

به نام خدا



دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی، دانشکدگان فارابی

انتخاب بهترین دروازه بان فیفا

پروژه تخصصی کارشناسی
رشته مهندسی صنایع

محمد مهیار امیری چیمه

استاد راهنما:
جناب دکتر موسی زاده

خرداد ۱۴۰۲

چکیده

پرطرفدارترین ورزش، فوتبال است و همواره بحث‌هایی بر سر بهترین تیم یا بازیکن بوده است. در این پروژه می‌خواهیم با استفاده از اعداد و ارقام و روش‌های تحلیلی به بررسی این مسئله بپردازیم. در این پژوهش قرار است به این سوال که «بهترین دروازه‌بان فیفا کیست!» با استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری، پاسخ دهیم. برای تحلیل این مسئله از دیتابیس FIFA 23 استفاده می‌کنیم. گزینه‌های مسئله، دروازه‌بانان هستند و معیارهای ما را ویژگی‌های کلی هر بازیکن به همراه ویژگی‌های مخصوص دروازه‌بانان تشکیل می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: روش‌های تصمیم‌گیری ، تصمیم‌گیری چند معیاره ، ارزیابی چند معیاره.

فهرست مطالب

1	فصل ۱: کلیات
2	۱-۱- مقدمه.....
3	فصل ۲: روش انجام پروژه
4	۲-۱- مقدمه.....
5	۲-۲- پیش پردازش.....
5	۲-۲-۱- داده‌ها.....
6	۲-۲-۲- ارزیابی معیارها.....
15	۲-۲-۳- وزن‌دهی معیارها.....
19	۲-۳- حل مسئله.....
19	۲-۳-۱- روش SAW.....
21	۲-۳-۲- روش EDAS.....
24	۲-۳-۳- روش MAUT.....
25	۲-۳-۴- روش WASPAS.....
28	۲-۳-۵- روش COCOSO.....
30	۲-۳-۶- روش TOPSIS.....
33	۲-۳-۷- روش MOORA.....
35	۲-۳-۸- روش COPRAS.....
37	۲-۳-۹- روش VIKOR.....
40	۲-۳-۱۰- روش MABAC.....
42	۲-۳-۱۱- روش ARAS.....
45	۲-۳-۱۲- روش MARCOS.....
48	۲-۳-۱۳- روش OCRA.....
50	۲-۳-۱۴- ادغام روش‌های جبرانی.....
51	۲-۳-۱۵- روش CODAS.....
54	۲-۳-۱۶- روش ELECTRE.....
57	۲-۳-۱۷- روش REGIME.....
59	۲-۳-۱۸- ادغام روش‌های غیرجبرانی.....
61	فصل ۳: نتایج

62	۳-۱- مقدمه
62	۳-۲- نتیجه نهایی
62	۳-۳- تحلیل نتیجه نهایی
63	۳-۴- پیشنهادها
63	۳-۴-۱- معیارها
63	۳-۴-۲- وزن معیارها

64	مراجع
----	--------------

65	منابع
----	--------------

فهرست تصاویر

- شکل (۲-۱) خلاصه مراحل حل مسئله..... 5
- شکل (۲-۲) اعتبارسنجی معیارهای دیتابیس FIFA 23 در سایت Kaggle..... 6
- شکل (۳-۲) دسته‌بندی تمامی معیارها..... 7
- شکل (۴-۲) معیارهای بازیکن..... 7
- شکل (۵-۲) معیارهای دروازه‌بان..... 14

فهرست جداول

16.....	جدول (۱-۲) ماتریس BO
17.....	جدول (۲-۲) ماتریس OW
17.....	جدول (۳-۲) وزن معیارهای اصلی
18.....	جدول (۴-۲) وزن تمامی معیارها
20.....	جدول (۲-۵) رتبه‌بندی روش SAW
23.....	جدول (۲-۶) رتبه‌بندی روش EDAS
25.....	جدول (۲-۷) رتبه‌بندی روش MAUT
27.....	جدول (۲-۸) رتبه‌بندی روش WASPAS
30.....	جدول (۲-۹) رتبه‌بندی روش COCOSO
33.....	جدول (۲-۱۰) رتبه‌بندی روش TOPSIS
35.....	جدول (۲-۱۱) رتبه‌بندی روش MOORA
37.....	جدول (۲-۱۲) رتبه‌بندی روش COPRAS
40.....	جدول (۲-۱۳) رتبه‌بندی روش VIKOR
42.....	جدول (۲-۱۴) رتبه‌بندی روش MABAC
44.....	جدول (۲-۱۵) رتبه‌بندی روش ARAS
47.....	جدول (۲-۱۶) رتبه‌بندی روش MARCOS
49.....	جدول (۲-۱۷) رتبه‌بندی روش OCRA
51.....	جدول (۲-۱۸) رتبه‌بندی روش‌های جبرانی
54.....	جدول (۲-۱۹) رتبه‌بندی روش CODAS
57.....	جدول (۲-۲۰) رتبه‌بندی روش ELECTRE
59.....	جدول (۲-۲۱) رتبه‌بندی روش REGIME
60.....	جدول (۲-۲۲) رتبه‌بندی ادغامی روش‌های غیر جبرانی

فصل ۱:

کلیات

۱-۱- مقدمه

فوتبال، یکی از محبوب‌ترین و پرتعدادترین ورزش‌های جهان است و همواره به عنوان یک شریک وفادار در سرگرمی و تفریح میلیون‌ها نفر در سراسر جهان عمل می‌کند. بازیکنان حرفه‌ای این ورزش نقش بسزایی در موفقیت تیم‌های خود و برگزاری رقابت‌های هیجان‌انگیز دارند. از این رو همواره تیم‌ها سعی بر این داشتند تا بهترین بازیکن فوتبال را انتخاب کند و در تیم خود مشارکت دهند. بسیاری از افراد، سازمان‌ها و مدیران سعی می‌کنند عملکرد تیم‌ها و بازیکنان فوتبال را ارزیابی کرده و به دنبال رویکردهای جدید بهبود یافته باشند. رتبه‌بندی بخشی اجتناب‌ناپذیر از دنیای فوتبال است که این رقابت‌پذیری یک عامل طبیعی است. یکی از تکنیک‌های مقابله با چنین مشکلاتی، استفاده از روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره است که رویکردی مؤثر برای نه تنها رتبه‌بندی، بلکه برای ارزیابی، انتخاب و مرتب‌سازی گزینه‌های داده شده ارائه می‌دهد.

در سال ۲۰۱۹ مقاله‌ای تحت عنوان «شناسایی مدل ارزیابی تیم‌های فوتبال با استفاده از روش COMET» منتشر شد. در این مقاله، روش اشیاء مشخصه (COMET) به منظور ایجاد رتبه‌بندی عملکرد باشگاه‌های برتر فوتبال استفاده می‌شود. مدل ارزیابی توسط ضریب همبستگی رتبه اسپیرمن شناسایی و با رتبه‌بندی معیار موجود مقایسه می‌شود. [1]

همچنین در سال ۲۰۲۱ مقاله‌ی «تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره مقایسه‌ای تیم‌های فوتبال: براساس مدارکی در مورد جام جهانی فیفا» با هدف یافتن بهترین تیم از نظر عملکرد در مسابقات جام جهانی ۲۰۱۸ منتشر شد. در ابتدا، نویسندگان معیارهای وزن را از طریق روش آنالیز شانون محاسبه کردند. سپس نتایج روش‌های TOPSIS و WASPAS را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کردند. طبق نتایج بدست آمده در این مقاله، تیم کشور بلژیک بهترین عملکرد را در مقایسه با سایر تیم‌های جام جهانی ۲۰۱۸ از خود نشان داده است. [2]

روش‌های تصمیم‌گیری، به عنوان یک رویکرد علمی و کمکی، می‌توانند در بررسی و ارزیابی ویژگی‌ها و عوامل متعددی که بر کیفیت و عملکرد یک بازیکن تأثیر می‌گذارند، مورد استفاده قرار گیرند. در این مقاله، تلاش می‌کنیم تا با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری، برترین دروازه‌بان فیفا را بر اساس معیارهای مشخصی تعیین کنیم. این مطالعه می‌تواند به توسعه روش‌های بهبود یافته برای تشخیص بهترین بازیکنان در آینده کمک کند و در نهایت به تعیین بهترین بازیکن فیفا برای هر سال کمک شایانی نماید.

فصل ۲:

روش انجام پروژه

۱-۲- مقدمه

مراحل کلی حل مسئله تصمیم‌گیری بصورت زیر می‌باشد.

۱. در گام اول از بین تمامی بازیکنان فیفا، دروازه‌بان‌ها که در پست GK (GoalKeeper) بازی می‌کنند را فیلتر می‌کنیم.

۲. در گام دوم معیارهای کلی هر بازیکن و معیارهای یک دروازه‌بان را مشخص می‌کنیم. قدرت بدنی، قدرت دفاعی، سرعت دو و مهارت‌هایی چون کنترل توپ، پاس، شوت، دریبل و... از جمله معیارهای پایه هر بازیکن می‌باشند. انعطاف، شیرجه، ضربه و... نیز معیارهای یک دروازه‌بان می‌باشد. معیارهایی که از نوع هزینه می‌باشد، قیمت قرارداد بازیکن و دستمزد بازیکن به ازای هر بازی است. هر یک از این زیرمعیارها متعلق به یک معیار اصلی می‌باشد.

۳. در گام سوم به وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها می‌پردازیم. در این بخش زیرمعیارها را نسبت به زیرمعیارهای درون آن گروه ارزیابی می‌کنیم و سپس وزن آن را بصورت کلی محاسبه می‌کنیم.

۴. در گام آخر با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری به بررسی و پاسخ به «انتخاب بهترین دروازه‌بان فیفا» خواهیم پرداخت. در این گام، روش حل بصورت زیر خلاصه می‌شود.

۱) **حل مسئله بوسیله روش‌های جبرانی:** در ابتدای کار، اطلاعات بیش از ۲۰۰۰ دروازه‌بان را با ۱۳

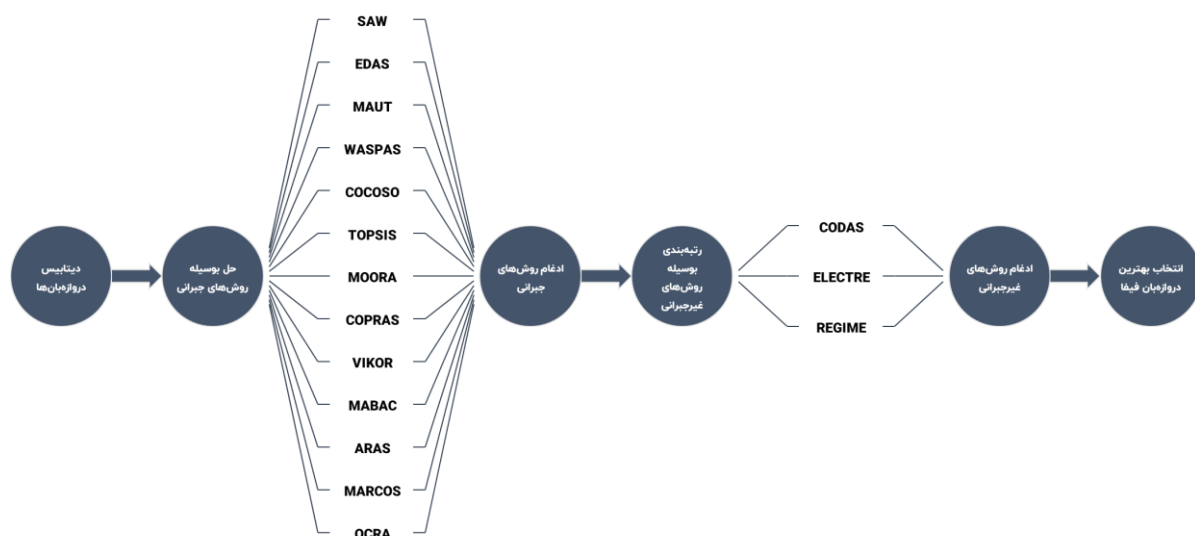
روش جبرانی تصمیم‌گیری حل نموده و از هر روش ۱۰ دروازه‌بان برتر آن روش را در نظر می‌گیریم.

۲) **ادغام روش‌های جبرانی:** پس از تجمیع جواب‌های روش‌های جبرانی، آن‌ها را با کمک امتیازدهی مبتنی بر رتبه، ادغام کرده و از ۱۰ دروازه‌بان با بیشترین امتیاز در روش‌های غیرجبرانی استفاده می‌کنیم.

۳) **رتبه‌بندی بوسیله روش‌های غیرجبرانی:** در این مرحله، ۱۰ دروازه‌بان برتر روش‌های جبرانی را با ۳ روش غیرجبرانی حل نموده و آن‌ها را رتبه‌بندی می‌کنیم.

۴) **ادغام روش‌های غیرجبرانی:** رتبه‌بندی‌های مرحله قبل را با روش بردا ادغام می‌کنیم تا رتبه‌بندی نهایی بدست آید.

۵) **انتخاب بهترین دروازه‌بان فیفا:** در گام آخر، اولین گزینه در رتبه‌بندی ادغامی را به عنوان «بهترین دروازه‌بان فیفا» انتخاب می‌کنیم.



شکل (۲-۱) خلاصه مراحل حل مسئله

۲-۲- پیش‌پردازش

۲-۲-۱- داده‌ها

۲-۲-۱-۱- منابع جمع‌آوری داده‌ها

برای تحلیل مسئله از دیتابیس FIFA 23 استفاده می‌کنیم که تمامی داده‌های آن واقعی و معتبر می‌باشند. این دیتابیس در اکتبر ۲۰۲۳ روزرسانی شده و شامل اطلاعات بیش از ۱۸ هزار بازیکن است که ما در این پروژه تنها اطلاعات بازیکنانی را استفاده می‌کنیم که در جایگاه دروازه‌بان اند. برای دانلود دیتابیس از سایت Kaggle استفاده می‌کنیم. [3]

۲-۲-۱-۲- صحت داده‌ها

باتوجه به تحلیل سایت کگل تمامی ۱۸.۵ هزار داده معتبر بوده و هیچ داده‌ای نامعتبر نمی‌باشد.

Valid ■	18.5k	100%
Mismatched ■	0	0%
Missing ■	0	0%

شکل (۲-۲) اعتبارسنجی معیارهای دیتابیس FIFA 23 در سایت Kaggle

۲-۲-۱-۳- گزینیه‌ها

از بین تمام ۱۸'۵۳۹ بازیکن، کسانی که در پست دروازه‌بان (GK) بازی می‌کنند را فیلتر می‌کنیم. تعداد گزینیه‌ها به ۲'۰۴۲ می‌رسد. این گزینیه‌ها همان دروازه‌بان‌ها هستند.

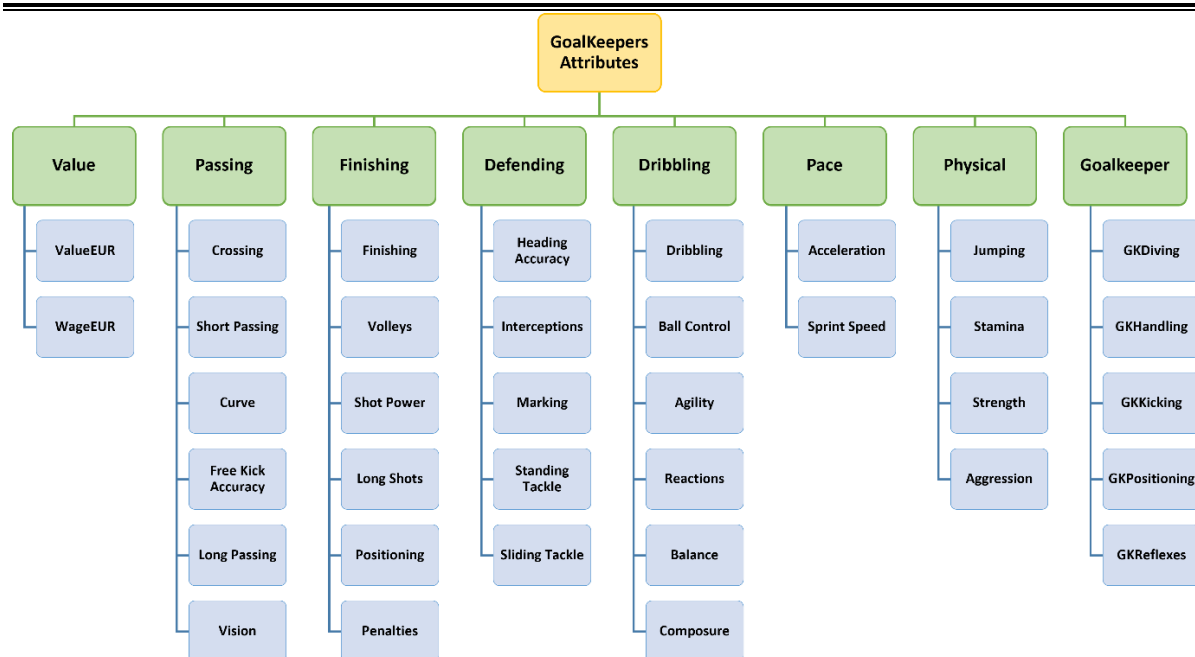
۲-۲-۱-۴- معیارها

هر بازیکن بصورت کلی دارای ۶ گروه معیاری می‌باشند که در مجموع ۲۹ معیار را تشکیل می‌دهد. علاوه بر آن پست دروازه‌بانی نیز ۵ معیار مخصوص دارد. تمامی این ۳۴ معیار، معیارهایی مثبت (از جنس سود) هستند و ۲ معیار از جنس هزینه به نام ارزش قراردادی و دستمزد به ازای بازی نیز داریم که تمامی این ۳۶ معیار را در ادامه توضیح خواهیم داد.

۲-۲-۲- ارزیابی معیارها

۲-۲-۲-۱- خلاصه‌ای از معیارها

معیارها را به ۸ گروه اصلی تقسیم کرده‌ایم. معیارهای Passing ، Finishing ، Defending ، Dribbling ، Pace و Physical جزو معیارهای اصلی هر بازیکن است که از جنس سود است و به پست خاصی اختصاص ندارد. معیار Value از جنس هزینه و برای تمامی بازیکنان است. معیار Goalkeeper یک معیار اصلی برای پست دروازه‌بان است که داری زیرمعیارهایی از جنس سود می‌باشد.



شکل (۲-۳) دسته‌بندی تمامی معیارها

۲-۲-۲-۲- معیارهای کلی هر بازیکن



شکل (۲-۴) معیارهای بازیکن

Passing (A)

- **Crossing (عبور کردن):** این ویژگی میزان دقت بازیکن را در حین دویدن معمولی و ضربات ایستگاهی را نشان می‌دهد. این ویژگی اساساً برای بازیکنانی است که از جناحین بازی می‌کنند، اما

روی ضربات ایستگاهی نیز تأثیر دارد و همچنین تعیین می‌کند که در وهله اول چقدر آسان است که یک بازیکن توپ را در محوطه جریمه قرار دهد. اگر وینگر شما در زمانی که انتظار دارید توپ را وارد دروازه کند، مدام بلاک می‌شود، احتمال زیادی وجود دارد که او امتیاز ارسال ضعیفی داشته باشد.

- **Short Passing (پاس کوتاه) :** این ویژگی رتبه‌بندی می‌کند که بازیکن چقدر یک پاس کوتاه زمینی به هم تیمی خود می‌دهد. به عبارت دیگر، دقت و سرعت بازیکن را در عبور از مسافت کوتاه مشخص می‌کند.
- **Curve (انحناء) :** برای اندازه‌گیری توانایی بازیکن در انحنای توپ در هنگام پاس دادن و شوت زدن استفاده می‌شود. هر چه این مقدار بیشتر باشد، بازیکن می‌تواند منحنی بیشتری را روی توپ بگذارد. این یک ویژگی خوب برای هر بازیکن است. کرلینگ کرنرها می‌تواند یک کابوس برای دفاع باشد، و ضربه‌های آزاد چرخشی می‌تواند سخت باشد.
- **Free Kick Accuracy (دقت ضربه آزاد) :** ضربه آزاد یک ویژگی فیفا است که برای اندازه‌گیری دقت بازیکن در زدن ضربات آزاد استفاده می‌شود. هر چه این مقدار بیشتر باشد، دقت ضربه آزاد مستقیم روی دروازه بهتر است.
- **Long Passing (پاس بلند) :** این معیار برای طبقه‌بندی اینکه یک بازیکن چگونه یک پاس بلند در هوا به هم تیمی خود می‌دهد استفاده می‌شود. روی پاس‌های طولانی زمینی تأثیر نمی‌گذارد. این همچنین تعیین می‌کند که توپ با چه سرعتی به سمت او برسد. هر چه این معیار بالاتر باشد، پاس سریع‌تر و دقیق‌تر خواهد بود.
- **Vision (دید) :** آگاهی بازیکن از موقعیت هم‌تیمی‌ها و حریفان اطرافش را رتبه‌بندی می‌کند. این ویژگی است که احتمال یک پاس بلند موفق را افزایش (یا کاهش) می‌دهد. هنگامی که ما در حال بازی به صفحه نمایش هستیم، معمولاً نمای بالایی از بازی داریم، درست مانند زمانی که در حال تماشای فوتبال در تلویزیون هستیم. با این حال، یک بازیکن دیدگاه کاملاً متفاوتی دارد، دید اول شخص به زمین، و بسیار سخت است که ببینیم هم‌تیمی‌هایش کجا هستند. بدون اینکه ببینیم آنها کجا هستند، یک پاس بلند یک مقصد تصادفی خواهد داشت، ممکن است یک هم‌تیمی یا حریف باشد که توپ را دریافت کند. هرچه این ویژگی بهتر باشد، بازیکن شما برای یافتن هم‌تیمی‌های خود وسیع‌تر خواهد دید و در نتیجه شانس یک پاس بلند موفق بیشتر می‌شود.

Finishing (B)

- **Finishing (خاتمه)** : دقت ضربات با استفاده از پا، در داخل محوطه جریمه است. همه نمی‌دانند، اما تمام کردن هیچ تاثیری روی هدرها یا پایان‌های خارج از منطقه ندارد. یک تمام‌کننده عالی بودن لزوماً به این معنی نیست که می‌تواند دروازه‌بان را شکست دهد، بلکه به این معنی است که می‌تواند راحت‌تر به سمت هدف شوت کند. یک پارامتر مقایسه می‌تواند این باشد که فکر کنیم داشتن تمام کردن بالا بر روی برگشت توپ تاثیر می‌گذارد، بنابراین وقتی توپ به طور معمول برای یک تمام‌کننده بد به تیرک برخورد می‌کند، یک تمام‌کننده عالی این نیرو را مجبور می‌کند که آن را به سمت دروازه هل دهد، یا زمانی که به طور معمول می‌توانست به سمت دروازه حرکت کند، با فاصله زیاد توپ حداقل به تیرک دروازه برخورد می‌کند.
- **Volleys (والی)** : این ویژگی دقت و قدرت رگبارها را در دروازه اندازه‌گیری می‌کند. این روی تکنیک و دقت ضربات گرفته شده در حالی که توپ در هوا است تأثیر می‌گذارد. این معیار مسئول برخی از زیباترین گل‌ها است.
- **Shot Power (قدرت شوت)** : شوت پاور ارزیابی می‌کند که بازیکن در هنگام شوت زدن به دروازه با چه شدتی به توپ ضربه می‌زند. این مقدار قدرتی است که یک بازیکن می‌تواند در یک ضربه در حالی که هنوز دقیق آن را حفظ می‌کند، وارد کند. این بر سرعت حرکت توپ در هنگام ضربه از هر فاصله‌ای تأثیر می‌گذارد.
- **Long Shots (شوت بلند)** : این ویژگی دقت ضربات خارج از محوطه جریمه را اندازه‌گیری می‌کند. این یک ویژگی عالی برای هافبک‌ها است.
- **Positioning (موقعیت‌یابی)** : توانایی بازیکن برای گرفتن موقعیت‌های خوب در زمین در طول بازی است. هر چه این آمار بالاتر باشد، احتمال اینکه بازیکن فضای کافی برای دریافت توپ در مناطق خطرناک داشته باشد بیشتر است. این ویژگی با توانایی بازیکن در تشخیص فضای باز و حرکت به موقعیت‌های خوب که مزیت تهاجمی را ارائه می‌کند، سروکار دارد. با این حال، موقعیت بازیکن هنگام زدن ضربه آزاد یا کرنر تاثیری ندارد.
- **Penalties (پنالتی)** : این ویژگی دقت ضربات از داخل محوطه جریمه را اندازه‌گیری می‌کند.

Defending (C)

- **Heading Accuracy (دقت ضربه سر)** : این معیار دقت ضربه زدن بازیکن را برای پاس یا شوت اندازه گیری می کند. در واقع، دو کار را انجام می دهد: بر توانایی بازیکن برای ضربه زدن به توپ، سپس میزان دقیق بودن ضربه سر تأثیر می گذارد. این معیار برای پاس های سر و همچنین ضربه های سر به دروازه اعمال می شود.
- **Interception (رهگیری)** : توانایی خواندن بازی و قطع پاس ها را تعیین می کند. اگر دیده اید بازیکنانی که پاهایشان را بیرون می آورند یا کاری غیرمنتظره برای جلوگیری از پاس انجام می دهند، احتمالاً قدرت رهگیری بالایی دارند.
- **Marking (نشانه گذاری)** : این توانایی ردیابی و دفاع در برابر بازیکن حریف است. به عبارت دیگر، این توانایی برای نزدیک ماندن به مهاجم حریف و جلوگیری از رسیدن او به سانتر یا پاس به هم تیمی است. همچنین به ردیابی اجراها کمک می کند.
- **Standing Tackle (تکل ایستاده)** : این ویژگی توانایی بازیکن را در زمان بندی تکل های ایستاده اندازه گیری می کند تا توپ را به جای رد کردن خطا برنده شود. اگر عدد این معیار پایین باشد، احتمال اینکه زمان چالش را از دست بدهد یا توپ را دور کند، بیشتر است.
- **Sliding Tackle (تکل کشویی)** : این معیار توانایی بازیکن را در زمان بندی تکل های لغزنده اندازه گیری می کند تا توپ را به جای رد کردن خطا برنده شود. چیزی که واقعا برای یک مدافع میانی خوب مهم است، داشتن قدرت تکل بالا یعنی هم تکل های ایستاده و هم تکل های کشویی است. این حرکات مخاطره آمیز هستند، ممکن است باعث ضربات آزاد یا هر چیز دیگری شوند، اما در بیشتر مواقع مهاجم را می بندند و اگر با دقت استفاده شوند، نتایج عالی خواهند بود. به یاد داشته باشید که تعریف تکل این است : توانایی بازیکن برای بردن توپ بدون ایجاد ضربه آزاد با استفاده از قدرت بدن، تماس شانه به شانه یا به کمک پا.

Dribbling (D)

- **Dribbling (دریبل کردن)** : دریبلینگ توانایی بازیکن برای حمل توپ و پشت سر گذاشتن حریف است. مقدار بالاتر به این معنی است که بازیکن می تواند در هنگام دریبل زدن توپ را بهتر در اختیار داشته باشد زیرا توپ را نزدیک تر نگه می دارد و باعث می شود که حریف برای بردن توپ از او سخت تر

تلاش کند. دریبل کردن هیچ ارتباطی با فاکتور دریافت توپ ندارد، این فقط به کنترل توپ مربوط می‌شود، اما به محض اینکه توپ را جلوتر از خود نگه دارد، دریبلینگ مهم است و به شما امکان می‌دهد با استفاده از دریبل از حریف بگذرد. اگر می‌خواهید یک تیم ماهر داشته باشید، باید دریبلینگ، کنترل توپ و تعادل را نیز بررسی کنید.

- **Ball Control (کنترل توپ)** : توانایی یک بازیکن برای کنترل توپ در هنگام دریافت آن است. هر چه این مقدار بیشتر باشد، احتمال اینکه توپ پس از کنترل از بازیکن دور شود، کمتر می‌شود. این با احساس راحتی بازیکن با توپ همراه است، مانند زمانی که توپ به گونه‌ای به پاهای او می‌چسبد که نیازی به جستجو برای دانستن اینکه توپ کجاست ندارد. این یک ویژگی مهم برای زمانی است که بازیکن توپ را دریافت می‌کند. همچنین برای دریبل زدن از جمله بدون لمس ویژگی مهمی است. این معیار روی اینکه بازیکن چگونه می‌تواند در هنگام تکل زدن حریف توپ را حفظ کند، تأثیر دارد.

- **Agility (چابکی)** : میزان چابکی بازیکن در هنگام حرکت یا چرخش را اندازه‌گیری می‌کند. به عبارت دیگر، یک بازیکن چقدر سریع و برازنده می‌تواند توپ را کنترل کند. بازیکنان با چابکی بالا می‌توانند شوت‌های آکروباتیک یا فاصله‌های خالی را انجام دهند و چابکی نیز بر توانایی دریبل زدن تأثیر می‌گذارد. بازیکنی که دوست دارد با توپ بدود، چابکی یکی از معیارهایی است که باید به آن توجه کند.

- **Reactions (واکنش)** : سرعت واکنش یک بازیکن به موقعیتی که در اطراف او اتفاق می‌افتد را اندازه‌گیری می‌کند. ربطی به سرعت بازیکن ندارد یک بازیکن می‌تواند واقعا سریع باشد اما در عین حال ظرفیت واکنش پایینی داشته باشد. این زمان بین لحظه‌ای است که او می‌بیند توپ در کجا قرار دارد و لحظه‌ای که در موقعیت دریافت آن قرار می‌گیرد. واکنش همچنین بر دریبل زدن تأثیر می‌گذارد، اگرچه بازیکن را به دریبل‌زن بهتر یا بدتر تبدیل نمی‌کند، اما به بازیکن شما این امکان را می‌دهد که وقتی حریف برای تکل لغزشی می‌رود، عکس‌العمل درستی از خود نشان دهد، سعی کند توپ را از دست شما بگیرد و در نهایت حتی آن را حتی کند. به بازیکن شما این امکان را می‌دهد که از روی یک تکل بپرد.

- **Balance (تعادل)** : ویژگی تعادل، توانایی حفظ تعادل پس از یک چالش فیزیکی است. این یکی دیگر از ویژگی‌هایی است که بر مهارت دریبل‌زنی بازیکن و به‌طور کلی‌تر، میزان پاسخگویی بازیکنی که کنترل می‌کنید تأثیر می‌گذارد. اگر بازیکنی چابکی و تعادل بالایی داشته باشد، روان حرکت می‌کند و می‌تواند از نقاط تنگ وارد یا خارج شود. همچنین، حتی اگر شتاب و سرعت اسپرینت بسیار

بالایی داشته باشد، در صورت عدم چابکی و تعادل ممکن است احساس کندی و کمی عدم واکنش نشان دهد.

- **Composure (خونسردی)** : این ویژگی تعیین می کند که بازیکن با توپ از چه فاصله ای شروع به احساس فشار از طرف حریف می کند. سپس بر شانس خطای بازیکن در هنگام شوت، پاس و سانتر تأثیر می گذارد. هر چه این مقدار بیشتر باشد، بازیکن در هنگام تحت فشار حریف بهتر عمل می کند.

Pace (E)

- **Acceleration (شتاب)** : شتاب افزایش سرعت دویدن بازیکن است. هرچه این مقدار بیشتر باشد، زمان لازم برای رسیدن به حداکثر سرعت، صرف نظر از اینکه چقدر است، کوتاه تر است و باید در کنار سرعت اسپرینت در نظر گرفته شود. در بازیکنی با شتاب بالا اما سرعت اسپرینت کم، سرعت او بسیار خوب تکامل می یابد، اما حداکثر سرعت او بسیار کم است. در این مورد، شتاب تقریباً نامربوط می شود. یعنی اگر آن سرعت بسیار سریع نباشد، رسیدن به حداکثر سرعت خوب نیست. در طرف دیگر، بازیکنی که سرعت اسپرینت بالایی دارد اما شتاب کمی دارد، می تواند سریع بدود، اما زمان بیشتری طول می کشد تا به حداکثر سرعت خود برسد.

- **Sprint Speed (سرعت اسپرینت)** : سرعت اسپرینت دویدن بازیکن را در هنگام حداکثر سرعت اندازه گیری می کند. قبلاً در «شتاب» توضیح دادیم که سرعت اسپرینت چیست. با این حال، اگر هنوز برای درک تفاوت بین شتاب و سرعت اسپرینت به کمک نیاز دارید، در اینجا یک مثال خوب است. مسابقه بین یک مرد، یک ماشین و یک هواپیما، چه کسی برنده است؟ بستگی دارد. اگر مسابقه ای به طول 30 متر باشد، مرد برنده می شود و تنها 4 ثانیه طول می کشد تا به پایان برسد. با این حال، اگر مسابقه طولانی تر می شود، حدود 150-200 متر، ماشین برنده می شود و سپس هواپیما در هر چیزی فراتر از آن برنده بود. این به این دلیل اتفاق می افتد که شتاب مرد از هر دو ماشین و هواپیما بیشتر است، اما وقتی صحبت از حداکثر ظرفیت سرعت می شود، طبیعتاً شتابش را از دست می دهد.

Physical (F)

- **Jumping (پرش)** : توانایی و کیفیت بازیکن برای پرش از سطح برای هدر است. هر چه مقدار بالاتر باشد، بازیکن می تواند بالاتر بپرد. مانند بسیاری دیگر، این یکی بدون ویژگی های مرتبط با آن

نسبتاً بی فایده است. به عنوان مثال، برای اینکه یک بازیکن در هوا واقعاً خوب باشد، باید معیار پرش‌های بالا، قدرت تهاجمی و دقت ضربه زدن را داشته باشد. بدیهی است که قد او نیز ممکن است بسیار کمک کند. یک بازیکن خیلی قد بلند نیازی به داشتن ویژگی پرش بالا برای اتصال به توپ ندارد.

- **Stamina (استقامت):** میزان خستگی بازیکن را در طول بازی تعیین می‌کند. این ارزیابی می‌کند که بازیکن شما با نزدیک شدن به نیمه یا تمام وقت چقدر خسته می‌شود. فکر نکنید که بازیکن شما فقط زمانی خسته می‌شود که می‌ایستد تا سینه‌اش را بگیرد. وقتی او به این نقطه می‌رسد در واقع به این معنی است که او بازی را متوقف کرده است، عملکرد او قبل از اینکه این اتفاق بیفتد تحت تأثیر قرار می‌گیرد. استقامت همچنین مسئول آسان‌تر مصدوم شدن بازیکن شما در هر چالش است، نه لزوماً در دقایق پایانی مسابقه. این ویژگی همچنین تعیین می‌کند که بازیکن با چه سرعتی بین بازی‌ها ارزیابی می‌شود و مدت زمانی که بازیکن می‌تواند قبل از کاهش سرعت به سرعت بپردازد.

- **Strength (قدرت):** قدرت در مورد کیفیت یا وضعیت قوی بودن از نظر بدنی است. هر چه این مقدار بیشتر باشد، احتمال برنده شدن بازیکن در یک چالش فیزیکی بیشتر است. قدرت بازیکن شما تعیین می‌کند که آنها چگونه با هر جنگ فیزیکی کنار بیایند، بنابراین امتیاز خوب در این زمینه برای هر کسی که مسئولیت دفاعی دارد مهم است.

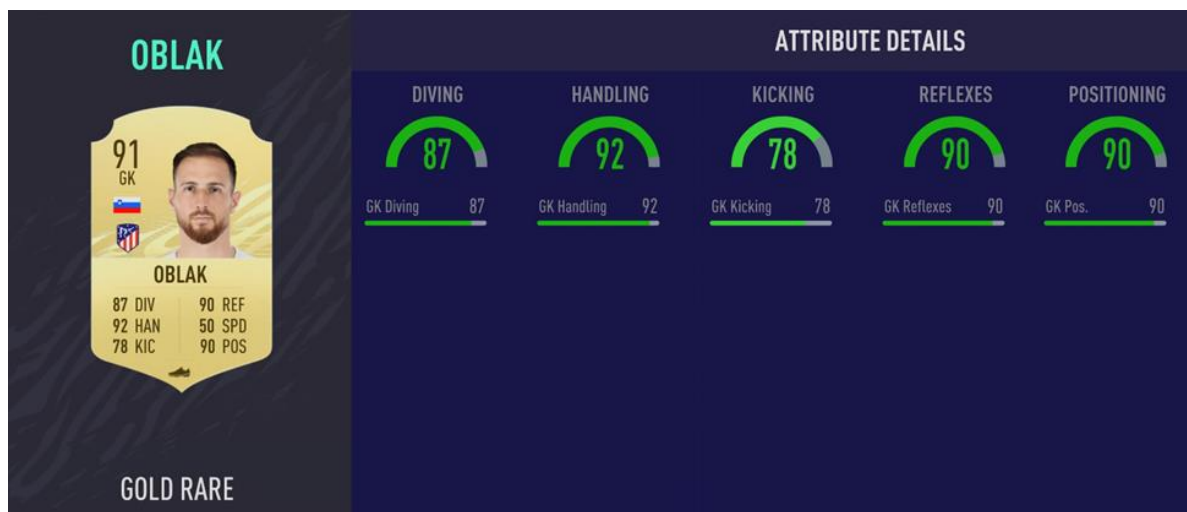
- **Aggression (پرخاشگری):** سطح پرخاشگری یک بازیکن، فرکانس و پرخاشگری تکل زدن و اسلاید زدن را اندازه می‌گیرد. این ویژگی است که قدرت اراده یا تعهد بازیکن را برای یک مسابقه تعیین می‌کند. یک اقدام معمولی مبتنی بر پرخاشگری زمانی است که شما "شانه به شانه" در مقابل شخصی قرار می‌گیرید، با پرخاشگری بالا بازیکن ما ابتکار عمل را دارد که حریف را به شدت هل دهد (تا جایی که قدرتش به او اجازه می‌دهد) و این برنده را تعیین می‌کند. چالش یکی دیگر از لحظات مهم برای پرخاشگری، زمانی است که به منظور مخالفت با ضربه سر، می‌پرد. اگر فوتبال بازی می‌کنید، دقیقاً می‌دانید که این چیست، می‌پرید و بدن خود را مقابل حریف قرار می‌دهید (اگر مدافع هستید). اگر موفق شوید با سر به توپ ضربه می‌زنید، ولی اگر این کار را نکنید، باید بازیکن دیگر را جابجا کنید تا نتواند ضربه سر را به درستی اجرا کند. در این مورد، پرخاشگری باید در کنار پریدن و قدرت عمل کند. بازیکنانی که قدرت تهاجمی بالا دارند، در داخل محوطه خطراتی را ارائه می‌کنند، زیرا می‌توانند خطرات و جریمه‌های زیادی ایجاد کنند. بنابراین هنگام انتخاب مدافعان میانی مراقب باشید.

Value (G)

• **ValueEUR (ارزش بازیکن):** معمولاً ارزش بازیکنان فیفا در میلیون‌ها دلار قیمت‌گذاری می‌شود و بازیکنانی که بیشترین ارزش را دارند. ارزش بازیکن شامل عوامل مختلفی مانند سن، عملکرد، پتانسیل و بازارپسندی است. به عنوان مثال، در سال ۲۰۲۳، کیلیان مبابه، بازیکنی با بالاترین ارزش بود که توسط CIES Football Observatory به ارزش ۱۹۰ میلیون یورو قیمت‌گذاری شده بود.

• **WageEUR (حقوق و دستمزد):** این مقدار می‌تواند بسیار متفاوت باشد و به سطح مهارت و تجربه بازیکن، همچنین تیمی که در آن بازی می‌کند، بستگی دارد. بازیکنانی که بیشترین حقوق را دریافت می‌کنند، معمولاً ده‌ها میلیون دلار در سال درآمد دارند که شامل حقوق و تبلیغات است.

۴-۲-۲-۲- معیارهای دروازه‌بان



شکل (۲-۵) معیارهای دروازه‌بان

Goalkeeper (H)

- **Diving (شیرجه)** : شیرجه توانایی دروازه‌بان برای صرفه‌جویی در هنگام غواصی در هوا است. مستقیماً تحت تأثیر قد بازیکن است.
- **Handling (مسلط بودن)** : هندلینگ یک ویژگی انحصاری دروازه‌بانی است که برای سنجش میزان تمیزی گرفتن توپ و نگه داشتن آن استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، دفعاتی است که دروازه‌بان توپ را می‌گیرد نه اینکه توپ را دفع کند و اینکه آیا او آن را نگه می‌دارد یا نه.
- **Kicking (ضربه زدن)** : ضربه زدن به آن یکی دیگر از ویژگی‌هایی است که فقط دروازه‌بان‌ها دارند و برای اندازه‌گیری طول و دقت ضربات گل، از دست یا روی زمین استفاده می‌شود. طول و دقت پرتاب‌ها تا حدی توسط ویژگی ضربه زدن تعیین می‌شود، اما عمدتاً توسط ویژگی پرتاب طولانی تعیین می‌شود.
- **Positioning (موقعیت‌یابی)** : برای دروازه‌بان‌ها کمی متفاوت است. این توانایی دروازه‌بان برای قرارگیری صحیح خود در هنگام ذخیره شوت است. همچنین بر نحوه واکنش دروازه‌بان به سانترها تأثیر می‌گذارد.
- **Reflexes (واکنش)** : چابکی دروازه‌بان در هنگام انجام یک سیو است. به عبارت دیگر، تعیین می‌کند که دروازه‌بان با چه سرعتی نسبت به یک ضربه به دروازه واکنش نشان می‌دهد. اگر مقدار این معیار پایین باشد، او بعداً حرکتی انجام می‌دهد یا ممکن است آن را کاملاً از دست بدهد.

۲-۲-۳- وزن‌دهی معیارها

۲-۲-۳-۱- روش وزن‌دهی BWM

برای وزن‌دهی به معیارهای اصلی از روش BWM استفاده می‌کنیم. بهترین بدترین روش (BWM) یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است که توسط دکتر جعفر رضایی در سال ۱۳۹۴ ارائه شد. این روش برای ارزیابی مجموعه‌ای از گزینه‌ها با توجه به مجموعه‌ای از معیارهای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. BWM بر اساس مقایسه جفتی سیستماتیک معیارهای تصمیم‌گیری است. یعنی پس از شناسایی معیارهای

تصمیم‌گیری توسط تصمیم‌گیرنده (DM)، دو معیار توسط DM انتخاب می‌شود: بهترین معیار و بدترین معیار. بهترین معیار، معیاری است که بیشترین نقش را در تصمیم‌گیری داشته باشد، در حالی که بدترین معیار نقش مخالف را دارد. سپس DM ترجیحات خود را از بهترین معیار نسبت به سایر معیارها و همچنین ترجیحات خود را از همه معیارها نسبت به بدترین معیار با استفاده از عددی از یک مقیاس از پیش تعریف شده (مثلاً ۱ تا ۹) ارائه می‌دهد. این دو مجموعه از مقایسه‌های زوجی به عنوان ورودی برای یک مسئله بهینه‌سازی استفاده می‌شود که نتایج بهینه آن وزن معیارها است. ویژگی برجسته BWM این است که از روشی ساختاریافته برای تولید مقایسه‌های زوجی استفاده می‌کند که منجر به نتایج قابل اعتماد می‌شود. [4]

۲-۲-۳-۲- بهترین و بدترین معیار

در این بخش بهترین معیار Goalkeeper است که از مهارت‌های تخصصی دروازه‌بان را در بر می‌گیرد و بدترین معیار Pace است که شامل شتاب و سرعت اسپرینت است.

۲-۲-۳-۳- نسبت‌دهی معیارها

(A) تشکیل ماتریس BO

در این مرحله باید ماتریس BO (Best to Others) را تشکیل دهیم. یعنی معیار Goalkeeper را نسبت به بقیه معیارها بسنجیم. امتیازهای ثبت شده در شکل زیر آمده است.

Best to Others	Value	Passing	Finishing	Defending	Dribbling	Pace	Physical	Goalkeeper
Goalkeeper	6	2	8	3	7	9	4	1

جدول (۲-۱) ماتریس BO

(B) تشکیل ماتریس OW

برای تشکیل ماتریس OW (Others to Worst) باید معیارها را نسبت به معیار Pace امتیازدهی کنیم. امتیازهای ثبت شده در شکل زیر آمده است.

Others to Worst	Pace
Value	6
Passing	8
Finishing	2
Defending	5
Dribbling	5
Pace	1
Physical	8
Goalkeeper	9

جدول (۲-۲) ماتریس OW

۲-۲-۳-۴- محاسبه وزن معیارها

با توجه به امتیازدهی فوق، از کد پایتون برای محاسبه اوزان و محاسبه نرخ سازگاری استفاده می‌کنیم. وزن معیارها در جدول زیر قابل مشاهده است.

Weight	
Value	0.0709867153432715
Passing	0.2129601460298146
Finishing	0.05324003650745308
Defending	0.14197343068654314
Dribbling	0.06084575600851823
Pace	0.02555521752357775
Physical	0.10648007301490725
Goalkeeper	0.32795862488591443

جدول (۲-۳) وزن معیارهای اصلی

۲-۲-۳-۵- نرخ سازگاری

مقدار نرخ سازگاری معیارهای اصلی برابر با ۰.۰۹۷ می‌باشد که نسبتاً قابل قبول است.

۶-۳-۲- محاسبه وزن زیرمعیارها

برای وزن‌دهی زیر معیارها از منابع خارجی مانند سایت فیفا استفاده می‌کنیم و وزن هر یک را در گروه خود (معیار اصلی) بررسی می‌کنیم. برای استفاده از این مقادیر باید وزن‌های زیرمعیارها را در وزن معیار اصلی آن ضرب کنیم تا وزن زیرمعیارها بصورت کلی بدست بیاید. این محاسبات را در نرم‌افزار اکسل انجام می‌دهیم. وزن تمامی معیارها در جدول محاسبه شده است. [5]

Attr	Weight	Sub-Attr	Sub-Weight	Total-Weight
Value	0.07098672	ValueEUR	45	0.031944022
Value	0.07098672	WageEUR	55	0.039042693
Passing	0.21296015	Crossing	20	0.042592029
Passing	0.21296015	Short Passing	35	0.074536051
Passing	0.21296015	Curve	5	0.010648007
Passing	0.21296015	Free Kick Accuracy	5	0.010648007
Passing	0.21296015	Long Passing	15	0.031944022
Passing	0.21296015	Vision	20	0.042592029
Finishing	0.05324004	Finishing	45	0.023958016
Finishing	0.05324004	Volleys	5	0.002662002
Finishing	0.05324004	Shot Power	20	0.010648007
Finishing	0.05324004	Long Shots	20	0.010648007
Finishing	0.05324004	Positioning	5	0.002662002
Finishing	0.05324004	Penalties	5	0.002662002
Defending	0.14197343	Heading Accuracy	10	0.014197343
Defending	0.14197343	Interceptions	20	0.028394686
Defending	0.14197343	Marking	30	0.042592029
Defending	0.14197343	Standing Tackle	30	0.042592029
Defending	0.14197343	Sliding Tackle	10	0.014197343
Dribbling	0.06084576	Dribbling	45	0.02738059
Dribbling	0.06084576	Ball Control	30	0.018253727
Dribbling	0.06084576	Agility	10	0.006084576
Dribbling	0.06084576	Reactions	5	0.003042288
Dribbling	0.06084576	Balance	5	0.003042288
Dribbling	0.06084576	Composure	5	0.003042288
Pace	0.02555522	Acceleration	45	0.011499848
Pace	0.02555522	Sprint Speed	55	0.01405537
Physical	0.10648007	Jumping	5	0.005324004
Physical	0.10648007	Stamina	25	0.026620018
Physical	0.10648007	Strength	50	0.053240037
Physical	0.10648007	Aggression	20	0.021296015
Goalkeeper	0.32795862	GK Diving	25	0.081989656
Goalkeeper	0.32795862	GK Handling	25	0.081989656
Goalkeeper	0.32795862	GK Kicking	15	0.049193794
Goalkeeper	0.32795862	GK Positioning	10	0.032795862
Goalkeeper	0.32795862	GK Reflexes	25	0.081989656

جدول (۴-۲) وزن تمامی معیارها

۳-۲- حل مسئله

۱-۳-۲- روش SAW

۱-۱-۳-۲- مقدمه

روش SAW (Simple Additive Weighting) یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره است که برای ارزیابی و انتخاب بین گزینه‌های مختلف در مسائلی که با چندین معیار مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرند، استفاده می‌شود. این روش بر مبنای مجموع وزن‌دار نمرات گزینه‌ها بر اساس اهمیت وزنی که به هر معیار تعلق می‌گیرد، تصمیم‌گیری می‌کند. در این روش، ابتدا معیارها و وزن‌های آن‌ها تعیین می‌شوند و سپس بر اساس این وزن‌ها، نمره‌های گزینه‌ها محاسبه و با یکدیگر جمع می‌شوند. گزینه‌ای که مجموع نمرات آن بیشتر باشد، به عنوان گزینه‌ی نهایی انتخاب می‌شود.

۲-۱-۳-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال‌سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال‌سازی خطی استفاده می‌شود.

$$g^+ : r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max_j a_{ij}}$$

فرمول (۱-۲) نرمال‌سازی خطی معیار سود

$$g^- : r_{ij} = \frac{\min_j a_{ij}}{a_{ij}}$$

فرمول (۲-۲) نرمال‌سازی خطی معیار هزینه

۳. تشکیل ماتریس وزن‌دار: در این گام با توجه به وزن‌های محاسبه شده، ماتریس وزن‌دار را بدست

می‌آوریم.

$$u_{ij} = r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۳-۲) تشکیل ماتریس وزن‌دار

۴. انتخاب برترین گزینه: بهترین گزینه دارای بیشترین مطلوبیت کل است که با جمع سطری ماتریس

وزن‌دار بدست می‌آید.

$$U_i = \sum_j u_{ij}$$

فرمول (۴-۲) محاسبه مطلوبیت کل

۳-۱-۲-۳- نتایج

Rank	FullName
1	Ederson Santana de Moraes
2	Manuel Neuer
3	Mike Maignan
4	Denis Onyango
5	Manuel Riemann
6	Marc-André ter Stegen
7	Jordan Pickford
8	Alisson Ramses Becker
9	Pau López Sabata
10	Emiliano Martínez

جدول (۵-۲) رتبه‌بندی روش SAW

۲-۳-۲- EDAS روش

۲-۳-۲-۱- مقدمه

روش EDAS (Evaluation Based on Distance from Average Solution) به معنی ارزیابی بر اساس فاصله از میانگین راه حل می‌باشد. این تکنیک اولین بار توسط مهدی کشاورز قرابایی و همکاران در سال ۲۰۱۵ ارائه شد. در روش‌هایی همانند TOPSIS ما گزینه مطلوب را بر اساس فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی می‌سنجیم، یعنی گزینه ای مطلوب است که کمترین فاصله را از ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را از ایده‌آل منفی دارد. اما در روش ایداس (EDAS) بهترین راه حل مربوط به فاصله از میانگین راه حل (AV) است. در این روش ما نیازی به محاسبه ایده‌آل مثبت و منفی نداریم بلکه دو معیار را برای ارزیابی مطلوب بودن گزینه‌ها در نظر می‌گیریم؛ اولین اندازه گیری فاصله مثبت از میانگین (PDA) است و دوم فاصله منفی از میانگین (NDA) است. این اقدامات می‌تواند تفاوت بین هر گزینه و راه حل متوسط را نشان دهد. ارزیابی گزینه‌ها با توجه به ارزش بالاتر PDA و مقادیر پایین تر NDA صورت می‌گیرد مقادیر بالاتر PDA و یا مقادیر کمتر NDA نشان دهنده این است که آن گزینه بهتر است.

۲-۳-۲-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. محاسبه میانگین هر معیارها: در این گام با استفاده از رابطه زیر میانگین راه حل برای معیارها محاسبه می‌شود که در واقع همان میانگین داده‌ها برای هر ستون معیار می‌باشد. این مقدار برای معیار j ام با AV_j نمایش داده می‌شود.

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{n}$$

فرمول (۵-۲) محاسبه میانگین هر معیارها

۳. محاسبه PD_A و ND_A : در این مرحله باید ایده‌آل‌های مثبت PD_{Aij} و ایده‌آل‌های منفی ND_{Aij} برای هر معیار محاسبه شود.

$$g^+: PD_{Aij} = \frac{Max(0, a_{ij} - AV_j)}{AV_j}$$

فرمول (۶-۲) محاسبه PD_A برای معیار سود

$$g^+: ND_{Aij} = \frac{Max(0, AV_j - a_{ij})}{AV_j}$$

فرمول (۷-۲) محاسبه ND_A برای معیار سود

$$g^-: PD_{Aij} = \frac{Max(0, AV_j - a_{ij})}{AV_j}$$

فرمول (۸-۲) محاسبه PD_A برای معیار هزینه

$$g^-: ND_{Aij} = \frac{Max(0, a_{ij} - AV_j)}{AV_j}$$

فرمول (۹-۲) محاسبه ND_A برای معیار هزینه

۴. محاسبه مقادیر SP و SN : با استفاده از روابط زیر مقادیر SP و SN محاسبه می‌شود. در واقع این گام وزن‌دار کردن مقادیر PDA و NDA مرحله قبل می‌باشد و باید وزن معیارها در این متغیرها ضرب شود.

$$SP_i = \sum_j PD_{Aij} \times w_j$$

فرمول (۱۰-۲) محاسبه SP_i

$$SN_i = \sum_j ND_{Aij} \times w_j$$

فرمول (۱۱-۲) محاسبه SN_i

۵. محاسبه مقادیر نرمال SP و SN : در گام پنجم، با استفاده از روابط زیر مقادیر SP و SN را نرمال می‌کنیم.

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max_i SP_i}$$

فرمول (۱۲-۲) محاسبه NSP_i

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max_i SN_i}$$

فرمول (۱۳-۲) محاسبه NSN_i

۶. انتخاب برترین گزینه: بهترین گزینه را با میانگین ساده از مقادیر بالا بدست می‌آوریم.

$$AS_i = \frac{NSP_i + NSN_i}{2}$$

فرمول (۱۴-۲) محاسبه AS_i

۲-۳-۲-۳- نتایج

Rank	FullName
1	Denis Onyango
2	Marco André Rocha Pereira
3	Manuel Riemann
4	Claudio Bravo
5	Richard Ofori
6	Manuel Neuer
7	Quanbo Guo
8	Lucas Hoyos
9	Brandon Petersen
10	Brayan Cort�s

جدول (۲-۶) رتبه‌بندی روش EDAS

۳-۲-۳- MAUT روش

۱-۳-۲-۳- مقدمه

روش (MAUT (Multiple Attribute Utility Theory) بر تشکیل تابع مطلوبیت تصمیم گیرنده برای هر شاخص تاکید دارد و با ترکیب این توابع مطلوبیت، مطلوبیت هر گزینه را تعیین می کند. این تکنیک در سال ۱۹۸۲ وارد مدل های تصمیم گیری چند معیاره شد. هدف این روش رتبه بندی گزینه های پژوهش بر اساس معیارهای مساله است.

۲-۳-۳-۲ روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه بان) و m معیار است.
۲. نرمال سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال سازی ویژگی استفاده می شود.

$$g^+: r_{ij} = \frac{a_{ij} - \min_j a_{ij}}{\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}}$$

فرمول (۱۵-۲) نرمال سازی ویژگی معیار سود

$$g^-: r_{ij} = \frac{\max_j a_{ij} - a_{ij}}{\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}}$$

فرمول (۱۶-۲) نرمال سازی ویژگی معیار هزینه

۳. محاسبه مطلوبیت (حالت ریسک پذیزی): با جایگذاری مقادیر ماتریس تصمیم (r_{ij}) در تابع مطلوبیت شاخص متناظر با آن، مطلوبیت گزینه ها و ماتریس مطلوبیت تشکیل داده می شود.

$$u_{ij} = \frac{\exp(r_{ij}^2) - 1}{e - 1}$$

فرمول (۱۷-۲) محاسبه مطلوبیت

۴. انتخاب برترین گزینه: مطلوبیت به دست آمده برای هر شاخص را در وزن آن شاخص ضرب می‌کنیم تا مطلوبیت‌های وزنی گزینه‌ها به ازای شاخص‌ها به دست آید. مجموع مطلوبیت‌های وزنی هر گزینه در کل شاخص‌ها برابر با مطلوبیت کل آن گزینه است. رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس مجموع مطلوبیت وزنی هر گزینه صورت می‌گیرد. هر گزینه مطلوبیت وزنی بیشتری داشته باشد رتبه بهتری دارد.

$$U_i = \sum_j u_{ij} \times w_j$$

فرمول (۲-۱۸) محاسبه مطلوبیت کل

۲-۳-۳-۳- نتایج

Rank	FullName
1	Manuel Neuer
2	Ederson Santana de Moraes
3	Marc-André ter Stegen
4	Manuel Riemann
5	Jordan Pickford
6	Mike Maignan
7	Alisson Ramses Becker
8	Keylor Navas
9	Jan Oblak
10	Denis Onyango

جدول (۲-۷) رتبه‌بندی روش MAUT

۲-۳-۴-۲- روش WASPAS

۲-۳-۴-۱- مقدمه

روش WASPAS مخفف exploits the advantages of the weighted sum model (WSM) and weighted product model (WPM) از ترکیب دو تکنیک WPM و WSM از روش‌های جدید تصمیم‌گیری

چند معیاره است. این تکنیک توسط زاوادسکاس، معرفی شد که دقت آن از مجموع دو روش فوق بیشتر است.

۲-۳-۴-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه بان) و m معیار است.
۲. نرمال سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال سازی خطی استفاده می شود.

$$g^+: r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max_j a_{ij}}$$

فرمول (۱۹-۲) نرمال سازی خطی معیار سود

$$g^-: r_{ij} = \frac{\min_j a_{ij}}{a_{ij}}$$

فرمول (۲۰-۲) نرمال سازی خطی معیار هزینه

۳. محاسبه WSM: اهمیت نسبی گزینه ها در روش واسپاس WASPAS براساس WSM محاسبه می شود. روش WSM ساده، آسان برای استفاده و قابل درک است. این نمره کلی جایگزین را به عنوان یک جمع وزنی از مقادیر ویژگی تعیین می کند. این روش شناخته شده ترین و پرکاربردترین روش می باشد.

$$Q_i^{(1)} = \sum_j r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۲۱-۲) محاسبه WSM

۴. محاسبه WPM: اهمیت نسبی گزینه ها براساس روش WPM محاسبه می شود. نمره هر یک از گزینه ها را به عنوان محصولی از درجه بندی هر یک از ویژگی ها با توجه به وزن ویژگی تعیین می کند.

$$Q_i^{(2)} = \prod_j r_{ij}^{w_j}$$

فرمول (۲۲-۲) محاسبه WPM

۵. محاسبه معیار مشترک: محاسبه معیار مشترک از مجموع دو اهمیت نسبی به دست می آید.

$$Q_i(\lambda) = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)}, \lambda \in [0,1]$$

فرمول (۲۳-۲) محاسبه معیار مشترک

۶. انتخاب برترین گزینه: بر اساس مقدار Q_i میتوان گزینه‌ها را رتبه‌بندی نمود. اما دقت و تاثیرگذاری روش WASPAS در این است که اهمیت نسبی گزینه i ام از طریق محاسبه لاندا در رابطه زیر محاسبه شود. به منظور افزایش دقت و اثربخشی رتبه‌بندی فرآیند تصمیم‌گیری، یک معادله تعمیم یافته‌تر برای تعیین اهمیت نسبی کل گزینه i ام، مانند زیر ایجاد شده است.

$$Q_{i_{avg}} = \frac{\sum_i Q_i(\lambda)}{n}, \lambda \in [0,1], d_\lambda = 0.1$$

فرمول (۲۴-۲) محاسبه میانگین معیار مشترک

۳-۴-۳-۲- نتایج

Rank	FullName
1	Denis Onyango
2	Marco André Rocha Pereira
3	Itumeleng Khune
4	Richard Ofori
5	Manuel Riemann
6	Brandon Petersen
7	Siyabonga Mpontshane
8	Claudio Bravo
9	Manuel Neuer
10	Jesper Hansen

جدول (۲-۸) رتبه‌بندی روش WASPAS

COCOSO - ۲-۳-۵

۲-۳-۵-۱- مقدمه

روش CoCoSo مخفف Combined Compromise Solution به معنای روش راه حل مصالحه ترکیبی یک تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه برای انتخاب بهترین گزینه است. این روش از تکنیک‌های جدید تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که توسط دکتر یزدانی، ارائه شد در این روش یک راه حل ترکیبی سازشی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها ارائه می‌شود. بطور کلی تکنیک کوکوسو مانند بسیاری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در جستجوی راه حلی برای انتخاب بهترین گزینه است.

۲-۳-۵-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال‌سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال‌سازی ویژگی استفاده می‌شود.

$$g^+: r_{ij} = \frac{a_{ij} - \min_j a_{ij}}{\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}}$$

فرمول (۲۵-۲) نرمال‌سازی ویژگی معیار سود

$$g^-: r_{ij} = \frac{\max_j a_{ij} - a_{ij}}{\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}}$$

فرمول (۲۶-۲) نرمال‌سازی ویژگی معیار هزینه

۳. محاسبه WSM و WPM: این گام از دو مدل WSM (مدل مجموع وزنی) و WPM (مدل ضرب وزنی) می‌باشد. در این گام بر اساس روابط زیر مقادیر جمع وزنی (S) و ضرب وزنی (P) برای هر گزینه محاسبه می‌شود در دو رابطه زیر W_j وزن معیارها می‌باشد که به عنوان ورودی وارد روش

$$S_i = \sum_j r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۲۷-۲) محاسبه WSM

$$P_i = \sum_j r_{ij}^{w_j}$$

فرمول (۲۸-۲) محاسبه WPM

۴. تعیین امتیاز گزینه‌ها بر اساس استراتژی‌ها: گام چهارم تعیین اوزان گزینه‌ها است. در این بخش امتیاز گزینه‌ها بر اساس ۳ معادله از ۳ رابطه زیر حاصل می‌شود.

$$K_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_i (P_i + S_i)}$$

فرمول (۲۹-۲) محاسبه K_{ia}

$$K_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i}$$

فرمول (۳۰-۲) محاسبه K_{ib}

$$K_{ic} = \frac{\lambda S_i + (1 - \lambda) P_i}{\lambda \max_i S_i + (1 - \lambda) \max_i P_i}, \lambda \in [0, 1]$$

فرمول (۳۱-۲) محاسبه K_{ic}

۵. انتخاب برترین گزینه: در این بخش بر اساس رابطه زیر امتیاز نهایی محاسبه می‌شود در واقع این رابطه بیانگر جمع میانگین هندسی و میانگین حسابی ۳ معادله مرحله قبل است. امتیاز (k) هر گزینه‌ای بزرگتر باشد نشان از برتری آن گزینه دارد.

$$K_i = (K_{ia} K_{ib} K_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3} (K_{ia} + K_{ib} + K_{ic})$$

فرمول (۳۲-۲) محاسبه K_i

Rank	FullName
1	Manuel Neuer
2	Ederson Santana de Moraes
3	Jordan Pickford
4	Manuel Riemann
5	Mike Maignan
6	Marc-André ter Stegen
7	Pau López Sabata
8	Emiliano Martínez
9	Alisson Ramses Becker
10	Claudio Bravo

جدول (۹-۲) رتبه‌بندی روش COCOSO

۶-۳-۲- روش TOPSIS

۱-۶-۳-۲- مقدمه

روش ترتیب اولویت بر اساس شباهت به راه حل ایده آل (TOPSIS) یک روش تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره است. روش تاپسیس از واژه لاتین Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution برگرفته شده است. در ابتدا توسط چینگ لای هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ و با پیشرفت‌های بیشتر توسط یون در سال ۱۹۸۷ و هوانگ، لای و لیو در سال ۱۹۹۳ توسعه یافت.

در این روش از دو مفهوم «حل ایده آل» و «شباهت به حل ایده آل» استفاده شده است. حل ایده آل چنان چه از اسم آن پیداست، آن حلی است که از هر جهت بهترین باشد که عموماً در عمل وجود نداشته و سعی بر آن است که به آن نزدیک شویم. به منظور اندازه‌گیری شباهت یک طرح (یا گزینه) به حل ایده آل و غیر ایده آل، فاصله آن طرح (یا گزینه) از حل ایده آل و غیر ایده آل اندازه‌گیری می‌شود. سپس گزینه‌ها بر اساس نسبت فاصله از حل غیر ایده آل به مجموع فاصله از حل ایده آل و غیر ایده آل ارزیابی و رتبه‌بندی می‌شوند.

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال‌سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال‌سازی برداری استفاده می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}$$

فرمول (۲-۳۳) نرمال‌سازی برداری

۳. تشکیل ماتریس وزن‌دار: در این مرحله با توجه به وزن معیارهای مختلف در تصمیم‌گیری، ماتریس وزن‌دار تعریف می‌شود.

$$u_{ij} = r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۲-۳۴) محاسبه ماتریس وزن‌دار

۴. یافتن حل ایده‌آل و غیر ایده‌آل: چهارمین گام در مراحل اولویت بندی روش تاپسیس یافتن حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل است. در این گام باید نوع معیارها مشخص شود معیارها یا جنبه مثبت دارند یا منفی. معیارهای مثبت معیارهایی هستند که افزایش آن‌ها باعث بهبود در سیستم شود مثل کیفیت یک محصول این معیار از نوع مثبت است و حل ایده‌آل آن برابر با بزرگترین درایه ستون معیار و ضد ایده‌آل برابر با کوچکترین درایه سلول. برای معیارهای منفی بالعکس.

- برای معیارهایی که بار مثبت دارند ایده‌آل مثبت بزرگترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار مثبت دارند ایده‌آل منفی کوچکترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار منفی دارند ایده‌آل مثبت کوچکترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار منفی دارند ایده‌آل منفی بزرگترین مقدار آن معیار است.

$$A_j^+ = \begin{cases} \max_j u_{ij}, & j \in g^+ \\ \min_j u_{ij}, & j \in g^- \end{cases}$$

فرمول (۲-۳۵) محاسبه حل ایده‌آل

$$A_j^- = \begin{cases} \min_j u_{ij}, & j \in g^+ \\ \max_j u_{ij}, & j \in g^- \end{cases}$$

فرمول (۳۶-۲) محاسبه حل غیر ایده آل

۵. محاسبه فاصله حل ایده آل از غیر ایده آل: در این بخش بر اساس رابطه زیر فاصله هر گزینه ایده آل مثبت تا منفی اش محاسبه می شود.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_j (u_{ij} - A_j^+)^2}$$

فرمول (۳۷-۲) محاسبه S^+

$$S_i^- = \sqrt{\sum_j (u_{ij} - A_j^-)^2}$$

فرمول (۳۸-۲) محاسبه S^-

۶. انتخاب برترین گزینه: مقدار C بین صفر و یک است. هرچه این مقدار به یک نزدیکتر باشد راه کار به جواب ایده آل نزدیکتر است و راه کار بهتری می باشد.

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}$$

فرمول (۳۹-۲) محاسبه C_i

Rank	FullName
1	Marco André Rocha Pereira
2	Brayan Cort�s
3	Denis Onyango
4	Quanbo Guo
5	Richard Ofori
6	Lucas Hoyos
7	Jesper Hansen
8	Josef Bursik
9	Mirko Pigliacelli
10	Brandon Petersen

جدول (۱۰-۲) رتبه‌بندی روش TOPSIS

۷-۳-۲- روش MOORA

۱-۷-۳-۲- مقدمه

روش MOORA مخفف (Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis) برای انتخاب بهترین گزینه براساس تعدادی معیار استفاده می‌شود. روش مورا، که توسط Brauers (2004) معرفی شد، روش بهینه‌سازی چند معیاره است که با موفقیت می‌تواند برای حل مسائل تصمیم‌گیری پیچیده استفاده شود. روش مورا با یک ماتریس تصمیم‌گیری شروع می‌کند که عملکرد گزینه‌های مختلف را با توجه به شاخص‌های مختلف (اهداف) نشان می‌دهد. در مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره یا هدف وزن‌دهی به معیار است یا هدف رتبه‌بندی گزینه است. روش مورا از نوع رتبه‌بندی گزینه‌ها است. این روش ارزیابی ماتریس گزینه‌ها براساس معیارها مبتنی بر نسبت‌های مختلف است.

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه بان) و m معیار است.
۲. نرمال سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال سازی برداری استفاده می شود.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ij}^2}}$$

فرمول (۴۰-۲) نرمال سازی برداری

۳. تشکیل ماتریس وزن دار: در این مرحله با توجه به وزن معیارهای مختلف در تصمیم گیری، ماتریس وزن دار تعریف می شود.

$$u_{ij} = r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۴۱-۲) محاسبه ماتریس وزن دار

۱. انتخاب برترین گزینه: در آخر باید بر اساس رویکرد نقطه مرجع، مجموع معیارهای مثبت را از مجموع معیارهای منفی کم کرد. در این رویکرد نیز هر معیار از مقدار ایده آله کم می شود. در آخر ماکزیمم مقدار انتخاب می شود.

$$U_i^+ = \sum_{j=1}^n u_{ij}, j \in g^+$$

فرمول (۴۲-۲) محاسبه U_i^+

$$U_i^- = \sum_{j=1}^n u_{ij}, j \in g^-$$

فرمول (۴۳-۲) محاسبه U_i^-

$$U_i = U_i^+ - U_i^-$$

فرمول (۴۴-۲) محاسبه U_i

Rank	FullName
1	Denis Onyango
2	Marco André Rocha Pereira
3	Manuel Riemann
4	Claudio Bravo
5	Lucas Hoyos
6	Richard Ofori
7	Brayan Cort�s
8	Jesper Hansen
9	Quanbo Guo
10	Fernando Monetti

جدول (۱۱-۲) رتبه‌بندی روش MOORA

۸-۳-۲- روش COPRAS

۱-۸-۳-۲- مقدمه

روش COPRAS مخفف Complex PROportional ASsessment به معنی روش ارزیابی متناسب پیچیده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است. در این روش وزن معیارهای ارزیابی ریسک به‌دست‌آمده از مرحله قبل و با توجه به هر معیار ریسک‌ها رتبه‌بندی می‌گردند. روش COPRAS در سال ۱۹۹۴ توسط زاواداسکاس، کاکلاسکاس و سارکا برای اولین بار معرفی شد. این روش در عین سادگی، بسیار کاربردی و قدرتمند بوده و برای محاسبه‌ی آن، نیازی به عملیات پیچیده ریاضی نیست. این روش پیشنهادها را مقایسه کرده و اولویت‌ها را با در نظر گرفتن شرایط متضاد معیارها بر اساس وزن معیارها تعیین می‌کند. این فرض وابستگی مستقیم و متناسب بااهمیت و درجه کاربردی (اولویت) پیشنهادها دارد.

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه بان) و m معیار است.
۲. نرمال سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال سازی ساده استفاده می شود.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

فرمول (۴۵-۲) نرمال سازی ساده

۳. تشکیل ماتریس وزن دار: در این مرحله با توجه به وزن معیارهای مختلف در تصمیم گیری، ماتریس وزن دار تعریف می شود.

$$u_{ij} = r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۴۶-۲) محاسبه ماتریس وزن دار

۴. محاسبه S^+ و S^- : پس از تشکیل ماتریس وزن دار، باید ارزش نهایی معیارهای مثبت و منفی را مشخص کرد. برای این منظور، شاخص S_i^+ و S_i^- از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$S_i^+ = \sum_j u_{ij}, j \in g^+$$

فرمول (۴۷-۲) محاسبه S_i^+

$$S_i^- = \sum_j u_{ij}, j \in g^-$$

فرمول (۴۸-۲) محاسبه S_i^-

۵. انتخاب برترین گزینه: مقدار ارزش نهایی هر گزینه نشان دهنده میزان ارزش و اهمیت هر یک از گزینه ها بر حسب معیارها است. مقدار ارزش بالا، نشان گر اهمیت و مطلوبیت بیشتر گزینه ها خواهد بود.

$$Q_i = S_i^- + \frac{\sum S_i^+}{S_i^- \times \sum \frac{1}{S_i^-}}$$

فرمول (۴۹-۲) محاسبه Q_i

۳-۸-۲- نتایج

Rank	FullName
1	Denis Onyango
2	Ederson Santana de Moraes
3	Mike Maignan
4	Manuel Riemann
5	Manuel Neuer
6	Marco André Rocha Pereira
7	Itumeleng Khune
8	Siyabonga Mpontshane
9	Jordan Pickford
10	Marc-André ter Stegen

جدول (۱۲-۲) رتبه‌بندی روش COPRAS

۹-۳-۲- روش VIKOR

۱-۹-۳-۲- مقدمه

روش VIKOR که مخفف کلمه Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje است، یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت رتبه‌بندی گزینه‌های مختلف به کار می‌رود و بیشتر برای حل مسائل گسسته کاربرد دارد. این روش بر مبنای راه حل‌های توافقی بر مبنای معیارهای متضاد می‌باشد. در این مدل همواره چند گزینه مختلف وجود دارد که این گزینه‌ها بر اساس چند معیار به صورت مستقل ارزیابی می‌شوند و در نهایت گزینه‌ها بر اساس ارزش، رتبه بندی می‌گردند.

روش VIKOR بر تمرکز بر رتبه‌بندی و انتخاب از بین یک مجموعه راه کار در مساله‌ای با داشتن معیارهای مخالف هدف گذاری شده است. نتایج نشان داده شده در روش ویکور لیست رتبه‌بندی توافقی به اضافه یک یا چند راه حل توافقی است.

۲-۳-۹-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. تعیین نقطه ایده‌آل مثبت و منفی: در این مرحله باید ایده‌آل‌های مثبت و منفی را مشخص کرد. ایده‌آل مثبت برای معیارهای مثبت برابر با بزرگترین مقدار ستون معیار و ایده‌آل منفی کوچکترین درایه ستون معیار می‌باشد و برای معیارهای منفی بالعکس. معیارهای مثبت افزایششان باعث سود و معیارهای منفی کاهششان باعث سود می‌شود. برای هر معیار، بهترین و بدترین هر یک را در میان همه گزینه‌ها تعیین می‌شود و به ترتیب f^+ و f^- نامیده می‌شوند.

$$f_j^+ = \max_j a_{ij}, j \in g^+$$

فرمول (۵۰-۲) محاسبه f^+ برای معیار سود

$$f_j^- = \min_j a_{ij}, j \in g^-$$

فرمول (۵۱-۲) محاسبه f^+ برای معیار هزینه

$$f_j^- = \min_j a_{ij}, j \in g^+$$

فرمول (۵۲-۲) محاسبه f^- برای معیار سود

$$f_j^- = \max_j a_{ij}, j \in g^-$$

فرمول (۵۳-۲) محاسبه f^- برای معیار هزینه

۳. محاسبه مقادیر سودمندی (S) و تاسف (R) برای هر شاخص: مقدار سودمندی (S) بیانگر فاصله نسبی گزینه i ام از نقطه ایده‌آل و مقدار تاسف (R) بیانگر حداکثر ناراحتی گزینه i ام از دوری از نقطه ایده‌آل می‌باشد و از روابط زیر حاصل می‌شوند.

$$S_i = \sum_j \left(w_j \times \frac{f_j^+ - a_{ij}}{f_j^+ - f_j^-} \right)$$

فرمول (۵۴-۲) محاسبه S_i

$$R_i = \max_j \left(w_j \times \frac{f_j^+ - a_{ij}}{f_j^+ - f_j^-} \right)$$

فرمول (۵۵-۲) محاسبه R_i

۴. انتخاب برترین گزینه: از گام‌های مهم روش ویکور تعیین پارامتر V است. این پارامتر با توجه به

میزان توافق گروه تصمیم‌گیرنده تعیین می‌گردد.

- توافق خیلی زیاد باشد آنگاه $v > 0.5$
- توافق با اکثریت آرا باشد آنگاه $v = 0.5$
- توافق اندک باشد آنگاه $v < 0.5$
- هرچه v بزرگتر باشد آنگاه به نظرات گروهی بیشتر اهمیت داده است.
- هرچه v کوچکتر باشد آنگاه به نظرات فردی بیشتر بها داده است.

$$Q_i = (v) \times \frac{S_i - \max_i S_i}{\min_i S_i - \max_i S_i} + (1 - v) \times \frac{R_i - \max_i R_i}{\min_i R_i - \max_i R_i}$$

فرمول (۵۶-۲) محاسبه Q_i

در این مسئله مقدار v را برابر با ۰.۵ در نظر می‌گیریم.

Rank	FullName
1	Mike Maignan
2	Jordan Pickford
3	Manuel Neuer
4	Manuel Riemann
5	Ederson Santana de Moraes
6	Pau Llorenz Sabata
7	Emiliano Martinez
8	Alisson Ramses Becker
9	Jonas Omlin
10	Vicente Guaita Panadero

جدول (۲-۱۳) رتبه‌بندی روش VIKOR

۲-۳-۱۰- روش MABAC

۲-۳-۱۰-۱- مقدمه

روش MABAC مخفف Multi-Attributive Border Approximation area Comparison یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای شناسایی گزینه مناسب است. روش ماباک به معنی مقایسه چند شاخصه محدوده تقریبی مرزها، یکی از روش‌های جدید در تصمیم‌گیری چندشاخصه است. روش MABAC توسط دراگان پاموکار در مرکز تحقیقات دفاع لجستیک دفاع در بلغراد تهیه و برای اولین بار در سال ۲۰۱۵ معرفی شد. رویکرد اصلی این روش در تعیین فاصله عملکرد معیار هر یک از گزینه‌های مشاهده شده از دامنه تقریبی مرزی منعکس شده آن است.

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه بان) و m معیار است.
۲. نرمال سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال سازی ویژگی استفاده می شود.

$$g^+: r_{ij} = \frac{a_{ij} - \min_j a_{ij}}{\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}}$$

فرمول (۵۷-۲) نرمال سازی ویژگی معیار سود

$$g^-: r_{ij} = \frac{\max_j a_{ij} - a_{ij}}{\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}}$$

فرمول (۵۸-۲) نرمال سازی ویژگی معیار هزینه

۳. وزن دار کردن ماتریس تصمیم: گام سوم وزن دار کردن ماتریس تصمیم نرمال شده است. در این گام با استفاده از رابطه زیر ماتریس نرمال را وزن دار می کنیم.

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} + w_j$$

فرمول (۵۹-۲) وزن دار کردن ماتریس تصمیم

۴. تعیین مرز ناحیه شباهت ماتریس: محدوده تقریبی شباهت (GAO) با معادله زیر مشخص می شود.

$$g_j = \left(\prod_{i=1}^n v_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}$$

فرمول (۶۰-۲) محاسبه g_j

۵. محاسبه فاصله گزینه ها تا مرز ناحیه شباهت: فاصله گزینه ها از منطقه تقریبی مرز (q_{ij}) بر اساس تفاوت عناصر ماتریس سنگین تر (V) و مقادیر هم مرز مناطق تقریبی (G) تعیین می شود.

$$q_{ij} = v_{ij} - g_j$$

فرمول (۶۱-۲) محاسبه q_{ij}

۶. انتخاب برترین گزینه: با جمع سطری ماتریس Q، گزینه‌ها را رتبه‌بندی می‌کنیم.

$$S_i = \sum_{j=1}^m q_{ij}$$

فرمول (۶۲-۲) محاسبه Q_i

۳-۱۰-۲- نتایج

Rank	FullName
1	Manuel Neuer
2	Ederson Santana de Moraes
3	Jordan Pickford
4	Manuel Riemann
5	Mike Maignan
6	Marc-André ter Stegen
7	Pau López Sabata
8	Alisson Ramses Becker
9	Emiliano Martínez
10	Claudio Bravo

جدول (۱۴-۲) رتبه‌بندی روش MABAC

۱۱-۳-۲- روش ARAS

۱-۱۱-۳-۲- مقدمه

روش ARAS مخفف Additive Ratio ASsessment به معنای ارزیابی نسبت افزایشی یک تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه برای انتخاب بهترین گزینه است. تکنیک آراس که به آن ارزیابی مجموع نسبت‌ها گفته می‌شود، توسط زاوادساکاس معرفی شد. کاربرد ویژه آراس ارزیابی شرکت‌های بورس براساس اطلاعات مالی است. بطور کلی تکنیک ARAS مانند بسیاری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در جستجوی

۲-۱۱-۳-۲ روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. تعیین مقدار ایده‌آل فرضی: مقدار ایده‌آل برای معیارهای مثبت برابر بیشترین مقدار و برای معیارهای منفی برابر کمترین مقدار هر معیار در نظر گرفته می‌شود و روابط آن به شرح زیر است.

$$a_{0j} = \max_j a_{ij}, j \in g^+$$

فرمول (۶۳-۲) مقدار ایده‌آل فرضی معیار سود

$$a_{0j} = \min_j a_{ij}, j \in g^-$$

فرمول (۶۴-۲) مقدار ایده‌آل فرضی معیار هزینه

۳. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم: برای معیارهای مثبت و منفی به صورت جداگانه باید نرمال شوند که از دو رابطه زیر این فرایند صورت می‌گیرد.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=0}^n a_{ij}}$$

فرمول (۶۵-۲) نرمال‌سازی معیار سود

$$r_{ij} = \frac{\frac{1}{a_{ij}}}{\sum_{i=0}^n \frac{1}{a_{ij}}}$$

فرمول (۶۶-۲) نرمال‌سازی معیار هزینه

۴. وزن‌دار کردن ماتریس تصمیم: در این گام، ماتریس وزن‌دار را بدست می‌آوریم.

$$u_{ij} = r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۶۷-۲) محاسبه u_{ij}

۵. محاسبه مطلوبیت کل هر گزینه: اعداد نرمال شده وزن را به صورت سطری با هم جمع کنیم.

بزرگترین مقدار S_i بهترین و کمترین آن بدترین است. با توجه به روند محاسبه شده، تابع بهیئگی S_i دارای یک رابطه مستقیم و متناسب با مقادیر x_{ij} و وزنهای w_j از معیارهای بررسی شده و تأثیر نسبی آنها بر روی نتیجه‌ی نهایی است. بنابراین، بیشترین مقدار تابع بهیئگی S_i اثربخش‌ترین متغیر است.

$$S_i = \sum_{j=1}^m u_{ij}$$

فرمول (۶۸-۲) محاسبه S_i

۶. انتخاب برترین گزینه: محاسبه درجه مطلوبیت هر گزینه در مورد ارزیابی گزینه‌ها نه تنها تعیین

بهترین رتبه اهمیت دارد بلکه مهم است که کیفیت نسبی هر گزینه مطرح شده نیز مشخص شود. به همین منظور از درجه‌ی مطلوبیت هر گزینه استفاده می‌گردد. درجه‌ی مطلوبیت هر گزینه به وسیله مقایسه متغیر که تجزیه و تحلیل شده است. با حالت ایده آل یعنی S_0 مشخص می‌گردد.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}$$

فرمول (۶۹-۲) محاسبه K_i

۳-۱۱-۲- نتایج

Rank	FullName
1	Karanjit Singh
2	Feng Han
3	Richard Brush
4	Peter Cherrie
5	Josh Lillis
6	Denis Onyango
7	Ederson Santana de Moraes
8	Brendan Clarke
9	Ben Hinchliffe
10	Mike Maignan

جدول (۱۵-۲) رتبه‌بندی روش ARAS

۱-۱۲-۳-۲- مقدمه

روش مارکوس (MARCOS) یکی از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چند معیاره به معنی سنجش و رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس راه حل سازشی می‌باشد که از حروف اول عبارت Measurement Alternatives and Ranking according to Compromise Solution گرفته شده است. توسط Stević & Pamučar در سال ۲۰۲۰ ارائه شد این روش برای رتبه‌بندی گزینه‌های پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۱۲-۳-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. تعیین مقدار ایده‌آل و غیر ایده‌آل فرضی: در این بخش بر اساس روابط زیر مقادیر ایده‌آل (AI) و ضد ایده‌آل (AAI) مشخص می‌شود.

$$AI = \max_j a_{ij}, j \in g^+$$

فرمول (۷۰-۲) مقدار ایده‌آل فرضی معیار سود

$$AI = \min_j a_{ij}, j \in g^-$$

فرمول (۷۱-۲) مقدار ایده‌آل فرضی معیار هزینه

$$AAI = \min_j a_{ij}, j \in g^+$$

فرمول (۷۲-۲) مقدار غیر ایده‌آل فرضی معیار سود

$$AAI = \max_j a_{ij}, j \in g^-$$

فرمول (۷۳-۲) مقدار غیر ایده‌آل فرضی معیار هزینه

۳. نرمال سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال سازی خطی استفاده می شود.

$$g^+ : r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max_j a_{ij}}$$

فرمول (۷۴-۲) نرمال سازی خطی معیار سود

$$g^- : r_{ij} = \frac{\min_j a_{ij}}{a_{ij}}$$

فرمول (۷۵-۲) نرمال سازی خطی معیار هزینه

۴. وزن دار کردن ماتریس تصمیم: در این گام با توجه به وزن های محاسبه شده ، ماتریس وزن دار را بدست می آوریم.

$$u_{ij} = r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۷۶-۲) محاسبه u_{ij}

۵. محاسبه درجه مطلوبیت هر گزینه: در این بخش بر اساس روابط زیر درجه مطلوبیت ایده آل و ضد ایده آل گزینه ها محاسبه می شود.

$$S_i = \sum_{j=1}^m u_{ij}$$

فرمول (۷۷-۲) محاسبه S_i

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{AI}}$$

فرمول (۷۸-۲) محاسبه K_i^+

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{AAI}}$$

فرمول (۷۹-۲) محاسبه K_i^-

۶. محاسبه عملکرد مطلوبیت هر گزینه: اکنون با توجه روابط زیر عملکرد مطلوبیت ایده آل و ضد ایده آل گزینه ها محاسبه می شود.

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-}$$

فرمول (۸۰-۲) محاسبه $f(K_i^-)$

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-}$$

فرمول (۸۱-۲) محاسبه $f(K_i^+)$

۷. انتخاب برترین گزینه: گام آخر این روش رتبه‌بندی گزینه‌ها به کمک رابطه زیر است.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}}$$

فرمول (۸۲-۲) محاسبه $f(K_i)$

۳-۱۲-۲-۳- نتایج

Rank	FullName
1	Ederson Santana de Moraes
2	Manuel Neuer
3	Mike Maignan
4	Denis Onyango
5	Manuel Riemann
6	Marc-André ter Stegen
7	Jordan Pickford
8	Alisson Ramses Becker
9	Pau López Sabata
10	Emiliano Martínez

جدول (۱۶-۲) رتبه‌بندی روش MARCOS

۱-۱۳-۳-۲- مقدمه

روش OCRA یک تکنیک اندازه‌گیری کارآمدی غیر پارامتری است که در ابتدا برای حل مسائل اندازه‌گیری عملکرد و تجزیه و تحلیل بهره‌وری پیشنهاد شده بود. در ادامه، این روش نیز برای حل مسائل تصمیم‌گیری مختلف استفاده شده است.

۲-۱۳-۳-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال‌سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال‌سازی ویژگی استفاده می‌شود.

$$g^+: r_{ij} = \frac{a_{ij} - \min_j a_{ij}}{\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}}$$

فرمول (۸۳-۲) نرمال‌سازی ویژگی معیار سود

$$g^-: r_{ij} = \frac{\max_j a_{ij} - a_{ij}}{\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}}$$

فرمول (۸۴-۲) نرمال‌سازی ویژگی معیار هزینه

۳. محاسبه عملکرد کل: در این مرحله عملکرد کل را برای معیارهای سود و هزینه بصورت جداگانه محاسبه می‌کنیم.

$$\bar{I}_i = \sum_{j=1}^m r_{ij} \times w_j, j \in g^-$$

فرمول (۸۵-۲) عملکرد کل معیار هزینه

$$\bar{O}_i = \sum_{j=1}^m r_{ij} \times w_j, j \in g^+$$

فرمول (۸۶-۲) عملکرد کل معیار سود

۴. محاسبه عملکرد خطی: مقیاس‌بندی خطی در روش OCRA با هدف تخصیص صفر درجه‌بندی به کمترین ترجیح جایگزین انجام می‌شود.

$$\bar{I}_i = \bar{I}_i - \min_i \bar{I}_i$$

فرمول (۸۷-۲) عملکرد خطی معیار هزینه

$$\bar{O}_i = \bar{O}_i - \min_i \bar{O}_i$$

فرمول (۸۸-۲) عملکرد خطی معیار سود

۵. انتخاب برترین گزینه: گام آخر این روش رتبه‌بندی گزینه‌ها به کمک رابطه زیر است.

$$P_i = \bar{I}_i + \bar{O}_i - \min_i (\bar{I}_i + \bar{O}_i)$$

فرمول (۸۹-۲) محاسبه P_i

۳-۱۳-۲-۳- نتایج

Rank	FullName
1	Manuel Neuer
2	Ederson Santana de Moraes
3	Jordan Pickford
4	Manuel Riemann
5	Mike Maignan
6	Marc-André ter Stegen
7	Pau López Sabata
8	Alisson Ramses Becker
9	Emiliano Martínez
10	Claudio Bravo

جدول (۱۷-۲) رتبه‌بندی روش OCRA

۱۴-۳-۲- ادغام روش‌های جبرانی

۱-۱۴-۳-۲- مقدمه

در مراحل فوق روش‌های جبرانی را بررسی کردیم و در هر روش ۱۰ دروازه‌بان برتر را مشخص کرده‌ایم. برخی از گزینه‌ها در روش‌های مختلف مشترک بودند و برخی مشترک نبودند. اجتماع تمامی ۱۰ دروازه‌بان برتر در ۱۳ روش جبرانی را بصورت زیر امتیازدهی کرده‌ایم.

۲-۱۴-۳-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس امتیازدهی: ماتریس امتیازدهی شامل ۳۵ گزینه (که از اجتماع ۱۰ دروازه‌بان برتر در ۱۳ روش بدست آمده) و ۱۳ روش است. در نتیجه ماتریس امتیازدهی n سطر (گزینه‌ها) و m ستون (روش‌ها) دارد.

۲. مقداردهی ماتریس امتیازدهی: برای مقداردهی این ماتریس، از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم که a_{ij} نشان‌دهنده رتبه گزینه i ام در روش j ام می‌باشد. بدین صورت امتیاز گزینه‌ای که در روشی رتبه اول بوده برابر ۱۰ و امتیاز گزینه‌ای با رتبه دهم برابر ۱ می‌شود. در صورتی که گزینه i در روش j رتبه‌ای در بازه‌ی ۱ تا ۱۰ نداشته باشد، مقدار r_{ij} برابر صفر خواهد بود.

$$r_{ij} = 11 - a_{ij}$$

فرمول (۲-۹۰) ماتریس امتیازدهی

۳. محاسبه امتیاز کل: در این مرحله امتیاز کل را برای هر گزینه محاسبه می‌کنیم. امتیاز کل برابر با جمع امتیاز هر مرحله است.

$$u_i = \sum_{j=1}^m r_{ij}$$

فرمول (۲-۹۱) امتیاز کل

Rank	FullName
1	Manuel Neuer
2	Manuel Riemann
3	Ederson Santana de Moraes
4	Denis Onyango
5	Mike Maignan
6	Jordan Pickford
7	Marco André Rocha Pereira
8	Marc-André ter Stegen
9	Richard Ofori
10	Pau López Sabata

جدول (۱۸-۲) رتبه‌بندی روش‌های جبرانی

۱۵-۳-۲- روش CODAS

۱-۱۵-۳-۲- مقدمه

روش CODAS مخفف Combinative Distance based ASsesment ، روش ارزیابی مبتنی بر فاصله ترکیبی یک تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه برای انتخاب بهترین گزینه است. این تکنیک اولین بار توسط آقای دکتر مهدی کشاورز قرابایی ارائه شد. روش CODAS مطلوبیت گزینه‌ها را بر اساس دو روش تعیین می‌کند.

۲-۱۵-۳-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال‌سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال‌سازی خطی استفاده می‌شود.

$$g^+: r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max_j a_{ij}}$$

فرمول (۹۲-۲) نرمال سازی خطی معیار سود

$$g^-: r_{ij} = \frac{\min_j a_{ij}}{a_{ij}}$$

فرمول (۹۳-۲) نرمال سازی خطی معیار هزینه

۳. تشکیل ماتریس وزن دار: در این مرحله با توجه به وزن معیارهای مختلف در تصمیم گیری، ماتریس وزن دار تعریف می شود.

$$u_{ij} = r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۹۴-۲) محاسبه ماتریس وزن دار

۴. تعیین مقدار ایده آل منفی: مقدار ایده آل منفی برای معیارهای مثبت برابر کمترین مقدار و برای معیارهای منفی برابر بیشترین مقدار هر معیار در نظر گرفته می شود و رابطه ریاضی آن به شرح زیر است.

$$NS_j = \min_j a_{ij}, j \in g^+$$

فرمول (۹۵-۲) مقدار ایده آل منفی معیار سود

$$NS_j = \max_j a_{ij}, j \in g^-$$

فرمول (۹۶-۲) مقدار ایده آل منفی معیار هزینه

۵. محاسبه فواصل اقلیدسی و تاکسی: در این مرحله باید فواصل اقلیدسی (Euclidean distance) و تاکسی (Taxicab distances) از مقدار ایده آل منفی را محاسبه نمود.

$$E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (u_{ij} - NS_j)^2}$$

فرمول (۹۷-۲) فاصله اقلیدسی

$$T_j = \sum_{j=1}^m |u_{ij} - NS_j|$$

فرمول (۹۸-۲) فاصله تاکسی

۶. تشکیل ماتریس ارزیابی نسبی: در این گام ماتریس ارزیابی نسبی را با استفاده از رابطه زیر ایجاد می‌کنیم. در این رابطه، Ψ نشان دهنده یک تابع آستانه برای تشخیصی برابری فاصله اقلیدسی دو گزینه است و در اینجا τ یک پارامتر آستانه است که استفاده از اندازه‌گیری فاصله را تعیین می‌کند که آن را ۰.۰۲ در نظر می‌گیریم.

$$\psi(x) = \begin{cases} 1, & |x| \geq \tau \\ 0, & |x| < \tau \end{cases}$$

فرمول (۹۹-۲) تابع Ψ

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + (\psi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k))$$

فرمول (۱۰۰-۲) ماتریس ارزیابی نسبی

۷. انتخاب برترین گزینه: گام آخر این روش رتبه‌بندی گزینه‌ها به کمک رابطه زیر است.

$$H_i = \sum_{j=1}^m h_{ij}$$

فرمول (۱۰۱-۲) ارزیابی کل

Rank	FullName
1	Denis Onyango
2	Ederson Santana de Moraes
3	Manuel Neuer
4	Marc-André ter Stegen
5	Manuel Riemann
6	Marco André Rocha Pereira
7	Mike Maignan
8	Pau López Sabata
9	Jordan Pickford
10	Richard Ofori

جدول (۱۹-۲) رتبه‌بندی روش CODAS

۱۶-۳-۲- روش ELECTRE

۱-۱۶-۳-۲- مقدمه

روش ELECTRE مخفف ELimination and Choice Expressing REality از روش‌های اولویت‌بندی تصمیم‌گیری چندمعیاره است. روش الکتراه به معنی روش حذف و انتخاب سازگار با واقعیت اولین بار توسط برنارد روی در شرکت مشاوره سما پیشنهاد شد. این شرکت تیمی را تشکیل داد تا در مورد مسائل چند معیاره، برای تصمیم‌گیری در مورد فعالیت‌های جدید شرکت به تحقیق بپردازند که در اصل این روش جزو یکی از اولین رویکردهای تصمیم‌گیری بود.

۲-۱۶-۳-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال‌سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال‌سازی برداری

استفاده می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}$$

فرمول (۱۰۲-۲) نرمال سازی برداری

۳. تشکیل ماتریس وزن دار: در این مرحله با توجه به وزن معیارها، ماتریس وزن دار تعریف می‌شود.

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۱۰۳-۲) محاسبه ماتریس وزن دار

۴. تشکیل مجموعه معیارهای Concordance و Discordance: مجموعه شاخص‌های موجود را به

دو زیرمجموعه متمایز هماهنگ (C_{ke}) و ناهماهنگ (D_{ke}) تقسیم می‌کنیم. مجموعه هماهنگ (C_{ke}) از مقایسه گزینه‌های A_e و A_k تشکیل می‌شود. زیرمجموعه مکمل به نام مجموعه ناهماهنگ (D_{ke}) مجموعه‌ای از شاخص‌هاست که برعکس مجموعه هماهنگ است.

$$g^+: C_{ke} = \{j | v_{kj} \geq v_{ej}\}$$

فرمول (۱۰۴-۲) محاسبه معیار سود

$$g^-: C_{ke} = \{j | v_{kj} \leq v_{ej}\}$$

فرمول (۱۰۵-۲) محاسبه معیار هزینه

$$g^+: D_{ke} = \{j | v_{kj} < v_{ej}\}$$

فرمول (۱۰۶-۲) محاسبه معیار سود

$$g^-: D_{ke} = \{j | v_{kj} > v_{ej}\}$$

فرمول (۱۰۷-۲) محاسبه معیار هزینه

۵. تشکیل ماتریس Concordance: در این مرحله ماتریس هماهنگ را تعریف می‌کنیم.

$$C_{ke} = \sum_{j \in C_{ke}} w_j$$

فرمول (۱۰۸-۲) محاسبه ماتریس Concordance

۶. تشکیل ماتریس **Discordance**: در این مرحله ماتریس ناهماهنگ را تعریف می‌کنیم.

$$D_{ke} = \frac{\max_{j \in D_{ke}} (|v_{kj} - v_{ej}|)}{\max_j (|v_{kj} - v_{ej}|)}$$

فرمول (۱۰۹-۲) محاسبه ماتریس Discordance

۷. تشکیل ماتریس **Effective Concordant**: در این مرحله ماتریس هماهنگ موثر را تعریف

می‌کنیم. در اینجا \bar{C} میانگین عناصر ماتریس Concordance هستند.

$$f_{ke} = \begin{cases} 1, & C_{ke} \geq \bar{C} \\ 0, & C_{ke} < \bar{C} \end{cases}$$

فرمول (۱۱۰-۲) محاسبه ماتریس Effective Concordant

۸. تشکیل ماتریس **Effective Discordant**: در این مرحله ماتریس ناهماهنگ موثر را تعریف

می‌کنیم. در اینجا \bar{D} میانگین عناصر ماتریس Discordance هستند.

$$g_{ke} = \begin{cases} 1, & D_{ke} < \bar{D} \\ 0, & D_{ke} \geq \bar{D} \end{cases}$$

فرمول (۱۱۱-۲) محاسبه ماتریس Effective Discordant

۹. انتخاب برترین گزینه: دو ماتریس هماهنگی موثر و ناهماهنگی موثر را در هم ضرب می‌کنیم. این

ماتریس در صورتی دارای مولفه ۱ است که وقتی ضرب ماتریسی در آن انجام می‌شود، هر دو مولفه

متناظری که در هم ضرب می‌شوند ۱ باشند.

$$e_{ke} = f_{ke} \times g_{ke}$$

فرمول (۱۱۲-۲) محاسبه ماتریس ترجیحات نهایی

Rank	FullName
1	Manuel Neuer
2	Marco André Rocha Pereira
3	Pau López Sabata
4	Manuel Riemann
5	Ederson Santana de Moraes
6	Jordan Pickford
7	Denis Onyango
8	Mike Maignan
9	Marc-André ter Stegen
10	Richard Ofori

جدول (۲۰-۲) رتبه‌بندی روش ELECTRE

۱۷-۳-۲- روش REGIME

۱-۱۷-۳-۲- مقدمه

روش REGIME از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است این روش برای اولین بار در سال ۱۹۸۶ توسط نیجکمپ و هینلوپن معرفی شد که در واقع یک روش چندشاخصه کیفی است. که با استفاده از ماتریس رژیم مساله را حل می‌نماید. در انتهای این روش یک رتبه‌بندی نهایی از گزینه‌ها انجام می‌شود. در رتبه‌بندی نهایی، وزن شاخص‌ها که توسط تصمیم‌گیرنده معرفی می‌شود حائز اهمیت است و می‌تواند نتایج را تحت تاثیر قرار دهد.

۲-۱۷-۳-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم شامل n گزینه (دروازه‌بان) و m معیار است.
۲. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم: برای نرمال‌سازی مقادیر ماتریس تصمیم، از روش نرمال‌سازی برداری

استفاده می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}$$

فرمول (۱۱۳-۲) نرمال‌سازی برداری

۳. تشکیل ماتریس وزن‌دار: در این مرحله با توجه به وزن معیارهای مختلف در تصمیم‌گیری، ماتریس وزن‌دار تعریف می‌شود.

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_j$$

فرمول (۱۱۴-۲) محاسبه ماتریس وزن‌دار

۴. تشکیل مجموعه معیارهای **Concordance**: همانند روش ELECTRE، روش REGIME نیز به مجموعه معیارهای هماهنگ نیاز دارد. مجموعه هماهنگ (C_{ke}) از مقایسه گزینه‌های A_k و A_e تشکیل می‌شود.

$$g^+: C_{ke} = \{j | v_{kj} \geq v_{ej}\}$$

فرمول (۱۱۵-۲) محاسبه C_{ke} معیار سود

$$g^-: C_{ke} = \{j | v_{kj} \leq v_{ej}\}$$

فرمول (۱۱۶-۲) محاسبه C_{ke} معیار هزینه

۵. تشکیل ماتریس **Concordance**: در این مرحله ماتریس هماهنگ را تعریف می‌کنیم.

$$C_{ke} = \sum_{j \in C_{ke}} C_{ke} \times w_j$$

فرمول (۱۱۷-۲) محاسبه ماتریس Concordance

۶. انتخاب برترین گزینه: ماتریس E را به گونه‌ای تشکیل می‌دهیم که اگر $C_{ke} > C_{ek}$ باشد، یعنی گزینه k نسبت به گزینه e ارجحیت دارد.

$$e_{ke} = \begin{cases} 1, & C_{ke} > C_{ek} \\ 0, & C_{ke} < C_{ek} \end{cases}$$

فرمول (۱۱۸-۲) محاسبه ماتریس E

Rank	FullName
1	Manuel Neuer
2	Ederson Santana de Moraes
3	Marc-André ter Stegen
4	Mike Maignan
5	Jordan Pickford
6	Manuel Riemann
7	Denis Onyango
8	Pau López Sabata
9	Marco André Rocha Pereira
10	Richard Ofori

جدول (۲-۲۱) رتبه‌بندی روش REGIME

۱۸-۳-۲- ادغام روش‌های غیرجبرانی

۱-۱۸-۳-۲- مقدمه

پس از ترکیب روش‌های جبرانی، ۱۰ دروازه‌بان برتر با ۳ روش غیرجبرانی CODAS، ELECTRE و REGIME رتبه‌بندی شدند. در این مرحله به کمک روش رتبه‌بندی بردا (Borda)، روش‌های غیرجبرانی مرتب و رتبه‌بندی شده‌اند.

۲-۱۸-۳-۲- روش حل

۱. تشکیل ماتریس امتیازدهی: ماتریس امتیازدهی شامل ۱۰ گزینه است که باید هر گزینه را با گزینه‌های دیگر از نظر تعداد ارجحیت در روش‌های مختلف بررسی کرد. به عنوان مثال اگر رتبه گزینه A_1 در بیشتر روش‌ها از رتبه گزینه A_2 بهتر شود، در نتیجه A_1 نسبت به A_2 برتری دارد.

$$s_{ek} = \begin{cases} 1, & A_e > A_k \\ 0, & A_e < A_k \end{cases}$$

فرمول (۱۱۹-۲) محاسبه ماتریس S

۲. محاسبه رتبه نهایی: با جمع تعداد برتری هر گزینه، رتبه‌بندی نهایی را مشخص می‌کنیم.

$$S_i = \sum_{k=1}^{10} s_{ik}$$

فرمول (۱۲۰-۲) محاسبه رتبه نهایی

۳-۱۸-۲-۲- نتایج

Rank	FullName
1	Manuel Neuer
2	Ederson Santana de Moraes
3	Marc-André ter Stegen
3	Manuel Riemann
5	Denis Onyango
6	Marco André Rocha Pereira
7	Mike Maignan
8	Jordan Pickford
8	Pau López Sabata
10	Richard Ofori

جدول (۲۲-۲) رتبه‌بندی ادغامی روش‌های غیرجبرانی

فصل ۳:

نتایج

۱-۳- مقدمه

در این پروژه، به بررسی روش‌های تصمیم‌گیری برای تعیین بهترین دروازه‌بان فیفا پرداختیم و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر معیارها و الگوریتم‌های مشخص، این امکان فراهم شد که ارزیابی دقیقی از عملکرد دروازه‌بان‌ها و تعیین بهترین آن‌ها صورت گیرد. بصورت خلاصه در هر مرحله از این پروژه گزینه‌ها را محدودتر کردیم تا در آخر با بهترین آن‌ها به هدف اصلی که «انتخاب بهترین دروازه‌بان فیفا» است، برسیم.

۲-۳- نتیجه نهایی

با توجه به محاسبات فصل قبل، در گام اول بیش از ۲۰۰۰ دروازه‌بان را با توجه به روش‌ها جبرانی، مورد تحلیل و بررسی قرار دادیم. از تجمیع تمامی دروازه‌بان‌ها، ۳۵ دروازه‌بان بدست آمد. در گام دوم با ادغام بصورت امتیازدهی، ۱۰ نفر از آن‌ها به گام سوم یعنی رتبه‌بندی بوسیله روش‌های غیرجبرانی صعود کردند. در آخر با ادغام روش‌های غیرجبرانی، لیست ۱۰ دروازه‌بان برتر را بدست آوردیم. در ادامه این بخش به معرفی نتیجه نهایی این پروژه می‌پردازیم.

در آخرین مرحله که ادغام روش‌های غیرجبرانی بود، ۱۰ نفر برتر مشخص شدند. نفر اول این رتبه‌بندی که آقای «Manuel Neuer» می‌باشد، عنوان «بهترین دروازه‌بان فیفا» را کسب کرده است.

۳-۳- تحلیل نتیجه نهایی

عدد Overall در فیفا نشان دهنده مجموع امتیازات و قدرت کلی یک بازیکن است. این عدد بر اساس ویژگی‌ها و استعدادهای مختلف بازیکن در فوتبال مشخص می‌شود. عواملی که بر Overall تأثیر می‌گذارند عبارتند از: ویژگی‌های فیزیکی، مهارت‌های فنی، تکنیک، ذهنیت و... است. تمامی این عوامل به‌طور کلی توسط سیستم ارزیابی فیفا بررسی و تجزیه و تحلیل می‌شوند و با توجه به نمرات در هر زمینه، Overall بازیکن تعیین می‌شود. این عدد می‌تواند بین ۱ تا ۱۰۰ باشد، که بالاترین عدد نشان دهنده یک بازیکن استثنایی و برتر است.

طبق داده‌های فیفا ۲۰۲۳ بیشترین Overall برابر ۹۰ می‌باشد که مطلق به مانوئل نویر (دروازه‌بان برگزیده پروژه) است. این فرد دروازه‌بان آلمانی و کاپیتان تیم ملی آلمان و باشگاه بایرن مونیخ است. نویر یکی از برترین دروازه‌بانان حال حاضر جهان است که با ۵ بار کسب عنوان بهترین دروازه‌بان جهان به همراه بوفون و کاسیاس در این زمینه رکورددار است و همچنین یکی از کامل‌ترین دروازه‌بانان در تمام ادوار فوتبال به‌شمار می‌رود. نویر همچنین تنها دروازه‌بان دهه اخیر فوتبال است که در بین ۳ نامزد نهایی توپ طلا قرار گرفته‌است. او توسط فدراسیون بین‌المللی تاریخ و آمار فوتبال به عنوان بهترین دروازه‌بان دهه اخیر فوتبال انتخاب شد.

۳-۴- پیشنهادها

۳-۴-۱- معیارها

یکی از چالش‌هایی که در حل مسئله با آن برخورد کردیم، معیارهای تصمیم‌گیری بود. در پژوهش‌های بعدی می‌توان معیارهای جزئی دیگری را نیز در حل مسئله تاثیر داد. برخی از این معیارها عبارت اند از:

- سن
- جمع مدت زمان بازی‌ها
- قد
- تعداد کارت‌ها زرد و قرمز
- وزن
- تعداد دفعات مصدومیت
- تعداد بازی‌ها
- تعداد دفعات اخراج شده

این معیارها نیز می‌تواند به دقیق‌تر کردن نتایج کمک کند.

۳-۴-۲- وزن معیارها

چالش دیگری که موجب تفاوت در رتبه‌بندی می‌شود، وزن معیارهای مختلف است. در این پروژه وزن معیارهای اصلی از روش BWM بدست آمده و وزن زیرمعیارها مطابق با وزن‌های فیفا است. با افزودن معیارهای مختلف وزن معیارها تغییر و در رتبه‌بندی اثر می‌گذارد. برای مطالعات بعدی می‌توان معیارهای جدیدی را اضافه و با توجه به وزن آن‌ها بهترین گزینه را انتخاب کرد.

مراجع

- [1] W. S. Krzysztof Palczewski, "Identification of the football teams assessment model using the COMET method".
- [2] E. Y. Fazıl Gökgöz, "A comparative multi criteria decision analysis of football teams: evidence on FIFA world cup".
- [3] "FIFA 23 Complete Player Dataset," [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/cashncarry/fifa-23-complete-player-dataset>.
- [4] "Best Worst Method," [Online]. Available: <https://bestworstmethod.com/>.
- [5] "FIFA 23 PLAYER ATTRIBUTES," [Online]. Available: <https://fifauteam.com/fifa-22-attributes-guide/>.



University of Tehran
Faculty of Engineering, College of Farabi

Selection of the best FIFA goalkeeper

Mohammad Mahyar Amiri Chimeh

Supervisor:
Doctor M.Mousazadeh

June 2023