



Designing a Policy Mix to Enhance the Business Expenditure on Research and Development (R&D) in Iran

Parisa Alizadeh¹✉, Sepehr ghazinoory², Maghsoud Amiri³, Soroush Ghazinoori⁴

- 1- PhD candidate of Information Technology Management, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
- 2- Professor, Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
- 3- Professor, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
- 4- Associate Professor, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

Abstract:

Research and development (R&D) in business sector has a critical role in knowledgebased economy because it results in commercialization and wealth creation with a high probability. In Iran, the business expenditure on R&D is at a low level because the businesses have no incentive to research or there are some impediments for conducting R&D. Therefore, public intervention and preparing a policy mix to encourage R&D or eliminate its barriers is necessary. In this paper, multi-objective optimization is used to design a policy mix for enhancing the business expenditure on R&D in Iran considering the interactions between policy instruments. Using Genetic Algorithm in MATLAB R2016a Pareto optimums were calculated. The results of implementing the model on a pool of 32 policy instruments show that public procurement for innovative product, support for setting up and handling local consultative funds, tax credits for firms, support for new stock markets, public procurement for R&D, technology foresight, establishing reference laboratory, catalyst procurement for innovative product, and support for R&D consortia are the common instruments among the pareto optimum mixes which have to be considered by policy-makers.

Keywords: Research and Development (R&D), Business Sector, Policy Mix, Multi-Objective Optimization.

1. ✉Corresponding author: parisa.alizadeh100@gmail.com
2. ghazinoory@modares.ac.ir
3. mgh.amiri@yahoo.com
4. ghazinoori@atu.ac.ir



طراحی ترکیبی از ابزارهای سیاستی برای افزایش هزینه کرد بخش کسب و کار ایران در فعالیتهای تحقیق و توسعه

پریسا علیزاده^{۱*}، سید سپهر قاضی نوری^۲، مقصود امیری^۳، سید سروش قاضی نوری^۳

چکیده

تحقیق و توسعه در بخش کسب و کار با احتمال بیشتری تجاری شده و به خلق ثروت برای جامعه منتهی می شود. در ایران سهم کمی از کل هزینه کرد تحقیق و توسعه کشور به بخش کسب و کار مربوط است زیرا شرکتها اعم از دولتی و خصوصی انگیزه انجام تحقیق و توسعه را ندارند یا برای انجام آن با موانعی روبرو هستند. با این مقدمه، مداخله دولت و ارائه ترکیبی از ابزارهای سیاستی برای ایجاد انگیزه یا رفع موانع مزبور ضروری است. در این مقاله از روش بهینه سازی چندهدفه برای طراحی ترکیب سیاستی با هدف ارتقاء هزینه کرد بخش کسب و کار ایران در فعالیتهای تحقیق و توسعه و لحاظ تأثیرات متقابل ابزارهای سیاستی استفاده شده است. ترکیبهای سیاستی بهینه پارتو با استفاده از الگوریتم ژنتیک و در نرم افزار MATLAB R2016a به دست آمده اند. نتایج پیاده سازی مدل بر روی مجموعه ای متشکل از ۳۲ ابزار سیاستی نشان داده که خرید دولتی محصولات نوآورانه، تأسیس و کمک به اداره صحیح صندوق های مشاوره بومی، اعتبارهای مالیاتی بر درآمد شرکت، حمایت از بازارهای سهام جدید، خرید دولتی تحقیق و توسعه، آینده نگاری فناوری، ایجاد آزمایشگاه های مرجع، استانداردسازی به منظور ترغیب نوآوری، خرید کاتالیزوری محصولات نوآورانه و همچنین حمایت مالی از اتحادهای تحقیق و توسعه یا کنسرسیومها (دولت، بنگاه ها و دانشگاه ها) باید در سید سیاستی دولت مورد توجه قرار گیرند.

واژگان کلیدی: تحقیق و توسعه، بخش کسب و کار، ترکیب سیاستی، بهینه سازی چندهدفه

۱- مقدمه

عبارت «ترکیب سیاستی»^۴ در دهه ۱۹۶۰ و در پیشینه سیاست اقتصادی مطرح شد. مانند^۵ برنده جایزه نوبل اقتصاد در سال ۱۹۶۲ نشان داد که در صورت شناور بودن نرخ ارز، سیاست پولی ابزار قدرتمندتری (در مقایسه با سیاست مالی) برای ثبات بخشیدن به اقتصاد است اما در صورتی که نرخ ارز ثابت باشد وضعیت به عکس آن خواهد بود.

۱- دکتری مدیریت فناوری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران

۲- عضو هیأت علمی دانشکده مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۳- عضو هیأت علمی دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران

* نویسنده مسئول مکاتبات: parisa.alizadeh100@gmail.com

جستجوی پیشینه علوم اجتماعی نشان می‌دهد که عبارت ترکیب سیاستی تا اواخر دهه ۱۹۸۰ صرفاً محدود به مباحث سیاست اقتصادی بوده اما این مفهوم در اوایل دهه ۹۰ میلادی به سایر حوزه‌های سیاست‌گذاری عمومی نیز راه پیدا کرد تا بر اساس آن، تأثیرات متقابل سیاست‌ها یا ابزارهای مختلف تحقق یک هدف خاص مورد توجه قرار گیرد. متخصصان حوزه سیاست نوآوری ضرورت توجه سیاست‌گذاران به ترکیب ابزارهای سیاستی را از اواسط دهه ۹۰ میلادی مطرح و به این ترتیب مفهوم ترکیب سیاستی از اوایل قرن بیست و یک به حوزه سیاست نوآوری نیز راه یافت [۲۴]. این مفهوم در مطالعات جدید حوزه سیاست‌گذاری توسط بسیاری از دانشمندان مورد استفاده یا تأکید قرار گرفته است [۱۲ و ۲۴ و ۱۵].

برخی مطالعات به طور مشخص یا تلویحی یک ترکیب سیاستی را به صورت سبد ساده‌ای از چندین ابزار سیاستی تعریف کرده‌اند [۳۶ و ۴۰] اما فلانگان و همکاران [۲۴] یک ترکیب سیاستی را چیزی فراتر از یک بسته صرفاً شامل ابزارهای سیاستی و دربردارنده تأثیرات متقابل آنها بر یکدیگر (تعاملات بین ابزارها) یا خاصیت مکملی و همچنین تعادل بین ابزارها دانسته‌اند. طبق تعریف یونو-مریت [۵۱] یک ترکیب سیاستی برای ارتقاء سرمایه‌گذاری‌ها در تحقیق و توسعه عبارت است از ترکیبی از ابزارهای دارای تأثیر متقابل بر یکدیگر به منظور اثرگذاری بر کمیت و کیفیت سرمایه‌گذاری‌ها در تحقیق و توسعه در بخش‌های دولتی و خصوصی. گای و همکاران [۲۷] نیز یک ترکیب سیاستی برای تحقیق و توسعه و نوآوری را به صورت مجموعه‌ای از سیاست‌های دولتی می‌داند که به واسطه طراحی یا بر حسب تصادف (غیرعامدانه) تأثیراتی مستقیم و غیرمستقیم بر توسعه نظام تحقیق و توسعه و نوآوری دارد. طبق تعریف دی هاید [۲۱] یک ترکیب سیاستی در حوزه سیاست نوآوری، مجموعه‌ای مرکب از ابزارهای سیاستی در یک کشور است که با یکدیگر در تعامل بوده و تحقیق و توسعه و نوآوری را هدف قرار می‌دهند. در تعریف دیگری که توسط بوراس و ادکوئیست [۱۵] ارائه شده ترکیب سیاستی عبارت است از ترکیب مشخصی از ابزارهای سیاستی مرتبط با نوآوری که به صورت آشکار و غیرآشکار بر یکدیگر تأثیر متقابل داشته و بر شدت نوآوری تأثیر می‌گذارند. امروزه با گسترش عرضی و عمقی ابزارهای سیاستی [۱۴] سیاست‌گذاران ابزارهای سیاستی مختلفی برای ارتقاء هزینه‌کرد بخش کسب‌وکار در فعالیتهای تحقیق و توسعه دارند که باید در قالب ترکیبی متعادل و سازگار به کار گرفته شوند. به عبارت دیگر آنها در تصمیم‌گیری، با گزینه‌های متعددی مواجه هستند و بدون استفاده از روش‌های نظام‌مند قطعاً نمی‌توانند از دقت و صحت تصمیم‌گیری خود اطمینان حاصل کنند. در این مقاله تلاش شده با استفاده از روش بهینه‌سازی چندهدفه، ترکیبی از ابزارهای سیاستی به منظور ارتقاء هزینه‌کرد بخش کسب‌وکار ایران در فعالیتهای تحقیق و توسعه^۱ (BERD) ارائه شود که طبق آخرین برآوردها دربرگیرنده حدود ۲۰ درصد کل هزینه‌کرد تحقیق و توسعه در کشور است [۸].

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱) مبانی نظری

در دو دهه اخیر تغییر رویکرد سیاست‌گذاری از سیاست‌های مالی و مالیاتی به سیاست‌های غیرمالی، طیف متنوعی از ابزارهای سیاستی را در اختیار سیاست‌گذاران قرار داده است. مشخصاً از اواسط دهه ۱۹۹۰ مطالعات مختلف به معرفی انواع سیاست‌های حمایت از نوآوری و تحقیق و توسعه پرداخته‌اند. در یکی از پراستنادترین مطالعات، لیل و تیوبال [۳۵] سیاست‌ها و ابزارهای متناظر با آنها را به دو دسته هدفمند (سیاست‌هایی که بخش‌ها یا خوشه‌های مشخصی را

هدف قرار می‌دهند) و افقی (سیاست‌هایی که از فعالیت‌های خاصی در سطح شرکت حمایت می‌کنند) تقسیم کرده‌اند. نولرز و وینتجز [۴۳] نیز با بررسی چهل ابزار سیاستی در یازده منطقه اروپا، دو یافته مهم را مطرح کردند: اول اینکه، مهم‌ترین نیاز شرکت‌های کوچک و متوسط برای نوآوری یادگیری تعاملی در سطح منطقه است و برای کمک به نوآوری توسط این شرکت‌ها و شکوفایی منطقه، ابزارهای سیاست نوآوری باید متمرکز بر تقویت یادگیری تعاملی باشند و دوم، یک سید سیاستی مناسب همه مناطق وجود ندارد و تفاوت‌های منطقه‌ای نیاز به سبدهای متفاوتی از ابزارهای متناسب شرایط هر منطقه را به وجود می‌آورد.

مانی [۳۷] در تحلیل سیاست‌های نوآوری پنج کشور در حال توسعه (سنگاپور، مالزی، آفریقای جنوبی، هند و برزیل) اقدامات سیاستی را به دو دسته مالی و غیرمالی تقسیم و اشاره می‌کند که بر اساس تحلیل ابزارهای مالی (نظیر مشوق‌های مالیاتی و گزینش‌های تحقیقاتی) و غیرمالی (نظیر ابزارهای معطوف به توسعه منابع انسانی) مورد استفاده برای تحریک سرمایه‌گذاری بخش کسب‌وکار در تحقیق و توسعه در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، موفقیت ابزارهای مالی بستگی زیادی به وجود یک پایه قوی از اقدامات غیرمالی دارد. برای مثال، ابزارهای مالی برای ارتقاء تحقیق و توسعه صنعتی به شرطی موفق خواهند بود که کشور به تعداد کافی، پرسنل فنی آموزش‌دیده در تحقیق و توسعه داشته باشد.

در مطالعه سو و همکاران [۳۲] ابزارهای سیاستی به سه دسته کلی زیر تقسیم شده‌اند: ابزارهای مرتبط با ورودی‌ها (طرف عرضه)، طرف تقاضا و محیط. دسته سوم این سیاست‌ها از اهمیت خاصی برخوردارند زیرا درک ضرورت آنها در مقایسه با دو دسته دیگر سیاست‌ها از سابقه کمتری برخوردار است لیکن در مطالعات جدید این حوزه به عنوان یک دسته بسیار مهم مورد توجه قرار گرفته‌اند.

مطالعات چامینید و ادکوئیست [۱۶ و ۱۷] نیز از مهم‌ترین مطالعات نوع‌شناسی ابزارهای سیاست نوآوری و تحقیق و توسعه هستند که با محور قرار دادن مفهوم نظام نوآوری، طیف ابزارهای سیاستی را بسیار گسترده و مشتمل بر انواع ابزارهای مالی و غیرمالی می‌دانند.

یکی از مطالعات مهم این دوره که تمرکز آن بر معرفی سیاست‌های تحریک طرف تقاضا و به طور مشخص انواع سیاست‌های خرید دولتی است مطالعه ادلر و جورجیو [۲۲] است که مجموعه مفصلی از ابزارهای سیاستی حمایت از نوآوری و تحقیق و توسعه را معرفی کرده است.

در مطالعات جدیدتر مانند بوراس [۱۴] و قاضی‌نوری و همکاران [۲۵] توجه به برخی ابزارهای نرم مانند استانداردها و ایجاد آگاهی عمومی در کنار ابزارهای سنتی‌تری مانند حمایت مالی مستقیم دیده می‌شود. پس از انجام پروژه ترکیب سیاستی تحقیق و توسعه در سطح اتحادیه اروپا [۵۱] موج جدیدی از مطالعات ابزارهای سیاست نوآوری و تحقیق و توسعه ایجاد شد که نوع‌شناسی‌های مفصلی از ابزارهای سیاستی در قالب ماتریس‌های دارای ابعاد مختلف را ارائه کرده‌اند مانند مطالعه روگه و ریچارد [۴۸] که ماتریسی با دو بُعد یعنی نوع ابزار (ابزارهای اقتصادی، ابزارهای قانونی و ابزارهای اطلاعاتی) و هدف ابزار (فشار فناوری، کشش تقاضا و سیستمی) را پیشنهاد کرده است. جدول ۱ جمع‌بندی ابزارها و سیاست‌های مورد اشاره مطالعات مختلف برای حمایت از تحقیق و توسعه و نوآوری را نشان می‌دهد.

همان‌طور که اشاره شد مفهوم ترکیب سیاستی بر این نکته تأکید دارد که ابزارهای سیاستی بر یکدیگر تأثیر متقابل دارند و اثرگذاری یک ابزار سیاستی واحد بر هدف سیاستی به واسطه وجود هم‌زمان سایر ابزارها در ترکیب سیاستی، تقویت و یا تضعیف می‌شود.

جدول (۱) جمع‌بندی ابزارها و سیاست‌های حمایت از تحقیق و توسعه و نوآوری

مطالعات	ابزارها/سیاست‌ها
[۳۷ و ۳۲ و ۲۲ و ۱ و ۲۳ و ۹ و ۴۸]	معافیت مالیاتی تحقیق و توسعه (بر درآمد شرکت)
[۳۷ و ۳۲ و ۲۲ و ۱ و ۲۳ و ۹ و ۴۸]	اعتبار مالیاتی تحقیق و توسعه (بر درآمد شرکت)
[۳۷ و ۳۲ و ۲۲ و ۱ و ۲۳ و ۹ و ۴۸]	اعتبار مالیاتی حقوق پرسنل تحقیق و توسعه (بر درآمد شرکت)
[۱۰]	استهلاک تسریع‌شده دارایی‌های سرمایه‌ای تحقیق و توسعه
[۳۵ و ۳۷ و ۳۲ و ۲۲ و ۱ و ۲۳ و ۹ و ۴۸]	کمک مالی بلاعوض برای انجام تحقیق و توسعه
[۴۹ و ۵۲ و ۲۵ و ۲۳ و ۴۸]	یارانه مستقیم برای انجام تحقیق و توسعه
[۵۱ و ۴۹ و ۳۵]	یارانه استخدام پرسنل
[۲۲ و ۴۸]	وام تحقیق و توسعه
[۲۲]	ضمانت زیان (وام)
[۴۹ و ۳۲ و ۲۲ و ۲۳ و ۱ و ۲۳ و ۹ و ۴۸]	تأمین مالی به شکل سهام (معمولاً برای حمایت از توسعه محصول و تجاری‌سازی و در قالب صندوق‌های VC ترکیبی، یارانه‌دار یا با پشتوانه دولتی)
[۲۳ و ۹]	ضمانت سهام (زیان)
[۲۳]	حمایت از بازارهای سهام جدید
[۵۱ و ۲۲]	گرنتهای تحقیق و توسعه همکارانه
[۴۸ و ۱۵ و ۲۳]	حمایت مالی از اتحادهای تحقیق و توسعه یا کنسرسیومها (دولت، شرکت‌های خصوصی و دانشگاه)
[۳۲ و ۲۲ و ۲۵ و ۲۳]	حمایت از مراکز رشد و پارک‌های علمی
[۹ و ۲۲]	حمایت از شبکه‌های نوآوری
[۲۲ و ۲۳ و ۹ و ۴۸]	حمایت از خوشه‌سازی
[۲۲]	خرید دولتی تحقیق و توسعه
[۲۲]	خرید دولتی محصولات نوآورانه
[۲۲]	خرید کاتالیزوری محصولات نوآورانه
[۲۲]	بورسیه دانشجویی برای پژوهش‌های صنعتی
[۳۲ و ۲۲]	حمایت از جذب دانشمندان
[۲۲ و ۲۳ و ۹]	یارانه جابجایی پرسنل
[۹ و ۲۲]	کاهش سهم تأمین اجتماعی و مالیات بر حقوق برای کارفرمایان
[۴۸ و ۲۲]	راه‌اندازی پروژه‌های نمایشی و نمایشگاه‌ها
[۴۹ و ۵۲ و ۲۲ و ۹]	حمایت از خدمات مشاوره فناوری و نوآوری (تدارک اطلاعات فنی، ارائه خدمات اندازه‌گیری و ارائه اطلاعات مربوط به پتنت و لیسانس)
[۴۸ و ۲۲]	تأسیس و کمک به اداره صحیح صندوق‌های مشاوره بومی (عمدتاً با هدف مشاوره بازار و تجاری‌سازی)
[۲۲]	آینده‌نگاری فناوری
[۴۹ و ۵۱ و ۲۳ و ۹ و ۴۸]	قانون‌گذاری در حوزه مالکیت صنعتی
[۴۸ و ۲۲]	راه‌اندازی آزمایشگاه‌های مرجع
[۲۲ و ۲۵ و ۹ و ۱۵ و ۴۸]	استانداردسازی (به منظور ترغیب نوآوری)
[۹ و ۵۱]	سیاست‌های رقابت (کنترل واردات مشابه)

هاولت و دل ریو [۳۰] در دسته‌بندی مشابهی با دسته‌بندی بونکامپ [۱۳] انواع تأثیرات متقابل ابزارها در یک ترکیب را به چهار صورت زیر توصیف کرده‌اند:

- تعارض شدید: وقتی اضافه کردن یک ابزار، به کاهش اثر ابزار دیگر منتهی می‌شود.
- تعارض ضعیف (خاصیت مکملی جزئی): وقتی اضافه شدن یک ابزار در کنار ابزاری دیگر، تأثیر مثبت کمی بر ترکیب می‌گذارد اما تأثیر نهایی ترکیب جدید کمتر از زمانی است که هر یک از دو ابزار اولیه به صورت جداگانه استفاده شوند.

- خاصیت مکملی کامل: وقتی تأثیر یک ابزار کاملاً به تأثیر ابزار دیگر اضافه می‌شود.
- هم‌افزایی: وقتی اضافه کردن یک ابزار به ابزار دیگر، تأثیر کلی ترکیب را افزایش می‌دهد.

تایهات و همکاران [۵۰] نیز در مطالعه‌ای با هدف توسعه بسته‌ای از ابزارهای سیاستی در حوزه حمل و نقل، پنج نوع رابطه یا تأثیر متقابل بین ابزارهای سیاستی را به شرح زیر در نظر گرفته‌اند:

- پیش‌شرطی: این رابطه وقتی وجود دارد که اجرای یک اقدام سیاستی به طور قطع برای اجرای موفقیت‌آمیز یک اقدام دیگر لازم است. رابطه پیش‌شرطی یک رابطه یک‌سویه است.
- تسهیل‌کنندگی: وقتی یک اقدام سیاستی «بهتر کار می‌کند» به شرطی که خروجی یک اقدام سیاستی دیگر تحقق یابد رابطه بین آن دو، رابطه تسهیل‌کنندگی نامیده می‌شود که یک رابطه یک‌سویه است.
- هم‌افزایی: رابطه هم‌افزایی حالت خاصی از رابطه تسهیل‌کنندگی است که در آن «بهتر کار کردن» ابزارهای سیاستی به صورتی دوسویه محقق می‌شود. رابطه هم‌افزایی بر خلاف رابطه تسهیل‌کنندگی مستلزم توالی اجرای ابزارها نیست.

- تناقض بالقوه: اگر ابزارهای سیاستی تحت شرایطی معین، خروجی‌ها یا مشوق‌هایی متناقض داشته باشند تناقضی بالقوه بین دو ابزار سیاستی وجود دارد. این رابطه یک رابطه بالقوه و دوسویه است.
- تناقض: رابطه تناقضی بین دو ابزار سیاستی هنگامی رخ می‌دهد که خروجی‌ها یا مشوق‌هایی قطعاً متناقض بین دو ابزار سیاستی تولید شود. این رابطه نیز یک رابطه دوسویه است.

مسئله مهم دیگری که در طراحی ترکیب‌های سیاستی به آن اشاره شده نحوه ارزیابی ترکیب سیاستی است. یک ترکیب سیاستی مطلوب، ترکیبی است که هم ماهیت و هم عملکردی مطلوب داشته باشد. ماهیت مطلوب ترکیب سیاستی می‌تواند به عملکرد مطلوب آن کمک کند [۴۸] و عمدتاً با شاخص سازگاری سنجیده می‌شود. هاولت و رینر [۳۱] سازگاری را توانایی چند ابزار سیاستی در تقویت یکدیگر به منظور تحقق اهداف سیاستی مجزا تعریف کرده‌اند. سازگاری در حالت ضعیف خودش به معنای عدم وجود تعارض، تناقض یا تقابل بین ابزارها و در حالت قوی به معنای وجود هم‌افزایی، پشتیبانی متقابل و تکمیل‌کنندگی بین ابزارها در یک ترکیب سیاستی است. بنابراین سازگاری را می‌توان از طریق تحلیل تأثیر متقابل ابزارهای سیاستی بر یکدیگر ارزیابی کرد. ابزارها وقتی سازگار هستند که همراه با یکدیگر کار کنند تا از یک هدف سیاستی پشتیبانی شود و زمانی ناسازگار هستند که در تضاد با یکدیگر کار کنند. سازگاری قوی در یک ترکیب سیاستی به تعاملات مثبت، سازگاری ضعیف به تعاملات خنثی و عدم‌سازگاری نیز به تعاملات (یا تأثیرات متقابل) منفی اشاره دارد.

اغلب برای ارزیابی میزان مطلوب بودن عملکرد یک ترکیب سیاستی، ارزیابی اثرات ابزارهای منفرد از نظر میزان تأثیرگذاری مستقیم بر هدف، مقیاس زمانی اثربخشی، اثربخشی هزینه‌ای، هزینه‌های مستقیم ابزار، کاهش درآمد دولت، پیچیدگی فنی، پیچیدگی نهادی، عدالت/مساوات، انعطاف‌پذیری، هزینه اجرایی، مشروعیت سیاستی و مقیاس

زمانی اجرا [۳۳ و ۳۴] انجام می‌گیرد. در جدول ۲ نمونه سؤالات ارزیابی پیشینی معیارها یا مشخصه‌های ابزارهای سیاستی ارائه شده است.

جدول ۲) مشخصه‌های ابزارهای سیاستی و نمونه سؤالات ارزیابی پیشینی آنها [۴۱]

مشخصه مدنظر	نمونه سؤالات ارزیابی مشخصه
هزینه	- هزینه پیاده‌سازی ابزار مورد نظر چقدر است؟ - آیا منابع مالی کافی برای پشتیبانی از پیاده‌سازی ابزار سیاستی وجود دارند؟ آیا امکان افزایش منابع یا استقراض (مثلاً از بخش خصوصی) وجود دارد؟
	- آیا پیاده‌سازی ابزار سیاستی ممکن است خود در درازمدت باعث کاهش درآمد دولت شود؟
اثربخشی	- تأثیرگذاری مستقیم ابزار بر هدف ترکیب سیاستی (یعنی میزان افزایش هزینه‌کرد برای تحقیق و توسعه) چقدر است؟
	- آیا پیاده‌سازی ابزار سیاستی بلافاصله یا در زمان کوتاهی به افزایش انگیزه یا رفع موانع برای هزینه‌کرد شرکت‌ها در فعالیتهای تحقیق و توسعه منتهی می‌شود؟
پیچیدگی فنی	- آیا پیاده‌سازی ابزار مورد نظر به لحاظ فنی (یعنی با توجه به سطح تخصص موجود) شدنی است؟ - آیا نیاز به تقویت یا ایجاد تخصص‌های جدید وجود دارد؟
	- کنشگران نهادی اصلی مرتبط با ابزار مورد نظر کدامند و تعدد آنها چقدر است؟ - قلمرو وظایف و اختیارات عمل هر یک از کنشگران چقدر است؟ آیا بر هم تأثیر یا کنترلی اعمال می‌کنند؟ - آیا تنظیمات نهادی و فرهنگی فعلی مانعی برای پیاده‌سازی ابزار مورد نظر است؟ - آیا نیاز به هماهنگی در سطوح افقی و عمودی دولت وجود دارد؟
قابلیت پیاده‌سازی (اجرا)	- هزینه‌های امور اجرایی و تشکیلات اداری مرتبط با پیاده‌سازی ابزار چقدر است؟
	- آیا ابزار مورد نظر به حدی که عدم قطعیت‌ها را پوشش دهد انعطاف‌پذیر است؟ - آیا می‌توان تغییرات مورد نیاز برای هدف قرار دادن گروه‌های مختلف توسط ابزار مورد نظر را در آن ایجاد کرد؟
	- آیا می‌توان ابزار مورد نظر را در مواجهه با هر تغییر غیرمنتظره‌ای اصلاح کرد؟ - آیا ابزار مورد نظر به همه شرکت‌ها تعلق می‌گیرد یا باید تعداد مشخصی از آنها را انتخاب و مورد حمایت قرار داد؟
	- آیا سیاست‌گذاران مسئولیت اجرای سیاست را بر عهده می‌گیرند؟ - آیا شفافیت و تدارک اطلاعات ارتقاء می‌یابد؟ - آیا مشارکت عمومی تضمین می‌شود؟ - آیا ابزار مورد نظر، توسط کنشگران سیاستی دولتی و خصوصی پذیرفته شده است؟ - توزیع هزینه‌ها و منابع مربوط به ابزار مورد نظر در میان کنشگران سیاستی چگونه است؟
مقیاس زمانی اجرا	- آیا پیاده‌سازی ابزار سیاستی زمان زیادی لازم دارد؟ (از لحظه تصمیم به اجرا یا تصویب اجرای آن ابزار تا پیاده‌سازی کامل و برخورداری گروه‌های هدف از آن حمایت)

۲-۲) پیشینه پژوهش

با مطرح شدن مفهوم تأثیر متقابل ابزارهای سیاستی در چند سال اخیر، مطالعات مختلف تلاش کرده‌اند مدل‌ها و روش‌هایی را برای ارزیابی تأثیرات متقابل ابزارهای سیاستی و طراحی ترکیب‌های سیاستی جهت حل مسائل پیچیده در حوزه‌های مختلف ارائه کنند.

بونکامپ [۱۳] چارچوبی کلی را برای بررسی تأثیرات متقابل احتمالی مجموعه‌ای از اقدامات سیاستی در حوزه انرژی کشور هلند توسعه داده است. این روش ماتریسی از کلیه ترکیب‌های اقدامات سیاستی ارائه می‌کند که هر خانه از ماتریس حاوی اطلاعات کیفی درباره شدت و نوع تأثیر متقابل بین دو اقدام سیاستی است. وی اما صرفاً تأثیر مستقیم یک ابزار بر ابزار دیگر را مدنظر قرار داده است. اویکونومو و جمپا [۴۵] نیز مفهوم تأثیر متقابل ابزارهای سیاستی مرتبط با مسائل زیست‌محیطی، انرژی و تغییرات آب و هوایی را بررسی کرده‌اند. این دو ضمن ارائه یک دسته‌بندی از تأثیرات متقابل مدنظر، روشی کیفی را طراحی کرده‌اند که می‌تواند جهت انتخاب یک ترکیب بهینه به سیاست‌گذاران کمک کند. برای اینکه بهتر بتوان هم‌پوشانی و خاصیت مکملی سیاست‌ها را شناسایی کرد آنها حوزه‌هایی که سیاست‌ها می‌توانند بر یکدیگر تأثیر متقابل داشته باشند را چنین برشمرده‌اند: مشخصات ابزار، اهداف، محدوده، تنظیمات بازار، انعطاف‌پذیری بازار، تأمین مالی، پارامترهای فناورانه، زمان‌بندی، پارامترهای انطباق و تنظیمات نهادی. در مقاله آنها همچنین فهرستی از معیارها به عنوان ابزارهای ارزیابی تأثیرات متقابل، پیشنهاد و ضرایب وزنی و پارامترهای عدم قطعیت مورد نیاز برای محاسبه یک شاخص تجمعی در تحلیل پیشینی ترکیب سیاستی انتخاب شده نیز ارائه گردیده است.

در مطالعه اخیر، تأثیر متقابل بین هر دو ابزار با توجه به معیار I به صورت زیر محاسبه شده است [۴۵]:

$$\sum_i TE_i = \sum_i A_i W_i U_i$$

که در آن A ارزیابی مثبت، منفی یا خنثی و W و U به ترتیب ضرایب وزنی و درجات عدم قطعیت هستند که مقادیری بین ۰ تا ۱ را می‌گیرند. ترکیب سیاستی بهینه بر مبنای معیار I نیز ترکیبی است که برای آن، مجموع تأثیرات متقابل بین هر جفت ابزار سیاستی بیشینه باشد.

اویکونومو و همکاران [۴۶] یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری در مورد تأثیرات متقابل سیاست‌های انرژی و جوی ارائه و به کمک آن یک ارزیابی پیشینی کیفی بر روی ده ترکیب از سیاست‌های تأثیرگذار بر کاربران نهایی انرژی انجام داده‌اند. ابزار مورد اشاره از چهار گام روش‌شناختی تشکیل شده و طی آن گام‌ها سیاست‌گذاران ترجیحاتی را صورت می‌دهند که خروجی تأثیرات متقابل سیاستی را تعیین می‌کند. در گام اول، سیاست‌گذاران ابزارهای سیاستی که از نظر نوع، محدوده، سطح اهداف و گروه‌های هدف با هم متفاوتند را از یک پایگاه داده انتخاب می‌کنند. این ابزارهای سیاستی بر حسب مشخصه‌های طراحی‌شان توصیف و برای آنها، خاصیت مکملی، هم‌پوشانی یا عدم تأثیرگذاری‌شان بر یکدیگر مشخص می‌شود و بنابراین سیاست‌گذاران قادر خواهند بود اهمیتی که در زمان طراحی یک ابزار سیاستی به هر یک از این مشخصه‌ها می‌دهند را به ترتیب مناسبی تبیین کنند. همچنین معیارهای ارزیابی هر یک از ابزارها، به صورت انفرادی استفاده و سیاست‌گذاران با تخصیص وزن‌هایی به این معیارها، ترجیحات مدنظر خود را نشان می‌دهند. معیارهای مورد اشاره را می‌توان بر حسب نوع هدف سیاستی نظیر اهداف مالی، اهداف اقتصادی کلان یا اهداف فناورانه دسته‌بندی کرد. ترکیب سیاستی طراحی‌شده بر اساس این مراحل ارزش افزوده، تأثیرات متقابل را به ازاء هر معیار و به صورت کلی نشان می‌دهد. کاربر این ابزار درک مفیدی را از ارجح‌ترین ترکیب‌های ابزارهای سیاستی، کم‌اولویت‌ترین آنها و همچنین آنهایی که با یکدیگر در تعارض هستند به دست می‌آورد.

ری و همکاران [۴۷] روشی را برای ارزیابی تأثیرات متقابل ابزارهای سیاستی در توسعه محصولات نوآورانه با تولید کربن پائین و تحقق اهداف سال ۲۰۵۰ اتحادیه اروپا در زمینه تغییرات جوی ارائه کرده‌اند. ترکیب سیاستی مورد استفاده در این پروژه شامل طرح‌های هزینه‌ای، ابزارهای مالیاتی و همچنین طرح‌های حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر بوده که آنها برای ارزیابی بهینگی آن، معیارهایی نظیر اثربخشی زیست‌محیطی (اینکه آیا ترکیب سیاستی می‌تواند تا اندازه لازم به کاهش آلاینده‌ها کمک کند؟)، امکان‌پذیری (ریسک پذیرش ترکیب سیاستی به طور برنامه‌ریزی شده یا مورد انتظار)، اثربخشی هزینه‌ای، کارایی ایستا (حصول هدف کاهش گازهای گلخانه‌ای با کمترین هزینه) و کارایی پویا (تأثیر ترکیب سیاستی بر تشویق نوآوری‌های فناورانه و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در درازمدت) را مدنظر قرار داده‌اند.

تایه‌هاق و همکاران [۵۰] با استفاده از مدل‌سازی مبتنی بر عامل^۱ (ABM) یک روش سیستمی را برای توسعه ترکیب ابزارهای سیاستی در حوزه حمل و نقل ارائه کرده‌اند. داده‌های ورودی به مدل آنها عبارتند از جزئیات اقدامات سیاستی موجود و تأثیرات متقابل آنها و مجموعه‌ای از پارامترهای (معیارهای) سرتاسری که باید توسط کاربر و از طریق صفحه تبادل گرافیکی به مدل وارد شوند.

جاستن و همکاران [۳۳] چارچوبی را برای طراحی یک بسته سیاستی در حوزه حمل و نقل ارائه کرده‌اند. چارچوب آنها شامل یک بخش محتوای سیاستی است که در تعامل با بخش بستر سیاستی (سیاسی، فرهنگی، قانونی، سازمانی، مالی، فنی و دانشی) قرار دارد و شامل شش زیرفرآیند است: تعریف اهداف اصلی و فرعی؛ ایجاد مجموعه‌ای از ابزارها؛ ارزیابی بسته سیاستی (با استفاده از روش‌های دارای ساختارهای باز و بسته و با تأکید بر معیارهایی نظیر اثربخشی، کارایی و قابلیت پذیرش)؛ اصلاح بسته سیاستی (اضافه/حذف/تعدیل ابزارها)؛ اجرا، پایش و ارزیابی بسته سیاستی (بازارزایی اثربخشی، کارایی و قابلیت پذیرش) و نهایتاً بازخورد به اهداف آغازین و مجموعه ابتدائی ابزارها به منظور اضافه کردن، حذف یا تعدیل آن اهداف و مجموعه ابزارها.

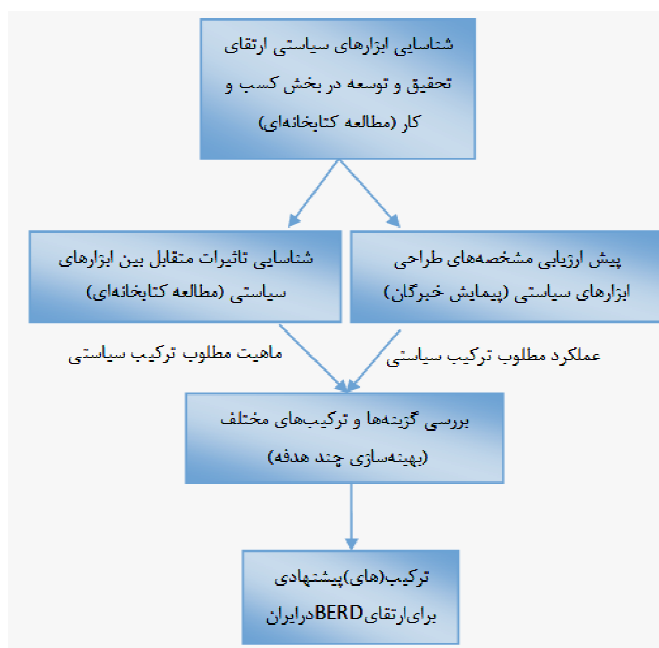
علی‌رغم افزایش توجه به طراحی ترکیب‌های سیاستی و لحاظ کردن تأثیر متقابل ابزارهای سیاستی در پیشینه خارجی، بررسی مطالعات داخلی نتیجه قابل توجهی را در خصوص ترکیب ابزارهای سیاست نوآوری و تحقیق و توسعه به دست نمی‌دهد. تنها جوینده [۴] در پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خود با عنوان «کارکرد ابزارهای مالی در توسعه فناوری‌های پیشرفته» با اشاره به اهمیت کارکرد ابزارهای مالی برای توسعه فناوری‌های پیشرفته، تلاش کرده به این سؤال پاسخ دهد که در هر مرحله از توسعه و برای هر سطح از توسعه فناوری چه ترکیبی از ابزارهای مالی، اثربخشی بهتری را فراهم می‌آورند. وی مدلی ارائه کرده که با توجه به نیازهای توسعه‌ای و خصائص هر یک از ابزارهای مورد بررسی در تحقیق (سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرمایه‌گذاری مخاطره‌ای، ابزارهای مالیاتی و ابزارهای اعتباری) اولویت استفاده از ابزارها را مشخص نماید. سایر مطالعات داخلی عمدتاً بر شناسایی علل و عوامل مؤثر بر نوآوری و تحقیق و توسعه در کسب‌وکارها متمرکز بوده‌اند [۳ و ۱۱ و ۷۵].

طراحی ترکیب‌های سیاستی با توجه به تأثیرات متقابل ابزارهای سیاستی در مطالعات حوزه‌های مختلف مانند انرژی، حمل و نقل و همچنین محیط زیست مورد توجه و تأکید گرفته است. مطالعات سیاست نوآوری اما تاکنون صرفاً بر طراحی ابزارهایی انفرادی یا تدوین بسته‌ها و برنامه‌های سیاستی متشکل از چند ابزار سیاستی مجزا و بدون تأثیر بر یکدیگر متمرکز بوده‌اند. همان‌طور که در بخش مبانی نظری اشاره شد گرچه امروزه تنوع ابزارهای سیاستی و همچنین تغییر روند دولت‌ها برای بکارگیری ابزارهای متنوع و متعادل در کنار یکدیگر مشاهده می‌شود اما تأثیر و تأثر

ابزارهای سیاستی از یکدیگر در مبحث طراحی و پیاده‌سازی بسته‌های سیاستی ارتقاء تحقیق و توسعه و نوآوری، مفهومی بسیار جدید می‌باشد که در مطالعات پیشین عملیاتی نشده است.

۳- روش تحقیق

این تحقیق با هدف طراحی ترکیبی از ابزارهای سیاستی برای ارتقاء هزینه‌کرد بخش کسب‌وکار کشور در فعالیتهای تحقیق و توسعه انجام شده که با توجه به مدل پیاز پژوهش [۶] پارادایم حاکم بر آن پارادایم اثبات‌گرایی است. به لحاظ نوع، یک تحقیق کاربردی است که در آن راه‌حلی کاربردی برای یک مسئله منحصر به فرد جستجو می‌شود. بدین منظور از رویکرد استقرایی و راهبردهای مختلف (مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی) به فراخور مراحل تحقیق استفاده شده است. روش تحقیق، مشتمل بر روش‌های کمی و کیفی، بازه زمانی آن، تک‌مقطعی و ابزارهای گردآوری داده‌های آن هم شامل اسناد و مدارک به علاوه پرسشنامه بوده است. مراحل طراحی ترکیب ابزارهای سیاستی برای افزایش هزینه‌کرد بخش کسب‌وکار ایران در فعالیتهای تحقیق و توسعه به صورت شکل ۱ ارائه گردیده است.



شکل ۱) مراحل طراحی ترکیب ابزارهای سیاستی برای افزایش هزینه‌کرد بخش کسب‌وکار ایران در فعالیتهای تحقیق و توسعه

این پژوهش در گام‌های مشروحه ذیل انجام شده است:

۱) مطالعه کتابخانه‌ای برای شناسایی ابزارهای سیاستی ارتقاء تحقیق و توسعه در بخش کسب‌وکار و همچنین تأثیرات متقابل آنها

برای انجام این پژوهش ابتدا می‌بایست ذخیره‌ای از ابزارهای سیاستی برای ارتقاء تحقیق و توسعه در بخش کسب‌وکار که در مطالعات پیشین به آنها اشاره شده تشکیل می‌شد که بدین منظور از روش مطالعه کتابخانه‌ای استفاده شده است. داده‌های این مرحله شامل کتب، مقالات و گزارشات پژوهشی داخلی و خارجی مرتبط با موضوع

بوده که از طریق پایگاه‌های داده داخلی و خارجی گردآوری شدند. همچنین در یک ترکیب سیاستی ممکن است ابزارها دارای تأثیراتی متقابل باشند که لازم بود این تأثیرات شناسایی شوند. از آنجا که مجموعه‌های درهم‌تنیده ابزارهای مورد استفاده از یک سو و گسترش طیف اهداف سیاست نوآوری از سویی دیگر، فضای سیاست‌گذاری را به شکل فزاینده‌ای پیچیده کرده تحلیل تأثیرات متقابل بین ابزارهای سیاستی امری چندان سراسر است و سهل‌الوصول نیست [۴۴]. طبعاً در عمل، این تأثیرات پس از پیاده‌سازی ابزارها و به کمک ارزیابی‌های پسینی قابل تعیین هستند که برای بازنگری و اصلاح ترکیب سیاستی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به محدوده زمانی این پژوهش و عدم امکان عملی پیاده‌سازی ترکیب طراحی‌شده، از مطالعه کتابخانه‌ای و مرور تجارب سایر کشورها برای شناسایی تأثیرات متقابل ابزارهای سیاستی استفاده شده است.

لذا پیمایش خبرگان به منظور پیش‌ارزیابی مشخصه‌های طراحی ابزارهای سیاستی

برای پیش‌ارزیابی ویژگی‌های طراحی ابزارهای سیاستی، نیاز به پیمایش خبرگان بوده است اما به دلیل گستردگی حوزه سیاست‌گذاری دولتی و ابزارهای سیاستی، عملاً امکان شناسایی کلیه خبرگان و صاحب‌نظران این حوزه وجود نداشت و بنابراین در یک نمونه‌گیری غیراحتمالی، نمونه‌های در دسترس برای این منظور انتخاب شدند. نمونه‌گیری با کمک اولین گروه از شرکت‌کنندگان در پیمایش ادامه یافت و از آنها خواسته شد که فرد یا افراد دیگری را معرفی کنند [۲۹] اما انتخاب افراد از دور دوم به بعد کاملاً هدفمند بوده و تلاش شد خبرگان دارای بیشترین آشنایی با موضوع تحقیق و توسعه در بخش کسب‌وکار و ابزارهای سیاستی مربوطه، برای مطالعه انتخاب گردند. ارزیابی پسینی مشخصه‌های ابزارهای سیاستی به مثابه یک تحلیل چندشاخصه است. خروجی اولیه اینگونه تحلیل‌ها یک ماتریس تصمیم است که در آن، امتیازات هر جایگزین (سطرها) به ازاء هر یک از شاخص‌ها (ستون‌ها) نشان داده می‌شود. خبرگان حوزه سیاست‌گذاری، امتیاز مشخصه‌ها را در قالب طیف گسسته لیکرت (۱: بسیار کم، ۲: کم، ۳: متوسط، ۴: زیاد و ۵: بسیار زیاد) تعیین کرده‌اند. با دقت در مشخصه‌های طراحی ابزارهای سیاستی می‌توان دریافت که در تحلیل چندشاخصه، دو مسئله یا ملاحظه مهم وجود دارند: اول، وجود هم‌زمان شاخص‌های کیفی و کمی (راه‌حل: تبدیل معیارهای کیفی به کمی با استفاده از طیف) و دوم، یکسان نبودن واحدهای سنجش شاخص‌ها و تعارض بین آنها یا وجود شاخص‌های با جنبه‌های مثبت یا منفی (راه‌حل: بی‌مقیاس کردن).

بهترین روش‌ها برای تبدیل معیارهای کیفی به کمی روش‌هایی هستند که از مقیاس‌های فاصله‌ای و رتبه‌ای یا دوقطبی (به طور معمول پنج نقطه‌ای و در حالت جزئی‌تر یازده نقطه‌ای) استفاده می‌نمایند [۱]. برای بی‌مقیاس کردن نیز روش‌های مختلفی نظیر بی‌مقیاس‌سازی با استفاده از تورم، بی‌مقیاس‌سازی فازی و بی‌مقیاس‌سازی به روش خطی، ارائه شده‌اند. در روش خطی، برای شاخص‌هایی که جنبه مثبت داشته باشند هر مقدار به بیشینه مقادیر موجود

در ستون j ام تقسیم می‌شود [۱]:

$$n_{ij} = a_{ij} / \text{Max } a_{ij}$$

شاخص‌های منفی هم با معکوس کردن به شاخص مثبت تبدیل می‌شوند [۱]:

$$n_{ij} = \text{Min } a_{ij} / a_{ij}$$

لذا بهینه‌سازی چندهدفه جهت بررسی گزینه‌ها و طراحی ترکیب‌های مختلف

چالش اصلی در ترکیب ابزارهای سیاستی عبارت است از چگونگی تحلیل و جستجو در میان تعداد زیادی از ابزارها و رسیدن به بهترین راه‌حل با در نظر گرفتن محدودیت‌های مختلف. چنانچه قبلاً اشاره شد در صورت عدم استفاده از رویکردهای نظام‌مند و ابزارهای کمک به تصمیم‌گیری، شناسایی بهترین راه‌حل، با مخاطره مواجه می‌شود زیرا گردآوری و پردازش مقادیر زیادی از اطلاعات برای ذهن انسان دشوار بوده و اگر حجم اطلاعات، بیش از حد زیاد باشد این می‌تواند باعث اینرسی و توجه صرف به معدودی از گزینه‌ها شود. توصیه شده که رویکردهای سنتی

سیاست‌گذاری با استفاده از روش‌های ریاضی بهبود یابند [۵۰].

در این تحقیق برای بررسی گزینه‌ها و تشکیل ترکیب‌های سیاستی مختلف، از روش بهینه‌سازی چندهدفه استفاده شده است. بهینه‌سازی چندهدفه (برنامه‌ریزی چندهدفه، بهینه‌سازی چندمعیاره یا بهینه‌سازی پارتو) یک حوزه از مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره است که با مسائل بهینه‌سازی ریاضی مشتعل بر چند تابع هدف - که باید به صورت هم‌زمان بهینه شوند - سر و کار دارد. بر خلاف مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه، مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه به فضاهای تصمیم پیوسته ارتباط دارند و معمولاً در این مسائل دو یا چند هدف متعارض وجود دارند که تعادل^۱ بین آنها مطرح است [۲]. به طور کلی یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه به صورت زیر مدل‌سازی می‌شود [۳۹]:

$$\text{Minimization } F(x) = [F_1(x), F_2(x), \dots, F_k(x)]^T \text{ on} \\ X = \{x | g_j(x) \leq 0 ; j=1, 2, \dots, m \ \& \ h_l(x) = 0 ; l=1, 2, \dots, e\}$$

X فضای تصمیم یا فضای محدودیت‌ها و $x \in E^n$ بردار متغیرهای تصمیم (n تعداد متغیرهای مستقل x_i) است. $F(x) \in E^k$ بردار توابع هدف است به طوری که $F_i(x): E^n \rightarrow E^1$ ، $F_i(x)$ ، اهداف، معیارها، توابع هزینه یا توابع ارزش نامیده می‌شوند. x_i^* نیز نقطه‌ای است که تابع هدف $F_i(x)$ را کمینه می‌سازد. همچنین فضای امکان (Z) به صورت $\{F(x) | x \in X\}$ تعریف می‌شود [۳۹].

در یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه غیرجزئی^۲ یک جواب منفرد که به طور هم‌زمان همه اهداف را بهینه کند وجود ندارد. در این حالت گفته می‌شود که توابع هدف با یکدیگر در تعارض هستند و تعدادی (ممکن است بی‌نهایت) جواب بهینه پارتو وجود دارد. یک جواب، جواب مغلوب، بهینه پارتو یا کارای پارتو نامیده می‌شود اگر به ازاء آن جواب، نتوان مقدار هیچ یک از توابع هدف را بدون بدتر کردن برخی توابع دیگر بهبود داد. به زبان ریاضی، یک نقطه $x^* \in X$ بهینه پارتو است اگر و تنها اگر نقطه دیگری مانند $x \in X$ وجود نداشته باشد که $F(x) \leq F(x^*)$ و $F_i(x) < F_i(x^*)$.

اساسی‌ترین موضوع در حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه، تعیین اولویت یا ترجیح توابع هدف نسبت به یکدیگر است. بر اساس نحوه بیان اولویت یا ترجیح توابع هدف، روش‌های حل مسائل بهینه‌سازی به دو دسته تقسیم می‌شوند: روش‌های با تعیین پیشینی اولویت‌ها (ترجیحات) و روش‌های با تعیین پسینی اولویت‌ها [۳۹]. روش‌های با تعیین پیشینی اولویت‌ها^۳ به تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهند ترجیحات خود را بر حسب اهداف اصلی یا اهمیت نسبی اهداف فرعی بیان کنند. در اغلب این روش‌ها هم از پارامترهایی استفاده می‌شود که به صورت ضریب، توان، محدودیت یا غیره دیده می‌شوند. پارامترهای مذکور را می‌توان به نحوی تنظیم کرد که ترجیحات تصمیم‌گیرنده را منعکس کنند یا آنها را به طور پیوسته تغییر داد تا مجموعه بهینه پارتو به صورت کامل نمایش داده شود. ترجیحاتی که از سوی تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شوند محدودیت‌ها را مشخص می‌کنند. مرسوم‌ترین رویکرد برای تحمیل چنین محدودیت‌هایی هم توسعه یک تابع مطلوبیت^۴ است و اغلب فرمول‌بندی‌هایی که برای تعیین اولویت‌های پیشینی ارائه شده نیز بر توابع مطلوبیت مختلف استوار هستند. یکی از متداول‌ترین روش‌های بیان ترجیحات توابع هدف و ترکیب آنها (تک‌هدف‌سازی^۵) روش معیار موزون سرتاسری^۶ است که در آن کلیه توابع هدف با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا یک تابع واحد را شکل دهند. عبارت «معیار سرتاسری» به لحاظ فنی به یک تابع تک‌هدفه اطلاق

1- Trade-off

2- Nontrivial multi-objective optimization

3- Priori Articulation of Preferences

4- Utility Function

5- Scalarization

6- Weighted global criterion method

می‌شود. هر چند یک معیار سرتاسری می‌تواند یک تابع ریاضی بدون همبستگی با ترجیحات مسئله باشد لیکن یک معیار سرتاسری موزون برای روش‌هایی که در آنها از پارامترها برای مدل کردن ترجیحات استفاده می‌شود نوعی تابع مطلوبیت است. یکی از معمول‌ترین و ساده‌ترین اشکال توابع مطلوبیت، بیان تابع مذکور به صورت یک مجموع موزون نمایی است [۳۹]:

$$U = \sum_{i=1, \dots, k} w_i [F_i(x)]^p \quad ; F_i(x) > 0$$

$$U = \sum_{i=1, \dots, k} [w_i F_i(x)]^p \quad ; F_i(x) > 0$$

W بردار اوزان است که معمولاً به وسیله تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود ($\sum_{i=1, \dots, k} w_i = 1$ و $w_i > 0$) و ارزش اوزان نشان‌دهنده اهمیت اهداف نسبت به یکدیگر است. جواب مسئله اما به مقدار p نیز بستگی دارد که متناسب با میزان تأکید بر کمینه‌سازی تابع با بزرگترین تفاضل بین $F_i(x)$ و $F_i^0(x)$ است. w و p معمولاً در هماهنگی با یکدیگر تعیین می‌شوند که عموماً در بدو امر یک مقدار ثابت برای p در نظر گرفته می‌شود و سپس مجموعه W برای نشان دادن ترجیحات تعیین می‌گردد یا اینکه W به طور نظام‌مند تغییر داده می‌شود تا مجموعه‌ای از نقاط پارتو به دست آید. حالت خاصی از معادلات فوق با $p=1$ روش مجموع موزون نام دارد که متداول‌ترین رویکرد برای حل یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه است و به صورت زیر فرموله می‌شود [۳۹]:

$$U = \sum_{i=1, \dots, k} w_i F_i(x)$$

اوزان به لحاظ ریاضی به تابع ترجیح تصمیم‌گیرنده ارتباط پیدا می‌کنند و روش‌های مختلفی برای تعیین آنها وجود دارد. در روش‌های رتبه‌بندی، توابع هدف مختلف بر حسب اهمیت‌شان مرتب و به کم‌اهمیت‌ترین هدف، وزن ۱ داده می‌شود و مقادیر اوزان صحیح با میزان افزایش ثابت به اهدافی که اهمیت بیشتری دارند تخصیص داده می‌شود. همین رویکرد در روش‌های دسته‌بندی نیز استفاده می‌شود که در آن اهداف مختلف در قالب دسته‌های بزرگتری مانند بسیار مهم و تقریباً مهم دسته‌بندی می‌شوند.

روش‌های بهینه‌سازی چندهدفه را می‌توان با استفاده از موتورهای بهینه‌سازی استاندارد حل کرد هر چند که رویکردهای جدیدتر نظیر الگوریتم‌های ژنتیک می‌توانند به طور سراسرتر و صرف‌نظر از ماهیت تابع هدف یا محدودیت‌های مسئله (مانند فضای تصمیم غیرمحدب) اتخاذ شوند. الگوریتم‌های ژنتیک روش بهینه‌سازی فراابتکاری هستند که جایگاه موفق در مسائل بهینه‌سازی پیچیده دنیای واقعی با تعداد متغیرهای زیاد، فضای شدنی غیرمحدب و محدودیت‌های متعدد یافته‌اند. به علاوه، این الگوریتم‌ها تکنیک‌های بهینه‌سازی سرتاسری هستند یعنی به سمت جواب بهینه سرتاسری همگرا می‌شوند نه جواب بهینه محلی [۳۹]. در مسائل با توابع هدف غیرخطی که تعداد متغیرها و محدودیت‌های مسئله زیاد است الگوریتم ژنتیک با قابلیت جستجوی موازی در فضای جواب و انتخاب بهترین‌ها در هر مرحله، در زمانی کم نتیجه‌ای مطلوب ارائه می‌دهد [۳۸]. برای خاتمه محاسبات در الگوریتم‌های ژنتیک شرایط مختلفی ذکر شده که از جمله آنها می‌توان به حصول تعداد مشخصی از تکرار (تولید نسل)، رسیدن به سقفی از هزینه یا رسیدن به سقف زمانی تعیین‌شده اشاره کرد [۳۸]. در مسئله حاضر از رویکرد اول یعنی رسیدن به تعداد مشخصی از تکرار استفاده شده است.

ضرورت یا عدم ضرورت انتخاب صرفاً یک صنعت مشخص به منظور مطالعه، از ابتدای تعریف مسئله و پیشنهاد پژوهش مدنظر محقق بود لیکن بررسی‌های اولیه نشان داد که بسته‌های سیاستی حمایت از تحقیق و توسعه عموماً شامل ابزارهای افقی هستند و این موضوع لزوم هدف‌گیری یک صنعت خاص در این پژوهش را کم‌رنگ نمود.

۴- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۴-۱) ارزیابی مشخصه‌های طراحی ابزارهای سیاستی (عملکرد مطلوب ترکیب سیاستی)

همان‌طور که در بخش مبانی نظری شرح داده شد مشخصه‌های طراحی ابزارهای سیاستی ذیل یکی از سه دسته مشخصه‌های مربوط به هزینه، اثربخشی و قابلیت پیاده‌سازی یا امکان‌پذیری ابزار سیاستی قرار می‌گیرند. در عمل باید این مشخصه‌ها را پس از پیاده‌سازی هر ابزار سیاستی و متأثر از عوامل مختلف بافتاری ارزیابی کرد اما چون بازه زمانی این تحقیق امکان پیاده‌سازی عملی ابزارهای سیاستی را میسر نمی‌ساخت پیش‌ارزیابی مشخصه‌های فوق برای هر یک از ۳۲ ابزار سیاستی به کمک پیمایش خبرگان و بر اساس چارچوب ارزیابی مت و همکاران [۴۱ و ۴۲] انجام شده است. چنانچه در بخش قبلی توضیح داده شد برای ارزیابی‌ها از مقیاس دوقطبی فاصله‌ای طیف لیکرت (۱: بسیار کم، ۲: کم، ۳: متوسط، ۴: زیاد، ۵: بسیار زیاد) استفاده شده است. پس از تعیین مقدار ویژگی‌های طراحی ابزارهای سیاستی، یک امتیاز نهایی در هر یک از سه بُعد هزینه، اثربخشی و قابلیت پیاده‌سازی از مجموع امتیازهای انفرادی زیرشاخص‌های آن بُعد به دست می‌آید (جدول ۳). در بُعد اثربخشی با توجه به اینکه پیاده‌سازی هر ابزار سیاستی به طور قطع مستلزم هزینه برای دولت است چنانچه اثربخشی یک ابزار سیاستی بسیار بالا برآورد شود آن ابزار طبعاً نباید امتیاز بالایی برای قرار گرفتن در ترکیب سیاستی کسب کند زیرا ممکن است هزینه پیاده‌سازی آن برای دولت بسیار بالا باشد. از این‌رو، اثربخشی به ازاء واحد هزینه مدنظر قرار گرفته است.

جدول ۳) نوع‌شناسی و نتایج ارزیابی پیشینی مشخصه‌های ابزارهای سیاستی

ردیف	ابزار	وزن	اثربخشی	هزینه کل	اثربخشی به هزینه کل	قابلیت پیاده‌سازی	دسته	مالی / غیرمالی	عرضه / تقاضا
۱	معافیت مالیاتی بر درآمد شرکت	۴/۲۵	۱/۵۰	۱/۰۵۳	۱/۴۲	۵/۷۷	مشوق‌های مالیاتی	مالی	عرضه
۲	اعتبار مالیاتی بر درآمد شرکت	۴/۲۵	۱/۵۶	۱/۱۰۴	۱/۴۱	۵/۷۷	مشوق‌های مالیاتی	مالی	عرضه
۳	اعتبار مالیاتی بر حقوق پرسنل تحقیق و توسعه	۴/۲۵	۱/۶۲	۱/۱۳۳	۱/۴۳	۵/۴۷	مشوق‌های مالیاتی	مالی	عرضه
۴	استهلاک تسریع‌شده دارایی‌های سرمایه‌ای تحقیق و توسعه	۴/۲۵	۱/۲۸	۱/۱۶۷	۱/۱۰	۵/۲۶	مشوق‌های مالیاتی	مالی	عرضه
۵	کمک مالی بلاعوض برای انجام تحقیق و توسعه	۴/۷۵	۱/۹۴	۱/۰۸۳	۱/۷۹	۵/۱۹	وام/کمک/یارانه	مالی	عرضه
۶	یارانه مستقیم برای انجام تحقیق و توسعه	۴/۲۵	۱/۹۴	۱/۰۰۰	۱/۹۴	۵/۵۷	وام/کمک/یارانه	مالی	عرضه
۷	یارانه استخدام پرسنل تحقیق و توسعه	۳/۷۵	۱/۷۲	۱/۰۷۲	۱/۶۱	۵/۰۱	وام/کمک/یارانه	مالی	عرضه
۸	وام تحقیق و توسعه	۴/۰۰	۱/۶۱	۱/۱۹۹	۱/۳۴	۵/۲۵	وام/کمک/یارانه	مالی	عرضه
۹	ضمانت وام	۴/۰۰	۱/۴۷	۱/۳۰۳	۱/۱۳	۵/۱۰	وام/کمک/یارانه	مالی	عرضه
۱۰	صندوق‌های سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر با پشتوانه دولتی	۴/۱۲۵	۱/۲۴	۱/۲۰۸	۱/۰۳	۴/۸۵	حمایت مالی به شکل سهام	مالی	عرضه

جدول ۳) نوع‌شناسی و نتایج ارزیابی پیشینی مشخصه‌های ابزارهای سیاستی

ردیف	ابزار	وزن	اثربخشی	هزینه کل	اثربخشی به هزینه کل	قابلیت پیاده‌سازی	دسته	مالی / غیرمالی	عرضه / تقاضا
۱۱	ضمانت سهام (زیان)	۴/۱۲۵	۱/۲۴	۱/۲۵۲	۰/۹۹	۴/۸۳	حمایت مالی به شکل سهام	مالی	عرضه
۱۲	حمایت از بازارهای سهام جدید	۴/۱۲۵	۱/۲۳	۱/۲۷۱	۰/۹۶	۴/۷۶	حمایت مالی به شکل سهام	مالی	عرضه
۱۳	گرنتهای تحقیق و توسعه همکارانه	۴/۰۰	۱/۶۳	۱/۰۰۰	۱/۶۳	۵/۷۷	حمایت از پژوهش‌های مشترک با بخش دولتی	مالی	عرضه
۱۴	حمایت مالی از اتحادهای تحقیق و توسعه یا کنسرسیومها (دولت، بنگاهها و دانشگاهها)	۴/۰۰	۱/۳۹	۱/۱۷۰	۱/۱۹	۵/۱۶	حمایت از پژوهش‌های مشترک با بخش دولتی	مالی	عرضه
۱۵	حمایت از مراکز رشد و پارک‌های علمی	۴/۱۲۵	۱/۰۷	۱/۳۱۱	۰/۸۲	۴/۷۴	حمایت از شبکه‌سازی	غیرمالی	عرضه
۱۶	حمایت از شبکه‌های نوآوری	۴/۱۲۵	۱/۰۳	۱/۲۰۰	۰/۸۶	۴/۲۱	حمایت از شبکه‌سازی	غیرمالی	عرضه
۱۷	حمایت از خوشه‌سازی	۴/۲۵	۱/۰۷	۱/۳۱۱	۰/۸۲	۴/۳۱	حمایت از شبکه‌سازی	غیرمالی	تقاضا
۱۸	خرید دولتی تحقیق و توسعه	۴/۲۵	۱/۸۹	۱/۰۵۴	۱/۷۹	۵/۱۷	ایجاد بازار و تقاضا	غیرمالی	تقاضا
۱۹	خرید دولتی محصولات نوآورانه	۴/۲۵	۱/۵۸	۱/۱۷۰	۱/۳۵	۵/۱۹	ایجاد بازار و تقاضا	غیرمالی	تقاضا
۲۰	خرید کاتالیزوری محصولات نوآورانه	۴/۲۵	۱/۳۹	۱/۳۱۵	۱/۰۶	۴/۹۵	ایجاد بازار و تقاضا	غیرمالی	تقاضا
۲۱	بورسیه دانشجویی برای پژوهش‌های صنعتی	۵/۰۰	۱/۵۰	۱/۳۱۵	۱/۱۴	۵/۲۸	حمایت از آموزش و جابجایی	مالی	عرضه
۲۲	حمایت از جذب دانشمندان	۵/۰۰	۱/۵۶	۱/۲۷۱	۱/۲۲	۵/۳۶	حمایت از آموزش و جابجایی	مالی	عرضه
۲۳	یارانه جابجایی پرسنل	۵/۰۰	۱/۵۶	۱/۲۷۱	۱/۲۳	۴/۷۶	حمایت از آموزش و جابجایی	مالی	عرضه
۲۴	کاهش سهم تأمین اجتماعی پرسنل تحقیق و توسعه	۴/۷۵	۱/۴۴	۱/۱۱۵	۱/۳۰	۵/۶۱	حمایت از آموزش و جابجایی	مالی	عرضه

جدول ۳) نوع‌شناسی و نتایج ارزیابی پیشینی مشخصه‌های ابزارهای سیاستی

ردیف	ابزار	وزن	اثربخشی	هزینه کل	اثربخشی به هزینه کل	قابلیت پیاده‌سازی	دسته	مالی / غیرمالی	عرضه / تقاضا
۲۵	راه‌اندازی پروژه‌های نمایشی و نمایشگاه‌ها	۴/۲۵	۱/۲۸	۱/۳۱۵	۰/۹۷	۵/۰۴	پشتیبانی اطلاعاتی و کارگزاری	غیرمالی	عرضه
۲۶	حمایت از خدمات مشاوره فناوری و نوآوری (تدارک اطلاعات فنی، ارائه خدمات اندازه‌گیری و ارائه اطلاعات مربوط به پتنت و لیسانس)	۴/۷۵	۱/۳۹	۱/۶۶۷	۰/۸۳	۵/۱۰	پشتیبانی اطلاعاتی و کارگزاری	غیرمالی	عرضه
۲۷	تأسیس و کمک به اداره صندوق‌های مشاوره بومی (عمدتاً با هدف مشاوره بازار و مشاوره تجاری‌سازی)	۴/۷۵	۱/۳۹	۱/۵۴۲	۰/۹۰	۴/۸۸	پشتیبانی اطلاعاتی و کارگزاری	غیرمالی	عرضه
۲۸	آینده‌نگاری فناوری	۴/۶۲۵	۱/۲۲	۱/۴۹۰	۰/۸۲	۴/۷۸	حمایت از شبکه‌سازی	غیرمالی	عرضه
۲۹	قانون‌گذاری در حوزه مالکیت صنعتی	۳/۸۷۵	۱/۳۹	۲/۰۰۰	۰/۶۹	۴/۷۶	قانون‌گذاری	غیرمالی	تقاضا
۳۰	ایجاد آزمایشگاه‌های مرجع	۳/۷۵	۱/۲۴	۱/۱۷۰	۱/۰۶	۴/۹۰	قانون‌گذاری	غیرمالی	عرضه
۳۱	استانداردسازی به منظور ترغیب نوآوری	۳/۷۵	۱/۳۹	۱/۶۰۲	۰/۸۷	۴/۷۴	قانون‌گذاری	غیرمالی	تقاضا
۳۲	کنترل واردات مشابه	۳/۷۵	۱/۶۱	۱/۷۶۴	۰/۹۱	۵/۱۵	قانون‌گذاری	غیرمالی	تقاضا

- امتیازات و اوزان از میانگین ساده امتیازدهی خبرگان محاسبه شده است.

- دسته‌بندی ابزارها و تعیین نوع آنها به لحاظ مالی/غیرمالی و عرضه/تقاضا منطبق با دسته‌بندی و نوع‌شناسی ارائه‌شده در [۲۲] است.

- امتیاز اثربخشی برابر است با مجموع ساده امتیاز بی‌مقیاس شده معیارهای اثربخشی یا میزان تأثیرگذاری مستقیم بر هدف (+) و مقیاس زمانی اثربخشی (-).

- امتیاز هزینه برابر است با مجموع ساده امتیاز بی‌مقیاس شده معیارهای هزینه‌های مستقیم ابزار (-) و کاهش درآمد دولت (-).

- امتیاز پیاده‌سازی برابر است با مجموع ساده امتیاز بی‌مقیاس شده معیارهای انعطاف‌پذیری (+)، عدالت (+)، مشروعیت (+)، پیچیدگی فنی (-)، پیچیدگی نهادی (-)، هزینه‌های اجرایی (-) و مقیاس زمانی اجرا (-).

۴-۲) ارزیابی تأثیرات متقابل ابزارهای سیاستی (ماهیت مطلوب ترکیب سیاستی)

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد با توجه به اینکه پیاده‌سازی ترکیب طراحی‌شده در محدوده زمانی این تحقیق امکان‌پذیر نبوده از مطالعه کتابخانه‌ای و مرور تجارب سایر کشورها برای شناسایی تأثیر متقابل ابزارهای سیاستی کمک گرفته شده است. شایان ذکر است می‌توان تأثیرات متقابل را برای بیش از دو ابزار^۱ نیز تعیین کرد لیکن برای پرهیز از پیچیدگی در اینجا تنها به ارزیابی تأثیر متقابل دو ابزار بسنده شده است گرچه ممکن است دو ابزار سیاستی هیچ تأثیر متقابلی بر یکدیگر نداشته باشند [۱۳]. نتایج بررسی تأثیرات متقابل ابزارهای سیاستی بر یکدیگر از بررسی

تجارب سایر کشورها به شرح زیر است:

مطالعات تجربی در مورد شرکت‌های ایتالیایی، کانادایی و اسپانیایی نشان داده شرکت‌هایی که از هر دو ابزار سیاستی گرن‌تهای تحقیق و توسعه و اعتبارهای مالیاتی تحقیق و توسعه برخوردار شدند سرمایه‌گذاری بیشتری در فعالیتهای تحقیق و توسعه انجام داده‌اند. همین نتیجه در مورد تأثیر متقابل اعتبارهای مالیاتی و یارانه‌های تحقیق و توسعه نیز مشاهده شده است [۱۸].

تأسیس و کمک به اداره صحیح صندوق‌های مشاوره بومی (که عمدتاً با هدف مشاوره بازار و مشاوره تجاری‌سازی صورت می‌گیرد)، اثربخشی کمک‌های مالی بلاعوض برای انجام تحقیق و توسعه و یارانه استخدام پرسنل تحقیق و توسعه را تسهیل می‌کند [۱۸].

حمایت از خوشه‌سازی، اثربخشی سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر با پشتوانه دولتی را تسهیل می‌کند [۱۹]. حمایت از مراکز رشد و پارک‌های علمی و حمایت از شبکه‌های نوآوری کمک می‌کنند اثربخشی گرن‌تها برای تحقیق و توسعه همکارانه و حمایت مالی از اتحادهای تحقیق و توسعه یا کنسرسیومها (دولت، بنگاه‌ها و دانشگاه‌ها) افزایش یابد [۲۶]. حمایت از خوشه‌سازی نیز همین تأثیر را دارد [۱۹].

تأسیس و کمک به اداره صحیح صندوق‌های مشاوره بومی (عمدتاً با هدف مشاوره بازار و مشاوره تجاری‌سازی)، کمک می‌کند اثربخشی حمایت از خوشه‌سازی افزایش یابد [۲۶ و ۲۸].

نتایج آینده‌نگاری فناوری می‌تواند اثربخشی حمایت مالی از اتحادهای تحقیق و توسعه یا کنسرسیومها (دولت، بنگاه‌ها و دانشگاه‌ها) [۲۶ و ۲۸] و اثربخشی حمایت از خوشه‌سازی را تسهیل کند [۲۸].

قانون‌گذاری در حوزه مالکیت صنعتی نیز اثربخشی حمایت مالی از اتحادهای تحقیق و توسعه یا کنسرسیومها (دولت، بنگاه‌ها و دانشگاه‌ها) را تسهیل می‌کند [۲۶].

مطالعات تجربی در مورد شرکت‌های جوان فرانسوی نشان داده ارائه خدمات مشاوره فناوری و نوآوری (تدارک اطلاعات فنی، خدمات اندازه‌گیری و ارائه اطلاعات مربوط به پتنت و لیسانس) هم‌زمان با کمک مالی بلاعوض برای انجام تحقیق و توسعه و یارانه مستقیم برای انجام تحقیق و توسعه، به اثربخشی بیشتر کمک‌های مالی ارائه‌شده منتهی می‌شود [۱۸].

برای شرکت‌های کوچک بریتانیایی مشاهده شده که برنامه‌های پشتیبان مشاوره‌ای (بازار و تجاری‌سازی) که به موازات حمایت‌های مالی (وام) و طرح‌های ضمانت وام ارائه شده‌اند اثربخشی این کمک‌ها را افزایش داده‌اند [۱۸].

اعتبارهای مالیاتی در مرحله اولیه راه‌اندازی با سرمایه ریسک‌پذیر، برای تأمین مالی در مرحله بعد که مرحله رشد شرکت است تأثیر پیش‌نیازی دارند. به عبارت دیگر برخورداری شرکت‌ها از اعتبارهای مالیاتی در مراحل اولیه راه‌اندازی می‌تواند موجب رشد و توسعه بیشتر آنها شود و شانس دریافت سرمایه‌های خطرپذیر و همچنین توانایی بقاء آنها در بازار را افزایش می‌دهد (مطالعه تجربی شرکت‌های دانشگاهی در هلند) [۲۰].

موفقیت تأمین مالی خطرپذیر که به شکل مشارکت در سهام انجام می‌شود نیازمند رشد و توسعه هر چه بیشتر شرکت‌هاست. مطالعه تجربی شرکت‌های دانشگاهی در هلند رابطه پیش‌شرطی این ابزار با تأمین فضایی برای ارائه خدمات انکوباتوری (و شبکه‌ای) [۲۰] را نشان داده است.

تأثیر پیش‌شرطی تأسیس و کمک به اداره صحیح صندوق‌های مشاوره بومی (عمدتاً با هدف مشاوره بازار و مشاوره تجاری‌سازی) نیز برای حمایت از مراکز رشد و پارک‌های علمی شناسایی شده است [۲۰].

ابزارهای حمایت از جابجایی پرسنل (مانند یارانه جابجایی پرسنل) اثربخشی ابزارهای حمایت از همکاری مانند

گرنتهای اعطائی برای تحقیق و توسعه همکارانه، حمایت مالی از اتحادهای تحقیق و توسعه یا کنسرسیومها (دولت، بنگاهها و دانشگاهها)، حمایت از مراکز رشد و پارک‌های علمی، حمایت از خوشه‌سازی و حمایت از شبکه‌های نوآوری را کاهش می‌دهند [۲۶].

۳-۴) بهینه‌سازی چندهدفه جهت ترکیب کردن ابزارهای سیاستی

۳-۴-۱) تابع هدف

هدف سرتاسری ترکیب سیاستی مورد نظر در این تحقیق، افزایش هزینه‌کرد بخش کسب‌وکار ایران در فعالیتهای تحقیق و توسعه است. با توجه به اینکه اندازه‌گیری دقیق میزان افزایش هزینه‌کرد بخش کسب‌وکار در فعالیتهای تحقیق و توسعه، نیازمند پیاده‌سازی سید سیاستی در شرایط واقعی و بالتبع خارج از توان و زمان این مطالعه است باید هدف سرتاسری مسئله به تعدادی زیرهدف مناسب که قابلیت ارزیابی پیشینی دارند بازگردانده شود. با توجه به شاخص‌های عملکرد مطلوب ترکیب سیاستی که در بخش مبانی نظری اشاره شد این زیراهداف عبارتند از: بیشینه کردن مجموع امتیاز اثربخشی هزینه‌ای ابزارهای درون ترکیب سیاستی (F_1)، بیشینه کردن مجموع امتیاز قابلیت پیاده‌سازی آن ابزارها (F_2) و کمینه کردن مجموع هزینه آن ابزارها (F_3). برای حل مسئله باید از طریق ترکیب زیراهداف (تک‌هدف‌سازی) آغاز کرد که بدین منظور از متداول‌ترین روش تک‌هدف‌سازی یعنی روش مجموع موزون استفاده شده است. دو تابع هدف بیشینه‌سازی با یکدیگر ترکیب و تبدیل به یک تابع هدف بیشینه‌سازی شده‌اند:

$$F = w_1F_1 + w_2F_2$$

با در نظر گرفتن دسته‌بندی‌های [۱۳] و [۳۰] برای تأثیرات متقابل ابزارهای سیاستی و رتبه‌بندی کیفی ارائه‌شده در [۱۳] برای تأثیرات متقابل ابزارهای سیاستی، تأثیر متقابل هم‌افزایی بین دو ابزار A و B در تابع هدف اعمال می‌شود. تأثیر هم‌افزایی بدان معناست که اثربخشی هر یک از ابزارهای A و B به شرط حضور هم‌زمان در ترکیب سیاستی به میزان a_1 و a_2 درصد اضافه می‌شود. به بیان دیگر به شرط حضور هم‌زمان در ترکیب سیاستی، اثربخشی هر یک از دو ابزار i ($i=1,2$) به اندازه a_i درصد بیش از اثربخشی اولیه آنها خواهد شد. با این توضیح رابطه هم‌افزایی بین ابزارهای سیاستی در تابع هدف و در زیرهدف اثربخشی مدل، نمود پیدا می‌کند:

$$E_{xA+xB} = (a_1+1)E_{xA} + (a_2+1)E_{xB}$$

که در آن E_{xA} برابر اثربخشی ابزار A و E_{xB} برابر اثربخشی ابزار B است. رابطه تسهیل‌کنندگی نیز همانند رابطه اثربخشی در تابع هدف و در زیرهدف اثربخشی نمود می‌یابد. با در نظر گرفتن این نکته که رابطه تسهیل‌کنندگی همان رابطه اثربخشی اما به صورت جهت‌دار (یک‌طرفه) است [۴۲] مقدار افزوده‌شده به اثربخشی ابزارها صرفاً در مورد ابزاری که در انتهای رابطه قرار دارد اعمال می‌شود. ضرایب a_i را می‌توان بر اساس نتایج پیاده‌سازی ترکیب سیاستی در عمل محاسبه کرد که در این تحقیق طبق نظرخواهی از خبرگان به میزان ۲۰ درصد برآورد شده است.

۳-۴-۲) محدودیتها

چهار نوع محدودیت در این تحقیق وجود دارد. محدودیت نوع اول مربوط به رابطه پیش‌شرطی است. چنانچه پیاده‌سازی ابزار A پیش‌شرط پیاده‌سازی ابزار B باشد آنگاه در صورت حضور ابزار B در ترکیب، الزاماً ابزار A نیز باید در ترکیب سیاستی جای بگیرد. با توجه به اینکه ابزارهای سیاستی همان متغیرهای تصمیم مسئله هستند که به صورت دوتایی (صفر و یک) تعریف شده‌اند رابطه پیش‌شرطی به صورت محدودیت زیر برای مدل تعریف شده است:

$$X_B \leq X_A$$

محدودیت نوع دوم، مربوط به رابطه تناقض بالقوه بین ابزارهای سیاستی است. چنانچه رابطه مزبور بین ابزارهای A و B برقرار باشد آنگاه در صورت حضور یکی از دو ابزار در ترکیب سیاستی، ابزار دیگر الزاماً نباید در ترکیب قرار بگیرد تا اثربخشی کل ترکیب سیاستی کاهش پیدا نکند. با این توضیح رابطه تناقض بالقوه بین دو ابزار سیاستی به صورت محدودیت زیر برای مدل تعریف شده است:

$$x_A + x_B \leq 1$$

محدودیت نوع سوم مربوط به رعایت تنوع ابزارهای سیاستی در ترکیب سیاستی است که با توجه به دسته‌بندی [۲۲] (جدول ۳) از طریق الزام انتخاب حداقل یک ابزار از هر دسته (محدودیت‌های مربوط به رابطه‌های تناقض بالقوه و پیش‌شرطی) در مدل اعمال شده است.

محدودیت چهارم نیز همان زیرهدف کمینه‌سازی هزینه کل ترکیب سیاستی است که در قالب یک محدودیت یا قید هزینه‌ای در نظر گرفته شده و به طور پیوسته تغییر داده می‌شود تا مجموعه جواب کامل بهینه پارتو یا مرز کارایی مسئله به دست آید.

۴-۳-۳) فرمول‌بندی مسئله

Maximization_x F(x) such that F(x) = w₁F₁(x) + w₂F₂(x) &

$$F_1(x) = \sum_{i=1, \dots, 32} S_{xi} W_{xi} X_i + a_i \left(\left(\sum_{i=5,7,8,9,17} S_{xi} W_{xi} X_i X_{27} \right) + \left(\sum_{i=10,13,14} S_{xi} W_{xi} X_i X_{17} \right) + \left(\sum_{i=13,14} S_{xi} W_{xi} X_i X_{15} \right) + \left(\sum_{i=13,14} S_{xi} W_{xi} X_i X_{16} \right) + \left(\sum_{i=14,17} S_{xi} W_{xi} X_i X_{28} \right) + \left(S_{x14} W_{x14} X_{14} X_{29} \right) + \left(\sum_{i=5,6} S_{xi} W_{xi} X_i X_{26} \right) + \left(S_{x10} W_{x10} X_{10} X_{11} \right) + \left(X_{27} X_5 \right) \left(S_{x5} W_{x5} + S_{x2} W_{x2} \right) + \left(X_{27} X_6 \right) \left(S_{x6} W_{x6} + S_{x2} W_{x2} \right) + \left(X_{27} X_7 \right) \left(S_{x7} W_{x7} + S_{x2} W_{x2} \right) + \left(X_{10} X_{12} \right) \left(S_{x10} W_{x10} + S_{x12} W_{x12} \right) + \left(X_{29} X_{31} \right) \left(S_{x29} W_{x29} + S_{x31} W_{x31} \right) \right)$$

$$\& F_2(x) = \sum_{i=1, \dots, 32} M_{xi} X_i$$

on subjects with $\sum_{i=1, \dots, 32} C_{xi} \leq U$

که در آن U یک عدد صحیح بین ۱۰ و ۴۰ (حداقل و حداکثر هزینه کل ترکیب‌های سیاستی مشتمل بر ۹ و ۳۲ ابزار سیاستی) است.

$$x_{23} + x_i \leq 1 \quad ; \quad i=13,14,15,16,17 \quad \text{محدودیت‌های مربوط به رابطه تناقض بالقوه:}$$

$$x_2 - x_{10} \geq 0 \ \& \ x_{10} - x_{15} \geq 0 \ \& \ x_{27} - x_{15} \geq 0 \quad \text{محدودیت‌های مربوط به رابطه پیش‌شرطی:}$$

محدودیت‌های مربوط به تنوع ابزارهای سیاستی:

$$\sum_{i=1,2,3,4} x_i \geq 1 \ \& \ \sum_{i=5,6,7,8,9} x_i \geq 1 \ \& \ \sum_{i=10,11,12} x_i \geq 1 \ \& \ \sum_{i=13,14} x_i \geq 1 \ \& \ \sum_{i=15,16,17,28} x_i \geq 1 \ \& \ \sum_{i=18,19,20} x_i \geq 1 \ \& \ \sum_{i=21,22,23,24} x_i \geq 1 \ \& \ \sum_{i=25,26,27} x_i \geq 1 \ \& \ \sum_{i=29,30,31,32} x_i \geq 1$$

$$W_1 = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 \quad \text{وزن تابع هدف اول (F}_1\text{):}$$

$$W_2 = 1 - W_1 \quad \text{وزن تابع هدف اول (F}_2\text{):}$$

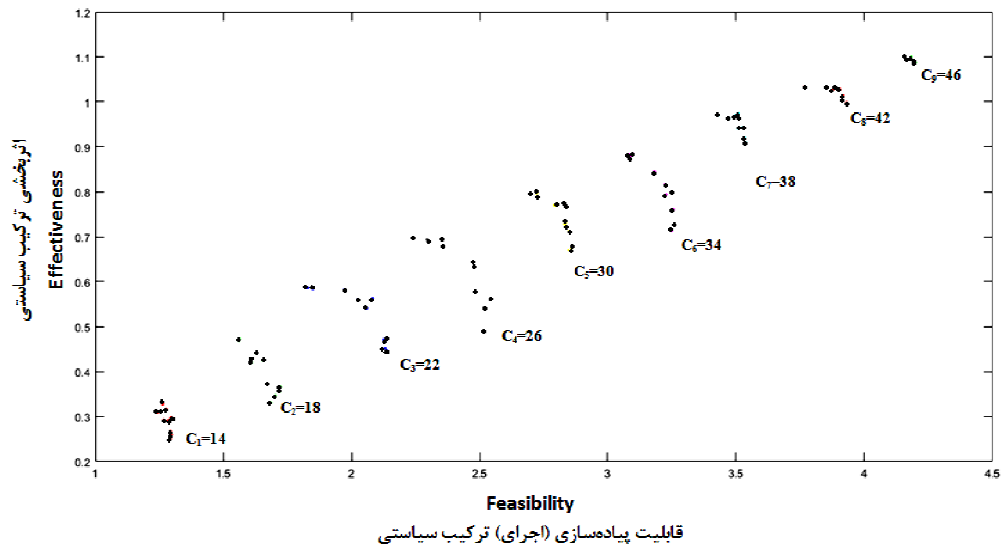
$$a_i = 0.2 \quad \text{ضریب هم‌افزایی:}$$

و بردار متغیرهای تصمیم $x \in E^{32}$ و بردار تابع هدف $F(x): E^{32} \rightarrow E^1$ است.

۴-۳-۴) ترکیب‌های سیاستی حاصل از بهینه‌سازی چندهدفه

مسئله این تحقیق یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه است و همان‌طور که پیش‌تر هم اشاره شد بر خلاف مسائل

بهینه‌سازی تک‌هدفه، بیش از یک جواب بهینه دارد و مجموعه‌ای از نقاط که همگی با مفهوم بهینه پارتو انطباق دارند به دست می‌آیند. همچنین با توجه به تابع هدف و محدودیت‌های مسئله، در اینجا با یک مسئله برنامه‌ریزی درجه ۲ با ۳۲ متغیر و ۱۶ محدودیت مواجهیم. فضای شدنی مسئله طبق بررسی اولیه با نرم‌افزار بهینه‌سازی گمز (GAMS) یک فضای غیرمحدب است و بنابراین حل مسئله با روش‌های بهینه‌سازی دقیق به لحاظ زمانی و پردازنده موجود توجیه نداشت. به دلیل ناتوانی روش‌های بهینه‌سازی در تولید جواب بهینه مسائل سخت در مدت زمانی معقول (از جمله این تحقیق)، الگوریتم‌های فراابتکاری، جایگزین این روش‌ها در حل مسائل مزبور می‌شوند که آنها به جوابی نزدیک به جواب بهینه لیکن در زمانی قابل قبول می‌رسند. همان‌طور که پیش‌تر هم اشاره شد الگوریتم‌های مورد اشاره دارای این مزیت هستند که در نقاط بهینه محلی گرفتار نشده و جستجوی بهینه سرتاسری را محقق می‌سازند. با این توضیحات در این تحقیق جواب‌های مسئله با استفاده از الگوریتم ژنتیک و در نرم‌افزار MATLAB R2016a جستجو شده است. بدین منظور برای مقادیر مختلف هزینه، ترکیب‌های سیاستی متفاوت دارای بیشترین امتیاز اثربخشی و قابلیت پیاده‌سازی محاسبه شده‌اند و به عبارت بهتر، سقف هزینه یا محدودیت بودجه دولت برای ترکیب سیاستی، عناصر ترکیب بهینه را تعیین می‌کند. برای تولید ترکیب‌های مختلف، کمینه هزینه ترکیب سیاستی (با توجه به قید تنوع ترکیب سیاستی: وجود ۹ ابزار سیاستی در ترکیب و از هر دسته حتماً یک ابزار) محاسبه و در هر گام یک واحد به سقف هزینه اضافه شده که الگوریتم ژنتیک پس از پنج تکرار، ترکیبی را که در آن سقف هزینه، بیشترین امتیاز اثربخشی و قابلیت پیاده‌سازی را دارد محاسبه کرده است. در شکل ۲ مجموعه ترکیب‌های سیاستی بهینه پارتو در سطوح مختلف هزینه، برای اوزان مختلف تابع هدف اثربخشی (W_1) و تابع هدف قابلیت پیاده‌سازی (W_2) نشان داده شده است.



شکل ۲) مجموعه جواب‌های بهینه پارتو (جبهه یا مرز پارتو) به ازاء سطوح مختلف هزینه ترکیب سیاستی

هر یک از مجموعه ترکیب‌های بهینه پارتو برای یک سطح مشخص هزینه، از ۱۰ نقطه یا ترکیب مختلف ابزارهای سیاستی و به ازاء ۱۰ حالت مختلف ترکیب اوزان توابع هدف مدنظر حاصل شده است. به بیان دیگر با در نظر گرفتن قید تنوع ابزارهای سیاستی در ترکیب و توجه به اینکه سقف هزینه ترکیب سیاستی یا بودجه تخصیصی دولت

می‌تواند بین ۱۴ تا ۴۲ واحد تغییر کند تا فضایی شدنی برای مسئله وجود داشته باشد در ۹ مرحله و در هر مرحله ۴ واحد به سقف هزینه اضافه و الگوریتم ژنتیک به منظور یافتن ترکیب بهینه اجرا شده است. با این حساب، تمامی نقاط به دست آمده با مفهوم بهینه پارتو تطابق دارند و بسته به اینکه سقف بودجه دولت برای ترکیب سیاستی چند واحد باشد یک مجموعه نقاط و بر اساس اینکه سیاست‌گذار چه وزن یا ترجیحی برای دو تابع هدف اثربخشی و قابلیت پیاده‌سازی (یا اجرا) قائل شده باشد ابزارهایی که در ترکیب سیاستی قرار می‌گیرند مشخص می‌شود.

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

متنوع شدن ابزارهای سیاستی و همچنین پیچیدگی مسائل سیاستی و وابستگی ابزارها به یکدیگر، لزوم اتخاذ یک رویکرد جامع برای طراحی یک ترکیب سیاستی مناسب در حل مسائل را ایجاب می‌کند. صاحب‌نظران سیاست‌گذاری عمومی نیز بر ضرورت ترکیب ابزارهای سیاستی مختلف جهت حل مسائل تأکید و برای طراحی ترکیب‌های سیاستی، روش‌های مختلف کمی و کیفی را به کار گرفته‌اند. تقریباً می‌توان گفت که هیچ روش واحدی برای طراحی ترکیب‌های سیاستی وجود ندارد و همچنین در اغلب موارد، سیاست‌گذاران قادر نیستند که تأثیرات متقابل یا ارتباط ابزارهای سیاستی متعدد با یکدیگر را به صورت ذهنی مدیریت نمایند تا ترکیب‌های سیاستی سازگاری طراحی کنند. در این مقاله، کاربرد جدیدی از بهینه‌سازی چندهدفه برای طراحی ترکیب‌های سیاستی به منظور ارتقاء هزینه‌کرد بخش کسب‌وکار ایران در فعالیتهای تحقیق و توسعه ارائه شده است. بدین منظور نخست بر اساس مطالعات پیشین و مرور پیشینه تحقیق، ذخیره‌ای از ابزارهای سیاستی ارتقاء تحقیق و توسعه در بخش کسب‌وکار گردآوری شد. سپس مشخصه‌های طراحی ابزارهای سیاستی (یا متغیرهای تصمیم مسئله) توسط خبرگان ارزیابی گردید. از آنجا که اندازه‌گیری میزان تحقق هدف کلی ترکیب سیاستی، نیازمند پیاده‌سازی آن در عمل و ارزیابی پسینی است به جای آن و با استناد به پیشینه تحقیق، سه زیرتابع هدف اثربخشی، هزینه و قابلیت پیاده‌سازی که می‌توان آنها را به صورت پیشینی ارزیابی کرد برای این کار انتخاب شده‌اند. تأثیر متقابل هم‌افزایی و تسهیل‌کنندگی نیز به صورت ضرایب امتیاز اثربخشی ابزارهای مربوطه در تابع هدف لحاظ و تأثیر پیش‌شرطی و تناقض بالقوه بین ابزارهای سیاستی و همچنین سقف بودجه دولت برای ترکیب سیاستی به صورت محدودیت به مدل اضافه شدند. به این دلیل که مسائل بهینه‌سازی چندهدفه یک جواب بهینه واحد ندارند ۹ جبهه پارتو به ازاء ضرایب مختلف اثربخشی و قابلیت پیاده‌سازی ترسیم شد که هر جبهه پارتو از به هم پیوستن نقاط بهینه پارتو حاصل گردیده و هر یک از آنها متناظر ترکیبی از ابزارهای سیاستی به ازاء سطح مشخصی از بودجه یا هزینه کل ترکیب سیاستی می‌باشند.

روند سیاست‌گذاری دولت‌ها در حوزه تحقیق و توسعه نشان می‌دهد که گرایش به سمت استفاده از ابزارهای غیرمالی (علاوه بر ابزارهای مالی) و همچنین استفاده از ابزارهای تحریک تقاضا (علاوه بر ابزارهای تحریک عرضه) در حال افزایش است [۴۴] که این موضوع به تعادل در ترکیب‌های سیاستی تعبیر می‌شود. با در نظر گرفتن دسته‌بندی [۲۲] برای ابزارهای مالی/غیرمالی و ابزارهای تحریک عرضه/تقاضا و همچنین بررسی جزئیات بیشتر هر مرز کارا، مشاهده می‌شود که هر یک از ترکیب‌های بهینه پارتو به لحاظ تعادل بین ابزارهای مالی و غیرمالی و تعادل بین ابزارهای عرضه و تقاضا چه وضعیتی دارند. نتیجه بررسی نشان می‌دهد که تعادل بین ابزارهای مالی-غیرمالی و عرضه-تقاضا در حالتی که سقف هزینه ترکیب سیاستی ۱۸ واحد ($C=18$) باشد بیش از بقیه حالات خواهد بود.

تحلیل ابزارهای سیاستی در هر یک از ترکیب‌های بهینه پارتو در سقف هزینه ۱۸ واحد نشان می‌دهد ابزارهایی که بیشترین تکرار را در ترکیب‌های سیاستی پارتو در این سقف هزینه داشته‌اند عبارتند از: خرید دولتی محصولات

نوآورانه، تأسیس و کمک به اداره صحیح صندوق‌های مشاوره بومی (مشترک در ۱۰ ترکیب بهینه پارتو)، اعتبارهای مالیاتی بر درآمد شرکت، حمایت از بازارهای سهام جدید، خرید دولتی تحقیق و توسعه، آینده‌نگاری فناوری، ایجاد آزمایشگاه‌های مرجع، استانداردسازی به منظور ترغیب نوآوری (مشترک در ۷ ترکیب بهینه پارتو)، خرید کاتالیزوری محصولات نوآورانه، حمایت مالی از اتحادیه‌های تحقیق و توسعه یا کنسرسیوم‌ها (مشترک در ۶ ترکیب بهینه پارتو)، راه‌اندازی پروژه‌های نمایشی و نمایشگاه‌ها، حمایت از شبکه‌های نوآوری، گزینش تحقیق و توسعه همکارانه، ضمانت وام، کمک مالی بلاعوض برای انجام تحقیق و توسعه و نهایتاً اعتبارهای مالیاتی بر حقوق پرسنل تحقیق و توسعه (مشترک در ۵ ترکیب بهینه پارتو).

علاوه بر نتایج فوق، این مقاله نشان می‌دهد که با بهینه‌سازی چندهدفه می‌توان تأثیر متقابل ابزارهای سیاستی را به خوبی فرموله و در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ کرد. مزیت مهم دیگر مدل‌سازی ریاضی این است که به ازاء ترکیب‌های مختلف از توابع هدف و محدودیت‌ها (نظیر بودجه‌ای که می‌توان برای هدف کلی ترکیب سیاستی تخصیص داد)، سیاست‌گذار می‌تواند با سهولت، ترکیب‌های سیاستی را تدوین و محتوای آنها را تحلیل کند. استفاده از سایر روش‌های بهینه‌سازی و مقایسه نتایج روش‌ها با یکدیگر و همچنین در نظر گرفتن طیف وسیع‌تری از ابزارهای سیاستی با توجه به عوامل مؤثر بر هزینه‌کرد تحقیق و توسعه در یک یا چند صنعت مشخص، می‌تواند به تکمیل نتایج این تحقیق کمک نموده و به عنوان موضوعاتی برای مطالعات آتی قابل طرح است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از حمایت معاونت پژوهش و فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای انجام این پژوهش قدردانی به عمل آورند.

منابع

- [۱] اصغرپور، محمدجواد. (۱۳۸۶). *تصمیم‌گیری و تحقیق عملیات در مدیریت*. چاپ یازدهم. انتشارات دانشگاه تهران.
- [۲] اصغرپور، محمدجواد. (۱۳۹۴). *روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره*. چاپ چهاردهم. انتشارات دانشگاه تهران.
- [۳] تجویدی، مینا. (۱۳۹۰). *بررسی عوامل سازمانی مؤثر بر ظرفیت نوآوری بنگاه‌های کوچک و متوسط (SMEs): شواهدی از سازمان‌های دانش‌محور مستقر در پارک‌های علم و فناوری کشور*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.
- [۴] جوینده، هادی. (۱۳۸۳). *کارکرد ابزارهای مالی در توسعه فناوری‌های پیشرفته*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مدیریت و اقتصاد.
- [۵] حاکمی‌فر، مصطفی. (۱۳۹۲). *بررسی نقش سرمایه اجتماعی در نوآوری سازمانی در واحدهای R&D شرکت‌های تولیدی شهرک صنعتی رشت*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه گیلان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
- [۶] دانایی‌فرد، حسن. (۱۳۸۸). *تحلیلی بر موانع تولید دانش در حوزه علوم انسانی: رهنمودهایی برای ارتقاء کیفیت ظرفیت سیاست ملی علم ایران*. سیاست علم و فناوری، سال دوم، شماره ۱، صص ۱-۱۶.
- [۷] صدیقی‌فر، نوید. (۱۳۹۳). *بررسی تأثیر دیدگاه استراتژیک مدیران ارشد و خصوصیات تیم‌های کاری بر نوآوری (مورد مطالعه: شرکت‌های دانش‌بنیان و فناوری تحت پوشش پارک علم و فناوری خراسان)*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری.
- [۸] قاضی‌نوری، سروش. (۱۳۹۲). *ارائه برآورد دقیق و راهکارهای مورد نیاز برای محاسبه سهم تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی ایران*. گزارش نهایی طرح پژوهشی. مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران.
- [۹] قاضی‌نوری، سپهر و قاضی‌نوری، سروش. (۱۳۹۱). *مقدمه‌ای بر سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری*. انتشارات دانشگاه

تربیت مدرس، تهران.

[۱۰] قاضی‌نوری، سروش؛ سرکیسیان، آلفرد و علیزاده، پریسا. (۱۳۸۸). **دولت و کارآفرینی تکنولوژیک**. مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، تهران.

[۱۱] محمدزاده، پرویز؛ سجودی، سکینه و مهدی‌زاده، یونس. (۱۳۹۱). **مطالعه عوامل مؤثر بر فعالیتهای تحقیق و توسعه نگاه‌های صنعتی ایران؛ کاربرد مدل‌های رگرسیون گسسته**. سیاست علم و فناوری، سال چهارم، شماره ۴، صص ۶۵-۷۶.

[12] Boekholt, P. (2010). **The evolution of innovation paradigms and their influence on research, technological development and innovation policy instruments**. Chapters. *Edward Elgar Publishing, Inc.*

[13] Boonekamp, P. G. (2006). **Actual interaction effects between policy measures for energy efficiency—a qualitative matrix method and quantitative simulation results for households**. *Energy*, 31(14), 2848-2873.

[14] Borrás, S. (2008). **The widening and deepening of innovation policy: what conditions provide for effective governance?**. *Georgia Institute of Technology*.

[15] Borrás, S., & Edquist, C. (2013). **The choice of innovation policy instruments**. *Technological forecasting and social change*, 80(8), 1513-1522.

[16] Chaminade, C., & Edquist, C. (2006). **From theory to practice: the use of the systems of innovation approach in innovation policy**. *Innovation, Science, and Institutional Change A Research Handbook*, 141-163.

[17] Chaminade, C., & Edquist, C. (2006). **Rationales for public policy intervention from a systems of innovation approach: the case of VINNOVA**. *CIRCLE, Lund University*.

[18] Cunningham, P., Edler, J., Flanagan, K., & Larédo, P. (2013). **Innovation policy mix and instrument interaction. Compendium of Evidence on the Effectiveness of Innovation Policy Intervention. A review**. *Manchester Institute of Innovation Research Manchester Business School, University of Manchester*. Publicado en <http://research.mbs.ac.uk/innovation>.

[19] Cunningham, P., & Ramlogan, R. (2016). **The Impact of Innovation Networks**. In Edler, J., Cunningham, P., Gök, A., & Shapira, P. (Eds.). *Handbook of Innovation Policy Impact*. *Edward Elgar Publishing*, pp. 279-317.

[20] Cunningham, P. (2007). **Monitoring and analysis of policies and public financing instruments conducive to higher levels of R&D investments: The "Policy Mix" project_Synthesis Report Horizontal Analysis of Country Reviews: R&D investment policies**. *A study funded by the European Commission – DG Research*.

[21] De Heide, M. J. L. (2011). **R&D, Innovation and the Policy Mix**. Ph.D Thesis, Erasmus University Rotterdam, no. 508 of the Tinbergen Institute Research Series, ISBN 978 90 3610 0258 2.

[22] Edler, J., & Georghiou, L. (2007). **Public procurement and innovation—Resurrecting the demand side**. *Research policy*, 36(7), 949-963.

[23] Tödtling-Schönhofer, H., Hamza, C., Resch, A., Polverari, L., & Bachtler, J. (2011). **Impact and effectiveness of the structural funds and EU policies aimed at SMES in the regions**. *European Union*. Available at: <http://www.europarl.europa.eu/studies>

[24] Flanagan, K., Uyarra, E., & Laranja, M. (2011). **Reconceptualising the 'policy mix' for innovation**. *Research policy*, 40(5), 702-713.

[25] Ghazinoory, S., Mirzaei, S., & Ghazinoori, S. (2009). **A model for national planning under new roles for government: Case study of the National Iranian Nanotechnology Initiative**. *Science and Public Policy*, 36(3), 241-249.

[26] Cunningham, P., & Gök, A. (2016). **The impact of innovation policy schemes for collaboration**. *Handbook of Innovation Policy Impact*, 239.

[27] Guy, K., Boekholt, P., Cunningham, P., Hofer, R., Nauwelaers, C., & Rammer, C. (2009). **Designing policy mixes: enhancing innovation system performance and R&D investment levels**. Report to DG Research. Available at: <http://ec.europa.eu/research/policymix>.

[28] Harper, J. C. (2013). **Impact of technology foresight**. *Compendium of Evidence on the Effectiveness of Innovation Policy Intervention, Manchester Institute of Innovation Research*,

Manchester Business School, University of Manchester.

- [29] Hesse-Biber, S., & Leav, P. (2011). **The practice of qualitative research**. London: SAGE.
- [30] Howlett, M., & del Rio, P. (2013, June). **Policy portfolios and their design: A meta-analysis**. In *1st International Conference on Public Policy Grenoble, France* (Vol. 28).
- [31] Howlett, M., & Rayner, J. (2013). **Patching vs packaging in policy formulation: Assessing policy portfolio design**. *Politics and Governance*, 1(2), 170-182.
- [32] Hsu, Y. G., Shyu, J. Z., & Tzeng, G. H. (2005). **Policy tools on the formation of new biotechnology firms in Taiwan**. *Technovation*, 25(3), 281-292.
- [33] Justen, A., Fearnley, N., Givoni, M., & Macmillen, J. (2014). **A process for designing policy packaging: Ideals and realities**. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 60, 9-18.
- [34] Konidari, P., & Mavrakakis, D. (2007). **A multi-criteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments**. *Energy Policy*, 35(12), 6235-6257.
- [35] Lall, S., & Teubal, M. (1998). **"Market-stimulating" technology policies in developing countries: A framework with examples from East Asia**. *World development*, 26(8), 1369-1385.
- [36] Lehmann, P. (2012). **Justifying a policy mix for pollution control: a review of economic literature**. *Journal of Economic Surveys*, 26(1), 71-97.
- [37] Mani, S. (2004). **Government, innovation and technology policy: an international comparative analysis**. *International Journal of Technology and Globalisation*, 1(1), 29-44.
- [38] McCall, J. (2005). **Genetic algorithms for modelling and optimisation**. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 184(1), 205-222.
- [39] Marler, R. T., & Arora, J. S. (2004). **Survey of multi-objective optimization methods for engineering**. *Structural and multidisciplinary optimization*, 26(6), 369-395.
- [40] Matthes, F. C. (2010). **Greenhouse gas emissions trading and complementary policies. Developing a smart mix for ambitious climate policies**. Berlin: *Oko-Institut*.
- [41] Matt, E., Givoni, M., Epstein, B., & Feitelson, E. (2013a). **Methodology development for the evaluation of policy instruments to promote servicing**. *SPREE (Servicizing Policy for Resource Efficient Economy) Deliverable*, 3.1.
- [42] Matt, E., Givoni, M., Epstein, B., & Feitelson, E. (2013b). **A procedure to develop synergetic policy packages and assessing their political acceptability**. *SPREE (Servicizing Policy for Resource Efficient Economy) Deliverable*, 3.2.
- [43] Nauwelaers, C., & Wintjes, R. (2002). **Innovating SMEs and regions: the need for policy intelligence and interactive policies**. *Technology Analysis & Strategic Management*, 14(2), 201-215.
- [44] OECD. (2010). **The Innovation Policy Mix**. Chapter in Edited Book. pp. 251-279. *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010*.
- [45] Oikonomou, V., & Jepma, C. J. (2008). **A framework on interactions of climate and energy policy instruments**. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13(2), 131-156.
- [46] Oikonomou, V., Flamos, A., & Grafakos, S. (2010). **Is blending of energy and climate policy instruments always desirable?**. *Energy Policy*, 38(8), 4186-4195.
- [47] Rey, L., Markandya, A., Gonzalez-Eguino, M., & Drummond, P. (2013). **Choosing Efficient Combinations of Policy Instruments for Low carbon development and Innovation to Achieve Europe's 2050 climate targets_Assessing interaction between instruments and the "optimality" of the current instrument mix**. CECILIA Project report.
- [48] Rogge, K. S., & Reichardt, K. (2013). **Towards a more comprehensive policy mix conceptualization for environmental technological change: a literature synthesis** (No. S3/2013). Working paper sustainability and innovation.
- [49] Soete, L. **STRATA-ETAN Expert Group (2002) Benchmarking national research policies: the impact of RTD on competitiveness and employment (IRCE)**. *European Commission*, Brussels.
- [50] Taihagh, A., Bañares-Alcántara, R., & Givoni, M. (2014). **A virtual environment for the formulation of policy packages**. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 60, 53-68.
- [51] UNU-MERIT, Technopolis Group, Manchester Institute of Innovation Research, Wise Guys Limited, Joanneum Research and ZEW. (2009). **Policy Mixes for R&D in Europe**. Final Report

of the project Monitoring and Analysis of Policies and Public Financing Instruments Conducive to Higher Levels of R&D Investments Contract No. DG-RTD-2005-M-01-02.

[52] Vedung, E. O. (2011). **Policy Instruments: Typologies and Theories**. In Bemelmans-Videc, M. L., Rist, R. C., & Vedung, E. O. (Eds.). Carrots, sticks, and sermons: Policy instruments and their evaluation (Fifth Edition). *Transaction Publishers*, New Burnswick, New Jersey.