

## ارائه مدل جهت بهینه‌سازی میزان تولید و مدیریت کیفیت آن در زنجیره تأمین

جواد تاجیک<sup>۱\*</sup>، آرمین جبارزاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع-بهینه‌سازی سیستم‌ها، دانشگاه علم و صنعت ایران.

<sup>۲</sup> استادیار گروه سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران.

### چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر، ارائه یک مدل جهت بهسازی میزان تولید و مدیریت کیفیت آن در زنجیره تأمین می باشد. به این منظور، یک سیستم زنجیره تأمین چرخه بسته<sup>۱</sup> اقلام فسادپذیر با سه سطح اصلی شامل تولیدکنندگان، مراکز توزیع و خرده‌فروشان و یک شرکت شخص سوم که میزانی از محصولات مصرف شده توسط مشتریان را جهت بازتولید جمع‌آوری کرده و به تولیدکنندگان می‌فروشد، در نظر گرفته شده است. برای مدلسازی این مهم از برنامه ریزی خطی استفاده شده است. این مدل با استفاده از نرم‌افزار گمز<sup>۲</sup> و استفاده از داده‌های فرضی که توسط فایل‌های اکسل<sup>۳</sup> فراخوانی می‌شوند حل شده است. هدف از این مدلسازی بهینه‌سازی سود شرکت اصلی (که شامل سه سطح اصلی می‌باشد) است. تسهیلات تولیدکننده، تسهیلات توزیع و خرده‌فروشان سطوح اصلی می‌باشند و شرکت شخص سوم نیز وجود دارد که میزانی از کالاهای مصرف شده توسط مشتریان را به منظور بازتولید جمع‌آوری می‌کند و به تولیدکننده‌ها می‌فروشد. یافته‌های تحقیق نشان داد، تأثیر بعضی عوامل مانند تقاضا روی سود بیشتر از بقیه عوامل است و تأثیر بعضی عوامل مثل CW و cap هم چون مدل در جواب نهایی ضایعات در نظر نمی‌گیرد یا چون از حداکثر ظرفیت استفاده نمی‌کند، صفر می‌باشد و یعنی هیچ تأثیری بر سود ما ندارند. ضمناً اگر تأثیر افزایش هزینه‌ها روی سود که باعث کاهش آن شده است و مواردی دیگر را مورد بررسی قرار دهیم خود نشانگر اعتبار مدل حاضر می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** زنجیره تأمین چرخه بسته، کیفیت، برنامه ریزی خطی، اقلام فسادپذیر.

\* Corresponding author; School of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Narmak, Tehran, Iran

<sup>۱</sup> Closed loop

<sup>۲</sup> GAMS

<sup>۳</sup> Excel

## ۱. مقدمه

در دنیای امروزی یکی از مهمترین مباحث رایج در زمینه مهندسی صنایع بهینه‌سازی سیستم‌های زنجیره تأمین می‌باشد. چراکه امروزه سیستم توزیع بخش بزرگی از هزینه‌های شرکت‌ها را در بر می‌گیرد و بهینه‌سازی آن امری ضروری به نظر می‌رسد. در این میان اقلام فسادپذیر از اهمیت بسیار بیشتری برخوردار می‌باشند، به این دلیل که هر کالایی پس از فساد دیگر ارزش معناداری نخواهد داشت و این به معنای ضرری هنگفت برای تولیدکننده خواهد بود. آیین رونگ و همکاران<sup>۴</sup> در مقاله‌ی خود در این زمینه به بررسی نقش دما در فسادپذیری مواد غذایی پرداخته‌اند. آن‌ها با در نظر گرفتن هزینه بیشتر به ازای تولید با کیفیت بالاتر در سطح تولیدکننده‌ها و نگهداری مواد در دمای پایینتر در همه تسهیلات و تجهیزات حمل و نقل که باعث ارائه‌ی محصول با کیفیت بالاتر به مشتری می‌شود، مدلی را جهت کمینه‌سازی هزینه‌ها اعم از هزینه تولید، نگهداری، سرمایه‌ی، حمل و نقل و امحای ضایعات ارائه داده‌اند، این مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح می‌باشد (رونگ و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، آیین رونگ<sup>۵</sup> و همکاران به مسئله‌ی مدیریت کیفیت مواد غذایی تازه در زنجیره تأمین پرداخته‌اند. آن‌ها سعی بر یکپارچه نمودن تصمیم‌گیری بر محصول و مدیریت کیفیت غذای تازه داشته‌اند و بدین منظور از یک مدل برنامه‌ریزی خطی مرکب عدد صحیح<sup>۶</sup> استفاده کرده‌اند. در نهایت هم این مدل در یک مطالعه موردی با استفاده از معیارهای کیفی و هزینه‌ای بررسی شده است (رونگ و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه‌ی شیائوژون وانگ و دونگ لی<sup>۷</sup> یک ارزیابی پویای کیفی بر مبنای قیمت‌گذاری اقلام فاسد شدنی در زنجیره‌ی تأمین انجام شده است. آن‌ها در این مقاله سعی بر کمینه کردن ضایعات-که همان مواد فاسد شده هستند- و بیشینه کردن سود خرده فروش کرده‌اند. در انتها نیز از یک مطالعه موردی برای آنالیز عددی نتایج بهره برده‌اند (وانگ و دونگ لی، ۲۰۱۲). مین یو و آنا ناگومی<sup>۸</sup> به بررسی شبکه‌های زنجیره تأمین غذایی رقابتی همراه با تولید تازه‌ی آن‌ها در مقاله‌ی خود پرداخته‌اند. آن‌ها در این مقاله مدلی را پیشنهاد کرده‌اند که زوال مواد غذایی را با هزینه‌های همراه با آن ترکیب می‌کند. سپس الگوریتم زیبایی را برای آن معرفی کرده و در انتها از یک مطالعه موردی جهت آنالیز استفاده کرده‌اند (مین و ناگومی، ۲۰۱۳). گانگ چای<sup>۹</sup> و همکاران در مقاله خود به مقوله‌ی ارتقای کیفی در زنجیره تأمین‌های رقابتی پرداخته‌اند. آن‌ها در مقاله‌ی خود تصور کرده‌اند که دو شرکت تولید کننده در زنجیره تأمین با هم رقابت می‌کنند که قیمت هر دو یکسان است، اما در کیفیت متفاوت هستند. آن‌ها این ساختار را با سه مورد بررسی قرار داده‌اند (گانگ چای و همکاران، ۲۰۱۱). در مقاله‌ی توک کولدبرگ جنسن<sup>۱۰</sup> و همکاران مدلسازی زنجیره تأمین در صنعت ماهی مورد بررسی قرار گرفته است. آن‌ها در این مقاله مدل ریاضی برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی جنبه‌هایی از زنجیره تأمین از قبیل توزیع، برنامه‌ریزی و جابجایی بهینه ارائه کرده‌اند. یکی از موارد مهمی که آن‌ها برای مدلسازی در این مقاله در نظر گرفته‌اند کیفیت مواد غذایی می‌باشد (کولدبرگ و همکاران، ۲۰۱۰). جنز ادلر-نسن<sup>۱۱</sup> و همکاران در مقاله‌ی خود به موضوع بهبود زنجیره تأمین و کیفیت غذاهای آماده پرداخته‌اند. آن‌ها برای بهبود کیفی در یک هزینه مؤثر سه جواب پیشنهاد داده‌اند (ادلر و همکاران، ۲۰۱۳). وو رام کیم<sup>۱۲</sup> و همکاران در مقاله‌ای جهت بررسی میزان تازگی مواد غذایی در انبارهای سرد، روشی را برای تعدیل کیفیت غذا بر اساس میزان دما و رطوبت ارائه داده‌اند. آن‌ها با استفاده از مدل مرکز ثقل و الگوریتم ژنتیک در جهت طولانی‌تر کردن عمر مواد غذایی و کمینه کردن ضایعات بهره برده‌اند (وو کیم و همکاران، ۲۰۱۳). ت. مائیتی و ب.س. گیری<sup>۱۳</sup> در مطالعه‌ی خود به بررسی یک زنجیره تأمین چرخه-بسته تحت قیمت و کیفیت محصول وابسته به تقاضا پرداخته-

<sup>4</sup> . Rong, A., R. Akkerman, and M. Grunow

<sup>5</sup> . Aiyong Rong

<sup>6</sup> mixed-integer linear programming

<sup>7</sup> Xiaojun Wang, Dong Li

<sup>8</sup> Min Yu, Anna Nagurney

<sup>9</sup> Gang Xie

<sup>10</sup> Toke Koldborg Jensen

<sup>11</sup> Jens Adler-Nissen

<sup>12</sup> Woo Ram Kim

<sup>13</sup> T. Maiti, B.C. Giri

اند. در این مطالعه شرکت تولید کننده‌ای در نظر گرفته شده که محصول خود را تحت کیفیتی خوب به خرده فروش داده و توسط آن، آنرا به مردم می‌فروشد و یک شخص سومی محصولات مصرف شده را به شرکت تولیدکننده برمی‌گرداند تا دوباره برای فروش آماده شود. در انتهای این مطالعه هم مثالی در این جهت آورده شده است (مائیتی و گیری، ۲۰۱۴). در مقاله‌ی موزن چو<sup>۱۴</sup> و همکاران به بهینه‌سازی کنترل دما برای کیفیت غذاهای فاسد شدنی پرداخته شده است. آنها در این مقاله تابع هدفی جهت کمینه کردن زوال مواد غذایی و هزینه کنترل دما در نظر گرفته شده است. در نهایت هم یک مثال عددی جهت بررسی تأثیر مدل پیشنهادی ارائه شده است (چو و همکاران، ۲۰۱۴). مینگ جوان دینگ<sup>۱۵</sup> و همکاران در مقاله‌ی خود به بررسی رابطه‌ی بین کیفیت اشتراک‌گذاری اطلاعات و کیفیت غذا در زنجیره تأمین در صنعت فرآوری گوشت گاو استرالیا پرداخته‌اند. آنها در این مقاله با طراحی مدلی سعی به نشان دادن اهمیت اعتماد و درک به اشتراک‌گذاری اطلاعات بین شرکت‌ها بر کیفیت غذا داشته‌اند (دیمگ و همکاران، ۲۰۱۴)؛ و.ا. ریچیکما<sup>۱۶</sup> و همکاران در مطالعه خود در زمینه برنامه‌ریزی تأمین با مبنای کیفیت، از برنامه‌ریزی تصادفی<sup>۱۷</sup> برای کاهش عدم قطعیت استفاده کرده‌اند. آنها همچنین در این مدل تقاضای تمام کیفیت‌های مورد نیاز را برآورده کرده و هزینه‌های حمل و نقل را کمینه کرده‌اند. سپس آنرا در دنیای واقعی نیز امتحان کرده‌اند (ریچیکما و همکاران، ۲۰۱۳). یانگ وانگ<sup>۱۸</sup> در رساله‌ی دکترای خود به بررسی کیفیت، کارایی و پایداری در زنجیره تأمین سرویس غذایی و به صورت تخصصی غذاهای آماده پرداخته است. او به صورت مفصل به یکپارچه‌سازی کیفیت پویای محصولات غذایی در زنجیره تأمین و پایداری آنها پرداخته است (یانگ وانگ، ۲۰۱۳).

با عنایت به مطالب فوق، این موضوع قابل برداشت است که یک شکاف تحقیقاتی در مورد سیستم‌های زنجیره تأمین چرخه بسته در مورد اقلام فسادپذیر وجود دارد. البته موردی در این زمینه مطالعه داشته است اما با در نظر گرفتن فرضیات بسیار و پارامترهای کم و البته اینکه این مدل به صورت مدل غیرخطی طراحی و حل شده است. پس با توجه به اهمیت زنجیره تأمین چرخه بسته اقلام فسادپذیر و تبیین نشدن دقیق این حوزه، این شکاف تحقیقاتی جهت مطالعه بیشتر در این تحقیق انتخاب شده است.

لذا، در پژوهش حاضر با استفاده از برنامه ریزی خطی به دنبال بهینه‌سازی سود برای سیستم زنجیره تأمین چرخه بسته‌ای می‌باشد که در انتهای سه سطح اصلی آن یعنی تولیدکنندگان، مراکز توزیع و خرده‌فروشان، شرکت شخص سومی وجود دارد که میزانی از محصولات مصرف شده توسط مشتریان را جهت بازتولید جمع‌آوری کرده و به تولیدکنندگان می‌فروشد. این مدل درآمد، هزینه‌های تولید، نگهداری، حمل و نقل، سرمایه‌ش، خرید از شرکت شخص سوم و هزینه‌ی امحای ضایعات را برای بهینه‌سازی سود در نظر می‌گیرد. هدف از این مدل‌سازی بهینه‌سازی سود شرکت اصلی (که شامل سه سطح اصلی می‌باشد) است. شایان ذکر است که هزینه‌ها با تولید در سطح کیفیت بالاتر و نگهداری در دمای پایینتر افزایش می‌یابند که هر دوی اینها باعث ارائه‌ی کیفیت بهتر به مشتریان می‌شوند.

## ۲. روش‌شناسی تحقیق

در این تحقیق یک مدل زنجیره تأمین بسته مد نظر گرفته شده است. به این صورت که تولیدکننده‌ها در مراکز مختلف محصولات متنوعی را تولید می‌کنند. سپس این محصولات جهت توزیع به مراکز توزیع منتقل می‌شوند و پس از آن نیز از مراکز توزیع به خرده‌فروشان انتقال داده می‌شوند. تمامی محصولات فسادپذیر در نظر گرفته شده‌اند؛ به صورتی که ابتدا در سطح کیفیت خاصی تولید می‌شوند و سپس بنا به شرایط دمایی نگهداری محصولات، در هر دوره‌ی زمانی میزانی از کیفیت آن‌ها کاسته می‌شود. تولید در سطح کیفیت بالاتر و نگهداری در دمای پایینتر باعث تحمیل هزینه‌های بیشتر خواهد شد. اگر

<sup>14</sup> Musen Xue

<sup>15</sup> Ming Juan Ding

<sup>16</sup> W.A. Rijpkema

<sup>17</sup> stochastic programming

<sup>18</sup> Yang Wang

سطح کیفیت از میزان مشخصی که آنرا سطح کمینه مجاز کیفیت می نامیم، کمتر شود، آن کالا ضایعات محسوب خواهد شد. شرکت سومی نیز وجود دارد که قسمتی از محصولات مصرف شده را جمع آوری می کند و سپس به شرکت تولیدکننده می-فروشد. این محصولات با صرف هزینه کمتر می توانند دوباره به محصول تازه تبدیل شوند. در این میان هدف این تحقیق بیشینه کردن سود شرکت تولیدکننده می باشد.

لذا، مدلسازی مسئله به شکل ذیل طراحی می گردد:

**اندیس ها:**

$i$ : محصولات ( $i=1,2,\dots,ni$ )

$j$ : شاخص تسهیلات (برای تسهیلات تولید، توزیع و خرده فروشان)

$jk$ : جفت نشان دهنده ی کمان از  $j$  به  $k$

$q$ : سطح کیفیت

$m$ : دما ( $m=1,2,\dots,s$ )

$t$ : زمان ( $t=1,2,\dots,T$ )

$P$ : مراکز تولیدی

$D$ : مراکز توزیع

$R$ : مراکز خرده فروشی

$U$ : تسهیلات تولید و توزیع ( $U = P \cup D$ )

$N$ : تمام تسهیلات ( $N = P \cup D \cup R$ )

$A$ : تمام کمان ها

**پارامترها:**

$M$ : عددی بزرگ

$lmax_i$ : بیشترین زمان تحویل برنامه ریزی شده از تولیدکننده به خرده فروش برای محصول  $i$

$cap_{ijt}$ : ظرفیت تولید تسهیل  $j$  در دوره  $t$  برای محصول  $i$

$ctr_{ijkm}$ : هزینه برای حمل یک محصول در هر دوره در کمان  $jk$  در دمای  $m$  برای محصول  $i$

$cc_{ijm}$ : هزینه سرمایه ی تسهیل  $j$  در هر دوره در دمای  $m$  برای محصول  $i$

$cs_{ijm}$ : هزینه انبارش محصول  $i$  در هر دوره در دمای  $m$  در تسهیل  $j$

$cp_{ijqt}$ : هزینه تولید هر واحد محصول  $i$  با کیفیت  $q$  در تسهیل  $j \in P$  در دوره ی  $t$  از مواد اولیه خام

$cw_{ij}$ : هزینه امحای محصول  $i$  که کیفیت آن در تسهیل  $j$  از کمینه کیفیت مورد قبول پایین تر آمده

$d_{ikt}$ : تقاضای  $k \in R$  در دوره ی  $t$  از محصول  $i$

$qmax_i$ : بیشینه کیفیت برای محصول  $i$

$qmin_{ij}$ : کمترین سطح کیفیت محصول  $i$  در تسهیل  $j$

$\Delta q_{ijm}$ : افت کیفیت در یک دوره برای محصول  $i$  ذخیره شده در تسهیل  $j \in U$  در دمای  $m$

$\Delta q_{ijkm}$ : افت کیفیت در هر دوره در حمل و نقل در کمان  $jk$  در دمای  $m$  برای محصول  $i$

$np_{jk}$ : تعداد دوره هایی که در حمل و نقل در کمان  $jk$  می گذرد

$usp_i$ : قیمت نهایی فروش هر واحد کالای  $i$  در خرده فروشی

$uws_p_i$ : قیمت عمده فروشی هر واحد کالای  $i$

$cpr_{ijqt}$ : هزینه تولید هر واحد محصول  $i$  با کیفیت  $q$  در تسهیل  $j \in P$  در دوره  $t$  از مواد اولیه برگشتی

$ct_i$ : هزینه خرید مواد اولیه برگشتی مورد نیاز برای تولید هر واحد محصول  $i$   
 $cct_i$ : هزینه جمع آوری و فرآیند لازم برای فروش هر واحد کالای  $i$  برای شرکت شخص سوم  
 $rr_i$ : نرخ جمع آوری کالای  $i$  برای شرکت شخص سوم  
 $buy_{it}$ : میزان خرید از شرکت شخص سوم

متغیرهای تصمیم:

$I_{ijqmt}$ : میزان موجودی کالای  $i$  با کیفیت  $q$  در تسهیل  $j$  با دمای  $m$  در دوره  $t$   
 $flow_{ijkqmt}$ : میزان جریان محصول  $i$  در کمان  $jk$  در دوره  $t$  با دمای  $m$  با کیفیت  $q$  در تسهیل  $j$  (نقطه ابتدایی کمان)  
 اگر محصول  $i$  در تسهیل  $j$  در دوره  $t$  با دمای  $m$  نگهداری شود  
 در غیر اینصورت  
 $Z_{ijmt}$   
 اگر تجهیزات حمل و نقل در کمان  $jk$  برای حمل کالای  $i$   
 از دمای  $m$  در دوره  $t$  استفاده کند  
 در غیر اینصورت  
 $O_{ijkmt}$   
 $ap_{ijt}$ : میزان تولید محصول  $i$  در کارخانه‌ی تولیدی  $j \in P$  از مواد اولیه خام  
 $w_{ijt}$ : میزان ضایعات کالای  $i$  در تسهیل  $j$  در دوره  $t$

تابع هدف:

$$\begin{aligned} \text{Max } z = & \sum_{i=1}^{ni} \sum_{k \in R} \sum_{t=1}^T \sum_{s=1}^{leadmax_i} uws p_i \times d_{ikt} \\ & - \sum_{i=1}^{ni} \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^s \sum_q \sum_{jk \in A} ctr_{ijkm} \times flow_{ijkqmt} \times np_{jk} \\ & - \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^s \left( \sum_i \sum_{j \in U} cc_{ijm} \times Z_{ijmt} \right. \\ & \left. + \sum_{i=1}^{ni} \sum_{j \in U} \sum_q cs_{ijm} \times I_{ijqmt} \right) \\ & - \sum_{i=1}^{ni} \sum_{j \in U} \sum_t cw_{ij} \times w_{ijt} - \sum_i \sum_{j \in U} \sum_q \sum_t ap_{ijt} \times cp_{ijqt} - \sum_i \sum_t buy_{it} \end{aligned}$$

تابع هدف مذکور میزان سود را بیشینه می‌کند که در واقع میزان درآمد از فروش منهای تمام هزینه‌های تولید، نگهداری، سرمایه‌ش، حمل و نقل، امحای ضایعات و خرید از شرکت شخص سوم می‌باشد

محدودیت‌ها:

$$\sum_m^s I_{ijqmt+1} = \sum_m^s I_{ijq+\Delta q_{ijm}mt} + ap_{ijt} + \sum_{k \in R} rr_i \times d_{ikt} - \sum_m^s \sum_{k \in D} flow_{ijkqmt} \quad \forall i, j \in P, q \in \{q | qmin_{ij} \leq q \leq qmax_{ij}\}, t \quad (1)$$

$$\sum_m^s I_{ijqmt+1} = \sum_m^s I_{ijq+\Delta q_{ijm}mt} + \sum_{k \in P} flow_{ikjq+\Delta q_{ijkm}mt} - \sum_m^s \sum_{k \in R} flow_{ijkqmt} \quad \forall i, j \in D, q \in \{q | qmin_{ij} \leq q \leq qmax_{ij}\}, t \quad (2)$$

$$w_{ijt} = \sum_m^s \sum_{q=qmin_i}^{qmin_i+\Delta q_{ijm}-1} I_{ijqmt} \quad \forall i, j \in U, t \quad (3)$$

$$\sum_m^s \sum_{j \in D} \sum_{q \geq qmin_i} flow_{ijkq+\Delta q_{ijkm}mt-np_{jk}} = d_{ijt} \quad \forall i, k \in R, t \quad (4)$$

$$\sum_{q \geq qmin_i+\Delta q_{ijkm}} flow_{ijkqmt} \leq M \times O_{ijkmt} \quad \forall i, j, k \in A, m, t \quad (5)$$

$$\sum_{q \geq qmin_i+\Delta q_{ijkm}} flow_{ijkqmt} \geq O_{ijkmt} \quad \forall i, j, k \in A, m, t \quad (6)$$

$$\sum_m^s O_{ijkmt} \leq 1 \quad \forall i, j, k \in A, t \quad (7)$$

$$I_{ijqmt} \leq M \times z_{ijmt} \quad \forall i, j \in U, q \in \{q | q \geq qmin_i\}, m, t \quad (8)$$

$$\sum_m^s z_{ijmt} = 1 \quad \forall i, j \in U, t \quad (9)$$

$$\sum_{q \geq qmin_i} ap_{ijqt} \leq cap_{ijt} \quad \forall i, j \in U, t \quad (10)$$

$$buy_{it} \leq \sum_{k \in R} rr_i \times d_{ikt-1} \quad \forall i, t \quad (11)$$

محدودیت (1) محدودیت کنترلی جهت کنترل میزان موجودی در سایت‌های تولیدی می‌باشد  
 محدودیت (2) محدودیت کنترلی جهت کنترل میزان موجودی در مراکز توزیع می‌باشد

محدودیت (3) کالاهای با کیفیت پایینتر از کمینه کیفیت مشخص شده را ضایعات می‌گیرد  
 محدودیت (4) محدودیت کنترلی جهت تأمین تقاضای خرده‌فروش برای هر کالا در کیفیت مشخص می‌باشد  
 محدودیت‌های (5) و (7) بیانگر این می‌باشند که تنها زمانی تجهیزات حمل و نقل استفاده می‌شوند و یک دمای خاص برای آن‌ها بکار برده می‌شود که جریانی در آن کمان وجود داشته باشد  
 محدودیت (6) جهت افزایش کارایی جواب اضافه شده است  
 محدودیت (8) نشان‌دهنده‌ی این است که هر انبار تنها در یک دما در هر دوره نگهداری می‌شود و تا این موضوع یعنی نگهداری کالا در دمای مشخص اتفاق نیفتد موجودی نیز نخواهیم داشت  
 محدودیت (9) نشان‌دهندی این است که تنها یک دما برای هر تسهیلی می‌تواند انتخاب شود  
 محدودیت (10) تضمین می‌کند که تولید کمتر از ظرفیت تولید است  
 محدودیت (11) تضمین می‌کند که خرید از شرکت شخص سوم کمتر از ظرفیت آن است  
 این مدل با استفاده از نرم‌افزار گمز<sup>۱۹</sup> و استفاده از داده‌های فرضی که توسط فایل‌های اکسل<sup>۲۰</sup> فراخوانی می‌شوند حل شده است. در این مدل فرضی ۳ نوع محصول، ۳ مرکز تولید، ۶ مرکز توزیع، ۱۲ خرده‌فروش، ۲۰ سطح کیفی، ۱۵ دمای متفاوت جهت نگهداری محصولات در ۲۰ دوره در نظر گرفته شده است.

### ۳. یافته‌ها

با توجه به اینکه، این مدل به نحوی نیست که بتوان آن را نشان داد (بطور خلاصه)، بنابراین به تحلیل حساسیت روی هزینه‌ها و درآمدها بسنده شده است.  
 در این تحلیل حساسیت بر روی تمام هزینه‌ها و درآمدها بطور جداگانه و بدون تغییر موارد دیگر، سه حالت بدبینانه، متوسط و خوشبینانه در نظر گرفته شده است؛ بطوریکه در حالت بدبینانه اگر آن معیار از نوع هزینه است ۱۰٪ بیشتر و اگر آن معیار از جنس درآمد است ۱۰٪ کمتر در نظر گرفته شده است. برای حالت خوشبینانه هم اگر آن معیار از جنس هزینه است ۱۰٪ کمتر و اگر آن معیار از جنس درآمد بوده ۱۰٪ بیشتر در نظر گرفته شده است. در حالت متوسط هم که آن معیار مقدار متوسط خود را شامل شده است.  
 در نهایت به ازای هر یک از سه حالت هر معیار، با اجرای مدل رد نرم‌افزار گمز، میزان تابع هدف یا همان سود مورد نظر بدست آورده شده است. لازم به تذکر است که همواره میزان تابع هدف در حالت متوسط برابر مقدار اجرای اولیه است که مقدار ۷۱۵۶۱۵۶۶۶ واحد سود را منجر می‌شود. نتایج برست آمده از این عمل به شرح جدول زیر قابل مشاهده است (نتایج حالت متوسط به دلیل یکسان بودن، آورده نشده است):

جدول شماره (۱): نتایج بدست آمده از میزان تابع هدف (سود)

پارامتر	حالت	میزان تابع هدف (سود)
Cc	(-۱۰٪) خوشبینانه	۷۱۵۶۱۵۸۱۰
	(+۱۰٪) بدبینانه	۷۱۵۶۱۵۶۶۹
Cs	(-۱۰٪) خوشبینانه	۷۱۵۷۱۶۲۳۱
	(+۱۰٪) بدبینانه	۷۱۵۵۱۱۹۲۵
ctr	(-۱۰٪) خوشبینانه	۷۱۶۹۵۴۲۴۰

<sup>19</sup> GAMS

<sup>20</sup> Excel

	(+٪۱۰) بدبینانه	۷۱۴۲۷۷۲۲۰
CW	(-٪۱۰) خوشبینانه	۷۱۵۶۱۵۶۶۶
	(+٪۱۰) بدبینانه	۷۱۵۶۱۵۶۶۶
CP	(-٪۱۰) خوشبینانه	۷۱۶۳۰۵۴۷۵
	(+٪۱۰) بدبینانه	۷۱۴۹۲۶۶۱۱
cap	(+٪۱۰) خوشبینانه	۷۱۵۶۱۵۶۶۶
	(-٪۱۰) بدبینانه	۷۱۵۶۱۵۶۶۶
$\Delta q$	(-٪۱۰) خوشبینانه	۷۱۵۹۹۱۵۶۳
	(+٪۱۰) بدبینانه	۷۱۵۲۲۹۱۰۹
D	(+٪۱۰) خوشبینانه	۶۴۴۰۵۴۰۲۲
	(-٪۱۰) بدبینانه	۷۸۷۱۷۷۳۱۱

همانطور که جدول یک نشان میدهد، تأثیر بعضی عوامل مانند تقاضا روی سود بیشتر از بقیه عوامل است و تأثیر بعضی عوامل مثل CW و Cap هم چون مدل در جواب نهایی ضایعات در نظر نمی‌گیرد یا چون از حداکثر ظرفیت استفاده نمی‌کند، صفر می‌باشد و یعنی هیچ تأثیری بر سود ما ندارد. ضمناً اگر تأثیر افزایش هزینه‌ها روی سود که باعث کاهش آن شده است و مواردی دیگر را مورد بررسی قرار دهیم خود نشانگر اعتبار مدل حاضر می‌باشد.

#### ۴. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر، با هدف ارائه یک مدل جهت بهسازی میزان تولید و مدیریت کیفیت آن در زنجیره تامین انجام شد. در این راستا مدلی بررسی شد که جهت بهینه‌سازی سود در شرکتی خاص بهینه‌سازی می‌شد. در این شرکت که دارای تنوع محصولات (در مثال عددی ۳ عدد) و سه سطح اصلی بود، مراکز تولید (در مثال عددی ۳ عدد)، مراکز توزیع (در مثال عددی ۶ عدد) و مراکز توزیع (در مثال عددی ۱۲ عدد) قرار داشتند. تولیدات این شرکت در هر سطح کیفی خاص با هزینه‌ی خاصی تولید می‌شدند که کیفیت بیشتر هزینه بیشتر را موجب می‌شد. آنگاه کیفیت کالاهای تولیدشده وابسته به دمای نگهداریشان، چه در مراکز تولید، چه در مراکز توزیع و چه در حمل و نقل، کاسته می‌شد که اگر در هر جایی از این سیستم، کیفیت محصول از حدی پایین‌تر می‌آمد کالا ضایعات محسوب می‌شد و هزینه‌ی امحا را نیز شامل می‌شد. سپس شرکت شخص سومی نیز وجود داشت که مقداری مشخص از کالاهای مصرف شده را جمع و به تولیدکننده برای بازتولید می‌فروخت.

در این میان با استفاده از مثال عددی تحلیل حساسیتی بر روی عوامل تأثیرگذار بر روی سود انجام شد که در نهایت مشخص شد، تأثیرگذارترین عامل که به نحو بسزایی سود را تعیین می‌کند تقاضا می‌باشد و این موضوع مهمترین موضوعی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1. Adler-Nissen, J, et al. (2013). Improving the supply chain and food quality of professionally prepared meals. *Trends in Food Science & Technology*, 2013. 29(1): p. 74-79.
2. Kim, W.R., et al. (2015). Freshness Gauge based cold storage management: A method for adjusting temperature and humidity levels for food quality. *Food Control*, 2015. 47: p. 510-519.
3. Lee, S.-H., Y. Amer, and G. Fauza. (2013). Model of an Integrated Procurement-Production System for Food Products Incorporating Quality Loss during Storage Time. *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, 2013. 1(1): p. 17-21.
4. Maiti, T. and B.C. Giri. (2014). A closed loop supply chain under retail price and product quality dependent demand. *Journal of Manufacturing Systems*, 2014.
5. Ming Juan, D, et al. (2014). Relationships between quality of information sharing and supply chain food quality in the Australian beef processing industry. *The International Journal of Logistics Management*, 2014. 25(1): p. 85-108.
6. Rijpkema, W.A., et al. (2013). Application of stochastic programming to reduce uncertainty in quality-based supply planning of slaughterhouses. *Annals of Operations Research*, 2013: p. 1-12.
7. Rong, A., R. Akkerman, and M. (2011). Grunow, An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 2011. 131(1): p. 421-429.
8. Wang, J., T. Chen, and J. Wang. (2015). Research on Cooperation Strategy of Enterprises; Quality and Safety in Food Supply Chain. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2015. 2015: p. 15.
9. Wang, X. and D. Li. (2012). A dynamic product quality evaluation based pricing model for perishable food supply chains. *Omega*, 2012. 40(6): p. 906-917.
10. Wang, Y. and M. (2013). Grunow, Quality, efficiency, and sustainability in the foodservice supply chain. The case of professionally prepared meals, ed. R. Akkerman. 2013: Department of Management Engineering, Technical University of Denmark.
11. Xie, G., S. Wang, and K.K. Lai. (2011). Quality improvement in competing supply chains. *International Journal of Production Economics*, 2011. 134(1): p. 262-270.
12. Xue, M., J. Zhang, and W. (2014). Tang, Optimal temperature control for quality of perishable foods. *ISA Transactions*, 2014. 53(2): p. 542-546.
13. Yu, M. and A. Nagurney. (2013). Competitive food supply chain networks with application to fresh produce. *European Journal of Operational Research*, 2013. 224(2): p. 273-282.

## Providing model to optimize the production and quality management in the supply chain

Javad Tajik <sup>\*1</sup>, Armin Jabbarzadeh <sup>2</sup>

*1. MA student in Industrial Engineering -optimization of systems, University of Science and Technology*

*2. Assistant Professor of Department of socio-economic systems, Faculty of Industrial Engineering, University of Science and Technology, Iran*

---

### Abstract

The aim of this study is to provide a model for improving the production and its quality management in the supply chain. For this purpose, a supply chain system of cycle loop of perishable items with three main levels is considered including manufacturers, distributors and retailers and a third party company that collects an amount of products consumed by customers for recycling and sells to manufacturers. Linear programming is used for modeling. This model is solved using the software GAMZ and using hypothetical data that by Excel files are calling. The purpose of this model is maximization of profit of parent company (which includes three original levels). Manufacturing facilities, distribution and retailers are main levels and there is a third person that collects an amount of goods consumed by customers for recycling and sells to manufacturers. The results showed that the effect of some factors such as the demand on the profit is more than other factors and the effect of some factors such as the cw and cap is zero because the model is not considered in final answer of wastes or because not uses the maximum capacity, and it means that it has no effect on our profits. In addition, if the effect of increasing the costs on the profit that caused to reduce it and investigate other items demonstrating the validity of the present model.

**Keywords:** Supply chain of closed loop, quality, linear programming, perishable items

---