



پژوهشنامه‌ی مدیریت اجرایی

دانشگاه مازندران

سال دوازدهم، شماره‌ی ۲۳، نیمه‌ی اول ۱۳۹۹

تحلیل ممیزی خوشه‌های پایداری زنجیره تأمین بر اساس ابزارهای ناب

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۷

نادر امانی*

هوشنگ تقی زاده**

سلیمان ایران زاده***

doi: 10.22080/jem.2020.17905.3085

چکیده

امروزه ابزارهای ناب برای ایجاد و بهبود ارزش مشتری در فرآیند حذف اتلاف‌ها مدنظر قرار می‌گیرد. حذف اتلافات پایه‌ای برای دستیابی به پایداری اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی تلقی می‌گردد. بر همین اساس، هدف این تحقیق تحلیل ممیزی خوشه‌های پایداری زنجیره تأمین بر اساس ابزارهای تولید ناب می‌باشد. ابزار گردآوری داده‌ها در این تحقیق دو نوع پرسشنامه می‌باشد که به منظور ارزیابی مولفه‌های پایداری زنجیره تأمین و ارزیابی ابزارهای تولید ناب در صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی تدوین شده است. برای تعیین روایی پرسشنامه‌ها، از روایی سازه بر اساس تحلیل عاملی و برای تعیین پایایی آنها از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بر اساس تحلیل خوشه‌ای، شرکت‌ها را می‌توان در سه خوشه قرار داد که خوشه اول به دلیل امتیازات کم، به عنوان خوشه پایدار شناخته نمی‌شود. نتایج تحلیل ممیزی نیز نشان دهنده تابع ممیزی بوده که سهم هر یک از ابزارهای ناب را در تفکیک بین خوشه‌های پایداری نشان می‌دهد و هم شرکت‌ها را در دو گروه پایداری کامل و پایدار ضعیف دسته بندی می‌کند. دقت این تابع ۹۸/۱ درصد می‌باشد.

واژگان کلیدی: تحلیل ممیزی، پایداری زنجیره تأمین، ابزارهای ناب، خوشه بندی، تحلیل عاملی

* دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران nader.amani7@gmail.com

** نویسنده مسئول، استاد گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران taghizadeh46@yahoo.com

*** استاد گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران dr.iranzadeh@yahoo.com

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، پایداری زنجیره تامین به خاطر جنبه‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی مورد توجه محققان قرار گرفته است. زنجیره تامین پایدار را می‌توان مدیریت مواد، اطلاعات، جریان سرمایه و همچنین همکاری میان شرکت‌های زنجیره تامین برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار شامل مولفه‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی دانست، در حالی که این اهداف از نیازهای مشتریان و ذینفعان مشتق می‌شود (سورینگ و مولر^۱، ۲۰۰۸). برای دستیابی به پایداری در سطح شرکتها، روشهای مختلفی در سال‌های اخیر مورد بحث واقع شده است، یکی از روشهای موجود استفاده از ابزارهای سیستم تولید ناب می‌باشد. تولید ناب به دنبال ارائه عملکردی بهتر برای مشتریان، کارکنان، سهامداران و جامعه می‌باشد. این امر مستلزم تولید و ارائه محصولی است که ضمن ارائه ارزش به مشتری بر اساس ظرفیت موجود و کاستن از هزینه‌های اضافی، دقیقاً منطبق با خواسته‌های مشتری باشد (بقالی^۲، ۲۰۰۶). کاربرد موفقیت‌آمیز سیستم‌های تولید ناب، موجب شده است که شرکت‌های زیادی بتوانند الگوی رو به پایین خود را از لحاظ سودمندی بهبود بخشند. تولید ناب یک پارادایم تولیدی است که بر اساس حذف اتلافات بنا شده است؛ حذف اتلافات، علاوه بر پایداری زیست محیطی و اجتماعی، منجر به سود شرکت می‌شود (دیف^۳، ۲۰۱۲). مطالعات نشان می‌دهد که مزایای برتری کسب و کار از طریق ادغام ابزار و مفاهیم ناب با معیارهای سبز با حذف همه نوع اتلاف و ایجاد کارکنان قدرتمند به دست می‌آید (کلیندورفر و همکاران^۴، ۲۰۰۵). تولید ناب به طور مداوم باعث بهبود بهره‌وری منابع و کاهش استفاده از مواد و مصرف انرژی می‌گردد، که در نهایت منجر به کاهش آلودگی محیط زیست نیز می‌شود

¹ Seuring & Müller

² Baggaley

³ Deif

⁴ Kleindorfer et al

(لارسون و گرین وود^۱، ۲۰۰۴). یکی از رویکردهای اصلی در پایداری کسب و کار این است که بتوان با کاهش اتلافات، منجر به بهبود شرایط اجتماعی شد (فلیندر و ماجسک^۲، ۲۰۱۰). هر چند که در سالهای اخیر مطالعات مختلف و متعددی در حوزه ارتباط ابزارهای نابی با پایداری زنجیره تأمین انجام شده، ولی در این مطالعات چگونگی دستیابی به پایداری بر اساس ابزارهای نابی و توانایی تشخیص شرکتهای پایدار قوی از پایدار ضعیف و ناپایدار مشخص نشده است. این موضوع به عنوان یک شکاف تحقیقاتی مهم در حوزه اثرات ابزارهای نابی بر پایداری تلقی می‌شود؛ چرا که مطالعات تجربی پشتیبان از نظریه‌های ارائه شده در خصوص اثرات ابزارهای نابی بر پایداری شرکتها به وضوح چگونگی تشخیص شرکت‌های پایدار از ناپایدار را بر اساس این ابزارها مشخص ننموده‌اند. این پژوهش از دو جنبه به ادبیات نظری در این حوزه کمک خواهد نمود. اول، بر اساس تحلیل خوشه‌ای، گروه‌های مشابه و همگن از منظر پایداری زنجیره تأمین را مشخص خواهد نمود. تحلیل خوشه‌ای ضمن افزایش اطمینان از همگنی موردنظر و استحکام و اعتبار نتایج بدست‌آمده، امکان مقایسه گروه‌های مختلف با ویژگی‌های متفاوت را نیز فراهم می‌آورد که در مطالعه اثرات ابزارهای نابی بر پایداری می‌توان بر نتایج آن اطمینان بیشتری کرده و تصمیم‌گیریهای مناسبی در این حوزه داشت. دوم، مقدار اثر هر ابزار نابی در تشخیص پایداری زنجیره تأمین شرکت‌ها و به طور کلی ایجاد تابعی که بتوان بر اساس آن پایداری یا ناپایداری زنجیره تأمین شرکت‌ها را مشخص نموده و برای دستیابی به پایداری بیشتر، برنامه ریزی مناسبی در این ابزارها انجام داد. در همین راستا، این پژوهش در جهت تسهیل دستیابی به پایداری زنجیره تأمین از طریق ابزارهای نابی انجام شده است. بر همین اساس هدف این تحقیق تحلیل ممیزی خوشه‌های پایداری زنجیره تأمین بر اساس ابزارهای تولید ناب می‌باشد.

¹ Larson & Greenwood

² Fliedner & Majeske

این مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است. ابتدا ادبیات و پیشینه پژوهش تحلیل و ارائه شده است. به دنبال آن روش تحقیق نشان داده شده است. در مرحله بعد، تجزیه و تحلیل دقیق یافته‌های کلیدی پژوهش بر اساس سه بخش اصلی تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی بحث گردیده است. سرانجام، نتیجه‌گیری و پیشنهادات پژوهش ارائه شده است.

۲- پیشینه پژوهش

سیورینگ و مولر (۲۰۰۸) زنجیره تامین پایدار را مدیریت مواد، اطلاعات، جریان سرمایه و همچنین همکاری میان شرکت‌های زنجیره تامین برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار شامل مولفه‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی می‌دانند، در حالی که این اهداف از نیازهای مشتریان و ذینفعان مشتق شده است. پایداری عبارت است از توسعه-ای که نیاز نسل فعلی را بدون محدود کردن توانایی نسل‌های بعدی در توسعه نیازهایشان، ارضا کند. با مطرح شدن مفهوم پایداری، شرکت‌ها تمایل زیادی به ارائه گزارشات پایداری داشته‌اند گزارشات پایداری، یک فعالیت اختیاری است که دارای دو هدف اصلی می‌باشد: ۱- ارزیابی وضعیت فعلی سازمان از نظر ابعاد اجتماعی، محیطی و اقتصادی؛ ۲- ابلاغ تلاش‌های شرکت و پیشرفت‌ها در زمینه پایداری به سهامداران (الفت و مزروعی نصرآبادی، ۱۳۹۳، ۳۰). برای دستیاب به پایداری در سطح شرکت‌ها روش-های مختلفی در تحقیقات دانشگاهی بحث شده است. یکی از روش‌هایی که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از ابزارهای سیستم تولید ناب است. ثابت شده است که کاربرد تولید ناب با از بین بردن دلایل بالقوه برای ایجاد اتلافات، اجرای سیستم‌های تولید به هنگام مبتنی بر حداقل موجودی، حذف، رد و کنار گذاشتن تولیدات^۱، به حداقل رساندن استفاده از ضایعات برای ورودی تولید و مواد به کار گرفته شده در روند عملیاتی، و جایگزینی سریع با فرایندهای جایگزین، در بهبود

¹ Generations

مدیریت نظارت بر منابع مؤثر بوده است (براونینگ و هیث^۱، ۲۰۰۹). همان‌طور که واضح است، چنین نظارتی بر منابع، از طریق حذف اتلافات، علاوه بر پایداری محیطی و اجتماعی، منجر به سود شرکت نیز می‌شود. مدتی است که رویکرد حذف اتلافات، به‌عنوان ویژگی مشترک عمومی مدیریت ناب و سبز مورد توجه قرار گرفته است (پورتر و ون‌در لیند^۲، ۱۹۹۵). دقیقاً از چنین منطقی می‌توان بین تولید ناب و پایداری ارتباط برقرار کرد. داس^۳ (۲۰۱۸) در تحقیق خود بیان کرده است که سیستم‌های تولید ناب می‌توانند بر اساس یک سیستم یکپارچه ناب به‌طور قابل‌توجهی به ایجاد عملیات تجاری پایدار کمک کنند و عملکردهای پایداری آن را به‌طور مداوم بهبود بخشند. چنین سیستمی با برنامه‌ریزی مراحل قابل توجیه، از قبیل ارائه آموزش به کارکنان در مورد مفاهیم ناب بودن؛ ایجاد روابط همکاری با تأمین‌کنندگان؛ توانمندسازی کارکنان؛ و بهبود بهره‌وری کلی عملیات کارخانه برای از بین بردن ضایعات تولیدی، با استفاده از ابزارهای سیستم ناب، سازگاری شیوه‌های بهبود پایداری سبز و ناب را ایجاد می‌کند. ابزارهای نابی، نتایج و پیامدهای هر کدام از آنها را به همراه تأثیر آنها بر سه نوع پایداری (زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی) در جدول (۱) مشخص شده است.

جدول ۱- ابزارهای نابی، نتایج و پیامدهای آنها و تاثیر بر پایداری (داس، ۲۰۱۸)

ابزار نابی (نماد)	نتایج و پیامدها	نوع پایداری
آموزش مفاهیم ناب	پایگاه دانش در ایجاد ارزش	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	پایگاه دانش در مورد بهبود ارزش	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	انواع مواد زائد	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	رابطه مبتنی بر اعتماد متقابل	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	دانش در مورد همکاری	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	دانش در مورد توانمندسازی	اجتماعی
	آموزش در مورد کیفیت توزیع و تحویل	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
سازماندهی محل	محل کار سازمان‌یافته و ایمن	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی

¹ Browning & Heath

² Porter & van der Linde

³ Das

کار با استفاده از نظام آراستگی	کاهش زمان سفر	اقتصادی و زیست محیطی
	میزان تولید بهبودیافته	اقتصادی
	قابلیت رؤیت کردن مشکل	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	کاهش زمان جستجوی سند	اقتصادی
	بهبود سرعت پردازش	اقتصادی
	استانداردها برای حفظ محل کار سازمان‌یافته	اقتصادی و اجتماعی
تعمیرات نگهداری جامع	میزان تولید بهبودیافته	اقتصادی
	کارکنان توانمند	اجتماعی
	کاهش ضایعات، پسماند و کیفیت بهبودیافته	اقتصادی و زیست محیطی
	افزایش عمر دستگاه	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	افزایش دسترسی به دستگاه	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
کاهش زمان تنظیم	میزان تولید بهبودیافته	اقتصادی
	افزایش ظرفیت دستگاه	اقتصادی
	کاهش ضایعات، پسماند و بهبود کیفیت	اقتصادی و زیست محیطی
جانمایی ناب	محل کار سازمان‌یافته و ایمن	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	کاهش زمان سفر	اقتصادی و زیست محیطی
	میزان تولید بهبودیافته	اقتصادی
	قابل‌رؤیت کردن مشکل	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	کاهش موجودی	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
محل کار بصری	میزان تولید بهبودیافته	اقتصادی
	انعطاف‌پذیر و پاسخگو	اقتصادی و اجتماعی
	کارمند توانمند	اجتماعی
	ایجاد اعتماد متقابل	اجتماعی
	ارائه مالکیت فرایند به کارمند	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	محیط مشارکتی ناشی از نیروی انسانی	اقتصادی و اجتماعی
	کیفیت اطلاعات و قابلیت رؤیت بهبودیافته	اقتصادی و اجتماعی
نقشه‌برداری جریان ارزش	میزان تولید بهبودیافته	اقتصادی
	کاهش موجودی	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	واحدها و تیم‌های مشترک مبتنی بر واحدهای سازمانی	اقتصادی و اجتماعی
	علت ضایعات و مراحل اصلاح را شناسایی می‌کند	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
	انعطاف‌پذیر، پاسخگو	اقتصادی و اجتماعی
	کارمند توانمند	اجتماعی
	کاهش ضایعات، پسماند و بهبود کیفیت	اقتصادی و اجتماعی
اجرای روش	ایجاد اعتماد متقابل	اجتماعی

اقتصادی و اجتماعی	محیط مشارکتی ناشی از نیروی انسانی	کایزن
اقتصادی و اجتماعی	کارمندان مناسب به‌عنوان عضو تیم و رهبر	
اقتصادی و اجتماعی	دانش و مسئولیت به اشتراک گذاشته‌شده	
اقتصادی و اجتماعی	حل کردن مشکلات در یک رویکرد تیمی	
اقتصادی	میزان تولید بهبودیافته	استانداردسازی کار
اقتصادی و زیست محیطی	کاهش ضایعات، پسماند و بهبود کیفیت	
اقتصادی و اجتماعی	محیط همکاری ناشی از نیروی انسانی	
اقتصادی و زیست محیطی	روشنمندی کردن کار	فلسفه کمال و پوکایوکه
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	شناسایی علل ضایعات و مراحل بهبودیافته	
اقتصادی و زیست محیطی	کاهش ضایعات، پسماند و بهبود کیفیت	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	تصور بهبودیافته از کیفیت شرکت	
اجتماعی	به کار گرفتن مدیر پاسخگو	همکاری با تأمین‌کننده و ارائه‌دهنده خدمات
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	کاهش موجودی	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	کیفیت تضمین‌شده	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	تضمین تداوم کسب‌وکار و کیفیت تأمین	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	بهبود هزینه و کیفیت ورودی‌ها / محصولات	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	آموزش در مورد کیفیت توزیع و تحویل	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	طراحی و توسعه محصول مشترک	هوشین‌کانری
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	استاندارد برای بقای محل کار سازمان‌یافته	
اجتماعی	کارمند توانمند	
اقتصادی و اجتماعی	محیط همکاری ناشی از نیروی انسانی	
اقتصادی و اجتماعی	بهبود کیفیت اطلاعات و قابلیت دید	همکاری با مشتریان
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	تضمین تداوم کسب‌وکار و کیفیت تأمین	
اقتصادی و اجتماعی	محیط همکاری ناشی از نیروی انسانی	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	تضمین تداوم کسب‌وکار و کیفیت تأمین	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	طراحی و توسعه محصول مشترک	تولید به‌هنگام و سیستم‌کشی
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	ورودی برای بهبود کیفیت	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	کاهش موجودی	
اقتصادی و اجتماعی	بهبود کیفیت اطلاعات و قابلیت رؤیت	حسابداری ناب
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	تصور بهبودیافته از کیفیت شرکت	
اجتماعی	به‌کارگیری مدیر پاسخگو	
اقتصادی و اجتماعی	بهبود کیفیت اطلاعات و قابلیت رؤیت	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	تداوم کسب‌وکار و کیفیت تأمین	
اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	ورودی برای بهبود کیفیت	

بکارگیری ابزارهای نابی در سازمان بر اساس ادبیات تحقیق می‌تواند یکسری نتایج و پیامد داشته باشد. همانگونه که در جدول (۱) نشان داده شده است، برای هر ابزار نابی بیش از یک پیامد می‌توان انتظار داشت که این نتایج و پیامدها منجر به انواع مختلف پایداری زنجیره تأمین می‌گردد. در سال‌های اخیر، تحقیقات مختلفی در زمینه پایداری زنجیره تأمین انجام شده است که در این تحقیقات بخشی از عوامل ایجاد کننده پایداری زنجیره تأمین مورد توجه قرار گرفته است. اورجی و لیو^۱ (۲۰۲۰) در پژوهشی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، ابزارهای نابی بر اساس شاخص‌های پایداری زنجیره تأمین رتبه‌بندی شده است. بابو و موهان^۲ (۲۰۱۸) در تحقیقی رویکردی یکپارچه برای ارزیابی پایداری در زنجیره‌ها با استفاده از نظریه بازی تکاملی ارائه داده‌اند. چیکالو و همکاران^۳ (۲۰۱۸) در تحقیقی به ادغام عوامل پایداری زیست‌محیطی و اجتماعی در پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین سریع و بهینه با استفاده از بررسی ادبیات و روندهای پژوهشی آینده پرداخته‌اند. کاتیاری و همکاران^۴ (۲۰۱۸) تأثیر پایداری و شیوه‌های تولید را در عملکرد زنجیره تأمین بررسی کرده‌اند. آچکوی و همکاران^۵ (۲۰۱۸) مدلی کمی برای سنجش عملکرد زنجیره تأمین پایدار زیست‌محیطی ارائه داده‌اند. کاروالو و همکاران^۶ (۲۰۱۷) در طی یک پژوهش مدلی برای زنجیره‌های تامین سبز و بهینه با دیدگاه زیست بوم و بهره‌وری ارائه کرده‌اند. کالدرانو^۷ (۲۰۱۷) در مطالعه خود ردر رابطه با پایداری در زنجیره تامین به بررسی نقش تفکر بهینه در کاربرد کسب‌وکار پایدار پرداخته‌اند. بررسی مطالعات قبلی نشان می‌دهد که

¹ Orji & Liu

² Babu & Mohan

³ Ciccullo et al.

⁴ Katiyar et al.

⁵ Acquaye et al.

⁶ Carvalho et al.

⁷ Caldera et al.

این مطالعات در روش انجام کار تفاوت‌هایی با پژوهش حاضر داشته‌اند. جدول (۲) نشان دهنده برخی از آخرین تحقیقات و روش‌های کاری آنها می‌باشد.

جدول (۲): تحقیقات انجام شده در حوزه ابزارهای ناب و پایداری زنجیره تأمین

محقق	هدف/ تمرکز	روش تحلیل	یافته‌ها
اورجی و لیو (۲۰۲۰)	تعیین اهمیت محرک‌های ناب در پایداری زنجیره تأمین	تصمیم‌گیری چند شاخصه	شرایط کاری مناسب و مقررات دولت برای حمایت از پایداری دو محرک اصلی تلقی می‌شوند.
هو و همکاران (۲۰۱۹)	بررسی نقش فرایندهای ناب و سبز بر عملکرد پایداری	مدل‌سازی مسیری- ساختاری	تأیید اثر معنی‌دار فرایندهای ناب و سبز بر سه بعد پایداری
جاخار و همکاران (۲۰۱۸)	بررسی اثر تولید ناب بر ابعاد پایداری زنجیره تأمین	مدل‌سازی مسیری- ساختاری	تأثیر معنی‌داری تولید ناب بر تولید پایدار و انتخاب تأمین کننده پایدار تأیید شده ولی بر لجستیک پایدار تأثیر معنی‌داری ندارد.
ژو و همکاران (۲۰۱۸)	تصمیم‌گیری در رابطه با حذف برخی از محصولات بر اساس شاخص‌های ناب و محیطی	تصمیم‌گیری چند شاخصه	برخی از محصولات بر اساس شاخص‌های ناب و محیطی اولویت‌بندی و حذف شده‌اند.
داس (۲۰۱۸)	تمرکز بر افزایش عملکرد پایداری، سودآوری، حداقل رساندن مصرف انرژی و کاهش تولیدات مضر	برنامه‌ریزی ریاضی هدفه	راه‌حل‌های مختلف برای افزایش عملکرد پایداری، سودآوری، حداقل رساندن مصرف انرژی و کاهش تولیدات مضر در یک مطالعه موردی ارائه شده است.
بابو و موهان (۲۰۱۸)	پیش‌بینی پایداری زنجیره تأمین شرکت‌های بیمه سلامت	تئوری تکاملی بازی	بر اساس سناریوهای مختلف پایداری اجتماعی و اقتصادی به تفکیک مشتریان و تأمین‌کنندگان پیش‌بینی شده است.
چیکالو و همکاران (۲۰۱۸)	بررسی نقش پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین ناب و چابک در پایداری زیست محیطی	مروزی- ادبیات بررسی	ویژگی‌های مشترک از نظر ادغام شیوه‌های زنجیره تأمین چابک با پایداری و زنجیره تأمین ناب با پایداری استخراج شده است.
کاتیار و همکاران (۲۰۱۸)	تأثیر فرایندهای ناب بر عملکرد تولیدی و عملکرد پایداری	مدل‌سازی مسیری- ساختاری	ابزارهای ناب بر عملکرد تولیدی و عملکرد پایداری اثر مثبت داشته و عملکرد پایداری می‌تواند بر عملکرد زنجیره تأمین اثر داشته باشد.
آچکوآی و همکاران (۲۰۱۸)	ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین محیط زیست	برنامه‌ریزی ریاضی	میزان انتشار کربن در کشورهای عضو بریکس بر اساس مدل ارائه شده، ارزیابی گردیده است.

کاروالو و همکاران (۲۰۱۷)	مدل سازی زنجیره های تأمین سبز و ناب	برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه	همه شرکت های متعلق به یک زنجیره تأمین یکسان نمی توانند کاملاً ناب یا سبز باشند.
کالدرا و همکاران (۲۰۱۷)	نقش تفکر ناب در روش‌های پایدار کسب و کار	مروری- بررسی ادبیات	نقش تفکر ناب و ویژگی‌های ان برای دستیابی به پایداری در مطالعات مختلف استخراج شده است.

بررسی مطالعات انجام شده در جدول (۲) نشان می‌دهد که در بیشتر این مطالعات فرض بر پایدار بودن شرکت‌ها بوده است، در حالی که مهمترین ویژگی این پژوهش، ایجاد تمایز بین شرکت‌ها از منظر پایداری بر اساس تحلیل خوشه‌ای و سپس استخراج تابع ممیزی بر اساس ابزارهای نابی برای شرکت‌های پایدار و تعیین ابزارهای نابس متمایز کننده پایداری بوده است.

۳- روش شناسی تحقیق

این تحقیق از منظر هدف کاربردی و از نظر روش انجام تحقیق، از نوع توصیفی - تحلیلی می باشد ابزار گردآوری داده‌ها در این تحقیق دو پرسشنامه محقق ساخته با ساختار متفاوت خواهد بود. پرسشنامه اول به منظور ارزیابی مولفه های پایداری زنجیره تامین در صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی و خوشه بندی آنها استفاده شده است. پرسشنامه دوم برای ارزیابی ابزارهای تولید ناب در صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی استفاده شده است. برای تعیین روایی پرسشنامه ها، از روایی سازه بر اساس تحلیل عاملی و برای تعیین پایایی آنها از ضریب آلفای کرونباخ بهره گرفته شده است. نتایج مربوط به تحلیل روایی و پایایی پرسشنامه های تحقیق در جدول (۲) نشان داده شده است. جامعه آماری این تحقیق کلیه واحد های صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی می باشد. بر اساس آمارهای موجود در مجموع ۱۳۷۳ واحد صنعتی فعال شناسایی شده است. حجم نمونه بر اساس رابطه تعیین حجم نمونه در جامعه‌های محدود ۳۰۱ واحد صنعتی تعیین گردیده است. پرسشنامه های

تحقیق در اختیار مدیران این واحدها قرار گرفته است. جدول (۳) ویژگیهای شرکتها و مدیران آنها را نشان می‌دهد.

جدول (۳): جدول توصیفی ویژگی‌های شرکت‌ها و مدیران آنها

واحد تحلیل	ویژگی	گروه	فراوانی	فراوانی نسبی
شرکت	صنعت	پوشاک	۱۸	۰/۰۶۰
		غذایی و آشامیدنی	۸۸	۰/۳۹۲
		چرم و محصولات چرمی	۴۵	۰/۱۵۰
		لاستیک و پلاستیک	۳۱	۰/۱۰۳
		ماشین‌آلات و تجهیزات	۳۲	۰/۱۰۶
		مواد و محصولات شیمیایی	۴۵	۰/۱۵۰
	اندازه	مصنوعات فلزی	۴۲	۰/۱۴۰
		کوچک	۱۹۳	۰/۶۴۰
		متوسط	۱۰۸	۰/۳۶۰
		تعداد کارکنان	۹-۱	۰/۶۴۰
		۴۹-۱۰	۰/۳۶۰	
مدیران	تجربه کاری	۱ تا ۹ سال	۸۶	۰/۲۸۶
		۱۰ تا ۱۹ سال	۱۲۴	۰/۴۱۲
		۲۰ سال و بیشتر	۹۱	۰/۳۰۲
	تحصیلات	فوق دیپلم و پایین‌تر	۷۷	۰/۲۵۶
		لیسانس	۱۶۸	۰/۵۵۸
		فوق لیسانس و بالاتر	۵۶	۰/۱۸۶
	سن	۳۵ سال و پایین‌تر	۲۹	۰/۰۹۶
		۳۶-۴۵ سال	۹۴	۰/۳۱۲
		۴۶ تا ۵۵ سال	۱۰۹	۰/۳۶۲
		۵۶ سال و بالاتر	۶۹	۰/۲۲۹

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها در این تحقیق از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی

استفاده شده است.

۴- یافته‌های پژوهش

به منظور تحلیل یافته‌های تحقیق، ابتدا روایی و پایایی پرسشنامه‌های تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است. برای بررسی روایی سازه از تحلیل عاملی بر اساس مقادیر بارهای عاملی، مقدار KMO و تست بارتلت استفاده شده است. قدرت رابطه بین سازه و معرف به‌وسیله بار عاملی نشان داده می‌شود. بار عاملی مقداری بین صفر و یک است. اگر بار عاملی کمتر از ۰/۵ باشد رابطه ضعیف در نظر گرفته‌شده و از آن صرف‌نظر می‌شود. بار عاملی بزرگتر از ۰/۵ مطلوب در نظر گرفته می‌شود. مقدار KMO بعنوان آزمون سنجش کفایت حجم نمونه معروف است. مقدار این شاخص بین ۰ تا ۱ می‌باشد. چنانچه ۰/۵ یا بیشتر از آن باشد، تعداد داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب است. آزمون بارتلت این فرضیه را که ماتریس همبستگی‌های مشاهده شده متعلق به جامعه‌ای با متغیرهای ناهمبسته است را آزمون می‌کند. برای آنکه یک مدل عاملی مفید و دارای معنا باشد، لازم است متغیرها همبسته باشند، در غیر این صورت دلیلی برای تبیین مدل عاملی وجود ندارد. سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ نشان دهنده همبستگی بین معرف‌ها است. در این مقاله همچنین برای بررسی پایایی از شاخص آلفای کرونباخ استفاده شده که نشان دهنده سازگاری درونی معرف‌ها می‌باشد. مقدار آلفای کرونباخ بزرگتر از ۰/۷، پایایی مناسب هر سازه را نشان می‌دهد. جدول (۴) نشان دهنده بررسی روایی و پایایی پرسشنامه‌های تحقیق می‌باشند.

جدول (۴): نتایج بررسی روایی و پایایی پرسشنامه ابزارهای ناب

ابزارهای ناب	معرف	بارعاملی	KMO	سطح- معنی- داری بارتلت	آلفای کرونباخ
آموزش مفاهیم ناب ^a	آموزش ایجاد ارزش از طریق تولید(داس، ۲۰۱۸)	۰/۷۴۱	۰/۷۷۹	۰/۰۰۰	۰/۸۱۰
	آشنایی با انواع اتلاف(داس، ۲۰۱۸)	۰/۸۵۱			
	روش‌های همکاری در تولید ناب(داس، ۲۰۱۸)	۰/۸۰۳			

			۰/۸۰۶	آموزش مهارت‌های مختلف (بلیکوکیاس و همکاران) ^۱ ، (۲۰۱۴)	
۰/۹۰۰	۰/۰۰۰	۰/۷۹۲	۰/۸۲۸	تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه (شاه و وارد ^۲ ، ۲۰۰۷)	تعمیرات نگهداری جامع ^b
			۰/۹۱۷	مستند سازی اقدامات تعمیرات و نگهداری (شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
			۰/۸۱۰	برنامه تعمیر و نگهداری منظم (شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
			۰/۹۵۱	برنامه‌های بهبود ایمنی (شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
۰/۹۱۱	۰/۰۰۰	۰/۷۵۵	۰/۹۱۱	فضای مناسب برای جریان مواد داخل و خارج سلول (شاه و وارد، ۲۰۰۷)	جانمایی ناب ^c
			۰/۹۲۴	دسترسی و ذخیره سازی آسان برای ابزارهای دارای بیشترین استفاده (شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
			۰/۹۳۰	دسترسی به فضای مناسب خدمات و تعمیر و نگهداری (شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
۰/۸۱۰	۰/۰۰۰	۰/۶۸۵	۰/۸۴۴	کنترل بصری (تزل و عزیز ^۳ ، ۲۰۱۶)	محل کار بصری ^d
			۰/۸۱۵	نشان دادن طرح‌ها و استانداردها و اطلاعات مربوط به فرآیند تولید به مجریان خط تولید (تزل و همکاران، ۲۰۱۶)	
			۰/۸۹۴	معرفی فرآیند تولید صحیح و جریان درست مواد اولیه (تزل و عزیز، ۲۰۱۶)	
۰/۹۱۸	۰/۰۰۰	۰/۷۴۷	۰/۹۰۵	نقشه وضعیت فعلی فرآیند (بلیکوکیاس و همکاران، ۲۰۱۴)	نقشه- برداری جریان ارزش ^e
			۰/۹۳۲	نقشه وضعیت آینده فرآیند (بلیکوکیاس و همکاران، ۲۰۱۴)	
			۰/۹۴۳	نمودار جریان (بلیکوکیاس و همکاران، ۲۰۱۴)	
۰/۸۸۳	۰/۰۰۰	۰/۸۸۷	۰/۷۵۰	بهبود مستمر (بلیکوکیاس و همکاران، ۲۰۱۴)	اجرای روش کایزن ^f
			۰/۷۶۸	سازماندهی محل کار با استفاده از نظام آراستگی (بلیکوکیاس و همکاران، ۲۰۱۴)	
			۰/۸۷۲	تصحیح اشتباه (فلسفه کمال و پوکایوکه) (بلیکوکیاس و همکاران، ۲۰۱۴)	
			۰/۷۹۹	طوفان مغزی (بلیکوکیاس و همکاران، ۲۰۱۴)	
			۰/۷۵۱	جریان مستمر (بلیکوکیاس و همکاران، ۲۰۱۴)	
			۰/۸۲۳	نمودار پاره‌تو (بلیکوکیاس و همکاران، ۲۰۱۴)	

¹ Belekoukias et al.,

² Shah & Ward

³ Tezel & Aziz

۰/۸۴۷	۰/۰۰۰	۰/۶۹۹	۰/۸۲۰	فرایند استاندارد(جفری و دیوید ^۱ ، ۲۰۰۶)	استاندارد سازی کار ^۳
			۰/۸۹۷	مشخصات استاندارد(جفری و دیوید، ۲۰۰۶)	
			۰/۹۰۶	روش کار استاندارد(داس، ۲۰۱۸)	
۰/۸۷۴	۰/۰۰۰	۰/۸۴۹	۰/۸۱۱	ارتباط نزدیک با تأمین کنندگان (شاه و وارد، ۲۰۰۷)	همکاری با تأمین کننده و ارائه دهند خدمات ^h
			۰/۸۶۱	ارائه بازخورد به تأمین کنندگان(شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
			۰/۸۱۹	روابط طولانی مدت با تأمین کنندگان(شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
			۰/۸۳۵	کاهش تعداد تأمین کنندگان(شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
۰/۷۳۷	۰/۰۰۰	۰/۶۷۷	۰/۵۵۷	تمرکز بر جهت گیری شرکت با تنظیم سالیانه برخی از اولویت‌های استراتژیک(تننت و رابرتز ^۲ ، ۲۰۰۱)	هوشین- کانری ⁱ
			۰/۸۵۱	همترازی اولویت های استراتژیک با طرح‌ها و برنامه‌های بخشی (تننت و رابرتز، ۲۰۰۱)	
			۰/۸۵۹	یکپارچه سازی اولویت‌های استراتژیک با مدیریت روزانه(تننت و رابرتز، ۲۰۰۱)	
			۰/۷۰۵	مرور پیشرفت برنامه‌های استراتژیک از طریق یک چارچوب ساخت یافته(تننت و رابرتز، ۲۰۰۱)	
۰/۷۵۷	۰/۰۰۰	۰/۶۶۲	۰/۵۱۵	ارتباط نزدیک با مشتریان(آزودو ^۳ ، ۲۰۱۲)	همکاری با مشتریان ^j
			۰/۶۸۹	دریافت بازخورد از مشتریان(شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
			۰/۷۰۸	تعاملات کارکنان با مشتریان(ناراسیمهان و همکاران ^۴ ، ۲۰۰۶)	
			۰/۹۰۸	همکاری مشتریان در به اشتراک گذاری اطلاعات مربوط به تقاضای فعلی و آینده محصولات(شاه و وارد، ۲۰۰۷)	
۰/۸۴۲	۰/۰۰۰	۰/۷۰۰	۰/۷۹۸	سیستم کششی/ کانبان(بروتولوتی و همکاران ^۵ ، ۲۰۱۳)	سیستم نولید و بهنگام و سیستم
			۰/۶۶۸	ساخت سلولی(بروتولوتی و همکاران، ۲۰۱۳)	
			۰/۷۸۴	کاهش اندازه دسته‌ها(بروتولوتی و همکاران، ۲۰۱۳)	

¹ Jeffrey & David,

² Tennant & Roberts

³ Azevedo

⁴ Narasimhan et al

⁵ Bortolotti et al

				کششی ^۱
			۰/۸۱۵	کاهش زمان چرخه تولید(شاه و وارد، ۲۰۰۷)
			۰/۸۴۷	کاهش زمان تنظیم(بروتولوتیبی و همکاران، ۲۰۱۳)
۰/۸۳۶	۰/۰۰۰	۰/۷۴۲	۰/۷۵۷	حذف مداوم اتلافات از فرایند معاملات، گزارش‌ها و سایر روش‌های حسابداری(ماسکل و بقالی ^۱ ، ۲۰۰۶)
			۰/۷۷۳	مدیریت هزینه(ماسکل و بقالی، ۲۰۰۶)
			۰/۷۲۲	محاسبه ارزش مشتری و تأمین‌کننده(ماسکل و بقالی، ۲۰۰۶)
			۰/۸۴۹	برنامه‌ریزی و بودجه‌بندی(ماسکل و بقالی، ۲۰۰۶)
			۰/۷۸۶	ارزش‌گذاری موجودی‌ها(ماسکل و بقالی، ۲۰۰۶)
			۰/۷۹۹	مدیریت و کنترل زنجیره(لوسیانوگمز و همکاران ^۲ ، ۲۰۱۸)
			۰/۸۰۵	مهارت‌های مدیریتی: برنامه‌ریزی، رهبری، سازماندهی(راس و ورمولن ^۳ ، ۲۰۰۹)
			۰/۷۷۳	مهارت‌های عملیاتی: تأمین مالی و اداری(ریفیک و ساندرام ^۴ ، ۲۰۱۷)
۰/۹۳۱	۰/۰۰۰	۰/۹۳۴	۰/۸۶۰	بهینه‌سازی لجستیک(ریفیک و ساندرام، ۲۰۱۷)
			۰/۷۳۴	تبادل اقتصادی(دوبی و همکاران ^۵ ، ۲۰۱۷)
			۰/۸۲۳	پیشرفت مداوم(دوبی و همکاران، ۲۰۱۷)
			۰/۷۸۱	نوآوری(راس و ورمولن، ۲۰۰۹)
			۰/۸۷۷	مهارت‌های فنی(ریفیک و ساندرام، ۲۰۱۷)
			۰/۸۲۹	افزایش اطلاعات فنی(لوسیانوگمز و همکاران، ۲۰۱۸)
			۰/۸۷۹	یکپارچگی و همکاری محیط زیست(سوسیلا و همکاران، ۲۰۱۸)
۰/۸۷۱	۰/۰۰۰	۰/۸۶۰	۰/۸۷۰	فعال کردن فناوری اطلاعات(ریفیک و ساندرام، ۲۰۱۷)
			۰/۸۰۴	فشارهای سازمانی(دینگ و همکاران، ۲۰۱۶)
			۰/۸۴۷	تولید سبز(دوبی و همکاران، ۲۰۱۷)
			۰/۸۳۶	مدیریت ضایعات(لوسیانوگمز و همکاران، ۲۰۱۸)
				پایداری زیست محیطی

¹ Maskell & Baggaley

² Gómez-Luciano et al.

³ Ras & Vermeulen

⁴ Reefke & Sundaram

⁵ Dubey et al

			۰/۸۳۸	انتشار گازهای گلخانه‌ای (ریفیک و ساندرام، ۲۰۱۷)	
			۰/۸۴۳	حفاظت محیط زیست (لوسیانوگمز و همکاران، ۲۰۱۸)	
			۰/۸۷۱	تعهدات زیست محیطی شرکت (لوسیانوگمز و همکاران، ۲۰۱۸)	
			۰/۸۶۷	رضایت مشتری (ریفیک و ساندرام، ۲۰۱۷)	پایداری اجتماعی
			۰/۸۸۲	سلامت و ایمنی (ریفیک و ساندرام، ۲۰۱۷)	
			۰/۸۷۱	تجارت عادلانه و مصرف (ون پاسل ^۱ ، ۲۰۱۳)	
			۰/۸۴۰	جریان اطلاعات و همکاری های تامین کنندگان استراتژیک (دوبی و همکاران، ۲۰۱۷)	
۰/۸۷۸	۰/۰۰۰	۰/۸۶۷	۰/۸۳۷	فشارهای داخلی (ریفیک و ساندرام، ۲۰۱۷)	
			۰/۸۶۹	استخدام (راس و ورمولن، ۲۰۰۹)	
			۰/۸۳۱	ارزش‌های اجتماعی و اخلاقی (دوبی و همکاران، ۲۰۱۷)	
			۰/۸۷۲	تأثیر جامعه محلی و توسعه روستایی (دینگ ^۲ و همکاران، ۲۰۱۶)	
			۰/۸۲۲	شفافیت (ارول و همکاران ^۳ ، ۲۰۰۹)	

همانگونه که نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد، مقدار بار عاملی مربوط به هر یک از معرف‌ها بزرگتر از ۰/۵ می باشد، که نشان دهنده قدرت رابطه بین سازه و معرف‌های هر یک از آنها در هر دو پرسشنامه می‌باشد. مقدار KMO برای هر یک از سازه‌ها بزرگتر از ۰/۵ و سطح معنی‌داری آزمون بارتلت کمتر از ۰/۰۵ محاسبه شده که کفایت نمونه‌گیری و همبسته بودن معرف‌ها را نشان می‌دهد. همچنین مقدار آلفای کرونباخ بزرگتر از ۰/۷ بدست آمده است. پس از اطمینان از روایی و پایایی پرسشنامه‌های تحقیق، در قسمت بعدی تحلیل خوشه‌ای به جهت دستیابی به یک متغیر وابسته طبقه-بندی شده و شناسایی خوشه‌های پایداری زنجیره تأمین انجام شد. به منظور انجام خوشه‌بندی از روش K میانگین استفاده شده است. این نوع خوشه‌بندی یک الگوریتم

¹ Van Passel

² Ding et al

³ Erol et al

یادگیری بدون نظارت است که در آن باید تعداد خوشه‌ها (K) از قبل تعیین شده باشد. تعداد خوشه‌ها بر اساس این استدلال تعیین گردید که انتظار هست بتوان بر اساس سه بعد پایداری اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی، شرکت‌های نمونه آماری تحقیق را در سه خوشه قرارداد. بر همین اساس نیز سه خوشه در روش K میانگین در نظر گرفته شده است. خوشه‌بندی بر مبنای یک سری شاخص انجام می‌گیرد که هدف آن تجزیه n مشاهده (داده‌های مربوط به شرکت‌ها) به K خوشه است که در آن هر یک از مشاهدات متعلق به خوشه‌ای با نزدیکترین میانگین آن است؛ در این پژوهش، به جهت شناسایی خوشه‌های پایداری زنجیره تأمین از سه بعد پایداری اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی به عنوان متغیرهای خوشه‌بندی استفاده شده است. در این نوع خوشه‌بندی، این میانگین به عنوان پیش‌نمونه استفاده می‌شود. نتایج خوشه‌بندی بر اساس میانگین هر بعد پایداری و رتبه هر بعد پایداری در بین خوشه‌ها در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول (۵): نتایج تحلیل خوشه‌ای برای دسته‌بندی صنایع بر مبنای پایداری زنجیره تأمین

تعداد صنایع	پایداری			خوشه
	اجتماعی	زیست محیطی	اقتصادی	
۱۳۹	۱/۹۵	۲/۰۷	۲/۰۰	میانگین
	۳	۳	۳	رتبه بین خوشه‌ها
۴۳	۴/۴۸	۴/۵۰	۴/۴۰	میانگین
	۱	۱	۱	رتبه بین خوشه‌ها
۱۱۹	۳/۳۰	۳/۰۲	۳/۲۶	میانگین
	۲	۲	۲	رتبه بین خوشه‌ها

تحلیل واریانس نیز برای نشان دادن اختلاف بین خوشه‌ها در هر سازه انجام شد. نتیجه نشان دهنده وجود اختلاف بین خوشه‌ها در همه سازه‌ها است. نتیجه این تحلیل در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول (۶): تحلیل واریانس برای بررسی اختلاف بین خوشه‌ها

سطح- معنی‌داری	F	خطا		خوشه		پایداری
		df	مجدور میانگین	df	مجدور میانگین	
۰/۰۰۰	۲۵۷/۶۴۴	۲۹۸	۰/۴۱۲	۲	۱۰۶/۰۳۱	اقتصادی
۰/۰۰۰	۵۲۵/۶۳۳	۲۹۸	۰/۲۴۰	۲	۱۲۶/۰۶۷	زیست‌محیطی
۰/۰۰۰	۳۵۹/۹۸۰	۲۹۸	۰/۳۲۷	۲	۱۱۷/۶۵۷	اجتماعی

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که خوشه دوم در هر مولفه پایداری دارای امتیازی بالاتر از ۴ است. رتبه همه سازه‌های پایداری در این خوشه، اول است. بر همین اساس می‌توان این خوشه را به عنوان خوشه پایدار زنجیره تأمین نام‌گذاری نمود. تعداد اعضای این خوشه ۴۳ شرکت می‌باشد که کمترین مقدار اعضاء را در بین سایر خوشه‌ها دارد. خوشه سوم در همه مولفه‌های پایداری رتبه دوم را دارد. امتیاز مولفه‌های پایداری در این خوشه نزدیک و بالاتر از ۳ است. بر همین اساس این خوشه تحت عنوان خوشه پایداری ضعیف نام‌گذاری می‌گردد. تعدادی اعضای این خوشه ۱۱۹ شرکت می‌باشد. در نهایت خوشه اول در همه مولفه‌ها دارای رتبه سوم بوده و امتیازات هر مولفه پایداری نزدیک به دو و پایین‌تر از ۲ است. این خوشه به عنوان خوشه ناپایداری زنجیره تأمین شناخته شده و اعضای آن با توجه به تدوین تابع ممیزی برای خوشه‌های پایداری از محاسبات بعدی کنار گذاشته می‌شود. تعداد اعضای این خوشه ۱۳۹ شرکت بوده است. پس از تعیین خوشه‌های پایداری، در نهایت نوبت به استخراج تابع ممیزی بر اساس ابزارهای نابی برای خوشه‌های پایداری زنجیره تأمین می‌رسد. در انجام تحلیل ممیزی، اولین گام آزمون عدم یکسانی ماتریس کوواریانس دو گروه است. این آزمون از طریق آزمون ام باکس بررسی می‌شود. نتایج این تحلیل نشان‌دهنده رد فرض صفر و پذیرش فرض مقابل در رابطه با عدم یکسانی ماتریس کوواریانس دو گروه است. مقدار ام باکس برابر ۲۷۸/۰۲۹ با مقدار $F_{3/389}$ و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد. با توجه به اینکه اجرای روش تحلیل ممیزی مبتنی بر روش نابرابری ماتریس کوواریانس گروه‌ها

است، این شرط برقرار است. در جدول (۷) یک تابع ممیزی با توجه به دو خوشه موجود، استخراج شده است.

جدول (۷): مقادیر ویژه و واریانس تابع ممیزی

تابع	مقدار ویژه	درصد از واریانس	درصد تجمعی	ضریب کانونی
۱	۲/۴۵۸	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۰/۸۴۳

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد که مقدار ویژه تابع برابر ۲/۴۵۸ محاسبه گردیده است. مقدار ویژه قدرت تمایز تابع ممیزی بین خوشه‌ها را نشان می‌دهد. هر چه این مقدار بیشتر باشد، قدرت تشخیص نیز بیشتر خواهد بود. همچنین نتایج نشان می‌دهد که این تابع ۱۰۰ درصد واریانس بین گروه‌ها را توضیح می‌دهد. برای بررسی معنی‌داری تابع ممیزی استخراج شده از آزمون لامبدای ویلکس استفاده شده است. نتایج در جدول (۸) نشان داده شده است.

جدول (۸): بررسی معنی‌داری تابع ممیزی

تابع	لامبدای ویلکس	کای دو	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
۱	۰/۲۸۹	۳۱۰/۱۹۱	۱۲	۰/۰۰۰

نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد که با توجه به سطح معنی‌داری آزمون لامبدای ویلکس که کمتر از ۰/۰۵ محاسبه شده، می‌توان معنی‌داری تابع ممیزی را در تفکیک بین خوشه‌های پایداری تأیید نمود. جدول (۹) نشان می‌دهد که آیا هر یک از متغیرهای پیش‌بین (ابزارهای ناب) در تابع ممیزی معنی‌دار می‌باشند و یا خیر. به عبارتی آیا در ایجاد تمایز بین خوشه‌های پایداری زنجیره تأمین نقش دارند؟

جدول (۹): بررسی معنی‌داری متغیرهای پیش‌بین (ابزارهای ناب)

ابزارهای ناب	لامبدای ویلکس	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معنی‌داری
آموزش مفاهیم ناب	۰/۶۸۷	۱۱۶/۶۰۹	۱	۱۶۰	۰/۰۰۰
نگهداری و تعمیرات جامع	۰/۶۱۶	۱۵۹/۷۵۸	۱	۱۶۰	۰/۰۰۰
جانمایی ناب	۰/۶۶۸	۱۲۷/۲۵۲	۱	۱۶۰	۰/۰۰۰
محل کار بصری	۰/۴۱۳	۳۶۴/۳۰۵	۱	۱۶۰	۰/۰۰۰

۰/۰۰۰	۱۶۰	۱	۱۶۸/۲۹۴	۰/۶۰۳	نقشه‌برداری جریان ارزش
۰/۰۰۰	۱۶۰	۱	۱۷۱/۹۸۵	۰/۵۹۸	اجرای روش کابین
۰/۰۰۰	۱۶۰	۱	۱۱/۰۳۲	۰/۹۵۹	استانداردسازی کار
۰/۰۰۰	۱۶۰	۱	۱۵/۱۱۱	۰/۹۴۴	همکاری با تأمین‌کننده و ارائه‌دهنده خدمات
۰/۰۰۰	۱۶۰	۱	۱۷/۷۲۸	۰/۹۳۵	هوشین‌کانری
۰/۱۱۳	۱۶۰	۱	۲/۵۲۸	۰/۹۹۰	همکاری با مشتریان
۰/۲۵۷	۱۶۰	۱	۱/۲۸۸	۰/۹۹۵	سیستم کشتی و سیستم تولید به هنگام
۰/۲۴۹	۱۶۰	۱	۱/۳۳۳	۰/۹۹۵	حسابداری ناب

نتایج جدول (۹) نشان می‌دهد که به جزء سه ابزار همکاری با مشتریان، سیستم تولید به هنگام و سیستم کشتی و حسابداری ناب، سطح معنی‌داری سایر متغیرهای پیش‌بین (ابزارهای ناب) کمتر از ۰/۰۵ بوده و این متغیرها در ایجاد تمایز بین خوشه‌های پایدار زنجیره تأمین نقش معنی‌داری دارند. متغیرهای همکاری با مشتریان، سیستم تولید به هنگام و سیستم کشتی و حسابداری ناب با توجه به سطح معنی‌داری بالای ۰/۰۵ از محاسبات حذف گردیده‌اند. جدول (۱۰) نشان می‌دهد نشان می‌دهد که هر یک از متغیرهای پیش‌بین چقدر به توانایی تمایز بین خوشه‌ها کمک نموده‌اند. ضرایب استاندارد شده نشان می‌دهند که بیشترین سهم را در تابع ممیزی، محل کار بصری و کمترین سهم تمایز را متغیر استاندارد سازی کار دارد. در ستون دوم این جدول ضرایب ساختاری نوشته شده است. ماتریس ساختاری مقیاس متفاوتی از میزان کمک هر یک از متغیرها به تابع ممیزی را ارائه می‌دهد. در ستون سوم، ضرایب خام متغیرهای تصمیم در تابع ممیزی نشان داده شده است. ستون سوم در واقع معادل ضرایب رگرسیون استاندارد نشده است.

جدول (۱۰): ضرایب تابع ممیزی

ابزارهای ناب	نماد	ضرایب استاندارد شده تابع	ضرایب ساختاری	ضرایب کانونی
آموزش مفاهیم ناب	TLC	۰/۰۷۸	۰/۴۳۰	۰/۰۹۷
تعمیرات و نگهداری جامع	TPM	۰/۳۳۳	۰/۵۰۴	۰/۴۹۲
جانمایی ناب	LL	۰/۲۱۷	۰/۴۵۰	۰/۲۸۶
محل کار بصری	VW	۰/۶۸۶	۰/۷۶۱	۱/۱۳۵

۰/۳۷۰	۰/۵۱۷	۰/۲۶۳	VSM	نقشه برداری جریان ارزش
۰/۰۸۷	۰/۵۲۳	۰/۰۶۱	CK	اجرای روش کایزن
-۰/۲۳۶	۰/۱۳۲	-۰/۳۰۱	SW	استانداردسازی کار
۰/۰۴۶	۰/۱۵۵	۰/۰۵۶	CSS	فلسفه کمال و پوکایوکه
۰/۲۸۷	۰/۱۶۸	۰/۳۰۹	HK	هوشین کانری
-۸/۷۰۹	عدد ثابت			

باتوجه به اطلاعات جدول (۱۰)، تابع ممیزی خوشه‌های پایداری بر اساس ابزارهای

نابی به شرح خواهد بود:

$$Sustaibility = -۸/۷۰۹ + ۰/۰۹۷TLC + ۰/۴۹۷TPM + ۰/۲۸۶LL + ۱/۱۳۵VW + ۰/۳۷۰VSM + ۰/۰۸۷CK - ۰/۲۳۶SW + ۰/۰۴۶CSS + ۰/۲۸۷HK$$

نتایج تابع ممیزی نشان می‌دهد که برای پایداری زنجیره تأمین، مهمترین متغیرها بر اساس ضرایب آنها محل کار بصری، تعمیرات و نگهداری جامع، نقشه برداری جریان ارزش بوده و بقیه متغیرها با ضرایب اهمیت کمتری در رتبه‌های بعدی قرار دارند. به عبارتی اهمیت متغیرها نشان می‌دهد که شرکت‌هایی که برنامه‌های تولید ناب خود را بر اساس این متغیرها قرار داده‌اند، به پایداری بیشتری در زنجیره تأمین خود دست یافته‌اند. تطبیق این نتایج با نتایج خوشه‌بندی نشان می‌دهد که فقط ۴۳ شرکت در این متغیرها عملکرد مناسبی داشته‌اند. میانگین امتیازات این شرکت‌ها در ابزارهای ناب برابر ۳/۹۷ در طیف ۱ تا ۵ بوده است. همچنین بررسی آمار توصیفی متغیرها برای ۱۱۹ شرکت بعدی که به عنوان خوشه پایدار ضعیف خوشه‌بندی شده‌اند، نشان دهنده میانگین امتیاز ۲/۹۸ در ابزارهای نابی بوده که نشان دهنده عملکرد ضعیف در این متغیرها است. ۱۳۹ شرکت خوشه سوم نیز که به عنوان خوشه ناپایدار شناسایی شده بود، میانگین امتیاز ۲/۰۴ را در ابزارهای ناب کسب کرده بود. به شکل خلاصه، نتایج نشان می‌دهد که زنجیره تأمین شرکت‌های نمونه آماری این تحقیق زمانی به پایداری خواهند رسید که عملکرد آنها در هر یک از متغیرهای بیشتر باشد. تحلیل‌های ثانویه بر

اساس ویژگی‌های شرکت‌ها نشان می‌دهد که از مجموع ۴۳ شرکت پایدار، بیشترین تعداد به ترتیب برای صنایع غذایی و آشامیدنی، ماشین‌آلات و تجهیزات و مواد و محصولات شیمیایی استان بوده و سایر گروه‌های صنعتی در خوشه‌های پایدار ضعیف و ناپایدار قرار دارند. همچنین از مجموع شرکت‌های خوشه پایدار که بر اساس تابع ممیزی می‌توان آنها را از سایر شرکت‌ها تفکیک نمود، ۴۶ درصد کوچک و ۵۴ درصد متوسط بوده‌اند. این نسب را می‌توان به تعداد کارکنان نیز تعمیم داد. همچنین در رابطه ویژگی‌های مدیران، از مجموع ۴۳ شرکت پایدار، ۴۹ درصد دارای مدیران با تجربه بین ۱۰ تا ۱۹ سال، ۵۹ درصد دارای تحصیلات لیسانس و ۳۸ درصد سن بین ۳۶ تا ۴۵ سال داشته‌اند. در جدول (۱۱)، خلاصه موفقیت و عدم موفقیت تابع ممیزی در ایجاد تمایز بین شرکت‌ها نشان داده شده است.

جدول (۱۱): عضویت در خوشه‌ها

مجموع	پیش‌بینی عضویت در خوشه‌ها		خوشه
	خوشه پایدار ضعیف	خوشه پایدار	
۴۳	۰	۴۳	تعداد اعضای خوشه پایدار
۱۱۹	۱۱۶	۳	تعداد اعضای خوشه پایدار ضعیف
۱۰۰	۰	۱۰۰	درصد اعضای خوشه پایدار
۱۰۰	۹۷/۵	۲/۵	درصد اعضای خوشه پایدار ضعیف

نتایج جدول (۱۱) نشان می‌دهد که تابع ممیزی در ۹۸/۱ درصد موارد به درستی توانسته شرکت‌ها را در دو خوشه پایدار و پایدار ضعیف قرار دهد. به عبارتی نسبت موفقیت تابع ممیزی ۹۸/۱ درصد بوده است.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

این مقاله بر اساس این تفکر شکل گرفته بود که بتواند درک محققان از تعامل بین ابزارهای نابی و پایداری زنجیره تأمین شرکت‌ها را افزایش دهد. بر همین اساس ابتدا به بررسی ادبیات تحقیق پرداخته و در طی آن ارتباط بین ابزارهای نابی و پایداری زنجیره

تأمین را به لحاظ مبانی نظری تبیین نموده است. در ادامه بر اساس یک رویه نظامند، ابتدا زنجیره تأمین شرکت‌ها را بر اساس ابعاد پایداری خوشه‌بندی نموده و در طی آن خوشه‌های پایداری زنجیره تأمین مشخص گردید. پس از آن با استفاده از تحلیل ممیزی، تابعی ارائه گردید که در آن هم سهم ابزارهای نابی در پایداری زنجیره تأمین شرکت‌ها مشخص شده و هم با استفاده از این تابع، زنجیره تأمین شرکت‌ها را به دو گروه پایدار کامل و پایدار ضعیف تقسیم نمود. این تابع حتی می‌تواند به شرکت‌های دارای زنجیره تأمین غیر پایدار نیز کمک نماید؛ مدیران این شرکت‌ها می‌توانند با الگو قرار دادن این تابع، ابزارهای نابی را بهبود داده و کم‌کم به سمت پایداری زنجیره تأمین حرکت کنند. نتایج تابع ممیزی نشان می‌دهد که برای مثال ابزارهایی مانند کنترل بصری و نقشه برداری جریان ارزش می‌توانند با نشان دادن نقشه وضعیت فعلی و آینده فرایند بر اساس طرح‌ها، استانداردها و اطلاعات مربوط به فرآیند تولید به مجریان خط تولید و معرفی فرایند تولید صحیح و جریان درست مواد اولیه، کارکنان توانمند داشته و با ارائه مالکیت فرایند به کارکنان، انعطاف‌پذیری و پاسخگویی را در شرکت افزایش دهند. این امر می‌تواند به سه بعد پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی منجر شود. همچنین داشتن یک سیستم جامع تعمیرات و نگهداری در شرکت‌ها که با برنامه‌های منظم تعمیر و نگهداری، مستند سازی اقدامات تعمیرات و نگهداری و برنامه‌های بهبود ایمنی همراه باشد، می‌تواند به کاهش ضایعات، پسماند و کیفیت بهبود یافته، افزایش عمر دستگاه و افزایش دسترسی به ماشین منجر گردد که نتیجه آن بهبود پایداری اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی خواهد بود. هر چند بررسی ادبیات تحقیق نشان داده که مطالعه‌ای در داخل و خارج از کشور بر اساس این روش انجام نگرفته است، ولی در رابطه با متغیرهای تابع تشخیصی می‌توان نتایج این تحقیق را با نتایج مطالعات اورجی و لیو (۲۰۲۰)، ژو و همکاران (۲۰۱۸)، چیکالو و همکاران (۲۰۱۸) و داس (۲۰۱۸) همسو دانست. هر یک از این محققان به نوعی بر ابزارهای نابی که در تابع

تشخیصی اشاره شده بود، به عنوان ابزارهایی که می‌توان بر اساس آنها به پایداری دست یافت، تأکید نموده‌اند.

در این تحقیق به جهت تحلیل ممیزی خوشه‌های پایداری زنجیره تأمین بر اساس ابزارهای ناب، از ۱۲ ابزار اصلی ناب استفاده گردیده بود که بر اساس ادبیات تحقیق استخراج شده بودند، از این تعداد نیز سه ابزار بر اساس سطح معنی‌داری بزرگتر و عدم توانایی در ایجاد تمایز بین خوشه‌ها، از تابع ممیزی حذف شده بودند؛ بر همین اساس این امکان وجود دارد که بتوان برخی دیگر از ابزارهای نابی را که در پایداری موثر می‌باشند، از ادبیات تحقیق استخراج و یا بومی‌سازی نمود. بنابراین پیشنهاد می‌گردد تا محققان آتی به سایر ابزارهای نابی نیز توجه نموده و سعی در بومی‌سازی این ابزارها نمایند. علاوه بر این، مطالعه حاضر محدود به شرکت‌های کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی بوده است که هم در اندازه و هم در قلمرو جغرافیایی به نوعی محدود بوده است. بنابراین به محققان بعدی پیشنهاد می‌گردد تا در تحقیقات خود، شرکت‌هایی با اندازه بزرگ را نیز وارد تحلیل‌ها کرده و سعی نمایند این تحقیق را در مقیاس بزرگتری مانند چند استان انجام دهند.

فهرست منابع

Acquaye, A., Ibn-Mohammed, T., Genovese, A., Afrifa, G. A., Yamoah, F. A., & Oppon, E. (2018). A quantitative model for environmentally sustainable supply chain performance measurement. *European Journal of Operational Research*, 269(1), 188-205.

Azevedo, S. G., Govindan, K., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2012). An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 85-94.

Babu, S., & Mohan, U. (2018). An integrated approach to evaluating sustainability in supply chains using evolutionary game theory. *Computers & operations research*, 89, 269-283.

Baggaley, B. (2006). Using strategic performance measurements to accelerate lean performance. *Journal of cost management*, 20(1), 36-44.

Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of production research*, 52(18), 5346-5366.

Bortolotti, T., Danese, P., & Romano, P. (2013). Assessing the impact of just-in-time on operational performance at varying degrees of repetitiveness. *International Journal of production research*, 51(4), 1117-1130.

Browning, T. R., & Heath, R. D. (2009). Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program. *Journal of Operations Management*, 27(1), 23-44.

Caldera, H., Desha, C., & Dawes, L. (2017). Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review. *Journal of cleaner production*, 167, 1546-1565.

Carvalho, H., Govindan, K., Azevedo, S. G., & Cruz-Machado, V. (2017). Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 120, 75-87.

Ciccullo, F., Pero, M., Caridi, M., Gosling, J., & Purvis, L. (2018). Integrating the environmental and social sustainability pillars into the lean and agile supply chain management paradigms: A literature review and future research directions. *Journal of cleaner production*, 172, 2336-2350.

Das, K. (2018). Integrating lean systems in the design of a sustainable supply chain model. *International Journal of Production Economics*, 198, 177-190.

Deif, A. (2012). Assessing lean systems using variability mapping. *Procedia CIRP*, 3, 2-7.

Ding, H., Liu, Q., & Zheng, L. (2016). Assessing the economic performance of an environmental sustainable supply chain in reducing environmental externalities. *European Journal of Operational Research*, 255(2), 463-480.

Dubey, R., Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Childe, S. J., Shbin, K., & Wamba, S. F. (2017). Sustainable supply chain management: framework and further research directions. *Journal of cleaner production*, 142, 1119-1130.

Erol, I., Cakar, N., Erel, D., & Sari, R. (2009). Sustainability in the Turkish retailing industry. *Sustainable Development*, 17(1), 49-67.

Fliedner, G., & Majeske, K. (2010). Sustainability: the new lean frontier. *Production and Inventory Management Journal*, 46(1), 6-13.

Gómez-Luciano, C. A., Domínguez, F. R. R., González-Andrés, F., & De Meneses, B. U. L. (2018). Sustainable supply chain management: Contributions of supplies markets. *Journal of cleaner production*, 184, 311-320.

Huo, B., Gu, M., & Wang, Z. (2019). Green or lean? A supply chain approach to sustainable performance. *Journal of cleaner production*, 216, 152-166.

Jakhar, S. K., Rathore, H., & Mangla, S. K. (2018). Is lean synergistic with sustainable supply chain? An empirical investigation from emerging economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 139, 262-269.

Jeffrey, L., & David, M. (2006). *The Toyota Way Field book*. In: Mc Graw Hill.

Katiyar, R., Meena, P. L., Barua, M. K., Tibrewala, R., & Kumar, G. (2018). Impact of sustainability and manufacturing practices on supply chain performance: Findings from an emerging economy. *International Journal of Production Economics*, 197, 303-316.

Kleindorfer, P. R., Singhal, K., & Van Wassenhove, L. N. (2005). Sustainable operations management. *Production and operations management*, 14(4), 482-492.

Larson, T., & Greenwood, R. (2004). Perfect complements: synergies between lean production and eco-sustainability initiatives. *Environmental Quality Management*, 13(4), 27-36.

Maskell, B. H., & Baggaley, B. L. (2006). Lean accounting: What's it all about? *Target*, 22(1), 35-43.

Narasimhan, R., Swink, M., & Kim, S. W. (2006). Disentangling leanness and agility: an empirical investigation. *Journal of Operations Management*, 24(5), 440-457.

Olfat, L. & Mazrooi Nasr Abadi, E.(2014). A model for measuring sustainability of supply chain, case study: mechain made carpet industry of Iran. 9(33), 29-46.(In Persian).

Orji, I. J., & Liu, S. (2020). A dynamic perspective on the key drivers of innovation-led lean approaches to achieve sustainability in manufacturing supply chain. *International Journal of Production Economics*, 107228.

Porter, M., & Linde, C. V. D. (1995). Green and competitive: ending the stalemate. *The Dynamics of the eco-efficient economy: environmental regulation and competitive advantage*, 33.

Ras, P. J., & Vermeulen, W. J. (2009). Sustainable production and the performance of South African entrepreneurs in a global supply chain. The case of South African table grape producers. *Sustainable Development*, 17(5), 325-340.

Reefke, H., & Sundaram, D. (2017). Key themes and research opportunities in sustainable supply chain management—identification and evaluation. *Omega*, 66, 195-211.

Seuring, S., & Müller, M. (2008). Core issues in sustainable supply chain management—a Delphi study. *Business strategy and the environment*, 17(8), 455-466.

Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805.

Tennant, C., & Roberts, P. (2001). Hoshin Kanri: implementing the catchball process. *Long Range Planning*, 34(3), 287-308.

Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: a literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766-799.

Van Passel, S. (2013). Food miles to assess sustainability: a revision. *Sustainable Development*, 21(1), 1-17.

Zhu, Q., Shah, P., & Sarkis, J. (2018). Addition by subtraction: Integrating product deletion with lean and sustainable supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 205, 201-214.