

## مقایسه سیاست‌های FOI و FOQ در یک مدل موجودی با ذخیره احتیاطی و

### محدودیت‌های مقدار سفارش، زمان سفارش و تاریخ انقضا

#### (مطالعه موردی: شرکت نیان الکترونیک)

احسان ملائی<sup>۱</sup>، کارشناس ارشد مهندسی صنایع، عضو هیئت علمی، مسعود عامل منیریان<sup>۱</sup>، کارشناس ارشد مهندسی صنایع

۱- واحد سیستم‌ها و بهره‌وری - شرکت نیان الکترونیک - مشهد - ایران

masoud.amelmonirian@stu.um.ac.ir

۲- گروه مدیریت صنعتی - مؤسسه آموزش عالی بینالود - مشهد - ایران

e.molae@binaloud.ac.ir

**چکیده:** امروزه برنامه‌ریزی سرمایه یکی از مهمترین مسائل موجود در سازمان‌ها می‌باشد. اتخاذ یک سیاست سفارش‌دهی موجودی مناسب با در نظر گرفتن کلیه عوامل اثرگذار، نقش قابل توجهی در بهینه‌سازی میزان سرمایه یک سازمان دارد. در این مقاله یک رویکرد مقایسه‌ای برای دو سیاست بهینه سفارش‌دهی (FOI و FOQ) برای کنترل موجودی اقلام خریدنی با تقاضای مستقل، با در نظر گرفتن ذخیره احتیاطی در شرکت نیان الکترونیک توسعه داده شده است. در این مدل محدودیت‌های حداکثر و حداقل تعداد سفارش، حداقل زمان سیکل سفارش و تاریخ انقضا برای اقلام وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد رویکرد ارایه شده نقش چشمگیری در کاهش هزینه‌های موجودی سازمان داشته است.

**کلمات کلیدی:** کنترل موجودی - FOI - FOQ - ذخیره احتیاطی - مدل‌های با محدودیت

نویسنده مسئول: احسان ملائی

نشانی: استان خراسان رضوی، مشهد، شهرک صنعتی توس، فاز

دوم، اندیشه ۴، قطعه ۲۱۸، شرکت نیان الکترونیک

## ۱. مقدمه

برنامه ریزی سرمایه یکی از مهمترین مسائل امروز صنایع می باشد. از آنجایی که موجودی های یک سازمان نقش قابل توجهی در میزان سرمایه دارند، لذا برنامه ریزی و کنترل موجودی ها یکی از فاکتورهای تأثیرگذار در بهینه سازی میزان سرمایه شرکت ها می باشد. پژوهش های زیادی در خصوص انتخاب بهینه میزان موجودی و تعیین نقطه سفارش برای اقلام با تقاضای مستقل انجام شده است، که از آن جمله می توان به مطالعات انجام شده توسط ترسین [۱] اشاره نمود. در محاسبه میزان موجودی ها محدودیت های زیادی وجود دارد، از مهمترین این محدودیت ها وجود اقلام فاسدشدنی دارای تاریخ انقضا و محدودیت مقدار سفارش است. ترسین [۱] سیاست های بهینه سفارش دهی در مدل های با انواع محدودیت ها را بررسی نموده است. همچنین لی و همکاران [۲] مرور جامعی بر روی انواع مسائل دارای محدودیت فسادپذیری داشته اند. با توجه به تنوع مدل های سفارش دهی اقلام، در برخی از مواقع لازم است مقایسه ای بین سیاست های سفارش دهی مختلف صورت گیرد. بسیاری از پژوهش ها مانند هیسینگ [۳] مقایسه ای بر روی انواع سیاست های سفارش دهی انجام داده اند.

در بیشتر پژوهش های انجام شده در این خصوص به بعد عملی تحقیق توجه نشده است و مدل های مربوطه در یک محیط عملی پیاده سازی نشده اند. در این مقاله سیاست های FOQ و FOI با محدودیت های مقدار و زمان سفارش و تاریخ انقضا، برای اقلام با تقاضای مستقل در شرکت دانش بنیان نیان الکترونیک در قالب یک مسأله تصمیم گیری دوهدفه ارزیابی شده اند. در این مدل با توجه به ماهیت اقلام و استراتژی های شرکت، کمبود کالا مجاز نیست. به منظور کاربردی تر شدن مدل مطرح شده، برای مقابله با نوسانات تقاضا ذخیره احتیاطی نیز برای اقلام تعریف شده است. در بخش دوم فرضیات و نمادهای مسأله، مدل ریاضی و رویکرد حل تشریح شده است و در بخش سوم نتیجه گیری و پیشنهادهایی برای پژوهش های بعدی وجود دارد.

## ۲. مدل ریاضی مسأله

در این مقاله یک مدل تصمیم گیری دوهدفه برای تعیین سیاست سفارش دهی بهینه در شرکت نیان الکترونیک توسعه داده شده است. پیش از آرایه مدل، نمادگذاری مسأله به صورت زیر تعریف شده است:

n: تعداد انواع اقلام

 $TC_1$ : هزینه کل موجودی در صورت اتخاذ سیاست FOQ $TC_2$ : هزینه کل موجودی در صورت اتخاذ سیاست FOI $D_i$ : تقاضای سالیانه کالای  $i$ ام $h_i$ : هزینه نگهداری سالیانه کالای  $i$ ام: هزینه خواب سرمایه (نرخ بهره در قیمت خرید) $A_i$ : هزینه سفارش دهی کالای  $i$ ام: هزینه نفر روز صرف شده برای کارشناسی و خرید $A$ : هزینه سیکل مشترک سفارش اقلام $C_i$ : قیمت هر واحد کالای  $i$ ام $L_{T_i}$ : زمان تدارک کالای  $i$ ام $\bar{D}_i$ : متوسط تقاضای کالای  $i$ ام: میانگین وزنی تقاضا در ۵ سال گذشته $\bar{L}_{T_i}$ : متوسط زمان تدارک کالای  $i$ ام $D_i^{max}$ : حداکثر میزان تقاضای کالای  $i$ ام $L_{T_i}^{max}$ : حداکثر زمان تدارک کالای  $i$ ام $T$ : زمان بین دو سفارش متوالی $Q_i$ : مقدار سفارش کالای  $i$ ام $C_i$ : قیمت هر واحد کالای  $i$ ام $SS_i$ : میزان ذخیره احتیاطی کالای  $i$ ام $T_i^{min}$ : حداقل زمان سیکل سفارش کالای  $i$ ام $T_i^{max}$ : تاریخ انقضای کالای  $i$ ام $Q_i^{min}$ : حداقل مقدار سفارش کالای  $i$ ام $Q_i^{max}$ : حداکثر مقدار سفارش کالای  $i$ ام

در صورت به کارگیری سیاست FOQ، هزینه کل سیستم موجودی، همچنین مقدار و زمان سفارش بهینه، از روابط زیر به دست می آید:

$$TC_1 = \sum_{i=1}^n (\sqrt{2D_i A_i h_i} + D_i C_i) + \sum_{i=1}^n h_i SS_i \quad (1)$$

$$T_i = \frac{Q_i}{D_i} \quad (3) \quad Q_i = \sqrt{\frac{2D_i A_i}{h_i}} \quad (2)$$

مقدار ذخیره احتیاطی در هر دو سیاست سفارش دهی از رابطه (۴) محاسبه می شود.

$$SS_i = D_i^{max} \cdot L_{T_i}^{max} - \bar{D}_i \cdot \bar{L}_{T_i} \quad (4)$$

در صورت اجرای سیستم FOI، هزینه کل سیستم موجودی، سیکل و مقدار سفارش بهینه از روابط زیر به دست می آید:

$$TC_2 = \sqrt{2A \sum_{i=1}^n D_i h_i} + \sum_{i=1}^n D_i C_i + \sum_{i=1}^n h_i SS_i \quad (5)$$

$$Q_i = D_i \cdot T \quad (7) \quad T = \sqrt{\frac{2(A + \sum A_i)}{\sum D_i h_i}} \quad (6)$$

مدل ریاضی مسأله به صورت زیر تعریف می شود:

$$\min z = \{TC_1, TC_2\} \quad (8)$$

$$\max\{D_i T_i^{min}, Q_i^{min}\} \leq Q_i \leq \min\{D_i T_i^{max}, Q_i^{max}\} \quad \forall i \quad (9)$$

گام ۹. هزینه کل مدل FOI را از روابط (۵) و (۱۱) محاسبه کنید و آن را  $TC_2$  بنامید.

گام ۱۰: کمترین مقدار بین  $TC_1$  و  $TC_2$  هزینه بهینه سفارش‌دهی و سیاست متناظر با آن سیاست بهینه سفارش‌دهی می‌باشد.

### ۳. نتیجه‌گیری

در این مقاله یک رویکرد تصمیم‌گیری دوفضه برای انتخاب سیاست بهینه سفارش‌دهی برای اقلام با تقاضای مستقل، به همراه مدل‌سازی و استراتژی حل توسعه داده شده است. رویه ارایه شده در انبار مواد اولیه بخش فلزکاری شرکت نیان الکترونیک پیاده‌سازی گردیده و منجر به بهبود هزینه کنترل موجودی در حدود مبلغ ۵۹۹۲ میلیون ریال در این انبار شده است. همچنین پیاده‌سازی این رویکرد برای انبار اقلام مصرفی بخش پشتیبانی شرکت، صرفه‌جویی هزینه به میزان تقریبی ۴۵۴ میلیون ریال را به همراه داشته است. برای تحقیقات بعدی در نظر گرفتن ارزش زمانی پول، تقاضاهای احتمالی یا کمبود در مدل فوق پیشنهاد می‌گردد.

این مقاله گزارش نهایی تحقیقات انجام شده در شرکت نیان الکترونیک می‌باشد که با حمایت‌های کلی مدیریت محترم آن شرکت جناب آقای مهندس چمنیان و مدیریت محترم سیستم‌ها و بهره‌وری جناب آقای مهندس برادران و سایر مدیران ارشد این سازمان صورت گرفته است. از این رو از ایشان جهت حمایت‌ها و راهنمایی‌های ارزنده نهایت تشکر به عمل می‌آید.

### مراجع

[1] Richard J. Tersine, Principles of inventory and materials management, Prentice Hall, 1994.

[2] Ruxian Li, Hongjie Lan, John R. Mawhinney, A review on deteriorating inventory study, J. Service Science & Management, 2010, 3, 117-129.

[3] Gerald Heisig, Comparison of (s, S) and (s, nQ) inventory control rules with respect to planning stability, Int. J. Production Economics, 2001, 59-82.

[۴] علی حاج شیر محمدی، اصول برنامه‌ریزی و کنترل تولید و موجودی‌ها، ارکان دانش، چاپ دهم، ۱۳۹۲.

$$Q_i \geq 0 \quad \forall i \quad (10)$$

سمت چپ محدودیت (۹) بین حداقل زمان سیکل سفارش و مقدار سفارش، حالت سخت‌گیرانه‌تر را انتخاب می‌کند. همچنین سمت راست این محدودیت بین حداکثر مقدار سفارش و تاریخ انقضا حالت سخت‌گیرانه‌تر را انتخاب می‌نماید. استراتژی حل مدل به صورت زیر تعریف می‌شود:

گام ۱: مقدار سفارش و زمان سیکل سفارش اقلام را از روش FOQ بر اساس روابط (۲) و (۳) محاسبه نموده و آنها را به ترتیب  $Q_i^*$  و  $T_i^*$  بنامید.

گام ۲: اگر برای کالای  $i$ ام  $T_i^* < T_i^{\min}$  آن‌گاه قرار دهید  $T_i^* = T_i^{\min}$  مقدار  $Q_i^*$  را از رابطه (۳) بهنگام کنید. در این حالت هزینه کل موجودی کالای  $i$ ام از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$k_i = \frac{Q_i}{2} h_i + \frac{D_i}{Q_i} A_i + D_i \cdot C_i + h_i \cdot SS_i \quad (11)$$

گام ۳: اگر برای کالای  $i$ ام  $T_i^* > T_i^{\max}$  آن‌گاه قرار دهید  $T_i^* = T_i^{\max}$  مقدار  $Q_i^*$  را از رابطه (۳) بهنگام کنید. در این حالت هزینه کل موجودی کالای  $i$ ام از رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود.

گام ۴: اگر برای کالای  $i$ ام  $Q_i^* < Q_i^{\min}$  آن‌گاه قرار دهید  $Q_i^* = Q_i^{\min}$  مقدار  $T_i^*$  را از رابطه (۳) بهنگام کنید. در این حالت هزینه کل موجودی کالای  $i$ ام از رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود:

گام ۵: اگر برای کالای  $i$ ام  $Q_i^* > Q_i^{\max}$  آن‌گاه قرار دهید  $Q_i^* = Q_i^{\max}$  مقدار  $T_i^*$  را از رابطه (۳) بهنگام کنید. در این حالت هزینه کل موجودی کالای  $i$ ام از رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود.

گام ۶. هزینه کل مدل FOQ را از روابط (۱) و (۱۱) محاسبه کنید و آن را  $TC_1$  بنامید.

گام ۷. زمان سیکل سفارش و مقدار سفارش اقلام را با توجه به تأمین‌کنندگان اقلام مشترک، از روش FOI بر اساس روابط (۶) و (۷) محاسبه نموده و آنها را به ترتیب  $Q_i^*$  و  $T_i^*$  بنامید.

گام ۸: گام‌های ۲ تا ۵ را برای اقلام مربوطه در رویکرد FOI تکرار کنید. در این حالت کالایی که شامل هر یک از این گام‌ها می‌شود از سیکل مشترک سفارش خارج شده و به صورت مجزا سفارش داده می‌شود.