مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌های شبکه ای و داده کاوی برای پیش بینی کارایی در زنجیره تامین سبز

طاهره ترکاشوند[۱]، فاطمه ثقفی[۲،*]، محمدحسین درویش متولی[۳]، نازنین پیله وری[۴]

[۱]دانشجوی دکتری، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

[۲] دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (عهده‌دار مکاتبات)

[۳]استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران

[۴]دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران غرب،دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۱، اصلاحیه: اردیبهشت ۱۴۰۲، پذیرش: اردیبهشت ۱۴۰۲

چکیده

تحلیل و پیش‌بینی کارایی در صنایع، به منظورارزیابی عملکرد واحدها و برنامه‌ریزی برای بهبود عملکرد آن ها از اهمیت زیادی برخوردار است. صنعت طیور به عنوان یکی از صنایع استراتژیک و پیچیده سهم مهمی از سبد زنجیره غذایی جوامع را به خود اختصاص داده است و از این روی تحلیل شبکه تامین آن بسیار با اهمیت است. در این پژوهش با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه ای و داده کاوی، شکاف‌های تحقیق در زمینه اندازه‌گیری و پیش بینی کارایی زنجیره تامین سبز در صنعت طیور پوشش داده شده است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و به لحاظ ماهیت اجرا توصیفی و پیمایشی می باشد که با توسعه مدل های ریاضی در حوزه تحلیل پوششی داده ها انجام می شود. ابتدا با استفاده از رویکرد دلفی، شاخص های موثر بر اساس نظر خبرگان شناسایی و غربالگری شده اند، و سپس مدل ریاضی جدید بر اساس تحلیل پوششی داده های شبکه ای ارائه گردید. در ادامه با استفاده از روش الفا کات بر روی روش تحلیل پوششی داده ها ی فازی، در پنج سال کارایی ۹ زنجیره ارزیابی شد. نتایج نشان داد مدل ارائه شده قادر است کارایی زنجیره تامین سبز و چند سطحی صنعت طیور را در سال های متوالی مورد ارزیابی قرار دهد.

واژه‌های اصلی: زنجیره تامین سبز، صنعت طیور ، داداه کاوی، تحلیل پوششی داده های شبکه ای

۱- مقدمه

بخش کشاورزی نقش قابل توجهی در اشتغال کشور (بیش از ۲۰ درصد)، ارزش تولید ناخالص داخلی، صادرات غیرنفتی و تأمین مواد غذایی و امنیت غذایی برای جامعه دارد.[۱] افزایش جمعیت جهانی منجر به افزایش تقاضا برای گوشت مرغ به دلیل ویژگی های کم چرب و ارزان آن در مقایسه با سایر منابع پروتئینی شده است. در نتیجه، صنعت جوجه‌های گوشتی توانسته است برای بازارهای داخلی و بین‌المللی جذابیت داشته باشد[۶].

نرخ بالای اشتغال در این زیربخش که به طور مستقیم و غیر مستقیم اعم از مرغداری های گوشتی، مرغداری های مادر و اجداد، واحدهای جوجه کشی، کارخانجات خوراک ومکمل سازی، کشتارگاه ها، تولید تجهیزات مربوطه، حمل و نقل و .... با این فعالیت درگیر هستند از یک سو، و اقبال عمومی به مصرف گوشت مرغ از سوی دیگر، تولید گوشت مرغ را در کشور تبدیل به محصولی استراتژیک نموده است. همچنین، طی سال های اخیر کشور ما به جمع ده کشور پیشرو در تولید گوشت در جهان پیوسته است. علیرغم این امر، این فعالیت تولیدی به دلایل مختلفی از جمله کوچک و قدیمی بودن برخی واحدهای تولیدی، عدم وجود دانش تخصصی در برخی موارد، عدم وجود برنامه ریزی های جامع و یکپارچه، الگوی مصرف و .... در مقایسه با کشورهای پیشرفته دارای بهره وری پایین تری است[۷].

بر اساس آمار فائو صنعت مرغداری ایران رتبه هفتم تولید مرغ در جهان را داراست این صنعت با وجود گستردگی واحدهای تولید در سطح کشور و اهمیت آن در سبد غذایی مردم با دو دسته اساسی از مشکلات روبرو است که بر نوسان و افزایش قیمت نهایی مرغ اثر می گذارد:[۲]

۱. ضعف مدیریت مرغداری ها ، عدم تمایل به آموزش در مدیران سنتی، بالا بودن دوره پرورش مرغ، عدم فعالیت و یا نیمه فعال بودن بسیاری از واحدهای تولیدی، فقدان مدیریت واحد و یکپارچه در زنجیره تولید، نوسان تولید در جوجه یک روزه، مستقل بودن واحدهای تولیدی و عدم وجود سیستم قراردادی.

*fsaghafi@ut.ac.ir

۲. هزینه بالای تولید به دلیل بالا بودن ضریب تبدیل پرورش مرغ، تجهیزات قدیمی، مصرف بالای انرژی، نوسان قیمت نهاده‌های دان و عدم استفاده کامل از دان پلت.

در کشور ایران با وجود تلاش نهادهای دولتی و خصوصی در حمایت از صنعت مرغداری تولیدات این صنعت برای تامین تقاضای داخلی کفایت نمی‌کند و پاسخ به بخشی از تقاضا نیازمند واردات مرغ از سایر کشور ها است صنعت مرغداری کشور می تواند به دلایل متعدد نسبت به سایر صنایع دامپروری در اولویت تخصیص تسهیلات دولتی و خصوصی قرار گیرد از جمله این دلایل سرعت بالای رشد طیور در زمان کوتاه نسبت به سایر دام ها، ضریب تبدیل غذایی پایین، امکان تولید در تمام شرایط آب و هوایی و نیاز به سرمایه پایین نسبت به سایر صنایع دامپروری می‌باشد به طور کلی صنعت مرغداری گوشتی شامل سه بخش پرورش اولیه، تولید و توزیع است بخش پرورش اولیه شامل مراحل مرغ لاین، مرغ اجداد بخش تولید شامل مراحل مادر، جوجه کشی، خوراک طیور و فرآوری، کشتارگاه و قطعه بندی و بخش توزیع شامل شبکه توزیع مرغ به مراکز فروش است.[۱].

بدیهی است که بررسی عملکرد زنجیره های تامین در این صنعت می‌تواند باعث رقابت میان زنجیره ها و در پی آن رشد صنعت مرغداری در کشور و کاهش واردات در این حوزه شود. پرورش مرغ به شکل صنعتی در ایران از سال ۱۳۳۳ با وارد کردن جوجه مرغ های یکروزه یا تخم مرغ های نطفه دار از نژادهای اصلاح شده خارجی آغاز شد و توسعه آن در این مدت به حدی بود که امروزه توانسته است بخش قابل توجهی از پروتئین حیوانی کشور را فراهم نماید. در حال حاضر واحدهای مختلف مرغداری در سطح وسیع و در اقصی نقاط ایران توسعه یافته به طور یکه در رابطه با برخی فعالیتها توسعه این صنعت در حد نیاز است[۲].

ولی متاسفانه به دلیل وجود مسائل و مشکلات فراوان، از سرمایه گذاری های انجام شده در این زمینه به طور کامل و صحیح استفاده به عمل نمی آید. برای ورود به فضای رقابتی چالش برانگیز موجود، توسعه محصول با رویکردی نوین در مواجهه با تغییرات محیطی امری ضروری است.

از سوی دیگر، امروزه تضمین توسعه پایدار هر کشور منوط به حفظ و استفاده بهینه از منابع محدود و غیرقابل جایگزین در آن کشور شده است و اقدامات گوناگونی برای مواجهه با این مسئله توسط دولت ها از جمله اعمالِ قوانین و اصول سبز، کاهش استفاده از منابع انرژی فسیلی و نفتی، توجه به مسائل ایمنی و سلامت، استفاده مجدد ضایعات برای شرکت‌ها و سازمان های بخش دولتی و خصوصی انجام گرفته است. تسری مقررات دولتی به منظور اخذ استانداردهای زیست محیطی و تقاضای رو به رشد مصرف کنندگان برای محصولات سبز موجب ظهور مفهوم جدید "مدیریت زنجیره تأمین سبز "شده است، که شامل مراحل چرخه عمر محصول از طراحی تا بازیافت می شود.

ازاین رو ارزیابی زنجیره‌های تأمین سبز در شرکت های پیشرو اهمیت بالایی دارد[۶].

در پاسخ به آگاهی رو به رشد جهانی زیست محیطی، مدیریت زنجیره تامین سبز (GSCM) به عنوان مفهومی پدید آمده است که عناصر پایداری و ترکیبی از تفکر زیست محیطی را در امتداد مدیریت درون و بین شرکتی زنجیره تامین بالادست و پایین دست در نظر می گیرد[۶].
در واقع مدیریت زنجیره تأمین سبز (GSCM) به روشی برای بهبود عملکرد محیطی تبدیل شده است.
تحت فشارها، نیروها و مقررات ذینفعان، شرکت ها باید روش GSCM را بهبود بخشند، که با شیوه‌هایی مانند خرید سبز، طراحی سبز، بازیابی محصول و همکاری با مشتریان و تأمین کنندگان انجام می شود. همانطور که شرکت ها GSCM را تبلیغ می کنند، عملکرد اقتصادی و عملکرد محیطی آنها افزایش می یابد.

از اینرو، ارزیابی GSCM برای هر شرکتی بسیار مهم است. امروزه یک راه بالقوه برای حفظ مزیت رقابتی و بهبود عملکرد سازمانی، زنجیره تأمین کارا است. بدین صورت که رقابت بین سازمان ها به رقابت بین زنجیره های تأمین تغییر یافته است [۷].

بررسی عملکرد در هر ساختار و سازمان نیاز مند شاخصی است تا بتوان به طور دقیق متغیرهای موثر بر آن را بررسی کنیم شاخص کارایی به خوبی می تواند منعکس کننده عملکرد یک سازمان باشد تحلیل پوششی داده ها ابزار ریاضی قدرتمندی است که می‌تواند کارایی یک سازمان زنجیره تامین در مورد کاوی تحقیق را اندازه گیری و یا به عبارت دیگر عملکرد سازمان را منعکس کند بنابراین در این تحقیق برای تبیین و بررسی عملکرد زنجیره های تامین و اندازه گیری کارایی آنها به دلایل زیر از تحلیل پوششی داده ها استفاده شده است[۲]:

روشهای مختلفی برای اندازه گیری کارایی و بهینه سازی از منابع کشاورزی استفاده شده است. علاوه بر روشهای پارامتریک ، چندین مطالعه از روشهای غیرپارامتری برای برآورد کارایی استفاده کرده اند . در میان روشهای مختلف ارزیابی کارآیی ، به طور گسترده ای تجزیه و تحلیل پوشش داده ها به عنوان یک رویکرد کارآمد شناسایی شده است. DEA یک رویکرد ارزیابی غیر پارامتری کارایی است.

برخلاف سایر رویکردهای اقتصادسنجی ، DEA به عنوان یک روش غیرپارامتری به هیچ گونه فرضیه اولیه در مورد تعیین توابع تولید درگیر و همچنین خطاهای استاندارد احتیاج ندارد. این کمک می کند تا شناسایی کند که چگونه یک کشاورز می تواند با استفاده از سطح منابع ورودی موجود در برابر سایر کشاورزان ، سطح مشخصی از تولید را حاصل کند [۷].

لذا هدف اصلی این تحقیق تحلیل کارایی زنجیره تامین سبز صنعت طیور بر اساس مدل ارائه شده می باشد. در ادامه در بخش ۲ به مرور ادبیات پرداخته می شود، روش شناسی تحقیق در بخش ۳ ارائه و تشریح داده می شود. بخش ۴ شامل نتایج محاسبات و بحث می باشد، و در نهایت در بخش ۵ نتیجه گیری، جهت گیری پژوهش های آتی و پیشنهادات آمده است.

۲-مرور ادبیات

۲-۱ مدیریت زنجیره تامین سبز

زنجیره تامین فرآیندی است که از مدیریت مواد خام شروع می شود تا مصرف کننده نهایی با تامین کننده مربوطه، خرده فروشان، سایر طرف هایی که خدمات را به مشتری ارائه می کنند.و نقاط مختلف مصرف شروع می شود. اساساً، زنجیره تأمین ترکیبی از احزاب و فرآیندهای مختلف از جمله تولید، و فرآیندهای عقب و جلو در یک شرکت است. بار دیگر، زنجیره تامین شامل هر مرحله به سمت تولید و توزیع محصول نهایی، بر روی یا بعد از تامین کننده تامین کننده به مشتری مشتری است .

علاوه بر این، زنجیره تامین فرآیند برنامه ریزی مناسب، منبع یابی، ساخت و تحویل را دنبال می کند که وضعیت عرضه-تقاضا، تامین مواد اولیه، سیستم تولید، انبارداری و موجودی، مدیریت سفارش و عنوان توزیع به مصرف کنندگان را مدیریت می کند.

علاوه بر این، زنجیره تامین را به عنوان یک جزء تجاری متعارف برای هماهنگی سیستمی، استراتژیک و تاکتیکی با سایر عملکردها برجسته کرد. مدیریت زنجیره تامین تمام این فعالیت ها را مدیریت و در یک فرآیند یکپارچه ترکیب می کند[۷].

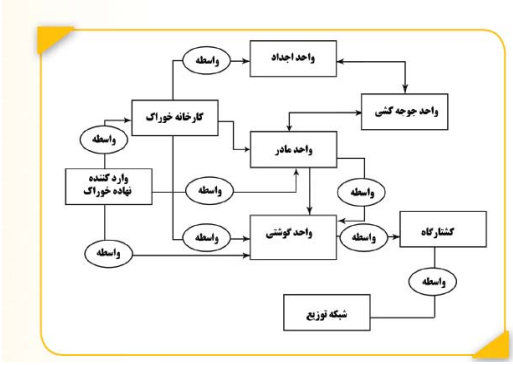
مدیریت زنجیره تامین سبز به عنوان مدیریت مواد اولیه، اجزا، عناصر و روندها از تأمین کنندگان تا تولیدکنندگان ، تأمین کنندگان و مصرف کنندگان مصرف کننده برای کاهش اثرات زیست محیطی تعریف شده است. مدیریت زنجیره تامین سبز می تواند به سازمان ها در تجارت خود کمک کند تا مزایا و سودهای رقابتی را در محیط زنجیره تأمین با ریسک بالا افزایش دهند[۶].

کشاورزی مدرن اکنون ۶۰۰۰ میلیون نفر در سراسر جهان را از طریق برکات علم و فناوری تغذیه می کند در عین حال، یک زنجیره تامین کارآمد به یک صنعت کمک می کند تا به موقع به مشتریان خود خدمات رسانی کند.

به عنوان مثال، تولید جهانی گوشت حیوانات در چند دهه گذشته دو برابر شده است، عمدتاً به دلیل عملکرد بهتر ناشی از مدیریت موثر زنجیره تأمین و فناوری های برتر همراه با خوراک مصنوعی زنجیره تامین پایداری در حال تبدیل شدن به کانون اصلی صنعت طیور در سرتاسر جهان است، زیرا منابع، از جمله مواد خام، در تامین تقاضای رو به رشد محدود و گران می شوند.

برای طراحی یک صنعت مرغداری پایدار، یک شبکه زنجیره تامین موثر برای حفظ تقاضا و عرضه بهینه مورد نیاز است.

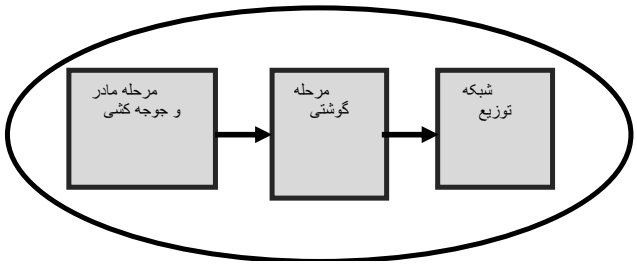
در واقع، زنجیره تامین طیور فرآیند پیچیده ای است که شامل تعدادی از طرفین مانند تامین کنندگان، کشاورزان، توزیع کنندگان، نمایندگان، نمایندگی های فرعی، پردازشگرهای گوشت و غیره است. [۳].



شکل (۱): ساختار عمومی تولید گوشت مرغ در کشور[۱]

پیچیدگی زنجیره تامین طیور به زمینه (موقعیت)، مهارت ها، حفظ فرآیند ایمنی، کنترل کیفیت و قابلیت های مالی برای سرمایه گذاری بستگی دارد[۴]

شکل ساختار عمومی تولید گوشت مرغ در ایران را نشان می دهد. با توجه به لزوم افزایش بهره وری و نیز حذف واسطه ها، یکی از راهکارهای اساسی ایجاد برنامه ریزی و مدیریت یکپارچه با هدف کاهش نوسانات قیمت نهاده ها و محصول و نیز کنترل بهتر پرورش از طریق راه اندازی سیستم های تولیدی یکپارچه می باشد. در همین راستا ما در انجام این تحقیق طبق نظر خبرگان صنعت طیور توالی زنجیره تامین یکپارچه صنعت طیور در ایران را در



شکل (۲): توالی زنجیره تامین یکپارچه طیور در ایران

شکل نشان می دهیم.

۲-۲ تحلیل پوششی داده ها و تحلیل پوششی داده های شبکه

در سال ۱۹۵۷ ، فارل توانست یک تابع را با ورودی چند ورودی و یک خروجی برای هر واحد پوشش دهد و عملکرد را به عنوان تابع تولید داده محاسبه کند و با کمک این تابع ، کارایی نسبی همه واحدها را محاسبه کند. با پیشرفت کار فارل در حالت چند ورودی و چند خروجی، چارنز و همکاران. (۱۹۷۸) توانستند تکنیک جدیدی ایجاد کنند که بتواند با چندین فاکتور ورودی و خروجی به یک معیار عملکرد دست یابد.

این روش تجزیه و تحلیل پوششی داده نامیده می شود.
بسیاری از فرایندهای تولید و زنجیره های تأمین دارای ساختار شبکه ای هستند، به عبارت دیگر رویکردهای شبکه از فرایندها و فرایندها با ورودی و خروجی و مراحل میانی بین مراحل تشکیل شده اند. در سال های اخیر، بسیاری از محققان مدل های تحلیل پوششی داده های شبکه را ایجاد کرده اند .
ساختارهای چند مرحله ای را برای تجزیه و تحلیل پوشش داده های شبکه ارائه دادند [۶].

همانطور که شکل کلیه رویکردهای تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به طور کامل نشان داده شده است یکی از مهمترین کاربردهای تحلیل پوششی شبکه ای چند مرحله در محاسبه زنجیره تامین است. در حوزه محاسبه کارایی در مطالعات قبلی بیشتر بررسی کارایی واحد های تصمیم گیری مرغداری DMU صورت گرفته است.

و در خصوص تحلیل کارایی زنجیره تامین مطالعه ای مشاهده نشده است. همچنین در مطالعات قبلی توجه به شاخص های کلیدی و تاثیر گذار بر عملکرد زنجیره تامین سبز در صنعت پرورش طیور و بهره گیری از مدل های ریاضی به منظور شناخت کارایی زنجیره تامین سبز با ساختار چند مرحله ای و تاثیرگذاری مراحل مختلف بر روی عملکرد مراحل بعدی در طول این زنجیره تامین مشاهده نشده است.

در ضمن عدم شناخت و بکارگیری از مکانیزم مناسب به منظور پیش بینی وضعیت کارایی و عملکرد این زنجیره در دوره های آتی جهت جلوگیری یا پیشگیری از مخاطرات و زیان های رایج در این صنعت از مسائل مهم دیگری است که کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

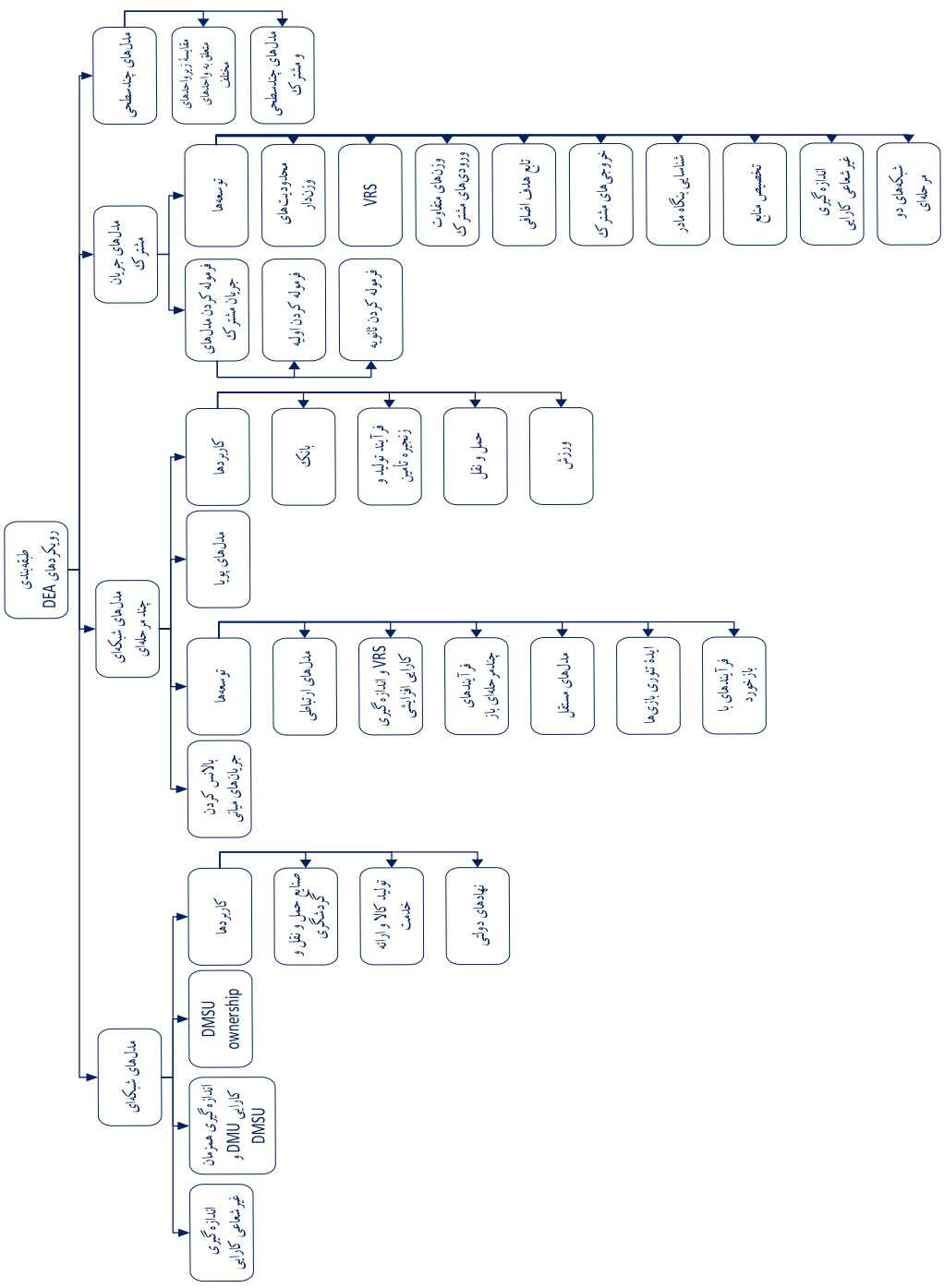
این درحالی است که تعیین کارایی شبکه تامین صنعت پرورش طیور با ساختار چند مرحله ای و شبکه ای بر مبنای مدلی از تحلیل پوششی داده ها در هیچ یک از تحقیقات قبلی مدنظر قرار نگرفته است و بهره گیری از داده کاوی به منظور پیش بینی عملکرد و کارایی شاخص های این زنجیره تامین در مطالعات مشابه یافت نشده است.

وجه تمایز تحقیق حاضر با پژوهش های قبلی به طور خاص به ترکیب ارائه مدلی از DEA[1] چند مرحله ای و داده کاوی جهت تعیین کارایی زنجیره تامین این صنعت با توجه به عامل سبز بودن عملیات زنجیره و پیش بینی عملکرد در دوره های آتی معطوف خواهد بود.

به منظور حل مشکل باید ساختار و مدلی ارائه شود که با ایجاد شیوه-های مناسب عوامل موثر بر عملکرد سبز را در زنجیره تامین شناسایی کند و از آنها برای اندازه گیری کارایی[2] و برآمد هزینه‌های کاهش آلودگی و عوامل نامطلوب استفاده نمایند و در همین راستا تصمیمات مناسب را در راستای بهبود کارایی (کارایی تابعی از شاخص‌های درون سازمانی می‌باشد) و بهبود اثر بخشی[3] (اثر بخشی تابعی از شاخص‌های برون سازمانی می‌باشد) اتخاذ کنند.

به همین دلیل از تحلیل پوششی داده‌ها که ابزار توانمندی در ارزیابی عملکرد واحدهایی با چند ورودی و چند خروجی است، استفاده می‌شود.
و از آنجا که پیش بینی عملکرد یا برداشت محصول در دوره های آتی می تواند در تخصیص بهینه منابع و دستیابی به یک زنجیره تامین سبز و پایدار برای این صنعت موثر باشد، با استفاده از داده کاوی و تلفیق آن با مدل جدید تحلیل پوششی داده ها، به حل این مساله مهم می پردازیم.

[1] Data Envelopment Analysis (DEA)
[2] Efficiency
[3] Productivity



شکل (۳): مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای و کاربردهای هر یک از آن‌ها [۵]

۲-۳ داده کاوی

تکنولوژی مدیریت پایگاه داده‌های پیشرفته انواع مختلفی از داده‌ها را می‌تواند در خود جای دهد، در نتیجه تکنیک‌های آماری و ابزار مدیریت سنتی برای آنالیز این داده‌ها کافی نیست و استخراج دانش[۱] از این مقدار حجیم یک چالش بزرگ تلقی می‌شود. داده‌کاوی کوششی برای به‌دست آوردن اطلاعات مفید از میان این داده‌هاست و رشد بی‌رویه‌ی داده‌ها در سطح جهان اهمیت داده‌کاوی را دو چندان کرده است.

دنیای مدرن به لطف گسترش فن آوری های دیجیتال ، شبکه ها و حسگرها ، فناوری شناسایی فرکانس رادیویی (RFID) ، سیستم موقعیت یابی جهانی (GPS) و غیره ، جهانی مبتنی بر داده است ، اما افزایش حجم و پیچیدگی داده ها مجموعه وظایف استخراج اطلاعات مفیدی را که توسط تحلیلگران انجام می شود بسیار سنگین کرده است. داده کاوی فرایندی است که شامل روش ها و ابزارهایی از زمینه های مختلف علوم کامپیوتر، آمار یا هوش مصنوعی است. داده کاوی یک رویکرد میان رشته ای است که در زمینه های مختلفی اتخاذ شده است: بهینه سازی سیستم های صنعتی، تجزیه و تحلیل بازار برای کشف مدل‌های جالب اقتصادی، تجزیه و تحلیل داده های پزشکی، وب (متن کاوی). کاربرد آن در کشاورزی موضوع اصلی برخی مطالعات اخیر است . داده کاوی وظایف مختلفی را از جمله طبقه بندی۲، خوشه بندی۳، تحقیق در مورد انجمن ها۴ ، پیش بینی انجام می دهد [۵]

طبقه بندی:طبقه بندی یک فرآیند یادگیری تحت نظارت۵ است که اجازه می دهد پیش بینی یک برچسب کلاس را از مجموعه داده های آموزش. این شامل نگاشت هر عنصر از داده های انتخاب شده به یکی از یک مجموعه کلاس از پیش تعریف شده است. در زمینه کشاورزی، طبقه بندی کاربردهای گسترده ای دارد ، به ویژه در طبقه بندی بیماری های محصول (شاخ و برگ، میوه).

از جمله پرکاربردترین تکنیک های طبقه بندی می توان به موارد زیر اشاره کرد: شبکه های بیزی[۶]، درختان تصمیم[۷]، ماشین بردار پشتیبان[۸]، شبکه های عصبی[۹] ، جنگل های تصادفی[۱۰] ، K-نزدیکترین همسایگان[۱۱] ، مدل مارکوف[۱۲] و اخیراً یادگیری عمیق[۱۳]. در شبکه های بیزی که شبکه های اعتقادی نیز نامیده می‌شوند، مجموعه ای از متغیرها و روابط وابستگی بین آنها مدل می شوند. شبکه های بیزی به مدلهای گرافیکی احتمالی تعلق دارند. این روش به عنوان روشی برای بازنمایی دانش و باورها با استفاده از احتمالات در نظر گرفته می شود[۵]

خوشه بندی:برخلاف طبقه بندی ، خوشه بندی یک فرایند یادگیری بدون نظارت۱۴ است که در آن کلاس ها از قبل مشخص نیستند. این شامل تقسیم اشیا به گروه ها (خوشه ها) بر اساس اطلاعات موجود در داده ها است که این اشیا و روابط آنها را توصیف می کند. اشیا متعلق به یک خوشه باید الگوی تشابهی را در بین آنها نشان دهند در حالی که از اشیا مرتبط با خوشه های دیگر تا حد امکان متفاوت هستند. تکنیکهای خوشه بندی هنگامی اعمال می شوند که کلاسهای از پیش تعیین شده ای وجود نداشته باشد و موارد را باید به گروه تقسیم کرد. آنها براساس چندین جنبه به روشهای پارتیشن بندی[۱۵] ، روشهای سلسله مراتبی[۱۶] ، روشهای مبتنی بر تراکم۱۷ ، روشهای مبتنی بر شبکه۱۸ و روش های مبتنی بر مدل۱۹ دسته بندی می شوند[۵].

تحقیق در مورد انجمن ها: برای کشف روابط معنی دار بین اشیا متعلق به مقدار زیادی داده استفاده می شود. تجزیه و تحلیل قانون ارتباط شامل تعیین ارتباطات ، یا الگوهای بین عناصر موجود در مجموعه داده ها با تلاش برای شناسایی متداول ترین گروه عناصر است که با هم اتفاق می افتند. از جمله الگوریتم های استخراج قوانین انجمنی[۲۰] موجود، Apriori، AprioriTid، Dic ، Eclat و رشد FP هستند[۵].

پیش بینی: این شامل کشف الگوهای داده است که می تواند منجر به پیش بینی های معقول در مورد آینده شود. همچنین به عنوان تجزیه و تحلیل پیش بینی شناخته می شود. تجزیه و تحلیل سری زمانی[۲۱] و تحلیل رگرسیون[۲۲] از جمله بیشترین تکنیک های پیش بینی هستند. یک سری زمانی به عنوان دنباله ای از مشاهدات تعیین شده در زمان تعریف می شود. آنها برای کشف اطلاعات و دانش پنهان استفاده می شوند. تحلیل سری های زمانی روشی است که برای تحلیل داده های آماری در یک بازه زمانی مشخص استفاده می شود. پیش بینی سری زمانی مدلی برای پیش بینی مقادیر آینده بر اساس مقادیر مشاهده شده قبلی است.

علاوه بر این تکنیک ها تکنیک های دیگری نیز برای تحقق وظیفه پیش بینی استفاده می شود مانند شبکه های عصبی، SVM ، درخت تصمیم و جنگل تصادفی. برنامه های مختلف پیش بینی در کشاورزی شامل پیش بینی عملکرد محصول (پیش بینی) ، پیش بینی بیماری، پیش بینی آفت و پیش بینی رطوبت خاک است[۵] .

۳-پیشینه تحقیق

به منظور بررسی ادبیات نظری و موضوعی تحقیق و مطالعه پیشینه تحقیقات مشابه مراحل زیر در نظر گرفته شده است:

الف) دسته بندی محتوای مرتبط با عنوان تحقیق در حوزه های زیر:

[1] Knowledge Discovery
[2] classification
[3] clustering
[4] research of associations
[5] supervised learning process
[6] Bayesian Networks
[7] Decision Trees
[8] Support Vector Machine
[9] Neural Networks
[10] Random Forests
[11] K-Nearest Neighbors
[12] Markov Model
[13] Deep Learning
[14] unsupervised learning process
[15] partitioning methods
[16] hierarchical methods
[17] density-based methods
[18] Grid-based methods
[19] Model-based methods
[20] Association Rules
[21] Time series analysis
[22] Regression analysis

- زنجیره تامین سبز
- زنجیره تامین سبز صنعت پرورش طیور
- تحلیل پوششی داده ها
- مدل های چند مرحله ای یا شبکه ای در تحلیل پوششی داده ها
- مدل های داده کاوی
- مجلات کاربرد تحلیل پوششی داده ها در راستای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین (صنعت، کشاورزی و ...)

در همین راستا مقالات مورد مطالعه را در دوسته شامل مقالاتی با موضوع حوزه صنعت طیور و مدل تحلیل پوششی شبکه ای و حوزه تحلیل پوششی داده ها و داده کاوی به شرح ذیل اشاره می گردد:

برای نمونه علی نژاد و همکاران [۲]در ۱۴۰۰ به ارزیابی عملکرد ۲۸ زنجیره‌های تولید فعال در صنعت مرغداری ایران و محاسبه کارایی نسبی آنها و همچنین تعیین زنجیره تامین الگو برای سایر زنجیره ها پرداخته شده است، ه در این راستا و فروش غیر پارامتری تحلیل پوششی داده ها استفاده شده است کارایی نسبی هر یک از واحدها ابتدا با رویکرد شبکه و سپس سنتی محاسبه و نتایج به روش با هم مقایسه شدند نهایتا جهت رتبه بندی واحدها از روش کارایی متقاطع استفاده گردیده است. که نتایج نشان می دهد با توجه به تعداد واحد های کارآمد در مدل سنتی بیشتر از مدل شبکه ای بوده، بدیهی است که تصمیم گیری جهت تعیین زنجیره تولید الگو برای سایر زنجیره‌های تولید با مشکل مواجه است که در نهایت مدل شبکه های جهت ارزیابی عملکرد زنجیره‌های تولید پیشنهاد گردیده است. صابونی در سال ۱۳۹۴ [۳] به اندازه گیری میزان کارایی واحدهای مرغداری استان خراسان رضوی با استفاده از رویکرد نهاده محور است. به همین منظور ۳۰ واحد مرغداری استان (DEA) تحلیل پوششی داده ها خراسان رضوی در نظر گرفته شد و میزان کارایی این واحدها در سال ۱۳۹۱ اندازه گیری شد. رحیمی در سال ۲۰۱۲ به ارزیابی واحدهای تصمیم گیری طیور در استان ها می پردازد و با توجه به اینکه بهبود آنها وظیفه مهمی در کل کشاورزی است. برای این منظور ، ترکیبی از تجزیه و تحلیل پوشش داده (DEA) و تکنیک های داده کاوی مورد نیاز همان شبکه عصبی مصنوعی[۶] و درخت تصمیم (DT) به منظور افزایش قدرت پیش بینی عملکرد ارزیابی DMU به دلیل خوب بودن آنها به کار رفته است. بهره وری شناخته شده ، و در نتیجه ارائه قوانین تصمیم گیری دقیق برای بهبود کارایی آنها. برای نشان دادن مدل پیشنهادی ، تمام شرکتهای مرغداری در ایران مورد توجه قرار گرفتند. حیدری ۲۰۱۱ [۷] به تعیین بهره وری اقتصادی استفاده از منابع در مزارع تولید مرغ گوشتی با استفاده از یک تابع تولید غیر پارامتری، تجزیه و تحلیل پوشش داده (DEA) بود. داده ها برای تجزیه و تحلیل از مقطع ۴۴ کشاورز با استفاده از روش نمونه گیری چند مرحله ای جمع آوری شد. در مدل های DEA ، کشاورزانی که سطح تولید خود را با کمترین مقدار ورودی تولید می کنند، به عنوان معیارهایی عمل می کنند که می توان ناکارآمدی استفاده از نهاده ها را برای سایر کشاورزان اندازه گیری کرد. صیفی زاده در سال ۱۳۹۵[۴] نقش مدیریت زنجیره تامین درصنعت مرغداری کشور مورد بررسی قرارداده است پس ازبررسی مراحل پیاده سازی زنجیره تامین درشرکت نتیجه گیری می‌شود که وام دهی صحیح به تولید کنندگان جلوگیری ازواردات بی رویه و فرهنگ سازی برای تولید زنجیره ای میتواند ازعوامل مهم درجهت پیاده سازی زنجیره تامین و به تبع آن کاهش هزینه ها و افزایش میزان تولیدات باشند.

در حوزه دوم مقالات[۴] به ارزیابی مدیریت زنجیره تأمین سبز شرکتهای مواد نوشیدنی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای پرداختند که در این مقاله به ارائه مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای برای ارزیابی مدیریت زنجیره تأمین سبز با خروجی های نامطلوب می پردازد. در پایان، کاربرد مدل پیشنهادی با یک زنجیره تأمین سبز چهار مرحلهای نشان داده شده است .[۸] در ۲۰۱۹ دامغانی و همکاران [۹] در مقاله ای با عنوان مدل های تحلیل پوششی داده های شبکه جدید برای اندازه گیری کارایی زنجیره تامین گاز طبیعی مدل تحلیل پوششی داده های شبکه برای سنجش کارایی زنجیره تأمین گاز طبیعی در ایران تهیه شده است. خصوصیات اصلی مدل پیشنهادی ، یعنی امکان پذیری و محدودیت عملکرد هدف، از طریق چندین قضیه مورد بحث قرار می گیرد. مدل پیشنهادی برای اندازه گیری بهره وری از یک زنجیره تأمین گاز و بازده مربوط به تمام عناصر در زنجیره در طی یک افق برنامه ریزی ۵ ساله شامل داده های عملیاتی واقعی ماهانه استفاده می شود. محبعلی زاده و همکاران در ۲۰۲۰ [۱۰] در مقاله ای نگرانی های زیست محیطی در تدوین یک مدل ریاضی برای طراحی و پیکربندی یک شبکه زنجیره تامین گوشت سبز چند دوره ای، چند محصولی، چند پله ای مورد توجه قرار گرفته است. و یک فرمول برنامه نویسی خطی مختلط چند منظوره برای بهینه سازی همزمان سه هدف ایجاد می کنیم: به حداقل رساندن هزینه کل، به حداقل رساندن انتشار کل co2 آزاد شده از حمل و نقل و به حداکثر رساندن کل ظرفیت استفاده از امکانات. برای نشان دادن کارایی مدل بهینه سازی پیشنهادی، یک شبکه زنجیره تامین گوشت سبز برای جنوب انتاریو، کانادا طراحی شده است. مجموعه ای از راه حلهای بهینه پارتو بدست آمده است. مجموعه راه حلهای بهینه پارتو به تصمیم گیرندگان این فرصت را می دهد تا بین اهداف اقتصادی ، زیست محیطی و استفاده از ظرفیت ، ساز و کاری برقرار کنند. در ۲۰۱۹ آنوز [۵] به ارزیابی کارایی هفت روش آماری و داده کاوی در مرحله دوم تجزیه و تحلیل پوشش داده (DEA) برای عملکرد بانک است. روشهای آماری و داده کاوی مختلف برای مرحله دوم DEA برای عملکرد بانک به عنوان بخشی از تلاش برای تولید یک مدل قدرتمند برای عملکرد بانک با توانایی پیش بینی موثر استفاده می شود. ابزارهای داده کاوی پیش بینی شده ، درختان طبقه بندی و رگرسیون (CART) ، درختان استنباط مشروط (CIT) ، جنگل تصادفی مبتنی بر CART و CIT ، bagging ، شبکه های عصبی مصنوعی و همتای آماری آنها، رگرسیون لجستیک است. آکانمود در ۲۰۱۸ [۱۱] در مقاله ای با عنوان پیش بینی عملکرد طیور با استفاده از تکنیک های داده کاوی یک مدل پیش بینی

عملکرد طیور با استفاده از یک روش استخراج داده و یادگیری ماشین به نام الگوریتم طبقه بندی و رگرسیون درخت (CART) طراحی شده است. مدل توسعه یافته با استفاده از الگوریتم هرس خطای کاهش یافته (REP) برای بهبود دقت پیش بینی بهینه سازی و هرس شده است. الگوریتمی برای ایجاد انعطاف پذیری و توانایی پیش بینی مدل پیش بینی صرف نظر از اندازه و جمعیت طیور پیشنهاد شده است. مرغداران می توانند از این مدل برای پیش بینی عملکرد حتی قبل از یک فصل تولید مثل استفاده کنند.

۴-روش تحقیق

این تحقیق از حیث هدف، یک تحقیق کاربردی با رویکرد توسعه مدل های قبلی است. و بر اساس اجرا یک تحقیق میدانی است. از حیث روش و نحوه نگهداری اطلاعات یک تحقیق توصیفی است. چون دراین تحقیق روابط بین متغیرها در قالب مدل ریاضی و با استفاده از تکنیک های تحقیق در عملیات بیان میگردد و متغیرها مشاهده و اندازه گیری و توصیف می شوند لذا نوع روش تحقیق، توصیفی- تحلیلی ریاضی می باشد.

این تحقیق به لحاظ زمان مقطعی می باشد و از نظر متغیرهای مورد بررسی ترکیبی (کمی و کیفی) می باشد. جامعه آماری آن می‌تواند زنجیره تأمین شرکت‌های فعال در صنعت تولید طیور باشد که با سوالات ارائه شده برای مسئله مورد بررسی همخوانی داشته باشد. قلمرو زمانی: این تحقیق در بازه زمانی اسفند ۱۳۹۵ لغایت اسفند ۱۴۰۰ را دربر می گیرد. این تحقیق به لحاظ موضوعی در حیطه ارائه یک مدل ریاضی بر پایه تحلیل پوششی داده ها جهت ارزیابی عملکرد زنجیره تامین سبز و ترکیب آن با داده کاوی در صنعت طیور متمرکز می باشد. جهت ساخت مدل تحقیق برای انتخاب نمونه از ترکیب روش های هدفمند قضاوتی و روش گلوله برفی استفاده می شود که روش غیر احتمالی است.

در این مطالعه پس از مرور تحقیقات صورت گرفته در حوزه های تحلیل پوششی داده ها، زنجیره تامین سبز صنعت طیور و داده کاوی ابتدا در گام اول پژوهش بر اساس مطالعه کتابخانه ای صورت پذیرفته، شاخص های ورودی و خروجی زنجیره تامین سبز در صنعت طیور به شرح ذیل انتخاب گردیدند:

جدول (۱): شاخص‌های بررسی

ردیف	شاخص‌های ورودی
۱	وزن جوجه
۲	ظرفیت واحد
۳	شمار نیروی کار
۴	میزان خوراک
۵	هزینه ی دارو
۶	هزینه ی برق
۷	هزینه ی آب
۸	مساحت

	شاخص‌های خروجی
۱	میزان تولید
۲	میزان کود
۳	معکوس تلفات
۴	سود حاصل از فروش
۵	کاهش الایندگی خاک
۶	کاهش آلایندگی هوا
۷	کاهش آلایندگی آب های سطحی
۸	کاهش آلایندگی آب های زیر سطحی

در مرحله دوم این مطالعه با استفاده از تکنیک خبرگی اقدام به پالایش و ترکیب شاخص‌های شناسایی‌شده گردیده است. اگرچه خبرگان از شایستگی‌ها و توانایی‌های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می‌نمایند، اما باید به این نکته توجه داشت که فرآیند کمی کردن عددی، امکان انعکاس سبک تفکر انسانی را بطور کامل ندارد. به عبارت بهتر، استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با توضیحات زبانی[1] و بعضاً مبهم انسانی دارد و بنابراین بهتر است که با استفاده از مجموعه‌های فازی (بکارگیری اعداد فازی) به پیش بینی بلندمدت و تصمیم‌گیری در دنیای واقعی پرداخت. در این مطالعه از اعداد فازی مثلثی به دلیل محاسبات ساده‌تر استفاده شده است. پس از آنکه با استفاده از رویکرد دلفی فازی شاخص‌های شناسایی‌شده غربالگری شدند با استفاده از رویکرد روش داده کاوی داده‌ها شرکت‌ها جمع اوری شده و سپس به ارزیابی و تحلیل کارایی پرداخته می‌شود.

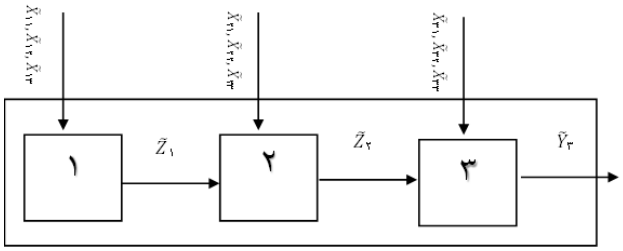
۴-۱ مدل DEA پژوهش حاضر

مدل DEA شبکه ای برای ارزیابی قابلیت زنجیره تأمین سبز نسبت به عامل های آن در **Error! Reference source not found.** مدل زنجیره تأمین سه مرحله‌ای نشان داده شده است. به طور بالقوه، عامل سبزی می‌توانند بر تمام لایه‌های زنجیره تأمین تأثیر گذاشته، و اثر مخرب خود را بر بخشی از فرآیند یا کل زنجیره تأمین بگذارند. از این رو، هر چه اعضاء زنجیره تأمین (به عنوان مثال، تأمین کنندگان، تولیدکنندگان یا توزیع‌کنندگان) آسیب پذیری بیشتری به سبز بودن داشته باشند (ورودی‌ها)، قابلیت پایداری عملیاتی این اجزاء کمتر خواهد بود (جوتنر و ماکلن، ۲۰۱۱). سطوح پایداری مربوط به هر لایه، به عنوان خروجی هر فرآیند در مدل نشان داده شده است.

از این رو، سطوح پایداری لایه‌های اقتصادی زنجیره تأمین، به عنوان خروجی نشان داده شده است و می‌تواند به عنوان ورودی لایه‌های اجتماعی و یا زیست محیطی در نظر گرفته شود. همان طوری که نشان داده شده است ریسک های سیز اقتصادی $(\tilde{X}_{11})$ ، خارجی $(\tilde{X}_{12})$، شبکه ای $(\tilde{X}_{13})$ به عنوان ورودی و قابلیت سبز تأمین‌کننده به $(\tilde{Z}_1)$ عنوان خروجی واسط فرآیند اقتصادی، بر عملیات تأمین‌کننده تأثیر می-

[1] Linguistic

گذارد. به همین ترتیب، ریسک‌های سبز اجتماعی $(\tilde{X}_{21})$، خارجی $(\tilde{X}_{22})$، شبکه ای $(\tilde{X}_{23})$، ورودی به حساب آمده و قابلیت پایداری تولیدکننده$(\tilde{Z}_2)$ به عنوان خروجی واسط فرآیندهای اجتماعی در نظر گرفته می‌شود. در نهایت، ریسک‌های زیست محیطی $(\tilde{X}_{31})$، خارجی$(\tilde{X}_{32})$، شبکه ای $(\tilde{X}_{33})$، به عنوان ورودی و قابلیت پایداری توزیع‌کننده $(\tilde{Y}_3)$، به عنوان خروجی فرآیندهای اقتصادی در نظر گرفته شده‌اند. علامت «~» نشان دهنده ارزش‌های فازی سطوح ریسک و قابلیت پایداری است.



شکل (۴): نمایش ورودی ها

متغیرها

- v_{1t}: وزن انواع ریسک‌های اقتصادی $(i = 1)$، خارجی $(i = 2)$ و شبکه ای $(i = 1)$ فرآیندهای اقتصادی در ارزیابی قابلیت پایداری؛
- v_{2t}: وزن انواع ریسک‌های اجتماعی $(i = 1)$، خارجی $(i = 2)$ و شبکه ای $(i = 1)$ فرآیندهای اجتماعی در ارزیابی قابلیت پایداری ؛
- v_{1t}: وزن انواع ریسک‌های زیست محیطی $(i = 1)$، خارجی $(i = 2)$ و شبکه ای $(i = 1)$ فرآیندهای زیست محیطی در ارزیابی قابلیت پایداری ؛
- w_1: وزن پایداری تأمین کننده در فرآیندهای اقتصادی در ارزیابی قابلیت پایداری ؛
- w_2: وزن پایداری تأمین کننده در فرآیندهای اجتماعی در ارزیابی قابلیت پایداری ؛
- u_3: وزن پایداری تأمین کننده در فرآیندهای زیست محیطی در ارزیابی قابلیت پایداری ؛

بر اساس کائو و هوانگ(۲۰۰۸)، کارایی کل سیستم زنجیره تأمین DMUk به صورت زیر فرموله خواهد شد:

$$\tilde{E}_k = max \frac{u_3 \tilde{Y}_3^k}{\sum_{t=1}^{3} \sum_{i=1}^{3} v_{ti} \tilde{X}_{ti}^k}$$

s.t.

$$\frac{u_3 \tilde{Y}_3^j}{(\sum_{t=1}^{3} \sum_{i=1}^{3} v_{ti} \tilde{X}_{ti}^j)} \leq 0, j = 1,2,\dots,n$$

$$v_{ti}, u_{3i} \geq \varepsilon, i = 1,2,3;\ t = 1,2,3$$

در مدل فوق، تابع هدف به دنبال بیشینه‌سازی کارایی کلی DMUk بوده و محدودیت‌های مساله نشان دهنده این قید هستند که کارایی کلیه واحدهای تصمیم گیرنده باید کوچکتر از یک باشد. که همان مدل مضربی کسری CCR می‌باشد. با اعمال تغییر متغیر چارنز - کوپر، مدل خطی به صورت زیر فرموله می‌گردد.

$$\tilde{E}_k = max\ u_3 \tilde{Y}_3^k$$

s.t.

$$=1 \sum_{t=1}^{3} \sum_{i=1}^{3} v_{ti} \tilde{X}_{ti}^k$$

$$u_3 \tilde{Y}_3^j - (\sum_{t=1}^{3} \sum_{i=1}^{3} v_{ti} \tilde{X}_{ti}^j) \leq 0, j = 1,2,\dots,n$$

$$1,2,\dots,n$$

$$v_{ti}, u_{3i} \geq \varepsilon, i = 1,2,3;\ t = 1,2,3$$

با منطقی مشابه، می‌توان قابلیت پایداری هر یک از فرآیندهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را نیز با توجه به ریسک‌های ورودی و قابلیت پایداری خروجی ارزیابی نمود. فرض کنید $\tilde{E}_k^1$، $\tilde{E}_k^2$، و $\tilde{E}_k^3$ به ترتیب قابلیت پایداری فرآیندهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی kامین شرکت تولید مواد غذایی تحت ارزیابی باشد.

فرآیندهای اقتصادی را در نظر بگیرید. در این فرآیندها سه دسته ریسک‌های اقتصادی، سازمانی و شبکه ای به عنوان ورودی و قابلیت پایداری به عنوان خروجی تعریف شده است. بر این اساس کارایی این بخش از سیستم را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود:

$$\tilde{E}_k^1 = w_1^* \tilde{Z}_1^k \Big/ \sum_{t=1}^{3} v_{1t}^* \tilde{X}_{1t}^k$$

به طور مشابه، فرآیندهای سازمانی، تاب آوری فرآیندهای اقتصادی را همراه با مجموعه ریسک‌های اجتماعی، خارجی و شبکه ای به عنوان ورودی دریافت و قابلیت پایداری را به عنوان خروجی تولید می‌کنند. با استفاده از نمادهای بخش قبل، قابلیت پایداری فرآیندهای اجتماعی به صورت زیر فرموله می‌گردد.

$$\tilde{E}_k^2 = w_1^* \tilde{Z}_1^k \Big/ w_1^* \tilde{Z}_1^k + \sum_{t=1}^{3} v_{1t}^* \tilde{X}_{1t}^k$$

قید مشابهی نیز در رابطه با فرآیندهای زیست محیطی قابل طرح است. این فرآیندها پایداری فرآیندهای سازمانی را همراه با مجموعه ریسک‌های اقتصادی، سازمانی و شبکه ای به عنوان ورودی دریافت و قابلیت پایداری را به عنوان خروجی تولید می‌کنند. در نتیجه پایداری این فرآیندها نیز به صورت زیر فرموله می‌شود:

$$\tilde{E}_k^3 = u_1^* \tilde{Y}_1^k \Big/ w_1^* \tilde{Z}_1^k + \sum_{t=1}^{3} v_{1t}^* \tilde{X}_{1t}^k$$

با توجه به قید کوچکتر از یک بودن مقادیر کارایی، روابط فوق را می‌توان به صورت زیر در قالب محدودیتهای مدل در نظر گرفت.

$$w_1^* \tilde{Z}_1^k \Big/ \sum_{i=1}^{3} v_{1i}^* \tilde{X}_{1i}^k \leq 1$$

$$w_1^* \tilde{Z}_1^k \Big/ w_1^* \tilde{Z}_1^k + \sum_{i=1}^{3} v_{1i}^* \tilde{X}_{1i}^k \leq 1$$

$$u_1^* \tilde{Y}_1^k \Big/ w_1^* \tilde{Z}_1^k + \sum_{i=1}^{3} v_{1i}^* \tilde{X}_{1i}^k \leq 1$$

با خطی‌سازی محدودیت‌های فوق و افزودن آنها به مدل فوق، مدل نهایی سنجش قابلیت پایداری فرآیندهای شرکت تولیدی به صورت زیر فرموله می‌گردد.

$$\tilde{E}_k = max\, u_1 \tilde{Y}_1^k$$

S.T.

$$\sum_{r=1}^{2} \sum_{i=1}^{3} v_{ri} \tilde{X}_{ri}^k = 1$$

$$u_1 \tilde{Y}_1^j - \left(\sum_{r=1}^{2} \sum_{i=1}^{3} v_{ri} \tilde{X}_{ri}^j\right) \leq 0, j = 1,2,\dots,n$$

$$w_1 \tilde{Z}_1^j - \sum_{i=1}^{3} v_{1i} \tilde{X}_{1i}^j \leq 0, j = 1,2,\dots,n \quad)$$

$$w_1 \tilde{Z}_1^j - \left(w_1 \tilde{Z}_1^j + \sum_{i=1}^{3} v_{1i} \tilde{X}_{1i}^j\right) \leq 0, j = 1,2,\dots,n$$

$$u_1 \tilde{Y}_1 - \left(w_1 \tilde{Z}_1^j + \sum_{i=1}^{3} v_{1i} \tilde{X}_{1i}^j\right) \leq 0, j = 1,2,\dots,n$$

$$v_{ri}, u_r, w_1, w_1 \geq \varepsilon, i = 1,2,3;\ r = 1,2,3$$

مدل بالا یک مدل برنامه‌ریزی خطی فازی است که حل آن نیاز به توسعه روش‌های خاص دارد. در تحقیق حاضر به منظور حل مدل خطی فازی فوق از رویکرد مبتنی بر برش‌های آلفا استفاده شده است.

۵-نتایج محاسباتی و بحث

با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته شده در شرکت های پرورش دهنده طیور گوشتی در سطح کشور، تعداد ۹ شرکت شناسایی شدند که می توان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده های طراحی شده به ارزیابی و تحلیل عملکرد آنها انجام داد.

پس از جمع آوری و ارزش گذاری فازی، مقادیر فازی جمع آوری شده دیدگاه هفت کارشناس در گام بعدی میانگین فازی محاسبه می‌شود. میانگین فازی و مقدار قطعی مقادیر مربوط به شاخص‌ها در **Error! Reference source not found.** نشان داده شده است. از آنجا که مقدار قطعی کلیه مقادیر بزرگتر از ۰/۵ است بنابراین کلیه شاخص‌ها تایید می‌شود.

جدول (۲): تحلیل نهایی شاخص‌ها (محقق، ۱۴۰۱)

نماد	شرح شاخص	میانگین فازی			مقدار قطعی
i1	وزن جوجه	1.00	0.86	0.61	0.84
i2	ظرفیت واحد	0.82	0.61	0.36	0.60
i3	نیروی انسانی	0.86	0.68	0.43	0.67
i4	میزان خوراک	0.89	0.71	0.46	0.70
i5	هزینه دارو	0.82	0.68	0.43	0.66
I6	هزینه برق	0.89	0.71	0.46	0.70
I7	هزینه آب	0.96	0.75	0.50	0.74
I8	مساحت	1.00	0.82	0.57	0.81
O1	میزان تولید	0.86	0.61	0.36	0.61
O2	میزان کود	0.86	0.71	0.46	0.70
O3	معکوس تلفات	0.89	0.71	0.46	0.70
O4	سود حاصل از فروش	0.89	0.71	0.50	0.71
O5	کاهش آلایندگی خاک	0.89	0.64	0.43	0.65
O6	کاهش آلایندگی هوا	0.89	0.75	0.54	0.74
O7	کاهش الایندگی آبهای سطحی	1.00	0.86	0.61	0.84
O8	کاهش الایندگی آبهای زیر سطحی	1.00	0.86	0.61	0.84

با توجه به غربالگری انجام‌شده، از کل شاخص‌های ورودی تایید شده و کلیه شاخص‌های خروجی مورد تایید خبرگان پژوهش قرار گرفتند.

در گام دوم تحقیق، پس از گردآوری داده‌های تحقیق سعی شده است تا بواسطه بکارگیری ابزار داده‌کاوی در راستای دسته‌بندی داده‌ها اقدام گردد. به‌عبارتی بکارگیری این ابزار در جهت بهبود تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده و حصول نتایج کاربردی و نامشهود می‌باشد. .در این تحقیق، به‌منظور انجام داده‌کاوی بر روی داده‌های پژوهش از نرم‌افزار SQL Server 2008_Data Mining Add in for Excel افزونه 2007 بهره گرفته شده است.

به‌منظور بکارگیری الگوریتم داده‌کاوی بر روی داده‌های پژوهش جهت شناسایی و تبیین الگوهای پنهان میان داده‌ها و حصول نتایج کاربردی و کارکردی، سه فاز اصلی طی گردید:

۱) داده‌کاوی داده‌های تحقیق؛ ۲) تجزیه و تحلیل نتایج حاصله از داده‌کاوی؛ و ۳) تبیین الگوهای پنهان مابین داده‌های تحقیق و ارائه نتایج کاربردی. نکته شایان توجه توالی این فازها است که اعتبارپذیری و صحت نتایج بدست آمده را تا حد زیادی ارتقا بخشیده و لذا می‌تواند به‌عنوان مبنایی جهت اتخاذ تصمیمات راهبردی مدیریت ارشد در خصوص زنجیره تامین سبز بکار گرفته شود.

در این پژوهش با توجه به هدف اصلی پژوهش که طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق مد نظر می باشد الگوریتم خوشه‌بندی می‌تواند

سودمند و مثمرثمر واقع گردد، از این‌رو در این پژوهش جهت داده‌کاوی داده‌های تحقیق از الگوریتم خوشه‌بندی بهره گرفته شد.

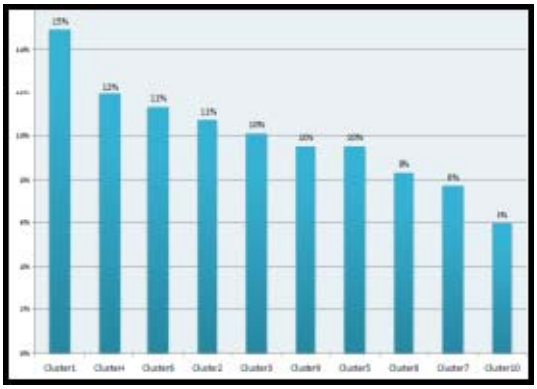
تجزیه و تحلیل‌های انجام شده در نتیجه بکارگیری الگوریتم خوشه‌بندی جهت داده‌کاوی داده‌های این تحقیق، نتایج ذیل را به‌عنوان خروجی حاصل آورد:

دیاگرام خوشه‌ها[1]: این دیاگرام نمایانگر خوشه‌های بدست آمده در نتیجه داده‌کاوی بر روی داده‌های تحقیق می‌باشد. از قابلیت‌های مهم و کاربردی این دیاگرام آنست که بواسطه آن می‌توان شدت و ضعف میزان ارتباط میان خوشه‌های مختلف تحقیق را تعیین کرد.

پروفایل خوشه‌ها[2]: دومین بخش خروجی حاصل از بکارگیری الگوریتم خوشه‌بندی جهت داده‌کاوی داده‌های تحقیق، پروفایل خوشه‌ها می‌باشد. در این تحقیق با توجه به تدوین چهار مشخصه کلیدی (Category، Company، Expertise و Score)، پروفایل تبیین شده است. این پروفایل مبین آنست که در هر خوشه، چه ترکیبی از مشخصه‌های طبقه؛ سازمان؛ متخصص (دپارتمان) و امتیاز موجود می‌باشد.

در این تحقیق، داده‌ها در قالب ۱۰ کلاستر خوشه‌بندی گردیده‌اند. هر یک از این خوشه‌ها، از خصوصیات و قابلیت‌های متمایزی برخوردار می‌باشند که آنها را از یکدیگر تفکیک می‌نماید.

در مجموع، وضعیت خوشه‌های تحقیق از منظر داده‌های تخصیص یافته به هر یک مطابق شکل خواهد بود:



شکل (۵): وضعیت خوشه‌های تحقیق از منظر داده‌های تخصیص یافته به هر خوشه

خصوصیات خوشه‌ها[3]: سومین بخش خروجی حاصل از بکارگیری الگوریتم خوشه‌بندی جهت داده‌کاوی داده‌های تحقیق، خصوصیات خوشه‌ها می‌باشد. هر یک از خوشه‌های تفکیک شده توسط نرم‌افزار، دارای مشخصه‌های متمایزی می‌باشد که همین مشخصه‌ها وجه تمایز این خوشه‌ها از یکدیگر و عامل اساسی در تفکیک و طبقه‌بندی آنها محسوب می‌گردد. با انتخاب هر یک از خوشه‌های حاصل از بکارگیری الگوریتم خوشه‌بندی بر روی داده‌های تحقیق، مشخصه‌های مرتبط با آن خوشه نمایش داده می‌شود. در این تحقیق، با توجه به تبیین مشخصه‌های Category، Company، Expertise و Score جهت داده‌کاوی، خصوصیات هر یک از خوشه‌های تحقیق بر مبنای این مشخصه‌ها تبیین گردید.

تمیزگذاری خوشه‌ها[4]: آخرین بخش خروجی حاصل از بکارگیری الگوریتم خوشه‌بندی جهت داده‌کاوی داده‌های تحقیق، تمیزگذاری خوشه‌ها می‌باشد. در این بخش از نتایج خروجی می‌توان به قیاس خوشه‌ها نسبت به یکدیگر پرداخت. بدین منظور می‌توان با انتخاب خوشه‌های مورد نظر نتایج حاصله را مشاهده و مورد استفاده قرار داد.

۱-۵ مجموعه‌های فازی و رویکرد α-cut برای مدل پیشنهادی DEA شبکه ای

رویکردهای مختلفی برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی فازی توسط محققان ارائه شده است. یکی از پر کاربردترین روشها، که بر اساس حاتمی ماربینی، امروزنژاد و توانا [۱۲]که در تحلیل پوششی داده های فازی نیز کاربردهای فراوانی دارد، رویکرد مبتنی بر برش‌های آلفا است. در این رویکرد اعداد فازی با برش‌های آلفای خود جایگزین شده و مساله به ازای مقادیر مختلف آلفا حل و تحلیل می‌گردد. بنابر تعریف، برش آلفای یک مجموعه فازی شامل کلیه عناصری از مجموعه مرجع است که عضویت آنها در مجموعه مرجع حداقل به اندازه مقدار α باشد.

با توجه به این که اعداد فازی مد نظر در تحقیق حاضر برای ارزیابی انواع مولفه ها و شاخص‌های زنجیره تامین سبز از نوع اعداد فازی مثلثی است، در نتیجه برش‌های فازی نیز برای این اعداد مد نظر خواهد بود. برای یک عدد فازی مثلثی (l, m, u)، تابع عضویت به صورت زیر تعریف می‌گردد.

$$\mu = \begin{cases} 0, x \leq l \\ \frac{x-l}{m-l}, l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, m \leq x \leq u \\ 0, x \geq u \end{cases}$$

با در نظر گرفتن تعریف برش آلفا برای تابع عضویت فوق داریم:

$$\frac{x-l}{m-l} \geq \alpha \rightarrow x \geq l(1-\alpha) + \alpha m$$

و

$$\frac{u-x}{u-m} \geq \alpha \rightarrow \leq u(1-\alpha) + \alpha m$$

در نتیجه، برش آلفای عدد فازی مثلثی فوق شامل کلیه مقادیر موجود در فاصله $[l(1-\alpha) + \alpha m, u(1-\alpha) + \alpha m]$ می‌باشد. با اعمال تعریف فوق روی اعداد فازی مثلثی انواع مولفه ها و شاخص‌ها، برش‌های آلفای شاخص‌های فوق به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$)_\alpha = [X_{ij})_\alpha^L, X_{ij})_\alpha^U] = [(1-\alpha)X_{ij}^1 + \alpha X_{ij}^2, \alpha X_{ij}^2 + (1-\alpha)X_{ij}^3]$$
$$)_\alpha = [(Z_1)_\alpha^L, (Z_1)_\alpha^U] = [(1-\alpha)Z_1^1 + \alpha Z_1^2, \alpha Z_1^2 + (1-\alpha)Z_1^3]$$
$$)_\alpha = [(Z_2)_\alpha^L, (Z_2)_\alpha^U] = [(1-\alpha)Z_2^1 + \alpha Z_2^2, \alpha Z_2^2 + (1-\alpha)Z_2^3]$$
$$)_\alpha = [(Y_2)_\alpha^L, (Y_2)_\alpha^U] = [(1-\alpha)Y_2^1 + \alpha Y_2^2, \alpha Y_2^2 + (1-\alpha)Y_2^3]$$

,

[1] Cluster Diagram
[2] Cluster Profiles
[3] Cluster Characteristic
[4] Cluster Discrimination

روابط معادله فوق، برش‌های آلفای شاخص‌های ورودی، خروجی و واسط در مدل ارزیابی زنجیره تامین را نشان می‌دهند. با اعمال این برشها در مدل ارزیابی مدل و به منظور یافتن تابع عضویت کارایی شبکه ای کلی (DMUk)، نیازمند محاسبه حد بالا و پایین α-cut برای تابع $\tilde{E}_k$، یعنی $(E_k)_\alpha = [(E_k)^L_\alpha, (E_k)^U_\alpha]$، خواهد بود.

بر اساس مدل‌های کائو و لیو(۲۰۰۰)، کائو(۲۰۰۶)، و کائو و لیو (۲۰۱۱)، حد بالای مدل ۱۶ با حد مدل بالا محاسبه خواهد شد.

$$(E_k)^U_\alpha = max\, u_r(Y^k_r)^U_\alpha$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^{r}\sum_{t=1}^{r} v_{tt}(X^k_{tt})^L_\alpha = 1$$

$$u_r(Y^k_r)^L_\alpha - \left(\sum_{r=1}^{r}\sum_{t=1}^{r} v_{tt}(X^k_{tt})^U_\alpha\right) \le 0$$

$$u_r(Y^j_r)^L_\alpha - \left(\sum_{r=1}^{r}\sum_{t=1}^{r} v_{tt}(X^j_{tt})^U_\alpha\right) \le 0, j = 1,2,\dots,n, j \ne k$$

$$z^k_1 - \sum_{t=1}^{r} v_{1t}(X^k_{1t})^L_\alpha \le 0$$

$$z^j_1 - \left(\sum_{t=1}^{r} v_{1t}(X^j_{1t})^U_\alpha\right) \le 0, j = 1,2,\dots,n, j \ne k$$

$$z^k_2 - \left(z^k_1 + \sum_{t=1}^{r} v_{1t}(X^k_{1t})^L_\alpha\right) \le 0$$

$$z^j_2 - \left(z^j_1 + \sum_{t=1}^{r} v_{1t}(X^j_{1t})^U_\alpha\right) \le 0, j = 1,2,\dots,n, j \ne k$$

$$u_r(Y^k_r)^U_\alpha - \left(z^k_2 + \sum_{t=1}^{r} v_{1t}(X^k_{1t})^L_\alpha\right) \le 0$$

$$u_r(Y^j_r)^L_\alpha - \left(z^j_2 + \sum_{t=1}^{r} v_{1t}(X^j_{1t})^U_\alpha\right) \le 0, j = 1,2,\dots,n, j \ne k$$

$$w_1(Z^j_1)^L_\alpha \le z^j_1 \le w_1(Z^j_1)^U_\alpha, j = 1,2,\dots,n$$

$$w_2(Z^j_2)^L_\alpha \le z^j_2 \le w_2(Z^j_2)^U_\alpha, j = 1,2,\dots,n$$

$$v_{tt}, u_r, w_1, w_2 \ge \varepsilon,$$

$$t = 1,2,\dots,r; t = 1,2,3$$

پس از محاسبه ارزش‌های بهینه برای u^*_r، w^*_1، w^*_2، $\hat{z}^*_1 v^*_{ti}$ و $\hat{z}^*_2$ ، مدل فوق کارایی‌های را برای کل شبکه و سه سطح فرآیندی مطابق فرمول زیر به دست می‌آورد:

$$(E_k)^U_\alpha = u^*_r(Y^k_r)^U_\alpha \Big/ \sum_{r=1}^{r}\sum_{t=1}^{r} v^*_{tt}(X^k_{tt})^L_\alpha$$

$$(E^1_k)^U_\alpha = z^{*k}_1 \Big/ \sum_{t=1}^{r} v^*_{1t}(X^k_{1t})^L_\alpha$$

$$(E^2_k)^U_\alpha = z^{*k}_2 \Big/ \left(z^{*k}_1 + \sum_{t=1}^{r} v^*_{1t}(X^k_{1t})^L_\alpha\right)$$

$$(E^3_k)^U_\alpha = u^*_r(Y^k_r)^U_\alpha \Big/ \left(z^{*k}_2 + \sum_{t=1}^{r} v^*_{1t}(X^k_{1t})^L_\alpha\right)$$

فرموله کردن حد پایین α-cut کارایی‌های مدل مستلزم تابع دوهدفی از مدل فوق برای تبدیل به حالت فازی است. از این رو، ویرایش دووجهی و تبدیل شده مدل فوق فرموله شده و حد پایین α-cut کارایی کلی، به همراه کارایی‌های سه سطح فرآیندی بالادستی، سازمانی و پایین‌دستی، محاسبه می‌شوند.

مدل دووجهی شده مدل زیر برای واحدهای کلی تصمیم‌گیری (DMUk) به شرح زیر توسط کائو و هوانگ(۲۰۰۸) محاسبه شده‌اند.

$$\tilde{E}_k = \min \theta - \varepsilon\left(\left(\sum_{r=1}^{r}\sum_{t=1}^{r} s^v_{tt}\right) + s^w_1 + s^w_2 + s^w_3\right)$$

s.t.

$$\theta \tilde{X}^k_{1t} - \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \tilde{X}^j_{1t} - \sum_{j=1}^{n} \beta_j \tilde{X}^j_{1t} - s^v_{1t} = 0, t = 1,2,3$$

$$\theta \tilde{X}^k_{2t} - \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \tilde{X}^j_{2t} - \sum_{j=1}^{n} \gamma_j \tilde{X}^j_{1t} - s^v_{2t} = 0, t = 1,2,3$$

$$\theta \tilde{X}^k_{3t} - \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \tilde{X}^j_{3t} - \sum_{j=1}^{n} \delta_j \tilde{X}^j_{3t} - s^v_{3t} = 0, t = 1,2,3$$

$$\sum_{j=1}^{n} \beta_j \tilde{Z}^j_1 - \sum_{j=1}^{n} \gamma_j \tilde{Z}^j_2 - s^w_1 = 0$$

$$\sum_{j=1}^{n} \gamma_j \tilde{Z}^j_2 - \sum_{j=1}^{n} \delta_j \tilde{Z}^j_2 - s^w_2 = 0$$

$$\sum_{j=1}^{n} \alpha_j \tilde{Y}^j_3 + \sum_{j=1}^{n} \delta_j \tilde{Y}^j_3 - s^w_3 = \tilde{Y}^k_3$$

$$\beta_j, \gamma_j, \delta_j, s^v_{tt}, s^w_1, s^w_2, s^w_3 \ge 0, j = 1,2,\dots,n; t = 1,2,3; t = 1,2,3$$

بر این اساس، حد پایین α-cut مدل کارایی کلی به شرح زیر خواهد بود:

$$(E_k)^L_\alpha = \min \varepsilon\left(\left(\sum_{r=1}^{r}\sum_{t=1}^{r} s^v_{tt}\right) + s^w_1 + s^w_2 + s^w_3\right)$$

s.t.

$$\left(X^j_{1t}\right)^L_\alpha\Big| - \left|\beta_k\left(X^k_{1t}\right)^U_\alpha + \sum_{j=1, j\ne k}^{n} \beta_j\left(X^j_{1t}\right)^L_\alpha\right| - s^v_{1t} = 0, t = 1,2,3$$

$$\left(X^j_{1t}\right)^L_\alpha\Big| - \left|\gamma_k\left(X^k_{1t}\right)^U_\alpha + \sum_{j=1, j\ne k}^{n} \gamma_j\left(X^j_{1t}\right)^L_\alpha\right| - s^v_{2t} = 0, i = 1,2,3$$

$$\left(X^j_{1t}\right)^L_\alpha\Big| - \left|\delta_k\left(X^k_{1t}\right)^U_\alpha + \sum_{j=1, j\ne k}^{n} \delta_j\left(X^j_{1t}\right)^L_\alpha\right| - s^v_{3t} = 0, t = 1,2,3$$

$$\sum_{j=1}^{n} \beta_j z^j_1 - \sum_{j=1}^{n} \gamma_j z^j_1 - s^w_1 = 0$$

$$\sum_{j=1}^{n} \gamma_j z^j_2 - \sum_{j=1}^{n} \delta_j z^j_2 - s^w_2 = 0$$

$$\alpha_j\left(Y^j_r\right)^U_\alpha\Big| + \left|\delta_k\left(Y^k_r\right)^L_\alpha + \sum_{j=1, j\ne k}^{n} \delta_j\left(Y^j_r\right)^U_\alpha\right| - s^w_3 = \left(Y^k_r\right)^L_\alpha$$

$$\left(Z^j_1\right)^L_\alpha \le z^j_1 \le \left(Z^j_1\right)^U_\alpha, j = 1,2,\dots,n$$

$$\left(Z^j_2\right)^L_\alpha \le z^j_2 \le \left(Z^j_2\right)^U_\alpha, j = 1,2,\dots,n$$

$$\beta_j, \gamma_j, \delta_j, s^v_{tt}, s^w_1, s^w_2, s^w_3 \ge 0, j = 1,2,\dots,n; i = 1,2,3; t = 1,2,3$$

با به دست آمدن راه‌حل بهینه از مدل فوق، ارزش-های $s_{tt}^{*v}, s_{1}^{*w}, s_{2}^{*w}, s_{3}^{*u}$ به ترتیب به v_{tt}^{*} , w_{1}^{*}, w_{2}^{*}, u_{3}^{*}تخصیص داده شده و از این رو، حدهای پایین کارایی سیستم و سطوح پایین کارایی فرآیندهای بالادستی، سازمانی و پایین‌دستی، در سطح cut-α به شرح زیر محاسبه می‌شوند:

$$(E_k)_\alpha^L = u_3^*(Y_3^k)_\alpha^L \Big/ \sum_{t=1}^{3}\sum_{t=1}^{3} v_{tt}^*(X_{tt}^k)_\alpha^U$$

$$(E_k^1)_\alpha^L = w_1^* z_1^{*k} \Big/ \sum_{t=1}^{3} v_{1t}^*(X_{1t}^k)_\alpha^U$$

$$(E_k^2)_\alpha^L = w_2^* z_2^{*k} \Big/ (w_1^* z_1^{*k} + \sum_{t=1}^{3} v_{2t}^*(X_{2t}^k)_\alpha^U)$$

$$(E_k^3)_\alpha^L = u_3^*(Y_3^k)_\alpha^L \Big/ (w_2^* z_2^{*k} + \sum_{t=1}^{3} v_{3t}^*(X_{3t}^k)_\alpha^U)$$

ارزش‌های متغیر α در مدل‌های بالا به ترتیب ۰ و ۱ است. این ارزش‌ها مهم بوده و به‌منظور ارائه گزارش در رابطه با نتیجه نهایی این دو مدل، استفاده می‌شود. در صورتی که آلفا صفر باشد ($\alpha = 0$)، دامنه کلیه نمرات محتمل کارایی برای ارزش‌های متفاوت آلفا، تعیین می‌شود. علاوه بر این، در سطح آلفا یک ($\alpha = 1$)، محتمل‌ترین نمرات کارایی برای واحدهای تصمیم‌گیرنده به دست می‌آید. از این رو، با استفاده از نمرات کارایی برای ارزش‌های متفاوت آلفا و برقراری ارتباط حدود پایین و بالای این نمرات کارایی، تابع عضویت سطوح سبز فازی زنجیره تأمین، تعیین می‌شود. این امر منجر به محاسبه زنجیره تامی سبز سیستمی (کل زنجیره تأمین) و ارزیابی لایه‌های زنجیره تأمین و در نهایت نسبت-های خروجی به ورودی در میان واحدهای تصمیم‌گیرنده و فرآیندهای متنوع زنجیره تأمین می‌گردد.

بر اساس داده های حاصل از داده کاوی ۹ همانطور که در **Error! Reference source not found.** آمده است تحلیل کارایی ۹ شرکت در ۳ سال به شرح ذیل می باشد:

همانطور که مشاهده می شود، در سال اول ۶ شرکت از ۹ شرکت کارا هستند و در سال دوم نیز یک شرکت در مرز کارایی قرار دارد و در سال سوم نیز ۶ شرکت در مرز کارایی قرار دارند همچنین در سال چهارم شرکتی در مرز کارایی قرار نداشته و در سال پنجم نیز ۶ شرکت در مرز کارایی قرار داشته است.

۶-نتیجه گیری

در واقع یکی از مزیت های رقابتی پایدار برای سازمان‌های تولیدی، کاراتر و اثر بخش‌تر کردن فعالیت های زنجیره تامین است. یکی از قسمت های عمده این فعالیت ها که می تواند موجب صرفه جویی بسیار در هزینه ها شود شناسایی و پیش بینی کارایی دقیق تامین و تدارکات سازمان است(شارما[1]،۲۰۱۹). مدیریت فعالیت‌های لجستیکی، علاوه بر اینکه یک منبع مهم برای خلق مزیت های رقابتی محسوب می‌شود، می تواند موجبات رضایت مشتریان و پاسخگویی به نیازهای های آنان را فراهم آورد. یکپارچه سازی طراحی شبکه لجستیک نیز به همین دلیل از اهمیت بالایی برخوردار است (زلفانی[2]،۲۰۱۹). پیش بینی کارایی در زنجیره تامین سبز صنعت پرورش طیور به‌عنوان یکی از حوزه‌های پژوهشی جدید مدیریت به‌منظور کمک به شرکت‌ها در به رسمیت شناختن منابع بالقوه و غلبه بر چالش‌های مرتبط با عملیات و استراتژی‌ها، تکامل یافته است. طی سالیان اخیر، مدیریت و به تبع آن سنجش عملکرد زنجیره تأمین، توجه جمع کثیری از مدیران و محققین را در حوزه مدیریت تولید و عملیات به خود معطوف داشته است(اصغری زاده و همکاران، ۱۳۸۹). به موازات طی روند تکاملی سازمان ها از رویکرد منفرد به رویکرد شبکه ای و زنجیره تأمین، نظام های سنجش کارایی زنجیره تامین نیز دستخوش تحول گردیده و به سمت و سوی سنجش عملکرد شبکه ای و زنجیره تامین گام نهادند(مرگان[3]،۲۰۰۷) این نگرش ریشه در تفکر سیستمی داشته که در آن بهینگی هر نظام تولیدی تنها در گرو کارکرد بهینه یک زیرنظام نبوده و تمامی زیرنظام‌ها می بایست در تحقق اهداف از پیش ترسیم شده مجدانه بکوشند(اصغری زاده و همکاران، ۱۳۸۹). از این رو مدیریت زنجیره تامین، یکی از اجزاء استراتژی های رقابتی برای بهره وری و سوددهی سازمانی است. مدیران در بسیاری از صنایع، به ویژه آنهایی که در بخش تولید هستند، سعی در مدیریت بهتر زنجیره تامین و ارزیابی عملکرد آنها دارند(قدیمی ،۲۰۱۸). در زنجیره تأمین، ارزیابی کارایی زنجیره یکی از چالش های مهم به شمار می آید. چارچوبی متمایز برای ارزیابی تأمین کنندگان با در نظر گرفتن شاخص های موثر با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری از مهمترین ابزارها می‌باشد. از این روی مدیریت برون سپاری کل زنجیره تامین بسیار مشکل بوده و یک وظیفه چالش بر انگیز است. یک سازمان در صورتی از نظر اقتصادی کارا خواهد بود که از نظر فنی و تخصصی کارا باشد. مدیریت زنجیره تامین همه این فعالیت ها را طوری هماهنگ می کند که مشتریان بتوانند محصولاتی با کیفیت و خدمات قابل اطمینان در حداقل هزینه به دست آورند. از این رو در این پژوهش، پس از مطالعه کتابخانه ای و شناسایی شاخص های کلیدی در پیش بینی کارایی در زنجیره تامین سبز صنعت پرورش طیور، با استفاده از روش دلفی فازی، غربالگری شاخص ها انجام شد و از بین ۸ شاخص ورودی و ۸ شاخص خروجی بر اساس نظرات ۷ خبره کلیه شاخص ها انتخاب شدند و بر اساس رویکرد روش داده کاوی ضمن دسته بندی شاخص های ورودی و خروجی برای هر مرحله (با توجه به انتخاب روش تحلیل پوششی داده های شبکه ای) سپس داده های جمع اوری شده برای ۵ سال مورد پردازش قرار گرفتند و بر اساس تحلیل انجام شده اطلاعات تحلیل پوششی داده ها جمع اوری و دسته بندی و تحلیل شدند. سپس

[1] Sharma
[2] Zolfani
[3] Morgan

با استفاده از روش الفا کات بر روی روش تحلیل پوششی داده های فازی، در پنج سال کارایی ۹ شرکت تولید کننده ارزیابی شد و نشان داده شد در سال ۱۴۰۰ (سال های مورد بررسی در سال ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۱ می باشد) تنها یک تامین کننده از بعد زنجیره تامین سبز کارایی دارد و سایر شرکت ها در این حوزه ناکارا بودند.

در نهایت بر اساس مطالعات و مصاحبه های انجام شده با خبرگان حوزه صنعت طیور مزایای تولید گوشت مرغ به صورت یکپارچه تحت یک مدیریت واحد، نتایج ذیل را به دنبال خواهد داشت:

-کنترل و مدیریت تولید در حلقه های مختلف متناسب با نیاز زنجیره به صورت پایدار

- افزایش بهره وری از طریق استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجود

-حذف واسطه های غیر ضرور در بین حلقه ها و کاهش هزینه های مربوطه

- امکان استفاده متناسب از متخصصین فنی و بهداشتی جهت افزایش راندمان و کاهش ضایعات و تلفات

- کاهش قیمت تمام شده برای رقابت پذیری محصول تولیدی

- امکان تولید متنوع متناسب با نیاز بازارهای هدف و سفارش مشتریان

- برندسازی و حضور موثر در بازار

- صادرات گوشت مرغ مازاد بر نیاز داخلی

- امکان تنظیم بازار از طریق ذخیره سازی در زمان کاهش تقاضا و عرضه آن در ایام و مناسبت های خاص

- کنترل نوسانات بازار

به مانند هر پژوهش دیگر انجام این پژوهش نیز با موانع و مشکلات فراوانی مواجه بود که بعضا رفع و برخی دیگر باعث تغییر مسیر تحقیق گردید و یا کاربرد نتایج را محدود می سازد. که این محدودیت ها عبارتند از:

برخی از قراردادهای مابین شرکت مورد مطالعه و تامین کنندگان مواد اولیه مربوط به سالهای گذشته است که این امر باعث می شود فاکتورهای تاثیرگذار این تامین کنندگان با سایر تامین کنندگانی که در سال جاری مورد ارزیابی قرار گرفتند متفاوت باشد و باعث شود در انتخاب تامین کنندگان کارا تاثیر گذار باشد.

به علت گستردگی بالای عملیات و پیچیده بودن مدل، سایر محدودیت های مدل نظیر هزینه های عملیاتی، بودجه خرید و .... در این پژوهش لحاظ نشده است.

با توجه به شرایط کنونی، برخی از تامین کنندگان به دلیل صادرات محصولات خود تمایل چندانی به همکاری با شرکت ندارند که این موضوع می تواند روند این پژوهش را با مشکل روبه رو کند و در انتخاب تامین کننده کارا توسط شرکت نیز تاثیر گذار باشد.

جدول (۳): تحلیل کارایی ۹ شرکت در ۵ سال آتی

DMU	.	TET(L)2J	TET(L)3J	TET(U)2J	TET(L)1J	TET(L)3J	E1	E2	E3	TETA
1	1	۱	1	۱	1	1	۱	۱	1	۱
2	0.9786	۱	1	0.8975	1	1	0.8979	۱	1	0.985
3	1	۱	1	۱	1	1	۱	۱	1	۱
4	1	۱	1	۱	1	1	۱	۱	1	۱
5	1	۱	1	۱	1	1	۱	۱	1	۱
6	1	۱	1	۱	1	1	۱	۱	1	۱
7	1	۱	1	۱	1	1	۱	۱	1	۱
8	0.95069	0.466		0.495	0.00019	0.659	0.7284	0.1375	0.34566	۰,۹۴
9	0.87367	۱	1	0.944	1	1	0.75772	۱	1	0.71182
10	0.52849	۱	1	0.728	1	1	0.51255	۱	1	0.2784
11	0.3641	۱	1	1	1	1	0.3641	۱	1	0.34525
12	0.78364	۱	1	0.405	1	1	0.68214	۱	1	0.27369
13	0.95069	۱	1	0.495	1	1	0.7284	۱	1	0.10016
14	0.93782	۱	1	0.591	1	1	0.66762	۱	1	0.09317
15	0.48224	۱	1	1	1	1	0.48224	۱	1	0.14745
16	0.69129	0.533	0.69129	0.659	0.10123	0.606	0.54512	0.24152	0.894	۰,۹۹۸
17	0.23269	0.501	0.23269	0.606	0.00034	0.917	0.23269	0.55404	0.463	۰,۹۴
18	1	۱	1	۱	1	1	۱	۱	1	۱
19	0.55255	0.765		1	0.12703		0.46595	0.38535	0.54512	۰,۹۹۵
20	1	۱	1	۱	1	1	۱	۱	1	۱
21	1	۱	1	۱	1	1	۱	۱	1	۱
22	1	0.754		0.894	0.00062		0.89288	0.34566	0.894	۰,۹۹۴
23	1	۱	1	1	1	1	1	1	0.463	۱
24	1	۱	1	1	1	1	1	1	0.785	۱
25	0.45128	0.966	0.765	0.967	0.00006	0.34566	0.43649	0.4248	1	۰,۷۹۹
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	۱
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	۱

۲۸	0.9506 9	۱	1	0.9506 9	1	1	0.9506 9	۱	1	0.9506 9
۲۹	0.8795 9	0.426		0.465	0.342	0.632	0.7234 2	0.1345	0.3756 6	۰.۹۴۶
۳۰	0.8453 7	۱	1	0.8453 7	1	1	0.7577 2	۱	1	0.7118 2
۳۱	0.8784 9	۱	1	0.8784 9	1	1	0.8784 9	۱	1	0.8784 9
۳۲	0.5741	۱	1	0.5741	1	1	0.5741	۱	1	0.5741
۳۳	0.8354	۱	1	0.8354	1	1	0.8354	۱	1	0.8354
۳۴	0.9657	۱	1	0.9657	1	1	0.9657	۱	1	0.9657
۳۵	0.4678 2	۱	1	0.4678 2	1	1	0.4678 2	۱	1	0.4678 2
۳۶	0.8234 4	۱	1	0.8234 4	1	1	0.8234 4	۱	1	0.8234 4
۳۷	0.8345 9	473	0.6912 9	0.8345 9	0.4433	0.423	0.8345 9	0.2415 2	0.894	0.8345 9
۳۸	0.5467 7	0.121	0.2326 9	0.5467 7	0.0384	0.921	0.5467 7	0.5540 4	0.463	0.5467 7
۳۹	1	۱	1	1	1	1	1	۱	1	1
۴۰	0.5123	0.895		0.5123	0.1313		0.5123	0.3853 5	0.5451 2	0.5123
۴۱	1	۱	1	1	1	1	1	۱	1	1
۴۲	1	۱	1	1	1	1	1	۱	1	1
۴۳	1	0.924		1	0.0342 2		1	0.3456 6	0.894	1
۴۴	1	۱	1	1	1	1	1	1	0.463	1
۴۵	1	۱	1	1	1	1	1	1	0.785	1

منابع و مأخذ

[۱] مصلحی، حمید رضا.(۱۳۹۹). مجموعه نشریات تجارب دنیا در بخش کشاورزی و منابع طبیعی؛ مقایسه وضعیت تولید مرغ در ایران با سایر کشورها، شماره ۱۹.

[۲] مستشاری، مسعود.(۱۳۹۵). **اصول طراحی سالن مرغداری پرورش مرغ گوشتی متناسب با روش های نوین پرورش و کمترین هدررفت انرژی**.

[۳] صبوحی صابونی، محمود. (۲۰۱۵). **اندازه گیری کارایی واحدهای مرغداری استان خراسان رضوی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها** ، سومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.

[۴] لطف الله زاده، سعید. فرخی زاده، المیرا. صیفی شیشوان، سید امین. (۱۳۹۳). **نقش مدیریت زنجیره تامین دریکپارچه سازی صنعت مرغداری مطالعه موردی شرکت پروتئین گسترسینا**، اولین همایش ملی پژوهشهای مهندسی صنایع.

[۵] امینی، امین. علی نژاد، علیرضا. (۱۳۹۸). **ارزیابی مدیریت زنجیره تامین سبز شرکت‌های مواد نوشیدنی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های شبکه‌ای**.

[6] Amini, A., Alinezhad, A., Mohammadi, V. (2019).**Evaluation of Green Supply Chain Performance Using Network Data Envelopment Analysis.** International Journal of Green Economics, 13(3-4): p. 187-201.

[7] Munongo, G.S.M. (2019). **Enablers And De-Enablers Of Green Supplly Chain Managent In Cameroon (The Case Of Sosucam)**.

[8] Alinezhad, A., Taherinezhad, A. (2021). **Performance Evaluation of Production Chain using Two-Stage DEA Method (Case Study: Iranian Poultry Industry).** new economy and trad,16(3): p. 105-130.

[9] Li, S. (2006). **The Impact of Supply Chain Management Practices on Competitive Advantage and Organizational Performance**. Omega, 34(2): p. 107-124.

[10] Nandy, A., Singh, P.K. (2020). **Farm Efficiency Estimation Using a Hybrid Approach of Machine-Learning and Data Envelopment Analysis:** Evidence From Rural Eastern India. Journal of Cleaner Production, 267: p. 122106.

[11] Depi, (2013). **Structure of Victoria's Chicken Meat Industry**. Department of Environment and Primary Industries, Victoria, Australia. Accessed November.

[12] Gwin, L.,Thiboumery, A., Stillman, R. (2013). **Local Meat And Poultry Processing:** The Importance of Business Commitments for Long-Term Viability.

[13] Issad, H.A., Aoudjit, R., Rodrigues, J.J. (2019). **A Comprehensive Review of Data Mining Techniques in Smart Agriculture. Engineering in Agriculture,** Environment and Food, **12**(4): p. 511-525.

[14] Rahimi, I., Behmanesh, R. (2012). **Improve Poultry farm Efficiency in Iran: using Combination Neural Networks, Decision Trees**, and Data Envelopment Analysis (DEA).

[15] Heidari, M., Omid, M., Akram, A. (2011). **Using Nonparametric Analysis (DEA) For Measuring Technical Efficiency in Poultry Farms.** Brazilian Journal of Poultry Science, 13: p. 271-277.

[16] Sarah, J. (2019). **A New Network Data Envelopment Analysis Models to Measure the Efficiency of Natural gas Supply Chain**. p. 1-26.

[17] Mohebalizadehgashti, F.,Zolfagharinia, H., Amin, S,H. (2020). **Designing a Green Meat Supply Chain Network: A Multi-Objective Approach.** International Journal of Production Economics, 219: p. 312-327.

[18] Anouze, A.L.M., Bou-Hamad, I. (2019). **Data Envelopment Analysis and Data Mining to Efficiency Estimation and Evaluation.** International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management, 12(2): p. 169-190.

[19] Akanmode, E., Oye, N., Celestine, H. (2018). **Prediction of poultry Yield Using Data Mining Techniques.** Int J Innov Eng Sci Res, 2: p. 16-32.

[20] Emrouznejad, A., Tavana, M. (2013). **Performance Measurement With Fuzzy Data Envelopment Analysis**. Vol. 309. Springer.