www.ieun.ir

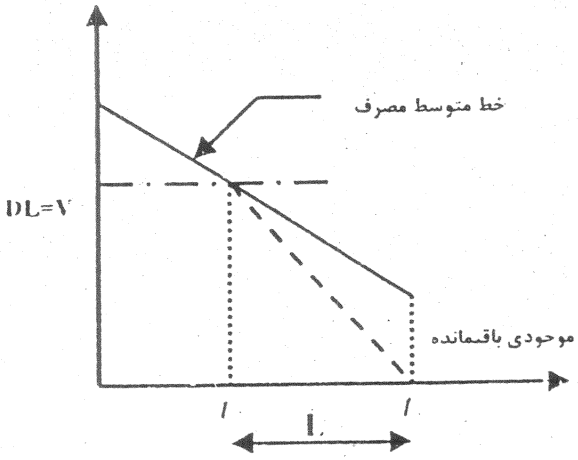
سیستمهای موجودی

از آنجا که در مدل موجودی بررسی شده در فصل قبل مقادیر هزینه‌ها و بخصوص نرخ تقاضا در مدت تحویل ثابت در نظرگرفته می شوند، این مدل جزء مدل‌های موسوم به مدلهای قطعی محسوب می‌شود. این مدل موقعیتی ایده ال را نشان می‌دهد،حال آنکه در عمل عموماً نرخ تقاضا D و مدت تحویل L ثابت و معلوم نیستند و تقاضا دارای تغییرات تصادفی (نامعلوم) است .مدت تحویل نیز ممکن است کمتر یا بیشتر از مقدار پیش بینی شده باشد.

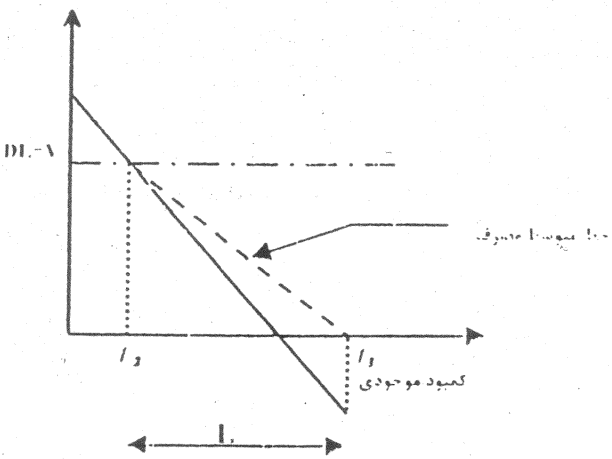
تغییرات تصادفی تقاضا و مدت تحویل یکی از مشکل‌ترین مسائل واقعی مدیریت موجودی‌ها است. برای توضیح ابتدا فرض کنید که مدت تحویل معلوم و فقط تقاضا متغیری تصادفی است. تغییرات تصادفی تقاضا بر خلاف تغییرات معلوم تقاضا مثل روند یا فصلی بودن آن که قابل شناسایی و علاج پذیرند، غیر قابل پیش بینی هستند. دیدیم که در مدل قطعی بررسی شده در فصل قبل، قواعد تصمیم‌گیری‌ای مورد نظر بودند که در حالت تقاضای معلوم و ثابت (قطعی) مورد استفاده قرار گیرند. حال آنکه در سیستم‌های واقعی در عمل فقط پیش بینی ای از مقدار متوسط تقاضای آینده در دسترس هست و مقدار واقعی آن ممکن است با این متوسط پیش بینی شده متفاوت باشد. در این صورت ممکن است پس از انجام سفارش مقدار تقاضای واقعی در مدت تحویل L یا از مقدار متوسط پیش بینی شده آن (DL) کمتر شود و در موقع دریافت سفارش [نقطه t_3 شکل ۱ (الف)] مقداری موجودی باقی مانده وجود داشته باشد و درنتیجه هزینه نگهداری موجودی افزایش یابد. یا بالعکس ممکن است تقاضا در مدت L از مقدار متوسط پیش بینی شده بیشتر شود و درنتیجه در موقع دریافت سفارش کمبود موجودی رخ دهد. [نقطه t_3 در شکل ۱ (ب)] این امر نیز هزینه‌های کمبود موجودی را افزایش می‌دهد. به همین ترتیب وقتی مدت تحویل کمتر یا بیشتر از مقدار متوسط پیش بینی شده آن می‌شود، شکل ۲ (الف) و ۲ (ب) هزینه‌های نگهداری و یا کمبود افزایش می‌یابند. برای مقابله با مشکل تغییرات تصادفی تقاضا و مدت تحویل، مقداری موجودی اضافی به صورت ذخیره موسوم به موجودی اطمینان (Safety Stock . SS) نگهداری می‌شود.(شکل ۳)

تعیین مقدار موجودی اطمینان بستگی به نوع سیستم موجودی مورد استفاده خواهد داشت یعنی تعیین آن بستگی به قاعده تصمیم‌گیری در مورد مسأله اصلی موجودی مقدار سفارش و موقع سفارش دارد. در عمل برای حل مسأله مقدار و موقع سفارش عموماً از دو سیستم موجودی مقدار سفارش ثابت و دور ثابت استفاده می‌شود. سایر سیستمهای دیگر ترکیبی اصلاح شده از این دو سیستم هستند.

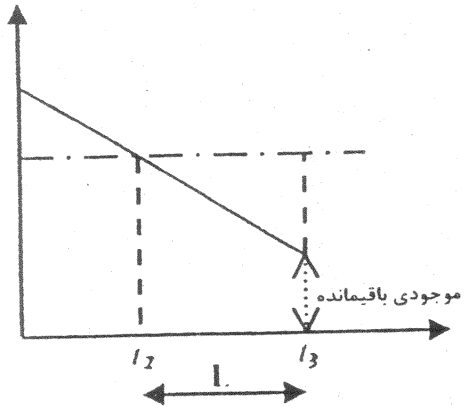
www.ieun.ir



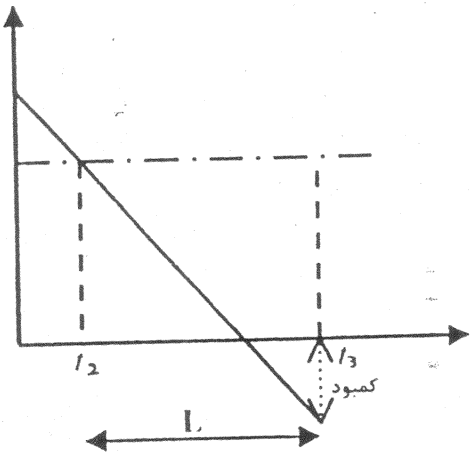
شکل ۱ (الف)



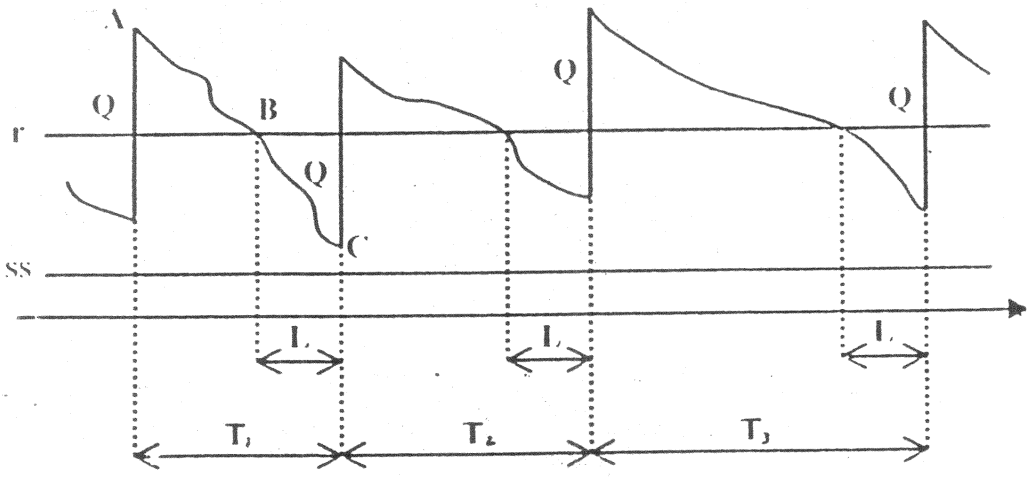
شکل ۱ (ب)



شکل ۲(الف) مدت تحویل کمتر از مقدار متوسط



شکل ۲ (ب) مدت تحویل بیشتر از مقدار متوسط



شکل ۳

62
www.ieun.ir

سیستم مقدار سفارش ثابت:

در این سیستم مقدار سفارش همیشه ثابت است و قاعده تصمیم‌گیری آن به صورت زیر است:

A: قاعده تصمیم گیری

هر وقت مقدار موجودی به مقدار از قبل تعیین شده‌ای،موسوم به نقطه سفارش r می‌رسد مقدار ثابتی مواد به اندازه Q واجد سفارش داده می‌شود.

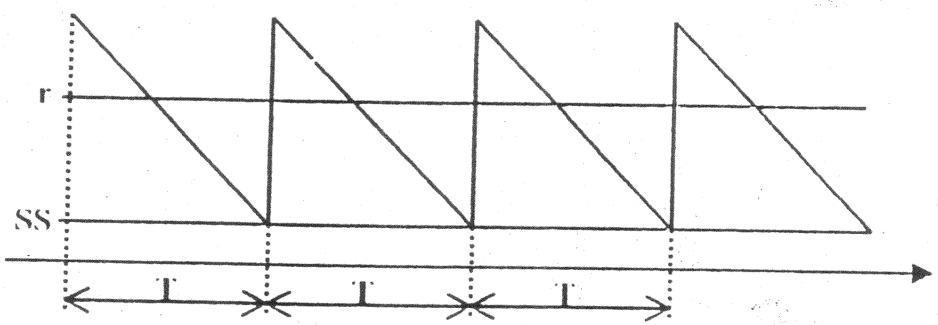
نقطه سفارش معمولاً از دو قسمت تشکیل می‌شود:

۱ - متوسط مصرف در مدت تحویل L، یعنی متوسط مصرف از موقع انجام سفارش (زمانی که سطح موجودی نقطه سفارش را قطع می‌کند) تا زمان دریافت آن در انبار.

۲ - مقدار مواد ذخیره برای شرایطی که نرخ تقاضا افزایش یابد یا در تحویل مواد سفارش شده تأخیری رخ دهد. این مقدار همان موجودی اطمینان است.

[موجودی اطمینان] + [متوسط مصرف در مدت تحویل]=نقطه سفارش

در شرایط مطلوب یعنی وقتی نرخ تقاضا D و مدت تحویل L ثابت هستند،طرز عمل این سیستم مانند همان مدل قطعی است، که به آن مقداری موجودی اطمینان اضافه شده است و در شکل ۴ نشان داده شده است. برای این حالت،مقدار مطلوب سفارش همیشه ثابت و برابر Q و فاصله بین سفارشات T نیز ثابت است.



شکل ۴ - شرایط مطلوب T و Q هر دو ثابت.

نقطه سفارش برابر است با متوسط مصرف در مدت تحویل به اضافه موجودی اطمینان که گاهی اوقات برحسب مقدار وگاهی اوقات برحسب چند هفته (یا ماه) مصرف بیان می‌شود. متوسط موجودی برابر است با نصف مقدار سفارش Q به اضافه موجودی اطمینان. هر دور سفارش مثل دور سفارش دیگر است چون نرخ

www.ieun.ir

تقاضا و مدت تحویل ثابت هستند. ولی در شرایط واقعی در عمل مقدار تقاضا با مقدار متوسط پیش بینی شده تفاوت خواهد داشت. درنتیجه برای سیستم مقدار سفارش ثابت فاصله بین سفارشات متغیر خواهد بود. شکل ۳ تغییرات سطح موجودی قلم خاصی از انبار را بر حسب زمان نشان می‌دهد.

در نقطه A، یک سفارش از این قلم دریافت شده است. در طی زمان،برداشتهائی با مقادیر مختلف از موجودی این قلم صورت می‌گیرد. تا در نقطه B که سطح موجودی به نقطه سفارش می‌رسد سفارش جدیدی داده می‌شود. این سفارش جدید بعد از مدت تحویل L در نقطه C دریافت می‌شود و سطح موجودی به اندازه Q واحد افزایش می‌یابد.

وقتی که نرخ تقاضا و مدت تحویل متغیرند (این خود دلیل نیاز به موجودی اطمینان است) در محاسبه r از مقدار پیش بینی شده‌ای برای متوسط تقاضای آینده و متوسط مدت تحویل قلم استفاده می‌شود.

از آنجاکه در این سیستم،سفارش موقعی انجام می‌گیرد که سطح موجودی به نقطه سفارش r می‌رسد، لازم است که کنترل کننده موجودی بطور دائم (یا هر وقت که برداشتی از موجودی انجام می‌گیرد) سطح موجودی را رد یابی و با نقطه سفارش مقایسه نماید تا وقتی موجودی به نقطه سفارش یا کمتر از آن می‌رسد درخواست سفارشی برای خرید (یا تولید) بدهد. از این رو عموماً وجود گزارش دائمی از سطح موجودی (یا استفاده از کارت موجودی، کامپیوتر، مشاهده فیزیکی،...) امری ضروری است.

شکل ۵ نوع بسیار ساده‌ای از یک کارت موجودی را نشان می‌دهد. هر داد و ستد موجودی در این کارت ثبت می‌گردد. در قسمت بالای کارت فضای کافی برای ثبت شماره قطعه، نام یا شرح قطعه،واحد قلم موجودی (لیتر، کیلو، دوجین، واحد...)،مقدار سفارش و نقطهٔ سفارش فراهم شده است. در قسمت پایین کارت نیز تاریخ دادوستد موجودی،مقدار وارده، مقدار صادره و مانده موجودی درج می‌گردد.

با توجه به شکل ۵،در تاریخ ۶۰/۷/۱ سفارشی که قبلاً (به اندازه ۵۰ واحد) داده شده است دریافت می‌گردد و رسید دریافت مواد صادر می‌شود و این امر در ستون«وارده»در کارت موجودی ثبت می‌گردد. در تاریخ ۶۰/۷/۹ درخواست جنس از انبار برای برداشت ۷ واحد از این قلم به انبار می‌رسد و ۷ واحد از انبار خارج می‌شود. این امر نیز در ستون«صادره»ثبت می‌گردد. در تاریخ ۶۰/۷/۱۷ مانده موجودی به ۳۸ واحد می‌رسد و بنابراین از نقطه سفارش ۴۰ واحد رد شده است. در این موقع سفارشی برای خرید یا تولید ۵۰ واحد صادر می‌شود. نوع تکمیل تر شده‌ای از این کارت در شکل ۹ نشان داده شده است.

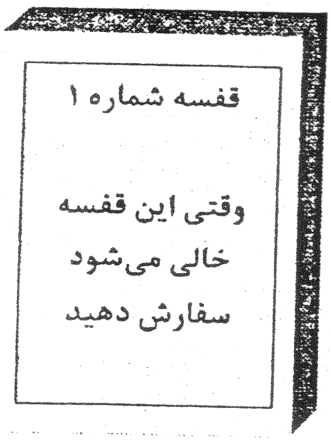
www.ieun.ir

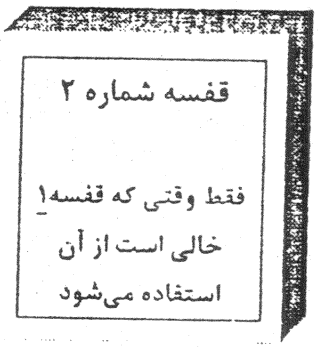
نام قطعه:		شماره قطعه:	
تعداد سفارش(Q):	۵۰	نقطه سفارش(r):	۴۰
تاریخ	وارده	صادره	مانده
۷/۱	۵۰	–	۶۰
۷/۹	–	۷	۵۳
۷/۱۲	–	۸	۴۵
۷/۱۷	–	۷	۳۸
۷/۲۵	–	۶	۳۲

شکل ۵

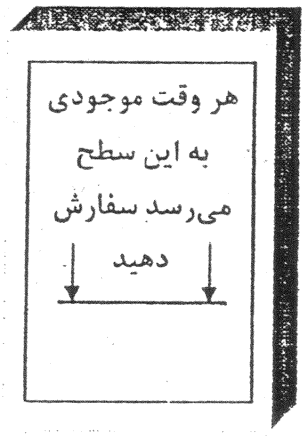
سیستم دو قفسه‌ای (Two Bin System)

نام سنتی سیستم مقدار سفارش ثابت« سیستم دو قفسه‌ای » است. این سیستم که در شکل ۶ نشان داده شده است روش ساده‌ای برای کنترل موجودی است . در این سیستم، مواد در دو «قفسه» یا ظرف جداگانه نگاهداری می‌شوند. مواد بر حسب نیاز از قفسه اول برداشت می‌شوند و به مجردی که این قفسه کاملاً خالی شد سفارشی به اندازه Q واحد داده می‌شود. سپس در حالی که منتظر رسیدن مواد سفارش شده هستند تقاضا





شکل ۶



شکل ۷

www.ieun.ir

از قفسه دوم برآورده می‌شود. ظرفیت قفسه دوم درست برابر مقدار نقطهٔ سفارش r است. وقتی مواد سفارش شده دریافت گردید، ابتدا قفسه دوم را پر می‌کنند و باقیمانده را در قفسه اول می‌ریزند. البته لازم نیست حتماً دو قفسه وجود داشته باشد می‌توان از یک قفسه مثل شکل ۷ استفاده کرد و علامتی برای نشان دادن نقطه سفارش بر آن نصب نمود.

سیستم دو قفسه‌ای ساده‌ترین و ارزان‌ترین نوع سیستم مقدار سفارش ثابت است. تقسیم فیزیکی موجودی به دو بخش (قفسه) کار تصمیم سفارش دهی را اتوماتیک می‌کند و درنتیجه در این سیستم،ثبت و نگهداری سوابق سطح موجودی به حداقل ممکن کاهش می‌یابد.

در عین حال کنترل کافی برای اقلام موجودی ای که :

۱ - نسبتاً غیر گران هستند.

۲ - مصرف سالیانه آنها بر حسب پول کم است (اقلام C)

۳ - نرخ تقاضای آنها برای دوره‌های طولانی زمان منظم و نسبتاً ثابت است.

بدست می‌دهد.

هر برداشتی از موجودی (در مقابل دریافت برگ درخواست جنس از انبار) ثبت نمی‌شود ولی وقتی موجودی قرار است از قفسه دوم برداشت شود، انبار دار مربوطه کارتی راکه در آن قرار دارد برداشته و به کنترل کننده موجودی تحویل می‌دهد. کنترل کننده موجودی به محض دریافت کارت

۱ - تاریخ دریافت کارت را روی آن ثبت می‌کند.

۲ - با توجه به زمان آخرین باری که قبلاً این کارت را دریافت کرده‌است، مدتی را که از دریافت قبلی گذشته است تعیین می‌کند، تا ببیند که نرخ مصرف واقعی (تا حد معقولی) با نرخ مصرف تخمینی قبلی تطابق دارد یا خیر.

۳ - در صورت لزوم،نرخ مصرف و بر طبق آن نقطه سفارش و مقدار سفارش مناسب را تصحیح و بهنگام می‌کند.

۴ - درخواستی برای سفارش به بخش خرید(برای اقلام خریداری)، یا به بخش کنترل تولید (برای اقلام تولیدی) می‌فرستد.

۵ - کارت را به انبار بر می‌گرداند.

در توضیحاتی که تا اینجا درباره سیستم مقدار سفارش داده شد، هیچگونه اشاره‌ای به مقایسه مقدار مدت تحویل L با متوسط دور سفارش T داده نشده است. در واقع تا به حال گر چه اشاره‌ای به این مطلب نشده است

www.ieun.ir

ولی به طور ضمنی فرض بر این بوده است که L کوچک‌تر از T (L<T) است. این امر با ملاحظه شکل‌های ۱ الی ۴ روشن می‌گردد. بعضی مواقع عکس این مطلب نیز صحت دارد، یعنی L بزرگتر از T (L>T) است. در این صورت باید قاعده تصمیم‌گیری (A) به صورت کلی تر زیر (B) تصحیح شود.

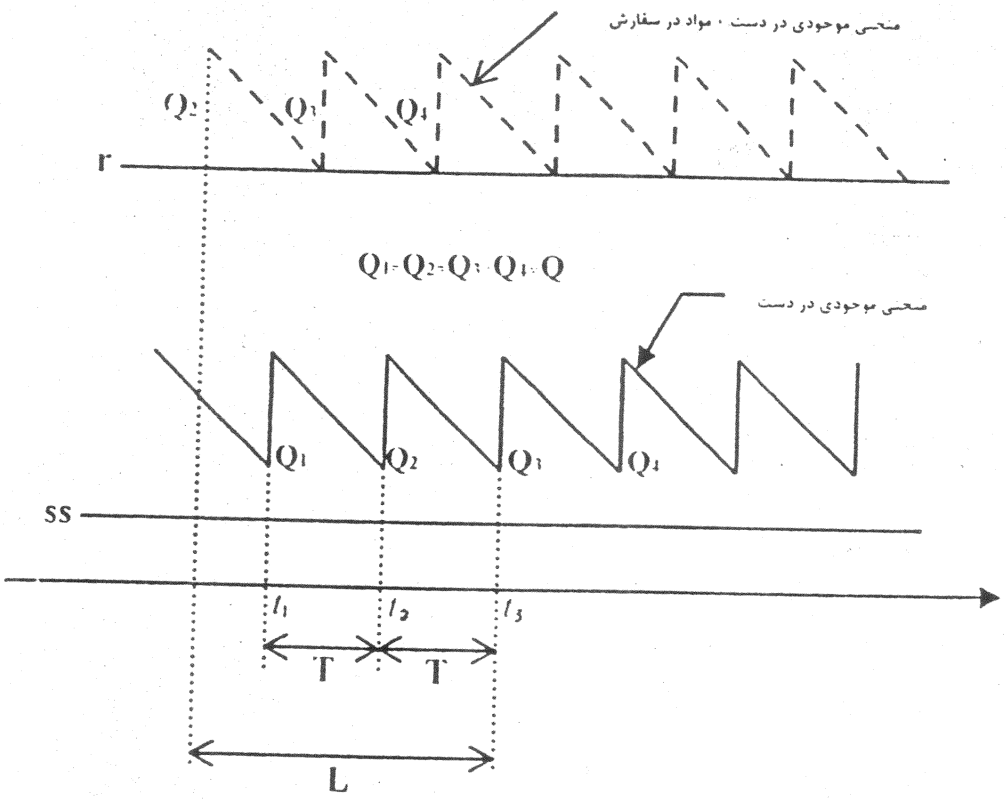
(B) - قاعده تصمیم‌گیری در سیستم مقدار سفارش ثابت

هر وقت مجموع مقدار موجودی خالص و مواد در سفارش به مقدار از قبل تعیین شده‌ای، موسوم به نقطه سفارش r می‌رسد مقدار ثابتی مواد به اندازه Q واحد سفارش داده می‌شود.

در شکل ۸ (که به منظور ساده بودن توضیحات تغییرات تقاضا نا دیده گرفته شده است) ملاحظه می شود که L=۲/۵T است. در نقطه t_0 مقدار موجودی در دست به اضافه مواد در سفارش برابر r می‌شود. در این زمان سفارشی به اندازه Q_3 واحد داده می‌شود. (Q_3 برابر مقدار ثابت Q است). این سفارش در مدت ۲/۵T یعنی در نقطه t_3 دریافت می‌شود. در این فاصله دو سفارش Q_1 و Q_2 که قبلاً (قبل از زمان t_0) ترخیص شده‌اند به ترتیب در زمان‌های t_1 و t_2 دریافت خواهند شد.

مقدار نقطه سفارش برابر است با :

r= (متوسط مصرف در L) + (موجودی اطمینان)



شکل ۸

www.ieun.ir

دراین صورت لازم است که از مقدار در سفارش نیز اطلاعاتی در دست باشد. از این رو در کارت موجودی ستونی نیز برای مقدار در سفارش در نظرگرفته می‌شود. قبلاً نوع خیلی ساده شده‌ای از یک کارت موجودی در شکل ۵ نشان داده شد. در زیر کارت موجودی دیگری توضیح و نشان داده شده است. البته ترکیب و فرم کارت و نوع اطلاعات ثبت شده در آن بستگی به نیاز و شرایط دارد و شکل ۹ تنها می‌تواند یک نمونه باشد.

در قسمت پایین کارت تاریخ داد و ستد موجودی، کد داد و ستد موجودی، مقادیر وارده، صادره، مانده موجودی (موجودی در دست)، مواد در سفارش و مجموع مانده موجودی و مواد در سفارش ثبت می‌شود.

در ستون مربوط به «کد» نوع داد و ستد موجودی (یا شماره سند مربوط به آن) ثبت می‌شود. این کد می‌تواند نشانه درخواست جنس از انبار، رسید مواد سفارش داده شده، درخواست سفارش خرید (یا تولید اگر قلم تولیدی باشد)، مواد برگشتی به انبار، مواد برگشت داده شده به منبع تهیه مواد برای تعویض، و غیره باشد.

در ستون «در سفارش»، مجموع مواد سفارش داده شده به منبع تهیه قلم که هنوز دریافت نشده‌اند ثبت می‌شود. بعد از انجام هر سفارشی، مقدار آن به رقم قبلی این ستون اضافه می‌شود. بعد از رسیدن هر سفارشی مقدار آن از رقم قبلی این ستون کم می‌شود.

در قسمت بالای کارت، شماره قلم، نام یا شرح آن، مقدار سفارش Q، نقطه سفارش r و گاهی اوقات حداقل موجودی، حداکثر آن، هزینه واحد و واحد اندازه‌گیری قلم (مثل قطعه، دو جین، لیتر، کیلو و غیره) ثبت می‌شود.

شماره قطعه:	نام یا شرح قطعه:	هزینه واحد:
		واحد اندازه‌گیری:

مقدارسفارش:	نقطه سفارش:	حداقل:	حداکثر:

تاریخ	کد	وارده	صادره	مانده	درسفارش	مجموع مانده و در سفارش

شکل ۹

حداقل موجودی - برای کاهش خطر کمبود موجودی معمولاً در عمل برای قلم یک «حد پایین کنترل» موسوم به «حداقل موجودی» تعیین می‌نمایند. وقتی که موجودی قلم به این سطح می‌رسد این امر گزارش می‌شود،سوابق بررسی می‌شوند و در صورت لزوم اقدام اصلاحی به‌عمل می‌آید. حداقل موجودی و موجودی اطمینان لازم نیست که برابر باشند. موجودی اطمینان مقدار ثابتی است که موجودی را در مقابل افزایش غیر منتظره تقاضا یا مدت تحویل بیمه می‌کند. در صورتیکه حداقل موجودی یک نوع سطح کنترل است، وقتی موجودی به‌این سطح می‌رسد مدیریت متوجه خطر ایجاد کمبود موجودی می‌شود.

موجودی اطمینان حداکثر مقداری‌است که حداقل موجودی می‌تواند داشته باشد. معمولاً حد قل موجودی کمتر از موجودی اطمینان انتخاب می‌شود تا پائین رفتن‌های موقتی موجودی حول موجودی اطمینان (که بسیاری از آنها خودبه خود تصحیح می‌شوند) برای بررسی و توجه مدیریت گزارش نشوند.

حداکثر موجودی - یکی دیگر از حدود کنترل که غالباً درکنترل موجودی بکار می‌رود «حداکثر موجودی» است. گاهی اوقات ممکن است موجودی خیلی بیشتر ازمقدار برنامه ریزی شده گردد. از این رو، برای موجودی هر قلم یک حد بالای کنترل در نظر می‌گیرند.هر وقت مقدار موجودی قلم ازاین حد بیشتر شد، این امر برای بررسی علت آن گزارش می‌شود تا درصورت لزوم اقدامات اصلاحی صورت گیرد.

مقدار حداکثر موجودی را معمولاً بیشتر از مجموع موجودی اطمینان و مقدار سفارش انتخاب می کنند. چون افزایش‌های معمولی موجودی،که ناشی از تغییرات جزئی از برنامه است، لازم نیست گزارش داده شوند. با درنظرگرفتن این مقدار اضافی، خطر اینکه هر بار تولید (یا خرید) سبب بالا رفتن موجودی ازاین حداکثر شود کاهش می‌یابد. این حد معمولاً بعنوان یک زنگ خطر برای مواقعی است که چیزی غیر عادی رخ داده است و اقدام اصلاحی باید انجام گیرد.

مقادیر حداقل و حد کثر موجودی معمولاً با قانونی سرانگشتی تعیین می‌گردند مثلاً می‌توان حد کثر موجودی را با اضافه کردن درصدی به مجموع موجودی اطمینان و مقدار سفارش بدست آورد.

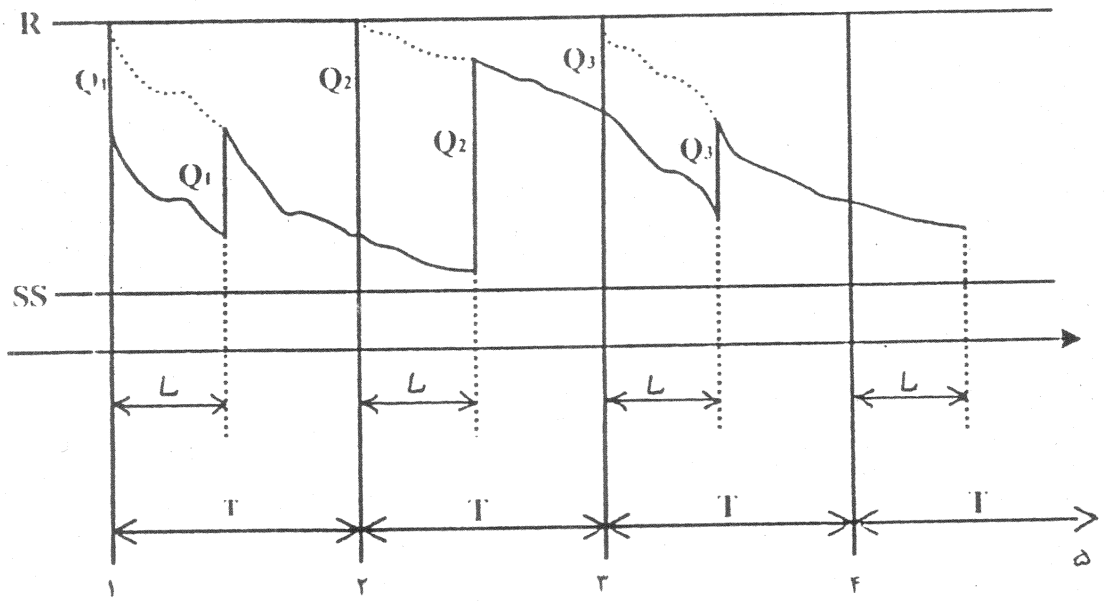
سیستم دور ثابت

این سیستم بر اساس مرور دوره‌ای سطح موجودی در پریودهای مساوی (هفته، ماه،... برحسب نوع قلم) بنا شده است. دراین سیستم ، T ، فاصله بین دو سفارش متوالی ثابت است. درابتدای هر دوره مقداری مواد سفارش داده می‌شود. این مقدار سفارش طوری تعیین می‌شود که موقعیت موجودی با انجام این سفارش به مقدار از قبل تعیین شده R برسد. دراین سیستم مقدار سفارش از دوری به دور دیگر عموماً متغیر است و

www.ieun.ir

بستگی به مقدار واقعی تقاضای دور قبل دارد.

در شکل ۱۰ در نقطه مرور ۱ به اندازه q_1 واحد سفارش داده می‌شود تا موقعیت موجودی به R برسد. این سفارش بعد از مدت L دریافت می‌شود. مجدداً در نقطه مرور ۲ سفارشی به اندازه q_2 داده می‌شود تا موقعیت موجودی به مقدار R برسد. دراین سیستم فرض براین است که اطلاع از وضعیت موجودی فقط درنقاط مرور موجودی دردست است و تصمیم‌گیرنده در سایر نقاط دیگر زمان، اطلاعی از وضعیت موجودی ندارد. یکی از فواید اصلی این سیستم این است که هزینه اطلاعاتی آن کم بوده و اداره کردن آن ساده‌تر است چون از آنجا که سفارشات در فواصل زمانی منظم داده می‌شوند، افراد مسئول برای انجام سفارشات (بخش خرید کنترل موجودی یا بخش‌های برنامه ریزی کنترل تولیدو...) بهتر می‌توانند امور خود را برنامه ریزی کنند.



شکل ۱۰

موجودی اطمینان

درهر دو سیستم به وسیلهٔ استفاده از موجودی اطمینان با تغییرات تصادفی تقاضا در مدت تحویل مقابله می‌شود. سیستمهای موجودی متکی برموجودی‌های اطمینان هستند. با استفاده از موجودی اطمینان سعی می‌شود که خطر کمبود کاهش یابد. هرچه SS بیشتر باشد خطر کمبود و درنتیجه هزینه‌های آن کمتر خواهد بود. البته هرچه موجودی اطمینان بیشتر باشد، هزینه نگهداری آن هم زیادتر می‌شود. بنابراین سعی می‌شود

www.ieun.ir

موجودی اطمینان بطریقی تعیین شود که موازنه‌ای بین این دو هزینه اضافی،هزینه نگهداری موجودی اطمینان و هزینه‌های کمبود موجودی برقرارگردد. مقدار بهینه موجودی اطمینان مقداری است که جمع این دو هزینه را کمینه نماید.

سطح خدمت

از آنجاکه تخمین مقدار هزینه‌های کمبود مشکل یا غیر ممکن است،معمولاً روش تعیین موجودی اطمینان براساس فوق عملی نیست. درعوض مدیریت یک سطح خدمت معقولی برای خدمت به مشتری در نظر می‌گیرد و سپس موجودی اطمینان را طوری تعیین می‌کند که سطح خدمت مورد نظر تأمین شود. مثلاً، شرکتی ممکن است سطح خدمت به مشتری برای محصول A را ۹۵ درصد (سطح خطر ۵ درصد) انتخاب کند. بدین معنی که درهر ۱۰۰ بار سفارش (هر ۱۰۰ دور سفارش) این محصول فقط ۵ بارکمبود رخ دهد، یا به‌عبارت دیگردرهر دور سفارش احتمال وقوع کمبود ۵ درصد باشد. بنابراین اگر محصول A درسال ۱۰ بار سفارش داده شود و سطح خدمت آن ۹۵ درصد باشد آنگاه بطور متوسط در هر دو سال یکبارکمبود رخ می‌دهد. همین شرکت ممکن است برای محصول B سطح خدمتی برابر ۹۰ درصد در نظر بگیرد(یعنی در ۱۰۰ دور سفارش فقط ۱۰ بارکمبود رخ دهد). درصورتیکه این محصول نیز سالی ۱۰ بار سفارش داده شود، آنگاه در هر سال فقط یکبارکمبود رخ می‌دهد و احتمال کمبود در هر دور سفارش برای محصول B برابر ده درصد است. بطورکلی فرض کنید.

P= درصد سطح خدمت

n= تعداد دفعات کمبود در ۱۰۰ دور سفارش

y= احتمال کمبود در یک دور سفارش

N= تعداد دفعات سفارش در سال

x= تعداد دفعات کمبود درسال

دراینصورت با توجه به مطالب فوق:

$$n = ۱۰۰ - p \qquad (۱)$$

$$y = \frac{n}{۱۰۰} \qquad (۲)$$

$$x = y.N \qquad (۳)$$

www.ieun.ir

مثلاً در مثال فوق برای محصول A، وقتی P=۹۵ درصد و N=۱۰ بار در سال است.

از (۱)　　$n = ۱۰۰-۹۵=۵$

از (۲)　　$y=\frac{۵}{۱۰۰}= ۰/۰۵$

از (۳)　　$x= ۰/۵$

در عمل مدیریت برای تعیین سطح خدمت ابتدا سطوح خدمت مختلفی در نظر گرفته و برای هر سطح خدمت،موجودی اطمینانِ مربوطه و هزینه نگهداری آن را محاسبه می‌کند. سپس این اطلاعات را در جدولی که درآن سطوح خدمت، موجودی‌های اطمینان مربوط به آنها و هزینه‌های نگهداری این موجودی‌های اطمینان نشان داده می‌شود،وارد می‌کند.مدیریت با استفاده ازاین جدول و با توجه به امکانات و شرایط،مقدار سطح خدمت مورد نظر را تعیین می‌کند.

محاسبه موجودی اطمینان

در زیر برای محاسبه موجودی اطمینان،سیستم مقدار سفارش ثابت که شاید معمول‌تر از سیستم دور ثابت است،مورد تأکید قرار می‌گیرد. بعلاوه فرض می‌شود که مدت تحویل یا ثابت است و یا تغییرات آن در مقایسه با مقدار متوسط آن خیلی ناچیز می‌باشد.(برای اطلاعات بیشتر در مورد سیستم‌های دیگر و مدت تحویل تصادفی می‌توانید به مرجع ۱ مراجعه نمایید.)

D= متوسط نرخ تقاضا = متوسط تقاضا در واحد زمان

μ_L = متوسط تقاضا درمدت تحویل = DL

$\mu_{max}(P)$ = حداکثر تقاضا در طی مدت تحویل با توجه به سطح خدمت P

SS_p = موجودی اطمینان با توجه به سطح خدمت P

در سیستم سفارش ثابت هر وقت موجودی به نقطه سفارش r می‌رسد سفارش ثابتی با اندازه Q واحد به منبع تهیه مواد داده می‌شود. اگر مقدار تقاضا در طی مدت تحویل بیشتر از مقدار r شود کمبود رخ خواهد داد. بنابراین اگر نقطه سفارش r برابر متوسط مصرف در مدت تحویل باشد:

$$r=\mu_L=DL$$

یعنی هیچگونه موجودی اطمینانی در نظر گرفته نشود، آنگاه عموماً لحظه‌ای قبل از دریافت مواد سفارشی در انبار (یعنی پس از گذشت زمانی برابر L از موقع انجام سفارش) ۵۰ درصد اوقات موجودی کمتراز صفر (کمبود) و ۵۰ درصد اوقات موجودی بیشتر از صفر خواهد بود. برای اینکه خطر کمبود موجودی کمتر شود (یا به‌عبارت دیگر سطح خدمت بیشتر شود) بایستی مقداری موجودی اطمینان نگهداری نمود.

www.ieun.ir

حال فرض کنید مدیریت با توجه به سطح خدمت P درصد موجودی اطمینانی برابر SS_P در نظر بگیرد.

دراین‌صورت باید نقطه سفارش را برابر

r=[موجودی اطمینان]+ [متوسط مصرف درL]

$$= \mu_L + SS_p$$

بگیرد. دراینصورت حداکثر تقاضایی که می‌توان با توجه به سطح خدمت P، در طی مدت L برآورده نمود برابرr خواهد بود (شکل ۱۲) یعنی:

$$\mu_{max}(P) = r = \mu_L + SS_p$$

یا

$$SS_p = r - \mu_L$$

[متوسط مصرف در L] - [حداکثر تقاضا در L با توجه به سطح خدمت P] =

پس می‌توان گفت:

موجودی اطمینان: مقداری موجودی اضافی است که با توجه به سطح خدمت داده شده به منظور برآورده نمودن حداکثر تقاضا در طی تحویل لازم است.

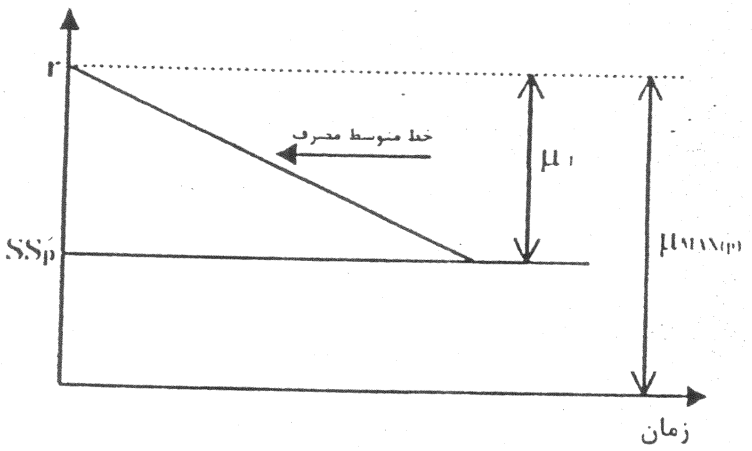
بگذارید:

D_L= تقاضا در مدت تحویل L

حال اگر تابع توزیع احتمال تقاضا را با F نشان دهیم، آنگاه:

$$F(x) = P\{D_L \le x\} = F(x)$$

$$\bar{F}(x) = P\{D_L > x\} = 1 - F(x)$$



شکل ۱۱

www.ieun.ir

بنابراین با داشتن سطح خدمت P می‌توان موجودی اطمینان را بصورت زیر بدست آورد. چون موقعیت موجودی در ابتدای L در شکل ۱۱ برابر r است می‌توان نوشت:

$$P=P_r\{\text{کمبودی در L رخ ندهد}\}$$

$$=P_r\{D_L \le r\} = F(r)$$

$$P=F(r) \qquad (۴)$$

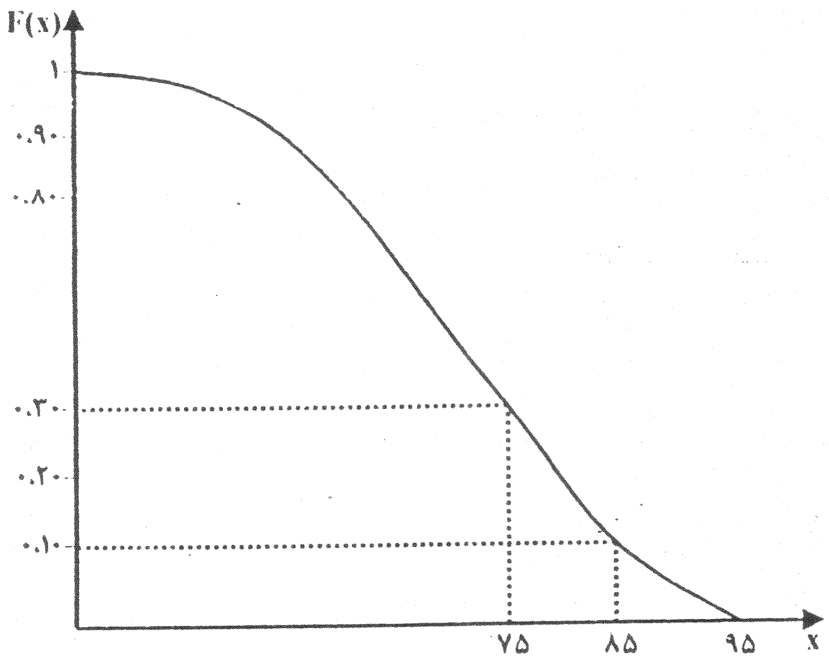
و

$$1-P=P_r\{\text{کمبودی در L رخ دهد}\}$$

$$=P_r\{D_L > r\} = \bar{F}(r)$$

$$(1-\bar{p}) = \bar{F}(r) \qquad (۵)$$

بنابراین با دانستن مقدار سطح خدمت و تابع توزیع تقاضا می‌توان مقدار r را از رابطه (۴) یا (۵) بدست آورد (شکل ۱۲)



شکل ۱۲

بطور مثال فرض کنید مدت تحویل برابر یک هفته است. به‌علاوه فرض کنید متوسط تقاضا طی آمار گذشته هفته‌ای ۵۰ واحد و توزیع احتمالی در طی مدت تحویل بصورت شکل ۱۳ است. دراین شکل محور افقی

www.ieun.ir

مقدار تقاضا درمدت تحویل، x، و محور عمودی احتمال اینکه تقاضا درمدت تحویل از مقدار x بیشتر شده است نشان می‌دهد. اگر قرار باشد که تسطیح خدمت برابر ۹۰ درصد باشد یعنی تسطیح خطر (احتمال کمبود) ۱۰ درصد باشد آنگاه با توجه به شکل (یا رابطهٔ ۵) مقدار r برابر با ۸۵ واحد است.

$$\overline{F}(r) = ۰/۱۰ \rightarrow r = ۸۵$$

و موجودی اطمینان برابر است با:

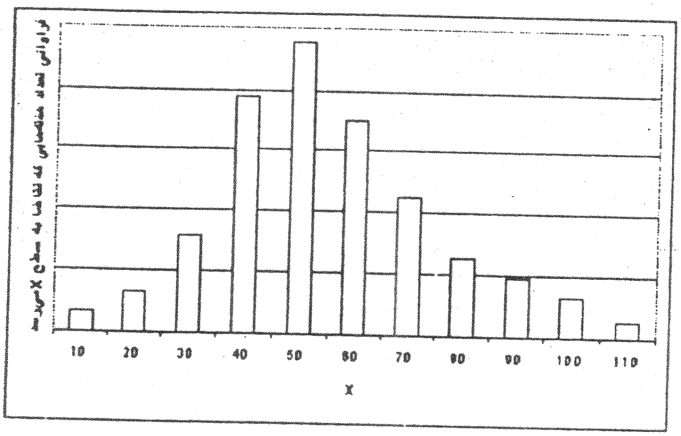
$$SS_{۹۰} = ۸۵ - ۵۰ = ۳۵ \text{ واحد}$$

برای سطح خدمت ۷۰ درصد (سطح خطر ۳۰ درصد)

$$SS_{۷۰} = ۷۵ - ۵۰ = ۲۵ \text{ واحد}$$

تابع توزیع تقاضا را می‌توان با توجه به ارقام گذشته تقاضا در طی مدت تحویل رسم کرد.

مثال: مدت تحویل برای محصولی ۱ هفته است طبق سوابق گذشته حداکثر تقاضا در یک هفته ۱۱۰ و حداقل آن ۱۰ واحد بوده است. بسوابق تقاضا برای ۶۳ هفته گذشته در دسترس است که در شکل ۱۳ رسم شده است. محور افقی مقدار تقاضا به واحد در طی یک هفته (X) و محور عمودی، فراوانی تعداد هفته هایی که تقاضا به مقدار X رسیده است، نشان می‌دهد. این اطلاعات درجدول ۱ نیز نشان داده شده است.



شکل ۱۳

X	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰
P(x)	۰.۰۱۵۹	۰.۰۳۱۷	۰.۰۷۹۴	۰.۱۹۵	۰.۲۳۸	۰.۱۷۵	۰.۱۱۱	۰.۰۶۳۵	۰.۰۴۷۶	۰.۰۳۱۷	۰.۰۱۴
F(x) %	۱.۵۹	۴.۷۶	۱۲.۷	۳۲.۲	۵۶	۷۳.۵	۸۴.۲	۹۰.۵	۹۵.۲	۹۸.۴۱	۱۰۰

www.ieun.ir

با توجه به این اطلاعات میانگین تقاضا در مدت تحویل برابر است با:

$$\mu_L = E\,[\,D_L\,] = ۵۴/۹ \cong ۵۵ \text{ واحد /هفته}$$

و انحراف معیار آن برابر است با :

$$\sigma_L = ۲۰/۲ \text{ هفته /واحد}$$

دراین مثال اگر SS=۵۵ واحد باشد، نقطه سفارش برابر ۱۱۰ و سطح خدمت برابر ۱۰۰ درصد خواهد بود. دراین صورت هیچ وقت کمبود موجودی وجود نخواهد داشت.

اگر SS=۳۵ واحد باشد نقطه سفارش برابر ۹۰ خواهد بود و سطح خدمت برابر ۹۵ درصد یعنی احتمال کمبود برابر ۵ درصد است. برای ۴ سطح خدمت مختلف و با فرض قیمت واحد هر محصول C=۱۰۰ تومان و نرخ هزینه نگهداری i=۲۰ درصد و در سال مقادیر موجودی اطمینان و نقطه سفارش در جدول زیر رسم شده است.

(هزینه ۴ سطح خدمت برای حالتی که i=۲۰٪ و C=۱۰۰ تومان و h=ic)

در بسیاری از شرایط عملی می‌توان با تقریب نسبتاً خوبی توزیع احتمالی تقاضا در مدت تحویل L را نرمال با میانگین μ_L و σ_L فرض کرد. یعنی:

$$P\{D_L \le r\} = \int_{-\infty}^{r} \frac{۱}{\sigma\sqrt{۲\pi}}\, e^{\frac{-(x-\mu)^۲}{۲\sigma^۲}}\, dx$$

دراین صورت می‌توان نوشت:

$$P\{D_L \le r\} = P\left\{\frac{D_L - \mu_L}{\sigma_L} \le \frac{r-\mu_L}{\sigma_L}\right\}$$

$$= P\{U \le k\} \qquad (۶)$$

که در آن u متغیر تصادفی نرمال استاندارد با میانگین ۰ و انحراف معیار ۱ است.

و:

$$k = \frac{r-\mu_L}{\sigma_L}$$

یا:

$$k = \frac{SS}{\sigma_L}$$

درنتیجه:

$$SS = k\sigma_L \qquad (۷)$$

www.ieun.ir

بنابراین اگر سطح خدمت P باشد از(۴) داریم:

$$P_r\{D_L \le r\} = P\{u \le k\} = p$$

با استفاده از جدول نرمال استاندارد، مقدار k (که موسوم به ضریب اطمینان است) را بدست می‌آوریم و با استفاده از (۷) مقدار SS بدست می‌آید و درنتیجه نقطه سفارش برابر است با:

$$r = \mu_L + SS \qquad (۸)$$

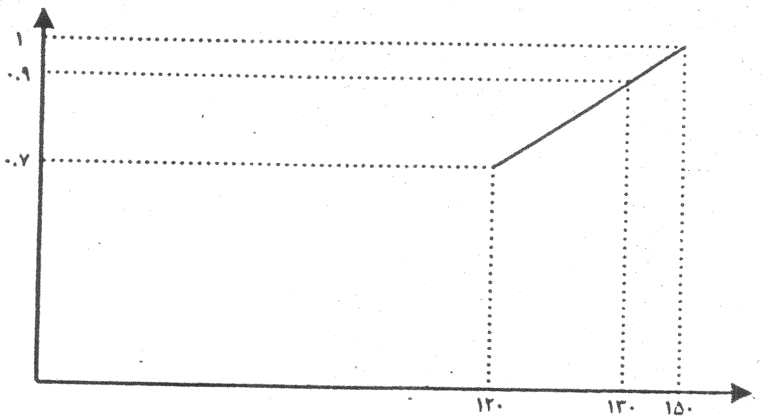
مثال: تقاضا برای محصولی در طی مدت تحویل آن دارای توزیع یکنواخت در فاصله (۱۵۰ و ۵۰) است.

یعنی

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x \le ۵۰ \\ \frac{x-۵۰}{۱۰۰} & ۵۰ < x \le ۱۵۰ \\ ۱ & x > ۱۵۰ \end{cases}$$

(الف) اگر سطح خدمت این محصول برابر ۹۰ درصد باشد مقدار موجودی اطمینان و نقطه سفارش را بدست آورید.

(ب) اگر مقدار موجودی اطمینان ۲۰ واحد باشد مقدار سطح خدمت را بدست آورید.



شکل ۱۴

حل: الف) با توجه به شکل یا از رابطه برای سطح خدمت ۹۰ درصد داریم :

$$F(r) = \frac{r-۵۰}{۱۰۰} = ۰/۹۰$$

و درنتیجه:

$$r = ۱۴۰$$

www.ieun.ir

و از آنجا که میانگین تقاضا در مدت تحویل برابراست با

$$E(D_L) = ۱۰۰ = \frac{۱۵۰ + ۵۰}{۲}$$

پس

$$SS = r - \mu_L = ۱۴۰ - ۱۰۰ = ۴۰$$

ب) برای موجودی اطمینان ۲۰ واحد مقدار r برابر است با

$$r = \mu_L + SS = ۱۰۰ + ۲۰ = ۱۲۰$$

حال با توجه به شکل یا از فرمول تابع توزیع برای r=۱۲۰ داریم:

$$F(۱۲۰) = ۰/۷۰$$

یعنی سطح خدمت برابر ۷۰ درصد است.