

شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر بهره وری شرکتهای تولید کننده رادیو- تلویزیون با استفاده از روش تحلیل فرآیند شبکه ای (ANP)

نویسندگان: عزت الله اصغری زاده^۱ و سلطانعلی شهریاری^{۲*}

۱. استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه تهران

۲. دانشجوی دکتری مدیریت تحقیق در عملیات دانشگاه تهران

*Email : sa_shahriari@yahoo.com

چکیده

در شرایط بسیار پیچیده، متغیر و مملو از رقابت کنونی تنها سازمانهایی قادر به رقابت و حفظ بقاء خویش هستند که با آگاهی و شناخت از وضع موجود به برنامه ریزی جهت نیل به وضع مطلوب خود بپردازند. در چنین شرایطی شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر بهره وری می تواند به عنوان یکی از مهمترین عوامل شناخت وضع موجود یک سازمان به تعیین اهداف، برنامه ریزی و تلاش آن سازمان جهت رسیدن به چنین اهدافی نقشی حیاتی ایفاء نماید. مقاله حاضر به دنبال آن است تا با بکارگیری تحلیل فرآیند شبکه ای به عنوان یکی از روشهای بسیار کارآمد تئوری تصمیم گیری به شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر بهره وری شرکتهای تولید کننده رادیو- تلویزیون ایران بپردازد. در این مقاله ابتداء با استفاده از نظر خبرگان عواملی چون انعطاف پذیری تولید، کیفیت تولید به عنوان عوامل موثر بر بهره وری شرکتهای تولید کننده رادیو- تلویزیون ایران شناسایی گردید و سپس با توجه به تاثیر عوامل شناسایی شده بر هم و نیز تاثیر این عوامل بر بهره وری با بکارگیری تحلیل فرآیند شبکه ای اقدام به تعیین درجه اهمیت هر یک از این عوامل شد. به عبارت دیگر پس از تعیین روابط میان عوامل مختلف جهت مدلسازی مساله به علت غیرخطی بودن روابط میان عوامل از این تکنیک که توانایی در نظر گرفتن روابط متفاوت و متقابل میان عوامل مختلف را دارد، استفاده شد. در نهایت نیز جهت حل مساله از روش توانهای افزایشی به کمک نرم افزار MATLAB(6.1) استفاده گردید.

واژگان کلیدی: بهره وری، تحلیل فرآیند شبکه ای، توانهای افزایشی، انعطاف پذیری، کیفیت، شرکتهای تولید کننده رادیو و تلویزیون

دانشور

رئیس

مدیریت و پیشرفت

Management and
Achievement

• دریافت مقاله: ۸۶/۵/۲۱
• پذیرش مقاله: ۸۹/۱۱/۲۰

Scientific-Research
Journal of
Shahed University
Eighteenth Year
No. 47-2
Jun.Jul.2011

دوماهنامه علمی- پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال هجدهم- دوره جدید
شماره ۲-۴۷
تیر ۱۳۹۰

۱. مقدمه

امروزه اهمیت بهره وری^۱ و ضرورت بررسی آن با توجه به افزایش رقابت، پیچیدگی تکنولوژی، تنوع سلیقه ها، کمبود منابع و سرعت تبادل اطلاعات برکسی پوشیده نیست. اگر چه بهره وری واژه ای است مرسوم که هم در سطح کلان و هم در سطح خرد مطرح است و طیفی وسیع از سنجش و چگونگی عملکرد را شامل می شود اما علی رغم اهمیت و گستره بکارگیری آن، مفهوم آن برای بسیاری از مدیران روشن و مشخص نیست و غالباً آن را به دیدگاههای خود محدود می کنند. در این مقاله قبل از آنکه به شناسایی عوامل موثر بر بهره وری پردازیم لازم است که ابتدا مفهوم خود بهره وری را مشخص نمائیم تا هرگونه ابهام پیرامون این واژه پر رمز و راز مرتفع گردیده و هسته مقصود از پوسته معروف آن مشهود گردد.

از بهره وری تعاریف مختلفی نظیر انجام درست کارهای درست یا به عبارتی میزان موفقیت سیستم در استفاده بهینه از منابع جهت کسب اهداف صورت پذیرفته است اما در اصطلاح اقتصادی، بهره وری به عنوان نسبت ستاده به داده بیان می شود. بنابراین جهت مشخص شدن مقصود، بهره وری در این مقاله نسبت ستاده به داده تعریف شده است. با عنایت به این تعریف پس از بحثی پیرامون بهره وری و تشریح مدل ANP برای شرکتهای تولید کننده وسایل سمعی و بصری عوامل موثر بر بهره وری شناسایی و انگاه رتبه بندی گردیدند.

۲. پیشینه تحقیق

در این قسمت به اختصار به مفاهیم بهره وری و تحلیل فرآیند شبکه ای می پردازیم.

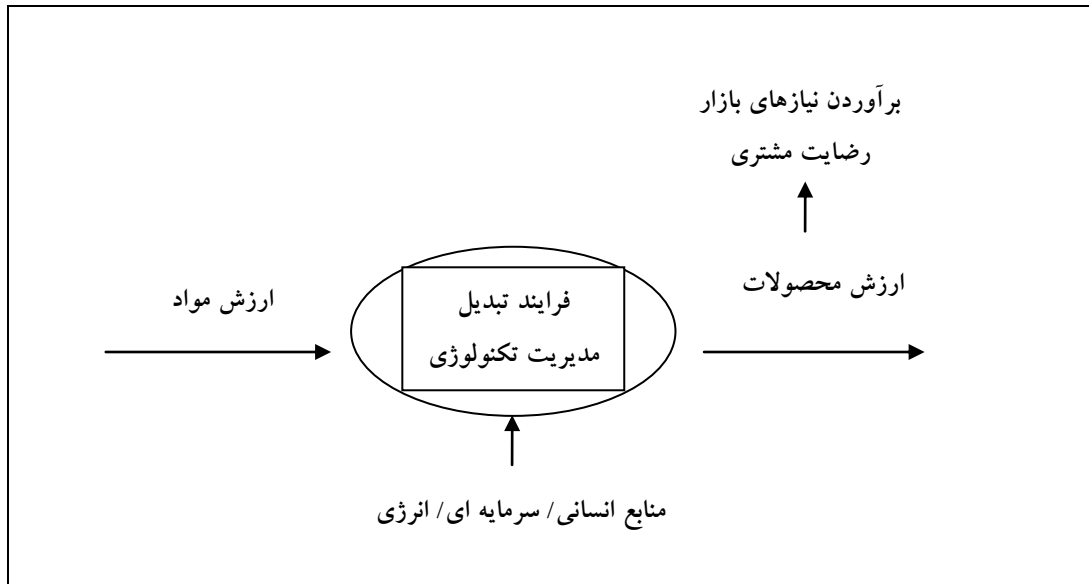
۲-۱ بهره وری: از آنجا که تحقیقات بسیار وسیعی در زمینه بهره وری و مفاهیم مرتبط با آن صورت گرفته است در زیر به اختصار به ذکر تعاریفی از بهره وری و بیان مفهوم آن در سازمانهای تولیدی بسنده می شود. مرکز بهره وری اروپا معتقد است که بهره وری عبارتست از:

۱. درجه استفاده موثر از هر یک از عوامل تولید. ۲. دیدگاهی فکری که همواره سعی دارد آنچه را در حال حاضر موجود است، بهبود بخشد. مرکز بهره وری ژاپن نیز آنرا به حداکثر رساندن استفاده از منابع فیزیکی، نیروی انسانی و سایر عوامل به شیوه علمی می داند که منجر به کاهش هزینه های تولید، گسترش بازارها، افزایش اشتغال و بالا رفتن سطح زندگی همه آحاد جامعه می شود (۱). دیویس^۲ آنرا تغییر بدست آمده در مقدار محصول در ازای منابع مصرف شده تعریف کرده است (۲). همچنین در یک تعریف نسبتا کلی بهره وری را نسبت ستاده به داده تعریف می نمایند (۱۴). از دیگر تعاریف بهره وری می توان به تعاریفی چون انجام درست کارهای درست یا میزان موفقیت سیستم در استفاده بهینه از منابع جهت کسب اهداف اشاره کرد.

۲-۲ مفهوم بهره وری در واحدهای تولیدی

در اصطلاح اقتصادی، بهره وری به عنوان نسبت ستاده به داده تعریف شده است. بهره وری از این واقعیت سرچشمه می گیرد که هر بنگاهی ارزشهایی را از طریق فعالیتهای خود ایجاد می نماید. هر یک از فعالیتهای تولیدی، فرآیندی از افزایش ارزش داده هاست. این ارزش، خود را با اظهار رضایت مشتریان در بازار نشان می دهد. در جریان ایجاد و افزایش ارزش، تکنولوژی و مدیریت دو عامل اساسی به شمار می روند. بنابراین بهره وری به میزان زیادی به تکنولوژی و شیوه مدیریت متکی است. نمودار (۱) بیانگر مفهوم بهره وری در واحدهای تولیدی است.

² Davis¹ Productivity



نمودار ۱. مفهوم بهره وری در واحدهای تولیدی، منبع (۶)

گیری موجود دیگر سلسله مراتبی نبوده و یک مساله سیستم با بازخور تلقی می شود که AHP قادر به حل آن نبوده و بنابراین کاربرد AHP مورد شک واقع خواهد شد (۳). در چنین حالتی که شاخص ها و عناصر هر سطح مستقل از یکدیگر نبوده و ساختار سلسله مراتبی نیست. ساعتی روشی دیگر تحت عنوان فرایند تحلیل شبکه ای را مطرح کرده است بنابراین می توان گفت که ANP یک فرم کلی تر AHP است به عبارت دیگر ANP تعمیم یافته AHP است. درحالیکه در مدل های AHP یک رابطه سلسله مراتبی یک طرفه میان سطوح تصمیم گیری در نظر گرفته می شود، در ANP روابط پیچیده تری میان سطوح تصمیم گیری و شاخصها در نظر گرفته می شود. برای مثال در AHP، بالاترین سطح درخت سلسله مراتبی هدف کلی مدل تصمیم گیری قرار دارد. در حالیکه در ANP، وابستگی میان عوامل و سطوح عوامل به عنوان یک "رویکرد سیستم های با بازخور"^۴ تعریف می شود. و AHP این حلقه های بازخور میان عوامل را در نظر نمی گیرد. اگر چه در ANP اهمیت نسبی یا تاثیرات قوی روی یک عنصر مفروض بصورت یک مقیاس نسبتی شبیه به AHP سنجیده می شود، اما همچنانکه گفته شد، ممکن است وابستگی میان سطوح عوامل مورد ارزیابی

وظیفه اصلی فعالیت های تولیدی، افزودن ارزش داده هاست. با انجام این وظایف شرکتها محصول خود را تولید و آن را به مصرف کنندگان ارائه می کنند. بنابراین بهره وری بازتاب اثرات و نتایج فعالیتهای تولیدی است (۶). بر این اساس شناسایی عوامل موثر بر آن و تعیین درجه اهمیت هر یک از این عوامل امری ضروری از نظر برنامه ریزی جهت ارتقاء و بهبود بهره وری می باشد.

۳-۲) فرایند تحلیل شبکه ای (ANP)

در ابتدای دهه ۱۹۷۰ توماس ال ساعتی^۲ بر اساس تحلیل مغز انسان در برخورد با مسائل پیچیده و فازی روشی بنام فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۳ یا AHP مطرح کرد. این روش که مبتنی بر اصول تعیین ساختار سلسله مراتبی برای مساله و نیز تعیین ترجیحات با استفاده از مقایسات زوجی است به وفور توسط محققین مختلف بکار گرفته شده است. از آنجا که توانایی تجزیه و تحلیل یک مساله تصمیم گیری با ساختار سلسله مراتبی، یکی از مبانی اساسی در استفاده از روش AHP است و لازمه داشتن یک ساختار سلسله مراتبی نیز آن است که شاخص ها و عناصر یک سطح بستگی به عناصر سطوح دیگر نداشته و از آنها مستقل باشند در غیر این صورت سیستم تصمیم

¹ Analytical Network Process

² Tomas.L. Saaty

³ Analytical Hierarchy Process

⁴ feedback

است و اهمیت نسبی وزن‌ها بوسیله تشکیل یک سوپرماتریس تعیین می شود (۳، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۵).

۳. روش شناسی تحقیق

این تحقیق با روش توصیفی و از نوع پیمایشی انجام شده است بدین معنا که جهت جمع آوری اطلاعات مورد نیاز برای تدوین پیشنه تحقیق و مبانی نظری آن از روش کتابخانه ای و جهت اولویت بندی عوامل موثر بر بهره وری شرکتهای مورد مطالعه از روش میدانی استفاده شده است (۵).

۴. اهداف تحقیق

این مطالعه درصدد است تا علاوه بر شناخت عوامل موثر بر بهره وری شرکتهای تولیدکننده رادیو و تلویزیون، درجه اهمیت هر یک از این عوامل را تعیین نماید بنابراین اهداف تحقیق شامل: ۱. شناسایی عوامل موثر بر بهره وری شرکتهای مورد مطالعه ۲. تعیین درجه اهمیت و اولویت بندی عوامل شناسایی شده ۳. ارائه پیشنهادات لازم جهت ارتقاء و بهبود بهره وری می باشد.

۵. سوالات تحقیق

الف) چه عواملی بر بهره وری شرکتهای تولیدکننده رادیو تلویزیون موثرند؟
ب) اولویت و تاثیر این عوامل چگونه است؟

۶. جامعه آماری، ابزار جمع آوری داده ها و نحوه تجزیه و تحلیل آنها

جامعه شامل شرکتهای تولیدکننده رادیو تلویزیون شامل صنایع الکتریک، پارس الکتریک، صا ایران و سام الکتریک بوده و ابزار جمع آوری داده ها و نحوه تجزیه و تحلیل آنها ابتدا با استفاده از نظر متخصصان اقدام به بررسی روابط میان عوامل مختلف کرده و پیرامون ارتباط و عدم ارتباط عوامل مختلف با هم یا به عبارتی تاثیر و اثر عوامل مختلف بر هم به بحث و تبادل نظر پرداخته شد پس از تعیین روابط میان عوامل مختلف جهت مدلسازی

قرار گیرد که در این صورت برخلاف AHP که ناتوان از چنین ارزیابی است ANP قادر به کنترل روابط وابسته میان عناصر بوسیله بدست آوردن اوزان مشترک (اوزان مرکب^۱) از طریق توسعه یک سوپرماتریس^۲ است. بطور خلاصه باید گفت که ساعتی برای سیستم های با بازخورد متقابل روشی معروف به «روش ANP یا فرایند تحلیل شبکه ای»، بدین شرح مطرح می نماید: یک سیستم تصمیم گیری موجود با ساختار غیرسلسله مراتبی را به N زیر مجموعه (S_1, S_2, \dots, S_N) تقسیم می نماید. فرض کنید n_j نشان دهنده تعداد عناصر زیر مجموعه S_j بوده و w_{ik} بیانگر وزن عنصر k ام از زیر مجموعه S_i در مقایسه با عنصر یکم از زیر مجموعه S_j باشد، آنگاه ماتریس مقایسات از عناصر زیرگروه S_j ام در رابطه با عناصر موجود از زیر گروه S_j ام به قرار زیر خواهد بود:

$$\begin{bmatrix} w_{i1}^{j1} & w_{i1}^{j2} & \dots & w_{i1}^{jnj} \\ w_{i2}^{j1} & w_{i2}^{j2} & \dots & w_{i2}^{jnj} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{in}^{j1} & w_{in}^{j2} & \dots & w_{in}^{jnj} \end{bmatrix}$$

در نهایت ماتریس نهایی برای مقایسات از کلیه زیر مجموعه ها با هر یک از زیر مجموعه های دیگر موسوم به سوپرماتریس به شرح زیر است (۳):

$$\begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1N} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{N1} & w_{N2} & \dots & w_{NN} \end{bmatrix}$$

اوزان نهایی برای هر عنصر از هر زیرگروه به پیشنهاد ساعتی از راه حل موجود برای $\lim_{t \rightarrow \infty} w^{2t+1}$ بدست می آید. لازم به ذکر است که استدلال ساعتی بر اساس فرآیند زنجیره ای مارکوف استوار است. به عبارت دیگر مفهوم سوپر ماتریس مفهومی موازی با فرایند زنجیره مارکوف

¹ composite weight
² supermatrix

عامل درون سازمانی و چه عامل محیطی) که باعث تغییر در ستاده ها و یا داده ها گردد باعث ایجاد تغییر در بهره وری می گردد بنابراین بطور خلاصه می توان گفت که بهره وری در دو صورت می تواند تغییر یابد:

۱- داده ها یا مخرج کسر به علت تغییر در یک یا چند عامل تغییر یابند.

۲- ستاده ها یا صورت کسر به علت تغییر در یک یا چند عامل تغییر یابند.

در این تحقیق پس از بررسی و مطالعه تحقیقات مختلف انجام شده پیرامون معیارهای مختلف موثر بر بهره وری و عملکرد شرکتهای تولیدکننده تجهیزات صوتی و تصویری طبقه بندی نمایش داده شده در نمودار(۲) به عنوان عوامل موثر بر بهره وری استخراج گردید:

مساله به علت غیرخطی بودن روابط میان عوامل از روش تکنیک ANP که توانایی در نظر گرفتن روابط متفاوت و متقابل میان عوامل مختلف را دارد، استفاده گردید. داده های لازم جهت مدلسازی نیز با استفاده از پرسشنامه مقایسات زوجی جمع آوری شد.

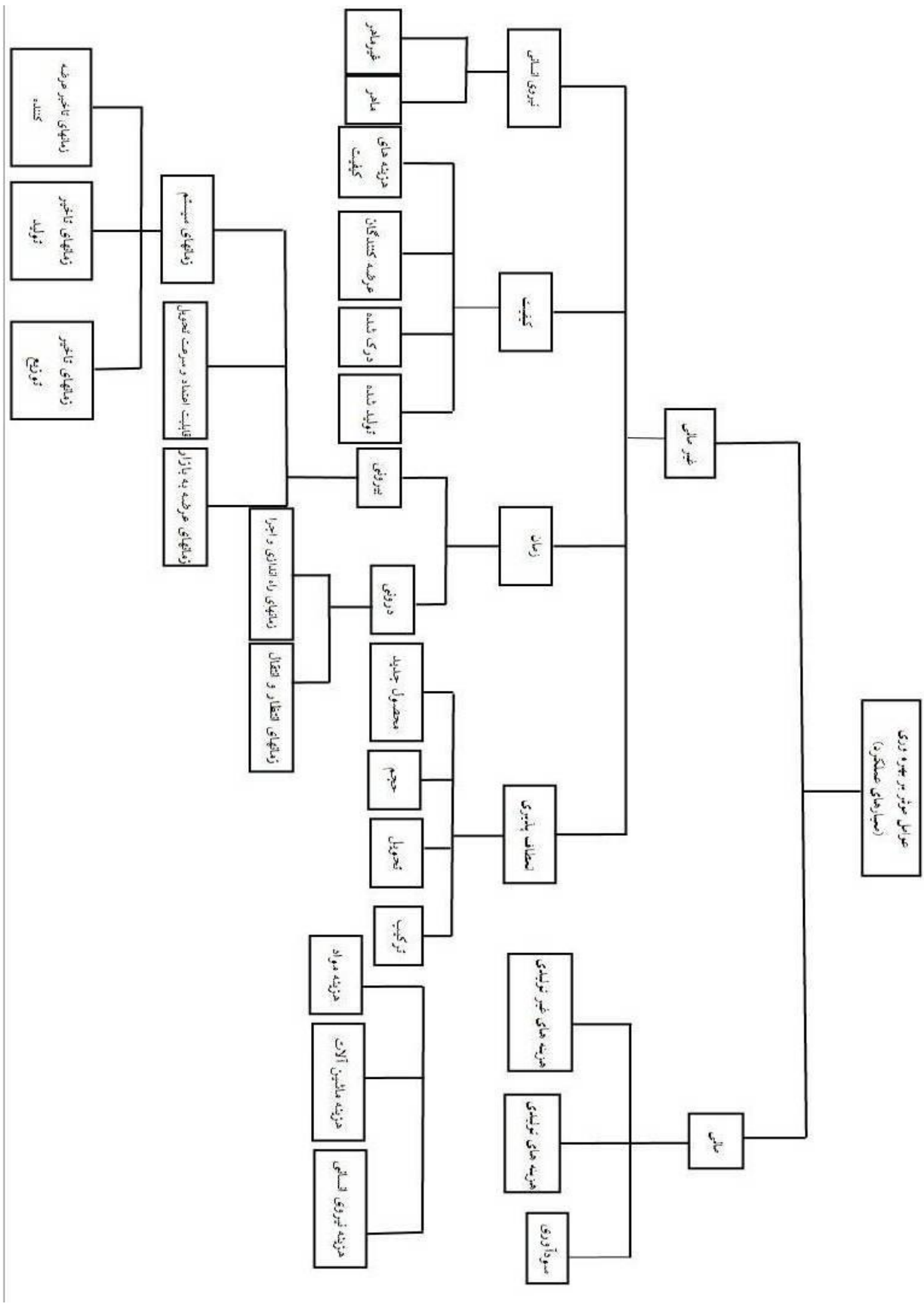
۷. مدلسازی مساله

۷-۱) عوامل موثر بر بهره وری شرکتهای مورد

بررسی

از آنجا که امکان شناسایی عوامل موثر بر بهره وری و اولویت بندی آنها بدون شناخت دقیق و تعریف واضح و روشنی از آن میسر نیست، با در نظر گرفتن تعریف "نسبت ستاده به داده" می توان عوامل و چگونگی تاثیرشان را بر بهره وری مشخص کرد. به عبارت دیگر هر عاملی (چه

شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر بهره وری شرکت های تولید کننده...



ج) سایر هزینه ها (هزینه های غیرتولیدی)^۷: این هزینه ها نیز چون هزینه های تولیدی باعث ایجاد تغییر در مخرج کسر بهره وری گردیده، لذا از طریق ایجاد تغییر در مخرج کسر بهره وری تاثیر خود را بر بهره وری تثبیت می نماید.

۲- معیارهای غیرمالی^۸: بر خلاف معیارهای مالی موثر بر بهره وری که به سادگی می توان آنها را اندازه گیری و تاثیر آنها را بر بهره وری تحلیل نمود دسته ای دیگر از معیارها (معیارهای غیرمالی) وجود دارند که نه تنها سنجش آنها دارای پیچیدگی و ابهامات بسیار زیادی است بلکه تحلیل دقیق تاثیر این معیارها بر بهره وری نیز کار چندان ساده ای به نظر نمی رسد. این معیارها که معمولا بوسیله واحدهای غیرپولی سنجیده می شوند در عین تاثیر و اثر و ارتباطی که با عملکرد مالی، اقتصادی و نیز بهره وری شرکت دارند بر یکدیگر نیز دارای تاثیر و تاثراتی هستند که این تأثیر و تأثرات چندانکه باعث پیچیدگی بیش از پیش موضوع می گردد. لذا می توان گفت که تغییر هر یک از معیارهای غیر مالی می تواند همزمان باعث تغییر صورت و مخرج کسر بهره وری شود برای مثال انعطاف پذیری حجم محصول باعث می شود تا به تقاضای غیر منتظره ی مشتریان برای محصول پاسخ داده شود و این خود باعث افزایش رضایت مشتری از عملکرد شرکت، کسب سودآوری می شود که این خود به مفهوم تغییر صورت کسر بهره وری می باشد همچنین برای پاسخ گویی در برابر این تغییرات نیاز به استفاده ی بیشتر و منعطف از نیروی انسانی (مثلا اضافه کاری در ساعات غیر اداری) و سایر منابع می باشد که این باعث افزایش هزینه های مختلف تولید شده و بنابراین مخرج کسر بهره وری تغییر می کند به هر حال معیارهای غیرمالی مورد نظر در این تحقیق شامل موارد زیر است.

الف) انعطاف پذیری^۹: از انعطاف پذیری در کتب و مقالات تولید و سیستمهای انعطاف پذیر تولید تعاریف متعددی صورت گرفته است و ابعاد و طبقه بندی های مختلفی برای آن در نظر گرفته شده است تعریف مورد

در ادامه به تشریح مختصر هر یک از معیارهای فوق و چگونگی تاثیرشان بر کسر بهره وری پرداخته می شود. همچنانکه نمودار فوق (این نمودار با اندک تغییراتی از منبع (۷) ترسیم شده است) نشان می دهد معیارهای عملکرد یا عوامل موثر بر بهره وری به دو دسته کلی معیارهای مالی و معیارهای غیر مالی تقسیم شده است.

۱- معیارهای مالی^۱: این معیارها که شامل درآمد، سودآوری و هزینه های انجام شده توسط شرکت می باشد. معمولا بوسیله فرمولها و روابط ریاضی قابل محاسبه می باشند. معیارهای مالی موثر بر بهره وری که در این تحقیق در نظر گرفته شد، بدین شرح است:

الف) هزینه های تولید^۲: هزینه های تولید به عنوان یکی از عوامل بسیار مهم، نقش کلیدی در تعیین بهره وری سازمان دارد. این هزینه ها که تاثیر خود را بر بهره وری از طریق ایجاد تغییر در مخرج کسر بهره وری تثبیت می نماید. شامل موارد زیر است:

الف-۱) هزینه نیروی انسانی^۳ الف-۲) هزینه مواد^۴ الف-۳) هزینه ماشین آلات^۵

ب) سودآوری^۶: به جرأت می توان سودآوری را به عنوان اساسی ترین و یا حداقل یکی از اساسی ترین اهداف هر سازمان تولیدی دانست. استفاده بهینه از منابع، تولید بیشتر، انعطاف پذیری بالاتر و تولید محصول یا محصولاتی باکیفیت بهتر همه و همه در جهت افزایش درآمد و کسب سودآوری بیشتر برای یک سازمان است. نرخ سودآوری بالاتر بیانگر توفیق بیشتر در انجام عملیات و استفاده بهینه از منابع در جهت اهداف یا به عبارتی دقیق تر در جهت تولید بهره ور و افزایش بهره وری است. بنابراین کاملا واضح است که تغییر در میزان سودآوری یک شرکت باعث ایجاد تغییر در صورت کسر بهره وری می گردد.

¹ financial
² production costs
³ manpower cost
⁴ material cost
⁵ facilities cost
⁶ profitability

⁷ Non-production costs

⁸ Non-financial

⁹ flexibility

بهره وری را تغییر دهد برای مثال افزایش زمان انتظار و انتقال در خط تولید باعث کاهش سرعت تولید و در نتیجه کاهش میزان تولید (کاهش صورت کسر بهره وری) می شود و در عین حال افزایش این زمان سبب افزایش هزینه هایی نظیر دستمزد و عدم استفاده ی بهینه از ماشین آلات (افزایش مخرج کسر بهره وری) می گردد.

ج) کیفیت^{۱۶}: بطور کلی زمانی که نیاز به تولید یک محصول یا خدمت احساس شود ایده های اولیه باید از فرآیند طراحی گذشته تا قابل تبدیل به یک محصول واقعی شوند. در فرآیند طراحی ویژگی هایی بر اساس نیازهای مشتریان، محدودیت های تولید و غیره برای محصول در نظر گرفته می شود حال چنانچه ویژگی های محصول تولید شده با آنچه که بطور استاندارد در مرحله طراحی تعریف شده بود تطابق داشته باشد از نظر تولید کننده این محصول با کیفیت خواهد بود. به عبارت دیگر چنانچه ویژگی های مربوط به تولید کننده از قبیل کاهش هزینه تولید، انطباق با ویژگی ها و مشخصات فنی، زمان تولید، هزینه انبار داری، هزینه حمل و نقل، افزایش فروش و... را برآورده سازد، محصول با کیفیت تولید شده است. از منظر مصرف کننده کیفیت محصول عبارت از تطابق ویژگی های محصول با نیازهای مشتری می باشد به عبارت دیگر مشتری عواملی از قبیل هزینه و زمان تولید را در نظر نمی گیرد و عوامل قابل لمس از قبیل قیمت و ویژگی های کیفیت (استحکام، زیباشناسی، سهولت استفاده و...) ملاک قضاوت او در مورد کیفیت است. نمودار (۳) به خوبی این دو دیدگاه را نسبت به مفهوم کیفیت نشان می دهد.

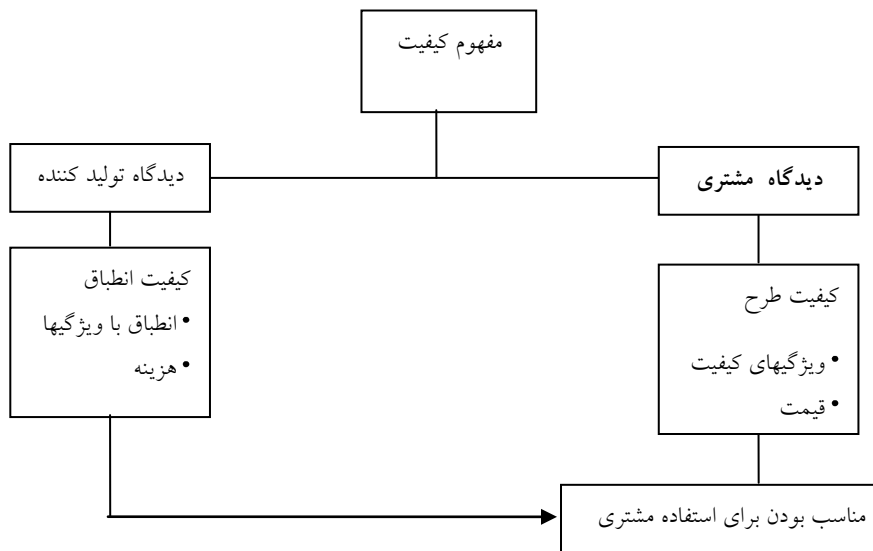
پذیرش ما از انعطاف پذیری و ابعاد در نظر گرفته شده برای آن عبارت از توانایی پاسخ به یک تغییر محیطی است که چهار بعد به شرح زیر را دارا می باشد:

۱. انعطاف پذیری حجم^۱: عبارتست از توانایی تغییر سطح خروجی محصولات تولید شده
 ۲. انعطاف پذیری فرآیند تحویل^۲: عبارتست از توانایی تغییر تاریخهای تحویل برنامه ریزی شده
 - ۳- انعطاف پذیری ترکیب^۳: عبارتست از توانایی تغییر نوع محصولات تولید شده
 - ۴- انعطاف پذیری محصول جدید^۴: عبارتست از توانایی معرفی و تولید محصولات جدید (این انعطاف پذیری شامل اصلاح محصولات فعلی نیز می باشد) (۸).
- با توجه به هدف یا اهداف شرکت، تغییر انعطاف پذیری ممکن است باعث ایجاد تغییر صورت، مخرج و یا بطور همزمان صورت و مخرج کسر بهره وری گردد.
- ب) زمان^۵:** این معیار را می توان به دو دسته کلی درونی و بیرونی تقسیم کرد.

۱. زمان درونی^۶: ب-۱-۱) زمانهای انتظار و انتقال^۷
 - ب-۱-۲) زمانهای راه اندازی و اجرا^۸
 ۲. زمان بیرونی^۹: ب-۲-۱) زمانهای عرضه به بازار^{۱۰}
 - ب-۲-۲) سرعت تحویل و قابلیت اعتماد^{۱۱}
 - ب-۲-۳) زمانهای سیستم^{۱۲} شامل موارد زیر می باشد:
 - ب-۲-۳-۱) زمانهای تاخیر توزیع^{۱۳}
 - ب-۲-۳-۲) زمانهای تاخیر عرضه کنندگان^{۱۴}
 - ب-۲-۳-۳) زمانهای تاخیر عرضه کنندگان^{۱۵} (۷)
- تشریح تاثیر این معیار نیز همچون انعطاف پذیری است. به عبارت دیگر زمان هم می تواند صورت و مخرج کسر

¹ volume flexibility
² delivery flexibility
³ mix flexibility
⁴ new product flexibility
⁵ time
⁶ internal time
⁷ wait and move times
⁸ run and setup times
⁹ external time
¹⁰ time-to-market
¹¹ delivery speed & reliability
¹² system times
¹³ distribution lead times
¹⁴ manufacturing time
¹⁵ supplying lead time

¹⁶ quality



نمودار ۳. مفهوم کیفیت (۱۴)

از نظر مفهومی می توان کیفیت را به دو طبقه کیفیت درونی (کیفیت تولید شده و هزینه های کیفیت) و کیفیت بیرونی (کیفیت درک شده و کیفیت عرضه کنندگان) تقسیم کرد. کیفیت تولید شده شامل کنترل فرآیند آماری و تولید کالای معیوب بازگشت داده شده در خلال دوره ضمانت می باشد. کیفیت درک شده مربوط به رضایت مشتری و خدمات پس از فروش است. کیفیت عرضه کنندگان مربوط به خرید مواد اولیه از عرضه کنندگان و درجه کیفیت مواد ارائه شده از سوی فروشندگان می باشد (۷). هزینه های کیفیت نیز شامل موارد زیر است:

- ۱- هزینه های پیشگیری: هزینه هایی که از طریق آنها می توان از تولید کالای معیوب و یا ارائه خدمات بطور ناقص جلوگیری کرد مانند تعمیرات پیشگیرانه یا تاثیر عرضه کننده شامل انتخاب، ارزیابی و ممیزی عرضه کننده، ممیزی کیفیت شامل ممیزی داخلی محصول، روشهای اجرایی و سیستم.

در این نمودار کیفیت انطباق یعنی اطمینان از اینکه محصول یا خدمت طبق طرح ساخته شده است و با طراحی، مواد، تجهیزات، آموزش، نظارت و کنترل به دست می آید. کیفیت طرح شامل طراحی ویژگی های کیفیت در یک محصول یا خدمت مطابق با نیازهای مشتری است. بطور خلاصه می توان تعریف مورد نظر در این تحقیق برای کیفیت را بصورت زیر ارائه نمود: کیفیت عبارتست از درجه ای که یک محصول (کالا یا خدمت) ضمن تطبیق با مشخصات فنی و طراحی، با انتظارات و نیازهای مشتری نیز انطباق داشته باشد. همچنین این معیار شامل موارد زیر است:

- ۱- کیفیت کالا یا محصول تولید شده (کیفیت تولید شده)^۱
- ۲- کیفیت درک شده بوسیله مشتری (کیفیت درک شده)^۲
- ۳- کیفیت مواد و منابع که بوسیله عرضه کنندگان ارائه می گردد (کیفیت عرضه کننده)^۳
- ۴- هزینه های کیفیت^۴ (۱۴).

¹ produced quality
² perceived quality
³ in-bound quality
⁴ quality costs

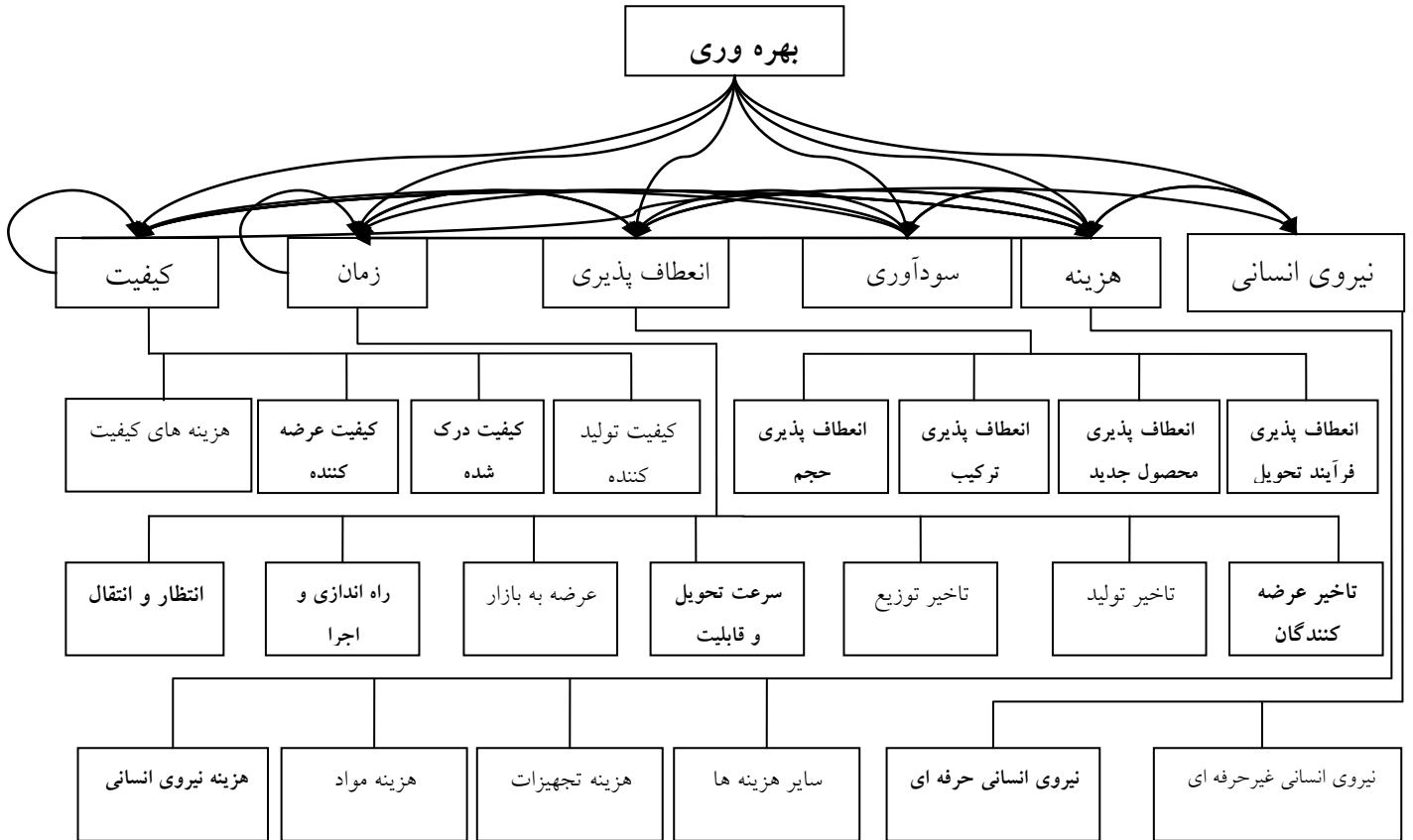
۲ - هزینه های ارزیابی: هزینه فعالیت به منظور سنجش و ارزیابی محصولات، فرآیندها و خدمات جهت حصول اطمینان از مطابقت با استانداردهای کیفیت و مشخصات تعیین شده برای محصول و خدمات مانند هزینه های آزمون مواد اولیه، هزینه آزمون نمونه های طراحی

۳ - هزینه های رفع نقایص و معایب با منشاء داخلی: هزینه هایی که به علت کیفیت پایین شامل نقایص و معایب موجود در کالا قبل از اینکه به دست مشتری برسد، رخ می دهد. برای مثال ضایعات، دوباره کاری و بازرسی در آزمون مجدد جزء این هزینه ها است. ۴- هزینه رفع نقایص و معایب با منشاء خارجی: هزینه های رفع نقایص و معایبی که بعد از دریافت کالا توسط مشتری ایجاد می شود. مانند زیان دریافت نکردن سفارشات آتی، شکایت مشتریان.

د) نیروی انسانی: که شامل نیروی ماهر و آموزش دیده و نیروی غیرماهر است.

۲-۷) ترسیم شبکه ANP مساله

پس از شناسایی عوامل موثر بر بهره وری شرکتهای تولید کننده رادیو و تلویزیون، مطابق با نمودار (۲)، اقدام به اندازه گیری تاثیرات این عوامل بر بهره وری و همچنین اندازه گیری تاثیر هر یک از این عوامل بر همدیگر مطابق با نمودار (۴) شده است.



نمودار ۴. شبکه ANP مساله

در این تحقیق علائم اختصاری نیز مطابق باجدول زیر می باشد.

جدول ۱. علائم اختصاری

معیار	بهره وری	کیفیت تولید شده	کیفیت درک شده	کیفیت عرضه کننده	هزینه های کیفیت	زمانهای انتظار و انتقال	زمانهای راه اندازی و اجرا	زمانهای عرضه به بازار
علامت اختصاری	Pro	Q1	Q2	Q3	Q4	T1	T2	T3
معیار	سرعت تحویل و قابلیت اعتماد	زمانهای تاخیر توزیع	زمانهای تاخیر تولید	زمانهای تاخیر عرضه کنندگان	انعطاف پذیری حجم	انعطاف پذیری تحویل	انعطاف پذیری ترکیب	انعطاف پذیری محصول جدید
علامت اختصاری	T4	T5	T6	T7	F1	F2	F3	F4
معیار	سودآوری	هزینه نیروی انسانی	هزینه مواد	هزینه ماشین آلات	سایر هزینه	نیروی انسانی ماهر	نیروی انسانی غیرماهر	
علامت اختصاری	P	C1	C2	C3	C4	H1	H2	

روابط میان عوامل مختلف جهت مدلسازی مساله به علت غیرخطی بودن روابط میان عوامل از تکنیک ANP که توانایی در نظر گرفتن روابط متفاوت و متقابل میان عوامل مختلف را دارد، استفاده گردید. جهت مدلسازی مساله با توجه به ارتباط میان عوامل موثر بر بهره وری که در نمودار(۴)، با استفاده از نظر خبرگان بدست آمده، سوپرماتریس اولیه به شکل زیر تشکیل می گردد.

همچنانکه گفته شد جهت اندازه گیری تاثیرات مشخص شده عوامل مختلف بر همدیگر و همچنین تاثیر این عوامل بر بهره وری از تکنیک ANP به شرح زیر استفاده گردید. ابتدا با استفاده از نظر متخصصان اقدام به بررسی روابط میان عوامل مختلف کرده و ارتباط و عدم ارتباط عوامل مختلف با هم یا به عبارتی تاثیر و تاثر عوامل مختلف بر هم تعریف و مشخص گردید پس از تعیین

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Q & Q^1 & 0 & 0 & Q^2 & Q^3 & 0 \\ T & 0 & T^1 & T^2 & T^3 & T^4 & 0 \\ F & 0 & F^1 & 0 & F^2 & F^3 & 0 \\ \pi & 0 & 0 & 0 & 0 & \pi^1 & 0 \\ C & C^1 & 0 & C^2 & C^3 & 0 & C^4 \\ H & H^1 & 0 & 0 & 0 & H^2 & 0 \end{pmatrix}$$

شکل ۱. فرم کلی سوپرماتریس اولیه (ISM)

درایه های (ماتریسهای فرعی) محاسبه شده و مطابق با جدول زیر همه قابل قبول بوده است.

نرخ سازگاری طبق گفته ی ساعتی از رابطه $CR = \frac{CI}{RI}$ بدست می آید. چنانچه $CR \leq 0.1$ باشد، سازگاری ماتریس پذیرفته می شود و چنانچه این نسبت بزرگتر از یک دهم (۱/۱) باشد باید از تصمیم گیرنده یا تصمیم گیرندگان خواسته شود که در قضاوت های مقایسه ای خود در جهت سازگاری بیشتر تجدید نظر کنند.

در این رابطه CI شاخص سازگاری و RI شاخص تصادفی (جدول ۸ پیوست) و CR نرخ سازگاری را نشان می دهد جدول (۵) نرخ سازگاری ماتریس های فرعی را نشان می دهد (۳).

درایه های این ماتریس که خود ماتریسهای فرعی با ابعاد مختلف می باشند با استفاده از پرسشنامه مقایسات زوجی تعیین شده اند. هر درایه این ماتریس که در حقیقت اوزان نسبی حاصل از تاثیر عوامل مختلف هر سطر بر هر یک از عوامل ستون می باشد را با استفاده از رابطه زیر یعنی $A.W = \mu.W$ به دست آمده است (۱۲). پس از تعیین این اوزان ماتریس ISM که به آن سوپرماتریس اولیه^۱ گفته می شود به فرم ماتریس جدول (۲) پیوست تشکیل شد. این ماتریس که در حقیقت بر مبنای روابط میان عوامل مختلف موثر بر بهره وری مطرح، و از نمودار (۴) استخراج شده است، حالت بسط یافته فرم کلی ارائه شده در شکل (۱) بوده و بیانگر مدل ANP مساله مورد بحث می باشد. لازم به توضیح است که مناسب بودن درایه های این ماتریس دقیقاً شبیه به مناسب بودن درایه های ماتریس مقایسات زوجی در AHP است یعنی در اینجا نیز نرخ سازگاری می بایست محاسبه شود که برای این ماتریس نیز نرخ سازگاری تمام

^۱ Initial SuperMatrix

حل مساله به کمک نرم افزار MATLAB از روش توانهای افزایشی یعنی $\lim_{t \rightarrow \infty} w^{2t+1}$ استفاده گردید و همگرایی جواب^۲ نیز پس از توان ۱۵ اتفاق افتاده است. ماتریس همگرا شده به جواب^۳ در جدول (۴) پیوست آمده است.

۹. نتیجه گیری و پیشنهادات

همچنانکه ذکر گردید همگرایی جواب مساله جهت تعیین اوزان در توان ۱۵ رخ داده است که در حقیقت این ماتریس تعیین کننده اوزان و تاثیر عوامل مختلف بر بهره وری شرکتهای تولید کننده رادیو و تلویزیون می باشد. جواب مساله ستون اول این ماتریس یعنی ستون زیر Pro می باشد. که در جدول زیر آمده است:

جدول ۵. نرخ سازگاری ماتریس های فرعی

H2	H1	C4	C3	C2	C1	P	F4	F3	F2	F1	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	Q4	Q3	Q2	Q1	ماتریس
.05 6	.06 4	.07 2	.06 1	.08 5	.09	.03 7	.02 9	.07 6	.05 4	.06 9	.05 6	.87	.00 9	.08 3	.06 6	.06 3	.03 9	.04 7	.08 1	.03 6	.01 3	نرخ سازگاری

جدول ۶. درجه اهمیت عوامل موثر بر بهره وری

معیار	Pro	Q1	Q2	Q3	Q4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
توان ۱۵	0	.0183	.0147	.0155	.0188	.0317	.0336	.0436	.0462	.0400	.0421	.0306
معیار	F1	F2	F3	F4	P	C1	C2	C3	C4	H1	H2	
توان ۱۵	.0444	.0421	.0481	.0441	.000	.0606	.0433	.0449	.0302	.0371	.0302	

جدول ۷. اولویت عوامل موثر بر بهره وری

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
C1	F3	T4	C3	F1	F4	T3	C2	F2	T6	T5	H1	T2	T1	T7	H2	C4	Q4	Q1	Q3	Q2	P

² Convergence solution

³ Convergence Matrix

¹ unsingular

۳. اصغریپور، محمدجواد، (۱۳۷۷) تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران.
۴. کاظمی، بابک، (۱۳۸۰) بهره وری، انتشارات موسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی.
۵. سکاران، اوما. (۱۳۸۰) روشهای تحقیق در مدیریت، ترجمه محمد صائبی و محمود شیرازی. تهران، مرکز آموزش مدیریت دولتی، چاپ اول
۶. طاهری، شهنام، (۱۳۷۸) بهره وری و تجزیه و تحلیل آن در سازمانها، نشر دهقان،
7. A. De.Toni and S.Tonchia, (2001) Performance measurement systems Models, characteristics and measures, International Journal of Operations and Production Management, Vol.21 No.1/2, pp 46-70.
8. Beamon, Taxonomy of flexibility, (1999) International Journal of Operations and Production Management, Vol.23, pp.56-80
9. Meade. Laura, Sarkis. Joseph. (1998) strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytical network process, Logistics and Transpn Rev, Vol.34, No 3, pp. 201-215.
10. Nick D. Hanley, Peter G. McGregor, J. Kim Swales, Karen Turner, (2006) The impact of a stimulus to energy efficiency on the economy and the environment: A regional computable general equilibrium analysis, Renewable Energy 31 161-171
11. Sarkis. Joseph (2003), Quantitative models for performance measurement systems- alternate considerations, production economics, 86pp. 81-90.
12. Sarkis. Joseph, (2003), A strategic framework for green supply chain management, Journal of cleaner production, Vol. 11, pp. 397-409.
13. Sarkis. Joseph, (1999) A methodological framework for evaluating environmentally conscious manufacturing program, computers and industrial engineering, 36, pp. 793-810
14. White. Gregory. P, A survey and taxonomy of strategy-related, (1996) performance measures for manufacturing, International Journal of Production Management, vol.16, No.3. pp.42-61.
15. Saaty, T. L. (1996) Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh, PA.

طبق جدول بالا اولویت عوامل مختلف موثر بر بهره وری به شرح زیر تعیین شده است:

این جدول که اولویت هر یک از عوامل شناسایی شده موثر بر بهره وری شرکت های رادیو و تلویزیون را نشان می دهد بیانگر تحقق هدف مطالعه می باشد. بنابراین به شرکت های مورد بررسی پیشنهاد می شود که بر عوامل موثر بر بهره وری که در اینجا شناسایی شده تمرکز بیشتری کرده و با برنامه ریزی مناسب جهت کنترل عواملی که طبق جدول (۶) تاثیر بیشتری بر بهره وری آنها دارند اقدام به بهبود بهره وری خود نمایند. به عبارت دیگر هزینه نیروی انسانی که مهمترین عامل تاثیرگذار روی کسر بهره وری می باشد می بایستی مورد عنایت و کنترل دقیق تری قرار گیرد پس از این عامل انعطاف پذیری ترکیب (F3) دارای ضریب اهمیت بالاتری بوده و در اولویت بعدی بایستی قرار گیرد اولویت های دیگر به شرح جدول فوق می باشد جالب توجه است که از بین عوامل شناسایی شده سودآوری (P) دارای کمترین اهمیت است و بنابراین مراقبت محسوس قابل ملاحظه ای را نمی طلبد. برای مطالعات آینده پیشنهاد می گردد که: ۱. حل مساله با استفاده از دیگر تکنیک های MADM صورت گرفته و با نتایج این مطالعه مقایسه گردد. ۲. تکنیک کارای ANP در اولویت بندی شرکت های تولیدکننده و مسائل سمعی و بصری در ایران بکار گرفته شود. ۳. بهره وری تولید و مسائل سمعی و بصری در ایران و یکی از کشورهای صنعتی از منظر اولویت عوامل موثر بر بهره وری مقایسه گردد.

منابع و ماخذ

۱. ابطحی، حسن و بابک کاظمی، (۱۳۷۹) بهره وری، انتشارات موسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی.
۲. الوانی، مهدی و پرویز احمدی، (بهار ۱۳۸۰) طراحی الگوی جامع مدیریت عوامل موثر بر بهره وری نیروی انسانی، فصلنامه مدرس، شماره اول.

جدول ۲. سوپرماتریس اولیه

	Pro	Q1	Q2	Q3	Q4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	F1	F2	F3	F4	P	C1	C2	C3	C4	H1	H2
Pro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1	0.349488	0	0.55	0.57	0.46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.43	0.23	0.21	0.23	0.2	0	0
Q2	0.209279	0.24	0	0.1	0.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31	0.2	0.22	0.22	0.39	0	0
Q3	0.255919	0.42	0.23	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.18	0.29	0.24	0.19	0	0
Q4	0.185313	0.34	0.22	0.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.19	0.39	0.28	0.31	0.22	0	0
T1	0.179233	0	0	0	0	0	0.13	0.17	0.1	0.14	0.31	0.11	0.06	0.07	0.11	0.16	0.21	0.12	0.09	0.04	0.04	0	0
T2	0.151209	0	0	0	0	0.11	0	0.14	0.17	0.17	0.39	0.14	0.12	0.1	0.07	0.09	0.03	0.05	0.09	0.06	0.05	0	0
T3	0.166371	0	0	0	0	0.21	0.19	0	0.22	0.18	0.03	0.12	0.19	0.29	0.12	0.21	0.15	0.16	0.2	0.19	0.19	0	0
T4	0.137485	0	0	0	0	0.19	0.17	0.1	0	0.16	0.09	0.37	0.17	0.21	0.25	0.22	0.27	0.12	0.2	0.24	0.24	0	0
T5	0.124535	0	0	0	0	0.15	0.21	0.22	0.21	0	0.07	0.16	0.19	0.1	0.15	0.13	0.12	0.2	0.17	0.18	0.14	0	0
T6	0.10935	0	0	0	0	0.23	0.21	0.26	0.19	0.21	0	0.1	0.19	0.12	0.14	0.11	0.1	0.15	0.13	0.13	0.18	0	0
T7	0.131817	0	0	0	0	0.11	0.09	0.11	0.11	0.14	0.11	0	0.08	0.12	0.16	0.09	0.11	0.2	0.12	0.17	0.16	0	0
F1	0.337819	0	0	0	0	0.21	0.3	0.24	0.22	0.27	0.29	0.31	0	0	0	0	0.29	0.2	0.24	0.21	0.19	0	0
F2	0.307975	0	0	0	0	0.27	0.28	0.22	0.22	0.18	0.26	0.22	0	0	0	0	0.32	0.22	0.23	0.26	0.26	0	0
F3	0.208586	0	0	0	0	0.23	0.17	0.28	0.27	0.26	0.24	0.29	0	0	0	0	0.3	0.45	0.27	0.25	0.29	0	0
F4	0.145621	0	0	0	0	0.29	0.25	0.26	0.29	0.29	0.21	0.18	0	0	0	0	0.09	0.13	0.28	0.27	0.26	0	0
P	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1	0.349488	0.28	0.25	0.21	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0.28	0.31	0.29	0.33	0.21	0	0	0	0	0.43	0.4
C2	0.209279	0.3	0.3	0.33	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.23	0.27	0.24	0.33	0	0	0	0	0.22	0.23
C3	0.255919	0.25	0.23	0.24	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0.27	0.27	0.26	0.27	0.27	0	0	0	0	0.25	0.21
C4	0.185313	0.17	0.22	0.22	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0.21	0.19	0.18	0.16	0.19	0	0	0	0	0.11	0.16
H1	0.367089	0.77	0.7	0.65	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.64	0.5	0.31	0.34	0	0
H2	0.632911	0.23	0.3	0.35	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.36	0.5	0.69	0.66	0	0

جدول ۳. سوپر ماتریس با ستونهای تصادفی

	Column Stochastic SuperMatrix																						
	Pro	Q1	Q2	Q3	Q4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	F1	F2	F3	F4	P	C1	C2	C3	C4	H1	H2
Pro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1	0.058248	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0
Q2	0.03488	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0	0
Q3	0.042653	0.1	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0
Q4	0.030886	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0
T1	0.029872	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0
T2	0.025201	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	0.027728	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0
T4	0.022914	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0
T5	0.020756	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0
T6	0.018225	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0
T7	0.021969	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
F1	0.056303	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0
F2	0.051329	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0
F3	0.034764	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0
F4	0.02427	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0
P	0.166667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1	0.058248	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0.4	0.4
C2	0.03488	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0.2	0.2
C3	0.042653	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0.3	0.2
C4	0.030886	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0.2
H1	0.061181	0.3	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0
H2	0.105485	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2	0	0

جدول ۸. شاخص تصادفی، منبع (۳)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I	0	0	.58	.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.53	1.56	1.57	1.59

Pro HI	Q1 H2	Q2	Q3	Q4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	F1	F2	F3	F4	P	C1	C2	C3	C4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0183	0.0241	0.0242	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0242	0.0242	0.0241	0.0242	0.0241
0.0147	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0193	0.0193	0.0193	0.0193	0.0193	0.0193	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194
0.0155	0.0203	0.0204	0.0204	0.0204	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0204	0.0204	0.0203	0.0204	0.0203
0.0188	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0248	0.0247	0.0248	0.0248	0.0248	0.0249	0.0248
0.0316	0.0414	0.0415	0.0415	0.0415	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0416	0.0418	0.0416
0.0336	0.0440	0.0441	0.0441	0.0441	0.0444	0.0444	0.0444	0.0444	0.0444	0.0444	0.0444	0.0443	0.0444	0.0444	0.0443	0.0443	0.0443	0.0442	0.0444	0.0442
0.0436	0.0571	0.0572	0.0573	0.0572	0.0575	0.0575	0.0575	0.0575	0.0575	0.0575	0.0575	0.0574	0.0575	0.0575	0.0574	0.0574	0.0574	0.0573	0.0575	0.0573
0.0574	0.0605	0.0605	0.0605	0.0605	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0609	0.0609	0.0608	0.0608	0.0608	0.0607	0.0609	0.0607
0.0461	0.0605	0.0606	0.0606	0.0606	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	0.0609	0.0609	0.0608	0.0608	0.0608	0.0607	0.0609	0.0607
0.0400	0.0524	0.0525	0.0526	0.0525	0.0528	0.0528	0.0528	0.0528	0.0528	0.0528	0.0528	0.0527	0.0528	0.0527	0.0527	0.0527	0.0527	0.0526	0.0528	0.0526
0.0527	0.0526	0.0552	0.0552	0.0551	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0555	0.0555	0.0554	0.0554	0.0554	0.0553	0.0555	0.0553
0.0420	0.0551	0.0552	0.0552	0.0551	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0555	0.0555	0.0554	0.0554	0.0554	0.0553	0.0555	0.0553
0.0306	0.0400	0.0401	0.0401	0.0401	0.0403	0.0403	0.0403	0.0403	0.0403	0.0403	0.0403	0.0403	0.0403	0.0403	0.0402	0.0402	0.0402	0.0402	0.0403	0.0402
0.0402	0.0402	0.0582	0.0582	0.0581	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585	0.0584	0.0585	0.0585	0.0584	0.0584	0.0584	0.0583	0.0585	0.0583
0.0443	0.0581	0.0582	0.0582	0.0581	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585	0.0584	0.0585	0.0585	0.0584	0.0584	0.0584	0.0583	0.0585	0.0583
0.0583	0.0583	0.0631	0.0632	0.0631	0.0634	0.0634	0.0634	0.0634	0.0634	0.0634	0.0634	0.0633	0.0634	0.0633	0.0633	0.0633	0.0633	0.0632	0.0635	0.0632
0.0420	0.0551	0.0552	0.0552	0.0551	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0554	0.0555	0.0555	0.0554	0.0554	0.0554	0.0553	0.0555	0.0553
0.0481	0.0630	0.0631	0.0632	0.0631	0.0634	0.0634	0.0634	0.0634	0.0634	0.0634	0.0634	0.0633	0.0634	0.0633	0.0633	0.0633	0.0633	0.0632	0.0635	0.0632
0.0633	0.0633	0.0579	0.0580	0.0579	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0581	0.0582	0.0581	0.0581	0.0581	0.0581	0.0580	0.0582	0.0580
0.0441	0.0578	0.0579	0.0580	0.0579	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0581	0.0582	0.0581	0.0581	0.0581	0.0581	0.0580	0.0582	0.0580
0.0581	0.0580	0.0797	0.0798	0.0797	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0798	0.0797	0.0798	0.0798	0.0798	0.0796	0.0799	0.0796
0	0	0.0797	0.0798	0.0797	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0796	0.0798	0.0797	0.0798	0.0798	0.0798	0.0796	0.0799	0.0796
0.0606	0.0796	0.0569	0.0569	0.0568	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0570	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0568	0.0571	0.0568
0.0433	0.0568	0.0569	0.0569	0.0568	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0570	0.0569	0.0569	0.0569	0.0569	0.0568	0.0571	0.0568
0.0570	0.0570	0.0590	0.0591	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0591	0.0591	0.0590	0.0591	0.0591	0.0591	0.0590	0.0592	0.0590
0.0449	0.0589	0.0590	0.0591	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0590	0.0591	0.0591	0.0590	0.0591	0.0591	0.0591	0.0590	0.0592	0.0590
0.0592	0.0592	0.0398	0.0398	0.0397	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0399	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0397	0.0399	0.0397
0.0302	0.0397	0.0398	0.0398	0.0397	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0399	0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0397	0.0399	0.0397
0.0399	0.0399	0.0489	0.0489	0.0488	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0488	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0488	0.0490	0.0488
0.0371	0.0488	0.0489	0.0489	0.0488	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0488	0.0487	0.0487	0.0487	0.0487	0.0488	0.0490	0.0488
0.0489	0.0489	0.0398	0.0398	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0398	0.0399	0.0397
0.0302	0.0397	0.0398	0.0398	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0398	0.0399	0.0397
0.0398	0.0398	0.0398	0.0398	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0398	0.0399	0.0397

جدول ۴. ماتریس همگرا شده به جواب یا سوپر ماتریس نهایی (توان ۱۵)