

## تأثیر اطلاعات بینایی و حس عمقی بر دقت زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی در ورزشکاران مبتدی هندبال

الهام حاتمی شاه‌میر؛ شهزاد طهماسبی بروجنی؛ فریبا حسن بارانی<sup>۲</sup>

### چکیده:

**مقدمه و هدف:** کنترل موفقیت‌آمیز زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی منوط به عمل سیستم حسی است. از این‌رو، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر اطلاعات بینایی و حس عمقی بر دقت تکلیف زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی در ورزشکاران مبتدی هندبال بود.

**روش‌شناسی:** بدین منظور، ۱۰ دختر ورزشکار مبتدی هندبال (با میانگین سنی  $15/3 \pm 0/4$ ) در آزمون زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی شرکت کردند. در آزمایش اول، شرکت‌کنندگان به منظور بررسی اهمیت دسترسی به اطلاعات بینایی در زمان‌های متفاوت حرکت محرک شش بلوک انجام دادند. در آزمایش دوم، جهت بررسی تأثیر دست‌کاری اطلاعات حس عمقی بر دقت زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی، افراد ابتدا در پیش‌آزمون شرکت کردند. در پس‌آزمون حس عمقی افراد با استفاده از اعمال ارتعاش بر کف دست، دست‌کاری شد تا عملکرد افراد در زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی در پاسخ به انحراف اطلاعات حس عمقی بررسی گردد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که اطلاعات بینایی به‌دست‌آمده از آغاز و پایان حرکت نقشی بسزا در عملکرد موفقیت‌آمیز افراد در زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی ایفا می‌کند. همچنین اطلاعات حس عمقی در کاهش خطای زمان‌بندی پیش‌بین اثرگذار است.

**نتیجه‌گیری:** این یافته‌ها بر اهمیت اطلاعات حس عمقی و بینایی در کنترل تکالیف زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی تأکید می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** اطلاعات بینایی، حس عمقی، زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی، مبتدی.

۱. دکتری کنترل حرکتی، دانشگاه تهران

۲. دانشیار، گروه رفتار حرکتی دانشگاه تهران؛ نویسنده مسئول (shahzadtahmaseb@ut.ac.ir)

۳. دکتری کنترل حرکتی، دانشگاه تهران

**مقدمه:**

توانایی‌های ادراکی - حرکتی در عملکرد موفقیت‌آمیز فعالیت‌های ورزشی ضروری هستند (۱). این توانایی‌ها در شرایط سخت ورزشی به‌خصوص در سرعت‌های بالای بازی برای آماده کردن پاسخ‌های حرکتی مناسب در برابر رفتارهای حریف حائز اهمیت هستند (۲). از این‌رو ورزشکار موفق باید بتواند رفتارهای حرکتی حریف را در فازهای اولیه حرکتی به‌درستی حدس زده و عکس‌العمل مناسبی از خود بروز دهد (۲). هندبال به‌عنوان یکی از ورزش‌های توپ‌ی مستلزم انجام پاس، دریافت، توپ‌زدی و شوت‌های صحیح و متعدد است و موفقیت در این بازی تا حد زیادی منوط به پیش‌بینی است. پاس‌ها و شوت‌ها در هندبال به‌طور متوسط دارای سرعتی برابر با ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت هستند. بنابراین بازیکنان و دروازه‌بانان این رشته ورزشی همچون بسیاری دیگر از رشته‌ها برای مهار این ضربات نیازمند توانایی خوب در زمان‌بندی پیش‌بین برای اجرای جاگیری لازم، یافتن موقعیت مناسب و آمادگی برای پاسخ به یک پاس، شوت و یا حتی انجام توپ‌قاپی هستند (۳). تحقیقات بسیاری بر نقش پیش‌بینی در شناسایی اتفاقات قبل از عمل تمرکز نموده و بر اهمیت آن تأکید کرده‌اند. در پیش‌بینی ادراکی انواع مختلفی از پیش‌بینی به کار می‌رود که عبارت‌اند از: پیش‌بینی فضایی، زمانی و رویدادی. پیش‌بینی فضایی به محل وقوع عمل به‌طور مثال محل فرود توپ اشاره دارد. پیش‌بینی زمانی یعنی آن که فرد بتواند زمان یا زمان‌بندی وقوع یک عمل را پیش‌بینی کند، یعنی دقیقاً در زمان صحیح به توپ نزدیک‌شونده پاسخ دهد. حال آن که پیش‌بینی رویدادی به تعیین رویداد واقع شده اشاره دارد. در اکثر موقعیت‌های ورزشی هر سه نوع پیش‌بینی مورد نیاز است. با استفاده از پیش‌بینی ادراکی قادر به توضیح انجام اعمال مهارتی هستیم (۴).

پولتون (۱۹۷۵)، نام اعمال مهارتی را به پیش‌بینی انطباقی تغییر داد. به اعتقاد پولتون پیش‌بینی انطباقی ترکیبی از دو نوع متفاوت از پیش‌بینی، موسوم به پیش‌بینی اجراکننده و پیش‌بینی گیرنده است. پیش‌بینی اجراکننده به توانایی افراد برای تعیین مدت زمان حرکت اندام مربوطه اشاره دارد. در حالی که پیش‌بینی گیرنده به توانایی افراد برای تصمیم‌گیری در مورد مدت زمان وقوع یک رویداد خارجی اطلاق می‌گردد. برای مثال برای گرفتن یک توپ، شخص باید پیش‌بینی کند که چقدر طول می‌کشد تا توپ به حدی به او نزدیک شود که او بتواند آن را بگیرد (پیش‌بینی گیرنده)؛ و چقدر طول می‌کشد تا او بتواند دست‌هایش را در وضعیت مناسب برای گرفتن توپ قرار دهد (پیش‌بینی اجراکننده). باید توجه داشت تنها قرار دادن دست‌ها در وضعیت مناسب، گرفتن موفقیت‌آمیز توپ را تضمین نمی‌کند، بلکه علاوه بر آن، فرد باید پیش‌بینی کند که توپ و دست‌ها با چه سرعتی به همدیگر برخورد می‌کنند. این مثال نشان می‌دهد که پیش‌بینی انطباقی به مهارت زیادی در پیش‌بینی نیاز دارد (۴). به عبارت دیگر، دریافت کردن<sup>۳</sup> یا به عبارتی مهار کردن<sup>۴</sup> اشیاء قابلیت است که به مهارت ادراکی - حرکتی زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی<sup>۵</sup> بستگی دارد (۵، ۶). زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی به توانایی زمان‌بندی یک حرکت اشاره دارد به‌گونه‌ای که هم‌زمان با یک شیء در حال حرکت به یک هدف (نقطه) مشخص برسد (۷).

بر اساس رویکردهای شناختی از جمله پردازش اطلاعات، اجرای مهارت‌های ادراکی - حرکتی و تکالیف زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی مستلزم انجام دقیق سه مرحله است: اول؛ مرحله حسی که در آن اطلاعات حسی برای شناسایی، تصحیح و راهنمایی اعمال حرکتی به کار گرفته می‌شود، دوم؛ مرحله یکپارچگی حسی حرکتی که طی آن، زمان و

۱ Interceptive actions

۲ Coincidence-anticipation

۳ Catching

۴ Intercepting

۵ Coincidence-anticipation timing

مکان محرک در حال ورود و پاسخ حرکتی مربوطه تعیین می‌شود و سوم؛ مرحله اجرا یا مرحله حرکتی که پاسخ مقتضی راه‌اندازی می‌شود (۸). در واقع اطلاعات حسی به دست آمده از اشیاء و محیط توسط سیستم‌های حسی از جمله بینایی با اطلاعات به دست آمده از موقعیت بدن و اندام‌ها در فضا یکپارچه شده و در نهایت حرکت مقتضی راه‌اندازی می‌شود.

برای انجام اکثر تکالیف از چندین سیستم حسی استفاده می‌شود. اجرای موفقیت‌آمیز در تکالیف مهارتی به اکتساب اطلاعات بینایی در مورد شیء نزدیک شونده دارد. ورزشکاری که در زمان و مکان صحیح به شیء می‌نگرد با احتمال بیشتری مسیر بعدی توپ و زمان رسیدن شیء را به درستی پیش‌بینی می‌کند. بنابراین، اطلاعات مربوط به رفتار خیرگی ممکن است نشان دهد که چه بخش‌هایی از پرواز توپ مهم‌تر است، چرا که بهترین اطلاعات در مورد موقعیت و سرعت توپ نزدیک شونده از شبکه حاصل می‌شود (۹). زمانی که ورزشکاران در تلاش برای مهار یک شیء نزدیک شونده هستند، با یک تأخیر زمانی روبه‌رو هستند که برای تعدیل فرمان‌های حرکتی بر اساس اطلاعات بصری ضروری هستند. به‌عنوان نمونه، در سرویس تنیس روی میز، زمان پرواز توپ تقریباً ۸۰۰ هزارم ثانیه است، که در این زمان حریف باید براساس اطلاعات بینایی به دست آمده در ابتدای پرواز توپ، یک مسیر مناسب را برای قرار دادن راکتس در جای مناسب انتخاب کند. اطلاعات بینایی حاصل از لحظات پایان پرواز توپ نیز ممکن است به بازیکنان کمک کند تا موقعیت و سرعت توپ را تخمین بزنند (۱۰).

از اولین تحقیقات در این حوزه می‌توان به تحقیق هوبارد و سینگ (۱۹۵۴) اشاره کرد که فیلم‌های ویدئویی را از ضربات سریع ضربه‌زنندگان در بیس‌بال تماشا کردند. آن‌ها مشاهده نمودند که هنگامی که توپ در فاصله بین ۱/۷ تا ۲/۷ متری از نقطه برخوردش با چوب می‌رسد، ضربه‌زننده دنبال کردن توپ با چشمانش را متوقف می‌کند. آنها استدلال کردند که زمانی که توپ این مسافت را (۱/۷ تا ۲/۷ متری) را طی می‌کند، به علت محدودیت در زمان واکنش، انجام هر عملی غیر ممکن است (۴).

یکی از اولین مطالعات صورت گرفته در شرایط میدانی توسط ریپول و فلورانس (۱۹۸۸) انجام شد. این افراد درصد تعیین این امر بودند که آیا بازیکنان تنیس روی میز خبره از دستورات مربی مبنی بر اینکه «با چشمانت توپ را دنبال کن» پیروی می‌کنند. رفتار بینایی-حرکتی پنج بازیکن خبره تنیس روی میز مورد بررسی قرار گرفت. این افراد سه ضربه متفاوت (فورهند، فورهند با پیچ رو و درایو بک هند) را اجرا کردند. افراد خبره توپ را در کل مسیر پرواز دنبال نمی‌کردند و ترجیح می‌دادند توپ را تنها در لحظات آغازین مسیر ببینند (۴). با این تفاسیر به نظر می‌رسد این عبارت که «با چشمانت توپ را دنبال کن» عملاً غیر ممکن است (۱۱، ۱۲).

ویکرز (۱۹۹۶) در مطالعه‌ای به منظور مقایسه بسکتبالیست‌های خبره و نیمه خبره مشاهده کرد که ورزشکاران خبره راهبردهای بینایی-حرکتی منحصربه‌فردی را برای دستیابی به موفقیت به‌کار می‌بندند. افراد خبره تثبیت بر روی هدف (حلقه) را تا مراحل میانی آماده‌سازی ادامه داده و تثبیت را در مدت طولانی‌تری حفظ می‌کنند. در این شرایط، مفهوم «چشم آرام» معرفی شد که به‌عنوان مدت زمان تثبیت نهایی بر یک موقعیت حیاتی قبل از آغاز حرکت تعریف می‌شود. دوره چشم آرام برای افراد خبره در شوت‌های موفق بسکتبال ۹۷۲ هزارم‌ثانیه و در شوت‌های ناموفق ۸۰۶ هزارم‌ثانیه بود. این دوره برای افراد نیمه خبره در ضربات موفق و ناموفق ۴۰۰ هزارم‌ثانیه بود (۱۳). همچنین، ویکرز و آدولف (۱۹۹۷) طی تحقیقی گزارش کردند که دریافت‌کننده‌های خبره در والیبال پیش از حرکت برای جای‌گیری در مقابل توپ، ۴۳۲ هزارم‌ثانیه را به‌عنوان دوره چشم آرام سپری کرده و سپس برای جای‌گیری

در موقعیت گام بر می‌دارند در حالی که افراد مبتدی ابتدا برای جایگیری گام برداشته و نگاهشان را بر روی توپ تثبیت نمی‌کنند. افراد خبره تعقیب توپ را زودتر شروع کرده و مدت زمان طولانی‌تری را به توپ نگاه می‌کنند (۱۴). ریپول و لاتیری در سال ۱۹۹۷ نیز بیان داشتند که برتر بودن سیستم پردازش بینایی و سازگاری با مکانیسم‌های ادراکی در افراد ماهر باعث می‌شود، آنان مسیر توپ را بهتر پیش‌بینی کرده و پاسخ بهتری داشته باشند (۱۵). ساولزبرگ، ویلیامز، وندرکمپ و وارد (۲۰۰۰) در تحقیق «جستجوی بینایی، پیش‌بینی و خبرگی در دوازه بانان فوتبال» دریافتند که افراد ماهر نسبت به افراد مبتدی در استفاده از علائم بینایی پیشرفته برای راهنمایی پاسخ‌های پیش‌بینی بهتر هستند (۱۶). شیم، کارلتون، چاو و چی (۲۰۰۵) در تحقیق خود تحت عنوان «استفاده از علائم بینایی پیش‌بینی توسط بازیکنان تنیس بسیار ماهر» بیان کردند که ورزشکاران ماهر دارای توانایی درک اطلاعات بینایی درباره الگوی حرکتی حریف خود بوده و از این اطلاعات برای پیش‌بینی رویدادهای متعاقب استفاده می‌کنند (۱۷). پردازش ادراکی در فاصله زمانی بین تشخیص شیء در حال حرکت توسط گیرنده‌های بینایی تا شروع حرکت مقتضی است، این مدت به زمان شروع حرکت اشاره دارد (۱۸، ۱۹). در نتیجه دقت در زمان‌بندی انطباقی به توانایی یکپارچه‌سازی دقیق تأخیر بینایی-حرکتی در مدت پاسخ یا کوتاهی تأخیر بینایی-حرکتی بستگی دارد (۲۰).

بر اساس تحقیقات انجام شده، میزان توانایی زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی افراد در رشته‌های مختلف راکتی متفاوت از یکدیگر است، چرا که سیستم حرکتی و بینایی هر یک از ورزش‌های راکتی مختلف با سرعت‌های خاصی از حرکت سازگار شده‌اند که ویژه رشته ورزشی مربوطه است (۲۱). همچنین برخی دیگر از تحقیقات نشان داده‌اند که تجربه افراد در رشته‌های ورزشی باز باعث بهبود اجرای افراد در تکالیف زمان‌بندی پیش‌بین و یا اعمال مهارتی می‌گردد. بدین ترتیب می‌توان دریافت که تجربه افراد در رشته‌های ورزشی مختلف امتیازاتی را برای آن‌ها به همراه خواهد داشت (۸). از سوی دیگر تفاوت‌های جنسیتی و سنی نیز در این توانایی به کرات گزارش شده است، به گونه‌ای که عموماً پسران در این گونه تکالیف بهتر از زنان عمل می‌کنند و بر اساس پیشینه موجود این توانایی در ۱۱ سالگی به تکامل نسبی می‌رسد (۸، ۲۲). به همین منظور حین اجرای پژوهش‌های گوناگون این قبیل متغیرها را باید مد نظر قرار داد.

با وجود این که تحقیقات انجام‌شده پیشین در حوزه پیش‌بینی در اعمال مهارتی عمدتاً بر الگوهای جستجوی بینایی افراد خبره و مبتدی متمرکز بوده‌اند و از سوی دیگر این تحقیقات بیشتر بر پیش‌بینی فضایی و رویدادی توجه داشته‌اند تا پیش‌بینی زمانی و تطابق زمانی فرد با شیء نزدیک شونده، از این رو برای پاسخگویی به این سؤال که در طول حرکت یک شیء اطلاعات آغازین حرکت مهم است یا اطلاعات لحظات پایانی انجام چنین پژوهش‌هایی ضرورت می‌یابد. همچنین آگاهی از این که کدام دوره‌های زمانی در طول حرکت برای فرد مهم است و شخص بیشترین اطلاعات را از کدام دوره‌های زمانی کسب می‌کند، حائز اهمیت است و تحقیقات اندکی درصدد پاسخگویی به این سؤالات بوده و معدود تحقیقات انجام شده در این زمینه نیز دارای تناقضاتی هستند.

با توجه به این که ورزشکار برای کسب اطلاعات مربوط به شیء از اطلاعات بینایی استفاده می‌کند، اما برای عملکرد موفقیت‌آمیز در زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی اطلاعات حس عمقی برای تنظیم وضعیت بدن و اندام مجری نیز ضروری است. در رشته ورزشی هندبال و حتی سایر رشته‌های ورزشی به کرات شاهد مواردی هستیم که فرد قبل و حین شوت زدن، پاس دادن یا دریافت کردن با اغتشاشات حسی درونی (تحت عنوان نوبز عصبی) و یا بیرونی (اغتشاشات مکانیکی وارد از سوی حریفان، هم‌تیمی‌ها یا اشیای موجود در محیط) مواجه می‌شود. از سوی دیگر،

یکی از راه‌های آگاهی از نقش اطلاعات حس عمقی و راهبردهای پیش‌بین در خلال انجام تکالیف زمان‌بندی پیش‌بین و هماهنگی در گرفتن، مطالعه پاسخ افراد به اغتشاشات بیرونی است. اخیراً استفاده از اغتشاشات مکانیکی در سیستم حرکتی به ابزاری رایج برای مطالعات این‌چنینی مبدل شده است (۲۱). چندین تحقیق به منظور بررسی اثر اطلاعات حس عمقی در هماهنگی گرفتن و دریافت کردن از دست‌کاری و ایجاد اغتشاش مکانیکی استفاده نموده‌اند که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره خواهد شد (۲۳). حال این سؤال مطرح است که به‌طور کلی اطلاعات حس عمقی چه نقشی در دقت زمان‌بندی بر عهده داشته و اغتشاشات وارد بر حس عمقی چه تأثیری بر عملکرد زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی فرد می‌گذارد و این‌که آیا این‌گونه اطلاعات در موفقیت فرد و تیم اثرگذار هستند و تنها در پژوهش باستین، کالوین، مونتاگن (۲۰۰۶) به این موضوع پرداخته شده است. که البته شرکت‌کنندگان این پژوهش دارای تجارب متفاوتی در کار با توپ بوده و به صورت اختصاصی از رشته ورزشی خاصی انتخاب نشدند. این محققان بر اهمیت اطلاعات حس عمقی در کنترل عمل‌مهارتی اذعان نمودند. به‌طوری‌که نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که اطلاعات حس عمقی نه تنها برای موقعیت‌یابی هدف محرک با توجه به بدن حائز اهمیت هستند، بلکه برای اعمال تغییرات آنلاین در سرعت و جابه‌جایی اندام مجری برای اعمال مهارتی نیز ضروری هستند (۲۴). چندین پژوهش دیگر در خصوص دست‌کاری حس عمقی و نقش آن در کینماتیک مؤلفه‌های گرفتن انجام شده است که ذکر آن‌ها خالی از لطف نخواهد بود. هاگارد و وینگ (۱۹۹۱) کینماتیک مؤلفه‌های دسترسی و گرفتن را حین ایجاد یک اغتشاش مکانیک بر بازوی افراد مورد مطالعه قرار داد. نتایج آن‌ها نشان داد که علیرغم اینکه اغتشاش اعمال شده به صورت تصادفی بود، اما باز هم افراد توانستند برخی اعمال جبرانی را انجام دهند (۲۵). پولمن، وایتینگ و ساولزبرگ (۱۹۹۶) گزارش کرد که با وجود اغتشاش افراد باز هم قادر هستند تا به توپ دسترسی یابند و هیچ تفاوتی در جنبه‌های زمانی اصلی گرفتن وجود نداشت، البته در ویژگی‌های کینماتیکی دست‌ها حین گرفتن تغییراتی ایجاد شد (۲۶). باتون و همکاران (۲۰۰۱) که به دنبال بررسی تغییرات ناشی از کینماتیک گرفتن توپ در حال حرکت پس از ایجاد اغتشاش مکانیکی در دست‌ها بودند، اذعان داشتند که میزان باز شدن دست‌ها، سرعت دست برای چنگ زدن و برخی دیگر از متغیرها با ایجاد دست‌کاری در حس عمقی تغییر کرد، البته برخی مؤلفه‌های حرکت (برخی از ویژگی‌های نهایی وضعیت قرارگیری دست) نیز ثابت و بی‌تغییر باقی ماند که نتایج تا حدودی مشابه با پژوهش پولمن بود. البته این پژوهش بر دقت زمانی حاصل از گرفتن متمرکز نبود و تنها بر ویژگی‌های کینماتیکی تأکید داشت (۲۷).

در مجموع، با توجه به کمبود تحقیقات انجام‌شده در زمینه نقش اطلاعات بینایی و حس عمقی بر عملکرد زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی، به ویژه در ورزشکاران رشته هندبال، انجام پژوهش در این حوزه ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس نتایج پژوهش حاضر روشن خواهد نمود که مربیان به هنگام آموزش به ورزشکاران مبتدی باید بر کدام دوره‌های حرکت در اعمال مهارتی و زمان‌بندی پیش‌بین تأکید کنند. همچنین در پایان مشخص خواهد شد که اطلاعات حس عمقی برای ورزشکاران مبتدی تا چه حد حیاتی بوده و آیا به هنگام وقوع اغتشاشات این ورزشکاران قادر هستند که اصلاحاتی را در عمل خود انجام دهند تا دقت زمان‌بندی پیش‌بین آسیب نبیند. از این رو در این پژوهش محققان به دنبال بررسی نقش اهمیت دسترسی به اطلاعات بینایی در دوره‌های زمانی مختلف حرکت شیء بر دقت زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی بوده و هدف دیگر این پژوهش بررسی دست‌کاری حس عمقی بر میزان خطای زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی ادر نظر گرفته شد.

## روش‌شناسی:

**شرکت‌کنندگان:** ۱۰ دختر ۱۶-۱۵ ساله (با میانگین سنی  $15/3 \pm 0/4$ ) از میان ورزشکاران مبتدی هندبال (با سابقه چهار ماه) از طریق نمونه‌گیری در دسترس و به صورت غیر تصادفی انتخاب شدند. محققان با انتخاب افراد در دامنه سنی، رشته ورزشی، جنسیت و سطح تجربه یکسان، سعی در کنترل این گونه متغیرها داشتند. هیچ یک از شرکت‌کنندگان از هدف تحقیق آگاهی نداشتند و با ابزارهای پژوهش هیچ‌گونه آشنایی قبلی نداشتند. تمامی شرکت‌کنندگان به مدت چهار ماه در تمرینات هندبال شرکت داشتند. شرکت‌کنندگان سالم بوده و فاقد مشکل بینایی و بیماری‌های عصبی بودند. هر یک از شرکت‌کنندگان با رضایت کامل پرسشنامه اطلاعات فردی (سن، جنسیت، سابقه ورزشی و ...) را تکمیل کرده و در مرحله بعد مورد ارزیابی قرار گرفتند.

**ابزار:** در این تحقیق به منظور جمع‌آوری داده‌های خطای زمان‌بندی پیش‌بین از دستگاه زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی (ساخت شرکت پدیدار امید فردا، شهر تهران، کشور ایران) استفاده شد. به منظور انجام دست‌کاری در اطلاعات حس عمقی شرکت‌کنندگان از موتور و ویراتور ۵ ولتی استفاده شد.

دستگاه زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی، دقت زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی را می‌سنجد. در بخش نرم‌افزاری، محرک نورانی با ویژگی‌های مشخص حرکت خود را بر روی مسیر مشخص به سمت هدف معین آغاز می‌کند. سپس از شرکت‌کنندگان خواسته می‌شود که با فشار دادن کلید مربوطه طوری پاسخ دهد که محرک نورانی بر روی نقطه هدف متوقف شود. نرم‌افزار خطای زمانی و فضایی فرد را ثبت کرده و ذخیره می‌نماید. روایی این دستگاه  $0/87$  و پایایی آن  $0/83$  گزارش شده است (۲۸).

**روش اجرا:** به هنگام آزمون، هر یک از افراد جهت آزمون بر روی یک صندلی راحت که در فاصله یک متری از مانیتور قرار داشت، می‌نشستند. در گام اول قبل از اجرای آزمون، تکلیف به افراد توضیح داده می‌شد و سپس هر فرد جهت آشنایی با نرم‌افزار، ۱۰ کوشش انجام می‌داد. شرکت‌کنندگان بعد از تکمیل بلوک آزمایشی، شش بلوک به منظور بررسی نقش اطلاعات بینایی و شش بلوک به منظور بررسی نقش اطلاعات حس عمقی بر دقت زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی انجام دادند. هر بلوک شامل ده کوشش بود. که بین هر کوشش ۵ ثانیه زمان استراحت وجود داشت. فاصله زمانی بین هر بلوک ۳۰ ثانیه بود. در پایان میانگین خطای مطلق هر فرد در ۱۰ کوشش به عنوان خطای بلوک در نظر گرفته شد. به دلیل کنترل اثر ترتیب، نیمی از افراد بلوک‌های مربوط به آزمایش ۱ را ابتدا انجام داده و بعد از ۲ ساعت بلوک‌های آزمایش ۲ را تکمیل کردند. نیم دیگر شرکت‌کنندگان ابتدا به تکمیل بلوک‌های آزمایش ۲ پرداخته و بعد از ۲ ساعت بلوک‌های آزمایش ۱ را انجام دادند. در ادامه توضیحات دقیق‌تری در مورد ویژگی‌های هر بلوک بر اساس هدف پژوهش ارائه شده است.

## آزمایش ۱: بررسی نقش اطلاعات بینایی در دوره‌های زمانی مختلف بر دقت زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی

مدت زمان لازم برای پیمودن کل مسیر ۲ ثانیه بود و حرکت محرک در یک مسیر پرتابی انجام می‌شد. به منظور بررسی میزان اهمیت اطلاعات بینایی موجود در طول دوره حرکت ۶ بلوک طراحی شد. برای طراحی بلوک‌های آزمایشی کل مسیر حرکت به چهار قسمت تقسیم شده و هر بار در بخشی از این مسیر اطلاعات مربوط به حضور محرک از دسترسی فرد خارج می‌شد. در سه بلوک اطلاعات بینایی در قسمت اولیه حرکت وجود داشت و در بخش دوم دوره، اطلاعات بینایی حذف می‌شد. در سه بلوک دیگر، فرد در بخش اول مسیر به اطلاعات بینایی دسترسی

نداشته اما در نیمه دوم امکان رویت حرکت محرک برای فرد وجود داشت. در بلوک اول در  $0/5$  ثانیه ابتدایی مسیر حرکت محرک حضور داشت و در  $1/5$  ثانیه باقی مسیر امکان مشاهده حرکت محرک وجود نداشت. در بلوک دوم، در  $0/5$  ثانیه ابتدایی مسیر، حرکت محرک دیده نمی‌شد و در  $1/5$  ثانیه باقی مانده مسیر محرک ظاهر می‌شود. در بلوک سوم و چهارم هم روند به همین شکل بود فقط در نقطه میانی مسیر حضور و عدم حضور محرک تعیین می‌شد. در بلوک سوم در  $1$  ثانیه ابتدایی مسیر، محرک حضور داشت و در  $1$  ثانیه انتهایی محرک ناپدید می‌شد. در بلوک چهارم، بعد از گذشت  $1$  ثانیه از کل مسیر محرک ظاهر می‌شد. در بلوک پنجم فرد در  $1/5$  ثانیه ابتدای مسیر به اطلاعات بینایی دسترسی داشت اما در  $0/5$  ثانیه انتهایی مسیر محرک ناپدید می‌شد. در بلوک آخر نیز فرد تنها در  $0/5$  ثانیه پایانی حرکت، محرک را مشاهده می‌کرد. در نهایت خطای این شش بلوک با بلوکی که محرک در کل مسیر حضور داشت، مقایسه خواهد گردید.

### آزمایش ۲: بررسی نقش اطلاعات حس عمقی بر دقت زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی

در این بخش نیز مدت زمان لازم برای پیمودن کل مسیر  $2$  ثانیه بوده و حرکت محرک به شکل پرتابی انجام می‌شد. در بلوک اول سرعت حرکت محرک یکنواخت (شتاب صفر)، در بلوک دوم، سرعت محرک کاهنده (شتاب منفی) و در بلوک آخر فزاینده (شتاب مثبت) بود. آزمودنی‌ها بعد از انجام سه بلوک پیش‌آزمون و پس از گذشت یک ساعت سه بلوک مشابه با پیش‌آزمون تکرار می‌شد، اما این بار به منظور بررسی تأثیر دست‌کاری اطلاعات حس عمقی، یک ویراتور بر روی استخوان متاکارپ دست برتر افراد قرار داده شد. این ویراتور در آغاز هر کوشش روشن شده و تا پایان مسیر ادامه داشت تا با ایجاد اغتشاش در اطلاعات حس عمقی کف دست فرد تغییرات حاصل در خطای زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی مشاهده شود.

**روشن آماری:** از آمار توصیفی برای طبقه‌بندی داده‌ها، از آزمون شاپیروویلک<sup>۱</sup> برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد. پس از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده‌ها، در گام اول و به منظور تعیین تفاوت زمان‌بندی پیش‌بین افراد در شش بلوک بینایی از تحلیل واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد و جهت تعیین دقیق محل تفاوت آزمون تعقیبی LSD به کار گرفته شد. همچنین به منظور بررسی تأثیر دست‌کاری اطلاعات حس عمقی بر دقت زمان‌بندی پیش‌بین در پیش‌آزمون و پس از آزمون از تی همبسته استفاده شد. محاسبات آماری پژوهش حاضر با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش هجدهم انجام شد.

### یافته‌ها:

در مرحله اول به منظور بررسی میزان اهمیت دسترسی به اطلاعات بینایی در زمان‌های مختلف حرکت محرک (در ۶ حالت مختلف آزمایشی) از تحلیل واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. خلاصه‌ای از یافته‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مدت زمان و دوره دسترسی شرکت‌کنندگان به اطلاعات بینایی بر میزان خطای زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی افراد اثرگذار است. جهت تعیین دقیق تفاوت‌های مشاهده شده در شش شرایط، از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. نتایج مربوط به آزمون تعقیبی در جدول ۲ گزارش شده است.

## جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر در بررسی تفاوت دوره‌های زمانی حائز اهمیت در دسترسی به بینایی

مقدار معناداری	آماره F	انحراف استاندارد	میانگین	متغیر
۰/۰۰۱	۱۶/۴۷۴	۰/۱۸۲۶	۰/۴۰۵۴	خطای زمان‌بندی به هنگام مشاهده محرک در ۰/۵ ثانیه ابتدایی
		۰/۰۴۷۵	۰/۱۰۲۰	خطای زمان‌بندی به هنگام مشاهده محرک در ۱/۵ ثانیه پایانی
		۰/۰۴۶۱	۰/۰۵۹۴	خطای زمان‌بندی به هنگام مشاهده محرک در ۱ ثانیه ابتدایی
		۰/۰۴۳۷	۰/۰۸۲۶	خطای زمان‌بندی به هنگام مشاهده محرک در ۱ ثانیه پایانی
		۰/۰۶۵۵	۰/۱۲۰۴	خطای زمان‌بندی به هنگام مشاهده محرک در ۱/۵ ثانیه ابتدایی
		۰/۲۳۶۳	۰/۳۸۸۶	خطای زمان‌بندی به هنگام مشاهده محرک در ۰/۵ ثانیه پایانی
		۰/۰۱۵۵	۰/۰۵۰۶	خطای زمان‌بندی به هنگام حضور محرک در کل مسیر

همان‌طور که در جدول ۲ گزارش شده است، نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که بین بلوک اول و سایر بلوک‌ها و نیز بلوک ششم و پنج بلوک دیگر تفاوت معنادار مشاهده شد. به عبارت دیگر، در نبود اطلاعات بینایی مربوط به حضور محرک، در ۰/۵ ثانیه ابتدایی و انتهایی حرکت، بیشترین خطای زمان‌بندی مشاهده شد. همچنین بلوک سوم و پنجم نیز دارای اختلاف معنادار بودند. به گونه‌ای که خطای ورزشکاران در بلوک پنجم بیشتر از بلوک سوم بود. از سوی دیگر همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان خطای افراد هنگامی که در نیمی فاصله زمانی مسیر قادر به دیدن محرک بودند مشابه با زمانی بود که افراد در کل مسیر محرک را می‌دیدند.

## جدول ۲. نتایج آزمون تعقیبی در بررسی تفاوت مشاهده شده در شرایط مختلف دسترسی بینایی

مقدار معناداری	تفاوت میانگین	تفاوت متغیرها
۰/۰۰۱	۰/۳۰۳	خطای زمان‌بندی بلوک ۱ خطای زمان‌بندی بلوک ۲
۰/۰۰۱	۰/۳۴۶	خطای زمان‌بندی بلوک ۱ خطای زمان‌بندی بلوک ۳
۰/۰۰۱	۰/۳۲۳	خطای زمان‌بندی بلوک ۱ خطای زمان‌بندی بلوک ۴
۰/۰۰۱	۰/۲۸۵	خطای زمان‌بندی بلوک ۱ خطای زمان‌بندی بلوک ۵
۰/۰۰۱	۰/۳۵۵	خطای زمان‌بندی بلوک ۱ خطای زمان‌بندی بلوک ۷
۰/۰۰۲	-۰/۲۸۷	خطای زمان‌بندی بلوک ۲ خطای زمان‌بندی بلوک ۶
۰/۰۱۹	۰/۰۵۱	خطای زمان‌بندی بلوک ۲ خطای زمان‌بندی بلوک ۷
۰/۰۰۴	-۰/۳۰۶	خطای زمان‌بندی بلوک ۳ خطای زمان‌بندی بلوک ۵
۰/۰۰۲	-۰/۳۲۹	خطای زمان‌بندی بلوک ۳ خطای زمان‌بندی بلوک ۶
۰/۰۰۴	-۰/۳۰۶	خطای زمان‌بندی بلوک ۴ خطای زمان‌بندی بلوک ۶
۰/۰۰۹	-۰/۲۶۸	خطای زمان‌بندی بلوک ۵ خطای زمان‌بندی بلوک ۶
۰/۰۰۹	۰/۰۷	خطای زمان‌بندی بلوک ۵ خطای زمان‌بندی بلوک ۷
۰/۰۰۱	۰/۳۳۸	خطای زمان‌بندی بلوک ۶ خطای زمان‌بندی بلوک ۷

در گام بعد داده‌های آزمایش ۲ مورد تحلیل قرار گرفت. آماره‌های توصیفی شامل میانگین و انحراف استاندارد خطای افراد در بلوک‌های آزمایشی دست‌کاری اطلاعات حس عمقی به طور خلاصه در جدول ۳ ارائه شده است. در گام بعد به منظور بررسی تأثیر ارتعاش یا به عبارتی دست‌کاری اطلاعات حس عمقی بر خطای زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی از تی همبسته استفاده شد. یافته‌های حاصل در جدول ۴ درج شده است.

## جدول ۳- میانگین و انحراف معیار بلوک‌های دست‌کاری حس عمقی

انحراف استاندارد	میانگین	
۰/۰۱۵۵	۰/۰۵۰۶	پیش آزمون - خطای بلوک یکنواخت
۰/۰۲۰۳	۰/۰۵۴۸	پیش آزمون - خطای بلوک فزاینده
۰/۱۶۲۰	۰/۳۹۹۸	پیش آزمون - خطای بلوک کاهنده
۰/۰۲۸۴	۰/۰۵۳۰	پس‌آزمون - خطای بلوک یکنواخت
۰/۱۵۵۸	۰/۲۸۳۳	پس‌آزمون - خطای بلوک فزاینده
۰/۱۴۶۸	۰/۵۶۲۹	پس‌آزمون - خطای بلوک کاهنده

به منظور بررسی تأثیر ارتعاش یا به عبارتی دست‌کاری اطلاعات حس عمقی بر خطای زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی از تی همبسته استفاده شد. یافته‌های حاصل در جدول ۴ درج شده است.

## جدول ۴- نتایج آزمون تی همبسته در مقایسه تأثیر دست‌کاری حس عمقی در خطای زمان-

## بندی پیش‌بین انطباقی

مقدار معناداری	آماره تی	
۰/۷۸۴	-۰/۲۸۳	پیش آزمون- پس آزمون - خطای بلوک یکنواخت
۰/۰۰۱	-۴/۹۶۶	پیش آزمون- پس آزمون - خطای بلوک کاهنده
۰/۰۲۵	-۲/۶۸۶	پیش آزمون- پس آزمون - خطای بلوک فزاینده

همان‌طور که در جدول ۴ گزارش شده است، در پیش آزمون و پس آزمون شرایطی که حرکت محرک به صورت فزاینده و کاهنده صورت گرفته است، تفاوت معنادار مشاهده شد. به گونه‌ای که با اعمال ارتعاش در کف دست آزمودنی‌ها خطای زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی افزایش یافته است. مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در بلوک کاهنده نشان داد که خطا در پس‌آزمون ( $0/5629 \pm 1/1468$ ) به طرز چشمگیری نسبت به پیش‌آزمون ( $0/0 \pm 3998/1620$ ) افزایش یافته است. در بلوک فزاینده نیز خطا در پس‌آزمون ( $0/0 \pm 283/1558$ ) بیشتر از پیش‌آزمون ( $0/0 \pm 0548/0203$ ) بود.

## بحث و نتیجه‌گیری:

پژوهش حاضر در پی بررسی نقش دسترسی به اطلاعات بینایی در دوره‌های زمانی مختلف حرکت شیء بر دقت زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی بود. سؤال مطرح شده این بود که فرد بیشتر به اطلاعات آغازین حرکت نیازمند است، اطلاعات میانی یا انتهایی حرکت؟ هدف دیگر این پژوهش بررسی دست‌کاری حس عمقی بر میزان خطای زمان-بندی پیش‌بین انطباقی است.

یافته‌ها حاکی از آن است که مدت زمان و دوره دسترسی شرکت‌کنندگان به اطلاعات بینایی بر میزان خطای زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی افراد اثرگذار است. در نبود اطلاعات بینایی مربوط به حضور محرک، در ۰/۵ ثانیه ابتدایی و انتهایی حرکت، بیشترین خطای زمان‌بندی مشاهده شد. به عبارت دیگر به نظر می‌رسد افراد مبتدی به اطلاعات ۰/۵ ثانیه اول و نیم ثانیه پایانی حرکت وابستگی بیشتری داشته و در این دو دوره اطلاعات بیشتری را از شیء دریافت می‌کند که با حذف این اطلاعات خطای زمان‌بندی افزایش می‌یابد. همچنین تفاوتی در دقت زمان‌بندی پیش‌بین افراد در شرایط حضور محرک در کل مسیر و یا در نیمی از مسیر مشاهده نشد. بخش دوم نتایج بیانگر تفاوت خطای زمان‌بندی افراد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو بلوک فزاینده و کاهنده بود. به گونه‌ای که ارتعاش ایجاد شده در کف دست، به هنگام حرکت شتابدار محرک باعث افزایش خطای زمان‌بندی شد. این نتایج اهمیت اطلاعات حس عمقی در توانایی زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی را گوشزد می‌کند.

همان‌طور که بیان شد عدم دسترسی به اطلاعات زمان و موقعیت شیء متحرک در برخی برهه‌های زمانی باعث افزایش خطا در عملکرد زمان‌بندی پیش‌بین گشت که هم‌راستا با تحقیقات دیویدز و استانفورد بود که نشان دادند در حرکات مهاری مسدود کردن بینایی باعث تخریب عملکرد می‌گردد. لند و مک لئود (۲۰۰۰) با بررسی حرکات چشم ضربه‌زننده‌های کریکت گزارش کردند که یک ارتباط نظام‌مند بین خیرگی و مهارت ضربه‌زدن وجود دارد که نتایج پژوهش حاضر نیز گواهی بر این امر است، چرا که مدت زمان دنبال کردن حرکت محرک بر دقت زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی اثرگذار بود (۹).

همچنین نتایج نشان داد دسترسی به اطلاعات بینایی در  $0/5$  ثانیه اول حرکت (یک چهارم کل مدت حرکت) برای مبتدیان حائز اهمیت است. یافته‌های حاصل از این پژوهش مؤید چند پژوهش انجام شده در این حوزه است. طبق گفته رودریگز و همکاران (۲۰۰۲) بازیکنان برای بازگردان ضربه تنیس روی میز و جای‌گیری مناسب بر اساس اطلاعات ابتدای پرواز توپ عمل می‌کنند (۱۰). ویکرز (۱۹۹۶) گزارش کرد که بسکتبالیست‌های خبره تثبیت بر روی هدف (حلقه) را تا مراحل میانی آماده‌سازی ادامه داده و تثبیت را در مدت طولانی‌تری حفظ می‌کنند. مسلماً تثبیت بر روی هدف در آغاز فرایند آماده‌سازی و حفظ خیرگی تا آغاز عمل بسیار مهم است (۱۳). ویکرز و آدولف (۱۹۹۷) خیرگی و تعقیب بصری توپ توسط دریافت‌کننده‌های خبره در والیبال پیش از حرکت را گزارش کردند. مدت تعقیب اطلاعات بصری در این ورزشکاران برابر با ۴۳۲ هزارم ثانیه بود که بسیار نزدیک به عدد حاصل در پژوهش حاضر است (۱۴). یافته‌های تمامی تحقیقات مذکور در ارتباط با کسب اطلاعات بینایی در آغاز حرکت همسان بوده، اما در تحقیق حاضر اطلاعات بینایی در  $0/5$  ثانیه پایانی حرکت نیز حائز اهمیت بود که در این تحقیقات گزارشی در این مورد وجود نداشت. به عبارتی دسترسی به اطلاعات پایانی حرکت برای شرکت‌کنندگان این پژوهش حیاتی نبود. شاید علت این امر تفاوت در سطح مهارت شرکت‌کنندگان این پژوهش با شرکت‌کنندگان سایر تحقیقات باشد. شرکت‌کنندگان پژوهش حاضر همگی مبتدی بوده در حالی که سایر محققین به بررسی افراد خبره و نیمه خبره پرداخته‌اند. در تحقیق ریپول و فلورانس (۱۹۸۸) نیز افراد خبره توپ را در کل مسیر پرواز توپ تعقیب نمی‌کردند بلکه تنها از اطلاعات آغازین مسیر استفاده می‌کردند. ریپول و فلورانس در بخش پایانی پرواز توپ مکانیسم تثبیت چشم-دست را مشاهده کردند. قبل از برخورد توپ با راکت، بین چشم توپ از روی میز و ضربه فرد، چشم‌ها تثبیت شده و در راستای سر قرار گرفت. چشم و سر بر نقطه برخورد توپ و راکت قبل از رسیدن توپ ثابت می‌شد (۴). هوبارد و سینگ (۱۹۵۴) نیز گزارش کردند که ضربه زنده دنبال کردن توپ با چشمانش را در فاصله بین  $1/7$  تا  $2/7$  متری از نقطه برخوردش با چوب متوقف می‌کند (۴).

از دیدگاه پردازش اطلاعات تجربه انجام اعمال مهارتی و حتی نگاه کردن به مسیر پرتابه و سرعت اجسام در حال حرکت باعث ایجاد ذخیره در حافظه بلندمدت گشته که به ادراک، تصمیم‌گیری و سازماندهی اعصاب و ابران لازم برای یک عمل مهارتی موفقیت‌آمیز کمک می‌کند. جکسون و موگان (۲۰۰۷) اظهار داشتند که یکی از ویژگی‌های خبرگی در بسیاری از مهارت‌های واکنشی، استفاده از اطلاعات بینایی پیشرفته از الگوهای حرکتی برای پیش‌بینی رخدادهای رفتاری است و تحلیل قیود زمانی در هر مهارت یا رشته ورزشی خاص آن مهارت و رشته ورزشی بوده و می‌تواند برای مهارتی دیگر متفاوت باشد (۲۹). به عبارت دیگر ممکن است کیفیت جستجوی بینایی افراد خبره به نحوی باشد که آن‌ها را بی‌نیاز از اطلاعات پایانی حرکت کند. که به این امر در چندین پژوهش اشاره شده است (۱۷-۱۵). البته رودریگز و همکاران (۲۰۰۲) تأکید کردند که اطلاعات بینایی لحظات پایانی پرواز توپ نیز ممکن است به بازیکنان کمک کند تا موقعیت و سرعت توپ را تخمین بزنند (۱۰). شاید علت دیگر نوع تکلیف و نمای مشاهده شده از محرک باشد. چرا که در این پژوهش شرکت‌کنندگان به انجام یک تکلیف آزمایشگاهی پرداختند که خروجی حرکتی آن فشار یک دکمه بود و فرد از نمای جانبی حرکت محرک را می‌دید که از سمت چپ صفحه نمایش به سمت راست حرکت می‌کرد، اما در پژوهش‌های خارجی تکالیف ورزشی به کار گرفته شده بود و فرد فیلم و یا حرکت ورزشی واقعی را از نمای روبه‌رو می‌دید. شاید متغیرهای زیربنایی برای پیش‌بینی زمان

رسیدن در این دو موقعیت متفاوت باشد و همین امر منجر به به‌کارگیری راهبردهای مختلف برای جستجوی بینایی گردد.

از سوی دیگر نتایج نشان داد که خطای افراد در شرایطی که به اطلاعات بینایی کل مسیر دسترسی داشتند، تفاوت چندانی با خطای افراد در دسترسی ۵۰ درصدی به بینایی نداشت. این نتایج به نوعی ناقض این توصیه مریبان است که «با چشمانت توپ را دنبال کن». چرا که به نظر می‌رسد برای مبتدیان دسترسی به اطلاعات در کل دوره زمانی حرکت شیء ضروری نیست و دنبال کردن شیء در کل مسیر تأثیر چندانی در میزان دقت افراد ندارد. هر چند دلیل قطعی این امر مشخص نیست اما برخی دلیل این امر را حرکت بسیار سریع توپ می‌دانند و معتقدند چشم قادر به تعقیب توپ نیست (۱۱).

همچنین نتایج مربوط به بررسی نقش اطلاعات حس عمقی بر عملکرد زمان‌بندی پیش‌بین افراد نشان داد که ایجاد اغتشاش در اطلاعات حس عمقی منجر به خطا در پیش‌بینی و تخمین مسافت و زمان باقیمانده رسیدن محرک تا نقطه هدف می‌شود به گونه‌ای که به هنگام حرکت شتابدار محرک باعث افزایش خطای زمان‌بندی شد، تنها در یک پژوهش به بررسی نقش اطلاعات حس عمقی در اعمال مهارتی پرداخته شده است. این محققان بر اهمیت اطلاعات حس عمقی در کنترل عمل مهارتی تأکید کرده و نشان دادند که اطلاعات حس عمقی نه تنها برای موقعیت‌یابی هدف محرک با توجه به بدن حائز اهمیت هستند، بلکه برای اعمال تغییرات آنلاین در سرعت و جابه‌جایی اندام مجری برای اعمال مهارتی نیز ضروری هستند.

باید به این نکته اشاره کرد که افزایش خطای زمان‌بندی پیش‌بین به هنگام حرکت یکنواخت محرک مشاهده نشد. شاید علت را بتوان در تحقیقات انجام شده در زمینه کنترل پیش‌خوراندی یافت. زمانی که یک اغتشاش مکانیکی دست را از مسیر مطلوب خارج می‌کند، خطای حاصله به سرعت توسط مکانیزم کنترلی پیش‌خوراندی جبران می‌شود (یعنی سازگاری حرکتی) (۳۰). اما از آنجا که تغییر در سرعت محرک در دو بلوک آزمایشی طراحی شده بار شناختی و پردازشی بیشتری را بر آزمودنی وارد آورده، اثرات دست‌کاری اطلاعات حس عمقی برجسته می‌گردد. طبق تحقیقات صورت گرفته یک شیوه برای اعمال کنترل در اعمال مهارتی تنظیم آنلاین ویژگی‌های فضایی و زمانی حرکات اندام مجری ماست (۳۱، ۳۲). از آنجا که این امر به علت تبادل بین سرعت حرکاتمان و دقت فضایی به دست آمده محدود می‌شود (قانون فیتز)، فرد باید برای کاهش هر دو نوع خطا تبادل انجام دهد که در شرایط کنونی دقت فرد در تخمین زمان باقی مانده دچار خدشه شده است (۳۱).

مطالعات نشان داده‌اند که می‌توان مهارت پیش‌بینی ورزشکاران را از طریق بازی‌های ویدئویی بهبود بخشید (۳۳). برخی مطالعات مشخص نمودند که بهبود قدرت پیش‌بینی ورزشکاران در آزمایشگاه باعث بهبود عملکرد در زمین واقعی مسابقه می‌گردد (۳۳). با توجه به حضور مدافعان در رشته‌های تیمی (همچون هندبال) به منظور ممانعت از دستیابی به توپ و یا سهولت در انجام شوت، و همچنین اغتشاشات درونی (نویز عصبی) احتمال اغتشاش در دست و سایر اندام‌ها وجود دارد، بنابراین تمرین این مهارت‌ها در آزمایشگاه با تجهیزات ساده جهت بهره‌برداری بیشتر از اطلاعات بینایی و جبران اغتشاشات حسی ایجاد شده می‌تواند در دستور کار مریبان قرار گیرد.

در مجموع با توجه به اینکه در زمینه بررسی اهمیت نقش اطلاعات بینایی و حس عمقی در زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی بازیکنان هندبال پژوهشی انجام نشده بود، اکنون با این پژوهش روشن شد که اطلاعات بینایی آغاز و پایان یک تکلیف زمان‌بندی پیش‌بین نسبت به اطلاعات میانی اهمیت بیشتری داشته و اطلاعات موجود در این دوره‌های

زمانی در موفقیت افراد نقش مهمی بر عهده دارند، لذا مربیان به هنگام آموزش مهارت باید بر این دوره‌های زمانی تأکید کنند، هرچند برای ارائه این‌گونه دستورالعمل‌ها انجام پژوهش‌های آزمایشی ضرورت دارد. از سوی دیگر این تحقیق نشان داد که ورزشکاران مبتدی، به هنگام رویارویی با محرک‌هایی که دارای سرعت یکنواخت هستند، قادر به ایجاد اصلاحاتی جهت کاهش خطا هستند، اما در محرک‌هایی با سرعت فزاینده و کاهش این سازگاری مشاهده نشد. این نتایج دو مورد را روشن می‌سازند. اول این‌که؛ اطلاعات برآمده از حس عمقی باعث افزایش دقت در زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی می‌گردد که این امر به نوعی می‌تواند موفقیت در مهارت‌های مهاری (دریافت توپ، بازگرداندن توپ یا شیء نزدیک شونده) را تضمین کند. دوم این‌که، افراد مبتدی نیز تا حدی قادر به سازگاری و انطباق با اغتشاشات مکانیکی وارده هستند، اما این توانایی در آن‌ها به اندازه ورزشکاران ماهر توسعه نیافته است، تا بتوانند در شرایط پیچیده‌تر شناختی یا حرکتی اصلاحاتی را در حرکت خود ایجاد کنند.

اگرچه باید توجه داشت در خصوص وقوع این نتایج در شرایط واقعی ورزشی و حین اجرای مهارت‌های ورزشی تردید وجود دارد، با این حال با توجه به آن‌چه در خصوص اعمال اغتشاش مکانیکی توسط مدافعان در هندبال گفته شد به پژوهش‌گران پیشنهاد می‌شود، نقش دست‌کاری‌های حس عمقی را در تکالیف مهاری ورزشی مجدداً با تجهیزات تحلیل حرکت و یا با حضور مدافعان مورد بررسی قرار داده تا بتوان با قدرت بیشتری بر نتایج پژوهش‌های این‌چنینی استناد نمود. با اعمال آشفته‌گی در زمان‌های مختلف حرکت می‌توان اهمیت این اطلاعات در مراحل مختلف اجرا را مورد ارزیابی قرار داد. همچنین اهمیت دوره‌های بحرانی در دستیابی به اطلاعات بینایی را باید به صورت مهارت‌های ویژه ورزشی و با استفاده از تجهیزات تحلیل حرکت و جستجوی بینایی مجدداً مورد بررسی قرار داده تا اعتبار بومشناختی آن نیز مورد تأیید قرار بگیرد. در پژوهش‌های آتی می‌توان یکپارچگی اطلاعات حس عمقی و بینایی را در تکالیف زمان‌بندی پیش‌بین انطباقی و یا تکالیف مهاری مورد بررسی قرار داد. در پایان پیشنهاد می‌شود، نقش اطلاعات بینایی و حس عمقی در ورزشکاران با سطوح مهارتی مختلف و در گروه‌های سنی و جنسیتی متفاوت مورد ارزیابی قرار گیرد.

### سپاسگزاری:

محققان بر خود لازم می‌دانند، از همکاری سرکار خانم سیده منصوره جلالی در جهت پیشبرد این پژوهش، صمیمانه قدردانی و تشکر نمایند.

### منابع:

1. Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N., & Attarbashi Moghadam, B. (2013). Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European journal of sport science*, 13(5), 431-436.
2. Nuri, L., Shadmehr, A., Attarbashi Moghaddam, B., & Ghotbi, N. (2012). Comparison of reaction time and anticipatory skill between female athletes and non-athletes. *Modern Rehabilitation*, 6(3), 37-43. [in Persian]
3. Söğüt, M., Ak, E., Koçak, S. (2009) Coincidence Timing Accuracy of Junior Tennis Players. *Hacettepe J Sport Sci.*, 20(1):1-5.
4. McMorris, T. (2011). *Acquisition and performance of sports skills*. John Wiley & Sons.
5. Sanders, G. (2011). sex differences in coincidence-anticipation timing (cat): a review. *Perceptual and motor skills*, 112(1), 61-90.

6. Beek, P. J., Dessing, J. C., Peper, C. E., & Bullock, D. (2003). Modelling the control of interceptive actions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358(1437), 1511-1523.
7. Torriani-Pasin, C., Bonuzzi, G. M., Soares, M. A., Antunes, G. L., Palma, G. C., Monteiro, C. B., ... & Corrêa, U. C. (2013). Performance of Down syndrome subjects during a coincident timing task. *International archives of medicine*, 6(1), 15.
8. Meeuwssen, H. J., Goode, S. L., & Goggin, N. L. (1995). Coincidence-anticipation timing. *Women in Sport and Physical Activity Journal*, 4, 59-76.
9. Land, M. F., & McLeod, P. (2000). From eye movements to actions: how batsmen hit the ball. *Nature neuroscience*, 3(12), 1340-1345.
10. Rodrigues, S. T., Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2002). Head, eye and arm coordination in table tennis. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 187-200.
11. Mann, D. L., Spratford, W., & Abernethy, B. (2013). The head tracks and gaze predicts: how the world's best batters hit a ball. *PloS one*, 8(3), e58289.
12. Davids, K., & Stratford, R. (1989). Peripheral vision and simple catching: The screen paradigm revisited. *Journal of sports sciences*, 7(2), 139-152.
13. Vickers, J. N. (1996). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(2), 342.
14. Vickers, J. N., & Adolphe, R. M. (1997). Gaze behaviour during a ball tracking and aiming skill. *International Journal of Sports Vision*, 4(1), 18-27.
15. Ripoll H, Latiri I. Effect of expertise on coincident-timing accuracy in a fast ball game. *J Sport Sci*. 1997; 15(6):573-80.
16. Savelsbergh, G. J., Williams, A. M., Kamp, J. V. D., & Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of sports sciences*, 20(3), 279-287.
17. Shim, J., Carlton, L. G., Chow, J. W., & Chae, W. S. (2005). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of motor behavior*, 37(2), 164-175.
18. Tresilian, J. R. (2005). Hitting a moving target: Perception and action in the timing of rapid interceptions. *Perception & Psychophysics*, 67(1), 129-149.
19. Benguigui, N., Ripoll, H., & Broderick, M. P. (2003). Time-to-contact estimation of accelerated stimuli is based on first-order information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(6), 1083.
20. Lobjois, R., Benguigui, N., & Bertsch, J. (2006). The effect of aging and tennis playing on coincidence-timing accuracy. *Journal of aging and physical activity*, 14(1), 74.
21. Akpinar, S., Devrilmez, E., & Kirazci, S. (2012). Coincidence-anticipation timing requirements are different in racket sports. *Perceptual and motor skills*, 115(2), 581-593.
22. Kim, R., Nauhaus, G., Glazek, K., Young, D., & Lin, S. (2013). Development of coincidence-anticipation timing in a catching task. *Perceptual and motor skills*, 117(1), 1361-1380.
23. Button, C., Davids, K., Bennett, S. J., & Savelsbergh, G. J. (2002). Anticipatory responses to perturbation of co-ordination in one-handed catching. *Acta psychologica*, 109(1), 75-93.
24. Bastin, J., Calvin, S., & Montagne, G. (2006). Muscular proprioception contributes to the control of interceptive actions. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 32(4), 964.
25. Haggard, P., & Wing, A. M. (1991). Remote responses to perturbation in human prehension. *Neuroscience letters*, 122(1), 103-108.

26. Polman, R. C. J., Whiting, H. T. A., & Savelsbergh, G. J. P. (1996). The spatiotemporal structure of control variables during catching. *Experimental brain research*, 109(3), 483-494.
27. Button, C., Davids, K., Bennett, S. J., & Taylor, M. A. (2000). Mechanical perturbation of the wrist during one-handed catching. *Acta psychologica*, 105(1), 9-30.
28. Abdoli, B., & Farsi, A. (2013). comparison the effect of increasing and decreasing contextual interference with the change motor program on the task of learning anticipation timing coincidence and error detection capability. *Journal of Motor Behavior*, 5(13), 57-76.
29. Jackson, R. C., & Mogan, P. (2007). Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of motor behavior*, 39(5), 341-351.
30. Shadmehr, R., & Mussa-Ivaldi, F. A. (1994). Adaptive representation of dynamics during learning of a motor task. *The Journal of Neuroscience*, 14(5), 3208-3224.
31. Caljouw, S. R., van der Kamp, J., & Savelsbergh, G. J. (2006). The impact of task-constraints on the planning and control of interceptive hitting movements. *Neuroscience Letters*, 392(1), 84-89.
32. Tresilian, J. R., & Plooy, A. M. (2006). Effects of acoustic startle stimuli on interceptive action. *Neuroscience*, 142(2), 579-594.
33. Mori, S., Ohtani, Y., & Imanaka, K. (2002). Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human Movement Science*, 21(2), 213-230.