی نقطه‌ی سربه‌سری:

این نقطه از تقسیم هزینه‌های ثابت بر عایدی هر واحد به دست می‌آید:

$$\text{هزینه‌های ثابت} = \frac{\text{نقطه‌ی سربه‌سری}}{\text{عایدی هر واحد}}$$

$$\text{واحد } 125,6 = \frac{490,000}{(300-220) \text{ لیره}}$$

۲- محاسبه‌ی احتمال کوچکترین نقطه‌ی سربه‌سری

نقطه‌ی سربه‌سری را به محور Z انتقال دهید و برای شناخت احتمال مربوط به جدول آماری مراجعه کنید. اما، در این جا باید دقت کرد زیرا جدول آماری ما به نقاط کمتر یا مساوی Z مربوط می‌شود در حالی که در حالت کنونی ما به احتمال بیشتر از یا مساوی بانقطه‌ی سربه‌سری بودن را لازم داریم.

$$Z = \frac{620,000 - 600,000}{700} = 0,18$$

به این ترتیب نقطه‌ی سربه‌سری 0,18 انحراف معیار با رقم میانگین در منحنی توزیع استاندارد نرمال فاصله دارد. احتمال داشتن مقادیر Z که کوچکتر از یا مساوی با 0,18 باشد چقدر است؟

برای رقم 0,18 به شکل شماره‌ی ۳ مراجعه شود. ابتدا در ستون سمت چپ عدد 0,1 را پیدا کنید. سپس در امتداد ردیف به ستونی برسید که رقم 0,08 در بالای آن درج شده است. رقم مربوطه 0,5714 است که احتمال این که سود کمتر یا مساوی صفر باشد را نشان می‌دهد. اما احتمال اینکه

احتمال دست‌کم به اندازه‌ی نقطه‌ی سربه‌سری باشد باید معادل (0,5714 - 1) یعنی 0,4286 یا 42,86 درصد باشد. به این ترتیب شرکت با احتمال کمتر از 50-50 می‌تواند سودی داشته باشد. جواب به صورت ضمنی نیز درست به نظر می‌رسد، زیرا عایدی مورد انتظار (80 لیره x 6000) 480000 لیره هزینه‌ی ثابت را نمی‌پوشاند.

۳- محاسبه‌ی احتمال دستیابی به دست‌کم 6000 لیره سود

اولین قدم محاسبه‌ی تعداد واحدهایی است که برای رسیدن به این رقم سود ضرورت دارد و سپس باید این رقم به محور Z منتقل شود. پس از آن به جدول آماری مراجعه کنید تا احتمال همراه با Z را به دست آورید.

• حداکثر عایدی مورد نیاز:

$$496,000 \text{ لیره} = (490,000 + 6000)$$

• حداکثر تعداد واحدهایی که باید فروخته شود:

$$6200 = (496000 \div 80)$$

• مقدار Z:

$$Z = \frac{6200 - 6000}{700} = 0,29$$

برای تعیین احتمال 0,29/0 به خانهای از جدول که به رقم 0,29 مربوط می‌شود، مراجعه کنید. رقم 0,6141 است. بنابراین به احتمال 0,6141 سود 6000 لیره یا کمتر از آن خواهد بود. بنابراین احتمال دستیابی به سودی که دست‌کم این مقدار باشد معادل (0,6141 - 1) یعنی 0,3859 یا 38,59 درصد است.

۴- محاسبه‌ی احتمال دستیابی به دست‌کم 12000 لیره زیان:

در این مورد نیز روال کار به این ترتیب

است که عایدی مربوط به دست‌کم ۱۲۰۰۰ لیره زیان را محاسبه کنید. سپس این رقم را برحسب تعداد واحد فروش بازگو نمائید و رقم اخیر را برحسب Z بیان دارید. پس از آن به جدول آماری مراجعه کنید.

• حداکثر عایدی مورد نیاز:

$$478000 \text{ لیره} = (12000 - 490000)$$

• حداکثر تعداد واحدهایی که باید فروخته شود:

$$5/975 = (478000 \div 80)$$

• مقدار Z:

$$Z = \frac{5/975 - 6000}{700} = -0/04$$

جداول توزیع استاندارد نرمال ارقام مربوط به مقادیر منفی Z را نشان نمی‌دهد. اما، از آن‌جا که منحنی قرینه است سطح زیر منحنی در قسمت مقادیر منفی Z درست معادل سطح زیر منحنی در قسمت مقادیر مثبت Z خواهد بود بنابراین

$$P(Z \leq 0/04) = 1 - P(Z \leq -0/04)$$

$$= 1 - 0/5160$$

$$= 0/484 \text{ (یعنی } 48/4 \text{ درصد)}$$

تجزیه و تحلیل مربوط به منظور کردن عدم اطمینان در حجم فروش را در مثال بالا می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

احتمال رسیدن به نقطه‌ی سر به سر ۴۲/۸۶ درصد است. به احتمال ۳۸/۵۸ درصد سود حاصل دست‌کم ۶۰۰۰ لیره خواهد شد، در حالی که با احتمال ۴۸/۴ درصد شرکت دست‌کم ۱۲۰۰۰ لیره زیان خواهد داشت. در صورتی که تحلیلی مشابه درباره‌ی سایر محصولات نیز صورت پذیرد، مدیران در جریان گزینش از بین بدیل‌های مختلف

در وضعی به مراتب بهتر قرار خواهند گرفت. تاکید مثال بالا بر وجود عدم اطمینان در فروش بود، هرچند که به‌طور اصولی هر یک از متغیرهای دیگر الگوی ه.ح.س. نیز می‌توانند دستخوش عدم اطمینان شوند. شیوه‌ی بالا را می‌توان چنان تعدیل کرد که عدم اطمینان در مورد هزینه‌های ثابت و عایدی هر واحد را نیز دربرگیرد. با وجود این، احتمال دارد که قیمت فروش و هزینه هر واحد در مقایسه با حجم فروش نامعلوم باشد. بنابراین، تصمیم‌گیر در قالب تجزیه و تحلیل خود می‌تواند برای منظور کردن معادل یقینی (۵) متغیرهای هزینه و قیمت فروش توجیهی داشته باشد.

به‌دست آوردن برآوردهای پارامتری برای توزیع نرمال:

در جریان کاربرد شیوه‌های بالا در مورد اوضاع واقعی ظرف مدتی کوتاه انسان به این نکته پی می‌برد که محاسبه‌ی احتمالات برای متغیرهای جهان واقعی، مثل حجم فروش، مشکل است. در نتیجه، صحت برآورد احتمالات زیر سوال قرار می‌گیرد. حتی اگر میانگین و انحراف معیار برای منحنی توزیع نرمال شناخته شده باشد، آن منحنی به‌خودی‌خود می‌تواند نماینده مناسبی برای توزیع احتمالات نباشد. بنابراین، چنین استدلال می‌شود که به‌دست آوردن توزیع احتمالاتی که نمایانگر توزیع متغیر مورد نظر باشد اهمیت به مراتب بیشتر دارد.

با استفاده از یکی از دوره‌ی زیر می‌توان توزیع احتمالات را به‌دست آورد. در صورتی که داده‌های گذشته در دست باشد، فقط لازم است میانگین و انحراف معیار را محاسبه کرد

نتیجه‌گیری:

مفید بودن تجزیه و تحلیل سنتی ه.ح. س. از آن جهت محدود است که نمی‌تواند خطر و عدم اطمینان را نشان دهد. شیوه‌ای که در این مقاله به معرض نمایش گذاشته شده است، امکان تعدیل درجهت منظور کردن خطر و عدم اطمینان را فراهم می‌سازد. شیوه‌ی مورد بحث جدید و مشکل نیست. احتمالات بیان شده در ارتباط با سطوح مختلف سود (زیان) باید بیان‌کننده‌ی اصلاحاتی در تجربه‌ی موجود باشد و می‌تواند در مواردی سودمند شود. محدودیت از نظر صفحات تخصیص یافته به مقاله امکان بحث درباره‌ی مواردی را که چند محصول در شرکت تولید می‌شود، از ما سلب کرده است. با وجود این، گسترش تجزیه و تحلیل حاضر به موارد چند محصولی ساده است، البته به شرط آن که بتوان فرض وجود توزیع نرمال را حفظ کرد.

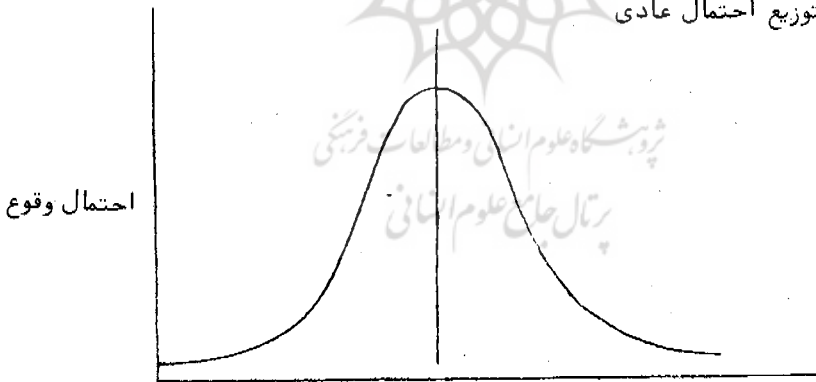
البته به شرط آن که فرد بتواند مدعی شود که آینده از هرنظر از قوانین و اصول گذشته پیروی می‌کند. جذبه‌ی داده‌های گذشته در واقعی بودن آنها است. عیب آن در وجود خودهمبستگی (۶) است که در هر سری زمانی می‌تواند عاملی برای تورش (۷) برآورد انحراف معیار باشد.

در صورتی که داده‌های قابل اعتمادی از گذشته در دسترس نباشد، در آن صورت فرد باید بر برآوردهای ذهنی احتمالات تکیه نماید. شاید بتوان این عمل را با در نظر گرفتن برآوردهای مدیران یا تجربه انجام داد.

با این وصف، برآوردهای به دست آمده از احتمالات فقط می‌تواند به همان اندازه خوب باشد که برآوردهای ذهنی اولیه مطلوبیت دارد.

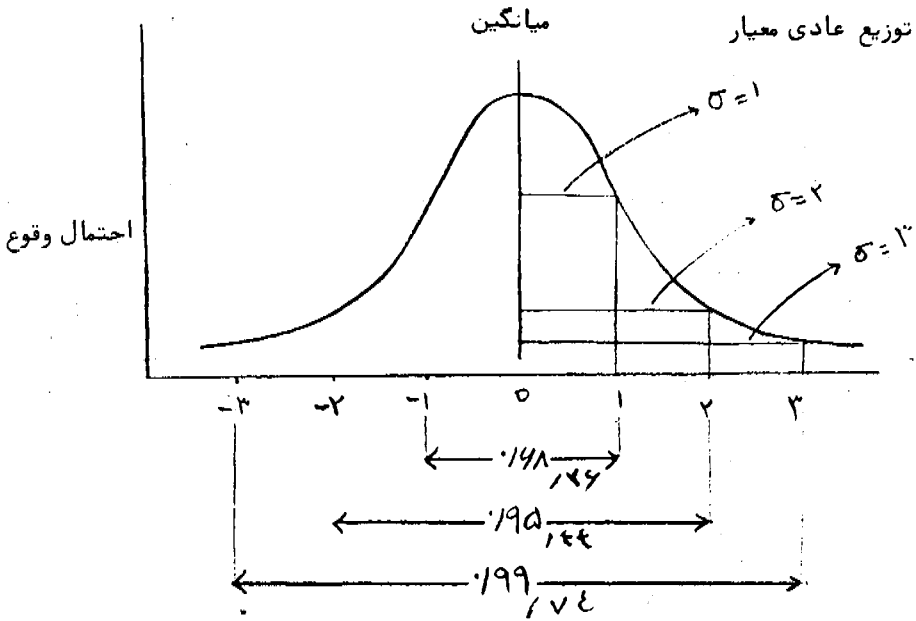
میانگین

شکل ۱: توزیع احتمال عادی



مقادیر مشاهده شده X

شکل ۲: توزیع عادی معیار



شکل شماره ۳: سطح زیر منحنی توزیع عادی

$Z = \frac{X - \bar{X}}{\sigma}$ انحراف عادی = Z
مثلاً $P(Z < 1) = 0.8423$

0/09	0/08	0/07	0/06	0/05	0/04	0/03	0/02	0/01	0/00	
0/5249	0/5219	0/5279	0/5229	0/5199	0/5160	0/5120	0/5080	0/5020	0/5000	0/0
0/5743	0/5714	0/5675	0/5636	0/5596	0/5557	0/5517	0/5478	0/5438	0/5398	0/1
0/6141	0/6102	0/6062	0/6022	0/5982	0/5942	0/5901	0/5861	0/5821	0/5781	0/2
0/6617	0/6578	0/6538	0/6498	0/6458	0/6417	0/6377	0/6337	0/6297	0/6257	0/3
0/6879	0/6840	0/6800	0/6760	0/6720	0/6680	0/6640	0/6600	0/6560	0/6520	0/4
0/7224	0/7185	0/7145	0/7105	0/7065	0/7025	0/6985	0/6945	0/6905	0/6865	0/5
0/7529	0/7489	0/7449	0/7409	0/7369	0/7329	0/7289	0/7249	0/7209	0/7169	0/6
0/7842	0/7802	0/7762	0/7722	0/7682	0/7642	0/7602	0/7562	0/7522	0/7482	0/7
0/8123	0/8083	0/8043	0/8003	0/7963	0/7923	0/7883	0/7843	0/7803	0/7763	0/8
0/8329	0/8289	0/8249	0/8209	0/8169	0/8129	0/8089	0/8049	0/8009	0/7969	0/9
0/8421	0/8381	0/8341	0/8301	0/8261	0/8221	0/8181	0/8141	0/8101	0/8061	1/0

توجه: این قسمتی از توزیع عادی است که سطح زیر منحنی از سمت چپ تا هر نقطه‌ای در سمت راست را که بین 0 و 0/09 قرار دارد نشان می‌دهد.