

Application of Incentive-Compatible Mechanisms Design Theory (Self-adjusting, Effective/Efficient Mechanisms) in the Seventh National Development Planning

Omidali Parsa¹

| o.paras@impa.ac.ir

Gholamreza Askari²

| g.askari@impa.ac.ir

Ebrahim Pazoukinejad³

Received: 06/08/2022 | Accepted: 17/01/2023

Abstract One of the obvious disadvantages and weaknesses of Iran's national five-year development plans in achieving its goals is the lack of severe weakness of structures, institutions, and self-adjusting, effective/efficient motivational mechanisms (incentive compatibility) for decentralized agents. The mechanism design theory was proposed to solve this important issue and directly consider the internal economic motivations of agents in policies and development plans and has been widely used in recent decades. Mechanism design can be viewed as the art of designing the rules of a game to achieve a social desired outcome. In order to use mechanism design in planning and policy, first the socially desirable outcomes are determined by policymakers and central planners; then, the rules of the game are determined and guaranteed to create sufficient incentives for agents to perform actions and activities in line with the aforementioned goals or outcomes. In such an incentive-compatible environment, the decentralized agents "act almost as desired by the policymakers and planners", and in this way, the individual goals of the actors and the social goals of the policymakers and planners are simultaneously realized, and so are the objectives of development plans. Our results show that as long as the macro policies, goals, laws, and regulations desired by policymakers and central planners are not supported by the design and establishment of a self-adjusting, effective/efficient motivational mechanism for decentralized agents, there would be no guarantee for their proper implementation. Thus, the design, implementation, and practical use of this modern theory are of great necessity in the seventh development plan.

Keywords: Development Plans, Comprehensive Planning, Mechanism Design, Private Information, Incompleteness and Asymmetry of information, Agents, Desired Social Outcome.

JEL Classification: H10, O21, C70.

1. Ph.D. of Economics, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran, Iran (Corresponding Author).

2. Ph.D. of Mathematics, Researcher Institute for Management and Planning Studies, Tehran, Iran.

3. Ph.D. of Mathematics, Researcher Institute for Management and Planning Studies, Tehran, Iran.

کاربرد نظریه طراحی سازوکارهای انگیزه - سازگار (سازوکارهای خودتنظیم کارا و اثربخش) در برنامه هفتم توسعه کشور

o.paras@impa.ac.ir

امیدعلی پارسا

دکتری اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران،
ایران (نویسنده مسئول).

g.askari@impa.ac.ir

غلامرضا عسکری

دکتری ریاضی، کارشناس موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت
و برنامه‌ریزی، ایران.

ابراهیم پاک‌نژاد

دکتری ریاضی، کارشناس موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و
برنامه‌ریزی، تهران، ایران.

مقاله پژوهشی

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۷

دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۵

چکیده: یکی از آسیب‌ها و نقاط ضعف آشکار عدم توفیق برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور، فقدان یا ضعف شدید ساختارها، نهادها و سازوکارهای انگیزه - سازگار (سازوکارهای انگیزشی کارا و اثربخش خودتنظیم) برای عوامل اجرایی غیرمتمرکز است. نظریه طراحی سازوکار برای حل این مسئله مهم و لحاظ کردن مستقیم انگیزه‌های درونی اقتصادی عوامل اجرایی در سیاستگذاری‌ها و برنامه‌های توسعه مطرح گردیده و در دهه‌های اخیر کاربرد فراوانی داشته است. طراحی سازوکار هنر طراحی قواعد بازی برای دستیابی به اهداف یا آثار مطلوب جمعی است. برای استفاده از طراحی سازوکار در برنامه‌ریزی و سیاستگذاری، ابتدا اهداف یا آثار مطلوب جمعی توسط سیاستگذاران و برنامه‌ریزان مرکزی تعیین می‌شوند، سپس قواعد بازی برای ایجاد انگیزه‌های کافی در عوامل اجرایی به منظور انجام فعالیت‌های همراستا با اهداف اجتماعی سیاستگذاران و برنامه‌ریزان تعیین می‌گردند. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که سیاست‌ها و اهداف کلان و قوانین و مقررات متعالی مورد نظر سیاستگذاران و برنامه‌ریزان مرکزی، مادامی که با طراحی و استقرار سازوکارهای کارا و اثربخش خودتنظیم برانگیزاننده و بازدارنده عوامل اجرایی غیرمتمرکز پشتیبانی نشوند، در عمل تضمینی برای اجرای شایسته آن‌ها وجود ندارد. بنابراین، استفاده کاربردی از این نظریه مدرن در برنامه هفتم توسعه کشور ضرورت دارد.

کلیدواژه‌ها: برنامه‌های توسعه، برنامه‌ریزی جامع، طراحی سازوکار، اطلاعات اختصاصی،

اطلاعات ناکامل و نامتقارن، عامل اجرایی، آثار مطلوب جمعی.

طبقه‌بندی JEL: C70, O21, H10

مقدمه

نظریه بازی یکی از شاخه‌های کاربردی ریاضیات است که با تعاملات راهبردی بین عوامل (سیاستگذاران، برنامه‌ریزان و مجریان) سروکار دارد و به‌طور گسترده در سایر علوم استفاده شده است (Rahbar et al., 2013; Broumand, 2019). این نظریه به تجزیه و تحلیل بازی‌ها، تعارض‌ها و هماهنگی‌ها می‌پردازد (Nash, 1950; 1951). یکی از زیرشاخه‌های آن طراحی سازوکار است که شامل طراحی قواعد و بازی‌هایی برای دستیابی به اهداف تابع انتخاب اجتماعی^۱ است (Apt, 2011; Baliga & Maskin, 2003). طراحی سازوکار همواره روشی نظام‌مند برای طراحی قواعد مناسب است که در آن عوامل اجرایی راهبردی بتوانند تعامل داشته باشند، و تعامل عوامل اجرایی به نتایج مد نظر متولی نظام برنامه‌ریزی منجر شود. به عبارت دیگر، سازوکار طراحی شده با ایجاد انگیزه‌های درونی لازم و کافی در عوامل اجرایی، بازی را میان آن‌ها القا می‌کند که تعادل آن بازی هدفی (غالباً بهینه اجتماعی) است که برنامه‌ریز مرکزی آن را در نظر گرفته است. برای این منظور، برنامه‌ریز مرکزی از طریق طراحی سازوکارهای مستقیم و سازوکارهای غیرمستقیم می‌تواند دو مسئله استخراج ترجیحات^۲ (اطلاعات) و تجمیع ترجیحات^۳ را برای تحقق اهداف جمعی بین عوامل اجرایی و خود پیاده‌سازی کند (Allen, 1997; Jackson, 2014). مسئله استخراج اطلاعات به دنبال جمع‌آوری اطلاعات واقعی (صادقانه و درست) از عوامل اجرایی در مورد مجموعه اطلاعات اختصاصی آن‌هاست. به منظور استخراج اطلاعات واقعی، ایده این است که آشکارسازی واقعیت را بهترین پاسخ برای عوامل، مطابق با عقلانیت و فرضیات هوشمندی^۴ قرار دهید (Myerson, 1997; 2008). ارائه انگیزه لازم راهی برای دستیابی به این هدف است. در این نظریه مفهوم انگیزه - سازگار^۵ اساساً به ارائه انگیزه‌های برانگیزاننده و بازدارنده اشاره دارد که عوامل اجرایی را ترغیب می‌کند اطلاعات اختصاصی^۶ (مشخص برای خود عامل اجرایی و نامشخص برای دیگران) خود را صادقانه آشکار کنند و بیش‌ترین تلاش خود را برای تحقق اهداف فردی همسو با اهداف جمعی به عمل آورند (Bergemann & Välimäki, 2010; Jehiel Moldovanu, 2001; Myerson, 1979).

به‌طور کلی، دو نوع روش برای ایجاد انگیزه - سازگار (ارائه انگیزه‌های مناسب به عوامل اجرایی) وجود دارد: (۱) آشکارسازی حقیقت بهترین پاسخ برای هر عامل باشد، بدون در نظر گرفتن اطلاعات

1. Social Choice Function
2. Preference Elicitation Problem
3. Preference Aggregation Problem
4. Intelligence
5. Incentive Compatibility
6. Type Set

اختصاصی که توسط سایر عوامل گزارش شده است؛ و (۲) آشکارسازی حقیقت بهترین پاسخ برای هر عامل است اگر انتظار داشته باشد که سایر عوامل نیز اطلاعات اختصاصی خود را صادقانه گزارش بدهند. حالت نخست راهبرد مسلط انگیزه - سازگار^۱ (DSIC) و حالت دوم تعادل نش بیزی انگیزه - سازگار^۲ (BIC) نامیده می‌شود (Cheng, 1998; Milgrom & Milgrom, 2004; Narahari et al., 2009).

مفهوم کلیدی انگیزه - سازگار در سال ۱۹۷۲ توسط هوریچ معرفی گردید (Hurwicz, 1972). این مفهوم در طراحی سازوکار اجازه می‌دهد که انگیزه‌های بازیگران منطقی و هوشمند در نظر گرفته شود و حوزه کاربرد طراحی سازوکار گسترش یابد. مفهوم سازگاری انگیزه نقش اصلی در قضیه آشکارسازی^۳ ایفا می‌کند، که از نتایج اساسی نظریه طراحی سازوکار است. ماسکین یکی از خلاقانه‌ترین کارها را در زمینه نظریه پیاده‌سازی برای حل این مسئله ارائه داد که آیا می‌توان سازوکار را طوری طراحی کرد که تمام تعادل‌های آن بهینه باشد؟ برای پاسخ به این پرسش، او قابل‌اجرا بودن اهداف جمعی را با استفاده از مفهوم یکنوایی^۴ مطرح کرد (Maskin, 1983; 2008). ویکری با طراحی سازوکار مناسب این نتیجه قابل توجه را ثابت کرد که پیشنهادها در حراج قیمت دوم دقیقاً برابر با ارزشگذاری‌های مربوطه خواهد بود؛ در واقع ویکری نشان داد که بهترین کار برای هر پیشنهاددهنده‌ای است که ارزش واقعی خود را صرف نظر از پیشنهاد سایر بازیکنان پیشنهاد دهد (Vickrey, 1961). گیبارد^۵ (۱۹۷۳)، اصل آشکارسازی را برای سازوکارهای راهبرد مسلط انگیزه - سازگار مطرح کرد که نشان می‌دهد سازوکارهای مستقیم و غیرمستقیم هم‌ارز هستند. این اصل بعداً برای سازوکارهای بیزی انگیزه-سازگار (BIC) تعمیم داده شد (Harsanyi, 1968; Palfrey, 1992). گیبارد (۱۹۷۳) و ساتروایت^۶ (۱۹۷۵)، تحت برخی شرایط فنی نشان می‌دهند که راهبرد مسلط انگیزه - سازگار فقط با توابع انتخاب جمعی دیکتاتوری^۷ قابل‌دستیابی است. پژوهش‌های مختلف با تعمیم سازوکارهای ویکری به تعریف طبقه وسیعی از سازوکارهای راهبرد مسلط انگیزه - سازگار در محیط شبه‌خطی کمک کردند (Clarke, 1971; Groves, 1973; Groves et al., 1987).

سازوکار ویکری-کلارک-گروز^۸ (VCG) با استفاده از ایده نقض یکی از شرایط ضروری قضیه گیبارد

1. Dominant Strategy Incentive Compatibility
2. Bayesian Nash Incentive Compatibility
3. Revelation Principle
4. Monotonicity
5. Gibbard
6. Satterthwaite
7. Dictatorship
8. Vickrey-Clarke-Groves

- ساترویت به دست آمده است. سازوکارهای VCG یک محیط محدود به نام محیط شبه خطی^۱ را فرض می‌کنند که در آن هیچ تابع انتخاب اجتماعی نمی‌تواند دیکتاتوری باشد و علاوه بر این، سازوکار می‌تواند به زیبایی به یک قاعده تخصیص^۲ و یک قاعده پرداخت^۳ تجزیه شود. این سازوکارها را باختصار سازوکارهای گروز می‌نامند (Baliga & Sjöström, 2007; Hurwicz, 1972; Narahari, 2014).

گرین و لافونت^۴ (۱۹۷۹)، تحت شرایطی نشان دادند که تابع انتخاب جمعی تخصیص کارآمد^۵ و DSIC در محیط نامحدود باید لزوماً یک سازوکار گروز باشد. **رابرتز^۶ (۱۹۷۹)**، برخی از شرایط قضایای **گرین و لافونت (۱۹۷۹)** را تعمیم داد و بیان کرد که همه سازوکارهای DSIC حالتی از سازوکار VCG هستند و این حالتها اغلب به عنوان سازوکارهای وزن دار^۷ VCG نامیده می‌شوند. در سازوکار وزنی VCG، وزن به عوامل و به نتایج داده می‌شود و تابع انتخاب جمعی به دست آمده یک بیشینه‌کننده وابسته است.

موخرجی و رایشل‌اشتاین^۸ (۱۹۹۲)، با توصیف قوانین BIC که می‌توانند به طور معادل در راهبردهای مسلط پیاده‌سازی شوند، به این پرسش پاسخ داده‌اند: *آیا می‌توانیم تابع انتخاب جمعی BIC را به عنوان یک تابع انتخاب جمعی DSIC با همان ابزارهای اولیه مورد انتظار برای همه بازیکنان پیاده‌سازی کنیم؟* آنها نشان می‌دهند، هنگامی که برخی از شرایط کافی برآورده شوند، تابع انتخاب جمعی BIC می‌تواند بدون نگرانی در مورد بیشینه مشترک قبلی به صورت DSIC اجرا شود. در نهایت، **میزتی^۹ (۲۰۰۴)** سازوکاری دومرحله‌ای طراحی کرده است که کارایی تخصیصی و سازگاری انگیزه‌های پس از آن را تضمین می‌کند.

یکی از چالش‌های دستیابی به توسعه، مربوط به نظام سیاستگذاری و برنامه‌ریزی، به ویژه مرحله تدوین سیاست‌های توسعه است. تدوین خط‌مشی، گام نخست پیش از تصمیم‌گیری است که شامل شناسایی و تشخیص مجموعه‌ای از گزینه‌های سیاستی برای حل یک مسئله و انتخاب راه‌حل‌های مناسب برای پیاده‌سازی تصمیم‌گیری نهایی است (Sidney, 2017). در برخی از نظریه‌ها،

1. Quasilinear Environment
2. Allocation Rule
3. Payment Rule
4. Green & Laffont
5. Allocative Efficiency
6. Roberts
7. Weighted VCG Mechanisms
8. Mookherjee & Reichelstein
9. Mezzetti

نقش سیاستگذار عمومی، عوامل اجرایی و ذی‌نفعان در روندهای کلان و توسعه اهمیت زیادی دارد و به عنوان عامل کلیدی در دستیابی به توسعه مطرح می‌گردد (Turnpenny, 2015). پیاده‌سازی راه‌حل‌های مناسب نیازمند چارچوبی است که انگیزه‌های فردی عوامل اجرایی و ذی‌نفعان، اطلاعات و واکنش احتمالی آن‌ها را در نظر بگیرد، زیرا سیاست‌هایی که مد نظر آن‌ها نباشد کنار گذاشته می‌شوند (Thomas, 2001).

نتایج آسیب‌شناسی برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور حاکی از آن است که یکی از نقاط ضعف مهم این برنامه‌ها این است که در تنظیم سیاست‌ها، اهداف کلان و برنامه‌هایی اجرایی، به انگیزه‌های درونی عوامل اجرایی توجه کافی نمی‌شود. این در حالی است که عوامل اجرایی نقش اصلی در اجرای عملیات و اقدامات برای رسیدن به اهداف ایفا می‌کنند. ضعف سازوکارهای انگیزشی در ادبیات نظری و پژوهش‌های تجربی، شکاف موجود در ادبیات است که، علی‌رغم اهمیت آن، کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. فقدان سازوکارهای انگیزشی کارا و اثربخش برای جلب مشارکت موثر همه ذی‌نفعان برنامه از قبیل سازمان‌ها و نهادهای غیردولتی، و پایین بودن میزان شناخت سیاستگذاران و برنامه‌ریزان سبب شده است که در اغلب موارد، اهداف برنامه‌ای به صورت بلندپروازانه و بدون توجه به محدودیت‌های منابع مالی و انسانی کشور تعیین گردد. چگونگی تدوین سیاست‌های توسعه و پیاده‌سازی برنامه‌های توسعه، مسئله اصلی در تدوین برنامه‌های توسعه است. راه‌حل این مسئله مهم، نظریه طراحی سازوکارهای انگیزه - سازگار (سازوکارهای خودتنظیم کارا و اثربخش) است که می‌توان آن را به عنوان سهم این پژوهش مطرح کرد. بنابراین یکی از بایسته‌های برنامه هفتم توسعه کشور، طراحی، استقرار و تضمین «سازوکارهای خودتنظیم اثربخش» است. به این معنا که مجموعه قواعد سیاستی محیط تعامل (فضای کنش عوامل اجرایی و انجام اقدامات و فعالیت‌های اجرایی) و قواعد انگیزشی عوامل اجرایی، باید به گونه‌ای تدوین، تضمین و مستقر شوند که انگیزه‌های درونی کافی را برای تضمین همسویی کامل «بهبینه‌یابی‌های فردی عوامل اجرایی» و «نتایج مطلوب عمومی مورد نظر سیاستگذاران و برنامه‌ریزان» ایجاد نمایند.

مبانی نظری پژوهش

نظریه طراحی سازوکار

خروجی کمی یا کیفی است. او گاهی اوقات به دنبال اتخاذ تصمیم مناسب (معمولاً کیفی) و گاهی اوقات به دنبال رسیدن به هدف مطلوب (معمولاً کمی) است. ^۱ نمایه $(D, \theta_1, \dots, \theta_n, v_1, \dots, v_n, f)$ تشکیل‌دهنده قاعده انتخاب جمعی است که در آن:

✓ مجموعه‌ای از نتایج پیشرو برنامه‌ریز و D مجموعه‌ای از تصمیمات برنامه‌ریز مرکزی^۲؛

✓ تعداد $n > 1$ عامل اجرایی؛

✓ مجموعه‌ای از اطلاعات اختصاصی (دانسته‌ها، توانمندی‌ها و...) برای هر عامل اجرایی نام در

قالب θ_i :

✓ عبارت $\theta_i \in \Theta_i$ بیان‌کننده دسته‌ای خاص از اطلاعات اختصاصی است؛ و

✓ تابع عایدی اولیه^۳ با ضابطه

$$\begin{cases} v_i: D \times \theta_i \rightarrow R \\ (d', \theta_i) \rightarrow v_i(d', \theta_i) \end{cases}$$

تابع انتخاب جمعی^۴ (SCF) (قاعده تصمیم): تابعی با ضابطه $f: \Theta \rightarrow D(X)$ است، یعنی

به‌زای هر نمایه از اطلاعات اختصاصی داده شده، یک خروجی یا تصمیم وجود دارد. مسئله تعیین خروجی (مطلوب) با حضور یک متولی تصمیم‌گیر (برنامه‌ریز مرکزی) - کسی که تصمیمات را بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از عوامل اجرایی اتخاذ می‌نماید - شکل می‌گیرد. نتایج (آثار ممکن) از طریق تابع انتخاب جمعی (قاعده تصمیم) که عموماً شناخته‌شده هستند، طی فرایندهای زیر اتخاذ می‌شود:

✓ با توجه به تعریف تابع انتخاب جمعی، هر عامل اجرایی با توجه به مسئله تصمیم‌گیری دارای یک اطلاع (نوع) اختصاصی است.

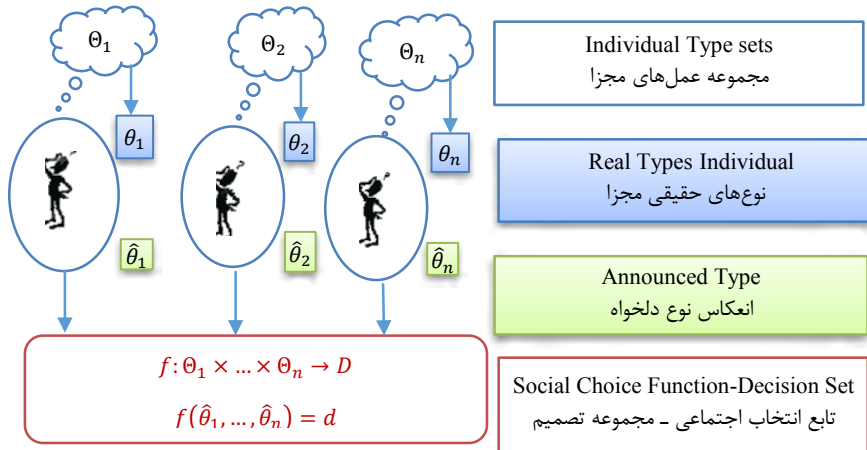
✓ هر عامل اجرایی به برنامه‌ریز اجتماعی یک اطلاعات دلخواه $\theta_i \in \Theta_i$ را اعلام می‌نماید. سپس همه اطلاعات در قالب نمایه $\hat{\theta} = (\hat{\theta}_i, \hat{\theta}_{-i})$ تجمیع می‌شود.

✓ برنامه‌ریز اجتماعی یک تصمیم (خروجی، عملکرد و...) را بر اساس قاعده انتخاب اجتماعی با ضابطه $f: \prod_{i=1}^N \Theta_i \rightarrow D(X)$ و $d = f(\theta)$ اتخاذ و به عوامل اعلام می‌کند.

✓ عایدی اولیه $u_i: D \times \theta_i \rightarrow R$ با مقدار $u_i(d, \theta_i)$ به هر عامل تعلق می‌گیرد.

شکل (۱)، مدل مفهومی تابع انتخاب اجتماعی را نشان می‌دهد.

1. Profile
2. Central Authority
3. Initial Utility
4. Social Choice Function



شکل ۱: مدل مفهومی تابع انتخاب اجتماعی

مسئله طراحی سازوکار

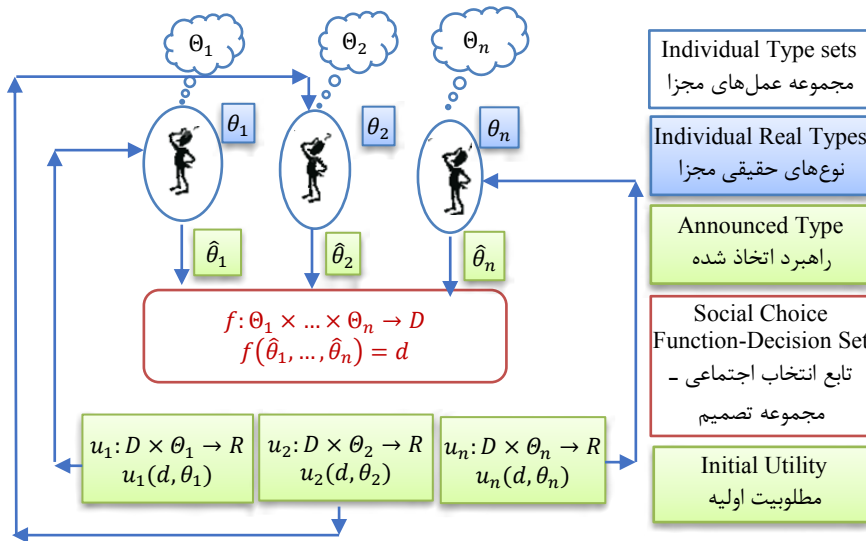
دو مسئله اصلی پیشروی برنامه‌ریز اجتماعی به منظور تهیه بهترین نتایج و بیشینه‌سازی عملکرد در بالاترین سطح مطلوبیت عبارت‌اند از: مسئله تجمیع ترجیحات^۱ و مسئله استخراج اطلاعات^۲. برنامه‌ریز اجتماعی در مسئله تجمیع ترجیحات به منظور جمع‌آوری نظرات (اقدامات) انعکاس‌یافته توسط عوامل اجرایی مبتنی بر قواعد مناسب تعامل، برای رسیدن به تصمیم جمعی، یک تابع انتخاب اجتماعی را تعریف می‌کند. برنامه‌ریز اجتماعی به دنبال مفهوم دیگری با عنوان مسئله استخراج اطلاعات نیز باید باشد. یک راه‌حل بدیهی برای حل مسئله استخراج اطلاعات، درخواست از عوامل اجرایی برای آشکارسازی اطلاعات اختصاصی واقعی و صادقانه و کاربرد مستقیم آن در اتخاذ تصمیم در قالب بیان مسئله تصمیم‌گیری است، یعنی $f(\theta) = d$. طبیعتاً این فرایند به خلق مطلوبیت واقعی منجر می‌گردد، اما بیشینه‌سازی ترجیحات ناشی از مطلوبیت ایجاد شده وابسته به میزان واقعی بودن نمایه اعلام شده است.

اصل آشکارسازی مجموعه تشکیل شده از همه تعادل‌های امکان‌پذیر را به صورت دقیق با مجموعه

1. Preference Aggregation Problem
2. Information Elicitation problem

سازوکارهای سازگار انگیزشی تطبیق می‌دهد و همزمان می‌کند. این محدودیت‌های انگیزشی معین و قطعی، اظهار می‌کنند که افراد اطلاعات شخصی یا توانمندی‌های خود را برای اجرا، بدون این‌که انگیزه‌های مناسبی داشته باشند، به اشتراک نمی‌گذارند. بنابراین، نیاز است که اطلاعات بازیگران در طراحی سازوکار استخراج شود.

شکل (۲)، شمای کلی مسئله استخراج اطلاعات را نشان می‌دهد.



شکل ۲: شمای کلی مسئله استخراج اطلاعات

یکی از راه‌هایی که برنامه‌ریز اجتماعی می‌تواند این مشکل را حل کند، استفاده از سازوکار مناسب^۱ است. با توجه به تعریف تابع انتخاب اجتماعی؛

✓ عوامل اجرایی وجود دارند، که با $i = 1, 2, \dots, n$ فهرست‌بندی می‌شوند، و مشارکتشان به یک اثر یا تصمیم از مجموعه آثار (تصمیم) D منجر می‌شود.

✓ با این حال، قبل از انتخاب، هر عامل اجرایی انتظارات خود (مطلوبیت) خود را از تک تک تصمیماتی که ممکن است اتخاذ شود، از طریق مجموعه نوع خود بررسی می‌کند θ_i سپس اطلاعات اختصاصی مورد نظر خود را اعلام می‌کند که لزوماً صادقانه نیست و ممکن است دستکاری شده باشد.

1. Appropriate Mechanism

✓ این مجموعه از نوع‌های عوامل اجرایی در قالب $(\theta_1, \dots, \theta_N)$ ، و به صورت $\Theta = \prod_i \theta_i$ جمع می‌شود. پس برای هر تابع توزیع احتمال $\phi \in \Delta\Theta$ می‌توان به عنوان پیشینه برای انتخاب نوع‌های عوامل اجرایی در نظر گرفت که جزو دانش مشترک عوامل اجرایی نیز است.

✓ هر عامل عاقل و باهوش^۱ است. مفهوم ریاضی آن این است که عوامل همیشه سعی در به پیشینه رساندن مطلوبیت $u_i: D \times \theta_i \rightarrow R$ دارند؛ البته با توجه به وجود دانش مشترک این مطلوبیت تابعی از دو متغیر اطلاعات اختصاصی درست و صادقانه و تصمیمی است که توسط متولی به وسیله مشارکت عوامل ایجاد می‌گردد.

در دنیای واقعی، با شرایط اطلاعات ناکامل و نامتقارن مواجه هستیم، بنابراین اطلاعات اختصاصی عوامل در تعیین خروجی‌های ممکن اثرگذار هستند. روش‌های مختلفی برای حل مسئله استخراج اطلاعات وجود دارد، از جمله سازوکار مستقیم و سازوکار غیرمستقیم. در سازوکار مستقیم، عوامل اجرایی مستقیماً اطلاعات اختصاصی خود را اعلام می‌کنند، چرا که نفع بازیگر در گزارش صادقانه اطلاعات است. در سازوکار غیرمستقیم، برنامه‌ریز مرکزی با الهام از بازی‌های بیزی (پیشابیزی) و با در نظر گرفتن اطلاعات ناکامل و نامتقارن عوامل اجرایی به دنبال استخراج اطلاعات اختصاصی درست عوامل اجرایی است. یعنی با استفاده از خروجی‌های مد نظر، بازی بیزی (پیشابیزی) را طوری طراحی می‌کند که تعادل بازیگران، خروجی مد نظر باشد و علاوه بر آن، تعادل مذکور مبتنی بر اطلاعات اختصاصی درست و صادقانه عوامل باشد.

تعریف ۱ (سازوکار غیرمستقیم): به دوگانه متشکل از مجموعه‌های عمل و تابع پیامد که به صورت $M = ((S_i), g(\cdot))$ نمایش داده می‌شود، سازوکار (غیرمستقیم) گویند اگر؛
 ✓ X نتایج پیشروی برنامه‌ریز مرکزی.

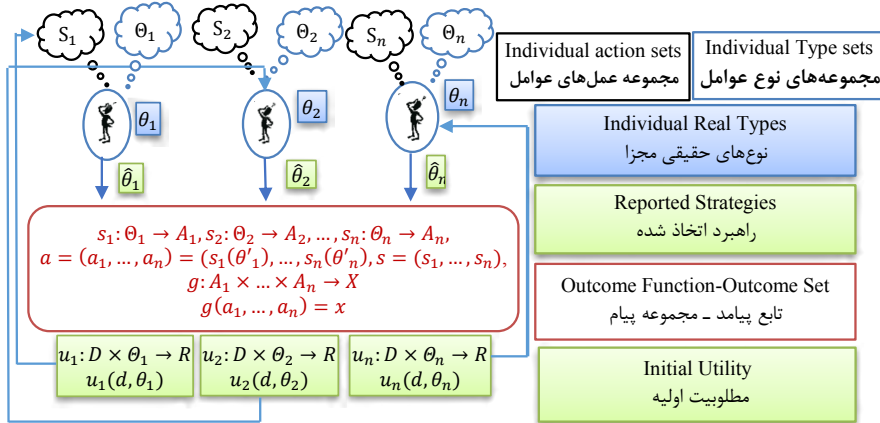
✓ تابع آثار^۲ ضابطه‌ای است با $g: S_1 \times \dots \times S_n \rightarrow D \text{ or } X$ که جزو دانش مشترک است و در ازای ارائه (s_1, \dots, s_n) یک نمایه از عمل‌های صورت گرفته است. عوامل اجرایی هر کدام از این عمل‌ها متناظر با نوع θ_i انتخاب شده توسط عامل اجرایی صورت می‌گیرد و $g(s_1, \dots, s_n) = d \text{ or } x$ به آثار اجتماعی^۳ d منجر می‌شود.

✓ با تعریف سازوکار مناسب (N, S_i, g, u_i) شرط زیر برقرار است:

هر عامل $i \in N$ به‌ازای نوع دریافتی $\theta_i \in \Theta$ ، یک ترجیح ضعیف دارد که انتقالی و کامل است.

1. Rational & Intelligent
2. Outcome Rule
3. Social Outcome

شکل (۳)، شمای کلی سازوکار غیرمستقیم را نشان می‌دهد.



شکل ۳: شمای کلی سازوکار مناسب (غیرمستقیم)

ادامه تعریف ۱ (سازوکار مستقیم آشکار ساز^۱): به ازای هر تابع انتخاب اجتماعی $f: \Theta \rightarrow D$ به دوگانه $\mathcal{D} = ((\theta_i), f(\cdot))$ یک سازوکار مستقیم آشکار ساز (DRM) مبتنی بر تابع انتخاب اجتماعی $(f(\cdot))$ گویند که حالت خاصی از سازوکار $M = ((S_i), g(\cdot))$ و $g(\cdot) = f(\cdot)$ و $S_i = \theta_i$ است.

تعریف ۲: سازوکار غیرمستقیم $M = ((S_i), g(\cdot))$ تابع انتخاب اجتماعی را اجرا می‌نماید. اگر وجود داشته باشد، نمایه راهبرد (s^*_1, \dots, s^*_n) به صورت خروجی نش بازی $(n, \theta_i, S_i, \phi, P_i)$ است که شرط $g(s^*_1(\theta_1), \dots, s^*_n(\theta_n)) = f(\theta_1, \dots, \theta_n), \forall (\theta_i, \theta_{-i}) \in \prod_i \theta_i$ را دارد.

تعریف ۳: نمایه راهبردی (s^d_1, \dots, s^d_n) در بازی بیزی $(n, \theta_i, S_i, \phi, P_i)$ القاشده به وسیله سازوکار $M = ((S_i), g(\cdot))$ را خروجی راهبرد نسبتاً مسلط^۲ می‌گویند اگر در شرایط زیر باشد:

$$u_i(g(s^d_i(\theta_i), s_{-i}(\theta_{-i})), \theta_i) \geq u_i(g(s'_i(\theta_i), s_{-i}(\theta_{-i})), \theta_i) \\ \forall i = 1, \dots, n \forall (\theta_i, \theta_{-i}) \in \prod_i \theta_i, \forall s'_i(\cdot) \in S_i, \forall s_{-i}(\cdot) \in S_{-i}$$

سازوکار $M = ((S_i), g(\cdot))$ تابع انتخاب اجتماعی را با خروجی راهبرد مسلط اجرا می‌نماید. اگر وجود داشته باشد، یک خروجی از نمایه راهبرد نسبتاً مسلط (s^d_1, \dots, s^d_n) بازی بیزی $(n, \theta_i, S_i, \phi, P_i)$

1. Direct Revelation Mechanism
2. Weakly Dominant Strategy Equilibrium

است که شرط $\theta_i \in \prod_i \theta_i$ ، $\forall (\theta_i, \theta_{-i}) = f(\theta_1, \dots, \theta_n)$ ، $g(s^d_1(\theta_1), \dots, s^d_n(\theta_n))$ را دارد.
گزاره ۱: هر خروجی راهبرد نسبتاً مسلط در بازی بیزی القاشده $(\mathbf{n}, \theta_i, S_i, \Phi, P_i)$ توسط سازوکار $\mathbf{M} = ((S_i), g(\cdot))$ یک خروجی نش بیزی $(\mathbf{n}, \theta_i, S_i, \Phi, P_i)$ است.

با توجه به تعریف سازوکار غیرمستقیم $M = ((S_i), g(\cdot))$ یک تابع انتخاب اجتماعی را اجرا می‌نماید. اگر وجود داشته باشد، نمایه راهبرد (s^*_1, \dots, s^*_n) به صورت خروجی نش بازی بیزی $(\mathbf{n}, \theta_i, S_i, \Phi, P_i)$ است که شرط $g(s^*_1(\theta_1), \dots, s^*_n(\theta_n)) = f(\theta_1, \dots, \theta_n)$ ، $\forall (\theta_i, \theta_{-i}) \in \prod_i \theta_i$ را دارد.

خواص تابع انتخاب اجتماعی

در صورتی که بتوان تابع انتخاب اجتماعی را اجرایی نمود، در این صورت مسئله تجمیع ترجیحات حل می‌شود. اگرچه معمولاً توابع انتخاب اجتماعی قابلیت اجرایی شدن دارند، اما این موضوع بستگی به برنامه‌ریز اجتماعی و هدفش از تابع انتخاب اجتماعی دارد. از همه مهم‌تر این است که برنامه‌ریز اجتماعی باید شخصی بی‌طرف نسبت به تمام عوامل اجرایی باشد. پس آیا برای او تجمیع ترجیحات و آثار $f(\theta_i, \theta_{-i})$ عدالت جمعی اهمیت دارد یا نه؟ از نظر او، تابع انتخاب اجتماعی ایده‌آل، بیش‌ترین ویژگی‌های مربوط به تعادل‌های جمعی را دارد.

تعریف ۴ (کارایی بعد از عمل): چنانچه نمایه انتخاب اصلی (واقعی، طبیعی) عوامل $(\theta_1, \dots, \theta_n)$ باشد، در این صورت به‌ازای هر دو پیامد دلخواه $x, y \in X$ ، به‌طوری که پیامد x برای غالب عوامل اجرایی نسبتاً مسلط و برای بعضی از عوامل اجرایی دیگر اکیداً مسلط بر پیامد y باشد، در این صورت پیامد حاصل گفتار صادقانه $y \neq f(\theta_i, \theta_{-i})$ است، که

$$(\theta_i, \theta_{-i}), \forall x, y \in X, \begin{cases} \forall i, u_i(x, \theta_i) \geq u_i(y, \theta_i) \\ \exists i, u_i(x, \theta_i) > u_i(y, \theta_i) \end{cases} \leftrightarrow y \neq f(\theta_i, \theta_{-i})$$

به عبارت دیگر، خروجی $f(\theta_i, \theta_{-i})$ به وسیله پیامد دیگر از $x \in X \setminus \text{ran}(f) \cup \text{ran}(f)$ نسبتاً مغلوب در همه جا یا اکیداً مغلوب نشود.

تعریف کارایی (ادامه): به‌ازای هر تصمیم دلخواه $d' \in D$ ، $\sum_{i=1}^N u_i(d', \theta_i)$ از نگاه متولی نظام برنامه‌ریزی یک رفاه اجتماعی اولیه^۲ تعریف می‌شود. چنانچه رفاه اجتماعی اولیه به‌ازای

1. Ex-Post Efficient
2. Initial Social Welfare

داشته باشیم: $x = f(\theta_1, \dots, \theta_N)$ به صورت $\sum_{i=1}^N u_i(x, \theta_i)$ تعریف گردد، تابع انتخاب اجتماعی f کارا است اگر

$$\sum_{i=1}^N u_i(x, \theta_i) = \max_{x' \in D} \sum_{i=1}^N u_i(x', \theta_i)$$

تعریف ۵ عدم انحصارگرایی (غیردیکتاتور): به ازای هر نمایه از انتخاب‌های طبیعی عوامل $(\theta_1, \dots, \theta_N)$ نباید تصمیم که به وسیله تابع انتخاب اجتماعی بر اساس این نمایه از نوع‌های $x = f(\theta_1, \dots, \theta_N)$ به دست می‌آید، همواره بیش‌ترین مطلوبیت را برای گروه خاصی (نه همه) از عوامل داشته باشد.

$$\forall (\theta_1, \dots, \theta_N) \in \prod_{i=1}^N \Theta_i, \exists N' \subseteq N, u_j(f(\theta_1, \dots, \theta_N), \theta_j) = \max_{d' \in X} u_j(d', \theta_j)$$

برای هر $j \in N'$

تعریف ۶ (سازگاری انگیزشی): تابع انتخاب اجتماعی $f: \Theta \rightarrow D(X)$ انگیزه - سازگار یا قابل اجرا به صورت صادقانه است اگر در سازوکار مستقیم آشکار ساز $\mathcal{D} = ((\theta_i), f(\cdot))$ دارای نمایه خروجی راهبرد محض (s^*_1, \dots, s^*_n) همانی باشد و به اصطلاح رابطه $s^*_i(\theta_i) = \theta_i$ به ازای هر نمایه نوع (θ_i, θ_{-i}) برقرار باشد.

تابع انتخاب اجتماعی $f: \Theta \rightarrow D(X)$ انگیزه-سازگار راهبرد مسلط یا قابل اجرا به صورت صادقانه^۲ در حالت راهبرد مسلط است اگر در سازوکار مستقیم آشکار ساز $\mathcal{D} = ((\theta_i), f(\cdot))$ دارای نمایه خروجی راهبرد محض مسلط (s^d_1, \dots, s^d_n) همانی باشد و به اصطلاح رابطه $s^d_i(\theta_i) = \theta_i$ به ازای هر نمایه نوع (θ_i, θ_{-i}) برقرار باشد.

اعلام صادقانه نوع حقیقی از سوی هر عامل اجرایی با اندیس $i \in N$ تشکیل دهنده خروجی نمایه راهبرد مسلط در بازی بیزی القاشده توسط سازوکار مستقیم $\mathcal{D} = ((\theta_i), f(\cdot))$ است. مفهوم ریاضی اعلام (صادقانه) خود در قبال نمایه نوع انتخاب طبیعی دیگر عوامل به عنوان راهبرد مسلط مطرح می‌شود. یعنی برای هر اندیس $i \in N$ نامساوی برقرار باشد:

$$u_i(f(\theta_i, \theta_{-i}), \theta_i) \geq u_i(f(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}), \theta_i)$$

در این حالت، تابع انتخاب اجتماعی $f(\cdot)$ انگیزه - سازگار با راهبرد مسلط DSIC است. به عبارت

1. Nondictatorial
2. Truthfully Implementable

کلی «صرف نظر از آنچه توسط عوامل دیگر گزارش می‌شود، راهبرد مسلط عامل اجرایی صداقت‌گویی در خصوص اطلاعات اختصاصی است».

تعریف ۷ (سازگاری انگیزشی بیزی): تابع انتخاب اجتماعی $f: \Theta \rightarrow D$ انگیزه - سازگار بیزی یا قابل اجرا به صورت صادقانه در حالت خروجی نش بیزی است اگر در سازوکار مستقیم آشکار ساز $\mathcal{D} = ((\theta_i), f(\cdot))$ دارای نمایه خروجی نش بیزی (s^*_1, \dots, s^*_n) همانی باشد و به اصطلاح رابطه $\theta_i = s^*_i(\theta_i)$ به‌ازای هر نمایه نوع (θ_i, θ_{-i}) برقرار باشد.

$$\begin{aligned} \forall s'_i(\cdot) \in S_i = \theta_i \rightarrow \text{Exp}_i(s'_i(\theta_i), \theta_{-i}, \theta_i) &= \sum_{\theta_{-i} \in \Theta_{-i}} P(\theta_{-i} | \theta_i) p_i((s'_i(\theta_i), \theta_{-i}), \theta_i) \\ &= \sum_{\theta_{-i} \in \Theta_{-i}} P(\theta_{-i} | \theta_i) u_i(f(s'_i(\theta_i), \theta_{-i}), \theta_i) \leq \sum_{\theta_{-i} \in \Theta_{-i}} P(\theta_{-i} | \theta_i) u_i(f(\theta_i, \theta_{-i}), \theta_i) \\ &= \sum_{\theta_{-i} \in \Theta_{-i}} P(\theta_{-i} | \theta_i) p_i((\theta_i, \theta_{-i}), \theta_i) = \text{Exp}_i((\theta_i, \theta_{-i}), \theta_i) \end{aligned}$$

گزاره ۲: اگر تابع انتخاب اجتماعی $f: \Theta \rightarrow D$ انگیزه - سازگار راهبرد مسلط باشد، آنگاه انگیزه - سازگار بیزی نیز است.

اصل آشکارسازی

یکی از مهم‌ترین اصول طراحی سازوکار ارتباط بین سازوکار مستقیم $\mathcal{D} = ((\theta_i), f(\cdot))$ و سازوکار غیرمستقیم $M = ((S_i), g(\cdot))$ برای تابع انتخاب اجتماعی $f(\cdot)$ است.

گزاره ۳ (اصل آشکارسازی برای خروجی راهبرد مسلط): چنانچه سازوکار غیرمستقیم $M = ((S_i), g(\cdot))$ تابع انتخاب اجتماعی $f: \Theta \rightarrow D(X)$ را در حالت خروجی نمایه راهبرد نسبتاً مسلط اجرا نماید، آنگاه تابع انتخاب اجتماعی $f: \Theta \rightarrow D(X)$ انگیزه - سازگار راهبرد مسلط یا قابل اجرا به صورت صادقانه در حالت راهبرد مسلط است.

گزاره ۴ (اصل آشکارسازی برای خروجی نش بیزی): چنانچه سازوکار غیرمستقیم $M = ((S_i), g(\cdot))$ تابع انتخاب اجتماعی $f: \Theta \rightarrow D$ را در حالت خروجی نمایه راهبرد نش بیزی اجرا نماید، آنگاه تابع انتخاب اجتماعی $f: \Theta \rightarrow D$ انگیزه - سازگار بیزی قابل اجرا به صورت صادقانه در خروجی نش بیزی است.

با توجه به مباحث مطرح‌شده، هر برنامه‌ریز اجتماعی به دنبال طراحی توابع انتخاب اجتماعی

است که اولاً انگیزه - سازگار، ثانیاً غیردیکتاتوری، و ثالثاً کارایی بعد از عمل را با هم داشته باشد. قضیه عدم امکان گیبارد - ساتروایت^۱ بیان می‌کند که تابع انتخاب اجتماعی با راهبرد غالب، انگیزه - سازگار (صادقانه) است اگر و فقط اگر دیکتاتور باشد. برنامه‌ریز اجتماعی برای دوری از دیکتاتوری، لازم است شرایط سه‌گانه قضیه (غیرممکن گیبارد - ساتروایت) را مختل نماید.

تعریف ۸ (محیط شبه‌خطی^۲): چنانچه محیط شبه‌خطی با X نمایش داده شود، هر پیامد $x \in X$ در قالب یک بردار متشکل از یک تصمیم برنامه‌ریز به همراه مقادیر پرداخت به تعداد عوامل که به شکل $x \approx \vec{x} = (d, t_1, \dots, t_n) \in D \times \mathbb{R}^n$ است، نمایش داده می‌شود. در این محیط، معمولاً فرض می‌شود که مجموعه D غالباً متناهی است، متغیرهای t_i اعداد حقیقی است، چنانچه $0 \leq t_i$ است، یعنی این که عامل i باید دریافتی^۳ به اندازه آن داشته باشد و اگر هم $t_i < 0$ عامل i باید پرداختی^۴ به اندازه $|t_i|$ داشته باشد. اگر زمانی $\sum_{i=1}^n t_i \leq 0$ برنامه‌ریز اجتماعی در این سیستم هیچ منبع خارجی را برای تامین بودجه عوامل نداشته باشد، به این وضعیت تعادل تراز بودجه منفی ضعیف می‌گویند. محیط شب‌خطی را می‌توان به صورت:

$$X = \left\{ (d, t_1, \dots, t_n) \mid d \in D, t_i \in \mathbb{R}, \sum_{i=1}^n t_i \leq 0, \right\}$$

در نظر گرفت. تابع انتخاب اجتماعی $f: \prod_{i=1}^n \theta_i \rightarrow D$ به همراه توابع پرداخت^۵ با ضابطه زیر نشان داده می‌شود.

$$t_i: \prod_{i=1}^n \theta_i \rightarrow \mathbb{R}, (\hat{\theta}_i, \hat{\theta}_{-i}) \rightarrow t_i(\hat{\theta}_i, \hat{\theta}_{-i})$$

تابع انتخاب اجتماعی گسترش‌یافته $\prod_{i=1}^n \theta_i \rightarrow D \times \mathbb{R}^n$ با ضابطه

$$(f, \tau)(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n) = (f(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n), t_1(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n), \dots, t_n(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n))$$

تعمیم داده شده است و تابع مطلوبیت نهایی $U_i: \theta_1 \times \dots \times \theta_n \rightarrow R$ با ضابطه

$$U_i(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n) = U_i((f, \tau)(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n), \theta_i) = u_i(f(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n), \theta_i) + t_i(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n)$$

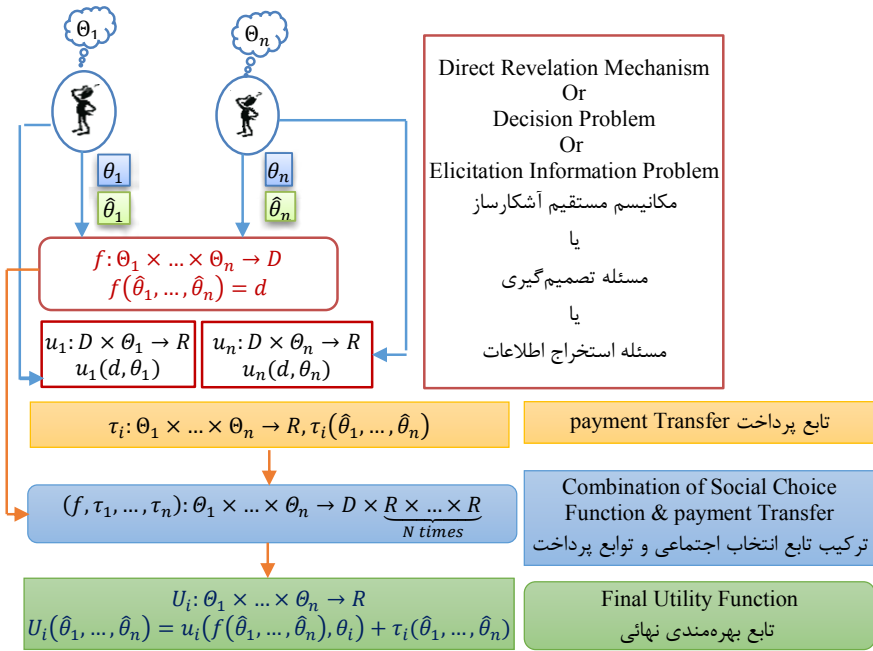
تعریف می‌شود. آنگاه، سازوکار آشکارساز مستقیم

$$(D, f) \nearrow \left(n, \theta_1, \dots, \theta_n, \underbrace{D \times R \times \dots \times R}_{n \text{ times}}, (f, \tau), U_i \right)$$

1. Gibbard-Satterthwaite
2. Quasi-Linear Environments
3. Receive the Money
4. Pay the Money
5. Transfer Payments

اگر $0 = \sum_{i=1}^n t_i(\theta_1, \dots, \theta_n)$ به ازای نمایه از انتخاب‌های عوامل $(\theta_1, \dots, \theta_n)$ باشد، در این صورت تابع انتخاب اجتماعی گسترش یافته در تعادل بودجه‌ای برقرار است.

شکل (۴)، مدل مفهومی سازوکار مستقیم آشکارساز را با تلفیقی از تابع انتخاب اجتماعی و توابع پرداخت نمایش می‌دهد.



شکل ۴: مدل مفهومی سازوکار مستقیم آشکارساز، تلفیقی از تابع انتخاب اجتماعی و توابع پرداخت

تعریف ۹ (سازوکار گروز): توابع پرداخت در یک محیط شبه خطی $X = \{(d, t_1, \dots, t_n) | d \in D, t_i \in \mathbb{R}\}$ توابع انتقال $t_i: \prod_{j=1}^n \theta_j \rightarrow \mathbb{R}$ دارای شرایط $t_i(\theta_1, \dots, \theta_n) = \sum_{j \neq i} u_j(f(\theta_1, \dots, \theta_n), \theta_j) + h_i(\theta_{-i})$ است که در آن $h_i: \prod_{j \neq i} \theta_j \rightarrow \mathbb{R}$ یک تابع دلخواه و تابع انتخاب اجتماعی کارا باشد. در این صورت، سازوکار مستقیم ناشی از محیط شبه خطی به همراه تابع انتخاب اجتماعی گسترش یافته (f, τ) با تابع عایدی نهایی $U_i(z, \theta_i) = u_i(f(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n), \theta_i) + t_i(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n)$ به ازای هر گزینه

$z = (f(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n), t_1(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n), \dots, t_n(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n)) \in X$ را سازوکار گروز^۱ می‌نامند و معمولاً شرط $\sum_{i=1}^n t_i \leq 0$ را به همراه دارد.

• تابع $h_i: \prod_{j \neq i} \theta_j \rightarrow \mathbb{R}$ با ضابطه $h_i(\theta_{-i}) = -\text{Max}_{d \in D} \sum_{j \neq i} u_j(d, \theta_j)$ با ضابطه مشروط به این که رفاه اجتماعی اولیه مجموعه رقبای هر عامل $\sum_{j \neq i} u_j(d, \theta_j)$ از بالا کراندار باشد (معروف به سازوکار مستقیم Pivotal است).

• چنانچه به‌زای هر اندیس دلخواه $i \in N$ در دسترس باشد، تابع $h_i: \prod_{j \neq i} \theta_j \rightarrow \mathbb{R}$ با ضابطه $h_i(\theta_{-i}) = -\text{Sup}_{d \in D} \sum_{N-\{i\}} u_j(d, \theta_j)$ با تابع $h_i(\theta_{-i})$ سازوکار مدنظر، سازوکار کلارک نیز شناخته می‌شود. **گزاره ۵:** فرض می‌شود محیط شبه‌خطی $X = \{(d, t_1, \dots, t_n) | d \in D, t_i \in \mathbb{R}\}$ در اختیار باشد. در این صورت: الف) کارایی تابع انتخاب اجتماعی (f, τ) در محیط شبه‌خطی، زمانی به‌وجود می‌آید که خود تابع (f, τ) از حالت تعادل بودجه‌ای، تابع انتخاب اجتماعی f دارای خاصیت کارا است و محیط شبه‌خطی تعادل بودجه‌ای ضعیف دارد.

ب) چنانچه تابع انتخاب اجتماعی گسترش‌یافته (f, τ) از کارایی بعد از عملکرد برخوردار باشد، در این صورت تابع انتخاب اجتماعی f دارای خاصیت کارایی و سازوکار مستقیم گسترش‌یافته از تعادل بودجه‌ای برخوردار خواهد بود.

گزاره ۶: فرض می‌شود محیط شبه‌خطی $X = \{(d, t_1, \dots, t_n) | D \in D, t_i \in \mathbb{R}\}$ با (تعادل بودجه‌ای ضعیف) در اختیار باشد. در این صورت، هر تابع انتخاب اجتماعی (f, τ) در محیط شبه‌خطی، غیردیکتاتوری است.

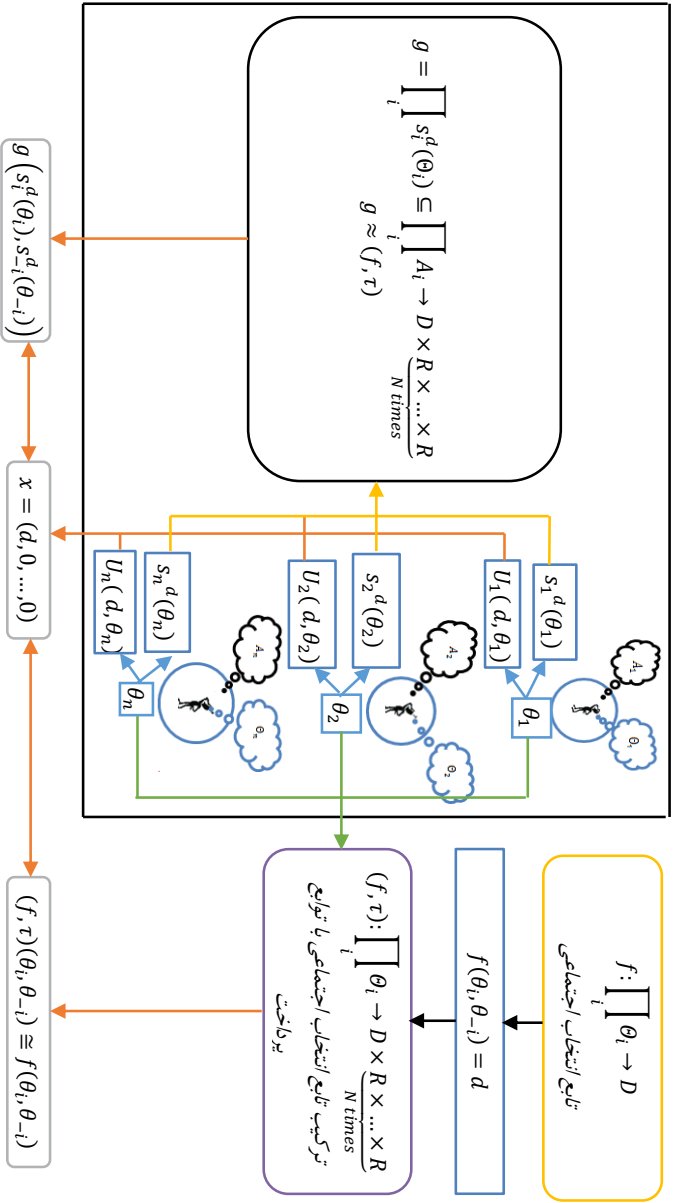
اجرایی بودن سازوکار در محیط شبه‌خطی

چنانچه سازوکار غیرمستقیم $(N, \theta_i, A_i, g, u_i)$ تابع انتخاب اجتماعی (f, τ) را در حالت تعادل راهبرد مسلط پیاده‌سازی نماید، تعادل راهبرد مسلط ضعیف $(\sigma^d_1(\cdot), \dots, \sigma^d_N(\cdot))$ در بازی پیشابیزی (N, θ_i, A_i, U_i) القاشده توسط این سازوکار از نوعی است که:

$$(***) (f, \tau)((\theta_1, \dots, \theta_N)) = g[(\sigma^d_1(\theta_1), \dots, \sigma^d_N(\theta_N))]$$

گزاره ۷: اگر در یک محیط شبه‌خطی $X = \{(d, t_1, \dots, t_n) | d \in D, t_i \in \mathbb{R}\}$ با سازوکار مستقیم گروز و با تابع انتخاب اجتماعی اولیه کارا f مفروض باشد، در این صورت تابع انتخاب اجتماعی سازوکار گروز راهبرد مسلط انگیزه-سازگار است. کلیه توابع انتخاب اجتماعی در سازوکارهای گروز راهبرد مسلط انگیزه-سازگارند. **شکل (۵)**، مدل مفهومی بازی پیشابیزی القاشده را نشان می‌دهد.

بازی پیشابیزی القاء شده $(N, \theta_{1:t}, A_{1:t}, U_{1:t})$ توسط مکانیسم مستقیم $(D \times R \times \dots \times R, (f, \tau))$ N times



شکل ۵: مدل مفهومی بازی پیشابیزی القاشده

برنامه‌ریزی توسعه و مولفه‌های آن از نگاه نظریه طراحی سازوکار

فرایند فراگیر و به هم پیوسته توسعه

توسعه فرایندی چندوجهی، بلندمدت، غیرتصادفی، جامع در نگرش و نامتوازن، و دارای تنش در طول مسیر مبتنی بر انسان‌باوری و علم‌باوری است و متشکل از چهار بخش مبانی، برنامه‌های بازطراحی تفصیلی (مهندسی مجدد)، پیاده‌سازی، و رشد و توسعه اقتصادی مداوم است. وظایف نظام برنامه‌ریزی در فرایند توسعه، ایجاد فضای متعادل رقابتی با انگیزه‌های شخصی برای انجام فعالیت‌های بخش غیردولتی در همه امور و نهایتاً ایجاد زمینه‌های بهره‌برداری بهینه از همه ظرفیت‌ها و شکوفاسازی استعدادهای همه مردم، ارتقای مشارکت عمومی، و تحقق اهداف توسعه کشور است.

مفهوم برنامه‌ریزی و برنامه‌ریزی توسعه

برنامه‌ریزی هدایت عوامل اجرایی و ایجاد نظم و هماهنگی برای تحقق اهداف است و می‌تواند به دو صورت کلی: (۱) مستقیم (دستوری و اجباری ناشی از فشارهای بیرونی سلسله‌مراتب) و پیش‌بینی منابع، فعالیت‌ها، عملیات اجرایی و مصارف مورد نیاز برای تحقق اهداف در فضای اطمینان و اطلاعات کامل (بهینه‌یابی کلاسیک)؛ و (۲) غیرمستقیم (اختیاری ناشی از انگیزه‌های درونی عوامل اجرایی) و آزادی عمل و تعامل بین عوامل اجرایی در چارچوب نظریه بازی‌ها^۱ با اطلاعات کامل یا ناکامل و نامتقارن^۲ به دو صورت: (۱) طراحی سازوکار با اطلاعات کامل (بازی راهبردی)، و (۲) طراحی سازوکار با اطلاعات ناکامل (بازی‌های پیشابیزی^۳) در نظر گرفته شود.

گام‌های برنامه‌ریزی توسعه‌ای مبتنی بر نظریه طراحی سازوکار

در گام یکم، آثار مطلوب اجتماعی و قواعد سیاستی^۴ و سازوکارهای انگیزشی کارا و اثربخش انگیزه - سازگار توسط سیاستگذاران و برنامه‌ریزان (با همکاری و مشارکت عوامل اجرایی) تعیین می‌شوند. در گام دوم، عوامل اجرایی عاقل، هوشمند، و راهبردی [= استراتژیک] با آگاهی کامل از قواعد سیاستی و انگیزشی مذکور راهبردها، فعالیت‌ها و اقدامات خود را به گونه‌ای انتخاب و عملیاتی می‌کنند که ضمن دستیابی به اهداف و بهینه‌یابی‌های انفرادی خود و حرکت در راستای اهداف اجتماعی، آثار مطلوب اجتماعی نیز بیافرینند.

1. Game Theory
2. Complete or Incomplete & Asymmetry Information
3. Pre Bayesian Games
4. Policy Rules

مولفه‌های برنامه‌ریزی توسعه‌ای مبتنی بر نظریه طراحی سازوکار

برنامه‌ریز مرکزی (ستادی): شخصی (حقیقی یا حقوقی) آگاه و منصف (بی‌طرف) است که مسئول تعیین تابع آثار مطلوب اجتماعی (اهداف اجتماعی)، قواعد بازی و حصول اطمینان از همراستایی اهداف انفرادی عوامل اجرایی با آثار مطلوب اجتماعی مورد نظر خود (با مشارکت یا بدون مشارکت عوامل اجرایی) است.

عامل اجرایی^۲ (بازیگر): شخصی (حقیقی یا حقوقی) عاقل، منفعت‌طلب و هوشمند (آگاه به مجموعه قواعد بازی، منافع و هزینه‌های خود) است که به صورت راهبردی رفتار می‌کند (اطلاعاتش را در رفتارش اعمال می‌کند). نقش عوامل اجرایی انجام فعالیت‌ها و اقدامات اجرایی به منظور بیشینه کردن عایدی (تابع هدف) خودشان است.

عوامل اجرایی یا عوامل اقتصادی اطلاعات اختصاصی دارند که در درون فضای ایجادشده توسط برنامه‌ریز اجتماعی، دارای ارتباطات، وابستگی‌های متقابل و تعامل^۳ هستند و از خصوصیات زیر بهره‌مندند:

✓ عاقل؛ هر عامل اجرایی به دنبال بیشینه کردن تابع هدف (تابع مطلوبیت) خود است و در مواجهه با واقعیت‌گریزناپذیر کمیابی^۴: اولاً منافع فردی خود را بر منافع دیگران ترجیح می‌دهد، ثانیاً سیری‌ناپذیرند، ثالثاً به دنبال آزادی انتخاب، و رابعاً گریزان از پرداخت هزینه‌های مشترک مفت‌سواری^۵ است.

✓ هوشمند؛ یعنی به اندازه برنامه‌ریز اجتماعی زیر و بم مدل‌ها را می‌شناسند.

✓ راهبردی؛ در تعامل با دیگران و تصمیم‌گیری‌ها، اطلاعات خود را لحاظ و اعمال می‌کنند.

اطلاعات اختصاصی^۶ (مجموعه نوع): مجموعه‌ای از باورها، ترجیحات، ظرفیت‌ها، توانمندی‌ها و مواهب عامل اجرایی برای دیگر عوامل اجرایی ناشناخته و برای خودش شناخته‌شده است که در تعامل با محیط ناشی از سازوکار طراحی‌شده، راهبردها و اقدامات عامل اجرایی را تعیین می‌نماید.

تعامل: در نظر گرفتن اثر فعالیت دیگر عوامل بر فعالیت خود در تصمیم‌گیری‌ها.

محیط: فضای تعامل ایجادشده میان عوامل اجرایی یا میان عوامل اجرایی و برنامه‌ریز اجتماعی ناشی از مدل تصمیم‌گیری تعیین بهینه اجتماعی.

1. Social Planner
2. Agents
3. Interaction
4. Scarcity
5. Free Riding
6. Type Set

آثار مطلوب اجتماعی

آثاری که به عنوان نتیجه سازوکار طراحی شده است: اولاً مطلوب و خواستنی باشد، یعنی منافع حاصل شده خیلی بیش از هزینه آن باشد. ثانیاً بر مبنای معیار تابع انتخاب اجتماعی قابل دست یافتن باشد. ثالثاً مجموع مطلوبیت‌های (عایدی) عوامل اجرایی را بیشینه نماید. رابعاً میزان بهره‌مندی هر یک از عوامل اجرایی از آثار حاصل شده از نظر سیاستگذار و برنامه‌ریز اجتماعی منصفانه باشد، یعنی توزیع حاصل شده از ویژگی انصاف اجتماعی برخوردار باشد.

مطلوبیت: عایدی (بهره‌مندی) ناشی از آثار منتج از تعامل با دیگر عوامل اجرایی است. مطلوبیت عامل اجرایی باید بر اساس دو مولفه تمام ظرفیت‌ها و داشته‌های شخصی و آثار اجتماعی ناشی از تجمع خروجی‌های عوامل اجرایی باشد. نسبت به تغییرات آثار اجتماعی افزایشی باشد و در مشارکت باید تعیین‌کننده بهینه انفرادی آن عامل اجرایی باشد.

طراحی سازوکار: هنر طراحی قوانین (قواعد سیاستی انگیزشی) در یک بازی برای دستیابی به آثار مطلوب اجتماعی.

قواعد بازی یا مدل انتخاب آثار مطلوب اجتماعی: مجموعه‌ای از ضوابط، استانداردها، هنجارها، مجوزها، محدودیت‌ها و ممنوعیت‌های حاکم بر مشارکت (بازی) است که در چارچوب نظری و تحلیلی مورد نظر سیاستگذار و برنامه‌ریز اجتماعی، اقدامات و فعالیت‌های ناشی از تعامل عوامل اجرایی (ذی‌نفعان) را برای تحقق آثار اجتماعی مشخص هدایت، مدیریت و کنترل می‌کند.

تابع انتخاب اجتماعی (نوع خاصی از قواعد سیاستی): مجموعه‌ای از ضوابط و معیارهایی است که توصیف‌کننده آثار اجتماعی حاکم بر مشارکت مدنظر برنامه‌ریز اجتماعی است.

ویژگی‌های قواعد سیاستی و انگیزشی مطلوب

✓ **شفافیت و قابل تفسیر به رأی نبودن:** به طوری که تخلف از آن به راحتی قابل شناسایی و کتمان‌ناپذیر و قابل پیگیری است.

✓ **تضمین:** از یک طرف نهاد سیاستگذاری و برنامه‌ریزی به اجرای کامل قواعد و پیامدها تعهد کامل دارد و از طرف دیگر میزان پاداش راست‌گفتاری و درست‌کرداری برانگیزاننده و تضمین‌شده و جریمه تخلف از آن موثر و بازدارنده است.

1. Articulate
2. Guaranty

✓ از پیش اعلام شده و دائمی است.

✓ **متقارن!**: با عوض شدن جایگاه و نقش عوامل اجرایی، انگیزه‌ای برای تغییر قاعده به وجود نمی‌آید.

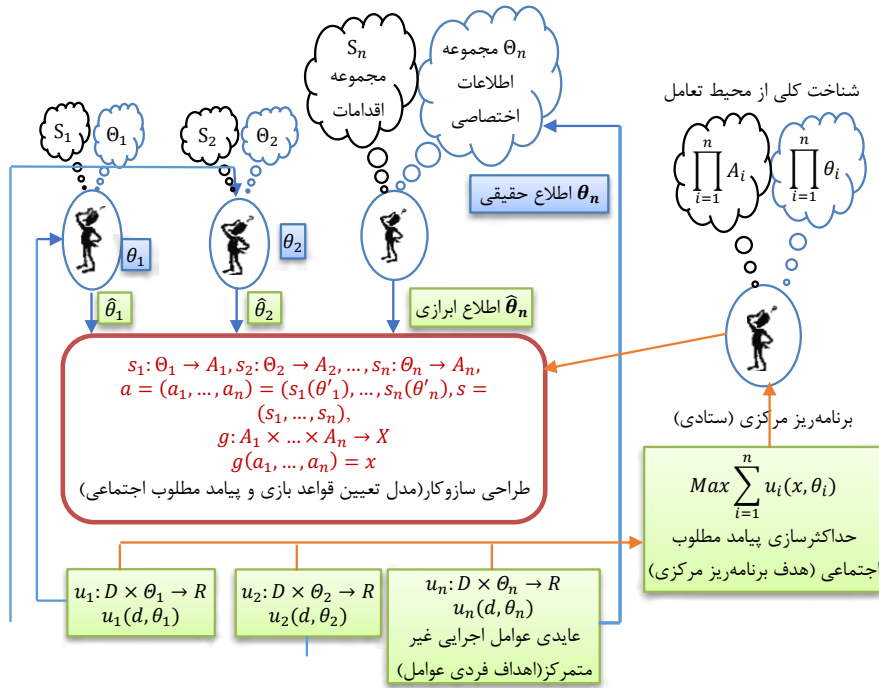
انگیزه - سازگار بودن: هیچ انگیزه‌ای برای دستکاری اطلاعات یا ارائه گزارش غیرواقعی یا کژرفتاری و عملکرد پایین وجود ندارد.

ویژگی‌های اطلاعات چهار بخش به ترتیب (۱) نداشتن اطلاعات کامل از مطلوبیت‌ها و راهبردهای دیگر عوامل اجرایی (تحت عنوان اطلاعات ناقص)، (۲) نداشتن پیشینه اقدامات صورت گرفته توسط دیگر عوامل اجرایی (اطلاعات ناقص^۲)، (۳) یکسان نبودن اطلاعات عوامل اجرایی و سیاستگذار و برنامه‌ریز از محیط سازوکار طراحی شده، و (۴) ناطمینانی یا نداشتن آگاهی کامل از رخدادهای آتی و احتمالات آن‌هاست.

دانش مشترک در بازی‌های راهبردی: محیط، قواعد بازی، مجموعه اقدامات، مطلوبیت‌ها و آثار بازی جزو دانش مشترک است و برای همگان کاملاً شناخته شده است. در بازی‌های پیشابیزی قواعد بازی، اقدامات عوامل اجرایی و آثار جزو دانش مشترک هستند، ولی محیط بازی، مجموعه نوع و مطلوبیت‌های عوامل اجرایی برای همگان ناشناخته است.

شکل (۶)، مدل مفهومی قاعده‌گذاری را برای رسیدن به بهینه اجتماعی نمایش می‌دهد.

-
1. Symmetric
 2. Imperfect Information



شکل ۶: مدل مفهومی قاعده‌گذاری برای رسیدن به بهینه اجتماعی

طراحی سازوکار (برنامه‌ریزی) با اطلاعات کامل (بازی راهبردی)

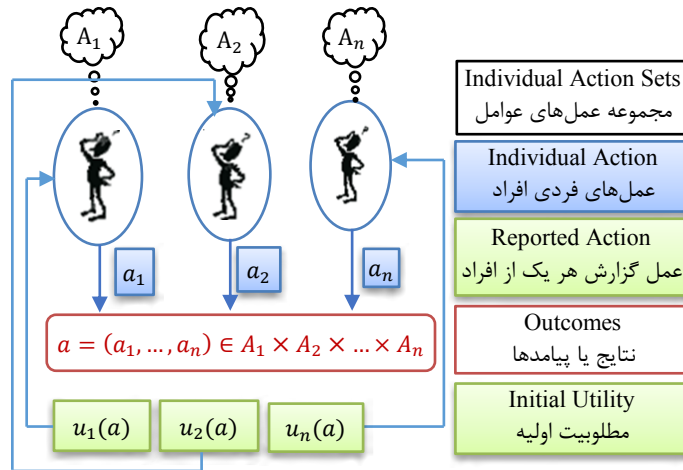
در گام یکم؛ آثار مطلوب اجتماعی و سهم (وظایف) هر یک از عوامل، قواعد سیاستی و انگیزشی مشخص می‌شود.

در گام دوم؛ عوامل اجرایی با آگاهی کامل نسبت به تجزیه و تحلیل و شناخت نیازمندی‌ها، الزامات، فعالیت‌ها و عملیات درون‌دستگاهی و نیز وظایف مشخص دیگر عوامل اجرایی، برای انجام وظایف معین خود آماده می‌شوند.

در گام سوم؛ در ادامه عوامل اجرایی تنها با انجام وظایف خود همزمان با انجام وظایف دیگر عوامل اجرایی می‌توانند از عایدی خود (سایر اعتبارات هزینه‌ای) در قالب تعادل نش^۱ بهره‌مند شوند.

1. Nash Equilibrium

به این ترتیب، نقش خود را در تحقق سهم خود و آثار مطلوب اجتماعی ایفا می‌نمایند. **شکل (۷)**، مدل مفهومی طراحی سازوکار برنامه‌ریزی با اطلاعات کامل را نمایش می‌دهد.



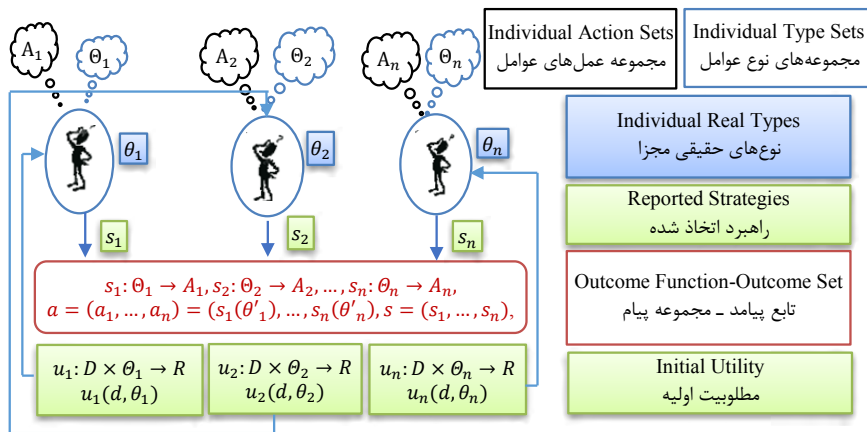
شکل ۷: مدل مفهومی طراحی سازوکار برنامه‌ریزی با اطلاعات کامل

طراحی سازوکار (برنامه‌ریز) با اطلاعات ناکامل (بازی‌های پیشابیزی)

پس از شناخت و تصریح مدل ریاضی تعیین آثار مطلوب اجتماعی و همچنین سازوکار انگیزشی کارا و اثربخش انگیزه - سازگار، در گام یکم با اخذ اطلاعات متغیرهای لحاظ‌شده در مدل ریاضی از عوامل اجرایی، نسبت به اجرای مدل و استخراج آثار اجتماعی و عایدی پایانی هر یک از عوامل اجرایی اقدام می‌گردد. در گام دوم، به عوامل اجرایی فرصت داده می‌شود که نسبت به تجزیه و تحلیل و هزینه-فایده مشارکت و سهم خود در تحقق هدف اجتماعی اقدام کنند و اطلاعات را مورد بازنگری و تجدید نظر قرار دهند. در گام سوم، مدل ریاضی با اطلاعات جدید اجرا می‌شود و با تشخیص سیاستگذار در صورت لزوم این فرایند تکرار می‌گردد. در گام چهارم، با مشخص شدن آثار مطلوب اجتماعی و سهم هر یک از عوامل اجرایی از هدف عملیاتی، عوامل اجرایی با انگیزه‌های درونی کافی (ناشی از تبعات سازوکار کارا و اثربخش انگیزه - سازگار تخصیص و ترمیم سایر اعتبارات هزینه‌ای و همچنین دیگر سیاست‌ها و ابزارهای تشویقی و تنبیهی مکمل) با تدوین و اجرای برنامه‌های عملیاتی

درون‌دستگاهی، اهداف ذی‌ربط را محقق می‌نمایند و به این ترتیب، نقش خود را در تحقق اهداف و آثار مطلوب اجتماعی ایفا می‌کنند.

شکل (۸)، شمای کلی بازی پیشابیزی (با اطلاعات ناکامل) را نمایش می‌دهد.



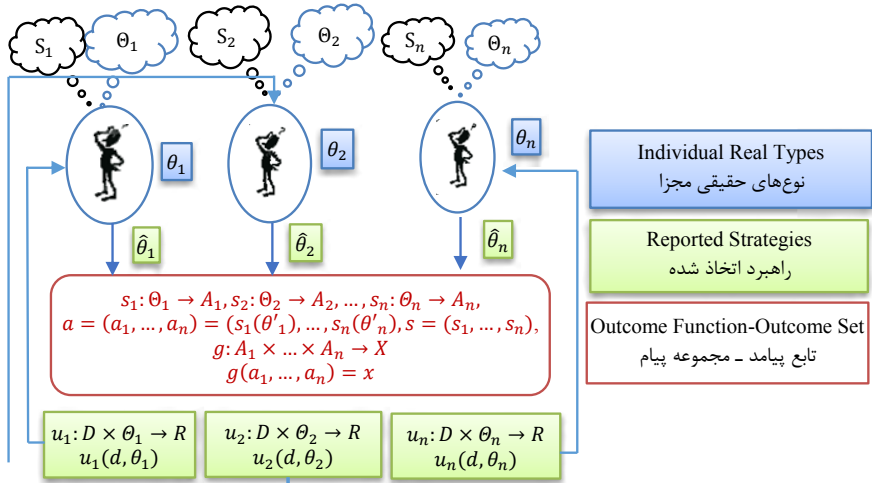
شکل ۸: شمای کلی بازی پیشابیزی (با اطلاعات ناکامل)

طراحی سازوکار قاعده‌گذاری بدون مشارکت عوامل همراه با تضمین اجرایی شدن

شرح رسمی مسئله طراحی سازوکار (غیرمستقیم)

افراد خاص (یا عواملی) وجود دارند که مشارکتشان به یک اثر یا تصمیم از مجموعه آثار (تصمیم) منجر می‌شود. در گام یکم، پیش از انتخاب، هر عامل انتظارات خود (مطلوبیت) را از تک تک تصمیماتی که ممکن است اتخاذ شود، از طریق مجموعه نوع خود بررسی می‌کند، سپس نوع مورد نظر خود را اعلام می‌دارد. در گام دوم، هر عامل عاقل و باهوش است. مفهوم ریاضی آن این است که عوامل همیشه با در نظر گرفتن تابع مطلوبیت (تابعی از دو متغیر نوع حقیقی و تصمیمی که توسط متولی به وسیله مشارکت عوامل ایجاد می‌گردد) که جزو دانش مشترک هم است، سعی در به بیشینه رساندن عایدی خود دارند. در گام سوم، تابع آثار ضابطه‌ای است که به‌ازای ارائه یک نمایه از عمل‌های صورت گرفته عوامل اجرایی، آثاری را به آن منتسب می‌نماید.

شکل (۹)، شمای کلی سازوکار غیرمستقیم را نمایش می‌دهد.



شکل ۹: شمای کلی سازوکار غیرمستقیم

طراحی سازوکار مشارکت عوامل در قاعده‌گذاری همراه با تضمین اجرایی شدن قواعد

دو مسئله اصلی پیشروی برنامه‌ریز اجتماعی به منظور تهیه بهترین نتایج و بیشینه‌سازی عملکرد در بالاترین سطح مطلوبیت عبارت‌اند از: مسئله تجمیع ترجیحات و مسئله استخراج اطلاعات. جمع‌آوری نظرات (اقدامات) انعکاس‌یافته توسط عوامل اجرایی مبتنی بر قواعد سیاستی مناسب به منظور رسیدن به یک اثر اجتماعی مشخص است. در نتیجه، تابع انتخاب اجتماعی ضابطه‌ای است که این فرایند را به انجام می‌رساند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش ارائه راهکار برای چگونگی پیاده‌سازی برنامه‌های توسعه در کشور است. برای این هدف، با مطرح کردن نظریه طراحی سازوکار (سازوکارهای خودتنظیم کارا و اثربخش) به دنبال ایجاد و به اشتراک‌گذاری دانش و تخصص لازم و کافی برای شناخت وضع موجود و وضع مطلوب، حرکت به سمت بهبود و ارتقای فرایندها، تعیین آثار مطلوب جمعی و وصل کردن انگیزه‌های درونی تک تک عوامل عقلایی و هوشمند به آثار مطلوب جمعی مورد نظر سیاستگذار و برنامه‌ریز هستیم.

در تدوین برنامه‌های توسعه پیشین از برنامه‌ریزی کلاسیک استفاده می‌شد که مترادف با شرایط اطلاعات کامل و متقارن، ثبات اقتصادی و پیش‌بینی‌پذیر بودن روند متغیرهاست. در این راستا، ابتدا اهداف کمی مشخص می‌شود، سپس عملیات اجرایی، طرح‌ها و پروژه‌های مورد نیاز، برنامه‌ریزی و اقدامات اجرایی متناسب با تامین اعتبارات و توان واحدهای اجرایی عملیاتی می‌گردد.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در شرایط اطلاعات ناکامل و وجود پدیده عدم تقارن اطلاعات و حتی در شرایط اطلاعات کامل، برای پیاده‌سازی برنامه‌های توسعه در کشور، نظریه طراحی سازوکار قابل استفاده است. در شرایط اطلاعات کامل با طراحی بازی راهبردی (افراد دانش مشترک از فضای بازی دارند و رفتار هر عامل اجرایی بر رفتار سایر افراد در بازی اثر دارد)، نتیجه مد نظر برنامه‌ریز به دست می‌آید، اما در شرایط اطلاعات ناکامل و نامتقارن، برنامه‌ریز مرکزی با طراحی قواعد بازی (سازوکارهای مستقیم یا غیرمستقیم) از طریق طراحی و اجرای «نظام تشویق برانگیزاننده و مجازات بازدارنده»، اطلاعات اختصاصی عوامل اجرایی را اخذ و در طراحی سازوکار لحاظ می‌کند. به این ترتیب، تحقق آثار مطلوب جمعی مورد نظر را تضمین می‌نماید.

در طراحی سازوکار، برنامه‌ریز قاعده‌های کنش و واکنش میان بازیگران را بر اساس نظام انگیزشی پاداش و تنبیه طراحی و تنظیم می‌کند و عوامل اجرایی بر اساس این قواعد طراحی شده با هم در تعامل هستند تا اثر مد نظر برنامه‌ریز حاصل شود. او برنامه‌ریزی را این‌گونه آغاز می‌کند: توصیفی از آثاری ارائه می‌کند که تمایل دارد و می‌خواهد این پیامدها با ترجیحات سایر بازیگران منطبق، همراهی و پشتیبانی شود و سپس بازی‌ای ایجاد می‌کند که خروجی (نقطه تعادل) آن بازی بتواند این تطابق، همراهی و پشتیبانی را به اجرا درآورد.

برای پیاده کردن این فرایند، گام‌های زیر توسط برنامه‌ریز اجرا می‌شود:

- ۱) شناخت عوامل اجرایی و قوانین حاکم بر مسئله مورد نظر برای برنامه‌ریزی؛
- ۲) شناخت روندهای گذشته، وضع موجود و مطلوب اهداف اجتماعی یا همان پیامدهای مورد نظر و متغیرهای تعیین‌کننده این روندها؛
- ۳) شناخت نظام انگیزشی موجود در محیط تعاملی عوامل اجرایی و متغیرهای ذی‌ربط؛
- ۴) طراحی سازوکارهای کارا و اثربخش خودتنظیم (سازوکارهای انگیزه - سازگار) از طریق یکی از سه حالت بازی راهبردی، سازوکار مستقیم و سازوکار غیرمستقیم، و مدلسازی تعیین آثار مطلوب برنامه‌ریز با لحاظ کردن مستقیم متغیرهای انگیزشی (تشویقی و تنبیهی) خودتنظیم عوامل اجرایی (تعیین قواعد بازی و پیامدهای بهینه اجتماعی)؛

۵) تایید، تضمین و ابلاغ سازوکار طراحی شده؛ و

۶) آگاهی بخشی، اطلاع رسانی و اجرای سازوکار طراحی شده با اعطای آزادی عمل به عوامل اجرایی غیرمتمرکز در چارچوب قواعد بازی و اعمال پاداش و تنبیهات پیش‌بینی شده در سازوکار ابلاغی.

به عنوان پیشنهاد کاربردی در تدوین برنامه هفتم توسعه کشور، بهتر است که قواعد سیاستی محیط تعامل (فضای کنش عوامل اجرایی و انجام اقدامات و فعالیت‌های اجرایی) و قواعد انگیزشی عوامل اجرایی به گونه‌ای تدوین، تضمین و مستقر شوند که انگیزه‌های درونی کافی برای تضمین همسویی کامل «بهبندی‌های فردی عوامل اجرایی» و «نتایج مطلوب عمومی مورد نظر سیاستگذاران و برنامه‌ریزان» ایجاد کند. برای مطالعات آینده، با توجه به محیط تعامل داخلی و بیرونی کشور، می‌توان با استفاده از تکنیک‌های نظریه طراحی سازوکار، مدل‌هایی را که شامل متغیرهای اصلی توسعه کشور در هر بخش و فرابخش هستند، بررسی کرد.

اظهاریه قدردانی

نویسندگان این پژوهش از حمایت‌های معنوی و توصیه‌های ارزشمند داوران محترم و ناشناس، و همچنین ویراستار علمی محترم نشریه برنامه‌ریزی و بودجه (ماز یار چابک)، که نقش مهمی در ارتقای سطح کیفی مقاله داشته‌اند، تشکر می‌کنند.

منابع

- Allen, B. (1997). Implementation Theory with Incomplete Information. In S. Hart, Mas-Colell, A. (Ed.), *Cooperation: Game-Theoretic Approaches* (Vol. 155, pp. 115-126): Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60454-6_10
- Apt, K. R. (2011). *Strategic Games*: Cambridge University Press.
- Baliga, S., & Maskin, E. (2003). Mechanism Design for the Environment. In *Handbook of Environmental Economics* (Vol. 1, pp. 305-324): Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0099\(03\)01012-X](https://doi.org/10.1016/S1574-0099(03)01012-X)
- Baliga, S., & Sjöström, T. (2007). Mechanism Design: Recent Developments. *The New Palgrave Dictionary of Economics, 2nd Edition, London: McMillan*. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95121-5_2134-1
- Bergemann, D., & Välimäki, J. (2010). The Dynamic Pivot Mechanism. *Econometrica*, 78(2), 771-789. <https://doi.org/10.3982/ECTA7260>
- Broumand, S. (2019). Investigating the Role of Game Theory in the Evolution of Competition

- and Industrial Policies in industrial Economics. *Planning and Budgeting*, 24(1), 135-152. <http://jpbud.ir/article-1-1797-fa.html>
- Cheng, Q. (1998). Essays on Designing Economic Mechanisms: University of Michigan.
- Clarke, E. H. (1971). Multipart Pricing of Public Goods. *Public Choice*, 11(3), 17-33. <https://doi.org/10.1007/BF01726210>
- Gibbard, A. (1973). Manipulation of Voting Schemes: A General Result. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 41(4), 587-601. <https://doi.org/10.2307/1914083>
- Green, J., & Laffont, J.-J. (1979). *Incentives in Public Decision-Making*: Elsevier North-Holland.
- Groves, T. (1973). Incentives in Teams. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 41(4), 617-631. <https://doi.org/10.2307/1914085>
- Groves, T., Radner, R., & Reiter, S. (1987). *Information, Incentives, and Economic Mechanisms: Essays in Honor of Leonid Hurwicz*: University of Minnesota Press.
- Harsanyi, J. C. (1968). Games with Incomplete Information Played by "Bayesian" Players Part II. Bayesian Equilibrium Points. *Management Science*, 14(5), 320-334. <https://doi.org/10.1287/mnsc.14.5.320>
- Hurwicz, L. (1972). On Informationally Decentralized Systems. Decision and Organization: A Volume in Honor of J. Marschak. Hurwicz, L., & Reiter, S. (2006). *Designing Economic Mechanisms*: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511754258>
- Jackson, M. O. (2014). *Mechanism Theory*: Stanford University Press. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2542983>
- Jehiel, P., & Moldovanu, B. (2001). Efficient Design with Interdependent Valuations. *Econometrica*, 69(5), 1237-1259. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00240>
- Maskin, E. (1983). *The Theory of Implementation in Nash Equilibrium: A Survey*: Cambridge University Press.
- Maskin, E. S. (2008). Mechanism Design: How to Implement Social Goals. *American Economic Review*, 98(3), 567-576. <https://doi.org/10.1257/aer.98.3.567>
- Mezzetti, C. (2004). Mechanism Design with Interdependent Valuations: Efficiency. *Econometrica*, 72(5), 1617-1626. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2004.00546.x>
- Milgrom, P., & Milgrom, P. R. (2004). *Putting Auction Theory to Work*: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511813825>
- Mookherjee, D., & Reichelstein, S. (1992). Dominant Strategy Implementation of Bayesian Incentive Compatible Allocation Rules. *Journal of Economic Theory*, 56(2), 378-399. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(92\)90088-Y](https://doi.org/10.1016/0022-0531(92)90088-Y)
- Myerson, R. B. (1979). Incentive Compatibility and the Bargaining Problem. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 47(1), 61-73. <https://doi.org/10.2307/1912346>
- Myerson, R. B. (1997). *Game Theory: Analysis of Conflict*: Harvard University Press.
- Myerson, R. B. (2008). Perspectives on Mechanism Design in Economic Theory. *American Economic Review*, 98(3), 586-603. <https://doi.org/10.1257/aer.98.3.586>
- Narahari, Y. (2014). *Game Theory and Mechanism Design* (Vol. 4): World Scientific. <https://doi.org/10.1142/8902>
- Narahari, Y., Garg, D., Narayanam, R., & Prakash, H. (2009). *Game Theoretic Problems in Network Economics and Mechanism Design Solutions*: Springer Science & Business

- Media. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-938-7_2
- Nash, J. (1951). Non-Cooperative Games. *Annals of Mathematics*, 54(2), 286-295. <https://doi.org/10.2307/1969529>
- Nash, J. (1950). Equilibrium Points in N-Person Games. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 36(1), 48-49. <https://doi.org/10.1073/pnas.36.1.48>
- Palfrey, T. R. (1992). *Implementation in Bayesian Equilibrium: The Multiple Equilibrium Problem in Mechanism*. Paper Presented at the Advances in Economic Theory: Volume 1: Sixth World Congress.
- Rahbar, F., Motavasseli, M., & Amiri, M. (2013). Behavioral Economists and Their Theories. *Planning and Budgeting*, 18(1), 133-165. <http://jpbud.ir/article-1-850-fa.html>
- Roberts, K. (1979). The Characterization of Implementable Choice Rules. *Aggregation and Revelation of Preferences*, 12(2), 321-348.
- Satterthwaite, M. A. (1975). Strategy-Proofness and Arrow's Conditions: Existence and Correspondence Theorems for Voting Procedures and Social Welfare Functions. *Journal of Economic Theory*, 10(2), 187-217. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(75\)90050-2](https://doi.org/10.1016/0022-0531(75)90050-2)
- Sidney, M. S. (2017). Policy Formulation: Design and Tools. In *Handbook of Public Policy Analysis* (pp. 105-114): Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315093192-14>
- Thomas, H. G. (2001). Towards a New Higher Education Law in Lithuania: Reflections on the Process of Policy Formulation. *Higher Education Policy*, 14(3), 213-223. [https://doi.org/10.1016/S0952-8733\(01\)00015-0](https://doi.org/10.1016/S0952-8733(01)00015-0)
- Turnpenny, J. R., Jordan, A. J., & Benson, D. (2015). *The Tools of Policy Formulation: Actors, Capacities, Venues and Effects*: Edward Elgar Publishing.
- Vickrey, W. (1961). Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders. *The Journal of Finance*, 16(1), 8-37. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1961.tb02789.x>

پیوست: بیان مدل ریاضی

تصریح «مسئله تصمیم‌گیری جمعی» و ضوابط اتخاذ تصمیم جمعی بهینه اجتماعی کارا و انگیزه - سازگار در فضای عمومی:

۱. گام یکم: تعیین عناصر مسئله تصمیم‌گیری $(G, N, D, \Theta_1, \dots, \Theta_n, v_i, \dots, v_n, f)$

۲. تعیین قاعده تصمیم‌گیری نهاد تصمیم‌گیری مرکزی (ضوابطها تعیین مجموعه تصمیمات):

$$f: \Theta = (\Theta_1 \times \dots \times \Theta_n) \rightarrow D$$

۳. اتخاذ تصمیم جمعی مبتنی بر اطلاعات ابرازشده: $d = f(\hat{\theta})$ که جایی $\forall \hat{\theta} \in \Theta$

۴. تعیین عایدی هر عامل اجرایی ناشی از تصمیم جمعی و اطلاعات اختصاصی عامل اجرایی تابع عایدی $v_i: D \times \Theta_i \rightarrow R$ و مقدار عایدی به‌ازای هر زوج مرتب $(d, \theta_i) \in D \times \Theta_i$ برابر است با $v_i(d, \theta_i)$

۵. ضوابط اتخاذ تصمیم جمعی بهینه اجتماعی کارا و انگیزه - سازگار
الف) تامین شرط کارایی تخصیص:

$$1) f(\theta) \in \operatorname{argmax}_{d \in D} \sum_{i=1}^n v_i(d, \theta_i)$$

یا زمانی که $\forall d \in D$ داشته باشیم:

$$\sum_{i=1}^n v_i(f(\theta), \theta_i) \geq \sum_{i=1}^n v_i(d, \theta_i),$$

ب) تامین شرط سازگاری انگیزه‌ها

$$2) v_i(f(\theta), \theta_i) \geq v_i(d, \theta_i) \quad , \quad \forall d \in D$$

تصریح مسئله تصمیم‌گیری جمعی و ضوابط اتخاذ تصمیم جمعی بهینه اجتماعی کارا و انگیزه - سازگار در فضای شبه‌خطی [طراحی سازوکار مستقیم با افزودن تابع پرداخت انتقالی (جریمه) به مسئله]:

۱. تعیین عناصر سازوکار مستقیم $(G, N, D \times R^n, \Theta_1, \dots, \Theta_n, u_1, \dots, u_n, (f, \tau))$

۲. تعیین قاعده تصمیم‌گیری نهاد تصمیم‌گیری مرکزی (ضوابطها تعیین مجموعه تصمیمات):

$$(f, \tau): \Theta = (\Theta_1 \times \dots \times \Theta_n) \rightarrow D \times R^n$$

$$(f, \tau)(\hat{\theta}) = (f(\hat{\theta}), \tau(\hat{\theta}))$$

جایی که در آن $\tau(\cdot)$ تابع انتقال همه عوامل اجرایی با ضابطه زیر:

$$\tau: \Theta = (\Theta_1 \times \dots \times \Theta_n) \rightarrow R^n, \quad \tau(\hat{\theta}) = (\tau_1(\hat{\theta}), \dots, \tau_n(\hat{\theta}))$$

۳. اتخاذ تصمیم جمعی مبتنی بر اطلاعات ابرازشده: $(f, \tau)(\hat{\theta}) \in D \times R^n$

$$(f, \tau)(\hat{\theta}) = (f(\hat{\theta}), (\tau_1(\hat{\theta}), \dots, \tau_n(\hat{\theta}))) = (d, (t_1, t_2, \dots, t_n))$$

جایی که:

۴. تعریف تابع مطلوبیت در فضای شبه‌خطی و عایدی پایانی هر عامل اجرایی ناشی از تصمیم

جمعی:

$$u_i(d, (t_1, t_2, \dots, t_n), \theta_i) = v_i(d, \theta_i) + t_i$$

ضابطه تابع مطلوبیت $u_i: D \times R^n \times \Theta_i \rightarrow R$

$$u_i((f, \tau)(\hat{\theta}), \theta_i) = v_i(f(\hat{\theta}), \theta_i) + \tau_i(\hat{\theta})$$

یا عامل اجرایی u_i یا $\tau_i(\hat{\theta})$

۵. ضوابط اتخاذ تصمیم جمعی بهینه اجتماعی کارا و انگیزه - سازگار

$$\forall i \in N, \theta, \hat{\theta} \in \Theta \text{ و } \theta_{-i} \in \Theta_{-i} \text{ و } (f(\hat{\theta}), \tau(\hat{\theta})) \in D \times R^n$$

الف) تامین شرط کارایی تخصیص:

$$f(\theta) \in \operatorname{argmax}_{d \in D} \sum_{i=1}^n v_i(d, \theta_i)$$

ب) تامین شرط تابع پرداخت گروز و شبه‌گروز. زمانی که سازوکار مستقیم گروز باشد:

$$\tau_i(\hat{\theta}) = \sum_{j \neq i} v_j(f(\hat{\theta}), \theta_j) + h_i(\hat{\theta}_{-i}) = \sum_{j \neq i} v_j(f(\hat{\theta}_i, \hat{\theta}_{-i}), \theta_j) + h_i(\hat{\theta}_{-i})$$

$h_i: \Theta_{-i} \rightarrow R, \hat{\theta}_{-i} \in \Theta_{-i}$

هنگامی که سازوکار مستقیم شبه‌گروز باشد:

$$\tau_i(\hat{\theta}) = \sum_{j \neq i} v_j(f(\hat{\theta}), \theta_j) + h_i(\hat{\theta}) = \sum_{j \neq i} v_j(f(\hat{\theta}_i, \hat{\theta}_{-i}), \theta_j) + h_i(\hat{\theta}_i, \hat{\theta}_{-i})$$

$h_i: \Theta_i \rightarrow R, (\hat{\theta}_i, \hat{\theta}_{-i}) \in \Theta_i$

ج) تامین شرط سازگاری انگیزه:

(۱) در صورتی که تابع پرداخت (انتقال) گروز مفروض باشد:

$$\begin{aligned} u_i((f, \tau)(\theta_i, \theta_{-i}), \theta_i) &= v_i(f(\theta), \theta_i) + \tau_i(\theta) \quad \text{تعریف عایدی پایانی} \\ &= \sum_{i=1}^n v_i(f(\theta_i, \theta_{-i}), \theta_i) + h_i(\theta_{-i}) \geq \sum_{i=1}^n v_i(f(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}), \theta_i) + h_i(\theta_{-i}) \quad \text{اعمال قید کارایی} \\ &= v_i(f(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}), \theta_i) + \tau_i(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}) = u_i((f, \tau)(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}), \theta_i) \end{aligned}$$

(۲) در صورتی که تابع پرداخت (انتقال) شبه‌گروز با اعمال شرط کارایی تخصیص و برقراری

نامساوی $h_i(\theta) \geq h_i(\hat{\theta}_i, \theta_{-i})$ مفروض باشند:

$$\begin{aligned}
 u_i((f, \tau)(\theta_i, \theta_{-i}), \theta_i) &= v_i(f(\theta), \theta_i) + \tau_i(\theta) = \sum_{i=1}^n v_i(f(\theta_i, \theta_{-i}), \theta_i) + h_i(\theta) \\
 &\geq \sum_{i=1}^n v_i(f(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}), \theta_i) + h_i(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}) = v_i(f(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}), \theta_i) + \tau_i(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}) \\
 &= u_i((f, \tau)(\hat{\theta}_i, \theta_{-i}), \theta_i)
 \end{aligned}$$

❖ تایید، تضمین و ابلاغ سازوکار طراحی شده

❖ آگاهی‌بخشی، اطلاع‌رسانی و اجرای سازوکار طراحی شده با اعطای آزادی عمل به عوامل اجرایی غیرمتمرکز در چارچوب قواعد بازی و اعمال پاداش و تنبیهات پیش‌بینی شده در سازوکار ابلاغی.

بنابراین، با توجه به نقش بالقوه و برجسته «نظریه طراحی سازوکار» در تحقق سیاست‌های کلی، اهداف و برنامه‌های عملیاتی برنامه توسعه هفتم کشور طراحی، استقرار و تضمین سازوکارهای کارا و اثربخش خودتنظیم یا همان «سازوکارهای انگیزه - سازگار» به عنوان یکی از بایسته‌های این برنامه ضرورت تام دارد و با توجه به نوظهور بودن این رویکرد در فرایند تدوین و اجرای برنامه هفتم توسعه کشور، شایسته است که همه ارکان و واحدهای نظام برنامه‌ریزی کشور با محوریت سازمان برنامه و بودجه کشور و استان‌ها نسبت به شناخت، آموزش، بکارگیری و ترویج این دیدگاه اهتمام ورزند تا گام بلندی در تضمین درون‌زای تحقق اهداف برنامه‌های توسعه برداشته شود.

نحوه ارجاع به مقاله:

پارسا، امیدعلی؛ عسکری، غلامرضا، و پاژکی‌نژاد، ابراهیم (۱۴۰۱). کاربرد نظریه طراحی سازوکارهای انگیزه - سازگار (سازوکارهای خودتنظیم کارا و اثربخش) در برنامه هفتم توسعه کشور. نشریه برنامه‌ریزی و بودجه، ۲۷(۳)، ۱۷۳-۱۴۱.

Parsa, O., Askari, Gh., & Pazoukinejad, E (2022). Application of Incentive - compatible of Mechanisms Design Theory (Self -adjustment of Effective and Efficient mechanisms) in the Seventh National Development Planning, *Planning and Budgeting*, 27(3), 141-173. DOI: <https://doi.org/10.52547/jpbud.27.3.141>

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Planning and Budgeting. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

