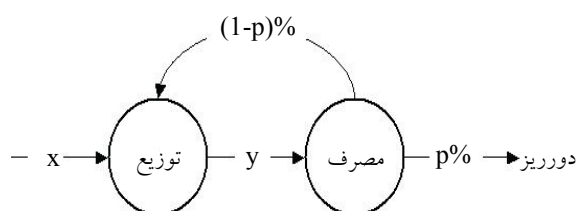


شکل ۱- نمودار تبدیل کلی مواد اولیه به روغن مصرفی

### مدل‌های عرضه و تقاضای روغن

در چرخه‌های عرضه و تقاضای روغن‌های موتور و صنعتی واحدهایی فعالیت می‌کنند که همواره مقداری از روغن‌های کارکرده یا سوخته را با عملیات پالایش، جداسازی و اضافه کردن مواد افزودنی<sup>۲</sup> به‌عنوان روغن موتور یا روغن صنعتی جدید عرضه می‌کنند که در ظاهر و اغلب در باطن، تفاوتی با روغن‌های اول ندارند، این روغن‌ها در مقایسه با روغن‌های تولید شده در پالایشگاه که تصفیه اول هستند، روغن تصفیه دوم نام گرفته‌اند. بنابراین اولین پیچیدگی مدل حاضر این است که تولید دقیقاً معادل مصرف نیست و جریانی از make-up به چرخه بازمی‌گردد. در چنین حالتی مدل ساده در شکل ۲ را در نظر بگیرید:



شکل ۲- نمودار چرخه برگشت روغن‌های تصفیه شونده

اگر  $x$  واحد روغن به مصرف‌کننده‌ای با مصرف  $y$  واحد برسد و به نسبت  $p$  در این مصرف‌کننده (مثلاً ماشین آلات مصرف‌کننده روغن هیدرولیک) دورریز شود، به این ترتیب مقدار واقعی روغن تجمعی در توزیع عبارت است از:

$$x + \sum_{i=1}^n y_i \quad (1)$$

اگر مقدار تعادلی این روغن خواسته شود،  $x$  باید نامحدود فرض شود والا تعداد دفعاتی است که یک واحد تصفیه،

است. تاکنون تحقیق جامع و نظام‌مندی در مورد بازار و ظرفیت‌های روغن در کشور انجام نشده است. این مطلب علیرغم وجود منابع عظیم مواد اولیه (نفت خام)، رشد بخش صنعت و تقاضای روغن‌های صنعتی و نیز تولید رو به فزونی انواع خودرو، حائز اهمیت است و ضرورت انجام چنین مطالعاتی را مضاعف می‌کند. با هدف انجام این تحقیقات، داده‌ها و آمار و ارقام بازار، طبقه‌بندی، تحلیل و بررسی شده و نهایتاً ظرفیت‌های اقتصادی قابل سرمایه‌گذاری شناخته و معرفی شده‌اند. به دلیل ماهیت ناپیوستگی محصول، داده‌های بازار که از منابع متفاوت به‌دست آمده است بعضاً دچار تناقضات و ناهمخوانی بوده است که مدل حاضر سعی کرده است چنین خطاهایی را تعدیل کند.

### مدل‌های تولید و مصرف روغن

نمودار کلی شکل ۱ گویای تبدیل مواد اولیه به روغن مصرفی است.

تقریباً از هر واحد نفت خام، ۱۵ درصد واحد روغن پایه مطلوب به‌دست می‌آید و از هر واحد برش روغن<sup>۱</sup> ۰/۳۳ واحد، روغن پایه به‌دست می‌آید. از اتلاف مواد در واحدهای تولیدکننده و پالایشگاه صرف نظر شده است. به این ترتیب برای تولید ۱ واحد روغن، به ۶/۰۶ واحد نفت خام نیاز است. روغن نهایی توسط واحدهای صنعتی و دارندگان خودروهای موتوری و دیزلی مصرف می‌شود. از تولید تا مصرف روغن‌ها، مسیرها و گره‌های دیگری وجود دارد که در مدل‌های بعد به آن پرداخته خواهد شد. واردات و صادرات نیز باید به عنوان مبادی عرضه و تقاضا در بازار هر محصول و از جمله روغن بررسی شوند.

1. Lubcut  
2. Additive

در چرخه فوق مسیرهای دیگری وارد می‌کنند. در مورد روغن موتور نیز کم و بیش چرخه عرضه و تقاضا به همین سیاق است. با ورود متغیرهای واردات، تولید و صادرات مدل کاملتری به دست می‌آید که در اینجا به طور کامل به شرح آن پرداخته می‌شود. این مدل مبنای محاسبات ظرفیت‌های اقتصادی در این مقاله قرار گرفته است.

### شرح مدل مصرف

مدلی که این مقاله پیشنهاد می‌کند مطابق شکل ۳ است. گره‌ها با مستطیل و نهاده‌ها با دایره‌های شماره‌دار مشخص می‌شوند. هر نهاده مسیری بین دو گره متوالی را طی می‌کند و حجم جاری در این مسیر با متغیر  $Y_i$  نشان داده می‌شود. از آنجا که همواره در بازار هر کالا، مسیرهای غیر قانونی و بعضاً غیر شفاف در توزیع و مصرف وجود دارد، این مسیرها با خط چین نشان داده شده‌اند. یافتن آمار دقیق در این مسیرها منوط به آگاهی از آمار درست سایر مسیرهای قانونی است. با برقراری شرط تعادل برای هر نهاده می‌توان به حجم جریان‌های غیر شفاف بین گره‌ها دست یافت. شرط تعادل، ناظر بر این نکته است که مقادیر ورودی و خروجی از هر نهاده، برابر بوده و جمع جبری مسیرهای منتهی به هر نهاده صفر است.

برابری‌های زیر نشان دهنده برقراری شرط تعادل در نهاده‌های ۱ تا ۶ است:

$$Y_1 = Y_4 + Y_5 \quad (5) \quad \text{نهاده ۱: روغن پایه}$$

$$Y_6 = Y_7 \quad (6) \quad \text{نهاده ۲: روغن پایه وارداتی}$$

$$Y_2 + Y_8 + Y_{11} + Y_{12} = Y_{10} + Y_{13} + Y_{14} \quad (7) \quad \text{نهاده ۳: روغن موتور}$$

$$Y_3 + Y_9 + Y_{18} + Y_{19} = Y_{15} + Y_{16} + Y_{17} \quad (8) \quad \text{نهاده ۴: روغن صنعتی}$$

$$Y_{20} = Y_{21} + Y_{22} \quad (9) \quad \text{نهاده ۵: روغن موتور کارکرده}$$

$$Y_{24} = Y_{26} + Y_{27} + Y_{30} \quad (10) \quad \text{نهاده ۶: روغن صنعتی کارکرده}$$

تنها مقادیر نهاده‌های ۷ و ۸ (روغن موتور و صنعتی دورریز) در حالت پایدار برابر صفر نیستند و مقدار روغن‌های دور ریز (غالباً به صورت دفع در طبیعت) را مشخص می‌کنند:

$$X_7 = Y_{23} + Y_{28} \quad (11)$$

$$X_8 = Y_{25} + Y_{29} \quad (12)$$

نکته مهم در تعریف و بسط این مدل، تعادل در عرضه

عمل پالایش روغن کارکرده و فراوری مجدد آن را به اتمام می‌رساند. با توجه به نامعلوم بودن  $n$  و اهمیت مقداری که پس از تعادل در بخش توزیع کننده می‌ماند ( $p$  کوچکتر از ۱ معادل ضریب دورریز) و خواهیم داشت:

$$x + [(1-p)x] + [(1-p)(1-p)x] + \dots + [(1-p)^n X] = x [1 + (1-p) + \dots + (1-p)^n] = x \left[ \frac{1 - (1-p)^{n+1}}{p} \right] \quad (2)$$

به این ترتیب اگر یکبار روغن عرضه شده برای بار اول تصفیه شود، معادله ۲ ساده‌تر می‌گردد:

$$x \left[ \frac{1 - (1-p)^2}{p} \right] = x(2-p) \quad (3)$$

اما در عمل تعداد دفعات تصفیه نامحدود است و از طرفی هر بار در زمان توزیع، واحد مصرف‌کننده روغن‌های تصفیه اول و دوم را بدون هیچ اولویت و تفاوتی از واحد توزیع کننده دریافت می‌کند و بنابراین رد روغن تصفیه دوم گم می‌شود. با این توصیف سری مربوط به بی نهایت میل می‌کند و حاصل جمع به ترتیب زیر است:

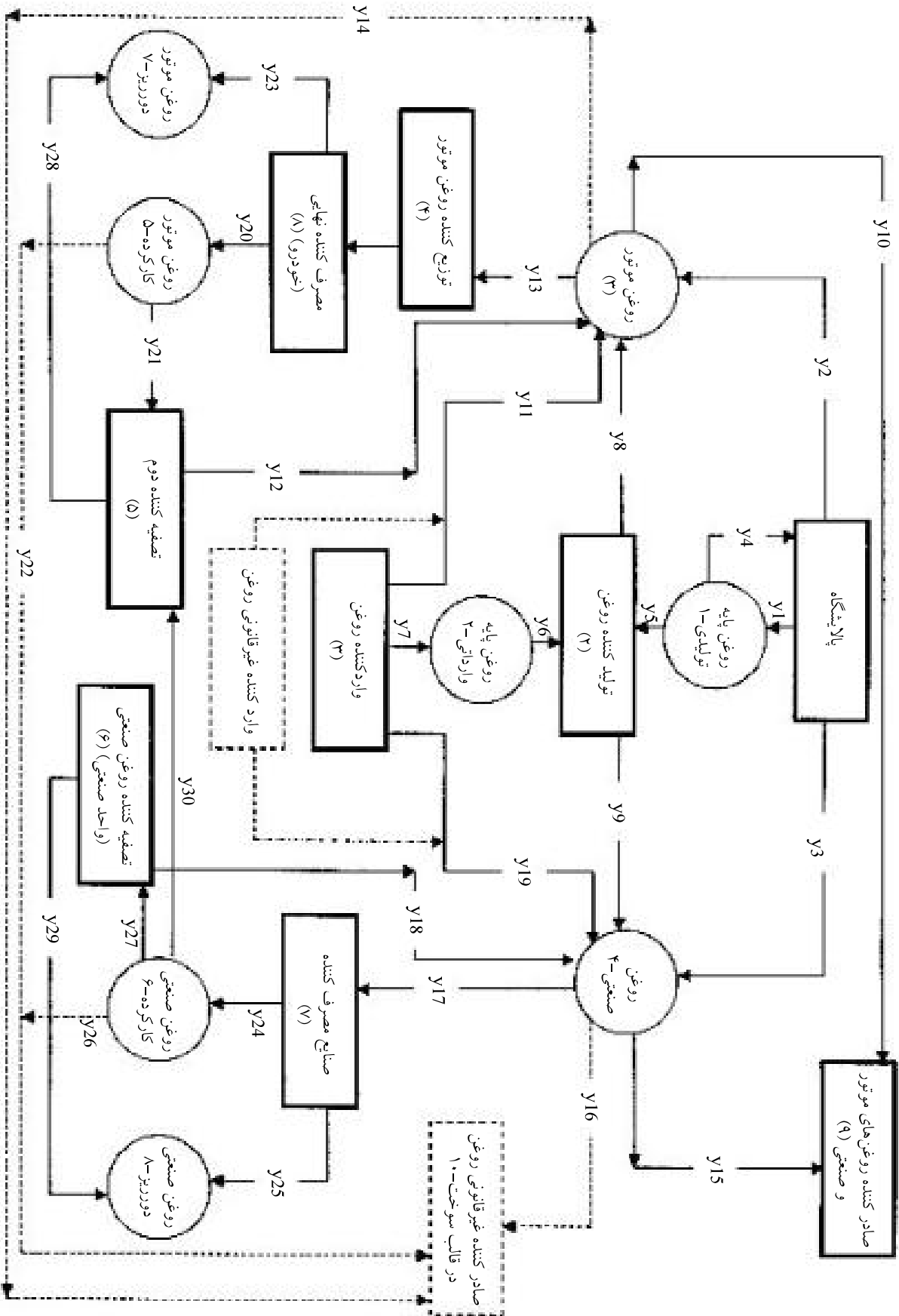
$$(P < 1): x \left[ \sum_{0}^{\infty} (1-P)^i \right] = x \left[ \frac{1}{1 - (1-p)} \right] = \frac{x}{p} \quad (4)$$

یعنی به جای توزیع  $x$  واحد روغن به واحد مصرف کننده، معادل  $\frac{x}{p}$  یعنی عکس نسبت ضرایب ضایعات در مقدار تقاضای آن واحد توزیع می‌شود.

### مدل کامل مصرف روغن‌ها

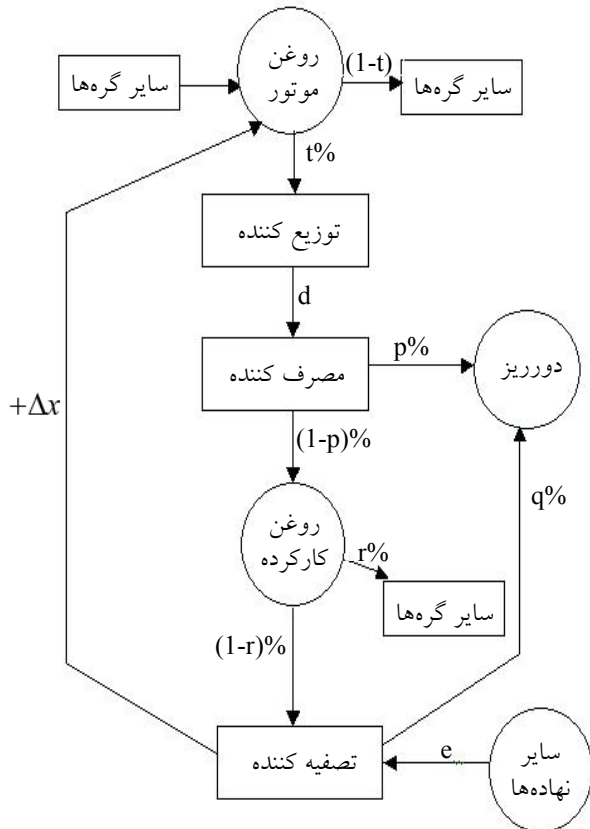
مفروضاتی که چرخه واقعی تولید، توزیع و مصرف روغن در بازار واقعی ایجاد می‌کند، نمودار بخش قبل را بسیار پیچیده‌تر می‌کند. این فرضیات و شرایط عبارتند از: درصد ضایعاتی که عملاً واحد تصفیه کننده متحمل می‌شود، خروج روغن از واحد توزیع کننده به سمت مسیرهای دیگر از جمله صادرات، میزان تقاضای واحد صنعتی که از غیر از واحد توزیع کننده تأمین می‌شود و نیز درصدی از روغن کارکرده که توسط خود واحد صنعتی تصفیه و مجدداً استفاده می‌شود.

نکته قابل ذکر دیگر اینکه غالباً روغن‌های سوخته با حجم بیشتری از روغن‌های موتور مخلوط شده و بنابراین



شکل ۳- مدل تولید، توزیع و مصرف انواع روغن

- از کل میزان موجود در نهاده روغن موتور،  $t$  درصد به توزیع کنندگان داخلی و مابقی به سایر گره‌ها ارائه می‌شود.



شکل ۴- چرخه مصرف روغن موتور

#### محاسبات پارامتریک

$x_1$  = میزان اولیه نهاده روغن موتور  
 $d = tx_1$  = میزان روغن دریافت شده توسط توزیع/مصرف کننده  
 $d(1-p)$  = میزان روغن کارکرده  
 $d(1-p)(1-r) + e$  = میزان روغن دریافت شده توسط تصفیه کننده  
 $(1-q)[d(1-p)(1-r) + e]$  = میزان روغن اضافه شده به نهاده روغن موتور

اگر مقدار روغن وارد شده به واحد تصفیه دوم از سایر نهاده‌ها یعنی  $e(1-q)$ ، از میزان اضافه شده فوق یا  $\Delta x$  کم شود، بقیه عبارت از مقدار  $d$  کمتر است زیرا  $(1-p)(1-r)(1-q)$  از ۱ کمتر است. مطابق آنچه در مدل ساده make-up شرح داده شد، معادل  $d(1-p)(1-r)(1-q)$  عرضه واقعی این حلقه

و تقاضاست. حال با جایگذاری ارقام و اطلاعات بازار در هریک از مسیرها می‌توان تحلیل را کامل کرد. در واقع عدم تعادل در ورود و خروج چنین جریان‌هایی می‌تواند نشانگر سه عامل اصلی به شرح زیر باشد:

الف- وجود حجمی از کالای قاچاق شده و مبادلات پنهان به دلیل عدم توانایی سیستم‌های کنترل عبور کالا  
 ب- وجود مقادیر ثبت نشده در آمار و ارقام‌های رسمی به دلیل ضعف عملکرد سیستم‌های جمع‌آوری اطلاعات  
 ج- ظرفیت‌های خالی تولید و حجم اقتصادی قابل سرمایه‌گذاری

از آنجا که هدف اصلی این تحقیق تعیین جریان‌های دقیق در دو کالای روغن موتور و صنعتی است، چرخه‌های مربوط به این دو نهاده اصلی در اینجا بررسی می‌شوند.

#### تحلیل پارامتریک بازار

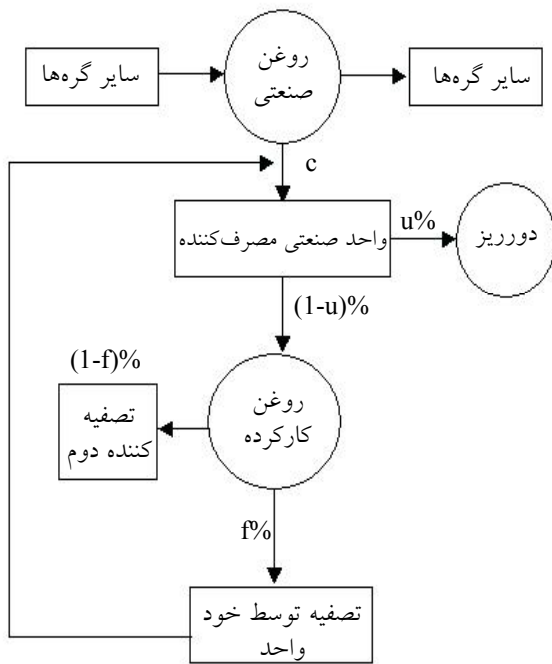
در چرخه تعادلی روغن موتور:

- گره‌های خارج از حلقه تعادلی، به‌عنوان سایر گره‌ها مطرح شده‌اند.  
 - توزیع کننده کل، روغن موتور را به حجم  $d$  به واحدهای مصرف کننده (عموماً خودروها) می‌فروشد.  
 - میزان به هدر رفتن روغن توسط صاحبان خودرو به‌طور متوسط  $P$  درصد است.

- مقداری از روغن قابل تصفیه که در واحدهای تصفیه، دوم مجدداً به روغن موتور تبدیل نشده و در واقع به هدر می‌روند به طور متوسط  $q$  درصد است.

- میزانی از روغن کارکرده که به واحد تصفیه کننده می‌رسد معادل  $(1-r)$  درصد از کل روغن‌های کارکرده است. ( $r$  درصد به سایر گره‌ها از جمله صادرات غیرقانونی انتقال می‌یابد).  
 - سایر نهاده‌ها از جمله واحدهای صنعتی، روغن کارکرده خود را که البته رقم قابل توجهی نیست به میزان  $e$  واحد حجمی به واحد تصفیه کننده می‌فروشند.

- از سهمی از محصول تصفیه کننده دوم که روغن پایه بدون افزودنی است صرف نظر می‌شود، زیرا اکثر قریب به اتفاق واحدهای تصفیه کننده دوم با اضافه کردن افزودنی به روغن پایه، روغن‌های موتور که یکی از نهاده‌های مورد محاسبه در این بخش است را به‌دست می‌دهند.



شکل ۵- چرخه مصرف روغن صنعتی

روغن موتور می‌شود و تنها بخش ناچیزی که توسط خود واحد مصرف کننده تصفیه می‌شود (با ضریب  $f\%$ ) به نهاده اصلی باز می‌گردد. از طرفی مقداری که از این چرخه به چرخه قبلی جابه‌جا می‌شود برابر است با  $e=(1-u)(1-f)c$  و بنابر دو مدل بحث شده داریم:

$$D=(1-u)(1-f)c(1-q)+d/[(1-q)(1-r)(1-P)] \quad (13)$$

همچنین با توجه به رابطه 'make-up' مجدداً مقداری که عرضه واقعی روغن صنعتی را تشکیل می‌دهد معادل  $c/[(1-f)u]$  این مقدار با  $C$  نشان داده می‌شود. اما  $D$  همان حجم قابل مصرف در چرخه اول است که بنا بر قاعده کلی بازار، هر کالا معادل جمع جبری تولید، واردات و صادرات است که صادرات با علامت منفی جمع می‌شود:

$$P+I-X=(1-u)(1-f)(1-q)c+[(1-q)(1-r)(1-p)]^{-1}d \quad (14)$$

که در این رابطه،  $P$ ،  $I$  و  $X$  به ترتیب تولید، واردات و صادرات از نهاده اول (روغن موتور) و همچنین  $P'$ ،  $I'$  و  $X'$  به ترتیب، تولید، واردات و صادرات از نهاده دوم (روغن صنعتی) است، رابطه فوق از نظر برقراری ارتباط میان تقاضای روغن موتور و صنعتی قابل توجه است.

را مشخص می‌کند. حال با اضافه کردن مقدار  $e(1-q)$  مقدار کل روغن قابل تزریق یعنی روغنی که با تقاضای  $d$  توزیع می‌شود عبارت است از:  $(1-q)(1-r)(1-P)d+e(1-q)$  که بیشتر از مقدار  $d$  اولیه است. این مقدار با  $D$  نمایش داده می‌شود.

### چرخه تعادلی روغن صنعتی

این بخش قسمت دیگری از نمودار مرتبط با چرخه عرضه و تقاضا در بخش روغن‌های صنعتی است که به این شکل نشان داده شده است:

-  $c$  واحد حجمی بین واحدهای صنعتی است که در داخل کشور توزیع می‌شود.  
- به میزان  $u$  درصد از روغن‌های مصرف شده در این واحدها دور ریز می‌شود.

- از حجم قاچاق روغن‌های کارکرده صرف نظر می‌شود.  
- بسیاری از واحدها، اقدام به فروش یا ارائه روغن‌های کارکرده به تصفیه دومی‌ها می‌کنند، این روغن‌ها غالباً با روغن‌های موتور مخلوط شده و قابل تفکیک نیست، تعداد معدودی از مصرف کنندگان نظیر متقاضیان روغن ترانس با یک دستگاه سانتریفوژ، کار تصفیه (فیلتراسیون) را انجام می‌دهند و نظر به حجم ناچیز روغن تصفیه شده در این فرایند، با توجه به اینکه قیمت روغن‌های کارکرده تقریباً چهار برابر قیمت آزاد سوخت (عمدتاً گازوییل) است، فرض می‌شود که این روغن‌ها به‌عنوان جایگزینی برای سوخت در شرایط فعلی مطرح نمی‌باشند و لذا کلیه روغن‌های کارکرده صنعتی به واحدهای تصفیه کننده دوم می‌رسد.

- تنها  $w$  درصد از کل نهاده روغن صنعتی در بخش صنایع داخلی مصرف می‌شود.

### محاسبه پارامتری:

$$c = w \times x_2 = \text{میزان روغن دریافت شده توسط صنایع}$$

$$c(1-u) = \text{میزان روغن کارکرده صنعتی}$$

$$c(1-f) = \text{میزان مصرف دریافت شده توسط تصفیه دوم}$$

نکته حائز اهمیت و در واقع تفاوت این چرخه با چرخه قبلی، عدم برگشت به نهاده اصلی است. روغن کارکرده صنعتی عملاً وارد تصفیه کننده دوم و چرخه اول یعنی

**مطالعه موردی**

خلاصه‌ای از نتایج حل عددی مدل فوق برای روغن‌های صنعتی در جدول ۱ آمده است.

لازم به توضیح است که مقادیر متغیرهای جریان یعنی  $y_1$  تا  $y_{30}$  به دلیل پرهیز از شلوغی جدول حذف شده است و هر جا که نیاز بوده، از مجموع یا ترکیب آن‌ها استفاده شده است. خواننده محترم می‌تواند با مقادیر مختلف این متغیرها، مدل مزبور را بیازماید.

مدل‌سازی این تحقیق منجر به معادله‌ای شد که بر اساس آن می‌توان معادله‌ای بین اجزای تقاضای کل، یعنی هرکدام از روغن‌های موتور و صنعتی برقرار کرد. از سوی دیگر می‌توان با معادل سازی C و جمع جبری تولید، واردات و صادرات در بخش روغن‌های صنعتی به نتیجه زیر رسید:

$$P' + I' - X' = [(1-f)u]^{-1}c \quad (15)$$

جدول ۱- معرفی پارامترها و نتایج حل عددی مدل چرخه مصرف روغن‌های صنعتی

عامل	شرح	مقدار عددی (درصد یا لیتر)	توضیح
P	درصد میزان روغن موتور دورریز	۲۰٪	(توسط صاحبان خودرو)
q	درصد میزان روغنی که در واحدهای تصفیه کننده دورریز می‌شوند	۴۰٪	
d	میزان توزیع روغن موتور تولید شده بین مصرف کنندگان	۱۰۰۰	(تقاضای داخلی روغن موتور)
r	درصد میزان انتقال روغن موتور به گره‌های غیرقانونی	۲۰٪	
u	درصد میزان دورریز روغن صنعتی در واحدهای صنعتی	۱۰٪	
t	درصد میزان روغن موتور توزیع شده بین توزیع کنندگان داخلی	۱۰٪	
w	درصدی از میزان روغن صنعتی تولید شده که صادر می‌شود	۳۵٫۶٪	
c	میزان توزیع روغن صنعتی تولید شده بین مصرف کنندگان	۱۰۰	(تقاضای داخلی روغن صنعتی)
f	درصدی از میزان روغن صنعتی که توسط واحد صنعتی مصرف کننده تصفیه می‌شود	۵٪	
e	میزان جابه جایی روغن بین دو چرخه روغن موتور و صنعتی	۸۵٫۵	$(1-f)(1-u)c$
D	میزان حجم قابل مصرف در چرخه اول با احتساب برگشتی‌ها	۲۶۵۵٫۴۶	$(1-u)(1-f)c(1-q) + d / [(1-q)(1-r)(1-P)]$
C	میزان عرضه واقعی روغن صنعتی	۱۰۵۲٫۶۳	$c / [(1-f)u]$
$P+I-X$	جمع جبری تولید، واردات و صادرات در بخش روغن‌های موتوری	۲۶۵۵٫۴۶	D
$P'+I'-X'$	جمع جبری تولید، واردات و صادرات در بخش روغن‌های صنعتی	۱۰۵۲٫۶۳	C
$S_t$	میزان عرضه کل روغن صنعتی	۱۰۰۰	مطابق نمودار $Y_{3+}Y_9+Y_{18+}Y_{19}$
$D_t$	میزان تقاضای کل روغن صنعتی	۹۰۰	$Y_{17+}Y_{15}$
$D_t S_t$	میزان کمبود روغن صنعتی	۱۰۰	$-214.2+[1-(1-f)u]y_{17} - A$
A	خالص ورود غیرقانونی روغن صنعتی	۱۸۵ میلیون	
$y_{17}$	مصرف واقعی روغن‌های صنعتی در داخل	۳۰۰ میلیون	از برابری $I-X=0$

**نتیجه‌گیری**

محاسبه و تحلیل بازار روغن‌های صنعتی و موتورنی نیازمند آگاهی از مجموعه بزرگی از متغیرها در بخش تولید و عرضه و تقاضاست. چنانچه در این مقاله عنوان شد، دستیابی به یک مدل صحیح از عرضه و تقاضای این کالاها از طریق شبیه‌سازی نمودارهای تعادلی و بررسی جریان‌های جاری بین نهاده‌های تولید امکان پذیر شده است. با دانستن متغیرهای مطرح شده در این روابط

ظرفیت‌های نسبتاً دقیق سرمایه‌گذاری در بازار این دو محصول محاسبه خواهد شد. در تحقیق ارائه شده توسط واحد تحقیقات بازار پژوهشگاه صنعت نفت با استفاده از اعداد موجود در بازار و داده‌های جمع‌آوری شده و بر اساس مدل فوق، تخمینی از ظرفیت خالی اقتصادی برای روغن‌های موتور و صنعتی انجام شده است.



## منابع

- [۱] سالنامه آمار بازرگانی خارجی جمهوری اسلامی (واردات)
- [۲] سالنامه آمار بازرگانی خارجی جمهوری اسلامی (صادرات)
- [۳] سالنامه آماری کشور، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مرکز آمار ایران
- [۴] فصلنامه تخصصی روانسازهای صنعتی، روانسازها
- [۵] راهنمای سرمایه‌گذاری واحدهای کوچک صنعتی با توجیه فنی اقتصادی، سازمان صنایع کوچک
- [۶] جزوه آموزشی روغن‌های صنعتی، مرکز تحقیقات روغن پژوهشگاه صنعت نفت، مهشاد علائی
- [۷] راهنمای محصولات شرکت نفت ایرانول
- [۸] راهنمای محصولات شرکت نفت پارس، کاربردها و مشخصات
- [۹] راهنمای کاربردی و مشخصات فراورده‌های روغن موتور شرکت نفت سپاهان
- [۱۰] راهنمای مشخصات و کاربرد محصولات شرکت تولیدی سدید روانگر
- [۱۱] راهنمای کاربرد و مشخصات محصولات، شرکت روانکاران صنعت
- [۱۲] گزارش هیات مدیره شرکت نفت بهران
- [۱۳] فنون تصمیم‌گیری گروهی، مرکز آموزش مدیریت دولتی، سیدامین‌اله علوی
- [۱۴] تحقیقات بازاریابی، سازمان مدیریت صنعتی، محمد زنجانی
- [۱۵] آمار و احتمال، جلیلی خشنود
- [۱۶] فرایند تحلیل سلسله‌براتی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، سیدحسن قلی‌پور
- [۱۷] روش تحقیق در علوم اجتماعی، سازمان انتشارات کیهان، کاظم ایزدی
- [۱۸] لوح فشرده کتاب اول، بانک اطلاعات شهری
- [۱۹] لوح فشرده گنجینه اطلاعات تجاری ایران
- [۲۰] لوح فشرده سازندگان محصولات صنعتی وزارت صنایع و معادن
- [۲۱] ماهنامه نفت پارس، محمد ابراهیم مدرس کمالی
- [۲۲] امکان تولید روغن موتورهای پیشرفته در ایران، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی
- [23] kline 2006-2008 opportunities in lubricants North America the twentieth edition of kline & companys continuing business analysis on the lubricant industry.
- [24] D.theodori, R.J.Saft,H.krop and p.van Broekhuizen, 2003, Development of criteria for the award of the European Eco-label to lubricants,IVAM.
- [25] IENICA, 2000,Summary report for European union
- [26] <http://www.stat-usa.gov/>),
- [27] <http://www.w3c.org/TR/1999/REC-html401-19991224/loose.dtd>
- [28] Bio-Oils Market Study-Executive Summary Written by: Jackie Blondeau,