

بهرمن ۱۴۰۰

یازدهمین سمینار بین‌المللی

جسرخلی و کاربرد آن



تحلیل سلسله مراتبی در انتخاب سرویس ابری

امیرحسین شاه بخش رضوی^۱ و مهدی زعفرانی^{۲*}

^۱دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

چکیده

تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از روش‌های چند معیاره است که به منظور تصمیم‌گیری و انتخاب بین یک یا چند گزینه از میان گزینه‌های متعدد تصمیم، با توجه به شاخص‌هایی که تصمیم‌گیرنده تعیین می‌کند در مسائل مختلف از جمله انتخاب، سرویس‌های ابری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله بر اساس ویژگی‌های سرویس‌های ابری مقایسه‌هایی بین گزینه‌های مختلف، براساس هر شاخص صورت گرفته و در مورد اهمیت شاخص تصمیم و با انجام مقایسه بین گزینه‌های تصمیم می‌توانیم بهترین سرویس ابری را انتخاب کنیم. برای مقایسه سرویس‌های ابری مختلف از شاخص اندازه‌گیری خدمات^۲ که بر اساس ویژگی‌های مشترک سرویس‌های ابری شناسایی شده است، استفاده می‌کنیم.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء، مساله بهینه‌سازی چند معیاره

کد موضوع‌بندی ریاضی [۲۰۱۰]: 97R40, 90Bxx, 97Rxx

۱ مقدمه

مفهوم اینترنت اشیاء^۳ (IOT) که در دنیای ارتباطات و فناوری اطلاعات مطرح شده است؛ مضامین گسترده‌ای را در بر می‌گیرد ولی با تعریف اتحادیه جهانی مخابرات^۴ (ITU) اینترنت اشیاء، بخشی از اینترنت یکپارچه شده آینده به حساب می‌آید که ضمن برقراری ارتباط بین انسان‌ها و اشیاء فیزیکی و مجازی مختلف، ارتباط میان این اشیاء را از طریق شبکه‌های اینترنتی فراهم می‌آورد [۲]. شبکه ابری یک شبکه‌ی جهانی، از دیتاسنترهایی است که در سرتاسر کره زمین پخش شده‌اند. این شبکه‌ها سرویس‌هایی چون پردازش و ذخیره‌سازی را در اختیار کاربران قرار می‌دهند تا کاربران بتوانند از راه دور و از طریق اینترنت به آنها دسترسی داشته باشند. ابرها کاربرد و اهمیت خود را حوزه‌های تجاری و علمی ثابت کرده‌اند؛ ارائه‌دهندگانی مانند (مایکروسافت، اورکل، Salesforce و...) ابعاد جدیدی از امکانات و فناوری را برای برنامه‌های علمی ایجاد کرده‌اند که پردازش مجموعه وسیعی از داده‌ها و محاسبات به صورت موازی و با کارایی بالا را در اختیار کاربر قرار می‌دهند [۳]. چند نمونه از شرکت‌های ارائه‌دهنده سرویس‌های ابری به شرح ذیل است:

۱. گوگل: *IoTCore* یک سرویس کاملاً مدیریت شده است که این امکان را به کاربران می‌دهد به راحتی و در امنیت کامل، داده‌های میلیون‌ها دستگاه پراکنده در سراسر جهان را متصل، مدیریت و دریافت کنند. (<https://cloud.google.com/iot-core>).

۲. آمازون: خدمات ذخیره‌سازی خود را با نام خدمات ذخیره‌سازی آسان آمازون^۵ ارائه می‌کند. (<https://aws.amazon.com/what-is-aws/>).

۳. مایکروسافت: یک پلتفرم ابری است که مجموعه‌ی گسترده‌ای از ابزارهای قدرتمند یکپارچه‌سازی خدمات و محصولات در اختیار کسب و کارها و توسعه‌دهندگان قرار می‌دهد. این ابزارها به فضای ابری وابسته هستند و می‌توانند به بهبود امنیت و توان پردازشی کامپیوترها کمک کنند. (<https://lucidscale.com/landing/provider-azure>).

* amirhossein.shrrzz@gmail.com سخنران. آدرس ایمیل:

^۱ Analytical Hierarchy Process

^۲ Service Measurement Index

^۳ Internet Of Things

^۴ International Telecommunication Union

^۵ Amazon Simple Storage Service

۱.۱ تحلیل سلسله مراتبی

در بسیاری از موارد، نتیجه تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار، بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شده باشد. در بعضی از مسائل، معیارها ممکن است با یکدیگر متضاد باشند، یعنی افزایش یک عامل یا معیار موجب کاهش عمل و معیار دیگر می‌شود. تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه معمولاً به دنبال گزینه‌ای است که بیشترین مزیت را برای تمامی معیارها داشته باشد. تحلیل سلسله‌مراتبی^۱ (AHP) به منظور تصمیم‌گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های متعدد تصمیم، با توجه به شاخص‌هایی که تصمیم‌گیرنده تعیین می‌کند، به کار می‌رود. به کارگیری این روش مستلزم پنج گام ذیل می‌باشد [۱].

۱. مدل‌سازی: در این قدم، سؤال و هدف تصمیم‌گیری به صورت سلسله‌مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط می‌باشند، در آورده می‌شود. عناصر تصمیم شامل «شاخصهای تصمیم‌گیری» و «گزینه‌های تصمیم» می‌باشد. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی نیازمند شکستن یک مساله با چندین شاخص به سلسله‌مراتبی از سطوح است. سطح بالا بیانگر هدف اصلی فرایند تصمیم‌گیری است. سطح دوم، نشان دهنده شاخص‌های عمده و اساسی که ممکن است به شاخص‌های فرعی و جزئی‌تر در سطح بعدی شکسته شود می‌باشد. سطح آخر گزینه‌های تصمیم را ارائه می‌کند.

۲. قضاوت ترجیحی: انجام مقایساتی بین گزینه‌های مختلف تصمیم، بر اساس هر شاخص و قضاوت در مورد اهمیت شاخص تصمیم با انجام مقایسات زوجی، بعد از طراحی سلسله‌مراتب مساله تصمیم، تصمیم‌گیرنده می‌بایست مجموعه ماتریس‌هایی که به طور عددی اهمیت یا ارجحیت نسبی شاخص‌ها را نسبت به یکدیگر و هر گزینه تصمیم را با توجه به شاخص‌ها نسبت به سایر گزینه‌ها اندازه‌گیری می‌نماید، ایجاد کند. این کار با انجام مقایسات دو به دو بین عناصر تصمیم (مقایسه زوجی) و از طریق تخصیص امتیازات عددی که نشان دهنده ارجحیت یا اهمیت بین دو عنصر تصمیم است، صورت می‌گیرد. برای انجام این کار معمولاً از مقایسه گزینه‌ها با شاخص‌های λ ام نسبت به گزینه‌ها یا شاخص‌های λ ام استفاده می‌شود

۳. محاسبات وزن‌های نسبی: تعیین وزن «عناصر تصمیم» نسبت به هم از طریق مجموعه‌ای از محاسبات عددی. قدم بعدی در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام محاسبات لازم برای تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس‌های مقایسات زوجی است.

۴. ادغام وزن‌های نسبی: به منظور رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم، در این مرحله بایستی وزن نسبی هر عنصر را در وزن عناصر بالاتر ضرب کرد تا وزن نهایی آن بدست آید. با انجام این مرحله برای هر گزینه، مقدار وزن نهایی بدست می‌آید.

۵. سازگاری در قضاوت‌ها: تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بر اساس قضاوت اولیه تصمیم‌گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد و هر گونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را مخدوش می‌سازد. نرخ ناسازگاری^۲ وسیله‌ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد، اما وقتی که تعداد مقایسات افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسات به راحتی میسر نبوده و باید با به کارگیری نرخ سازگاری به این اعتماد دست یافت. اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰.۱۰، باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر این صورت مقایسه‌ها باید تجدید نظر شود. قدم‌های زیر برای محاسبه نرخ ناسازگاری به کار گرفته می‌شود:

گام ۱.

محاسبه بردار مجموع وزنی: ماتریس مقایسات زوجی را در بردار ستونی «وزن نسبی» ضرب می‌کنیم بردار جدیدی را که به این طریق بدست می‌آوریم، بردار مجموع وزنی^۳ می‌نامیم.

گام ۲.

محاسبه بردار سازگاری: عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار اولویت نسبی تقسیم می‌کنیم. بردار حاصل بردار سازگاری^۴ نامیده می‌شود.

گام ۳.

^۱ Analytical Hierarchy Process

^۲ Inconsistency Ratio

^۳ Weighted sum Vector

^۴ Consistency Index

بدست آوردن λ_{max} ، میانگین عناصر برداری سازگاری λ_{max} را به دست می‌دهد.

گام ۴.

فرمول محاسبه شاخص سازگاری: شاخص سازگاری بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

گام ۵.

فرمول محاسبه نسبت سازگاری: نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی^۱ بدست می‌آید.

$$CR = \frac{CI}{CR}$$

۲ سیستم شاخص ارزیابی خدمات ابری

بر اساس ویژگی‌های سرویس‌های ابری، برخی از عوامل مانند امنیت، کیفیت خدمات، هزینه و اعتبار در انتخاب شرکت‌های ارائه دهنده سرویس‌های ابری مانند (مایکروسافت، اورکل، Salesforce) مؤثر هستند که در ذیل توضیح داده شده است [۴].

۱. امنیت: زمانی است که کاربران تصمیم می‌گیرند داده‌ها را در فضای ابری ذخیره کنند، به این معنی که کنترل امنیت داده‌ها را از دست داده‌اند و به سرویس امنیتی ارائه دهنده ابر اتکا می‌کنند. بنابراین، امنیت به عنوان نگرانی اصلی برای سرویس ابری در نظر گرفته می‌شود.

۲. کیفیت خدمات: معمولاً برای توصیف سرویس‌های دریافت شده از اینترنت استفاده می‌شود.

۳. هزینه: این عامل، بیانگر هزینه‌هایی است که هنگام استفاده مشتری از خدمات ارائه شده توسط ارائه دهنده خدمات ابری پرداخت می‌شود.

۴. اعتبار: خدماتی است که سرویس‌های ابری در اختیار مشتریان خود قرار می‌دهند و باعث اعتبار بخشی به کار خود می‌شوند.

۳ تعیین وزن صفات با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

تحلیل سلسله مراتبی، یک مدل ریاضی برای حل تصمیمات پیچیده در انتخاب است. یک چارچوب کامل و منطقی برای ساختار یک مشکل تصمیم‌گیری، نمایش و کمی کردن عناصر آن، ارتباط آن عناصر با اهداف کلی، و برای ارزیابی راه حل‌های جایگزین فراهم می‌کند. روش استفاده از AHP را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد [۴] [۵].

۱. مسئله به صورت سلسله مراتبی شامل: هدف تصمیم‌گیری، گزینه‌های دستیابی به آن و عواملی برای ارزیابی گزینه‌ها مدل می‌شود.

۲. با انجام یک سری مقایسه‌ها بر اساس مقایسه زوجی عناصر، اولویت‌ها در میان عناصر سلسله مراتبی تعیین می‌شود.

۳. این مقایسه‌ها ترکیب می‌شوند تا مجموعه‌ای از اولویت‌های کلی برای سلسله مراتب به دست آورده شود.

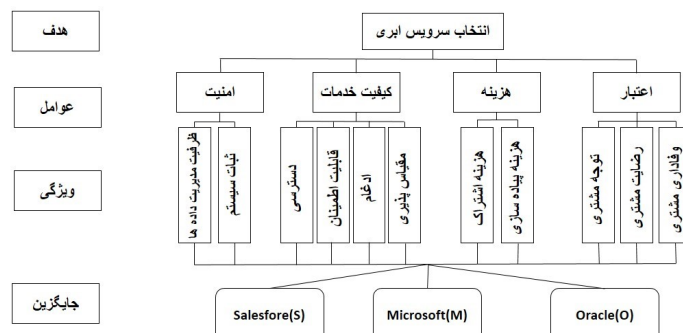
یکی از کاربردهای سرویس ابری، مدیریت ارتباط با مشتری به صورت آنلاین^۲ (CRM) است. در این مقاله تصمیم بر این است بین شرکت‌های ارائه دهنده خدمات ابری Salesforce، Oracle و Microsoft بهترین سرویس ابری، برای سیستم ارتباط با مشتری با روش سلسله مراتبی انتخاب شود.

^۱ Random Index

^۲ Customer Relationship Management

۱.۳ ساختار سلسله مراتبی

با توجه به سیستم شاخص ارزیابی سرویس ابری فوق، می توان سلسله مراتب *AHP* زیر را همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است، بدست آورد [۴].



شکل ۱: سلسله مراتب *AHP* برای تصمیم خرید سرویس *CRM* آنلاین

۲.۳ وزن دهی به صفت ها

در جدول (۱) به مقایسه زوجی با توجه به هدف مساله پرداخته می شود. بر روی جدول، ماتریس مقایسه زوجی لحاظ می شود، قطر اصلی همیشه یک می باشد یعنی هر گزینه نسبت به خودش برتری ندارد. تمامی اعداد بر روی جدول به صورت متقارن و معکوس لحاظ می شوند. برای محاسبه وزن کفایت که مجموع ستونی ماتریس را محاسبه کرد سپس هر عدد را تقسیم بر مجموع ستونش کرد، در انتها از اعداد بدست آمده می توان میانگین سطری گرفت که وزن های هر شاخص بدست می آید. به طور مشابه، می توان وزن هر ویژگی *z* را با توجه به هر عامل *i* به صورت W_{ij} بدست آورد. بنابراین وزن هر صفت *z* نسبت به

جدول ۱: مقایسه زوجی عوامل با توجه به هدف

هدف	امنیت	کیفیت خدمات	هزینه	اعتبار	وزن
امنیت	۱	۲	۴	۳	۰/۴۷۲
کیفیت خدمات	۱/۲	۱	۲	۲	۰/۲۵۱
هزینه	۱/۴	۱/۲	۱	۲	۰/۱۷۵
اعتبار	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۰/۱۲۰

هدف را می توان به صورت زیر محاسبه کرد که در جدول (۲) آورده شده است [۴].

$$W_j = W_i * W_{ij}$$

۳.۳ مقیاس بندی داده ها

از آنجایی که برخی از ویژگی ها مثبت و برخی دیگر منفی هستند، بنابراین باید با اعمال دو مقیاس، همه داده ها را مقیاس بندی کنیم که مجموعه هدف Y بدست می آید. امتیاز خام و امتیاز هدف را با توجه به مقالات [۴] [۵] به صورت تصادفی تهیه و در جدول (۳) استفاده شده است.

۴.۳ رتبه بندی

سپس می توانیم از فرمول زیر برای محاسبه امتیاز کلی هر تأمین کننده استفاده کنیم.

جدول ۲: وزن های اصلی و وزن های فرعی

عوامل	وزن اصلی	ویژگی	وزن فرعی	مقایسه
امنیت	۰/۴۷۲	ظرفیت مدیریت داده پایداری سیستم	۰/۶۶۷ ۰/۳۳۳	۰/۳۱۴۸ ۰/۱۵۷۲
کیفیت خدمات	۰/۲۵۱	دسترسی قابلیت اطمینان ادغام مقیاس پذیری	۰/۴۰۰ ۰/۳۳۷ ۰/۱۶۵ ۰/۰۹۸	۰/۱۰۰۴ ۰/۰۸۴۶ ۰/۰۴۱۴ ۰/۰۲۴۶
هزینه	۰/۱۶۵	هزینه اشتراک هزینه پیاده سازی	۰/۷۵ ۰/۲۵	۰/۱۲۳۸ ۰/۰۴۱۳
اعتبار	۰/۰۹۸	قابلیت اطمینان ادغام مقیاس پذیری	۰/۱۴ ۰/۳۳ ۰/۵۳	۰/۰۱۳۷ ۰/۰۳۲۳ ۰/۰۵۱۹

جدول ۳: امتیاز بندی صفت ها

امتیاز هدف			امتیاز خام			ویژگی
<i>O</i>	<i>M</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>M</i>	<i>S</i>	
۰/۳۱۱۶	۱	۰	۲/۷۵	۳/۲۸	۲/۵۱	مدیریت ظرفیت داده ها
۱	۰/۴۱۹۳	۰	۴/۳۶	۴/۱۸	۴/۰۵	پایداری سیستم
۰	۰/۶۱۲	۱	۴/۵۴	۴/۷۳	۴/۸۵	دسترسی
۰	۰/۷۵	۱	۲/۹۵	۳/۰۴	۳/۰۷	قابلیت اطمینان
۰/۳۸۴۶	۰	۱	۴/۴۹	۴/۴۴	۴/۵۴	مقیاس پذیری
۰	۱	۰/۵۴۵۴	۴/۶۶	۴/۷۷	۴/۷۲	ادغام
۰	۱	۰/۱۵۷۸	۶۸	۴۹	۶۵	هزینه اشتراک
۰	۱	۰/۵	۵۹	۴۷	۵۳	هزینه مفهومی
۰	۱	۰	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۱۱	توجه مشتری
۰	۰/۷۵	۱	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۵	رضایت مشتری
۰	۰/۷۵	۱	۰/۸۰	۰/۸۳	۰/۸۴	وفاداری مشتری

$$Score_s = \sum_{j=1}^n (W_j * Y_j)$$

n تعداد صفات را نشان می دهد، W_j وزن هر ویژگی را با توجه به هدف نشان می دهد. نتایج نهایی در جدول ۴ نشان داده شده است.

امتیاز نهایی هر تأمین کننده به صورت ذیل می باشد: ($Salesforce = ۰/۳۶۴۱$) ، ($Microsoft = ۱/۵$) و ($Oracle = ۰/۲۷۱۱$) همانطور که مشخص است ($Microsoft$) بالا ترین امتیاز را نسب به سایر گزینه ها کسب می کند و مناسب ترین گزینه برای استفاده می باشد.

۴ نتیجه گیری

با توجه به معیارهای مختلف سرویس های ارائه کننده ابری و استفاده روزافزون کاربران از این خدمات نیاز است، کاربران قبل از انتخاب سرویس ابری و با توجه به اهدافی که دارند چندین سرویس ابری را با روش تحلیل سلسله مراتبی مورد مقایسه قرار بدهند. با توجه به ویژگی ها و شاخص های مورد نظر کاربران، روش سلسله مراتبی بهترین گزینه انتخاب را در اختیار کاربران استفاده کننده از سرویس های ابری قرار می دهد.

جدول ۴: رتبه بندی گزینه های جایگزین

ویژگی	<i>S</i>	<i>M</i>	<i>O</i>
مدیریت ظرفیت داده ها	۰	۰/۳۱۴۸	۰/۰۹۸۰
پایداری سیستم	۰	۰/۰۶۵۹	۰/۱۵۷۲
دسترسی	۰/۱۰۰۴	۰/۰۶۱۴۴	۰
قابلیت اطمینان	۰/۰۸۴۶	۰/۰۶۳۴۵	۰
مقیاس پذیری	۰/۰۴۱۴	۰	۰/۰۱۵۹
ادغام	۰/۰۱۳۴	۰/۰۲۴۶	۰
هزینه اشتراک	۰/۰۱۹۵	۰/۱۲۳۸	۰
هزینه پیامد	۰/۰۲۰۶	۰/۰۴۱۳	۰
توجه مشتری	۰	۰/۰۱۳۷	۰
رضایت مشتری	۰/۰۳۲۳	۰/۲۴۲۲	۰
وفاداری مشتری	۰/۰۵۱۹	۰/۰۳۸۹	۰
امتیاز کامل	۰/۳۶۴۱	۱/۵	۰/۲۷۱۱

مراجع

- [۱] محمدرضا مهرگان، پژوهش عملیاتی پیشرفته، چاپ اول، انتشارات کتاب دانشگاهی، ۱۳۸۳.
- [2] Amir Masoud, Shabnam and Rahmani, Shadroo, *Systematic survey of big data and data mining in internet of things*, 139 (2018), 19–47.
- [3] Ashkan Yousefpour and Caleb Fung and Tam Nguyen and Krishna Kadiyala and Fatemeh Jalali and Amirreza Niakanlahiji and Jian Kong and Jason P. Jue, *All one needs to know about fog computing and related edge computing paradigms: A complete survey*, 98 (2019), 289-330.
- [4] Donglin, Fadika, Guihua and She, Qiping and Chen, *Evaluation index system of cloud service and the purchase decision-making process based on AHP*, (2011), 345–352.
- [5] Donglin, Fadika, Guihua and She, Qiping and Chen, *A framework for ranking of cloud computing services*, 29 (2013), No.4, 1012–1023.