

## ارایه رویکرد کمی تخصیص تسهیلات به صورت بازی با ترکیب رده‌بندی داده‌کاوی و برنامه‌ریزی دو سطحی تحقیق در عملیات

زنیب حاجی محمدی<sup>۱</sup>، سید مهدی سادات رسول<sup>۲\*</sup>

۱- کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، تهران، ایران

۲- استادیار، دانشگاه خوارزمی، دانشکده مدیریت، تهران، ایران

رسید مقاله: ۱۶ شهریور ۱۳۹۴

پذیرش مقاله: ۹ بهمن ۱۳۹۴

### چکیده

نهادهای دولتی عمدتاً به صورت مستمر در حال باز توزیع منابع مازاد حاصل از نفت و هم‌چنین مالیات در قالب تسهیلات نظام بانکی به عنوان عامل توزیع منابع در میان بنگاه‌های اقتصادی با عاملیت بانک‌ها می‌باشد. این نهادها سیاست‌های کلانی در رابطه با توزیع این منابع دارند که آن را به بانک‌های عامل خود ابلاغ می‌نمایند و در نقطه‌ی مقابل بانک‌های عامل که عامل توزیع تسهیلات میان بنگاه‌ها می‌باشند نیز سیاست‌های تجاری خاص خود را دارند. سیاست‌های دسته‌ی اول عمدتاً مبتنی بر رویکرد "توسعه‌ی پایدار" می‌باشد که رشد بلند مدت کشور را مدنظر قرار می‌دهد در حالی که سیاست‌های دسته‌ی دوم عمدتاً مبتنی بر "سودآوری و ریسک کترنل شده" بانک به عنوان یک نهاد اقتصادی در کوتاه‌مدت و میان‌مدت می‌باشد. این مقاله این رابطه را به صورت یک بازی استکلبرگ و با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی دو سطحی فاصله‌ای و داده‌کاوی و با هدف ایجاد یک تعادل میان منافع متقاضد ذی‌نفعان مدل‌سازی نموده است. به منظور حل مساله یک الگوریتم جدید که ترکیبی از الگوریتم فازی اپیوری (به عنوان رده‌بند داده‌کاوی) و الگوریتم ژنتیک دو سطحی می‌باشد موسوم به الگوریتم ژنتیک فازی اپیوری دو سطحی ارایه شده است.<sup>۱</sup> نتایج مقاله با سه سناریوی دیگر مورد مقایسه، بررسی و اعتبارسنجی قرار گرفته است.

**کلمات کلیدی:** تخصیص منابع اعتباری، توسعه‌ی پایدار، برنامه‌ریزی دو سطحی، داده‌کاوی.

### ۱ مقدمه

روند توزیع مازاد در آمدهای مبتنی بر نفت در کشور در خلال برنامه‌ی پنجم و برنامه‌ی ششم توسعه‌ی کشور ایران مبتنی بر سرمایه‌گذاری و عدم هزینه کرد آن در بودجه جاری دولت تا حد ممکن قرار گرفته است. توزیع منابع به صورت صحیح از طریق صندوق توسعه‌ی ملی به بانک‌های عامل صورت می‌گیرد و سپس بانک‌های عامل پس

عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیک: sadatrasoul@alumni.iust.ac.ir

<sup>۱</sup> Genetic algorithm fuzzy apriori bi-level based algorithm(GAFABBA)

از ارزیابی طرح‌ها این منابع را در اختیار شرکت‌های بخش خصوصی قرار می‌دهند. به صورت خلاصه مسؤولیت هر لایه به صورت زیر قابل‌بیان است: صندوق توسعه‌ی ملی بر مبنای سیاست تامین خوارک مناسب صنعت به صورت پایدار و تاثیر کم‌تر تحریم بر خوارک (در صورت وارداتی بودن)، در نظر گرفتن و ایجاد تعادل در سیاست‌های تولید برای جایگزینی واردات و تولید برای صادرات، استراتژیک بودن کالا و ... تصمیم‌گیری در مورد اعطای تسهیلات به یک طرح را انجام می‌دهد. بانک‌های عامل در حال حاضر بر مبنای سیاست‌های داخلی خود طرح‌های معرفی شده را ارزیابی می‌نمایند. با توجه به تنوع بانک‌ها و سیاست‌های هر یک از آن‌ها در حد اکثر نمودن سودآوری و حداقل نمودن ریسک اعتباری، هر یک از بانک‌ها سیاست خاص خود را در تخصیص تسهیلات اجرا می‌نمایند. در مرور ادبیات، تحقیقات اندکی مرتبط با حوزه‌ی صندوق‌های ثروت ملی انجام شده است از جمله یو و همکاران یک روش ماکریزم‌ساز مطلوبیت CPRA<sup>1</sup> و می‌نیم‌سازی VAR برای بهینه‌سازی تخصیص دارایی‌های استراتژیک مطرح نموده‌اند. آن‌ها از NSGA II<sup>2</sup> برای دستیابی به راه حل بهینه‌ی پارتو استفاده نموده‌اند<sup>[۱]</sup>، ترکیب تحقیق در عملیات و داده‌کاوی در سال‌های اخیر نیز به صورت گسترشده مورد استفاده نموده‌اند<sup>[۲]</sup>.

این مقاله این رابطه را به صورت یک تصمیم‌گیری دوستحی مدل‌سازی نموده است، در این نوع از تصمیم‌گیری تصمیم‌گیر سطح بالاتر<sup>۱</sup> ابتدا تصمیم خود را در شرایط با اطلاعات کامل اتخاذ می‌نماید سپس تصمیم‌گیر سطح پایین تر<sup>۲</sup> در یک فضای ایزوله و با در نظر گرفتن تصمیم فردی‌های تصمیم خود را اتخاذ می‌نماید. در این حالت برنامه‌ریزی‌های مختلفی در شرایط واقعی در مرور ادبیات وجود دارد. برای مثال در ترافیک شهری: برنامه‌ریزی کلان توسط مراکز کنترل ترافیک شهری برای کنترل تجهیزات خیابان‌ها (رهبر)، برنامه‌ریزی خرد توسط عابرین و خودروها (دبیله‌رو) و یا در سیاست‌گزاری مالیاتی: برنامه‌ریزی و تدوین متغیرهای کلان اخذ مالیات توسط سازمان مالیاتی (رهبر)، برنامه‌ریزی خرد توسط شرکت‌ها و بنگاه‌ها برای به حداقل رساندن مالیات (دبیله‌رو).

در ادامه در بخش دوم مقاله یک مدل دوستحی جدید ارایه و در بخش سوم الگوریتم حل این مدل توضیح داده شده است. در بخش چهارم آزمایش‌ها و مقایسه‌ی نتایج با سایر سناریوهای انجام و نهایتاً در فصل پنجم جمع‌بندی ارایه شده است.

## ۲ مفاهیم اولیه و مورد نیاز

### ۱-۲ مفروضات مدل‌سازی

با توجه به محدودیت‌های فضایی مقاله این فرض‌های زیر را در نظر گرفته است:

۱. مقاله صرفاً تخصیص‌های سرمایه در گردش را مد نظر قرار داده است (عدم در نظر گرفتن تخصیص سرمایه‌ی ثابت)؛

<sup>1</sup> upper level  
<sup>2</sup> Low level

۲. در بحث تئوری توسعه‌ی پایدار متغیرهای مختلفی مانند میزان "دی‌اکسید کربن" تولیدی به ازای یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری در یک صنعت خاص" و ... نیز به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات و داده‌ها کنار گذاشته شده است.<sup>۱</sup>
۳. در این مقاله برای انجام آزمایش‌ها، صندوق توسعه‌ی ملی به عنوان نهاد دولتی در نظر گرفته شده است.

## ۲-۲ توسعه‌ی پایدار<sup>۱</sup> و اثرات آن بر رتبه‌بندی‌های گوناگون

توسعه‌ی پایدار رویکردی در سازماندهی و تخصیص منابع است که بر مبنای توسعه‌ی بلندمدت در کشورها بنا نهاده شده است. هم‌چنین این رویکرد بر مفهوم نگهداری ظرفیت‌های توسعه محیط‌زیست و ... برای نسل‌های آینده تاکید دارد. این رویکرد جنبه‌های مختلفی شامل توسعه‌ی اقتصادی، توسعه‌ی اجتماعی و توسعه‌ی محیط‌زیست را دربرمی‌گیرد و برای هر یک شاخص‌های مختلفی جهت پایش آن‌ها تاکنون ارایه شده است. گزارش سازمان ملل متحد برای ارزیابی مستمر توسعه‌ی پایدار بیش از ۴۴۰ شاخص را بیان می‌نماید. در این مقاله برخی از شاخص‌های منتخب در قالب محدودیت‌های زیر مورد استفاده قرار گرفته است.

### ۲-۱ مزیت رقابتی<sup>۲</sup>

قابلیت‌های یک کشور/استان/منطقه برای تولید یک محصول/خدمت با فرصت‌های آسان‌تر و هزینه‌ی کم‌تر مزیت رقابتی آن منطقه اطلاق می‌شود<sup>[۳]</sup>. به منظور اندازه‌گیری مزیت رقابتی یک منطقه به شاخص‌هایی نیاز داریم. یکی از این شاخص‌ها شاخص مزیت رقابتی آشکارشده<sup>۳</sup> (*RCA*) می‌باشد. از *RCA* به منظور اندازه‌گیری مزیت رقابتی در حوزه‌ی یک‌سری خدمات و یا محصولات استفاده می‌شود. بلاسا پس از مدتی شاخص جدیدتری از *RCA* ابداع نموده که فرمول آن به صورت ذیل می‌باشد<sup>[۴]</sup>:

$$BI_{RCA} = \left( E_{ij} / E_{it} \right) / \left( E_{nj} / E_{nt} \right) \quad (1)$$

که در آن  $E$  نشان دهنده‌ی میزان صادرات،  $i$  نشان دهنده‌ی منطقه،  $j$  نشان دهنده‌ی منطقه،  $t$  نشان دهنده‌ی نوع صنعت و  $n$  مجموعه‌ای از مناطق است که مزیت رقابتی آن‌ها نسبت به یکدیگر در صنایع مختلف در حال ارزیابی می‌باشد. *RCA* میزان صادرات یک منطقه را نسبت به سایر مناطق بررسی می‌نماید. اگر  $1 > BIRCA$  باشد آنگاه مزیت رقابتی آشکار می‌گردد و می‌توان گفت که منطقه‌ی مورد نظر نسبت به سایر مناطق در صنعت مورد بررسی مزیت دارد. لارسن بعد این شاخص را تخصصی نموده و نرمال نمود. فرمولی که وی ارایه کرد به صورت ذیل می‌باشد<sup>[۵]</sup>:

$$L_{RCA} = \left( BI_{RCA} - 1 \right) / \left( BI_{RCA} + 1 \right) \quad (2)$$

<sup>1</sup> Sustainable development

<sup>2</sup> Comparative advantage

<sup>3</sup> revealed comparative advantage (RCA)

این شاخص می‌تواند مقادیری بین ۱-۱+ اتخاذ نماید و بنابراین متقارن می‌باشد. اگر  $L_{RCA} > 0$  باشد آن‌گاه مزیت رقابتی برای آن منطقه آشکار می‌شود. در این مقاله و مقالات مستخرج از آن از شاخص  $L_{RCA}$  با مقدار تغییرات در فرمول اصلی استفاده شده است. شاخص مورد استفاده در این مقاله به صورت ذیل می‌باشد:

$$BL_{tg} = \left( E_{tg} / \sum_{t=1}^{n_t} E_{tg} \right) / \left( \sum_{g=1}^{n_g} E_{tg} / \sum_{t=1}^{n_t} \sum_{g=1}^{n_g} E_{tg} \right)$$

And for  $L_{tg}$ :

$$L_{tg} = (BI_{tg} - 1) / (BI_{tg} + 1) \quad (3)$$

## ۲-۲-۲ فضای فرهنگی کسب و کار منطقه<sup>۱</sup>

از منظر اقتصادی، اقتصاد یک منطقه قابل تقسیم به دو بخش بومی (پایه) و غیربومی (غیرپایه) است. اقتصادهای پایه اقتصادهایی هستند که توانمندی صادرات به سایر مناطق را دارا می‌باشند و اقتصاد غیرپایه برای پشتیبانی از اقتصاد پایه در منطقه مورد نظر فعالیت می‌نماید و نه به عنوان صادرکننده و منشاء درآمد معمولاً فضای فرهنگی کسب و کار منطقه بر اقتصاد بومی منطقه تکیه دارد و ارتباطات غیر رسمی در شبکه‌های اجتماعی منطقه بر مبنای آن شکل گرفته و ایجاد شده است.  $LQ$  شاخصی است که این فضای فرهنگی کسب و کار منطقه را اندازه‌گیری می‌نماید و آن را می‌توان به صورت زیر فرمول نمود:

$$LQ_{tg} = \left( J_{tg} / \sum_{t=1}^{n_t} J_{tg} \right) / \left( \sum_{g=1}^{n_g} J_{tg} / \sum_{t=1}^{n_t} \sum_{g=1}^{n_g} J_{tg} \right) \quad (4)$$

که در آن نشان‌دهنده‌ی  $J_{tg}$  میزان اشتغال ایجاد شده در بخش صنعتی  $t$  در منطقه  $g$  می‌باشد. هم‌چنین

$$\sum_{g=1}^{n_g} J_{tg} \text{ نشان‌دهنده‌ی کل اشتغال منطقه } g \text{ می‌باشد.}$$

صنعت  $t$  می‌باشد و نهایتاً  $\sum_{t=1}^{n_t} \sum_{g=1}^{n_g} J_{tg}$  نشان‌دهنده‌ی کل اشتغال مناطق در کلیه حوزه‌های صنعتی می‌باشد. اگر

$LQ_{tg} > 1$  باشد آن‌گاه منطقه صادرکننده می‌باشد و صنعت  $t$  به عنوان صنعت بومی آن منطقه شناخته می‌شود.

اگر  $LQ_{tg} < 1$  باشد آن‌گاه منطقه‌ی واردکننده بوده و  $t$  نشان‌دهنده‌ی اقتصاد غیر بومی این منطقه می‌باشد و احتمالاً منطقه‌ی اقتصاد دیگری را به عنوان اقتصاد بومی خود دارا می‌باشد.

## ۳-۲ تولید اشتغال، استخدام در مناطق جغرافیایی و مهاجرت جمعیت

یکی از عوامل مهم در توسعه‌ی پایدار اشتغال در مناطق جغرافیایی مختلف و جلوگیری از انشاست جمعیت در مناطق جغرافیایی مشخص می‌باشد مبحوثی که عمده‌تاً در بحث‌های آمایش سرزمینی مطرح می‌گردد، کارگر/دانشگر محور بودن<sup>۲</sup> صنایع نسبت به دارایی محور بودن آن‌ها است. میزان استفاده از نیروی کار در برابر

<sup>1</sup>Population work culture

<sup>2</sup>Labor intensiveness

استفاده از تجهیزات و دارایی‌ها در صنایع مختلف به ازای یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری اندازه‌گیری شده است، به این معنی که به صورت تقریبی می‌توان بیان نمود که به ازای یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری چه میزان نیروی کاردر هر یک از حوزه‌های صنعتی دارای شغل می‌شوند (مستقیم، غیر مستقیم و مشتق شده)<sup>۷</sup>. این موارد در جدول زیر قابل مشاهده می‌باشد:

جدول ۱. میزان اشتغال مستقیم به ازای یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری

گروه صنعت	کشاورزی	خدمات و زیرساخت	نفت و پتروشیمی	صنعت و معدن	میانگین اشتغال مستقیم به ازای یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری
۱۲	۱۰	۱/۱	۸		

اشغال مستقیم ناشی از افتتاح نهایی پروژه‌هایی است که در آن‌ها سرمایه‌گذاری می‌شود، اشتغال غیر مستقیم ناشی از عملیات خرید کالاها و خدمات لازم برای ساخت پروژه می‌باشد و نهایتاً هنگامی که کل مصرف و هزینه کرد در اقتصاد افزایش می‌یابد اشتغال مشتق شده ایجاد می‌شود<sup>۸</sup>. هم‌چنین ملاحظات دیگری نیز در نوع ایجاد اشتغال وجود دارد به این معنی که درصورتی که سرمایه‌گذاری در بخش زیرساخت صورت گیرد انگیزه‌ی بیش‌تر برای سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و خارجی در قالب FDI برای سرمایه‌گذاری در منطقه به وجود می‌آید؛ لذا باید که این پتانسیل‌ها در سرمایه‌گذاری در مناطق مورد توجه قرار گیرد.

### ۳-۲ تشریح مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی

از نشانه‌ها و علایم زیر برای مدل‌سازی مساله برای فازهای دوم و سوم روش تحقیق استفاده شده است:

**واحدهای:** اعتبار تخصیص داده شده (میلیون دلار)

**اندیس‌ها و مجموعه‌ها:**

$t$ : اندیس نوع صنعت؛  $\{1, \dots, n_t\}$

$p$ : اندیس استان؛  $\{1, \dots, n_p\}$

$a$ : اندیس نکول/عدم نکول متقاضی  $a$ ؛  $\{1, \dots, n_a\}$

**متغیرهای تصمیمی:**

$X_g$ : میزان اعتبار تخصیص داده شده به منطقه‌ی  $g$  به نوع صنعت  $t$ ، (اعتبار تخصیص داده شده به کشاورزی در استان البرز) بر حسب میلیون دلار (متغیر تصمیم دولت/بخش عمومی).

$X_a$ : معتبر بودن/نبودن متقاضی اعطای تسهیلات  $a$  (متغیر تصمیم بانک‌های عامل/برابر یک در صورت معتبر بودن برابر با صفر در صورت معتبر نبودن).

<sup>۱</sup> direct, indirect and induced job Creation

حاجی محمدی و سادات رسول، ارایه رویکرد کمی تخصیص تسهیلات به صورت بازی با تکیب رده بندی ...

#### پارامترها:

$C$ : کل اعتبار قابل تخصیص.

$C_a$ : کل اعتبار قابل تخصیص به متقاضی  $a$  (هر متقاضی خود داخل یک منطقه  $g$  و یک نوع صنعت  $t$  درخواست خود را داده است).

$C_t$ : کل اعتبار قابل تخصیص به نوع صنعت  $t$ .

$C_g$ : کل اعتبار قابل تخصیص به منطقه  $g$ .

$C_{CT}$ : کل اعتبار قابل تخصیص که نوع وثائق<sup>۱</sup> آن  $CT$  باشد (وثائق می‌تواند از انواع طبقات نقد، منقول و ... باشد).

$C_{TC}$ : کل اعتبار قابل تخصیص که نوع صنعت<sup>۲</sup> آن  $TC$  باشد (وثائق می‌تواند از انواع طبقات نقد، منقول و ... باشد).

$J_{dt}$ : شغل مستقیم قابل ایجاد در نوع صنعت  $t$  به ازای یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری.

$J_{it}$ : مجموع شغل غیر مستقیم و مشتق شده قابل ایجاد در نوع صنعت  $t$  به ازای یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری.

$P_{tg}$ : میزان سود مورد انتظار از ایجاد و فعالیت نوع صنعت  $t$  در منطقه  $g$ .

$T$ : حداقل درصد صحت قابل قبول برای پایگاه قواعد بانک‌های عامل روی داده‌های تست.

$C_{NRB}$ : پارامتر نشان‌دهنده حداکثر تعداد قواعد قابل قبول برای یک پایگاه قاعده از منظر بانک‌های عامل.

$E_e$ : کل استغال مستقیم برنامه‌ریزی شده جهت ایجاد.

$E_g$ : مجموع کل نیروی آماده به کار در منطقه (دارای شغل و بیکار لکن در شرایط آماده به کار، غیر از بازنشته، کودک و...).

$E_{ge}$ : نسبت کل استغال مستقیم ایجاد شده به کل مردم منطقه.

$E_{te}$ : کل استغال مستقیم برنامه‌ریزی شده جهت ایجاد در نوع صنعت  $t$  در کل مناطق.

$E_i$ : کل استغال غیر مستقیم و مشتق شده برنامه‌ریزی شده جهت ایجاد در نوع صنعت  $t$  در کل مناطق.

$E_{gi}$ : نسبت شغل ایجاد شده غیر مستقیم مورد نیاز به کل جمعیت منطقه؛.

$E_{ti}$ : کل میزان استغال مستقیم برنامه‌ریزی شده برای ایجاد در نوع صنعت  $t$ .

$CA_a$ : میانگین حساب جاری برای متقاضی  $a$ .

$EB_a$ : میانگین سابقه‌ی کار با بانک (در قالب اعداد یک سال الی ۵ سال).

$MR_a$ : ریسک بازار هدف متقاضی  $a$ ؛

$MR$ : ریسک بازار هدف سبد اعتباری (متشكل از کلیه متقاضیانی که به آنها تسهیلات داده می‌شود) بانک.

$N_a$ : تعداد متقاضیان در یک محدودیت که برای آنها ویژگی‌های خاصی باید رعایت شود و یا در نظر گرفته شود.

<sup>1</sup> Collateral type

<sup>2</sup> Type of industry credit allocated

$CAWA_a$ : میانگین حساب جاری سبد بانک (برای یک منطقه و یا صنعت و یا ...).

$CT_a$ : نوع وثیقه‌ی تسهیلات دریافتی توسط مقاضی ام.

$AIM$ : فعال بودن و یا نبودن مقاضی تسهیلات در بازار داخل کشور (برابر یک در صورت فعالیت و برابر با صفر در صورت عدم فعالیت).

#### ۲-۴ مدل سیاست‌گذاری تخصیص کلان منابع اعتباری ۱ با رویکرد توسعه بر مبنای تئوری بازی

این مدل به عنوان یکی از نوآوری‌های اصلی این مقاله و بر مبنای وجود یک نهاد دولتی/بخش عمومی به عنوان رهبر و یک بانک عامل به عنوان پیرو تعریف می‌شود که در قالب بازی استکلبرگ با یکدیگر تعامل می‌نمایند. این تعامل برای بررسی اجرای سیاست‌های ملی با استفاده از مشارکت بخش‌های خصوصی اقتصادی به صورت یک بازی مدل‌سازی شده است. در ادامه مدل‌های ریاضی هر یک از طرفین بازی تبیین می‌گردد.

#### ۲-۴-۱ مدل برنامه‌ریزی ریاضی دولت/بخش عمومی (رهبر/پیشو)

مدل ریاضی دولت/بخش عمومی را می‌توان به صورت ذیل فرموله نمود:

$$\text{Max}_{X_{tg}} Z_{GPS} = \sum_{t=1}^{n_t} \sum_{g=1}^{n_g} P_{tg} X_{tg} \quad (5)$$

$$\text{Min}_{X_{tg}} Z_{GPS} = \sum_{t=1}^{n_t} \sum_{g=1}^{n_g} |P_{tg} - \overline{P_{tg}}| / n_t + n_{g-t} X_{tg} \quad (6)$$

$$\text{Max}_{X_{tg}} Z_{GPS}^r = \sum_{t=1}^{n_t} \sum_{g=1}^{n_g} L_{tg} X_{tg} \quad (7)$$

$$\text{Max}_{X_{tg}} Z_{GPS}^e = \sum_{t=1}^{n_t} \sum_{g=1}^{n_g} LQ_{tg} X_{tg} \quad (8)$$

$$\text{Min}_{X_{tg}} d_{GPS}^u = C_g^u - \sum_{t=1}^{n_t} X_{tg} \quad \forall g \quad (9)$$

$$\text{Min}_{X_{tg}} d_{GPS}^v = C_t^u - \sum_{g=1}^{n_g} X_{tg} \quad \forall t \quad (10)$$

$$\text{Min}_{X_{tg}} d_{GPS}^y = E_e^u - \sum_{g=1}^{n_g} \sum_{t=1}^{n_t} J_{dt} X_{tg} \quad (11)$$

$$\text{Min}_{X_{tg}} d_{GPS}^\lambda = E_{ge}^u E_g - \sum_{t=1}^{n_t} J_{dt} X_{tg} \quad \forall g \quad (12)$$

<sup>1</sup> General Bi-level Credit Allocation Model

$$\underset{X_{tg}}{\text{Min}} \ d_{GPS}^u = E_{te}^u - \sum_{g=1}^{n_g} J_{dt} X_{tg} \quad \forall t \quad (13)$$

$$\underset{X_{tg}}{\text{Min}} \ d_{GPS}^v = E_i^u - \sum_{g=1}^{n_g} \sum_{t=1}^{n_t} J_{it} X_{tg} \quad (14)$$

$$\underset{X_{tg}}{\text{Min}} \ d_{GPS}^{vv} = E_{gi}^u E_g - \sum_{t=1}^{n_t} J_{it} X_{tg} \quad \forall g \quad (15)$$

$$\underset{X_{tg}}{\text{Min}} \ d_{GPS}^{vv} = E_{ti}^u - \sum_{g=1}^{n_t} J_{it} X_{tg} \quad \forall t \quad (16)$$

$$s.t. \quad (17)$$

$$\sum_{g=1}^{n_g} \sum_{t=1}^{n_t} X_{tg} \leq C \quad (18)$$

$$C_g^L \leq \sum_{t=1}^{n_t} X_{tg} \leq C_g^U \quad \forall g \quad (19)$$

$$C_t^L \leq \sum_{g=1}^{n_g} X_{tg} \leq C_t^U \quad \forall t \quad (20)$$

$$E_e^L \leq \sum_{g=1}^{n_g} \sum_{t=1}^{n_t} J_{dt} X_{tg} \leq E_e^U \quad (21)$$

$$E_{ge}^L E_g \leq \sum_{t=1}^{n_t} J_{dt} X_{tg} \leq E_{ge}^U E_g \quad \forall g \quad (22)$$

$$E_{te}^L \leq \sum_{g=1}^{n_g} J_{dt} X_{tg} \leq E_{te}^U \quad \forall t \quad (23)$$

$$E_i^L \leq \sum_{g=1}^{n_g} \sum_{t=1}^{n_t} J_{it} X_{tg} \leq E_i^U \quad (24)$$

$$E_{gi}^L E_g \leq \sum_{t=1}^{n_t} J_{it} X_{tg} \leq E_{gi}^U E_g \quad \forall g \quad (25)$$

در این مدل اولین هدف دولت/بخش عمومی در هدف (۵) حداکثر نمودن بازگشت اقتصادی می‌باشد. حداقل نمودن ریسک صنعت هدف دوم می‌باشد که در هدف (۶) بیان شده است. هدف سوم حداکثر نمودن مزیت رقابتی و توزیع منابع اعتباری بر این مبنای باشد که در هدف (۷) بیان شده است. نهایتاً هدف آخر حداکثر نمودن اقتصاد بومی منطقه جهت کمک به توسعه‌ی پایدار در منطقه می‌باشد که در هدف (۸) بیان شده است. اهداف (۹) الی (۱۶) برای حداقل‌سازی فاصله از سقف بالایی موردنیاز برای هدف برای متغیرهای توسعه‌ی پایدار تعریف شده است.

محدودیت (۱۷) این اطمینان را ایجاد می‌نماید که مجموع اعتبار تخصیص داده به استان‌ها و صنایع مختلف از کل اعتبار موجود  $C$  تجاوز نمی‌نماید. محدودیت (۱۸) بیان می‌نماید که اعتبار تخصیص داده شده به هر منطقه بین یک مقدار حداقلی و حداً کثیری می‌باشد. محدودیت (۱۹) بیان می‌نماید که کل اعتبار تخصیص داده شده در هر بخش از صنعت بین یک میزان حداقلی و حداً کثیری قرار می‌گیرد. محدودیت (۲۰) بیان می‌نماید که کل اشتغال مستقیم برنامه‌ریزی شده بین یک میزان حداقلی و حداً کثیری محقق خواهد شد. محدودیت‌های (۲۱) و (۲۲) اجرای سیاست مذکور در محدودیت (۲۰) را برای برنامه‌ریزی اشتغال در سطح مناطق و صنایع مختلف احراز می‌نماید. محدودیت (۲۳) برای وجود یک میزان حداقلی از اشتغال در مجموع شغل‌های غیرمستقیم و مشتق شده ارایه شده است. محدودیت‌های (۲۴) و (۲۵) سیاست مندرج در محدودیت (۲۳) را برای هر منطقه و صنعت احراز می‌نماید.

#### ۲-۴-۲ مدل برنامه‌ریزی ریاضی بانک‌های عامل (پیرو/دنباله رو)

امروزه بانک‌ها و موسسات اعتباری به صورت گسترده از "رتبه‌بندی اعتبار" برای اعطای تسهیلات به هر یک از متقاضیان استفاده می‌نمایند. هر روزه رکوردهای اطلاعات گسترده‌ای از عملیات بانکی مشتریان بانک‌ها جمع‌آوری شده و در نرم‌افزارهای بانکی ذخیره می‌شود. بانک‌ها از این اطلاعات برای بررسی معتبر بودن افراد و یا شرکت‌های متقاضی استفاده می‌نمایند.

روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی مشتریانی به دو دسته‌ی خوب و بد در مرور ادبیات ارایه شده است که در فصول قبلی این مقاله مورد بحث قرار گرفته است. در این بخش از مقاله به دلیل کارایی مناسب و آزمون شده‌ی الگوریتم پیروی فازی که در بخش‌های قبلی نشان داده شد از این الگوریتم برای دسته‌بندی مشتریان به دو دسته‌ی خوب و بد استفاده شده است. هم‌چنین به دلیل اهمیت رتبه‌بندی مشتریان بر مبنای سودآوری از متغیرهای جانشین مانند میانگین گردش حساب و ... به عنوان متغیرهای جانشین که تا حدودی سودآور بودن مشتریان را برای بانک نشان می‌دهد استفاده شده است. در ذیل یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای بانک‌ها ارایه شده است که در قلب آن یک الگوریتم اپیروی فازی کار رده‌بندی مشتریان به دو دسته‌ی خوب و بد را انجام می‌دهد. خروجی این الگوریتم داده کاوی در این مدل استفاده می‌شود. مدل برنامه‌ریزی ریاضی بانک‌ها را می‌توان به صورت ذیل فرموله نمود:

$$\underset{X_a}{\text{Max}} \quad Z_{FI}^l = \sum_{a=1}^{n_a} CA_a X_a \quad (26)$$

$$\underset{X_a}{\text{Max}} \quad Z_{FI}^r = \sum_{a=1}^{n_a} EB_a X_a \quad (27)$$

$$\underset{X_a}{\text{Min}} \quad d_{FI}^r = MR_a^u - MR_a X_a \quad \forall a \quad (28)$$

$$\underset{X_a}{\text{Min}} \quad d_{FI}^l = MR_a^U - \sum_{a=1}^{n_a} MR_a X_a / N_a \quad (29)$$

$$\underset{X_a}{\text{Min}} \ d_{FI}^{\delta} = CAWA_g^U - \sum_{a=1}^{n_a} CAWA_a X_a / N_a \quad \forall a \in g \quad (30)$$

$$\underset{X_a}{\text{Min}} \ d_{FI}^{\gamma} = CAWA^U - \sum_{a=1}^{n_a} CAWA_a X_a / N_a \quad (31)$$

$$\underset{X_a}{\text{Min}} \ d_{FI}^{\nu} = AIM^U - \sum_{a=1}^{n_a} AIM X_a / N_a \quad (32)$$

$$\underset{X_a}{\text{Min}} \ d_{FI}^{\lambda} = C_{CT}^U - \sum_{a=1}^{n_a} C_a X_a \quad (33)$$

$$\underset{X_a}{\text{Min}} \ d_{FI}^{\alpha} = C_{TC}^U - \sum_{a=1}^{n_a} C_a X_a \quad (34)$$

s.t.

$$AC \geq T(AC = f(X_a)) \quad (35)$$

$$NRB \leq C_{NRB} \quad (36)$$

$$MR_a^L \leq MR_a X_a \leq MR_a^U \quad \forall a \quad (37)$$

$$MR^L \leq \sum_{a=1}^{n_a} MR_a X_a / N_a \leq MR^U \quad (38)$$

$$CAWA_g^L \leq \sum_{a=1}^{n_a} CAWA_a X_a / N_a \leq CAWA_g^U \quad \forall a \in g \quad (39)$$

$$CAWA^L \leq \sum_{a=1}^{n_a} CAWA_a X_a / N_a \leq CAWA^U \quad (40)$$

$$AIM^L \leq \sum_{a=1}^{n_a} AIM X_a / N_a \leq AIM^U \quad (41)$$

$$C_{CT}^L \leq \sum_{a=1}^{n_a} C_a X_a \leq C_{CT}^U \quad (42)$$

$$C_{TC}^L \leq \sum_{a=1}^{n_a} C_a X_a \leq C_{TC}^U \quad (43)$$

$$\sum_{a=1}^{n_a} C_a X_a \leq \sum_{g=1}^{n_g} X_{tg}, \forall a \in t \quad (44)$$

$$\sum_{a=1}^{n_a} C_a X_a \leq \sum_{t=1}^{n_t} X_{tg}, \forall a \in g \quad (45)$$

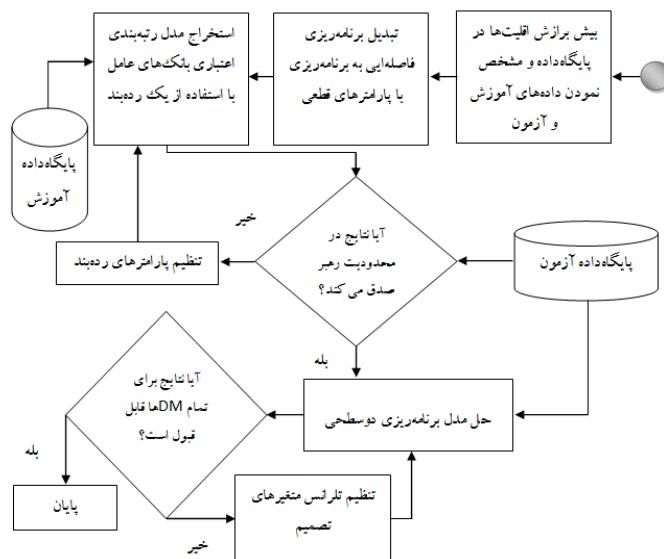
$$X_a \in [0, 1] \quad (46)$$

که در آن هدف (۲۶) نشان می‌دهد که مشتریانی انتخاب می‌شوند که حساب جاری آن‌ها دارای میزان بیشتری از وجه نقد می‌باشد. از آن‌جهت که بانک‌ها در وضع موجود در ایران به این حساب‌ها بهره‌ای نمی‌پردازند؛ لذا

<sup>۱</sup> با استفاده از ماتریس پیجیدگی محاسبه می‌شود و به بردار  $X_a$  بستگی دارد.

داشتن این حساب در بانک‌های ایران با توجه به تورم فعلی کشور بسیار مورد علاقه می‌باشد. سابقه‌ی فعالیت اقتصادی با بانک نیز از دیگر شاخص‌های مهم برای بانک‌ها می‌باشد. به این معنی که هرچه تعداد سال‌های فعالیت یک فرد/شرکت با بانک بیشتر باشد بانک اعتماد بیشتری به وی دارد. هدف (۲۷) به دنبال حداکثر نمودن این شاخص با درنظر گرفتن متغیر میزان فعالیت با بانک است که یک متغیر طبقه‌ای بین یک تا  $n$  سال را می‌تواند اتخاذ نماید. اهداف (۲۸) الی (۳۴) به دنبال حداقل نمودن فاصله از میزان مطلوب سقف متغیرها می‌باشند. محدودیت (۳۵) نشان می‌دهد که پایگاه قواعدی که رده‌بند ایجاد می‌نماید باید دارای حداقل درجه صحت  $T$  روی داده‌های آزمون باشد. محدودیت (۳۶) نشان می‌دهد که بانک علاقه‌مند است تا پایگاه قواعدی که توسط الگوریتم رده‌بندی برای ارزیابی نتایج وی ساخته شده است حداکثر به میزان  $T$  قاعده داشته باشد. محدودیت (۳۷) برای اجتناب از اثرات بازارها بر قابلیت بازگرداندن وام وضع شده است؛ بنابراین ریسک بازار هر یک از مشتریان باید بین یک حداقل و حداکثری قرار گیرد. هم‌چنین در محدودیت (۳۸) بیان شده است که کل ریسک بازار سبد اعتباری بانک باید بین یک میزان حداقلی و حداکثری مشخص باشد. به منظور درنظر گرفتن آمایش جغرافیایی در تخصیص منابع اعتباری در راستای سیاست‌های بانک، محدودیت (۳۹) در نظر گرفته شده است. این محدودیت بیان می‌نماید که میانگین حساب جاری مشتریان بانک در کل یک منطقه‌ی جغرافیایی باید بین یک عدد مشخص حداقل و حداکثری باشد. هم‌چنین میانگین حساب جاری کل سبد اعتباری بانک باید بین یک عدد مشخص حداقلی و حداکثری باشد که در محدودیت (۴۰) این مهم بیان شده است. محدودیت (۴۱) بیان می‌نماید که فعالیت فروش در بازارهای داخلی برای کل سبد اعتباری بانک باید بین یک حداقل و حداکثری باشد. محدودیت (۴۲) بیان می‌نماید که مطابق سیاست‌های بانک باید مجموع طبقات تسهیلات به منظور کاهش ریسک اعتباری بانک در طبقات مشخصی از نوع وثایق قرار گیرد. به منظور انطباق با سیاست‌های نهادهای ناظر مانند بانک مرکزی و وزارت اقتصاد محدودیت (۴۳) وضع شده است، این محدودیت احراز می‌نماید که منابع با درصدهای مشخصی بین انواع شرکت‌ها (مسؤولیت محدود، تعاقنی و ...) توزیع شوند. محدودیت (۴۴) احراز می‌نماید که کل منابع اعتباری قابل تخصیص به نوع صنعت  $t$  از یک میزان مشخصی افزایش نیابد. محدودیت (۴۵) بیان می‌نماید که کل منابع قابل تخصیص به منطقه‌ی  $g$  از یک میزان مجاز تجاوز ننماید. محدودیت (۴۶) نشان‌دهنده اعتبار یک متقاضی می‌باشد. اگر متقاضی معتبر باشد آنگاه  $x_a$  برابر یک و اگر نامعتبر (بد) باشد  $x_a$  برابر صفر خواهد بود.

نهایتاً پس از انجام کلیه آزمایش‌ها مدل تخصیص عمومی منابع اعتباری مبنا قرار گرفت. شکل زیر مراحل لازم برای حل مدل مذکور را بیان می‌نماید:



شکل ۱. مراحل تصمیم‌گیری ترکیبی

## ۵-۲ معرفی روش حل الگوریتم برنامه‌ریزی ریاضی دوستخطی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک<sup>۱</sup>

الگوریتم ژنتیک ارایه شده برای حل برنامه‌ریزی ریاضی دوستخطی (GAFABBA) یکی از بهترین الگوریتم‌های هوش مصنوعی است که برای حل مسائل برنامه‌ریزی دوستخطی خطی تاکنون ارایه شده است.<sup>[۹]</sup> در این الگوریتم بردار تصمیم رهبر با توجه به تغییرات الگوریتم ژنتیک به صورت مداوم باز تولید می‌شود و بردار تصمیم پیرو با حل مساله پایین دستی به به دست می‌آید. این فرایند آنقدر تکرار می‌شود تا به برازنده‌گی<sup>۲</sup> مناسب دست یابیم برای جزئیات بیشتر در مورد این الگوریتم می‌توان به مرجع ارایه شده مراجعه نمود.

## ۵-۳ انتخاب الگوریتم اپیوری فازی<sup>۳</sup> (FA) به عنوان یک رده‌بند مناسب

بنابر محاسبات صورت گرفته در بخش قبلی همین فصل الگوریتم اپیوری فازی به عنوان رده‌بند مناسب مورد استفاده قرار گرفت. شایان ذکر است در تحقیقات گذشته کارایی این الگوریتم با استفاده از الگوریتم ژنتیک مورد سنجش و تصدیق قرار گرفته است.<sup>[۱۰]</sup>

## ۶-۲ ترکیب الگوریتم‌های GABBA و FA و معرفی الگوریتم جدید<sup>۴</sup> GAFABBA

تابع هدف بانک‌های عامل محدب است و فضای جواب نیز گسسته می‌باشد. بنابراین روش‌های سنتی و کلاسیک حل مدل‌ها مشکلات تکرار متعدد را به همراه دارند. الگوریتم ژنتیک برنامه‌ریزی ریاضی دوستخطی با رده‌بند اپیوری (GAFABBA) ترکیبی است از GABBA و FA، در واقع در سطح دوم مساله دوستخطی از FA به عنوان رده‌بند استفاده شده است و مدل ریاضی سطح دوم بر مبنای خروجی‌های فرموله شده است.<sup>[۱۱]</sup>

<sup>1</sup> Genetic algorithm fuzzy apriori bilevel based algorithm(GAFABBA)

<sup>2</sup> Fitness

<sup>3</sup> Fuzzy apriori (FA)

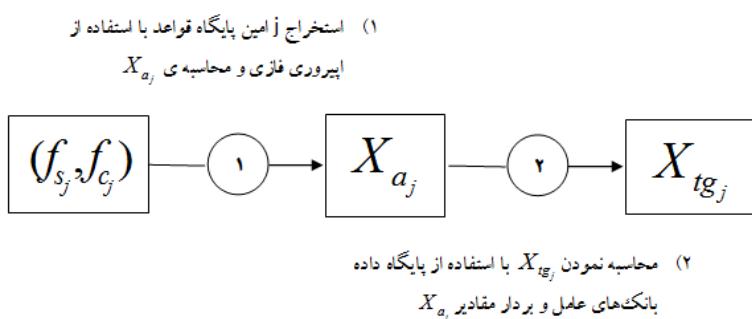
<sup>4</sup> Genetic algorithm based Fuzzy apriori bi-level programming algorithm (GAFABBA)

قواعد فازی بر مبنای داده‌های آموزش ساخته می‌شود و خروجی‌هایی که در مدل استفاده می‌شود بر مبنای داده‌های آزمون مورد ارزیابی قرارمی‌گیرد.

یکی از نکات عمده‌ی این الگوریتم تولید و بازتولید بردار تصمیم توسط *GAFABBA* می‌باشد. واضح است که بردار تصمیم ( $X_{tg}, X_a$ ) که به ترتیب مجموعه متغیرهای تصمیم رهبر و پیرو را نشان می‌دهد نمی‌تواند به صورت اولیه مقداردهی شود؛ زیرا که یک پایگاه داده‌ای وجود دارد و مقادیر اولیه صرفا باید بر مبنای داده‌های آن مقداردهی و تولید شوند. به منظور حل این مشکل یک روش مقداردهی اولیه و بازتولید جواب‌ها برای این الگوریتم ایجاد شده است. این روش به این صورت عمل می‌کند که فرض کنید نقطه‌ی شروع  $Z$  ام با زوج مرتب ( $FS_j, FC_j$ ) در الگوریتم اپیوری فازی نشان داده شود، این زوج مرتب می‌تواند رده بند  $FA$  را حل نماید و یک پایگاه قواعد ایجاد نماید. بر مبنای این پایگاه قواعد ایجاد شده می‌توان روی داده‌های آزمون  $X_{a_j}$  را که در حقیقت مقدار متغیر تصمیم پیرو است استخراج نمود و نهایتاً از آنجا که هر یک از متقاضیان در یک منطقه‌ی جغرافیایی (استان) و یک نوع صنعت خاص فعالیت می‌نمایند از جمع نمودن اعتبارات تخصیص داده شده به آن دسته از  $X_{a_j}$  ها که مقدار یک را اتخاذ نموده‌اند بردار متغیرهای تصمیم رهبر؛ یعنی  $X_{tg_j}$  را تولید نمود. به بیان ریاضی می‌توان نوشت:

$$X_{tg_j} = \left\{ \forall a_j \in a_{tg} \rightarrow X_{tg_j} = \sum_{a=1}^{n_a} C_a \right\} \quad (47)$$

شکل زیر این موضوع را به صورت نمادین نشان می‌دهد:



شکل ۲. مراحل تولید، بازتولید بردار تصمیم برای مکان  $Z$  ام

الگوریتم *GAFABBA* پیشنهادی به صورت ذیل می‌باشد:

*I*: مجموعه اعداد صحیح طبیعی.

$U[a, b]$ : توزیع یکنواخت بین  $a$  و  $b$ .

$x_{tg}(k), x_a(k)$ : بردارهای تصمیم رهبر و پیرو در نسل  $k$ .

$x_{tg} = \{x_{tg_1}, x_{tg_2}, \dots, x_{tg_n}\}$ : مولفه‌ی  $i$  ام بردار تصمیم رهبر.

$x_a = \{x_{a_1}, x_{a_2}, \dots, x_{a_n}\}$ : مولفه‌ی  $i$  ام بردار تصمیم پیرو.

$x_{tg}^j, x_a^j$ : سازه‌ی  $j$  ام بردار تصمیم رهبر و پیرو.

حاجی محمدی و سادات رسول، ارایه رویکرد کمی تخصیص تسیلات به صورت بازی با تکیب رده بندی ...

$x_{tg_i}^j, x_{a_i}^j$ : مولفه‌ی  $i$  ام سازه‌ی  $a$  و  $x_{tg}^j, x_a^j$ : ارزش مقدار تابع هدف رهبر که در نسل  $k$  ام.  
 $\Pi(k) = \{x_{tg}(k), x_a(k)\}$ : جمعیت در نسل  $k$  :  $\Pi(k)$

### گام آغازین:

$K = \infty$  و  $F^*(-1) = \infty$  قرار بده و پارامترها را تنظیم کن.

الف)  $N$  : اندازه‌ی جمعیت.

ب)  $NP$  : تعداد راه حل‌های موجود(یعنی سازه‌ی‌ها) در جمعیت  $(\hat{P}(k))$  که برای جهش آماده می‌باشند.

ج)  $NX$  : تعداد متغیرهای تصمیم رهبر که می‌توان برای جهش از آن استفاده نمود.

د)  $NR$  : تعداد راه حل‌های تصادفی که در هر تکرار ایجاد می‌شود.

ح)  $\epsilon$  : درجه‌ی صحتی که مورد نیاز می‌باشد.

### گام اول: حدود را تعیین کن:

زوج مرتب  $[1, 0]$  را به عنوان حدود پایین و بالایی زوج  $(f_{s_j}, f_{c_j})$  قرار بده و  $I$  برابر قرار  $SCALE = 1.7$  داشته باشد.

به علاوه  $SCALE \geq \text{Max}\{f_{s_j}, f_{c_j}\}$  بده به گونه‌ای که

گام دوم:  $(\hat{P}(k))$  مکان اولیه تولید کن که شامل  $N$  بردار به شکل  $z^j = (x_{tg_i}^j, x_a(x_a^j))$  باشد:

گونه‌ی ذیل باشد:

الف) پایگاهداده را با استفاده از  $3 = k$  فازی کن.

ب) قواعد اپیوری فازی را ایجاد کن.

ج) اقلام پر تکرار فازی را ایجاد کن.

د) قواعد اضافی را حذف کن.

ه) از قواعد انطباقی برای تنظیم وزن قواعد استفاده کن.

و) برای هر زوج  $(f_{s_j}, f_{c_j})$  یک زوج تصمیم  $(x_{tg_i}, x_a)$  تولید کن.

ز) اگر  $n = 1, \dots, N$  نتایج را در نظر نگیر.

ح) مساله پیرو را حل کن(شامل محدودیت‌های رهبر و پیرو)

ط) اگر جواب شدنی به بدست آمد جواب منطقی؛  $(x_{tg_i}^j)$  را ذخیره کن اگر  $j = N$  باشد آنگاه به گام سوم برو در غیر این صورت  $j + 1 \leftarrow j$  قرار بده و به گام ۲-۱ برو.

### گام سوم: تغییرات SCALE

آرایه‌ی  $\Pi(k)$  را با توجه به اهداف سطح اول مرتب کن:

$$F^j(k) = c_i x_{tg_i}^j + d_i x_a^j, i = 1, \dots, N \quad (\text{i.e. } F^j(k) < F^{j-1}(k), \forall j)$$

قرار بده  $\{z^j = (x_{tg_i}^j, x_a^j)\} = \arg\{F^j(k), j = 1, \dots, N\}$

ذخیره کن  $(x_t^*(k), x_a^*(k)) = \arg F^*(k)$  و  $F^*(k) = \text{Min } F^j(k)$

$$F_\alpha(k) = \frac{1}{\alpha N} \times \sum_{j=1}^{\alpha N} F^j(k)$$

اگر  $SCALE = SCALE / 10$  باشد، آنگاه  $F_{1..6}(k) \leq 0.15 \times F^*(k)$  و  $F^*(k) = F^*(k-1)$  است.

#### گام چهارم: شرط توقف

اگر  $\epsilon < SCALE$  شد آنگاه توقف کن، راه حل مطلوب  $(x_{tg}^*(k), x_a^*(k))$  می‌باشد و گرفته به گام ۵ برو.

#### گام پنجم: ساختار جهش

قرار بده  $z^j = (x_{tg}^j, x_a^j)$ ،  $j = 1, \dots, NP$  بردار  $z^j$  را به گونه‌ی ذیل ( $j = 0$ ) قرار بده:

$$\text{الف) } j = j + 1$$

$$\omega \in \cup [^\circ, SCALE] x_{tg}^{j'} = \text{int}((f_{s_j}, f_{c_j}) / SCALE) \times SCALE + \omega$$

ب) مساله دنباله‌رو با در نظر گرفتن محدودیت‌های رهبر و پیرو را حل کن،

ج) اگر پاسخ شدنی بود،  $x_a^j$  را ذخیره کن، اگر  $j = NP$  آنگاه به گام ۶ برو و گرفته به مرحله‌ی الف) گام ۵ برو.

د) اگر پاسخ شدنی نبود آن را در نظر نگیر و به مرحله‌ی الف) گام ۵ برو.

#### گام ششم: ساختار تصادفی

قرار بده  $z^j = (x_{tg}^j, x_a^j)$ ،  $j = 1, \dots, NR$

NR بردار  $z^j$  به گونه‌ی ذیل ایجاد کن ( $j = 0$ ) (قرار بده):

$$\text{الف) } j = j + 1 \quad x_{tg_i}^j \sim \cup [Min x_{tg_i}^j, Max x_{tg_i}^j], j = 1, \dots, n$$

ب) مساله پیرو را با در نظر گرفتن محدودیت‌های رهبر و پیرو حل کن،

ج) اگر شدنی بود  $x_a^j$  را ذخیره کن، اگر  $j = NR$  آنگاه به گام ۷ برو و گرفته به مرحله‌ی الف) گام ۶ برو.

د) اگر شدنی نبود  $x^j$  را در نظر نگیر و به مرحله‌ی الف) گام ۶ برو.

#### گام هفتم: انتخاب

از سازه‌ی‌های  $\{x_{tg}^j, x_a(x_{tg}^j)\}$  در  $N$  از  $\Pi(k)$ ، از  $NP$  یا کمتر سازه‌ی  $\{x_{tg}^j, x_a(x_{tg}^j)\}$  برای ساختن  $\Pi(k+1)$  انتخاب کن. قرار بده  $k = k + 1$  و آنگاه به گام ۳ برو.

### ۳ روش انجام آزمایش‌ها

#### ۳-۱ معرفی پایگاه داده‌ی بانک توسعه‌ی صادرات، تنظیف و بالانس نمودن آن‌ها

مجموعه‌داده‌های بانک توسعه‌ی صادرات ایران با همکاری واحد ریسک این بانک جمع آوری شده است. این داده‌ها تسهیلات اعطاء شده‌ی این بانک در خلال سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۰ بوده و پس از انجام عملیات تنظیف و

حذف مشتریانی که برای برخی از آن‌ها داده موجود نمی‌باشد، ۷۲۲ رکورد از مشتریان به بهدست آمد. هم‌چنین متغیرهایی که به صورت کیفی بوده‌اند با استفاده از تکنیک متغیرهای مجازی به دو متغیر تبدیل شده‌اند که لیست این متغیرهای مورد استفاده در پیوست آورده شده است.

**جدول ۲. ویژگی مجموعه‌داده بانک توسعه‌ی صادرات قبل و پس از تنظیف**

متغیرهای مستقل (ورودی)	نام پایگاه داده	وضعیت پایگاه داده	حجم داده	نسبت خوب/کل	پیوسته کل	طبقه‌ای
(I)		کل مقاضیان تسهیلات	۱۱۰۹>	NA	-	-
(II)		پیش از تنظیف	۱۱۰۹	NA	۵۱	۴۳
(III)		پس از تنظیف	۷۲	۹۰/۳	۶۰	۳۹
(IV)		نمونه برای دو استان و سه نوع صنعت	۷۰	۷۵/۰۲	۶۰	۳۹

### ۲-۳ حل مدل ترکیبی مبتنی بر ترکیب *OR* و *DM* و اعتبارسنجی آن

برای تسهیل در تست قابلیت‌های الگوریتم ارایه شده و اجتناب از مشکلات مرتبط با مقیاس مدل‌ها و الگوریتم و مفروضاتی که برای انجام آزمایش‌ها درنظر گرفته شده تا حد امکان ساده شده است. تابع هدف پیرو با استفاده از روش جمع موزون اهداف (وزن هریک از اهداف برابر یک فرض شده است. ( $p = 1$ ) به یک تابع هدف تبدیل شده است. هم‌چنین برای تسهیل مدل برای دو بخش صنعتی و سه استان درنظر گرفته شده و حل شده است. پارامترهای *GAFABBA* به صورت  $N = 10, NP = 2, Nx = 1, NR = 3, C_{NRB} = 30$  در نظر گرفته شده است. آخرین اجراء‌ها بر مبنای پارامترهای تنظیم شده برای اهداف و محدودیت‌ها به شرح جدول ذیل صورت گرفته است:

**جدول ۳. حدود پایین و بالا پارامترهای برنامه‌ریزی ریاضی برای مثال عددی**

حد بالایی	حد پایینی	نام پارامتر	حد بالایی	حد پایینی	نام پارامتر
	۳۰۰۰		۳۰۰۰		
$C_g \forall g$	۶۰۰	۱۵۰۰	$EB_a \forall a$	۱/۷	۵
$c_t \forall t$	۶۵۰	۲۰۰۰	$EB$	۲	۵
$E_e$	۲۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	$MR_a \forall a$	۰	۳/۸
$E_{ge} \forall g$	۰/۰۰۱	۰/۰۱	$MR$	۰	۳/۲
$E_{te} \forall t$	۱۵۰۰	۱۰۰۰۰	$CAWA_g \forall g$	۳۰۰	-
$E_i$	۱۰۰۰۰	۳۵۰۰۰	$CAWA$	۱۰۰۰	-
$E_{gi} \forall g$	۰	۰/۰۱	$C_{CT}$	۱۰۰۰۰	۳۰۰۰۰
$E_{ti} \forall t$	۸۰۰۰	۲۰۰۰۰	$AIM$	۰/۴	۱

داده‌های مرتبط با شاخص بلاسا از سالنامه‌ی آماری سازمان تجارت جهانی استخراج شده است[۱۲]. داده‌های مرتبط با فضای فرهنگی کسب و کار (*LQ*) از گزارش‌های سازمان جهانی کار و آمارهای *OECD* استخراج

شده است [۱۳]. میزان اشتغال مستقیم، غیرمستقیم و مشتق شده نیز به ازای یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری در صنایع مختلف از گزارش‌های موسسه‌ی تحقیقات اقتصاد سیاسی استخراج شده است [۷].

#### ۴ نتایج آزمایش‌ها

برای بررسی نتایج آزمایش‌ها چهار سناریوی مختلف در نظر گرفته شد:

۱. **سناریوی (I) مدل سازی ریاضی تعاملی با بازی استکلبر گک:** سناریوی رهبر-دباله‌رو به عنوان مورد ارزیابی قرار گرفته است، که در آن صندوق توسعه‌ی ملی به عنوان رهبر تعریف شده و یکی از بانک‌های عامل به عنوان دبالت‌رو تعریف می‌شود.
۲. **سناریوی (II) سیاست گزاری دستوری صندوق توسعه‌ی ملی توسط مدل سازی ریاضی:** بدون درنظر گرفتن پیرو و فضای واقعی اقتصاد (پایگاه داده) مساله برنامه‌ریزی ریاضی صندوق توسعه‌ی ملی حل شده است و شرایط تخصیص به صورت تحمیلی در نظر گرفته شده است؛ ممکن است برای  $X_{ig}$  های به به دست آمده نتوان  $X_i$  مشخصی به به دست آورده که در نتیجه‌ی آن مساله جواب ندارد و سیاست تحمیلی قابل اجرا در محیط واقعی از منظر مدل سازی ریاضی نمی‌باشد.
۳. **سناریوی (III) سیاست تفویض کامل تخصیص منابع صندوق توسعه‌ی ملی به بانک عامل و عملکرد بانک عامل توسط مدل سازی ریاضی:** در این سناریو بانک عامل به واسطه‌ی یک مدل رتبه‌بندی اعتباری که بهینه سازی آن توسط یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی صورت می‌گیرد عملیات بهینه‌سازی را صورت می‌دهد. سپس از  $X_i$  های به به دست آمده  $X_{ig}$  و نهایتاً توابع هدف به به دست می‌آید.
۴. **سناریوی (IV) سناریوی شرایط بر مبنای نظر خبرگان (کمیته‌ی اعتباری بانک توسعه‌ی صادرات):** در این سناریو آنچه که در محیط واقعی اقتصاد خرد اتفاق افتاده است مدنظر قرار می‌گیرد. به این معنی که پایگاه‌داده‌ای که در دسترس است در واقع پایگاه‌داده‌ای می‌باشد که برآیند نظر خبرگان در کمیته‌ی اعتباری بانک توسعه‌ی صادرات بر تخصیص تسهیلات بر آن استوار بوده است و در واقع  $X_i$  برای کلیه‌ی این متقاضیان در زمان تخصیص از نظر این کمیته برابر یک بوده است. نکته‌ی مهم این امر می‌باشد که طرح‌هایی که پایگاه‌داده آن در دسترس می‌باشد قطعاً طرح‌های مناسب بوده و سایر طرح‌ها که رد شده‌اند و  $X_i$  آن‌ها مقدار صفر را اخذ نموده است در دسترس مقاله نمی‌باشند و از محدودیت‌های مقاله می‌باشند. عمده‌تاکمیل این طرح‌ها در سناریوی واقعی به صندوق توسعه‌ی ملی ارجاع شده و اگر مشکلاتی چون اطمینان از زنجیره تامین کالا و خوراک اولیه و یا ذی نفع واحد نداشته باشند مصوب می‌شود. به دلیل محدودیت‌های تحقیق فرض شده است که کلیه طرح‌های مصوب بانک‌های عامل در صندوق توسعه‌ی ملی مورد تصویب قرار می‌گیرد.

یک مشکل عمده‌ی پیش رو در استخراج نتایج برای این سناریو این نکته می‌باشد که از آنجا که کلیه  $X_i$  های مورد بحث مقدار که در پایگاه‌داده بانک لحاظ شده‌اند از نظر خبرگان کمیته‌ی اعتباری مقدار یک به خود اختصاص داده و در واقع تسهیلات به آن‌ها اعطاء شده است، لذا در صورتی که مقایسه‌ی این تخصیص با سایر سه

تخصیص دیگر مدنظر قرار گیرد از آنجا که کل مقدار تخصیص مقداری بیشتری است، لذا کلیه‌ی توابع هدف میزان بیشتری اختیار می‌نمایند. برای حل این مشکل از یک تابع تصادفی ساده استفاده شده است که از بین کلیه‌ی متضاضیان پایگاهداده به صورت تصادفی آن‌ها را انتخاب می‌کند و به محض اینکه با افزودن یک متضاضی میزان کل تخصیص از مقدار مشخص کل اعتبار در دسترس یا  $C$  بیشتر شد، تخصیص متوقف می‌شود. به این صورت می‌توان نتایج را با سایر حالات مورد مقایسه قرارداد. جدول ذیل نتایج هر یک از چهار سناریو را نشان می‌دهد:

**جدول ۴.** مقادیر مختلف توابع هدف به ازای سناریوهای مختلف

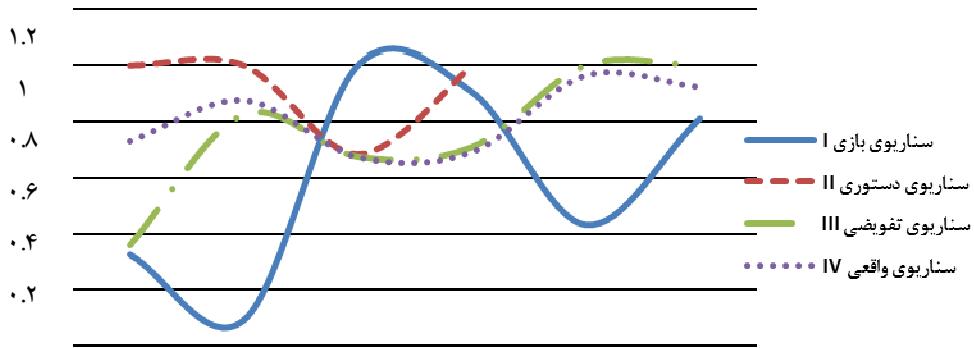
بانک عامل						
شماره سناریو	سابقه با بانک	حساب جاری	اقتصاد بومی	مزیت رقابتی	رنگ بازگشت	صندوق توسعه ملی
۰/۰۱۰۵	۰/۰۰۰۱۸	۰/۳۴۶۳۶	۰/۵۴۹۷۴	۹۹/۸	۱۷/۷۸۲	(I)
۰/۰۳۲۱۵	۰/۰۰۱۹۴	۰/۲۳۷۴۶۶	۰/۶۰۷	-	-	(II)
۰/۰۱۱۵	۰/۰۰۱۶	۰/۲۳۳۴۶۶	۰/۴۳	۲۳۱	۱۵/۷۵۶	(III)
۰/۰۲۳۵	۰/۰۰۱۷	۰/۲۳۳۳۱	۰/۴۲	۲۲۳	۱۴/۵۴۶	(IV)

همان‌گونه که از جدول قابل مشاهده می‌باشد نتایج بهتر پررنگ نشان داده شده است. هنگامی که صندوق به تنها بی سیاست گزاری می‌نماید عایدی بهتری خواهد داشت؛ لکن وقتی به صورت تعاملی سیاست گزاری انجام می‌شود عایدی صندوق کم‌تر خواهد بود و در عین حال احتمال همکاری بانک‌های عامل بسیار بیشتر می‌باشد. جدول زیر رتبه هر از سناریوها را از بازیگران نشان می‌دهد.

**جدول ۵.** رتبه هر یک از سناریوها در هر یک از توابع هدف

بررسی رتبه سناریو	تابع هدف	از منظر صندوق توسعه ملی
در هر هدف	رنگ بازگشت	بررسی رتبه سناریو
و با مقایسه میزان هر یک از توابع هدف با یکدیگر	ریسک	تابع هدف
II>IV>III>I	مزیت رقابتی	I>III>IV>II
I>III>IV>II	اقتصاد بومی	I>II>III>IV
I>II>III>IV	سابقه کار با بانک	II>I>III>IV
II>I>III>IV	عملکرد حساب جاری	III>IV>I>II
III>IV>I>II	از منظر بانک عامل	III>IV>I>II

شکل زیر نتایج هر سناریو را در مقابل سایر سناریوهای ترسیم نموده و جایگاه آن‌ها را نشان می‌دهد:



شکل ۱. جایگاه هر یک از سناریوها به ازای توابع هدف مختلف

برای شناسایی بهترین رتبه برای سناریوها در کلیه‌ی توابع اهداف از آزمون  $T$  زوجی استفاده شد، این آزمون ۶ مرتبه توسط نرم افزار SPSS صورت گرفته است و فرضیه‌های آزمون به صورت ذیل می‌باشد:

$H_0$ : تفاوت معنی‌دار میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان برای صندوق توسعه‌ی ملی می‌باشد.

$H_1$ : تفاوت معنی‌داری میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان برای صندوق توسعه‌ی ملی وجود ندارد.

هم‌چنین آزمون فوق به صورت جداگانه با توابع هدف بانک‌های عامل برای این بانک‌ها نیز ۶ مرتبه صورت گرفت و فرضیه‌های این آزمون نیز به صورت ذیل می‌باشد:

$H_0$ : تفاوت معنی‌دار میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان برای بانک‌های عامل می‌باشد.

$H_1$ : تفاوت معنی‌داری میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان برای بانک‌های عامل وجود ندارد.

بر این مبنای نتایج به صورت جدول زیر می‌باشد که در آن در ستون رتبه هر سناریو بر مبنای بهترین سناریو و رتبه سایر سناریوها بر مبنای میزان فاصله از آماره‌ی  $T$  برای هر سناریو در نظر گرفته شده است به این معنی که هر چه این فاصله بیشتر باشد رتبه بعدی از بهترین سناریو مشخص می‌شود. در مقابل ستون دوم رتبه را بر مبنای معناداری فاصله سناریوها ترسیم نموده است که در آن سناریوهایی که در ۹۵ درصد اطمینان فاصله‌ی آشکاری با هم نداشته‌اند در یک رتبه آورده شده‌است.

جدول ۶. رتبه هر یک از سناریوها در هر یک از توابع هدف

بررسی رتبه هر سناریو به صورت اطمینان	سناریو	رتبه هر کلی
II>I>IV>III و IV>I و VII	II>I>IV>III	از منظر صندوق توسعه‌ی ملی
III>IV>I>II	III>IV>I>II	از منظر بانک عامل

همان‌گونه که از نتایج قابل استخراج است سناریوی دوم یا سناریوی دستوری بهترین سناریو برای صندوق توسعه‌ی ملی است و سناریوی سوم یا سناریوی تفویضی بهترین سناریو برای بانک‌های عامل می‌باشد. از سوی

دیگر از منظر هر دو بازیگر کلیدی سناریوی اول یا بازی استکلبرگ تفاوت معنی داری با واقعیت یا سناریوی چهارم نداشته و بازی استکلبرگ در سطح ۹۵ درصد اطمینان توانسته است واقعیت را تا حدودی مدل سازی ننماید.

همان‌گونه که از جدول قابل استخراج است از منظر بانک عامل سناریوی III بهترین وضعیت را دارا می‌باشد؛ لیکن از دید صندوق توسعه‌ی ملی سناریوهای I و II با یکدیگر رقابت می‌نمایند.

برای مقایسه نتایج، مقایسه کلیه توابع هدف با یکدیگر به صورت توآم نیز از آزمون  $T$  زوجی برای سنجش معنادار بودن تفاوت هر یک از سناریوهای استفاده شده است. این آزمون ۳۶ مرتبه توسط نرم افزار SPSS صورت گرفته است و در آن فرضیه مورد آزمون به صورت ذیل بوده است:

$H_0$ : تفاوت معنی دار میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان می باشد.

$H_1$ : تفاوت معنی‌داری میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان وجود ندارد.

جدول ذیل نتایج سنجش معنی داری تفاوت، میان هر یک از چهار سناریو را به صورت کلی و نه از منظر یک بازیگر خاص و به صورت دوبعد نشان می دهد. از آنجا که فرض براینست که بتوان برمبنای مدل سازی ریاضی و کامپیوتری نظر خبرگان کمیته ای اعتباری به عنوان دانش استخراج شده و در مدل ها قرار گیرد؛ لذا برای سناریوهای دوم و سوم که تفاوت معنی داری با سناریوی چهارم یا سناریوی واقعی دارند به دنبال استخراج یک وزن خبرگی می باشیم. برای استخراج این وزن و حذف نقش آن در تغییر میزان معنی داری سناریوها یک مساله دو معادله دو مجهول برای هر از اوزان به صورت دو به دو در مقابل هم تبیین و حل شد. در این دو معادله دو مجهول یک وزن برابر یک در نظر گرفته شده و سایر وزن ها بر اساس آن استخراج شده است. این عملیات ۵ مرتبه برای هر یک از تفاوت های دو سناریوی II و IV و همچنین III و IV با استفاده از نرم افزار Excel حل شد. این نتایج نیز در جدول زیر ارایه شده است که همان گونه که مشاهده می شود در سطوح معنی داری مختلف این اوزان باعث حذف معنی داری تفاوت با نظر خبرگان شده و راه حل های تفويضي و دستوري را نيز به واقعيت تا حدودي ن ديدك نمه دهاند.

**حدو١**، ۷- نتایج آزمون  $T$  زو-چه، برای مقايسه ستار بوها با تغیرات وزن در ۹۵ و ۹۰ درصد اطمانتان و معنی دار به دن/نه دن تفاوت

با توجه به جدول فوق به عنوان مثال می‌توان بیان نمود که برای نزدیک نمودن نتایج سناریوی (II) به سناریوی (IV) باید وزن اهداف بر مبنای وزن یافته شده تغییر یابد؛ یعنی با ۲۱- برابر نمودن وزن تابع هدف نرخ بازگشت، ۷۹۹- برابر نمودن ریسک و ۴۶- برابر نمودن مزیت رقابتی نسبت به تابع هدف اقتصاد بومی با وزن یک می‌توان نتایجی مشابه با واقعیت به بدست آورد. در واقع این تحلیل بیان می‌نماید که سناریوی دستوری باعث این میزان از تاثیر در تصمیم‌گیری نسبت به محیط واقعی شده است.

## ۵ نتیجه‌گیری

این مقاله یک مدل کمی برای تخصیص تسهیلات از محل مازاد درآمدهای نفت در سطح ملی برای کشور ایران ارایه می‌نماید. مدل ارایه شده می‌تواند به عنوان مبنایی برای اقتصاد توسعه در کشور در نظر گرفته شود که همزمان رشد *GDP* کشور را با الگوی توسعه‌ی پایدار تضمین می‌نماید. از دیگر ویژگی‌های مدل ارایه و حل شده اینست که بازخور سیاست‌های دولتی را در بخش خصوصی در نظر گرفته و به صورت ریاضی در قالب یک بازی شرایط همکاری آن‌ها را مدل‌سازی نموده است. مقاله‌های آتی می‌تواند به افزایش و توسعه‌ی مدل با در نظر گرفتن مفهوم توسعه‌ی پایدار و سایر شاخص‌های مترتب بر آن صورت گیرد.

## سپاسگزاری

بدینوسیله از جناب آقای مهندس ذکاوت مدیر وقت ریسک بانک توسعه‌ی صادرات کمال تشکر را داریم.

## منابع

- [۱] نصیری، م.، اسماعیلی، ا.، مینایی، ب.، مزینی، ن.، (۱۳۹۰). پیشنهاد شیوه‌ای مبتنی بر PSO چند هدفه جهت استخراج قواعد انجمنی. مجله تحقیق در عملیات دکا برداش آن، ۱۰(۴)، ۴۱-۴۸.
- [۲] Laursen, K., (2015), Revealed comparative advantage and the alternatives as measures of international specialization, Eurasian Business Review, 5(1), 99-115.
- [۳] Hunt, S. D., Morgan, R. M., (1995), The comparative advantage theory of competition. The Journal of Marketing, 1-15.
- [۴] Utkulu, U., Seymen, D., (2004), Revealed Comparative Advantage and Competitiveness: Evidence for Turkey vis-à-vis the EU/15, European Trade Study Group 6th Annual Conference, ETSG, Nottingham.
- [۵] De Benedictis, L., Tambari, M., (2001), A note on the Balassa index of revealed comparative advantage, Available at SSRN 289602.
- [۶] Heintz, J., Pollin, R., Garrett-Peltier, H., (2009), How infrastructure investments support the US economy: employment, productivity and growth. Political Economy Research Institute (PERI), University of Massachusetts Amherst.
- [۷] Statistical Centre of Iran (SCI)., (2011). Iran Statistical Yearbook 1389 [March 2010-March 2011] / Presidency- Vice for Strategic Planning and Supervision. Tehran: SCI.
- [۸] Lee, E. S., Shih, H. S., (2012). Fuzzy and multi-level decision making: an interactive computational approach. New York, U.S.A: Springer Science & Business Media.
- [۹] Hu, Y. C., Chen, R.S., Tzeng ,G. H., (2003), Finding fuzzy classification rules using data mining techniques. Pattern Recognition Letters, 24(1), 509-519.

- [11] Bard, J. F., (2013). Practical bilevel optimization: algorithms and applications :Vol. 30. New York, U.S.A: Springer Science & Business Media.
- [12] World Trade Organization(WTO),, (2012), International Trade Statistics2012. Geneva: WTO.
- [13] The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2012). Main Economic Indicators, Paris, France: OECD Publishing.

#### ضمیمه ۴

**جدول ۸.** داده های ارایه شده توسط بانک توسعهی صادرات برای شرکت هایی که وام دریافت نموده اند

محصولات صنعتی و معدنی (متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	سوابق مدیران ارشد
کشاورزی و صنایع تبدیلی(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	تعاونی و تضامنی(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)
شیمیایی و فرآورده های نفتی(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	سهامی عam بورسی(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)
خدمات و فعالیت های زیرساختی(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	سهامی خاص(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)
اطهارنامه مالیاتی(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	مسئولیت محدود و سایر(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)
سازمان حسابرسی(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	سهامی عam(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)
حسابرس معابر(متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	سابقه فعالیت با بانک
موجودی نقد	فروش دوره جاری
حساب های دریافتی	فروش دوره قبل
موجودی کالا	فروش دو دوره قبل
دارایی های جاری	دارایی دوره جاری
دارایی های غیر جاری	دارایی دوره قبل
کل دارایی ها	دارایی دو دوره قبل
تسهیلات مالی کوتاه مدت	حقوق صاحبان سهام دوره جاری
بدھی های جاری	حقوق صاحبان سهام دوره قبل
تسهیلات مالی بلند مدت	حقوق صاحبان سهام دو دوره قبل
بدھی های غیر جاری	گردش بستانکار حساب های جاری
کل بدھی ها	میانگین وزنی حساب های جاری
سرمایه	میانگین صادرات سه سال گذشته
سود یا زیان انباشه	میانگین واردات سه سال گذشته
حقوق صاحبان سهام	سوابق مدیران ارشد
فروش	تعاونی و تضامنی
سود ناخالص	سهامی عam بورسی
هزینه مالی	سهامی خاص
سود خالص	مسئولیت محدود و سایر
فعالیت در بازار داخل دارد	سهامی عam
قلمر و بازار خارج	سابقه فعالیت با بانک
ریسک بازار هدف	فروش دوره جاری
سابقه فعالیت شرکت	فروش دوره قبل