فصلنامه علمی ـ پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال هشتم، شماره ۲۰، بهار ۹۰
صفحات ۱ تا ۲۵

ارزیابی تولید ناب با استفاده از رویکرد ترکیبی ازتکنیک‌های ANP و DEMATEL در شرایط فازی

احمد جعفرنژاد *
احمد احمدی **
محمدحسن ملکی ***

چکیده

تا کنون تلاش‌های فراوانی در دو حوزه‌ی مفهومی، و سنجش و پیاده‌سازی تولید ناب از سوی محققین دانشگاهی و اجرایی صورت گرفته است. مقاله‌ی حاضر با بررسی مطالعات پژوهشی انجام شده در این حوزه‌ها، سعی در ارائه‌ی پیشنهادهایی در دو محور زیر دارد: ۱ـ آشنایی مخاطبان با مفهوم و تعریف جامع نابی و ۲ـ ارائه چارچوب ارزیابی مناسبی که مبتنی برتعریف جامع نابی بوده و قادر به سنجش و ارائه‌ی راهکارهایی مفید برای رفع موانع موجود در پیاده‌سازی مناسب آن باشد. در راستای دستیابی به اهداف ذکر شده، پس از اطمینان از درک مناسب از مفاهیم نابی، در مرحله بعد، مدل‌های موجود درسنجش نابی سازمان‌ها را مورد مطالعه قرار داده و پس از بررسی اجمالی نقاط قوت و ضعف آنها، به ارائه‌ی مدلی که در واقع ترکیبی از رویکردهای ANP و DEMATEL در شرایط فازی می‌باشد، پرداخته و درنهایت با انجام یک مطالعه تجربی، نحوه‌ی کاربرد آن را نشان داده است.

واژگان کلیدی: تولید ناب، تعریف جامع نابی، مدل‌های سنجش نابی، فرایند تجزیه تحلیل شبکه‌ای فازی، تکنیک DEMATEL فازی

---

* استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ایران
** کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران ایران (مسئول مکاتبات) E. Mail: ahmadyahmad@ut.ac.ir
*** دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران، ایران

مقدمه

تا به امروز درباره واژه ناب، تعاریف، جملات و نکته‌های فراوانی شنیده شده و در کتاب‌ها و مقالات فراوانی از آن به عنوان پارادایم مهمی در تولید یاد شده است. از این واژه امروزه به طور فراگیری در بسیاری از صنایع اعم از تولیدی و خدماتی و در حوزه‌های مختلف کسب وکار سخن به میان آمده و برای دستیابی به آن، رهنمودها و دستورالعمل‌های فراوانی ارائه شده است. سوالی که در اینجا مطرح می‌شود، این است که در این تعاریف و عبارات، واژه ناب به چه معنایی است؟ چه ویژگی‌هایی در این مفهوم باعث ظهور و اعتلای آن شده است؟ پاسخ به این سوال و اندیشیدن در باره آن، ما را به مفهوم عمیق و اصیل نابی هدایت نموده و از بسیاری از کژ اندیشی‌ها و بد فهمی‌ها باز می‌دارد. به منظور ارائه‌ی مطالب دراین مقاله، دو روند عمده نابی مورد توجه قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است، این دو روند بسیار به هم وابسته بوده و در راستای هم حرکت می‌کنند. اولی به بعد استنباطی و مفهومی تولید ناب می‌پردازد و دیگری سیر تکاملی تکنیک‌های مورد استفاده برای اجرا و سنجش نابی سازمان‌ها را مورد توجه قرار می‌دهد. در واقع می‌توان گفت که روند دوم (اجرا و سنجش نابی) متاثر از روند اول (تعریف مفهوم نابی)است، یعنی به موازات درک بیشتر هدف و فلسفه‌نابی، نحوه‌ی سنجش نابی نیز دچار تحولاتی شده است.

شرح و بیان موضوع

ادبیات تولید ناب در هر دو فضای مفهومی و عملیاتی، با توسعه‌ی کافی مواجه نبوده است[۱۰]، مشکلاتی که ریشه در تدریجی بودن شکل‌گیری مفهوم نابی و وجود تاخیرات زمانی در اجرا و سنجش آن در جهان غرب، دارد [۷]. محققان علاوه بر وجود مشکلات در درک کامل هدف و فلسفه تفکر ناب، با چالش جدیدی دست وپنجه نرم می‌کنند. چگونگی اجرای صحیح تولید ناب، چالشی است که باید به آن توجه کرد. این مسئله با درنظرگرفتن اجرای فعالیت‌های نابی در بخش‌های دیگر اقتصاد (تولیدی، خدماتی وبازرگانی و ..) جدی‌تر می‌شود. دراین

راستا محققان، تعاریف عملیاتی مختلفی را درباره نابی ارائه داده‌اند. در پی ظهور تعاریف عملیاتی متعدد، مدل‌های فراوانی برای سنجش این مفهوم تولیدی به وجود آمده‌اند. مدل‌هایی که به تعاریف عملیاتی معطوف شده و از توجه کافی به تعاریف مفهومی تولید ناب غافل مانده‌اند و این به منزله‌ی عدم سنجش و اجرای درست مفهوم نابی در صنایع مختلف است. به عبارتی مدل های سنجش نابی تحت تاثیر عدم وجود شفافیت در حوزه‌ی مفهومی تولید ناب قرارگرفته و دچار نوعی سردرگرمی در نحوه‌ی سنجش شده‌اند و به عبارتی، روایی خود را از دست داده‌اند.

پیشینه‌ی تحقیق

در واقع می‌توان گفت که تولید ناب از دو نقطه‌نظر مورد بحث قرار می‌گیرد. دیدگاه اول، دیدگاه فلسفی در ارتباط با خطوط راهنما و اهداف نابی می‌باشد [۱۹ و۱۷]. دیدگاه دوم، دیدگاهی اجرایی و تجربی متشکل از اقدامات مدیریتی، ابزار، یا تکنیک‌هایی است که به طور مستقیم دیده می‌شوند [۱۴]. هر کدام از دیدگاه‌ها، جنبه‌های خاصی از نابی را مورد توجه قرار می‌دهند. دیدگاه اول به ارائه تعاریفی که به درک روشن از فلسفه و اهداف نابی منتج می‌شود، می‌پردازد که از آن با عنوان "عوامل عملکردی[1]" نام برده می‌شود. این عوامل، مواردی هستند که عملکرد سیستم ناب را مشخص می‌کنند. دیدگاه دوم به ارائه‌ی تعاریف عملیاتی و تدوین روش‌هایی برای اجرای تولید ناب می‌پردازد، که از آنها با عنوان "عوامل تعیین‌کننده[2]" یا توانمندسازهای نابی یاد می‌شود. در واقع، توانمندسازها عبارتند از اعمال صورت گرفته، اصول اجرا شده، وتغییراتی که برای رسیدن به عملکرد موردنظر ایجاد می‌شوند [۸]. این تفاوت در دیدگاه‌ها، لزوما منجربه عدم توافق نمی‌شوند، اما شفافیت و وضوح مفهومی این حوزه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. شاید این مشکل را بتوان با ارائه‌ی تعریف جامع از نابی که به هر دو جنبه فوق توجه داشته باشد حل کرد و به هم‌گرایی دست یافت.

1- Performance factors
2- Determinants

شاه و وارد[1] با بررسی جامع تحقیقات ارائه شده و با ترکیب نمودن عناصر مورد اشاره در این تعاریف، تعریف جامع زیر را از نابی ارائه می‌دهند : "تولید ناب یک سیستم اجتماعی ـ تکنیکی منسجم است که هدف اصلی‌اش، حذف اتلاف از طریق کاهش یا حداقل‌سازی هم‌زمان تغییرپذیری داخلی، تغییرپذیری تامین‌کننده و نیز تغییرپذیری مشتری است [۱۵]. این تعریف به علت دارا بودن خصوصیات شفافیت، قابلیت انتقال به دیگران، ثبات، ایجاز، تفکیک‌پذیری، جامعیت و مانعیت، می‌تواند مبنای تحقیقات بسیاری از جمله این تحقیق واقع شود. اما مشکل زمانی آغاز می‌شود که در توسعه‌ی مدل برای سنجش میزان نابی، از عوامل عملکردی غافل شده و فقط عوامل تعیین کننده را مورد سنجش قرار داد. بررسی مدل‌هایی که تاکنون برای سنجش نابی سازمان‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند، این نقص را به‌خوبی آشکار می‌کند. برای نمونه به مدل‌های مختلفی چون مدل ارزیابی تولید ناب کارلسون و آهلشتروم(۱۹۹۶)، مدل جیمز مور و گیبون(۱۹۹۷)، مدل دانشگاه بیر منگهام(۲۰۰۱)، مدل سانچز و پرز(۲۰۰۱)، مدل گرین (۲۰۰۲)، مدل‌بوهیما(۲۰۰۲)، مدل شاه و وارد (۲۰۰۳)، ، مدل ساندانایاکه وهمکاران (۲۰۰۸)، اشاره داشت [۸، ۱۶، ۱۲، ۶، ۳، ۱۴ و ۱۳]. خلاصه‌ای از این مطالعات در جدول ۱، نشان داده شده است.

1- Shah and Ward

جدول ۱. تعدادی از مطالعات عمده نابی در سال‌های اخیر

نام محققین	عنوان تحقیق	هدف اصلی تحقیق	مدل (تکنیک) اصلی بکار رفته
مدل کوآ و همکاران (۲۰۰۱)	روابط میان بکارگیری TQM، JIT و TPM و عملکرد تولیدی	تعیین اینکه آیا به‌کارگیری یا عدم به‌کارگیری تکنیک‌های مربوط به TQM، JIT و TPM، توضیح دهنده تفاوت های مشاهده شده در عملکرد کارخانه ها می‌باشد؟	- تحزیه و تحلیل عاملی تاییدی (تک بعدی کردن، روایی همگرا و واگرا) - همبستگی جفتی - آزمون قابلیت اعتماد سازه
مدل شاه و وارد (۲۰۰۳)	تولید ناب: زمینه، دسته‌های نابی (۴ دسته: TQM، JIT، TPM و HRM) و عملکرد	اهمیت زمینه‌های سازمانی در پیاده‌سازی مناسب عملیات نابی بکارگیری همزمان فعالیتهای نابی بر عملکرد عملیاتی سازمان	- استفاده از آنالیز رگرسیون سلسله مراتبی برای تجزیه و تحلیل عملکرد سازمانی (متغیر وابسته) با متغیرهای مستقلی چون عوامل زمینه‌ای، دسته‌های نابی، و صنعت.
مدل کارلسون و آهلشتروم (۱۹۹۶)	ارزیابی تغییرات در جهت نابی	توسعه‌ی مدلی به منظور عملیاتی کردن اصول متفاوت تولید ناب و یا به عبارتی دیگر، یافتن راه‌هایی برای سنجش میزان پیشروی در فرایند پیاده‌سازی نابی	- مفهوم‌سازی تولید ناب - ترسیم مدلی برای ارزیابی تغییرات در جهت نابی که شامل سه مرحله‌ی: تعیین عوامل تعیین‌کننده، توسعه‌ی سنجه‌های عملیاتی برای هر یک از عوامل، تعیین جهت مناسب در مقادیر سنجه‌ها
مدل سانچز و پرز (۲۰۰۱)	شاخصهای نابی و استراتژی‌های تولیدی	- ارزیابی میزان استفاده از شاخصهای نابی - تعیین ارتباط میان نشانگرها - بررسی تاثیراتی که اهداف تولیدی سازمان بر میزان بکارگیری از شاخص‌ها نابی داشته باشند.	- توسعه‌ی کاربرگی از شاخصها (۳۶ شاخص) - آزمون های اماری نظیر (آزمون T، آزمون کای دو (همبستگی)، رگرسیون خطی چند متغیره، رگرسیون لجستیک)
مدل میر و فارستر (۲۰۰۲)	مدلی برای سنجش درجه نابی شرکتهای تولیدی در شرکتهای تولیدی	-آزمایش ادعای " تعمیم‌پذیری" بکارگیری فعالیتهای نابی در صنایع مختلف - بررسی رابطه‌ی میان بکارگیری تولید ناب (DOA) و ایجاد تغییرات واقعی در جهت نابی (DOL)	- آزمون همبستگی - تجزیه و تحلیل رگرسیون
ساندایاناکه و همکاران (۲۰۰۸)	بهینه‌سازی عملکرد تولید JIT با انجام مدل‌سازی سیستماتیک و رویکرد شبیه سازی	بکارگیری ابزارهای شبیه‌سازی مبتنی بر کامپیوتر و مدلسازی خطی ریاضی در شناسایی اثرات تکنیکهای کلیدی نابی بر عملکرد سیستم تولید بهنگام در صنعت قطعات خودرو	فاز اول: تعیین درایورهای کلیدی JIT فاز دوم: طرح آزمایشی (DOE)& مدلسازی ریاضی فاز سوم: مدلسازی شبیه‌سازی

مسئله‌ی اصلی تحقیق

تفاوت عمده‌ی این مدل‌ها، در نوع و دامنه‌ی یا تعداد معیارهایی است که از نظر محققان مورد توجه واقع گرفته‌اند. درحقیقت از نظرمفهومی فرق چندانی باهم ندارند. صرف نظر از جامعیت سنجه‌های مورد استفاده در مدل‌ها، همه این مدل‌ها دارای یک نقطه ضعف مشترک می‌باشند و آن عبارست از: توجه محض به عوامل تعیین کننده و غفلت از عوامل عملکردی ناب. در واقع، این مدل‌ها یک "مدل جامع" نیستند زیرا با" تعریف جامع نابی" انطباق نداشته و قادر به انعکاس درست میزان نابی سازمان نیستند. شاید بتوان این مشکل از طریق ارائه‌ی مدلی که بتواند هر دو دسته عوامل را در نظرگیرد، رفع کرد، یعنی به طور هم‌زمان، به عوامل تعیین کننده و عملکرد عینی سازمان توجه داشته باشد.

همان‌طور که اشاره شد، سنجش عوامل تعیین‌کننده، تضادی با سنجش میزان نابی سازمان نخواهد داشت. بلکه همان‌طور که از تعریفش پیداست جزء الزامات و عوامل ضروری برای دستیابی به اهداف و عملکرد نابی است[۱۵]. اما اگر این‌گونه فعالیت‌ها ـ که هر کدام در برگیرنده‌ی زمان و صرف هزینه و انرژی می‌باشند ـ به طور اثربخش و معطوف به هدف اجرا نشوند و سهمی در حرکت به‌سوی نابی نداشته باشند، خود تبدیل به یک اتلاف و حرکت ضد نابی می‌شوند. در نتیجه بایستی سهم هر یک از این عوامل (توانمندسازها) را در حرکت به سوی نابی ترسیم کرده و از محاسبه‌ی غیر دقیق آنها در سنجش نابی، جدا خودداری کرد. یک مدل مناسب ، بایستی بتواند تعاملات و اثرات متقابل موجود میان مولفه‌های مختلف باهم و میان آنها با اهداف را درنظر بگیرد. همین‌طور، مدل مناسب بایستی مدلی مقایسه‌ایی باشد،چون سنجش میزان نابی و سنجش سنجه‌های نابی، همگی مفاهیم نسبی(و نه مفاهیم مطلق) هستند و محاسبه‌ی دقیق آنها و تخصیص امتیاز خاصی به این فعالیت‌ها کار درستی به‌نظر نمی‌رسد. نمی توان برای سنجش چنین مفاهیمی، خط‌کشی با درجات کاملا دقیق را مشخص نموده و بر مبنای آن، مقداری را برای میزان ناب بودن آن تعیین نمود. زیرا با توجه به شرایط مختلف زمینه‌ای و گذر زمان و یا تغییر مفاهیم متغیرهای مربوطه، و از همه مهمتر تدریجی بودن ماهیت نابی،

طراحی چنین خط‌کشی غیرممکن بوده و حتی در صورت وجود، کارایی و اعتبار علمی خود را از دست خواهد داد [۱۵]. بنابراین، استفاده از تکنیک مقایسه‌ایی (مقایسه‌ی زوجی) می‌تواند بهترین راه‌حل برای این مشکل باشد. علاوه بر آن، مفاهیم و سنجه‌های مربوط به نابی، همگی از نوع کیفی می‌باشند و نسبت دادن عدد خاصی متناظر با آنها کار درستی نیست. این مشکل را می‌توان با تخصیص اعداد فازی به هریک از مراتب ارجحیت حل نمود. با توجه به موارد ذکر شده، مدل مناسب حداقل باید دارای خواص زیر باشد: اول اینکه، تعاملات و ارتباطات داخلی میان سنجه‌ها را در نظر بگیرد، میزان تاثیر هر یک از سنجه‌ها بر یکدیگر برای نیل به نابی یعنی "عملکرد ناب" مورد توجه قرار گیرد، ودر نهایت، مقایسه‌ایی باشد. به همین دلیل، از مدلی که ترکیبی از رویکردهای ANP فازی وDEMATEL فازی است، استفاده می‌شود.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از لحاظ جهت‌گیری[1]، کاربردی و از نظر هدف، از تحقیقات توصیفی، از نظر استراتژی، پیمایشی است. واحد تجزیه و تحلیل نیز بخش‌های تولیدی سازمان‌ها، و جامعه آماری آن را خبرگان شامل، مدیران و معاونان بخش‌های برنامه‌ریزی و کنترل تولید واحدهای تولیدی تشکیل می‌دهند. ابزار اندازه‌گیری پرسشنامه و از مصاحبه و مشاهده نیز کمک گرفته شده است. داده‌های تحقیق، به‌طور مستقیم و غیر مستقیم براساس نظرات سه تیم خبره ـ یک تیم از هر شرکت ـ به دست آمده است. قابل ذکر است که اعضای تیم‌ها با مشورت و انتخاب معاونان برنامه‌ریزی و کنترل تولید هر یک از شرکت‌ها تشکیل شده‌اند.

به منظور تعیین اوزان شاخص‌ها (مولفه‌ها و زیرمولفه‌ها) و تعیین نوع و شدت ارتباطات میان آنها ـ به لحاظ نیاز به دانش مدیریتی و آشنایی با نقش و اهمیت هر یک از شاخص‌ها در تحقق نابی ـ از نظرات خبرگان به‌طور مستقیم بهره جسته‌ایم و هر یک از تیم‌ها بدون هر گونه واسطه‌ای به مقایسات زوجی پرداختند. ولی در

1- Orientation

مقایسات زوجی به‌کارگیری هریک از زیرمولفه‌ها در شرکت‌ها، به‌طور غیرمستقیم از نظرات خبرگان استفاده شده است. بدین‌صورت که ابتدا پرسشنامه‌هایی را در میان کارگران و کارشناسان عملیاتی سه شرکت ـ به جهت اینکه به‌طور مستمر درگیر فعالیت‌های عملیاتی سازمان می‌باشند ـ توزیع نموده، سپس نمرات کسب شده‌ی حاصل از نظرات آنها را، در اختیار تیم‌های خبرگان قرار داده و هر تیم با در نظرگرفتن نمرات هر یک از شرکت‌ها، مقایسات زوجی مربوط به خود را انجام داده‌اند؛ قابل ذکر است هر یک از تیم‌های ارزیابی از طریق فرایند اجماع به اعلام نظرات خود پرداختند. این عمل سبب تولید اطلاعات هوشمندانه‌تری خواهد شد، مضاف براینکه از انجام محاسبات میانگین هندسی برای اعداد فازی که در حقیقت تقریبی از اعداد فازی می‌باشند، جلوگیری می‌شود[۹]. پرسشنامه‌ها در بردارنده‌ی سوالاتی در رابطه با زیرمولفه‌ها و عناصرشان می‌باشد. برای نمونه عناصر زیرمولفه‌ی طراحی عبارتند از: مهندسی هم‌زمان، مشارکت مشتری، مهندسی ارزش، گسترش کارکردکیفیت، طراحی به کمک تامین‌کننده، و یا زیر مولفه‌ی مدیریت شامل عناصری چون: تعهد وحمایت مدیریت، سبک مدیریت، آموزش و توانمندسازی، می‌باشد. پایایی پرسشنامه‌ها نیز از طریق محاسبه‌ی نرخ ناسازگاری (RC) ماتریس‌های مقایسه زوجی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. درمحاسبه اوزان ماتریس‌های مقایسه زوجی فازی، روش‌های متعددی وجود دارد از جمله روش‌های لامبدا ـ ماکس و یا روش « لارهورن و پدریک» در سال ۱۹۸۳ که بر اساس روش حداقل مجذورات لگاریتمی بنا نهاده شده بود. میزان محاسبات و پیچیدگی مراحل آن روش آنها باعث شد مورد اقبال قرار نگیرد. در تحقیق حاضر از روش تحلیل توسعه‌ای چانگ[1] (۱۹۹۶) استفاده شده است که کاملا منطبق با مفهوم اعداد فازی عمل می‌کند و دارای سهولت در محاسبه است [۲]. در تحقیق حاضر از تکنیک‌های ANP و DEMATEL در شرایط فازی برای مقایسه‌ی درجه‌ی نابی سه شرکت خودروسازی سایپا، پارس خودرو، و زامیاد استفاده شده که برخی از دلایل عمده به‌کارگیری آن به صورت زیر است: از جهت نظری، تولید ناب به عنوان یک سیستم

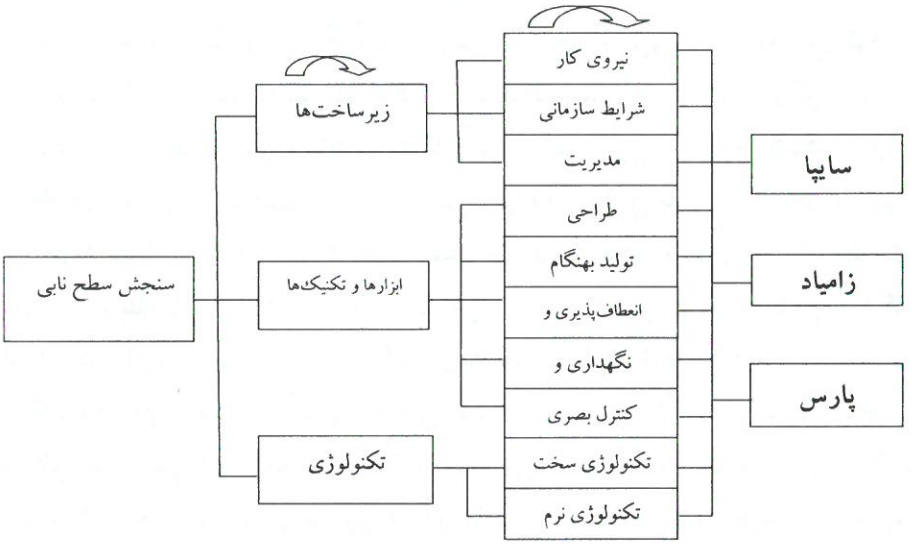
1- Expansion Analysis

بسیار پیوسته که مجموعه ای از عناصر با وابستگی‌های متقابل را در خود جای می‌دهد، در نظر گرفته می‌شود. در واقع این اثرات خود با تقویت‌کننده‌ی حاصل از این روابط متقابل است که عملکرد برتر تولید ناب را به بار می‌آورد[۱۵]. همچنین به‌کاربردن لفظ پیکره‌بندی[1] برای تولید ناب به وضوح بیانگر ارتباطات و اثرات متقابل میان اجزاء تشکیل‌دهنده می‌باشد. در نتیجه مدلی که قادر به در نظر گرفتن ارتباطات نباشد نمی‌تواند منعکس‌کننده مناسب تولید ناب باشد. همان‌طور که بیان شد، در تحقیق حاضر از تکنیک دی‌متل به نحو موثری برای در نظرگرفتن ارتباطات، استفاده نموده‌ایم. در واقع تکنیک دی‌متل دارای دو کارکرد عمده می‌باشد: ۱. در نظرگرفتن ارتباطات متقابل؛ مزیت این روش نسبت به تکنیک تحلیل شبکه‌ای، روشنی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان مجموعه‌ی وسیعی از اجزاء می‌باشد. به طوری که متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. لازم به ذکر است که ماتریس حاصله از تکنیک دی‌متل (ماتریس ارتباطات داخلی)، درواقع تشکیل‌دهنده‌ی بخشی از سوپرماتریس است به عبارتی، تکنیک دی‌متل به‌طور مستقل عمل نمی‌کند بلکه به‌عنوان زیر سیستمی از سیستم بزرگتری چون ANP است. ۲. ساختاردهی به عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت و معلولی. این مورد یکی از مهمترین کارکردها و یکی از مهم‌ترین دلایل کاربرد فراوان آن در فرایندهای حل مسئله است. بدین صورت که با تقسیم‌بندی مجموعه‌ی وسیعی از عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت ـ معلولی، تصمیم‌گیرنده را در شرایط مناسب‌تری از درک روابط قرار می‌دهد. این موضوع سبب شناخت بیشتری از جایگاه عوامل و نقشی که در جریان تاثیرگذاری متقابل دارند، می‌شود. این رویه در قالب گام‌های زیر توضیح داده می‌شود[۱۱]:

گام ۱) تشکیل مدل و ساختار دهی به مسئله: مدل تحقیق، ترکیبی از مدل‌های بویر (۱۹۹۶)، گرین (۲۰۰۲)، و کوزومانو (۱۹۸۵)، می‌باشد[۴]، که به صورت زیر نشان داده می‌شود. مدل مربوطه پس از طی فرایند رفت و برگشتی میان خبرگان

1- Configuration

دانشگاهی و اجرایی، مورد ارزیابی و جرح وتعدیل قرار گرفت؛ برخی از آیتم‌هایی را که در محیط صنعتی وجود نداشت حذف شده و برخی از تکنیک‌هایی که به نوعی مورد استفاده بوده معادل‌سازی شده است. در نهایت روایی مدل (روایی محتوی) مورد تایید همگان قرار گرفت. مدل مورد نظر در نمودار ۱ نشان داده شده است.



نمودار ۱. مولفه‌ها و زیرمولفه‌های ارزیابی

گام ۲) تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و محاسبه بردار اوزان در هر یک از سطوح: در این مرحله، وزن نسبی هر یک از مولفه‌ها، زیرمولفه‌ها، و گزینه‌ها به کمک نظر خبرگان و با تشکیل ماتریس مقایسات جفتی گروهی (به ازاء هر تیم یک مقایسه) نسبت به معیارهای کنترل خود (آیتم‌های بالاسری) تعیین می‌شود. برای نمونه، محاسبات مربوط به تعیین اوزان نسبی زیرمولفه‌ها نشان داده می‌شود. همان‌طورکه بیان شد از روش تحلیل توسعه‌ای چانگ به محاسبه‌ی بردار وزن پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است، تابع عضویت اعداد فازی مورد استفاده در محاسبه‌ی اوزان در جدول شماره ۲ بیان شده است.

جدول۲. اعداد فازی برای محاسبه‌ی اوزان

اعداد فازی	واژه‌های زبانی	تابع عضویت
$\tilde{1}$	یکسان	(1,1,3)
$\tilde{3}$	کمی مهمتر	(1,3,5)
$\tilde{5}$	مهمتر	(3,5,7)
$\tilde{7}$	خیلی مهمتر	(5,7,9)
$\tilde{9}$	فوق‌العاده مهمتر	(7,9,9)

منبع: Tien-Chin & Yueh-Hsiang, 2008

$$\begin{matrix} & & \text{Infra} & \text{Tech} & \text{Tool} \\ \text{بردار وزن} & & & & \\ \begin{bmatrix} (1,1,3) \\ (0.212\ ,\ 0.41\ ,0.693) \\ (2.07,\ 4.21,\ 6.24) \end{bmatrix} & & \begin{matrix} (1.44,\ 2.44,4.71) \\ (1,1,3) \\ (3.51\ ,5.58\ ,\ 7.46) \end{matrix} & \begin{matrix} (0.15,\ 0.237,\ 0.483) \\ (0.134,\ 0.179,\ 0.284) \\ (1\ ,1\ ,3) \end{matrix} & \end{matrix} = \begin{bmatrix} 0.24 \\ 0.14 \\ 0.62 \end{bmatrix}$$

نرخ ناسازگاری این جدول برابر ۰/۰۸ است و چون کمتر از ۰/۱ است، قابل قبول است. برای محاسبه نرخ ناسازگاری، پس از محاسبه‌ی بردار وزن، ابتدا ماتریس مقایسه زوجی فازی را قطعی نموده (روش مرکز ناحیه) و سپس طبق فرمول $A.W = \lambda W$ مقدار متوسط λ را محاسبه و در نهایت نرخ ناسازگاری از طریق رابطه‌ی $\text{IR} = \frac{II}{\text{IRI}}$ محاسبه می‌شود [۲].

گام ۳) محاسبه روابط داخلی سنجه‌های عملکردی با تکنیک DEMATEL:

همان‌طورکه بیان شد به منظور محاسبه‌ی ارتباطات متقابل داخلی میان معیارهای عملکرد از تکنیک دی‌متل استفاده شده است. این تکنیک طی مراحل زیر به محاسبه‌ی ارتباطات داخلی سنجه‌ها در هر یک از سطوح، خواهد پرداخت[۲۰] : ۱) تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم[1] گروهی (میانگین حسابی) (Z)، ۲) نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم $(X = \frac{Z}{r})$، ۳) محاسبه ماتریس روابط کل[2] $(T = X(I - X)^{-1})$، ۴) به‌دست آوردن ماتریس ارتباط داخلی[3] (V)، قابل ذکر است که از این ماتریس در تشکیل سوپر ماتریس به‌منظور نشان دادن ارتباطات داخلی استفاده می‌شود. در این قسمت محاسبات مربوط به مراحل اول، سوم و چهارم جهت محاسبه‌ی ارتباطات

1- Direct-Relation Matrix
2- Total-Relation Matrix
3- Inner Dependence Matrix

داخلی مولفه‌ها نشان داده می‌شود. قابل ذکر است که اعداد فازی به‌کاررفته در جهت محاسبه‌ی ماتریس ارتباطات داخلی در تکنیک دی‌متل، در جدول شماره ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳. اعداد فازی محاسبه ارتباطات داخلی

مقادیر متفاوت واژه‌های زبانی	اعداد فازی مثلثی
تاثیر بسیار بالا	(۴ و ۳ و ۳)
تاثیر بالا	(۴ و ۳ و ۲)
تاثیر پایین	(۳ و ۲ و ۱)
تاثیر بسیار پایین	(۲ و ۱ و ۰)
بدون تاثیر	(۱ و ۰ و ۰)

منبع: James et al. , 2007

مرحله (۱): ماتریس ارتباط مستقیم گروهی (Z):

$$Z = \begin{array}{c} \begin{matrix} \text{Tool} & \text{Tech} & \text{Infra} \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} (0,0,1) & (2,3,4) & (1,2,3) \\ (1.67,2.67,3.67) & (0,0,1) & (0.66,1.67,2.67) \\ (3,3,4) & (2,3,4) & (0,0,1) \end{bmatrix} \end{array}$$

مرحله‌ی (۳): و ماتریس ارتباط کل آن از قرار زیر است:

$$T = \begin{bmatrix} (0.0967,0.3488,1.0354) & (0.2722,0.5783,1.4037) & (0.1405,0.4037,1.077) \\ (0.2331,0.5421,1.264) & (0.0742,0.2975,1.0004) & (0.1041,0.3593,1.009) \\ (0.4132,0.7724,1.4518) & (0.3261,0.6826,1.4827) & (0.0693,0.2962,0.918) \end{bmatrix}$$

بعد از انجام عملیات قطعی‌سازی (روش مرکز ناحیه) و نرمال‌سازی ماتریس فوق، ماتریس ارتباط داخلی (V) زیر حاصل می‌شود:

$$V = \begin{array}{c} \begin{matrix} \text{Tool} & \text{Tech} & \text{Infra} \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} 0.24 & 0.365 & 0.37 \\ 0.33 & 0.225 & 0.336 \\ 0.43 & 0.41 & 0.294 \end{bmatrix} \end{array}$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود مجموع عناصر واقع در هر ستون برابر یک است. از این ماتریس در تشکیل فوق ماتریس و به منظور نشان دادن ارتباطات داخلی استفاده می‌شود. این ماتریس، در کادر مشخص‌شده در سوپر ماتریس اولیه نمایش داده شده است.

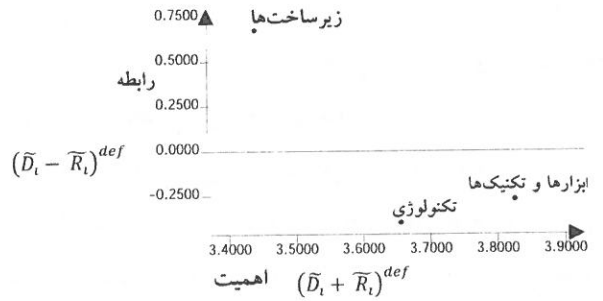
گام٤) سازماندهی مولفه‌ها و زیرمولفه‌ها در قالب نمودارهای علی[1] : دومین برونداد قابل توجه در تکنیک دی‌متل، تشکیل نمودارهای علت ـ معلولی است که هم بسزایی در تجزیه و تحلیل شرایط خواهند داشت. روش ترسیم آن بدین‌صورت است که، پس از تشکیل ماتریس ارتباط کل، ابتدا مولفه‌های $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$ و $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ محاسبه می‌شود ـ $\widetilde{D}_i, \widetilde{R}_i$ به‌ترتیب برابر با مجموع عناصر سطرها و ستون‌های ماتریس فازی ارتباط کل هستند ـ سپس، هریک از مولفه‌های فوق به حالت قطعی تبدیل می‌شود که در این تحقیق از روش مرکز ناحیه[2] استفاده شده است. $(\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i)^{\text{def}}$ محور افقی نمودار را تشکیل داده که به محور اهمیت[3] معروف است و $(\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i)^{\text{def}}$ محور عمودی نمودار را تشکیل می‌دهد که به محور رابطه[4] معروف است[۲۰]. بنابراین، این دو نقطه بیانگر جایگاه هر یک از معیارها در نمودار علت ـ معلولی می‌باشد. برای نمونه، جدول ۴ محاسبات مربوط به ترسیم نمودار علی مولفه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ٤. مختصات هر یک از مولفه‌ها در نمودار علت ـ معلولی

	$\widetilde{D}_i, \widetilde{R}_i$	$\widetilde{D}_i, \widetilde{R}_i$	$(\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i)^{\text{def}}$	$(\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i)^{\text{def}}$
Tool	(۱/۲۵۲۴, ۲/۹۸۹۳, ۷/۲۳۳)	(-۰/۳۳۶۷,-۰/۲۶۹۳, -۰/۲۳۳۶)	۳/۸۲۵	۰/۲۷۹۸۷-
Tech	(۱/۰۸۴,۲/۷۵۷,۷/۱۲۵۴)	(-۰/۵۷۸۶, -۰/۳۵۹۱, -۰/۲۶۱۱)	۳/۶۵۵۴	۰/۳۹۹۶-
Infra	(۱/۲۲۵,۲/۸۱,۶/۲۷۷۴)	(۰/۴۹۴۷,۰/۶۹۲ ,۰/۸۴۸۵)	۳/۴۳۹	۰/۶۷۸۴

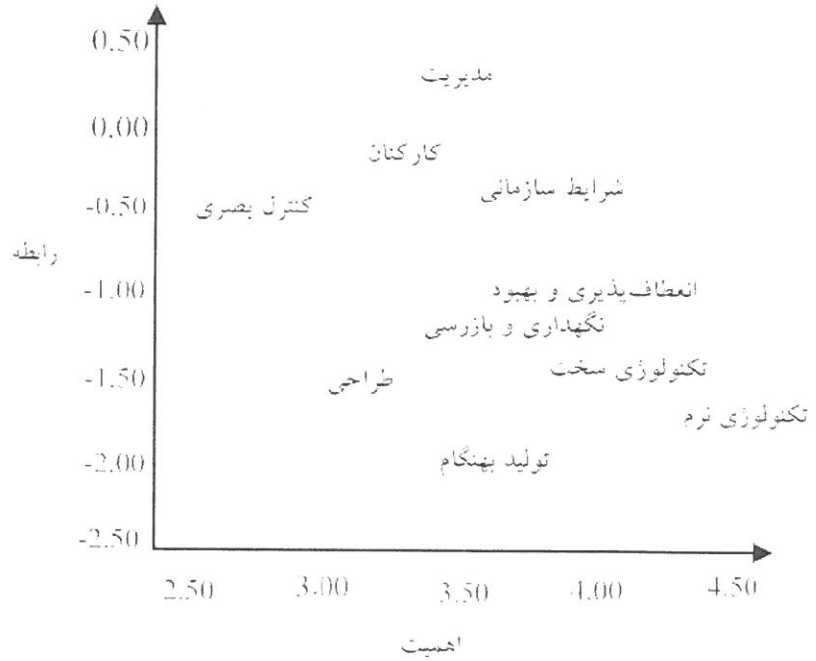
دو ستون آخرجدول ۴، مقادیر قطعی شده مقادیر فازی متناظر خود هستند. در نهایت باید اضافه کرد که نمودار شماره ۲ نیز بیانگر نمودار علت ـ معلولی خواهد بود.

1- Casual Diagram
2- Center of area
3- prominence
4- Relation



نمودار ۲. نمودار علت معمولی مولفه ها

نمودار فوق جایگاه مولفه‌ها را بر اساس دو شاخص اهمیت، و رابطه مشخص می‌کند. همان‌طور که در (نمودار ۲) مشاهده می‌شود، مولفه زیرساخت در نیمه مثبت نمودار که متعلق به عوامل علی است، قرار گرفته است. در نتیجه دارای تاثیر بالایی در میزان اثربخشی در استفاده از دو مولفه‌ی ابزارها و تکنولوژی است. دو مولفه‌ی دیگر یعنی ابزارها و تکنولوژی در قسمت منفی نمودار قرار دارند که نشان از تاثیرپذیری بالای این عوامل دارد. مولفه تکنولوژی دارای تاثیرپذیری بیشتری نسبت به عوامل ابزارها و تکنیک‌ها است و به این معنی است که میزان اثربخش‌بودن تکنولوژی‌های مورد استفاده، به میزان زیادی تحت تاثیر نحوه نگرش مدیریت و کارکنان نسبت به نابی است. اثر مشابهی با شدت کمتر، در رابطه با عوامل ابزارها و تکنیکها برقرار می‌باشد. البته بایستی بیان کرد که عوامل ابزاری همان طور که در نمودار شماره ۲ نشان داده شده است (به دلیل طول بیشتر از مبدا)، نقش برجسته تری در جریان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری نسبت به عوامل تکنولوژیک دارد. بنابراین باید توجه درخوری در به کارگیری و استفاده مناسب از آن داشت. به همین ترتیب نمودار علت معلولی زیر مولفه‌ها به صورت نمودار ۳ خواهد شد:



نمودار۳. نمودار علت و معلولی زیرمولفه‌ها

همان‌طور که مشاهده می‌شود، زیرمولفه‌ی مدیریت تنها عامل واقع در قسمت علی نمودار است و مکان هندسی‌آن در مقایسه با مکان هندسی دیگر زیر مولفه‌ها، نشان از بالاترین فاصله تاثیرگذاری و کمترین میزان تاثیرپذیری نسبت به دیگر زیرمولفه‌ها دارد. البته دو زیرمولفه نیروی کار و شرایط سازمانی از این نظر در رتبه‌های بعدی قرار دارند. زیر مولفه‌ی تولید بهنگام در پایین‌ترین نقطه‌ی نمودار واقع شده است و این نشان از تاثیرپذیری بسیار بالای آن از نحوه‌ی عملکرد دیگر زیرمولفه‌ها دارد. از این نظر زیرمولفه‌های طراحی وتکنولوژیکی در مراتب بعدی واقع شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود زیرمولفه‌های تکنولوژی نرم و تکنولوژی سخت در دورترین نقطه‌ی افقی نسبت به مبدا مختصات واقع شده اند و این نشان از اهمیت بسیار بالای این فاکتورها در صحنه تعیین سطح نابی سازمان‌ها دارد. به عبارتی این دو مولفه دارای بالاترین سطح درگیری در جریان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری (بطورکلی روابط متقابل)، هستند. زیرمولفه‌های نگهداری و بازرسی، و

انعطاف‌پذیری و بهبود در مراتب بعدی واقع شده‌اند. زیرمولفه‌ی خودگردانی و کنترل بصری در نزدیکترین فاصله‌ی افقی نسبت به مبدا مختصات واقع شده است. به طورکلی مقایسه‌ی مکان هندسی جایگاه آن با دیگر مولفه‌ها نشان از کم اهمیت‌تر بودن این عامل نسبت به دیگر عوامل موجود دارد. اما نباید از نقش آن و فرصت‌هایی که می‌توان از به‌کارگیری صحیح آن برای سازمان متصور شد، غفلت نمود. به همین ترتیب، می‌توان با توجه به مقادیر موجود و عنایت به نمودار علی، نقش فاکتورهای دیگر را مورد بررسی قرار دهیم.

گام ۵) ارزیابی و رتبه بندی گزینه‌های مختلف

حال پس از انجام گام‌های قبل و حصول داده‌های فوق، قادر به انجام این گام (گام ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها) هستیم. این گام خود مشتمل بر سه گام زیر است که عبارتند از[۱۱]: ۱ـ تشکیل فوق ماتریس اولیه[1]، ۲ـ محاسبه فوق ماتریس موزون (تصادفی)[2] و ۳ـ محاسبه فوق ماتریس نهایی[3] از رابطه‌ی زیر [۱]:

$$\text{سوپر ماتریس نهایی} = \left(\text{فوق‌ماتریس موزون}\right)^{2k+1}$$

همان‌طورکه بیان شد، فوق ماتریس موزون، ماتریسی است تصادفی[1] که مجموع عناصر واقع درهر ستون آن برابر یک می‌باشد. در این تحقیق برای نرمال‌سازی، مقادیر واقع در هر ستون را بر مجموع عناصر موجود در ستون مربوطه تقسیم می‌کنیم. در نهایت، پس از انجام این عمل گام سوم یعنی محاسبه فوق ماتریس نهایی برداشته می‌شود. این ماتریس، از طریق هم‌گراسازی ماتریس موزون به‌دست می‌آید. در این تحقیق در توان ۲۹ام هم‌گرایی حاصل می‌شود. بدین منظور از نرم‌افزار *MATLAB* استفاده شده و فوق ماتریس نهایی هم در جدول شماره ۵ نشان داده شده است.

1- Initial Super Matrix
2- Weighted/Stochastic Super Matrix
3- Limit Super Matrix

جدول٦. فوق‌ماتریس نهایی

Goal	Tool	Tech	Infra	Design	Jit	Flex	Main	Visual	Hard	Soft	Labor	Environ	Mgmt	Saipa	Pars	Zamiad
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.000	0 .000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	0.3378	1	0.000	0.000
0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.2119	0.000	1	0.000
0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.2695	0.000	0.000	1

یافته‌های تحقیق: همان‌طورکه مشاهده می‌شود، اوزان نهایی (خام)، شرکت‌ها در سوپر ماتریس از قرار زیر است: w سایپا= ۰/۳۳۷۸، wپارس=۰/۲۱۱۹، و w زامیاد= ۰/۲۶۹۵،که بعد از نرمال‌سازی (اقلیدسی درجه‌ی یک)، به‌صورت زیر می‌شوند: wسایپا=۰/۴۱۲۳، wپارس=۰/۲۸۳،و w زامیاد=۰/۳۰۷۴، این اوزان را می‌توان به صورت زیر نیز نشان داد (نرمال‌سازی خطی): wسایپا=۱۰۰٪، wپارس=۶۸/۶۴٪ و wزامیاد=۷۴٪، در واقع این روش نرمال‌سازی به نوعی نشان دهنده‌ی فاصله‌ی شرکت‌ها از حالت ایده‌آل موجود در صنعت است. در نتیجه رتبه‌بندی شرکت‌ها از نظر میزان نابی به صورت، پارس < زامیاد ≪ سایپا است.

مقایسه‌ی نتایج قبلی با نتایج حاصل از به‌کارگیری تکنیک AHP

همان‌طورکه می‌دانیم، در AHP فرض بر وجود روابط یک‌طرفه از بالا به پایین است. در نتیجه ارتباطات متقابل و جهات متفاوت تاثیرگذاری و تاثیرپذیری را نشان نمی‌دهد. در این قسمت به ارزیابی درجه نابی سازمان‌ها با استفاده از تکنیک AHP پرداخته و نتایج آن با نتایج حاصل از تکنیک حاضر که منعکس‌کننده روابط متقابل است، مقایسه خواهد شد. در این‌صورت کارایی مدل موردنظر درک می‌شود. در اینجا پس از محاسبه‌ی رتبه‌ی نسبی شرکت‌ها نسبت به هر یک از زیر مولفه‌ها، با ضرب ماتریسی زیر، رتبه‌ی نهایی شرکت‌ها محاسبه شده است.

$$\begin{bmatrix} \text{Saipa} \\ \text{Pars} \\ \text{Zamiad} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4934 & 0.513 & 0.2737 \\ 0.2545 & 0.369 & 0.1526 \\ 0.252 & 0.118 & 0.5736 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} 0.24 \\ 0.14 \\ 0.62 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.36 \\ 0.2073 \\ 0.4327 \end{bmatrix}$$

در این‌صورت رتبه‌بندی شرکت‌ها به‌صورت زامیاد> سایپا>پارس، خواهد شد. ملاحظه می‌شود که بدون در نظر گرفتن ارتباطات داخلی، رتبه‌بندی شرکت‌ها تغییر می‌کند. مسلما این رتبه‌بندی نمی‌تواند از صحت علمی قابل قبولی برخوردار باشد و لذا باید با به‌کارگیری ابزارهای سنجشی که منطبق با مفاهیم مطرح در ادبیات تحقیق ناب (بعد استنباطی و مفهومی) است، به ارائه راه حل‌های مناسب (در بعد اجرایی و سنجش نابی) پرداخته شود.

تجزیه و تحلیل نتایج: در جدول ۷، خلاصه‌ای از اطلاعات مربوط به رتبه‌ی شرکت‌ها نسبت به هر یک از زیر مولفه‌ها و جایگاه هر یک زیرمولفه‌ها در نمودار

علی (نمودار شماره ۳) نشان داده شده است.

جدول ۷ . جایگاه سازمان‌ها نسبت به زیرمولفه‌ها و مختصات زیرمولفه‌ها در نمودار علی

مولفه‌ها	زیر مولفه‌ها	جایگاه زیر مولفه‌ها		رتبه سازمانها بر اساس زیر مولفه‌ها
		اهمیت	رابطه	
مولفه ابزارها و تکنیکها	طراحی	۳.۲۸۳۳	-۱.۱۵۶۲	پارس > زامیاد ≪ سایپا
	تولید بهنگام	۳.۵۷۱۰	-۲.۱۸۶۷*	سایپا ≥ زامیاد > پارس
	انعطاف پذیری و بهبود	۳.۵۷۱۸	-۱.۰۰۷۹	پارس > زامیاد ≪ سایپا
	نگهداری و بازرسی	۳.۵۹۳	-۱.۴۱۶۷	زامیاد ≪ پارس > سایپا
	کنترل بصری	۲.۵۹۵۵	-۰.۷۱۳۴	زامیاد ≪ پارس > سایپا
مولفه تکنولوژی	تکنولوژی سخت	۴.۰۲۴۰*	-۱.۵۳۴۷	زامیاد ≪ پارس > سایپا
	تکنولوژی نرم	۴.۲۶۰۷*	-۱.۵۳۴۷	زامیاد > پارس ≥ سایپا
مولفه زیرساختها	کارکنان	۳.۲۷۴۳	-۰.۲۱۸۱	پارس > سایپا ≪ زامیاد
	شرایط سازمانی	۳.۵۲۸۲	-۰.۴۲۲۳	پارس > سایپا ≪ زامیاد
	مدیریت	۳.۲۸۲۵	۰.۲۳۱۲*	پارس > سایپا ≪ زامیاد

در نتیجه رتبه‌بندی نهایی به‌صورت سایپا> زامیاد>پارس است. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود (با توجه سوپر ماتریس اولیه، و جدول ۷) شرکت سایپا در اغلب زیرمولفه‌های مربوط به دو مولفه ابزارها وتکنیک‌ها، و تکنولوژی، برتری قابل توجهی نسبت به دو شرکت دیگر دارد. در نتیجه موجبات برتری آن را نسبت به دو شرکت دیگر فراهم می‌آورد. اما نکته‌ی مورد توجه، درجه اهمیت رتبه‌ی شرکت‌ها در عوامل بعد زیرساخت‌ها است. به این‌صورت که با وجود برتری قابل توجهی که شرکت سایپا در ابعاد ابزارها و تکنیک‌ها، و تکنولوژیکی نسبت به شرکت زامیاد دارد، این فاصله به علت وجود برتری‌هایی در بعد زیرساخت‌ها توسط شرکت زامیاد، کمتر شده است. ولی در نهایت موجب برتری زامیاد نسبت به سایپا نشده است.

در اغلب مقادیر تعلق گرفته به زیرمولفه‌ها، دو شرکت زامیاد و پارس بده ـ بستان دارند. شرکت پارس در ابعاد ابزارها و تکنیک‌ها، و تکنولوژی، رتبه‌ی متوسط و

شرکت زامیاد رتبه پایین را به خود اختصاص داده‌اند. لذا تا این قسمت امر، شرکت پارس دارای رتبه نسبی بالاتری به شرکت زامیاد است؛ اما شرکت زامیاد در بعد زیرساخت‌ها، دارای رتبه نخست و شرکت پارس خودرو دارای پایین‌ترین رتبه است و از این لحاظ شرکت زامیاد دارای رتبه نسبی بالاتری است. ولی با توجه به خاصیت علی بودن زیرمولفه‌های مربوط به زیرساخت‌ها (به خصوص زیر مولفه‌ی مدیریت)، رتبه‌ی نسبی حاصل از این بعد بر رتبه نسبی حاصل از دو بعد دیگر (دردو شرکت پارس و زامیاد)، غلبه کرده و رتبه‌ی نهایی شرکت زامیاد از شرکت پارس خودرو، بالاتر می‌شود. به منظور درک بهتر این موضوع، به تجزیه و تحلیل حساسیت۱ ارائه شده در این قسمت توجه نمایید: الف) اگر جای مقادیر اختصاص یافته به زیرمولفه مدیریت در دو شرکت زامیاد و پارس عوض شود، اوزان تخصیص‌یافته به شرکت‌ها به‌صورت زیر تغییر خواهد کرد: Wساپیا=۰/۴، Wپارس=۰/۳۱،و Wزامیاد=۰/۲۹، مشاهده می‌شود که رتبه‌های دو شرکت پارس و زامیاد به کلی تغییر خواهد کرد و پارس خودرو به سمت جایگاه ساپیا نزدیک‌تر می‌شود.ب) اگر به‌طور همزمان جای مقادیر اختصاص یافته به زیرمولفه‌های مدیریت و شرایط سازمانی در دو شرکت زامیاد و پارس عوض شود، اوزان تخصیص‌یافته به شرکت‌ها به‌صورت زیر تغییر خواهد کرد: Wساپیا=۰/۴۱،Wپارس=۰/۳۶،و Wزامیاد=۰/۲۳، در این‌صورت همانند حالت قبل پارس خودرو دارای رتبه بالاتری نسبت به شرکت زامیاد شده و خود را هر چه بیشتر به جایگاه شرکت ساپیا نزدیک می‌کند.ج) حال اگر، جای مقادیر اختصاص یافته به زیر مولفه تکنولوژی سخت در دو شرکت زامیاد و پارس عوض شود، اوزان تخصیص یافته به شرکت‌ها به‌صورت زیر تغییر خواهد کرد: Wساپیا=۰/۴۱، Wپارس=۰/۲۱،و Wزامیاد=۰/۳۸، در این حالت تغییری عمده در رتبه بندی شرکت‌ها حاصل نشد، ولی شاهد جهش جدی شرکت زامیاد به سمت شرکت ساپیا و یا به عبارتی نیل به ناب شدن آن هستیم. که به نوعی اهمیت سخت افزارها را بیان می‌کند. د) هم‌چنین اگر، علاوه بر تعویض مقدار تکنولوژی سخت، جای مقادیر مربوط به زیر مولفه خودگردانی و کنترل بصری در دو شرکت پارس و زامیاد عوض

1- Sensitivity Analysis

شوند، رتبه‌بندی نهایی به صورت زیر تغییر خواهد کرد: wسایپا=۰/۴۱، wپارس=۰/۱۹،و wزامیاد=۰/۴، در این‌حالت شرکت زامیاد به جایگاهی تقریبا برابر با شرکت سایپا دست خواهد یافت. از آنجایی که زیر مولفه‌ی کنترل بصری، جزء پیشرفته‌ترین تکنولوژی در زیر مولفه‌ی بعد ابزارها و تکنیک‌ها است، این تغییرات اعمال شده‌اند.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این قسمت، پیشنهادها بر مبنای اطلاعات ارائه شده در جدول ۸ و نمودارحاصل از آن ارائه می‌شوند(نمودار ۴). به عبارتی، ابتدا جایگاه هر یک از سازمان‌ها نسبت به هر یک از مولفه‌ها ترسیم شده (نمودار۴) و سپس با درک ایجاد شده از نقش و اهمیت هر یک از مولفه‌های سه گانه نابی در تحلیل‌های قبلی (نمودار۲)، به ارائه پیشنهادهایی برای هر یک از سازمان‌ها پرداخته میشود. پس از آن با استفاده از فرمول زیر به محاسبه‌ی نمره‌ی نهایی هر یک از سازمان‌ها در رابطه با هر یک از مولفه‌ها خواهیم پرداخت:

$$R_{ij} = \sum_{k=1}^{5} P_{ikj} \times W_{kj}$$

R_{ij}: نمره نهایی شرکت i، در رابطه با بعد j ام است، P_{ikj}: رتبه‌ی سازمان i، نسبت به زیرمولفه‌ی k ام از بعد j ام است، و W_k :وزن زیرمولفه‌ی k ام از بعد j ام می‌باشد.

جدول ۸ . مختصات هر یک از سازمان‌ها در رابطه با مولفه‌ها

	نمره نهایی بعد ابزارها و تکنیک‌ها (R_{i1})	نمره نهایی بعد تکنولوژی (R_{i2})	نمره نهایی بعد زیرساخت‌ها (R_{i3})	مختصات شرکت i بر روی نمودار (R_{i1}، R_{i2}، R_{i3})
سایپا (i = 1)	۰/۴۹۴	۰/۵۱۳	۰/۲۷۳۷	(۰/۲۷۳۷، ۰/۵۱۳ ، ۰/۴۹۴)
پارس (i =2)	۰/۲۵۴۵	۰/۳۶۹	۰/۱۵۲۶	(۰/۱۵۲۶، ۰/۳۶۹، ۰/۲۵۴۵)
زامیاد (i = 3)	۰/۲۵۲	۰/۱۱۸	۰/۵۷۳۶	(۰/۵۷۳۶، ۰/۱۱۸ ، ۰/۲۵۲)

و نمودار راداری مربوطه از قرار زیر است:

نمودار٤. وضعیت سازمان‌ها از سه بعد

با توجه به نمودار فوق، شرکت سایپا دارای جایگاهی ممتاز (رتبه اول) در دو بعد ابزارها و تکنیک‌ها(۰/۴۹۴)، و تکنولوژی (۰/۵۱۳) نسبت به سایر شرکت‌ها است. اما از لحاظ زیرساختی که به عنوان مهمترین بعد مطرح است، در جایگاه متوسط(۰/۲۷۳۷) واقع شده‌است. لذا شرکت سایپا می‌تواند با عنایت و توجه بیشتر به فعالیت‌های مربوط به این بعد، از پتانسیل‌های موجود در دو بعد دیگر به نحو موثرتری استفاده کرده و از آنها به عنوان اهرمی برای نیل به نابی بیشتر و مطرح کردن خود به عنوان شرکتی با تولیداتی جهانی، استفاده کند. شرکت زامیاد از دو بعد ابزارها و تکنیک‌ها (۰/۲۵۲)، و به خصوص از بعد تکنولوژیکی (۰/۱۱۸) (تکنولوژی سخت)، دارای پایین‌ترین سطح در میان شرکت‌های حاضر است. اما با توجه به جایگاه ممتاز آن در بعد زیرساختی(رتبه اول، ۰/۵۷۳۶) توانسته است تا حدود قابل توجهی از کاستی‌های به‌وجود آمده از ضعف در دو بعد دیگر بکاهد. با توجه به پیشرفت‌های روزافزون تکنولوژی در صنایع مختلف به خصوص صنعت خودروسازی، نمی‌توان به موضوع تکنولوژی کم اهمیت بود، زیرا در یک دوره زمانی نسبتا بلند و محیط اقتصادی رقابتی‌تر، کاستی‌های ایجاد شده از ضعف در این ابعاد به راحتی قابل پوشش نخواهند بود و سازمان را به سوی زوال خواهد برد، لذا مدیران شرکت زامیاد باید به این ابعاد و به خصوص بعد تکنولوژیکی توجه فراوان داشته و با توسعه هر چه سریع‌تر آنها، زمینه را برای ایجاد جهشی (همان‌طور که در تجزیه و تحلیل حساسیت نشان داده شد) در جهت بهبود عملکرد و افزایش سطح نابی فراهم کند. شرکت پارس خودرو در دو بعد ابزارها وتکنیک‌ها (۰/۲۵۴۵) و

تکنولوژی (۰/۳۶۹) دارای رتبه‌ای متوسطی است و به واسطه کسب رتبه‌ای ضعیف دربعد زیرساخت‌ها (۰/۱۵۲۶)، نتوانسته است از پتانسیل‌های موجود خود، به طور موثری استفاده کند و در نتیجه پایین‌ترین رتبه را در میان شرکت‌های حاضر کسب کرده است. به نظر می‌رسد که این شرکت علی‌رغم انجام سرمایه‌گذاری‌هایی در ابعاد تکنیکی و تکنولوژیکی، به اهمیت عوامل زیرساختی و نقش اساسی آنها در به‌کارگیری هرچه اثربخش‌تر تکنیک‌ها و تکنولوژی توجه کمتری نموده و عملا نه تنها سازمان را از انجام این سرمایه‌گذاری‌ها منتفع نگردانیده، بلکه دچار نوعی سردرگمی نیز شده است. پیشنهاد می‌شود که ابتدا مسئولان و مدیران، این شرکت را از اهداف و فلسفه نابی آگاه نموده و آنها را با کارکردهای هر یک از فعالیت‌های نابی و سهم آنها در جهت تحقق نابی و اهداف سازمان، آشنا نمایند تا بتوانند جهت‌گیری شفاف و صریحی را اتخاذ نمایند. خلاصه اینکه، شرکت‌ها می‌توانند با در نظر گرفتن شرایط خاص سازمانی و محیطی خود و با ایجاد توازنی منطقی در هر سه بعد ذکر شده به نحو اثربخش‌تری از فواید هر یک از فعالیت‌های مربوط به این ابعاد استفاده کنند و موجبات رشد خود را فراهم آوردند. زیرا عدم وجود توازن میان این ابعاد به طرز چشمگیری سازمان را از رسیدن به اهداف خود باز خواهد داشت و حتی آنها را به تهدیدی برای سازمان بدل کند.

منابع و مآخذ

۱. قدسی‌پور، سیدحسین، **فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی**، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۸۵.

۲. مومنی، منصور، **مباحث نوین تحقیق در عملیات**، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۸۵.

3. Bohemia, E., **Lean Manufacturing And Its Impact On The Role Of Industrial Designers In Australia**, A Thesis Submitted For fulfillment of the requirement for the degree of PhD, Faculty of the built environment, the university of new south wales, ۲۰۰۲.
4. Boyer, K., **An assessment of managerial commitment to lean production**, International Journal of Operations & Production Management, 16 (1), 1996.
5. Cusumano, M.A., **The Japanese Automobile Industry: Technology and Management at Nissan and Toyota** (Harvard East Asian Monographs, No. 122) Harvard University Press, Boston, 1985.
6. Greene, B. MA, **Taxonomy of the Production Tools and Techniques**, Knoxville: A Dissertation For The Doctor of Philosophy Degree, The University of Tennessee, 2002.
7. Holweg, M., **"the geneology of lean production"**, journal of operation management, 25 , 2007.
8. Karlsson, C., Ahlestrom, P. **,"Assessing changes towards lean production"**, International Journal of Operations & Production Management, 16(2), 1996.
9. Lin, C.-J., & Wei-Wen, W., **A Fuzzy Extesion of DEMATEL method for group decision making**, . 2004.
10. Pettersen, Jostein., **Defining lean production:some conceptual and practical issues**, The TQM journal, 2 (2), 2009.
11. Saaty, T.L., **The analytic network process-decision making with dependence and feedback**, Pittsburgh, PA: RWS Publications, 1996.
12. Sanchez, A.m., Perez, M.P., **Lean Indicators and Manufacturing Strategies**, International Journal of Operation& Production Management, 21(11), 2001.
13. Sandanayake, YG., Oduzoa, CF., Proverbs, D.G., **A systematic modeling and simulation approach for performance optimization**, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 24, 2008.
14. Shah, R., Ward, P.T., **Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance**, Journal of Operation Management, 21 (2), 2003.
15. Shah, R., Ward, P.T., **Defining and developing measures of lean production**, Journal of Operations Management, 25(4), 2007.
16. Soriano-Meier, H., Forrester, P.L., **A model for evaluating the degree if leanness of manufacturing firm**, Integrated Manufacturing Systems, 13(2), 2002.
17. Spear, S., Bowen, H.K., **Decoding the DNA of the Toyota Production System**, Harvard Business Review, 77 (9/10). 1999.

18. Womack, J.P., Jones, D.T.,**"From lean production to the lean enterprise"**, Harvard Business Review, 72(March–April (2)), 1999.
19. Womack, J.P., Jones, D.T., **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth for Your Corporation**, Simon & Schuster, New York, 1996b.
20. Wu, Wei-wen., **"Choising knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach"**, Expert systems with application,35, 2008.