

# فصل نهم

## پیش بینی

### ۹-۱ مقدمه

بدیهی است که پیش بینی برای تصمیم گیری امری غیرقابل اجتناب است، هر تصمیمی در مدیریت موجودی ها و برنامه ریزی تولید نیازمند تخمینی از تقاضای آینده است. برای تعیین میزان سطح خدمت به مشتری، تخصیص کل سرمایه به موجودی ها، انجام سفارشات و تدارک مواد مورد نیاز، تعیین نیاز به ظرفیت های اضافی تولید، تعیین برنامه کلی و برنامه زمانبندی تولید و غیره بایستی تخمینی از تقاضای آینده به طریقی انجام گیرد. در حالی که در کنترل تولید و موجودی ها بسیاری از کاربردهای پیش بینی برای تخمین مقادیر تقاضای محصول است، ولی مدیریت برای تصمیم گیری نیازمند تخمین های مقادیر آینده از سری های زمانی دیگری مانند مشخصات کیفی محصول، هزینه ها، قیمت ها، استفاده از وسایل و تجهیزات، حجم کار، زمان های تحویل و غیره است. بنابراین، یکی از گام های ابتدایی در کنترل موجودی، پیش بینی تقاضا در آینده است. پیش بینی عبارت است از تحلیل اطلاعات و آمار گذشته و تصویر کردن آنها برای آینده که معمولاً به وسیله مدل های ریاضی انجام می شود. در واقع پیش بینی عبارت از فرآیند نتیجه گیری از داده های گذشته برای آینده است.

### ۹-۲ روش های پیش بینی

در صورتی که برنامه تولید درازمدت و یا میان مدتی برای هر واحد موجود باشد، قسمت کارگزینی می تواند برنامه نیروی انسانی لازم را براساس آن تهیه کند. قسمت های مهندسی و طراحی کارخانه می توانند حجم ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز را برنامه ریزی کنند، امور مالی بودجه لازم را پیش بینی خواهد کرد، قسمت کنترل موجودی، مقادیر مواد اولیه، قطعات یدکی و مواد مصرفی را برنامه ریزی خواهد نمود. روش های متنوعی برای پیش بینی موجود است که با توجه به حساسیت و دقت مورد نیاز جهت کالای مصرفی باید تکنیک مورد نظر را انتخاب نمود. باید توجه داشت که پیش بینی ها هرگز نمی توانند بطور صد درصد با آنچه در عمل پیش خواهد آمد تطابق داشته باشند ولی استفاده از روش های علمی و تجربه شده در امر پیش بینی را می توان به سه گروه مختلف تقسیم نمود (ذکر این نکته ضروری است که، در تمامی این روش ها  $X_t$  معرف تقاضای واقعی سال  $t$ ام و  $\hat{X}_t$  معرف پیش بینی سال  $t$ ام می باشد):

۱- روش های نظری یا پیش بینی قضاوتی

۲- روش های آماری و محاسباتی یا پیش بینی برمبنای گذشته

## ۳- پیش‌بینی علت و معلولی

## ۹-۲-۱ پیش‌بینی قضاوتی

در مواقعی که اطلاعات دقیق و کاملی در مورد مساله وجود نداشته باشد، از این نوع پیش‌بینی استفاده می‌شود. در این روش سعی می‌شود نظرات ذهنی بصورت مقادیر کمی درآید و استفاده از نظرات کارشناسان فن در انجام این نوع پیش‌بینی‌ها لازم است. بنابراین دقت پیش‌بینی‌های قضاوتی بستگی به میزان مهارت و اطلاعات اقتصادی، اجتماعی و سیاسی افراد پیش‌بینی کننده دارد. به همین جهت اینگونه پیش‌بینی‌ها توسط گروه‌های کارشناسی انجام می‌گیرد. دو روش معروف در این زمینه عبارتند از:

## ۱- روش دلفی

در این روش از نظر متخصصان فن نهایت استفاده به عمل می‌آید. ابتدا گروهی از کارشناسان و متخصصان صاحب‌نظر انتخاب می‌شوند و بوسیله پرسشنامه‌ای نظرات آنان در مورد موضوع مربوطه گردآوری می‌شود. سپس نظرات مختلف را به سایر اعضای گروه اطلاع داده و نظرات جدید جمع‌آوری می‌شوند. به این ترتیب همه اعضاء از اطلاعات و نظرات دیگران مرتباً مطلع می‌شوند و به اظهارنظر جدیدی می‌پردازند. از آنجا که در روش دلفی نظرات بصورت کتبی و انفرادی اعلام می‌شود، افراد گروه تحت نظر اکثریت قرار نمی‌گیرند و آزادانه نظر واقعی خود را ابراز می‌دارند. با ادامه جریان ارسال اطلاعات و نظرجویی‌های جدید، مدیر می‌تواند براساس نظرات گردآوری شده، برای پیش‌بینی تصمیم‌گیری نماید. روش دلفی برای پیش‌بینی‌های بلندمدت (بیشتر از دو سال) بکار می‌رود.

## ۲- روش توافق جمعی

در این روش اعتقاد براین است که نظر جمع متخصصان بهتر از نظر یک فرد است. از این روش طی جلساتی نظر افراد حضوراً گردآوری می‌شود و پس از بحث و گفتگو، آنچه که مورد توافق جمع است، اساس پیش‌بینی قرار می‌گیرد. به علت اینکه افراد باید در جلسه، نظرات خود را بطور علنی ابراز کنند، جو جلسه و نظر سایرین می‌تواند نظرات ابراز شده را تحت تاثیر قرار دهد.

## ۹-۲-۲ پیش‌بینی بر مبنای گذشته

در این نوع پیش‌بینی آمار و ارقام و اطلاعات گذشته را اساس پیش‌بینی آینده قرار می‌دهیم. این روش برای پیش‌بینی‌های بلندمدت قابلیت استفاده مناسبی ندارد، زیرا اطلاعات گذشته به علت تغییراتی که در طول زمان رخ می‌دهد برای آینده دستخوش تغییرات می‌باشد و لیکن عواملی ممکن است موجب بروز تغییرات در مصرف گردند. انواع تغییرات مصرف را نسبت به عامل زمان می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد:

- ۱- تغییرات روندی<sup>۱</sup>: وجود یک روند افزایشی، کاهشی و یا مسطح
- ۲- تغییرات فصلی<sup>۲</sup>: معمولاً بسیاری از کالاها در طول فصول مختلف سال، افزایش یا کاهش ناگهانی از خود نشان می‌دهند. مانند تقاضای بستنی یا نوع خاصی از پوشاک.
- ۳- تغییرات نامنظم<sup>۳</sup>: این تغییرات تابع قانون و یا دوره بخصوصی نمی‌باشد و ممکن است در اثر عوامل پیش‌بینی نشده‌ای ایجاد شوند، مانند بروز سیل که باعث افزایش چادر کمپ می‌شود.

<sup>۱</sup> . Trend Variation

<sup>۲</sup> . Seasonal Variation

<sup>۳</sup> . Random Variation

۴- تغییرات دوره‌ای<sup>۱</sup>: این نوع تغییرات ممکن است در دوره‌های نسبتاً طولانی بوجود آیند. و می‌توانند بیانگر تغییرات وضعیت اقتصادی در دوره‌های درازمدت باشند. مانند دوره‌های رکود در شرایط اقتصادی کشورها.

### ۹-۲-۳ پیش‌بینی علت و معلولی

اگر اطلاعات کافی در مورد موضوع پیش‌بینی موجود و روابط بین متغیرها نیز مشخص باشد، می‌توان از این روش‌ها استفاده کرد. مثلاً اگر بین فروش و متغیرهای دیگری مانند قیمت کالا، درآمد، ... رابطه‌ای وجود داشته باشد می‌توان این نوع پیش‌بینی را انجام داد. روش رگرسیون در این نوع پیش‌بینی قرار می‌گیرد.

### ۹-۳ انواع روش‌های پیش‌بینی آماری (پیش‌بینی بر مبنای گذشته)

#### ۹-۳-۱ روش تقاضای واقعی آخرین دوره (Least Period Demand Technique)

در این روش پیش‌بینی مصرف (فروش) هر دوره را مساوی با مصرف واقعی دوره قبل فرض می‌کنیم. این روش برای شرایطی که روند تقاضای واقعی در گذشته یکنواخت و تقریباً مساوی است، مناسب می‌باشد. از معایب این روش آن است که، تمام اتفاقات دوره‌های گذشته را به دوره‌های بعدی منتقل می‌کند.

#### ۹-۳-۲ روش معدل (میانگین) ساده (Simple Average)

در این روش میانگین مصرف واقعی تمام دوره‌های گذشته به عنوان پیش‌بینی دوره‌های بعد به کار می‌رود و از آنجا که مصرف بعضی از کالاها در دوره‌های بعدی حالت صعودی دارند، مصرف کم در دوره‌های قبلی بر پیش‌بینی تاثیر گذاشته و مصرف تقریباً به حالت یکنواخت تبدیل می‌شود. بنابراین، این روش صرفاً برای داده‌هایی است که دارای میانگین ثابتی بوده و پیرامون آن میانگین نوسان دارند (نوسات تقاضا کم باشد).

$$\hat{X}_{t+l} = \hat{X}_{t+1} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N} \quad l = 1, 2, \dots, N$$

که:

$X_j$ : تقاضای واقعی دوره  $j$ ،

$\hat{X}_{t+l}$ : پیش‌بینی تقاضا برای دوره  $t$  (هر یک از دوره‌های  $N$  دوره آینده)

مزیت این روش سادگی فهم و سهولت کاربرد آن است و به همین علت کاربرد فراوانی دارد. عیب عمده آن این است که به تغییرات تقاضا خیلی کند جواب می‌دهد و همه داده‌های گذشته را در محاسبات دخالت می‌دهد.

**مثال ۱-** تقاضا برای محصولی در ۴ ماه اخیر بصورت زیر بوده است. با استفاده از روش میانگین ساده مقدار پیش‌بینی تقاضا برای ماه ۹ ام را بدست آورید.

ماه	۱	۲	۳	۴
تقاضا	۱۰	۳۰	۲۰	۵۰

$$\hat{X}_9 = \hat{X}_5 = \frac{10 + 30 + 20 + 50}{4} = \frac{110}{4} = 27.5$$

<sup>۱</sup>. Cycle Variation

### ۳-۳-۹ روش میانگین متحرک ساده (Moving Average)

در این روش  $N$  داده آخر باهم جمع شده و بر تعداد آن تقسیم می‌گردد. این روش برای پیش‌بینی سال بعد و سال‌های بعد مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر در سال جدید داده‌ای اضافه گردد، قدیمی‌ترین داده مورد استفاده حذف می‌گردد. این روش تمام خصوصیات روش قبلی را دارا است، یعنی برای داده‌هایی که نوسانات زیاد دارند مناسب نمی‌باشند.

**مثال ۲-** در مثال ۱ در صورتی که  $N=3$  باشد، پیش‌بینی ماه ۹م برابر است با:

$$\hat{X}_9 = \hat{X}_5 = \frac{50 + 20 + 30}{3} = \frac{100}{3} = 33.3$$

نکات روش میانگین متحرک ساده:

۱. اگر تغییرات تقاضا دارای روند خاصی نباشد، هرچه  $n$  بیشتر باشد میانگین بهتری بدست می‌آید.
۲. هرچه تعداد یا مقدار مصرف در دوره‌های قبل دارای نوسات کم باشد، تعداد دوره‌های سیکل متحرک زیادتر می‌شود و هرچه نوسانات بیشتر باشد تعداد دوره کمتر (معمولاً بین ۲ تا ۵) خواهد بود.
۳. وقتی اطلاعات سیکلی باشد میانگین‌های متحرک با تقاضا هم‌فاز نیست و مقدار تاخیر بستگی به تعداد دوره‌های بکار رفته در میانگین متحرک دارد.
۴. اگر در اثر تغییرات ناخواسته غیرمعارف (مانند سیزده بدر برای تقاضای نان فانتری) بخواهیم پیش‌بینی کنیم، بایستی یا از روش میانگین ساده یا روش میانگین متحرک با  $N$  دوره پیش‌بینی کنیم، زیرا مصرف نان در طول ماه ثابت بوده و این روز خاص نباید مقادیر پیش‌بینی را تحت تأثیر قرار دهد.
۵. در این روش فاصله زمانی تاخیر بصورت  $1 + \frac{T-1}{2}$  محاسبه می‌شود که  $T$  دوره تناوب می‌باشد. به عنوان مثال، چنانچه در روش معدل متحرک تعداد دوره‌های تناوب برابر ۵ باشد، فاصله زمانی تاخیر ۳ می‌باشد.

### ۳-۳-۴ روش معدل متحرک تصحیح شده

در روش میانگین متحرک ساده، آمار دوره‌های مختلف ارزش یکسانی دارند، در صورتی که ممکن است آمار دوره‌های نزدیک‌تر ارزش بیشتری نسبت به آمار دوره‌های ماقبل داشته باشند. در روش میانگین متحرک وزنی برای تقاضای واقعی دوره‌های مختلف، وزن‌های متفاوت (ضرائب ارزشی متفاوت) قائل می‌شویم. به این ترتیب تمام دوره‌ها در پیش‌بینی آینده تأثیر یکسان نخواهند داشت. این ضرائب برحسب تجربه بدست می‌آیند و معمولاً ضرائب مربوط به دوره‌های نزدیک‌تر از بزرگتر و ضرائب مربوط به دوره‌های عقب‌تر را کوچکتر در نظر می‌گیرند.

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{\sum_{j=1}^t \alpha_j X_j}{\sum_{j=1}^t \alpha_j}$$

که،  $\alpha_j$  ضریب وزنی دوره  $j$ ام است.

**مثال ۳-** فرض کنید تقاضا برای نوعی محصول در ماه‌های گذشته بصورت زیر بوده است:

ماه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین
تقاضای واقعی	۶۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۲۰۰

مطلوبست پیش‌بینی تقاضا برای مهرماه،

الف- به روش میانگین ساده:

ب- به روش میانگین متحرک با سه دوره:

به روش میانگین متحرک وزنی با سه دوره با ضرایب وزنی از انتها به به ترتیب  $0.5$ ،  $0.3$  و  $0.2$ .  
حل:

$$\begin{aligned}\hat{X} &= \frac{200 + 300 + 200 + 400 + 500 + 600}{7} = \frac{2200}{7} \text{ میانگین ساده} \\ \hat{X} &= \frac{400 + 500 + 600}{3} = \frac{1500}{3} \text{ میانگین متحرک با سه دوره} \\ \hat{X} &= \frac{0.5(600) + 0.3(500) + 0.2(400)}{0.5 + 0.3 + 0.2} = 530 \text{ میانگین متحرک وزنی}\end{aligned}$$

### ۵-۳-۹ روش هموارسازی نمایی (Simple Exponential Smoothing)

در این روش تخمین جدید برابر است با تخمین قدیم به علاوه درصدی از اختلاف بین تخمین

قدیم و مقدار واقعی:

$$\hat{X}_{t+1} = \hat{X}_t + \alpha(X_t - \hat{X}_t) \quad \text{or} \quad \hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)\hat{X}_t \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

به ضریب  $\alpha$  در این روابط ضریب هموارسازی یا ضریب در نظر گرفتن خطا می‌گویند. ممکن است که پیش-بینی سال‌های گذشته نیز براساس هموارسازی نمایی باشد، یعنی:

$$\begin{aligned}\hat{X}_{t+1} &= \alpha X_t + (1 - \alpha)\hat{X}_t \\ \hat{X}_t &= \alpha X_{t-1} + (1 - \alpha)\hat{X}_{t-1} \\ \hat{X}_{t-1} &= \alpha X_{t-2} + (1 - \alpha)\hat{X}_{t-2}\end{aligned}$$

در این صورت رابطه پیش‌بینی تقاضای سال آینده براساس سال‌های گذشته بصورت زیر خواهد بود:

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1 - \alpha)X_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 X_{t-2} + \dots + \alpha(1 - \alpha)^{t-1} X_1 + (1 - \alpha)^t \hat{X}_1$$

مجموع ضریب‌های رابطه فوق برابر ۱ می‌باشد، یعنی:

$$\alpha + \alpha(1 - \alpha) + \dots + \alpha(1 - \alpha)^{t-1} + (1 - \alpha)^t = 1$$

همانطور که مشاهده می‌شود در این روش هر پیش‌بینی براساس پیش‌بینی دوره قبل انجام می‌گردد. ممکن است پیش‌بینی دوره قبل نیز براساس پیش‌بینی دوره‌های قبل انجام شده باشد. اگر بخواهیم از روش هموارسازی نمایی ساده استفاده کنیم باید یک پیش‌بینی اولیه داشته باشیم که براساس روشی غیر از روش هموارسازی نمایی محاسبه شده باشد ( $\hat{X}_1$ ) این پیش‌بینی ممکن است براساس  $N$  داده قبلی محاسبه شده باشد. هرچه  $N$  بیشتر باشد، ضریب هموارسازی ( $\alpha$ ) کمتر است. برای محاسبه  $\alpha$  می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\alpha = \frac{2}{N + 1}$$

در نظر گرفتن خطا یا هموارسازی از پیش‌بینی پایه شروع شده و تا پیش‌بینی سال  $t+1$  ( $\hat{X}_{t+1}$ ) ادامه می‌یابد.

لازم بذکر است که این روش روند صعودی یا نزولی تقاضا را به خوبی در نظر نمی‌گیرد، یعنی در صورتی که تقاضا روند صعودی داشته باشد، پیش‌بینی انجام شده از این روش همیشه از مقدار واقعی کمتر است و در صورتی که تقاضا روند نزولی داشته باشد این پیش‌بینی بزرگتر از مقدار واقعی خواهد بود.

✓ هرچه  $\alpha$  بیشتر باشد، به داده‌های نزدیک (سال‌های اخیر) اهمیت بیشتری داده می‌شود و بالعکس، به عنوان مثال: اگر  $\alpha=0.9$  باشد جمع ضریب سه سال اخیر  $\alpha + \alpha(1-\alpha) + \alpha(1-\alpha)^2 = 0.999$  خواهد بود و بنابراین به تمام داده‌های بعد از آن تنها به میزان 0.001 اهمیت داده خواهد شد.

✓ هرچه مقدار  $\alpha$  بزرگتر باشد خطاها زورتر تشخیص داده می‌شوند و برعکس، هرچه  $\alpha$  کوچکتر باشد خطاها دیرتر مشخص می‌شوند.

✓ اگر پیش‌بینی دوره اول را نداده باشند، هر روشی برای تخمین آن بکار ببریم فرقی نمی‌کند ولی معمولاً مقدار واقعی آن را در نظر می‌گیرند.

**مثال ۴-** مقدار واقعی تقاضا برای چهار ماه گذشته بصورت جدول زیر است. اگر پیش‌بینی تقاضا برای ماه سوم برابر ۳۲ باشد و این مقدار براساس سه داده قبلی محاسبه شده باشد. پیش‌بینی تقاضای ماه پنجم و ششم براساس روش هموارسازی نمایی ساده چقدر می‌باشد.

حل:

ماه	۱	۲	۳	۴
تقاضای واقعی	۲۰	۲۵	۴۰	۴۲
پیش‌بینی			۳۲	

$$\alpha = \frac{2}{N+1} = \frac{2}{3+1} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha)\hat{X}_{t-1}$$

$$\hat{X}_4 = 0.5 \times 40 + 0.5 \times 32 = 36$$

$$\hat{X}_5 = 0.5 \times 42 + 0.5 \times 36 = 39$$

$$\hat{X}_6 = 0.5 \times X_5 + 0.5 \times 39$$

بنابراین پیش‌بینی تقاضای ماه پنجم برابر ۳۹ می‌باشد. همانگونه که مشاهده شد، چون تقاضای واقعی ماه پنجم مشخص نمی‌باشد نمی‌توان تقاضای ماه ششم را پیش‌بینی نمود، بنابراین، در روش هموارسازی نمایی نمی‌توان برای دوره‌ای به جز اولین دوره بعدی پیش‌بینی تقاضا نمود.

### ۹-۳-۶ روش هموارسازی نمایی تصحیح شده

این روش مانند روش قبلی است تنها با تصحیح آن روند صعودی و نزولی تقاضا در نظر گرفته می‌شود. در این روش اگر  $T$  فاصله زمانی تاخیر را نشان دهد، میان  $T$  و  $\alpha$  رابطه زیر برقرار است:

$$T = \frac{1-\alpha}{\alpha}$$

**مثال ۶-** اگر فاصله زمانی تاخیر در یک پیش‌بینی هموارسازی نمایی تصحیح شده برابر ۴ دوره باشد، آنگاه ضریب  $\alpha$  چقدر است؟

$$T = \frac{1-\alpha}{\alpha} \rightarrow 4 = \frac{1-\alpha}{\alpha} \rightarrow \alpha = 0.2$$

**مثال ۷-** پیش‌بینی تقاضای کالایی در دوره  $t$  با استفاده از روش نمو هموار (هموارسازی نمایی) با ضریب ثابت  $\alpha=0.2$  و  $\alpha=0.3$  در جدول زیر داده شده است. پیش‌بینی مصرف دوره  $t+1$  را بدست آورید.

$\alpha=0.2$		$\alpha=0.3$	
پیش‌بینی	خطا	پیش‌بینی	خطا
۸۰	۵	۹۱	۶

(۴) ۸۱

(۳) ۸۰

(۲) ۹۳

(۱) ۸۹

حل:

ابتدا باید مقدار واقعی تقاضای دوره  $t$  را محاسبه کنیم. با توجه به پیش‌بینی و مقدار خطاهای داده شده می‌توان مقدار تقاضای واقعی دوره  $t$  را محاسبه کرد.

$$\begin{aligned} \alpha = 0.2 &\rightarrow \begin{cases} 80 - 5 = 75 \\ 80 + 5 = 85 \end{cases} \\ \alpha = 0.3 &\rightarrow \begin{cases} 91 - 6 = 85 \\ 91 + 6 = 97 \end{cases} \end{aligned}$$

از اعداد فوق برمی‌آید که  $X_t = 85$  است. حال باید  $\hat{X}_{t+1}$  را با  $\alpha = 0.2$  و  $\alpha = 0.3$  محاسبه کنیم:

$$\hat{X}_{t+1} = \hat{X}_t + \alpha(X_t - \hat{X}_t)$$

$$\alpha = 0.2 \rightarrow \hat{X}_{t+1} = 80 + 0.2(85 - 80) = 81$$

$$\alpha = 0.3 \rightarrow \hat{X}_{t+1} = 91 + 0.3(85 - 91) = 89.2$$

که تنها ۸۱ در گزینه‌ها موجود است.

**مثال ۸-** در کدامیک از حالات زیر روش نمو هموار (هموارسازی نمایی) با تصحیح روند استفاده می‌شود؟

(۱) مصرف کالا دارای روند افزایشی باشد (۲) مصرف کالا دارای روند کاهشی باشد

(۳) مصرف کالا دارای نوسانات زیاد باشد (۴) هر سه روش فوق

حل: با توجه به مطالب ذکر شده گزینه ۴ صحیح می‌باشد.

**مثال ۹-** تقاضای واقعی ماهیانه برای ۱۲ ماه قبل محصولی بصورت زیر است، اگر پیش‌بینی تقاضا براساس میانگین متحرک ۹ ماهه برای ماه بیست و دوم برابر ۱۹۰ واحد باشد، پیش‌بینی تقاضا برای ماه بعد (۲۴) براساس روش پیش‌بینی هموارسازی نمایی چقدر است؟

ماه	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳
تقاضا	۱۶۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۵	۱۷۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰	۱۹۵	۱۷۱

حل:

$$\alpha = \frac{2}{N+1} = \frac{2}{9+1} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)\hat{X}_t$$

$$\hat{X}_{23} = 0.2(195) + 0.8(190) = 191$$

$$\hat{X}_{24} = 0.2 \times 171 + 0.8 \times 191 = 187$$

**مثال ۱۰-** مقدار مصرف واقعی و پیش‌بینی مصرف براساس دو روش معدل متحرک و هموارسازی نمایی

برای دو دوره گذشته طبق جدول زیر می‌باشد. پیش‌بینی مصرف دوره بعد (دوره سوم) چقدر است؟

دوره	مصرف واقعی	مقدار پیش‌بینی
	نمو هموار	معدل متحرک
۱	۳۰	۲۸
۲	۲۸	۲۶



از آنجا که  $N$  مشخص نمی‌باشد، نمی‌توان از روش معدل متحرک برای پیش‌بینی استفاده کرد. برای پیش‌بینی از روش نمو هموار نیز باید  $\alpha$  را بصورت زیر محاسبه نماییم:

$$\hat{X}_{t+1} = \hat{X}_t + \alpha(X_t - \hat{X}_t)$$

$$\hat{X}_2 = \hat{X}_1 + \alpha(X_1 - \hat{X}_1) \rightarrow 28.4 = 28 + \alpha(30 - 28) \rightarrow \alpha = 0.2$$

$$\hat{X}_3 = \hat{X}_2 + \alpha(X_2 - \hat{X}_2) = 28.4 + 0.2(28 - 28.4) = 28.32$$

**مثال ۱۱-** در پیش‌بینی مصرف قطعات یدکی در انبار از روش هموارسازی نمایی استفاده شده است. برای کالای A و B مقدار ضریب ثابت هموارسازی نمایی ( $\alpha$ ) به ترتیب  $0.2$  و  $0.3$  منظور شده است. در پیش‌بینی مصرف کدامیک از دو کالا به مصارف دوره‌های قبل اهمیت بیشتری داده شده است؟

(۱) کالای A      (۲) کالای B      (۳) به مقدار  $\alpha$  بستگی ندارد      (۴) هیچکدام

حل:

هرچه  $\alpha$  کمتر باشد به مصارف دوره‌های قبل اهمیت بیشتری داده می‌شود.