

## تاثیر یادگیری آشکار و پنهان بر قابلیت شناسایی خطا: آزمون فرضیه بازنمایی مبتنی بر نمونه

دکتر بهروز عبدلی<sup>۱</sup>، دکتر حسام رمضان زاده<sup>۲</sup>

## چکیده

**مقدمه و هدف:** تحقیقات مختلف نشان دادند که افراد می‌توانند در یک محیط قاعده‌مند بدون توجه هوشیارانه یاد بگیرند. این نوع یادگیری، یادگیری پنهان، در مقابل نوع مرسوم یادگیری، یادگیری آشکار قرار دارد. هدف از این تحقیق، مقایسه تاثیر یادگیری آشکار و پنهان بر اکتساب و یادداری تکلیف زمانبندی پیش بین و قابلیت شناسایی خطا است.

**روش شناسایی:** تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی است. تعداد ۳۰ دانشجوی ۲۳-۲۵ ساله بطور داوطلب در تحقیق شرکت کردند که به طور تصادفی در ۳ گروه آزمایشی قرار گرفتند. بهر گروه یادگیری آشکار، درباره وجود توالی تکراریدر بخش میانی (در بین دو بخش تصادفی) اطلاعاتی داده شد. گروه یادگیری پنهان بدون تکلیف ثانویه همین تکلیف را بدون آگاهی از وجود توالی تکراری در بخش میانی اجرا کردند. به گروه سوم (یادگیری پنهان با تکلیف ثانویه) همزمان با اجرای تکلیف یک تکلیف ثانویه داده شد. آزمودنی‌ها پس از شرکت در پیش‌آزمون به مدت ۳ روز و در هر روز ۱۵ بلوک ۱۸ کوششی را تمرین کردند و سپس در آزمون یادداری شرکت کردند. داده‌ها با روش تحلیل واریانس عاملی مرکب (۳ گروه  $\times$  ۳ آزمون) تحلیل شد.

**یافته‌ها:** یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که در تمام گروه‌ها، بخش تکراری میانی نسبت به حداقل یکی از بخش‌های تصادفی تفاوت معنی‌داری دارد ( $p=0/0001$ ). همچنین بین گروه‌ها در خطای مطلق تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $p=0/393$ ). با وجود این که آزمودنی‌ها در گروه‌های پنهان از وجود توالی‌های تکراری اطلاع نداشتند، اما به اندازه گروه آشکار یاد گرفتند. نتایج همچنین نشان می‌دهد که گروه آشکار در قابلیت شناسایی خطا نسبت به هر دو گروه پنهان به طور معنی‌داری بهتر عمل کرده است ( $p=0/004$ ).

**بحث و نتیجه‌گیری:** تحقیق حاضر، نشان می‌دهد که تجربیات اجرای حرکتی، سطح یادگیری حرکتی فرد را افزایش می‌دهد، حتی وقتی که افراد از اجزای تکلیف که باعث تغییر می‌شوند، بی‌اطلاع باشند. لذا بر طبق یادگیری پنهان افراد می‌توانند عملکردشان را به وسیله‌ی این فرض که آن‌ها بازنمایی‌های مبتنی بر نمونه را کسب کرده‌اند، درک کنند.

**واژه‌های کلیدی:** یادگیری پنهان، یادگیری آشکار، تکلیف زمانبندی پیش بین انطباقی، بازنمایی مبتنی بر نمونه

۱ دانشیار تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه رفتار حرکتی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲ استادیار تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه رفتار حرکتی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

## بیان مسئله

در آموزش مهارت‌های حرکتی، به طور مرسوم اطلاعات مربوط به اجرای حرکتی به صورت آشکار و از طریق بازخورد، راهنمایی کلامی و تصویرسازی به اجرا کننده ارائه می‌شود و فرض بر این است که این فرایندها به یادگیری کمک می‌کند (۱). با این وجود مطالعات نشان دادند که افراد با قاعده خاصی در محیط‌شان می‌آموزند، بدون آن که از این یادگیری آگاهی داشته باشند. اکتساب اطلاعات بر طبق یک قاعده در محیط بدون توجه به یادگیری یا بدون آگاهی هشیار از این قاعده یا بدون به خاطر آوردن چگونگی کسب این اطلاعات، روی می‌دهد (۲). تولمن (۱۹۳۰) اولین فردی بود که بدون پاداش به اعمال مشهود، یادگیری را در موش‌ها مشاهده کرد که این نوع از یادگیری را که بدون پاداش صورت گرفت، یادگیری نهفته نامید. این نوع یادگیری که با عنوان یادگیری پنهان<sup>۱</sup> شناخته می‌شود در مقابل نوع دیگری از یادگیری (آشکار)<sup>۲</sup> قرار می‌گیرد (۳). کاربرد یادگیری پنهان اولین بار توسط ربر<sup>۳</sup> (۱۹۶۷ - ۱۹۶۹) صورت گرفت. به عقیده ربر (۱۹۹۳) یادگیری پنهان کسب دانشی است که مستقل از تلاش‌های هشیارانه برای یادگیری و بدون دانش آشکار در مورد آنچه کسب شده است، صورت می‌گیرد. بنابراین در مطالعات یادگیری حرکتی با دو نوع یادگیری آشکار و پنهان رو به رو هستیم، در یادگیری آشکار، به یادگیرنده دستور العمل مرحله به مرحله داده می‌شود در حالی که در یادگیری پنهان، فرد بدون دریافت دستور العمل در فرایند یادگیری درگیر می‌شود (۴). تحقیقات مختلف، بسیاری از سودمندی‌های یادگیری پنهان را آشکار کرده است (۵ و ۶). در این زمینه هاردی، مولن و الدهام<sup>۴</sup> (۲۰۰۷)، نشان دادند که مهارت‌های حرکتی که به صورت پنهان آموخته می‌شوند تحت فشارهای اجرا و خستگی فیزیولوژیکی، ماندگاری و ثبات دارند (۵). مارتین و کالیگوس (۲۰۰۸)، بحث کرده‌اند که کاستن میزان دانش آشکار مربوط به تکلیف در طول یادگیری ممکن است به رفع تاثیرات منفی آن بر روی اجرا کمک کند. پولتمن، مسترز مکسول<sup>۵</sup> (۲۰۰۸) اثر بخشی اثر یادگیری پنهان را در مهارت‌های ورزشی تایید کردند. نتایج آن‌ها نشان می‌داد که هر چند دستور العمل‌های یادگیری پنهان عملکرد را در حین مرحله اکتساب تضعیف می‌کند، اما نتایج یادداری بهتری را نشان می‌دهد (۷). هر چند برخی دیگر از محققان اثر یادگیری پنهان را مورد تردید قرار داده‌اند (۸، ۹). یافته‌های تحقیق شانکس و لی<sup>۶</sup> (۲۰۰۵)، این ایده را که یادگیری پنهان قادر است به طور نرمال در شرایط تقسیم توجه عمل کند را رد کرد. و این که کسب دانش به طور غیر هشیار قابل دسترسی نیست (۱۰). در رابطه با مکانیسم‌های اثر گذاری یادگیری به شیوه پنهان نظریه‌های متفاوتی مطرح شده است و محققان مختلف به نقش انواع حافظه در یادگیری، اشاره کرده‌اند (۱۱ و ۱۲). نظریه سایه در یادگیری پنهان فرض می‌کند که یک ذهن ناهشیار وجود دارد که کاملاً شبیه ذهن هوشیار است و تفاوت فقط در کم بودن هشیاری است. شرکت کنندگان در یادگیری پنهان می‌توانند دانش انتزاعی و قاعده‌مند را کسب کنند (ربر و لوییس ۱۹۷۷). دومین نظریه‌ای که در زمینه یادگیری پنهان بیان شده است از روی داده‌های کلی تشکیل شده است. ایده ی اول اساس یادگیری پنهان را که بر اساس خلاصه سازی قواعد (شانکس و جان ۱۹۹۴) بنا شده است را رد می‌کند. این ایده اولین بار توسط بروکس (۱۹۷۸) مطرح شد. او معتقد بود که حساسیت شرکت کنندگان به عمق ساختار موضوعات آموزش در آزمایش‌های گرامر ضرورتاً به این معنا نیست که آن‌ها قواعد را استنتاج کرده‌اند. او معتقد بود که افراد می‌توانند عملکردشان را به وسیله این فرض که آن‌ها بازنمایی‌های مبتنی بر نمونه را کسب کرده‌اند، درک کنند. البته بر این دیدگاه نیز خرده‌هایی وارد است (۴). دومین ایده که مشخصه چهار چوب آشکار/مبتنی بر نمونه است، این است که جدای از نشان دادن وجود یک سیستم یادگیری پنهان مجزا، گسستگی مشاهده شده بین عملکرد پنهان و آشکار فقط نشان دهنده اندازه گیری‌های ناکارآمد ما از دانش آشکار و پنهان است (۴). یادگیری پنهان و آشکار در ارتباط مستقیم با مفاهیم حافظه آشکار و پنهان هستند. حافظه آشکار حافظه اخباری است که به وسیله روش‌های آگاهانه به خاطر آورده می‌شود، اما حافظه پنهان یا غیر اخباری ناآگاهانه و غیر عمدی است. حافظه‌های اخباری و غیر اخباری، ظاهراً سیستم‌های جدا از یکدیگر و نیز موازی هستند (۱۳). اطلاعات به دست آمده از مغز نگاری از طریق انتشار پوزیترون<sup>۷</sup> نشان می‌دهد که مناطق مغزی فعال شده توسط حافظه اخباری، سطوح فعال سازی را در حافظه رویه‌ای (غیر اخباری) تغییر نمی‌دهد (۸). با این وجود تفاوت بین این دو نوع یادگیری کاملاً روشن نیست و همچنین الگوهای فعال سازی قشری نیز نامشخص هستند. شاید یکی از ملاک‌های قابل اندازه گیری که بتواند تمایز نسبی مهمی بین عملکردهای متفاوت این دو نوع حافظه ایجاد کند، قابلیت شناسایی خطا<sup>۸</sup> باشد. این موضوع کاملاً شناخته شده است که یکی از نتایج اصلی تمرین کردن، ایجاد قابلیت انجام رفتار حرکتی موثرتر و کارآمدتر است. اما یکی دیگر از فواید تمرین این است که یادگیرنده را در ارزیابی رفتار حرکتی خود تواناتر می‌سازد. بدین معنی که به نظر می‌رسد یادگیرنده با تمرین می‌تواند نوعی قابلیت شناسایی خطا را در خود توسعه بخشد تا بدین وسیله آن را جایگزین بازخورد افزوده نموده و از این طریق خطای ایجاد شده در حرکت خود را شناسایی نماید (۱۴). کاکر (۲۰۰۴) معتقد است که با تمرین، یادگیرندگان ظرفیت نظارت و تفسیر بازخورد محرک درونی و خارجی فراهم شده به وسیله گیرنده‌های حسی مختلف را رشد می‌دهند. سپس این اطلاعات می‌تواند برای جهت‌دهی به کوشش‌های آینده، مورد استفاده قرار گیرد. در این رابطه لی، سونین و سرین<sup>۹</sup> (۱۹۹۴)، فرضیه تلاش شناختی را

1 Implicit learning

2 Explicit learning

3 Reber

4 Hardy, Molen and Aldeham

5 Masters, Poolton, Maxwell

6 Shanks, Lee

7 Positron Emission tomography (PET)

8 Error Detection Capability

9 Lee, Swinnen & Serrien

پیشنهاد کردند. تلاش شناختی به معنای میزان درگیری ذهنی و فکری فرد برای اتخاذ تصمیم صحیح است (۱۵). شروود و لی (۲۰۰۳)، تلاش شناختی را تصمیمات حاصل از پردازش‌های شناختی و حرکتی مورد نیاز برای اجرای تکلیف، تعریف می‌کنند (۹). سویر (۲۰۰۵) پردازش ذهنی و پردازش حرکتی را لازمه یادگیری یک تکلیف حرکتی می‌داند. لی و همکاران (۱۹۹۴) معتقدند که تمرین باید هم اجرای حرکت و هم پردازش شناختی درگیر در حرکت را ارتقاء دهد (۱۵). بنابراین تلاش شناختی بیشتر به نوعی منجر به بهبود قابلیت شناسایی خطا در افراد می‌شود چرا که فرد پردازش بیشتری در رابطه با کوشش‌های خطای خود دارد. در مورد رفتار حرکتی، مهمترین عقیده این است که پردازش اطلاعات مستلزم انتخاب اعمالی است که نیاز به حافظه کاری دارد (۱۴). از طرفی بر خلاف یادگیری آشکار که نقش حافظه کاری در آن ضروری است، به نظر می‌رسد فرایند پنهان یادگیری بدون استفاده از حافظه کاری انجام می‌شود (۱۶). برای حل این مشکل، بادلی و ویلسون (۱۹۹۴)، فرض کردند که یکی از اثرات یادگیری پنهان ممکن است کاهش توجه به خطاهای یادگیری است. آن‌ها حافظه کاری را به عنوان یک مکانیسم شناسایی و اصلاح خطا که برای توسعه دانش اخباری حیاتی است، توصیف کردند. بنابر این اینگونه به نظر می‌رسد از آنجایی که در یادگیری به شیوه پنهان، قابلیت شناسایی خطا بهبود نمی‌یابد، لذا عملکرد گروه پنهان در مقایسه با گروه آشکار باید ضعیف‌تر باشد. با وجود این تحقیقات بسیاری اثر یادگیری پنهان را مورد تایید قرار داده‌اند (۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰). در تمامی این تحقیقات نشان داده شده است که عملکرد گروه پنهان در آزمون‌های یادداری و انتقال نسبت به گروه آشکار تفاوت معنی‌داری نداشته است و حتی گروه‌های پنهانی که از تکلیف ثانویه استفاده کرده‌اند، مشابه با گروه آشکار عمل کرده‌اند. با توجه به نتایج فوق این سوال مطرح می‌شود که با وجود عدم پردازش‌های شناختی در دوره تمرین، آیا بین عملکرد گروه‌های آشکار و پنهان تفاوت وجود دارد؟ اگر تفاوت وجود دارد آیا می‌توان آن را به تفاوت در قابلیت شناسایی خطا گروه‌ها نسبت داد یا خیر؟ بنابراین سوال دیگر این است که آیا بین قابلیت شناسایی خطا در گروه‌های آشکار و پنهان تفاوت وجود دارد؟

## روش شناسایی تحقیق

### شرکت کنندگان

شرکت کنندگان در این تحقیق دانشجویان پسر ۲۳ تا ۲۵ ساله دانشگاه شهید بهشتی هستند که به طور داوطلب در تحقیق شرکت کردند (نمونه در دسترس) و آرایش آن‌ها در گروه‌ها به طور تصادفی است که در ۳ گروه آزمایشی قرار گرفتند. تعداد افراد هر گروه با توجه به پیشینه تحقیق ۱۰ نفر انتخاب شد (۱۶ و ۲۱). گروه‌ها شامل گروه یادگیری آشکار که تکلیف زمانبندی پیش‌بین را با آگاهی از وجود توالی تکراری در بین توالی‌های تصادفی اجرا می‌کردند. گروه دوم که گروه پنهان بود فقط تکلیف زمانبندی پیش‌بین را اجرا کردند و از وجود توالی تکراری در بین توالی‌های تصادفی اطلاع نداشتند. گروه سوم نیز گروه پنهان بود که تکلیف زمانبندی پیش‌بین را با وجود یک تکلیف ثانویه<sup>۱</sup> شناختی اجرا کردند.

### ابزار اندازه گیری

ابزار مورد استفاده در این تحقیق، دستگاه «زمانبندی پیش‌بین انطباقی<sup>۲</sup>» ساخت شرکت پدیدار امید فردا است. این ابزار شامل دو بخش نرم افزار و سخت افزار است. بخش سخت افزار شامل کلید برای پاسخ گویی و یک دستگاه لیزری است. آزمودنی دسته‌ای را که کلید بر روی آن قرار دارد، در دست گرفته و با فشار دادن آن به محرک پاسخ می‌دهد. دستگاه لیزر بر روی یک پایه نصب می‌شود و همزمان با عبور دست آزمودنی از محدوده‌ی فضایی آن، محرک نورانی متحرک در صفحه که با استفاده از بخش نرم افزار طراحی شده است، متوقف می‌شود. روایی این دستگاه با استفاده از روائی همزمان و با دستگاه زمانبندی پیش‌بین باسین با استفاده از ۳۰ نفر آزمودنی در تکلیفی مشابه برآورد شد که مقدار همبستگی آن ۰/۸۳ به دست آمد. برای تعیین پایایی دستگاه از روش آزمون-آزمون مجدد استفاده شد و در طی آن، از تعداد ۱۰۰ آزمودنی در دو مرحله آزمون به عمل آمد. پایایی این دستگاه نیز مقدار ۰/۸۷ محاسبه شد.

## روش اجرا و نحوه جمع آوری اطلاعات

برای اجرای تکلیف مورد نظر، آزمودنی‌ها در مقابل صفحه مانیتور قرار گرفتند. تکلیف مورد نظر شامل ارائه یک محرک نورانی با سه سرعت متفاوت بود که هدف مشخصی داشت. آزمودنی‌ها باید طوری پاسخ می‌دادند که محرک نورانی بر روی نقطه هدف متوقف شود. پاسخ به محرک به کمک دسته‌ای بود که کلیدی بر روی آن تعبیه شده بود و افراد باید در لحظه مناسب کلید را فشار می‌دادند. این محرک در یک بلوک ۱۸ کوششی به صورت متوالی به آزمودنی‌ها ارائه می‌شد به طوری که شش کوشش اول و شش کوشش آخر این بلوک به صورت کاملاً تصادفی ارائه می‌شد (محرک با سرعت‌های متفاوتی به صورت تصادفی ارائه می‌شد) اما شش کوشش میانی دارای ترتیب و توالی خاصی بود که در تمام بلوک‌های تمرینی تکرار می‌شد. گروه یادگیری آشکار از وجود این توالی آگاهی داشتند اما گروه‌های پنهان در مورد این توالی اطلاعی نداشتند. گروه شامل تکلیف ثانویه علاوه بر اجرای تکلیف زمانبندی پیش‌بین، یک تکلیف ثانویه شناختی نیز اجرا می‌کردند. تکلیف ثانویه شناختی، شامل به خاطر سپردن تعداد دفعات پخش

1 secondary task

2 Coincidence Anticipation Timing

یک تون صدای خاصی بود که توسط نرم افزار از قبل طراحی و ارائه می‌شد و آزمودنی‌ها باید پس از پایان هر بلوک تعداد آن را در مکان خاصی روی مانیتور ثبت می‌کردند.

آزمودنی‌ها در کلیه مراحل آزمون شرکت کردند و امتیازات آنها به صورت خطای زمانی ثبت شد در مرحله پیش آزمون ابتدا هر فرد دو بلوک ۱۸ کوششی برای آشنایی با دستگاه انجام داد، سپس به عنوان پیش آزمون (برای ارزیابی طبیعی یادگیری بعدی و اطمینان از اینکه همه گروه‌ها قبل از یادگیری یکسان هستند) در روز اول ۴ بلوک ۱۸ کوششی را اجرا نمود. در این مرحله هیچ کدام از گروه‌ها از توالی تکراری اطلاعی نداشتند. مرحله اکتساب<sup>۲</sup> شامل ۳ روز تمرین، روزی یک جلسه و هر جلسه ۱۵ بلوک ۱۸ کوششی است. در کل مرحله اکتساب ۸۱۰ کوشش تمرینی اجرا شد و از افراد آزمون اکتساب به عمل آمد. یک روز پس از آزمون اکتساب، آزمودنی‌ها در آزمون یادداری شرکت کردند. ابتدا دو بلوک ۱۸ کوششی برای جلوگیری از تاثیر افت گرم کردن<sup>۳</sup> و سپس ۴ بلوک ۱۸ کوششی مشابه آزمون اکتساب اجرا نمودند. در پیش آزمون و آزمون‌های اکتساب و یادداری، همچنین قابلیت شناسایی خطا در افراد سنجیده شد. به این صورت که پس از انجام هر کوشش (۲ بلوک ۱۸ کوششی انتهایی مرحله اکتساب و یادداری) از فرد خواسته می‌شد تا میزان خطای خود را حدس بزند. روش کار به این صورت بود که فرد پس از پاسخ به محرک نورانی، حرکت محرک در صفحه متوقف نمی‌شد و آزمودنی نمی‌توانست نتیجه کار خود را ببیند. سپس از آزمودنی خواسته می‌شد تا نتیجه کار خود را اعلام کند. نمرات اعلام شده توسط آزمودنی‌ها (خطای مطلق) ثبت می‌شد. در مرحله مصاحبه با آزمودنی‌های گروه پنهان به صورت انفرادی مصاحبه‌ای صورت گرفت و از آن‌ها در مورد نحوه اجرای آزمون و جنبه‌هایی از اجرا که به آن توجه می‌کرده‌اند، سوال شد. سپس در مورد وجود توالی تکراری و اینکه آیا آن‌ها به آن پی برده‌اند یا خیر سوال شد. در نهایت از آن‌ها خواسته شد تا بگویند که کدام یک از بخش‌های هر بلوک تمرینی تکراری بوده است.

### روش آماری

در این پژوهش از تحلیل واریانس عاملی مرکب (۳ توالی  $3 \times$  گروه) به منظور مقایسه یادگیری‌های آزمودنی‌های سه گروه در توالی‌های تصادفی و دارای توالی و همچنین از تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر (۳ آزمون  $3 \times$  گروه) به منظور مقایسه امتیازات آزمودنی‌ها (خطای ثابت و خطای متغیر) در پیش آزمون، اکتساب و یادداری استفاده شد. همچنین از آزمون تعقیبی توکی برای یافتن تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها و مقایسه آن‌ها استفاده شد. در تمامی متغیرها میزان خطا با آلفای ۰/۰۵ و سطح اطمینان ۹۵ درصد بررسی شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام شد.

### یافته‌های تحقیق

بر اساس مصاحبه انجام شده، هیچ یک از آزمودنی‌ها در طول مرحله اکتساب، متوجه تکراری بودن توالی بخش میانی بلوک‌های تمرینی، نشده بودند. در مرحله پیش آزمون، نتایج تحلیل واریانس نشان می‌دهد که بین خطای مطلق در توالی‌های تصادفی و تکراری سه گروه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. داده‌ها در تمام مراحل از توزیع طبیعی برخوردار بودند. جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار قابلیت شناسایی خطا گروه‌های مختلف را که مربوط به بخش تکراری میانی است در پیش آزمون، اکتساب و یادداری نشان می‌دهد.

جدول شماره (۱) میانگین و انحراف معیار قابلیت شناسایی خطای گروه‌های مختلف مربوط به بخش میانی در پیش آزمون، اکتساب و یادداری

بخش تکراری میانی در پیش آزمون	بخش تکراری میانی در اکتساب	بخش تکراری میانی در یادداری	شیوه تمرین
۰/۰۲۸۰ ± ۰/۰۰۶۴	۰/۰۲۳۳ ± ۰/۰۱۰۴	۰/۰۴۶۶ ± ۰/۰۳۱۷	گروه آشکار
۰/۰۳۴۰ ± ۰/۰۰۹۳	۰/۰۳۱۵ ± ۰/۰۰۹۲	۰/۰۵۷۰ ± ۰/۰۴۶۸	گروه پنهان بدون تکلیف ثانویه
۰/۰۴۴۱ ± ۰/۰۱۵۰	۰/۰۴۰۱ ± ۰/۰۱۴۴	۰/۰۵۳۱ ± ۰/۰۲۵	گروه پنهان با تکلیف ثانویه

### مرحله اکتساب

با توجه به جدول شماره (۲) تحلیل واریانس عاملی خطای مطلق در اثر اصلی توالی تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد ( $F(2) = 4.103, p = 0.004$ ). و اثر گروه و توالی را معنی‌دار نشان نمی‌دهد ( $F(4) = 1.135, p = 0.079$ ).

جدول شماره (۲) نتیجه تحلیل واریانس عاملی مرکب برای مقایسه خطای مطلق و قابلیت شناسایی خطا گروه‌ها در توالی های سه گانه آزمون اکتساب

متغیر مربوطه	منابع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	F	P
خطای مطلق	توالی	۰,۰۰۲۱۲۷	۲	۴,۱۰۳	*۰,۰۰۴
	گروه	۰,۰۰۰۱۷۴۵	۲	۲,۷۵۱	۰,۱۷
	گروه X توالی	۰,۰۰۳۰۲۴	۴	۱,۱۳۵	۰,۰۷۹
قابلیت شناسایی خطا	توالی	۰,۰۰۳۱۰۶	۲	۳,۲۹۸	*۰,۰۲۶
	گروه	۰,۰۰۳	۲	۹,۵۶۵	*۰,۰۰۱
	گروه X توالی	۰,۰۰۲۶۱۴	۴	۲,۸۸۳	*۰,۰۴۲

\* معنی دار  $p < 0.05$

آزمون تعقیبی توکی نشان می دهد که خطای مطلق آزمودنی‌ها در همه گروه‌ها در بخش تکراری نسبت به حداقل یکی از دو بخش تصادفی معنی دار است. در این مرحله بین گروه‌ها در مراحل تصادفی اول و تصادفی دوم اختلاف معنی داری وجود ندارد و در مرحله تکراری میانی، میانگین گروه اول (آشکار) (میانگین = ۰,۰۱۱۴۳) کمتر از بقیه گروه‌ها است (میانگین گروه دوم = ۰,۰۱۴۵۸ ، میانگین گروه سوم = ۰,۰۱۹۲۳) ، هر چند این تفاوت معنی دار نیست. در ارتباط با قابلیت شناسایی خطا تحلیل واریانس عاملی نشان داد که اثر اصلی توالی تفاوت معنی داری را نشان می دهد (  $F(2) = 3.298, p = 0.026$  ). همچنین اثر گروه و توالی تفاوت معنی دار نشان می دهد (  $F(4) = 2.883, p = 0.042$  ). آزمون تعقیبی توکی نشان می دهد که در همه گروه‌ها بخش تکراری میانی نسبت به حداقل یکی از دو بخش تصادفی معنی دار است. همچنین در این مرحله با توجه به آزمون تعقیبی بین گروه آشکار با هر دو گروه پنهان و بین دو گروه پنهان از نظر قابلیت شناسایی خطا تفاوت معنی داری در همه ی مراحل مشاهده شد.

### آزمون یادداری

در مرحله یادداری اثر اصلی (توالی) و اثر تعاملی (توالی X گروه) برای خطای ثابت معنی دار بود ، اما در خطای متغیر در اثر تعاملی (توالی X گروه) معنی دار نیست.

جدول شماره (۳) نتیجه تحلیل واریانس عاملی مرکب برای مقایسه خطای مطلق و قابلیت شناسایی خطا گروه ها در توالی های سه گانه آزمون یادداری

متغیر مربوطه	منابع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	F	P
خطای مطلق	توالی	۰,۰۰۳۲۴۲	۲	۹,۶۳۲	*۰,۰۰
	گروه	۰,۰۰۰۲۳۶	۲	۱,۰۵۵	۰,۳۹۳
	گروه X توالی	۰,۰۰۲۱۰۵	۴	۱,۳۳۵	۰,۰۸۳
قابلیت شناسایی خطا	توالی	۰,۰۰۲۹۴۸	۲	۶,۳۳۹	*۰,۰۰۱
	گروه	۰,۰۰۲	۲	۶,۹۱۵	*۰,۰۰۴
	گروه X توالی	۰,۰۰۰۱۸۸۳	۴	۳,۳۲۳	۰,۳۴

\* معنی دار  $p < 0.05$

با توجه به جدول شماره (۳) تحلیل واریانس عاملی در اثر اصلی توالی تفاوت معنی داری را نشان می دهد (  $F(2) = 9.632$  و  $p = 0.00$  ). و اثر گروه و توالی را معنی دار نشان نمی دهد (  $F(4) = 1.335$  و  $p = 0.083$  ). آزمون تعقیبی توکی نشان می دهد که خطای مطلق آزمودنی‌ها در همه گروه‌ها در بخش تکراری نسبت به حداقل یکی از دو بخش تصادفی معنی دار است. برای خطای ثابت در این مرحله ، بین گروه‌ها در مراحل تصادفی اول و دوم اختلاف معنی داری وجود ندارد، اما در مرحله تکراری میانی، میانگین گروه اول (آشکار) (میانگین = ۰,۰۱۱۶۷) کمتر از بقیه گروه‌ها است (میانگین گروه دوم = ۰,۰۱۳۵۷ ، میانگین گروه سوم = ۰,۰۱۹۹۳ ، میانگین گروه چهارم = ۰,۰۲۰۱۴ و میانگین گروه پنجم = ۰,۰۲۹۸۷) هر چند تفاوت بین

آن‌ها معنی‌دار نیست. برای قابلیت شناسایی خطا تحلیل واریانس عاملی در اثر اصلی توالی تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد ( $F(2) = 6.339$  و  $p = 0.001$ ). و اثر گروه و توالی را معنی‌دار نشان نمی‌دهد ( $F(4) = 3.323$  و  $p = 0.034$ ). آزمون تعقیبی توکی نشان می‌دهد که در همه گروه‌ها بخش تکراری میانی نسبت به حداقل یکی از دو بخش تصادفی معنی‌دار است. همچنین در این مرحله با توجه به آزمون تعقیبی بین گروه آشکار با هر دو گروه پنهان و بین دو گروه پنهان از نظر قابلیت شناسایی خطا تفاوت معنی‌داری در همه‌ی مراحل مشاهده شد.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر مقایسه تاثیر یادگیری آشکار و پنهان بر اکتساب و یادداری تکلیف زمانبندی پیش بین و قابلیت شناسایی خطا است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که در تمام گروه‌ها، بخش تکراری میانی نسبت به حداقل یکی از بخش‌های تصادفی تفاوت معنی‌داری دارد. این یافته، بدین معنی است که همه گروه‌ها در بخش تکراری میانی بهتر عمل کرده‌اند حال آنکه گروه‌های یادگیری پنهان اصلاً اطلاع نداشته‌اند که این بخش تکراری است. نتیجه این که برای عملکرد بهتر لزومی ندارد که افراد از این ترتیب تکراری اطلاعی داشته باشند و بدون آگاهی از آن هم عملکردشان نسبت به بخش‌های تصادفی بهتر است. همچنین بین گروه‌ها در خطای مطلق تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. این یافته، بدین معنی است که گروه‌های یادگیری پنهان عملکردی مشابه با گروه یادگیری آشکار داشته‌اند و آگاهی از توالی میانی، مزیتی برای گروه آشکار نبوده است. با وجود اینکه آزمودنی‌ها در گروه‌های یادگیری پنهان از وجود توالی‌های تکراری اطلاع نداشتند، اما به اندازه گروه آشکار فرا گرفتند. نتایج همچنین نشان می‌دهد که گروه آشکار در قابلیت شناسایی خطا نسبت به هر دو گروه پنهان به طور معنی‌داری عملکرد بهتری دارد. بنابراین در هر دو مرحله اکتساب و یادداری عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها در خطای مطلق و وجود تفاوت معنی‌دار بین مراحل مختلف تصادفی و تکراری، نشان از وجود یادگیری پنهان است که با تحقیقات بسیاری از جمله پیو<sup>۱</sup> (۱۹۷۴)، پولاتون، مسترز و مکسول (۲۰۰۶)، شی و مورگان<sup>۲</sup> (۱۹۷۹)، نیسن و بولمر<sup>۳</sup> (۱۹۸۷)، اورل و ایوس (۲۰۰۶) سکینا (۲۰۰۷) و عبدلی و همکاران (۱۳۸۳ و ۱۳۹۰) همراستا است (۲۴، ۲۳، ۲۲، ۱۴، ۲۶، ۲۰، ۱۷، ۲۵) و با تحقیقات دیگری از جمله کودگر، اودیجان و بیک<sup>۴</sup> (۲۰۰۸)، کوری و میاواکی<sup>۵</sup> (۲۰۰۵) و شانکس و لی<sup>۶</sup> (۲۰۰۵) در تناقض است (۲۷، ۲، ۱۰). در هر دو مرحله اکتساب و یادداری چه بین گروه‌های تمرینی در خطای مطلق تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما میانگین گروه آشکار نسبت به دو گروه دیگر پایین‌تر است (خطای مطلق کمتر). تفاوت تنها در این است که برتری گروه آشکار در یادداری نسبت به اکتساب کمتر است و در آزمون یادداری میانگین گروه‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شود. علت این امر را می‌توان به قرار داشتن افراد در مرحله شناختی (فیتز و پوزنر<sup>۷</sup>، ۱۹۶۷) نسبت داد. مشخصه این مرحله، پردازش هشیارانه اطلاعات مربوط به تکلیف از طریق راهبردهای موجود در ذهن فرد است. بنابراین افراد در گروه آشکار به علت آگاهی از توالی تکراری در آزمون اکتساب نتیجه بهتری را کسب کردند، اما در پایان در آزمون یادداری هر چند این برتری را باز هم حفظ کردند، اما تفاوت آن‌ها با سایر گروه‌ها کمتر بود. همان‌طور که دیدیم در این مرحله قابلیت شناسایی خطای گروه آشکار به طور معنی‌داری بهتر از گروه‌های پنهان بود. علت این امر احتمالاً تلاش شناختی بیشتر گروه آشکار در مقایسه با گروه‌های پنهان است. طبق فرضیه تلاش شناختی که به وسیله لی، سونین و سرین<sup>۸</sup> (۱۹۹۴) مطرح شد پردازش ذهنی و پردازش حرکتی هر دو لازمه یادگیری یک تکلیف حرکتی هستند (۱۵). در مورد رفتار حرکتی، مهم‌ترین عقیده این است که پردازش اطلاعات مستلزم انتخاب اعمالی است که نیاز به حافظه کاری دارد (اشمیت و لی، ۲۰۰۵، ص ۱۶۳). از طرفی بر خلاف یادگیری آشکار که نقش حافظه کاری در آن ضروری است، به نظر می‌رسد فرایند پنهان یادگیری بدون استفاده از حافظه کاری انجام می‌شود (۱۶). بنابراین به علت عدم استفاده از حافظه کاری در گروه پنهان با تکلیف ثانویه، پردازش شناختی چندان در این گروه انجام نمی‌شود و لذا بر طبق فرضیه تلاش شناختی، قابلیت شناسایی خطا در این گروه بهبود نمی‌یابد، اما علت تفاوت بین گروه آشکار و گروه پنهان بدون تکلیف ثانویه را که حافظه کاری برای پردازش‌های شناختی وجود دارد می‌توان از طریق فرضیه چالش گوناگونی<sup>۹</sup> و لی (۲۰۰۴) توجیه کرد. گوناگونی و لی در فرضیه خود پیشنهاد نموده‌اند که پردازش شناختی در طول تمرین، بستگی به میزان چالش‌پذیری دوره تمرینی دارد. ماهیت تکلیف، موقعیت تمرینی و سطح تجربه یادگیرنده با هم تعامل می‌کنند تا میزان چالش موجود در کوشش‌های تمرینی تعیین گردد. این چارچوب نظری پیشنهاد می‌کند که متغیرهایی از قبیل موقعیت‌های متفاوت تمرین تا زمانی مفید هستند که فرایندهای شناختی یادگیرنده را به چالش بکشند. در گروه آشکار، دستورالعمل‌های کلامی در رابطه با بخش تکراری میانی و نظم حاکم بر توالی در واقع موقعیت تمرینی متفاوتی را نسبت به گروه پنهان بدون تکلیف ثانویه ایجاد می‌کند که احتمالاً موجب چالش‌پذیری بیشتر گروه آشکار نسبت به گروه دیگر می‌شود و این خود منجر به افزایش تلاش شناختی و پردازش‌های شناختی فرد شده و قابلیت شناسایی خطا را در افراد افزایش می‌دهد. با این وجود نتایج نشان می‌دهد که تمام گروه‌ها از نظر قابلیت شناسایی خطا پیشرفت کردند. به این معنا که تمرین منجر به بهبود این قابلیت در همه

1 Pew

2 Shea and Morgan

3 Nissen and Bullemer

4 Oudijan and Koedgcker and Beek

5 Koari and Miawaki

6 Shans and Lee

7 Fitts and Posner

8 Lee, Swinnen & Serrien

9 Guadagnoli

ی گروه‌ها شده است. علت احتمالی در رابطه با میزان درگیری حافظه کاری در هنگام یادگیری به شیوه پنهان است. عبدلی و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که برای یادگیری به شیوه پنهان، حد مشخصی از ظرفیت حافظه کاری مورد نیاز است که هر گونه کاهشی در این مقدار، منجر به افت ناگهانی اجرا و یادگیری می‌شود (۲۵). این گونه به نظر می‌رسد که یک تکلیف ثانویه مشکل، بار توجه بسیاری بر فرد تحمیل کرده و او را به کلی از تکلیف اصلی باز می‌دارد. در چنین شرایطی یادگیری پنهان اتفاق نمی‌افتد (۲۸ و ۲۹). با توجه به نظر عبدلی و همکاران حتی گروه پنهان با تکلیف ثانویه (گروه سوم) نیز دارای بخشی از حافظه کاری در دسترس است که از آن برای پردازش‌های شناختی مربوطه استفاده می‌کند (۲۵). همچنین بر طبق نظریه سایه در یادگیری پنهان فرض می‌شود که یک ذهن ناهشیار وجود دارد که کاملاً شبیه ذهن هشیار است و تفاوت فقط در کم بودن هشیاری است (۳۰). شرکت کنندگان در یادگیری پنهان می‌توانند دانش انتزاعی و قاعده‌مند را کسب کنند (ربر و لوییس ۱۹۷۷). اما با وجود تفاوت در قابلیت شناسایی خطا بین گروه‌های تمرینی، بین خطای مطلق (عملکرد) گروه‌ها، تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود در حالی که انتظار بر این است که گروه با قابلیت شناسایی خطای بالاتر عملکرد بهتری نیز داشته باشد. طبق فرضیه آشکار مبتنی بر نمونه، افراد می‌توانند عملکردشان را به وسیله‌ی این فرض که آن‌ها بازنمایی‌های مبتنی بر نمونه را کسب کرده‌اند، درک کنند. یادگیری پنهان، رابطه نزدیک بین یادگیری حرکتی و اجرای حرکتی را نشان می‌دهد (۳۱). وقتی افراد یک تکلیف حرکتی را یاد می‌گیرند، شروع به تمرین در زمینه تکلیف مربوطه می‌کنند. بدین صورت آن‌ها از اجرا به عنوان وسیله‌ای برای تعیین الگوی مناسب حرکت، بهبود آن الگو و قابل کنترل بودن آن استفاده می‌کنند (۳۲). یادگیرنده در تمامی این مراحل به طور آگاه و آشکار به تغییر اجراهای خود می‌پردازد. با این وجود، بعضی اوقات، اجرای فرد رو به بهبود و پیشرفت است بدون اینکه وی آگاهانه و با اطلاع قبلی این کار را کرده باشد (۳۳ و ۳۴). تحقیقاتی که در این زمینه انجام شده نشان می‌دهد که تجربیات اجرای حرکتی، سطح یادگیری حرکتی فرد را افزایش می‌دهد، حتی وقتی که افراد از اجزا تکلیف که باعث تغییر می‌شوند، بی‌اطلاع باشند (مگیل - زهدی و هال ۱۹۹۸). بادلی و ویلسون (۱۹۹۴) حافظه کاری را به عنوان یک مکانیسم شناسایی و اصلاح خطا که برای توسعه دانش اخباری حیاتی است، توصیف کردند و فرض کردند که یکی از اثرات یادگیری پنهان ممکن است کاهش دادن توجه به خطاهای یادگیری باشد. به همین دلیل مکسول و مسترز (۲۰۰۹) فرض کردند که اگر خطاها در یادگیری حرکتی کاهش یابد، آزمون فرضیه‌ها که فرایندی آگاهی طلب بوده و نیازمند آزمون و خطا است و مشارکت حافظه کاری برای برون ده حرکتی نیز کاهش خواهد یافت و کاهش حافظه کاری، انباشت دانش اخباری را به حداقل می‌رساند و می‌تواند برای تجمع دانش راهبردی (یادگیری پنهان) مفید باشد (۱۶). به طور کلی عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های آشکار و پنهان در خطای مطلق و تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها در قابلیت شناسایی خطا به این معنا است که اگر چه گروه آشکار قابلیت شناسایی خطای بالاتری نسبت به گروه‌های پنهان داشت اما در خطای مطلق آن‌ها تفاوتی وجود نداشت و این نشان می‌دهد که گروه پنهان باید از طریق دیگری عملکرد خود را بهبود بخشیده باشد. لذا این نتایج را می‌توان این گونه تفسیر کرد که گروه پنهان بر طبق فرضیه آشکار مبتنی بر نمونه، عملکردشان را به وسیله‌ی این فرض که آن‌ها بازنمایی‌های مبتنی بر نمونه را کسب کرده‌اند، درک کنند.

**References:**

1. Wulf, G. and C. Weigelt (1997). "Instructions about physical principle in learning a complex motor skill: to tell or not to tell." *Research quarterly for exercise and sport* 68(4): 392 – 367
2. Miyawaki, K. (2005). "The influence of the response-stimulus interval on implicit and explicit learning of stimulus sequence." *Psychological Research* 70(4): 262 – 272
3. Esteveas, A., et al. (2007). "Implicit learning, executive function and hedonic activity in chronic polydrug abusers, currently abstinent polydrug abusers and controls." *Psychological Research* 102(6): 937- 946
4. Khyrandish, A., et al. (2009). "Influence of contextual interference in condition implicit and explicit learning in pursuit skill." *Olympic Journal*, 17(3): 75-86 [Persian]
5. Hardy, T., et al. (2007). "Implicit learning of an embedded regularity in children using a serial reaction time task in a virtual reality environment." *Journal of Sport & Exercise Psychology Supplement* 29(2-3): 109 -119
6. Magill, R.A. (1998). "Knowledge is more than we can talk about: Implicit learning in motor skill acquisition." *Research quarterly for exercise and sport* 69(2): 104-110.
7. Martini, R., et al. (2007). "Implicit learning of an embedded regularity in children using a serial reaction time task in a virtual reality environment." *Journal of Sport & Exercise Psychology* 29: 109
8. Seitz, R.J. and P. E. Roland. (1991). "Learning of sequential finger movements in man: a combined kinematic and positron emission tomography (PET) study." *Eur J Neurosci* 4(2): 154-165
9. Sherwood, D. E. and T. D. Lee. (2003). "Schematheory: Critical review and implications for the role of cognition in a new theory of motor learning." *Research Quarterly for exercise and sport* 74(4): 376 – 382
10. Shanks, D. R., et al. (2005). "Attentional load and implicit sequence learning." *Psychological Research* 69(5-6): 369-382
11. Bloedel, J. R., et al. (1996). *The acquisition of motor behavior in vertebrates*. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology Press, A Bradford Book: 363-386
12. Schacter, D. L. (1996). *Searching for memory: The Brain, the Mind, and the Past*. New York, Basic Books
13. Knowlton, B. J., et al. (1996). "A neostriatal habit learning system in humans." *Science* 273(5280): 1399 – 1402
14. Schmidt, R. and T. D. Lee. (2008). *Motor control and learning*. Edition 4, Translate: Hemayat Talab, R. and Ghasemi, A. Tehran, Elm and Harkat.
15. Lee, T. D., et al. (1994). "Cognitive effort and motor learning." *Quest* 46(3): 328 – 344
16. Maxwell, P. J. and R. S. Masters. (2009). "Analogy versus explicit learning of a modified basketball shooting task: Performance and kinematic outcomes." *Journal of Sports Sciences* 27(2): 179 – 191
17. Abdoli, B., et al. (2004). "Comparison effect of implicit and explicit learning on serial reaction time." *Harkat* 19: 23-40 [Persian]
18. Masters, R.S., et al. (2008). "Implicit Motor Learning and Complex Decision Making in Time-Constrained Environments." *Journal of Motor Behavior* 40(1): 71-79
19. Poolton, J. M., et al. (2007). "The development of a culturally appropriate analogy for implicit motor learning in a chinese population." *The sport psychologist* 21(4): 375-382.
20. Sekiya, H. (2007). "Contextual interference in implicit and explicit motor learning." *Perceptual and motor skills*, 103(2): 333-343
21. Luis, J. and A. Gustavo. (2007). "Implicit sequence learning in a search task." *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 61(11): 1650-1657
22. Poolton, J.M., et al. (2006). "The influence of analogy learning on decision-making in table tennis: Evidence from behavioural data." *Psychology of sport and exercise* 7(6): 677-688
23. Shea, J. B. and R. L. Morgan. (1979). "Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill." *J Exp Psychol Hum Learn* 5(2): 179-187.
24. Nissen, M. J. and P. Bullemer. (1987). "Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures." *Cognitive Psychology* 19(1): 1-32.
25. Abdoli, B., et al. (2011). "Comparison effect of learning implicit and explicit learning with different levels of cognitive load on learning task Coincidence Anticipation Timing." *Motor behavior and sport psychology* 9: 29-44 [Persian]
26. Orrell, A. J., et al. (2006). "Implicit motor learning of a balancing task." *Gait & Posture* 23(1): 9 – 16
27. koedijker, J.M., et al. (2008). "Table tennis performance following explicit and analogy learning over 10,000 repetitions." *International Journal of Sport Psychology* 39(3): 237-256.
28. Sekiya, H. and K. Fukuchi. (2004). "Influence of rule complexity on implicit and explicit learning of a tracking task." *Journal of sport and exercise* 26: 165-167
29. Shin, Y. W., et al. (2005). "The influence of complexes on implicit learning." *Journal of Analytical Psychology* 50(2): 175-190
30. Eiatam, B. and R. R. Hassin. (2008). "Nonconscious Goal Pursuit in Novel Environments: The Case of Implicit Learning." *Psychological Science* 19(3): 261 -267
31. Seger, C.A. (1994). "Implicit learning." *Psychological Bulletin* 115(2): 163 – 196.
32. Green, T. D. and J. H. Flowers. (1991). "Implicit versus explicit learning processes in a probabilistic, continuous fine – motor catching task." *Journal of motor behavior* 23(4): 293 – 300.
33. Jimenez, L. and G. A. Vazquez. (2008). "Implicit sequence learning in a search task." *Journal of experimental psychology* 61(11): 1650-1657.
34. Hoyndorf, A. and H. Haider. (2009). "The "Not Letting Go" phenomenon: accuracy instructions can impair behavioral and metacognitive effects of implicit learning." *Psychological Research* 73(5): 695-705