الگويي براي تخصيص برنامه‌اي و كنترل منابع مالي با استفاده از منطق فازي*

(مطالعه موردي سازمان منطقه آزاد كيش)

نويسندگان: اكبر احمدي**
محمد مهدي بهكيش***

چكيده

از جمله مشكلات اصلي نظام كنوني تخصيص منابع مالي در كشور، مي‌توان به نامشخص بودن ارتباط سياست‌هاي تخصيص منابع مالي با شاخص‌هاي اقتصادي و كم توجهي به تخصيص منابع مالي بر حسب اولويت طرح‌ها، *فقدان مكانيزم كنترل شده تخصيص منابع مالي با هدف كاهش و يا حذف انحراف عملكرد از اهداف برنامه‌ريزي شده، و فقدان شاخص همترازي پرداخت به طرح‌ها و راهكارهاي اجرايي در طول دوره برنامه* اشاره كرد. در اين مقاله، الگويي براي تخصيص برنامه‌اي منابع مالي با هدف فائق آمدن به اين مشكلات طراحي و ارائه مي‌گردد. اين الگو از سه بخش اصلي تشكيل شده است: بخش

* اين مقاله بر اساس يافته‌هاي رساله دكتراي اكبر احمدي در دانشكده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبايي با عنوان " تخصيص و كنترل منابع مالي در برنامه‌ريزي توسعه با استفاده از منطق فازي: مطالعه موردي سازمان منطقه آزاد كيش" به راهنمايي دكتر محمد مهدي بهكيش و مشاوره دكتر حميد رضا برادران شركاء و دكتر شهرام سليلي، از اعضاي هيئت علمي دانشگاه علامه طباطبايي تهيه شده است.

** مدير برنامه، بودجه و تشكيلات دانشگاه علامه طباطبايي
*** دانشيار اقتصاد دانشگاه علامه طباطبايي

اول، دربرگيرنده برنامة توسعه ميان‌مدت است كه در آن در چارچوب برنامه‌ريزي سلسله مراتبي، اهداف، سياست‌ها و راهكارهاي اجرايي تعيين، و اولويت‌بندي مي‌شوند. بخش دوم، سيستم كنترل كننده است كه دربرگيرنده معادلات فضاي حالت (براي تبيين روابط ميان سياست‌هاي تخصيص و شاخص‌هاي عملكردي) و كنترل است و مقادير قابل تخصيص بهينه براي سياست‌هاي برنامه توسعه را در طول دوره برنامه به دست مي‌دهد. بخش سوم الگوي تخصيص منابع مالي الگوی برنامه‌ريزي آرماني با دو دسته هدف كلي و مجموعه‌اي از توابع محدوديت است كه وظيفه تعيين بهينه مقادير قابل تخصيص در هر سال را به راهكارهاي اجرايي در برنامه توسعه به عهده دارد. الگوي طراحي شده براي سازمان منطقه آزاد كيش و تعيين مقادير قابل تخصيص به راهكارهاي اجرايي تعيين شده در برنامه توسعه اين منطقه آزمون شده است.

مقدمه

يكي از اجزا و عوامل اصلي موفقيت هر برنامه، بخصوص برنامه‌هاي توسعه، استفاده مناسب و برخورداري از منابع و امكانات مالي است. تخصيص بهينه منابع مالي محدود درطول سال‌هاي برنامه به فعاليت‌هاي رقيب به گونه‌اي كه اهداف برنامه‌ريزان در افق برنامه محقق و يا تا حد ممكن قابل دستيابي شود، از مسائل مهم و پيچيده در برنامه‌ريزي توسعه به شمار مي‌رود. هر چه افق برنامه‌ريزي بلندتر و تعداد فعاليت‌هاي رقيب نيز بيشتر باشد، تخصيص بهينه منابع مالي دشوارتر مي‌شود. تخصيص منابع مالي، غالباً در شكل بودجه‌هاي سالانه نمود مي‌يابند. از اين منظر، بودجه را مي‌توان يكي از مهم‌ترين و مؤثرترين ابزار برنامه‌ريزي و كنترل در كشور و يا سازمان‌ها تلقي كرد، به نحوي كه تهيه دقيق آن مي‌تواند در نيل كشور و يا سازمان به اهداف برنامه‌اي خود بسيار مؤثر باشد.

در بودجه، چگونگي تأمين مالي مجموعه‌اي از مخارج پيشنهادشده براي رويدادهاي مورد نظر درآينده، پيش‌بيني مي‌شود. بنابراين، بودجه بايد مجموعه‌اي از برنامه‌ها و يا اقدامات اجرايي باشد. به اين اعتبار بودجه مجموعه‌اي از پيش نگري‌ها و پيش‌بيني‌هاست كه مجموعه‌اي از فعاليت‌ها و اقدامات اجرايي براي آينده را- در سطوح ملي يا سازماني- با ارقام پولي مرتبط مي‌كند. نكته مهم در اين زمينه، وجود برنامه يا برنامه‌هاي داراي اهداف مشخص است كه متضمن نتايجي براي آينده هستند. در بيشتر كشورها و حتي سازمان‌ها، بودجه‌هاي سالانه عمدتاً مبتني بر بودجه سال قبل بوده و عملاً

به دامنه محدودي از افزايش‌ها و كاهش‌ها توجه مي‌شود. در واقع، بزرگ‌ترين بخش هر بودجه، حاصل تصميمات گذشته است. به اين معني كه تعهدات بلندمدت از پيش صورت گرفته است.

با اين حال، تهيه برنامه و چارچوب تخصيص منابع مالي، يكي از راه‌هايي است كه دولتمردان و مديران بنگاه‌هاي اقتصادي مي‌توانند به كمك آنها خود را در مقابل مخاطرات و نا امني‌هاي احتمالي آينده آماده سازند. برنامه‌هاي توسعه ملي با ايجاد زمينه مناسب براي رشد اقتصادي، در مواردي به مهار نوسانات اقتصادي از جمله بيكاري، تورم، كسري تراز ارزي و ... نيز كمك مي‌كنند. در بودجه‌هاي سالانه كشور كه مهم‌ترين ابزار تحقق برنامه‌هاي توسعه محسوب مي‌شوند، جهت‌گيري سياست‌هاي مالي دولت از يك سو و نحوه تخصيص منابع مالي لازم براي اجرا و يا تكميل طرح‌هاي عمراني و تأمين هزينه‌هاي جاري در جهت اجراي اصلاحات اقتصادي و دستيابي به اهداف برنامه مشخص مي‌گردد. بنابراين، بودجه يكي از مكانيزم‌هاي اساسي براي اداره اقتصاد كلان بوده و نيازمند توجه و دقت كافي در تنظيم آن است.

نگاهي به نظام بودجه‌ريزي در كشور نشان مي‌دهد كه در تدوين بودجه‌هاي سالانه، يكي از حلقه‌هاي مفقود شده، ارتباط كمّي و سلسله مراتبي ميان اهداف مطرح شده در برنامه‌هاي توسعه و راهكارها و طرح‌هاي اجرايي پيش بيني شده در بودجه است. به بيان ديگر، ميزان تأثير مبالغ مالي تخصيص يافته به هر يك از اين راهكارها در رسيدن به اهداف برنامه مشخص نيست. در اين نظام اول اين كه، در انتخاب راهكارها و طرح‌هاي اجرايي، معمولاً معيار تصميم‌گيري به درستي معلوم نيست و اولويت‌بندي آنها براساس معيارهاي جامع، كامل و چندگانه‌اي انجام نمي‌پذيرد كه نمايانگر ابعاد مختلف تأثيرگذاري اين راهكارها بر اقتصاد و چگونگي نيل به اهداف برنامه توسعه از طريق اجراي آنها باشند. دوم اين كه، در نظام بودجه‌ريزي موجود، چارچوبي براي نظارت و ارزيابي آثار بودجه تدوين شده بر شاخص‌هاي اقتصادي و هدف‌هاي تعيين شده و چگونگي تغيير مقادير تخصيص يافته متناسب با ميزان انحراف عملكرد از اهداف پيش‌بيني شده وجود ندارد. سوم اين كه، شاخصي براي همترازي و يكسان‌سازي پرداخت‌هاي مالي به طرح‌هاي مورد نظر در طول سال‌هاي برنامه وجود ندارد تا به كمك آن بتوان ميزان پيشرفت فيزيكي طرح‌هاي برنامه‌ريزي شده (كه در طول سال‌هاي برنامه توسعه روند يكنواختي نداشته، در برخي از سال‌ها با شتاب بيشتر و در برخي ديگر با كندي و يا حتي توقف در اجرا مواجه مي‌شوند) را اندازه گرفت. بنابراين، در مجموع مي‌توان گفت كه نظام تخصيص

منابع مالي در كشور، نظام بودجه‌بندي برنامه‌اي يا به طور كلي نظام بودجه بندي طرح و برنامه‌اي نيست. به عبارت ديگر، نوع طرح‌ها و مقادير تخصيص يافته به هر يك از آنها، مبتني و بر اساس برنامه توسعه نيست. هدف اين مقاله، طراحي و ارائه الگويي براي تخصيص برنامه‌اي منابع مالي سازمان منطقه آزاد كيش است كه اين مشكلات و كاستي‌هاي برشمرده شده را نداشته باشد و بتواند به منزلة يك نظام بودجه‌ريزي برنامه‌اي در سطح ملي نيز استفاده شود. علاوه بر اين، براي محاسبه و تعيين اجزاي مختلف الگوي مورد نظر كه در اين مقاله معرفي مي‌شود از منطق فازي استفاده خواهد شد كه در مقايسه با منطق كلاسيك در به كارگيري داده‌هاي مبهم و مغشوش از كارايي بيشتري برخوردار است.

كليات اين الگو، در برگيرنده سه جزء اصلي است: *برنامه توسعه ميان مدت*، *كنترل كننده* و *الگوي تخصيص منابع مالي به سياست‌هاي كلي برنامه*، و *الگوي تخصيص منابع مالي به راهكارهاي اجرايي*.

بر اساس اين الگو، ابتدا لازم است مجموعه اهداف، خط مشي‌ها و راهكارهاي اجرايي در برنامه‌هاي توسعه، بر اساس شناخت وضع موجود ، مشكلات، ظرفيت‌ها و محدوديت‌ها تعيين و اولويت‌بندي شوند. در نظام برنامه‌ريزي كنوني كشور، اهداف، خط مشي‌ها و راهكارهاي اجرايي تعيين شده معمولاً اولويت‌بندي نمي‌شوند و آثار آنها به تفكيك بر هر يك از اهداف برنامه مشخص نمي‌شود. در مرحله بعد، بايد عملكرد نظام مورد نظر (درسطوح ملي، منطقه‌اي يا سازماني) شبيه‌سازي شده و نحوه ارتباط بين سياست‌هاي تخصيص منابع مالي با شاخص‌هاي عملكردي سيستم شناسايي شوند. يكي از نقاط ضعف نظام بودجه‌ريزي كنوني در كشور، نامشخص بودن آثار بودجه‌هاي تخصيصي بر شاخص‌هاي كلان اقتصادي است. در الگوي پيشنهادي اين مقاله، براي گريز از اين مشكل، روابط ياد شده در قالب يك سيستم فضاي حالت (شامل *متغيرهاي حالت* كه مبين مهم‌ترين شاخص‌ها و متغيرهاي عملكردي اقتصادي بوده و *متغيرهاي كنترل* كه نماينده سهم سياست‌هاي اصلي برنامه از منابع مالي قابل تخصيص هستند) طراحي و برآورد مي‌شود. جزء سوم الگوي تخصيص برنامه‌اي منابع مالي يك مدل برنامه‌ريزي آرماني است كه در آن ضرايب متغيرهاي توابع هدف، از نتايج به دست آمده از اولويت‌بندي راهكارهاي اجرايي دربرنامه توسعه به دست مي‌آيند، وسهم كلي درآمدهاي قابل تخصيص به هر سياست كه خروجي سيستم كنترل كننده نيز هستند، به‌منزلة يك محدوديت به‌الگواضافه‌مي‌شود.

اين مقاله در سه بخش تنظيم شده است. در بخش نخست، مروري كلي به ادبيات موضوع دارد كه عمدتاً شامل كارهاي تحقيقاتي انجام شده در مورد نظام‌ها و الگوهاي بودجه است. در بخش دوم، ضمن تشريح ارتباط بين برنامه‌ريزي توسعه و بودجه، ساختار الگوي تخصيص برنامه‌اي و كنترل منابع مالي ارائه، و به هر يك از اجزاي آن به تفصيل اشاره مي‌شود و در بخش پاياني، پس از آزمون الگوي طراحي شده براي برنامه توسعه سازمان منطقه آزاد كيش، خلاصه و نتيجه‌گيري موضوع ارائه مي‌گردد.

۱. مروري بر ادبيات موضوع و مباني نظري تحقيق

با گسترش ابعاد فعاليت سازمان‌ها و نظام‌هاي مديريت نوين، سازوكار تخصيص منابع مالي نيز متحول شده و از حالت سنتي به سوي روش‌هاي نوين و پيشرفته سوق يافته و گسترة آن به الگوهاي تحقيق در عمليات كشيده شده است. استفاده از مدل‌هاي رياضي، بخصوص با پديد آمدن *"نظام بودجه‌بندي بر مبناي طرح و برنامه"*[1] در سال ۱۹۶۵ و رويكرد *"بودجه برمبناي صفر"*[2] در سال ۱۹۷۳ فراگير شد.

يكي از معتبرترين مدل‌هاي رياضي كه درباره بودجه‌بندي بر مبناي طرح و برنامه ارائه شده ، مدل چارنز و كوپر[3] است كه براي بودجه ارتش امريكا در سال ۱۹۷۱ تهيه شده و يك مدل سلسله مراتبي از نوع *برنامه‌ريزي آرماني*[4] است. لي و شيم[5] نيز در سال ۱۹۸٤ مدل معتبري راجع به بودجه برمبناي صفر ارائه دادند كه اساس آن برنامه‌ريزي آرماني است.

در دو دهه اخير مدل‌هاي رياضي متعددي درباره بودجه‌بندي و برنامه‌ريزي مالي و اقتصادي ارائه شده است. حبيب[6] ، از يك الگوي برنامه‌ريزي چند معياره تطبيقي در برنامه‌ريزي اقتصادي نيجريه استفاده كرده است . در الگوي حبيب در مجموع ٤۰۰ متغير تصميم و ۱۰٤۰ متغير انحراف به كار برده شده و پس از تعريف سه آرمان تخصيص منابع مالي، رشد اقتصادي، و تأمين نيروي انساني، با استفاده از مدل‌هاي آرماني تحقيق در عمليات شبيه سازي شده است.

از ديگر مدل‌هاي مربوط به بودجه بندي، مي‌توان به مدل گرين برگ و نوناماكار[7] اشاره كرد. آنها نيز يك مدل برنامه‌ريزي آرماني چند معياره به منظور تخصيص بهينه بودجه در بخش عمومي پيشنهاد

---

۱. Planning, Programming and Budgeting System
۲. Zero-Based Budgeting
۳. Charnes & Cooper
۴. Goal Programming
۵. Lee & Shim (۱۹۸۴)
۶. Y.A. Habib (۱۹۹۱)
۷. R.R. Greenberg & T.R. Nunamakar (۱۹۹۴)

كرده‌اند. مزيت اين مدل بر مدل حبيب، آن است كه براي استخراج اولويت‌ها و ضرايب مـدل خـود، از فرآيند تحليل سلسله مراتبي[1] استفاده كرده‌اند. در اين مدل، سهم نهايي هر واحد پـول تخصـيص داده شده به واحد j در مديريت k براي هدف Z_k محاسبه و مطلوبيت تصميم گيرنده تلقي شده است.

زاناكيس[2] نيز مـدلي بـراي تخصـيص بودجـه بـه كتابخانـه‌هـا ارائـه داده كـه درآن از رويكـردي دومرحله‌اي براي ارزيابي منافع و تخصيص منابع به كتابخانه‌ها اسـتفاده شـده اسـت. وي در ابتـدا بـا استفاده از روش تحليل سلسله مراتبي، قضاوت شركت كنندگان در كميته *توفان مغـزي*[3] را جمـع‌آوري كرده و سپس با تركيب نظرهاي آنها، منافع ناشي از هر يك از خدمات كتابخانه‌اي را اولويـت‌بنـدي و محاسبه مي‌كند. سپس با استفاده از يك رويكـرد چنـد هـدفي، بـه منظـور تحقـق اهـداف مختلـف و متناقضي كه در مرحله يك در نظر گرفته شده‌اند، به تخصيص منابع محدود مالي پرداخته است.

در تمام مدل‌هاي ياد شده، تصميم‌گيري نهايي بر اساس داده‌هاي دقيـق و قطعـي انجـام پذيرفتـه است، در حالي كه در حيطه علوم اجتماعي، بسياري از اطلاعات مـبهم و غيـر دقيـق هسـتند. در ايـن مسير از سال ۱۹٦٥، با معرفي نظريه مجموعه‌هاي فازي[4]، امكان وارد كردن مفاهيم و مقادير مـبهم و غير دقيق موجود در محيط‌هاي انساني و طبيعي به مدل‌هاي رياضـي بـه وجـود آمـد. بخصـوص بـا گسترش اين نظريه به *برنامه‌ريزي خطي*[5] و *برنامه‌ريزي آرمـاني*[6] مقـدار، ضـرايب و وزن متغيرهـا در آرمان‌ها و محدوديت‌ها در اين مدل‌ها، كه تا پيش از آن فقط كميت‌هاي دقيق و قطعي تلقي مي‌شدند، مي‌توانستند به موارد غير قطعي تسّري يابند. بدين ترتيب، اين امكان به وجود آمد تا آرمان‌ها و اهداف مورد نظر برنامه‌ريزان كه غالباً به صورت مبهم بيان مي‌شوند، در قالب مقادير كمّي و مقداري توصـيف و بيان شود.[7]

---

۱. Analytical Hierarchy Prosess (AHP)

۲. S.H. Zanakis(۱۹۹۱)

۳. (Brain Storming) منظور عده‌اي هستند كه براي بررسي موضوعي گردهم آمده‌اند و پس از نطـق معمـولاً پر شور رئيس هيئت، هر كسي بدون هيچ محدوديتي صرفاً به ارائه نظرهاي خود درباره موضوع مي‌پردازد . يك نفر كليه نظرهاي مطرح شده را ثبت مي‌كند و در موعد مناسب به بررسي آنها مي‌پردازند.

۴. Fuzzy Sets

۵. Linear Programming

۶. Goal Programming

۷. عادل آذر(۱۳۷٤).

برنامه‌ريزي آرماني از مهم‌ترين روش‌هاي تصميم‌گيري چنـد هـدفي اسـت و بـراي سيسـتم‌هـايي مطرح مي‌گردد كه اهداف متعارض و چندگانه دارند. روش‌هاي ارائه شده براي حل مسائل برنامه‌ريـزي آرماني، داراي بافـت مشـتركي بـوده و هـدف همـه آنهـا بـه حـداقل رسـاندن انحرافـات نامسـاعد از آرمان‌هاست. مثلاً در آرمان‌هاي از نوع سود، انحرافات منفي و در آرمان‌هاي از نوع هزينـه، انحرافـات مثبت بايد به حداقل برسند. اما از آنجا كه بسياري از مفروضات و اجزاي مدل برنامه‌ريزي آرماني تحت تأثير اطلاعات حاصل از تصميم‌گيرندگان و محيط اطراف قـرار دارد كـه غالبـاً بـا درجـه‌اي از ابهـام و فقدان دقت همراه است. تركيب شدن اين مدل با آرمان‌هاي نا روشن و پيچيده، به حالتي از يك مدل برنامه‌ريزي‌آرماني‌فازي‌تبديل‌مي‌شود. براي مثال، ممكن‌است‌اهداف موردنظر برنامه‌ريزدرزمينه‌اي خاص به‌صورت "كمي بيشتر از f_0 "، "تقريباً f_1 " و"حول وحوش f_2 " باشد. براي اين‌نوع‌گزاره‌هاي كلامي غيردقيق، يك تابع رياضي تعريف مي‌شود كه آن را تابع عضويت[1] مـي‌نامنـد و معـرف درجـه رضـايت تصميم‌گيرنده از انتخاب هر يك از اهداف است. بر اسـاس تعـاريف اوليـه از تـابع عضـويت، محققـان مدل‌هاي مختلفي درباره چگونگي تبديل برنامه‌ريزي آرماني فازي به مدل قطعي ارائه داده‌اند.[2]

زيمرمن[3] (۱۹۷۸) تيواري، دارمـار و رائـو[4](۱۹۸۷) روبينـگ و ناراسـيمهان[5] (۱۹۸٤) بـه مـدل‌هـاي برنامه‌ريزي خطي فازي و برنامه‌ريزي آرماني فازي توجه كرده و الگوريتم‌هاي خاصي بـراي حـل آنهـا براساس تبديل به مدل‌هاي برنامه‌ريزي خطي يا آرماني قطعي ارائه كرده‌اند.

كانز[6] (۱۹۹٦) از برنامه‌ريزي خطي فازي براي تصميم‌گيري در برنامه‌ريـزي انـرژي اسـتفاده كـرده است. وي ضمن تشريح نا اطميناني آماري و نا اطميناني در مسائل تصميم‌گيري، يك مدل برنامه‌ريزي خطي فازي با محدوديت‌هاي نا مساوي و توابع هدف فازي طراحي و از آن براي برنامه‌ريـزي سيسـتم انرژي استفاده كرده است. از نظر كانز، مهم‌ترين مسائل و مشكلاتي كه در زمينه برنامـه‌ريـزي خطـي فازي وجود دارند، عبارتند از: تعيين توابع عضويت، انتخاب يك عملگر جمع كننده مناسـب، و انباشـت سلسله مراتبي معيارهاي فازي چندگانه در قالب معيار كلي.

---

۱. Membership Function

۲. آذر و معماریانی (ب۱۳۷٤).

۳. H.J. Zimmerman(۱۹۷۸)

۴. R.N. Tiwari & S. Dharmar and J.R. Rao(۱۹۸۷)

۵. P.A. Rubing & R. Narasimhan(۱۹۸۴)

۶. T. Canz (۱۹۹۶)

راميك[1] (۲۰۰۰) از يك مسئله استاندارد برنامه‌ريـزي آرمـاني تعمـيم يافتـه بـراي بررسـي مسـائل برنامه‌ريزي آرماني با گزينه‌ها و اهداف فازي و همچنين نحوه برخورد با توابع هدف فازي استفاده كرده است كه براي مجموعه‌هاي مختلف تعريف شده‌اند.

عادل آذر (۱۳۷٤) ضمن بررسي بودجه و رويكردهاي نظري و رياضي در تنظـيم آن، بـا اسـتفاده از مجموعه مطالعات گذشته و به كارگيري نظريه فازي، به طراحي يك مدل رياضي برنامه‌ريـزي هزينـه براي سازمان‌هاي دولتي كشور تحت دو رويكرد فـازي و قطعـي پرداختـه و در يـك مطالعـه مـوردي، بودجه تحقيقاتي دانشگاه‌هاي كشور را در قالب مدل "عمـومي بودجـه در سـازمان‌هـاي دولتـي تحـت رويكرد فازي[2] " برنامه‌ريزي كرده است. علاوه بر اين، وي روش جديدي براي تبديل مدل‌هاي فـازي به مدل قطعي به نام "روش عملگر جمعي توسعه داده شده"معرفي كرده است كه به كمك آن مي‌توان مدل برنامه‌ريزي آرماني فازي را كه علاوه بر آرمان‌هاي فازي محدوديت‌هاي فازي نيز دارد، بـه يـك مدل قطعي تبديل كرد. وزن متغيرهاي تخصيص در الگوي آذر با استفاده از روش‌هاي سري زمـاني و متدولوژي باكس-جنكينز[3] و همچنين روش تحليل سلسله مراتبي برآورد شده‌اند. الگوي تخصيص آذر، ماهيتاً يك الگوي ايستاست كه ضرايب توابع هدف و محدوديت آن به صورت برون مداري محاسـبه و در الگو وارد شده‌اند. در اين الگو، يكي از آرمان‌ها به صورت رسيدن به نسبت‌هاي مطلوب هزينه كـرد براي سرفصل‌هاي مختلف بودجه تعريف شده، و هر دو وجه بودجه جـاري و بودجـه عمرانـي را در بـر مي‌گيرد. به نظر نگارنده، يكي از نقاط ضعف اين الگو، فقدان مكانيزمي براي نشـان دادن اثـر يـا آثـار هزينه‌هاي انجام شده بر متغيرهاي سـاختاري و هـدف اسـت. ضـمن آن كـه، تعـداد محـدوديت‌هـا و پارامترهاي الگوي يادشده براي مطالعات عملي كه جنبه ملي يا منطقه‌اي داشته باشند، بسـيار افـزايش مي‌يابد، به طوري كه از نظر عملي امكان فرموله كردن و حل مسئله برنامه‌ريزي رياضي منطبق بـا آن بسيار دشوار خواهد شد. اين مسئله در كاهش كارايي مدل يادشده بي‌تأثير نيست.

۲. الگوي تخصيص برنامه‌اي منابع مالي

در برنامه‌هاي اقتصادي معمولاً مجموعه‌اي از اهداف و راهكارهايي براي نيل به آنهـا در بخـش‌هـاي مختلف تعيين مي‌شوند. يكي از پيش شرط‌هاي موفقيت برنامه‌هاي توسعه، اجرايي نمودن راهكارهـاي

---

۱. J. Ramik (۲۰۰۰)
۲. General Budget Model in Fuzzy Environment(GBMF)
۳. Box-Jenkins

تعيين شده از طريق تخصيص بهينه منابع مالي و بر اساس اولويت آنهاست. از اين منظر، بودجـه‌هـاي سالانه بايد با توجه به برنامه توسعه، و هدف‌هاي آن و همچنين ظرفيت درآمدي كشور (اعم از ماليات، استقراض، فروش دارايي‌ها و نظاير آن) تعيين گردد. چنانچه ارتباط بين بودجه‌هاي سالانه و برنامه‌هاي توسعه بدين ترتيب برقرار شود، نوعي نظام بودجه‌بندي برنامه‌اي شكل خواهد گرفت كه مي‌توانـد آثـار مورد نظر را در اقتصاد ملي بر جاي گذارد. اين نظام برنامه‌ريزي داراي يك سـاختار سلسـله مراتبـي از بالا به پايين بوده و مي‌توان از روش تحليل سلسله مراتبـي بـراي اولويـت‌بنـدي راهكارهـاي اجرايـي استفاده نمود. الگوي معرفي شده در اين مقاله، داراي چنين ساختاري است.

معمولاً از مدل‌هاي برنامه‌ريزي آرماني براي يافتن جواب بهينه مسـائل تخصـيص منـابع اسـتفاده مي‌شود. در اينجا بر همين اساس يك مدل برنامه‌ريزي آرماني كه شامل توابع هدف و توابع محدوديت است براي تخصيص منابع مالي طراحي مي‌شود.

الف) توابع هدف

يكي از مهم‌ترين اهداف پيش‌بيني شده براي تخصيص برنامه‌اي منابع مالي ، كسب حداكثر مطلوبيـت (كه در مورد طرح‌هاي اجتماعي مـي‌توانـد رفـاه جامعـه تلقـي شـود) از نحـوه تخصـيص بـر اسـاس سياست‌هاي برنامه توسعه است. به عبارت ديگر، مهم‌ترين هدف، تخصيص برنامـه‌اي منـابع مـالي در مقابل تخصيص بدون ضابطه و اتفاقي است. براي اين منظور لازم است *اهميـت انجـام هـر طـرح يـا پروژه اجرايي* در طول برنامه توسعه مشخص شود. روش‌هاي مختلفي براي دسترسي به اين كار وجود دارد كه از آن جمله مي‌توان روش" *تحليل سلسله مراتبي*" را ذكر كرد. نتايج بـه دسـت آمـده از ايـن مرحله ضريب اهميت، يا مطلوبيت مقادير تخصيصي به هر راهكار اجرايي تلقي مي‌شوند.

از طرف ديگر، اجراي هر طرح يا پروژه مستلزم انجام مقدار معيني هزينه است. براي مثال، فرض كنيم اجراي يك طرح خاص صنعتي، مستلزم هزينه‌اي بالغ بر ۵ ميليارد ريـال در طـول برنامـه اسـت. تخصيص اين مبلغ به طرح مورد نظر ممكن است، به دليل اجراي همزمان طرح‌هاي ديگر كه آنها نيز از اولويت اجرايي برخوردارند، به طور كامل اتفاق نيفتد. اما هدف برنامه‌ريز، رسـيدن بـه نزديـك‌تـرين سطح ممكن از تخصيص براي اين طرح است. توجه به اين هدف موجب مي‌شود كه طرح يادشـده در

مدت زمان لازم به حداكثر پيشرفت فيزيكي برسد. بنابراين، به طور كلي دو مجموعه هدف براي مـدل رياضي تخصيص منابع مالي در طول سال‌هاي برنامه مي‌توان تعيين نمود:

- تخصيص برنامه‌اي منابع مالي و كسب حداكثر مطلوبيت يا رضايت مندي از نحوه تخصيص
- كمترين ميزان اختلاف از مقادير تخصيص يافته و مقادير مورد انتظار براي اتمام پـروژه يـا طـرح مورد نظر.

فرض كنيد مقدار قابل تخصيص به راهكار اجرايي $j-$ ام ذيل سياست كلـي i در سـال t را بـا X_{tij}، ميزان اهميت اجراي اين طرح را با w_{tij}، و كل اعتبار مورد نياز براي اجراي طرح (كه مي‌تواند در طي سال‌هاي برنامه به مصرف برسد) را با R_{ij} نمايش دهيم . در اين صورت، هـدف نخسـت كـه تخصيص برنامه‌اي و كسب حداكثر رضايت از نحوه تخصيص است، از طريق به حداكثر رسـاندن تـابع هدف مربوط تحقق مي‌يابد. اهميت اجراي طرح‌ها كه ناشي از خواست مديران بوده و تمايلات آنها را نشان مي‌دهد، در حقيقت همان ميزان مطلوبيت حاصل از اجراي طرح‌ها بوده و از طريق تحليل سلسله مراتبي تعيين مي‌شوند. بنابراين، اين هدف را در حالت كلي مي‌توانيم به شكل زير نشان دهيم:

$$\underset{X}{Max} \quad \left\{ \sum_{t=1}^{T} \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} w_{tij} X_{tij} \right\} \qquad (۱)$$

مشاهده شده است كه فعاليت اجرايي برخي از طرح‌هاي عمراني، در سطوح ملـي يـا منطقـه‌اي مـدتي پس از شروع فعاليت، به دلايل مختلف و از جمله توقف در پرداخت منابع مالي لازم متوقف مي‌شـوند. تابع هدف دوم را با هدف ممانعت از بروز چنين پيشامدي از طريق به حداقل رسـاندن انحـراف ميـزان كل مقادير قابل تخصيص به هر طرح و راهكار اجرايي از ميزان كل اعتبار مورد نياز آن در طـول دوره برنامه تعريف مي‌كنيم، يعني:

$$\underset{X}{Min} \quad \left\{ \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} [R_{ij} - \sum_{t=1}^{T} X_{tij}] \right\} \qquad (۲)$$

براي مثال، اگر كل اعتبار مورد نياز براي طرح‌ها و راهكارهاي اجرايـي برنامـه توسـعه در منطقـه آزاد كيش ۲۰۰۰ ميليارد ريال برآورد شود، در آن صورت تابع هدف بالا به اين معني است كه كل مقاديري كه به اين طرح‌ها در طول دوره برنامه تخصيص داده مي‌شود، بـا رقـم ۲۰۰۰ ميليـارد ريـال كمتـرين ميزان اختلاف را داشته باشد.

ب) محدوديت‌هاي سيستم

پس از تعيين اهداف مدل رياضـي تخصـيص، لازم اسـت محـدوديت‌هـاي سيسـتم نيـز تعيـين و در محاسبات وارد شوند. به طور كلي مي‌توان دو دسته محدوديت در مدل رياضي تخصـيص منـابع مـالي تعريف كرد: محدوديت درآمدي و محدوديت ناشي از قراردادهاي منعقد شده براي اجراي طرح‌هـاي در دست اقدام. محدوديت درآمدي از آنجا ناشي مي‌شود كه در هر سال بيش از مبلغ درآمد تحقـق يافتـه قابل تخصيص نيست. سقف درآمدهاي قابل تخصيص در هر سال معمولاً از ميزان كل اعتبار مورد نياز براي اجراي تمام طرح‌هاي معرفي شده در برنامه كمتر است. بنابراين، لازم است كه مجمـوع مقـادير تخصيص يافته به طرح‌ها و پروژه‌هاي معرفي شده، از سقف درآمدهاي سالانه بيشتر نباشد. اگر سـقف درآمدهاي قابل تخصيص در هر سال را با Y_t نشان دهيم، محدوديت مورد نظر به صورت رابطـه (۳) قابل نمايش خواهد بود:

$$\sum_{j=1}^{J} X_{tij} \leq x_{ti} Y_t \qquad (۳)$$

كه در آن x_{ti} سهم سياست كلي i در سال t از كل درآمد قابل تخصيص درآن سال است. تعيين ايـن پارامتر در الگوي تخصيص برنامه‌اي داراي اهميت خاصي است. همان طور كه پيشتر مطرح شد، يكـي از نقاط ضعف اصلي نظام بودجه‌ريزي كنوني كشور، نامشخص بودن اثر مبالغ تخصيصي در بودجه بـر اهداف برنامه است. در اينجا، با استفاده از نظريه كنترل مقدار x_{ti} را براي سال‌هاي برنامه به گونـه‌اي محاسبه مي‌كنيم كه مقدار عملكرد از مقدار هدف داراي كمترين اختلاف باشد. بـراي ايـن كـار، ابتـدا معادلات مربوط به عملكرد شاخص‌هاي اقتصادي و اثر سياست‌هاي تخصيص منابع مالي بر آنهـا را در قالب سيستم معادلات فضاي حالت[1] شناسايي و برآورد مي‌كنيم. معادلات فضاي حالت شامل تعدادي متغير حالت و متغير كنترل است كه در آن متغيرهاي حالت (در اين جا شاخص‌هـاي اقتصـادي معـرف عملكرد سيستم هستند) خصوصيات و ويژگي‌هاي اصلي سيستم مورد نظر را توصيف كرده و متغيرهاي كنترل (در اين جا سهم هر يك از سياست‌هاي اصلي برنامه از مقادير قابل تخصـيص) نيـز قـادر بـه تأثيرگذاري برحالت‌هاي سيستم هستند. ساختار كلي معادلات فضاي حالت گسسته به شكل زير است:

$$\begin{aligned} x_t &= Ax_{t-1} + Bu_{t-1} \\ y_t &= Cx_t \end{aligned} \qquad (٤)$$

---

۱. State-Space Equations

که در آن A و B و C ماتريس ضرايب متغيرهاي حالت و کنترل، y بردارخروجي سيستم ، u بردار ورودي سيستم (متغيرهاي کنترل) و x بردار متغيرهاي حالت است. پس از برآورد ضرايب سيستم معادلات فضاي حالت بالا، مقدار متغيرهاي کنترل از طريق طراحي و حل يك سيستم کنترل‌کننده مانند کنترل بهينه، کنترل لغزشي يا کنترل فازي تطبيقي محاسبه مي‌شود و به دست مي‌آيد.

محدوديت دوم، که محدوديت تعيين کف و سقف پرداختي به هر يك از طرح‌ها و راهکارهاي اجرايي است، در واقع ناشي از رويکرد برنامه‌ريز و اولويت خاص وي به تخصيص منابع است. تعيين کران براي کف و سقف مقادير پرداختي به هر طرح و پروژه در هر سال از دو جهت حائز اهميت است. نخست آن که، ممکن است انجام برخي از طرح‌ها و پروژه‌ها براي سال‌هاي اول يا دوم برنامه توجيه کافي نداشته باشد. مثلاً اجراي آنها منوط به انجام طرح‌هاي ديگري باشد و يا درجه اهميت آنها براي اجرا در سال‌هاي نخستين برنامه کمتر باشد. دوم آن که، برخي از طرح‌هاي معرفي شده در برنامه توسعه، پيشتر آغاز شده‌اند و در مرحله انجام هستند و بنابراين تخصيص حداقل مقادير لازم در هر سال براي جبران هزينه‌هاي انجام شده، ضروري است. علاوه بر اين، ممکن است اجراي يك پروژه يا طرح عمراني از نظر عملي در يك سال امکان پذير نباشد، يعني اگر منابع مالي هم به اندازه کافي براي اجراي طرح مورد نظر مهيا شود، به دليل محدوديت‌هاي ديگري از جمله منابع فيزيکي ساخت و توليد، اجراي آن به بيش از يك سال زمان نياز داشته باشد. بنابراين، لازم است براي اين گونه طرح‌ها، سقفي تعيين شود تا هر سال بيش از آن مقدار، تخصيص نيابد. اگر حداقل اعتبارات سالانه مورد نياز براي طرح j ذيل سياست i در سال t را با $X_{tij}^{\min}$ و حداکثر مقدار اعتبار مورد نياز را با $X_{tij}^{\max}$ نشان دهيم، لازم است شرط زير تحقق يابد:

$$X_{tij}^{\min} \le X_{tij} \le X_{tij}^{\max} \qquad (5)$$

بنابراين، ساختار نهايي مدل تخصيص برنامه‌اي منابع مالي به طرح‌ها و راهکارهاي اجرايي در برنامه توسعه را به شکل زير مي‌توان نشان داد:

$$\begin{aligned}
&\underset{\mathrm{x}}{Max} \quad \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} w_{tij} X_{tij} \\
&\underset{\mathrm{x}}{Min} \quad \sum_{i=1}^{\mathrm{I}}\sum_{j=1}^{J} [R_{ij} - \sum_{t=1}^{T} X_{tij}] \\
&st: \\
&\sum_{j=1}^{J} X_{tij} \le x_{ti} Y_t \quad ; \forall \ i,t \\
&X_{tij}^{\min} \le X_{tij} \le X_{tij}^{\max} \quad ; \forall i,t,j \\
&\lambda \ge 0 ; X_{tij} \ge 0
\end{aligned} \qquad (6)$$

تابع هدف اول در پي يافتن بيشترين مطلوبيت حاصل از تخصيص منابع مالي به راهكارهاي اجرايي در برنامه است. با توجه به اين كه ممكن است عملاً هيچ كران و محدوديتي از اين نظر براي هدف بالا متصور نشود، و همچنين به منظور همسو ساختن تابع ياد شده با تابع هدف دوم، آن را به شكل تابع *حداقل‌سازي عدم مطلوبيت* تغيير مي‌دهيم. با توجه به اين كه حداقل كردن تابع $Z=\sum_j c_j x_j$ با حداكثر كردن $-Z=\sum -c_j x_j$ معادل است[1] ، از اين رو، مي‌توانيم هدف نخست را با اعمال ضريب منفي به شكل حداقل تغيير دهيم. در اين صورت مسئله در پي يافتن جوابي خواهد بود كه هدفش حداقل كردن بيشترين ميزان پيشرفت در هر دو هدف است. يعني صورت مسئله بالا را مي‌توان به گونة $\{Min \quad \lambda = Max\{\lambda_۱, \lambda_۲$ تعريف نمود كه در آن $\lambda_۱, \lambda_۲$ به ترتيب مقدار توابع هدف اول و دوم هستند.[2] بنابراين، مدل معادل برنامه‌ريزي خطي اين مسئله عبارت خواهد بود از:

$$
\begin{aligned}
& Min \qquad \lambda \\
& \text{st}: \\
& \sum_t^T \sum_i^I \sum_j^J (-w_{tij}) X_{tij} - \lambda \le ۰ \\
& \sum_i^I \sum_j^J [R_{ij} - \sum_t^T X_{tij}] - \lambda \le ۰ \\
& \sum_j^J X_{tij} \le x_{ti} Y_t \quad ;\forall i,j \\
& X_{tij}^{\min} \le X_{tij} \le X_{tij}^{\max} \quad ;\forall i,j,t \\
& \lambda \ge ۰; \quad X_{tij} \ge ۰ \quad ;\forall i,j,t
\end{aligned} \tag{۷}
$$

در مدل بالا، ضرايب متغيرها (يعني w_{tij}) در تابع هدف از طريق روش‌هاي اولويت‌بندي چند معياره مانند AHP تعيين شده و مقادير كمّي محدوديت‌ها (يعني $R_{ij}, Y_t, X_{tij}^{\min}, X_{tij}^{\max}$) نيز از روش‌هاي تجربي و شهودي برآورد مي‌شوند. در اين صورت، اين مسئله به يك مسئلة استاندارد برنامه‌ريزي خطي تبديل شده و از هر يك از روش‌هاي متداول در برنامه‌ريزي خطي، مي‌توان جواب‌هاي بهينه را محاسبه نمود. ساختار كلي اين الگو با فرض استفاده از يك سيستم كنترل فازي در شكل ۱ نشان داده شده است.

۱. هيلير، ليبرمن (۱۳۷۰).
۲. هيلير، و ليبرمن (۱۳۷۰).

شكل ١. الگوي تخصيص برنامه‌اي و كنترل فازي منابع مالي

اكنون الگوي طراحي شده را براي تخصيص بهينه و برنامه‌اي منابع مالي سازمان منطقه آزاد كيش به منزلة مطالعة موردي آزمون مي‌كنيم.

۳. تخصيص برنامه‌اي و كنترلي منابع مالي سازمان منطقه آزاد كيش

الف) برنامه‌ريزي و اولويت‌بندي

جزيره كيش با ۹۱ كيلومتر مربع وسعت، در ۱۸ كيلومتري كرانه جنوبي كشور واقع شده است. اين جزيره از طبيعتي زيبا و منحصر به فرد برخوردار است. سواحل آرام با ماسه‌هاي مرجاني، آب زلال دريا كه شفافيت كم نظير آن امكان مشاهده انواع آبزيان را در عمق چند متري ممكن مي‌سازد، پوشش گياهي مناسب و طراوت آن چشم اندازي جذاب و تماشايي به آن بخشيده است كه سالانه بيش از نيم ميليون نفر از دوستداران طبيعت و دريا را به سوي خود جلب مي‌كند. كيش با اين ويژگي‌ها، انبوهي از تأسيسات پذيرايي و خدمات جهانگردي را از رژيم گذشته به ارث برد كه تلاش مي‌كرد با الگو گرفتن از جذابيت‌هاي جزاير هاوايي و سواحل مديترانه تأسيسات و جايگاه ويژه‌اي براي جلب جهانگردان خارجي ايجاد نمايد. در نخستين سال‌هاي پس از پيروزي انقلاب، به موضوع از سرگيري بهره‌برداري از تأسيسات جزيره كيش توجه شد و به منزلة نخستين گام در جهت محروميت‌زدايي از منطقه، ورود كالاهاي وارده به كيش از پرداخت حقوق گمركي و سود بازرگاني معاف شد. در اوايل دهه ۱۳۶۰ با تشكيل سازمان عمران كيش، دولت، اجراي طرح‌هاي سياحتي، بهره‌برداري از منابع آبزيان اطراف جزيره، توسعه صنايع دستي و امور صيد صنعتي را به اين سازمان واگذار كرد. در اواسط همين دهه، اختيارات سازمان عمران كيش گسترش يافت و امكان ايجاد و راه اندازي تشكيلات و شركت‌هاي وابسته و نيز توسعه امكانات سياحتي فراهم شد. در اواخر دهه ۱۳۶۰ و با اعلام جزيره كيش به منزلة نخستين منطقه آزاد تجاري- صنعتي كشور، ورود و خروج كالا به منظور پردازش و صادرات مجدد به جزيره، از شمول قوانين گمركي و واردات كشور مستثني شد و سازمان عمران كيش كه با تغييراتي در اساسنامه به سازمان منطقه آزاد كيش تغيير يافت ، مجاز شد تا براي تبديل جزيره به يك مركز مهم توليد و پردازش كالا براي صدور به كشورهاي ثالث ، از محل اخذ درآمدهاي خاص مانند اخذ عوارض از كالاهاي وارده، اخذ عوارض از كالاهاي همراه مسافر، فروش زمين و... به اجراي طرح‌هاي عمراني و زير بنايي در منطقه بپردازد . بر اساس ماده اول قانون چگونگي اداره مناطق آزاد تجاري-صنعتي جمهوري اسلامي ايران، اهداف تشكيل اين مناطق عبارتند از:"...تسريع در انجام امور زير بنايي، عمران و آباداني، رشد و توسعه اقتصادي، سرمايه‌گذاري و

افزايش درآمد عمومي، ايجاد اشتغال سالم و مولد، تنظيم بازار كار و كـالا، حضـور فعـال در بازارهـاي جهاني و منطقه‌اي، توليد و صادرات كالاهاي صنعتي و تبديلي و ارائه خدمات عمومي ..."[۱].

با اين توضيح، اكنون به ارزيابي و اولويت‌بندي اهداف، خط‌مشي‌ها، سياست‌ها و راهكارهاي اجرايي مطرح شده در برنامه توسعه منطقه آزاد كيش مي‌پردازيم.[۲] در برنامه يادشده، اهداف كلان منطقه آزاد كيش در پنج محور اصلي "رشد اقتصادي"،"ايجاد اشتغال"،"كسب درآمد ارزي"،"عمران شهري" و " حفظ محيط زيست" تقسيم بندي شده است. براي دستيابي به اين اهداف و رسيدن به *توسعه پايدار*[۳] در كيش مي‌بايست مناسب‌ترين راهبردهاي ممكن را با انجام ارزيابي صحيح‌ازمحدوديت‌ها و ظرفيت‌هاي طبيعي و فيزيكي جزيره كيش و بررسي فرصت‌هاي موجود انتخاب كرد. منظور از *راهبرد* در اين مقاله، مسير و مجموعه‌اي از سخت افزارها و نرم افزارهايي است كه از طريق آنها دستيابي به اهداف برنامه توسعه ميسر مي‌شود. در برنامه توسعه كيش، عمده‌ترين و بهترين راهبردهاي توسعه منطقه ، در قالب الگوي *" نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهديدها"*[۴] به اين شرح تعيين شده‌اند:

- *توسعه صنعت گردشگري و فعاليت‌هاي مرتبط با آن*
- *توسعه صنعت سبك و غير آلاينده*
- *تقويت نهادهاي اجتماعي و فرهنگي*

ذيل هر يك از راهبردهاي بالا، سياست‌هايي قرار گرفته‌اند كه متشكل از مجموعه‌اي از راهكارها و اقدامات اجرايي همسو و هماهنگ با سياست‌هاي مطرح شده هستند. اين سياست‌ها عبارتند از:

"گسترش امكانات زيربنايي وعمران شهري"، "صنعت ،جذب سرمايه گـذاري و توسـعه صـادرات"، "بهبود و گسترش امكانات جهانگردي "، " امور اجتماعي ، فرهنگي و هنري".

---

۱. قانون و مقررات مناطق آزاد تجاري-صنعتي و مناطق ويژه اقتصادي (۱۳۷۷).

۲. برنامه توسعه منطقه آزاد كيش (۱۳۸۰-۱۳۸۳). اين برنامه تا كنون به تصويب هيئت مديره سازمان نرسيده است.

۳. تعاريف متعددي از توسعه پايدار در متون مربوط ارائه شده است كه به دو نمونه آن اشاره مي‌شود:(شاهنده ۱۳۷۸).

- حداكثر ساختن همزمان اهداف نظام‌هاي بيولوژيك، اهداف نظام‌هاي اقتصادي و اهداف نظام‌هاي اجتماعي
- دستيابي به يك حالت اقتصادي كه درآن تحقق كليه تقاضاهاي خصوصي و بازرگاني از محيط زيست، بدون كاهش ظرفيت محيط زيست براي نسل‌هاي آينده امكان پذير است.

۴. Strengths, Weaknesses,Opportunities and Threads (SWOT)

بدين ترتيب، ساختار ردهاي تصميم‌گيري براي اولويت بندي اقدامات اجرايـي و بـر اسـاس روش تحليل سلسله مراتبي يا ماتريس امتياز گيري، شكل مي‌گيرد (شكل۲).

يكي از مهم‌ترين مراحل برنامه‌ريزي، تعيين اولويت‌هاي اجرايي و آرماني برنامه است. تعيين اولويت به منظور يافتن بهترين الگوي تخصيص منابع اعم از زمان، مكان، نيروي انساني و سرمايه در ميان فعاليت‌ها، طرح‌ها و پروژه‌هاي اجرايي و رقيب است. اين كار سرعت دسترسي به اهداف را نيز بهبود بخشيده ، از اتلاف منابع جلوگيري مي‌كند. به همين لحاظ شايد اين مرحله را مهم‌ترين مرحله برنامه‌ريزي تلقي كرد.

روش‌هاي متعددي براي اولويت بندي فعاليت‌هاي رقيب وجود دارد ، ماننـد تاكسـونومي عـددي، تحليل سلسله مراتبي، TOPSIS و ... كه بسته به محدوديت زمان و مورد استفاده هريك، برنامه‌ريزان به كار مي‌گيرند.[۱]

يكي از روش‌هاي مورد استفاده در اولويت‌بندي گزينه‌هاي رقيب ، روش تحليـل سلسـله مراتبـي است كه در آن بر مبناي درخت تصميم‌گيري سلسله مراتبي، تصميم‌گير بين هر دو گزينه رقيـب يـك مقايسه زوجي از نظر اهميت در تحقق هدف بلافاصله بالاتر خود انجام مي‌دهد. ايـن روش عـلاوه بـر منطق قوي رياضي، امكان محاسـبه شـاخص سـازگاري بـراي ارزيـابي پاسـخ دهنـدگان و داده‌هـاي جمع‌آوري شده را فراهم مي‌سازد.[۲]

---

۱. تاكسونومي عددي (كه معمولاً در تعيين درجه توسعه يافتگي نواحي مختلف يك كشور يا يك منطقه به‌كار مي‌رود)، روش آنتروپي (كه بر اساس تعيين مقادير احتمالي براي هر شاخص ارزيابي و محاسبه درجـه انحـراف يا عدم اطمينان از اطلاعات ايجادشده عمل مي‌كند)، روش TOPSIS (كه مشابه روش تاكسونومي عددي و بـا محاسبه فواصل اقليدسي گزينه‌ها، از مقادير ايده‌آل مثبت و منفي به ارزيابي و اولويت‌بندي اقدامات مي‌پـردازد)، روش مؤلفه‌هاي اصلي (كه گزينه‌هاي مختلف را بر اساس كاهش تعداد شاخص‌هاي ارزيـابي و تعيـين تركيـب خطي از شاخص‌هاي مورد نظر رتبه بندي مي‌كند)، روش ماتريس امتياز گيري (كه به صورت ساده بـر اسـاس جمع امتيازاتي رتبه‌بندي مي‌كند كه هر گزينه در تحقق هـدف بـالا دسـتي خـود بـه دسـت مـي‌آورد)، و روش اولويت‌بندي سلسله مراتبي كه طي سال‌هاي اخير با رشد قابل ملاحظه‌اي كاربردهاي فراواني يافتـه، و در ايـن مقاله به كار گرفته شده است.

۲. روش AHP در دو محيط قطعي و فازي انجام مي‌شود، كه در اين مقاله از هر دو روش استفاده مـي‌شـود . در روش قطعي از نرم افزار Expert Choice (نرم افزار تخصصي انجام روش تحليل سلسله مراتبي) استفاده شـده و براي روش فازي برنامه محاسباتي آن در محيط Excel طراحي شده است.

شكل ۲. ساختار سلسله مراتبي اهداف، راهبردها و راهكارهاي اجرائي برنامه توسعه كيش

ذكر اين نكته ضروري است كه منظور از اولويت‌بندي فعاليت‌هاي رقيب، تعيين درجه اهميت و اولويت اجرايي فعاليت با توجه به مجموعه‌اي با بيش از يك شاخص ارزيابي است. در صورتي كه مجموعه گزينه‌هاي رقيب فقط داراي يك شاخص ارزيابي باشند، اولويت‌بندي به سادگي انجام مي‌شود و نيازي به استفاده از روش‌هاي پيچيده چند معياره نخواهد بود.

به منظور اولويت‌بندي هر يك از سطوح ذكر شده در شكل ۲ و بر اساس نمودار سلسله مراتبي تعيين شده، پرسشنامه‌هايي تهيه شده و در اختيار تعدادي از مديران و كارشناسان ارشد سازمان منطقه آزاد كيش قرار گرفته شده است تا با توجه به دانش و تجربه خود، اهميت هر يك از راهبردها و

سیاست‌هاي تعیین شده در برنامه را براي نیل به توسعه کیش تعیین کنند. پس از دریافت پرسشنامه‌هاي تکمیل شده، از سه روش تحلیل سلسله مراتبي فازي و قطعي و ماتریس امتیازگیري اوزان و رتبه هر یك از اهداف، راهبردها، و سیاست‌هاي اصلي برنامه توسعه کیش محاسبه شده است. براساس مطالعات انجام شده، بهره‌وري تصمیم‌گیراني که منطق فازي را به کار می‌گیرند ممکن است تا ۳۰۰ درصد افزایش یابد.[۱]

جدول۱. مقایسه رتبه به‌دست آمده از هر یك از روش‌هاي اولویت‌بندي و وزن نهایي

گروه	شرح	امتیاز			میانگین وزني
		AHP قطعي	AHP فازي	ماتریس جامع امتیازات	
اهداف	رشد اقتصادي	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
	ارزآوري	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
	محیط زیست	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
	اشتغال زایي	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
	توسعه اجتماعي فرهنگي	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
راهبردها	توسعه جهانگردي	۰/٤۰۱	۰/٤۷۲	۰/٤۱۲	۰/۴۳۸۸
	تقویت نهادهاي اجتماعي	۰/۲۹۵	۰/۲۲۵	۰/۲٦۲	۰/۲۵۳۵
	توسعه صنعت سبك	۰/۳۰۳	۰/۳۰۲	۰/۳۲۵	۰/۳۰۷
سیاست‌هاي کلي	توسعه امکانات زیر بنایي و عمران شهري	۰/۳۵۲	۰/۳۹٦۵	۰/۳٦۳	۰/۳۷٦٤
	صنعت، جذب سرمایه گذاري وتوسعه صادرات	۰/۱۹۰	۰/۱۳۷٤	۰/۲۰۰	۰/۱٦۵۷
	گسترش امکانات جهانگردي	۰/۲۳۱	۰/۲۹۵۹	۰/۲٤۱	۰/۲٦۵٤
	اموراجتماعي، فرهنگي و هنري	۰/۲۲٦	۰/۱۷۰۲	۰/۱۹٦	۰/۱۹۲۱

۱. آذر، عادل (۱۳۷۸).

بر اين اساس، از وزن‌هاي زير براي محاسبه اهميت و وزن نهايي هر يك از اهداف، سياست‌ها و راهبردها استفاده شده است:

w(Fuzzy AHP)=۰/۵

w(Deterministic AHP)=۰/۳

w(Premium Matrix)=۰/۲

در انجام محاسبات بالا اهميت هر يك از اهداف ميانه (رشد اقتصادي، ارزآوري و ...) در تحقق هدف نهايي برنامه توسعه كيش يكسان در نظر گرفته شده‌اند، به اين علت كه مفهوم توسعه در برگيرنده مجموعه كامل و به هم وابسته‌اي از شرايط و مقتضيات اقتصادي اجتماعي است كه در آن هر يك به صورت مستقل تكامل و توسعه پيدا كرده‌اند و اساساً تأثير هر يك از اهداف ميانه بر توسعه اقتصادي اجتماعي به طور دقيق قابل تشخيص نيست.

ب)تخمين معادلات فضاي حالت

براي طراحي سيستم كنترل كننده، ابتدا لازم است معادلات فضاي حالت شناسايي شود. در اين مقاله براساس ساختار معادلات فضاي حالت (٤) دو متغير حالت و چهار متغير كنترل تعريف شده و ضرايب مربوط به صورت مستقل و تك معادله‌اي برآورد شده‌اند. متغيرهاي حالت شامل ميزان *اشتغال*[1] (شاخص رشد اقتصادي) و *تعداد مسافر وارد شده به كيش* (شاخص توسعه گردشگري منطقه) در نظر گرفته شده است. همچنين سهم سرمايه‌گذاري‌هاي سازمان منطقه آزاد كيش در هر يك از زمينه‌هاي توسعه امكانات زير بنايي، توسعه صنعت و جذب سرمايه‌گذاري، توسعه امكانات جهانگردي، و امور اجتماعي و فرهنگي؛ متغيرهاي كنترل تعريف شده و با $x_۱...x_۴$ نشان داده شده‌اند.[2] بر اين اساس و با تعريف متغيرهاي P,L به ترتيب براي تعداد شاغلان و مسافران وارد شده به كيش، برآوردهاي زير به دست آمده كه از نظر آماري داراي ضرايب قابل قبولي هستند.

---

۱. اگر چه استفاده از متغير اشتغال به منزلة شاخصي براي رشد اقتصادي، ممكن است چندان مناسب نباشد، به دليل نبود آمار و اطلاعات ديگري كه در اين زمينه بتواند جايگزين متغير اشتغال شود، ناگزير به استفاده از آن شده‌ايم. آمار مربوط به شاغلان استفاده شده در اين مقاله، بر اساس آمار قطعي و ثبتي شاغلان در واحدهاي صنعتي منطقه آزاد كيش جمع‌آوري شده و از اين منظر احتمال به كارگيري اشتغال كاذب بسيار اندك است.

۲. هر يك از متغيرها از نظر ايستايي با استفاده از آماره ديكي فولر آزمون شده و فرض نا ايستا بودن آنها رد شده است.

Dependent Variable: LOG(P)
Method: Least Squares
Date: ۰۷/۱۱/۰۱ Time: ۱۲:۰۶
Sample(adjusted): ۱۳۷۲ ۱۳۷۹
Included observations: ۸ after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(P(-۱))	۰,۵۰۱۶۱۰	۰,۱۲۸۵۹۱	۳,۹۰۰۸۳۰	۰,۰۱۷۵
X۲(-۱)	۸,۹۸۰۵۱۱	۲,۸۴۹۷۰۹	۳,۱۵۱۳۷۸	۰,۰۳۴۵
X۳(-۱)	۸,۷۰۷۹۶۷	۲,۱۹۰۴۴۰	۳,۹۷۵۴۴۲	۰,۰۱۶۵
X۱(-۱)	۶,۰۶۴۰۵۹	۱,۴۹۶۱۴۲	۴,۰۵۳۱۲۹	۰,۰۱۵۴
R-squared	۰,۹۴۸۸۳۷	Mean dependent var		۱۳,۲۶۸۴۰
Adjusted R-squared	۰,۹۱۰۴۶۵	S.D. dependent var		۰,۳۶۰۱۴۵
S.E. of regression	۰,۱۰۷۷۶۴	Akaike info criterion		-۱,۳۱۰۸۹۰
Sum squared resid	۰,۰۴۶۴۵۲	Schwarz criterion		-۱,۲۷۱۱۶۹
Log likelihood	۹,۲۴۳۵۵۹	F-statistic		۲۴,۷۲۷۲۰
Durbin-Watson stat	۲,۲۸۳۷۱۵	Prob(F-statistic)		۰,۰۰۴۸۲۴

همان طور که برآوردهاي اين جدول نشان مي‌دهد، از نظر آمـاري کليـه ضـرايب در سـطح کمتـر از $\alpha = 0.05$ معني دار بوده و متغيرهاي توضيحي نيز تغييرات تعداد مسافر به کيش را در حد بسـيار خوبي توضيح مي‌دهند.

به طور خلاصه معادله برآوردي بالا به صورت معادله (۸) نشان داده شده است:

$$\ln(p_t) = 0.501\ln(p_{t-1}) + 6.064x_{1_{t-1}} + 8.980x_{2_{t-1}} + 8.707x_{3_{t-1}} \qquad (8)$$

بر همين اساس، معادله اشتغال‌زايي نيز برآورد شده است:

Dependent Variable: LOG(L)
Method: Least Squares
Date: ۰۷/۱۱/۰۱ Time: ۱۲:۱۲
Sample(adjusted): ۱۳۷۲ ۱۳۷۹
Included observations: ۸ after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(L(-۱))	۰,۸۲۰۷۱۰	۰,۰۴۴۴۳۰	۱۸,۴۷۶۰۲	۰,۰۰۰۱
X۲(-۱)	۸,۰۳۶۵۶۶	۲,۱۸۷۵۹۶	۳,۶۷۳۶۹۷	۰,۰۲۱۳
X۳(-۱)	۴,۳۲۲۴۴۸	۰,۹۰۷۱۴۵	۴,۷۶۴۸۹۵	۰,۰۰۸۹
X۴(-۱)	-۸,۴۵۲۶۱۹	۴,۶۵۷۹۹۰	-۱,۸۱۴۶۴۹	۰,۱۴۳۸
R-squared	۰,۹۹۲۸۹۹	Mean dependent var		۷,۳۴۷۴۳۵
Adjusted R-squared	۰,۹۸۹۳۲۴	S.D. dependent var		۱,۰۴۵۷۰۵
S.E. of regression	۰,۱۰۸۰۴۸	Akaike info criterion		-۱,۳۰۵۶۲۲
Sum squared resid	۰,۰۴۶۶۹۸	Schwarz criterion		-۱,۲۶۵۹۰۱
Log likelihood	۹,۲۲۲۴۸۹	F-statistic		۲۱۷,۲۲۰۴
Durbin-Watson stat	۲,۳۹۵۴۶۷	Prob(F-statistic)		۰,۰۰۰۰۷۰

در معادله برآوردي بالا، همه ضرايب به استثناي ضريب متغيـر $x_{4_{t-1}}$ كـه در سـطح $\alpha = 0.16$ معني‌دار است، ساير ضرايب در سطح كمتر از $\alpha = 0.05$ معني‌دار هستند. ضـريب تغييـرات و سـاير آماره‌ها نيز حاكي از معني دار بودن كل رگرسيون هستند. ضمن آنكه بر اساس آزمون لجانگ -باكس، فرضيه نرمال بودن جملات پسماند را نمي‌توان رد كرد.[1]

بنابراين، با توجه به معادله برآوردي بالا و معادلـه (۸) مجموعـه ايـن دو معادلـه بـه شـكل كلـي معادلات فضاي حالت بازنويسي شده‌اند: (معادله ۹)

$$\begin{bmatrix}\ln(P_t)\\ \ln(L_t)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0.501 & 0\\ 0 & 0{,}82\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\ln(P_{t-1})\\ \ln(L_{t-1})\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}6.064 & 8{,}980 & 8{,}707 & 0\\ 0 & 8{,}036 & 4{,}322 & -8{,}452\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_{1_{t-1}}\\ x_{2_{t-1}}\\ x_{3_{t-1}}\\ x_{4_{t-1}}\end{bmatrix} \qquad (9)$$

سيستم معادلات بالا را مي‌توان در قالب فرم ماتريسي (٤) هم ارز تلقي نمـود و از ايـن نظـر بـردار متغيرهاي حالت و متغيرهاي كنترل به خوبي قابل شناسايي هستند. سيستم معادلات فضاي حالت بالا اگر چه در ميان معادلات رقيب براي بيان و توصيف فضاي حالت، بهترين سيستم بوده است، نمي‌توان آن را يك سيستم كاملاً دقيق و بدون خطا تلقي نمود. به همـين دليـل از يـك كنتـرل كننـده فـازي استفاده شده كه براي كنترل سيستم‌هاي غيرقطعي و نا دقيق نسبت به سيستم‌هاي كنتـرل كلاسـيك مفيدتر است. براي اين منظور، ابتدا يك پايگاه قواعد فازي ايجاد شده كـه معـرف نحـوه ارتبـاط بـين متغيرهاي كنترل و حالت است (جدول ۲). اين مرحله بـا اسـتفاده از نظرهـاي ابـراز شـده كارشناسـان

۱. به جاي الگوي رگرسيوني معمولي بالا، مي‌توان از الگوي رگرسيون فازي استفاده نمود. در رگرسيون فازي، چنانچه مشاهدات دقيق نباشند يا نتوان آنها را به صورت دقيق بيان نمود، از اعداد فازي استفاده مي‌شود. در اين قبيل موارد به كارگيري رگرسيون فازي كه بر مبناي اعداد فازي انجام مي‌شود، كارايي بيشتري نسبت به رگرسيون معمولي دارد. در اين صورت لازم است كليه مشاهدات مربوط به متغيرهاي مستقل و وابسته را بر حسب اعداد فازي (از جمله مثلثي، سهمي، نمايي و مانند اينها) تبديل، و سپس بر اساس عملگرهاي جبري مترتب بر اعداد فازي به برآورد پارامترها اقدام نمود. براي مطالعه بيشتر به ارقامي(۱۳۷۲) و طاهري(۱۳۷۸) مراجعه شود. به دليل ادبيات خاص مربوط به رگرسيون فازي و به منظور جلوگيري از اطاله كلام، از اين مبحث در اين مقاله استفاده نشده است.

سازمان منطقه آزاد کیش براي تعيين ميزان تغيير متغيرهاي كنترل، بر اساس سطوح انحراف از اهداف انجام شده است.

جدول ۲. پايگاه قواعد فازي سيستم كنترل فازي سهم سرمايه‌گذاري‌هاي سازمان منطقه آزاد كيش

شماره قاعده	انحراف در هدف اشتغالزايي	انحراف در هدف جذب مسافر	زير بنايي و عمران شهري	سرمايه‌گذاري و صنعت	امكانات جهانگردي	اجتماعي، فرهنگي و هنري
۱	NB	NB	PB	PB	PB	PB
۲	NB	NS	PS	PB	PS	PB
۳	NB	Z	Z	PB	PS	PB
۴	NB	PS	NS	PB	Z	PB
۵	NB	PB	NB	PS	PS	PB
۶	NS	NB	PB	PB	PS	PS
۷	NS	NS	PS	PS	PS	PS
۸	NS	Z	Z	PS	Z	PS
۹	NS	PS	NS	PS	PS	PS
۱۰	NS	PB	NB	PS	Z	PS
۱۱	Z	NB	PB	PB	Z	Z
۱۲	Z	NS	PS	PS	Z	Z
۱۳	Z	Z	Z	Z	Z	Z
۱۴	Z	PS	NS	Z	PS	Z
۱۵	Z	PB	NB	NS	Z	Z

ادامه جدول ۲

شماره قاعده	انحراف در هدف اشتغالزايي	انحراف در هدف جذب مسافر	زير بنايي و عمران شهري	سرمايه‌گذاري و صنعت	امكانات جهانگردي	اجتماعي، فرهنگي و هنري
۱۶	PS	NB	PB	PS	PB	NS
۱۷	PS	NS	PS	PS	Z	NS
۱۸	PS	Z	Z	Z	NS	NS
۱۹	PS	PS	NS	NS	NS	NS
۲۰	PS	PB	NB	NB	NS	NS
۲۱	PB	NB	PB	PS	PS	NB
۲۲	PB	NS	PS	Z	PS	NB
۲۳	PB	Z	Z	Z	NS	NB
۲۴	PB	PS	NS	NB	NS	NB
۲۵	PB	PB	NB	NB	NB	NB

با روش آزمون و خطا، و از طريق بررسي ميزان خطاي ميان متغيرهاي حالت و مطلوب حاصل از اعمال كنترل‌كننده فازي به سيستم، توابع عضويت متغيرهاي زباني بالا براي جملات انحراف از هدف، به صورت گوسي و براي متغيرهاي خروجي به صورت مثلثي تعريف و در نظر گرفته شده‌اند. كنترل‌كننده مورد نظر بر اساس يك سيستم فازي ممداني با فازي ساز منفرد[1]، غير فازي ساز ميانگين

۱. منظور از فازي سازي، تبديل مقادير قطعي يا زباني متغيرهاي ورودي به مقادير فازي است. فازي ساز كه عمل فازي سازي را انجام مي‌دهد، عبارت است از نگاشتي از يك نقطه حقيقي مانند X^* متعلق به R به يك مجموعه فازي مانند A' در مجموعه مرجع U. به عبارت ديگر، فازي ساز يك يا چند متغير ورودي را كه در نقطه X^* قطعي است، به يك مجموعه فازي تبديل مي‌كند (لي وانگ ۱۳۷۸). فازي سازهاي مختلفي در ادبيات فازي مطرح شده‌اند كه مهم‌ترين آنها عبارتند از : فازي ساز منفرد، فازي ساز گوسين و فازي ساز مثلثي.

مراکز[۱]، و موتور استنتاج ضرب براي پايگاه قواعد کنترلي بالا به شکل زير تعريف مي‌شود.[۲]

$$x_i = \frac{\sum_{k=۱}^{۲۵} \overline{G}_i^{\,k}(\mu_{A_k}(e_{l_k}).\mu_{B_k}(e_{p_k}))}{\sum_{k=۱}^{۲۵}(\mu_{A_k}(e_{l_k}).\mu_{B_k}(e_{p_k}))} \qquad \forall i = ۱,...,۴ \qquad (۱۰)$$

که در آن $\overline{G}_i^k$ مقدار متوسط متغير زباني i -ام در قاعده k است. براي مثال، اگر فقـط قاعـده ۲۲ در پايگاه قواعد وجود داشته باشد، آنگاه مقدار متغير کنترلي $x_۲$ از رابطه زير به دست مي‌آيد:

$$x_۲ = \frac{\overline{G}_۲^{\,۲۲}(Z)(\mu_{PB_{۲۲}}(e_{l_{۲۲}}).\mu_{NS_k}(e_{p_{۲۲}}))}{(\mu_{PB_{۲۲}}(e_{l_{۲۲}}).\mu_{NS_k}(e_{p_{۲۲}}))}$$

---

۱. غير فازي ساز، خروجي را به يك مقدار قطعي تبديل مي‌کند. روش‌هاي غير فازي ساز متعددي در ادبيات مربوط معرفي شده‌اند که دو روش بسيار متداول در اين زمينه، عبارتند از *روش مرکز ثقل* (COG) و *روش ميانگين مرکز*. در روش نخست که به روش مرکز سطح (COA) نيز شناخته مي‌شود، مقدار قطعي خروجي براساس فرمول زير محاسبه مي‌شود:

$$y^* = \frac{\int_Y y.\mu_{conseq}(y)dy}{\int_Y \mu_{conseq}(y)dy}$$

که در آن $\int_Y$ نشان دهنده عمل انتگرال روي مجموعه مرجع Y ، y^* خروجي قطعي غير فازي ساز و $\mu_{conseq}(y)$ تابع عضويت جمله تالي است. اين روش در صورتي که مجموعه فازي مورد نظر تك شرطي نباشد، از نظر محاسباتي پيچيده و ممکن است به نتايج ناخواسته‌اي منتهي شود..
در روش ميانگين مرکز، خروجي قطعي از طريق فرمول زير محاسبه مي‌شود:

$$y = \frac{\sum_i b_i \mu_{premise_{(i)}}}{\sum_i \mu_{premise_{(i)}}}$$

که در آن b_i مرکز مجموعه فازي i -ام و $\mu_{premise_{(i)}}$ درجه ارتفاع يا مقدار عضويت آن است. بر اساس بررسي‌هايي که انجام شده، غير فازي ساز ميانگين مرکز از نظر سه معيار توجيه پذيري، سادگي محاسبات و پيوستگي، بهترين غير فازي ساز است (لي وانگ ۱۳۷۸).
۲. احمدي، اکبر. (۱۳۸۱).

ج) شبيه سازي سيستم

در اين حالت براي شبيه‌سازي سيستم به داشتن مقادير اوليه نياز داريم. در اينجا با توجه به ساختار معادلات فضاي حالت، مقادير اوليه اشتغال و تعداد مسافر و سهم سرمايه‌گذاري‌هاي سازمان را برابر رقم واقعي آنها در سال ۱۳۷۹ در نظر گرفته و براساس آنها مقادير سال‌هاي برنامه توسعه را پيش بيني مي‌كنيم. بنابراين خواهيم داشت:

$$L_{\cdot} = L_{۷۹} = ۴۲۵۱ \qquad P_{\cdot} = P_{۷۹} = ۷۰۵۳۳۴$$

و به همين ترتيب

$$x_{۱,\cdot} = x_{۱,۷۹} = ۰.۷۰۷۶ \text{ and } x_{۲,\cdot} = x_{۲,۷۹} = ۰.۱۳۹۸$$
$$x_{۳,\cdot} = x_{۳,۷۹} = ۰.۱۰۷۰ \text{ and } x_{۴,\cdot} = x_{۴,۷۹} = ۰.۰۴۵۴$$

با توجه به مفروضات بالا و نيز با توجه به ضرايب سيستم برآورد شده در (۹)، سيستم پوياي زير براي تعيين سهم هر يك از چهار سياست اصلي سازمان از كل درآمدهاي عمراني در طول سال‌هاي برنامه به دست مي‌آيد.

$$\begin{aligned} \ln(\hat{L}_t) &= ۰.۸۲\ln(L_{t-۱}) + ۸.۰۸۶x_{۲_{t-۱}} + ۴.۳۲x_{۳_{t-۱}} - ۸.۴۵۲x_{۴_{t-۱}} \\ \ln(\hat{P}_t) &= ۰.۵۰\ln(P_{t-۱}) + ۶.۰۶۴x_{۱_{t-۱}} ۸.۹۸x_{۲_{t-۱}} + ۸.۷۰۷x_{۳_{t-۱}} \end{aligned} \qquad (۱۱)$$

از سوي ديگر، مقادير هدف براي سطوح اشتغال و تعداد مسافر كه در برنامه توسعه پيش‌بيني شده‌اند، بر اساس روند زماني تغييرات آنها مطابق زير فرموله شده و مدل مرجع در نظر گرفته مي‌شوند:

$$L_t^* = ۱.۱۰L_{t-۱}^* \qquad P_t^* = ۱.۰۶P_{t-۱}^*$$

به عبارت ديگر هدف برنامه، دستيابي به رشد سالانه ۱۰ درصدي در سطح اشتغال و ٦ درصدي در ورود مسافر به كيش است. مقادير اوليه براي اين معادلات نيز برابر مقادير اوليه تعريف شده در بالاست. چرخه محاسباتي مقادير انحراف از هدف و نيز مقادير كنترلي براي سال‌هاي برنامه را مي‌توان به صورت خلاصه چنين بيان كرد:

الف) پيش بيني مقادير اشتغال و مسافر در سال t با استفاده از (۱۱)

ب) محاسبه مقادير خطاي ميان متغيرهاي هدف و مقادير پيش بيني شده مسافر و اشتغال در سال t

ج) تعيين مقادير متغيرهاي كنترلي با استفاده از (۱۰) براي سال t

د) پيش بيني مقادير اشتغال و مسافر در سال t+۱ با استفاده از (۱۱)

ه) محاسبه مقادير خطاي ميان متغيرهاي هدف و مقادير پيش بيني شده مسافر و اشتغال در سال t+۱

و) تعيين مقادير متغيرهاي كنترلي با استفاده از (۱۰) براي سال t+۱

......

بر اساس رويكرد عطفي بالا جواب‌هاي سيستم يادشده به تفكيك سال‌هاي برنامه بـه صـورت جـدول زير به دست مي‌آيد:

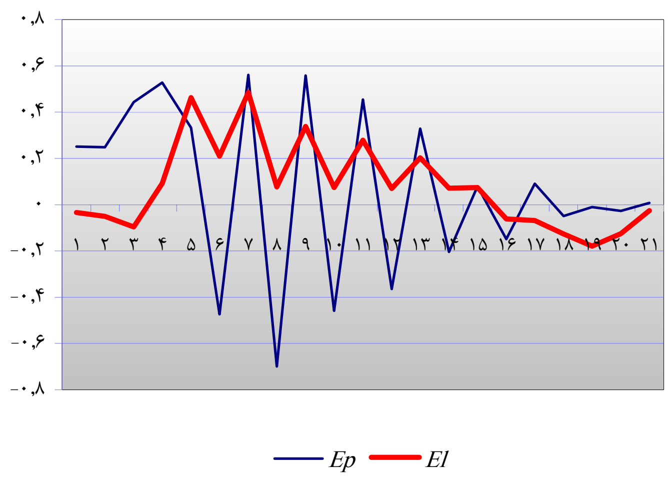
جدول۳. مقادير محاسبه شده متغيرهاي سهم سرمايه‌گذاري سازمان منطقه آزاد كيش در طول دوره برنامه

سال	$\ln(L)$	$\ln(P)$	$\ln(L^*)$	$\ln(P^*)$	e_l	e_p	$x_۱$	$x_۲$	$x_۳$	$x_۴$
۱۳۸۰	۸/۶۵۹۲	۱۳/۰۵۱۰	۸/۴۵۰۲	۱۳/۵۲۴۶	۰/۲۰۹	-۰/۴۷۳۶	۰/۷۴۴۷	۰/۱۹۳۳	۰/۱۲۷	۰/۰۲۴۰
۱۳۸۱	۹/۰۳۰۱	۱۴/۱۴۴۰	۸/۵۴۵۵	۱۳/۵۸۲۹	۰/۴۸۴۶	۰/۵۶۱۰۷	۰/۶۰۲۲	۰/۱۳۱۶	۰/۰۸۶۶	۰/۰۱۴۱
۱۳۸۲	۸/۷۱۷۲	۱۲/۹۴۲۴	۸/۶۴۰۸	۱۳/۶۴۱۲	۰/۰۷۶۴	-۰/۶۹۸۷	۰/۷۵۹۲	۰/۱۸۴	۰/۱۴۱۴	۰/۰۲۳۵
۱۳۸۳	۹/۰۷۴۳	۱۴/۲۵۶۸	۸/۷۳۶۱	۱۳/۶۹۹۴	۰/۳۳۸	۰/۵۵۷۳۸	۰/۶۰۲۶	۰/۱۳۹۶	۰/۱۱۲۳	۰/۰۱۶۹

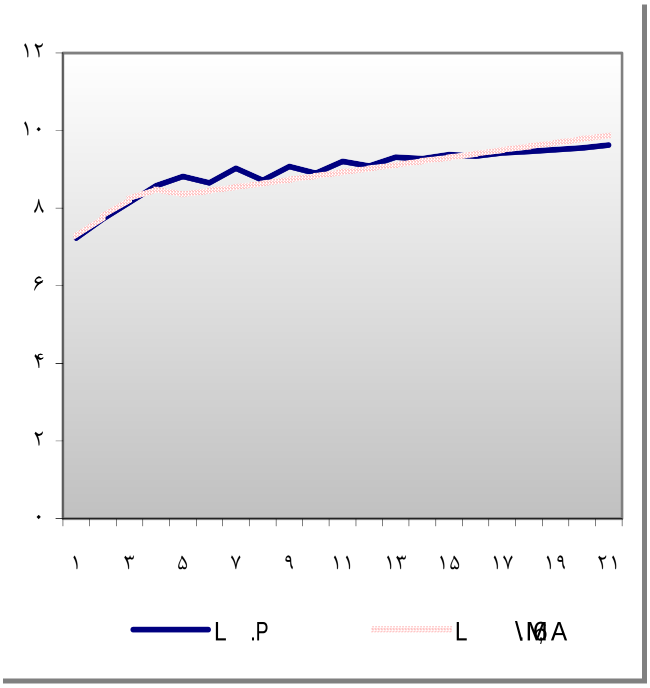
د) تحليل همگرايي

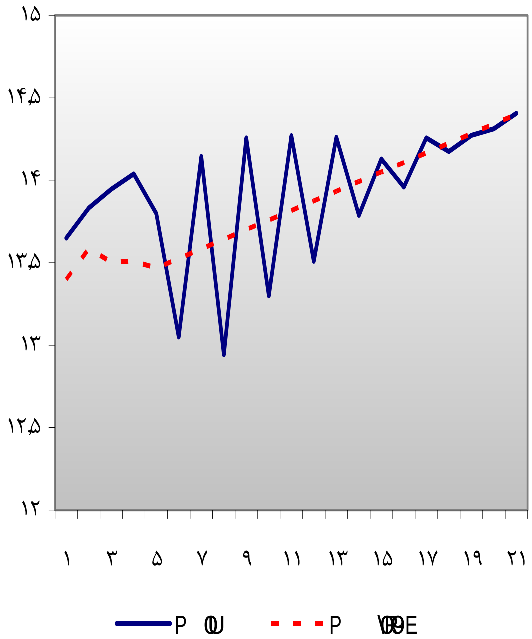
به وسيله همگرايي وضعيت همگرا شدن خطاي ردیابي به صفر مشخص مي‌شـود. بـه عبـارت ديگـر، نشان داده مي‌شود كه آيا سيستم كنترل كننده طراحي شده، به شكل مناسبي مسير مطلوب و بهينـه را دنبال مي‌كند يا خير. در شكل زير روند زماني متغيرهاي خطا و همچنين مسير زماني متغيرهاي حالـت و مطلوب براي سال‌هاي ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ ترسيم شده است. همان طـور كـه نشـان داده شـده اسـت، مقادير خطا در سطح مشاهده بيستم به سمت صفر ميل كرده‌اند.

شكل ۳. نمودار زماني نوسان خطا ميان مقادير مطلوب و مقادير شبيه سازي شده



شكل ۴. مسير زماني تقرب متغيرهاي حالت به مطلوب





ه)حل مدل

بـراي حـل مـدل (۳) لازم اسـت، ابتـدا از درآمـدهاي سـازمان منطقـه آزاد كـيش بـراي سـال‌هـاي ۱۳۸۰-۱۳۸۳ برآوردي داشته باشيم و برآن اساس مقادير قابل تخصيص به طرح‌هاي عمرانـي تعيـين شوند. طي سال‌هاي گذشته، مجموع درآمدهاي سازمان كه عمدتاً متكي به اخـذ عـوارض از كالاهـاي وارد شده به جزيره و كالاهاي همراه مسافر، فروش زمين و دارايي‌هـا و صـدور مجوزهاسـت، رونـدي تصادفي و با نوسان داشته است. در اينجا دو سناريوي محتمل براي درآمدهاي قابل تخصيص سازمان در سال‌هاي ۱۳۸۰-۱۳۸۳ (صرفاً براي نشان دادن نحوه محاسبه و تخصيص منابع) طراحي كرده و در نهايت براساس سناريوي سوم يعني ميانگين حالات دو سناريوي يادشـده، مـدل را حـل مـي‌كنـيم. در جدول زير اين سناريوها تشريح شده‌اند:

سناريو	توضيحات	درآمد قابل تخصيص پيش بيني شده (ميليون ريال)			
		۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳
حالت‌خوش بينانه: ۲۰ درصد رشد سالانة درآمدها ناشي از:	- افزايش تعداد مسافر به دليل گسترش امكانات زيربنايي و تفريحي - افزايش قيمت كارت مسافري به دليل بالارفتن سقف خروج كالاي همراه مسافر - افزايش درآمد مجوز فعاليت‌هاي اقتصادي به دليل رشد اقتصادي در منطقه - اخذ عوارض خدمات شهري وتوسعه جهانگردي	۱۸۶/۸۴۰	۲۲۴/۲۰۸	۲۶۹/۰۴۹	۳۲۲/۸۵۹
حالت‌بدبينانه: ۲ درصد رشد سالانه درآمدها ناشي از:	- كاهش سقف ورود كالا به كيش - كاهش فروش كارت مسافري به دليل كاهش تفاوت قيمت كالا بين كيش وسرزمين اصلي - كاهش درآمد مجوز فعاليت‌هاي اقتصادي به دليل گسترش ركود اقتصادي ازسرزمين اصلي به كيش	۱۵۸/۸۱۴	۱۶۱/۹۹۰	۱۶۵/۲۳۰	۱۶۸/۵۳۵
ميانگين ۱۱ درصدرشد سالانه درآمدها		۱۷۲/۸۲۷	۱۹۱/۸۳۸	۲۱۲/۹۴۰	۲۳۶/۳۶۴

براساس مقادير درآمدي پيش‌بيني شده در جدول بالا و با توجه به سهم هر يـك از سياسـت‌هـاي كلي برنامه توسعه كه از طريق كنترل كننده فازي به دست آمده اسـت (پـس از بهنجـار كـردن آنهـا) جدول زير براي تعيين ميزان ريالي هريك از اين سياست‌ها به دست مي‌آيد.

سال	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳
سهم امور زيربنايي	۰/۶۸۴	۰/۷۲۲	۰/۶۸۲	۰/۶۹۲
مبلغ ريالي (ميليون ريال)	۱۱۸۱۷۹	۱۳۸۴۳۰	۱۴۵۳۱۰	۱۶۳۴۴۶
سهم امور صنعتي و سرمايه‌گذاري	۰/۱۷۸	۰/۱۵۸	۰/۱۶۹	۰/۱۶۰
مبلغ ريالي (ميليون ريال)	۳۰۶۷۷	۳۰۲۵۳	۳۶۰۵۱	۳۷۸۶۶
سهم امور جهانگردي	۰/۱۷۷	۰/۱۰۴	۰/۱۲۷	۰/۱۲۹
مبلغ ريالي (ميليون ريال)	۲۰۱۵۲	۱۹۸۹۴	۲۷۰۶۵	۳۰۴۴۴
امور فرهنگي اجتماعي	۰/۰۲۲	۰/۰۱۷	۰/۰۲۱	۰/۰۱۹
مبلغ ريالي (ميليون ريال)	۳۸۰۲	۳۲۲۳	۴۴۹۳	۴۵۶۲

براي حل مدل لازم است كه برآوردي از منابع مالي مورد نياز هر يك از راهكارهاي اجرايي به انضمام مقادير حداقل و حداكثر قابل تخصيص به هر يك از آنها در طول سال‌هاي برنامه تعيين شود. اطلاعات اين بخش از صورت‌هاي مالي سازمان و با هماهنگي كارشناسان معاونت عمراني آن به دست آمده است.

اكنون كه مقادير ريالي هر يك از سياست‌هاي كلي در طول سال‌هاي برنامه توسعه و نيز اطلاعات مربوط به محدوديت‌هاي سيستم به دست آمده است، مي‌توان مدل برنامه‌ريزي تخصيص منابع مالي را حل نمود. با توجه به اين كه تعداد راهكارهاي اجرايي مطرح شده در برنامه توسعه كيش زياد هستند، در زير تنها جواب‌هاي به دست آمده از حل مدل تخصيص در حالت قطعي براي راهكارهاي اجرايي *سياست توسعه صنعت و جذب سرمايه‌گذاري* نشان داده شده است. براي يافتن اين جواب‌ها از نرم‌افزار *LINGO* استفاده شده است.

اكنون قالب فازي مسئله تخصيص بالا را براي در بـر گـرفتن مـواردي فرمولـه مـي‌كنـيم كـه بـا داده‌هاي مبهم و نامطمئن مواجه هستيم.

الگوريتم‌هاي مختلفي براي تبديل يك مسئله برنامه‌ريزي فازي به حالت قطعي و در نهايـت حـل آن ارائه شده است. از جمله، روش زيمرمن، روش ناراسـيمان، روش حنـان، روش يانـگ، ايگنيزيـو و

كيم، روش اينوگوچي، ايچي هاشي و كيم، روش تيـواري، روش معماريـاني، و روش روبـين معرفـي شده‌اند[۱]. در اين مقاله، الگوريتم زيمرمن معرفي مي‌شود.

در الگوريتم زيمرمن فرض مي‌شود كه صورت فازي مسئله بهينه‌يابي به شكل زير است:

$$\begin{aligned}&\text{Find } x \text{ such that:}\\ &c^t x \underset{\cong}{>} g\\ &Ax \underset{\cong}{<} b\end{aligned} \tag{۱۲}$$

كه در آن علامت $\underset{\cong}{>}$ شكل فازي شده $\geq$ بوده و به معني "تقريباً بزرگ‌تر از" است. چنانچـه ضـرايب تابع‌هدف را در ضريب منفي ضرب كنيم، مي‌توان صورت ماتريسي (۱۲) را به شكل زيرباز نويسي كرد:

$$\begin{aligned}&\text{Find } x \text{ such that:}\\ &\begin{bmatrix}-c^t\\ A\end{bmatrix} x \underset{\cong}{<} \begin{bmatrix}-g\\ b\end{bmatrix}\\ &x \geq 0\end{aligned} \tag{۱۳}$$

اگر ماتريس $(m+1)\times n$ ضرايب بردار x را با B و بردار $(m+1)\times 1$ ضرايب سمت راست را با d نشان دهيم، (*به عبارت ديگر صورت مسئله به يافتن بردار* x *به گونـه‌اي‌كـه* $Bx \underset{\cong}{\leq} d$ *باشـد، تبـديل مي‌شود)* در آن صورت هر يك از $m+1$ سطر مدل (۱۳) را مي‌توان به صورت يك مجموعـه فـازي با تابع عضويت $\mu_i(x)$ نمايش داد. يعني خواهيم داشت:

$$\begin{bmatrix}\mu_g(-c^t x)\\ \mu_b(Ax)\end{bmatrix} \tag{۱۴}$$

تابع‌عضويت‌مجموعه فازي "تصميم " در مدل (۱٤) بر اساس *تعريف تصميم‌گيري فازي* عبارت است از:

$$\mu_{\tilde{D}}(x) = \min_i \{\mu_i(x)\} \tag{۱۵}$$

$\mu_i(x)$ در بالا را مي‌توان درجه‌اي تعبير نمود كه متغير x نامساوي $B_i x \leq d_i$ را تحقـق مـي‌بخشـد. (B_i بيانگر $i-$ امين رديف ماتريس B است)

---

۱. آذر و معماریاني(ب۱۳۷٤) مرور جامعي بر اين روش‌ها ارائه كرده‌اند.

ه) تعریف تصمیم‌گیري فازي

بلمن و زاده[1] در سال ۱۹۷۰ تعریف تصمیم گیري فازي را به صورت زیر ارائه کرده‌اند: فرض کنید، یك آرمان فازي به شكل $\tilde{G}$ و یك محدودیت فازي به شكل $\tilde{C}$ در فضاي متغیرهاي رقیب X داریم. در این صورت ترکیب $\tilde{G}$ و $\tilde{C}$ *تصمیم* $\tilde{D}$ را شكل مي‌دهند كه یك مجموعه فازي حاصل از اشتراك $\tilde{C}$ و $\tilde{G}$ است. به عبارت دیگر، $\tilde{D}=\tilde{G}\cap\tilde{C}$ که در نتیجه $\mu_{\tilde{D}}=\min\{\mu_{\tilde{G}},\mu_{\tilde{C}}\}$. (زیمرمن ۱۹۹٦)

جواب بهینه و قطعي مدل (۱۵) در واقع *بزرگ‌ترین جواب* این مدل است که از حل مسئله برنامه‌ریزي غیر خطي زیر به دست مي‌آید:

$$\underset{x\geq 0}{\text{Max}}\ \underset{i}{\text{Min}}\{\mu_i(x)\}=\underset{x\geq 0}{\text{Max}}\,\mu_{\tilde{D}}(x) \tag{16}$$

براي حل مسئله بالا لازم است که توابع عضویت $\mu_i(x)$ تعیین شوند. اگر محدودیت‌ها (که اکنون شامل تابع هدف نیز هستند) کاملاً نقض شوند، مقدار $\mu_i(x)$ برابر ۰ و اگر کاملاً تحقق یابند، برابر ۱ خواهد بود. بین این دو مقدار ، توابع عضویت به صورت یكنواخت افزایش مي‌یابند. با استفاده از ساده‌ترین شكل یك تابع عضویت مي‌توانیم مقدار $\mu_i(x)$ با مشخصات بالا را به صورت زیر طراحي كنیم:

$$\mu_i(x)=\begin{cases}1 & \text{if}\quad B_i x\leq d_i\\ 1-\dfrac{B_i x-d_i}{\tau_i} & \text{if}\quad d_i<B_i x\leq d_i+\tau_i \qquad i=1,\dots,m+1;\ \tau\geq 0\\ 0 & \text{if}\quad B_i x>d_i+\tau_i\end{cases} \tag{17}$$

که در آن τ_i دامنه نوسان یا حد تحمل[2] است که نقض محدودیت‌ها یا تابع هدف در آن فاصله از سوي تصمیم‌گیر قابل قبول است. این فواصل اطمینان مقادیر ثابتي هستند که به صورت ذهني انتخاب مي‌شوند. بر اساس الگوریتم حل زیمرمن، مسئله بالا را مي‌توان به صورت زیر به یك مسئله قطعي تبدیل و حل نمود:

$$\begin{aligned}&Max\quad \lambda\\ &st:\\ &\qquad \lambda\tau_i+B_i x\leq d_i+\tau_i \qquad i=1,\dots,m\\ &\qquad x\geq 0\end{aligned} \tag{18}$$

---

۱. Bellman & Zadeh(۱۹۷۰)

۲. Tolerance

بنابراين، اگر بردار $(\lambda, x_{\circ})$ جواب مسئله (۱۸) باشد، و با فـرض توابـع عضـويت ماننـد آنچـه در (۱۷) تعريف شده است، در آن صورت $x_{\circ}$ ، بزرگ‌ترين جواب مدل (۱۲) و (۱۳) خواهد بود. بر اين اسـاس و با فرض اين كه محدوديت‌هاي سيستم در مدل (٦) غير فازي باشند، شكل فازي مدل (۷) به صـورت (۱۹) تبديل مي‌شود:

$$
\begin{aligned}
& Max \quad \lambda \\
& st: \\
& \lambda \tau_1 + \sum_t^T \sum_i^I \sum_j^J (-w_{tij}) X_{tij} \le \tau_1 \\
& \lambda \tau_2 + \sum_I^I \sum_j^J (R_{ij} - \sum_t^T X_{tij}) \le \tau_2 \\
& \sum_t^T X_{tij} \le x_{ti} Y_t ; \forall i, j \\
& X_{tij}^{\min} \le X_{tij} \le X_{tij}^{\max} ; \forall i, j, t
\end{aligned}
\qquad (۱۹)
$$

در صورتي كه محدوديت درآمدي را نيز فـازي تلقـي كنـيم در آن صـورت محـدوديت زيـر بـه جـاي محدوديت سوم در مدل (۱۹) وارد مي‌شود.

$$
\begin{aligned}
& \lambda \tau_k + \sum_j^J X_{tij} \le x_{ti} Y_t + \tau_k ; \forall k = 3, 4, \ldots, I + J \\
& \qquad i = 1, \ldots, I ; j = 1, \ldots, J
\end{aligned}
\qquad (۲۰)
$$

مسئله بالا يك مسئله استاندارد برنامه‌ريزي خطي بوده كه از نظر محاسباتي حل آن نسبت به مدل (۱۱) به مراتب ساده‌تر و كاراتر مي‌باشد. در زير جواب‌هاي به دست آمـده از حـل مـدل تخصـيص در حالت فازي با الگوريتم زيمرمن براي راهكارهاي اجرايي *سياست توسعه صنعت و جذب سرمايه‌گـذاري* نشان داده شده است.

خلاصه و نتيجه‌گيري

اين مقاله در پي طراحي و ارائه الگويي براي تخصيص برنامه‌ريزي شده منابع مالي است. الگوي پيشنهادي از سه بخش اصلي تشكيل شده است. بخش اول، دربرگيرنده برنامة توسعه ميان مدت است كه در آن چارچوب برنامه‌ريزي سلسله مراتبي، اهداف، سياست‌ها و راهكارهاي اجرايي تعيين و اولويت‌بندي مي‌شوند. بخش دوم، يك سيستم كنترل كننده است كه دربرگيرنده معادلات فضاي حالت (براي بيان ارتباط بين متغيرهاي حالت وكنترل) بوده و مقادير قابل تخصيص بهينه براي سياست‌هاي برنامه توسعه در طول دوره برنامه را به دست مي‌دهد. بخش سوم، الگوي تخصيص منابع مالي يك مدل برنامه‌ريزي آرماني با دو دسته هدف كلي و مجموعه‌اي از محدوديت‌هاست كه وظيفه تعيين بهينه مقادير قابل تخصيص در هر سال به راهكارهاي اجرايي در برنامه توسعه را به عهده دارد.

به دليل ساختار خاص حاكم بر منطقه آزاد كيش، و مشكلاتي كه در زمينه تخصيص منابع مالي در اين سازمان وجود دارد، و نيز به دليل امكان بررسي و كنترل منابع مالي متناسب با اهداف توسعه‌اي مربوط به اين منطقه، الگوي پيشنهادي براي سازمان منطقه آزاد كيش به منزلة يك مطالعه موردي آزمون شده كه بخشي از نتايج آن در اين مقاله آمده است. ابتدا بر اساس الگوهاي تصميم‌گيري چند معياره، به تعريف، تعيين و اولويت‌بندي اهداف، سياست‌ها و راهكارهاي اجرايي اين منطقه در طي يك دوره برنامه‌ريزي شده چهار ساله پرداخته شده و سپس خروجي‌هاي اين برنامه (مقادير كمي اهداف و ضرايب اولويت‌بندي شده اهداف، سياست‌ها و راهكارهاي اجرايي) به مثابه ورودي يك سيستم كنترلي، براي تعيين سهم سياست‌هاي برنامه توسعه منطقه از كل منابع مالي قابل وصول به كار رفته است. در بخش پاياني، از خروجي‌هاي سيستم كنترل كننده و نيز ضرايب اولويت بندي شده در برنامه توسعه منطقه، براي تعيين ميزان ريالي و بهينه هر يك از راهكارهاي اجرايي در طول سال‌هاي برنامه و در قالب يك الگوي برنامه‌ريزي آرماني استفاده شده است. اين الگو ابتدا با در نظر گرفتن قطعي‌بودن ضرايب و پارامترهاي آن و سپس با فازي كردن ضرايب و پارامترها حل شده و جواب‌هاي آنها با يكديگر مقايسه شده‌اند.

به طور خلاصه، الگوي ارائه شده در اين مقاله كه يك الگوي مبتني بر برنامه‌ريزي رياضي و نظام تصميم‌گيري چند معياره با پارامترهاي فازي و قطعي است، ويژگي‌ها و مشخصات زير را دارد:

۱. يك الگوي پويا كه برخي از ضرايب توابع محدوديت به صورت درون مداري و بر اساس يك سيستم بازخوردي تعيين مي‌شوند.

۲. دارا بودن آرماني براي تخصيص نزديك‌ترين مقدار به وجوه پيش بيني شده براي اتمام طرح در طول دوره برنامه‌ريزي كه با هدف پيشگيري از ناتمام ماندن پروژه‌ها و طرح‌هاي عمراني ناشي از عدم پرداخت منابع مالي كافي تعريف شده است.

۳. در برگيرندة ساختار كنترلي است كه مي‌تواند ميزان اثر بخشي سهم هر سياست برنامه توسعه از كل ميزان منابع مالي قابل وصول بر اهداف برنامه را اندازه‌گيري و متناسب با اهداف تعيين شده، در هر سال از اجراي برنامه توسعه سهم سياست‌هاي اصلي برنامه را تغيير دهد.

با وجود اين كه روش‌هاي مورد استفاده در اين مقاله مبتني بر الگوهاي رياضي دقيق و پيشرفته است، كه طراحي و حل آنها مستلزم صرف وقت و دقت فراوان است، در مجموع مي‌توان ادعا كرد كه استفاده از الگوي معرفي شده در اين مقاله بنا به دلايل زير مي‌تواند در ساماندهي و تخصيص بهينه منابع مالي در سازمان منطقه آزاد كيش (و در سطوح وسيع‌تر مانند كل كشور) مؤثر بوده، و چارچوبي را براي نظارت و ارزيابي آثار بودجه تخصيصي بر متغيرهاي كلان اقتصادي فراهم سازد.

۱. نظام تخصيص منابع مالي در سازمان منطقه آزاد كيش يك نظام بودجه‌ريزي برنامه‌اي نيست. به همين علت با تغيير مديريت‌ها در اين سازمان برخي از طرح‌ها و پروژه‌هاي اجرايي در آن ناتمام مانده و فاقد توجيه لازم براي ادامه مي‌گردند. استفاده از نظام برنامه‌ريزي و تخصيص منابع مالي مبتني بر اهداف، سياست‌ها و طرح‌هاي معرفي شده در آنها، درجه موفقيت برنامه‌هاي توسعه منطقه را افزايش مي‌دهد.

۲. نظام آماري و اطلاعات رسمي در منطقه آزاد كيش (همانند نظام آمار رسمي كشور) عموماً مبهم و نا دقيق هستند. استفاده از الگوي ارائه شده در اين مقاله كه مبتني بر منطق فازي است مي‌تواند نتايج با قابليت اطمينان بيشتري داشته باشد.

منابع

الف) فارسي

آذر، عادل و عزيزاله معماريـان. (الـف ۱۳۷٤). "AHP *تكنيكـي نـوين بـراي تصـميم گيـري گروهـي*". *فصلنامه علمي و پژوهشـي دانـش مـديريت*، شـماره ۲۷ و ۲۸. دانشـكده علـوم اداري و مـديريت بازرگاني. دانشگاه تهران. صص۲۲-۳۲.

آذر، عادل و عزيزاله معمارياني. (ب ۱۳۷٤). "*برنامه‌ريزي آرماني شولا؛تكنيكي نوين براي برنامه‌ريـزان*". *نشريه علمي دانشگاه شاهد*. سال سوم. شماره ۹ و۱۰. صص۱-۱۲.

آذر، عادل. (۱۳۷٤). *طراحي مدل رياضي برنامه‌ريزي هزينه در سازمانهاي دولتي كشور- رويكرد قطعـي و فازي*. رسالة دكتري. دانشگاه تهران. دانشكده مديريت.

احمدي، اكبـر. (۱۳۸۱). "بـرآوردي از اقتصـاد سـياه در ايـران بـا اسـتفاده از منطـق فـازي". *فصـلنامه پژوهش‌هاي اقتصادي ايران*. شماره ۱۰. مركز تحقيقات اقتصاد ايران. دانشگاه علامه طباطبايي.

ارقامي، ناصر. (۱۳۷۲). "*مروري بر رگرسيون فازي*". گزارش نخستين سمينار مجموعه‌هاي مشكك و كاربرد آنها. دانشگاه شهيد باهنر كرمان.

توفيق، علي اصغر. (۱۳۷۸). *تصميم گيري براي مـديران*. تـأليف تومـاس سـاعتي. انتشـارات سـازمان مديريت صنعتي. تهران.

زاهدي، مرتضي. (۱۳۷۸). *تئوري مجموعه‌هاي فازي و كاربردهاي آن*. نشر كتاب دانشگاهي. تهران.

صالحي، اسماعيل. (۱۳۷۷). "طرح مطالعاتي جزيره سالم كيش". سازمان منطقه آزاد كيش. معاونت طرح و برنامه. جزيره كيش.

طاهري، سيد محمود. (۱۳۷۸). *آشنايي با نظري مجموعه‌هاي فازي*. انتشارات جهاد دانشگاهي مشهد.

علوي، سيد ابوالقاسم. (۱۳۷۷). "*قلمرو، مضامين و حد تفصيل برنامه*". مجموعه مباحث و مقالات اولين همايش تدوين برنامه سوم توسعه كشور. جلد ششم. معاونت امور اقتصـادي و همـاهنگي سـازمان برنامه و بودجه. صص۱۱۵-۱۲۴.

فرج وند، اسفنديار. (۱۳۸۰). *فراگرد تنظيم تا كنترل بودجه*. تبريز. انتشارات گلباد.

قدسي پور، سيد حسن. (۱۳۷۹). *فرآيند تحليل سلسـله مراتبـي AHP* . چـاپ دوم. انتشـارات دانشـگاه صنعتي اميركبير. تهران.

لي وانگ. (۱۳۷۸). *سيستمهاي فازي و كنترل فازي*. ترجمة محمد تشنه لب، نيما صـفارپور. داريـوش افيوني. تهران. دانشگاه صنعتي خواجه نصير طوسي.

هيلير، فردريك س. و جرالد ج. ليبرمن. (۱۳۷۰). *تحقيق در عمليـات- جلـد اول برنامـه‌ريـزي خطـي*. ترجمة محمد مدرس و اردوان آصف وزيري. چاپ چهارم. نشر تندر. تهران.

ب) انگليسي

Canz, T. (۱۹۹۶). *Fuzzy Linear Programming in DSS for Energy System Planning*. Working Paper. *Institute for Energy Economics and the Rational Use Of Energy*. University of Stuttgart. Stuttgart. Germany .

Greenberg R.R. and T.R. Nunamakar. (۱۹۹۴). “Integrating the Analytical Hierarchy Process (AHP) into the Multi-objective Budgeting Models of Public Sector Organizations”. Socio-Economic Planning Science. Vol.۲۳. No. ۳. pp. ۱۹۷-۲۰۶.

Habeeb Y.A. (۱۹۹۱). “Adaptive Multi-Criteria Planning to the Nigerian Economy”. *Journal of Operational Research Society.* Vol. ۴۲, No. ۱۰. pp. ۸۸۵-۸۸.

Ramik, J. (۲۰۰۰). ″Fuzzy goals and fuzzy alternatives in goal programming problems″. *Fuzzy Sets and Systems.* Vol. ۱۱۱, pp. ۸۱-۸۶.

Rubing, P.A. and Narasimhan, R. (۱۹۸۴). “Fuzzy goal programming with nested priorities”. *Fuzzy Sets and Systems*. No. ۱۴, pp. ۱۱۵-۲۹.

Tiwari ,R.N., Dharmar, S. and Rao, J.R . (۱۹۸۷). “Fuzzy goal programming- an additive model”. *Fuzzy Sets and Systems*. No. ۲۴, pp. ۲۷-۳۴.

Wang L. (۱۹۹۷). "Combining mathematical model and heuristics into controllers: An adaptive fuzzy control approach". *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. ۸۹. pp. ۱۵۱-۱۵۶.

Zanakis S.H. (۱۹۹۱). “A Multi-criteria Approach for Library Needs Assessment and Budget Allocation”. *Socio-Economic Planning Science*. Vol. ۲۵۱. No. ۳.

Zimmerman, H. (۱۹۹۶). *Fuzzy set Theory and its applications*, ۳rd ed. Kluwer Academic Publishers. London.

Zimmermann H.J. (۱۹۷۸). “Fuzzy programming and linear programming with several objective functions”. *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. ۱, pp. ۴۵-۵۵.