

بهینه‌سازی فرایند آزمون عملی تربیت‌بدنی با استفاده از شبیه‌سازی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: دانشگاه اصفهان)

احمدعلی آصفی^۱، مجید اسماعیلیان^۲، اعظم‌سادات خلیلی^۳، سیدصادق علامه^۴

۱. استادیار مدیریت ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران*

۲. دانشیار مدیریت صنعتی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۴. دانشجوی کارشناسی‌ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۵

چکیده

ازجمله رویدادهایی که در رشته علوم ورزشی اهمیت فراوانی دارد، آزمون عملی تربیت‌بدنی است. اهمیت این آزمون به علت حساسیت در انتخاب افراد شایسته برای ورود به این رشته و درنهایت، خروج افرادی متخصص و شایسته است؛ بنابراین، اجرای آزمونی بهینه که حداکثر کارایی و اثربخشی در این راستا را داشته باشد، بسیار مهم و ضروری است؛ براین اساس، هدف از انجام این پژوهش، بهینه‌سازی فرایند آزمون عملی تربیت‌بدنی با استفاده از شبیه‌سازی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بود. آزمون با استفاده از مدل شبیه‌سازی آرنا طراحی شد تا علاوه بر انتخاب روش مناسب برگزاری آزمون، تعداد بهینه منابع لازم نیز تعیین شود. بدین منظور، ابتدا هشت سناریوی مختلف طراحی شدند و در نرم‌افزار آرنا مدل‌سازی شدند. در طراحی سناریوها، نحوه ورود داوطلبان، نحوه چیدمان ایستگاه بررسی وضعیت بدنی و پزشکی و تعداد ایستگاه‌ها در بخش آمادگی جسمانی در نظر گرفته شدند. برای انتخاب سناریوی برتر، با در نظر گرفتن معیارهای مناسب (زمان انتظار داوطلب، زمان اجرای فرایند، میانگین بهره‌برداری از منابع و هزینه کل منابع)، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شد. در این روش، ابتدا وزن معیارها با روش کراتیسیس تعیین شد و سپس، با استفاده از روش پرامیتی دو، بهترین سناریو انتخاب شد. نتایج پژوهش نشان داد که سناریوی شش بهترین سناریو و سناریوی سه بدترین سناریو بودند. بهینه‌سازی فرایند آزمون تربیت‌بدنی به برگزارکنندگان کمک می‌کند تا بخشی از مشکلات اجرایی در این زمینه را برطرف کنند و در نتیجه، نتایج حاصل از آزمون به خصوص در بخش اجرایی بهتر شود.

واژگان کلیدی: آزمون عملی تربیت‌بدنی، طراحی سناریو، شبیه‌سازی، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

مقدمه

هر رویداد در زمان برگزاری، به الزام‌هایی خاص نیاز دارد که باید به آن‌ها توجه شود. برنامه‌ریزی صحیح، طراحی مناسب فرایند و زمان‌بندی اجرای فعالیت‌ها، از جمله الزام‌هایی هستند که نقش مهمی در موفقیت یک رویداد دارند. طراحی مناسب رویداد نه تنها موجب رضایت شرکت‌کنندگان می‌شود، بلکه باعث کسب منافع زیادی از جمله صرفه‌جویی در وقت، کاهش تحلیل‌رفتگی نیروی انسانی، افزایش بازده کاری و کاهش هزینه‌های ناشی از انجام رویداد نیز می‌شود.

در رشته علوم ورزشی، رویدادهای زیادی وجود دارند که باید به‌طور مناسب طراحی و اجرا شوند تا علاوه بر ایجاد رضایت در شرکت‌کنندگان در این رویدادها، مدیران رویداد نیز برگزاری یک رویداد موفق را حس و تجربه کنند. یکی از این رویدادها، آزمون عملی تربیت‌بدنی است. این آزمون که هر ساله برای انتخاب داوطلبان ورود به رشته تربیت‌بدنی برگزار می‌شود، در شناسایی و جذب افراد شایسته در این رشته اهمیت بسیار زیادی دارد. هدف از برگزاری این آزمون، انتخاب داوطلبانی است که از نظر وضعیت بدنی سالم باشند و همچنین، از آمادگی جسمانی، حرکتی و سلامت عمومی مناسب برای ورود به رشته تربیت‌بدنی برخوردار باشند (فراهانی، ۲۰۱۲، ۵۳).

با توجه به اینکه این آزمون هر ساله برگزار می‌شود، محتوای آن در طی این سال‌ها تغییراتی خاص کرده است. در ابتدای اجرای این آزمون، شیوه اجرایی آن در دانشکده‌های مختلف براساس نظر متخصصان و مسئولان هر دانشکده بوده است. در سال ۱۳۵۷، این آزمون برای همه دانشکده‌ها یکسان‌سازی شد و تا ۱۳۸۰ تغییرات اندکی در برخی آیتم‌های آزمون ایجاد شد. در سال ۱۳۸۰، آزمون عملی با هدف ارائه روشی جدید برای انتخاب داوطلبان ورود به مقطع کارشناسی تربیت‌بدنی به‌طور اساسی تغییر کرد (هادوی، ۲۰۰۰، ۱۴). با توجه به این تغییرات، پژوهشگران متعددی نحوه اجرا و عینیت و همچنین، پایایی و روایی محتوای آزمون را بررسی کردند و پیشنهادهایی را برای رفع مشکلات محتوای این آزمون ارائه کردند (هادوی، ۲۰۰۰، ۳؛ ربیعی و ذوالاکتاف، ۲۰۰۱، ۲۱؛ بهرام، خلجی و شفیع‌زاده، ۲۰۰۳، ۱۴؛ کاشف و بنیان، ۲۰۰۹، ۲۴)؛ باوجوداین، مشکلات اجرایی این آزمون در پژوهش‌های مرتبط نادیده گرفته شده‌اند.

آزمون تربیت‌بدنی تنها در چند شهر منتخب (کرج، تبریز، اصفهان، شیراز، مشهد، رشت، کرمانشاه، اهواز و بابلسر) برگزار می‌شود و داوطلبان سایر شهرها باید به این حوزه‌ها مراجعه کنند؛ بنابراین، در اجرای این آزمون، برای داوطلبان مشکلاتی به‌وجود می‌آیند. از جمله این مشکلات، نبود دقت کافی در اجرای مراحل مختلف آزمون، اختصاص ندادن وقت مناسب برای اجرای هر مرحله، اتلاف وقت زیاد داوطلبان از لحظه ورود تا اجرای آزمون، اتمام وقت برگزاری آزمون و موکول شدن برگزاری آزمون به روزهای بعد، مشکلات مربوط به اسکان و تغذیه داوطلبان و عوامل برگزاری و مشکلات مربوط به

نیروی انسانی برگزارکننده آزمون که با محدودیت‌های زیادی مواجه هستند. در سال‌های اخیر، مشکلات یادشده با توجه به مشکلات بودجه‌ای در دانشگاه‌ها شدت بیشتری نیز به خود گرفته‌اند. این مشکلات بهره‌وری اجرای آزمون را به شدت پایین می‌آورند؛ بنابراین، به راه‌حل منطقی، علمی و عملی برای حل این مشکلات نیاز است. امروزه، شاهد ورود افرادی با کیفیت نه‌چندان خوب در رشته علوم ورزشی هستیم. این موضوع برای همه رشته‌ها صادق است؛ با این حال، در رشته تربیت‌بدنی که به صورت نیمه‌متمرکز برگزار می‌گردد، به نظر می‌رسد که شدت بیشتری دارد. بخشی از این مشکل به همین موضوع (نیمه‌متمرکز بودن) برمی‌گردد که موضوع این مقاله نیست و بخشی دیگر به نحوه انتخاب داوطلبان در آزمون عملی مربوط می‌شود. با توجه به ماهیت رشته تربیت‌بدنی و رسالت مهمی که رشته تربیت‌بدنی در جامعه دارد، انتخاب داوطلبان باید با حساسیت بیشتری انجام شود (بهرام و همکاران، ۲۰۰۳، ۸). اختصاص ندادن زمان کافی در مراحل مختلف آزمون برای بررسی وضعیت داوطلبان، نحوه ورود و اجرای آزمون توسط داوطلبان، چیدمان ایستگاه‌ها از نظر کیفی و کمی، دقت کافی نداشتن برگزارکنندگان، نبود منابع مالی کافی و غیره، از جمله مواردی هستند که کارایی و اثربخشی این آزمون را کاهش داده‌اند. برای اجرای مراحل مختلف آزمون، در هر ایستگاه حداقل و حداکثر زمانی نیاز است تا براساس آن هم بتوان ارزیابی شایسته‌ای داشت و هم از هدررفت منابع و اتلاف وقت داوطلبان جلوگیری کرد؛ از این رو، به کارگیری روش‌های علمی و پیشرفته برای بهینه‌سازی فرایند اجرای آزمون عملی تربیت‌بدنی که بتوانند زمانی بهینه برای برگزاری آزمون در اختیار برگزارکنندگان قرار دهند و راه‌حلی مناسب برای کاهش مشکلات و افزایش کارایی و اثربخشی آزمون باشند، ضرورت و اهمیت زیادی دارد. روش‌های مختلفی برای بهینه‌سازی فرایند یک رویداد وجود دارند که می‌توان از آن‌ها در حوزه‌های مختلف استفاده کرد. در پژوهش‌های مختلف، برای طراحی مناسب و بهینه فرایند از شبیه‌سازی استفاده می‌شود (گنجعلی، رسولی مقدم و مقصودی، ۲۰۱۳، ۴). شبیه‌سازی یکی از پرکاربردترین ابزارهای پژوهش در عملیات است. شبیه‌سازی کامپیوتری، فرایند طراحی مدلی ریاضی - منطقی از سیستم واقعی و آزمایش این مدل با کامپیوتر است. این روش با تقلید از عملکرد سیستم واقعی کمک می‌کند تا سناریوهای مختلف برای یک فرایند طراحی شوند و با هزینه اندک با هم مقایسه شوند. در واقع، با شبیه‌سازی فرایند، عملکرد سیستم قبل از پیش‌آمدن سیستم ارزیابی می‌شود (ویلیامز، کولی، پریرا و آلمیدا، ۲۰۱۱، ۷۴) و نرم‌افزار ارنا برای پیش‌بینی رفتار سیستم‌ها به کار می‌رود؛ به عنوان مثال، زارع مهرجردی، حبوباتی و صفایی نیک (۲۰۱۱)، با استفاده از شبیه‌سازی با نرم‌افزار ارنا، زمان انتظار بیماران مراجعه‌کننده به مرکز اورژانس را بهبود دادند و مرادی و رضوی (۲۰۱۶) مدلی برای شبیه‌سازی خدمات پاراکلینیکی در بیمارستان حافظ با

نرم افزار ارنا طراحی کردند؛ براین اساس و با توجه به اهمیت آزمون عملی تربیت بدنی در رشته علوم ورزشی و نقش مهم آن در انتخاب و تربیت نیروهای شایسته در حوزه علوم ورزشی، ضرورت دارد تا علاوه بر بررسی علمی و دقیق، روشی بهینه برای اجرای این آزمون طرح شود تا از این طریق مشکلات این آزمون حداقل در بخش اجرایی به کمترین حد کاهش یابند؛ بنابراین، مسئله اصلی پژوهش حاضر این است که روش بهینه فرایند آزمون عملی تربیت بدنی با استفاده از شبیه سازی و روش های تصمیم گیری چندمعیاره کدام است؟

روش شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر، توصیفی- تحلیلی است که از لحاظ هدف، کاربردی است. روش اجرای کار بدین صورت بود که ابتدا فرایند آزمون عملی تربیت بدنی با استفاده از داده های آزمون های سال های گذشته در نرم افزار آرنا شبیه سازی شد. سپس، برای بهینه سازی این فرایند، سناریوهای مختلف طراحی شدند. بعد از طراحی سناریوهای مختلف برای یک فرایند، سناریوها با در نظر گرفتن معیارهایی مناسب با یکدیگر مقایسه شدند و سناریوی برتر انتخاب شد که برای این کار از روش های تصمیم گیری چند معیاره استفاده شد. روش های تصمیم گیری چندمعیاره روش هایی هستند که به تصمیم گیرنده کمک می کنند بهترین گزینه را با توجه به معیارهای مناسب انتخاب کنند. در بین روش های تصمیم گیری چندمعیاره، روش پرامیتی^۱ یکی از مشهورترین و جدیدترین روش ها است. مزیت اصلی این روش نسبت به سایر روش ها، قابلیت استفاده در مسائلی است که معیارهای مسئله تصمیم با یکدیگر وابستگی دارند. مطالعات مختلف بر حسن شهرت، محبوبیت و کاربرد فراوان این روش تأکید دارند (اسماعیلیان و محمدی، ۲۰۱۶، ۲۷۳). در این پژوهش، با در نظر گرفتن معیارهای هزینه نیروی انسانی برگزارکننده آزمون، زمان کل آزمون، زمان انتظار داوطلبان در اجرای آزمون و بهره برداری از نیروی انسانی برگزارکننده آزمون، سناریوهای مختلف با هم مقایسه شدند. ابتدا، وزن سناریوها با استفاده از روش کرایتیس^۲ مقایسه شد. در ادامه، با استفاده از روش پرامیتی، علاوه بر رتبه بندی سناریوها و تعیین سناریوی برتر، براساس هر معیار سناریوها با یکدیگر مقایسه شدند.

آزمون عملی تربیت بدنی هر ساله از طرف سازمان سنجش در دانشگاه های مختلف برگزار می شود. افراد متقاضی در مرحله اول از طریق کنکور سراسری پذیرفته می شوند. مرحله دوم، آزمون عملی است. این آزمون برای استان های اصفهان، چهارمحال و بختیاری، یزد و کرمان در دانشگاه اصفهان برگزار می شود. آزمون در چند روز کاری انجام می شود. هر روز کاری از ساعت هشت صبح آغاز می شود و تا ساعت

-
1. PROMETHEE
 2. CRITIC

چهار بعد از ظهر ادامه دارد. داوطلبان در روز برگزاری آزمون در دانشگاه حاضر می‌شوند و با توجه به زمانی که فرم ثبت‌نام را پر کرده باشند، برای اجرای آزمون منتظر می‌مانند. فرایند این آزمون شامل سه ایستگاه است که به‌طور متوالی و طی یک دوره زمانی برای آزمون‌شوندگان انجام می‌شود. ایستگاه‌ها به ترتیب زیر هستند:

۱- ایستگاه اول (بررسی وضعیت بدنی داوطلب)؛

۲- ایستگاه دوم (بررسی وضعیت پزشکی داوطلب)؛

۳- ایستگاه سوم (آمادگی جسمانی).

قبل از اینکه آزمون‌شوندگان وارد مراحل ارزیابی در این ایستگاه‌ها شوند، ابتدا با پرکردن فرم ثبت‌نام، نام آن‌ها در فهرست حاضران شرکت‌کننده در آزمون قرار می‌گیرد. پس از آن، در اتاق انتظار، فیلم شبیه‌سازی شده از تمام فرایندهای کاری برای آشنایی داوطلبان از مرحله آمادگی جسمانی نمایش داده می‌شود و لازم است که مراجعه‌کنندگان این فیلم را تماشا کنند. در ادامه، هر یک از این ایستگاه‌ها به‌طور مختصر معرفی می‌شوند.

ایستگاه اول (بررسی وضعیت بدنی داوطلب): در این ایستگاه وضعیت بدنی داوطلب بررسی می‌شود. آزمون‌هایی که در این ایستگاه انجام می‌شوند، در جدول شماره دو نشان داده شده‌اند. در این ایستگاه، تیم ارزیاب شامل دو تا سه نفر، یک دانشجوی کارشناسی‌ارشد (برای گرفتن وزن و قد داوطلب) و یک استاد و یک دانشجوی‌ارشد/ دکتری گرایش آسیب‌شناسی ورزشی (برای بررسی وضعیت بدنی داوطلب) است. تجهیزات لازم در این ایستگاه متر و ترازو است. برای هر داوطلب، موارد نشان‌داده شده در جدول شماره یک انجام می‌شوند.

جدول ۱- بررسی وضعیت بدنی داوطلب در ایستگاه اول

بررسی وضعیت بدنی داوطلب (ایستگاه اول)	
۱	قد
۲	وزن
۳	بررسی محدودیت دامنه حرکتی مفاصل
۴	بررسی فقدان تقارن و دفورمیتی اندام‌ها
۵	بررسی لکنت زبان
۶	بررسی مشکلات شنوایی
۷	بررسی نقص عضو
۸	بررسی چاقی یا لاغری مفرط

ایستگاه دوم (وضعیت پزشکی داوطلب): در ایستگاه دوم، پزشکان وضعیت پزشکی داوطلب را بررسی می‌کنند. گزینه‌هایی که باید پزشکان برای داوطلبان بررسی کنند، در جدول شماره دو نشان داده

شده‌اند. دانشجوی باید علاوه بر تکمیل یک فرم اطلاعات پزشکی، قبل از ورود به آزمون یک گواهی سلامت از یک پزشک دریافت کرده باشد و در این آزمون گواهی مربوط را به پزشک آزمون ارائه دهد.

جدول ۲- بررسی وضعیت پزشکی داوطلب

بررسی وضعیت پزشکی داوطلب (ایستگاه دوم)	
۱	بررسی سابقه بیماری خانوادگی
۲	بررسی مشکلات خاص بینایی
۳	بررسی فشارخون غیرمتعارف (فشار سیستولیک و فشار دیاستولیک) می‌دهد با گواهی پزشکی
۴	بررسی مشکل قلبی- عروقی
۵	بررسی مشکل ریوی

در این ایستگاه، اگر پزشک تشخیص دهد که داوطلب به دلایلی مثل استرس شدید، شرایط ورود و اجرای آزمون در ایستگاه آمادگی جسمانی را ندارد، به او اجازه ورود به ایستگاه آمادگی جسمانی را نمی‌دهد. پزشک با توجه به شدت نابسامانی وضعیت داوطلب، درباره زمان ورود او به ایستگاه آمادگی جسمانی تصمیم می‌گیرد. حتی ممکن است به داوطلب اجازه انجام آزمون را ندهد. پس از انجام عملیات در این ایستگاه، فرد داوطلب برای ورود به ایستگاه آمادگی جسمانی منتظر می‌ماند. در این مرحله، داوطلب توسط یک گروه از دانشجویان مسئول ایستگاه توزیع داوطلبان، بین ایستگاه‌های مختلف با توجه به تعداد افراد منتظر در هر ایستگاه آمادگی جسمانی توزیع می‌شوند.

ایستگاه سوم (آمادگی جسمانی): مواد آزمون‌هایی که در ایستگاه آمادگی جسمانی انجام می‌شوند، در جدول شماره سه نشان داده شده است. در حالت کلی، آزمون‌گیرندگانی که برای این ایستگاه نیاز هستند، سرپرست ایستگاه، ناظر، رکوردگیر کل و رکوردگیر جزء می‌باشند. معمولاً سرپرست از اساتید دانشکده علوم ورزشی انتخاب می‌شود. ناظر و رکوردگیران از دانشجویان دکتری، کارشناسی ارشد یا کارشناسی رشته علوم ورزشی هستند که قبل از برگزاری آزمون دقت آن‌ها در رکوردگیری آزموده می‌شود. کسانی برای رکوردگیری انتخاب می‌شوند که از دقت زیادی در رکوردگیری برخوردار باشند.

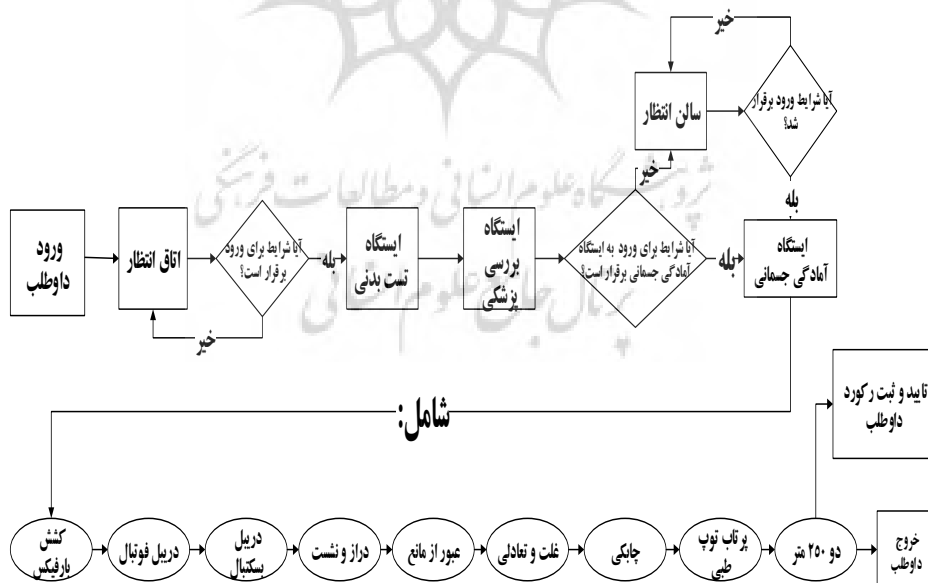
جدول ۳- بررسی وضعیت آمادگی جسمانی داوطلب

ایستگاه سوم (آمادگی جسمانی)		
ردیف	مواد آزمون	کیفیت اجرا
۱	کشش بارفیکس	تعداد صحیح
۲	دریبل فوتبال	تعداد خطا
۳	دریبل بسکتبال	تعداد خطا

ادامه جدول ۳- بررسی وضعیت آمادگی جسمانی داوطلب

ایستگاه سوم (آمادگی جسمانی)		
ردیف	مواد آزمون	کیفیت اجرا
۴	درازونشست	تعداد صحیح
۵	عبور از مانع	تعداد خطا
۶	غلت	صحیح یا غلط
۷	تعادلی	تعداد خطا
۸	دوی ۹ × ۴ متر	تعداد خطا
۹	پرتاب توپ طبی	طول پرتاب
۱۰	دوی ۲۵۰ متر (۱۵۰) متر	تعداد خطا

شایان ذکر است که در ایستگاه آمادگی جسمانی، در برخی از مراحل، زمان انجام عملیات ثابت است و تعداد آن عمل در یک بازه زمانی خاص ملاک سنجش داوطلب است. این نوع رکوردگیری در مراحل کشش بارفیکس و درازونشست انجام می‌شود. در بقیه مراحل، مدت زمانی که داوطلب آن فعالیت را انجام می‌دهد، ملاک سنجش قرار می‌گیرد. شکل شماره یک وضعیت فعلی فرایند آزمون را نشان می‌دهد.



شکل ۱- فرایند آزمون عملی تربیت‌بدنی

برای هر زیرایستگاه در ایستگاه آمادگی جسمانی، N تیم داوری و یک سرپرست در نظر گرفته می‌شود. هر تیم داوری شامل یک داور کرنومتر، یک داور ثبت و یک داور ناظر است. داور کرنومتر زمان کل فرایند را ثبت می‌کند. داور ثبت مراحل را ثبت می‌کند که تعداد آن‌ها ملاک سنجش است. ناظر نیز با دو کرنومتر هر دو مرحله را کنترل می‌کند. پس از اینکه داوطلب همه مراحل را انجام داد، تیم داوری رکوردها را اعلام می‌کند و پس از اینکه سرپرست رکوردها را تأیید کرد، آن‌ها را به‌عنوان رکوردهای نهایی داوطلب ثبت می‌کند و برای اعلام، به مراجع مرتبط ارسال می‌شوند.

روش محاسبه وزن از طریق همبستگی بین معیارها (CRITIC^۱): دیاکولاکس، ماوروتاس و پاپایاناکیس^۲ (۱۹۹۵) روش کرایتیس را ارائه داده‌اند. هدف این پژوهشگران ارائه روشی برای محاسبه وزن واقعی معیارها براساس اهمیت نسبی آن‌ها در مسئله تصمیم‌گیری چندشاخصه بوده است. در روش کرایتیس، وزن معیارها از طریق معیارهای آماری و با استفاده از اطلاعات ماتریس تصمیم حاصل به‌دست می‌آید. وزن (ضریب اهمیت) این معیارها با استفاده از معادل ریاضی دو مفهوم اساسی تعیین می‌شود: شدت تقابل عملکرد گزینه‌ها در هر معیار و تعارض معیارهای ارزیابی با یکدیگر. یک معیار که در آن همه گزینه‌ها عملکرد یکسانی دارند، هیچ نوع اطلاعاتی اضافی ارائه نمی‌کند و برای فرایند تصمیم‌گیری مفید نخواهد بود (اسماعیلیان و محمدی، ۲۰۱۶، ۵۴-۵۱). در این روش، وزن‌ها با وارد کردن شدت تقابل و تعارض موجود در ساختار مسئله تصمیم به‌دست می‌آیند؛ بنابراین، در این روش، ماتریس تصمیم ارزیابی و تحلیل می‌شود و همه اطلاعات برای وزن‌دهی به معیارها استخراج می‌شود. ماتریس تصمیم زیر را در نظر بگیرید:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

1. Criteria Importance Through Intercriteria Correlation
2. Diakoulaki, Mavrotas & Papayannakis

گزینه‌های تصمیم‌گیری هستند که تصمیم‌گیرنده می‌خواهد بهترین آن‌ها را انتخاب یا رتبه‌بندی کند. C_1, C_2, \dots, C_n معیارهای تصمیم‌گیری هستند که عملکرد هر گزینه نسبت به آن‌ها سنجیده می‌شود. x_{ij} عملکرد گزینه A_i در معیار C_j است. بردار X_j ستون زام ماتریس تصمیم است و عملکرد تمامی گزینه‌ها را در ارتباط با معیار زام نشان می‌دهد. هر بردار X_j دارای انحراف استاندارد σ_j است که شدت تقابل گزینه‌ها را در معیار مربوطه کمی می‌کند. ابتدا با استفاده از نرم خطی، تمامی معیارها بی‌مقیاس و هم‌جهت (همگی مثبت) می‌شوند و سپس، انحراف معیار محاسبه می‌شود. در ادامه، درباره مراحل بعدی روش کرایتیس توضیح داده می‌شود.

- برای محاسبه تعارض بین معیارها از معیار ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده می‌شود. جمع زیر نشان‌دهنده اندازه‌ای از تعارض ایجادشده توسط معیار Z با سایر معیارها است.

$$\sum_{k=1}^n (1 - r_{jk}) \quad (1)$$

هرچه اندازه تعارض بین معیار Z و k بیشتر باشد، r_{jk} کوچک‌تر است و آن دو معیار در فرایند تصمیم تأثیر بیشتری خواهند داشت.

- اطلاعات استخراج‌شده از معیار زام با ترکیب مقدار کمی این دو ویژگی به دست می‌آید:

$$D_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk}) \quad (2)$$

- در نهایت، وزن نهایی معیارها براساس معادله زیر به دست می‌آید:

$$w_j = \frac{D_j}{\sum_{k=1}^n D_k} \quad (3)$$

روش پرامیتی: روش پرامیتی برمبنای پژوهش‌های برانس و مارشال^۱ نخستین بار در سال ۱۹۸۲ توسعه داده شد. پرامیتی یک، قادر به رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها نیست و آن را به تصمیم‌گیرنده واگذار می‌کند. پرامیتی دو، با محاسبه جریان خالص برتری (ارجحیت)^۲ به رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها منجر می‌شود (بهزادیان، کاظم زاده، البدوی و اقدسی، ۲۰۱۰، ۲۰۰).

فرض کنید که A مجموعه‌ای از گزینه‌ها است که باید از بین آن‌ها بهترین گزینه انتخاب شود. با فرض وجود n معیار مؤثر در تصمیم‌گیری برای هر گزینه، مراحل زیر برای روش پرامیتی انجام می‌شوند:

۱- بزرگی انحراف بین ارزیابی گزینه‌ها براساس هر معیار باید لحاظ شود:

1. Brans & Mareschal
2. Outranking

$$d_j(A_1, A_2) = x_{1j} - x_{2j} \quad (۴)$$

۲- سپس، تصمیم‌گیرنده برای هر معیار تابع ارجحیت زیر را برحسب اختلاف بین دو گزینه مفروض در ذهن دارد:

$$\forall A_1, A_r \in A \quad P_j(A_1, A_r) = F(d_j(A_1, A_r)) \quad (۵)$$

که در آن:

$$d_j(A_1, A_r) = x_{1j} - x_{rj} \quad (۶)$$

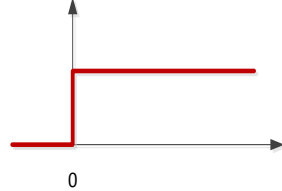
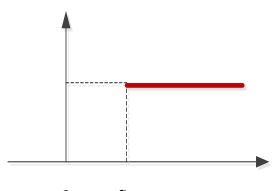
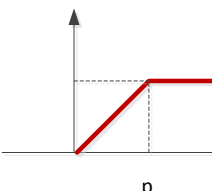
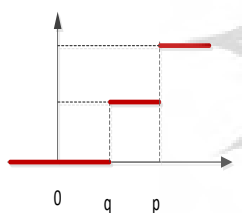
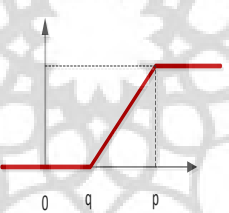
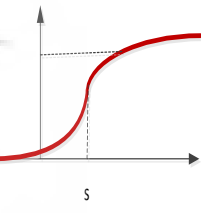
و نیز برای هر معیار:

$$0 \leq P_j(A_1, A_r) \leq 1 \quad (۷)$$

برای معیارهایی کاهنده (هزینه) لازم است که تابع ارجحیت معکوس شود یا با استفاده از رابطه زیر اصلاح شود:

$$P_j(A_1, A_r) = F(-d_j(A_1, A_r)) \quad (۸)$$

به‌طور کلی، شش نوع تابع ارجحیت پیشنهاد شده‌اند که در جدول شماره یک نشان داده شده‌اند.

<p>Type I Usual criterion</p>  $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	<p>Type II U-Shape criterion</p>  $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$	<p>Type III V-Shape criterion</p>  $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ \frac{d}{p} & 0 \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$
<p>Type IV Level criterion</p>  $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{1}{2} & q \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	<p>Type V V-shape with indifference criterion</p>  $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & q \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	<p>Type VI Gaussian criterion</p>  $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq s \\ \frac{d^2}{1 - e^{-2s^2}} & d > s \end{cases}$

شکل ۲- انواع توابع ارجحیت

در توابع یادشده، پارامترهای p ، q و s به ترتیب عبارت‌اند از: آستانه ارجحیت مطلق، آستانه بی‌تفاوتی و مقدار میانی بین p و q . q بزرگ‌ترین اختلافی است که تصمیم‌گیرنده می‌تواند در مقایسه دو گزینه نادیده بگیرد؛ درحالی‌که p کوچک‌ترین مقدار اختلافی است که برای برتری مطلق گزینه‌ای بر دیگری کافی است؛

۳- در ادامه، باید شاخص‌های ارجحیت ادغامی تعریف شوند. تعریف این شاخص‌ها بدین صورت است:

$$\forall A_i, A_r \in A \quad \begin{cases} \pi(A_i, A_r) = \sum_{j=1}^n P_j(A_i, A_r) \cdot w_j \\ \pi(A_r, A_i) = \sum_{j=1}^n P_j(A_r, A_i) \cdot w_j \end{cases} \quad (9)$$

شاخص $\pi(A_i, A_r)$ می‌گوید که با چه درجه‌ای گزینه A_i با توجه به تمام معیارها بر گزینه A_r برتری دارد و شاخص $\pi(A_r, A_i)$ بیان می‌کند که گزینه A_r با توجه به تمام معیارها چقدر بر گزینه A_i برتری دارد؛

۴- جریان‌های ارجحیت مثبت^۱ و منفی^۲ برای هر گزینه مفروض A ، مطابق روابط زیر تعریف می‌شوند:

$$\varphi^+(A_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(A_i, X) \quad (10) \quad \varphi^-(A_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(X, A_i) \quad (11)$$

جریان ارجحیت مثبت گزینه A نشان می‌دهد که گزینه A به‌طور متوسط چقدر دیگر گزینه‌ها را مغلوب کرده است. همچنین، جریان ارجحیت منفی گزینه A نشان می‌دهد که به‌طور متوسط این گزینه چقدر مغلوب دیگر گزینه‌ها شده است؛

۵- در پرامیتی دو، برای به‌دست‌آوردن رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها از جریان خالص ارجحیت استفاده می‌شود. جریان‌های خالص ارجحیت^۳ مطابق رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\varphi(A_i) = \varphi^+(A_i) - \varphi^-(A_i) \quad (12)$$

مطالعه موردی و طراحی سناریوها: در طراحی سناریوها، برای ورود داوطلبان در این آزمون دو حالت در نظر گرفته شده است: در حالت اول، داوطلبان به‌صورت یکجا وارد می‌شوند و در حالت دوم، با توجه به اینکه تعداد کل داوطلبان ۱۲۰ نفر است، در چهار گروه ۳۰ نفری، طی فاصله‌های زمانی ۳۰ دقیقه برای شرکت در آزمون وارد می‌شوند. در واقع، در حالت دوم، برای شروع کار هر ۳۰ نفر داوطلب به آن‌ها یک زمان تخصیص داده می‌شود که فاصله زمانی ۳۰ دقیقه است. با این وضعیت، هر داوطلب از زمانی که باید برای انجام آزمون در محل باشد، مطلع است. طراحان و مسئولان آزمون با توجه به تجربه کار در این زمینه، این نوع گروه‌بندی و زمان‌بندی را طراحی کرده‌اند. با توجه به آزمون‌های گذشته، بررسی وضعیت بدنی هر داوطلب بین بازه یک تا دو دقیقه انجام می‌شود و همچنین، بررسی وضعیت پزشکی هر داوطلب بین بازه یک تا سه دقیقه انجام می‌شود.

-
1. Positive Flows
 2. Negative Flows
 3. Net Flows Outranking

زمان انجام هر یک از مراحل در ایستگاه آمادگی جسمانی، به صورت جدول شماره چهار است. در این پژوهش، مدت زمانی که برای هر یک از این مراحل در نظر گرفته می‌شود، براساس رکوردهای ثبت شده در آزمون‌های چهار سال گذشته تعیین شده است. این زمان به صورت بازه‌ای بین کمترین، بیشترین و محتمل‌ترین رکورد ثبت شده در نظر گرفته می‌شود

جدول ۴- زمان انجام فعالیت‌ها در ایستگاه سوم

مراحل ایستگاه آمادگی جسمانی			
ردیف	مواد آزمون	زمان انجام فعالیت (ثانیه)	ملاک سنجش
۱	کشش بارفیکس	۲۰	تعداد در زمان تعیین شده
۲	دریبل فوتبال	۹ ۷ ۵	اجرای صحیح بدون خطا
۳	دریبل بسکتبال	۹ ۷ ۵	اجرای صحیح بدون خطا
۴	درازونشست	۳۰	تعداد در زمان تعیین شده
۵	عبور از مانع	۹ ۷ ۵	اجرای صحیح بدون خطا
۶	غلت و تعادلی	۱۰ ۸ ۶	اجرای صحیح بدون خطا
۷	چابکی	۱۳ ۱۱ ۹	اجرای صحیح بدون خطا
۸	پرتاب توپ طبی	۹ ۷ ۵	اجرای صحیح بدون خطا
۹	دوی ۲۵۰ متر (۱۵۰) متر	۶۵ ۶۰ ۵۰	اجرای صحیح بدون خطا
	زمان کل	۱۷۴ ۱۵۷ ۱۳۵	

داوطلب برای رفتن از یک مرحله به مرحله بعد مدت زمانی را سپری می‌کند. این مدت زمان به صورت میانگین زمان‌های آزمون‌های گذشته (سه ثانیه) در نظر گرفته می‌شود. شکل شماره یک فرایند آزمون را نشان می‌دهد.

برای طراحی سناریوها، نحوه چیدمان دو ایستگاه آزمون بدنی و بررسی وضعیت پزشکی به صورت سری یا موازی است. در حالت موازی، داوطلب ابتدا وارد ایستگاهی می‌شود که صف کمتری دارد. در حالت دوم، دو ایستگاه به صورت سری قرار دارند و داوطلب ابتدا وارد ایستگاه آزمون بدنی و سپس، وارد ایستگاه بررسی وضعیت پزشکی می‌شود. در حالت سری، داوطلب در صورتی وارد ایستگاه آزمون بدنی می‌شود که تعداد داوطلبان حاضر در صف دو ایستگاه آزمون بدنی و بررسی وضعیت پزشکی، بیشتر از ۱۰ نفر نباشند و همچنین، تعداد داوطلبان منتظر برای ورود به ایستگاه آمادگی جسمانی بیشتر از پنج نفر نباشند. پس از اینکه وضعیت پزشکی و آزمون بدنی داوطلب بررسی شدند، چنانچه تعداد صف در ایستگاه آمادگی جسمانی بیشتر از چهار نفر شد، داوطلب در سالن انتظار منتظر می‌ماند؛ در غیر این صورت، وارد فرایند آمادگی جسمانی می‌شود. اگر تعداد زیرایستگاه‌ها در ایستگاه آمادگی

جسمانی بیشتر از یکی بود، آزمون شوندگانی که در صف ایستگاه سوم هستند، به محض خالی شدن یکی از خطوط این ایستگاه وارد خط می شوند و آزمون آمادگی جسمانی را انجام می دهند. اگر تعداد صف در ایستگاه سوم به پنج صف رسید، به آزمون شوندگان منتظر برای ایستگاه اول، اجازه ورود به این ایستگاه؛ یعنی بررسی وضعیت بدنی داده نمی شود و به اتاق انتظار بازگردانده می شوند. ظرفیت سالن برگزاری آزمون آمادگی جسمانی به گونه ای است که حداکثر دو ایستگاه آمادگی جسمانی می توان در سالن طراحی کرد. همچنین، به ازای هر ایستگاه، دو تیم داوری و یک سرپرست باید تخصیص داد. تیم سرپرست از یک ایستگاه به ایستگاه دیگر قابل انتقال نیست و مخصوص یک ایستگاه است. تعداد داوران ذخیره در شرایط اضطراری به طور میانگین سه داور است.

در هر یک از زیرایستگاه های آمادگی جسمانی، زمانی که داوطلب i ام مرحله n ام را پشت سر گذاشت، به داوطلب $i+1$ ام اجازه داده می شود تا آزمون آمادگی جسمانی خود را شروع کند. تعیین اینکه بعد از اتمام کدام فعالیت داوطلب i ام، داوطلب $i+1$ ام فعالیت خود را شروع کند، یکی از مسائلی است که در طراحی فرایند این آزمون در نظر گرفته شده است. در این آزمون، بعد از شبیه سازی مدل، شروع داوطلب بعدی زمانی مطلوب ترین حالت است که داوطلب اول در حال انجام دوی چهار در نه باشد.

با توجه به در نظر گرفتن شرایط ورود داوطلب و نحوه طراحی فرایند آزمون، سناریوهای مختلفی طراحی می شوند. همچنین، برای هزینه های منابع به کار گرفته شده، هزینه ثابت در نظر گرفته می شود و در سناریوهای مختلف این نوع هزینه ها اعمال می شوند. جدول شماره پنج، هزینه های منابع را در یک روز کاری نشان می دهند.

جدول ۵- هزینه های منابع فرایند

ردیف	منابع	هزینه منابع در یک روز کاری (هزار واحد پولی)
۱	دانشجو در ایستگاه اول	۱۸
۲	استاد در ایستگاه اول	۵۰
۳	پزشک در ایستگاه دوم	۱۰۰
۴	داور ثبت	۲۵
۵	داور کرنومتر	۲۵
۶	ناظر	۲۵
۷	سرپرست	۵۰

سناریوهای طراحی شده برای اجرای آزمون به صورت زیر هستند که تفاوت سناریوهای مختلف در نحوه ورود داوطلبان، چیدمان ایستگاه ها، تعداد ایستگاه در ایستگاه آمادگی جسمانی و تعداد تیم

داوری است؛ براین اساس، در سناریوی اول، همه داوطلبان به‌صورت یکجا وارد محل آزمون می‌شوند. چیدمان ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی به‌صورت سری است (داوطلب ابتدا در ایستگاه آزمون بدنی قرار می‌گیرد و پس از اتمام کارش در این ایستگاه، وارد ایستگاه وضعیت پزشکی می‌شود) و در ایستگاه آمادگی جسمانی، تنها یک ایستگاه قرار داده شده است و دو تیم داوری با یک سرپرست آزمون‌های آمادگی جسمانی را انجام می‌دهند. در سناریوی دوم، داوطلبان در چهار گروه ۳۰ نفری در فاصله زمانی ۳۰ دقیقه وارد محل آزمون می‌شوند. ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی به‌صورت سری چیده شده است و در ایستگاه آمادگی جسمانی، تنها یک ایستگاه قرار داده شده است و دو تیم داوری با یک سرپرست آزمون‌های آمادگی جسمانی را انجام می‌دهند. در سناریوی سوم، همانند سناریوی اول همه داوطلبان به‌صورت یکجا وارد محل آزمون می‌شوند؛ با این حال، ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی به‌صورت موازی چیده شده است؛ بدین‌صورت که داوطلب وارد هر کدام از ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی می‌شود که دارای صف کمتری باشند. در ایستگاه آمادگی جسمانی، تنها یک ایستگاه قرار داده شده است و دو تیم داوری با یک سرپرست آزمون‌های آمادگی جسمانی را انجام می‌دهند. در سناریوی چهارم، چهار گروه ۳۰ نفری در فاصله زمانی ۳۰ دقیقه وارد محل آزمون می‌شوند. ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی به‌صورت موازی چیده شده است و در ایستگاه آمادگی جسمانی، تنها یک ایستگاه قرار داده شده است و دو تیم داوری با یک سرپرست آزمون‌های آمادگی جسمانی را انجام می‌دهند. در سناریوی پنجم، همه داوطلبان به‌صورت یکجا وارد محل آزمون می‌شوند. ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی به‌صورت سری چیده شده است و در ایستگاه آمادگی جسمانی، دو ایستگاه با دو تیم داوری، هریک با سرپرست مستقل قرار داده شده‌اند. در سناریوی ششم، چهار گروه ۳۰ نفری در فاصله زمانی ۳۰ دقیقه وارد محل آزمون می‌شوند. ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی به‌صورت موازی چیده شده است و دو تیم داوری، هریک با سرپرست مستقل قرار داده شده‌اند. در سناریوی هفتم، همه داوطلبان به‌صورت یکجا وارد محل آزمون می‌شوند. ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی به‌صورت موازی چیده شده است و در ایستگاه آمادگی جسمانی، دو ایستگاه با دو تیم داوری، هریک با سرپرست مستقل قرار داده شده‌اند. در نهایت، در سناریوی هشتم، داوطلبان در چهار گروه ۳۰ نفری در فاصله زمانی ۳۰ دقیقه وارد محل آزمون می‌شوند. ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی به‌صورت موازی چیده شده است و در ایستگاه آمادگی جسمانی، دو ایستگاه با دو تیم داوری، هریک با سرپرست مستقل قرار داده شده‌اند. جدول شماره شش انواع سناریوهای ممکن ارائه‌شده را نشان می‌دهد.

جدول ۶- سناریوهای آزمون تربیت بدنی

سناریو	نحوه ورود داوطلبان	نحوه چیدمان دو ایستگاه آزمون بدنی و وضعیت پزشکی	نحوه چیدمان ایستگاه آمادگی جسمانی
۱	ورود یکجا	چیدمان سری	یک ایستگاه (۲ تیم داوری و یک سرپرست)
۲	ورود چهار گروه ۳۰ نفری	چیدمان سری	یک ایستگاه (۲ تیم داوری و یک سرپرست)
۳	ورود یکجا	چیدمان موازی	یک ایستگاه (۲ تیم داوری و یک سرپرست)
۴	ورود چهار گروه ۳۰ نفری	چیدمان موازی	یک ایستگاه (۲ تیم داوری و یک سرپرست)
۵	ورود یکجا	چیدمان سری	دو ایستگاه (۴ تیم داوری و ۲ سرپرست)
۶	ورود چهار گروه ۳۰ نفری	چیدمان سری	دو ایستگاه (۴ تیم داوری و ۲ سرپرست)
۷	ورود یکجا	چیدمان موازی	دو ایستگاه (۴ تیم داوری و ۲ سرپرست)
۸	ورود چهار گروه ۳۰ نفری	چیدمان موازی	دو ایستگاه (۴ تیم داوری و ۲ سرپرست)

بهترین سناریو باید به صورتی انتخاب شود که مدت زمان انتظار داوطلبان، زمان کل انجام فرایند و هزینه پرداختی برای منابع مصرفی حداقل و بهره برداری از منابع موجود در هر ایستگاه، حداکثر شود. پس از طراحی سناریوها، برای انتخاب بهترین سناریو براساس خروجی‌های به دست آمده از نرم افزار آرنا، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شد. در این مرحله، ابتدا وزن معیارها (میانگین زمان انتظار هر داوطلب، زمان کل اجرای آزمون، هزینه کل منابع و میانگین بهره‌برداری از منابع) با استفاده از روش کرایتیس به دست آمد. پس از آن، با روش پرامیتی دو، سناریوی برتر انتخاب شد.

نتایج

برای به دست آوردن نتایج مناسب از اجرای سناریوها در نرم افزار آرنا، ابتدا برای هر یک از سناریوها ۳۰ بار اجرا انجام شد. سپس، با استفاده از فرمول تعداد حجم نمونه $n = \left(\frac{z^*s}{d}\right)^2$ که در آن d بازه اطمینان و s انحراف معیار نمونه است، تعداد اجرای لازم برای هر سناریو تعیین شد. در همه سناریوها،

تعداد اجرای لازم کمتر از ۳۰ اجرا بود؛ بنابراین، به اجرای مجدد مدل برای سناریوها نیاز نبود. در ادامه، میانگین نتایج حاصل از اجرای سناریوها به‌دست آمد. این نتایج در جدول شماره هفت نشان داده شده است.

جدول ۷- نتایج حاصل از اجرای سناریوها در آرنا

سناریو / میانگین بهره‌برداری منابع (درصد)	میانگین زمان انتظار هر داوطلب (ساعت)	زمان کل اجرای آزمون (ساعت)	هزینه کل منابع (صدهزار واحد پولی)
S_1	۱/۳۶	۳/۵۰	۴۰۴
S_2	۰/۸۳	۳/۰۸	۴۰۴
S_3	۱/۵۶	۴/۰۲	۴۰۴
S_4	۱/۱۸	۴/۲	۴۰۴
S_5	۰/۹۳	۲/۵۲	۴۵۴
S_6	۰/۴۳	۲/۵۰	۴۵۴
S_7	۰/۸۶	۲/۵۰	۴۵۴
S_8	۰/۴۸	۲/۵۳	۴۵۴

شایان ذکر است که با استفاده از روش کرایتیس وزن معیارها به‌دست آمده است. این وزن‌ها به‌همراه اطلاعات لازم برای رتبه‌بندی براساس روش پرامیتی، در جدول شماره هشت نشان داده شده‌اند.

جدول ۸- اطلاعات لازم برای استفاده در روش پرامیتی

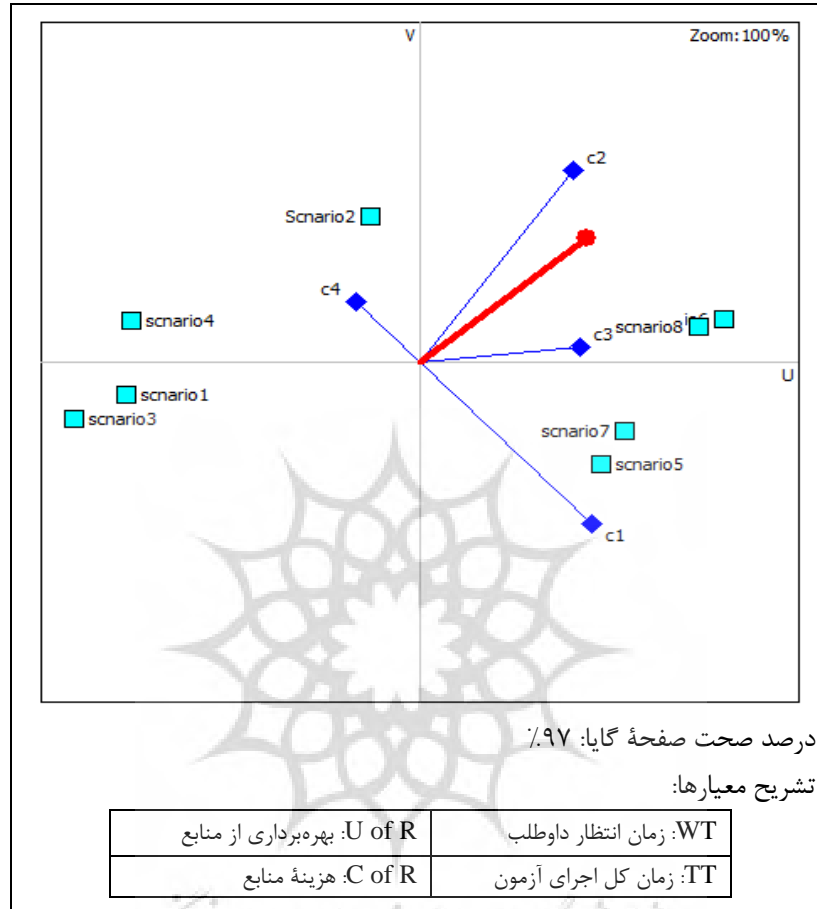
شرح	میانگین بهره‌برداری منابع	میانگین زمان انتظار هر داوطلب	زمان کل اجرای آزمون	هزینه کل منابع
معیار مثبت/ منفی	معیار مثبت	معیار منفی	معیار منفی	معیار منفی
وزن معیار	۰/۱۲۸	۰/۳۳	۰/۲۱۹	۰/۳۲
آستانه بی‌تفاوتی (q)	۱	۰/۲۵	۰/۵	۲۰
آستانه ارجحیت (P)	۱۰	۰/۵	۱	۱۰۰
نوع تابع ارجحیت	خطی	خطی	خطی	خطی

نتایج حاصل از حل به روش پرامیتی از نرم‌افزار ویژوال پرامیتی^۱ به‌دست آمده است. رتبه‌بندی نهایی سناریوها براساس پرامیتی دو، در جدول شماره ۹ نشان داده شده است.

جدول ۹- رتبه نهایی سناریوها

رتبه	جریان منفی	جریان مثبت	جریان خالص	سناریو
۱	۰/۰۶۸۸	۰/۴۲۷۲	۰/۳۵۸۵	$\phi(S_6)$ S_6
۲	۰/۰۷۲۶	۰/۳۹۱۹	۰/۳۱۹۳	$\phi(S_8)$ S_8
۳	۰/۱۲۸۱	۰/۲۸۰۳	۰/۱۵۲۲	$\phi(S_7)$ S_7
۴	۰/۱۳۷۶	۰/۲۴۲۹	۰/۱۰۵۳	$\phi(S_2)$ S_2
۵	۰/۱۵۳۹	۰/۲۵۲۷	۰/۰۹۸۸	$\phi(S_5)$ S_5
۶	۰/۳۷۳۸	۰/۰۹۳۴	-۰/۲۸۰۵	$\phi(S_4)$ S_4
۷	۰/۴۱۸۹	۰/۰۸۴۴	-۰/۳۳۴۵	$\phi(S_1)$ S_1
۸	۰/۴۸۸۸	۰/۰۶۹۶	-۰/۴۱۹۲	$\phi(S_3)$ S_3

همان‌گونه که در جدول شماره ۹ مشاهده می‌شود، سناریوی شماره ۱ شش بهترین سناریو است. بعد از آن، سناریوی شماره ۸ در رتبه دوم قرار دارد. در سناریوی شماره ۱ شش، چیدمان به‌صورت ورود گروهی ۳۰ نفری در فاصله زمانی ۳۰ دقیقه، چیدمان سری برای دو ایستگاه بررسی وضعیت جسمانی و پزشکی، وجود دو ایستگاه در بخش آمادگی جسمانی و وجود دو ایستگاه آمادگی جسمانی است. بدترین سناریو براساس این رتبه‌بندی، سناریوی شماره ۳ است. طراحی این سناریو به‌صورت ورود یکجا، چیدمان موازی برای دو ایستگاه بررسی وضعیت جسمانی و پزشکی و وجود یک ایستگاه در بخش آمادگی جسمانی است.

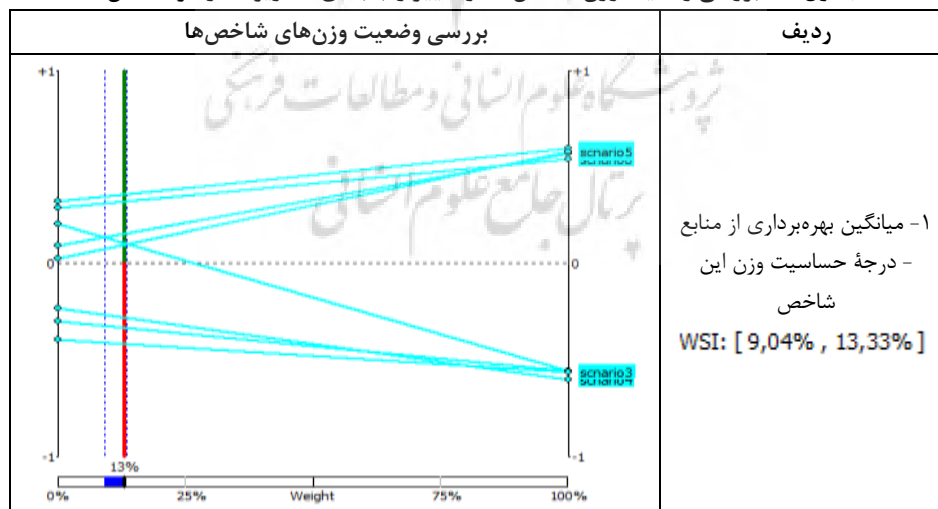


شکل ۳- صفحه گایای مربوط به سناریوها

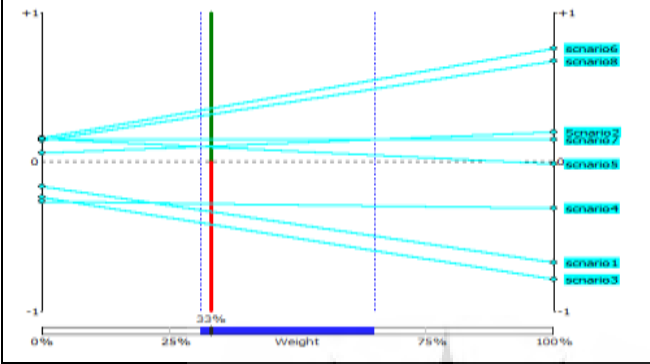
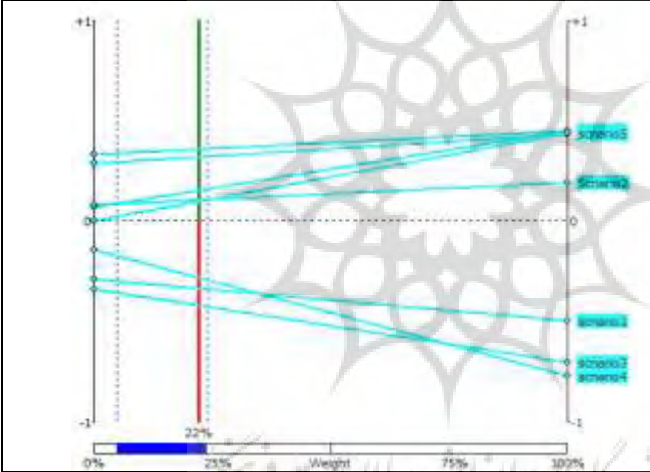
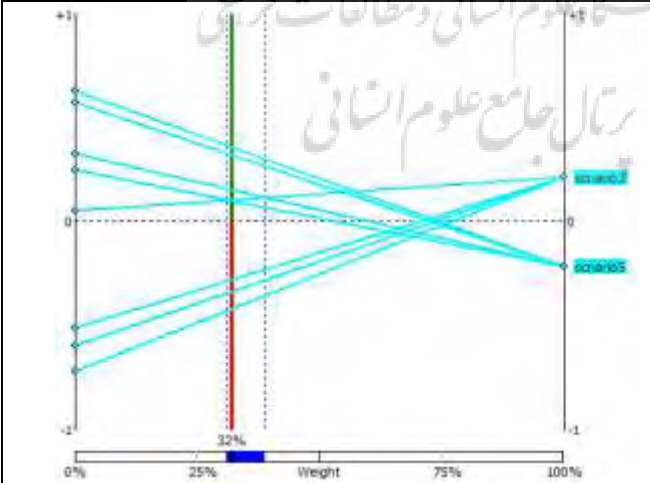
صفحه گایا یکی از روش‌های تحلیل گرافیکی نتایج در روش پرامیتی است. این ابزار نقاط مربوط به معیارها و سناریوها را به صورت دویبعدی ترسیم می‌کند. در این صفحه، معیاری که طول بردار بیشتری داشته باشد، توان تمایز بیشتری بین سناریوها دارد. همان‌گونه که از شکل شماره سه مشخص است، معیار زمان انتظار و میانگین بهره‌برداری از منابع بیشترین توان تمایز را در بین گزینه‌ها داشته است. از مزایای صفحه گایا در تحلیل نتایج به دست آمده از روش پرامیتی، تعیین ارجحیت معیارها نسبت به یکدیگر است. در این پژوهش، با توجه به شکل شماره سه، معیارهای زمان کل انجام آزمون و زمان انتظار داوطلب نسبت به هم ارجحیت یکسانی دارند. میانگین بهره‌برداری و هزینه منابع هر کدام به طور جداگانه نسبت به زمان کل آزمون و زمان انتظار ارجحیتی ندارند؛ اما این دو معیار از نظر ارجحیت

نسبت به هم درجهت مخالف هستند. درباره رابطه سناریوها و معیارها از شکل شماره سه نتیجه می‌شود که سناریوهای شماره هشت و شماره شش بیشتر از نظر معیار زمان کل انجام آزمون و زمان انتظار گزینه‌های مناسبی هستند. سناریوهای شماره پنج و شماره هفت از نظر میانگین بهره‌برداری از منابع گزینه‌های مناسبی هستند و سناریوهای شماره‌های یک، دو، سه و چهار از نظر هزینه گزینه‌های مناسبی هستند. یکی دیگر از مزایای صفحه گایا در تفسیر نتایج پرامیتی، قرار گرفتن گزینه‌های مشابه در نزدیکی یکدیگر است. در این پژوهش، براساس صفحه گایا، گزینه‌های هشت و شش مشابه یکدیگر هستند. به ترتیب برای سایر گزینه‌ها، گزینه‌های یک و سه، گزینه‌های دو و چهار و گزینه‌های پنج و هفت شباهت بیشتری به یکدیگر دارند. شایان ذکر است که درصد صحت نمودار گایا برای این پژوهش، ۹۷ درصد به دست آمده است. در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، با تغییر وزن شاخص‌ها امکان جابه‌جایی رتبه‌های گزینه‌ها وجود دارد. با استفاده از نرم‌افزار ویژوال پرامیتی، محدوده وزن هر یک از شاخص‌ها بدون تغییر در رتبه‌بندی گزینه‌ها تعیین می‌شود. محدوده وزن‌ها برای هر شاخص، در جدول شماره ۱۰ نشان داده شده است؛ برای مثال، درباره شاخص زمان انتظار داوطلب (مهم‌ترین شاخص با توجه به وزن‌های به دست آمده) وزن به دست آمده با استفاده از روش کراتیس برابر با $0/33$ است. نتایج نشان می‌دهد که اگر وزن این شاخص بین $0/3099$ و $0/6502$ باشد، رتبه‌بندی سناریوها تغییر نمی‌کند؛ اما اگر وزن این شاخص کمتر از $0/3099$ و بیشتر از $0/6502$ باشد، رتبه‌بندی سناریوها تغییر می‌کند.

جدول ۱۰- بررسی وضعیت وزن شاخص‌ها در تغییر رتبه‌بندی سناریوها در هر شاخص



ادامه جدول ۱۰- بررسی وضعیت وزن شاخص‌ها در تغییر رتبه‌بندی سناریوها در هر شاخص

بررسی وضعیت وزن شاخص‌ها	ردیف
 <p>A tornado chart showing the sensitivity of scenario 2. The x-axis represents the weight from 0% to 100%, with a red vertical line at 33%. The y-axis represents the score from -1 to +1. Five scenarios are plotted, with scenario 2 being the most sensitive.</p>	<p>۲- زمان انتظار هر داوطلب - درجه حساسیت وزن این شاخص WSI: [30,99% , 65,02%]</p>
 <p>A tornado chart showing the sensitivity of scenario 3. The x-axis represents the weight from 0% to 100%, with a red vertical line at 22%. The y-axis represents the score from -1 to +1. Five scenarios are plotted, with scenario 3 being the most sensitive.</p>	<p>۳- زمان کل اجرای آزمون - درجه حساسیت وزن این شاخص WSI: [4,78% , 23,95%]</p>
 <p>A tornado chart showing the sensitivity of scenario 4. The x-axis represents the weight from 0% to 100%, with a red vertical line at 32%. The y-axis represents the score from -1 to +1. Five scenarios are plotted, with scenario 4 being the most sensitive.</p>	<p>۴- هزینه کل منابع - درجه حساسیت وزن این شاخص WSI: [31,05% , 38,80%]</p>

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش، ارائه روشی مناسب برای بهینه‌سازی فرایند آزمون عملی تربیت‌بدنی در دانشگاه اصفهان بود. برای انجام این پژوهش، ابتدا وضعیت اولیه و نحوه اجرای آزمون در سال‌های گذشته بررسی شد. سپس، با بررسی شرایط موجود برای این آزمون، سناریوهای مناسب طراحی شدند. پس از به‌دست‌آوردن داده‌های لازم، سناریوها در نرم‌افزار آرنا اجرا شدند.

با توجه به اینکه تعداد سناریوها محدود بودند، برای بهینه‌سازی شبیه‌سازی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شد (ژن، وانگ و چانگ^۱، ۲۰۱۴، ۹۳). شاخص‌های مناسب برای ارزیابی سناریوها شامل میانگین بهره‌برداری از منابع، زمان انتظار هر داوطلب، زمان کل اجرای آزمون و هزینه کل منابع هستند. براساس این شاخص‌ها و خروجی‌های به‌دست‌آمده از نرم‌افزار آرنا، ابتدا وزن معیارها با استفاده از روش کرایتیس تعیین شد. سپس، با روش پرامیتی دو، بهترین سناریو تعیین شد. یکی از مزیت‌های روش پرامیتی، بررسی سناریوها در هر شاخص به‌صورت جداگانه است. همان‌گونه که در نتایج پیدا است، سناریوی شماره شش در همه شاخص‌ها رتبه اول را دارد. در سناریوی شماره شش چیدمان به‌صورت ورود گروهی ۳۰ نفری در فاصله زمانی ۳۰ دقیقه، چیدمان سری برای دو ایستگاه بررسی وضعیت بدنی و پزشکی و وجود دو ایستگاه در بخش آمادگی جسمانی با چهار تیم داوری و دو سرپرست است. با توجه به این سناریو، میانگین بهره‌برداری از منابع ۷۳/۹ درصد محاسبه شده است که رقم نسبتاً بالایی است و مطلوب به‌نظر می‌رسد. از طرفی، هر داوطلب به ۰/۴۳ ساعت از لحظه ورود به محل آزمون تا انتهای آزمون، به وقت برای آزمون‌دادن نیاز دارد که زمان نسبتاً مناسبی برای شروع و اتمام کار است. بدین‌طریق از هدررفتن بیش‌ازحد وقت داوطلبان جلوگیری خواهد شد و رضایت بیشتری را به‌همراه خواهد داشت. در این سناریو، زمان کل آزمون برای تعداد ۱۲۰ داوطلب، ۲/۵۰ ساعت محاسبه شده است که چنانچه چنین روشی به‌کار گرفته شود، هم هزینه منابع و هم وقت برگزارکنندگان تاحدزیادی کاهش می‌یابند. چنین طراحی‌ای می‌تواند کارایی و اثربخشی این آزمون را بیشتر کند و نتایج بهتری را در ورود داوطلبان به رشته علوم ورزشی در برداشته باشد. با افزایش و کاهش تعداد داوطلبان، زمان ۲/۵۰ افزایش و کاهش خواهد داشت؛ با این حال، برای بررسی دقیق تعداد ۱۲۰ داوطلب، این مقدار زمان نیاز است و در صورت اجرای آزمون در کمتر و بیشتر از این زمان، احتمالاً نتایج خوبی حاصل نخواهد شد و کارایی و اثربخشی آزمون کاهش خواهد یافت.

با مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از سناریوها نتیجه‌گیری می‌شود که سناریوهایی که ورود گروهی را برای داوطلبان طراحی کرده‌اند، شرایط مناسب‌تری دارند. به‌همین دلیل، پیشنهاد می‌شود تصمیم‌گیرندگان در اجرای آزمون با گروه‌بندی داوطلبان و تعیین زمان برای ورود گروه‌ها، شرایط مناسب‌تری را برای

1. Zhen, Wang, & Chang

داوطلبان فراهم کنند. اهمیت این موضوع زمانی چشمگیر است که داوطلبان از شهرهای مختلف مراجعه می‌کنند و علاوه بر مشکلات سفر، نامناسب بودن شرایط اجرایی آزمون به‌ویژه زمان انتظار، بر عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد. اهمیت زمان انتظار داوطلب با توجه به وزن‌های به‌دست‌آمده از روش کرایتیک نیز تأیید می‌شود.

همچنین، در صورت امکان، برای طراحی آزمون، در روز برگزاری زمان مراجعه داوطلبان در هر بازه زمانی مشخص شود. زمان‌بندی داوطلبان علاوه بر کاهش زمان انتظار آن‌ها، از شدت استرس محیط آزمون برای آن‌ها می‌کاهد. افزون‌براین، شلوغی در مکان برگزاری آزمون باعث کاهش کیفیت آزمون می‌شود؛ بنابراین، حضور داوطلبان در بازه زمانی خاص این مشکل را در حین انجام آزمون تا حد زیادی برطرف می‌کند. منظور از چیدمان سری در طراحی آزمون، حضور اولیه در آزمون وضعیت جسمانی و سپس، بررسی وضعیت پزشکی است. این شرایط باعث کاهش زمان انتظار داوطلب و زمان کل اجرای آزمون می‌شود.

در این پژوهش، برای شبیه‌سازی از نرم‌افزار آرنا استفاده شده است. در صورتی که اطلاعات جزئی‌تر برای برنامه‌ریزی این آزمون لازم باشد، به‌نظر می‌رسد که شبیه‌سازی با نرم‌افزار انی‌لوجیک^۱ برای این شرایط مناسب‌تر است؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود از این نرم‌افزار در پژوهش‌های آینده استفاده شود و نتایج حاصل با این پژوهش مقایسه شود. برای طراحی فرایند، با توجه به شرایط بررسی شده، هشت سناریو طراحی شده‌اند. ممکن است حالت‌های دیگری در سایر مکان‌ها برای طراحی فرایند وجود داشته باشند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده سناریوهای دیگری نیز برای ارزیابی در نظر گرفته شوند. برای رتبه‌بندی سناریوها، ابتدا شاخص‌های مناسب انتخاب شدند. سپس، با توجه به داده‌های کسب‌شده وزن‌های مناسب تعیین شدند و در نهایت، با استفاده از روش پرامیتی دو، سناریوها رتبه‌بندی شدند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده از سایر شاخص‌های مناسب، روش‌های دیگر وزن‌دهی و رتبه‌بندی استفاده شود.

یکی از دغدغه‌های برگزارکنندگان این آزمون‌ها، رفع مشکلات درزمینه محتوای آزمون بوده است (هادوی، ۲۰۰۰؛ ربیعی و ذوالاکتاف، ۲۰۰۱؛ بهرام و شفیع‌زاده، ۲۰۰۳؛ کاشف و بنیان، ۲۰۰۹)؛ اما مشکلات اجرایی این آزمون در پژوهش‌های گذشته نادیده گرفته شده‌اند. این پژوهش با طراحی سناریوهای مناسب و مدل‌سازی آن در نرم‌افزار آرنا، بخشی از مشکلات اجرایی این آزمون را برطرف می‌کند. در واقع، در این حوزه تاکنون روش‌هایی کمی برای طراحی فرایند آزمون ارائه نشده‌اند. شبیه‌سازی و مدل‌سازی دنیای واقعی و مشاهده نتایج قبل از اجرای آن، علاوه بر کاهش هزینه به برنامه‌ریزان در این حوزه کمک می‌کند تا تصمیم مناسبی بگیرند. این رویکرد برای سایر آزمون‌ها

در زمینه تربیت بدنی مناسب است. پیشنهاد می‌شود پژوهشگران این روش را برای سایر آزمون‌ها نیز به کار گیرند.

References

1. Bahram, A., Khalaji, H., & Shafizadeh, M. (2003). Relationship between physical and motor readiness with training and skill readiness in volunteers participating in physical education field entrance test. *Olympic*, 11(3, 4), 7-15. (Persian).
2. Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A., & Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodology and applications. *European Journal of Operations Research*, 200(1), 198-215. (Persian).
3. Diakoulaki, D., Mavrotas, G., Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers and Operations Research*, 22(7), 763-70.
4. Esmaelian, M., & Mohammadi, S. (2016). Multi-purpose decision making techniques (with software implementation). Isfahan: University of Isfahan. (Persian).
5. Farahani, A. (2012). Compilation of the national norm of male volunteer's motor readiness of physical education entrance tests of Payam Noor University. *Applied Research in Sport Management*, 3, 51-6. (Persian).
6. Ganjali, M., Rasoli Moghaddam, M., & Maghsudi, E. (2013). Simulation of supply chain using ARENA software. *Proceedings of Second National Conference on Industrial Engineering and Systems (1-10)*. Najaf Abad: Islamic Azad University, Najaf Abad Branch. (Persian).
7. Hadavi, F. (2000). Experimental design of volunteer's practical test of entrance to physical education at throughout universities of country. *Sport Sciences Research Center*. Available at: <http://ensani.ir>. (Persian).
8. Kashif, M., & Bonyan, A. (2009). Study and review the practical entrance test of physical education field. *Research in Sport Sciences*, 22, 13-25. (Persian).
9. Moradi, H., & Razavi, M. (2016). The simulation model for paraclinical service in Hafez hospital in Shiraz, Iran, and evaluation of scenarios to reduce waiting time. *Health Information Management Journal*, 13(1), 11-8. (Persian).
10. Rabiei, H., & Zolaktaf, V. (2001). Objectivity, validity and reliability of the practical test 1380 for physical education student selection. *Olympics Quarterly*, 11(1, 2), 13-23.
11. Villamizar, J. R., Coelli, F. C., Pereira, W., & Almeida, R. (2011). Discrete-event computer simulation methods in the optimization of a physiotherapy clinic. *Physiotherapy*, 97(1), 71-7.
12. Zare Mehrjardi, Y., Hoboubati, M., & Safaee Nik, F. (2011). Improvement of waiting time for patients referring to emergency room using discrete event simulation. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*, 19(3), 302-12. (Persian).
13. Zhen, L., Wang, K., & Chang, D. (2014). A simulation optimization framework for ambulance deployment and relocation problems. *Computers & Industrial Engineering*, 13(2), 89-103.

استناد به مقاله

آصفی، احمدعلی، اسماعیلیان، مجید، خلیلی، اعظم‌سادات، و علامه، سیدصادق. (۱۳۹۸). بهینه‌سازی فرایند آزمون عملی تربیت‌بدنی با استفاده از شبیه‌سازی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: دانشگاه اصفهان). مطالعات مدیریت ورزشی، ۱۱ (۵۵)، ۸۸-۱۶۳. شناسه دیجیتال: 1022089/SMRJ.2019.5718.2146

Asefi, A. A, Esmaelian, M., Khalili, A. S. & Alame, S. S. (2019). The Optimizing the Process of Practical Physical Education Test Using Simulation and Multi-Criteria Decision-Making Methods (Case Study: University of Isfahan). Sport Management Studies. 11 (55): 163-88. (Persian). DOI: 1022089/SMRJ.2019.5718.2146

The Optimizing the Practical Physical Education Test Process Using Simulation and Multi-Criteria Decision-Making Methods (Case Study: University of Isfahan)

A. A. Asefi¹, M. Esmaelian², A. S. Khalili³, S. S. Alame⁴

1. Assistant Professor of Sport Management, University of Isfahan, Isfahan, Iran*
2. Assistant Professor of Industrial Management, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3. Ph.D. Student in Industrial Management, University of Isfahan, Isfahan
4. M.A. Student of Industrial Management, University of Isfahan, Isfahan

Received: 2018/05/05

Accepted: 2018/12/31

Abstract

One of the most important events in the field of sport sciences is the practical physical education test. The significance of this test is due to the sensitivity of choosing the right people to enter this field and leaving expert and competent people in the end. Therefore, in this regard implementing an optimized test that has the maximum efficiency and effectiveness is very important and necessary. In this regard, the purpose of this research was to optimize the practical physical education test process using simulation and multi-criteria decision-making methods. The test was designed using the ARENA simulation model in order to select the appropriate method of test implementation, in addition, to determine the optimal number of necessary resources. For this purpose, eight different scenarios were first designed and then modeling in the ARENA software. In the design of scenarios, the process of entering volunteers, the process of setup the physical and medical status assessment station and the number of stations in the section of physical fitness was considered. Multi-criteria decision-making methods were used to select the best scenario, taking into account the appropriate criteria (volunteer waiting time, execution time process, average utilization of resources, and total cost of resources). In this method, first, determine the weight of the criteria with the CRITIC method and then the best scenario was selected using the PROMETHEE method. The results showed that scenario 6 is the best scenario and scenario 3 is the worst scenario. The optimization of the physical education test process will help the organizers to resolve some of the problems in this field and thus improve the results of the test, especially in the implementation section.

Keywords: Practical Physical Education Test, Scenario Design, Simulation, Multi-Criteria Decision-Making Methods

* Corresponding Author

Email: aa.asefi@spr.ui.ac.ir