

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

زینب حاجی محمدی^۱، سید مهدی سادات رسول^{۲*}

۱- کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، 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 بازتوزیع منابع مازاد حاصل از نفت و همچنین مالیات در قالب تسهیلات نظام‌بانکی به عنوان عامل توزیع منابع در میان بنگاه‌های اقتصادی با عاملیت بانک‌ها می‌باشند. 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 کنترل‌شده" 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 دوسطحی فاصله‌یابی و داده‌کاوی و با هدف ایجاد یک تعادل میان منافع متضاد ذی‌نفعان مدل‌سازی نموده است. به منظور حل مساله یک الگوریتم جدید که ترکیبی از الگوریتم فازی اپیروری (به عنوان رده‌بند داده‌کاوی) و الگوریتم ژنتیک دوسطحی می‌باشد موسوم به الگوریتم ژنتیک فازی اپیروری دوسطحی ارایه شده است^۱. نتایج مقاله با سه سناریوی دیگر مورد مقایسه، بررسی و اعتبارسنجی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: تخصیص منابع اعتباری، توسعه‌ی پایدار، برنامه‌ریزی دوسطحی، داده‌کاوی.

۱ مقدمه

روند توزیع مازاد درآمدهای مبتنی بر نفت در کشور در خلال برنامه‌ی پنجم و برنامه‌ی ششم توسعه‌ی کشور ایران مبتنی بر سرمایه‌گذاری و عدم هزینه‌کرد 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 الکترونیکی: sadatrasoul@alumni.iust.ac.ir

^۱ 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 مسولیت هر لایه به صورت زیر قابل بیان است: صندوق توسعه ملی بر مبنای سیاست تامین خوراک مناسب صنعت به صورت پایدار و تاثیر کم تر تحریم بر خوراک (در صورت وارداتی بودن)، در نظر گرفتن و ایجاد تعادل در سیاست‌های تولید برای جایگزینی واردات و تولید برای صادرات، استراتژیک بودن کالا و ... تصمیم گیری 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 حداکثر 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 حوزه صندوق‌های ثروت ملی انجام شده است از جمله یو و همکاران یک روش ماکزیمم ساز مطلوبیت CPRA و می نیمم سازی VAR برای بهینه سازی تخصیص دارایی‌های استراتژیک مطرح نموده‌اند. آن‌ها از NSGA II برای دستیابی به راه حل بهینه ی پارتو استفاده نموده‌اند [۱]، ترکیب تحقیق در عملیات و داده کاوی در سال‌های اخیر نیز به صورت گسترده مورد استفاده ی محققین قرار گرفته است [۲].

این مقاله این رابطه را به صورت یک تصمیم گیری دوسطحی مدل سازی نموده است، در این نوع از تصمیم گیری تصمیم گیر سطح بالاتر ۱ ابتدا تصمیم خود را در شرایط با اطلاعات کامل اتخاذ می نماید سپس تصمیم گیر سطح پایین تر ۲ در یک فضای ایزوله و با در نظر گرفتن تصمیم فرد رهبر تصمیم خود را اتخاذ می نماید. در این حالت برنامه ریزی های مختلفی در شرایط واقعی در مرور ادبیات وجود دارد. برای مثال در ترافیک شهری: برنامه ریزی کلان توسط مراکز کنترل ترافیک شهری برای کنترل تجهیزات خیابان‌ها (رهبر)، برنامه ریزی خرد توسط عابرین و خودروها (دنباله رو) و یا در سیاست گزاری مالیاتی: برنامه ریزی و تدوین متغیرهای کلان اخذ مالیات توسط سازمان مالیاتی (رهبر)، برنامه ریزی خرد توسط شرکت‌ها و بنگاه‌ها برای به حداقل رساندن مالیات (دنباله رو).

در ادامه در بخش دوم مقاله یک مدل دوسطحی جدید ارایه و در بخش سوم الگوریتم حل این مدل توضیح داده شده است. در بخش چهارم آزمایش‌ها و مقایسه ی نتایج با سایر سناریوها انجام و نهایتا در فصل پنجم جمع بندی ارایه شده است.

۲ مفاهیم اولیه و مورد نیاز

۲-۱ مفروضات مدل سازی

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

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

¹ upper level

² Low level

۲. در بحث تئوری توسعه‌ی پایدار متغیرهای مختلفی مانند میزان "دی اکسید 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؛
۳. در این مقاله برای انجام آزمایش‌ها، صندوق توسعه‌ی ملی به عنوان نهاد دولتی در نظر گرفته شده است.

۲-۲ توسعه‌ی پایدار^۱ 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 ارائه 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.

۲-۲-۱ مزیت رقابتی^۲

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

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

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 $BIRCA > 1$ باشد آنگاه مزیت رقابتی آشکار می‌گردد و می‌توان گفت که منطقه‌ی مورد نظر نسبت به سایر مناطق در صنعت مورد بررسی مزیت دارد. لارسن بعدها این شاخص را تخصیصی نموده و نرمال نمود. فرمولی که وی ارائه کرد به صورت ذیل می‌باشد [۵و۶]:

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

¹ Sustainable development

² Comparative advantage

³ revealed comparative advantage (RCA)

این شاخص می تواند مقادیری بین ۱- الی ۱+ اتخاذ نماید و بنابراین متقارن می باشد. اگر $L_{RCA} > 0$ باشد آنگاه مزیت رقابتی برای آن منطقه آشکار می شود. 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 می باشد:

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

And for L_{tg} :

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

۲-۲-۲ فضای فرهنگی کسب و کار منطقه^۱

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 می باشند و اقتصاد غیرپایه برای پشتیبانی از اقتصاد پایه در منطقه مورد نظر فعالیت می نماید 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 شبکه های اجتماعی منطقه بر مبنای آن شکل گرفته و ایجاد شده است. LQ شاخصی است که این فضای فرهنگی کسب و کار منطقه را اندازه گیری می نماید و آن را می توان به صورت زیر فرمول نمود:

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

که در آن نشان دهنده J_{tg} میزان اشتغال ایجاد شده در بخش صنعتی t در منطقه g می باشد. همچنین $\sum_{t=1}^{n_t} J_{tg}$ نشان دهنده کل اشتغال منطقه g می باشد. $\sum_{g=1}^{n_g} J_{tg}$ نشان دهنده کلی اشتغال مناطق مورد بررسی در صنعت t می باشد و نهایتاً $\sum_{t=1}^{n_t} \sum_{g=1}^{n_g} J_{tg}$ نشان دهنده کل اشتغال مناطق در کلیه حوزه های صنعتی می باشد. اگر $LQ_{tg} > 1$ باشد آنگاه منطقه صادر کننده می باشد و صنعت t به عنوان صنعت بومی آن منطقه شناخته می شود. اگر $LQ_{tg} < 1$ باشد آنگاه منطقه وارد کننده بوده و t نشان دهنده اقتصاد غیر بومی این منطقه می باشد و احتمالاً منطقه ای اقتصاد دیگری را به عنوان اقتصاد بومی خود دارا می باشد.

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

یکی از عوامل مهم در توسعه پایدار اشتغال در مناطق جغرافیایی مختلف و جلوگیری از انباشت جمعیت در مناطق جغرافیایی مشخص می باشد مبحثی که عمدتاً در بحث های آمایش سرزمینی مطرح می گردد، کارگر/دانشگر محور بودن^۲ صنایع نسبت به دارایی محور بودن آنها است. میزان استفاده از نیروی کار در برابر

^۱Population work culture

^۲Labor 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 کار در هر یک از حوزه‌های صنعتی دارای شغل می‌شوند (مستقیم، غیر مستقیم و مشتق شده)^۱ [۷]. 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

اشتغال 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 هزینه‌کرد در اقتصاد افزایش می‌یابد اشتغال مشتق شده ایجاد می‌شود [۸]. هم‌چنین ملاحظات دیگری نیز در نوع ایجاد اشتغال وجود دارد به این معنی که در صورتی 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.

۲-۳ تشریح مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی

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

واحدها: اعتبار تخصیص داده شده (میلیون دلار)

اندیس‌ها و مجموعه‌ها:

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

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

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

متغیرهای تصمیم:

X_{tg} : میزان اعتبار تخصیص داده شده به منطقه‌ی g به نوع صنعت t ، (اعتبار تخصیص داده شده به کشاورزی در استان البرز) برحسب میلیون دلار (متغیر تصمیم دولت/بخش عمومی).

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

¹ direct, indirect and induced job Creation

پارامترها:

C : کل اعتبار قابل تخصیص.

C_a : کل اعتبار قابل تخصیص به متقاضی a ام (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 ام.

C_g : کل اعتبار قابل تخصیص به منطقه g ام.

C_{CT} : کل اعتبار قابل تخصیص که نوع وثایق^۱ آن CT باشد (وثایق می تواند از انواع طبقات نقد، منقول و ... باشد).

C_{TC} : کل اعتبار قابل تخصیص که نوع صنعت^۲ آن TC باشد (وثایق می تواند از انواع طبقات نقد، منقول و ... باشد).

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

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

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 بانک های عامل روی داده های تست.

C_{NRB} : پارامتر نشان دهنده حداکثر تعداد قواعد قابل قبول برای یک پایگاه قاعده از منظر بانک های عامل.

E_e : کل اشتغال مستقیم برنامه ریزی 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 بازنشسته، کودک و ...).

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

E_{te} : کل اشتغال مستقیم برنامه ریزی شده جهت ایجاد در نوع صنعت t در کل مناطق.

E_i : کل اشتغال غیر مستقیم و مشتق شده برنامه ریزی 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 اشتغال مستقیم برنامه ریزی شده برای ایجاد در نوع صنعت t .

CA_a : میانگین حساب جاری برای متقاضی a ام.

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

MR_a : ریسک بازار هدف متقاضی a ام؛

MR : ریسک بازار هدف سبد اعتباری (متشکل از کلیه متقاضیانی که به آنها تسهیلات داده می شود) بانک.

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

¹ Collateral type

² 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 متقاضی a ام.

AIM : فعال بودن و یا نبودن متقاضی 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/پیشرو)

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

$$\text{Max}_{X_{tg}} Z'_{GPS} = \sum_{t=1}^{n_t} \sum_{g=1}^{n_g} P_{tg} X_{tg} \quad (5)$$

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

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

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

$$\text{Min}_{X_{tg}} d^u_{GPS} = C^u_g - \sum_{t=1}^{n_t} X_{tg} \quad \forall g \quad (9)$$

$$\text{Min}_{X_{tg}} d^u_{GPS} = C^u_t - \sum_{g=1}^{n_g} X_{tg} \quad \forall t \quad (10)$$

$$\text{Min}_{X_{tg}} d^v_{GPS} = E^u_e - \sum_{g=1}^{n_g} \sum_{t=1}^{n_t} J_{dt} X_{tg} \quad (11)$$

$$\text{Min}_{X_{tg}} d^u_{GPS} = E^u_{ge} E_g - \sum_{t=1}^{n_t} J_{dt} X_{tg} \quad \forall g \quad (12)$$

¹ General Bi-level Credit Allocation Model

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

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

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

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

$$\text{s.t.} \quad (17)$$

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

$$C_g^L \leq \sum_{t=1}^{n_t} X_{tg} \leq C_g^U \quad \forall g \quad (18)$$

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

$$E_e^L \leq \sum_{g=1}^{n_g} \sum_{t=1}^{n_t} J_{dt} X_{tg} \leq E_e^U \quad (20)$$

$$E_{ge}^L E_g \leq \sum_{t=1}^{n_t} J_{dt} X_{tg} \leq E_{ge}^U E_g \quad \forall g \quad (21)$$

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

$$E_i^L \leq \sum_{g=1}^{n_g} \sum_{t=1}^{n_t} J_{it} X_{tg} \leq E_i^U \quad (23)$$

$$E_{gi}^L E_g \leq \sum_{t=1}^{n_t} J_{it} X_{tg} \leq E_{gi}^U E_g \quad \forall g \quad (24)$$

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

در این مدل اولین هدف دولت/بخش عمومی در هدف (۵) حداکثر نمودن بازگشت اقتصادی می باشد. حداقل نمودن ریسک صنعت هدف دوم می باشد که در هدف (۶) بیان شده است. هدف سوم حداکثر نمودن مزیت رقابتی و توزیع منابع اعتباری بر این مبنا می باشد که در هدف (۷) بیان شده است. نهایتاً هدف آخر حداکثر نمودن اقتصاد بومی منطقه جهت کمک به توسعه پایدار در منطقه می باشد که در هدف (۸) بیان شده است. اهداف (۹) الی (۱۶) برای حداقل سازی فاصله از سقف بالایی مورد نیاز برای هدف برای متغیرهای توسعه 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 حداکثری می‌باشد. محدودیت (۱۹) بیان می‌نماید که کل اعتبار تخصیص داده شده در هر بخش از صنعت بین یک میزان حداقلی و حداکثری قرار می‌گیرد. محدودیت (۲۰) بیان می‌نماید که کل اشتغال مستقیم برنامه‌ریزی شده بین یک میزان حداقلی و حداکثری 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 (پرو/دنباله رو)

امروزه بانک‌ها و موسسات اعتباری به صورت گسترده از "رتبه‌بندی اعتبار" برای اعطای تسهیلات به هریک 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 اعتبار استفاده می‌نمایند.

روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی مشتریانی به دو دسته 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 آزمون‌شده‌ی الگوریتم پیروری فازی که در بخش‌های قبلی نشان داده شد از این الگوریتم برای دسته‌بندی مشتریان به دو دسته 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 پیروری فازی کار رده‌بندی مشتریان به دو دسته خوب و بد را انجام می‌دهد. خروجی این الگوریتم داده‌کاوی در این مدل استفاده می‌شود. مدل برنامه‌ریزی ریاضی بانک‌ها را می‌توان به صورت ذیل فرموله نمود:

$$\text{Max}_{X_a} Z'_{FI} = \sum_{a=1}^{n_a} CA_a X_a \quad (26)$$

$$\text{Max}_{X_a} Z^*_{FI} = \sum_{a=1}^{n_a} EB_a X_a \quad (27)$$

$$\text{Min}_{X_a} d^*_{FI} = MR^u_a - MR_a X_a \quad \forall a \quad (28)$$

$$\text{Min}_{X_a} d^*_{FI} = MR^U - \sum_{a=1}^{n_a} MR_a X_a / N_a \quad (29)$$

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

$$\min_{X_a} d_{FI}^{\circ} = CAWA^U - \sum_{a=1}^{n_a} CAWA_a X_a / N_a \quad (31)$$

$$\min_{X_a} d_{FI}^{\vee} = AIM^U - \sum_{a=1}^{n_a} AIM X_a / N_a \quad (32)$$

$$\min_{X_a} d_{FI}^{\wedge} = C_{CT}^U - \sum_{a=1}^{n_a} C_a X_a \quad (33)$$

$$\min_{X_a} d_{FI}^{\star} = C_{TC}^U - \sum_{a=1}^{n_a} C_a X_a \quad (34)$$

s.t.

$$AC \geq T(AC = f(X_a)) \quad 1(35)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

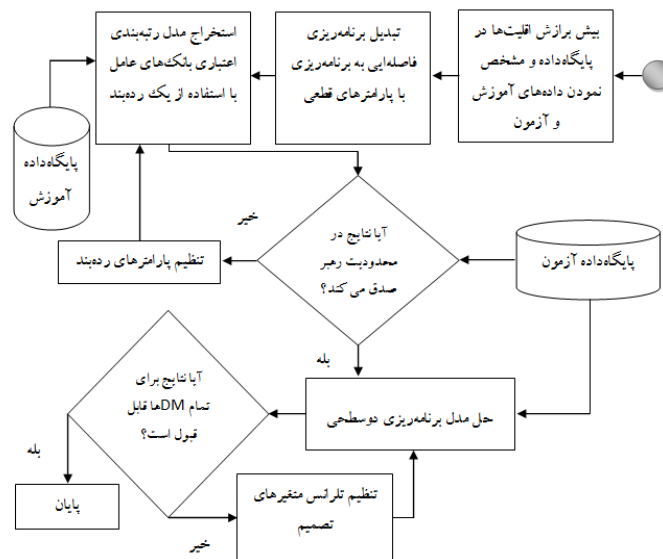
$$X_a \in [0, 1] \quad (46)$$

که در آن هدف (۲۶) نشان می دهد که مشتریانی انتخاب می شوند که حساب جاری آن ها دارای میزان بیش تری از وجه نقد می باشد. از آن جهت که بانک ها در وضع موجود در ایران به این حساب ها بهره ای نمی پردازند؛ لذا

^۱ با استفاده از ماتریس پیچیدگی محاسبه می شود و به بردار X_a بستگی دارد.

داشتن این حساب در بانک‌ها برای 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 در نظر 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 در نظر 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 (مسئولیت محدود، تعاونی 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_g برابر یک و اگر نامعتبر (بد) باشد x_g 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 تصمیم گیری ترکیبی

۲-۵ معرفی روش حل الگوریتم برنامه ریزی ریاضی دوسطحی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک^۱

الگوریتم ژنتیک ارایه شده برای حل برنامه ریزی ریاضی دوسطحی (GAFABBA) یکی از بهترین الگوریتم های هوش مصنوعی است که برای حل مسائل برنامه ریزی دوسطحی خطی تاکنون ارایه شده است [۹]. در این الگوریتم بردار تصمیم رهبر با توجه به تغییرات الگوریتم ژنتیک به صورت مداوم باز تولید می شود و بردار تصمیم پیرو با حل مساله پایین دستی به دست می آید. این فرایند آنقدر تکرار می شود تا به برازندگی^۲ مناسب دست یابیم برای جزییات بیش تر در مورد این الگوریتم می توان به مرجع ارایه شده مراجعه نمود.

۲-۵-۱ انتخاب الگوریتم اپروری فازی^۳ (FA) به عنوان یک رده بند مناسب

بنابر محاسبات صورت گرفته در بخش قبلی همین فصل الگوریتم اپروری فازی به عنوان رده بند 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 [۱۰].

۲-۶ ترکیب الگوریتم های GABBA و FA و معرفی الگوریتم جدید^۴ GAFABBA

تابع هدف بانک های عامل محدب است و فضای جواب نیز گسسته می باشد. بنابراین روش های سنتی و کلاسیک حل مدل ها مشکلات تکرار متعدد را به همراه دارند. الگوریتم ژنتیک برنامه ریزی ریاضی دوسطحی با رده بند اپروری (GAFABBA) ترکیبی است از GABBA و FA، در واقع در سطح دوم مساله دوسطحی از FA به عنوان رده بند استفاده شده است و مدل ریاضی سطح دوم بر مبنای خروجی های فرموله شده است [۱۱].

¹ Genetic algorithm fuzzy apriori bilevel based algorithm (GAFABBA)

² Fitness

³ Fuzzy apriori (FA)

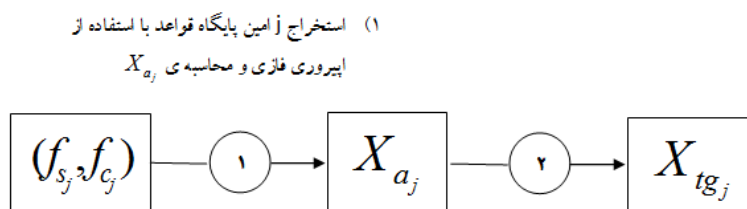
⁴ Genetic algorithm based Fuzzy apriori bi-level programming algorithm (GAFABBA)

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

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 صرفاً 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 j ام با زوج مرتب (FS_j, FC_j) در الگوریتم پیروری فازی نشان داده‌شود، 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_{aj} 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 داده‌شده به آن دسته از X_{aj} ها که مقدار یک را اتخاذ نموده‌اند بردار متغیرهای تصمیم رهبر؛ یعنی X_{tgj} را تولید نمود. به بیان ریاضی می‌توان نوشت:

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

شکل زیر این موضوع را به صورت نمادین نشان می‌دهد:



(۲) محاسبه نمودن X_{tgj} با استفاده از پایگاه داده

بانک‌های عمل و بردار مقادیر X_{aj}

شکل ۲. مراحل تولید، بازتولید بردار تصمیم برای مکان j 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_{tgi} : مولفه‌ی i ام بردار تصمیم رهبر $\{x_{tg_1}, x_{tg_2}, \dots, x_{tg_n}\}$.

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

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

حاجی مهدی و سادات رسول، ارائه رویکردی تخصیص تسهیلات به صورت بازی باترکیب رده بندی...

x_{tg}^j, x_a^j : مولفه‌ی i ام سازه‌ی x_a و x_{tg} .

$P^j(k)$: ارزش مقدار تابع هدف رهبر که $x_a = x_a^j, x_{tg} = x_{tg}^j$ در نسل k ام.

$\Pi(k)$: جمعیت در نسل k : $\Pi(k) = \{x_{tg}(k), x_a(k)\}$.

گام آغازین:

$K = 0$ و $F^*(-1) = \infty$ قرار بده و پارامترها را تنظیم کن.

الف) N : اندازه‌ی جمعیت.

ب) NP : تعداد راه‌حل‌های 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 راه‌حل‌های تصادفی که در هر تکرار ایجاد می‌شود.

ح) $\mathcal{E}$: درجه‌ی صحتی که مورد نیاز می‌باشد.

گام اول: حدود را تعیین کن:

زوج مرتب $[0, 1]$ را به عنوان حدود پایین و بالایی زوج (f_{s_j}, f_{c_j}) قرار بده و $\eta \in I, SCALE = 10^\eta$ برابر قرار

بده به گونه‌ای که $SCALE \geq \max\{f_{s_j}, f_{c_j}\}$

گام دوم: $\hat{P}(k)$ مکان اولیه تولید کن که شامل N بردار $z^j = (x_{tg}^j, x_a^j), j = 1, \dots, N$ به

گونه‌ی ذیل باشد:

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

ب) قواعد اپروری فازی را ایجاد کن.

ج) اقلام پرتکرار 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}, x_a) تولید کن.

ز) اگر $i = 1, \dots, n$ $x_{tg_i}^j \sim \cup [Min x_{tg_i}^j, Max x_{tg_i}^j]$ نتایج را در نظر بگیر.

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

ط) اگر جواب شدنی به به دست آمد جواب منطقی؛ $x_{tg}(x_a^j)$ 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 ۲-۲ برو.

گام سوم: تغییرات SCALE

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

$$F^j(k) = c_j x_{tg}^j + d_j x_a^j, j = 1, \dots, N (i.e. F^j(k) < F^{j-1}(k), \forall j)$$

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

ذخیره کن $F^*(k) = \min F^j(k)$ و $(x_t^*(k), x_a^*(k)) = \arg F^*(k)$

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

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

گام چهارم: شرط توقف

اگر $SCALE < \varepsilon$ شد آنگاه توقف کن، راه حل مطلوب $(x_{ig}^*(k), x_a^*(k))$ می باشد و گرنه به گام ۵ برو.

گام پنجم: ساختار جهش

قرار بده $z_1^j = (x_{ig}^j, x_a^j)$ ، $j = 1, \dots, NP$ (جهش بده NP بردار z_1^j را به گونه‌ی ذیل ($j = 0$) قرار بده:

$$j = j + 1 \quad \text{الف)}$$

$$\omega \in \cup [0, SCALE] \quad \text{ب) مساله دنباله‌رو با در نظر گرفتن محدودیت‌های رهبر و پیرو را حل کن،}$$

ج) اگر پاسخ‌شدنی بود، $x_a(x_{ig}^j)$ را ذخیره کن، اگر $j = NP$ آنگاه به گام ۶ برو و گرنه به مرحله‌ی الف) برو.
د) اگر پاسخ‌شدنی نبود آن را در نظر بگیر و به مرحله‌ی الف) برو.

گام ششم: ساختار تصادفی

$$z_1^j = (x_{ig}^j, x_a^j(x_{ig}^j)), j = 1, \dots, NR < N \quad \text{قرار بده}$$

NR بردار z_1^j به گونه‌ی ذیل ایجاد کن ($j = 0$) قرار بده:

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

ب) مساله پیرو را با در نظر گرفتن محدودیت‌های رهبر و پیرو حل کن،
ج) اگر شدنی بود $x_a(x_{ig}^j)$ را ذخیره کن، اگر $j = NR$ آنگاه به گام ۷ برو و گرنه به مرحله‌ی الف) برو.
د) اگر شدنی نبود x^j را در نظر بگیر و به مرحله‌ی الف) برو.

گام هفتم: انتخاب

از سازه‌ی‌های $N\{x_{ig}, x_a(x_{ig})\}$ از $\Pi(k)$ ، از NP یا کم‌تر سازه‌ی $\{x_{ig}^j, x_a(x_{ig}^j)\}$ در جهش و از $NR\{x_{ig}^j, x_a(x_{ig}^j)\}$ جمعیت از سازه‌ی‌های تصادفی، N سازه‌ی را که کم‌ترین ارزش $F(0)$ را داشته باشد 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، تنظیم و بالانس نمودن آن‌ها

مجموعه داده‌های بانک توسعه‌ی صادرات ایران با همکاری واحد ریسک این بانک جمع‌آوری شده است. این داده‌ها تسهیلات اعطاءشده‌ی این بانک در خلال سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۰ بوده و پس از انجام عملیات تنظیم و

حذف مشتریانی که برای برخی از آن‌ها داده موجود نمی‌باشد، ۷۲۲ رکورد از مشتریان به به دست آمد. هم چنین 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 مجموعه داده بانک توسعه‌ی صادرات قبل و پس از تنظیم

نام پایگاه داده	وضعیت پایگاه داده	حجم داده	نسبت خوب/کل	متغیرهای مستقل (ورودی)		
				کل	پیوسته	طبقه ایی
(I)	کل متقاضیان تسهیلات	۱۱۰۹	NA	-	-	-
(II)	پیش از تنظیم	۱۱۰۹	NA	۵۱	۴۳	۸
(III)	پس از تنظیم	۷۲	۹۰/۳	۶۰	۳۹	۲۱
(IV)	نمونه برای دو استان و سه نوع صنعت	۷۰	۷۵/۰۲	۶۰	۳۹	۲۱

۳-۲ 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 در نظر 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. هم چنین برای تسهیل مدل برای دو بخش صنعتی و سه استان در نظر گرفته شده و حل شده است. پارامترهای GAFABBA به صورت $C_{NRB}=30, NR=3, NX=1, NP=2, N=10$ در نظر گرفته شده است. آخرین اجراها بر مبنای پارامترهای تنظیم شده برای اهداف و محدودیت‌ها به شرح جدول ذیل صورت گرفته است:

جدول ۳. حدود پایین و بالا پارامترهای برنامه ریزی ریاضی برای مثال عددی

نام پارامتر	حد بالایی	حد پایینی	نام پارامتر	حد بالایی	حد پایینی
C	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 سرمایه گذاری در صنایع مختلف از گزارش های موسسه ی تحقیقات اقتصاد سیاسی استخراج شده است [۷].

۴ نتایج آزمایش ها

برای بررسی نتایج آزمایش ها چهار سناریوی مختلف در نظر گرفته شد:

۱. **سناریوی (I) مدل سازی ریاضی تعاملی با بازی استکلبرگ:** سناریوی رهبر-دنباله رو به عنوان مورد ارزیابی قرار گرفته است، که در آن صندوق توسعه ی ملی به عنوان رهبر تعریف شده و یکی از بانک های عامل به عنوان دنباله رو تعریف می شود.

۲. **سناریوی (II) سیاست گزاری دستوری صندوق توسعه ی ملی توسط مدل سازی ریاضی:** بدون در نظر گرفتن پیرو و فضای واقعی اقتصاد (پایگاه داده) مساله برنامه ریزی ریاضی صندوق توسعه ی 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 آورد که در نتیجه ی آن مساله جواب ندارد و سیاست تحمیلی قابل اجرا در محیط واقعی از منظر مدل سازی ریاضی نمی باشد.

۳. **سناریوی (III) سیاست تفویض کامل تخصیص منابع صندوق توسعه ی ملی به بانک عامل و عملکرد بانک عامل توسط مدل سازی ریاضی:** در این سناریو بانک عامل به واسطه ی یک مدل رتبه بندی اعتباری که بهینه سازی آن توسط یک مدل برنامه ریزی ریاضی صورت می گیرد عملیات بهینه سازی را صورت می دهد. سپس از X_i های به به دست آمده X_{ig} و نهایتا توابع هدف به به دست می آید.

۴. **سناریوی (IV) سناریوی شرایط بر مبنای نظر خبرگان (کمیته ی اعتباری بانک توسعه ی صادرات):** در این سناریو آنچه که در محیط واقعی اقتصاد خرد اتفاق افتاده است مدنظر قرار می گیرد. به این معنی که پایگاه داده ای که در دسترس است در واقع پایگاه داده ای می باشد که برآیند نظر خبرگان در کمیته ی اعتباری بانک توسعه ی صادرات بر تخصیص تسهیلات بر آن استوار بوده است و در واقع X_i برای کلیه ی این متقاضیان در زمان تخصیص از نظر این کمیته برابر یک بوده است. نکته ی مهم این امر می باشد که طرح هایی که پایگاه داده آن در دسترس می باشد قطعاً طرح های مناسب بوده و سایر طرح ها که رد شده اند و X_i آن ها مقدار صفر را اخذ نموده است در دسترس مقاله نمی باشند و از محدودیت های مقاله می باشند. عمدتاً کلیه این طرح ها در سناریوی واقعی به صندوق توسعه ی ملی ارجاع شده و اگر مشکلاتی چون اطمینان از زنجیره تامین کالا و خوراک اولیه و یا ذی نفع واحد نداشته باشند مصوب می شود. به دلیل محدودیت های تحقیق فرض شده است که کلیه طرح های مصوب بانک های عامل در صندوق توسعه ی ملی مورد تصویب قرار می گیرد.

یک مشکل عمده ی پیش رو در استخراج نتایج برای این سناریو این نکته می باشد که از آنجا که کلیه X_i های مورد بحث مقدار که در پایگاه داده بانک لحاظ شده اند از نظر خبرگان کمیته ی اعتباری مقدار یک به خود اختصاص داده و در واقع تسهیلات به آن ها اعطاء شده است، لذا در صورتی که مقایسه ی این تخصیص با سایر سه

تخصیص دیگر مدنظر قرار گیرد از آنجا که کل مقدار تخصیص مقداری بیش تری است، لذا کلیه ی توابع هدف میزان بیش تری اختیار می نمایند. برای حل این مشکل از یک تابع تصادفی ساده استفاده شده است که از بین کلیه ی متقاضیان پایگاه داده به صورت تصادفی آن ها را انتخاب می کند و به محض اینکه با افزودن یک متقاضی میزان کل تخصیص از مقدار مشخص کل اعتبار در دسترس یا C بیش تر شد، تخصیص متوقف می شود. به این صورت می توان نتایج را با سایر حالات مورد مقایسه قرارداد. جدول ذیل نتایج هر یک از چهار سناریو را نشان می دهد:

جدول ۴. مقادیر مختلف توابع هدف به ازای سناریوهای مختلف

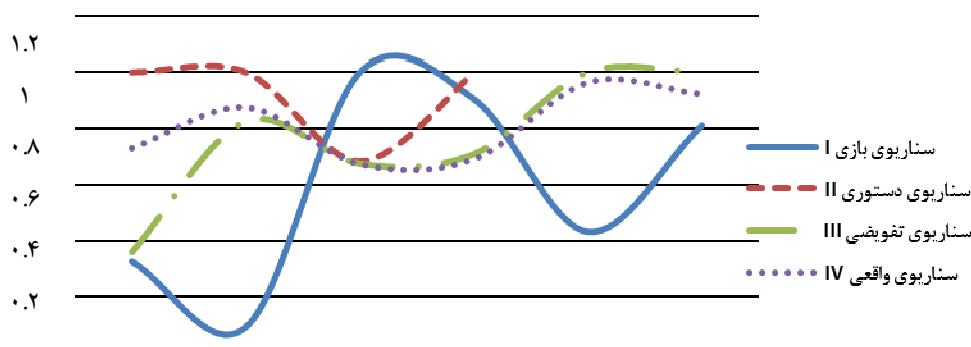
شماره سناریو	سابقه با بانک	حساب جاری	اقتصاد بومی	مزیت رقابتی	صندوق توسعه ملی	
					ریسک	نرخ بازگشت
(I)	۱۷/۷۸۲	۹۹/۸	۰/۵۴۹۷۴	۰/۳۴۶۳۶	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۱۰۵
(II)	-	-	۰/۶۰۷	۰/۲۳۷۴۶۶	۰/۰۰۱۹۴	۰/۰۳۲۱۵
(III)	۱۵/۷۵۶	۲۳۱	۰/۴۳	۰/۲۳۳۴۶۶	۰/۰۰۱۶	۰/۰۱۱۵
(IV)	۱۴/۵۴۶	۲۲۳	۰/۴۲	۰/۲۳۳۳۱	۰/۰۰۱۷	۰/۰۲۳۵

همان گونه که از جدول قابل مشاهده می باشد نتایج بهتر پررنگ نشان داده شده است. هنگامی که صندوق به تنهایی سیاست گذاری می نماید عایدی بهتری خواهد داشت؛ لکن وقتی به صورت تعاملی سیاست گذاری انجام می شود عایدی صندوق کم تر خواهد بود و در عین حال احتمال همکاری بانک های عامل بسیار بیش تر می باشد. جدول زیر رتبه هر از سناریوها را از منظر هر یک از بازیگران نشان می دهد.

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

رتبه هر یک از سناریوها در هر یک از توابع هدف	رتبه بر مبنای وزن مساوی برای تابع اهداف برابر یک و با مقایسه میزان هر یک از توابع هدف با یکدیگر
بررسی رتبه سناریو	از منظر صندوق توسعه ملی
تابع هدف	نرخ بازگشت
در هر هدف	ریسک
	مزیت رقابتی
	اقتصاد بومی
از منظر بانک عامل	سابقه کار با بانک
	عملکرد حساب جاری
	II>IV>III>I
	I>III>IV>II
	I>II>III>IV
	II>I>III>IV
	III>IV>I>II
	III>IV>I>II

شکل زیر نتایج هر سناریو را در مقابل سایر سناریوها ترسیم نموده و جایگاه آن ها را نشان می دهد:



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

برای شناسایی بهترین رتبه برای سناریوها در کلیه توابع اهداف از آزمون T زوجی استفاده شد، این آزمون ۶ مرتبه توسط نرم افزار SPSS صورت گرفته است و فرضیه های آزمون به صورت ذیل می باشد:

H_0 : تفاوت معنی دار میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان برای صندوق توسعه ملی می باشد.

H_1 : تفاوت معنی داری میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان برای صندوق توسعه ملی وجود ندارد.

هم چنین آزمون فوق به صورت جداگانه با توابع هدف بانک های عامل برای این بانک ها نیز ۶ مرتبه صورت گرفت و فرضیه های این آزمون نیز به صورت ذیل می باشد:

H_0 : تفاوت معنی دار میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان برای بانک های عامل می باشد.

H_1 : تفاوت معنی داری میان دو سناریو در آلفا درصد اطمینان برای بانک های عامل وجود ندارد.

بر این مبنا نتایج به صورت جدول زیر می باشد که در آن در ستون رتبه هر سناریو بر مبنای بهترین سناریو و رتبه سایر سناریوها بر مبنای میزان فاصله از آماره T برای هر سناریو در نظر گرفته شده است به این معنی که هر چه این فاصله بیش تر باشد رتبه بعدی از بهترین سناریو مشخص می شود. در مقابل ستون دوم رتبه را بر مبنای معناداری فاصله سناریوها ترسیم نموده است که در آن سناریوهایی که در ۹۵ درصد اطمینان فاصله آشکاری با هم نداشته اند در یک رتبه آورده شده است.

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

رتبه هر سناریو به صورت کلی	رتبه ی هر سناریو	رتبه هر سناریو با در نظر گرفتن میزان معناداری تفاوت با ۹۵ درصد اطمینان
از منظر صندوق توسعه ملی	$II > I > IV > III$	$II > I$ و $IV > III$
از منظر بانک عامل	$III > IV > I > II$	$III > IV$ و $I > II$

همان گونه که از نتایج قابل استخراج است سناریوی دوم یا سناریوی دستوری بهترین سناریو برای صندوق توسعه ملی است و سناریوی سوم یا سناریوی تفویضی بهترین سناریو برای بانک های عامل می باشد. از سوی

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

همان گونه که از جدول قابل استخراج است از منظر بانک عامل سناریوی III بهترین وضعیت را دارا می باشد؛ لیکن از دید صندوق توسعه ملی سناریوهای I و II با یکدیگر رقابت می نمایند.

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

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

H_1 : تفاوت معنی داری 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 دوجه دو نشان می دهد. از آنجا که فرض براینست که بتوان بر مبنای مدل سازی ریاضی و کامپیوتری نظر خبرگان کمیته ی 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 تفویضی و دستوری را نیز به واقعیت تا حدودی نزدیک نموده اند.

جدول ۷. نتایج آزمون T زوجی برای مقایسه سناریوها با تغییرات وزن در ۹۵ و ۹۰ درصد اطمینان و معنی دار بودن/نبودن تفاوت

اوزان برابر		۵ مساله دو معادله دو مجهول حل شده برای استخراج ۵ مساله دو معادله دو مجهول حل شده برای استخراج		اولین تغییرات وزنی که منجر به رفع تفاوت معنی دار میان اولین تغییرات وزنی که منجر به رفع تفاوت معنی دار سناریوی دستوری (II) و سناریوی واقعی (IV) گردد. میان سناریوی تفویضی (III) و سناریوی واقعی (IV) گردد.	
سناریوهای مورد مقایسه	وزن توابع هدف	(۱،۱،۱،۱،۱)	(۱،۱،۱،۱،۱)	(۱،۱،۱،۱،۱)	(۱،۱،۱،۱،۱)
(I)-(II)	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.
(I)-(III)	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.
(I)-(IV)	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.	معنی دار نمی باشد.
(II)-(III)	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.
(II)-(IV)	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.
(III)-(IV)	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.	معنی دار می باشد.

با توجه به جدول فوق به عنوان مثال می توان 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 می توان نتایجی مشابه با واقعیت به دست آورد. در واقع این تحلیل بیان می نماید که سناریوی دستوری باعث این میزان از تاثیر در تصمیم گیری نسبت به محیط واقعی شده است.

۵ نتیجه گیری

این مقاله یک مدل کمی برای تخصیص تسهیلات از محل مازاد درآمدهای نفت در سطح ملی برای کشور ایران ارائه می نماید. مدل ارائه شده می تواند به عنوان مبنایی برای اقتصاد توسعه در کشور در نظر گرفته شود که همزمان رشد GDP کشور را با الگوی توسعه پایدار تضمین می نماید. از دیگر ویژگی های مدل ارائه و حل شده اینست که بازخور سیاست های دولتی را در بخش خصوصی در نظر گرفته و به صورت ریاضی در قالب یک بازی شرایط همکاری آن ها را مدل سازی نموده است. مقاله های آتی می تواند به افزایش و توسعه مدل با در نظر گرفتن مفهوم توسعه پایدار و سایر شاخص های مترتب بر آن صورت گیرد.

سیاسگذاری

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

منابع

- [۲] نصیری، م، اسمعیلی، ا، مینایی، ب، مزینی، ن، (۱۳۹۰). پیشنهاد شیوه ای مبتنی بر PSO چند هدفه جهت استخراج قواعد انجمنی. مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۴۸، (۴) ۴۱-۴۸.
- [1] Yu, J., Xu, B., yang, H., Shi, Y., (2010). The strategic asset allocation optimization model of sovereign wealth funds based on maximum CRRA utility & minimum VAR. *Procedia Computer Science*, 1(1), 2433-2440.
- [3] Hunt, S. D., Morgan, R. M., (1995), The comparative advantage theory of competition. *The Journal of Marketing*, 1-15.
- [4] 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.
- [5] De Benedictis, L., Tamberi, M., (2001), A note on the Balassa index of revealed comparative advantage, Available at SSRN 289602.
- [6] Laursen, K., (2015), Revealed comparative advantage and the alternatives as measures of international specialization, *Eurasian Business Review*, 5(1), 99-115.
- [7] 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.
- [8] Statistical Centre of Iran (SCI), (2011). Iran Statistical Yearbook 1389 [March 2010-March 2011] / Presidency- Vice for Strategic Planning and Supervision. Tehran: SCI.
- [9] 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.
- [10] 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

جدول ۸. داده‌های ارایه شده توسط بانک توسعه‌ی صادرات برای شرکت‌هایی که وام دریافت نموده‌اند

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 عام 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)
اظهارنامه مالیاتی (متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	مسولیت محدود و سایر (متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)
سازمان حسابرسی (متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	سهامی عام (متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)
حسابرس معتبر (متغیر مجازی به صورت صفر یا یک)	سابقه فعالیت با بانک
موجودی نقد	فروش دوره جاری
حساب های دریافتی	فروش دوره قبل
سایر حساب های دریافتی	فروش دو دوره قبل
موجودی کالا	دارایی دوره جاری
دارایی های جاری	دارایی دوره قبل
دارایی های غیر جاری	دارایی دو دوره قبل
کل دارایی ها	حقوق صاحبان سهام دوره جاری
تسهیلات مالی کوتاه مدت	حقوق صاحبان سهام دوره قبل
بدهی های جاری	حقوق صاحبان سهام دو دوره قبل
تسهیلات مالی بلند مدت	گردش بستانکار حساب های جاری
بدهی های غیر جاری	میانگین وزنی حساب های جاری
کل بدهی ها	میانگین صادرات سه سال گذشته
سرمایه	میانگین واردات سه سال گذشته
سود یا زیان انباشته	سوابق مدیران ارشد
حقوق صاحبان سهام	تعاونی و تضامنی
فروش	سهامی عام بورسی
سود ناخالص	سهامی خاص
هزینه مالی	مسولیت محدود و سایر
سود خالص	سهامی عام
فعالیت در بازار داخل دارد	سابقه فعالیت با بانک
قلمرو بازار خارج	فروش دوره جاری
ریسک بازار هدف	فروش دوره قبل
سابقه فعالیت شرکت	فروش دو دوره قبل