NBA
Statistical Report

Sajjad Moghayad
Arash Tahamtan
Morteza Eshghi
Parsa AdlParvar
Amirreza Abbasi

Quera Bootcamp Project
Group 3

آمار توصیفی

آمار توصیفی یکی از بهترین ابزارها برای شناخت داده‌ها پیش از تحلیل است. با استفاده از نمودارها می‌توان به سادگی و به‌سرعت نسبت به توزیع داده‌ها، میزان چولگی آن‌ها و وجود داده‌های پرت و غیرطبیعی آگاه شد.

توزیع قد بازیکنانی که در لیست Trophy Jordan Michael حضور دارند را با ۵۰ بازیکن برتر فصل با توجه به آمار فصل‌ها از فصل ۲۰۲۰-تا ۲۰۱۹ پایان ۲۰۲۴-تهیه ۲۰۲۳ کنید.

اگرچه تمام ویژگی‌های قابل توجه بازیکنان در شرایط بدنی آن‌ها خلاصه نمی‌شود، اما قد یکی از عوامل تأثیرگذار در موفقیت بازیکنان بسکتبال است و در این تحلیل، با بررسی توزیع قد دو گروه از بازیکنان مطرح NBA، اثر قدی را در میان آن‌ها بررسی می‌کنیم.

دو گروه مورد تحلیل، بازیکنان برنده جایزه مایکل جردن (با ارزش‌ترین بازیکنان فصل عادی NBA) و ۵۰ بازیکن برتر NBA در بازه زمانی فصل‌های ۲۰-۲۰۱۹ تا ۲۴-۲۰۲۳ هستند. معیار انتخاب بازیکنان برتر، ترکیبی از اندازه‌گیری کلی بهره‌وری بازیکن (PER)، امتیازهایی که بازیکن کسب کرده است، پاس‌های منجر به امتیاز بازیکن، تعداد ریباندها و توپ‌ربایی‌های بازیکن است که طبق فرمول زیر هر یک ضریب متناسب با اهمیت خود را دریافت کرده‌اند و به یک نمره نهایی تبدیل شده‌اند.

$$Score = 0.40 \times PER + 0.30 \times Pts + 0.15 \times Ast + 0.10 \times Reb + 0.05 \times Stl$$

در این شاخص، بیش‌ترین وزن به PER که خود یک شاخص ساختگی و تجمیعی است داده شده و در رده‌های بعد کسب امتیاز و ارسال پاس منجر به گل بیش‌ترین سهم را در تعیین برتر بودن بازیکن داشته‌اند.

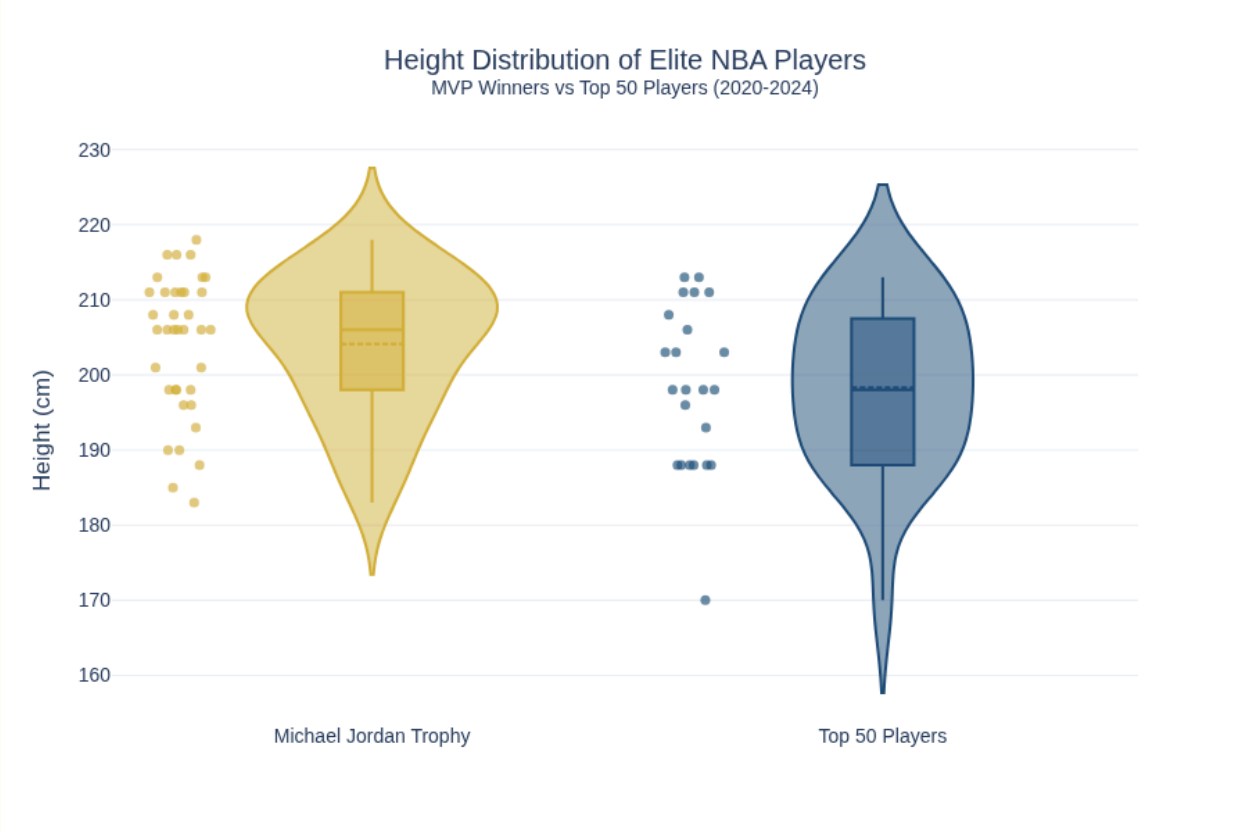
پس از استخراج داده‌ها، ۳۷ بازیکن در مجموع برنده جایزه مایکل جردن بوده‌اند که بازه قدی آن‌ها بین ۱۸۳ تا ۲۱۸ سانتی‌متر بوده است. در طرف مقابل، در میان ۵۰ بازیکن برتر، گستره بازه قدی از ۱۷۰ سانتی‌متر تا ۲۱۳ سانتی‌متر است. وجود قامت‌های کوتاه‌تر، بیان‌گر اثر مواردی که لزوماً به قد ربط ندارند در تعیین برتر بودن بازیکن، نظیر توپ‌ربایی و پاس منجر به امتیاز، است. خلاصه آمار مربوط به دو گروه در جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول ۱ - اطلاعات اندازه قد برندگان جایزه مایکل جردن و ۵۰ بازیکن برتر طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴

گروه بازیکنان	میانگین	میانه	انحراف معیار
برندگان جایزه مایکل جردن	۲۰۴	۲۰۶	۹/۲
۵۰ بازیکن برتر	۱۹۸	۱۹۸	۱۰/۸

در ادامه، با استفاده از نمودارهای ویولونی و هیستوگرام، می‌توان تحلیل‌ها و مقایسه‌های بهتری در خصوص اندازه قد دو گروه داشت.

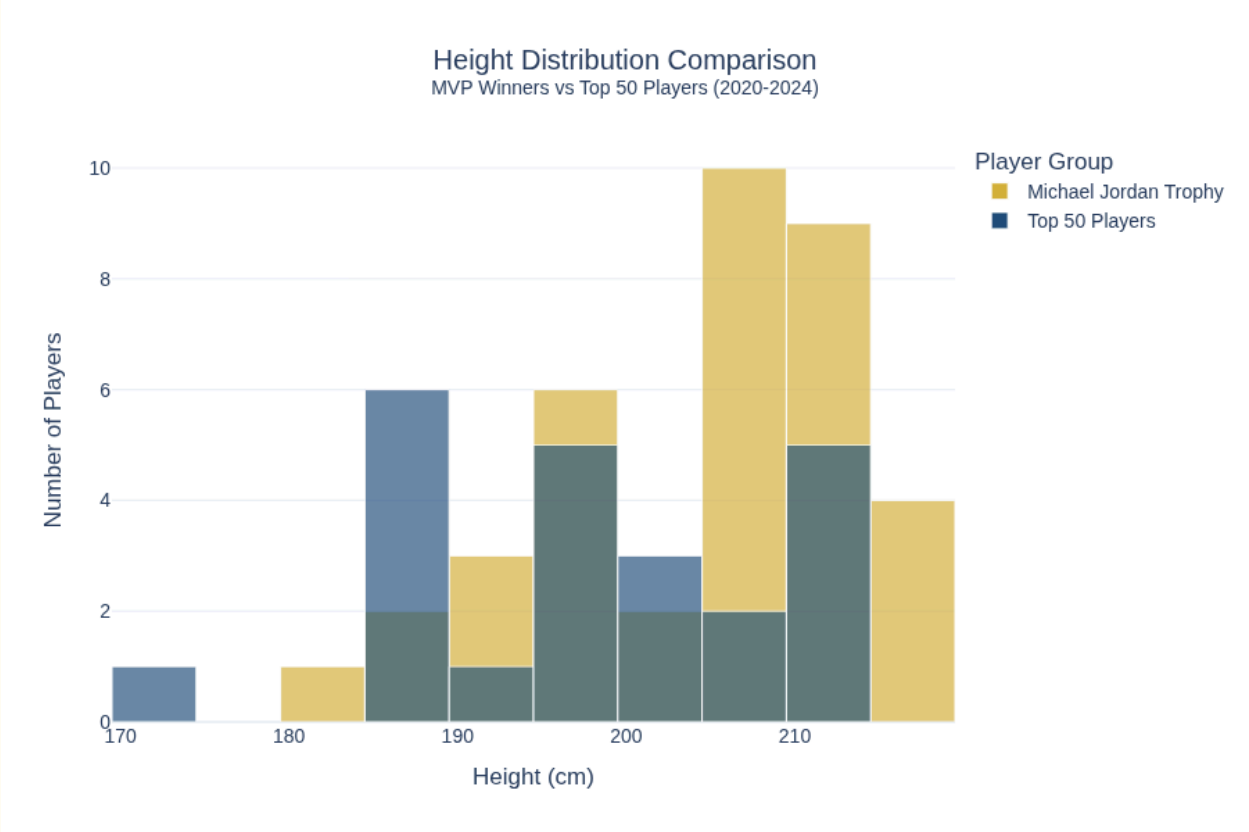
شکل ۱ - نمودار ویولونی توزیع قد بازیکنان برنده جایزه مایکل جردن و ۵۰ بازیکن برتر طی ۴ فصل اخیر



نمودار بالا، بیان‌گر تنوع بیش‌تری قدی در میان بازیکنان برتر است، به‌گونه‌ای که بازه بلندتری از احتمال حضور بازیکن را در بر می‌گیرند. هم‌چنین، شکل توزیع نمودار مربوط به بازیکن برتر، شکل نرمال‌تری نسبت به بازیکنان برنده جایزه مایکل جردن دارد، موضوعی که بار دیگر نشان می‌دهد لحاظ شدن شاخص‌های گوناگون در تعیین بازیکن برتر، آن را به شاخصی طبیعی‌تر نسبت به برندگان جایزه مایکل

جردن تبدیل کرده است و از این رو می‌توان این شائبه را در ذهن داشت که در تعیین بازیکن برتر فصل، سوگیری‌هایی خاص رو برخی معیارها وجود دارد.

شکل ۲ - هیستوگرام مقایسه قد بازیکنان حاضر در فهرست جایزه مایکل جردن و ۵۰ بازیکن برتر چهار فصل اخیر



هیستوگرام حاصل از نمودار قدی بازیکنان نیز مؤید بحث‌های پیشین است. در این شکل نیز چولگی نمودار برندگان جایزه مایکل جردن کاملاً واضح است.

توزیع میزان تجربه افراد فعال، در تیم قهرمان و قد در دو فصل آخر را با توزیع میزان تجربه و قد ۱۵ بازیکن برتر آن فصل مقایسه کنید.

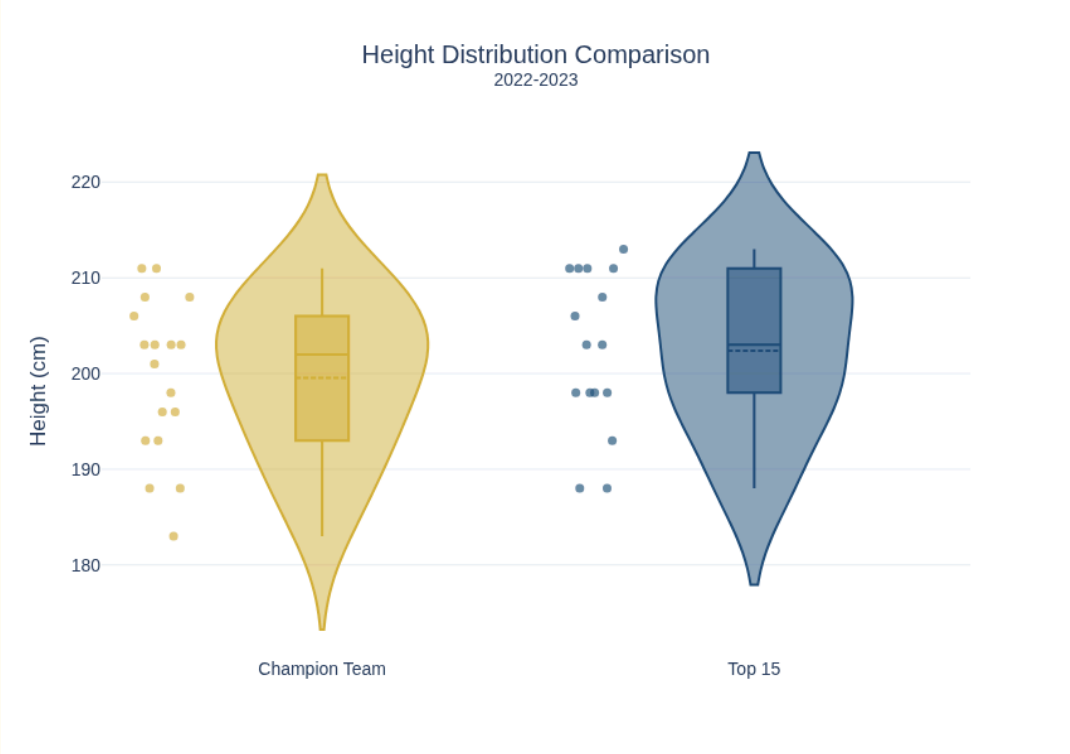
بررسی نمودارها و جداول نشان می‌دهد که اختلاف قابل توجهی از نظر میانگین قدی میان بازیکنان در هر دو فصل وجود ندارد.

جدول ۲ - اطلاعات اندازه قد بازیکنان قهرمان NBA و ۱۵ بازیکن برتر طی دو فصل اخیر

فصل	معیار	تیم قهرمان	۱۵ نفر برتر
۲۰۲۲-۲۳	میانگین	۱۹۹/۵۶	۲۰۲/۳۸
	میانه	۲۰۲	۲۰۴
۲۰۲۳-۲۴	میانگین	۲۰۰	۱۹۸
	میانه	۲۰۱	۲۰۳

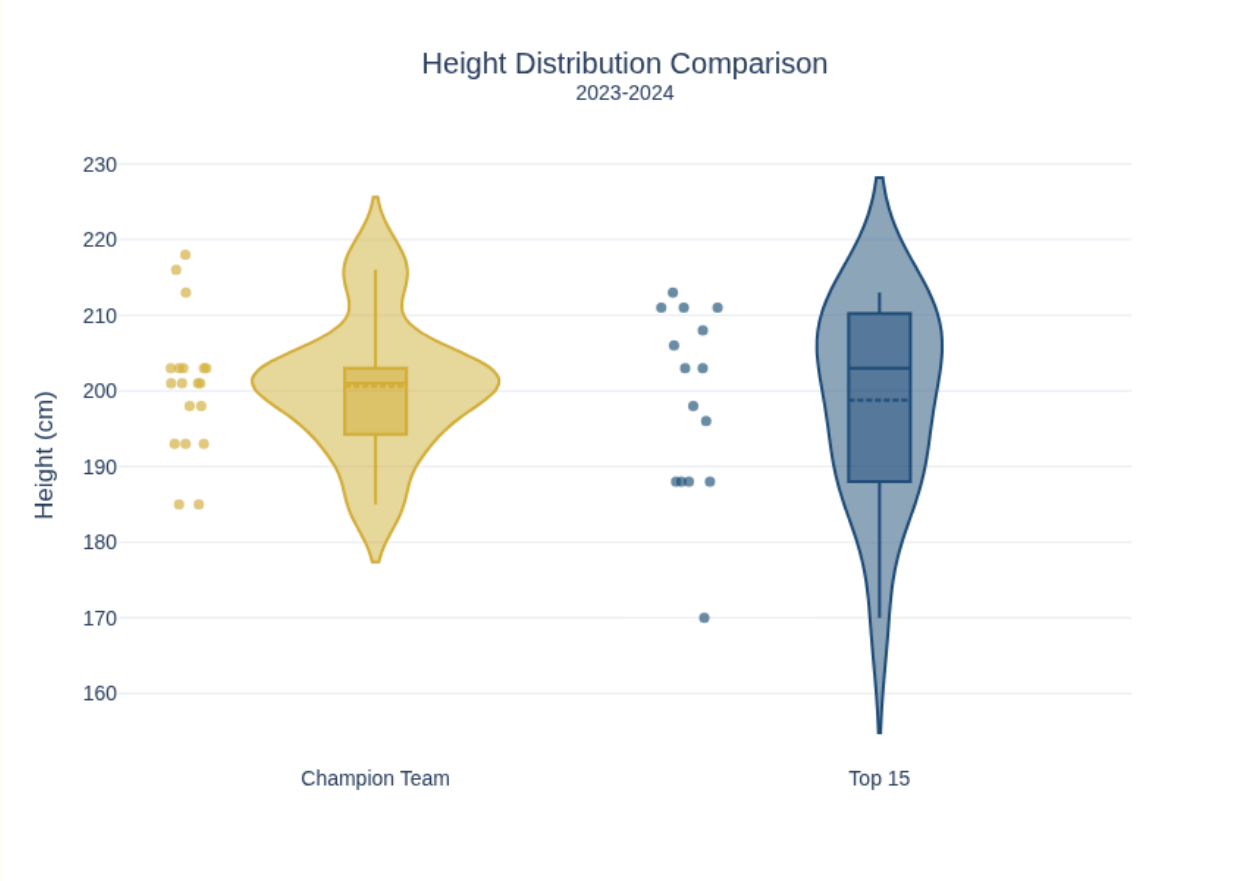
با بررسی نمودارها اما می‌توان متوجه شد که در فصل ۲۳-۲۰۲۲، توزیع قدی میان بازیکنان هر دو دسته یکنواخت و تا حدی نرمال بوده است و نمود آن در نمودار ویولونی به دست آمده مشهود است.

شکل ۳ - نمودار ویولونی توزیع قد بازیکنان تیم قهرمان و ۱۵ بازیکن برتر طی فصل ۲۳-۲۰۲۲



در فصل ۲۴-۲۰۲۳ اما موارد قابل توجهی وجود دارد. اول این که واریانس توزیع سنی در میان بازیکنان برتر به شکل چشم‌گیری از بازیکنان تیم قهرمان بیش‌تر است و این موضوع تنوع در میان بازیکنان برتر را نشان می‌دهد، تا جایی که قد یکی از بازیکنان ۱۷۰ اندازه‌گیری شده است. در مقابل، تیم قهرمان توزیع یکنواخت‌تری دارند. با این‌حال، نزدیکی بسیار زیاد میانگن و میانه هر دو دسته، بیانگر این است که اختلاف قابل توجهی در میان این دو گروه از بازیکنان وجود ندارد.

شکل ۴ - نمودار ویولونی توزیع قد بازیکنان تیم قهرمان و ۱۵ بازیکن برتر طی فصل ۲۴-۲۰۲۳



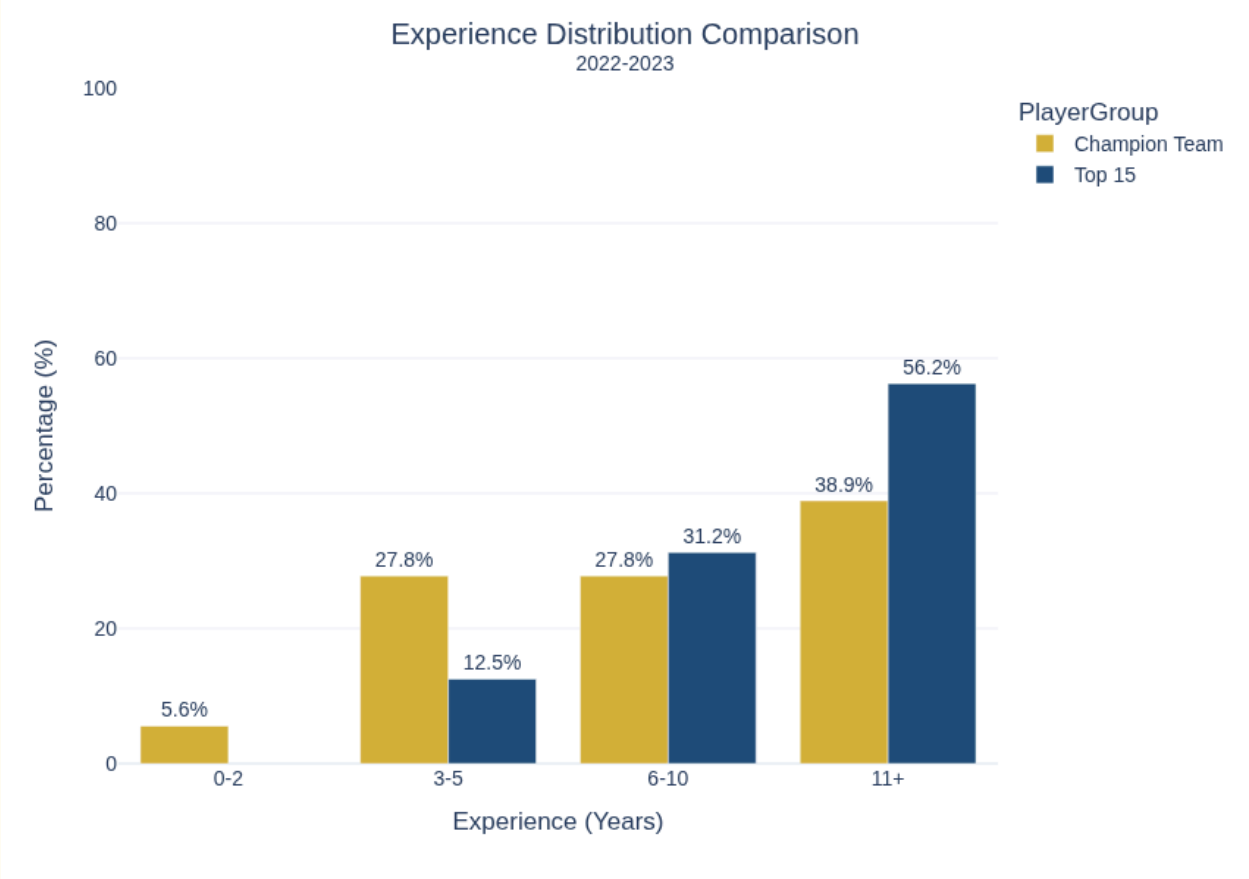
در بررسی دیگر، الگوی یکسان و جالبی در تجربه بازیکنان تیم قهرمان و ۱۵ نفر برتر وجود دارد.

جدول۳ - اطلاعات سال‌های تجربه بازیکنان قهرمان NBA و ۱۵ بازیکن برتر طی دو فصل اخیر

فصل	معیار	تیم قهرمان	۱۵ نفر برتر
۲۰۲۲-۲۳	میانگین	۹	۱۱
	میانه	۸/۵	۱۲
۲۰۲۳-۲۵	میانگین	۶	۱۰
	میانه	۹	۱۱

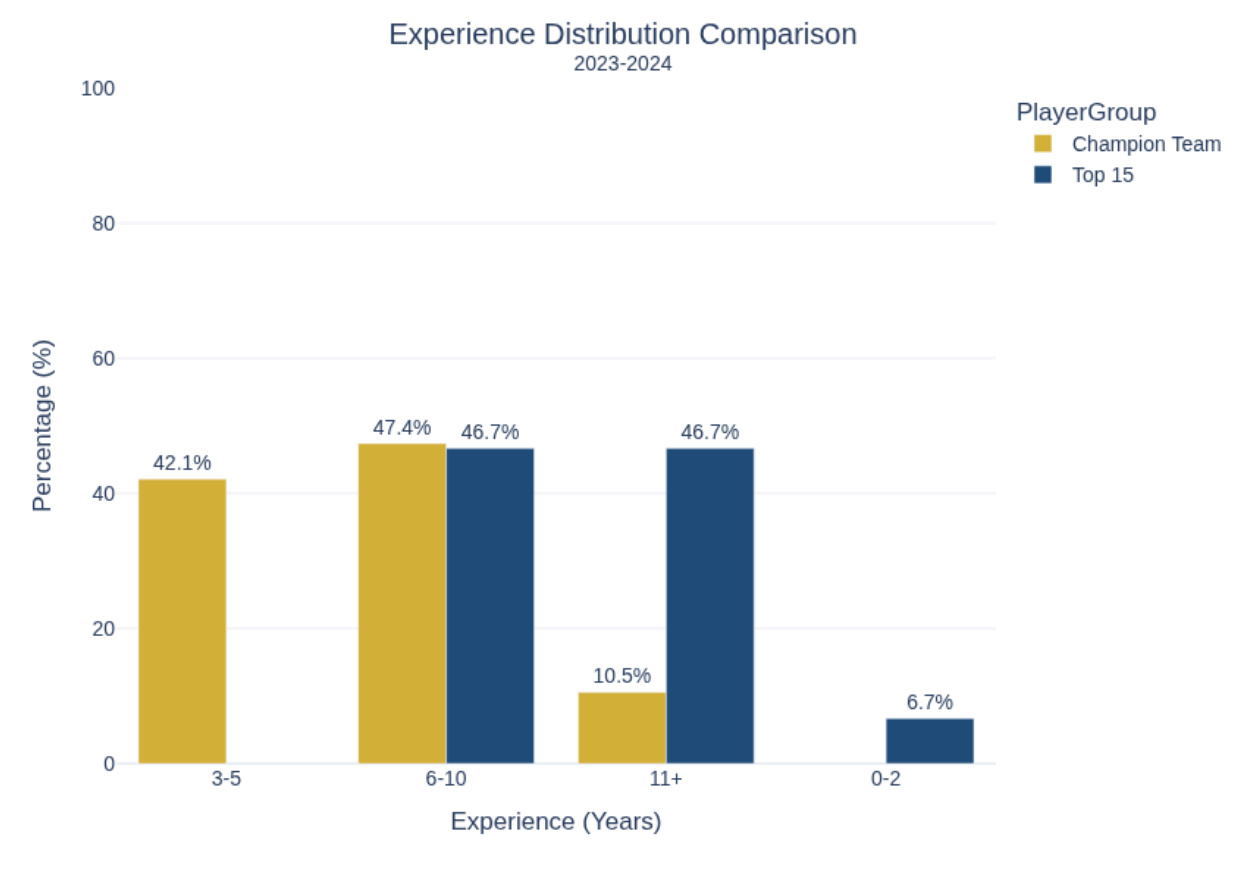
مورد نخست این است که در هر دو نمودار و جدول، می‌توان دید که هم بازیکنان برتر و هم بازیکنان قهرمان، هر عمداً از میان بازیکنان با سابقه لیگ به شمار می‌آیند، به گونه‌ای که بیش از ۶۰ درصد بازیکنان قهرمان و برتر، سابقه‌ای بالغ بر ۶ سال دارند.

شکل ۵ - درصد بازیکنان باتجربه تیم قهرمان و ۱۵ بازیکن برتر طی فصل ۲۳-۲۰۲۲



نکته جالب دیگر این است که نه‌تنها میانگین تجربه بازیکنان قهرمان در هر دو سال کم‌تر است، بلکه در نمودار بالا و پایین، می‌توان دید که همواره در تیم قهرمان، بازیکنانی بی‌تجربه یا با تجربه پایین حضور دارند، موضوعی که در مورد بازیکنان برتر دیده نمی‌شود. این مشاهده می‌تواند این نتیجه را به ما برساند که در یک ورزش گروهی، لزوماً تجربه ملاک موفقیت نیست و عوامل دیگری نظیر هماهنگی میان بازیکنان و انتخاب تاکتیک‌های مناسب تیم را به قهرمانی می‌رسانند، اما برای قرارگیری در جمع بهترین‌ها، حتماً باید تجربه‌ای کافی در لیگ داشت.

شکل ۶ - درصد بازیکنان باتجربه تیم قهرمان و ۱۵ بازیکن برتر طی فصل ۲۴-۲۰۲۳



در نهایت، همان‌گونه که گفته شد، تفاوتی میان آمارهای تجربه و قدی دو گروه از بازیکنان قهرمان و برتر در دو فصل اخیر دیده نشد. هم‌چنین مشخص شد که قد یا تجربه عامل تعیین‌کننده‌ای در قهرمان نیستند و موارد دیگری که احتمالاً باید آن‌ها را در شاخص‌های تیمی بررسی کرد می‌تواند به قهرمانی یک تیم منجر شود.

باشگاهی می‌خواهد در فصل بعدی شروع قوی داشته باشد و معتقد است اگر بر روی پستی سرمایه‌گذاری کند که معمولاً هوش بسکتبالی بالایی نیاز دارد و بازیکنی توانا برای این پست خریداری کند، می‌تواند شانس خود را برای موفقیت در فصل بعدی افزایش دهد. به همین دلیل می‌خواهد بازیکن در پست گارد رأس خریداری کند که توانایی بالایی داشته باشد. معیار توانایی برای این باشگاه، حضور بازیکن در لیست جایزه مایکل جردن است و بازیکنی که حضور بیش‌تری داشته باشد، اولویت بالاتری دارد. لیستی از بازیکنان مناسب برای خرید با توجه به آمار فصل‌ها از فصل ۲۰-۲۰۱۹ تا پایان ۲۴-۲۰۲۲ تهیه کنید و ۳ پیشنهاد به این باشگاه ارائه دهید.

یادآوری: شاخص انتخاب بازیکن برتر هم‌چنان امتیاز ترکیبی بازیکنان است که در پرسش اول معرفی شد:

$$Score = 0.40 \times PER + 0.30 \times Pts + 0.15 \times Ast + 0.10 \times Reb + 0.05 \times Stl$$

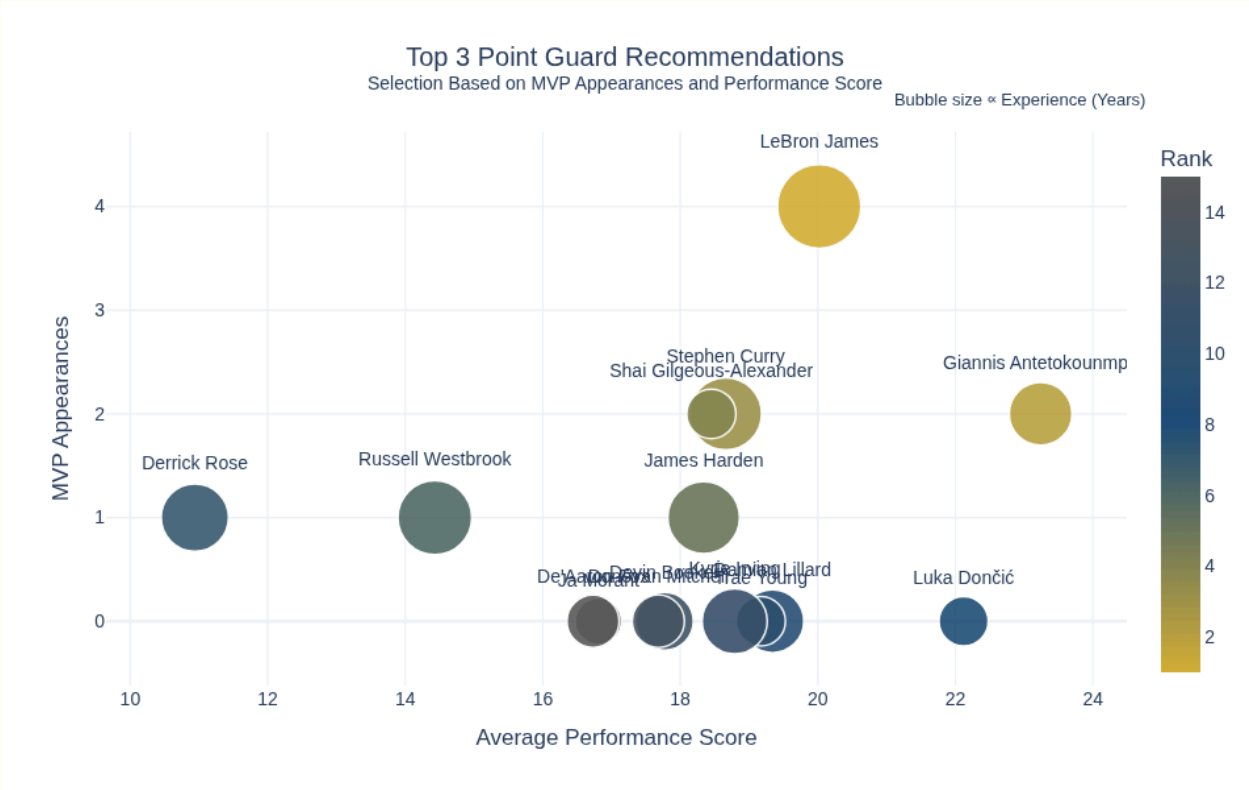
بر پایه استخراج داده‌ها، بازیکنان برتر برای انتخاب پست گارد رأس به شرح زیر است.

جدول ۴ - بهترین عملکرد بازیکنان پست گارد رأس بر پایه تعداد دفعات حضور در لیست جایزه مایکل جردن

نام بازیکن	امتیاز عملکردی	تجربه	قد	تعداد حضور در لیست جایزه مایکل جردن
لبران جیمز	۲۰/۰۲	۲۳	۲۰۶	۴
یانیس آنته‌کومپو	۲۳/۲۴	۱۳	۲۱۱	۲
استفن کری	۱۸/۶۶	۱۳	۲۱۱	۲

همان‌گونه که در پرسش اول مشاهده کردیم، اگرچه همبستگی میان حضور در لیست جایزه مایکل جردن و امتیاز عملکرد مثبت است، اما اختلاف‌هایی در این بین وجود دارد. در این بررسی نیز مشخص می‌شود بسیاری از بازیکنان با امتیاز عملکرد بالا، هرگز برنده جایزه نشده‌اند و بدین ترتیب به عنوان بازیکنان کاندید برای جذب پست گارد رأس انتخاب نخواهند شد. بنابراین، یک پیشنهاد و تحلیل خوب در کنار لیست سه‌نفره، می‌تواند گوشزد کردن معیارهای انتخاب دیگر به سرمربی برای جذب بازیکن باشد. در ادامه، نموداری از ۱۵ بازیکن برتر را مشاهده می‌کنید که بسیاری از آن‌ها هرگز برنده جایزه مایکل جردن نشده‌اند، اما عملکرد بسیار خوبی از خود برجای گذاشته‌اند.

شکل ۷ - نمودار برترین بازیکنان پست گارد رأس بر اساس تجربه، امتیاز عملکردی و تعداد دفعات حضور در فهرست جایزه مایکل جردن



نکته جالب اینجاست که یانیس آنته‌کومپو که یکی از پیشنهادهای ما در این جدول بوده است، در سال ۲۰۲۳ با رقم باورنکردنی ۱۸۰ میلیون دلار برای سه سال قرارداد خود با میلواکی‌باکس را تمدید کرده است که این موضوع نشان از کیفیت بالای این بازیکن دارد و همان‌طور که در جدول فوق پیداست، این بازیکن ارزشمندترین بازیکن فهرست پیشنهادی ما از نظر عملکرد است.

آزمون‌های فرض

ادعا می‌شود میانگین چابکی افرادی که در ۲۰ نفر اول هر فصل حضور دارند، نسبت به گذشته افزایش یافته است. تعریف چابکی را می‌توان نسبت قد به وزن افراد دانست. برای آزمایش این ادعا، از مقایسهٔ داده‌های فصول ۲۳-۲۰۲۲ تا ۲۴-۲۰۲۳ با داده‌های ۲۱-۲۰۲۰ تا ۲۲-۲۰۲۱ بهره می‌بریم.

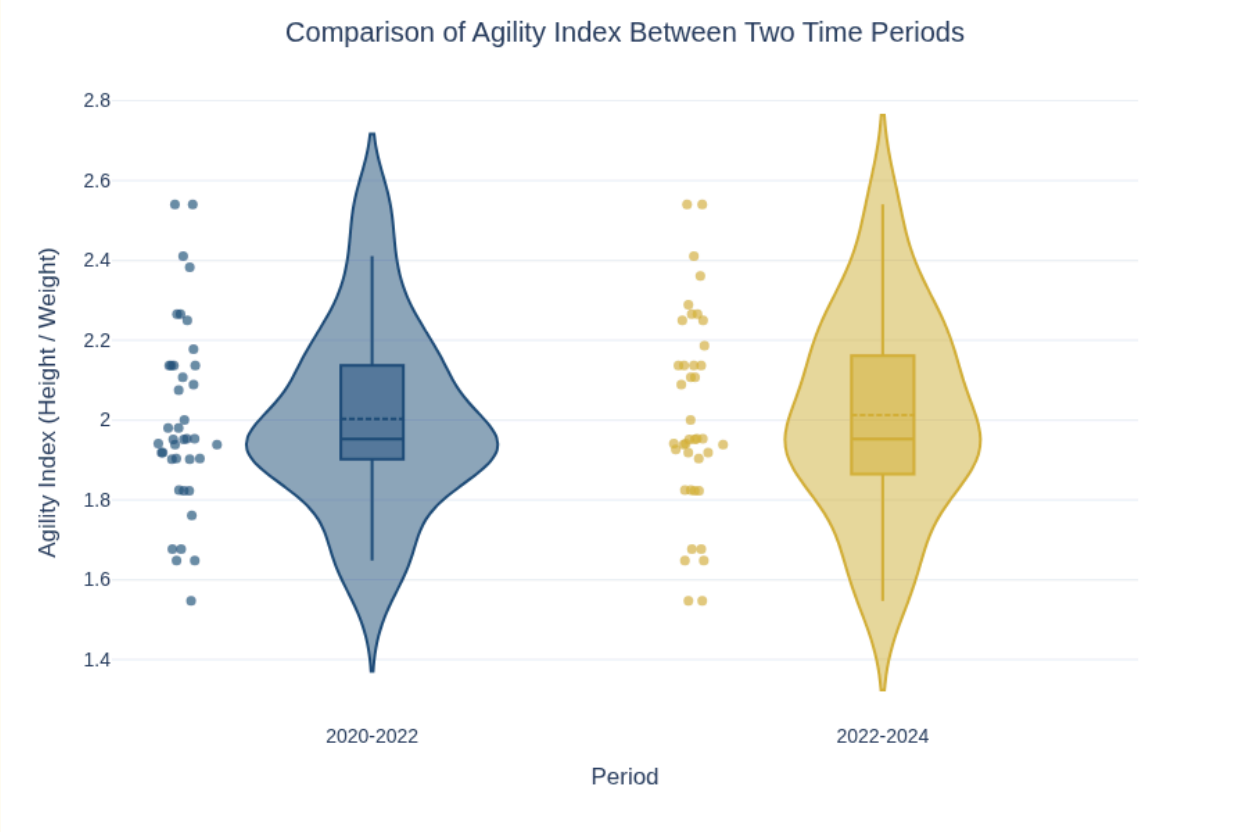
طبق فرض پرسش، معیاری تحت عنوان چابکی به صورت $\frac{\text{قد}}{\text{وزن}}$ = چابکی تعریف می‌کنیم. اگرچه هدف اصلی پرسش، آزمون یک ادعاست، اما از آن‌جا که آمار توصیفی به درک بهتر از داده‌ها کمک می‌کند، بررسی‌های اولیه رو داده‌ها انجام شد.

جدول ۵ - بررسی میزان چابکی بازیکنان طی ۴ فصل گذشته

فصل	میانگین	میانه	انحراف معیار
۲۱-۲۰۲۰	۱/۹۶	۱/۹۴	۰/۲۷۷
۲۲-۲۰۲۱	۲/۰۳	۱/۹۶	۰/۲۲
۲۳-۲۰۲۲	۲	۱/۹۵	۰/۲۴
۲۴-۲۰۲۳	۲/۰۲	۱/۹۵	۰/۲۵

بدون هیچ‌گونه سوگیری، جدول بالا و نمودار پایین، نشان‌دهنده نزدیکی تمام فصل‌ها به یکدیگر است. البته که در ادامه آمار تجمیعی به شکل دو فصلی مورد بررسی قرار می‌گیرد، اما همین داده‌ها در خصوص شباهت‌ها شهود دهنده‌اند.

شکل ۸ - نمودار ویولونی مقایسه چابکی بازیکنان برتر دو فصل اخیر با دو فصل پیش از آن



نمودار بالا، نمایانگر مقایسه خواسته شده در پرسش است و توزیع دو بازه درخواستی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود دو بازه از نظر چابکی بازیکنان برتر نه‌تنها شبیه به یکدیگر هستند، بلکه حتی پراکندگی آن‌ها نیز بسیار به یکدیگر شبیه است.

اما هیچ‌چیزی نمی‌تواند جایگزین آزمون‌های فرض آماری برای تصمیم‌گیری شود. از این رو، ابتدا برای انتخاب آزمون، نرمال بودن داده‌ها بررسی شدند. همان‌گونه که در تصویر فوق پیداست و آزمون شاپیرو-ویلک هم آن را تأیید می‌کند، فرض نرمال بودن داده‌ها رد نشد، بنابراین از آزمون‌های پارامتری برای بررسی فرض استفاده می‌کنیم. آزمونی که در این‌جا استفاده شده است، آزمون t-Welch است که برای داده‌های مستقل نرمال و البته بدون واریانس برابر استفاده می‌شود.

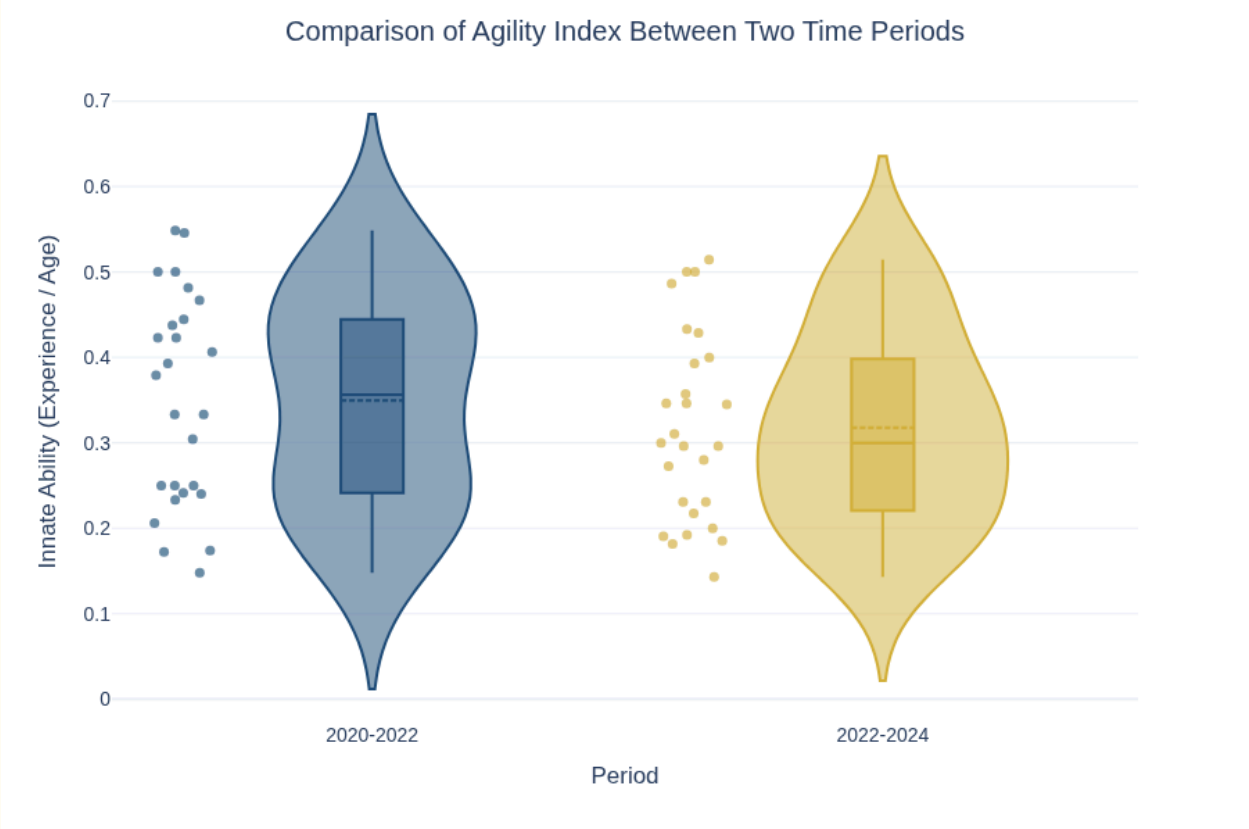
نتیجه، شهود ما را تأیید می‌کنید، به‌گونه که مقدار-P به دست آمده، برابر با ۰/۸۶۴ است. بدین ترتیب فرض صفر رد نمی‌شود و اختلافی میان چابکی بازه‌های انتخابی فرض نمی‌شود و اختلافات جزئی، اختلاف طبیعی میان بازیکنان در نظر گرفته می‌شود که همواره وجود دارد. در کنار این آزمون، اندازه اثر نیز محاسبه شد تا میزان تفاوت عملی بین دو دوره مشخص شود. این شاخص خلاف مقدار-P، شدت اختلاف را بررسی می‌کند و حاصل به دست آمده در سطح‌بندی موجود بررسی می‌شود. اگر مقدار به

دست آمده کم‌تر از ۰/۱ باشد، اثر کم، اگر تا ۰/۵ باشد اثر متوسط و اگر بیش از این مقدار باشد، اثر زیاد است. حال با توجه به اینکه اندازه اثر برای این مجموعه داده ۰/۰۳۲ به دست آمده است، با قاطعیت می‌توان گفت که هیچ اختلافی میان دو دسته وجود ندارد.

کارشناسی مدعی می‌شود امروز به دلیل پیشرفت و بهبود شرایط، استفاده و شکوفا شدن توانایی ذاتی افراد نسبت به گذشته بهبود یافته است. برای مثال، میزان میانگین ذاتی بازیکن‌های تیم قهرمان ۲ فصل اخیر از ۲ فصل قبلی آن بیش‌تر بوده است. او تعریف توانایی ذاتی افراد را نسبت میزان تجربه به سن فرد اعلام می‌کند.

این پرسش نیز بسیار شبیه پرسش قبلی است و فقط معیار مورد بررسی تغییر کرده است که توانایی ذاتی بازیکنان است.

شکل ۹ - نمودار ویولونی مقایسه توانایی ذاتی بازیکنان تیم‌های قهرمان دو فصل اخیر با دو فصل پیش از آن



در همین نمودار می‌توان نکات جالب توجهی را مشاهده کرد. برای مثال، اگرچه پراکندگی داده‌ها تقریباً شبیه به یکدیگر است، اما میانگین توانایی ذاتی در دو فصل اخیر روند کاهشی داشته است که این موضوع خلاف فرض مطرح شده است. این موضوع با توجه به توزیع تقریباً نرمال داده‌ها، در خصوص میانه‌ها هم برقرار است.

پس از انجام آزمون آماری t-Welch که با توجه به نرمال بودن داده‌ها انجام شد، مشخص شد فرض برابری میانگین توانایی ذاتی دسته‌ها با یکدیگر رد نمی‌شود. به عبارت دیگر حتی همان کاهشی که در نمودار مشاهده می‌شود نیز معنادار نیست و مقدار-P برابر ۰/۳۳۰ است. هم‌چنین مانند پرسش قبل،

اندازه اثر نیز بررسی شد که در این‌جا مقدار ۰/۱۳۱ به دست آمد که اگرچه هم‌چنان کوچک در نظر گرفته می‌شود، اما نسبت به پرسش قبل، عدد بزرگ‌تر و اختلافی معنادارتر را نشان می‌دهد، موضوعی که در نگاه اول به نمودارها هم می‌شد آن را مشاهده کرد.

به‌صورت کلی، نتایج این تحلیل نشان می‌دهد ادعای مطرح شده در خصوص توانایی ذاتی بازیکنان تیم‌های قهرمان در سال‌های گذشته چندان درست نیست. بنابراین بر اساس داده‌های موجود، نمی‌توان نتیجه گرفت که شرایط جدید موجب افزایش توانایی ذاتی بازیکنان تیم‌های قهرمان شده است.

تحلیل‌های بیش‌تر!

در ادامه، برخی از آزمون‌های فرض و پرسش‌های مهم با توجه به داده‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد. در این قسمت هم تحلیل‌های آمار توصیفی انجام می‌شود و هم آزمون‌های فرض مورد بررسی قرار می‌گیرند.

آیا میان درصد پیروزی‌های تیم‌های کنفرانس شرق و کنفرانس غرب تفاوت معناداری وجود دارد؟

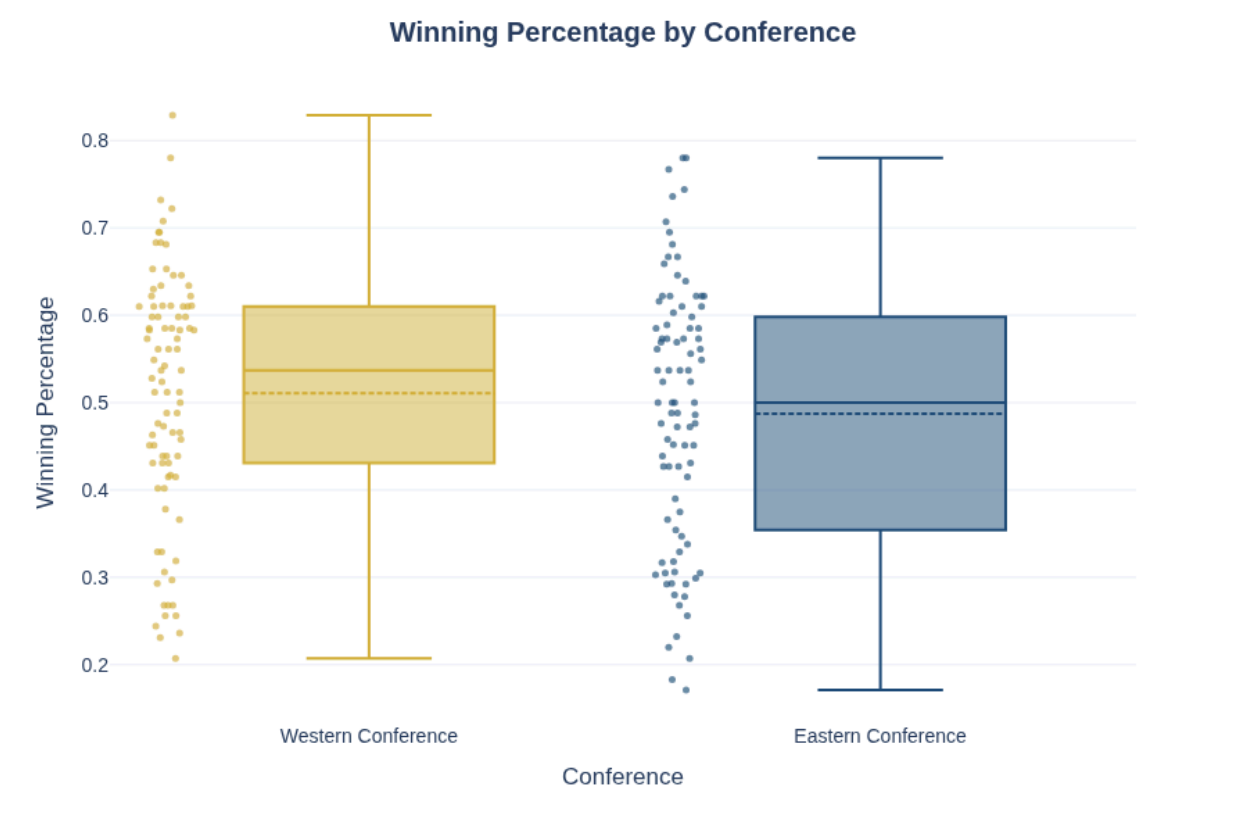
فرض صفر در این آزمون، یکسان بودن درصد پیروزی تیم‌های کنفرانس‌های غرب و شرق است. جدول به دست آمده از نتایج درصد پیروزی‌های هر کنفرانس، به شکل زیر است که بیان‌گر برتری اندک کنفرانس غرب نسبت به کنفرانس شرق است.

جدول ۶- میانگین درصد پیروزی تیم‌های کنفرانس‌های شرق و غرب

کنفرانس	میانگین	میانه	انحراف معیار
کنفرانس شرق	۰/۴۸۷	۰/۵	۰/۱۷۱
کنفرانس غرب	۰/۵۱۱	۰/۵۳۷	۰/۲۰۷

با استفاد از آزمون شاپیرو-ویلک، مشخص شد که توزیع درصد پیروزی‌های در کنفرانس شرق نرمال است، اما این موضوع در کنفرانس غرب صادق نیست. بنابراین آزمون من‌ویتنی مورد استفاده قرار گرفت که مقدار-P به دست آمده برابر **۰/۲۹۳** بود. عددی که از سطح معنی‌داری ۰/۰۵ بزرگ‌تر است و قدرت رد فرض صفر را ندارد.

شکل ۱۰ - نمودار جعبه‌ای و توزیع درصد پیروزی تیم‌ها در هر کنفرانس



در نهایت، می‌توان ادعا کرد که اگرچه تیم‌های کنفرانس غرب اندکی درصد پیروزی بیش‌تری نسبت به تیم‌های کنفرانس شرق دارند، اما از نظر معنی‌داری، اختلافی میان این دو کنفرانس وجود ندارد و هر دو تیم دارای تیم‌های قدرتمند و ضعیف با نسبت یکسان هستند.

بررسی معناداری تفاوت قد، PER و دریافت جایزه بهترین بازیکن به نسبت پست بازیکنان

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر نقش و عملکرد بازیکنان در بسکتبال، پست بازی بازیکنان است. هر پست وظایف تاکتیکی متفاوتی بر عهده دارد و به همین علت این موضوع می‌تواند در ویژگی‌های فیزیکی بازیکنان تفاوت ایجاد کند. با این‌حال در این قسمت قصد داریم بررسی کنیم آیا این تفاوت جایگاه به تفاوت‌های معناداری در PER که شاخصی برای کیفیت بازیکنان و تعداد جوایز کسب شده توسط بازیکنان هم ختم می‌شود یا خیر.

در قسمت اول، تفاوت قامت بازیکنان مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

جدول ۷ - توزیع قد بازیکنان بر پایه پست بازی

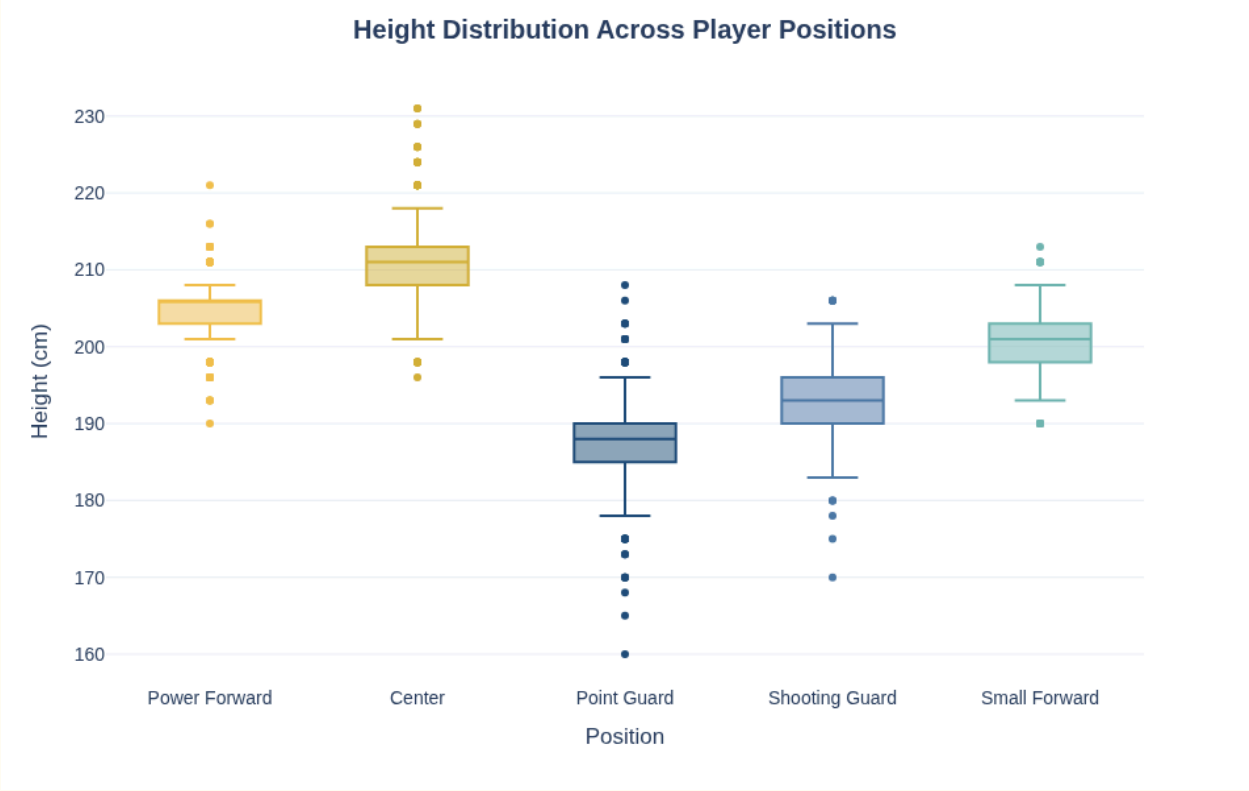
پست بازیکن	تعداد	میانگین	میانه	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
Centre	۸۴۵	۲۱۰/۳۸	۲۱۱	۴/۷۳	۱۹۶	۲۳۱
Power Forward	۸۹۲	۲۰۴/۶۷	۲۰۶	۳/۷۰	۱۹۶	۲۲۱
Small Forward	۹۸۵	۲۰۰/۳۶	۲۰۱	۳/۶۴	۱۹۰	۲۱۳
Shooting Guard	۱۱۱۶	۱۹۳/۸۷	۱۹۳	۴/۳۵	۱۷۰	۲۰۶
Point Guard	۸۵۰	۱۸۷	۱۸۸	۵/۱۵	۱۶۰	۲۰۸

نتایج نشان می‌دهد که کم‌ترین میانگین متعلق به گارد رأس است و پس از آن به ترتیب گارد شوت‌زن، اسمال فوروارد، پاور فوروارد و سنتر قرار دارند که این موضوع از نظر منطق بسکتبالی نیز قابل قبول است، چراکه هرچه بازیکن بیش‌تر نزدیک به سبد می‌شود، میانگین قد افزایش پیدا می‌کند.

با انجام آزمون بررسی نرمال بودن، مشخص شد که داده‌ها نرمال نیستند و واریانس گروه‌ها نیز یکسان نیست. به همین دلیل آزمون ANOVA که برای بررسی میانگین میان چند دسته گروه است انجام شد و نتایج آزمون، فرض صفر، مبنی بر برابری میانگین قد در تمامی پست‌ها را رد کرد. هم‌چنین شاخص اثر

اختلاف برابر ۰/۷۶۵ نشان داد که اختلاف‌های معناداری میان قد بازیکنان وجود دارد. اما اختلاف در کجاست؟ آزمون ANOVA صرفاً دروازه‌ای برای ورود به آزمون‌های زوجی است. پس از رد شدن فرض صفر آزمون زوجی توکی انجام شد که نتایج آن قابل توجه بود.

شکل ۱۱ - نمودار جعبه‌ای توزیع قدی بازیکنان بر پایه پست بازی



نتایج آزمون توکی نشان داد که میان هر زوج از پست‌ها (مثلاً سنتر و گارد رأس و سایر پست‌ها) اختلاف معنادار قدی وجود دارد. این نتیجه بسیار قابل توجهی است، چراکه نشان می‌دهد قد عامل تعیین‌کننده در پست بازی بازیکن است. در نمودار فوق، حتی مشاهده می‌شود که قد بلندترین بازیکنان پست گارد رأس و گارد شوت‌زن که به‌عنوان داده‌های پرت این پست شناخته شده‌اند حتی به میانگین سنتر و پاور فوروارد نرسیده‌اند.

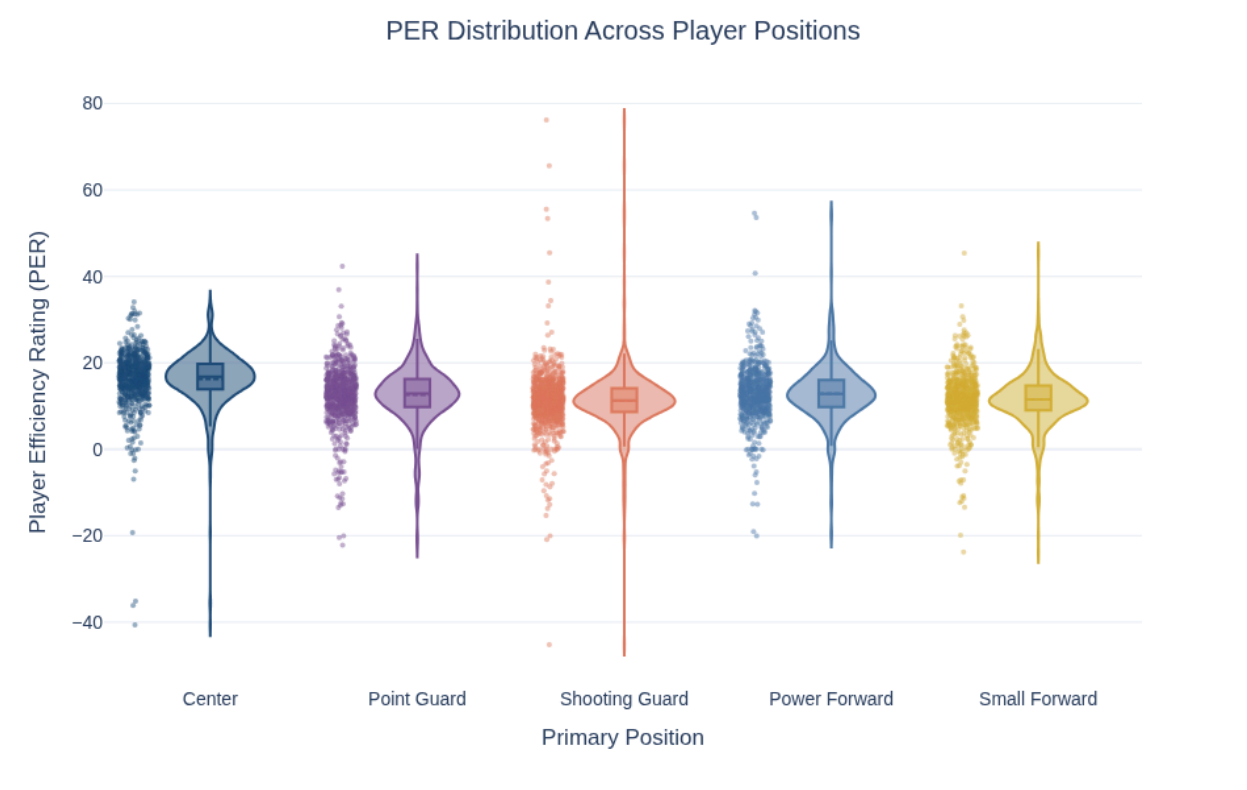
یکی از جامع‌ترین معیارهای ارزیابی عملکرد فردی بازیکنان در بسکتبال PER یا نمره‌دهی اثرگذاری بازیکنان است. این شاخص خود شامل آمارهای مثبت و منفی بازیکنان است و حتی میزان دقایق بازیکنان را هم در نمره‌دهی لحاظ می‌کند. حال سوال اینجاست که آیا تفاوت معناداری میان نمره بازیکنان در پست‌های گوناگون وجود دارد؟

جدول ۸ - جدول خلاصه آمار PER بازیکنان به تفکیک پست بازی

پست بازیکن	تعداد	میانگین	میانه	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
Centre	۸۴۵	۱۶/۲۷	۱۶/۸	۶/۶۳	-۴۰	۳۴/۱
Power Forward	۸۹۲	۱۲/۹۲	۱۲/۸	۶/۵۹	-۲۰	۵۴/۶
Small Forward	۹۸۵	۱۱/۵۱	۱۱/۵	۶/۲۶	-۲۳	۴۵/۴
Shooting Guard	۱۱۱۶	۱۱/۲۵	۱۱/۳	۶/۸۲	-۴۵/۲	۷۶/۶
Point Guard	۸۵۰	۱۲/۵۷	۱۲/۹	۶/۸۵	-۲۲	۴۲/۳

برای پاسخ به این پرسش نیز مسیر پرسش قبل را پیش می‌گیریم. ابتدا جدولی از آمار به دست آمده را بررسی می‌کنیم. در این جدول به‌نظر می‌رسد پست سنتر که بیش‌ترین امتیازها را کسب می‌کند، بهترین نمره را دارد و در انتهای جدول، گارد شوت‌زن قرار دارد. انحراف معیار به نسبت زیاد نیز نوید یک داده غیر نرمال را می‌داد و آزمون شاپیرو-ویلک نیز این موضوع را تأیید کرد.

شکل ۱۲ - نمودار توزیع PER بازیکنان بر حسب پست‌های بازی متفاوت



رد شدن آزمون ANOVA با اندازه اثر متوسط ۰/۰۶۵، نیز پیش از هرگونه آزمون زوجی، بیان‌گر این بود که احتمالاً میان برخی از پست‌ها اختلاف معناداری وجود نداشته باشد. نتایج آزمون زوجی نیز همین موضوع را نشان داد، به شکلی که در میان ۱۰ مقایسه میان پست‌ها، اختلاف معناداری در PER گارد شوت‌زن با اسمال فوروارد و گارد رأس با پاورفوروارد مشاهده نشد. در مجموع اما این نتایج، به معنای وجود اثر معنادار میان پست بازیکن و امتیاز PER است.

پیش از بررسی بعدی، لازم به ذکر است که در خصوص آزمون زوجی توکی توضیحی ارائه شود. البته که غیر از توکی، آزمون‌های دیگری نظیر بونفرونی، شفه، دانکن و ال‌اس‌دی نیز وجود دارد، اما در میان آن‌ها، تنها آزمون توکی برای مقایسه میان تمام زوج‌ها طراحی شده است و قدرت آماری بالایی دارد و بهترین آزمون تعقیبی آنووا به‌شمار می‌رود.

به‌عنوان آخرین بررسی میان پست‌ها، توزیع جوایز مورد بررسی قرار گرفته شده است. جوایز، متغیرهای دسته‌ای به شمار می‌روند، بنابراین آزمون مورد استفاده در این بخش، خلاف دو بخش قبلی که به مقایسه میانگین‌ها اختصاص داشت، به بررسی وجود رابطه میان دو متغیر دسته‌ای می‌پردازیم.

جدول ۹ - تعداد جوایز کسب شده بازیکنان به تفکیک پست بازی

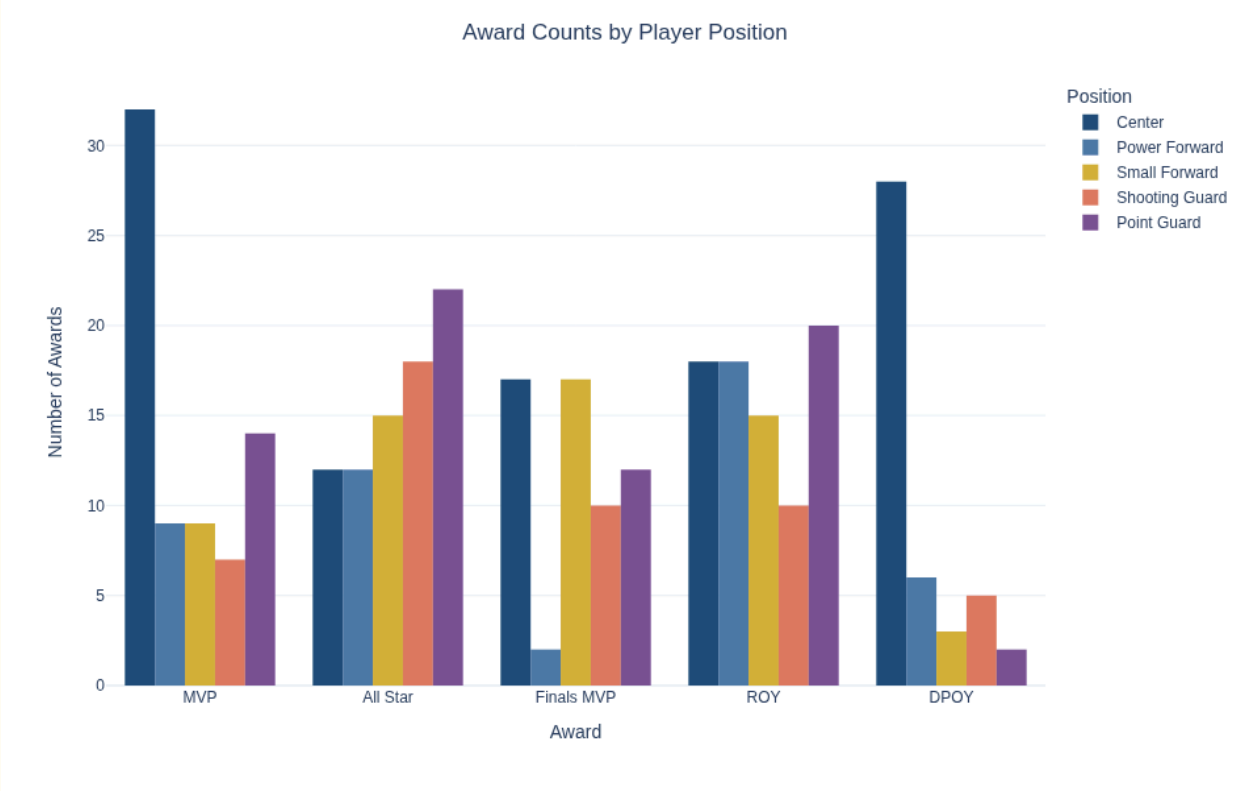
پست بازیکن/ جایزه	ستارگان All Stars	بهترین مدافع	بهترین بازیکن فینال	بهترین بازیکن فصل	پدیده فصل
Centre	۱۲	۲۸	۱۷	۳۲	۱۸
Power Forward	۱۲	۶	۲	۹	۱۸
Small Forward	۱۵	۳	۱۷	۹	۱۵
Shooting Guard	۱۸	۵	۱۰	۷	۱۰
Point Guard	۲۲	۲	۱۲	۱۴	۲۰

از جدول بالا می‌توان دید که اختلاف‌هایی میان پست‌ها در دریافت جوایز وجود دارد. جایزه پدیده فصل کم و بیش میان بیش‌تر پست‌ها یکسان توزیع شده است، اما جایزه بهترین مدافع فصل توسط بازیکنان پست سنتر قبضه شده است، درحالی که گاردها بیش‌ترین جایزه ستارگان را دریافت کرده‌اند، موضوعی که با ذات بسکتبال تطابق دارد، چراکه سنترها زیر سبد وظیفه دفاع از مهاجم هم‌تراز خود را دارند، درحالی که گاردها به‌عنوان مغز متفکر تیم، بیش‌تر نقش‌های توپ‌پخش کن و شوت‌زن را دارند.

آزمون خی دو نشان داد اختلاف میان پست‌ها در دریافت جوایز معنادار است و فرض استقلال میان پست و دریافت جایزه رد می‌شود. سپس شاخص کرامر که بررسی شدت ارتباط را می‌سنجد، مقدار ۰/۲۰۸ را نشان داد که اثر اندازه‌ای متوسط به حساب می‌آید، به این معنا استثناهای قابل توجهی می‌توان در این بین پیدا کرد. این شدت اثر متوسط، به این معناست که عوامل دیگری نظیر موفقیت

تیم و تاکتیک‌های اتخاذ شده توسط سرمربی و حتی محبوبیت بازیکن‌ها (که در رای هواداران برای انتخاب بهترین بازیکن اثر دارد) نیز در تعیین بازیکن برتر دخیل هستند.

شکل ۱۳ - نمودار انواع جوایز کسب شده توسط بازیکنان به تفکیک پست‌های متفاوت



در مجموع، نمودار بالا نشان می‌دهد که جوایز مختلف به‌صورت یکنواخت میان پست‌های مختلف بازیکنان توزیع نشده‌اند و برخی پست‌ها در دریافت جوایز خاص سهم بیش‌تری داشته‌اند. با این‌حال شدت این وابستگی محدود است و نمی‌توان تنها بر اساس پست بازیکن، احتمال دریافت جایزه را پیش‌بینی کرد.

مقایسه‌های همبستگی میان متغیرهای گوناگون

در این بخش همبستگی و رابطه میان برخی ویژگی‌های فردی بازیکنان و شاخص‌های عملکردی آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف این تحلیل، شناسایی ارتباط این متغیرها با یکدیگر است. از آن‌جا که متغیرهای مورد بررسی کمی هستند، برای ارزیابی شدت و جهت رابطه، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شده است. این ضریب رابطه خطی میان دو متغیر را می‌سنجند و مقدار آن از بازه ۱- تا ۱ (از ارتباط معکوس تا ارتباط مستقیم) است.

نخستین مورد بررسی، ارتباط میان تجربه بازیکنان و شاخص PER است که پیش‌تر در خصوص آن صحبت شده است.

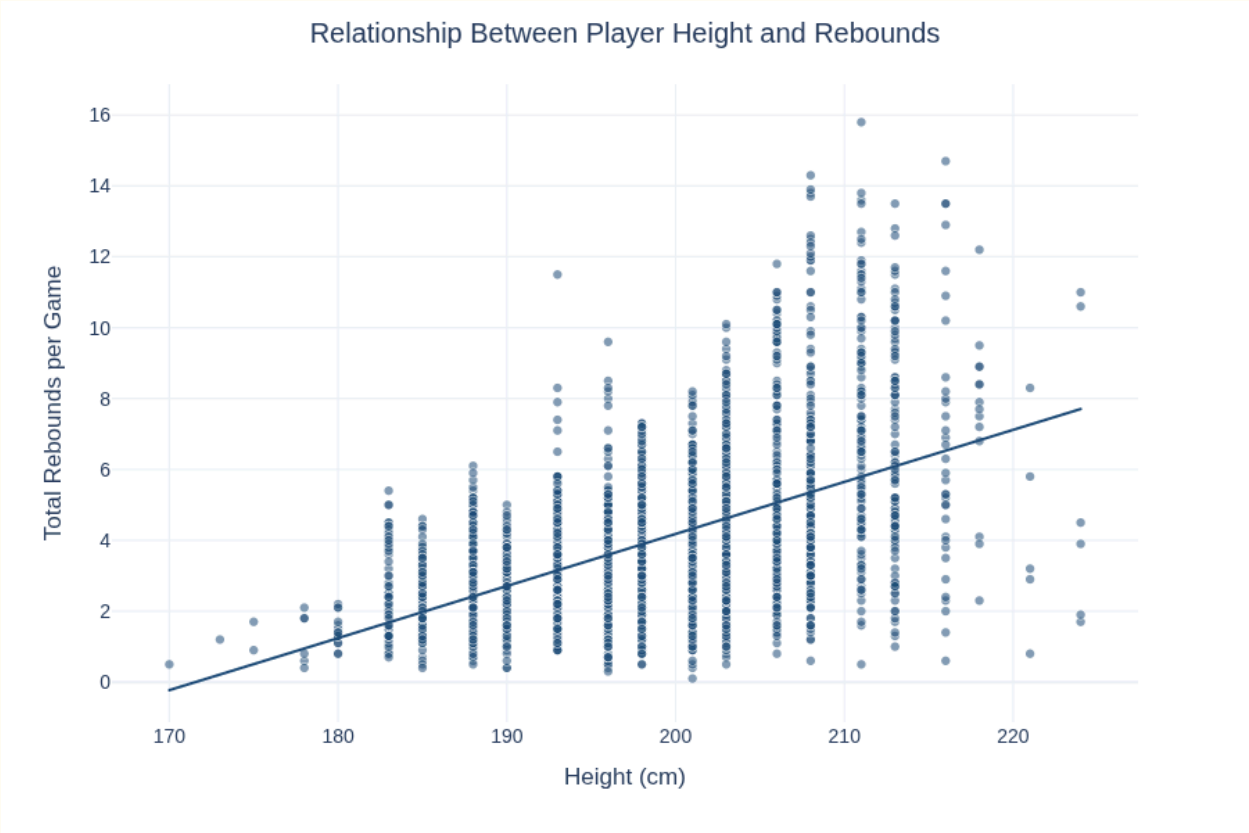
شکل ۱۴ - نمودار حرارتی نسبت تجربه و PER بازیکنان

جدول اولیه آمار نشان می‌دهد میانگین تجربه میان بازیکنان ۸/۱۴ و میانگین PER بازیکنان ۱۴/۰۵ است. موضوعی که در نقشه حرارتی بالا هم مشخص است. ضریب همبستگی پیرسون نیز رابطه نسبتاً

خطی میان داده‌ها را با ۰/۳۲۵ = r نشان می‌دهد. این عدد نشان می‌دهد که تجربه تنها یکی از عوامل مؤثر بر PER است و تنها عامل تعیین‌کننده نیست.

یکی از فرض‌های رایج در بسکتبال التزام قد بلند برای دسترسی بهتر به توپ‌های برگشتی (ریباند) است. حال این موضوع را می‌توان به صورت آماری بررسی کرد که آیا قد بلندتر به ریباندهای بیش‌تر منجر می‌شود یا خیر.

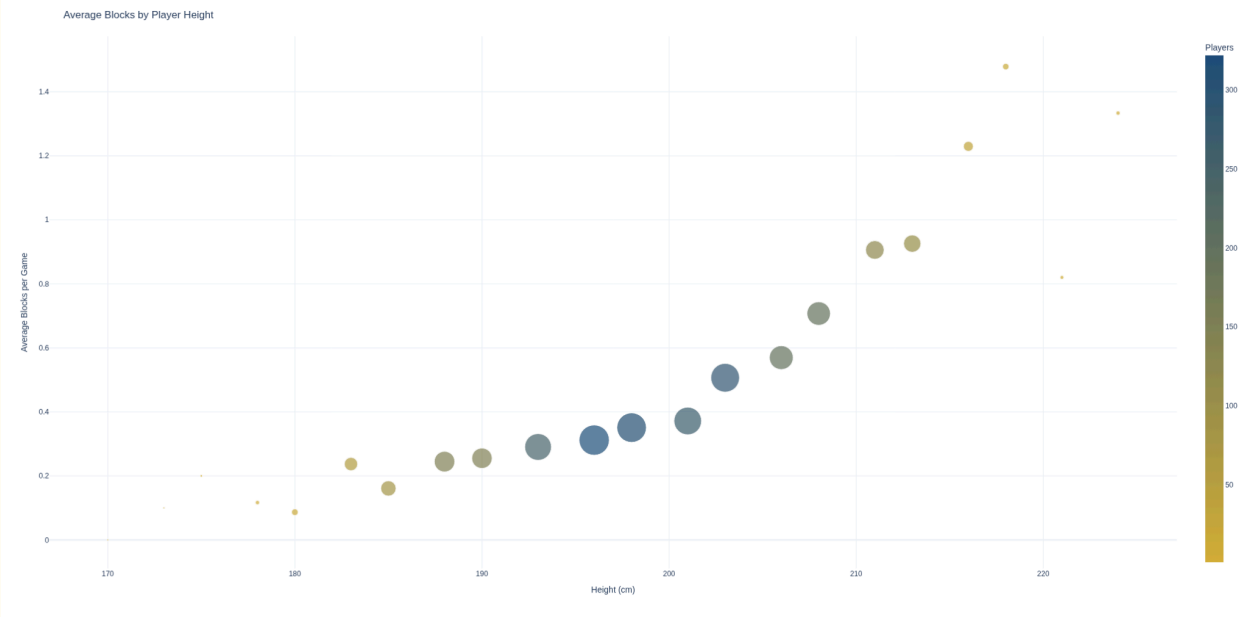
شکل ۱۵ - نمودار و خط روند نسبت قد بازیکنان و مجموع ریباندها



نمودار بالا که با خط روند میان قد و ریباند همراه است، بیانگر عدد همبستگی پیرسون برابر ۰/۵۰۴ است که یک روند نسبتاً قوی را نشان می‌دهد. نمودار بالا موضوع جالب دیگری را نشان می‌دهد، بازیکنان با قد کم‌تر از ۱۸۵ سانتی‌متر، تقریباً شانسی برای ریباندها ندارند، اما هرچه قد بازیکنان بلندتر می‌شود، ریباندها هم افزایش می‌یابد.

در کنار ریباند، یکی از عوامل دیگری که قد می‌تواند در آن موثر باشد، سد راه کردن شوت‌های حریف است. همان‌گونه که در نمودار پایین قابل مشاهده است، یک روند نسبتاً قوی میان تعداد بلاک‌ها و قد بازیکنان وجود دارد. هر دو معیار پیرسون و اسپیرمن که یکی برای داده‌های نرمال و دیگری بیش‌تر برای داده‌های چوله مورد استفاده قرار می‌گیرند، رای به ارتباط قوی میان دو متغیر دادند.

شکل ۱۶ - نمودار حبابی نسبت قد بازیکنان و تعداد بلاک‌ها

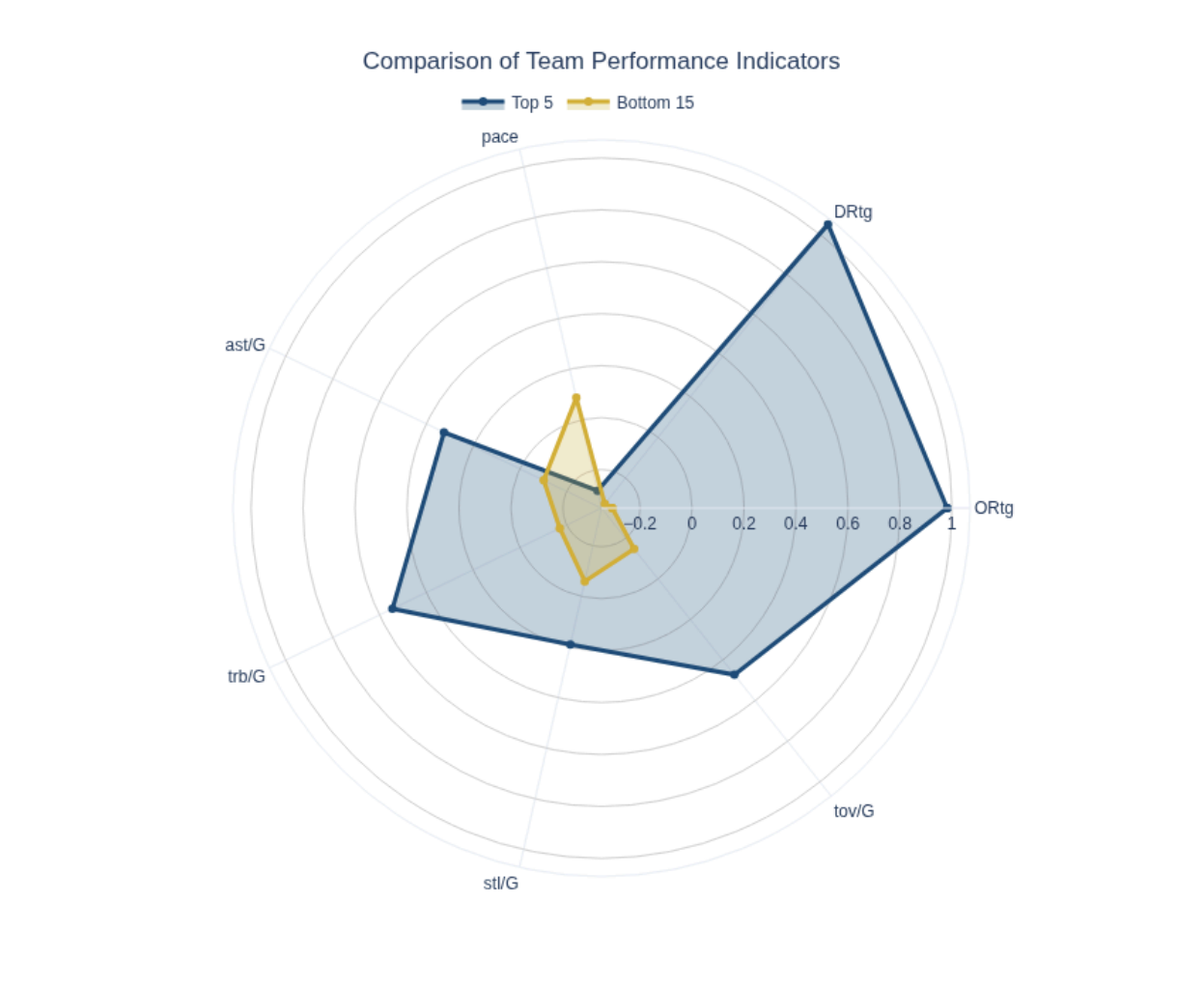


تفاوت میان تیم‌های قدرتمند و ضعیف لیگ در چه شاخص‌هایی است؟

هدف این تحلیل بررسی این موضوع است که آیا تیم‌های برتر لیگ از نظر شاخص‌های عملکردی، تفاوت معناداری با سایر تیم‌ها دارند یا خیر. به همین منظور، تیم‌های ۶ فصل پیاپی، از ۲۰-۲۰۱۹ تا ۲۵-۲۰۲۴ را در دو گروه مورد بررسی قرار دادیم. تیم‌های پنج رده نخست در یک دسته و ۱۵ تیم انتهایی جدول که در واقع تیم‌های نیمه دوم جدول هستند، در دسته دیگر.

سپس شاخص‌های مهم عملکردی تیمی نظیر امتیاز هجومی، امتیاز تدافعی، سرعت بازی، میانگین پاس منجر به امتیاز، میانگین ریباند، میانگین توپ‌ربایی و میانگین تیم‌های از دست رفته میان دو گروه مقایسه شد.

شکل ۱۷ - نمودار راداری مقایسه تیم‌های قدرتمند و ضعیف لیگ

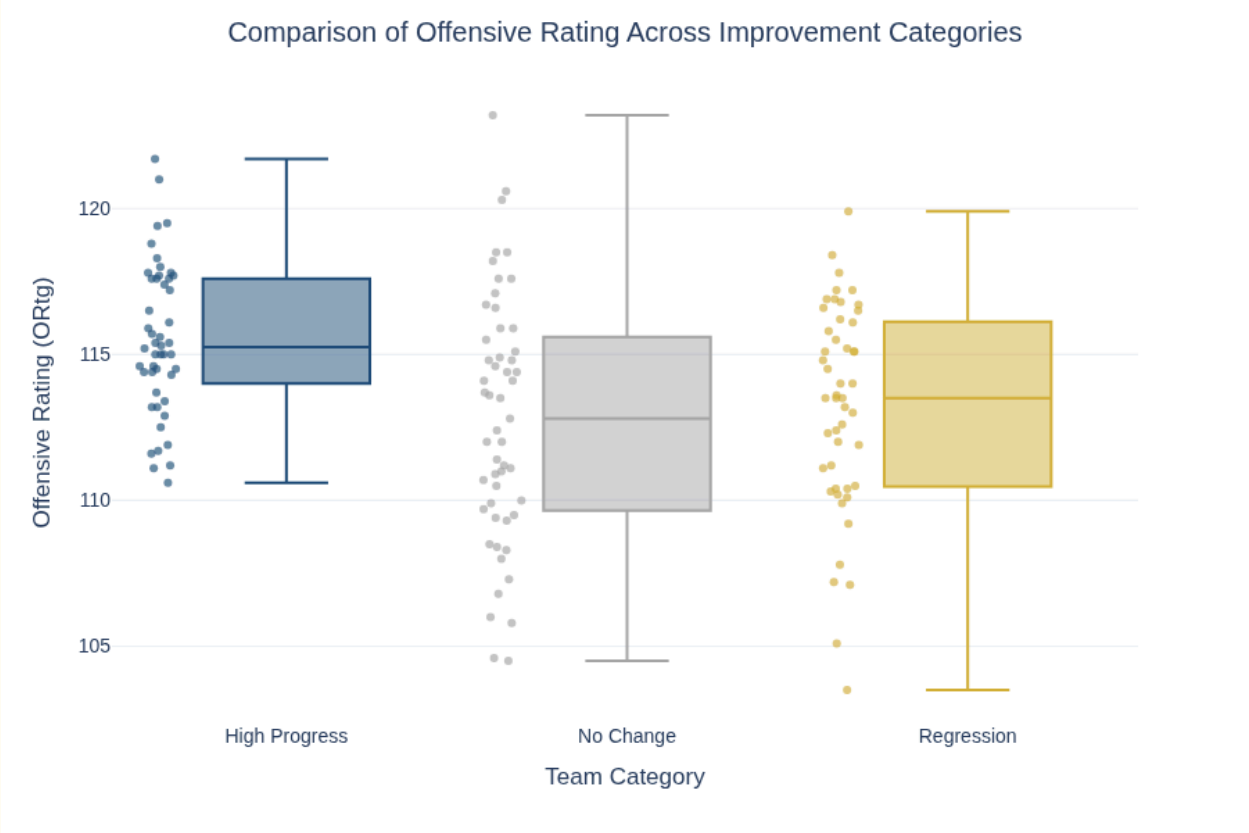


نتایج هم در نمودار و هم با استفاده از آزمون‌های آماری، نشان داد که امتیاز هجومی و تدافعی بیش‌ترین اختلاف را میان تیم‌های ضعیف و قدرتمند ایجاد می‌کند. در لایه بعدی، میانگین پاس منجر به گل و ریباند به شکل طبیعی در میان تیم‌های قدرتمند بیش‌تر بود. اما نکته قابل توجه، اینجاست که سرعت و توپ‌ربایی در میان دو دسته تیم‌ها اختلاف معناداری نداشت (به ترتیب با مقادیر-P برابر ۰/۰۷۹ و ۰/۴۰۷). بنابراین نمی‌توان ادعا کرد که این عامل در موفقیت تیم‌ها نقش مثبت یا منفی داشته باشد.

اگرچه بررسی شاخص‌های موفقیت خود می‌تواند آگاهی‌بخش باشد، اما اگر یک تیم در دسته تیم‌های ضعیف در اختیار داشته باشیم، شاید به جای یک سنگ بزرگ، بهتر باشد روند تیم‌هایی که پیشرفت کرده‌اند را بررسی کنیم!

برای پاسخ به موضوع طرح شده، در این بخش تیم‌های در بازه‌های دو فصلی با خودشان مقایسه شدند و بر پایه میزان تغییر رتبه در جدول، به سه دسته پیشرفت زیاد (تغییر بیش‌تر از ۵ رتبه)، بدون تغییر معنادار (تغییر جایگاه کم‌تر از ۳ رتبه مثبت یا منفی) و سقوط (کاهش جایگاه بیش‌تر از ۴ رتبه) در جایگاه تقسیم شدند.

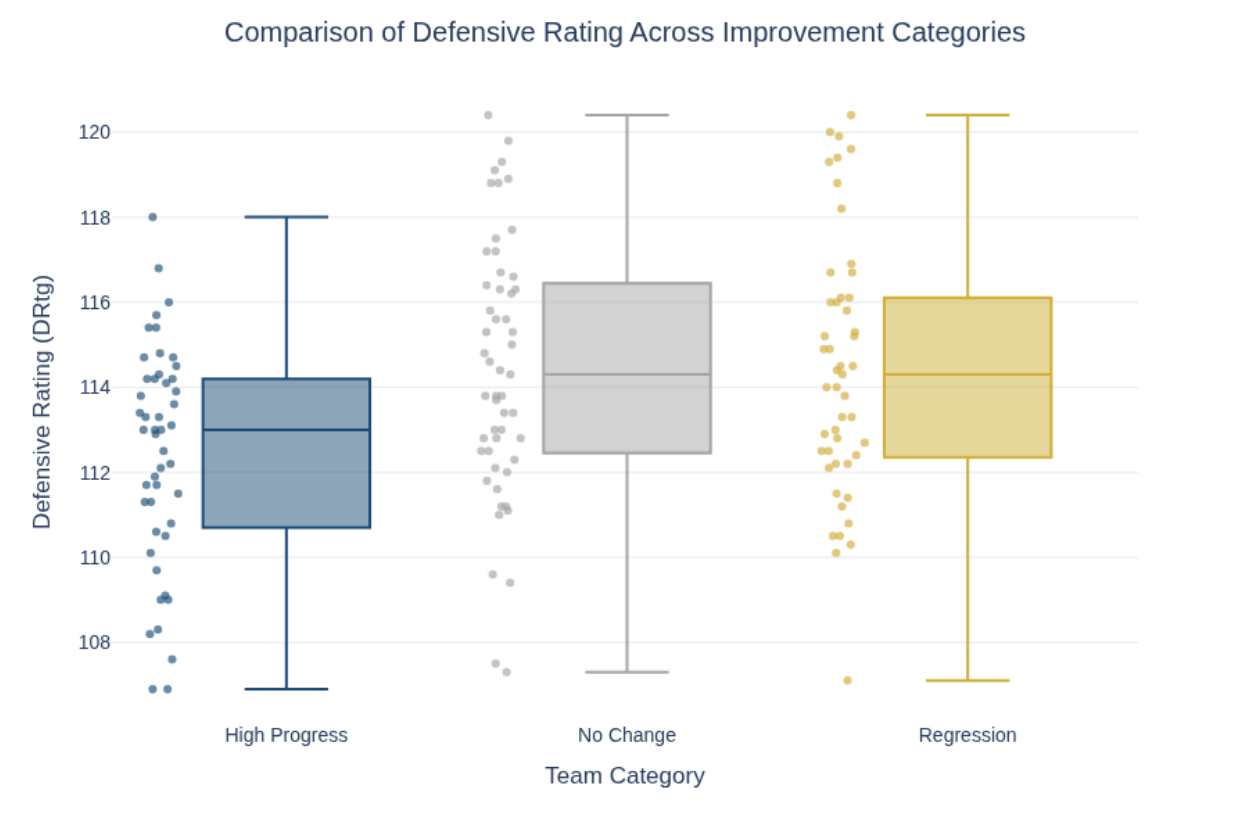
شکل ۱۸ - نمودار جعبه‌ای مقایسه عملکرد تهاجمی تیم‌ها در دسته‌های گوناگون



بررسی نتایج با استفاده از آزمون‌ها معناداری تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون زوجی تعقیبی توکی به دست آمد. در این بررسی هشت شاخص کلیدی مورد بررسی قرار گرفت. شاخص کارایی تهاجمی و تدافعی، سرعت، تعداد پاس‌های منجر به امتیاز هر بازی، تعداد از دست دادن‌های توپ، تعداد توپ‌ربایی‌ها، تعداد بلاک‌ها و تعداد ریباندها. اگرچه آزمون آنووا اختلاف میان دسته‌ها را مشخص کرد، اما آزمون توکی نشان داد که این اختلاف تنها در دو شاخص معنادار است. بررسی‌ها نشان داد تفاوت

میان دسته‌ها در واقع میان تیم‌های پیشرفت‌کننده با دو دسته دیگر است و میان تیم‌هایی که پسرفت داشته‌اند یا تغییر معناداری نداشته‌اند، اختلافی در شاخص‌ها وجود ندارد.

شکل ۱۹ - نمودار جعبه‌ای مقایسه عملکرد تهاجمی تیم‌ها در دسته‌های گوناگون

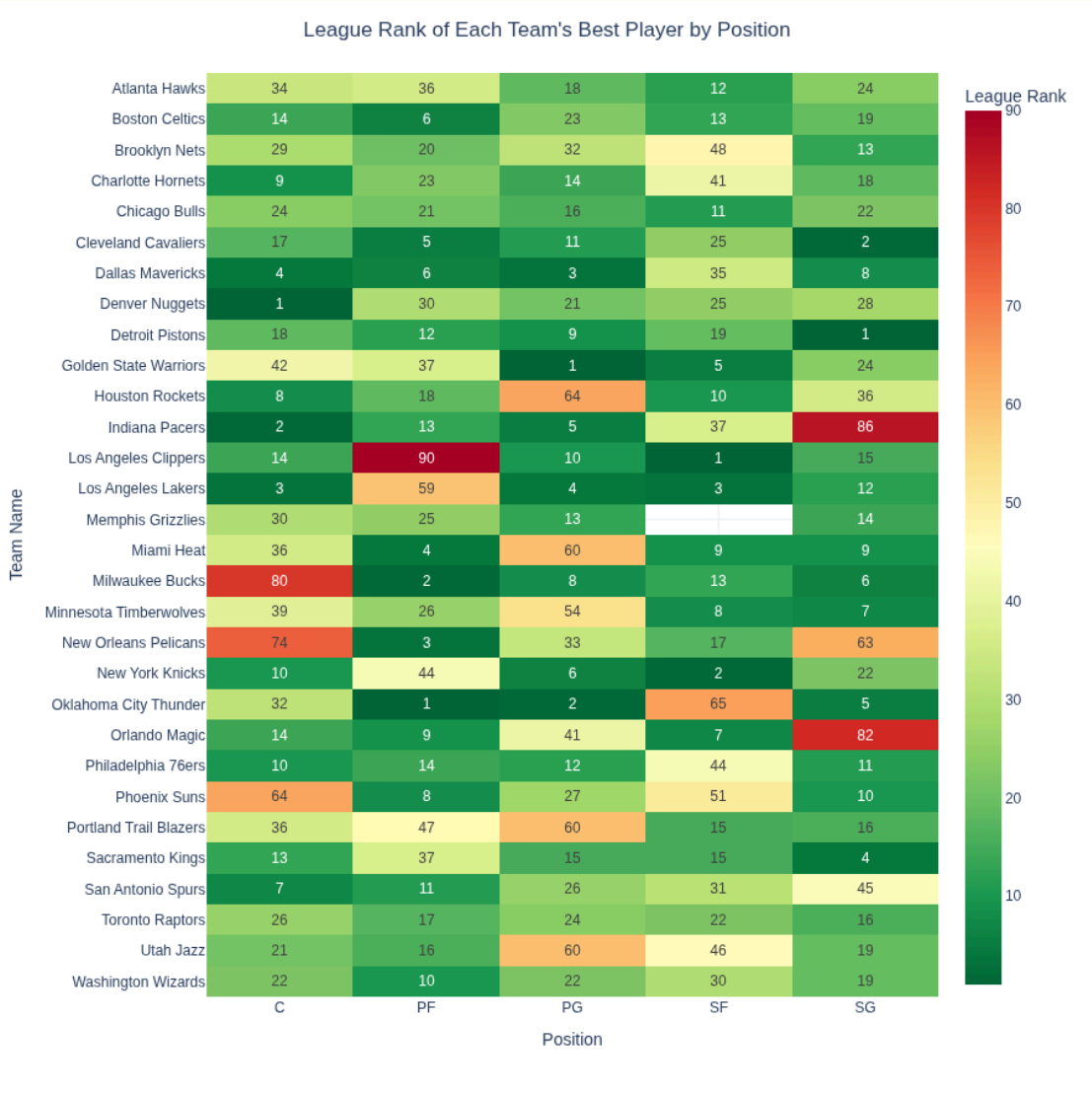


با بررسی دقیق‌تر اثر اندازه، مشخص شد که در میان همین دو شاخص معنادار نیز شاخص کارایی هجومی تفاوت بسیار بیش‌تری در میان گروه پیشرفت‌کننده با دو گروه دیگر دارد. در مجموع، نتایج این تحلیل نشان می‌دهد که بهبود عملکرد هجومی و تدافعی موثرترین ویژگی مشترک تیم‌هایی است که بیش‌ترین پیشرفت را در جایگاه جدول تجربه کرده‌اند. این درحالی است که سایر شاخص‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در تغییر جایگاه تیم‌ها نداشتند.

پرسش: هدف یک باشگاه، شناسایی نقاط قوت و ضعف ترکیب اصلی خود در هر پست نسبت به سایر تیم‌های لیگ است. برای این منظور، بهترین بازیکن هر تیم در هر پست انتخاب شده و جایگاه او در میان تمامی بازیکنان هم‌پست لیگ مشخص می‌شد. این تحلیل به سرمربیان باشگاه کمک می‌کند تا پست‌هایی که نیاز به تقویت دارند را شناسایی کنند.

در این تحلیل، به‌جای مقایسه میانگین‌ها یا انجام آزمون‌های فرض، کیفیت ترکیب تیم‌ها را ارزیابی می‌کنیم. این بررسی فقط برای تیم‌ها در فصل ۲۵-۲۰۲۴ انجام شده است و ابتدا بازیکنان فصل بر پایه پست بازی‌شان رتبه‌بندی می‌شوند. سپس برای هر تیم، بهترین بازیکن هر پست انتخاب و رتبه بازیکن در سطح کل لیگ به دست می‌آید.

شکل ۲۰ - نمودار حرارتی رتبه بهترین بازیکن هر پست در هر تیم در میان کل بازیکنان لیگ



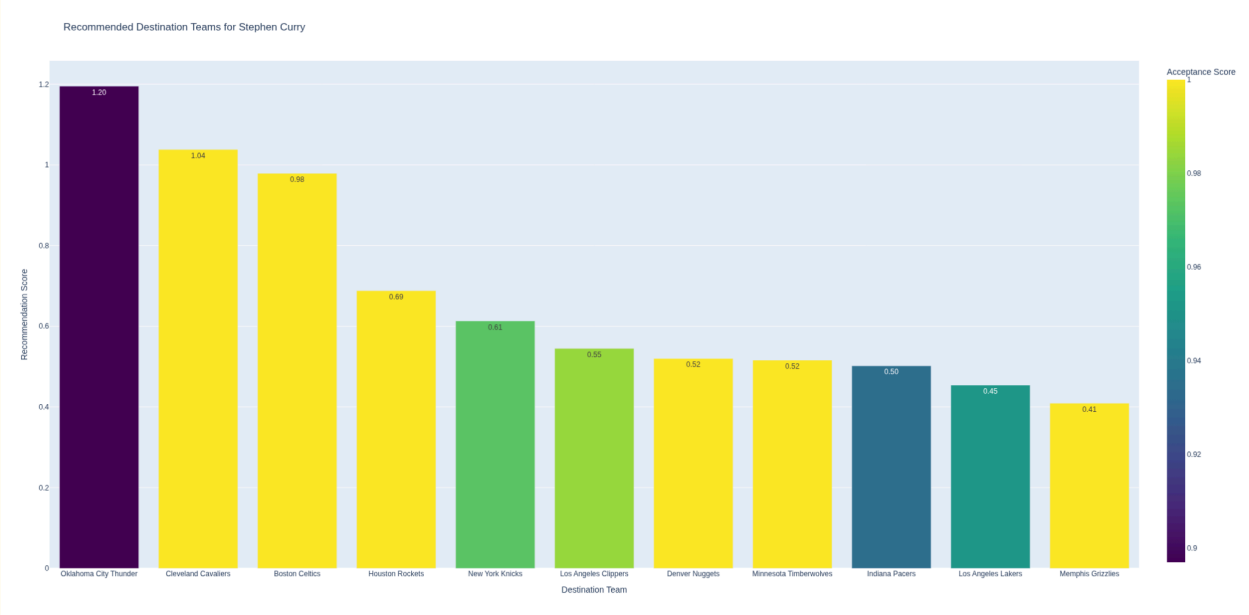
در نمودار حرارتی بالا، هر سطر بیانگر یک تیم و هر ستون بیانگر یک پست اصلی بازی است. عدد داخل هر خانه، رتبه بهترین بازیکن باشگاه در آن پست را نشان می‌دهد و درجه حرارت‌سنج نیز هرچه این رتبه بالاتر می‌رود، از سبز به سمت قرمز شدن می‌رود.

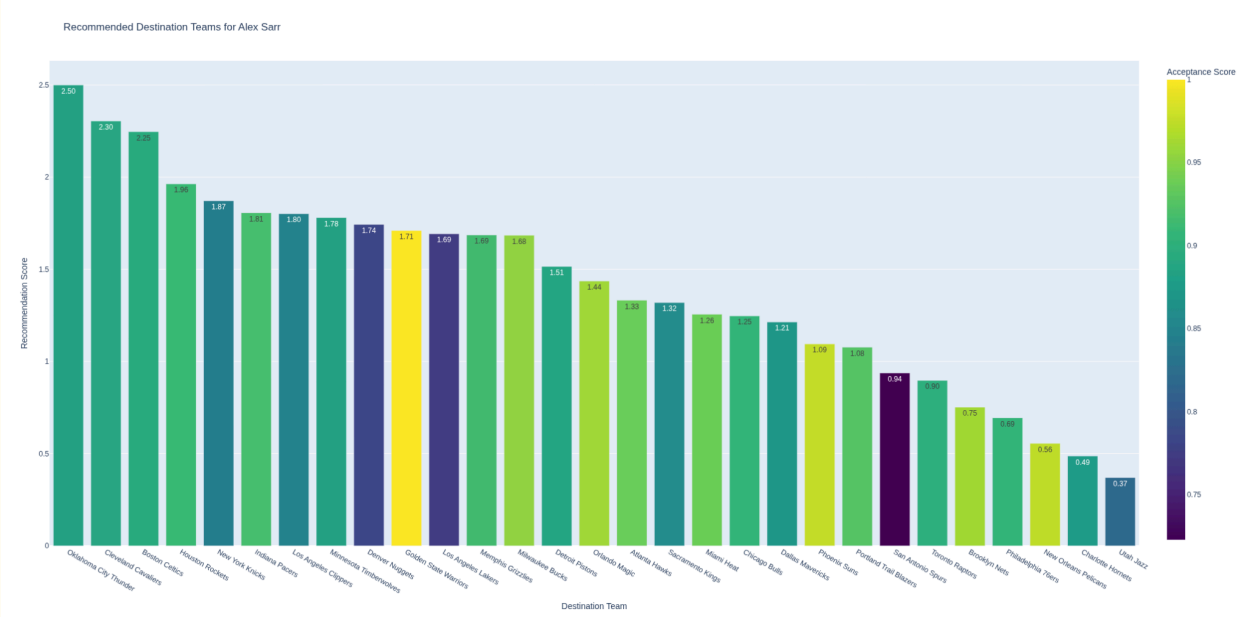
نکته جالب اینجاست که برای مثال دو تیم فینالیست فصل ۲۵-۲۰۲۴، یعنی میلواکی باکس و اوکلاهاما سیتی تاندر، مجموعاً پنج بازیکن در جمع ده بازیکن برتر هر پست داشته‌اند و این موضوع نشان‌دهنده آن است که حضور بازیکنان با کیفیت به ارتقا جایگاه تیم منجر خواهد شد، در عین‌حال حضور یک بازیکن بی‌کیفیت در میان بازیکنان با کیفیت نیز می‌تواند روی عملکرد تیم تاثیر به‌سزایی بگذارد، چنانکه تیم لس آنجلس کلیپرز با داشتن بازیکنان با کیفیت، اما یک پاورفوروارد بی‌کیفیت، نتایج مناسبی را کسب نکرده است.

بازیکنان حرفه‌ای معمولاً تمایل دارند در تیم‌هایی بازی کنند که هم از نظر عملکرد تیمی شرایط بهتری داشته باشد و هم شانس حضور در ترکیب اصلی و موفقیت فردی (مانند کسب جوایز) را افزایش دهد. با این‌حال، انتقال به یک تیم قدرتمند تنها زمانی منطقی است که احتمال پذیرش بازیکن نیز مناسب باشد، بنابراین پرسش اینجاست که کدام تیم‌های لیگ بهترین مقصد انتقال هستند؟

پاسخ به این سوال هم مستلزم شناسایی تیم‌های با کیفیت و البته اختلاف کیفیت بازیکن هم‌پست در تیم مقصد است. مورد اول باعث می‌شود بهترین تیم به بازیکن پیشنهاد شود و مورد دوم شانس بازیکن برای پذیرش را توضیح می‌دهد.

شکل ۲۱ - گزارش تیم پیشنهادی و احتمال پذیرش برای استفن کری



حاصل بررسی‌ها، این‌گونه است که هر بازیکن، جدولی نظیر جدول فوق خواهد داشت. محور افقی تیم‌های مد نظر را پیشنهاد می‌کند، محور عمودی نمره پیشنهادی را ارائه می‌دهد و سپس رنگ هر میله بر اساس درجه سمت راست جدول، شانس پذیرش بازیکن را مشخص می‌کند. برای مثال، استفن کری که یکی از بهترین بازیکنان NBA است شانس کامل برای انتقال به اکثر تیم‌های مطرح را دارد، اما این موضوع برای بازیکن سطح پایین‌تری مانند الکس سایر که نمودار مربوط به او در پایین نمایش داده شده است، متفاوت است و تنها یک تیم با نمره پذیرش ۱ برای او در نظر گرفته شده است و نمره پذیرش او در تیم‌های مطرح لیگ بسیار پایین‌تر است.

شکل ۲۲ - گزارش تیم پیشنهادی و احتمال پذیرش برای استفن کری