

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 پیشرفت‌های مداوم، دوران ارزش افزوده، عصر انجام فعالیت‌های 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 روش‌های ارزیابی عملکرد کارکنان ارائه دهیم و بر اساس این مدل روش ارزیابی عملکرد مناسب برای هر یک از واحدها را انتخاب نماییم. برای این کار ابتدا عوامل موثر در تعیین روش ارزیابی عملکرد را مشخص کردیم و با استفاده از این عوامل به بررسی روش‌های 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 متغیرهای 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

^۱ - دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (Dr.Iranzadeh@yahoo.com)

^۲ - کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (D.bagheri@live.com)

^۳ - کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (m.azarkasb@gmail.com)

عملکرد برای هر یک از واحدها مشخص شده است. در مرحله بعد با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره فازی اولویت انتخاب روش‌های ارزیابی برای هر یک از واحدها را بر اساس ارزش تصمیم (مقدار تامین اهداف) آنها مشخص گردیده است.

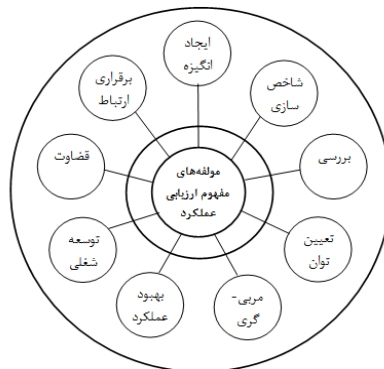
واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، آنتروپی، الگوریتم ID_3 ، درخت تصمیم، پایگاه دانش

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 کوشش‌هایش بکار برد. سازمان‌ها 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 حرکت‌های خود تحولات مثبت ایجاد نمایند. ارزیابی عملکرد ابزاری است که سازمان‌ها و کارکنان را در تامین این نیازها کمک می‌کند. 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 پیشرفت‌های مداوم، دوران ارزش افزوده، عصر انجام فعالیت‌های زیاد با امکانات محدود و بالاخره دوران ارتقاء بهره‌وری، داشتن یک نظام عملکرد نامناسب می‌تواند نارسایی سازمانی قابل توجهی باشد که تبعاتی را در پی خواهد داشت. برای جلوگیری از تبعات ارزیابی‌های نامطلوب نیاز هست که روش‌های 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 داده‌ها، مدلی طراحی کنیم تا با استفاده از این مدل و با توزیع پرسش‌نامه در بین کارکنان واحد را که می‌خواهیم ارزیابی کنیم (پرسش‌نامه با توجه به چهار عامل موثر در تعیین ارزیابی عملکرد صورت می‌گیرد) روش یا روش‌های 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 فعالیت‌های 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 پیش‌گیری کننده و هم تشخیص دهنده است. در صورتی که شرایط رو به بدی و ضعف تمایل پیدا کند، جاهای که نیاز به اصلاح و بهینه‌سازی دارد مشخص می‌شود. و در صورت دستیابی به نتایج خوب، راه‌ها و وسایل لازم برای بهبود عملکرد تا حداکثر امکان به کار گرفته می‌شود. 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 مولفه‌های ارزیابی عملکرد را می‌توان به صورت شکل (۱) نشان داد:



شکل (۱): مؤلفه‌های ارزیابی عملکرد

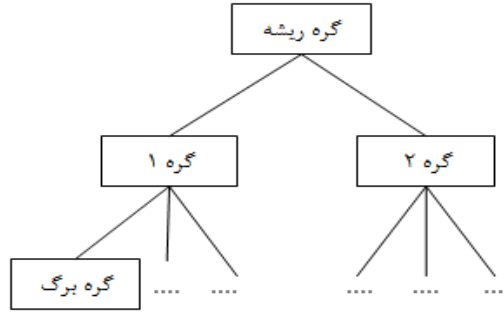
عوامل موثری را که در تعیین نوع سیستم ارزیابی عملکرد کارکنان سازمان مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از: ۱- اندازه واحد (تعداد کارکنان هر واحد) ۲- پویایی واحد (میزان ارگانیک بودن هر واحد) ۳- سطوح مختلف در سلسله مراتب (ارتفاع سلسله مراتب در واحد می‌باشد) ۴- فرهنگ سازی و آموزش (میزان فعالیت‌ها و تلاشی که در واحد برای آموزش کارکنان (از جمله برگزاری دوره‌های تخصصی و برگزاری کلاس‌های آموزشی) و فعالیت‌های 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- رتبه بندی
- ۲- مقایسه پذیری
- ۳- درجه بندی
- 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 می‌کنند. مدیران سازمان‌ها عموماً در مورد عملکرد و رفتارهای شغلی کارکنان اظهارنظر می‌کنند (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 روش‌های منطقی رعایت نگردد، بیم آن می‌رود که اثر احساسات زودگذر و همچنین اغراض شخصی نتایج ارزیابی را مخدوش سازد. انجام عملیات ارزیابی می‌باید 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 تغییر 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 سیستم های ارزیابی عملکرد کارکنان و در هدف فرعی به انتخاب سیستم مناسب ارزیابی عملکرد کارکنان برای واحدهای مختلف دانشگاه آزاد اسلامی استان آذربایجان شرقی خواهیم پرداخت.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر رویکرد، پیمایشی و از حیث هدف، کاربردی است. روش نمونه گیری از نوع طبقه ای بوده و تعیین حجم نمونه به شرح زیر می باشد:

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

با توجه به اینکه واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی استان آذربایجان شرقی و همچنین جامعه آماری (۲۰۷۹ نفر) می باشد، 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 پرسش نامه ای 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 کتابخانه ای.

روش تجزیه و تحلیل

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 نرم‌افزار نتایج نهایی حاصل می‌گردد.

$$H(C \setminus A_K) = \sum_{j=1}^{M_K} P(a_{k,j}) \left[\sum_{l=1}^N p(c_l | a_{k,j}) \times \log_2 p(c_l | a_{k,j}) \right]$$

$H(C \setminus A_K)$: 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

$$j = 1, 2, \dots, M_k$$

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

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

$$\begin{aligned}
 H(C \setminus A_1) &= \frac{4}{10} \times \left[-\frac{1}{4} \log_2\left(\frac{1}{4}\right) - \frac{1}{4} \log_2\left(\frac{1}{4}\right) - \frac{1}{4} \log_2\left(\frac{1}{4}\right) \right] + \\
 &\frac{2}{10} \times \left[-\frac{1}{2} \log_2\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2} \log_2\left(\frac{1}{2}\right) \right] + \frac{4}{10} \times \left[-\frac{1}{4} \log_2\left(\frac{1}{4}\right) - \frac{1}{4} \log_2\left(\frac{1}{4}\right) - \right. \\
 &\left. \frac{1}{4} \log_2\left(\frac{1}{4}\right) - \frac{1}{4} \log_2\left(\frac{1}{4}\right) \right] = 0/8 + 0/2 + 0/8 = 1/8 \Rightarrow H(C \setminus A_1) = 1/8
 \end{aligned}$$

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:

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

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

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 می شود:

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

محاسبه آنتروپی صفت فرهنگ سازی و آموزش

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

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:

$$\begin{aligned} H(C \setminus A_2) = & P(a_{2,1}) \times [-p(c_1 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,1}) - \\ & p(c_2 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{2,1}) \dots - p(c_9 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{2,1})] + \\ & p(a_{2,2}) \times [-p(c_1 \setminus a_{2,2}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,2}) - p(c_2 \setminus a_{2,2}) \\ & \log_2 p(c_2 \setminus a_{2,2}) \dots - p(c_9 \setminus a_{2,2}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{2,2})] + p(a_{2,3}) \times \\ & [-p(c_1 \setminus a_{2,3}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,3}) \dots - p(c_9 \setminus a_{2,3}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{2,3})] \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} H(C \setminus A_3) = & P(a_{3,1}) \times [-p(c_1 \setminus a_{3,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{3,1}) - \\ & p(c_2 \setminus a_{3,1}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{3,1}) \dots - p(c_9 \setminus a_{3,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{3,1})] + \\ & p(a_{3,2}) \times [-p(c_1 \setminus a_{3,2}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{3,2}) - p(c_2 \setminus a_{3,2}) \\ & \log_2 p(c_2 \setminus a_{3,2}) \dots - p(c_9 \setminus a_{3,2}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{3,2})] + p(a_{3,3}) \times \\ & [-p(c_1 \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{3,3}) \dots - p(c_9 \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{3,3})] \\ H_1(C \setminus A_3) = & \frac{2}{4} \times \left[-\frac{1}{2} \log_2 \left(\frac{1}{2} \right) \times 2 \right] + \frac{2}{4} \times \left[-\frac{1}{2} \log_2 \left(\frac{1}{2} \right) \times 2 \right] = 0/5 + 0/5 = 1 \end{aligned}$$

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

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

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 می‌گردد.

۳- حالتی که اندازه واحد بزرگ است.

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

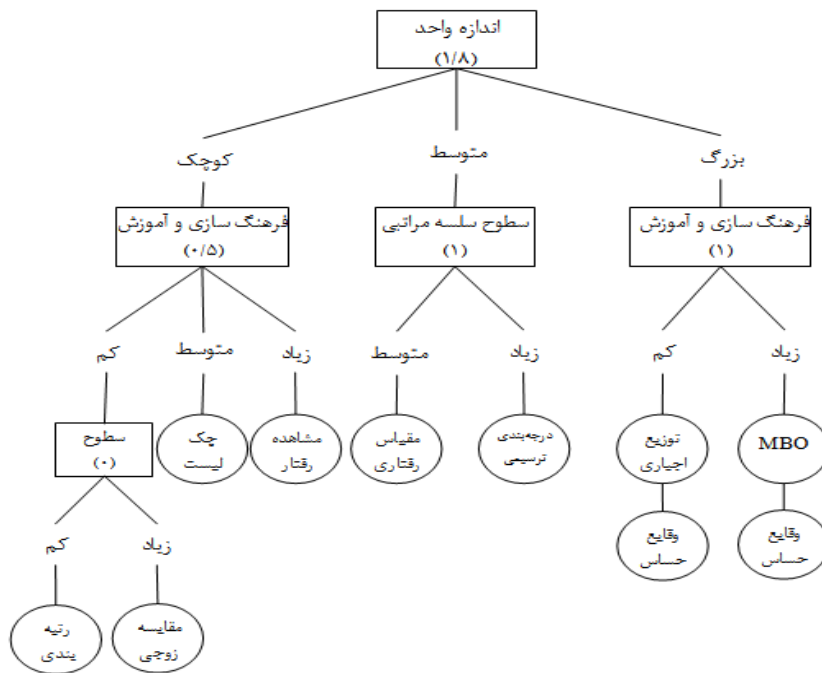
$$\begin{aligned}
 H_3(C \setminus A_2) = & P(a_{2,1}) \times [-p(c_1 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{2,1}) - \\
 & p(c_2 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{2,1}) \dots - p(c_9 \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_9 \setminus a_{2,1}) - \\
 & p(c_{10} \setminus a_{2,1}) \log_2 p(c_{10}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

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

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

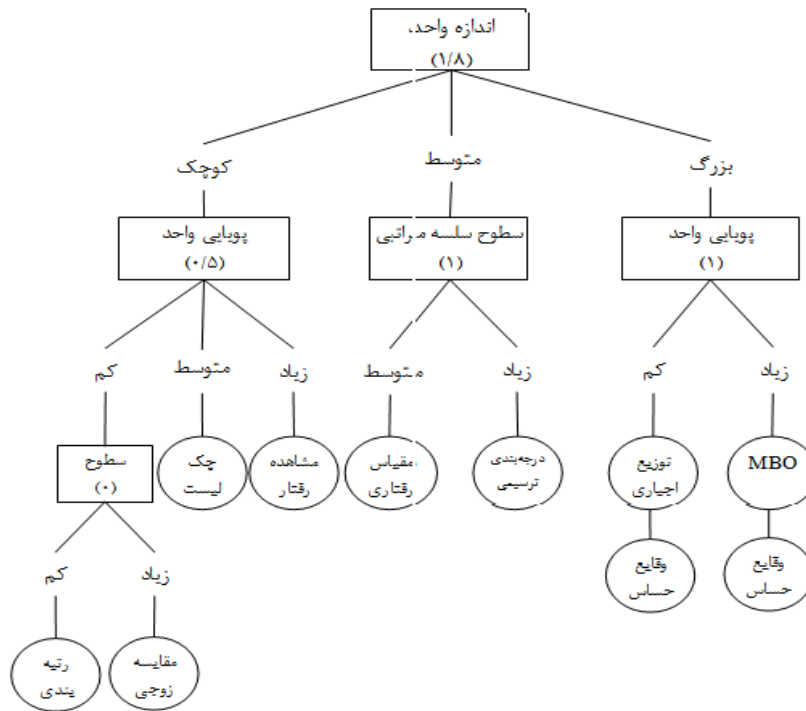
نکته مهم: در حالت های فوق برای واحد بزرگ با میزان پویایی کم دو روش توزیع و انتخاب اجباری و با پویایی زیاد دو روش مدیریت بر مبنای هدف و وقایع حساس پیشنهاد می شوند.

در نهایت درخت کامل به شکل زیر حاصل می شود:



شکل (۳): درخت تصمیم ایجاد شده در حالتی که صفت اندازه واحد در گره ریشه قرار دارد (مدل ۱)

با توجه به محاسبات صورت گرفته برای مدل ۱ در سطح دوم شاخه‌های (اندازه واحد=کوچک) و (اندازه واحد=بزرگ) آنتروپی صفات پویایی و فرهنگ سازی 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 آن‌ها درخت تصمیم زیر (مدل ۲) حاصل می‌شود.



شکل (۴): درخت تصمیم ایجاد شده در حالتی که صفت اندازه واحد در گره ریشه قرار دارد (مدل ۲)

همان طور که در ابتدا عنوان شد، می توان صفات پویایی واحد و فرهنگ سازی و آموزش را نیز با توجه به داشتن آنتروپی یکسان با صفت اندازه واحد در گره ریشه قرار داد.

با انتخاب صفت فرهنگ سازی 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 زیر گره به شرح زیر است:

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

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

$$\begin{aligned}
H_1(C \setminus A_1) &= 1 \\
H_1(C \setminus A_3) &= P(a_{3,1}) \times [-p(c_1 \setminus a_{3,1}) \log_2 p(c_1 \setminus a_{3,1})] + \\
& p(a_{3,2}) \times [-p(c_2 \setminus a_{3,2}) \log_2 p(c_2 \setminus a_{3,2})] + p(a_{3,3}) \times \\
& [-p(c_4 \setminus a_{3,3}) \log_2 p(c_4 \setminus a_{3,3})] - p(c_5 \setminus a_{3,3}) \log_2 \\
& p(c_5 \setminus a_{3,3}) = 0/5
\end{aligned}$$

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

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 فرهنگ سازی و آموزش متوسط است.

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

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

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

بنابراین صفت اندازه واحد به عنوان زیرگره انتخاب می شود.

۳- حالتی که فرهنگ سازی و آموزش زیاد می باشد.

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

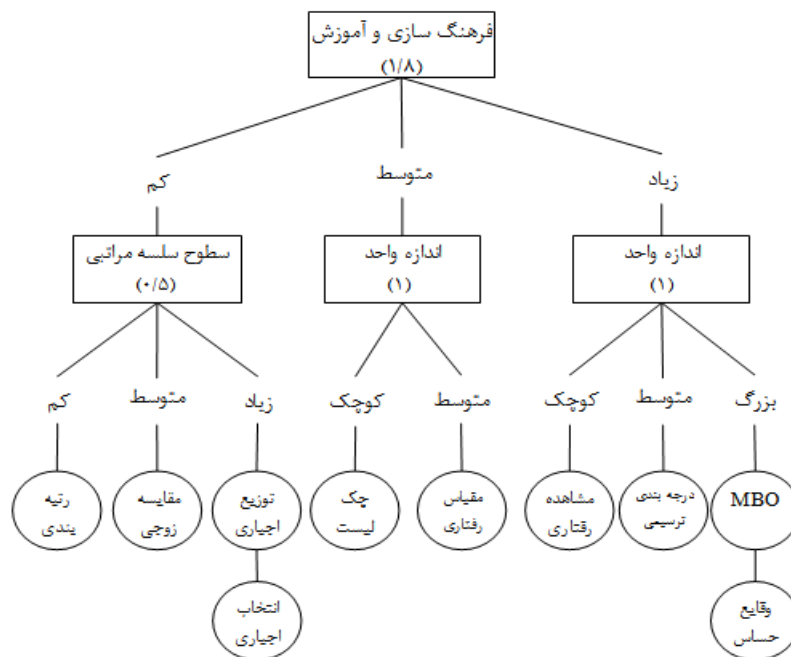
$$H_3(C \setminus A_1) = \frac{1}{4} \times [-1 \log_2(1)] + \frac{1}{4} \times [-1 \log_2(1)] +$$

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

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

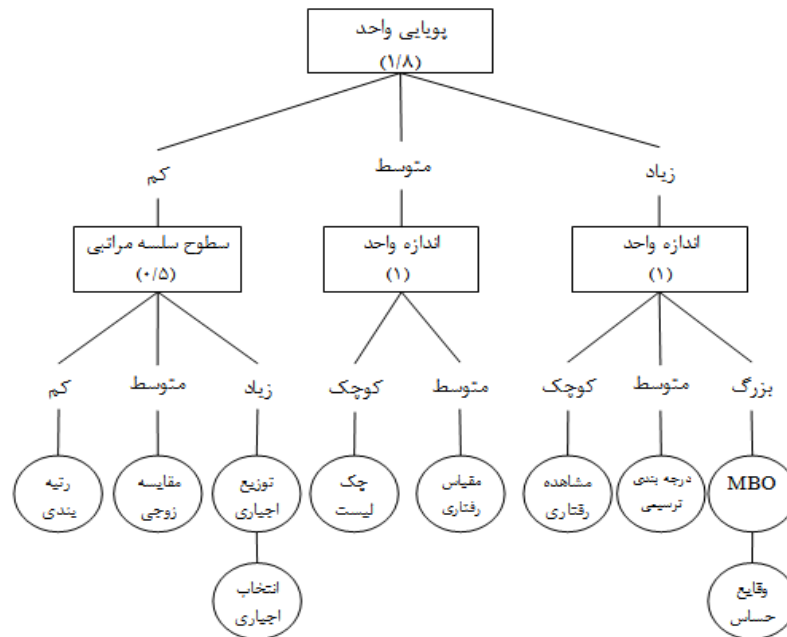
$$H_3(C \setminus A_3) = \frac{1}{4} \times [-1 \log_2(1)] + \frac{3}{4} \times \left[-\frac{1}{3} \log_2\left(\frac{1}{3}\right) - \frac{1}{3} \log_2\left(\frac{1}{3}\right) - \frac{1}{3} \log_2\left(\frac{1}{3}\right) \right] = 0 + 1/19 = 1/19$$

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 فرهنگ سازی و آموزش در گره ریشه قرار می‌گیرد (مدل ۳)

با جایگزین کردن صفت پویایی واحد با فرهنگ سازی و آموزش در گره ریشه و انجام محاسبات لازم درخت زیر حاصل می شود:



شکل (۶): درخت تصمیم ایجاد شده در حالتی که صفت پویایی واحد در گره ریشه قرار دارد (مدل ۴)

از بین چهار مدل ارائه شده، مدل های ۳ و ۴ نسبت به بقیه مدل ها 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 می شود، جهت جلوگیری از این امر مدل ۳ انتخاب می شود.

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 (فرهنگ سازی 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 (فرهنگ سازی و آموزش=متوسط) و (اندازه واحد=متوسط) آن گاه روش مقیاس رفتاری.
 - ۷- اگر (فرهنگ سازی 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.

فازی سازی اعداد حقیقی

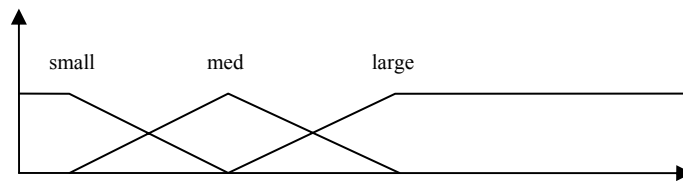
از آن جا که داده‌ها (ورودی و خروجی) به صورت اعداد حقیقی می‌باشند از این رو در این مرحله بایستی برای هر یک از این ورودی‌ها و خروجی‌ها درجه عضویت تعریف شود. مقدار درجه عضویت از تقاطع مقادیر (ورودی و خروجی) با مجموعه‌های فازی متغیر زبانی مربوطه تعیین می‌شود.

فازی سازی صفت اندازه واحد

جهت فازی سازی متغیرهای 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، متغیرهای 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:



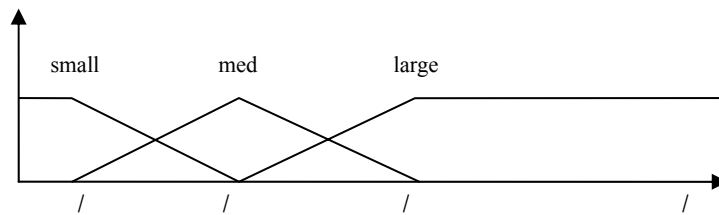
شکل (۷): توابع عضویت متغیرهای زبانی صفت اندازه واحد (بدون نرمال شده)

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

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

$$\mu_{large}(x) = \begin{cases} \frac{x-60}{100-60} & 60 \leq x \leq 100 \\ 1 & x \geq 100 \end{cases}$$

بعد از نرمالیزه کردن مقادیر ورودی داریم:



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

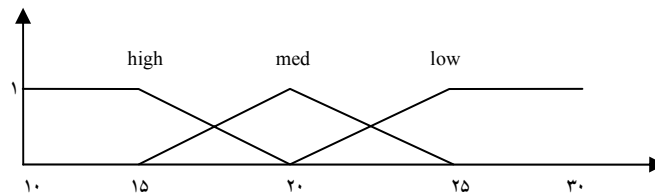
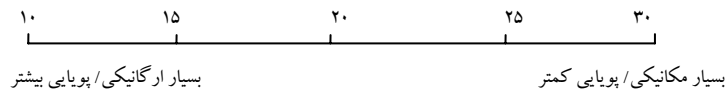
$$\mu_{small}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 0/0468 \\ \frac{x-0/197}{0/046-0/197} & 0/095 \leq x \leq 0/1973 \end{cases}$$

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

$$\mu_{large}(x) = \begin{cases} \frac{x-0/197}{0/33-0/197} & 0/197 \leq x \leq 0/33 \\ 1 & x \geq 0/33 \end{cases}$$

فازی سازی پویایی

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



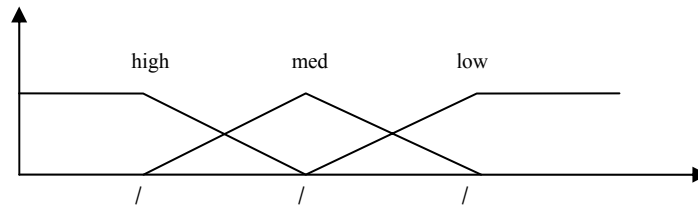
شکل (۹): توابع عضویت متغیرهای زبانی صفت پویایی (بدون نرمال سازی)

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

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

$$\mu_{low}(x) = \begin{cases} \frac{x-20}{25-20} & 20 \leq x \leq 25 \\ 1 & x \geq 25 \end{cases}$$

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



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

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

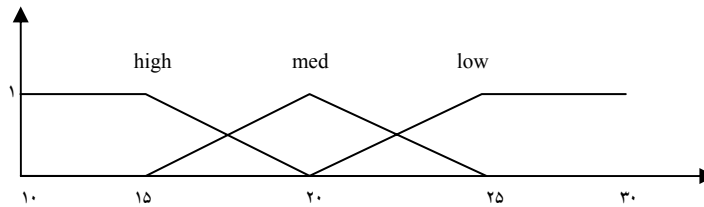
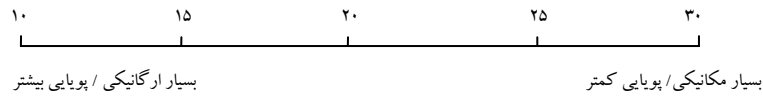
$$\mu_{med}(x) = \begin{cases} \frac{x - 0/25}{0/5 - 0/25} & 0/25 \leq x \leq 0/5 \\ \frac{x - 0/75}{0/5 - 0/75} & 0/5 \leq x \leq 0/75 \end{cases}$$

$$\mu_{low}(x) = \begin{cases} \frac{x - 0/5}{0/75 - 0/5} & 0/5 \leq x \leq 0/75 \\ 1 & x \geq 0/75 \end{cases}$$

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).



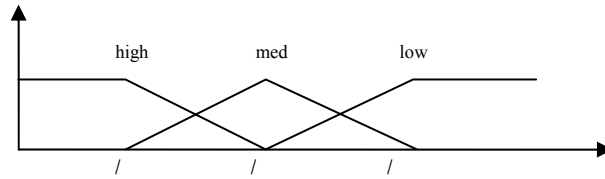
شکل (۱۱): توابع عضویت متغیرهای زبانی صفت سطوح سلسله مراتبی (بدون نرمال سازی)

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

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

$$\mu_{high}(x) = \begin{cases} \frac{x-20}{25-20} & 20 \leq x \leq 25 \\ 1 & x \geq 25 \end{cases}$$

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



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

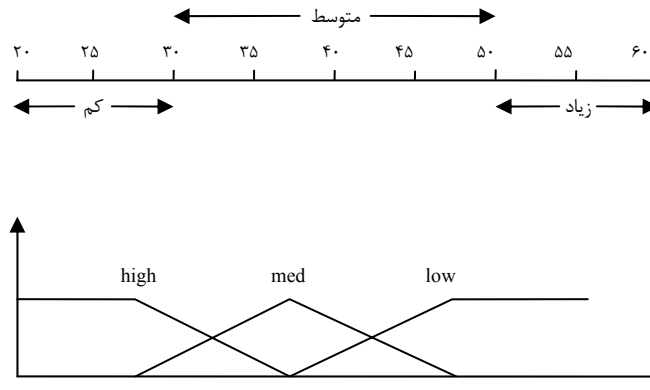
$$\mu_{low}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 0/25 \\ \frac{x - 0/5}{0/25 - 0/5} & 0/25 \leq x \leq 0/5 \end{cases}$$

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

$$\mu_{high}(x) = \begin{cases} \frac{x - 0/5}{0/75 - 0/5} & 0/5 \leq x \leq 0/75 \\ 1 & x \geq 0/75 \end{cases}$$

فازی‌سازی صفت فرهنگ‌سازی و آموزش

برای تعریف توابع عضویت متغیرهای زبانی صفت فرهنگ‌سازی 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).



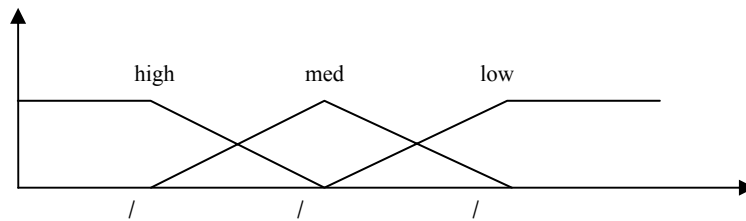
شکل (۱۳): توابع عضویت صفت فرهنگ‌سازی و آموزش (بدون نرمال‌سازی)

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

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

$$\mu_{high}(x) = \begin{cases} \frac{x-40}{50-40} & 40 \leq x \leq 50 \\ 1 & x \geq 50 \end{cases}$$

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



شکل (۱۴): توابع عضویت صفت فرهنگ‌سازی و آموزش (نرمال شده)

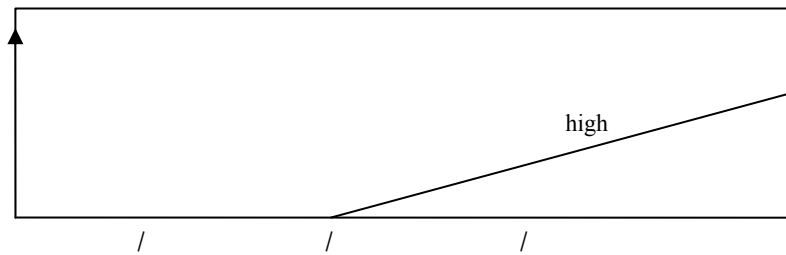
$$\mu_{low}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 0/25 \\ \frac{x - 0/5}{0/25 - 0/5} & 0/25 \leq x \leq 0/5 \end{cases}$$

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

$$\mu_{high}(x) = \begin{cases} \frac{x - 0/5}{0/75 - 0/5} & 0/5 \leq x \leq 0/75 \\ 1 & x \geq 0/75 \end{cases}$$

فازی سازی 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 متغیر زبانی امکان زیاد از عدد مثلثی استفاده می‌کنیم:



شکل (۱۵): تابع عضویت متغیر 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 متغیرهای 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

هدف	مدیریت	مقیاس مشاهده رفتار	مقیاس انتظارات رفتاری	وقایع حساس	چک لیست	انتخاب اجباری	توزیع اجباری	درجه بندی نرمی	مقیاس زوجی	زنبه بندی	روش ارزیابی
ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم	ارزش تصمیم
۰/۴۶۶۶	۰/۴۹۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۶۲	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	اسکو
۰/۴۶۶۶	۰/۴۹۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۶۲	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	کلیبر
۰/۴۶۶۶	۰/۴۸۲۸	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۸۸	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	آذرشهر
۰/۴۶۶۶	۰/۴۸۲۸	۰/۴۸۳۴	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۸۵	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۴۶۲۵	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	سراب
۰/۴۶۶۶	۰/۴۷۹۵	۰/۴۸۷۱	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۶۵	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۴۵۹۳	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	مراغه
۰/۴۶۶۶	۰/۴۸۸۹	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۰۹	۰/۴۹۴۸	۰/۴۴۴۲	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	اهر
۰/۴۶۶۶	۰/۴۸۲۸	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۸۶	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	بناب
۰/۴۶۶۶	۰/۴۸۲۸	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۸۶	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	مرند
۰/۴۶۶۶	۰/۴۹۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	شهبستر
۰/۴۶۶۶	۰/۴۹۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۴۳۳	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	تبریز
مدیریت	مقیاس مشاهده رفتار	مقیاس انتظارات رفتاری	وقایع حساس	چک لیست	انتخاب اجباری	توزیع اجباری	درجه بندی نرمی	مقیاس زوجی	زنبه بندی	روش ارزیابی	واحد

هدف بر مبنای مدیریت	مقیاس مشاهده رفتار	مقیاس انتظارات رفتاری	وقایع حساس	چک لیست	انتخاب اجباری	توزیع اجباری	درجه بندی نرسمی	مقیاسه زوجی	رتبه بندی	روش ارزیابی واحد
۰/۴۶۶۶	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۴۳۳	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۴۴۹۹	۰/۳۷۴۲	میان
۰/۴۶۶۶	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۴۳۳	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۴۵۴۰	۰/۳۷۴۲	هادیشهر
۰/۴۶۶۶	۰/۴۸۸۹	۰/۴۹۵۱	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۸۴	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۴۶۸۳	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	ملکان
۰/۴۶۶۶	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۲۸	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۶۲	۰/۴۹۲۸	۰/۴۴۴۲	۰/۴۶۸۳	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	ایلخچی
۰/۴۶۶۶	۰/۴۹۲۸	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۰۰۹	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	صوفیان
۰/۴۶۶۶	۰/۴۸۶۸	۰/۴۸۹۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۹۳	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۴۸۳۹	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	هریس
۰/۴۶۶۶	۰/۴۹۲۸	۰/۴۸۵۱	۰/۴۱۰۲	۰/۵۰۰۹	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۴۶۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	هشترود
۰/۵۲۵۴	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۹۲۸	۰/۴۴۳۳	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	چنفا
۰/۵۱۶۰	۰/۴۱۰۲	۰/۴۱۰۲	۰/۴۸۲۸	۰/۴۴۳۳	۰/۴۱۰۲	۰/۳۷۴۰	۰/۳۹۴۴	۰/۳۷۴۲	۰/۳۷۴۲	بستان آباد

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 هشتگرد 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.

منابع:

- آرمسترانگ، مایکل (۱۳۸۱)، مدیریت استراتژیک منابع انسانی، ترجمه: سید محمد اعرابی و داوود ایزدی، انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- آذر، عادل، فضل‌ی، ص (۱۳۸۳)، طراحی مدل ارزیابی عملکرد مدیر با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت عملکرد، تهران.
- آذر، عادل (۱۳۸۱)، علم مدیریت فازی، مرکز مطالعات مدیریت و بهره‌وری ایران، چاپ اول.
- ابطیحی، حسن (۱۳۸۱)، مدیریت منابع انسانی، موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت، تهران.
- اورعی یزدانی، بهرام (۱۳۸۵)، مروری انتقادی بر ارزیابی عملکرد و نحوه اعمال آن در سازمان‌ها با تاملی بر برخی از سازمان‌های ایران، نشریه کمال مدیریت شماره ۳.
- الوانی، سید مهدی (۱۳۸۴)، مدیریت عمومی، نشریه نی، چاپ بیست و سوم.
- الماسی، حسن (۱۳۷۴)، نگرش جدید در مدیریت منابع انسانی از ارزیابی عملکرد تا مدیریت عملکرد، مجله تدبیر، شماره ۵۶.
- دولان، شیمون ال، رندال اس، شولد (۱۳۷۸)، مدیریت امور کارکنان و منابع انسانی، ترجمه طوسی و صائبی، مرکز آموزش دولتی، چاپ چهارم.
- بوجادزیف، جرج (۱۳۸۴)، منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت، ترجمه: سید محمدرضا حسینی، انتشارات ایشلیق.
- بزاز جزایری، سید احمد (۱۳۸۷)، ارزیابی عملکرد در سازمان‌ها، نشر نی.
- بزاز جزایری، سید احمد (۱۳۸۲)، مدیریت عملکرد با تاکید بر ارزیابی عملکرد کارکنان، اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، تهران.
- حقیقی، محمد علی، رعنائی، حبیب الله (۱۳۸۶)، بهره‌وری نیروی انسانی - ارزشیابی عملکرد کارکنان، انتشارات ترمه.
- خانمحمدی، سهراب (۱۳۸۶)، جزوه درس تئوری فازی، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تبریز.

- درویش، مهدی و فتوره چی، مهین (۱۳۸۳)، اصلاحات در جهت بهبود عملکرد، سازمان امور اداری و استخدامی کشور.
- ساعتچی، محمود (۱۳۷۶)، روانشناسی بهره‌وری، نشر ویرایش، چاپ اول.
- رجبی، احمد (۱۳۸۴)، سنجش و ارزیابی عملکرد منابع انسانی با استفاده از روش منطق فازی، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، تهران.
- زاهدی، مرتضی (۱۳۷۸)، تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن، نشر کتب دانشگاهی، چاپ اول.
- کاظمی، بابک (۱۳۸۵)، مدیریت امور کارکنان، مرکز آموزش مدیریت دولتی، چاپ سوم.
- کمپ، دی (۱۳۷۹)، فن ارزیابی کارکنان در یک هفته، ترجمه: الهه مهاجرین، انتشارات یساوولی، چاپ اول.
- گودرزی، احمد و فراهانی، مصطفی (۱۳۸۲)، ارزشیابی عملکرد، نشریه تدبیر، شماره ۱۴۲.
- فتوره چی، مهین و همکاران (۱۳۸۶)، مجموعه مباحثی پیرامون ارزشیابی کارکنان، ناشر سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- مقیمی، سیدمحمد (۱۳۸۲)، سازمان و مدیریت با رویکرد پژوهشی، نشریه ترمه، چاپ اول.
- 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.
- 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., et al., (2003), economic dispatch using fuzzy decision tree, electric power systems research, 66: 115-122.
- Machacha, L.L., Bhattacharya, P., (2000), A fuzzy logic-based approach to project selection. IEEE Transactions on Engineering Management 47 (1), 65-73.
- Roberts S. Kaplan & David P. Norton, (1996), using the Balanced scorecard as a strategic management system, Harvard Business Review Reprint / 107.
- 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 determining 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), Neuro-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 induction based on efficient tree restructuring.
- Yuan & Shaw. (1995), Inducation of fuzzy decision tree, fuzzy stes and systems.
- Verma, v., (2000), Decision tree learning, cmu, 2000.
- Szczuka, Marcino, Decision tree learning, <http://www/ida.liu.se/>.

