



پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری

دوره ۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، صص ۱-۲۶

نوع مقاله: پژوهشی

اولویت‌بندی شاخص‌های توسعه پایدار مناطق آزاد با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی دنپ و تحلیل‌عاملی

منصور جنگی‌زهی^{۱*}، محمد رضا ملکی^۲، علی سلماسنیا^۳

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه ایوان کی، ایوان کی، ایران
۲. استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی گلپایگان، دانشگاه صنعتی اصفهان، گلپایگان، ایران
۳. دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۷

چکیده

در این مطالعه یک روش ترکیبی مبتنی بر تکنیک دیمتل، تحلیل فرآیند شبکه‌ای و تحلیل عاملی به‌منظور اولویت‌بندی شاخص‌های توسعه پایدار مناطق آزاد شامل شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی توسعه داده می‌شود. بدین منظور، ابتدا شاخص‌ها در دو بعد داخلی و خارجی طبقه‌بندی شده و عوامل پنهان آن‌ها با استفاده از روش تحلیل عاملی شناسایی و نام‌گذاری می‌شوند. در مرحله بعد، روش دیمتل جهت شناسایی نحوه ارتباطات درونی بین شاخص‌ها و نیز تعیین شدت تاثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها به کار گرفته می‌شود. در این مرحله همچنین نمودارهای علی- معلولی، نحوه ارتباطات درونی شاخص‌های داخلی و خارجی و نیز تاثیرگذار یا تأثیرپذیر بودن شاخص‌ها تفسیر می‌شود. در نهایت، اهمیت نسبی شاخص‌ها بر اساس روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای محاسبه شده و با تشکیل سوپر ماتریس‌های موزون و حدی، رتبه‌بندی شاخص‌های توسعه پایدار در دو بخش داخلی و خارجی انجام می‌شود. نتایج حاصل از بررسی ۴۴ شاخص داخلی و ۲۴ شاخص خارجی نشان می‌دهد که عوامل "رفاه و خدمات" و "فرهنگ‌سازی" به ترتیب مهم‌ترین عوامل داخلی و خارجی بوده و شاخص‌های "فراهم کردن بستر مناسب برای سرمایه‌گذاری و حمایت از سرمایه‌گذاری" و "جلوگیری از آلودگی دریا توسط کشتی‌ها" به ترتیب مهم‌ترین شاخص‌های داخلی و خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد محسوب می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: توسعه پایدار، مناطق آزاد، دیمتل، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، تحلیل عاملی.



۱- مقدمه

مناطق آزاد تجاری-صنعتی براساس اهداف مختلفی از جمله: جذب سرمایه‌های خارجی، اشتغال، کاهش موانع اداری، تولید و صادرات، تأسیس می‌شوند و می‌توانند نقش اساسی در اقتصاد کشور و فراهم کردن محیطی امن و سودآور برای سرمایه‌گذاران داشته باشند [۲۶]. در ایران، تمام وظایف قانونی مناطق آزاد تجاری-صنعتی کشور مبتنی براساس آرمان‌های مطرح شده در سند چشم‌انداز تعریف و پیش‌بینی شده است [۷]. مناطق آزاد ایران دارای پتانسیل‌های زیادی هستند که به قابلیت‌های این مناطق، بدین شرح اشاره می‌شود. مشکی‌نی و همکاران (۲۰۲۰) معتقدند که منطقه آزاد قشم با توجه به جاذبه‌های فرهنگی، طبیعی و دریایی، قابلیت تبدیل شدن به قطب گردشگری در منطقه را دارد. اسفندیاری و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای به این نتایج دست یافتند که منطقه آزاد کیش از نظر تأسیسات زیربنایی و زیرساختی نسبت به مناطق آزاد قشم و چابهار بهتر است و در زمینه جذب توریسم و گردشگر، برگزاری نمایشگاه‌ها و همایش‌ها، نسبت به سایر مناطق آزاد، عملکرد موفق‌تری داشته است. ابراهیمی و لطفی (۲۰۱۹) بیان کرده‌اند که بندر چابهار مهم‌ترین کریدور شمال-جنوب و تنها بندر اقیانوسی ایران است که دارای مزیت‌های ترانزیتی حتی مهم‌تر از کانال سوئز دارد. طاهری و همکاران (۲۰۲۱) معتقدند منطقه آزاد اروند با توجه به جاذبه‌های گردشگری، موقعیت استراتژیکی و همجواری با مراکز صنعتی و کشاورزی، می‌تواند به یک قطب مهم گردشگری در ایران تبدیل شود. از طرف دیگر مناطق آزاد ایران دارای ناکامی‌های فراوانی بوده که برخی از پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، به صورت زیر بیان می‌شوند.

تحقیقات حضرتی و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که مناطق آزاد ایران در صادرات، واردات، اشتغال و حمل‌ونقل کالا در چهار ساله برنامه چهارم توسعه نسبت به اهداف تعیین شده ناموفق بوده و بیشتر به سمت واردات کالا تمایل داشته‌اند و تأکید دارند که مناطق آزاد در زمینه جذب سرمایه خارجی موفقیت چندانی نداشته‌اند. عالی فرجا و لطفی (۲۰۱۹) عنوان کرده‌اند که مناطق آزاد در خصوص افزایش قاچاق کالا و اشتغال کاذب تأثیرگذار بوده‌اند. اعظمی و بخشی (۲۰۲۰) در مقاله‌ای تأکید دارند که با توجه به عدم اختصاص بودجه مناسب و دخالت‌های دولت در مناطق آزاد، در ناپایدار بودن این مناطق تأثیرگذار بوده است. با توجه به نقاط قوت و ضعف مناطق آزاد و از طرفی قابلیت‌های توسعه پایدار که توسعه پایدار فرآیندی است جهت استفاده بهینه از منابع، جهت‌دهی سرمایه‌گذاری، گسترش فناوری و تغییرات نهادی که بر اساس نیازهای فعلی و آینده طراحی می‌شود و نیز تأکید سالیانه سازمان ملل در خصوص توجه



جهانی به توسعه پایدار [۲۱]، بنابراین توسعه پایدار مناطق آزاد، یک ضرورت محسوب می‌شود.

بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که پژوهش‌های اندکی در مورد بررسی شاخص‌های توسعه پایدار مناطق آزاد ایران صورت گرفته است. در این مطالعه یک رویکرد ترکیبی جدید مبتنی بر فرآیند شبکه‌ای^۱، دیمتل^۲ و تحلیل عاملی^۳ به منظور اولویت‌بندی شاخص‌های توسعه پایدار مناطق آزاد توسعه داده می‌شود. ضرورت استفاده از تحلیل عاملی در فرآیند تحلیل شبکه‌ای، پرهیز از قضاوت‌های ذهنی و افزایش کاهش اطمینان نتایج حاصل و همچنین شناسایی عوامل پنهان می‌باشد. همچنین به منظور برطرف نمودن فرض تشابه خوشه‌ها در تحلیل شبکه‌ای و شناسایی روابط و تعیین روابط علت و معلولی شاخص‌ها، روش دیمتل در فرآیند تحلیل شبکه‌ای به کار گرفته می‌شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱- توسعه پایدار

اصطلاح توسعه پایدار اولین بار در کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷ مطرح شد [۱۱]. لیم و همکاران^۴ (۲۰۱۹) بیان کرده‌اند که توسعه پایدار در جنبه‌های اقتصادی با حفظ همزمان پایداری زیست‌محیطی و اجتماعی، باعث بهبود عملکرد شرکت‌ها می‌شود و تأکید کرده‌اند که برای توسعه پایدار، سه بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی در زنجیره تأمین اندازه‌گیری شود که این سه بعد باید براساس خواسته‌های مشتریان باشد. کارتر و راجرز^۵ (۲۰۰۸) براساس اهداف سه گانه: زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و چهارجنبه: مدیریت ریسک، شفافیت، استراتژی و فرهنگ سازمانی، توسعه پایدار را مدل‌سازی کردند. زایلانی و همکاران^۶ (۲۰۱۲) در پژوهشی نشان دادند که عملکردهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار، به‌ویژه از جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی، با عملکرد پایدار شرکت‌ها ارتباط مثبت و معناداری دارد و معتقدند که توسعه پایدار می‌تواند باعث کاهش تخریب محیط‌زیست شود و با به‌کارگیری نوآوری و ابتکار، وضعیت همه اعضای زنجیره تأمین بهبود می‌یابد و یک زنجیره تأمین پایدار باید به‌صورتی باعث توسعه پایدار شود که ضمن به‌دست آوردن منافع اقتصادی، باعث آسیب به محیط‌زیست و سیستم‌های اجتماعی نشود و تأکید دارند که اهداف توسعه پایدار در ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی، در صورتی محقق می‌شود که این جنبه‌ها براساس خواسته‌ها و منافع شرکا باشد [۱۶] و تصویب قوانین جدید و کمبود منابع



باعث شده که تحقیقات گسترده‌ای به‌منظور تولید محصولات سازگار با محیط‌زیست صورت گیرد [۱۲]. امروزه فناوری، قوی‌ترین اهرم رشد و توسعه پایدار تلقی می‌شود [۱۴]. محقر و عباسی (۱۳۹۸) در پژوهشی بیان کرده‌اند که اثربخشی اقدامات در جنبه‌های توسعه پایدار باید باعث افزایش درآمدها، کاهش هزینه‌ها، رضایت‌مندی ذینفعان، جذب مشتریان، رفاه و رضایت‌مندی مشتریان و حفاظت از منابع محیط‌زیست شود. نوردی و باراسو^۷ (۲۰۰۷) در مقاله‌ای سیاست‌های مدیریت، رقابت‌پذیری، درآمدها و هزینه‌ها، رفاه کارکنان، ارتباط با جامعه، بهداشت و ایمنی، استفاده از منابع، انتشار آلودگی و چرخه عمر محصول را شاخص‌های توسعه پایدار در صنعت آلومینیوم اروپا معرفی کردند. اکبری (۱۳۹۵) درآمد، هزینه زندگی، اشتغال و سرمایه‌گذاری، بهبود خدمات، استفاده بهینه از منابع، آگاهی‌بخشی در حوزه محیط‌زیست، جلوگیری از انتشار آلودگی، رضایت‌مندی و مشارکت جامعه محلی، حفظ فرهنگ و سنن، امنیت و رفاه را شاخص‌های توسعه پایدار گردشگری بیان کردند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

یکی از محدودیت‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای، استفاده از قضاوت‌های ذهنی است. بنابراین، در مورد میزان اهمیت گزینه‌ها، ممکن است نتایج متفاوتی استخراج شود. اما روش تحلیل عاملی، چون قضاوت‌ها از نتایج تحلیل عاملی استخراج می‌شوند، بنابراین مشکل ذهنی بودن قضاوت‌ها در تعیین اهمیت عناصر برطرف می‌شود. تحلیل عاملی یک روش تحلیلی برای آشکار کردن ساختار پنهان متغیرها است. در روش سنتی فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای به‌دست آوردن سوپر ماتریس وزنی با فرض یکسان بودن خوشه‌ها انجام می‌شود. با این حال، امکان دارد اثر هر خوشه بر روی خوشه‌های دیگر متفاوت باشد. از این رو، با کاربرد دیمتل در فرآیند تحلیل شبکه‌ای، در رفع این نقیصه می‌توان اقدام نمود. به‌دلیل اینکه در دیمتل، ارتباط و درجه تأثیر عناصر در نظر گرفته می‌شود و فرض یکسان بودن اهمیت خوشه‌ها از بین می‌رود [۲۳].

با توجه به اینکه در نظر است که قضاوت‌های ذهنی کمتر استفاده شود تا نتایج مطمئن‌تری حاصل شود و از طرفی، شناسایی عوامل پنهان نیز مورد توجه است، بدین منظور از تحلیل عاملی در فرآیند تحلیل شبکه‌ای استفاده می‌شود. همچنین بدلیل؛ رفع مشکل فرض یکسان بودن خوشه‌ها در تحلیل شبکه‌ای و شناسایی روابط و تعیین تاثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها، از روش دیمتل در فرآیند تحلیل شبکه‌ای استفاده می‌شود. بنابراین، روش مورد استفاده در این تحقیق، تکنیک دنپ مبتنی بر تحلیل عاملی است. در این تحقیق دو پرسشنامه



طراحی شده است. پرسشنامه اول حاوی ۴۴ شاخص داخلی و ۲۴ شاخص خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد است که این شاخص‌ها پس از بررسی پیشینه تحقیق و استفاده از نظر خبرگان از جمله اساتید دانشگاه و مدیران مناطق آزاد احصا شده است و توسط ۱۸۴ نفر از آنها پاسخ داده شده است. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های تکمیل شده، عوامل پنهان مؤثر بر توسعه مناطق آزاد با استفاده از روش تحلیل عاملی در نرم افزار SPSS شناسایی می‌شوند. همچنین فرم استاندارد تکنیک دیمتل به منظور طراحی پرسشنامه دوم استفاده شده که در آن ماتریس مربعی از ۴۴ شاخص داخلی و ۲۴ شاخص خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد تشکیل شده است. در پرسشنامه دوم اعداد روی قطر اصلی صفر است در حالی که سایر سلول‌ها شامل عبارات کلامی بوده و بیانگر میزان اثر شاخص‌ها هستند. علاوه بر این، روش نمونه‌گیری به صورت هدفمند بوده که توسط هشت نفر از اساتید دانشگاه با درجه دکتری در حوزه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی پاسخ داده شده است. پس از توزیع و جمع‌آوری پرسشنامه‌های نوع دوم، اطلاعات حاصل وارد نرم‌افزار متلب شده و پس از کدنویسی در این نرم‌افزار، خروجی‌ها استخراج شده است. همچنین قابل ذکر است نتایج پرسشنامه اول منجر به کشف عامل‌ها و نیز ارتباط عامل‌ها با شاخص‌ها را نشان خواهد داد، درحالی‌که از نتایج پرسشنامه دوم، ارتباط بین شاخص‌ها و نیز تأثیرگذار و تأثیرپذیر بودن شاخص‌ها حاصل می‌شود. مراحل روش دنپ مبتنی بر تحلیل عاملی در سه گام اصلی به شرح ذیل است.

۳-۱- گام اول: روش تحلیل عاملی

روش تحلیل عاملی ابزار عددی مناسبی برای شناسایی متغیرهای تأثیرگذار در عامل‌ها است. اساسی‌ترین روش برای استخراج عامل‌ها، روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی است [۲۴]. قبل از توصیف روش تحلیل عاملی، تمامی پارامترها در جدول ۱، خلاصه شده‌اند. در تحلیل عاملی، عامل‌ها از رابطه ۱ و شاخص‌ها از رابطه ۲، به دست می‌آیند.

جدول ۱. نمادهای روابط تحلیل عاملی

نماد	توصیف	نماد	توصیف
i	اندیس شاخص	F_j	عامل j ام
j	اندیس عامل	ε_i	عامل اختصاصی i ام
p	تعداد شاخص‌ها	λ_{ij}	بار عاملی شاخص i ام روی عامل j ام
m	تعداد عامل‌ها	h_i^2	واریانس تبیین شده شاخص i ام توسط تمامی عوامل



نماد	توصیف	نماد	توصیف
X_i	شاخص i ام	ψ_i	واریانس عامل اختصاصی i ام
		σ_{ii}	واریانس شاخص i ام

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \dots & \lambda_{1m} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \dots & \lambda_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{p1} & \lambda_{p2} & \dots & \lambda_{pm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_p \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\sigma_{ii} = h_i^2 + \psi_i, \quad i = 1, 2, \dots, p, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

در رابطه (۲) داریم:

$$h_i^2 = \sum_{j=1}^m \lambda_{ij}^2 \quad (3)$$

۳-۲- گام دوم: روش دیمتل

روش های تصمیم گیری چند معیاره را می توان به سه دسته کلی طبقه بندی کرد: (۱) روش هایی که وزن شاخص ها را می سنجند، (۲) روش هایی که شاخص ها را رتبه بندی کرده و مهم ترین شاخص را انتخاب می کنند، (۳) روش هایی که شاخص ها را از نظر میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ارزیابی می کنند. در این مطالعه تکنیک دیمتل به عنوان یکی از روش های دسته سوم مورد استفاده قرار می گیرد. این روش یک ابزار علمی و مفید به خصوص برای نمایش ساختار پیچیده روابط علی و معلولی به وسیله نمودار و یا ماتریس است [۱۰]. به عبارت دیگر، با استفاده از این روش معیارهای ضیف و قوی قابل شناسایی هستند [۲۲]. همچنین ماتریس



حاصل از تکنیک دیمتل، در واقع بخشی از سوپر ماتریس تشکیل شده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای است. بنابراین در این پژوهش هر دو خواستگاه بیان شده از تکنیک دیمتل مورد توجه است.

۳-۲-۱- مراحل روش دیمتل

مرحله ۱- تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم: به‌طور کلی، یک مطالعه پیمایشی با پرسش از خبرگان برای یافتن تأثیر و جهت شاخص انجام می‌شود. سطوح مقیاس بدین صورت تعریف می‌شود؛ بدون تأثیر (۰)، تأثیر کم (۱)، تأثیر متوسط (۲)، تأثیر زیاد (۳)، تأثیر خیلی زیاد (۴) و نمادهای روابط به شرح جدول ۲، تعریف می‌شوند.

جدول ۲. نمادهای روابط دیمتل

نماد	توصیف	نماد	توصیف
$a_{ii'}^k$	درجه تأثیر شاخص i بر شاخص i' توسط خبره k	I	ماتریس همانی
e	تعداد خبره‌ها	T	ماتریس ارتباط کل
p	تعداد شاخص‌ها	D_i	جمع سطر i ام ماتریس ارتباط کل
Q	ضریب نرمال	R_i	جمع ستون j ام ماتریس ارتباط کل
A	ماتریس ارتباط مستقیم	$D_i + R_i$	اهمیت روابط شاخص i ام
N	ماتریس نرمالیزه	$D_i - R_i$	اثر شاخص i ام

در این مرحله از مجموعه‌ای از متخصصان و عوامل استفاده می‌شود. هر ارزیاب کننده سطح تأثیر مستقیم بین دو معیار را به‌صورت مقایسه‌های جفتی ارزیابی می‌کند. تمام عناصر روی قطر اصلی صفر است. ماتریس ارتباط مستقیم براساس رابطه ۴، به‌دست می‌آید.

$$\mathbf{A} = [\bar{a}_{ii'}]_{p \times p} \quad (4)$$

$$\bar{a}_{ii'} = \frac{1}{e} \sum_{k=1}^e a_{ii'}^k$$

که در آن

مرحله ۲- تشکیل ماتریس نرمالایز: ماتریس نرمالایز مطابق رابطه ۵، به‌دست می‌آید.

$$\mathbf{N} = \mathbf{Q} \times \mathbf{A} \quad (5)$$

$$Q = 1 / \max(\max_{1 \leq i \leq p} \sum_{j=1}^p a_{ij}, \max_{1 \leq j \leq p} \sum_{i=1}^p a_{ij}) \quad (6)$$



مرحله ۳- تشکیل ماتریس ارتباط کل: ماتریس ارتباط کل از رابطه ۷، محاسبه می‌شود.

$$\mathbf{T} = N + N^2 + \dots + N^P = N(I - N)^{-1}, P \rightarrow \infty \quad (7)$$

مرحله ۴- محاسبه روابط بین شاخص‌ها و شناسایی علت و معلول: در ماتریس ارتباط کل، جمع تمام سطرها (D_i) و ستون‌ها (R_i) به صورت مجزا محاسبه می‌شود. ($D_i + R_i$)، میزان روابط هر شاخص با سایر شاخص‌ها را نشان می‌دهد. هر چقدر مقدار حاصل جمع بیشتر باشد، مقدار رابطه یک شاخص با سایر شاخص‌ها بیشتر خواهد بود. همچنین حاصل تفریق ($D_i - R_i$) محاسبه می‌شود، اگر نتیجه آن مثبت باشد آن شاخص علت است و اگر حاصل منفی شود، آن شاخص معلول خواهد بود. هر چقدر این مقدار مثبت‌تر باشد، آن عامل تأثیرگذارتر است و هر چقدر منفی‌تر باشد، آن عامل تأثیرپذیرتر است.

مرحله ۵- تشکیل نمودار علی- معلولی: در نمودار پراکندگی، $D_i + R_i$ در محور افقی و $D_i - R_i$ بر روی محور عمودی قرار دارد، نقاط بالای محور، شاخص‌های علت و نقاط پایین محور، شاخص‌های معلول را نمایش می‌دهند. اگر ($D_i - R_i$) مثبت و ($D_i + R_i$) بزرگ باشد، در این صورت شاخص علت و روابط بالاست. اگر ($D_i - R_i$) مثبت و ($D_i + R_i$) کوچک باشد، پس شاخص علت و روابط پائین است. اگر ($D_i - R_i$) منفی و ($D_i + R_i$) بزرگ باشد، در نتیجه شاخص معلول و روابط بالاست. اگر ($D_i - R_i$) منفی و ($D_i + R_i$) کوچک باشد، پس شاخص معلول و روابط پائین است [۲۰].

۳-۳- گام سوم: روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای

این مدل براساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۸ طراحی شده و شبکه یا سیستم غیرخطی یا سیستم بازخور جایگزین سلسله مراتب می‌شود [۱۷]. دنپ^۹، یک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه است که با استفاده از ماتریس ارتباطات دیمتل، سوپر ماتریس فرآیند تحلیل شبکه‌ای را تشکیل داده و وزن معیارها و زیرمعیارها را محاسبه می‌کند [۲۵]. در فرآیند تحلیل شبکه‌ای مبتنی برتحلیل عاملی^{۱۰}، ابتدا مسئله مورد نظر به عوامل تجزیه شده و سپس با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای، این عوامل و شاخص‌های زیر مجموعه آنها، و ارتباط و وابستگی‌های بین عوامل و شاخص‌ها به شکل شبکه‌ای مشخص می‌شوند تا بتوان اهمیت نسبی شاخص‌ها را محاسبه کرد [۳۰].



۳-۳-۱- مراحل فرآیند تحلیل شبکه‌ای

مرحله ۱- ساخت مدل و ساختاربندی مسئله

مرحله ۲- مقایسه ماتریس‌ها و بردارهای اولویت‌دار

مرحله ۳- تشکیل سوپر ماتریس: برای دستیابی به اولویت‌های کلی در یک سیستم با تأثیرات متقابل، بردارهای اولویت‌دار در ستون‌های یک ماتریس وارد می‌شوند. در نتیجه، یک ابرماتریس در واقع یک ماتریس تقسیم شده است که در آن هر بخش ماتریس نشان دهنده رابطه بین دو گره در یک سیستم است. سوپر ماتریس از یک سلسله مراتب با سه سطح که زیرمعیارها آن با یکدیگر مرتبط باشند، تشکیل می‌شود که به صورت ماتریس در رابطه ۸، نمایش داده شده که اجزای این ماتریس عبارت است از: W_{21} (یک بردار است که نشان دهنده تأثیر هدف بر عامل‌ها است)، W_{32} (ماتریسی است که نشان دهنده تأثیر عامل‌ها بر روی هر یک از شاخص‌ها است) و W_{33} (نشان دهنده وابستگی متقابل بین شاخص‌ها است).

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} Ranking \\ Ranking \\ Factors \\ Criteria \end{matrix} & \begin{matrix} Factors \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} Criteria \\ 0 \\ 0 \\ W_{33} \end{matrix} \end{matrix} \quad (8)$$

بردار W_{21} : این بردار از مقایسه دو دویی بین عامل‌ها و محاسبه میانگین هندسی عامل‌ها، به دست می‌آید؛ ماتریس W_{32} : براساس رابطه بین شاخص‌ها و عامل‌ها، ماتریس ارتباط بین شاخص‌ها و عامل تشکیل می‌شود و با نرمالایز کردن بردار عناصر، این ماتریس، به دست می‌آید؛ ماتریس W_{33} : براساس رابطه بین شاخص‌ها، ماتریس ارتباط بین آن‌ها تشکیل می‌شود و با نرمالایز کردن بردار عناصر، این ماتریس، به دست می‌آید.

مرحله ۴- رتبه‌بندی گزینه‌ها

سوپر ماتریس موزون: سه ماتریس W_{21} ، W_{32} و W_{33} براساس ارتباط بین اهداف، عامل‌ها و شاخص‌ها که قبلاً محاسبه شده‌اند، در ماتریس رابطه ۸ قرار می‌گیرند. این ماتریس، سوپر ماتریس موزون است. سوپر ماتریس حدی: با به حد رساندن سوپر ماتریس موزون، سوپر ماتریس حاصل می‌شود. ضرایب اهمیت شاخص‌ها از ستون هدف سوپر ماتریس حدی، به دست می‌آید [۳۰].



۴- یافته‌های تحقیق

۴-۱- محاسبات و یافته‌های تحلیل عاملی

۴-۱-۱- تحلیل کفایت نمونه و آزمون بارتلت

مطابق جداول ۳ و ۴، ضریب کی ام او برای شاخص‌های داخلی مقدار ۰/۸۶۵ و برای شاخص‌های خارجی مقدار ۰/۸۸۹ به دست آمده است. از آنجا که کایزر و رایس^{۱۱} بر اساس ضریب کی ام او بیشتر از ۰/۸، کفایت نمونه را در سطح خوب ارزیابی می‌کنند، می‌توان نتیجه گرفت که تعداد نمونه ۱۸۴ نفر برای اندازه‌گیری هر دو دسته شاخص‌های داخلی و خارجی مناطق آزاد مناسب هستند. همچنین آزمون بارتلت این فرضیه را که ماتریس همبستگی‌های مشاهده شده متعلق به جامعه‌ای با متغیرهای ناهمبسته است می‌آزماید. برای آنکه یک مدل عاملی معنی‌دار باشد، متغیرها باید همبسته باشند [۲۹]. نتایج آزمون بارتلت در جداول ۱ و ۲، نشان می‌دهد که میان متغیرها ارتباط معناداری وجود دارد.

جدول ۳. ضریب کی ام او و آزمون بارتلت شاخص‌های داخلی

آزمون کفایت نمونه کایزر میبر		۰/۸۶۵
آزمون بارتلت	کای اسکوتر	۱۰۳۶۰/۹۰۳
	درجه آزادی	۹۴۶
	سطح معنی داری	۰/۰۰۰

جدول ۴. ضریب کی ام او و آزمون بارتلت شاخص‌های خارجی

آزمون کفایت نمونه کایزر میبر		۰/۸۸۹
آزمون بارتلت	کای اسکوتر	۷۰۰۴/۴۱۰
	درجه آزادی	۲۷۶
	سطح معنی داری	۰/۰۰۰

۴-۱-۲- تحلیل داده‌های روش عاملی

شاخص‌هایی که دارای بارعاملی بزرگ‌تر از ۰/۶ هستند و بیشترین واریانس را با عامل‌ها دارند، انتخاب می‌شوند. هرکدام از شاخص‌ها به عاملی اختصاص می‌یابد. هر عامل براساس ارتباط بین عامل و شاخص‌ها، نام‌گذاری می‌شود. به منظور شناسایی بهتر عامل‌ها، چرخش واریماکس انجام شده است. هفت عامل پنهان در شاخص‌های داخلی کشف و بدین شرح: (۱)



رفاه و خدمات، ۲) حمایت و مقررات، ۳) کنترل آلودگی، ۴) حفاظت و پیش‌گیری، ۵) بهره‌وری، ۶) عملیات سبز، ۷) زیرساخت و امکانات، نام‌گذاری می‌شوند. این عوامل، ۷۹ درصد کل واریانس داخلی توسعه پایدار مناطق آزاد را تبیین می‌کنند که در جدول ۵ نشان داده شده‌اند. همچنین، چهار عامل پنهان در شاخص‌های خارجی کشف و بدین صورت: ۱) فرهنگ‌سازی، ۲) اقدامات زیست‌محیطی، ۳) دانش و ارتباطات، ۴) حمایت جامعه محلی، نام‌گذاری می‌شوند. این عوامل، ۸۳ درصد کل واریانس عوامل خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد را تبیین می‌کنند که در جدول ۶ آورده شده‌اند.

جدول ۵. عامل‌ها و شاخص‌های داخلی توسعه پایدار

نام عامل	شرح عامل	درصد واریانس	علامت شاخص	شاخص	بار عاملی
F1	رفاه و خدمات	۲۲/۲۳۲	i9	برگزاری دوره‌های آموزشی توسعه پایدار	۰/۸۵۲
			i10	برگزاری رویدادهای گردشگری، ورزشی	۰/۸۶۵
			i12	ارائه محصولات با کیفیت	۰/۸۰۲
			i26	ارائه امکانات و خدمات گردشگری متنوع	۰/۷۶۳
			i29	ایمنی، سلامت و رفاه کارکنان	۰/۷۸۰
			i30	تسهیل سفر امن و ایمن برای گردشگران	۰/۷۷۰
			i31	احداث صنایع و مشاغل پایدار	۰/۷۸۲
			i32	خدمات بهداشتی درمانی	۰/۶۷۰
			i35	خدمات اینترنتی به گردشگران و مشتریان	۰/۸۷۷
			i39	معرفی جاذبه‌های گردشگری، و محصولات	۰/۸۱۷
F2	حمایت و مقررات	۱۵/۵۴۷	i42	استراتژی مناسب جهت توسعه بازار	۰/۷۰۷
			i43	ایجاد مؤسسه اقتصادی، بازرگانی، فروش	۰/۸۵۴
			i11	تدوین و حمایت از سیاست توسعه پایدار	۰/۸۱۵
			i19	رضایت ذینفعان زنجیره‌تامین	۰/۸۸۳
			i23	رعایت استاندارد زیست‌محیطی و ایمنی	۰/۷۹۸
			i27	استخدام و اشتغال جامعه محلی	۰/۷۷۶
			i34	پرداخت سود به ذینفعان سازمان	۰/۶۸۷



نام عامل	شرح عامل	درصد واریانس	علامت شاخص	شاخص	بار عاملی
			i۳۶	تشویق کارکنان برای اجرای توسعه پایدار	۰/۶۵۲
			i۳۷	فراهم کردن بستر سرمایه‌گذاری	۰/۸۲۹
			i۴۰	رضایتمندی گردشگران و مشتریان	۰/۷۳۱
			i۴۱	حمایت از صنایع و مشاغل محلی	۰/۸۳۹
			i۴۴	پیروی از مقررات دولتی، رعایت قانون کار	۰/۶۳۳
			i۳	کاهش سر و صدا و آلودگی صوتی	۰/۹۱۸
			i۶	مدیریت پسماندهای صنعتی و زباله‌ها	۰/۹۶۳
F۳	کنترل آلودگی	۱۰/۸۵۴	i۷	کنترل نشت روغن و پایش آلودگی خاک	۰/۹۴۹
			i۱۳	کنترل آلودگی آب و مدیریت فاضلاب	۰/۸۰۷
			i۱۴	نظارت بر کیفیت هوا و کاهش آلودگی هوا	۰/۶۹۳
			i۲۲	جلوگیری از آلودگی سواحل و لایروبی دریا	۰/۸۹۳
			i۸	برنامه نگهداری مواد و کالاهای خطرناک	۰/۸۴۱
			i۱۵	حفاظت از طبیعت	۰/۸۵۸
F۴	حفاظت و پیشگیری	۹/۸۱۷	i۱۷	کنترل‌ها و برنامه‌ریزی برای حوادث طبیعی و	۰/۷۹۷
			i۱۸	عدم تخریب منابع طبیعی برای ساخت ساز	۰/۸۵۱
			i۲۱	برنامه برای سازگاری با تغییرات آب و هوا	۰/۸۳۹
			i۱۶	نوآوری در محصولات و خدمات	۰/۸۸۰
F۵	بهره‌وری	۸/۶۵۷	i۲۵	بهره‌وری مصرف آب و نظارت کیفیت آب	۰/۸۳۴
			i۲۸	بهره‌وری انرژی و توسعه انرژی تجدیدپذیر	۰/۸۱۲
			i۳۳	کاهش ضایعات در فرآیند تولید کالا	۰/۸۲۲
			i۴	حفظ منابع طبیعی و توسعه فضای سبز	۰/۶۷۵
			i۵	امکانات دوچرخه و حمل‌ونقل عمومی	۰/۶۲۳
F۶	عملیات سبز	۸/۱۷۳	i۲۰	کاهش استفاده از پسماند صنعتی خطرناک	۰/۷۶۹
			i۲۴	استفاده از مصالح سبز در ساخت‌وسازها	۰/۷۴۷
			i۳۸	بسته‌بندی کالا بر اساس مدیریت سبز	۰/۷۴۳
			i۱	بهبود زیرساخت و ارتقا ایمنی منطقه آزاد	۰/۷۷۲



نام عامل	شرح عامل	درصد واریانس	علامت شاخص	شاخص	بار عاملی
F۷	زیرساخت	۳/۸۸۶	e۲	کاهش زمان انتظار و معطلی	۰/۷۰۱

جدول ۶. عامل‌ها و شاخص‌های خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد

نام عامل	شرح عامل	درصد واریانس	علامت شاخص	شاخص	بار عاملی
F۱	فرهنگ سازی	۲۷/۹۳۵	e۲	آگاهی‌بخشی به گردشگران و مشتریان در عدم ایجاد ترافیک	۰/۶۹۱
			e۵	مشارکت گردشگران و مشتریان جهت کاهش مصرف آب و انرژی	۰/۶۶۱
			e۱۲	مشارکت گردشگران و مشتریان جهت عدم ایجاد آلودگی زیست‌محیطی	۰/۶۰۸
			e۱۳	عدم تخریب اماکن گردشگری، تفریحی و باستانی توسط گردشگران	۰/۷۹۳
			e۱۴	مشارکت گردشگران در حفظ منابع طبیعی، اراضی زراعی و حیات وحش	۰/۷۹۴
			e۲۱	آگاهی‌بخشی به گردشگران و مشتریان جهت احترام به آداب و رسوم جامعه محلی	۰/۶۶۶
			e۲۲	تشویق و ترغیب گردشگران و مشتریان به خرید محصولات سازگار با محیط‌زیست	۰/۷۶۱
			e۲۳	فرهنگ رعایت استاندارد زیست‌محیطی و ایمنی توسط شرکت‌ها	۰/۷۶۷
			e۲۴	فرهنگ‌سازی جهت کاهش مصرف آب و نظارت بر کیفیت آب توسط شرکت‌ها	۰/۸۸۷
			F۲	اقدامات زیست محیطی	۲۳/۵۵۱
e۱۱	بهبود محیط زیست با همکاری فعالان و نهادهای محیط زیست و جامعه محلی	۰/۶۲۸			
e۱۵	بهره‌وری و کاهش مصرف انرژی توسط شرکت‌ها	۰/۶۶۸			
e۱۶	جلوگیری از آلودگی دریا توسط کشتی‌ها	۰/۷۸۱			



نام عامل	شرح عامل	درصد واریانس	علامت شاخص	شاخص	بار عاملی
			e18	استفاده از مکانیسم‌های کنترل آلودگی هوا توسط شرکت حمل‌ونقل و گردشگری	۰/۸۲۴
			e19	کاهش استفاده از مواد تجدید ناپذیر توسط شرکت‌ها	۰/۷۵۶
			e20	گسترش جایگزین کردن سوخت پاک به جای سوخت‌های آلاینده توسط شرکت‌ها	۰/۶۴۰
			e3	استفاده از فناوری ارتباطی جدید توسط شرکت‌ها	۰/۷۳۴
			e4	آموزش توسعه پایدار جامعه محلی با همکاری سازمان‌های غیردولتی و دولتی	۰/۶۵۲
F3	دانش و ارتباطات	۱۹/۷۰۸	e6	همکاری با شرکت‌ها و نهادهای بین‌المللی در حوزه‌های مختلف توسعه پایدار	۰/۶۷۵
			e8	به اشتراک‌گذاری دانش با شرکای داخلی و ...	۰/۶۱۳
			e9	آموزش توسعه پایدار کارکنان شرکت‌ها	۰/۷۷۰
			e10	همکاری با دانشگاه و پژوهشگاه در توسعه صنایع، تولید، تجارت، گردشگری و ...	۰/۸۵۶
F4	حمایت جامعه محلی	۱۱/۸۵۰	e7	مشارکت جامعه محلی در توسعه پایدار	۰/۷۷۰
			e17	همکاری با نهادهای خیریه جهت حمایت از نیازمندان جامعه محلی	۰/۸۰۴

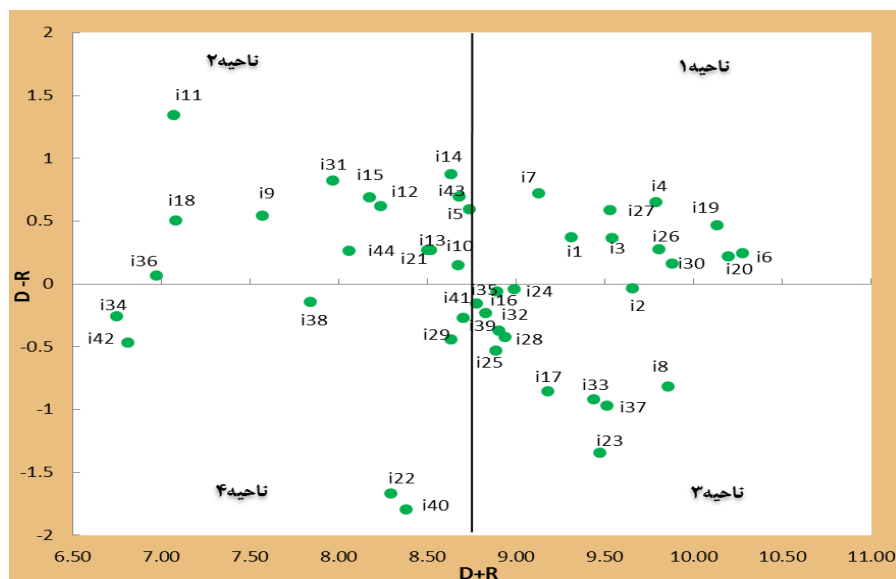
۲-۴- محاسبات و یافته‌های دیمتل

۲-۴-۱- تحلیل دیاگرام علی- معلولی شاخص‌های داخلی و خارجی

بر اساس محاسبات دیمتل، نمودارهای علی و معلولی شاخص‌های داخلی (نمودار ۱) و خارجی (نمودار ۲) ترسیم شده‌اند. بر اساس نمودار ۱، ۲۳ شاخص دارای ارتباطات زیاد با سایر شاخص‌های داخلی و ۲۱ شاخص دارای ارتباطات کم با سایر شاخص‌های داخلی دارند و ۲۴ شاخص داخلی، از نوع علت و ۲۰ شاخص داخلی، از نوع معلول هستند که شاخص i6 (تفکیک، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، بازیافت و دفن زباله و پسماند صنعتی)، دارای بیشترین ارتباط با سایر شاخص‌های داخلی دارد و شاخص i34 (پرداخت سود و خدمات به ذینفعان)، دارای کمترین

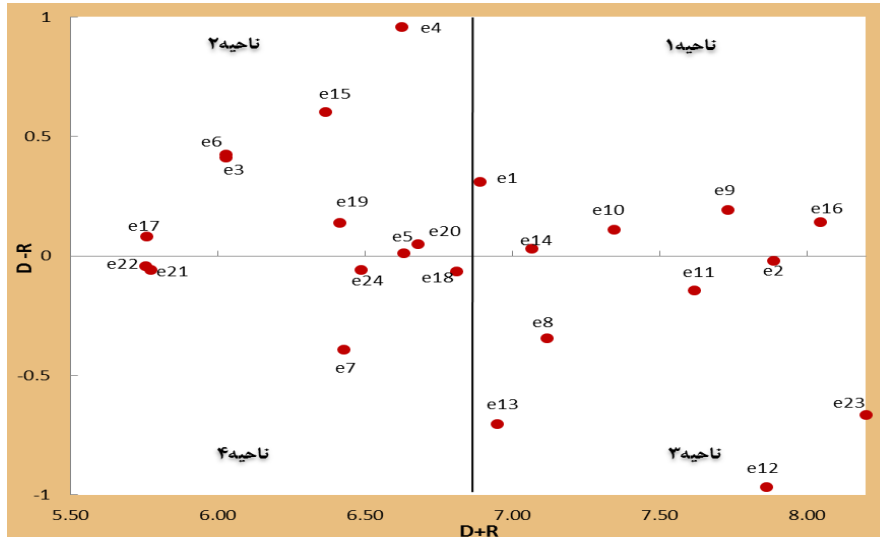


ارتباط با سایر شاخص‌های داخلی دارد. همچنین شاخص i_{11} (تدوین سیاست‌های توسعه پایدار)، تأثیرگذارترین شاخص داخلی و شاخص i_{40} (رضایت‌مندی گردشگران و مشتریان)، تأثیرپذیرترین شاخص داخلی است.



نمودار ۱. دیاگرام علی- معلولی شاخص‌های داخلی

براساس نمودار ۲، ۱۱ شاخص دارای ارتباطات زیاد با سایر شاخص‌های خارجی و ۱۳ شاخص دارای ارتباطات کم با سایر شاخص‌های خارجی دارند. ۱۳ شاخص خارجی، از نوع علت و ۱۱ شاخص خارجی، از نوع معلول هستند که شاخص e_{23} (فرهنگ رعایت استاندارد ایمنی و زیست محیطی توسط شرکت‌های حمل‌ونقل و گردشگری)، دارای بیشترین ارتباط با سایر شاخص‌های خارجی دارد و شاخص e_{22} (تشویق گردشگران و مشتریان به خرید محصولات سازگار با محیط زیست)، دارای کمترین ارتباط با سایر شاخص‌های خارجی دارد. شاخص e_4 (آموزش توسعه پایدار جامعه محلی)، تأثیرگذارترین شاخص خارجی و شاخص e_{12} (مشارکت گردشگران و مشتریان جهت عدم ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی)، تأثیرپذیرترین شاخص خارجی است.



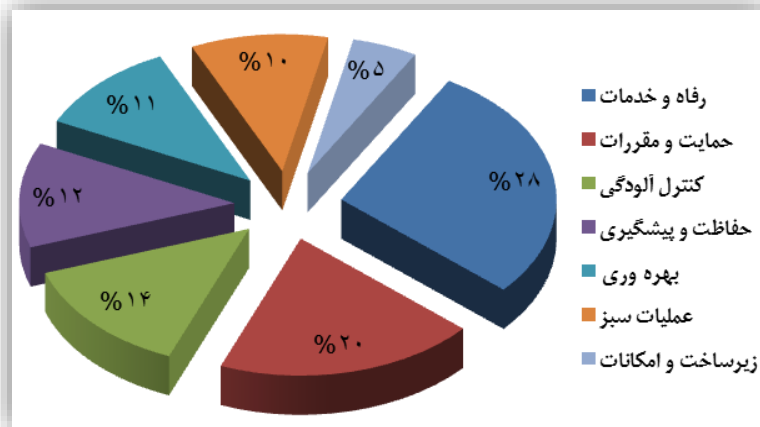
نمودار ۲. دیاگرام علی- معلولی شاخص های داخلی

۳-۴- محاسبات و یافته های فرآیند تحلیل شبکه ای

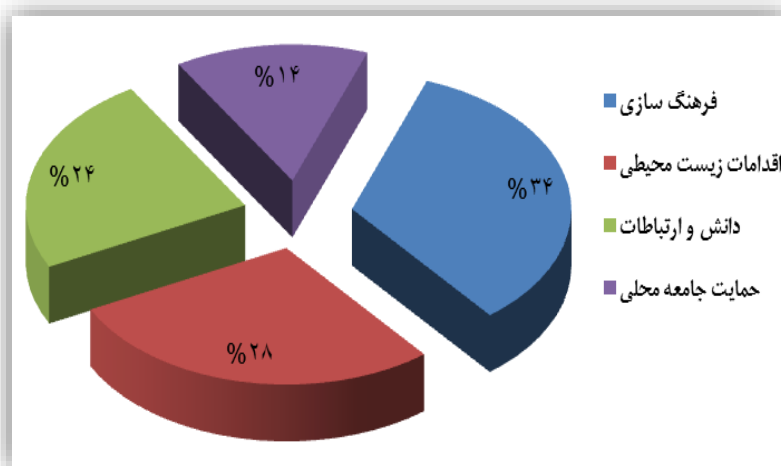
سوپر ماتریس اولیه به طور مجزا بر اساس رابطه ۷، تشکیل می شوند.

۱-۳-۴- یافته های بردار W_{21}

در ابتدا براساس درصد واریانس هر یک از عامل های حاصل شده از روش تحلیل عاملی، ماتریس مقایسه دو دویی بین عامل ها به تفکیک عوامل داخلی و خارجی تشکیل شده و در ادامه میانگین هندسی عامل های داخلی و خارجی، به دست آمده است. در ادامه، بردار W_{21} عوامل داخلی و خارجی، حاصل می شوند. همچنین بر اساس این بردار، درصد سهم عامل های داخلی و خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد محاسبه شده که به ترتیب در نمودارهای ۳ و ۴، ترسیم شده اند.



نمودار ۳. سهم عامل‌های داخلی توسعه پایدار مناطق آزاد



نمودار ۴. سهم عامل‌های خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد



۴-۳-۲- یافته های ماتریس W_{32}

برای یافتن مقادیر ماتریس W_{32} به جای به کارگیری روش معمولی فرآیند تحلیل شبکه ای، از فرآیند تحلیل شبکه ای مبتنی بر تحلیل عاملی استفاده شده، بدین صورت که ماتریس W_{32} در دو بعد داخلی و خارجی بر اساس رابطه بارهای عاملی بین شاخص ها و عامل ها به دست می آید.

۴-۳-۳- یافته های ماتریس W_{33}

در روش دنپ، ماتریس ارتباط درونی شاخص ها از روش دیمتل مشتق می شود، بدین صورت که ماتریس ارتباط درونی شاخص های داخلی و خارجی از طریق موزون کردن ماتریس های ناموزون ارتباط درونی شاخص های دیمتل، به دست می آید و تشکیل سوپر ماتریس وزن دار از طریق تبدیل هر درایه به مجموع ستون به وسیله هر خوشه به دست می آید؛ طوری که مجموع وزن معیارها باید یک شود. بنابراین برای به دست آوردن درجه نفوذ بین شاخص ها از روش دیمتل استفاده می شود و برای تشکیل ماتریس وزن دار نهایی از فرآیند تحلیل شبکه ای استفاده می شود [۱۹].

۴-۳-۴- رتبه بندی شاخص های داخلی و خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد

پس از تشکیل ماتریس های اولیه، سوپر ماتریس موزون شاخص های داخلی و خارجی توسعه پایدار حاصل شده است. در مرحله بعد، سوپر ماتریس موزون داخلی را با استفاده از نرم افزار متلب به توان ۲۰ رسانده شده که سوپر ماتریس حدی داخلی حاصل شده است. همچنین سوپر ماتریس حدی خارجی پس از به توان ۴۰ رساندن سوپر ماتریس موزون خارجی، به دست آمده است. در نهایت با موزون کردن ضرایب اهمیت شاخص ها از ستون هدف سوپر ماتریس حدی، رتبه بندی شاخص های داخلی و خارجی به ترتیب مطابق جداول ۷ و ۸، استخراج شده اند.

جدول ۷. رتبه بندی شاخص های داخلی توسعه پایدار مناطق آزاد

رتبه	ضریب اهمیت	شاخص	علامت شاخص
۱	۰/۰۲۷۵۴۸	فراهم کردن بستر سرمایه گذاری و حمایت از سرمایه گذاری	i۳۷
۲	۰/۰۲۷۳۱۲	تسهیل سفر و ایجاد امنیت و ایمنی برای گردشگر و مشتری	i۳۰
۳	۰/۰۲۷۰۸۰	ارائه امکانات و خدمات گردشگری متنوع (رفاهی، تفریحی)	i۲۶
۴	۰/۰۲۷۰۲۷	رضایت مندی گردشگران و مشتریان (خدمات، پاسخگویی)	i۴۰
۵	۰/۰۲۶۲۲۳	نظارت بر کیفیت هوا، کاهش گازهای گلخانه ای و کاهش انتشار	i۱۴



رتبه	ضریب اهمیت	شاخص	علامت شاخص
۶	۰/۰۲۶۲۱۴	کنترل آلودگی آب‌های زیرزمینی، مدیریت و بازیافت فاضلاب	i۱۳
۷	۰/۰۲۶۰۶۳	حفاظت از طبیعت (زیستگاه‌ها، مناطق حفاظت شده)	i۱۵
۸	۰/۰۲۵۶۸۰	ارائه محصولات با کیفیت (بادوام، متنوع، قیمت مناسب)	i۱۲
۹	۰/۰۲۵۶۶۰	احداث صنایع و مشاغل پایدار	i۳۱
۱۰	۰/۰۲۵۱۰۹	برگزاری دوره‌های آموزشی توسعه پایدار کارکنان	i۹
۱۱	۰/۰۲۵۰۱۸	برگزاری رویدادهای گردشگری، ورزشی، جشن‌ها	i۱۰
۱۲	۰/۰۲۴۶۵۹	رضایت‌مندی ذینفعان زنجیره تأمین	i۱۹
۱۳	۰/۰۲۴۴۱۳	بهبود زیرساخت‌ها و ایمنی منطقه آزاد جهت کاهش حوادث	i۱
۱۴	۰/۰۲۴۲۶۵	ایمنی، سلامت و رفاه کارکنان	i۲۹
۱۵	۰/۰۲۳۵۴۴	خدمات بهداشتی درمانی (گردشگری سلامت)	i۳۲
۱۶	۰/۰۲۳۲۷۹	جمع‌آوری، حمل‌ونقل، بازیافت و دفن زباله و پسماند صنعتی	i۶
۱۷	۰/۰۲۳۰۴۴	ایجاد مؤسسه‌های اقتصادی، بازرگانی، فروشگاه‌ها و	i۴۳
۱۸	۰/۰۲۲۹۵۹	بهره‌وری و کاهش مصرف آب، امکانات تصفیه آب، نظارت بر	i۲۵
۱۹	۰/۰۲۲۹۲۰	رعایت استانداردهای بین‌المللی زیست‌محیطی و ایمنی	i۲۳
۲۰	۰/۰۲۲۹۰۷	فعالیت‌های بازاریابی، معرفی جاذبه‌های گردشگری،	i۳۹
۲۱	۰/۰۲۲۸۷۶	تدوین و حمایت از سیاست‌های توسعه پایدار	i۱۱
۲۲	۰/۰۲۲۸۴۵	حمایت از صنایع و مشاغل محلی	i۴۱
۲۳	۰/۰۲۲۸۰۵	کنترل و برنامه‌ریزی برای حوادث طبیعی و غیرطبیعی	i۱۷
۲۴	۰/۰۲۲۳۹۶	استخدام و اشتغال جامعه محلی	i۲۷
۲۵	۰/۰۲۲۲۶۲	عدم تخریب منابع طبیعی به‌منظور توسعه گردشگری و ساخت -	i۱۸
۲۶	۰/۰۲۲۱۵۹	کاهش ضایعات و خرابی در فرآیند طراحی، ساخت و تولید کالا	i۳۳
۲۷	۰/۰۲۲۱۰۵	امکانات دوچرخه سواری، حمل‌ونقل عمومی و پیاده‌روی	i۵
۲۸	۰/۰۲۲۱۰۰	برنامه‌های منطقه آزاد برای سازگاری با تغییرات آب‌وهوا	i۲۱
۲۹	۰/۰۲۲۰۶۱	جلوگیری از آلودگی زیست محیطی سواحل و لایروبی دریا	i۲۲
۳۰	۰/۰۲۱۸۹۲	استفاده از مصالح سبز در ساخت‌وساز و مواد تجدید پذیر	i۲۴
۳۱	۰/۰۲۱۸۲۷	استراتژی مناسب جهت حفظ و توسعه بازار	i۴۲



رتبه	ضریب اهمیت	شاخص	علامت شاخص
۳۲	۰/۰۲۱۷۴۹	کنترل‌ها و مکانیزم‌های نشت روغن و پایش آلودگی خاک	i۷
۳۳	۰/۰۲۱۶۸۳	کاهش زمان انتظار (معطلی کشتی‌ها، کامیون‌ها)	i۲
۳۴	۰/۰۲۱۵۶۴	پرداخت سود و خدمات به ذینفعان درون سازمان مناطق آزاد	i۳۴
۳۵	۰/۰۲۱۲۴۲	برنامه‌های نگهداری مواد و کالاهای خطرناک	i۸
۳۶	۰/۰۲۱۰۶۵	خدمات اطلاعاتی و اینترنتی برای گردشگران و مشتریان	i۳۵
۳۷	۰/۰۲۱۰۳۳	کاهش سروصدا و آلودگی صوتی	i۳
۳۸	۰/۰۱۹۹۲۶	حفظ و گسترش منابع طبیعی، مراتع، اراضی و توسعه فضای	i۴
۳۹	۰/۰۱۹۷۶۴	تشویق کارکنان جهت مشارکت در اجرای توسعه پایدار	i۳۶
۴۰	۰/۰۱۸۱۹۴	بهره‌وری و کاهش مصرف انرژی، توسعه انرژی‌های	i۲۸
۴۱	۰/۰۱۷۱۸۹	پیروی از مقررات دولتی، رعایت قوانین کار	i۴۴
۴۲	۰/۰۱۷۰۹۱	کاهش استفاده از پسماند صنعتی خطرناک	i۲۰
۴۳	۰/۰۱۶۷۹۳	بهبود فرآیندها و نوآوری در محصولات و خدمات	i۱۶
۴۴	۰/۰۱۶۴۲۴	مدیریت بسته بندی کالا بر اساس مدیریت سبز	i۳۸

جدول ۸. رتبه‌بندی شاخص‌های خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد

رتبه	ضریب اهمیت	شاخص	علامت شاخص
۱	۰/۰۲۷۵۴۹	جلوگیری از آلودگی دریا توسط کشتی‌ها (زباله، نشت نفت)	e۱۶
۲	۰/۰۲۷۳۱۲	آموزش توسعه پایدار کارکنان شرکت‌ها	e۹
۳	۰/۰۲۷۰۸۱	آگاهی بخشی به گردشگر و مشتری در عدم ایجاد ترافیک	e۲
۴	۰/۰۲۷۰۲۸	آموزش توسعه پایدار جامعه محلی با همکاری سازمان‌های محلی	e۴
۵	۰/۰۲۶۲۳۳	فرهنگ رعایت استاندارد ایمنی و زیست‌محیطی توسط شرکت‌ها	e۲۳
۶	۰/۰۲۶۲۱۴	همکاری با دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها در تولید و گردشگری	e۱۰
۷	۰/۰۲۶۰۶۳	بهبود محیط زیست با همکاری نهادهای محیط‌زیست و جامعه محلی	e۱۱
۸	۰/۰۲۵۶۸۱	تفکیک، جمع‌آوری، حمل‌ونقل و دفن زباله‌ها توسط شرکت‌ها	e۱
۹	۰/۰۲۵۶۶۱	مشارکت گردشگران جهت حفظ منابع طبیعی، مراتع و حیات وحش	e۱۴
۱۰	۰/۰۲۵۱۰۹	بهره‌وری و کاهش مصرف انرژی توسط شرکت‌ها	e۱۵



رتبه	ضریب اهمیت	شاخص	علامت شاخص
۱۱	۰/۰۲۵۰۱۹	مشارکت گردشگران و مشتریان جهت عدم ایجاد آلودگی زیست محیطی	e۱۲
۱۲	۰/۰۲۴۶۶۰	به اشتراک‌گذاری دانش با شرکای داخلی و خارجی	e۸
۱۳	۰/۰۲۴۴۱۳	استفاده از مکانیسم کنترل آلودگی هوا توسط شرکت‌ها	e۱۸
۱۴	۰/۰۲۴۲۶۶	جایگزین کردن سوخت پاک بجای سوخت‌های آلاینده توسط شرکت‌ها	e۲۰
۱۵	۰/۰۲۳۵۴۴	مشارکت گردشگران و مشتریان جهت کاهش مصرف آب و انرژی	e۵
۱۶	۰/۰۲۳۲۸۰	کاهش استفاده از مواد تجدیدناپذیر توسط شرکت‌ها	e۱۹
۱۷	۰/۰۲۳۰۴۴	همکاری با شرکت‌های بین‌المللی در حوزه‌های توسعه	e۶
۱۸	۰/۰۲۲۹۵۹	استفاده از فن‌آوری‌های ارتباطی توسط شرکت‌ها	e۳
۱۹	۰/۰۲۲۹۲۱	فرهنگ‌سازی کاهش مصرف آب و نظارت بر کیفیت آب توسط شرکت‌ها	e۲۴
۲۰	۰/۰۲۲۹۰۷	آگاهی بخشی به گردشگران جهت حفظ اماکن گردشگری	e۱۳
۲۱	۰/۰۲۲۸۷۷	مشارکت جامعه محلی در گردشگری، تولید و تجارت	e۷
۲۲	۰/۰۲۲۸۴۶	همکاری با نهادهای غیردولتی جهت حمایت از نیازمندان جامعه محلی	e۱۷
۲۳	۰/۰۲۲۸۰۵	آگاهی بخشی به گردشگران جهت احترام به آداب و رسوم جامعه محلی	e۲۱
۲۴	۰/۰۲۲۳۹۷	تشویق گردشگران به خرید محصولات سازگار با محیط زیست	e۲۲

۵- نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، اهمیت موضوع توسعه پایدار به‌طور فزاینده‌ای رو به گسترش بوده است؛ به‌طوری که در گزارش سالیانه توسعه پایدار توسط سازمان ملل متحد توجه قابل‌توجهی به این موضوع شده است. بنابراین، اجرای توسعه پایدار در مناطق آزاد که نقش مهمی در گسترش اقتصاد کشور دارند ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس، در این مقاله شاخص‌های توسعه پایدار مناطق آزاد شامل شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی با استفاده از روش ترکیبی مبتنی بر تکنیک دیمتل، تحلیل فرآیند شبکه‌ای و تحلیل عاملی رتبه‌بندی شدند.

بدین منظور در ابتدا با استفاده از روش تحلیل عاملی، هفت عامل پنهان از مجموع ۴۴ شاخص داخلی و همچنین چهار عامل پنهان از ۲۴ شاخص خارجی شناسایی و نام‌گذاری شدند. سپس، اهمیت نسبی عوامل پنهان شناسایی شده با استفاده از روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای محاسبه شدند. نتایج نشان داد که عامل "رفاه و خدمات" مهم‌ترین عامل داخلی بوده در حالی که عامل "فرهنگ‌سازی" مهم‌ترین عامل خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد است. از آنجا که



نتایج تحلیل عاملی نشان می‌دهد که شاخص‌های "خدمات اینترنتی به گردشگران و مشتریان"، "برگزاری رویدادهای گردشگری، ورزشی" و همچنین "ایجاد مؤسسه اقتصادی، بازرگانی، فروش" به ترتیب دارای بیشترین بار عاملی روی عامل داخلی "رفاه و خدمات" هستند، سرمایه‌گذاری به‌منظور توسعه زیرساخت‌های لازم جهت در دسترس بودن اینترنت پرسرعت، احداث مکان‌های مناسب به‌منظور برگزاری رویدادها و همایش‌های گردشگری و ورزشی و اطلاع‌رسانی مناسب در این زمینه و همچنین بسترسازی در جهت جذب سرمایه‌گذاری برای احداث مراکز خرید، بانک‌ها، مؤسسات مالی، توسعه مبادی ورودی و خروجی مناسب و غیره بایستی توسط مدیران مناطق آزاد مورد توجه ویژه قرار گیرد. همچنین از آنجا که شاخص‌های "فرهنگ‌سازی جهت کاهش مصرف آب و نظارت بر کیفیت آب توسط شرکت‌ها"، "مشارکت گردشگران در حفظ منابع طبیعی، اراضی زراعی و حیات وحش" عدم تخریب اماکن گردشگری، تفریحی و باستانی توسط گردشگران" به ترتیب دارای بیشترین بار عاملی روی عامل خارجی "فرهنگ‌سازی" هستند، بنابراین تشویق شرکت‌ها در به‌روزرسانی تجهیزات انتقال آب و استفاده از فناوری جدید در این زمینه و همچنین تلاش در جهت افزایش آگاهی گردشگران، مشتریان، شرکت‌ها و جامعه محلی در زمینه‌های ذکر شده بایستی در برنامه‌ریزی‌های مدیران در نظر گرفته شود.

در ادامه، روش دیمتل از یک طرف به‌منظور تشخیص ارتباط‌های درونی میان شاخص‌ها و از طرف دیگر شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار و تأثیرپذیر مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که "تدوین سیاست‌های توسعه پایدار" و "آموزش توسعه پایدار جامعه محلی" به ترتیب تأثیرگذارترین شاخص‌های داخلی و خارجی هستند. بنابراین بایستی مدیران مناطق آزاد در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در جهت توسعه و همچنین همکاری و مشارکت در امر آموزش جامعه محلی سرمایه‌گذاری لازم را انجام دهند. همچنین "رضایت‌مندی گردشگران و مشتریان" و "مشارکت و تشویق گردشگران و مشتریان جهت عدم ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی" به ترتیب تأثیرپذیرترین شاخص‌های داخلی و خارجی تعیین شدند. در نهایت، با به‌کارگیری روش دنپ، سوپرماتریس‌های موزون و حدی جهت رتبه‌بندی ۴۴ شاخص داخلی و ۲۴ شاخص خارجی توسعه پایدار محاسبه شدند. بر اساس نتایج حاصل، مشاهده شد که شاخص‌های "فراهم کردن بستر و حمایت از سرمایه‌گذاری"، "تسهیل سفر و ایجاد محیطی امن و ایمن برای گردشگران و مشتریان"، و "ارائه امکانات و خدمات گردشگری متنوع" به ترتیب مهم‌ترین شاخص‌های داخلی توسعه پایدار بوده، در حالی که شاخص‌های



"جلوگیری از آلودگی دریا توسط کشتی‌ها"، "آموزش توسعه پایدار کارکنان شرکت‌ها"، و "آگاهی‌بخشی به گردشگران و مشتریان در عدم ایجاد ترافیک" به ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد معرفی شدند.

از محدودیت‌های اصلی این مقاله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: (۱) اگرچه روش تحلیل عاملی از عملکرد مناسبی در کشف عوامل پنهان برخوردار است، لیکن در این روش، کل واریانس داده‌ها استخراج نمی‌شود؛ (۲) روش تحلیل عاملی بر اساس بیشترین بار عاملی، هر شاخص را به یک عامل اختصاص می‌دهد، در نتیجه از ارتباط آن شاخص با عوامل دیگر با بار عاملی کمتر صرف نظر می‌کند؛ و (۳) نحوه ارتباط مستقیم شاخص‌های داخلی با خارجی در این مقاله شناسایی نشده است. بنابراین بر اساس موارد ذکر شده، توسعه مدل ارائه شده در این مقاله با در نظر گرفتن تحلیل همبستگی شاخص‌های داخلی و خارجی توسعه پایدار مناطق آزاد ایران، جهت انجام تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود.

۶- پی‌نوشت‌ها

۱. Analytical Network Process (ANP)
۲. Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)
۳. Factor Analysis (FA)
۴. Lim, et al
۵. Carter & Rogers
۶. Zailani, et al
۷. Nordhei & Barrasso
۸. Analytic Hierarchy Process (AHP)
۹. DEMATEL – based Analytical Network Process (DANP)
۱۰. Factor Analysis and Analytical Network Process (F'ANP)
۱۱. Kaiser & Raise

۷- منابع

- [۱] Akbarian Ronizi, S. R. (۲۰۱۶). Assessing the Sustainability of Tourism in Tourism Target Villages, Case Study: Sepidan City, *Rural Research*, ۷ (۱), ۱۶۷-۱۹۳. (In Persian)
- [۲] Ali Farja, S., & Lotfi, H. (۲۰۱۹). The Geo-economic role of free zones in the economy and the support of national production with emphasis on providing a strategic model for the redesign of free zones in border provinces, *Geography (Regional Planning)*, ۹ (۲), ۲۵۷-۲۸۲. (In Persian)
- [۳] Azami, H., & Bakhshi Shadmehri, F. (۲۰۲۰). The Problem of Sustainability of Iran's Free Zones Based on the Approach to the Political Economy of Space,



- International Conference of the Eurasian Economic Union and the Geopolitical Role of Free Zones in the Development of Regional Relations*, ۱۱-۱۷. (In Persian)
- [۴] Carter, C.R. & Rogers, D.S. (۲۰۰۸). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, ۳۸(۵), ۳۶۰-۳۸۷.
- [۵] Ebrahimi, A., & Lotfi, H. (۲۰۱۷). The role and impact of free zones in Iran's economy with emphasis on Chabahar Free Zone in order to provide a trans-regional model of Iran's economy and foreign policy, *Geography (Regional Planning)*, ۷ (۳), ۲۱۷-۲۳۰. (In Persian)
- [۶] Esfandiari, A. A., Moqaddas Hosseinzadeh, S., & Delavari, M. (۲۰۰۸). Evaluating the performance of Iran's free trade zones and its effect on the economic development of these regions, *Economic Research Journal*, ۲۸ (۱), ۱۱۹-۱۴۶. (In Persian)
- [۷] Gerami Taybi, M., Bayat, R., Darvish, F., & Akhavan, A. N. (۲۰۱۹). Designing a Strategic Foresight Model for the Development of Free Zones, *Iran Futurology*, ۱ (۴), ۷۱-۹۹. (In Persian)
- [۸] Ghasabi, H., Azar, A., & Panahi, A. (۲۰۱۹). An Analysis of the Impacts of Free Trade Zones on the Development of Tourism Activities and Regional Economy, *Geography (Regional Planning)*, ۱۰ (۳), ۸۳۳-۸۴۶. (In Persian)
- [۹] Hazrati Soomeh, Z., Saei, R., & Karampour, R. (۲۰۲۰). Free zones stimulate sociological development and analysis of the performance dimensions of Aras free zone, *Economic Sociology and Development*, (۱) ۹, ۱۱۵-۱۴۰. (In Persian)
- [۱۰] Qalami, A. Abdolvand, N. & Rajaei Harandi. S. (۲۰۱۸). Study and ranking of factors affecting sustainable development with the approach of using information systems. *Management Research in Iran*, ۲۲(۱), ۱۸۷-۲۱۷. (In Persian)
- [۱۱] Jokar, A., & Maleki, M. (۲۰۱۷). Providing a framework for measuring the readiness of companies from the perspective of succession breeding with a combined approach of the gray network analysis process and DEMATEL. *Modern Researches in decision making*, ۲ (۱), ۷۲-۹۳. (In Persian)
- [۱۲] Manouchehri, P., Tajedin, A., & Shirazi, b. (۲۰۱۹). Integrated Optimization for Closed Green Supply Chain, *Industrial Vision Journal*, ۹ (۳۵), ۵۵-۸۵. (In Persian)
- [۱۳] Meshkini, A., Trudast, Z., & Khaleiji, M. A. (۲۰۲۰). Pattern of border tourism development free trade zones, case study: Qeshm region, *Journal of Border Studies*, ۷ (۱), ۳۵-۴۷. (In Persian)
- [۱۴] Modiri, M. (۲۰۲۰). Ranking of outsourced hospital waste disposal companies with a new combined method of fuzzy and gray multi-criteria decision making. *modern researches in decision making*, ۱ (۵), ۱-۲۳. (In Persian)



- [۱۵] Mohagher, A., & Abbasi, H. (۲۰۱۹). Design and explanation of chain stability model, *Iran Management Research*, ۳ (۲۳), ۵۵-۷۴. (In Persian)
- [۱۶] Narimani Qortlar, A., Fegghi Farahmand, N., Pilevari, N., Rahmani, K., & Motadel, M. (۲۰۲۱). Designing a fuzzy inference system to evaluate the green supply chain of export manufacturing companies. *Journal of Industrial Vision*, ۱۱ (۴۲), ۱۲۵-۱۴۴. (In Persian)
- [۱۷] Niknejad, M., Mahdavi, A., & Karami, A. (۲۰۱۵). Identifying Ecotourism Developable Areas Using Network Analysis Process, *Journal of Geography and Urban Planning - Regional*, ۱۴ (۱), ۱۹۵-۲۱۴. (In Persian)
- [۱۸] Nordheim, E. & Barrasso, G. (۲۰۰۷). Sustainable development indicators of the European aluminum industry. *Journal of Cleaner Production*, ۱۵, ۲۷۵-۲۷۹.
- [۱۹] Norouzi, A., Poorebrahim, Sh., Gashtasb, H., & Jahani, A. (۲۰۱۹). Investigation of biodiversity hazards in the Central Alborz Protected Area under the management of Alborz Province using DANP technique, *Journal of Animal Environment*, ۱۱ (۱), ۹۷-۱۰۴. (In Persian)
- [۲۰] Nusenu, A.A., Xiao, W., Opata, C.N. & Darko, D. (۲۰۱۹). DEMATEL Technique to Assess Social Capital Dimensions on Consumer Engagement Effect on Co-Creation. *Open Journal of Business and Management*, ۷, ۵۹۷, ۶۱۵.
- [۲۱] Rait Pisheh, S., Ahmadi Kohnali, R., & Abbasi, M. (۲۰۱۸). Applying a combined, qualitative and multi-criteria decision approach to present a sustainable supply chain model in the petrochemical industry, *Industrial Management Studies*, ۱۵ (۱۶), ۱۴۵-۱۸۰. (In Persian)
- [۲۲] Rezaei Pendari, A., & Yeke Zare, M. (۲۰۱۶). Designing a structural-interpretive model of successful technology transfer factors in order to achieve sustainable development. *Management Research in Iran*, ۲۰(۱), ۶۱-۷۹. (In Persian)
- [۲۳] Saaty, T. L. (۲۰۰۳). *Decision making in complex environments*. Super Decisions.
- [۲۴] Salehvand, A., Gandum Kar, A., & Fattahi, A. (۲۰۱۸). Climate Classification with Emphasis on Factor Analysis and Cluster Analysis Karun Case Study, *Journal of Meteorology and Atmospheric Sciences*, ۴ (۱), ۳۲۶-۳۴۲. (In Persian)
- [۲۵] Sepahvand, R., Engraved, M., & Zaheri, M. (۲۰۱۷). Presenting Indigenous Organizational Model in Iranian Organizations with DANP Approach, *Police Organizational Development*, ۶۳ (۱), ۵۰-۷۳. (In Persian)
- [۲۶] Shafiee Rudpashti, M., Bahrami, F., & Karimizadeh Shohani, F. (۲۰۱۹). Presenting a Competitiveness Model in Free Trade Zones, *Scientific Journal of Business Management Exploration*, ۲۱ (۱۱), ۱۸۱-۲۰۷. (In Persian)
- [۲۷] Taheri, H., Mahkouei, H., Gandmakar, A. & Khadem Al-Husseini, A. (۲۰۲۱). Analysis of the Impact of Policy on Tourism in Arvand Free Zone, *Geography (Regional Planning)*, ۱۱ (۳), ۴۱-۵۶. (In Persian)



- [۲۸] Zailani, S., Jeyaraman, K., Vengadasan, G. & Premkumar, R. (۲۰۱۲). Sustainable supply chain management (SSCM) in Malaysia: A survey. *International Journal of Production Economics*, (۱۴۰), ۳۳۰-۳۴۰.
- [۲۹] Zare Chahuki, M. (۲۰۱۰). Multivariate analysis methods, University of Tehran textbook, ۱-۱۶. (In Persian)
- [۳۰] Zebardast, A. (۲۰۱۴). Application of ANPF model in urban planning, *Journal of Fine Arts - Architecture and Urban Planning*, ۱۹ (۲), ۲۳-۳۸. (In Persian)