

اولویت‌های توسعه بخش صنعت استان اصفهان براساس روش و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

دکتر مجید صامتی * دکتر مرتضی سامتی * مریم اصغری **

رتبه‌بندی / بخش صنعت / توسعه / تحلیل سلسله مراتبی (AHP) / اصفهان

چکیده

محدودیت منابع در اقتصاد با توجه به نیازهای متفاوت انسان موضوعی است که پیشرفت فناوری توانسته است بخشی از آن را مرتفع سازد، لیکن همواره در تأمین اهداف اقتصادی در مقیاس خرد و کلان موجب ایجاد رقابت یا برخورد اهداف خواهد شد. سیاست‌گذاران و عواملان اقتصاد در صدد یافتن راه حلی جهت کاهش اثرات این نوع محدودیت‌ها از طریق تخصیص بهینه منابع در اختیار بوده‌اند. روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ابزاری است که می‌تواند به نوعی با تکنیک‌های ریاضی در تدوین هدف تخصیص بکار گرفته شود. از ویژگی‌های آن تصمیم‌گیری و انتخاب براساس نظر متخصص می‌باشد. در این مطالعه با استناد به روش فوق و استفاده از نرم‌افزار Expert Choice در تلاش برای رسیدن به یک الگوی کاربردی در تدوین اولویت‌ها و تخصیص منابع استان اصفهان در بخش صنعت هستیم. علیرغم اینکه نرم‌افزار فوق حداکثر می‌تواند تا نه معیار را دریافت کند و عملکردهای قسمت‌های مختلف بخش صنعت در دسترس نبوده، لیکن الگوی

* عضو هیأت علمی دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان

** کارشناس ارشد علوم اقتصادی

1. Analytical Hierarchi Process

فوق تدوین و اولویت‌های بخش مذکور رتبه‌بندی شده‌اند که احتمال دارد برخی از این محدودیت‌ها مانع ارائه دقیقتر الگوی رتبه‌بندی شده باشند. لیکن مهمترین دستاورد تحقیق استفاده از یک روش تئوریک به صورت کاربردی است که می‌تواند مقدمه‌ای برای گام‌های بعدی و بکارگیری این روش در ابعاد گوناگون باشد.



Archive of SID

مقدمه

توسعه اقتصادی به صورت بخشی یا منطقه‌ای مستلزم داشتن یک الگوی جامع مطالعه شده بر حسب اهداف سیاستگذار می‌باشد. بدیهی است در یک برنامه توسعه جهت رسیدن به اهداف برنامه، بودجه یک ابزار اساسی است.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان متولی تخصیص این منبع در سه بخش کشاورزی، صنعت و خدمات در مؤسسات و نهادهای دولتی است؛ اگر چه تجربه کارشناسان در هدف طرح مسائل احساسی و حوادث پیش‌بینی نشده بعضاً فائق بر نظر کارشناسان است و این سبب خواهد شد که هدف تخصیص بودجه در مسیر توسعه بخش‌های اقتصادی تأمین نشده و یا از کارایی لازم برخوردار نباشد.

برای رفع مشکلات فوق در این مقاله از روشی بنام فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده خواهد شد. این روش، شیوه‌ای برای ساماندهی اطلاعات و قضاوت‌ها و بکاربردن آنها در تصمیم‌گیری براساس توانایی، احساسات و منطق موضوع مورد نظر ارائه می‌دهد، پس از آن قضاوت‌ها در قالب نتیجه‌ای با هم ترکیب می‌نمایند که با انتظارات درونی همخوانی دارد. فرایند فوق برای حل مسائل پیچیده به وسیله سلسله مراتبی از معیارها و نتایج و به وسیله استخراج قضاوت‌ها در جهت پیشبرد تقدم‌ها به ما کمک می‌کند. از این فرایند برای طبقه‌بندی گزینه‌ها و تخصیص منابع می‌توان استفاده کرد.^۱

در این مقاله از تکنیک فوق برای طبقه‌بندی و اولویت‌بندی اهداف توسعه و گسترش صنایع مختلف در استان اصفهان استفاده شده است که در این روش کلیه قضاوت‌ها و خط‌مشی‌های مدیران استان در بخش فوق با انعطاف فراوانی که دارند مدنظر قرار گرفته و اکثر مسائل اقتصادی وارد مدل می‌شوند و در نهایت اولویت‌های استان در بخش صنعت مشخص شده است.

۱. ساعتی، توماس ال (۱۳۷۸)

۱. مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی را می‌توان در پنج مرحله اصلی شامل تشکیل درخت سلسله مراتبی، مقایسه زوجی جایگزین‌ها و معیارهای تحقیق، عملیات محاسبه داده‌ها، تحلیل حساسیت و نرخ ناسازگاری ترسیم و اجرا نمود.

۲. ترسیم و تشریح درخت سلسله مراتبی

درخت سلسله مراتبی دارای سه سطح اصلی هدف، معیارها و گزینه‌ها است که سطح معیار آن قابل تقسیم به زیر معیارهای متعدد می‌باشد.

هدف: به پرسش اصلی تحقیق یا مشکلی که قصد داریم آن را حل نماییم هدف گفته می‌شود. هدف بالاترین سطح درخت سلسله مراتبی است و تنها یک پارامتر دارد که انتخاب آن وظیفه بالاترین سطح تصمیم‌گیری پروژه می‌باشد.

معیارها: به ملاک‌های متضمن هدف و سازنده آن معیار گفته می‌شود. معیارها در واقع سنگ محک هدف یا وسیله اندازه‌گیری آن می‌باشد. هر اندازه معیارها بیشتر اجزاء هدف را پوشش دهند و بیشتر بیان‌کننده هدف باشند، احتمال گرفتن نتیجه دقیق‌تر افزایش خواهد یافت.

معیارها دومین سطح درخت سلسله مراتبی پس از هدف می‌باشند. در این سطح می‌توانیم بنا به ضرورت به تعداد مورد نیاز معیار در سطح افقی ترسیم و تنظیم نماییم. معیارهای قابل تقسیم به زیر معیارها و زیر معیارها قابل تقسیم به زیر معیارهای بعدی می‌باشند. این وضعیت می‌تواند بسته به ضرورت تا n زیر معیار در سطح عمودی و افقی افزایش پیدا نماید.

جایگزین‌ها: جایگزین‌ها در واقع منظور و مقصد هدف در درخت سلسله مراتبی

می‌باشند و پاسخ هدف از میان جایگزین‌های ترسیم شده به دست می‌آید. جایگزین‌ها آخرین سطح درخت سلسله مراتبی می‌باشند و بستگی به چگونگی استفاده از روش "AHP" دارد. در مواردی که از این تکنیک به منظور انتخاب یا اولویت‌بندی استفاده می‌شود، عموماً تعیین جایگزین‌ها محقق صورت می‌گیرد زیرا اوست که تعیین می‌کند از میان کدام

جایگزین‌ها باید انتخاب صورت گیرد یا چه جایگزین‌هایی باید اولویت‌بندی شود.^۱

۳. تعیین معیارها، زیر معیارها و جایگزین‌ها

۳-۱. کشف، شناسایی و دسته‌بندی معیارها، زیر معیارها و جایگزین‌ها

در این بخش باید دست کم یک نفر را که دارای سوابق علمی و پژوهشی در زمینه هدف و مسلط به روش تحقیق باشد برای شناسایی، کشف و دسته‌بندی معیارها، زیر معیارها و جایگزین‌ها به کار گرفته شود. این فرد باید با استفاده از دانش خویش، انجام مطالعات تکمیلی، تحقیقات میدانی و مصاحبه اقدامات لازم را در این زمینه به انجام رساند و در نهایت مجموعه معیارها و جایگزین‌ها مرتبط با هدف را گردآوری و به صورت دقیق و قابل توجیه دسته‌بندی و در نهایت تعریف نماید.

۳-۲. استاندارد کردن معیارها، زیر معیارها و جایگزین‌ها

در این مرحله با استفاده از روش دلفای، مجموعه معیارها، زیر معیارها و جایگزین‌ها که در بخش قبلی شناسایی و دسته‌بندی شده‌اند، استاندارد می‌گردند. برای این منظور چهار مرحله طراحی و اجرا خواهد شد.

۱. **تعیین گروه قضاوت کارشناسی:** در این مرحله باید مجموعه‌ای از کارشناسانی را که در گیر فعالیت‌های اجرایی در زمینه هدف مورد نظر می‌باشند برای تشکیل گروه قضاوت‌کننده، دعوت نمایند. این افراد در خصوص ارتباط یا عدم ارتباط معیارها، زیر معیارها و جایگزین‌ها با هدف، قضاوت خواهند کرد.

۲. **طراحی پرسشنامه:** پرسشنامه دلفای دارای چهار قسمت می‌باشد که شامل جدول مقیاس ۱۰ درجه‌ای، پرسش‌های پرسشنامه دلفای، جدول پیشنهادها در خصوص حذف، اصلاح یا اضافه کردن معیارها و زیر معیارها، جدول ثبت امتیازات مقایسه زیر معیارها و جایگزین‌ها می‌شود.

۱. عبدالله خانی (۱۳۸۰)

● **جدول مقیاس ۱۰ درجه‌ای:** در این بخش جدولی با مقیاس ۱۰ درجه برای سنجش اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها طراحی می‌شود. این جدول وسیله‌ای است که به گروه قضاوت کارشناسی کمک می‌کند تا ارزش عددی اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها را نسبت به یکدیگر مشخص نمایند. جدول از سه بخش امتیاز، نشانگر و جمله اظهاری تشکیل شده است.

● **پرسش‌های پرسشنامه دلفای:** در این بخش پرسش‌های پرسشنامه دلفای براساس معیارها، زیرمعیارها و جایگزین‌های پیشنهاد شده توسط گروه تحقیق طراحی خواهد شد.

شایسته است برای نزدیک کردن تصاویر و برداشت‌های ذهنی گروه قضاوت کننده شاخص‌های مناسبی برای هر یک از معیارها و زیرمعیارها تدارک دیده شود تا گروه قضاوت کارشناسی نسبت به همه معیارها ذهنیت مشترکی پیدا نمایند و بر اساس آن قضاوت کنند.

● **جدول ثبت پیشنهادها در خصوص حذف، اصلاح یا اضافه کردن:** در این بخش جداولی طراحی خواهد شد که به قضاوت کننده این امکان را می‌دهد تا پیشنهادهای اصلاحی خود را در خصوص معیارها و زیرمعیارها ارائه دهد.

● **جدول ثبت امتیاز معیارها، زیرمعیارها و جایگزین‌ها:** در این بخش جداولی طراحی خواهد شد که در آنها امتیاز داده شده توسط گروه قضاوت کننده به هر یک از معیارها و زیرمعیارها ثبت خواهد شد. تعداد این جداول بستگی به تعداد سطوح معیارها و زیرمعیارها دارد. به گونه‌ای که برای سطح اول معیارها یک جدول و برای سطوح بعدی که شامل زیرمعیارها می‌شود به تناسب هر یک از زیرمجموعه‌ها یک جدول در نظر گرفته خواهد شد. بنابراین در مرحله اول اهمیت هر یک از معیارها سنجیده خواهد شد و در صورتی که معیارها توسط تیم قضاوت کننده حائز شرایط استاندارد تشخیص داده شد، اهمیت زیرمجموعه هر یک از این معیارها بررسی خواهد گردید.

۳-۳. محاسبه اعتبار معیارها، زیرمعیارها و جایگزین‌ها

پس از تعیین ارزش عددی اهمیت هر یک از معیارها، زیر معیارها و جایگزین‌ها توسط گروه قضاوت کارشناسی، عملیات محاسبه اعتبار برای استاندارد کردن آنها آغاز می‌شود. در این مرحله با استفاده از میانگین حسابی، میانگین هر یک از معیارها و سپس زیرمعیارهای مربوط به هر معیار محاسبه شده و در نهایت مجموعه معیارها و زیرمعیارهایی که ارزش عددی ۷ و بالاتر را از روی جدول مقیاس اندازه‌گیری کسب کرده‌اند به عنوان معیارها، زیرمعیارها و جایگزین‌های استاندارد شده انتخاب خواهد شد.

۳-۴. جدول معیارها، زیرمعیارها و جایگزین‌های نهایی و استاندارد شده

در این مرحله مجموعه معیارها و جایگزین‌هایی که توانسته‌اند امتیاز ۷ از ۱۰ را کسب کنند به عنوان معیارها، زیرمعیارها و جایگزین‌های نهایی در جداول جداگانه ثبت خواهند شد. این مجموعه پایه و اساس گردآوری داده‌های "AHP" را تشکیل می‌دهند و با پایان این مرحله، بخش ترسیم درخت سلسله مراتبی پایان خواهد پذیرفت.

۴. گردآوری داده‌ها

پس از ثبت زیرمعیارهای استاندارد شده، مجموعه زیرمعیارها به دو دسته کلی زیرمعیارهای کمی و کیفی تقسیم خواهند شد. زیرمعیارهای کمی، زیرمعیارهایی هستند که داده‌های آنها به صورت اعداد و ارقام حقیقی قابل گردآوری است.

زیرمعیارهای کیفی، زیرمعیارهایی هستند که تنها از طریق نگرش شناختی افراد می‌توان داده‌های آن را به دست آورد. برای گردآوری داده‌های کیفی، ترسیم و اجرای سه مرحله ضروری است. این مراحل شامل طراحی پرسشنامه گردآوری داده‌ها، تعیین جامعه نمونه و طراحی جداول مقایسه‌های زوجی می‌باشد.

۴-۱. طراحی پرسشنامه

در این بخش با استفاده از زیرمعیارهای استاندارد شده، پرسشنامه گردآوری داده‌ها

طراحی خواهد شد.

در این پرسشنامه تعداد پرسش‌ها متناسب با تعداد زیرمعیارها است. پرسش‌ها به صورت مقایسه بیان هر یک از آخرین سطح زیرمعیارها و جایگزین‌ها طراحی خواهد شد و پرسش شونده باید براساس آن پاسخ گوید.

برای آنکه برداشت‌های ذهنی پرسش‌شوندگان نسبت به پرسش‌ها به یکدیگر نزدیک شود ارائه شاخص‌های مناسب مرتبط با زیرمعیار مناسب خواهد بود.

۲-۴. تعیین جامعه نمونه

انتخاب افراد پرسش‌شونده به صورت عمدی، طبقه‌ای و سهمیه‌ای صورت خواهد گرفت. در این روش از انتخاب تصادفی افراد به شدت باید پرهیز کرد.

نحوه انتخاب بدین شکل است که در ابتدا باید با توجه به هدف پروژه و همچنین کمی یا کیفی بودن زیرمعیارها و جایگزین‌ها آنها را طبقه‌بندی نمود، سپس به تناسب تعداد زیرمعیارها یا جایگزین‌های قرار گرفته در هر طبقه، سهمیه مناسبی از پرسش‌شوندگان را به آنها اختصاص داد و در آخر، از میان افرادی که دارای اطلاعات کارشناسی مناسب در خصوص زیرمعیارها و جایگزین‌ها و از جهت نوع کار و تخصیص نیز ترجیحاً درگیر فعالیت‌های مرتبط با آن می‌باشند، سهمیه‌های اختصاصی به هر طبقه از زیرمعیارها و جایگزین‌ها را پر نمود.

با انجام این اقدامات، مجموعه افرادی که از آنان پرسش شده و همچنین تعداد و نوع پرسش‌ها مشخص خواهد شد.

۳-۴. جدول مقایسه زوجی

در این بخش سه نوع جدول داریم که شامل جدول مقیاس مقایسه زوجی جایگزین‌ها و آخرین سطح زیرمعیارها، و جدول ماتریس مقایسه زوجی معیارها و زیرمعیارها با یکدیگر می‌باشد.

در روش "AHP" با استفاده از منطق فازی^۱ که به صورت پیوستاری است جدولی ۹ یا

1. Fazy Logic

۱۱ درجه‌ای تهیه می‌شود. این جدول دارای اعداد صحیح ۱ تا ۹ یا ۱۱ می‌باشد که برای هر وضعیت از مقایسه، یک عدد در نظر گرفته شده است.

مقیاس مقایسه زوجی

وزن یا ارزش	وضعیت مقایسه
۱	یکسان
۲	یکسان تا نسبتاً بیشتر
۳	نسبتاً بیشتر یا ضعیف
۴	نسبتاً بیشتر تا بیشتر
۵	بیشتر یا قوی
۶	بیشتر تا خیلی بیشتر
۷	خیلی بیشتر یا خیلی قوی
۸	خیلی بیشتر تا خیلی، خیلی بیشتر
۹	خیلی، خیلی بیشتر یا کاملاً مرجح

قطر ماتریس این مقیاس به طور طبیعی عدد ۱ است زیرا در مقایسه ماتریسی، مقایسه دو جایگزین مشابه یکسان خواهد بود. از سوی دیگر معکوس مقایسه دو جایگزین با یکدیگر در خصوص یک زیرمعیار به صورت کسری ثبت خواهد شد.

جدول ماتریس مقیاس مقایسه زوجی جایگزین‌ها و آخرین سطح زیرمعیارها:

پس از تهیه جدول مقیاس مقایسه زوجی، وارد شدن به مرحله دوم مقایسه‌ها امکان‌پذیر می‌گردد. برای مقایسه گزینه‌ها و زیرمعیارها با یکدیگر باید جداولی طراحی شود.

این جدول دارای چند ستون عمومی و چند سطر افقی است که در سطر و ستون اول، تمامی جایگزین‌های موجود نوشته می‌شود. در بالای این جداول مکانی برای ثبت زیرمعیارها در نظر گرفته شده است. بنابراین هر زیرمعیار که در واقع آخرین سطح معیارها قبل از جایگزین‌ها می‌باشد، در بالای هر یک از جداول قرار می‌گیرد و جایگزین‌ها براساس تک تک زیرمعیارهای مرتبط با هدف، با یکدیگر مقایسه خواهند شد. در هر جدول برای هر مقایسه، یک خانه در نظر گرفته شده است که پرسش شونده با مطالعه

پرسشنامه طراحی شده، در مقایسه دو جایگزین با یکدیگر در برابر یک زیرمعیار، ارزش عددی مشخصی را براساس جدول مقیاس مقایسه‌ای در خانه مذکور ثبت خواهد نمود. جدول مقایسه به دو بخش راست و چپ ردیفی از اعداد یک واقع در قطر تقسیم خواهد شد. اعداد یک عددهایی هستند که پرسش کننده در مقایسه دو مورد مشابه در سلولهای مربوط به آن ثبت می‌نماید.

جدول ماتریس مقایسه زوجی معیارها و زیرمعیارها: در روش "AHP" وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها یکسان فرض نمی‌شود. به همین جهت پروفیسور ساعتی روشی تحت عنوان "ماتریس کلان"^۱ ابداع کرده که قادر است تأثیر معیارها و زیرمعیارهای مرتبط با هر مجموعه یا هر خوشه را بر یکدیگر و بر کل عملیات تحقیق محاسبه و اندازه‌گیری نمایند. تعیین وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها نسبت به یکدیگر توسط گروه قضاوت کارشناسی صورت خواهد گرفت. نحوه کار بدین شکل است که ابتدا معیارهای سطح اول در یک جدول که دارای دو ستون عمودی و افقی است ثبت خواهد شد و پرسش شونده براساس مقیاس مقایسه، وزن هر یک از معیارها نسبت به دیگری را معین خواهد نمود. سپس زیرمعیارهای هر یک از معیارهای سطح اول با یکدیگر مقایسه خواهد شد و در مجموع با استفاده از روش ابداعی ساعتی وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها محاسبه می‌گردد تا در اندازه‌گیری نهایی عملیات تحقیق مورد بهره‌برداری واقع شود. در این مرحله عملیات گردآوری داده‌ها به پایان می‌رسد و آماده وارد شدن به مرحله سوم روش "AHP" می‌شویم.^۲

۵. عملیات محاسبه داده‌ها

محاسبه داده‌های پروژه، عملیاتی بسیار طولانی و نسبتاً پیچیده است، خصوصاً اگر تعداد سطوح عمودی معیارها و همچنین تعداد جایگزین‌ها و معیارها در سطح افقی گسترده باشد بر پیچیدگی و مطول شدن عملیات محاسبه به شدت افزوده خواهد شد. برای همین منظور یک شرکت تولید نرم افزار اروپایی یک بسته نرم‌افزاری تحت عنوان

1. Super Matrix

۲. همان ماخذ، صفحه ۳

"Expert Choice" طراحی کرده است. این بسته نرم‌افزاری دارای دو نوع آزمایشی و اصلی است که نوع آزمایشی آن در درخت سلسله مراتبی دارای ۳ سطح است. این سطوح شامل هدف، معیار و جایگزین‌هاست و در سطح افقی حداکثر ۹ جایگزین یا معیار را می‌تواند در خود جای می‌دهد بنابراین ویرایش تجاری آن نیز محدودیت‌های زیادی دارد. یعنی اگر تعداد جایگزین‌ها یا معیارها در سطح افقی از ۹ مورد بیشتر یا تعداد سطوح از ۵ سطح بالاتر باشد بسته نرم‌افزاری مذکور نیز قادر به محاسبه عملیات نمی‌باشد.

به نظر می‌رسد این بسته نرم‌افزاری برای انجام پروژه‌هایی که سطوح افقی و عمودی درخت سلسله مراتبی آنها پیچیدگی و گستردگی بسیار دارند کاربرد چندانی نداشته باشد.

۶. محاسبه میانگین هندسی

پس از ثبت پاسخ‌های پرسش‌شوندگان به پرسش‌ها، عملیات ترکیب جدول‌ها مقایسه‌ای هر یک از پرسش‌شوندگان با یکدیگر شروع خواهد شد. روش "AHP" برای این منظور از میانگین هندسی بهره برده است.

از آنجا که مقیاس‌های زوجی، داده‌هایی به صورت نسبت ایجاد خواهد کرد و نیز چون ماتریس مقایسه‌ای ماتریسی است، استفاده از میانگین هندسی در میان انواع میانگین‌ها مطلوبتر می‌باشد. در روش "AHP" با استفاده از میانگین هندسی، میانگین مقایسه جایگزین‌ها با معیارها و همچنین معیارها و زیرمعیارها و همچنین معیارها و زیرمعیارها با یکدیگر محاسبه خواهد شد.

برای محاسبه میانگین هندسی از دستور زیر استفاده می‌شود:

$$A_{ij} = \left[\prod_{k=1}^n a_{ij}^{(K)} \right]^{\frac{1}{n}}$$

در این دستور معنای هر یک از علائم به شرح زیر است:

A_{ij} : میانگین هندسی معیار a ؛

a : زیرمعیاری که با گزینه‌ها مقایسه می‌شود؛

ij : نام دو جایگزین که با یکدیگر مورد مقایسه قرار می‌گیرد؛

k : کد شخصی که از وی پرسش به عمل آمده است؛

n: تعداد افرادی که در خصوص یک زیر معیار از آنان پرسش شده است؛

II: علامت ضرب.

در روش "AHP" امکان تعیین وزن یا ارزش هر یک از پرسش شونده‌گان نیز وجود دارد که برای تعیین وزن دو راه حل وجود دارد.

راه اول استفاده از خود "AHP" است یعنی آن که اسامی هر یک از پرسش شونده‌ها را در دو ستون عمودی و افقی جدولی ثبت می‌کنیم، سپس از گروه قضاوت کارشناسی می‌خواهیم براساس مقیاس مقایسه‌ای برای مقایسه هر فرد با فرد دیگر امتیازی قائل شوند و پس از آن با طی مراحل بعدی روش "AHP" میزان وزن یا ارزش هر شخص را نسبت به اشخاص دیگر به دست می‌آوریم.

راه حل دوم آن است که با شاخص قرار دادن مجموعه‌ای از ملاک‌ها مانند سطح تحصیلات، میزان تجربه کاری، سابقه مدیریت و ... امتیاز هر شخص را به دست آورده و در نهایت جمع امتیاز آنان را به عنوان وزن آن افراد ملاک قرار داده که البته راه حل اخیر کوتاه‌تر و مفیدتر خواهد بود. پس از تعیین وزن هر یک از پرسش شونده‌گان با استفاده از فرمول میانگین هندسی می‌توان وزن هر پرسش شونده را در میانگین حاصل از مقایسه یک زیر معیار با مجموعه‌ای از جایگزین‌ها توسط تعداد مشخصی از پرسش شونده‌گان به دست آورد. دستور میانگین هندسی با محاسبه وزن هر شخص به شکل زیر تغییر می‌یابد.

$$a_{ij} = \left[\prod_{k=1}^N a_{ij}^{(W_k)} \right]^{\frac{1}{N}}$$

در این دستور " W_k " وزن هر پرسش شونده است.

از این مرحله به بعد عملیات محاسبه داده‌ها آغاز خواهد شد.^۱

۶. استخراج اولویت‌ها

استخراج اولویت به معنای مرتب کردن جایگزین‌ها در هر یک از زیر معیارها است.

۱. همان مأخذ صفحه ۳.

در این مرحله همچنین باید اولویت یا وزن هر زیر معیار نسبت به دیگر زیر معیارها تعیین شود. برای تعیین اولویت هر یک از گروه‌های مقایسه شده گذر از دو مرحله «نرمال‌سازی» و محاسبه «میانگین موزون» لازم است.

۶-۱. نرمال‌سازی

برای نرمال‌سازی روش‌های مختلفی وجود دارد اما در روش "AHP" از دستور ذیل برای نرمال کردن اعداد استفاده می‌شود:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}$$

a: نام زیر معیار؛

r_{ij}: زیر معیار نرمال شده؛

ij: دو جایگزینی که با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

در روش "AHP" امکان اندازه‌گیری زیر معیارهای کمی و کیفی به صورت توأم وجود دارد. بنابراین زیر معیاری که از مقادیر کمی برخوردار است مقدار عددی آن در برابر هر جایگزین ثبت خواهد شد و با استفاده از دستور نرمال‌سازی عملیات نرمال کردن اعداد آن مانند زیر معیارهای کیفی صورت خواهد گرفت. در ضمن عملیات نرمال کردن بر اساس میانگین هندسی پاسخ پرسش شوندگان به مقایسه جایگزین‌ها و زیر معیارها صورت خواهد گرفت.

۶-۲. استخراج میانگین موزون

پس از پایان عملیات نرمال‌سازی اعداد هر یک از معیارها، نوبت به استخراج میانگین موزون اعداد نرمال شده خواهد رسید. برای این منظور اعداد نرمال شده هر سطر از جایگزین، محاسبه و در نهایت میانگین آن استخراج خواهد شد. همچنین در این مرحله برای آمادگی جهت استخراج اولویت نهایت کلیه جایگزین‌ها، لازم است میانگین موزون یا وزن هر زیر معیار نیز محاسبه شود. با محاسبه میانگین موزون

در واقع عملیات تعیین اولویت هر جایگزین نسبت به هر یک از زیرمعیارها و وزن هر یک از زیر معیارها به پایان خواهد رسید.

برای محاسبه میانگین موزون از دستور زیر استفاده می‌شود:

$$W = \frac{1}{N} \left[\sum_{j=1}^N r_{ij} \right]$$

W: میانگین موزون؛

N: تعداد جایگزینهای مورد مقایسه؛

r_{ij} : مقادیر نرمال شده هر خانه از یک سطر.

۷. تعیین وزن نهایی جایگزین‌ها

این مرحله که پس از پایان مرحله محاسبه میانگین موزون هر جایگزین در خصوص هر زیرمعیار، آغاز خواهد شد، در واقع مشخص کننده وزن هر جایگزین در مجموع جایگزین‌های موجود می‌باشد. در این مرحله پاسخ سطح هدف درخت سلسله مراتبی داده خواهد شد.

برای محاسبه وزن نهایی جایگزین‌ها نیز از دستور محاسبه میانگین موزون استفاده خواهد شد. اما این بار میانگین موزون هر جایگزین با میانگین موزون تمامی زیرمعیارها محاسبه خواهد شد.

برای این منظور مقدار عددی میانگین موزون هر ردیف از جایگزین‌ها در میانگین موزون هر زیر معیار ضرب خواهد شد و نتیجه مجموع این عملیات، محاسبه وزن هر جایگزین در تمامی زیرمعیارهای موجود خواهد شد. برای این منظور دستور میانگین موزون برای محاسبه میانگین هر سطر از جایگزین‌ها به شکل زیر می‌باشد:

$$W = \sum_{i=1}^n W_{ai} W_{ci}$$

W: میانگین موزون نهایی جایگزین سطر اول؛

W_{ai} : میانگین موزون جایگزین "i"؛

W_{ci} : میانگین موزون زیر معیار "j"؛

n: مجموعه معیارها و جایگزین‌های سطر اول.

در این مرحله ابتدا وزن نهایی همه جایگزین‌ها نسبت به زیرمعیارها و وزن زیر معیارها نسبت به یکدیگر مطابق با دستور مورد نظر محاسبه خواهد گردید.

پس از محاسبه اوزان نهایی زیر معیارها و جایگزین‌ها، وزن نهایی هر یک از جایگزین‌ها به دست خواهد آمد.

۸. تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت برای سنجش حساسیت جایگزین‌ها نسبت به تغییر اولویت معیارها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای چنین سنجشی روش "AHP" از پنج نوع تحلیل حساسیت گرافیکی سود می‌برد. این پنج شیوه شامل تحلیل حساسیت «عملکرد»، «دینامیک»، «گرادبان»، «طرح دو بعدی» و «تفاوت‌ها» می‌باشد.

هر پنج شیوه تحلیل، حساسیت گرافیکی اولویت‌ها، جایگزین‌ها و معیارهای موجود و همچنین ارتباط آنها را با یکدیگر براساس ویژگی‌ها و قابلیت‌های خود نشان می‌دهند. این شیوه باعث تأکید بر جنبه‌های مختلف رابطه جایگزین‌ها، معیارها و اولویت‌های آنها می‌شود.

۸-۱. تحلیل حساسیت عملکرد

این روش تمامی اطلاعات موجود را در مورد چگونگی رفتار جایگزین‌ها در برابر هر یک از زیرمعیارها نشان می‌دهد. این در واقع فشرده‌ترین نمایش اطلاعات در مورد اولویت جایگزین‌ها است. نمودار عملکرد، تصویر مرکب حساسیت است که نشان می‌دهد هر یک از جایگزین‌ها، عملکردشان روی هر معیار چگونه بوده است.

۸-۲. تحلیل حساسیت دینامیک

این تحلیل، حساسیت اولویت معیارها و چگونگی تأثیر تغییرات اولویت یک معیار بر اولویت معیارهای دیگر را نشان می‌دهد. تحلیل حساسیت دینامیک به ما این امکان را می‌دهد که هنگام افزایش یا کاهش اولویت یک یا چند معیار، تغییرات حاصل برای

اولویت جایگزین‌ها را مشاهده کنیم؛ برای نمونه، با تغییر وزن زیر معیار بودجه کشورهای جایگزین، تأثیر آن را بر اولویت‌های به دست آمده مشاهده نماییم.

۸-۳. تحلیل حساسیت گرادیان

در این شیوه بر چگونگی ارتباط جایگزین‌ها با اولویت به دست آمده در خصوص هر زیر معیار تأکید می‌شود. این شیوه تأثیر کاهش یا افزایش وزن یک زیر معیار بر مجموعه جایگزین‌ها را نشان می‌دهد. در این روش به تناسب کاهش یا افزایش وزن زیر معیار مورد نظر می‌توانیم آثار آن را بر اولویت جایگزین‌ها مشاهده کنیم.

۸-۴. تحلیل حساسیت دوبعدی

طرح دو بعدی نشان می‌دهد که هر جایگزین براساس دو شاخص معین عمل می‌کند. در نمودار دو بعدی جایگزین‌ها به صورت دایره نمایش داده می‌شوند و زیر معیارها روی محور X و Y قرار می‌گیرند.

۸-۵. تحلیل حساسیت تفاوت‌ها

در این نوع تحلیل یکی از جایگزین‌های برگزیده شده با جایگزین‌های دیگر مواجهه داده می‌شود تا تفاوت آن براساس معیارها مشخص شود. نمودار تحلیل حساسیت تفاوت‌ها دارای یک میله زیرین نیز می‌باشد که هرگاه این میله به طرف چپ متمایل داشته باشد جایگزین برگزیده بهترین جایگزین و اگر به سمت راست متمایل داشته باشد جایگزین متغیر بهترین جایگزین خواهد بود.^۱

۹. نرخ سازگاری

نرخ سازگاری مکانیزی است که به وسیله آن اعتبار پاسخ پرسش شوندگان با ماتریس‌های مقایسه‌ای مورد سنجش قرار می‌گیرد. این مکانیزم معین می‌کند که پاسخ پرسش شوندگان به مقایسه زیر معیارها با جایگزین‌ها چه اندازه اعتبار منطقی دارد.

۱. همان مأخذ صفحه ۳.

در روش "AHP" میزان نرخ ناسازگاری قابل تحمل کمتر از ۰/۱ در نظر گرفته شده است. محاسبه نرخ سازگاری ماتریس‌های مقایسه‌ای در صورتی که تعداد پرسش شوندگان بیش از یک نفر باشد براساس میانگین هندسی پاسخ پرسش شوندگان صورت خواهد گرفت. محاسبه نرخ سازگاری طی شش مرحله انجام خواهد گرفت. این مراحل شامل محاسبات مربوط به «بردار مجموعه وزنی»، «بردار سازگاری»، «میانگین بردار سازگاری»، «شاخص سازگاری»، «شاخص تصادفی» و «نرخ ناسازگاری» می‌باشد. برای کوتاه کردن مسیر، عملیات محاسبه مربوط به بردار مجموعه وزنی، بردار سازگاری و میانگین بردار سازگاری را با یک عملیات انجام خواهیم داد.

۹-۱. میانگین بردار سازگاری

برای کوتاه کردن مسیر، دستور محاسبه میانگین بردار سازگاری به شکل زیر درخواهد آمد:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{\bar{a} \cdot W_{(i,j)}}{W_{(i,j)}}$$

λ_{\max} : میانگین بردار سازگاری؛

\bar{a} : میانگین هندسی ماتریس ij (یک سطح افقی)؛

W_{ij} : وزن یا اولویت جایگزین ij (یک سطح افقی)؛

N : تعداد جایگزین‌های مورد مقایسه.

۹-۲. محاسبه شاخص سازگاری

شاخص سازگاری دارای دو نوع محاسبه مجزا برای مقایسه انفرادی و گروهی می‌باشد. بنابراین از دستور ذیل برای محاسبه آن بهره می‌بریم:

$$(۱) \text{ C.T} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

$$(۲) \text{ C.T} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

λ_{\max} : بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسه زوجی؛

n: مجموع مقادیر ویژه ماتریس مقایسه زوجی.

۳-۹. محاسبه شاخص تصادفی

پروفسور ها کر و ساتی جدولی تهیه کرده‌اند که در آن شاخص تصادفی براساس جایگزین‌های رقیب نشان داده شده است.

در جدول زیر شاخص تصادفی تا ۱۰ جایگزین آورده شده است.

شاخص تصادفی

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	N
۱/۴۹	۱/۴۵	۱/۴۱	۱/۳۲	۱/۲۴	۱/۱۲	۰/۹	۰/۵۸	۰	۰	RI

۴-۹. محاسبه نرخ ناسازگاری

در این مرحله امکان محاسبه نرخ ناسازگاری فراهم خواهد آمد. بنابراین با استفاده از دستور ذیل آنرا محاسبه می‌نماییم:

$$C.R = C.I / R.I$$

C.I : شاخص ناسازگاری؛

R.I : شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی.

۱۰. درخت سلسله مراتب "AHP" در بخش صنعت

سلسله مراتب تصمیم‌گیری در فرایند تحلیل سلسله مراتبی کلیدی‌ترین قسمت تکنیک "AHP" است که باید با توجه به هدف اولویت‌بندی طراحی شود.

در این مقاله تلاش شده تا صنایع مختلف به بهترین نحو اولویت‌بندی شوند، بنابراین اولویت‌بندی را براساس اهداف مختلف صنعت استان اصفهان انجام داده‌ایم؛ اما از آنجا که در این الگو از نرم‌افزار Export Choice استفاده شده است و این نرم افزار می‌تواند حداکثر ۹

معیار را دریافت نماید سعی شده است که مهمترین اهداف این صنایع در الگو وارد شوند. سلسله مراتب بخش صنعت شامل موارد زیر است:

هدف:

اولویت‌بندی بخش صنعت

معیارها (اهداف بخش صنعت)

- ۱- افزایش بازده
- ۲- افزایش اشتغال مولد
- ۳- افزایش درآمد
- ۴- افزایش ارزش افزوده
- ۵- افزایش صادرات
- ۶- بهبود ساختار صنعتی
- ۷- رشد امکانات طراحی و اقتباس
- ۸- پایه‌گذاری صنایع جدید
- ۹- بهره‌برداری از منابع طبیعی

گزینه‌ها (بخش‌های مختلف صنعت):

- ۱- صنایع غذایی
- ۲- صنایع منسوجات و چرم
- ۳- صنایع چوب
- ۴- صنایع شیمیایی
- ۵- صنایع کانی غیرفلزی
- ۶- صنایع فلزات
- ۷- صنایع الکترونیکی
- ۸- صنایع وسایل حمل و نقل
- ۹- صنایع بازیافت

۱۱. استخراج پرسشنامه بخش صنعت از درخت سلسله مراتب

پس از طرح درخت سلسله مراتب اقدام به تهیه پرسشنامه‌ای در این بخش نموده‌ایم. این پرسشنامه به صورت طیفی و با استفاده از نمونه‌هایی که در نرم‌افزار Expert Choice موجود است طراحی شده است که شامل ۱۰ سؤال بوده و در دو بخش اصلی تهیه و تنظیم شده است. بخش اول به مقایسه زوجی معیارها (اهداف بخش صنعت) اختصاص دارد که در این قسمت به اولویت‌بندی اهداف این بخش براساس نظرات کارشناسان پرداخت شده است و در بخش دوم به مقایسه زوجی گزینه‌ها (صنایع مختلف) بر اساس معیارها می‌پردازد که در نهایت منجر به اولویت‌بندی گزینه‌ها براساس معیارها می‌شود.

۱۲. تجزیه و تحلیل پرسشنامه نمونه بخش صنعت

در این قسمت به تجزیه و تحلیل یک پرسشنامه در بخش صنعت پرداخته و سپس روش تلفیق تمام پرسشنامه‌ها بیان خواهد شد.

تعداد پرسشنامه‌ها در این بخش ۱۰ عدد می‌باشد که ما به تجزیه و تحلیل پرسشنامه ۹ می‌پردازیم که طبق الگوی "AHP" ابتدا از سؤال ۲ تا ۱۰ یعنی مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیارها با نرم‌افزار Expert Choice مورد بررسی قرار گرفته و سپس به سراغ سؤال ۱ یعنی مقایسه زوجی معیارها (اهداف مختلف بخش صنعت) می‌پردازیم که در هر سؤال پس از وارد کردن داده‌ها به کامپیوتر نرخ ناسازگاری آن مشخص شده که اگر این نرخ کمتر از ۰/۱ باشد قابل چشم‌پوشی است در غیر این صورت نرم‌افزار فوق در یافتن داده ناسازگار به ما کمک کرده و ما می‌توانیم آن ناسازگاری را رفع کنیم.

جدول ۱-۱- مقایسه زوجی صنایع مختلف براساس معیار افزایش بازده

بازده	غذایی	سرم	سرم و مسوجات	ز.ر.	بیمه‌بندی	رنگ	فازت	الکترونیکی	مصل و نقل	باز یافت
غذایی	۱	۱/۳	۶	۱/۵	۱	۱/۲	۱	۱	۱	۱/۵
مسوجات و سرم	۳	۱	۵	۱	۱/۲	۱/۳	۳	۴	۱	۱

چوب	۱/۶	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۶	۱/۵	۱/۳	۱/۵
شیمیایی	۵	۱	۵	۱	۱	۱	۳	۱
کانی غیرفلزی	۱	۲	۶	۱	۱	۲	۴	۱

ادامه جدول ۱-۱-

فلزات	۲	۳	۵	۱	۱/۲	۱	۳	۵
الکترونیکی	۱	۱/۳	۳	۱/۵	۱/۳	۱/۳	۱	۱/۴
حمل و نقل	۱	۱/۴	۳	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱	۱/۳
باز یافت	۵	۱	۵	۱	۱	۱	۳	۱

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۶ است و چون این مقدار کمتر از ۰/۱ است بنابراین قابل قبول بوده و نیازی به رفع ناسازگاری نمی‌باشد.

جدول بالا بیانگر این مورد است که پرسش شونده، گسترش صنایع منسوجات و چرم را در افزایش بازده استان مهمتر از گسترش صنایع غذایی می‌داند و از نظر او این درجه اهمیت برابر ۳ است بنابراین درجه اهمیت گسترش صنایع غذایی در مقایسه با گسترش صنایع منسوجات و چرم در افزایش بازده استان برابر $\frac{1}{3}$ خواهد بود.

جدول ۲-۱- مقایسه زوجی صنایع مختلف براساس معیار افزایش اشتغال مولد

اشتغال	غذایی	چرم و منسوجات	چوب	شیمیایی	کانی	فلزات	الکترونیکی	حمل و نقل	باز یافت
غذایی	۱	۱	۱	۴	۱/۵	۱/۲	۳	۱/۲	۳
منسوجات و چرم	۱	۱	۱	۳	۱/۲	۱/۲	۳	۱/۲	۱
چوب	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۵	۱	۳
شیمیایی	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	۱/۳	۱/۲	۲	۱/۴	۲
کانی غیرفلزی	۵	۲	۱	۳	۱	۲	۳	۳	۳
فلزات	۲	۲	۱	۲	۱/۲	۱	۳	۱	۳
الکترونیکی	۱/۳	۱/۳	۱/۵	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱	۱	۳
حمل و نقل	۲	۲	۱	۴	۱/۳	۱	۱	۱	۱

باز یافت	۱/۳	۱	۱/۳	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱	۱	۱
----------	-----	---	-----	-----	-----	-----	---	---	---

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۹ است و چون این مقدار کمتر از ۰/۱ است بنابراین قابل قبول بوده و نیازی به رفع ناسازگاری نمی باشد.

جدول ۳-۱- مقایسه زوجی صنایع مختلف براساس معیار افزایش درآمد

باز یافت	حمل و نقل	الکترونیکی	فلزات	کانی غیر فلزی	شیمیایی	چوب	مسوجات و چرم	غذایی	درآمد
۱/۴	۱	۱/۲	۱	۱/۳	۱	۱/۲	۱	۱	غذایی
۱/۴	۱/۳	۱/۴	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۱	۱	۱	مسوجات و چرم
۱	۱	۱/۳	۱	۱	۱/۳	۱	۱	۲	چوب
۱	۲	۱	۱	۱	۱	۳	۴	۱	شیمیایی
۳	۴	۱	۳	۱	۱	۱	۳	۱/۳	کانی غیر فلزی
۱	۱	۱	۱	۱/۳	۱	۱	۲	۱	فلزات
۱	۳	۱	۱	۱	۱	۳	۴	۲	الکترونیکی
۱	۱	۱/۳	۱	۱/۴	۱/۲	۱	۳	۱	حمل و نقل
۱	۱	۱	۱	۱/۳	۱	۱	۴	۴	باز یافت

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۶ است و چون این مقدار کمتر از ۰/۱ است بنابراین قابل قبول بوده و نیازی به رفع ناسازگاری نمی باشد.

جدول ۴-۱- مقایسه زوجی صنایع مختلف براساس معیار افزایش ارزش افزوده

باز یافت	حمل و نقل	الکترونیکی	فلزات	کانی غیر فلزی	شیمیایی	چوب	مسوجات و چرم	غذایی	ارزش افزوده
۳	۱/۳	۳	۱/۴	۱/۳	۱/۵	۳	۱	۱	غذایی
۴	۱	۴	۱	۱	۱	۳	۱	۱	مسوجات و چرم
۱	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۵	۱	۱/۳	۱/۳	چوب
۵	۵	۴	۲	۱	۱	۵	۱	۵	شیمیایی
۳	۱	۲	۲	۱	۱	۳	۱	۳	کانی غیر فلزی
۴	۱	۵	۱	۱/۲	۱/۲	۳	۱	۴	فلزات

۱	۱/۲	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۴	۳	۱/۴	۱/۳	الکترونیکی
۳	۱	۲	۱	۱	۱/۵	۳	۱	۳	حمل و نقل
۱	۱/۳	۱	۱/۴	۱/۳	۱/۵	۱	۱/۴	۱/۳	باز یافت

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۶ است و چون این مقدار کمتر از ۰/۱ است بنابراین قابل قبول بوده و نیازی به رفع ناسازگاری نمی‌باشد.

جدول ۵-۱- مقایسه زوجی صنایع مختلف براساس معیار افزایش صادرات

صادرات	غذایی	و چرم	منسوجات	چوب	شیمیایی	کانی غیر فلزی	فلزات	الکترونیکی	حمل و نقل	باز یافت
غذایی	۱	۱	۱	۱	۱/۴	۱/۴	۳	۴	۳	۴
منسوجات و چرم	۱	۱	۱	۱	۱/۲	۱	۴	۴	۴	۴
چوب	۱	۱	۱	۱	۱/۳	۱/۲	۳	۳	۵	۳
شیمیایی	۴	۲	۲	۳	۱	۱	۴	۴	۵	۵
کانی غیر فلزی	۴	۱	۱	۲	۱	۱	۳	۵	۵	۳
فلزات	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱	۲	۱	۳
الکترونیکی	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۲	۱	۱	۲
حمل و نقل	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱	۱	۱	۱
باز یافت	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱	۱

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۴ است و چون این مقدار کمتر از ۰/۱ است بنابراین قابل قبول بوده و نیازی به رفع ناسازگاری نمی‌باشد.

جدول ۶-۱- مقایسه زوجی صنایع مختلف براساس معیار بهبود ساختار صنعتی

بهبود ساختار صنعتی	غذایی	و چرم	منسوجات	چوب	شیمیایی	کانی غیر فلزی	فلزات	الکترونیکی	حمل و نقل	باز یافت
غذایی	۱	۱/۴	۱/۴	۴	۱/۲	۱/۳	۲	۴	۵	۴
منسوجات و چرم	۴	۱	۱	۳	۱	۱	۲	۴	۳	۴
چوب	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	۳	۱
شیمیایی	۲	۱	۱	۴	۱	۱	۳	۴	۳	۲
کانی غیر فلزی	۳	۱	۱	۳	۱	۱	۳	۵	۳	۵

فلزات	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۳	۱/۳	۱	۳	۲	۴
الکترونیکی	۱/۴	۱/۴	۱	۱/۴	۱/۵	۱/۳	۱	۱	۳
حمل و نقل	۱/۵	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱	۱	۱	۱
باز یافت	۱/۴	۱/۴	۱	۱/۲	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱	۱

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۶ است و چون این مقدار کمتر از ۰/۱ است بنابراین قابل قبول بوده و نیازی به رفع ناسازگاری نمی‌باشد.

جدول ۷-۱- مقایسه زوجی صنایع مختلف براساس معیار افزایش امکانات طراحی و اقتباس

طراحی و اقتباس	غذایی	و چرم	منسوجات	چوب	شیمیایی	کانی غیر فلزی	فلزات	الکترونیکی	نقل و حمل	باز یافت
غذایی	۱	۱/۳	۳	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۴	۱	۳
منسوجات و چرم	۳	۱	۴	۱	۱	۱	۱/۴	۱/۳	۱	۱
چوب	۱/۳	۱/۳	۱	۱/۳	۱/۳	۱	۱/۲	۱/۲	۱/۵	۱/۲
شیمیایی	۲	۱	۳	۱	۱	۲	۱/۳	۲	۱/۳	۳
کانی غیر فلزی	۳	۱	۱	۱	۱/۲	۱	۱/۵	۱	۱/۳	۱
فلزات	۳	۱/۲	۲	۲	۳	۵	۱	۳	۱	۴
الکترونیکی	۱/۴	۱/۴	۲	۱/۲	۱/۲	۱	۱/۳	۱	۱/۳	۱/۳
حمل و نقل	۱	۱/۳	۵	۳	۳	۳	۱	۱/۳	۱	۵
باز یافت	۱/۳	۱/۴	۲	۱/۳	۱/۳	۱	۱/۴	۳	۱/۵	۱

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۱۴ است و چون این مقدار بیشتر از ۰/۱ است بنابراین قابل قبول نبوده و باید ناسازگاری آن رفع گردد.

جدول ۸-۱- رفع ناسازگاری جدول (۷-۱)

طراحی و اقتباس	غذایی	و چرم	منسوجات	چوب	شیمیایی	کانی غیر فلزی	فلزات	الکترونیکی	نقل و حمل	باز یافت
غذایی	۱	(۱/۲)	۳	۱/۲	(۱/۲)	(۱/۲)	۱/۳	(۲)	۱	۳
منسوجات و چرم	(۲)	۱	۴	۱	۱	۱	۱/۴	(۱/۲)	۱	۱
چوب	۱/۳	۱/۳	۱	۱/۳	۱/۳	۱	۱/۲	۱/۲	۱/۵	۱/۲
شیمیایی	۲	۱	۳	۱	۱	۲	۱/۳	۲	۱/۳	۳

۱	۱/۳	۱	۱/۵	۱	۱/۲	۱	۱	(۲)	کافی غیر فلزی
۴	۱	۳	۱	۵	۳	۲	۱/۲	۳	فلزات
(۱/۲)	۱/۳	۱	۱/۳	۱	۱/۲	۲	(۲)	(۱/۲)	الکترونیکی
۵	۱	۱/۳	۱	۳	۳	۵	۱/۳	۱	حمل و نقل
۱	۱/۵	(۲)	۱/۴	۱	۱/۳	۲	۱/۴	۱/۳	بازیافت

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۹ است.

Archive of SID

جدول ۹-۱- مقایسه زوجی صنایع مختلف براساس معیار پایه گذاری صنایع جدید

پایه گذاری صنایع	غذایی	و چرم	منسوجات	چوب	شیمیایی	ی	کانی غیر فلز	فلزات	ی	الکترونیکی	حمل و نقل	باز یافت
غذایی	۱	۵	۵	۵	۱/۴	۱/۲	۱/۴	۳	۱	۱/۵		
منسوجات و چرم	۱/۵	۱	۱	۱	۱/۵	۱	۱/۲	۱/۲	۱	۳	۱/۵	
چوب	۱/۵	۱	۱	۱	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۵	۱/۵	۱/۵	
شیمیایی	۴	۵	۴	۴	۱	۲	۱/۳	۲	۱/۳	۳	۱/۳	
کانی غیر فلزی	۲	۱	۴	۴	۱/۲	۱	۱	۱	۳	۵	۱	
فلزات	۴	۲	۴	۴	۳	۱	۱	۱	۱/۳	۱	۱/۳	
الکترونیکی	۱/۳	۲	۵	۵	۱/۲	۱/۳	۱	۱	۴	۱/۴	۱/۴	
حمل و نقل	۱	۱/۳	۵	۵	۳	۱/۵	۳	۱/۴	۱	۱/۴	۱/۴	
باز یافت	۵	۵	۵	۵	۱/۳	۱	۱	۱	۴	۱	۴	

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۱۲ است و چون این مقدار بیشتر از ۰/۱ است بنابراین قابل قبول نبوده و باید ناسازگاری آن رفع گردد.

جدول ۱۰-۱- رفع ناسازگاری جدول (۹-۱)

پایه گذاری صنایع	غذایی	و چرم	منسوجات	چوب	شیمیایی	ی	کانی غیر فلز	فلزات	ی	الکترونیکی	حمل و نقل	باز یافت
غذایی	۱	(۳)	۵	۵	۱/۴	۱/۲	۱/۴	(۲)	۱	۱/۵		
منسوجات و چرم	(۱/۳)	۱	۱	۱	۱/۵	۱	۱/۲	۱/۲	۱	۳	۱/۵	
چوب	۱/۵	۱	۱	۱	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	(۱/۳)	۱/۵	۱/۵	
شیمیایی	۴	۵	۴	۴	۱	۲	۱/۳	۲	۱/۳	۳	۱/۳	
کانی غیر فلزی	۲	۱	۴	۴	۱/۲	۱	۱	۱	۳	۵	۱	
فلزات	۴	۲	۴	۴	۳	۱	۱	۱	۱/۳	۱	۱/۳	
الکترونیکی	(۱/۲)	۲	۵	۵	۱/۲	۱/۳	۱	۱	۴	۱/۴	۱/۴	
حمل و نقل	۱	۱/۳	(۳)	(۳)	۳	۱/۵	۳	۱/۴	۱	۱/۴	۱/۴	
باز یافت	۵	۵	۵	۵	۱/۳	۱	۱	۱	۴	۱	۴	

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۹ است.

جدول ۱-۱۱- مقایسه زوجی صنایع مختلف براساس معیار بهره‌برداری از منابع طبیعی

منابع طبیعی	غذایی	و چرم	منسوجات	چوب	شیمیایی	کانی غیر فلزی	فلزات	الکترونیک	حمل و نقل	باز یافت
غذایی	۱	۱	۱	۱/۳	۱/۴	۲	۲	۴	۵	۴
منسوجات و چرم	۱	۱	۱	۱	۱	۱/۴	۳	۴	۳	۳
چوب	۳	۱	۱	۱	۱	۱/۳	۲	۳	۳	۴
شیمیایی	۴	۱	۱	۱	۱	۱/۳	۳	۴	۴	۵
کانی غیر فلزی	۱/۲	۴	۳	۳	۳	۱	۳	۴	۴	۴
فلزات	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱	۲	۱	۲
الکترونیک	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۲	۱	۲	۱
حمل و نقل	۱/۵	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱	۱/۲	۱	۱
باز یافت	۱/۴	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۵	۱/۴	۱/۲	۱	۱	۱

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۴ است و چون این مقدار کمتر از ۰/۱ است بنابراین قابل قبول بوده و نیازی به رفع ناسازگاری نمی‌باشد.

جدول ۱-۱۲- مقایسه زوجی اهداف متفاوت بخش صنعت

	افزایش بازده	افزایش اشتغال	افزایش درآمد	افزایش ارزش افزوده	افزایش صادرات	افزایش صنعتی	بهبود ساختار	طراحی	رشد امکانات	صنایع جدید	پایه‌گذاری	بهره‌برداری از منابع طبیعی
افزایش بازده	۱	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۷	۱/۹	۱	۱	۱	۵	۳	۳
افزایش اشتغال	۳	۱	۴	۱/۵	۱/۹	۱/۵	۱	۱/۳	۱/۳	۵	۳	۳
افزایش درآمد	۳	۱/۳	۱	۱/۴	۱/۹	۱/۵	۱	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳
افزایش ارزش افزوده	۳	۵	۴	۱	۱/۲	۱	۱	۲	۲	۳	۷	۷
افزایش صادرات	۷	۹	۹	۲	۱	۷	۱	۲	۵	۹	۹	۹
بهبود ساختار صنعتی	۹	۵	۵	۱	۱/۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
رشد امکانات طراحی	۱	۳	۳	۱/۳	۱/۵	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲
پایه‌گذاری صنایع جدید	۱/۵	۱/۵	۳	۱/۳	۱/۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
بهره‌برداری از منابع طبیعی	۱/۳	۱/۳	۳	۱/۷	۱/۹	۱	۱	۱/۲	۱/۲	۱	۱	۱

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۲ است و چون این مقدار بیشتر از ۰/۱ است

بنابراین قابل قبول نبوده و باید ناسازگاری آن رفع گردد.

جدول ۱۳-۱- رفع ناسازگاری جدول (۱-۱۲)

بهره‌برداری از منابع طبیعی	پایه‌گذاری صنایع جدید	رشد امکانات طراحی	بهبود ساختار صنعتی	افزایش صادرات	افزایش ارزش افزوده	افزایش درآمد	افزایش اشتغال	افزایش بازده	
(۱)	(۱)	۱	(۱/۵)	۱/۷	۱/۳	(۱/۲)	۱/۳	۱	افزایش بازده
۳	(۴)	۱/۳	(۱/۳)	۱/۹	۱/۵	۳	۱	۳	افزایش اشتغال
۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۵	۱/۹	۱/۴	۱	۱/۳	۳	افزایش درآمد
۷	۳	۳	۱	۱/۲	۱	۴	۵	۳	افزایش ارزش افزوده
۹	۹	۵	۷	۱	۲	۹	۹	۷	افزایش صادرات
۱	۱	۱	۱	۱/۷	۱	۵	۵	۹	بهبود ساختار صنعتی
۲	۱	۱	۱	۱/۵	۱/۳	۳	۳	۱	رشد امکانات طراحی
۱	۱	۱	۱	۱/۹	۱/۳	۳	۱/۵	۱/۵	پایه‌گذاری صنایع جدید
۱	۱	۱/۲	۱	۱/۹	۱/۷	۳	۱/۳	۱/۳	بهره‌برداری از منابع طبیعی

در این جدول نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۹ است.

بعد از تجزیه و تحلیل تمام پرسشنامه‌ها (آن گونه که توضیح داده شد) نوبت به تلفیق آنها می‌رسد به این ترتیب که ابتدا وزن‌های نهایی گزینه‌های تمام پرسشنامه‌ها را در یک جدول مانند زیر قرار داده و سپس میانگین هندسی هر سطر را محاسبه می‌نماییم. ستون اول مربوط به کد افراد پرسش شوند است.

جدول ۱۴-۱- وزن‌های نهایی صنایع مختلف

	باز یافت	حمل و نقل	چوب	غیر فلزی	مسوجات	شیمیایی	فلزات	غذایی	الکترونیکی
۱	۰/۱۰۶	۰/۱۰۰	۰/۰۶۳	۰/۰۹۲	۰/۱۱۱	۰/۱۱۵	۰/۰۹۲	۰/۱۰۶	۰/۲۱۶
۲	۰/۰۶۵	۰/۰۳۰	۰/۰۶۵	۰/۰۴۴	۰/۲۴۱	۰/۱۲۵	۰/۰۳۴	۰/۲۹۸	۰/۰۹۹
۳	۰/۰۶۷	۰/۰۵۲	۰/۰۴۳	۰/۰۵۸	۰/۰۷۸	۰/۱۶۶	۰/۱۴۱	۰/۱۱۷	۰/۲۷۹
۴	۰/۱۰۵	۰/۰۵۱	۰/۰۵۶	۰/۰۵۱	۰/۰۵۰	۰/۲۰۷	۰/۱۵۶	۰/۱۴۴	۰/۱۷۹
۵	۰/۰۳۸	۰/۰۷۲	۰/۰۸۰	۰/۱۴۶	۰/۰۴۰	۰/۲۶۱	۰/۱۱۸	۰/۱۹۴	۰/۰۵۱
۶	۰/۰۳۵	۰/۲۲۰	۰/۰۳۳	۰/۰۴۹	۰/۰۵۹	۰/۰۶۲	۰/۲۵۹	۰/۰۲۲	۰/۲۶۲
۷	۰/۰۳۴	۰/۲۲۱	۰/۰۲۶	۰/۱۷۱	۰/۱۴۷	۰/۰۹۰	۰/۱۰۰	۰/۰۹۱	۰/۱۱۹
۸	۰/۰۳۹	۰/۰۵۸	۰/۰۴۹	۰/۱۰۱	۰/۱۷۶	۰/۱۹۸	۰/۱۶۱	۰/۰۸۱	۰/۱۳۸
۹	۰/۰۵۷	۰/۰۷۳	۰/۰۸۶	۰/۱۸۸	۰/۱۳۳	۰/۱۹۸	۰/۱۰۷	۰/۱۰۴	۰/۰۵۳

۰/۲۹۷	۰/۱۲۸	۰/۱۱۸	۰/۱۰۹	۰/۱۰۹	۰/۰۹۴	۰/۰۵۷	۰/۰۴۶	۰/۰۴۳	۱۰
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----

بنابراین اولویت‌های بخش صنعت استان اصفهان به صورت زیر می‌باشد:

جدول ۱۵-۱- اولویت‌بندی صنایع مختلف

اولویت‌ها	میانگین هندسی	گزینه‌ها
۱	۰/۱۶۸	چوب
۲	۰/۱۶۶	الکترونیکی
۳	۰/۱۳۵	فلزات
۴	۰/۱۲۵	غذایی
۵	۰/۱۱۵	منسوجات
۶	۰/۱۰۱	غیرفلزی
۷	۰/۱۰۱	شیمیایی
۸	۰/۰۶۵	حمل و نقل
۹	۰/۰۶۳	بازیافت

برای اولویت اهداف بخشی تمام پرسشنامه‌ها به این ترتیب عمل می‌کنیم که ابتدا وزن‌های نهایی معیارهای تمام پرسشنامه‌ها را در یک جدول مانند زیر قرار داده و سپس میانگین هندسی هر سطر را محاسبه می‌نماییم. سطر اول مربوط به افراد پرسش شوند است.

جدول ۱۶-۱- وزن‌های نهایی اهداف مختلف بخش صنعت

افزایش بازده	افزایش اشتغال	افزایش درآمد	افزایش بهره‌ده	افزایش ارزش افزوده	افزایش صادرات	افزایش صنعتی	بهبود ساختار	طراحی	رشد امکانات	صنایع جدید	پایه گذاری	طبیعی	ن بهره‌داری
۰/۱۳۲	۰/۱۸۳	۰/۰۷۹	۰/۱۴۲	۰/۱۹۵	۰/۰۶۷	۰/۱۵۷	۰/۰۲۱	۰/۰۲۴	۱				
۰/۰۹۹	۰/۱۴۱	۰/۱۱۳	۰/۱۹۰	۰/۱۸۹	۰/۱۳۶	۰/۰۴۳	۰/۰۷۰	۰/۰۲۰	۲				
۰/۰۶۳	۰/۱۵۹	۰/۰۳۹	۰/۰۸۰	۰/۰۹۲	۰/۲۶۹	۰/۱۲۳	۰/۱۲۲	۰/۰۵۱	۳				
۰/۲۳۱	۰/۰۸۱	۰/۰۶۴	۰/۰۶۰	۰/۰۹۰	۰/۱۰۶	۰/۱۳۴	۰/۱۴۱	۰/۰۹۴	۴				
۰/۱۰۴	۰/۰۲۱	۰/۱۰۸	۰/۰۹۹	۰/۱۱۰	۰/۱۵۴	۰/۰۵۵	۰/۲۱۲	۰/۱۳۸	۵				
۰/۰۱۴	۰/۱۴۲	۰/۳۹۴	۰/۱۰۲	۰/۰۱۸	۰/۱۲۳	۰/۱۰۲	۰/۰۸۷	۰/۰۱۷	۶				
۰/۰۴۸	۰/۰۶۷	۰/۰۹۹	۰/۱۵۸	۰/۳۴۵	۰/۰۷۵	۰/۱۰۱	۰/۰۸۷	۰/۰۲۰	۷				
۰/۰۶۳	۰/۱۴۴	۰/۰۲۶	۰/۰۸۴	۰/۱۱۵	۰/۱۸۰	۰/۰۳۸	۰/۳۲۸	۰/۰۲۱	۸				
۰/۰۴۰	۰/۰۷۴	۰/۰۳۰	۰/۱۴۶	۰/۴۰۴	۰/۱۰۷	۰/۰۹۳	۰/۰۵۵	۰/۰۵۰	۹				

۰/۰۲۱	۰/۰۲۲	۰/۲۶۴	۰/۱۹۱	۰/۰۳۳	۰/۰۷۸	۰/۰۷۱	۰/۱۸۶	۰/۱۳۴	۱۰
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----

بنابراین اولویت‌های اهداف توسعه بخش صنعت استان اصفهان به صورت زیر می‌باشد.

جدول ۱۷-۱- اولویت‌بندی اهداف مختلف بخش صنعت

اولویت‌ها	میانگین هندسی	معیارها
۱	۰/۱۵۴	بهبود ساختار صنعتی
۲	۰/۱۳۳	افزایش صادرات
۳	۰/۱۲۷	افزایش ارزش افزوده
۴	۰/۱۲۵	پایه‌گذاری صنایع جدید
۵	۰/۱۲۲	افزایش اشتغال
۶	۰/۱۱۳	رشد امکانات طراحی و اقتباس
۷	۰/۰۸۸	افزایش درآمد
۸	۰/۰۸۷	افزایش بازده
۹	۰/۰۵۱	بهره‌برداری از منابع طبیعی

جمع‌بندی و ملاحظات

اگرچه ممکن است در رتبه‌بندی فعالیت‌ها و تعیین اولویت‌های بخشی، بخشی که از دید عینی دارای اولویت اول است در رتبه‌بندی، مشهود نباشد، لیکن یادآوری می‌نماییم که روش AHP تدوین اولویت‌ها بر اساس نظر متخصص است و حاصل آن برآیند نظرات متفاوت متخصصین در قالب یک رتبه مشخص می‌باشد. اگرچه ممکن است متخصصین در اظهار نظر گاهی دچار افراط و تفریط شوند لیکن اصل بر آن است که بر تجربه و تخصص خود اتکاء دارند و نظر آنها ملاک خواهد بود و به لحاظ ظاهر، انتظارات مشهود را نتوانند تأمین نمایند.

بر این اساس و با توجه به تجزیه و تحلیل‌هایی که انجام گرفت نتایج زیر ارائه می‌گردد:
اولویت‌های توسعه بخش صنعت به صورت زیر است:

۱- صنایع چوب

۲- صنایع الکترونیکی

- ۳- صنایع فلزی
 - ۴- صنایع غذایی
 - ۵- صنایع منسوجات و چرم
 - ۶- صنایع شیمیایی و صنایع کانی غیرفلزی
 - ۷- صنایع حمل و نقل
 - ۸- صنایع بازیافت
- اولویت‌های اهداف توسعه بخش صنعت به صورت زیر می‌باشد:
- ۱- بهبود ساختار صنعتی
 - ۲- افزایش صادرات
 - ۳- افزایش ارزش افزوده
 - ۴- پایه‌گذاری صنایع جدید
 - ۵- افزایش اشتغال
 - ۶- رشد امکانات طراحی و اقتباس
 - ۷- افزایش درآمد
 - ۸- افزایش بازده
 - ۹- بهره‌برداری از منابع طبیعی

Archive of SID

منابع

۱. آذر، عادل و عزیزالله معماریانی (۱۳۷۴)؛ "AHP روشن نوین برای تصمیم گیری گروهی" مجله دانش مدیریت، وابسته به دانشگاه تهران.
۲. اصغریور، محمدجواد (۱۳۷۷)؛ تصمیم گیری چند معیاره، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
۳. پرتوی، فریبرز و فرنوش باقری (۱۳۷۵)؛ "کاربرد AHP در جانمایی تجهیزات"، مجله مهندسی صنایع، سال سوم، شماره های ۱ و ۲.
۴. دارابی، هوشنگ (۱۳۷۲)؛ "تصمیم گیری به کمک AHP"، مجله مهندسی صنایع، سال اول، شماره ۳.
۵. ساعتی، توماس ال. (۱۳۷۸)؛ تصمیم سازی برای مدیران، ترجمه علی اصغر توفیق. تهران: انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.
۶. عبدالله خانی، علی (۱۳۸۰)؛ "AHP شیوه ای برای سنجش امنیت ملی"، مجله اطلاعات سیاسی - اقتصادی، سال پانزدهم. شماره ۷ و ۸.
۷. قدسی پور، حسن (۱۳۷۹)؛ فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تهران: مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
۸. یزدان پناه، احمدعلی (۱۳۷۵)؛ طراحی مدل های ریاضی تخصیص منابع مالی پروژه های عمرانی بخش فرهنگ و هنر. پایان نامه دکتر. دانشکده علوم اداری و مدیریت بازرگانی. دانشگاه تهران، تهران، ایران.
9. Andiajani, A and Anwaru, M. (1997); "Manufacturing Blocking Discipline, A Multi Criterion Approach for Buffer Allocation", **International Journal of Production Economics**, 57 (3).
10. Fichtner. (1986); "On Driving Priority Factors From Matrix Of Pair Wise Comparison", **Socio-econ Plan. Sci.** Vol. 20, No. 6.
11. Forman, E. H. (1985); "Decision Support For Executive Decision Maker", **Information Strategy: The Executive's Journal**, Summer 1985.
12. Harker, P. (1989); "The art and science of decision making the AHP." Chapter 2 of **Analytical Hierarchy Process** by golden, B. L, wasil, E. A. and Harker

- P.T., Springer-verlag, New York.
13. Koonts, Harold and Donnell, Cyrilo. (1985); **Essential of Management**, MC Grow Hill.
 14. Kwak, Wikil. (1997); "Capital Budgeting With Multicriteria", **Review of Quantitative Finance and Accounting**, July 1997.
 15. Licker, Pauls. (1987); **Fundamentals of Systems Analysis with Application Design**, Boston: Boyd and Fraser Publishing Co.
 16. Malzewski, J. (1997); "Multicriteria Group Decision Making Model For Environmental Conflict Analysis in the Cape Region Mexico", **Journal of Environmental Planning and Management**, 40 (3).
 17. Pekov, D. (1995); **A Model For Prioritization of Factors Affecting Child Survival Development Southern Africa**.
 18. Saaty, TL. and Takizava. (1986); "Dependence and Independence from Linear Hierarchi to Nonlinear Networks", **European Journal of Operational Research**, No. 20.
 19. Saaty, TL. (19: RWS Publications. 96), **Analytical Network Process**, USA
 20. Saaty, TL. (1986); **Axiomatic Foundation of Analytical Hierarchy Process**, USA
 21. Saaty. (1990); **Decision Making For Leaders**, RWS Publications, USA.
 22. Saaty, TL. (1980); **Analytical Hierarchy Process**, Planning, Priority, Resource Allocation, SUA: RWS Publications, USA.
 23. Saaty, TL. (1977); "A Scaling Method For Priorities in Hierarchic Structures", **Journal of Mathematical Psychology**, No. 15.
 24. Simon, Herbert A. (1960); **The New Science of Management Decision**, New York: Harper and Row.