« فراسوی مدیریت»
سال پنجم _ شماره ۱۷_ تابستان ۱۳۹۰
ص ص۸۹-۵۳

ارائه مدل درخت ارزیابی فازی برای بررسی سیستم‌های ارزیابی عملکرد کارکنان و انتخاب سیستم ارزیابی مناسب برای واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی آذربایجان شرقی

دکتر سلیمان ایران‌زاده*[۱]
داود باقری[۲]
اصغر آذرکسب[۳]

چکیده

در عصر پیشرفت های مداوم، دوران ارزش افزوده، عصر انجام فعالیت های زیاد با امکانات محدود و بالاخره دوران ارتقاء بهره‌وری، وجود یک نظام ارزیابی عملکرد نامناسب می‌تواند نارسایی مهمی محسوب شود. در این مقاله سعی شده است برای جلوگیری از تبعات ناشی از نظام ارزیابی نامطلوب در دانشگاه آزاد اسلامی استان آذربایجان شرقی، مدل درخت فازی را جهت بررسی روش های ارزیابی عملکرد کارکنان ارائه دهیم و بر اساس این مدل روش ارزیابی عملکرد مناسب برای هر یک از واحدها را انتخاب نمائیم. برای این کار ابتدا عوامل موثر در تعیین روش ارزیابی عملکرد را مشخص کردیم و با استفاده از این عوامل به بررسی روش های ارزیابی عملکرد کارکنان پرداختیم. در این رابطه از نظرات اساتید و خبرگان منابع انسانی استفاده کرده و با استفاده از دانش اخذ شده از خبرگان منابع انسانی، پایگاه دانش ایجاد شده و با استفاده از پایگاه دانش و الگوریتم ID_3 و مجموعه‌های فازی، مدل درخت فازی ارائه گردیده است. سپس با توزیع پرسش‌نامه مقادیر هر یک از متغییرهای مورد بررسی (عوامل موثر در تعیین روش ارزیابی عملکرد) برای هر یک از واحدهای مورد مطالعه تعیین شده و در نهایت با استفاده از این مقادیر کسب شده اولویت روش‌های ارزیابی عملکرد برای هر یک از واحدها مشخص شده است. در مرحله بعد با استفاده از تصمیم‌گیری

[۱] – دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی،تبریز،ایران iranzadeh@iaut.ac.ir
[۲] – کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی،واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی،تبریز،ایران D.bagheri@live.com
[۳] – کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی ، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی،تبریز،ایران m.azarkasb@gmail.com

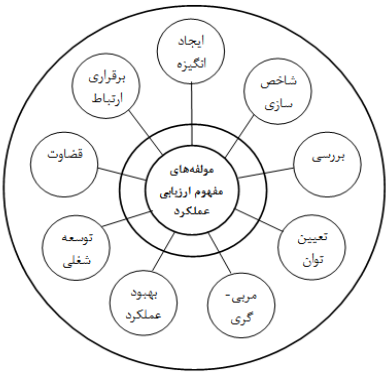
چند معیاره فازی اولویت انتخاب روش های ارزیابی برای هر یک از واحدها را بر اساس ارزش تصمیم (مقدار تامین اهداف) آنها مشخص گردیده است.
واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، آنتروپی، الگوریتم ID_3، درخت تصمیم، پایگاه دانش

مقدمه

در یک سازمان هر فرد برای پیشرفت و نیل به اهداف تعیین شده شغلی نیاز به آگاهی از موقعیت خود دارد. این آگاهی موجب می‌شود که او از نقاط قوت و ضعف عملکرد رفتارش مطلع شود و تمهیدات لازم را برای اثربخشی بیشتر کوشش هایش بکار برد. سازمان ها نیز نیاز به شناخت کارآیی کارکنان خود دارند تا بر اساس آن وضعیت نیروی انسانی را بهبود بخشند و بدین طریق بر حجم تولیدات و ارائه خدمات خود بیفزایند و در روند حرکت های خود تحولات مثبت ایجاد نمایند. ارزیابی عملکرد ابزاری است که سازمان‌ها و کارکنان را در تامین این نیازها کمک می کند. اگر این ابزار به خوبی طراحی گردد و به نحو صحیح مورد استفاده قرار گیرد وسیله مناسبی برای تشویق، آموزش و بهسازی و بعضاً اصلاح کارکنان خواهد بود. در عصر پیشرفت های مداوم، دوران ارزش‌افزوده، عصر انجام فعالیت های زیاد با امکانات محدود و بالاخره دوران ارتقاء بهره‌وری، داشتن یک نظام عملکرد نامناسب می تواند نارسایی سازمانی قابل توجهی باشد که تبعاتی را در پی خواهد داشت. برای جلوگیری از تبعات ارزیابی‌های نامطلوب نیاز هست که روش های مناسب و سازگار برای کارکنان هر واحد و سازمان استفاده کرد. در این پژوهش سعی داریم با استفاده از الگوریتم درخت تصمیم ID_3 و فازی‌سازی داده ها، مدلی طراحی کنیم تا با استفاده از این مدل و با توزیع پرسش نامه در بین کارکنان واحد را که می‌خواهیم ارزیابی کنیم (پرسش نامه با توجه به چهار عامل موثر در تعیین ارزیابی عملکرد صورت می گیرد) روش یا روش های ارزیابی عملکرد کارکنان مناسب برای آن واحد انتخاب کنیم.

ارزیابی عملکرد عبارت است از تعیین درجه کفایت و لیاقت کارکنان از لحاظ انجام وظایف محوله و قبول مسئولیت‌ها در سازمان که این ارزیابی به طور عینی و سیستماتیک انجام گیرد(میرسپاسی، ۱۳۸۶: ۲۲۶).

ارزیابی عملکرد برآوری انتقادی و کاوش گرانه از فعالیت های مختلف یک سازمان است. همان‌طوری که برای حفظ سلامتی، مقامات و مسئولین پزشکی و بهداشتی به همه توصیه می‌کنند که یک سری معاینات دوره‌ای از بدن انجام دهند. هر سازمانی نیز برای به دست آوردن نتایج کاری خوب باید ارزیابی دوره‌ای از عملکرد خود داشته باشد. ارزیابی عملکرد هم پیش گیری کننده و هم تشخیص دهنده است. در صورتی که شرایط رو به بدی و ضعف تمایل پیدا کند، جاهای که نیاز به اصلاح و بهینه سازی دارد مشخص می‌شود. و در صورت دستابی به نتایج خوب، راه‌ها و وسایل لازم برای بهبود عملکرد تا حداکثر امکان به کار گرفته می-شود. نظام ارزیابی عملکرد به صورت بازخوردی از عملکرد فرد برای خود است و به بهبود عملکرد هر فرد منجر می‌شود (اورعی یزدانی، ۱۳۸۵). به طور کلی مولفه های ارزیابی عملکرد را می‌توان به صورت شکل (۱) نشان داد:



شکل (۱) : مولفه‌های ارزیابی عملکرد

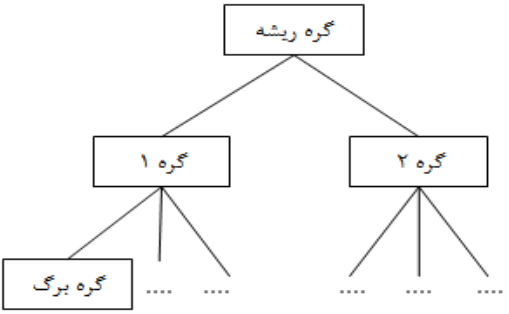
عوامل موثری را که در تعیین نوع سیستم ارزیابی عملکرد کارکنان سازمان مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از: ۱- اندازه واحد (تعداد کارکنان هر واحد) ۲- پویایی واحد (میزان ارگانیک بودن هر واحد) ۳- سطوح مختلف در سلسله مراتب (ارتفاع سلسله مراتب در واحد می باشد) ۴- فرهنگ سازی و آموزش (میزان فعالیت‌ها و تلاشی که در واحد برای آموزش کارکنان (از جمله برگزاری دوره‌های تخصصی و برگزاری کلاس های آموزشی) و فعالیت های فرهنگی (از جمله ترویج فرهنگ بهبود مستمر و کارگروهی و اقدام در جهت ارتقاء فرهنگ سازمانی) است که در هر واحد سازمانی صورت می‌گیرد (Bernardin, H, R. B 1990).

با مراجعه به کتب مدیریت منابع انسانی و مطالعه مقالات و کتب مختلف در این زمینه در کل ۱۰ نوع روش ارزیابی عملکرد کارکنان (روش‌های مرسوم و متداول) شناسایی شد که این روش‌ها عبارتند از (میرسپاسی، ۱۳۸۶: ۲۴۷):

۱- رتبه‌بندی ۲- مقایسه پذیری ۳- درجه‌بندی
۴- توزیع اجباری ۵- انتخاب اجباری ۶- چک لیست
۷- وقایع حساس ۸- مقیاس انتظارات رفتاری ۹- مقیاس مشاهده رفتار
۱۰- مدیریت بر مبنای هدف

درخت تصمیم از گره‌ها و بردارهایی که گره‌ها را بهم متصل می‌کنند تشکیل یافته. اتخاذ از گره ریشه شروع می‌شود و شخص سوالاتی را جهت تعیین این که بسط درخت در کدام شاخه ادامه یابد تا زمانی که به گره برگ (leaf) برسد و تصمیم اتخاذ شود، مطرح می‌کند این ساختار در شکل زیر نشان داده می‌شود.

- گره‌های غیربرگ، محک‌ها (آزمون‌ها) را نشان می‌دهند.
- گره‌های برگ، مقادیر تصمیم هستند. ساده‌ترین درخت ممکن است تنها یک گره برگ داشته باشد.



شکل(۲) : ساختار اساسی درخت ID_3

درخت تصمیم با انتخاب صفتی که مقدار اطلاعات دو جانبه را کسب می‌نماید ایجاد می‌شود. برای ساخت درخت تصمیم ID_3 باید از گره ریشه شروع کرد و برای این کار از بین صفات، صفتی را که دارای کمترین مقدار آنتروپی است یا بیشترین اطلاعات از آن به دست می‌آید، انتخاب و در گره ریشه قرار می‌دهند (Jakson, p, 1990).

فشارهای محیطی- اجتماعی برای پاسخ‌گویی سازمان‌ها نسبت به عملکردشان، بیشتر از گذشته شده است. لزوم اجرای مدیریت عملکرد، مسئله رایج سازمان‌ها شده است. بدین سبب از رویکردهای متعددی برای ارزیابی عملکرد فرد، گروه و سازمان استفاده می کنند. مدیران سازمان‌ها عموماً در مورد عملکرد و رفتارهای شغلی کارکنان اظهارنظر می کنند (جزایری،۱۳۸۷). وجود نظام ارزیابی عملکرد متناسب با ساختار، فرهنگ و جو سازمانی به منظور توسعه و بهبود عملکرد کارکنان، یک ضرورت است، و اثربخشی آن نیز مستلزم به کارگیری قواعدی است، در غیر این صورت نظام ارزیابی عملکرد نارسا خواهد بود که این نارسایی برای کل سازمان نیز تبعاتی خواهد داشت. چنانچه در امر قضاوت و ارزیابی کارکنان، اصول و روش های منطقی رعایت نگردد، بیم آن می رود که اثر احساسات زودگذر و همچنین اغراض شخصی نتایج ارزیابی را مخدوش سازد. انجام عملیات ارزیابی می باید خارج از حب و بغض و تبعیض انجام شود. بدیهی

است چنانچه این امر در ارزشیابی کارکنان ملحوظ نگردد نتیجه جز ایجاد و حس محرومیت و ناکامی در کارکنان و تقلیل بازده کار و کاهش کارآیی چیز دیگری را به دنبال نخواهد داشت. جهت جلوگیری از تبعات ناشی از نظام نارسای ارزیابی ضروری است که کارکنان هر واحد را با روش جداگانه و هم چنین به شکلی که این روش ارزیابی عملکرد تغیر و تحولات بوجود آمده در واحدها و کارکنان را مد نظر داشته باشد ارزیابی عملکرد کرد.

اهداف این مقاله شامل دو هدف اصلی و فرعی می باشد که در هدف اصلی به ارائه مدل درخت فازی جهت بررسی سیستم‌های ارزیابی عملکرد کارکنان و در هدف فرعی به انتخاب سیستم مناسب ارزیابی عملکرد کارکنان برای واحد های مختلف دانشگاه آزاد اسلامی استان آذربایجان شرقی خواهیم پرداخت.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر رویکرد، پیمایشی و از حیث هدف، کاربردی است. روش نمونه‌گیری از نوع طبقه‌ای بوده و تعیین حجم نمونه به شرح زیر می‌باشد:

$$n = NZ_{\frac{\alpha}{2}} p.q / \varepsilon^2 (N-1) + Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 p.q$$

با توجه به اینکه واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی استان آذربایجان شرقی و همچنین جامعه آماری(۲۰۷۹ نفر) می‌باشد، با استفاده از روش مذکور، تعداد نمونه ۱۴۱۴ نفر را انتخاب می کنیم.

جهت گردآوری اطلاعات به صورت میدانی عمل شده و ابزار گردآوری داده ها و اطلاعات در این پژوهش عبارتند از پرسش‌نامه‌ای که در بین کارکنان دانشگاه آزاد اسلامی استان آذربایجان شرقی توزیع شده، مصاحبه با خبرگان و صاحب نظران مدیریت منابع انسانی و اخذ نظرات و دانش آنها و مطالعه کتابخانه‌ای.

روش تجزیه وتحلیل

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار MATLAB استفاده شده است. با استفاده از فرمول محاسبه آنتروپی، آنتروپی هر یک از صفات (اندازه واحد، پویای واحد، سطوح مختلف سلسله مراتب و فرهنگ‌سازی و آموزش) را محاسبه می‌کنیم و درخت تصمیم ID_3 را طراحی کرده و سپس با تبدیل درخت به قوانین و وارد نمودن اطلاعات به نرم افزار نتایج نهایی حاصل می‌گردد.

$$H(C \setminus A_K) = \sum_{j=1}^{M_K} P(a_{k,j}) \ [\sum_{I=1}^{N} p(c_i \mid a_{k,j}) \times \log_2 p(c_i \mid a_{k,j})]$$

$H(C \setminus A_K)$: میزان آنتروپی دسته مربوط به صفت خاصه.

K : تعداد کل صفات خاصه.

$P(a_{k,j})$: احتمال اینکه k امین صفت خاصه در j امین حالت باشد که

$j = 1,2,...,M_k$

M_k: تعداد کل مقادیر برای k امین صفت خاصه.

N: تعداد کل کلاس‌ها یا (نتایج مختلف).

$P(C_i \setminus a_{k,j})$: احتمال اینکه نوع کلاس C_i و صفت خاصه K در j امین حالت باشد.

محاسبه آنتروپی صفت اندازه واحد

اندازه واحد بزرگ	اندازه واحد متوسط	اندازه واحد کوچک
$P(a_{1,3})=\frac{4}{10}$	$P(a_{1,2})=\frac{2}{10}$	$P(a_{1,1})=\frac{4}{10}$
$P(C_1 \setminus a_{1,3})=0$	$P(C_1 \setminus a_{1,2})=0$	$P(C_1 \setminus a_{1,1})=\frac{1}{4}$
$P(C_2 \setminus a_{1,3})=0$	$P(C_2 \setminus a_{1,2})=0$	$P(C_2 \setminus a_{1,1})=\frac{1}{4}$
$P(C_3 \setminus a_{1,3})=0$	$P(C_3 \setminus a_{1,2})=\frac{1}{2}$	$P(C_3 \setminus a_{1,1})=0$
$P(C_4 \setminus a_{1,3})=\frac{1}{4}$	$P(C_4 \setminus a_{1,2})=0$	$P(C_4 \setminus a_{1,1})=0$
$P(C_5 \setminus a_{1,3})=\frac{1}{4}$	$P(C_5 \setminus a_{1,2})=0$	$P(C_5 \setminus a_{1,1})=0$
$P(C_6 \setminus a_{1,3})=0$	$P(C_6 \setminus a_{1,2})=0$	$P(C_6 \setminus a_{1,1})=\frac{1}{4}$
$P(C_7 \setminus a_{1,3})=\frac{1}{4}$	$P(C_7 \setminus a_{1,2})=0$	$P(C_7 \setminus a_{1,1})=0$
$P(C_8 \setminus a_{1,3})=0$	$P(C_8 \setminus a_{1,2})=\frac{1}{2}$	$P(C_8 \setminus a_{1,1})=0$
$P(C_9 \setminus a_{1,3})=0$	$P(C_9 \setminus a_{1,2})=0$	$P(C_9 \setminus a_{1,1})=\frac{1}{4}$
$P(C_{10} \setminus a_{1,3})=\frac{1}{4}$	$P(C_{10} \setminus a_{1,2})=0$	$P(C_{10} \setminus a_{1,1})=0$

با قرار دادن مقادیر عددی در فرمول آنتروپی اندازه واحد حاصل می‌شود:

$$H(C \setminus A_1)=\frac{4}{10}\times[-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})]+$$
$$\frac{2}{10}\times[-\frac{1}{2}\log_2(\frac{1}{2})-\frac{1}{2}\log_2(\frac{1}{2})]+\frac{4}{10}\times[-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})-$$
$$\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})]=0/8+0/2+0/8=1/8\Rightarrow H(C \setminus A_1)=1/8$$

محاسبه آنتروپی صفت پویایی واحد

پویایی واحد کم	پویایی واحد متوسط	پویایی واحد زیاد
$P(a_{2,1})=\frac{4}{10}$	$P(a_{2,2})=\frac{2}{10}$	$P(a_{2,3})=\frac{4}{10}$
$P(C_1 \setminus a_{2,1})=\frac{1}{4}$	$P(C_1 \setminus a_{2,2})=0$	$P(C_1 \setminus a_{2,3})=0$
$P(C_2 \setminus a_{2,1})=\frac{1}{4}$	$P(C_2 \setminus a_{2,2})=0$	$P(C_2 \setminus a_{2,3})=0$
$P(C_3 \setminus a_{2,1})=0$	$P(C_3 \setminus a_{2,2})=0$	$P(C_3 \setminus a_{2,3})=\frac{1}{4}$
$P(C_4 \setminus a_{2,1})=\frac{1}{4}$	$P(C_4 \setminus a_{2,2})=0$	$P(C_4 \setminus a_{2,3})=0$
$P(C_5 \setminus a_{2,1})=\frac{1}{4}$	$P(C_5 \setminus a_{2,2})=0$	$P(C_5 \setminus a_{2,3})=0$
$P(C_6 \setminus a_{2,1})=0$	$P(C_6 \setminus a_{2,2})=\frac{1}{2}$	$P(C_6 \setminus a_{2,3})=0$
$P(C_7 \setminus a_{2,1})=0$	$P(C_7 \setminus a_{2,2})=0$	$P(C_7 \setminus a_{2,3})=\frac{1}{4}$
$P(C_8 \setminus a_{2,1})=0$	$P(C_8 \setminus a_{2,2})=\frac{1}{2}$	$P(C_8 \setminus a_{2,3})=0$
$P(C_9 \setminus a_{2,1})=0$	$P(C_9 \setminus a_{2,2})=0$	$P(C_9 \setminus a_{2,3})=\frac{1}{4}$
$P(C_{10} \setminus a_{2,1})=0$	$P(C_{10} \setminus a_{2,2})=0$	$P(C_{10} \setminus a_{2,3})=\frac{1}{4}$

با قرار دادن مقادیر عددی در فرمول آنتروپی اندازه واحد حاصل می‌شود:

$$H(C \setminus A_2)=\frac{4}{10}\times[-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})\times 4]+\frac{2}{10}\times[-\frac{1}{2}\log_2(\frac{1}{2})\times 2]+$$

$$\frac{4}{10}\times[-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})\times 4]=0/8+0/2+0/8=1/8 \Rightarrow H(C \setminus A_1)=1/8$$

محاسبه میزان آنتروپی صفت سطوح مختلف در سلسله مراتب

سطوح سلسله مراتبی کم	سطوح سلسله مراتبی متوسط	سطوح سلسله مراتبی زیاد
$P(a_{3,1})=\frac{4}{10}$	$P(a_{3,2})=\frac{3}{10}$	$P(a_{3,3})=\frac{5}{10}$
$P(C_1 \setminus a_{3,1})=\frac{1}{2}$	$P(C_1 \setminus a_{3,2})=0$	$P(C_1 \setminus a_{3,3})=0$
$P(C_2 \setminus a_{3,1})=0$	$P(C_2 \setminus a_{3,2})=\frac{1}{3}$	$P(C_2 \setminus a_{3,3})=0$
$P(C_3 \setminus a_{3,1})=0$	$P(C_3 \setminus a_{3,2})=0$	$P(C_3 \setminus a_{3,3})=\frac{1}{5}$
$P(C_4 \setminus a_{3,1})=0$	$P(C_4 \setminus a_{3,2})=0$	$P(C_4 \setminus a_{3,3})=\frac{1}{5}$
$P(C_5 \setminus a_{3,1})=0$	$P(C_5 \setminus a_{3,2})=0$	$P(C_5 \setminus a_{3,3})=\frac{1}{5}$
$P(C_6 \setminus a_{3,1})=0$	$P(C_6 \setminus a_{3,2})=\frac{1}{3}$	$P(C_6 \setminus a_{3,3})=0$
$P(C_7 \setminus a_{3,1})=0$	$P(C_7 \setminus a_{3,2})=0$	$P(C_7 \setminus a_{3,3})=\frac{1}{5}$
$P(C_8 \setminus a_{3,1})=0$	$P(C_8 \setminus a_{3,2})=\frac{1}{3}$	$P(C_8 \setminus a_{3,3})=0$
$P(C_9 \setminus a_{3,1})=\frac{1}{2}$	$P(C_9 \setminus a_{3,2})=0$	$P(C_9 \setminus a_{3,3})=0$
$P(C_{10} \setminus a_{3,1})=0$	$P(C_{10} \setminus a_{3,2})=0$	$P(C_{10} \setminus a_{3,3})=\frac{1}{5}$

با قرار دادن مقادیر عددی در فرمول آنتروپی سطوح سلسله مراتبی حاصل می‌شود:

$$H(C \setminus A_3)=\frac{2}{10}\times[-\frac{1}{2}\log_2(\frac{1}{2})\times 2]+\frac{3}{10}\times[-\frac{1}{3}\log_2(\frac{1}{3})\times 3]+$$
$$\frac{5}{10}\times[-\frac{1}{5}\log_2(\frac{1}{5})\times 5]=0/2+1/16+0/47=1/83 \Rightarrow H(C \setminus A_3)=1/83$$

محاسبه آنتروپی صفت فرهنگ سازی و آموزش

فرهنگ سازی و آموزش زیاد	فرهنگ سازی و آموزش متوسط	فرهنگ سازی و آموزش کم
$P(a_{4,3})=\frac{4}{10}$	$P(a_{4,2})=\frac{2}{10}$	$P(a_{4,1})=\frac{4}{10}$
$P(C_1 \setminus a_{4,3})=0$	$P(C_1 \setminus a_{4,2})=0$	$P(C_1 \setminus a_{4,1})=\frac{1}{4}$
$P(C_2 \setminus a_{4,3})=0$	$P(C_2 \setminus a_{4,2})=0$	$P(C_2 \setminus a_{4,1})=\frac{1}{4}$
$P(C_3 \setminus a_{4,3})=\frac{1}{4}$	$P(C_3 \setminus a_{4,2})=0$	$P(C_3 \setminus a_{4,1})=0$
$P(C_4 \setminus a_{4,3})=0$	$P(C_4 \setminus a_{4,2})=0$	$P(C_4 \setminus a_{4,1})=\frac{1}{4}$
$P(C_5 \setminus a_{4,3})=0$	$P(C_5 \setminus a_{4,2})=0$	$P(C_5 \setminus a_{4,1})=\frac{1}{4}$
$P(C_6 \setminus a_{4,3})=0$	$P(C_6 \setminus a_{4,2})=\frac{1}{2}$	$P(C_6 \setminus a_{4,1})=0$
$P(C_7 \setminus a_{4,3})=\frac{1}{4}$	$P(C_7 \setminus a_{4,2})=0$	$P(C_7 \setminus a_{4,1})=0$
$P(C_8 \setminus a_{4,3})=0$	$P(C_8 \setminus a_{4,2})=\frac{1}{2}$	$P(C_8 \setminus a_{4,1})=0$
$P(C_9 \setminus a_{4,3})=\frac{1}{4}$	$P(C_9 \setminus a_{4,2})=0$	$P(C_9 \setminus a_{4,1})=0$
$P(C_{10} \setminus a_{4,3})=\frac{1}{4}$	$P(C_{10} \setminus a_{4,2})=0$	$P(C_{10} \setminus a_{4,1})=0$

با قرار دادن مقادیر عددی در فرمول آنتروپی فرهنگ سازی و آموزش حاصل می‌شود:

$$H(C \setminus A_4)=\frac{4}{10}\times[-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})\times 4]+\frac{2}{10}\times[-\frac{1}{2}\log_2(\frac{1}{2})\times 2]+\frac{4}{10}\times$$
$$[-\frac{1}{4}\log_2(\frac{1}{4})\times 4]=0/8+0/2+0/8=1/8 \Rightarrow H(C \setminus A_4)=1/8$$

با توجه به مقادیر آنتروپی حاصل شده، کمترین میزان آنتروپی(۱/۸) را در ریشه درخت قرار می‌دهیم، با عنایت به اینکه مقادیر آنتروپی صفات (اندازه واحد، پویایی واحد و فرهنگ سازی و آموزش) مساوی هم هستند. یکی را به دلخواه (در این جا اندازه واحد) را در گره ریشه قرار می‌دهیم.

بسط درخت ID_3

۱- حالتی که اندازه واحد کوچک است.

نحوه محاسبه آنتروپی صفات در سطح دوم برای انتخاب زیر گره به شرح زیر است:

$$H(C \setminus A_2) = P(a_{2,1}) \times [-p(c_1 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,1}) - \mathrm{p}(c_2 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{2,1}) \ldots - \mathrm{p}(c_9 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{2,1})] + p(a_{2,2}) \times [-\mathrm{p}(c_1 \setminus a_{2,2}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,2}) - \mathrm{p}(c_2 \setminus a_{2,2}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{2,2}) \ldots . - \mathrm{p}(c_9 \setminus a_{2,2}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{2,2})] + p(a_{2,3}) \times [-\mathrm{p}(c_1 \setminus a_{2,3}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,3}) \ldots . - \mathrm{p}(c_9 \setminus a_{2,3}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{2,3})]$$

$$H_1(C \setminus A_2) = \frac{2}{4} \times [-\frac{1}{2} \log_2 (\frac{1}{2}) \times 2] + 0 = 0/5$$

$$H(C \setminus A_3) = P(a_{3,1}) \times [-p(c_1 \setminus a_{3,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{3,1}) - \mathrm{p}(c_2 \setminus a_{3,1}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{3,1}) \ldots . - \mathrm{p}(c_9 \setminus a_{3,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{3,1})] + p(a_{3,2}) \times [-\mathrm{p}(c_1 \setminus a_{3,2}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{3,2}) - \mathrm{p}(c_2 \setminus a_{3,2}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{3,2}) \ldots . - \mathrm{p}(c_9 \setminus a_{3,2}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{3,2})] + p(a_{3,3}) \times [-\mathrm{p}(c_1 \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{3,3}) \ldots . - \mathrm{p}(c_9 \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{3,3})]$$

$$H_1(C \setminus A_3) = \frac{2}{4} \times [-\frac{1}{2} \log_2 (\frac{1}{2}) \times 2] + \frac{2}{4} \times [-\frac{1}{2} \log_2 (\frac{1}{2}) \times 2] = 0/5 + 0/5 = 1$$

$$H(C \setminus A_4) = P(a_{4,1}) \times [-p(c_1 \setminus a_{4,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{4,1}) - p(c_2 \setminus a_{4,1}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{4,1}) .... - p(c_9 \setminus a_{4,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{4,1})] + p(a_{4,2}) \times [-p(c_1 \setminus a_{4,2}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{4,2}) - p(c_2 \setminus a_{4,2}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{4,2}) .... - p(c_9 \setminus a_{4,2}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{4,2})] + p(a_{4,3}) \times [-p(c_1 \setminus a_{4,3}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{4,3}) ..... - p(c_9 \setminus a_{4,3}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{4,3})$$

$$H_1(C \setminus A_4) = \frac{2}{4} \times [-\frac{1}{2} \log_2 (\frac{1}{2}) \times 2] + 0/0 = 0/5$$

از دو مقدار مساوی (پویایی و فرهنگ سازی و آموزش) با انتخاب صفت اندازه واحد به عنوان گره ریشه و با ادامه محاسبات شاخه (اندازه واحد= کوچک) حاصل می‌شود.

۲- حالتی که اندازه واحد متوسط است.

همان طور که مشخص است برای تمامی صفات p=q=1/2 می‌باشد در نتیجه مقادیر آنتروپی هر سه صفت برابر یک است.

$$H_2(C \setminus A_2) = H_2(C \setminus A_3) = H_2(C \setminus A_4) = 1$$

ملاحظه می‌شود که برای هر صفت دو حالت، زیاد و متوسط وجود دارد و از قبل می‌دانیم که اگر p=q باشد، آن گاه مقدار آنتروپی برابر یک است. با انتخاب یکی از صفات به طور دلخواه (در این جا صفت سطوح سلسله مراتبی انتخاب می‌شود) و در ادامه رویش درخت، برای سطوح سلسله مراتبی حاصل می گردد.

۳- حالتی که اندازه واحد بزرگ است.

نحوه محاسبه آنتروپی صفات در سطح دوم به شرح زیر است.

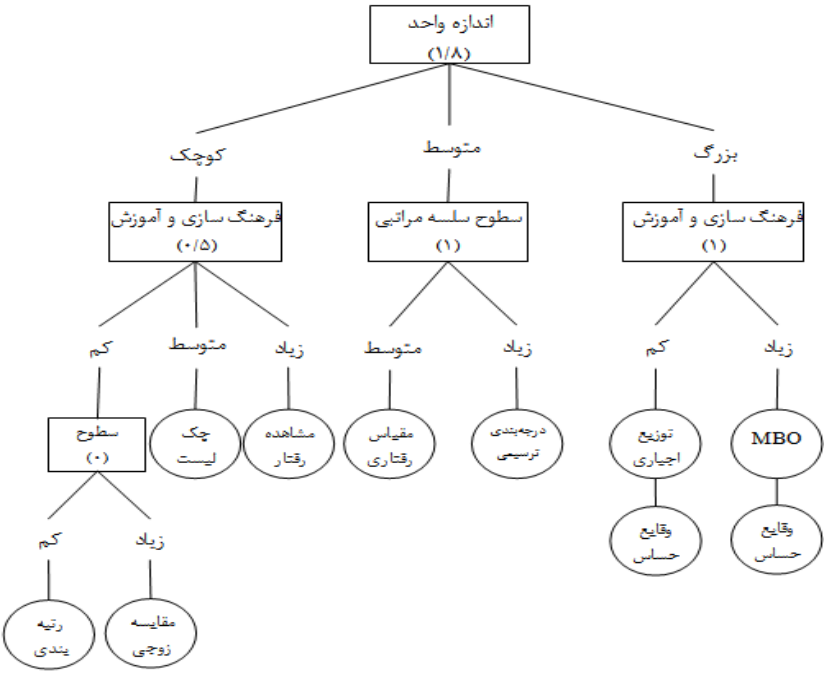
$$H_3(C \setminus A_2) = P(a_{2,1}) \times [- p(c_1 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,1}) - p(c_2 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{2,1}) \ldots - p(c_9 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{2,1}) - p(c_{10} \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_{10} \setminus a_{2,1})] + p(a_{2,2}) \times [-p(c_1 \setminus a_{2,2}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,2}) - p(c_2 \setminus a_{2,2}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{2,2}) \ldots . - p(c_{10} \setminus a_{2,2}) \log_2 p(c_{10} \setminus a_{2,2})] + p(a_{2,3}) \times [-p(c_1 \setminus a_{2,3}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,3}) \ldots . - p(c_{10} \setminus a_{2,3}) \log_2 p(c_{10} \setminus a_{2,3})$$

$$H_3(C \setminus A_4) = P(a_{4,1}) \times [- p(c_1 \setminus a_{4,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{4,1}) - p(c_2 \setminus a_{4,1}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{4,1}) \ldots . - p(c_9 \setminus a_{4,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{4,1}) - p(c_{10} \setminus a_{4,1}) \log_2 p(c_{10} \setminus a_{4,1})] + p(a_{4,2}) \times [-p(c_1 \setminus a_{4,2}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{4,2}) - p(c_2 \setminus a_{4,2}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{4,2}) \ldots . - p(c_{10} \setminus a_{4,2}) \log_2 p(c_{10} \setminus a_{4,2})] + p(a_{4,3}) \times [-p(c_1 \setminus a_{4,3}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{4,3}) \ldots . - p(c_{10} \setminus a_{4,3}) \log_2 p(c_{10} \setminus a_{4,3})$$

مقادیر آنتروپی صفات پویایی و فرهنگ‌سازی و آموزش برابر یک می‌شود (به علت اینکه هر دو مورد p=q=1/2 است). با انتخاب صفت فرهنگ‌سازی و آموزش به عنوان زیر گره و بسط درخت، شاخه زیر حاصل می‌شود.

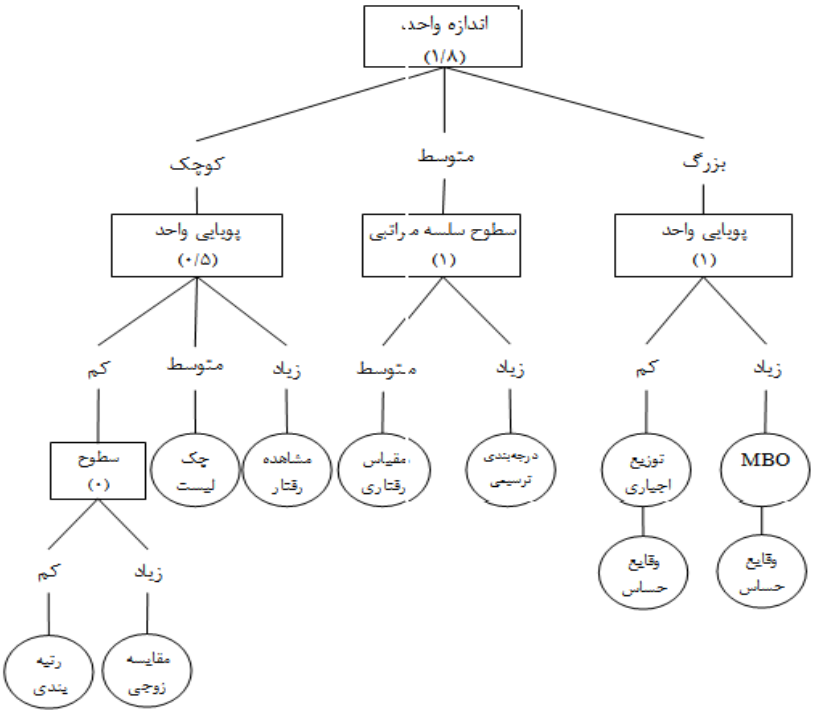
نکته مهم: در حالت‌های فوق برای واحد بزرگ با میزان پویایی کم دو روش توزیع و انتخاب اجباری و با پویایی زیاد دو روش مدیریت بر مبنای هدف و وقایع حساس پیشنهاد می‌شوند.

در نهایت درخت کامل به شکل زیر حاصل می‌شود:



شکل(۳) : درخت تصمیم ایجاد شده در حالتی که صفت اندازه واحد در گره ریشه قرار دارد (مدل۱)

با توجه به محاسبات صورت گرفته برای مدل ۱ در سطح دوم شاخه‌های (اندازه واحد=کوچک) و (اندازه واحد=بزرگ) آنتروپی صفات پویایی و فرهنگ‌سازی و آموزش یکسان (برابر یک) و در شاخه (اندازه واحد=متوسط) صفات فرهنگ سازی و آموزش و سطوح سلسله مراتبی یکسان (برابر یک) دارند. با جایگزین آن ها درخت تصمیم زیر(مدل ۲) حاصل می‌شود.



شکل (٤) : درخت تصمیم ایجاد شده در حالتی که صفت اندازه واحد در گره ریشه قرار دارد (مدل۲)

همان‌طور که در ابتدا عنوان شد، می‌توان صفات پویایی واحد و فرهنگ‌سازی و آموزش را نیز با توجه به داشتن آنتروپی یکسان با صفت اندازه واحد در گره ریشه قرار داد.

با انتخاب صفت فرهنگ‌سازی و آموزش به عنوان صفت گره ریشه فرایند بسط درخت به شرح زیر است:

۱- حالتی که میزان فرهنگ سازی و آموزش کم است.

محاسبه آنتروپی صفات در سطح دوم برای انتخاب زیرگره به شرح زیر است:

$$H_1(C \setminus A_1) = P(a_{1,1}) \times [-p(c_1 \setminus a_{1,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{1,1}) - p(c_2 \setminus a_{1,1}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{1,1}) .... - p(c_4 \setminus a_{1,1}) \log_2 p(c_4 \setminus a_{1,1}) - p(c_5 \setminus a_{1,1}) \log_2 p(c_5 \setminus a_{1,1})] + p(a_{1,2}) \times [-p(c_1 \setminus a_{1,2}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{1,2}) - p(c_2 \setminus a_{1,2}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{1,2}) .... - p(c_5 \setminus a_{1,2}) \log_2 p(c_5 \setminus a_{1,2})] + p(a_{1,3}) \times [-p(c_1 \setminus a_{1,3}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{1,3}) ..... - p(c_5 \setminus a_{1,3}) \log_2 p(c_5 \setminus a_{1,3})$$

به علت اینکه p=q است با قرار دادن مقادیر در رابطه فوق آنتروپی اندازه واحد به دست می‌آید:

$$H_1(C \setminus A_1) = 1$$

$$H_1(C \setminus A_3) = P(a_{3,1}) \times [-p(c_1 \setminus a_{3,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{3,1})] + p(a_{3,2}) \times [-p(c_2 \setminus a_{3,2}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{3,2})] + p(a_{3,3}) \times [-p(c_4 \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_4 \setminus a_{3,3})] - p(c_5 \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_5 \setminus a_{3,3})] = 0/5$$

$$H_1(C \setminus A_3) = \frac{1}{4} \times [-1\log_2(1)] + \frac{1}{4} \times [-1\log_2(1)] + \frac{2}{4} \times [-\frac{1}{2}\log_2(\frac{1}{2}) - \frac{1}{2}\log_2(\frac{1}{2})] = 0/5$$

ملاحظه می‌شود که در این سطح صفت سطوح مختلف کمترین مقدار آنتروپی را داراست. بنابراین صفت سطوح سلسله مراتبی صفت زیرگره انتخاب می‌شود و در ادامه شاخه زیر حاصل می‌شود.

۲- حالتی که فرهنگ‌سازی و آموزش متوسط است.

$$H_2(C \setminus A_1) = P(a_{1,1}) \times [-p(c_6 \setminus a_{1,1}) \log_2 p(c_6 \setminus a_{1,1})]$$
$$+ p(a_{1,2}) \times [-\mathrm{p}(c_8 \setminus a_{1,2}) \log_2 p(c_8 \setminus a_{1,2})] = 1$$

$$p = q = \frac{1}{2} \quad \text{بعلت اینکه}$$

$$H_2(C \setminus A_1) = 1$$

بنابراین صفت اندازه واحد به عنوان زیرگره انتخاب می‌شود.

۳- حالتی که فرهنگ‌سازی و آموزش زیاد می‌باشد.

$$H_3(C \setminus A_1) = P(a_{1,1}) \times [-p(c_9 \setminus a_{1,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{1,1})] +$$
$$p(a_{1,2}) \times [-\mathrm{p}(c_3 \setminus a_{1,2}) \log_2 p(c_3 \setminus a_{1,2}) -$$
$$\mathrm{p}(c_2 \setminus a_{1,2}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{1,2})] + p(a_{1,3}) \times [-\mathrm{p}(c_7 \setminus a_{1,3}) \log_2$$
$$p(c_7 \setminus a_{1,3}) - \mathrm{p}(c_{10} \setminus a_{1,3}) \log_2 p(c_{10} \setminus a_{1,3})]$$

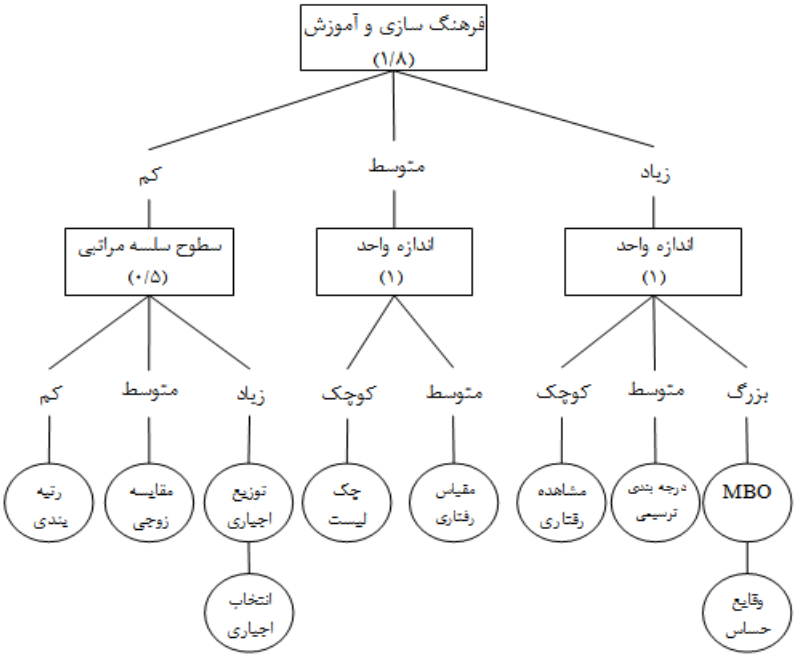
$$H_3(C \setminus A_1) = \frac{1}{4} \times [-1\log_2(1)] + \frac{1}{4} \times [-1\log_2(1)] +$$
$$\frac{2}{4} \times [-\frac{1}{2}\log_2(\frac{1}{2}) - \frac{1}{2}\log_2(\frac{1}{2})] = 0+0+0/5 = 0/5$$

$$H_3(C \setminus A_3) = P(a_{3,1}) \times [-p(c_9 \setminus a_{3,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{3,1})] +$$
$$p(a_{3,3}) \times [-\mathrm{p}(c_3 \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_3 \setminus a_{3,3}) -$$
$$\mathrm{p}(c_7 \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_7 \setminus a_{3,3}) - p(c_{10} \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_{10} \setminus a_{3,3})]$$

$$H_3(C \setminus A_3) = \frac{1}{4} \times [-1\log_2(1)] + \frac{3}{4} \times [-\frac{1}{3}\log_2(\frac{1}{3}) - \frac{1}{3}\log_2(\frac{1}{3}) - \frac{1}{3}\log_2(\frac{1}{3})] = 0 + 1/19 = 1/19$$

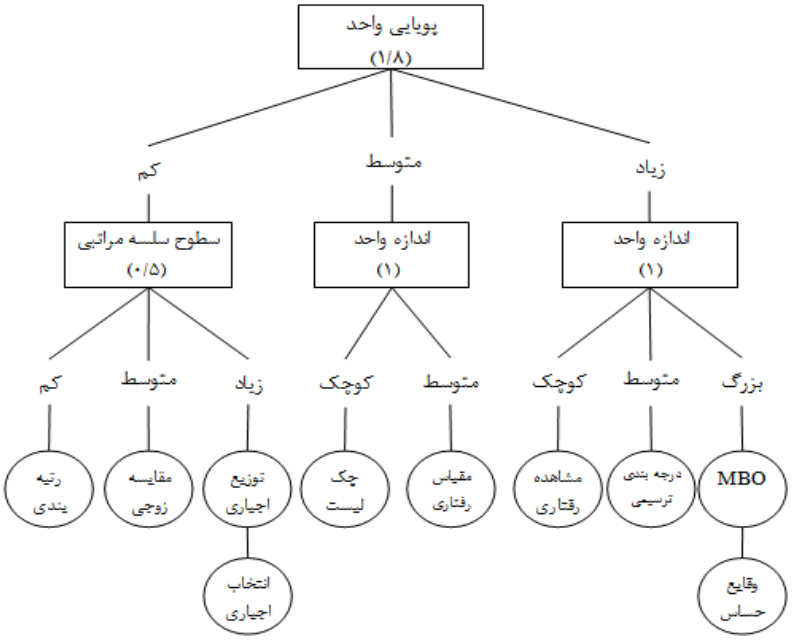
بنابراین با توجه به مقادیر آنتروپی‌های به دست آمده برای صفات، آنتروپی اندازه واحد کمترین است و به عنوان گره انتخاب می‌شود.

در نهایت درخت تصمیم به شکل زیر حاصل می‌شود:



شکل(۵) : درخت تصمیم ایجاد شده در حالتی که فرهنگ‌سازی و آموزش در گره ریشه قرار می‌گیرد (مدل۳)

با جایگزین کردن صفت پویایی واحد با فرهنگ‌سازی و آموزش در گره ریشه و انجام محاسبات لازم درخت زیر حاصل می‌شود:



شکل(٦) : درخت تصمیم ایجاد شده در حالتی که صفت پویایی واحد در گره ریشه قرار دارد (مدل٤)

از بین چهار مدل ارائه شده، مدل‌های ۳ و۴ نسبت به بقیه مدل‌ها از عمق کمتری برخوردار هستند و از بین دو مدل ۳ و ۴، مدل ۳ را به علت اینکه میزان پویایی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی استان آذربایجان شرقی در حد پایین است بنابراین با انتخاب مدل ۴ از تنوع روش های ارزیابی انتخابی برای واحدها کاسته می‌شود، جهت جلوگیری از این امر مدل ۳ انتخاب می‌شود.

تبدیل درخت به قوانین

در این مرحله با توجه به اینکه مدل ۳ را انتخاب کردیم، قوانین مربوط به درخت(مدل ۳) را می‌نویسیم:

۱- اگر (فرهنگ سازی و آموزش=کم) و (سطوح سلسله مراتبی=کم) آن گاه روش رتبه‌بندی.

۲- اگر (فرهنگ‌سازی و آموزش=کم) و (سطوح سلسله مراتبی=متوسط) آن گاه روش مقایسه زوجی.

۳- اگر (فرهنگ سازی و آموزش=کم) و (سطوح سلسله مراتبی=زیاد) آن گاه روش توزیع اجباری.

۴- اگر (فرهنگ سازی و آموزش=کم) و (سطوح سلسله مراتبی=کم) آن گاه روش انتخاب اجباری.

۵- اگر(فرهنگ سازی و آموزش=متوسط) و (اندازه واحد=کوچک) آن گاه روش چک لیست.

۶- اگر (فرهنگ‌سازی و آموزش=متوسط) و (اندازه واحد=متوسط) آن گاه روش مقیاس رفتاری.

۷- اگر (فرهنگ‌سازی و آموزش= زیاد) و (اندازه واحد=کوچک) آن گاه روش مشاهده رفتاری.

۸- اگر (فرهنگ سازی و آموزش=زیاد) و (اندازه واحد=متوسط) آن گاه روش درجه‌بندی ترسیمی.

۹- اگر (فرهنگ سازی و آموزش= زیاد) و (اندازه واحد=بزرگ) آن گاه روش مدیریت بر مبنای هدف.

۱۰- اگر (فرهنگ سازی و آموزش=زیاد) و (اندازه واحد=بزرگ) آن گاه روش وقایع حساس.

فازی‌سازی اعداد حقیقی

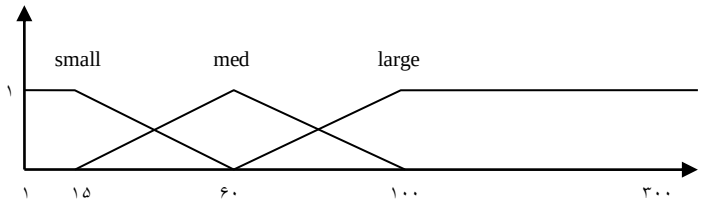
از آن جا که داده‌ها (ورودی و خروجی) به صورت اعداد حقیقی می‌باشند از این رو در این مرحله بایستی برای هر یک از این ورودی ها و خروجی ها درجه عضویت تعریف شود. مقدار درجه عضویت از تقاطع مقادیر(ورودی و خروجی) با مجموعه‌های فازی متغییر زبانی مربوطه تعیین می‌شود.

فازی‌سازی صفت اندازه واحد

جهت فازی سازی متغییرهای زبانی صفت اندازه واحد (تعداد کارکنان هر واحد) با توجه به مطالعاتی که در متون مدیریتی صورت گرفته و هم چنین با مراجعه به چارت سازمانی و با توجه به وظایف تعریف شده برای هر یک از واحدها، متغییرهای زبانی صفت اندازه واحد چنین تعریف می‌شوند:

- واحد با تعداد کارکنان تا ۱۵ نفر، واحد کوچک محسوب می‌شود.
- واحد با تعداد کارکنان ۱۵ تا ۱۰۰ نفر، واحد متوسط محسوب می‌شود.
- واحد با تعداد کارکنان بیش از ۱۰۰ نفر، واحد بزرگ محسوب می‌شود.

بنابراین توابع عضویت متغیرهای زبانی صفت اندازه واحد چنین تعریف می‌شود:



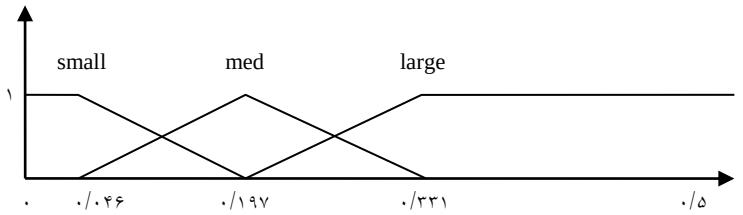
شکل(۷) : توابع عضویت متغیرهای زبانی صفت اندازه واحد (بدون نرمال شده)

$$\mu_{small}(x) = \begin{cases} 1 & x \le 15 \\ \dfrac{x-60}{15-60} & 15 \le x \le 60 \end{cases}$$

$$\mu_{med}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-15}{60-15} & 15\le x\le 60\\ \dfrac{x-100}{60-100} & 60\le x\le 100\end{cases}$$

$$\mu_{large}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-60}{100-60} & 60\le x\le 100\\ 1 & x\ge 100\end{cases}$$

بعد از نرمالیزه کردن مقادیر ورودی داریم:



شکل(۸) : توابع عضویت متغییرهای زبانی صفت اندازه واحد (نرمال شده)

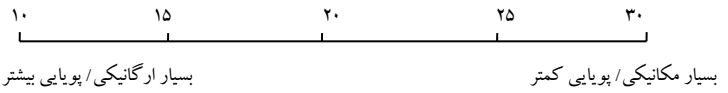
$$\mu_{small}(x)=\begin{cases}1 & x\le 0/0468\\ \dfrac{x-0/197}{0/046-0/197} & 0/095\le x\le 0/1973\end{cases}$$

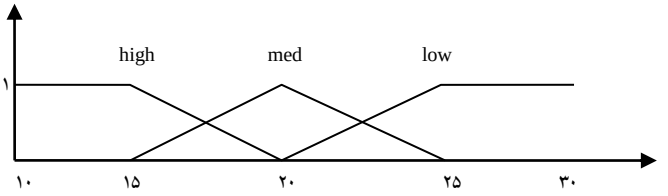
$$\mu_{med}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-0/096}{0/197-0/046} & 0/046\le x\le 0/197\\ \dfrac{x-0/33}{0/197-0/046} & 0/197\le x\le 0/33\end{cases}$$

$$\mu_{large}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-0/197}{0/33-0/197} & 0/197\le x\le 0/33\\ 1 & x\ge 0/33\end{cases}$$

فازی‌سازی پویایی

برای تعریف توابع عضویت متغیرهای زبانی(کم، متوسط، زیاد) صفت پویایی واحد، از نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه توزیع شده بین نمونه آماری استفاده می‌شود. بدین نحو که ۱۰ سوال سه گزینه‌ای برای صفت پویایی واحد طراحی شده که حداقل و حداکثر امتیاز کسب شده از ۱۰ سوال، به ترتیب ۱۰ و ۳۰ امتیاز می‌باشد که با توجه به مقیاس زیر میزان پویایی (ارگانیکی) واحد تعیین می‌شود (مقیمی، ۱۳۸۶: ۵۵).





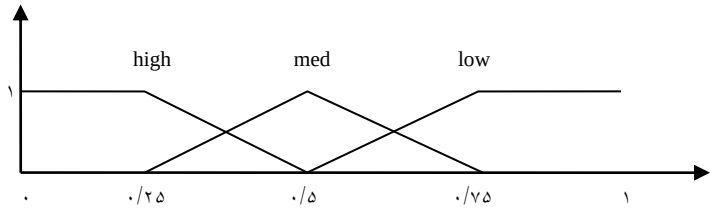
شکل(۹) : توابع عضویت متغیرهای زبانی صفت پویایی (بدون نرمال‌سازی)

$$\mu_{high}(x)=\begin{cases}1 & x\le 15\\ \dfrac{x-20}{15-20} & 15\le x\le 20\end{cases}$$

$$\mu_{med}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-15}{20-15} & 15\le x\le 20\\ \dfrac{x-20}{20-25} & 20\le x\le 25\end{cases}$$

$$\mu_{low}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-20}{25-20} & 20\le x\le 25\\ 1 & x\ge 25\end{cases}$$

بعد از نرمالیزه کردن توابع عضویت متغیرهای زبانی به صورت زیر تعریف می‌شوند:



شکل(۱۰) : توابع عضویت صفت پویایی (نرمال شده)

$$\mu_{high}(x)=\begin{cases}1 & x \le 0/25\\ \dfrac{x-0/5}{0/25-0/5} & 0/25 \le x \le 0/5\end{cases}$$

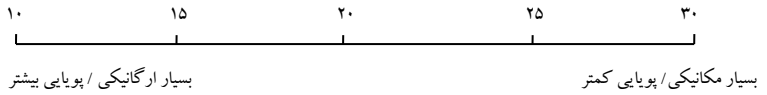
$$\mu_{med}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-0/25}{0/5-0/25} & 0/25 \le x \le 0/5\\ \dfrac{x-0/75}{0/5-0/75} & 0/5 \le x \le 0/75\end{cases}$$

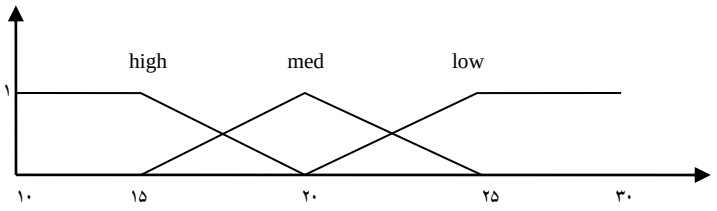
$$\mu_{low}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-0/5}{0/75-0/5} & 0/5 \le x \le 0/75\\ 1 & x \ge 0/75\end{cases}$$

فازی‌سازی صفت سطوح مختلف در سلسله مراتب

جهت تعریف توابع عضویت متغیرهای زبانی(کم، متوسط و زیاد) صفت سطوح مختلف سلسله مراتبی، از نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه توزیع شده بین نمونه آماری استفاده می‌شود. برای صفت سطوح مختلف سلسله مراتبی نیز از ۱۰ سوال سه گزینه‌ای طرح شده که حداقل و حداکثر امتیازات، به ترتیب ۱۰ و ۳۰

می‌باشد که با توجه به مقیاس زیر میزان سطوح مختلف سلسله مراتبی واحد تعیین می‌شود (Bernardin,H. John & Richard, 1984).





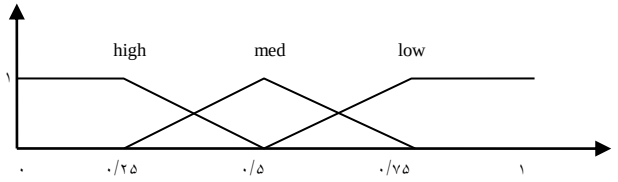
شکل(۱۱) : توابع عضویت متغیرهای زبانی صفت سطوح سلسله مراتبی(بدون نرمال‌سازی)

$$\mu_{low}(x)=\begin{cases}1 & x\le 15\\ \dfrac{x-20}{15-20} & 15\le x\le 20\end{cases}$$

$$\mu_{med}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-15}{20-15} & 15\le x\le 20\\ \dfrac{x-20}{20-25} & 20\le x\le 25\end{cases}$$

$$\mu_{high}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-20}{25-20} & 20\le x\le 25\\ 1 & x\ge 25\end{cases}$$

جهت سادگی کار، داده‌ها و متغیرهای زبانی را نرمالیزه می‌کنیم:



شکل (۱۲) : توابع عضویت صفت سطوح سلسله مراتبی (نرمال شده)

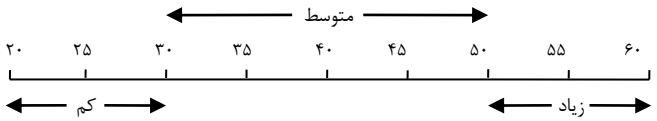
$$\mu_{low}(x)=\begin{cases}1 & x \le 0/25\\ \dfrac{x-0/5}{0/25-0/5} & 0/25 \le x \le 0/5\end{cases}$$

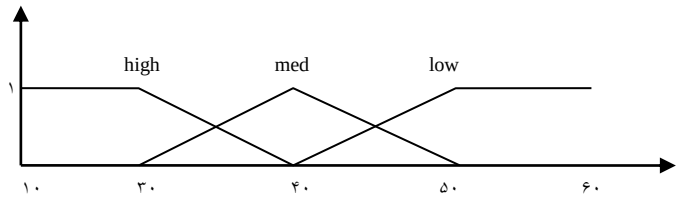
$$\mu_{med}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-0/25}{0/5-0/25} & 0/25 \le x \le 0/5\\ \dfrac{x-0/75}{0/5-0/75} & 0/5 \le x \le 0/75\end{cases}$$

$$\mu_{high}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-0/5}{0/75-0/5} & 0/5 \le x \le 0/75\\ 1 & x \ge 0/75\end{cases}$$

فازی‌سازی صفت فرهنگ‌سازی و آموزش

برای تعریف توابع عضویت متغیرهای زبانی صفت فرهنگ سازی و آموزش (کم، متوسط و زیاد) نیز از نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل سوالات مربوط به فرهنگ‌سازی و آموزش در پرسش‌نامه توزیع شده استفاده می‌شود. بدین نحو که در این مورد ۲۰ سوال سه گزینه‌ای (کم، متوسط و زیاد) طراحی شده که حداکثر و حداقل امتیاز حاصل از ۲۰ سوال (برای گزینه کم ۱ امتیاز، گزینه متوسط ۲ امتیاز و گزینه زیاد ۳ امتیاز در نظر گرفته می‌شود) به ترتیب ۶۰ امتیاز و ۲۰ می‌باشد که میزان فرهنگ‌سازی و آموزش برای هر واحد مطابق مقیاس زیر تعریف می‌شود (همان منبع: ۱۹۸۴).





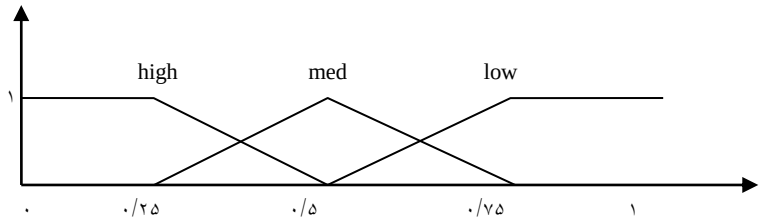
شکل(۱۳) : توابع عضویت صفت فرهنگ‌سازی و آموزش (بدون نرمال‌سازی)

$$\mu_{low}(x)=\begin{cases}1 & x \le 30\\ \dfrac{x-40}{30-40} & 30 \le x \le 40\end{cases}$$

$$\mu_{med}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-30}{40-30} & 30 \le x \le 40\\ \dfrac{x-50}{40-50} & 40 \le x \le 50\end{cases}$$

$$\mu_{high}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-40}{50-40} & 40 \le x \le 50\\ 1 & x \ge 50\end{cases}$$

بعد از نرمالیزه کردن توابع عضویت متغیرهای زبانی بصورت زیر تعریف می‌شوند:



شکل(۱٤): توابع عضویت صفت فرهنگ‌سازی و آموزش (نرمال شده)

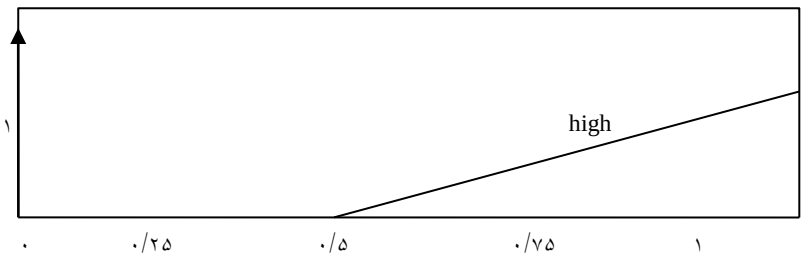
$$\mu_{low}(x)=\begin{cases}1 & x \le 0/25\\ \dfrac{x-0/5}{0/25-0/5} & 0/25 \le x \le 0/5\end{cases}$$

$$\mu_{med}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-0/25}{0/5-0/25} & 0/25 \le x \le 0/5\\ \dfrac{x-0/75}{0/5-0/75} & 0/5 \le x \le 0/75\end{cases}$$

$$\mu_{high}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-0/5}{0/75-0/5} & 0/5 \le x \le 0/75\\ 1 & x \ge 0/75\end{cases}$$

فازی‌سازی خروجی‌ها

در این مرحله با مراجعه به درخت تصمیم (الگوریتم ID_3) ملاحظه می‌شود که درخت تصمیم شامل ۱۰ قانون است که هر یک از این قوانین در نهایت به یک خروجی (روش ارزیابی عملکرد) منتهی می‌شود و ملاحظه می‌گردد که در هر یک از این قوانین رخ دادن یکی از روش‌های ارزیابی بیشتر از سایر روش‌ها است و بنابراین در تعریف خروجی‌ها روش یا روش‌هایی را که امکان آن بیش از ۰/۵ می‌باشد در فاصله $[0,1]$ انتخاب می‌کنیم. جهت تعریف متغییر زبانی امکان زیاد از عدد مثلثی استفاده می‌کنیم:



شکل(۱۵) : تابع عضویت متغییر خروجی

تعیین اولویت روش‌های ارزیابی عملکرد

در این مرحله سیستم با توجه به مقادیر خروجی (به دست آمده از روش مرکز ثقل) روش‌هایی را که مقادیرشان بیشتر از ۰/۵ می‌باشند به ترتیب رتبه‌بندی می‌کند. با وارد کردن مقادیر متغییرهای زبانی چهار معیار(اندازه واحد(تعداد کارکنان هر واحد)، میزان پویایی واحد، سطوح مختلف سلسله مراتبی و فرهنگ‌سازی)، سیستم خبره فازی روش ارزیابی عملکرد مناسب برای هر واحد را با امکان بالاتر نسبت به دیگر روش‌ها، اولویت اول هر واحد قرار می‌دهد.

جدول(۱) :

مقادیر ارزش تصمیم برای واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی استان آذربایجان شرقی

واحد / روش ارزیابی	رتبه بندی	ارزش تصمیم	مقایسه زوجی	ارزش تصمیم	درجه بندی ترسیمی	ارزش تصمیم	توزیع اجباری	ارزش تصمیم	انتخاب اجباری	ارزش تصمیم	چک لیست	ارزش تصمیم	وقایع حساس	ارزش تصمیم	مقیاس انتظارات رفتاری	ارزش تصمیم	مقیاس مشاهده رفتار	ارزش تصمیم	مدیریت بر مبنای هدف	ارزش تصمیم
تبریز	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۴۳۳	۰/۴۹۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۹۲	۰/۴۹۹۲	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶
شبستر	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۸۶	۰/۴۹۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۲۸	۰/۴۹۹۲	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶
مرند	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۸۶	۰/۴۹۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۲۸	۰/۴۸۲۸	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶
بناب	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۸۶	۰/۵۰۰۹	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۲۸	۰/۴۸۸۹	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶
اهر	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴	۰/۴۴۴۲	۰/۴۴۴۲	۰/۴۴۴۸	۰/۴۴۴۸	۰/۵۰۰۹	۰/۵۰۰۹	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۲۸	۰/۴۸۸۹	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶
مراغه	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۴۵۹۳	۰/۴۵۹۳	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۶۵	۰/۵۰۶۵	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۷۱	۰/۴۷۹۵	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶
سراب	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۴۶۲۵	۰/۴۶۲۵	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۸۵	۰/۵۰۸۵	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۳۴	۰/۴۸۲۸	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶
آذرشهر	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۸۸	۰/۵۰۸۸	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۲۸	۰/۴۸۲۸	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶
کلیبر	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۶۲	۰/۴۹۶۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۹۲	۰/۴۹۹۲	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶
اسکو	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۶۲	۰/۴۹۶۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۹۲	۰/۴۹۹۲	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶

واحد / روش ارزیابی	بستان آباد	جلفا	هشترود	هریس	صوفیان	ایلخچی	ملکان	هادیشهر	میانه
رتبه بندی	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۳۹۰	۰/۴۴۴۶
مقایسه زوجی	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	۰/۴۵۳۰	۰/۴۴۹۹
درجه بندی ترسیمی	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴	۰/۴۶۴۴	۰/۴۷۳۹	۰/۴۱۰۲	۰/۴۶۸۳	۰/۴۶۸۳	۰/۳۹۴۴	۰/۳۹۴۴
توزیع اجباری	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۴۴۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۴۰
انتخاب اجباری	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۴۸	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲
چک لیست	۰/۴۴۳۳	۰/۴۴۳۳	۰/۵۰۰۹	۰/۴۹۹۳	۰/۴۰۰۹	۰/۴۹۶۲	۰/۴۹۸۴	۰/۴۴۳۳	۰/۴۴۳۳
وقایع حساس	۰/۴۸۲۸	۰/۴۹۴۸	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲
مقیاس انتظارات رفتاری	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۵۱	۰/۴۸۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۲۸	۰/۴۹۵۱	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲
مقیاس مشاهده رفتار	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۴۸	۰/۴۸۶۸	۰/۴۹۴۸	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۸۹	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲
مدیریت بر مبنای هدف	۰/۵۱۶۰	۰/۵۲۵۴	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶	۰/۴۶۶۶

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

جهت نتیجه‌گیری و انتخاب روش ارزیابی عملکرد مناسب برای هر یک از واحدهای دانشگاهی از مقادیر ارزش تصمیم جدول (۱) استفاده می‌نماییم که نتایج ذیل حاصل می‌گردد:

۱- برای واحد تبریز انتخاب اول روش ارزیابی، مقیاس مشاهده رفتار با ارزش تصمیم (۰/۴۹۹۲) است.

۲- برای واحد شبستر انتخاب اول روش ارزیابی، مقیاس مشاهده رفتار با ارزش تصمیم (۰/۴۹۹۲) است.

۳- برای واحد مرند انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم (۰/۵۰۸۸) است.

۴- برای واحد بناب انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم (۰/۵۰۸۸) است.

۵- برای واحد اهر انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم (۰/۵۰۰۹) است.

۶- برای واحد مراغه انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم (۰/۵۰۶۵) است.

۷- برای واحد سراب انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم (۰/۵۰۸۵) است.

۸- برای واحد آذرشهر طرح‌ها انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم (۰/۵۰۸۸) است.

۹- برای واحد کلیبر انتخاب اول روش ارزیابی، مقیاس مشاهده رفتار با ارزش تصمیم (۰/۴۹۹۲) است.

۱۰- برای واحد اسکو انتخاب اول روش ارزیابی، مقیاس مشاهده رفتار با ارزش تصمیم (۰/۴۹۹۲) است.

۱۱- برای واحد بستان آباد انتخاب اول روش ارزیابی، مدیریت بر مبنای هدف با ارزش تصمیم (۰/۵۱۶۰) است.

۱۲- برای واحد جلفا انتخاب اول روش ارزیابی، مدیریت بر مبنای هدف با ارزش تصمیم (۰/۵۲۵۴) است.

۱۳- برای واحد هشترود انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم (۰/۵۰۰۹) است.

۱۴- برای واحد هریس انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست هدف با ارزش تصمیم (۰/۴۹۹۳) است.

۱۵- برای واحد صوفیان انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم (۰/۵۰۰۹) است.

۱۶- برای واحد ایلخچی انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم(۰/۴۹۶۲) است.

۱۷- برای واحد ملکان انتخاب اول روش ارزیابی، چک لیست با ارزش تصمیم (۰/۴۹۸۴) است.

۱۸- برای واحد هادیشهر انتخاب اول روش ارزیابی، مدیریت بر مبنای هدف با ارزش تصمیم (۰/۴۶۶۶) است.

۱۹- برای واحد میانه انتخاب اول روش ارزیابی، مدیریت بر مبنای هدف با ارزش تصمیم (۰/۴۶۶۶) است.

برای تعیین اولویت‌های بعدی می‌توان به جدول (۱) مراجعه کرد.

References:

Abtahi, H. (2002). Human Resource Management. Tehran: Management Research and Management Institute, (In Persian).

Almasi, H. (1995). A New Attitude in HRM from Performance Evaluation to Performance Management. Tadbir Magazine, 56, (In Persian).

Alwani, S. M. (2005). Public Administration. Tehran: Ney Publication, (In Persian).

Armstrong, M. (2002). Strategic Human Resource Management. Translated by: S. Mohammad Arabi & D. Izadi, Tehran: Publications Office of Cultural Research, (In Persian).

Azar, A., & Fazli, S. (2004). Designing a Model for Performance Evaluation by Using the Data Envelopment Analysis Approach. First International Management Conference, (In Persian).

Azar, A. (2002). Phase Management Science, Center for Management Studies and Productivity of Iran, (In Persian).

Bazzaz Jazayeri, S. A. (2003). Performance Management with Emphasis on Performance Evaluation of Employees. First International Management Conference, (In Persian).

Bazzaz Jazayeri, S. A. (2008). Evaluation of Performance in Organizations. Tehran: Ney Publication, (In Persian).

Beldwin,j.f, dong(walter)xie.,(2006), simple fuzzy logic rules based on fuzzy decision tree for classification and predication problem, department of engineering mathematics, faculty engineering, university.

Bojadezif, G. (2005). Fuzzy logic and its Applications in Management. Translated bt: S. M. R. Hosseini, Ishligh Publishing, (In Persian).

Camp, D. (2000). Fan Evaluation of Employees in a Week. Translated: E. Moghajerin, Yazawi Publishing, (In Persian).

Dervish, M., & Fotore Chi, M. (2004). Reforms to Improve Performance, the Organization of Administrative Affairs and Employment of the Country, (In Persian).

Dulan, Shimon, L., & Randall, Sh. (1999). Personnel and Human Resources Management. Translated by: T. Sabi, Government Education Center, (In Persian).

Fotore Chi, M. (2007). A Collection of Discussions about Employee Evaluation, Management and Planning Organization Publication, (In Persian).

Goodarzi, A., & Farahani, M. (2003). Performance Evaluation. Tadbir Journal, 142, (In Persian).

Haghighi, M. A., & Ranaee, H. (2007). Human Resource Efficiency, Staff Performance Evaluation. Tehran: Termeh Publishing, (In Persian).

Hunt. John. (2005), decision trees for decision support- systems, http://www. Jaydeetechnology, co.ir.

Hajilzham, hajizainal Abidin, The fuzzy decision tree application to a power systeme problem, power systems research group, university of strthclyde, uk, www. Emeraldinsight. Com

Herrera,m, Sepulveda, c.A, pavez-lezo, b., rt all,(2003), economic dispatch using fuzzy decision tree, electric power systems research, 66: 115-122.

Kazemi, B. (2006). Personnel Management, Governmental Education Management Center, (In Persian).

Machacha, L.L., Bhattacharya, P., (2000), A fuzzy logic-based approach to project selection. IEEE Transactions on Engineering Management 47 (1), 65–73.

Moghimi, S. M. (2003). Organization and Management with a Research Approach. Tehran: Termeh Magazine, (In Persian).

Oraee Yazdani, B. (2006). A Critical Review of the Performance Appraisal and How it is Applied in Organizations with the Help of some Organizations in Iran. Editorial Board, 3, (In Persian).

Rajabi, A. (2005). Measurement and Evaluation of Human Resources Operations Using Fuzzy Logic Method. Fourth International Management Conference, (In Persian).

Roberts S. Kaplan & David P. Norton, (1996), using the Balanced scorecard as a strategic management system, Harvard Business Review Reprint / 107.

Saatchi, M. (1976). Productivity Psychology. Virayesh Publishing, (In Persian).

Singer, M.,(2000), Human Resource Management, PWS-Kent Co.

Stone Raymond, J.(2005), Human Resource Management.

Internet: Performance Appraisal Guideline, Published by Office of Human Resources , February ,2002.

Burrough, P. A. (1989), Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation, J. soil sci. 40: 477- 492

Burrough, P. A., R.A. Macmillan W. Van Deursen, (1992), Fuzzy classification methods for determinig land suitability from profile observation and topography, J. Soil Sci,193-210

Carlson, W. L., B. Thorne., (2005), Applied statistical methods, Prentice-Hall Inc., 1021P. 42-Jung, J. R., Sun, C., Mizutani, E,.(2002), Neruro-fuzzy and soft computing, Printice-Hall

Kerre, E,. (2004), Introduction to the basic principles of fuzzy set theory and some of its applications, Communication and cognition, Blandijnberg 2, 900 Gent, Belgium

E.utgoff, paull, Berkman, Neil, A. clouse, Jeffery, decision tree Iuduction based on efficient tree restructuring.

Yuan& Shaw. (1995), Iducation of fuzzy decision tree, fuzzy stes and systems.

Zahedi, M. (1999). Theory of Fuzzy Collections and Its Uses. Ketab Publishing, (In Persian).