WWW.20FILE.ORG

فصل ۳ – پیش‌بینی و تخمین

- ✓ مقدمه
- ✓ پیش‌بینی و افقهای زمانی
- ✓ انواع پیش‌بینی
  - ✓پیش‌بینی اقتصادی
  - ✓پیش‌بینی تحول تکنولوژیک
  - ✓پیش‌بینی تقاضا
- ✓ روشهای کیفی پیش‌بینی تقاضا
- ✓ روشهای کمی پیش‌بینی تقاضا
- ✓ نظارت و کنترل برپیش‌بینی

WWW.20FILE.ORG

پیش بینی و تخمین (Forecasting)

مقدمه

هر روزه مدیران بدون آگاهی از اتفاقات آتی تصمیم‌گیری می‌نمایند. نیازمندیهای انبار بدون داشتن قطعیت ازاوضاع آینده سفارش داده می‌شود، تجهیزات بدون آگاهی از روند تقاضا خریداری می‌شوند و سرمایه‌گذاریهابدون آگاهی از وضعیت سوددهی آتی آنها انجام می‌پذیرد. با توجه به مطالب بیان شده، مدیران همیشه برآن‌بوده‌اند که تخمین بهتری از آینده داشته باشند. تخمین صحیح و درست، هدف اصلی پیش‌بینی می‌باشد.

در این فصل روشهای مختلف پیش‌بینی بررسی شده و مدلهای مختلف پیش‌بینی از قبیل میانگین متحرک، رگرسیون خطی و روش یکنواخت نمایی بیان می‌شود. همچنین روشهایی جهت کنترل، نظارت و قضاوت‌درباره پیش‌بینی صورت گرفته، ارائه خواهد شد. پیش‌بینی خوب بخش مهم از یک سیستم عملیاتی و تولیدی‌کارآ بوده و از ابزارهای مهم در برنامه‌ریزی بلندمدت و کوتاه مدت است.

UP

پیش‌بینی چیست؟

پیش‌بینی هنر و علم بیان رخدادهای آتی در زمان حال می‌باشد که می‌تواند شامل استفاده از داده‌های‌جمع‌آوری شده و تعمیم آنها به آینده بوسیله مدلهای ریاضی بوده و یا پیش‌بینی ادراکی و موضوعی از آینده ویا ترکیب دو روش فوق باشد.

UP

پیش‌بینی و افقهای زمانی

پیش‌بینی تا از نظر افق زمانی بیکی از سه صورت زیر است.

۱ـ پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت

این نوع پیش‌بینی، بازه‌های زمانی تا یکسال را شامل می‌شود ولی معمولا دوره‌های این نوع پیش‌بینی کمتر از ۳ماه می‌باشد. پیش‌بینی‌های کوتاه مدت برای برنامه‌ریزی خرید، زمانبندی کار، برنامه‌ریزی نیروی کار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

WWW.20FILE.ORG

۲ـ پیش‌بینی میان مدت

این نوع پیش‌بینی، عموماً بازهٔ زمانی مابین ۳ ماه تا ۳ سال را شامل می‌شود و برای برنامه‌ریزی فروش، برنامه‌ریزی تولید و بودجه‌بندی استفاده می‌شود.

۳ـ پیش‌بینی بلند مدت

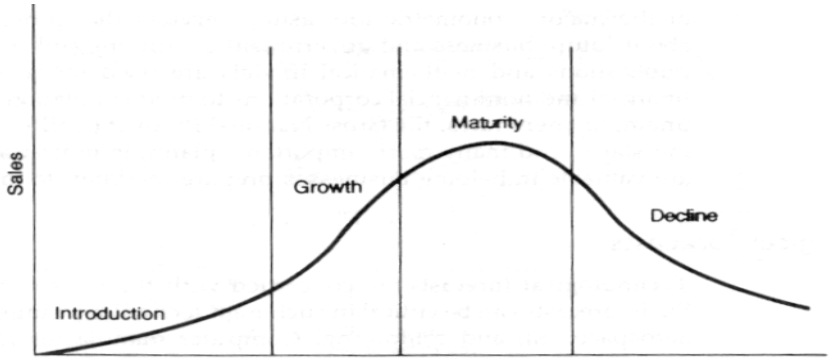
پیش‌بینی بلند مدت برای زمانهای بیش از ۳ سال مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیش‌بینی بلندمدت برای برنامه‌ریزی توسعه ٭محصولات جدید، توسعه خطوط تولیدو توسعه تحقیق و (R&D) مورد استفاده واقع می‌شود.

پیش‌بینی‌های میان مدت و بلندمدت، سه ویژگی دارند که آنها را از پیش‌بینی کوتاه مدت متمایز ساخته است. اول اینکه پیش‌بینی‌های میان مدت و بلندمدت با مسائل جامع شرکتها در ارتباط بوده و تصمیمات مدیریت را با ملاحظه‌برنامه‌ریزی محصولات و فرایندها پشتیبانی می‌نماید. دوم، پیش‌بینی کوتاه مدت از متدولوژی‌متفاوتی نسبت به دو روش دیگر برخوردار است. سوم اینکه پیش‌بینی کوتاه مدت از دقت بیشتری نسبت به‌دو روش دیگر برخوردار است.

UP

تاثیرمنحنی عمر محصول بر روش پیش بینی

فاکتور دیگری که در پیش‌بینی فروش باید مورد نظر قرار گیرد، منحنی عمر محصول است. محصولات وخدمات با توجه به اینکه در کجای منحنی عمر واقع هستند از تقاضا و فروش متفاوتی برخوردارند. منحنی عمراکثر محصولات مطابق شکل ۱-۳ است.



شکل ۱-۳ تأثیر منحنی عمر محصول بر پیش‌بینی

WWW.20FILE.ORG

محصولات در دو مرحله اول از عمر خود، احتیاج به پیش‌بینی دقیقتری نسبت به دو مرحله انتهای عمر خوددارند. پیش‌بینی‌ها در تعیین سطح نیروی انسانی، سطوح موجودی و ظرفیت کارخانه در مراحل مختلف عمر محصول مفید خواهند بود.

توجه داریم که نوع و تعداد داده‌های در دسترس در انتخاب روش پیش‌بینی مؤثر بوده، مثلا بعلت کمبود و یاعدم وجود اطلاعات در مرحله معرفی، پیش‌بینی‌های کیفی مورد استفاده قرار می‌گیرد .در دو مرحله دیگر بااضافه‌شدن داده‌ها، روشهای آماری مثل روش یکنواخت نمایی و رگرسیون مفید خواهند بود. در مرحله زوال و مرگ محصول با وجود داشتن بیشترین حجم از داده‌ها نمی‌توان از این روشها ی کمی استفاده نمود. در این مرحله روشهای کیفی نظیر قضاوت‌ها، بررسی بازار مفید خواهد بود.

UP

انواع پیش‌بینی

پیش‌بینی در سازمانها ممکن است به صورت پیش‌بینی اقتصادی، پیش‌بینی تحول تکنولوژی و پیش‌بینی‌تقاضا باشد. از بین پیش‌بینی‌های مختلف فوق، نقش عمده مدثر عملیات در پیش‌بینی تقاضای محصول بوده و ممکن است‌نقش جدی در دو مورد اول نداشته باشد.

UP

پیش‌بینی‌های اقتصادی

این نوع از پیش‌بینی شامل پیش‌گویی نرخ تورم، عرضه پول، نرخ بیکاری، پیش‌بینی رشد ناخالص ملی(GNP)، سود مشارکت (سود سهام) است. در این نوع پیش‌بینی، معمولا از مدلهای میان مدت و بلندمدت پیش‌بینی‌استفاده می‌شود.

UP

پیش‌بینی تحول تکنولوژیک

این نوع پیش‌بینی به بررسی نرخ پیشرفت و تحول تکنولوژیهای پیشرفته می‌پردازد. برای پیش‌بینی تحول‌تکنولوژیک در صنایعی از قبیل صنایع هسته‌ای، فضایی، نفت و کامپیوتر می‌توان از این‌پیش‌بینی استفاده کرد.

UP

WWW.20FILE.ORG

پیش‌بینی‌های تقاضا

پیش‌بینی تقاضا در حقیقت پیش‌بینی فروش آینده (تقاضای آینده) محصولات شرکت برمبنای اطلاعات‌فروش محصولات در گذشته است. عوامل مختلفی بر تقاضای آینده مؤثر بوده که برخی از آنها مثل تبلیغات و بازاریابی تحت‌کنترل ما بوده و برخی دیگر مثل عملکرد رقبا از کنترل ما خارج می‌باشند. عوامل بیرونی و خارج از کنترل شرکت محدودیت‌مهم در ارائه یک مدل خوب و کامل پیش‌بینی محسوب می‌شوند.

کاربرد مهم پیش‌بینی تقاضا در برنامه‌ریزی مالی، خرید و نصب تجهیزات جدید، استخدام پرسنل، خرید مواداولیه و برنامه‌ریزی فروش، است.

UP

روشهای مختلف پیش‌بینی تقاضا

روشهای مختلف پیش‌بینی تقاضا به صورت پیش‌بینی کیفی و پیش‌بینی کمی است.

پیش‌بینی کمی با استفاده از روشهای ریاضی و داده‌های جمع‌آوری شده و یا متغیرهای علت و معلولی، تقاضارا پیش‌بینی می‌نماید. .پیش‌بینی کیفی با استفاده از مشاهدات ، ادراکات، تجربیات تصمیم گیرندگان و سیستم ارزشی انجام می‌شود.

UP

روشهای کیفی‌پیش‌بینی تقاضا

روشهای مهم کیفی پیش‌بینی تقاضابه صورت، نظر هیئت مرکب از مسئولین اجرایی، روش جمع‌آوری نظر مدیران‌فروش، روش دلفی و روش بررسی بازار مصرف‌کنندگان است.

UP

۱- نظر هیئت مرکب از مسئولین اجرایی (Jury of Executive Opinion)

این روش متداولترین روش پیش‌بینی در میان روشهای کیفی و کمی است. در این روش نظرات مدیران رده بالاجمع‌آوری شده و بکمک اطلاعات فوق پیش‌بینی تقاضا صورت می‌گیرد. (در این روش، مسئولین تولید، امور مالی، فروش و بخش مهندسی به نقطه نظر مشترکی در مورد تقاضا رسیده و آنرا مبنای برنامه‌ریزی قرارمی‌دهند. البته این روش متأثر از اعمال نظر مدیران و دخالت سلیقه آنها در پیش‌بینی تقاضا است.

WWW.20FILE.ORG

۲- روش جمع‌آوری نظر مدیران فروش (Sales Force Composite)

در این روش نظرات مدیران محلی فروش در هر ناحیه جمع‌آوری شده و بعد از اطمینان نسبت به واقعی بودن‌آنها، برآیند آنها بعنوان پیش‌بینی تقاضا در نظر گرفته می‌شود. از نقاط ضعف این روش می‌توان مبتدی‌بودن بعضی از مدیران فروش، پیش‌بینی اغراق آمیز تقاضا بعلت خوش بینی نسبت به فروش آینده و همچنین دست کم‌گرفتن فروش آینده برای رهایی از مسئولیتها در آینده، اشاره نمود.

UP

۳ـ روش دلفی (Delphi Method)

روش دلفی، یک فرایند جمعی است که به خبرگان امکان پیش‌بینی آینده را می‌دهد. این روش در مقایسه باروش هیئت مرکب از مسئولین اجرایی سازمان یافته‌تر بوده و زمان اجرای آن طولانی‌تر و تعداد افراد در گیر در آن بیشتر از روش اول است. در فرایند دلفی افراد به سه گره تصمیم گیرندگان، پرسنل ستادی و پاسخ دهندگان به پرسشنامه‌ها تقسیم شده و پیش‌بینی توسط تصمیم‌گیرندگان مرکب از یک گروه ۵ تا ۱۰ نفری از خبرگان انجام می‌شود. پرسنل ستادی وظیفه جمع‌آوری اطلاعات و خلاصه‌سازی آنها را برعهده داشته و پاسخ دهندگان افراد متخصص در رشته‌مربوطه هستند که اطلاعات آنها جمع‌آوری شده و نظرات نهایی آنها مبنای تصمیم‌گیری افراد خبره‌تصمیم‌گیرنده قرار می‌گیرد.

ایده اصلی در فرایند دلفی همان فرایند بازخورد اطلاعات است. در این فرایند، ابتدا نتایج پرسش‌نامه اول بررسی شده و بعد از تبادل نظر، اعضای تیم دلفی، تغییرات لازم در پرسشنامه اولیه را ایجاد نموده و پرسشنامه جدید برای پاسخ‌دهندگان‌ارسال می‌گردد و پاسخ دهندگان مجدداً به پرسشنامه جدید پاسخ می‌دهند. این فرآیند پالایش اطلاعات ادامه یافته و درمرحله نهایی تصمیم‌گیرندگان خبره با توجه به اطلاعات نهایی اقدام به پیش‌بینی آینده می‌نمایند.

مثال از روش دلفی[1]

شرکتی برای برنامه‌ریزی تجهیزات و تولید آینده خود، اقدام به پیش‌بینی فروش در ۵ سال آینده می‌نماید. برای‌این منظور یک گروه متخصص مرکب از ۲۳ مدیر با تجربه جهت جمع‌آوری نظراتشان برای فرایند دلفی، در نظرگرفته

1- Schroder R.G. “Operations Management”, 1993, McGraw Hill, PP.359-360.

WWW.20FILE.ORG

شده و از آنها خواسته شده است که تولید ناخالص ملی(GNP) ، فروش صنعت و فروش کارخانه‌در ۵ سال آینده را پیش‌بینی نمایند. در اولین پرسشنامه توزیع شده، پاسخها بسیار متنوع بوده ، .مثلا در مورد تخمین افزایش فروش‌شرکت، پاسخ‌ها بین ۳۵٪-۰٪ -متغیر بوده است. در مرحله بعدی پاسخها جمع‌بندی شده و با توجه به دامنه اعداد ومتوسط آنها، پرسشنامه جدیدی تهیه گردید. در این مرحله همچنین از پاسخ‌دهندگان خواسته شد که علت‌تخمین خود را نیز ارائه دهند. در این مرحله، پاسخ‌ها از دامنه کوتاهتری برخوردار بود. اینکار تا مرحله سوم‌ادامه یافت تا در نهایت پاسخها به صورت تقریبی همگرا شدند. به طور مثال تخمین رشد تولید ناخالص ملی که در مرحله اول‌بین صفر و ۱۲٪پیش‌بینی شده بود، در مرحله سوم بین ۸/۵٪ – ۵٪ تخمین زده شد.

UP

٤ـ روش بررسی بازار مصرف‌کنندگان (Consumer Market Survey)

این روش منعکس‌کننده نظرات و تمایلات مشتریان در مورد طرحهای مصرفی آنها آینده است.در این روش با استفاده‌از پرسشنامه، مصاحبه تلفنی و یا مصاحبه حضوری اقدام به جمع‌اوری اطلاعات می‌شود. این روش هزینه وزمان‌بر بوده اما در مورد طراحی محصولات جدید و تخمین تقاضا برای آنها مفید خواهد بود. لازم به ذکراست که در این روش دقت در جمع‌آوری اطلاعات ضروری بوده چرا که داده‌های نادرست تخمین صحیح ارائه‌نخواهد کرد.

UP

روشهای کمی پیش‌بینی

روشهای کمی پیش‌بینی به صورت زیر است.

تخمین ساده (Naive Approach)

میانگین متحرک مدلهای سریهای زمانی(Moving Average)

روش یکنواخت نمایی (Exponential Smoothing)

بررسی روند (Trend Projection)

رگرسیون خطی (Linear Regression)

WWW.20FILE.ORG

مدلهای سریهای زمانی

در این مدلها فرض بر این است که آینده تابع داده‌های گذشته بوده و بااستفاده از داده‌های گذشته، آینده‌پیش‌بینی می‌شود.

UP

مدلهای علت و معلولی

در این روش تاثیر متغیرهای مستقل (علتها) بر متغیر وابسته (پیش بینی معلول) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

UP

قدمهای یک سیستم پیش‌بینی

قدمهای مختلف در انواع روشهای پیش‌بینی به صورت زیر است.

۱- تعیین کاربرد پیش‌بینی ـ با این پیش‌بینی به چه هدفی می‌خواهیم برسیم؟

۲- تعیین و انتخاب اقلامی که باید پیش‌بینی شوند.

۳- تعیین افق زمانی برای پیش‌بینی

٤ـ تعیین و انتخاب مدل پیش‌بینی

٥ـ تهیه داده‌های مورد نیاز جهت پیش‌بینی

٦ـ بررسی اعتبار مدل پیش‌بینی

۷ـ انجام پیش‌بینی

۸ـ اجرای نتایج

UP

پیش‌بینی از طریق سریهای زمانی

سریهای زمانی برپایه توالی داده‌ها ایجاد شده است. داده‌ها در سریهای زمانی تقاضای روزانه، هفتگی، ماهیانه فصلی و یا سالانه است.

WWW.20FILE.ORG

تجزیه سریهای زمانی به اجزا آن

تجزیه وتحلیل سریهای زمانی عبارت است از تجزیه داده‌ها به اجزای آن و پیش‌بینی آینده بکمک اطلاعات استخراج‌شده از اجزاء فوق. اجزاء داده ها در سریهای زمانی شامل روند، تغییرات فصلی، تغییرات‌دوره‌ای و تغییرات تصادفی است.

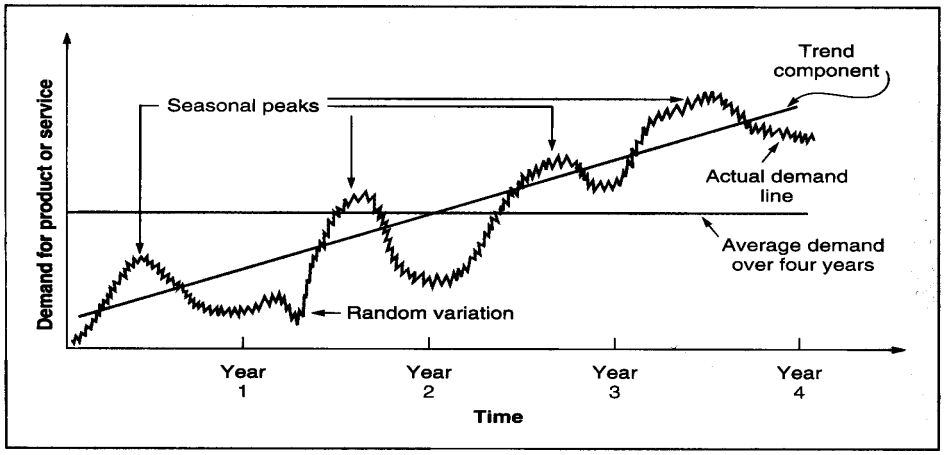
۱ـ روند (Trend): تغییرات تدریجی داده‌ها با افزایش زمان را نشان می دهد.

۲ـ تغییرات فصلی (Seasonal): تغییر داده ها که بعد از یک ماه یا فصل تکرار شود. را نشان می دهد.

۳ـ تغییرات دوره‌ای (Cycle): تغییر داده‌ها که هر چند سال یکبار اتفاق می‌افتد، است. مثال نمونه‌ائی آن رکورد یا رونق اقتصادی که هر چند سال یکبار در اقتصاد رخ‌می‌دهد است.

٤ـ تغییرات تصادفی (Random) تغییراتی که به علت تصادف و شرایط غیرمعمول اتفاق می‌افتد، است . تغییرات تصادفی دارای شکل مشخص نبوده و کمتر تکرارپذیرمی‌باشتد.

تغییرات روند، تغییرات فصلی، تغییرات‌دوره‌ای و تغییرات تصادفی در تجزیه و تحلیل سریهای زمانی در شکل ۲-۳ نشان داده شده است.



شکل ۲-۳ تغییرات فصلی و تصادفی و روند در داده‌های سریهای زمانی

WWW.20FILE.ORG

روش تخمین ساده (Naive Approach)

در این روش پیش‌بینی تقاضا برای دوره بعد مساوی تقاضای واقعی در دوره قبل است.

UP

روش میانگین متحرک (Moving Average)

در این روش،تخمین تقاضای هر دوره مساوی متوسط تقاضای واقعی n دوره ماقبل است. این روش تمایل به یکنواخت کردن تغییرات کوتاه مدت تقاضای گذشته دارد. فرمول محاسبه میانگین متحرک n دوره‌ائی به صورت زیر است.

$$\text{Moving Average} = \sum \text{Demand in previous n periods} / n \qquad (۳-۱)$$

مثال نمونه‌ای از روش میانگین متحرک ۳ ماهه در جدول ۱-۳ نشان داده شده است.

جدول ۱-۳ پیش‌بینی از طریق روش میانگین متحرک سه ماه

Month	Actual Shed Sales	3-Month Moving Average
January	10	
February	12	
March	13	
April	16	(10 + 12 + 13)/3 = 11⅔
May	19	(12 + 13 + 16)/3 = 13⅔
June	23	(13 + 16 + 19)/3 = 16
July	26	(16 + 19 + 23)/3 = 19⅓
August	30	(19 + 23 + 26)/3 = 22⅔
September	28	(23 + 26 + 30)/3 = 26⅓
October	18	(26 + 30 + 28)/3 = 28
November	16	(30 + 28 + 18)/3 = 25⅓
December	14	(28 + 18 + 16)/3 = 20⅔

UP

WWW.20FILE.ORG

روش میانگین متحرک وزنی (Waighted Moving Average)

در مواقعی که داده‌های گذشته دارای روند و یا شکل خاص باشند با استفاده از وزن ، تخمینها دقیقـتر می‌توانانجـام شود. در این روش معمولا برای داده‌های نزدیک‌تر وزن بیشتری درنظر گرفته می‌شود. تعیین وزن‌هـا در ایـن روش اختیاری بوده و از قاعده خاصی تبعیت نمی‌کند. روش میانگین متحرک وزن n دروه‌ائی به صورت زیر است.

$$\text{Weighted Moving Average} = \frac{\sum = (\text{Weight for period n})\,(\text{Demand in period n})}{\sum \text{Weights}} \qquad (۳-۲)$$

مثال نمونه ای میانگین متحرک وزنی در جدول ۲-۳ نشان داده شده است.

جدول ۲-۳ پیش‌بینی از طریق روش میانگین متحرک وزنی سه ماه

Weights Applied	Period
3	Last month
2	Two months ago
1	Three months ago
6	Sum of weights

Forecast for this month =
$\frac{3 \times \text{sales last mo.} + 2 \times \text{sales 2 mos. ago} + 1 \times \text{sales 3 mos. ago}}{6 \leftarrow \text{sum of the weights}}$

Month	Actual Shed Sales	Moving Average
January	10	
February	12	
March	13	
April	16	$[(3 \times 13) + (2 \times 12) + (10)]/6 = 12\frac{1}{6}$
May	19	$[(3 \times 16) + (2 \times 13) + (12)]/6 = 14\frac{1}{3}$
June	23	$[(3 \times 19) + (2 \times 16) + (13)]/6 = 17$
July	26	$[(3 \times 23) + (2 \times 19) + (16)]/6 = 20\frac{1}{2}$
August	30	$[(3 \times 26) + (2 \times 23) + (19)]/6 = 23\frac{5}{6}$
September	28	$[(3 \times 30) + (2 \times 26) + (23)]/6 = 27\frac{1}{2}$
October	18	$[(3 \times 28) + (2 \times 30) + (26)]/6 = 28\frac{1}{3}$
November	16	$[(3 \times 18) + (2 \times 28) + (30)]/6 = 23\frac{1}{3}$
December	14	$[(3 \times 16) + (2 \times 18) + (28)]/6 = 18\frac{2}{3}$

UP

مدل‌های میانگین متحرک و میانگین متحرک وزنی بیشتر برای تعدیل و هموارسازی مقطعی بکـار می‌رونـد. روش میانگین متحرک دارای سه ایراد اساسی زیر است.

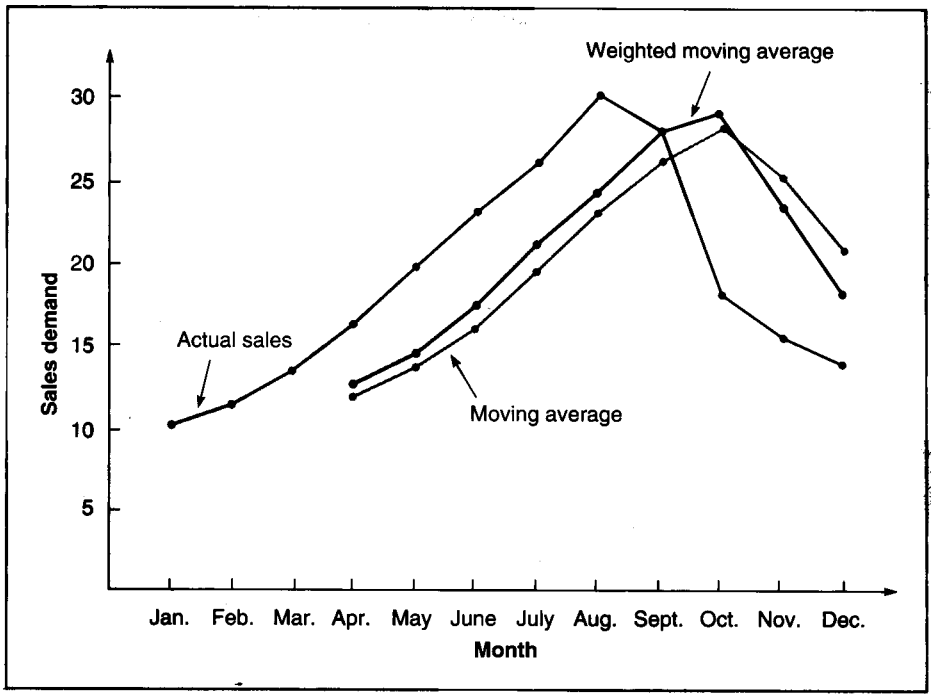
۱ـ با افزایش مقدارn ، هموارسازی بهتر صورت گرفته لیکن با افزایش n حساسیت مدل در برابر داده‌ها کم‌می‌شود.

۲ـ این روش روندی را که در مقادیر واقعی داده ها وجود دارد، به درستی رعایت نمی‌کند.

WWW.20FILE.ORG

۳ـ لازمه استفاده از این روش، نگهداری داده‌های گذشته است.

در شکل ۳ـ۳ مقایسه‌ای از دو روش میانگین متحرک و میانگین متحرک وزنی نشان داده شده است.



شکل ۳-۳ تقاضای واقعی و پیش‌بینی به وسیله روشهای میانگین متحرک و میانگین متحرک وزنی

UP

روش یکنواخت نمایی (Exponential Smoothing)

این روش در حقیقت روش خاص از میانگین متحرک است که برای محاسبات کامپیوتری مناسب بوده و نیاز به‌نگهداری اطلاعات از دوره‌های قبل داشته و فقط اطلاعات آخرین دوره برای محاسبات تخمین تقاضای دوره بعد استفاده می‌کند. این روش به صورت زیر است .

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} + F_{t-1}) \qquad 0 \le \alpha \le 1 \qquad (۳-۳)$$

در رابطه بالا F_t تخمین تقاضا در دوره بعد و F_{t-1} تخمین تقاضا در دوره فعلی و A_{t-1} تقاضای واقعی در دوره فعلی و α ضریب هموار سازی [1] است.

1- Smoothing Constant

WWW.20FILE.ORG

لازم به توضیح است که هر چقدر α به سمت یک نزدیک شود در حقیقت اثر داده‌های اخیر در پیش‌بینی بیشترشده در عوض اگر α به سمت صفر نزدیک شود اثر داده‌های گذشته در پیش‌بینی افزایش خواهد یافت. در شرایط $\alpha = ۱$ پیش‌بینی برای دوره بعد مساوی با تقاضای حقیقی برای دوره فعلی $(F_t = A_{t-1})$ است.

UP

انتخاب ثابت هموارسازی (Smoothing Constant)

در روش تخمین یکنواخت نمایی α ضریب هموارسازی است. در روش فوق α بزرگ وزن بیشتری به تقاضای واقعی آخرین دوره داده و تأثیر آن در تقاضای واقعی دوره‌های قبلی به صورت نزولی کاهش می‌یابد. تأثیر α در تقاضای واقعی دوره t و ارتباط آن با تخمین تقاضای آینده به صورت زیر است.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \qquad (۳-٤)$$

$$= \alpha A_{t-1} + (1- \alpha) F_{t-1}$$

$$F_{t-1} = \alpha A_{t-2} + (1- \alpha) F_{t-2} \qquad (۳-٥)$$

$$F_t = \alpha A_{t-1} + (1- \alpha)[\alpha A_{t-2} + (1- \alpha) F_{t-2}] \qquad (۳-٦)$$

با جایگزینی های متوالی خواهیم داشت:

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha (1- \alpha) A_{t-2} + \alpha (1- \alpha)^2 A_{t-3} + \ldots + \alpha (1- \alpha)^{n-1} A_{t-n} \qquad (۳-۷)$$

همانطور که در رابطه ۳-۷ دیده می‌شود تأثیر تقاضای واقعی دوره های مختلف در تخمین F_t بواسطه ضریب $\alpha (1- \alpha)^n$ روند نزولی داشته و α بزرگ اثر وزنی بیشتر برای آخرین تقاضای واقعی در نظر می‌گیرد.

تصمیم‌گیری در مورد انتخاب α از قاعده تجربی زیر تبعیت می‌کند.

۱- α بزرگ برای محصولاتی که تقاضای آنها در دوره های مختلف دارای تغییرات شدید باشد، مناسب است. شرایط فوق اصطلاحاً به تقاضای های ناپایدار (Unstable Demand) معروف بوده و مقدار α به صورت تجربی برای شرایط فوق یکی از مقادیر ۹/. و یا ۸/. و یا ۷/. انتخاب می‌شود.

۲- برای محصولاتی که تقاضای آنها دارای نوسان نسبی (Slightly Unstable) باشد، α در میانه خود در نظر گرفته شده و مقادیر تجربی برای آن به صورت ٦/. و یا ٥/. و یا ٤/. است.

WWW.20FILE.ORG

۳- برای محصولاتی که تقاضا آنها دارای ثبات نسبی (Stable Demand) باشد، α در کرانه پائین خود بوده و مقادیر تجربی آن ۳/. و یا ۲/. و یا ۱/. است.

روش عملی برای انتخاب α، استفاده از روش تجربی پیشنهادی و استفاده از معیار متوسط قدرمطلق خطا ها (Mean Absolute Deviation:MAD) است. معیار MAD به صورت زیر است.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n} |A_t - F_t|}{n} \qquad (۳-۸)$$

در رابطه ۳-۸ A_t تقاضای واقعی و F_t تخمین در دوره t است.

در روش تخمین یکنواخت نمایی است از بین ضرایب مختلف یکنواخت کننده (α)، ضریبی مناسب است ک متوسط قدرمطلق خطا آن (MAD) کم باشد. برای آشنایی بیشتر با روش یکنواخت نمایی و محاسبه MAD به مثال جدول ۳-۳ توجه شود.

جدول ۳-۳ روش یکنواخت نمایی با ضرایب مختلف هموارسازی

Quarter	Actual Tonnage Unloaded	Rounded Forecast with α = .10*	Rounded Forecast with α = .50*
1	180	175	175
2	168	176 = 175.00 + .10(180 − 175)	178
3	159	175 = 175.50 + .10(168 − 175.50)	173
4	175	173 = 174.75 + .10(159 − 174.75)	166
5	190	173 = 173.18 + .10(175 − 173.18)	170
6	205	175 = 173.36 + .10(190 − 173.36)	180
7	180	178 = 175.02 + .10(205 − 175.02)	193
8	182	178 = 178.02 + .10(180 − 178.02)	186
9	?	179 = 178.22 + .10(182 − 178.22)	184

Quarter	Actual Tonnage Unloaded	Rounded Forecast with α = .10	Absolute Deviation for α = .10	Rounded Forecast with α = .50	Absolute Deviation for α = .50
1	180	175	5	175	5
2	168	176	8	178	10
3	159	175	16	173	14
4	175	173	2	166	9
5	190	173	17	170	20
6	205	175	30	180	25
7	180	178	2	193	13
8	182	178	4	186	4
	Sum of absolute deviations		84		100
	$MAD = \frac{\sum \lvert \text{deviations} \rvert}{n}$		10.50		12.50

WWW.20FILE.ORG

همانطور که در جدول ۳-۳ دیده می‌شود تخمین تقاضا با استفاده از روش یکنواخت نمایی با α= ۰,۱۰ دارای متوسط قدر مطلق خطا (MAD) کمتر از α =0.50 بوده، بنابراین α فوق برای محاسبات مناسبتر است.

UP

روش یکنواخت نمایی با فاکتور تعدیل روند

Exponential Smoothing. With Trend Adjustment

در مواقعی که داده‌ها روند خاص باشند، روش هموارسازی نمایی، پیش‌بینی صحیحی برای داده تا ارائه نخواهد نمود، لذا برای رفع این مشکل از روش دیگری به نام روش هموارسازی نمایی با فاکتور تعدیل روندااستفاده می‌شود. روش هموارسازی نمایی با فاکتور تعدیل روند به صورت زیر است.

$$FI\ T_t = F_t + T_t \qquad (۳-۹)$$

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \qquad (۳-۱۰)$$

$$T_t = T_{t-1} + \beta\ (F_t - F_{t-1}) \qquad (۳-۱۱)$$

در روابط بالا متغیرها به صورت زیر تعریف شده است.

F_t	پیش‌بینی با استفاده از روش هموارسازی نمایی در دوره t
F_{t-1}	پیش‌بینی با استفاده از روش هموارسازی نمایی در دوره t-1
A_{t-1}	تقاضا واقعی در دوره t-1`
α	ثابت هموارسازی
T_t	روند همواره شده در دوره t
β	ثابت هموارسازی روند
FIT	پیش‌بینی تقاضا با در نظر گرفتن روند

مثال:اگر تقاضای واقعی برای محصولی ۱۲ واحد و تخمین تقاضا برای این محصول ۱۱ واحد باشد. با فرض α = ۰/۲ و β = ۰/٤ و T_1=0، با استفاده از روش هموارسازی نمایی با تعدیل روند FIT_2 را بدست آورید.

حل: با توجه به اطلاعات مسئله FIT_2 به صورت زیر است.

WWW.20FILE.ORG

$T_{1=0}$

$F_{1=}$۱۱ $\alpha =$ ۰/۲

A_1=۱۲ $\longrightarrow F_2 = F_1 + \alpha(A_1 - F_1) =$ ۱۱-۰/۲(۱۲-۱۱)=۱۱/۲ واحد

$T_2 = T_1 + \beta(F_2 - F_1) =$ ۰ + ۰/٤ (۱۱/۲-۱۱) =۰/۰۸ واحد

$FIT_2 = F_2 + T_2 =$ ۱۱/۲+./۸=۱۱/۲۸ واحد

مثال نمونه‌ائی روش هموارسازی نمائی با فاکتور روند و با فرض α = ۰/۲ و β = ۰/٤ در جدول ٤-۳ نشان داده شده است. نمودار تصویری مقایسه روش هموارسازی نمائی با استفاده از فاکتور روند و بدون استفاده از فاکتور روند نسبت به تقاضای واقعی در شکل ٤-۳ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ٤-۳ دیده می‌شود، روش هموارسازی نمایی با فاکتور روند تخمینهای بهتری نسبت به روش هموارسازی نمائی بدون تأثیر فاکتور روند ارائه نموده است.

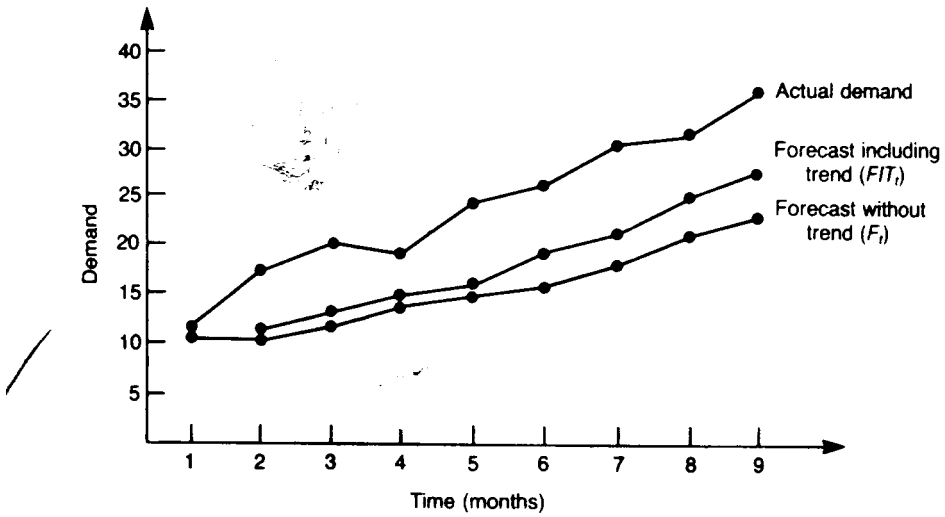
جدول ٤-۳ روش هموارسازی نمایی با فاکتور روند

MONTH	ACTUAL DEMAND	FORECAST, F_t (WITHOUT TREND)	TREND	ADJUSTED FIT_t
1	12	11.00	0	—
2	17	11.20	.08	11.28
3	20	12.36	.54	12.90
4	19	13.89	1.15	15.04
5	24	14.91	1.56	16.47
6	26	16.73	2.29	19.02
7	31	18.58	3.03	21.61
8	32	21.07	4.03	25.09
9	36	23.25	4.90	28.15

در روش هموارسازی با فاکتور تعدیل روند، هرچقدر که مقدار β بیشتر باشد، پیش‌بینی به تغییرات اخیر در روند نزدیکتر خواهد بود. مقادیر کوچک β ارزش کمتری برای تغییرات اخیر در روند داده ها در نظر گرفته و انتخاب مناسب β و α با استفاده از معیارMAD انجام می شود.

UP

WWW.20FILE.ORG



شکل ٤-٣ تقاضا واقعی در برابر تخمین تقاضا

UP

روش تخمین روند (Trend Projections)

آخرین روش پیش‌بینی سریهای زمانی که به آن خواهیم پرداخت روش تخمین روند است. این روش خطی‌را به داده‌های گذشته برازش می‌نماید .و بعداً ازآن خط، برای پیش‌بینی‌های میان مدت و بلندمدت تقاضا استفاده می‌کند. مدلهای مختلفی برازش خط و منحنی بر داده ها وجود داشته و در این فصل فقط تنها به برازش خط برداده ها از روش حداقل مربعات خطا تا بحث و پررسی می‌شود. مدل کلی تخمین روند از طریق روش حداقل مربع خطا ها به صورت زیر است.

$$\hat{y} = a + bx \qquad (۳-۱۲)$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \qquad (۳-۱۳)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \qquad (۳-۱٤)$$

با توجه به شناخت دانشجویان از این روش، از ارائه مثال اجتناب می‌شود.

WWW.20FILE.ORG

تغییرات فصلی در داده‌ها

در بسیاری از مسائل عملی، داده‌ها از تغییرات فصلی برخوردار بوده و در فصول متناوب مقادیر تقاضا بـه نقطـه‌اوج رسیده و در فصول متناوب دیگر در پایین‌ترین سطح خود قرار می‌گیرد. تقاضا برای نفت، گاز و ذغال سنگ و معمولاً به صورت فصلی بوده و اوج تقاضا برای انرژی معمولاً در زمستانها است. تخمین تقاضا بـرای محصـولات فصلـی بـا توجه به فاکتور یا شاخص فصلی انجام می‌شود. (Seasonal Index) نحوه استخراج فاکتور یا شاخص اثر فصلی در تخمینها در مثال جدول ۵-۳ نشان داده شده است.

جدول ۵-۳ تعیین شاخص اثر فصلی

Month	Sales Demand 1997	1998	1999	Average 1997–1999 Demand	Average Monthly Demand*	Seasonal Index†
Jan.	80	85	105	90	94	.957
Feb.	70	85	85	80	94	.851
Mar.	80	93	82	85	94	.904
Apr.	90	95	115	100	94	1.064
May	113	125	131	123	94	1.309
June	110	115	120	115	94	1.223
July	100	102	113	105	94	1.117
Aug.	88	102	110	100	94	1.064
Sept.	85	90	95	90	94	.957
Oct.	77	78	85	80	94	.851
Nov.	75	82	83	80	94	.851
Dec.	82	78	80	80	94	.851
				Total average annual demand = 1,128		

$$*\text{Average monthly demand} = \frac{1{,}128}{12 \text{ months}} = 94$$

$$\dagger\text{Seasonal index} = \frac{\text{average 1997–1999 monthly demand}}{\text{average monthly demand}}$$

در مثال جدول ۵-۳، اگر تخمین تقاضا برای سـال ۲۰۰۰ میـلادی ۱۲۰۰ واحـد محصـول بـوده باشـد، در اینصـورت تقاضای ماهانه با توجه به شاخص اثر فصل به صورت جدول ٦-۳ است.

UP

WWW.20FILE.ORG

جدول ٦-٣ تخمین تقاضای ماهانه با توجه به شاخص اثر فصل

Month	Demand	Month	Demand
Jan.	$\frac{1,200}{12} \times .957 = 96$	July	$\frac{1,200}{12} \times 1.117 = 112$
Feb.	$\frac{1,200}{12} \times .851 = 85$	Aug.	$\frac{1,200}{12} \times 1.064 = 106$
Mar.	$\frac{1,200}{12} \times .904 = 90$	Sept.	$\frac{1,200}{12} \times .957 = 96$
Apr.	$\frac{1,200}{12} \times 1.064 = 106$	Oct.	$\frac{1,200}{12} \times .851 = 85$
May	$\frac{1,200}{12} \times 1.309 = 131$	Nov.	$\frac{1,200}{12} \times .851 = 85$
June	$\frac{1,200}{12} \times 1.223 = 122$	Dec.	$\frac{1,200}{12} \times .851 = 85$

UP

روشهای پیش‌بینی علت و معلولی :تحلیل دگرسیون و ضریب همبستگی

در روشهای پیش‌بینی علت معلول کلیه متغیر های مؤثر بر پیش‌بینی بعنوان متغیرهای مستقل نظر گرفته شده و ارتباط عللی آنها با متغیر وابسته به صورت مدل ریاضی در نظر گرفته می‌شود. از آنجا که در مدلهای سری زمانی فقط داده‌های گذشته و گذشت زمان به عنوان متغیر در نظر گرفته شده و درروش علت و معلولی کلیه متغیر تای موثر بر پیش‌بینی در مدلدر نظر گرفته می‌شود، لذا مدلهای پیش‌بینی بین علت و معلول جامعیت بیشتری نسبت به مدلهای سری زمانی خواهند داشت. معروفترین مدل علت و معلولی مدل رگرسیون دو متغیره و چند متغیره است. مدل رگرسیون دو متغیره دقیقاً مشابه رابطه ۱۲-۳ بوده و جهت جلوگیری طولانی شدن مطا لب از توضیح آن خودداری می‌شود.

UP

نظارت و کنترل بر تخمین ها

صحت و درستی تخمین ها همواره مورد توجه مدیران و تحلیل‌گران بوده، و هیچ مدیری علاقمند نیست که تخمین ها در سازمان او اختلاف فاحش نسبت به واقعیت داشته باشد. نظارت و کنترل تخمین ها از طریق علائم راهبری یا سیگنالهای کنترل Tracking signals:TS امکان پذیر است. علائم راهبردی به صورت زیر تعریف می‌شود.

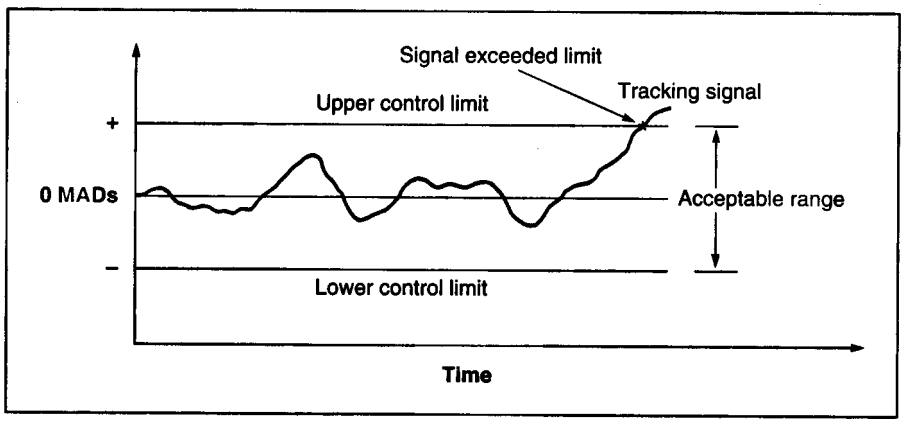
WWW.20FILE.ORG

T.S.=The Running Sum of the Forcast Errors (RSFE)/Mean Absolute Deviation (MAD)

$$T.S.=\frac{\sum_{t=1}^{n}(A_t-F_t)}{\frac{\sum_{t=1}^{n}|A_t-F_t|}{n}} \qquad (۳-۱۳)$$

مقادیر بزرگ T.S.نشاندهنده خطای زیاد در تخمینها است. برای تخمینهای خوب T.S. نزدیک به صفر است. برای بررسی و پیگیری صحت و درستی تخمینها، از حدود کنترل برای مقادیر T.S. می‌توان استفاده نمود. مثال نمونه‌ائی حدود کنترل برای مقادیر T.S. در شکل ۱۰-۳ نشان داده شده است.

شکل ۱۰-۳ نمودار حدود کنترل برای T.S.



تعیین حدود کنترل به صورت تجربی بوده و از نظر متخصصین کنترل موجودیها حدود کنترل T.S. برای اقلام با موجودی قابل توجه 4MADS ± و برای اقلام با موجودی پائین (اقلام گرانقیمت) 8AMD ± در نظر گرفته می‌شود. از نظر آماری T.S. یک متغیر تصادفی یا میانگین صفر و واریانس $\sigma_{T.S.}$ است. از نظر تجربی هر MAD به صورت تقریبی مساوی $\sigma_{T.S.}$ ۰/۸ بوده لذا فاصله اطمینان حدود کنترل 2MADS ± به صورت زیر است.

WWW.20FILE.ORG

$$P(-2MAD < T.S. < +2MAD) = P(-2\times 0.8\sigma_{T.S.} < +2\times 0.8\sigma_{T.S.})$$
$$= p(-1.6 < \frac{T.S.-0}{\sigma_{T.S.}} < 1.6)$$
$$= NZ(1.6) - NZ(-1.6) =$$
$$= 0.9452 - 0.0548 = 0.8914$$

بنابراین در محدوده کنترل ± 2MADs، ۸۹ درصد تخمینها به صورت واقعی و نه شانسی تحت کنترل است.

به صورت مشابه حدود کنترل ±3MADs شامل ۹۸٪ خطا ها و حدود کنترل ± 4MADs شامل ۹۹/۹٪ خطا ها به صورت واقعی است. مثال نمونه‌ائی محاسبه T.S. در جدول ٦-۳ نشان داده شده است. سیگنالهای کنترل در مثال نمونه‌ائی جدول ٦-۳ همگی در فاصله ±3MADs قرار داشته، بنابراین با اطمینان ۹۸ درصد تخمینهای فوق تحت کنترل است.

جدول ٦-۳ مثال نمونه‌ائی محاسبه T.S

Quarter	Forecast Demand	Actual Demand	Error	RSFE	Absolute Forecast Error	Cumulative Absolute Forecast Error	Cumulative MAD	Tracking Signal (RSFE/MAD)
1	100	90	−10	−10	10	10	10.0	−10/10 = −1
2	100	95	− 5	−15	5	15	7.5	−15/7.5 = −2
3	100	115	+15	0	15	30	10.0	0/10 = 0
4	110	100	−10	−10	10	40	10.0	−10/10 = −1
5	110	125	+15	+ 5	15	55	11.0	+5/11 = +0.5
6	110	140	+30	+35	30	85	14.2	+35/14.2 = +2.5

$$\text{At the end of quarter 6, MAD} = \frac{\sum|\text{forecast errors}|}{n} = \frac{85}{6} = 14.2$$

$$\text{and Tracking signal} = \frac{\text{RSFE}}{\text{MAD}} = \frac{35}{14.2} = 2.5 \text{ MADs}$$

معیار T.S. علیرغم سادگی آن متأثر از خطاهای بزرگ مثبت و منفی بوده و برای خطاهای بزرگ متناظر مثبت و منفی مقدار T.S. تمایل به صفر خواهد داشت. پدیده خنثی شدت تأثیر خطاهای بزرگ متناظرمثبت و منفی در صورت فرمول محاسبه T.S. (رابطه ۱۳-۳) به وضوح قابل مشاهده است. برای رفع مشکل فوق و کنترل عملی خطاها از حدود کنترل ±k σ می‌توان استفاده نمود. در روش اخیر توزیع خطاها متغیرتصادفی نرمال با میانگین صفر و واریانس σ فرض شده و از $S = \sqrt{MSE}$ برای تخمین σ استفاده می‌شود. MSE متوسط مجذور خطاهای (Mean Square Errors) تخمین های نمونه ای را نشان می‌دهد. از نظر آماری، فاصله اطمینان خطاها برای حدود کنترل ±2σ مساوی ۰/۹۵ و فاصله اطمینان ±3σ مساوی ۰/۹۹ است. بنابراین با در نظر گرفتن حدود کنترل ±2σ

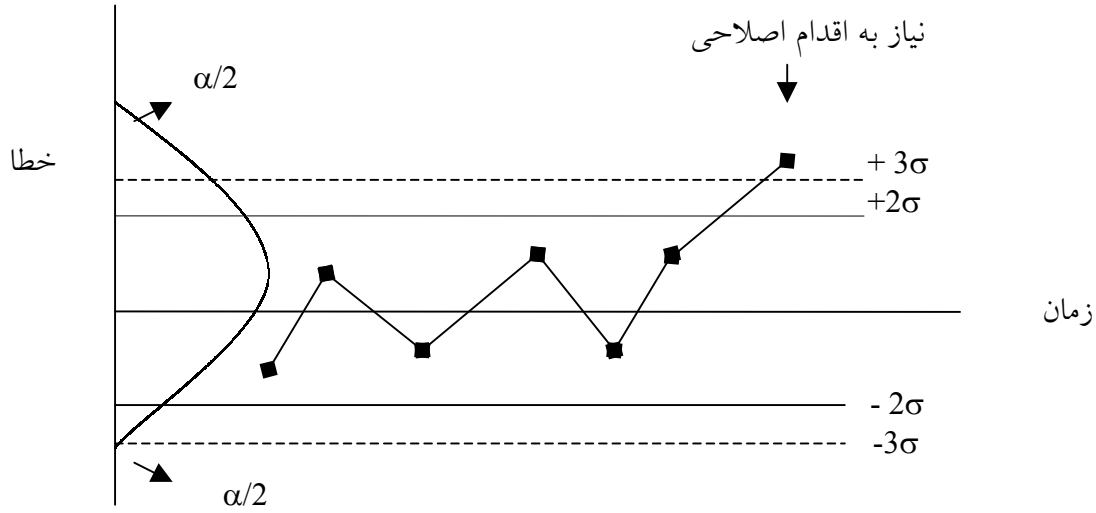
WWW.20FILE.ORG

انتظار تحت کنترل بودن ۹۵ درصد تخمینها قابل تصور است.

UP

حدود کنترل برای خطا

حدود کنترل برای خطاهای تخمین اقلام پرمصرف (High volume stock rtems) مساوی $\pm 2\sigma$ در نظر گرفته می‌شود. علت انتخاب $\pm 2\sigma$ در برابر $\pm 3\sigma$ و یا حدود کنترل بازتر بدلیل اینستکه، اقلام پر مصرف در حجم انبوه در انبار نگهداری شده و سرمایه خوابیده مربوط به آنها در شرکت زیاد بوده و ضررت دقت در پیش‌بینی تقاضا آنها مطرح است. دقت در پیش‌بینی به مفهوم دامنه کمتر خطاهای تخمین نسبت به تقاضای واقعی است. حدود کنترل $\pm 3\sigma$ نسبت به حدود کنترل $\pm 2\sigma$ دارای خطای نوع اول (تحت کنترل نبودن شانسی روش تخمین) بوده اما از طرف دیگر خطای نوع دوم آن (تحت کنترل بودن شانسی روش تخمین) بیشتر است. کاهش خطای نوع اول (α) در حدود کنترل $\pm 3\sigma$ نسبت به حدود کنترل $\pm 2\sigma$ در شکل زیر نشان داده شده است.



کاهش خطای نوع اول (α) در حدود کنترل $\pm 3\sigma$ در برابر حدود کنترل $\pm 2\sigma$

خطای نوع اول (α) و خطای نوع دوم (β) در تصمیم‌گیری مربوط به حدود کنترل بصورت زیر است.

خطای نوع اول (α)

احتمال اینکه نقاط بدون دلیل خاص و فقط به صورت شانسی در خارج از حدود کنترل قرار گیرند. خطای نوع اول معمولاً ۵٪ و یا ۱٪ در نظر گرفته می‌شود.

WWW.20FILE.ORG

خطای نوع دوم (β)

احتمال اینکه نقاط به صورت شانسی در محدوده کنترل قرار گیرد و استنباط درست بودن روش تخمین از آنها حاصل شود.

α برای حدود کنترل $\pm 3\sigma$ مساوی ۰/۰۰۲۷ است یعنی از هر ۱۰/۰۰۰ مورد تنها ۲۷ مورد از نقاط بصورت شانسی و بدون دلیل خاص در خارج از حدود کنترل قرار گرفته و استنباط غلط از نقطه فوق بدست می‌آید.

از نظر تئوری آمار و احتمالات فرضیه‌های مربوط به تحت کنترل بودن فرآیند (روش تخمین) و خطای نـوع دوم به صورت زیر است.

H_0: روش تخمین تحت کنترل است (H_0 : میانگین خطا = ۰)

H_1: روش تخمین تحت کنترل نیست (H_1 : میانگین خطا ≠ ۰)

$\beta = P$ (قبول H_0 غلط / H_1 درستی)

$= \rho\ (\mu - k\sigma < E < \mu + k\sigma\ /\ \mu \neq 0)$

توجه داریم که در رابطه بالا، توزیع احتمالات متغیر تصادفی خطا دارای میانگین صفر و واریانس σ بوده و رابطه فوق عملاً تابعی از مقدار $\mu \neq 0$ است. رابطه فوق برای مقادیر مختلف $\mu \neq 0$ از جدول نرمال استاندارد قابل محاسبه است.

از نظر تئوری احتمالات رابطه بین α و β معکوس بوده یعنی با حجم نمونه ثابت، کاهش α باعث افزایش β می شود.

تخمین واریانس متغیر تصادفی E مساوی $S^2 = \sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n} (e_1 - \bar{e})^2}{n-1}}$ است.

حدود کنترل $\pm 3\sigma$ اینکه، با توجه به سرمایه قابل توجه حبس شده شرکت برای اقلام پر مصرف نیاز به دقت بیشـتر از روش تخمین آنها (خطای کمتر) داشته، لذا در حدود کنترل $\pm 2\sigma$ نسبت به حـدود کنـترل $\pm 3\sigma$ دارای **دامنـه خطـا کمتر بوده** و حدود کنترل مناسب برای اقلام فوق است. حدود کنترل $\pm 2\sigma$ قابل قیاس بـا حـدود کنـترل $\pm 4MAD$ برای سیگنالهای کنترل برای اقلام پر مصرف است. به صورت مشابه حدود کنـترل $\pm 3\sigma$ حـدود کنـترل مشـابه بـرای $\pm 8MAD$ برای سیگنالهای کنترل در اقلام کم مصرف (Low volume stock items) است.

UP