

## سیگما: یک بازی جدی مبتنی بر روشی جدید برای بهبود حدت بینایی در کودکان مبتلا به اختلال تنبلی چشم (Amblyopia)

علیرضا مختاری<sup>۱</sup>، عاطفه احمدی<sup>۲</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** تنبلی چشم (Amblyopia) یکی از مهمترین علل نابینایی، ضعف بینایی یک طرفه در کودکان، جوانان و افراد میانسال است. هدف پژوهش حاضر، طراحی و تولید یک بازی جدی در راستای درمان این اختلال و بررسی تاثیر استفاده از آن بر میزان حدت بینایی در کودکان می باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه تحلیلی-مداخله‌ای، تعداد ۶۰ نفر مبتلا به اختلال تنبلی چشم یک طرفه با میانگین سنی ۷ سال در دو گروه آزمون و یک گروه کنترل وارد مطالعه گردیدند که از میان آنها ۶ نفر در طول دوره پژوهش از مطالعه خارج شدند. جهت انجام مداخله از ابزار تولید شده با نام سیگما (تحت تلفن هوشمند) استفاده گردید. حدت بینایی نمونه‌ها پیش و پس از مداخله اندازه‌گیری شد. اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS در دو سطح آمار توصیفی و استنباطی تجزیه و تحلیل گردید.

**یافته‌ها:** حدت بینایی چشم تنبل ۱۲ نمونه (۶۳ درصد) در گروه آزمون یک بهبود یافته و در ۷ نمونه (۳۷ درصد) تغییری مشاهده نگردید. در گروه آزمون دو، حدت بینایی چشم تنبل ۱۱ نمونه (۶۵ درصد) بهبود یافته و در ۶ نمونه (۳۵ درصد) تغییری نکرده بود. در گروه کنترل، حدت بینایی چشم تنبل ۵ نمونه (۲۷ درصد) بهبود یافته و در ۱۳ نمونه (۷۲ درصد) ثابت مانده بود. یافته‌ها اختلاف معنی‌داری را در تعداد نمونه‌های بهبود یافته میان گروه‌های آزمون و کنترل در سطح  $(P \leq 0.05)$  نشان می‌دهد.

**نتیجه‌گیری:** استفاده از مجموعه بازی‌های سیگما به تنهایی یا در کنار سایر روش‌های درمانی می‌تواند منجر به بهبود حدت بینایی در چشم تنبل کودکان گردد.

**واژه‌های کلیدی:** بازی جدی، تنبلی چشم (Amblyopia)، حدت بینایی، درمان

دریافت مقاله: مهر ۱۳۹۸

پذیرش مقاله: اسفند ۱۳۹۸

\* نویسنده مسئول:

علیرضا مختاری؛

دانشکده فنی مهندسی کامپیوتر موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی علوم و فناوری سپاهان

Email:

alirezamokhtarii58@gmail.com

## مقدمه

مطالعات اخیر نشان داده است که استفاده از بازی‌های آموزشی توانسته است باعث بهبود مبتلایان به اختلال تنبلی چشم گردد (۱۸). نتایج مطالعه‌ی Hess و همکاران نشان داد که استفاده از یک بازی طراحی شده قابل استفاده بر روی تبلت‌های آپید توانسته است تاثیر بسزایی در بازگرداندن حدت بینایی چشم تنبل داشته باشد (۱۹). Kelly و همکاران روند بهبود کودکانی را که به استفاده از یک بازی طراحی شده توسط شرکت اپل با نام Digh Rush پرداخته بودند، بهتر از کودکانی گزارش نمودند که با استفاده از روش بستن چشم سالم مورد درمان قرار گرفته بودند (۲۰). با توجه به آن که استفاده از روش‌های مرسوم درمان تنبلی چشم نظیر بستن چشم سالم یا استفاده از عینک‌های تصحیح‌کننده برای مدت زمانی طولانی با روحيات مبتلایان و به‌ویژه کودکان سازگار نبوده و این امر باعث امتناع آنان از مراجعه به مراکز بهداشتی درمانی می‌گردد، ارایه یک روش درمانی مبتنی بر ساختار بازی با ویژگی‌های جذاب و مفرح می‌تواند روند درمان این اختلال را به‌خصوص در میان کودکانی که از رفتن به مراکز درمانی و کلینیک‌های چشم‌پزشکی ترس و واکنش دارند، مفرح و لذتبخش نموده و آن‌ها را در شروع روند درمان تشویق نماید. هدف اصلی پژوهش حاضر، طراحی و تولید مجموعه‌ای از بازی‌های جدی در راستای درمان اختلال تنبلی چشم و بررسی تاثیر استفاده از این ابزار بر میزان حدت بینایی مبتلایان به این اختلال به‌ویژه در میان کودکان می‌باشد.

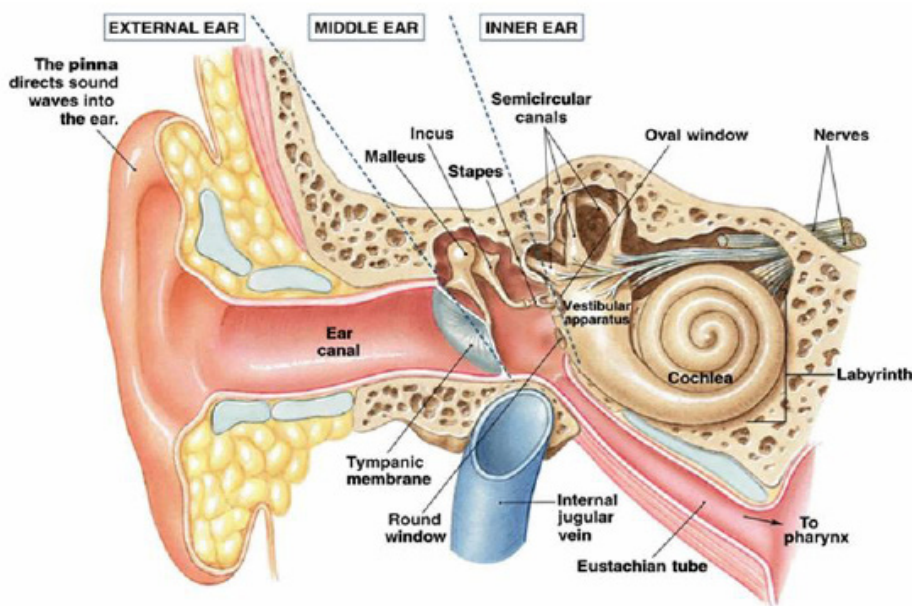
## روش بررسی

این پژوهش یک مطالعه‌ی تحلیلی-مداخله‌ای است که طی یک‌سال و نیم (۱۳۹۷-۱۳۹۶) انجام گردید. جامعه‌ی پژوهش، کودکان زیر ۱۵ سال مبتلا به اختلال تنبلی چشم یک‌طرفه در استان اصفهان بودند. با استناد به جدول آزمون آماری Cohen (۲۱)، حجم نمونه برای سه گروه تحت مداخله شامل دو گروه آزمون و یک گروه کنترل تعداد ۲۰ نفر برای هر گروه و مجموعاً ۶۰ نفر تعیین گردید. نمونه‌گیری به روش تصادفی ساده انجام شد. نمونه‌ها، پیش از مداخله مورد آزمایش اندازه‌گیری حدت بینایی قرار گرفته و به‌طور تصادفی در یکی از گروه‌های مطالعه توزیع گردیدند. نمونه‌های گروه آزمون یک، همگی دوره‌ی درمان خود را تنها با استفاده از

تنبلی چشم (Amblyopia)، حدت بینایی کمتر از ۷/۱۰ با اصلاح کامل عیب انکساری و بدون تغییرات ارگانیک در چشم و راه‌های بینایی تعریف می‌گردد (۱). بروز اختلالات بینایی در سال‌های نخست زندگی می‌تواند با ایجاد تداخل در تکامل بخش عصبی دستگاه بینایی، باعث کاهش عملکرد بینایی در فرد گردد (۲ و ۳). گرچه پاتوفیزیولوژی تنبلی چشم به‌طور دقیق و کامل شناخته شده نیست، بسیاری از متخصصان چشم پزشکی توصیه نموده‌اند که درمان آن باید هرچه سریعتر آغاز شود. از میان روش‌های درمانی این اختلال می‌توان به بستن چشم‌ها به‌عنوان درمان اصلی، تجویز داروهای سیکلوپلژی یک در چشم سالم، استفاده از عینک‌های تصحیح‌کننده، لنزهای تماسی و به‌کارگیری داروهای ترکیبی اشاره نمود (۷-۹). تخمین زده می‌شود که ۲ تا ۵ درصد کودکان و نوجوانان در اکثر جوامع از این مشکل رنج می‌برند (۸-۱۱). این میزان در کشورمان نیز ۲ تا ۵ درصد گزارش شده است (۱۲). سختی استفاده از روش‌های رایج درمان نظیر بستن چشم سالم یا استفاده از عینک تصحیح‌کننده در دوره‌های طولانی مدت در میان کودکان و همراهی نکردن آنان اغلب نتایج ضعیفی را در روند درمان آنان به همراه دارد. حسینیان و همکاران شایعترین مانع در به‌کارگیری عینک را، سردرد گرفتن (۵۰ درصد) و فراموش کردن استفاده از آن (۳۰/۳ درصد) برمی‌شمارند (۱۳). Castanon و همکاران نیز به مخالفت والدین در استفاده از عینک به‌عنوان مانعی در پیروی کامل از استفاده از آن اشاره نموده‌اند (۱۴). Stewart و همکاران موانعی چون حساسیت پوستی، اجبار به استفاده از یک چشم با دید بدتر، کاهش زیبایی و دوره‌ی درمان طولانی را به‌عنوان مشکلات پیروی کامل سفارش بستن چشم عنوان می‌نمایند (۱۵). یکی دیگر از روش‌هایی که در راستای درمان اختلال تنبلی چشم استفاده می‌شود، استفاده از بازی‌های آموزشی و هدفمند است. بازی، ابزاری است که فرد به کمک آن خود را بیان می‌نماید و برای هرکس جدا از نژاد، زبان و ملیت، وسیله‌ی مناسبی جهت تخلیه هیجانات و ابراز خود می‌باشد (۱۶). زمانی که بازی‌های دیجیتال برای اهداف دیگری غیر از سرگرم کردن، مانند ارتقای سلامتی و یا سطح آموزش استفاده می‌شوند از آن‌ها به‌عنوان بازی‌های جدی (Serious Game) یاد می‌شود (۱۷).

استفاده از نرم افزار فتوشاپ نسخه ی ۲۰۱۸ به قالب های گرافیکی با فرمت JPEG تبدیل شد. همچنین برای پویانمایی بازی ها از موتور بازی سازی یونیتی (Unity) نسخه ی ۲۰۱۸ استفاده گردید. طراحی جلوه های بصری بر اختلاف میزان کنتراست نور و روشنایی در محیط و کاراکترهای بازی استوار بود تا این امر به عنوان یک مشوق و محرک برای چشم تنبل عمل نماید. موضوع چالش برانگیزی که در مسیر طراحی و پیاده سازی بازی ها وجود داشت، پیدا نمودن روشی برای ارسال تصاویر با ویژگی های اختصاصی به چشم تنبل و سالم بود. این امر مستلزم استفاده از دستگاه های جانبی همچون هدست تصویری، عینک های هوشمند، تکنولوژی واقعیت مجازی و موارد مشابه آن بود. لیکن محقق به دنبال روش و تکنیکی بود که بتواند تصاویر را به صورت سفارشی شده و بدون استفاده از هرگونه دستگاه جانبی تصویری به چشمان تنبل و سالم ارسال نماید.

مجموعه ی سیگما طی نمودند. نمونه های گروه آزمون دو، افرادی را شامل می گردید که در کنار استفاده از مجموعه ی سیگما، روش های رایج درمان تنبلی چشم را نیز به کار می بستند. گروه کنترل، افرادی را شامل می شد که صرفاً روش های رایج درمان تنبلی چشم را به کار بستند. این روش ها شامل بستن چشم سالم و استفاده از عینک های تصحیح کننده بود. این افراد در طول دوره ی مداخله از مجموعه ی سیگما هیچ استفاده ای نمودند. ۱۹ نفر از ۲۰ نمونه گروه آزمون یک، همگی تا پایان دوره ی پژوهش در مطالعه باقی ماندند. از میان نمونه های گروه آزمون دو، ۳ نفر در حین مداخله از پژوهش خارج گردیدند. با توجه به بروز اختلال تنبلی چشم در سال های نخست زندگی، سه بازی جدی و هدفمند برای تلفن هوشمند با عنوان سیگما (SIGMA) برای جامعه ی هدف کودکان طراحی و پیاده سازی گردید. تولید هر بازی در دو بخش جلوه های بصری و صوتی انجام گرفت. در بخش طراحی، نقشه ها و تصاویر مفهومی، ترسیم گردید و سپس با



شکل ۱: سیستم وستیبولار در انسان (۲۵)

به عنوان هماهنگ کننده ی حرکات دقیق عمل می کند (۲۳). بررسی ها نشان داد که پردازش در بدن از طریق فرایندهای مختلفی از جمله فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی درک می شود؛ اما مهمترین عوامل رمزگشا، محرک های رسیده از دو جزء بینایی و شنوایی می باشد. سیستم شنوایی تفکیک پذیری زمان بالاتری نسبت به سیستم بینایی دارد و در اولویت بالاتری در پردازش مغز قرار دارد (۲۴). گوش ها علاوه بر نقش اصلی شان که شنیدن صداهای محیطی است نقشی اساسی نیز در تشخیص موقعیت

سیستم بینایی مهمترین منبعی است که اطلاعاتش را به مغز می فرستند و نقش مهمی را در فرایند حرکتی ایفا می نماید. در این میان، سیستم وستیبولار (شکل ۱) با مبدا گوش داخلی با همکاری سیستم بینایی سبب قرارگیری اشیا در مرکز توجه و فوکوس، در هنگام حرکت سر می گردد (۲۲). وظیفه ی پردازش و مقایسه ی مسیرهای عصبی مشترک بر عهده ی مخچه است. مخچه از طریق مقایسه ی اطلاعات آمده از ناحیه ی حرکتی قشر مخ با اطلاعات حسی (عمقی) آمده از فعالیت های عضلانی

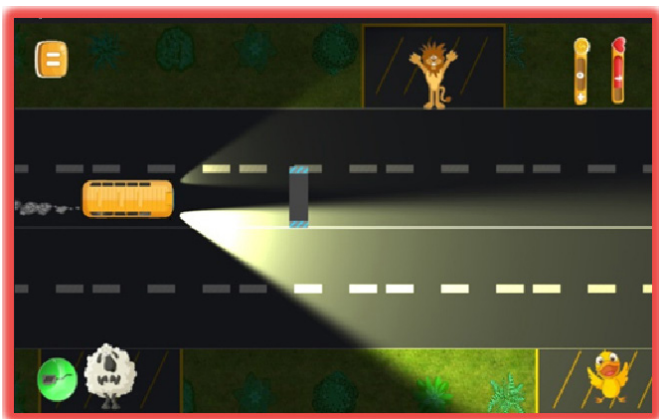
سر و بدن ایفا می‌نمایند. سیستم وستیبولار در گوش داخلی قرار داشته و با سیستم بینایی ارتباط مستقیم و تنگاتنگی دارد. این سیستم ورودی‌هایی را از محیط حرکتی و موقعیت در فضا فراهم می‌کند و به مغز می‌فرستد. سیستم تعادلی نقش بسیار مهمی در حفظ هماهنگی حرکتی و همچنین بینایی ایفا می‌کند (۲۵). برتری زمانی تفکیک‌پذیری گوش‌ها نسبت به چشم‌ها، هماهنگی دو جزء بینایی و شنوایی در خصوص دید انسان، تاثیر سریعتر بودن محرک‌های شنوایی نسبت به محرک‌های بینایی و از همه مهمتر ارسال سیگنال‌هایی توسط سیستم وستیبولار از طریق گوش داخلی به ساختارهای عصبی که کنترل حرکات چشم و عضلات آن را برعهده دارد، همگی زیربنا و شالوده‌ی تکنیک و روشی گردید که محقق را قادر می‌ساخت برای اولین بار بدون استفاده از هرگونه دستگاه تصویری جانبی،



شکل ۲: بازی جشن بادکنک‌ها برای نمونه‌ی تنبلی چشم راست

بازی اول (جشن بادکنک‌ها) بر مبنای استفاده از بادکنک در محیط بازی طراحی شد. فضای بازی از طول به دو قسمت مساوی با میزان روشنایی متفاوتی تقسیم شد. این نحوه‌ی طراحی در نگاه اول باعث جلب توجه بازیکن به تفاوت در میزان روشنایی می‌گردید. در بادکنک‌های مختص چشم تنبلی از رنگ‌هایی با میزان نور کنتراست بالا (آبی، قرمز، صورتی) و برای چشم سالم از رنگ‌هایی با میزان کنتراست نور پایین (سفید، کرمی، خاکستری) استفاده گردید. برای جلب توجه بیشتر و بالا بردن جذابیت بازی تصمیم گرفته شد که به هر بادکنک حیوانی آویزان باشد. اندازه‌ی بادکنک‌های مختص چشم تنبلی بزرگتر از بادکنک‌هایی بود که برای چشم سالم در نظر گرفته شد. در این بازی، کاربر باید بادکنک‌های در حال فرود آمدن را ترکانده و بر میزان امتیازات خود بیفزاید. هدف از طراحی مسیرهای

تصاویری با ویژگی‌های سفارشی به چشمان تنبل و سالم ارسال نماید. بر اساس این روش، صدای کاراکترهای اصلی بازی از طریق یک هدست صوتی با میزان بلندی متفاوتی به هر گوش ارسال می‌گردید. گوش متناظر چشم تنبل صدای بلندتری از کاراکترهای بازی را نسبت به گوش دیگر دریافت می‌نمود. تحریک گوش متناظر چشم تنبل با صدای بلندتر باعث می‌گردید سیستم وستیبولار، سیگنالی را به چشم تنبل و عضلات آن ارسال نموده و در نتیجه جهت فعالیت تحریک و تشویق گردیده و مسیر عصبی آن به مرور زمان فعال گردد. به‌کارگیری این روش در طراحی و پیاده‌سازی هر بازی باعث می‌گردید تا بتوان حرکت عضلات چشم و سر بازیکن را بدون استفاده از دستگاه‌های جانبی تصویری کنترل نمود. این تکنیک، صدای امید (The Voice of Hope) نام گرفت.



شکل ۳: بازی اتوبوس شادی برای نمونه‌ی تنبلی چشم راست

متنوع برای بادکنک‌ها، رهگیری و دنبال نمودن آن‌ها توسط چشمان بازیکن بود (شکل ۲). سرعت فروافتادن بادکنک‌هایی که در معرض دید چشم سالم بودند، دو برابر سرعت بادکنک‌هایی بود که برای چشم تنبلی در نظر گرفته شده بود. فروافتادن بادکنک‌های مختص چشم تنبلی با سرعت کمتر، باعث می‌گردید تا بازیکن تمرکز بیشتری بر روی رهگیری این بادکنک‌ها داشته باشد. در راستای تشویق و تحریک بازیکن به رهگیری و دنبال نمودن بادکنک‌های مختص چشم تنبلی، تصمیم گرفته شد امتیازی که بازیکن از ترکاندن این بادکنک‌ها کسب می‌نماید، دو برابر امتیاز ترکاندن بادکنک‌هایی باشد که برای چشم سالم طراحی گردیده است. همچنین در صورتی که بازیکن نمی‌توانست تعداد ۵ بادکنک را که مختص چشم تنبلی و در حال فرود آمدن بودند، بترکاند می‌باخت. تعیین شرایط باخت و تشویق در بازی



چشم چپ این تنظیمات عکس می‌گردید. کاربر بایستی با هدایت اتوبوس در جاده از موانع عبور نموده و با توقف کامل، حیوانات کنار جاده را سوار می‌نمود (شکل ۳). برای محیط‌بازی فضای جاده در نظر گرفته شد. جاده توسط خط‌کشی‌های ممتد سفید رنگی از وسط به دو نیم تقسیم گردید. دلیل تقسیم جاده به دو نیم آن بود که بتوان برای هر نیم فضای بازی که اتوبوس در آن حرکت می‌کند نور متفاوتی در نظر گرفت و در نگاه اول توجه بازیکن را به میزان روشنایی متفاوت در فضای بازی جلب نمود. میزان تاریکی فضای بازی در بخش تنظیمات قابل تغییر و سفارشی نمودن بود. جهت افزایش جذابیت و عدم یکنواختی به صورت تصادفی موانعی در فضای بازی قرار داده شد. با این کار بازی از حالت یکنواختی درآمده و در حین بازی بازیکن مجبور می‌گردد تا مسیر اتوبوس را برای برخورد نمودن به موانع تغییر داده و آن را در جهات مختلف به حرکت درآورد. قرار ندادن موانع در فضای جاده در محیط بازی باعث می‌گردد که چشمان بازیکن در حالت یکنواختی قرار گیرند و هیچ‌گونه چالش یا محرک تشویقی برای چشم تنبل ایجاد نگردد. در طراحی جلوه‌های صوتی بازی، صدای حیوانات منتظر در ایستگاه‌های اتوبوس با میزان بلندی متفاوتی به هر گوش کاربر ارسال می‌گردد. چنان‌که نمونه‌ای به تنبلی چشم راست مبتلا بود در قدم اول نور چراغ سمت راست اتوبوس با شعاع و شدت بیشتری نسبت به نور چراغ سمت چپ در فضای بازی ساطع می‌گردد. لیکن این امر برای حرکت سر و عضلات چشم تنبل کفایت نمی‌نمود. لذا صدای حیوانات در معرض دید نور چراغ سمت راست اتوبوس (سمت با روشنایی بیشتر) با میزان بلندتری نسبت به صدای حیوانات نیم سمت چپ بازی به گوش بازیکن ارسال می‌شد. به‌کاربردن ترکیبی از میزان روشنایی بیشتر نیمی از فضای بازی و ارسال صدای بلند حیوانات به یکی از گوش‌های بازیکن باعث تحریک و تشویق عضلات چشم تنبل می‌شد. همچنین جهت ایجاد نوعی بالانس در دریافت صدا توسط هر گوش، صدای موتور اتوبوس روشن در حال حرکت به‌عنوان صدای پس‌زمینه‌ی بازی انتخاب گردید. این صدا به هر گوش بازیکن با یک میزان بلندی ارسال می‌گردد. در خصوص نحوه‌ی برد یا باخت

باعث می‌گردید تا بازی از حالت یکنواختی و تکرار درآمده و بر هیجان و جذابیت بازی نزد نمونه‌ها که عمدتاً کودکان بودند افزوده گردد. در بخش جلوه‌های صوتی با به‌کارگیری تکنیک صدای امید، صدای حیوانات آویزان به بادکنک‌های مختص چشم تنبل بلندتر از صدای حیوانات مختص چشم سالم به گوش متناظر چشم تنبل ارسال می‌گردید (از طریق یک هدست صوتی). چنان‌که نمونه‌ای دارای تنبلی چشم راست بود، صدای حیوانات آویزان به بادکنک‌های مختص چشم راست برای گوش راست بلندتر و بر خلاف آن همان صدا برای گوش چپ ضعیف‌تر ارسال می‌شد. همچنین جهت آنکه مسیر عصبی چشم سالم در حین بازی از کار نیفتد و به‌نوعی یک بالانس برای دریافت صدا به گوش‌های بازیکن ایجاد گردد یک موسیقی کودکانه به‌عنوان صدای پس‌زمینه‌ی بازی در نظر گرفته شد. این صدا با یک میزان بلندی به هر دو گوش ارسال می‌شد. در بخش تنظیمات بازی، قابلیت سفارشی نمودن رنگ و میزان کنتراست نور بادکنک‌ها، تعیین میزان روشنایی در دو نیم فضای بازی و میزان بلندی صدای حیوانات برای هر گوش تعبیه گردید. این تنظیمات صرفاً از طریق یک کاربری ویژه توسط محقق تعیین و به هر بازی تزییق می‌گردید. طراحی بازی دوم (اتوبوس شادی) بر اساس استفاده از خودرو در محیط‌بازی انجام گرفت. استفاده از خودرو به‌دلیل حرکت پیوسته‌ی آن با سرعت‌های متفاوت در جهات مختلف و همچنین ایجاد قابلیت مانور بر روی تنظیم میزان نور ساطع شده از هر چراغ جهت روشن نمودن فضای بازی می‌توانست طراحی استراتژی بازی را در راستای هدف پژوهش که جلب توجه چشم تنبل بود، هدایت نماید. در انتخاب نوع وسیله‌ی نقلیه برای قرارگیری در فضای بازی از اتوبوس استفاده شد. اتوبوس طراحی شده دارای یک نقص فنی در ساطع نمودن میزان نور چراغ‌های جلوی خود بود. این نقص به عمد در اتوبوس ایجاد گردید تا بتواند باعث جلب توجه چشم تنبل گردد. مانور بر روی میزان نور چراغ‌های جلوی اتوبوس و روشنایی هر یک از آن‌ها ایجاد می‌نمود که بازی برای موقعیت زمانی شب طراحی گردد. برای نمونه‌های تنبلی چشم راست، چراغ سمت راست از میزان روشنایی و طول بیشتری برخوردار بود. برای نمونه‌های تنبلی

نماید و یا اینکه از تعداد ۱۰ مانع قرار گرفته در مسیر حرکت خود عبور نماید، بازنده‌ی بازی تلقی می‌گردد.



شکل ۵: تنظیمات بازی قورباغی گرسنه برای نمونه‌ی تنبلی چشم راست

برگزار می‌گردد. کرم شب‌تاب در فضای بازی دارای شعاع و شدت نور مختص خود بود. چنان‌که نمونه‌ای مبتلا به تنبلی چشم راست بود، کرم‌های شب‌تاب سمت راست بازی شعاع و شدت نور بیشتری نسبت به کرم‌های شب‌تاب سمت چپ بازی داشتند. این تنظیمات برای نمونه‌های مبتلا به تنبلی چشم چپ، عکس بود (شکل ۵). در بخش جلوه‌های صوتی بازی، متناظر با سمت چشم تنبل، صدای کرم‌های شب‌تاب مختص این چشم با میزان بلندتری نسبت به صدای کرم‌های شب‌تاب مختص چشم سالم به هر گوش بازیکن ارسال می‌گردد. کرم شب‌تاب، تنها حشره‌ای بود که قورباغه در حال پرش باید آن را شکار کند؛ به همین دلیل صدای کرم‌های شب‌تاب مختص چشم تنبل سه بار در یک فاصله‌ی زمانی ۶ ثانیه‌ای (هر دو ثانیه یک‌بار) تکرار می‌شد. در حالی که صدای کرم‌های شب‌تاب مختص چشم سالم تنها یک‌بار به گوش متناظر چشم سالم ارسال می‌گردد. همچنین جهت آنکه مسیر عصبی چشم سالم در حین بازی از کار نیفتد و به نوعی یک بالانس برای دریافت صدا به گوش‌های بازیکن ایجاد گردد، صدای برکه در هنگام شب به عنوان صدای پس‌زمینه‌ی بازی در نظر گرفته شد. این صدا با یک میزان بلندی به هر دو گوش ارسال می‌شد.

پس از طراحی و تولید بازی‌ها، مداخله بر روی نمونه‌های پژوهش آغاز گردید. در حین انجام مداخله در فواصل زمانی معین با نمونه‌ها یا والدین آن‌ها تماس گرفته شد تا از انجام بازی‌ها مطابق جدول زمان‌بندی اطمینان حاصل گردیده و به سوالات احتمالی آن‌ها نیز پاسخ داده شود. جدول زمان‌بندی و نحوه‌ی استفاده از بازی‌ها در اختیار نمونه‌ها و والدین

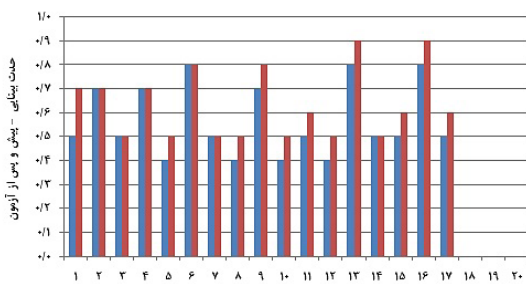
بازی، چنان‌که بازیکن نمی‌توانست تعداد ۱۰ حیوان قرار گرفته در نیم فضای بازی را که از میزان روشنایی بالاتری برخوردار بود، سوار



شکل ۴: بازی قورباغی گرسنه برای نمونه‌ی تنبلی چشم چپ

در بازی سوم (قورباغی گرسنه) هدف، به‌کارگیری کاراکتری در بازی بود که در عالم واقع بتواند از خود نور و روشنایی ساطع نماید. کرم شب‌تاب به‌عنوان یکی از کاراکترهای اصلی بازی انتخاب گردید. به‌کارگیری کرم‌های شب‌تاب در بازی این قابلیت را ایجاد می‌نمود که بتوان با قراردادن آن‌ها با شعاع نوری و میزان روشنایی متفاوت در سمت چپ و راست بازی توجه چشم تنبل را برانگیخت. به‌دلیل روشنایی که کرم‌های شب‌تاب در هنگام شب از خود ساطع می‌نمایند، بازی برای فاصله‌ی زمانی شب طراحی گردید. بازی مبتنی بر حرکت یک قورباغه در حال پرش که کنترل آن در دستان کاربر قرار داشت طراحی شد. قورباغه باید در برکه‌ای که پر از برگ‌های شناور بر روی آب بود جایجا شده و با پریدن از برگی به برگ دیگر کرم‌های شب‌تابی را که در فضای بازی در حال پرواز بودند، شکار نماید. برگ‌ها در موقعیت‌های مکانی مختلفی بر روی آب قرار داده شد. زیرا اگر برگ‌ها در یک راستا قرار می‌گرفتند باعث حرکت یکنواخت دست‌ها و چشم‌های بازیکن می‌گردید. در هنگام شکار، زبان قورباغه به سمت کرم شب‌تاب دراز می‌شد. دراز نمودن زبان قورباغه در هنگام شکار و نمایش گرافیکی آن به‌صورت واضح به‌گونه‌ای که باعث جلب توجه بازیکن در حین بازی گردد در راستای توجه بیشتر چشم تنبل بود (شکل ۴). مورد تشویقی دیگری که بازیکن را جهت ردگیری و شکار کرم‌های شب‌تاب مختص چشم تنبل تحریک می‌نمود، تعداد کرم‌های شب‌تاب شکار شده بود. اگر بازیکن تعداد معینی از کرم‌های شب‌تاب مختص چشم تنبل را شکار می‌کرد تشویق می‌شد و یک آتش‌بازی در فضای بازی

میانگین زمان کل استفاده از بازی جشن بادکنک‌ها (بر حسب ساعت) در طی دوره‌ی مداخله توسط نمونه‌های گروه‌های آزمون یک و دو به ترتیب ۱۷/۷۶ و ۱۷/۵۸، برای بازی اتوبوس شادی ۱۷/۸۳ و ۱۸/۰۲ و برای بازی قورباغه‌ی گرسنه ۱۹/۷۶ و ۱۹/۷۳ ساعت گزارش شد. بر اساس نتایج به دست آمده از ۲۰ نمونه‌ی قرارگرفته در گروه آزمون یک، حدت بینایی ۱۲ نفر (۶۳ درصد) پس از پایان مداخله بهبودیافته بود. حدت بینایی ۷ نفر (۳۷ درصد) هیچ‌گونه تغییری نکرده بود. یک نفر نیز آزمایش حدت بینایی پس از مداخله را انجام نداد. از میان نمونه‌های این گروه هیچ گزارشی در خصوص تنبل شدن چشم سالم پس از طی دوره‌ی درمان گزارش نگردید. نمونه‌های بهبودیافته در این گروه در رده‌ی سنی ۵ تا ۹ سال قرارداشتند. از میان ۱۷ نمونه‌ی باقیمانده در گروه آزمون دو، در ۱۱ نمونه (۶۵ درصد) بهبود چشم تنبل در آزمایش حدت بینایی پس از آزمون مشاهده گردید. در چشم تنبل ۶ نمونه (۳۵ درصد)، هیچ‌گونه بهبودی مشاهده نشد. نمونه‌های بهبودیافته در گروه آزمون دو، در رده‌ی سنی ۵ تا ۱۰ سال قرارداشتند. در گروه کنترل، از تعداد ۱۸ نمونه، تنها چشم تنبل ۵ نفر (۲۷ درصد) بهبودیافته بود. از این ۵ نفر، ۴ نفر از عینک تصحیح‌کننده و ۱ نفر نیز از روش بستن چشم سالم برای درمان خود استفاده نموده بودند. در ۱۳ نفر باقیمانده (۷۲ درصد) هیچ‌گونه بهبودی حاصل نگردیده بود و میزان حدت بینایی آنها پس از مداخله ثابت باقی مانده بود.



نمودار ۲: مقایسه مدت بینایی گروه آزمون دو، پیش آزمون-پس آزمون

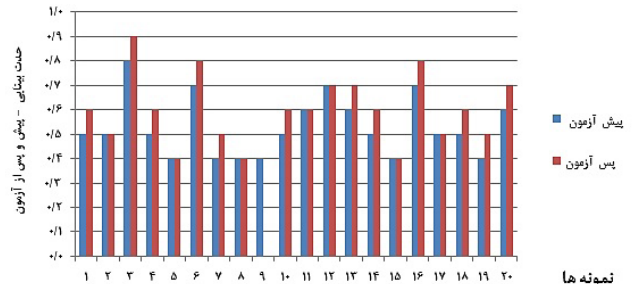


نمودار ۴: مقایسه نمونه‌های بهبود یافته در گروه‌های تحت مطالعه

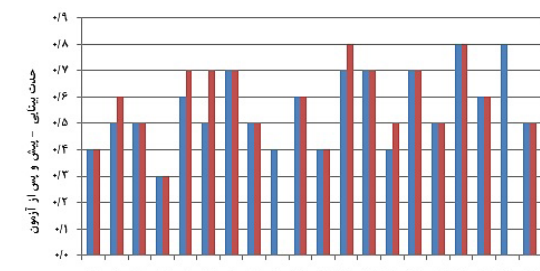
آنها قرارداد شده. طول دوره‌ی مداخله ۶۰ روز و زمان استفاده از هر بازی در طول روز ۲۰ دقیقه تعیین گردید. پس از پایان مداخله از نمونه‌ها درخواست گردید که دوباره مورد آزمایش تشخیص تنبلی و حدت بینایی قرارگیرند. داده‌ها، نتایج و پرسش‌نامه‌های تکمیل شده جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل گردید. فرایند مداخله، گردآوری داده‌ها و نتایج ۹ ماه به طول انجامید. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS در دو سطح آمار توصیفی و استنباطی تجزیه و تحلیل شدند. در سطح آمار استنباطی از آزمون‌های کالموگروف-اسمیرنف، مان ویتنی، لوین، تحلیل واریانس، آزمون t مستقل و کای اسکور استفاده گردید. جهت رعایت اصول اخلاق در پژوهش، علاوه بر کسب مجوزهای لازم، شرکت نمونه‌ها در طرح کاملاً داوطلبانه صورت گرفت و توضیحات لازم در مورد طرح، محرمانه بودن اطلاعات و سایر نکات اخلاقی به داوطلبان ارائه گردید.

## یافته‌ها

بر اساس نتایج به دست آمده، ۷۵ درصد آزمودنی‌ها در گروه آزمون یک، پسر و ۲۵ درصد دختر بودند. در گروه آزمون دو، ۶۵ درصد پسر و ۳۵ درصد دختر بودند. در گروه کنترل نیز، ۷۵ درصد پسر و ۲۵ درصد از آنان دختر بودند. میانگین سنی نمونه‌ها در گروه آزمون یک، ۸/۴ سال، در گروه آزمون دو، ۷/۷ سال و در گروه کنترل ۵/۴ سال گزارش گردید.



نمودار ۱: مقایسه مدت بینایی گروه آزمون یک، پیش آزمون-پس آزمون



نمودار ۳: مقایسه مدت بینایی گروه کنترل، پیش آزمون-پس آزمون

بهبودیافته به تفکیک در سه گروه مطالعه پس از پایان مداخله می‌باشد.

نمودارهای (۱) تا (۳)، میزان حدت بینایی نمونه‌های پژوهش در گروه‌های مطالعه را به تفکیک در مراحل پیش از آزمون و پس از آزمون نشان می‌دهد. نمودار (۴) نیز نشان‌دهنده درصد نمونه‌های

جدول ۱: آزمون کای اسکوئر، مقایسه‌ی درصد نمونه‌های بهبودیافته در گروه‌های تمت مطالعه

گروه	بهبودیافته	بهبودنیافته	کای اسکوئر	سطح معنی داری	شدت رابطه
آزمون (۱)	۶۳/۱۵	۳۶/۸۵			
آزمون (۲)	۶۴/۷۰	۳۵/۳۰	۷/۳۴	۰/۰۲۵	۰/۳۴۶
کنترل	۲۷/۸۰	۷۲/۲۰			

آزمون یک و دو با گروه کنترل تفاوت معنی داری مشاهده گردید. همچنین تفاوت معنی داری میان درصد نمونه‌های بهبودیافته در گروه‌های آزمون یک و آزمون دو در سطح  $(p \leq 0/05)$  مشاهده نگردید.

برای مقایسه‌ی درصد نمونه‌های بهبودیافته در گروه‌های مطالعه از آزمون آماری کای اسکوئر استفاده گردید. نتایج در جدول (۱) قابل مشاهده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، آماره کای اسکوئر در سطح  $(p \leq 0/05)$  معنی دار بود. بر این اساس، بین درصد نمونه‌های بهبودیافته در دو گروه

جدول ۲: توزیع درصد پاسخ‌های آزمودنی‌ها به پرسش‌نامه‌ی تاثیر بازی بر امور روزمره‌ی زندگی در گروه‌های مطالعه

سوال	گروه آزمون (۱)			گروه آزمون (۲)			گروه کنترل		
	بدون پاسخ	کمتر شده	ترقی کرده	بدون پاسخ	کمتر شده	ترقی کرده	بدون پاسخ	کمتر شده	ترقی کرده
علاقه به تماشای تلویزیون	۰	۰	۳۱/۵۸	۰	۰	۲۹/۴۱	۰	۰	۷۷/۷۸
علاقه به بازی‌های کامپیوتری	۰	۰	۲۶/۳۲	۰	۰	۱۷/۶۵	۰	۰	۷۷/۷۸
علاقه به نقاشی کردن	۰	۰	۳۱/۵۸	۰	۰	۱۱/۷۶	۰	۰	۷۷/۷۸
سرعت و راحتی در یادگیری مطالب	۰	۰	۳۶/۸۴	۰	۰	۱۷/۶۵	۰	۰	۸۳/۳۳
سرعت و راحتی در نوشتن	۰	۰	۲۶/۳۲	۰	۰	۱۷/۶۵	۰	۰	۱۶/۶۷
سرعت و راحتی در خواندن	۰	۰	۱۵/۷۹	۰	۰	۱۷/۶۵	۰	۰	۲۷/۷۸
نمایش چشم‌ها هنگام دیدن تلویزیون	۰	۰	۲۱/۰۵	۰	۰	۵/۸۸	۰	۰	۸۳/۳۳

معنی دار بوده است. نتایج به‌دست آمده در این خصوص در جدول (۲) قابل مشاهده است.

مقایسه‌ی میانگین نمره‌ی پاسخ‌های پرسش‌نامه‌ی تاثیر مجموعه‌ی بازی‌های سیگما بر امور روزمره‌ی زندگی مبتلایان به اختلال تبدیلی چشم به تفکیک سه گروه تحت مطالعه نشان داد آماره  $f$  در سطح  $(p \leq 0/05)$

جدول ۳: مقایسه‌ی اختلاف زوجی میانگین پاسخ‌های پرسش‌نامه‌ی تاثیر بازی‌ها بر امور روزمره‌ی زندگی

گروه‌ها	اختلاف میانگین	سطح معنی داری
گروه آزمون (۱) و گروه آزمون (۲)	-۱/۸۲	۰/۲۴۵
گروه آزمون (۱) و گروه کنترل	۵/۵۶	۰/۰۰۱
گروه آزمون (۲) و گروه کنترل	۸/۳۸	۰/۰۰۱

تبدیلی چشم نشان می‌دهد که اختلاف میانگین نمره‌ی گروه‌های آزمون یک با آزمون دو معنی دار نبوده است. اما اختلاف میانگین نمره‌ی گروه آزمون

مقایسه‌ی اختلاف زوجی میانگین پاسخ‌های پرسش‌نامه‌ی تاثیر مجموعه‌ی بازی‌های سیگما بر امور روزمره‌ی زندگی مبتلایان به اختلال



نتایج به دست آمده نشان داد که سن اغلب کودکانی که افزایش حدت بینایی در چشم تنبل آنان مشاهده گردید، زیر ۱۰ سال بوده است. این موضوع، هم راستا با نظریه اکثر پژوهشگران و متخصصانی است که در حوزه‌ی درمان تنبلی چشم فعالیت نموده‌اند. آن‌ها اعتقاد دارند که دستگاه بینایی در سطح قشر مغز باید به حد کافی دارای قابلیت تغییرپذیری باشد. این قابلیت تغییرپذیری مربوط به ۷ سال اول زندگی است و پس از آن کاهش می‌یابد (۲۷). نتایج مطالعه‌ی To و همکاران (۲۸) نشان داد که نتایج ملموسی در روند درمان کودکان مبتلا به تنبلی چشم که به استفاده از یک بازی طراحی شده برای آپیدهای آپل پرداخته‌اند، ایجاد گردیده است. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر کاملاً همسو می‌باشد. محقق، معتقد است که میزان تاثیر مجموعه بازی‌های سیگما در بهبود تنبلی چشم کودکانی که در رده‌ی سنی زیر ۱۰ سال قرار دارند بسیار بیشتر از افرادی است که در سنین بالاتر قرار گرفته‌اند. لیکن این امر به معنای آن نیست که مجموعه سیگما یا بازی‌های هدفمند دیگری که در راستای درمان اختلال تنبلی چشم تولید گردیده‌اند بر افراد بزرگسال هیچ‌گونه همکاری با والدین خود ننموده بودند و حدت بینایی آنان پس از مداخله تغییری نکرده بود. در همین راستا، حسینیان و همکاران (۱۳) گزارش نمودند که موانعی همچون سردرد گرفتن در استفاده از عینک، احساس بدشکل شدن، سوزش پوست و ناراحتی به دلیل ندیدن با استفاده از چشم‌بند و خستگی و تمایل نداشتن برای انجام تمرینات چشمی در راه استفاده از روش‌های درمان تنبلی چشم مانع جدی ایجاد می‌نماید. یافته‌های مطالعه‌ی حسینیان و همکاران همسو با مطالعه‌ی Lança و Carolino (۲۶) و همچنین Castanon و همکاران (۱۴) بود. در مطالعه‌ی Castanon و همکاران به مخالفت والدین در استفاده از عینک به‌عنوان مانع دیگری در پیروی از سفارش استفاده از عینک اشاره شده است. Stewart و همکاران (۱۵) نیز موانعی چون حساسیت پوستی، اجبار به استفاده از یک چشم با دید بدتر، کاهش زیبایی و دوره‌ی درمان طولانی را به‌عنوان مشکلات پیروی کامل سفارش بستن چشم عنوان می‌نمایند. یافته‌های مطالعات حسینیان و همکاران، Lança و Castanon، Carolino و همکاران و Stewart و همکاران کاملاً با نتایج پژوهش حاضر در خصوص عدم همکاری نمونه‌های گروه‌های آزمون دو و کنترل در استفاده از روش‌های رایج درمان تنبلی چشم مطابقت داشت.

## بحث

یک با گروه کنترل و همچنین گروه آزمون دو با گروه کنترل معنی‌دار بوده است. این اختلاف نشان از تاثیر مثبت استفاده از مجموعه‌ی بازی‌های سیگما بر امور روزمره‌ی زندگی نمونه‌های قرارگرفته در گروه‌های آزمون دارد. این نتایج در جدول (۳) قابل مشاهده است.

نتایج نشان داد که استفاده از مجموعه بازی‌های سیگما در دوره‌ی زمانی چندین ماهه در افراد مبتلا به تنبلی چشم و به‌ویژه در کودکان می‌تواند منجر به افزایش حدت بینایی آن‌ها گردد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، به‌طور متوسط حدت بینایی چشم تنبل ۶۴ درصد از کودکانی که با استفاده از مجموعه بازی‌های سیگما تحت مداخله قرارگرفته بودند، به اندازه‌ی یک خط (۰/۱) Snellen chart بهبود یافته بود. عمده نمونه‌های مطالعه‌ی حاضر را کودکان بین ۵ تا ۱۵ سال تشکیل می‌دادند. بر اساس نتایج به‌دست آمده بیش از ۷۵ درصد از نمونه‌های گروه کنترل در به‌کارگیری روش‌های درمان رایج تنبلی چشم هیچ‌گونه همکاری با والدین خود ننموده بودند و حدت بینایی آنان پس از مداخله تغییری نکرده بود. در همین راستا، حسینیان و همکاران (۱۳) گزارش نمودند که موانعی همچون سردرد گرفتن در استفاده از عینک، احساس بدشکل شدن، سوزش پوست و ناراحتی به دلیل ندیدن با استفاده از چشم‌بند و خستگی و تمایل نداشتن برای انجام تمرینات چشمی در راه استفاده از روش‌های درمان تنبلی چشم مانع جدی ایجاد می‌نماید. یافته‌های مطالعه‌ی حسینیان و همکاران همسو با مطالعه‌ی Lança و Carolino (۲۶) و همچنین Castanon و همکاران (۱۴) بود. در مطالعه‌ی Castanon و همکاران به مخالفت والدین در استفاده از عینک به‌عنوان مانع دیگری در پیروی از سفارش استفاده از عینک اشاره شده است. Stewart و همکاران (۱۵) نیز موانعی چون حساسیت پوستی، اجبار به استفاده از یک چشم با دید بدتر، کاهش زیبایی و دوره‌ی درمان طولانی را به‌عنوان مشکلات پیروی کامل سفارش بستن چشم عنوان می‌نمایند. یافته‌های مطالعات حسینیان و همکاران، Lança و Castanon، Carolino و همکاران و Stewart و همکاران کاملاً با نتایج پژوهش حاضر در خصوص عدم همکاری نمونه‌های گروه‌های آزمون دو و کنترل در استفاده از روش‌های رایج درمان تنبلی چشم مطابقت داشت.

استفاده از هدست یا عینک تصویری بی‌نیاز نموده و نحوه‌ی مداخله و استفاده از مجموعه‌ی سیگما را ساده و قابل‌دسترس می‌نماید. این مهم یکی از مزیت‌های بالقوه‌ی مطالعه‌ی حاضر در مقایسه با مطالعات Handa و همکاران و Kelly و همکاران می‌باشد. در مطالعه‌ی Dadeya و Dangda (۳۳)، تعداد کودکانی که حدت بینایی آن‌ها در اثر استفاده از بازی‌های ویدئویی افزایش یافته بود به مراتب بیشتر از افرادی بود که به استفاده از عینک تصحیح‌کننده پرداخته بودند. در مطالعه‌ی حاضر نیز میزان نمونه‌هایی که در گروه‌های آزمون بهبودیافته بودند تقریباً ۲ برابر نمونه‌هایی بود که در گروه کنترل به استفاده از روش‌های رایج درمان Amblyopia پرداخته بودند. نتایج به‌دست آمده در خصوص تاثیر استفاده از مجموعه بازی‌های سیگما در افزایش میزان حدت بینایی چشم تنبل نمونه‌های شرکت‌کننده در مطالعه‌ی حاضر با نتایج مطالعات انجام شده توسط Hess و همکاران (۱۹)، Knox و همکاران (۳۴)، Li و همکاران (۳۵)، Birch و همکاران (۳۶) و Herbison و همکاران (۳۷) کاملاً مطابقت داشت.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به محدود بودن طول دوره‌ی زمانی مداخله به‌علت محدودیت طول دوره‌ی پژوهش و همچنین عدم همکاری کامل نمونه‌ها و والدین آن‌ها در گروه کنترل در به‌کارگیری روش درمانی خود به‌دلیل ایجاد محدودیت‌های فراوان ظاهری و اجتماعی اشاره نمود.

## نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معناداری میان تعداد نمونه‌های بهبودیافته در گروه آزمون یک که در طول روند مداخله تنها به استفاده از مجموعه‌ی سیگما پرداخته بودند با نمونه‌های گروه آزمون دو که در کنار استفاده از مجموعه‌ی سیگما یک روش مکمل درمانی را نیز برگزیده بودند وجود ندارد. همچنین متوسط سن نمونه‌های بهبودیافته در گروه‌های آزمون زیر ۱۰ سال گزارش گردید. با توجه به اختلاف معنادار نمونه‌های بهبودیافته در گروه‌های آزمون و کنترل، نبود اختلاف معنادار میان نمونه‌های گروه آزمون یک و دو و همچنین متوسط سن نمونه‌های بهبودیافته می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مجموعه بازی‌های سیگما به تنهایی یا در کنار سایر روش‌های درمانی می‌تواند منجر به افزایش حدت بینایی چشم تنبل

که استفاده از تصاویری با ترکیب رنگ‌های جذاب و کنتراست نور بالا به جای تصاویر معمولی یا سیاه و سفید، می‌تواند در روند یادگیری و پیشرفت آموزشی دانش‌آموزان تاثیر بسزایی داشته باشد. همچنین Li و همکاران (۳۱) نیز استفاده از اصل تفاوت میزان کنتراست نور و ارسال آن به چشمان تنبل و سالم را به‌عنوان عاملی مهم در بهبود چشم تنبل کودکان گزارش نمودند. استفاده از رنگ‌های شاد با میزان کنتراست کم و زیاد در طراحی و پیاده‌سازی بازی‌های مجموعه‌ی سیگما یکی از وجوه مشترک مطالعات Li و همکاران، SikLanyi و Lanyi با مطالعه‌ی حاضر می‌باشد. Kelly و همکاران (۲۰) گزارش دادند که روند درمان کودکان مبتلا به تنبلی چشم که به مدت دو هفته با استفاده از یک هدست تصویری پیشرفته روزانه به مدت یک ساعت به انجام بازی دیجیتالی Digh Rush پرداخته‌اند، بسیار بهتر از کودکانی بوده است که از روش بستن چشم سالم برای درمان خود استفاده نموده بودند. در همین زمینه، Handa و همکاران (۳۲) نیز گزارش کردند که استفاده از یک بازی دیجیتالی در کودکانی ۳ تا ۷ سال باعث گردیده است تا دید بصری چشم تنبل پنج کودک به نحو محسوسی افزایش پیدا کند. تصاویر این بازی نیز برای چشم تنبل و سالم به‌ترتیب با کنتراست نور متفاوت از طریق یک عینک تصویری قابل تنظیم ارسال می‌گردید. وجه اشتراک مطالعه‌ی Handa و همکاران و Kelly و همکاران با مطالعه‌ی حاضر، استفاده از تصاویر با کنتراست نور متفاوت در محیط بازی است. لیکن وجه تمایز بارز این دو مطالعه با پژوهش حاضر در نحوه‌ی ارسال تصاویر به چشمان نمونه‌های مورد مداخله است. آن‌ها در مطالعات خود تصاویر بازی را از طریق یک هدست تصویری قابل تنظیم به هر چشم بازیکن ارسال می‌کردند. اما در مطالعه‌ی حاضر، مجموعه بازی‌های سیگما بدون استفاده از هیچ‌گونه عینک یا هدست تصویری در اختیار نمونه‌های گروه آزمون قرار داده شد و آن‌ها تنها با استفاده از یک هندزفری ساده به استفاده از بازی‌ها پرداختند. با در نظر گرفتن وجه تمایز این دو مطالعه با مطالعه‌ی حاضر می‌توان نتیجه‌گیری نمود که روش طراحی مجموعه‌ی سیگما که بر اختلاف کنتراست نور استوار است و همچنین تلفیق آن با تکنیک جدیدی که برای اولین بار در بخش جلوه‌های صوتی هر بازی طراحی و پیاده‌سازی شده است کارا می‌باشد. همچنین به‌کارگیری این تکنیک صوتی، استفاده‌کننده را از هرگونه

پایان مداخله‌ی جدید نیز می‌توان مشخص نمود که میزان بهبود و حدت بینایی تا چه میزان پایدار بوده است.

## تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه‌ی دانشجوی علیرضا مختاری (کد ثبت شده با شماره‌ی ۱۳۹۴۰۰۴ در سامانه ایرانداک) و به راهنمایی سرکار خانم دکتر عاطفه احمدی می‌باشد. لذا نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از متخصصان چشم‌پزشکی و عصب‌شناسی، کلیه نمونه‌های شرکت‌کننده در پژوهش، به‌ویژه کودکان و خانواده‌های ارجمندشان که با صبوری و متانت فراوان همکاری صمیمانه‌ای را در مراحل مختلف اداری و اجرایی به‌خصوص در حین انجام مداخله و پس از آن با پژوهشگران نمودند، کمال تشکر و سپاسگزاری نمایند.

کودکان مبتلا به اختلال تنبلی چشم گردد. بر این اساس مجموعه بازی‌های سیگما می‌تواند به‌عنوان روشی مبتنی بر ساختار بازی با ویژگی‌های جذاب، مفرح و لذتبخش و قابل‌دسترس در هر موقعیت زمانی و مکانی و روشی مقرون به صرفه برای درمان و افزایش حدت بینایی کودکان مبتلا به اختلال تنبلی چشم به‌کار گرفته شود.

در پایان پیشنهاد می‌گردد که طول دوره‌ی مداخله به دوره‌های زمانی شش‌ماهه تا یک‌ساله افزایش پیدا نموده و تاثیر استفاده از مجموعه بازی‌های سیگما بر روی حجم نمونه‌ی بیشتری از کودکان و بزرگسالان مبتلا به اختلال تنبلی چشم بررسی گردد تا بتوان با به‌دست آوردن نتایج جدید و مقایسه‌ی آن با نتایج مطالعه‌ی حاضر، میزان اطمینان و اعتبار نتایج به‌دست آمده را تعیین نمود. همچنین با اندازه‌گیری حدت بینایی چشم تنبل و سالم و میزان حساسیت به کتراست نور در فواصل متعدد زمانی پس از

## منابع

1. Nard B, Nelson JH, Calhoun M & Robison D. Harley's Pediatric ophthalmology. 3<sup>rd</sup> ed. New York: W.B. Saunders Company; 2002: 107-11, 118-21.
2. Simons K & Preslan M. Natural history of Amblyopia untreated owing to lack of compliance. British Journal of Ophthalmology 1999; 83(5): 582-7.
3. Hoyt CS & Taylor D. Pediatric ophthalmology and strabismus: Expert Consult. 4<sup>th</sup> ed. Toronto: Saunders Elsevier; 2013: 276.
4. Hoyt CS. Amblyopia. British Journal of Ophthalmology 2000; 84(9): 944-6.
5. Simon JW & Kaw P. Commonly missed diagnoses in the childhood Eye examination. American Family Physician 2001; 64(4): 623-9.
6. Pandey PK, Chaudhuri Z, Kumar M, Satyabala K & Sharma P. Effect of levodopa and carbidopa in human Amblyopia. Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus 2002; 39(2): 81-9.
7. Adams GGW & Sloper JJ. Update on squint and Amblyopia. Journal of the Royal Society Interface 2003; 96(1): 3-6.
8. Salcido AA, Bradley J & Donahue SP. Predictive value of photoscreening and traditional screening of preschool children. Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus 2005; 9(2): 114-20.
9. Yazawa K, Suga J, Wakita S, Sumitomo M & Uemura Y. The Tokyo metropolitan home vision screening program for Amblyopia in 3-year-old children. American Journal of Ophthalmology 1992; 114(4): 416-9.
10. Lithander J. Prevalence of Amblyopia with anisometropia or strabismus among schoolchildren in the Sultanate of Oman. Acta Ophthalmologica Scandinavica 1998; 76(6): 658-62.
11. Cordonnier M & De Maertelaer V. Screening for amblyogenic factors in preschool children with the retinomax hand-held refractor: do positive children have Amblyopia and is treatment efficacious? Strabismus 2005; 13(1): 27-32.
12. Rajavi J. Thoughts of Amblyopia News. Journal of Research in Medicine 2008; 31(2): 105-6 [Article in Persian].

13. Hosainian H, Hatamizadeh N, Vameghi R & Bakhshi E. Process evaluation of therapy in children with Amblyopia detected in Amblyopia Prevention Program–2012, Mashhad city. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine* 2016; 5(1): 109-18[Article in Persian].
14. Castanon Holguin AM, Congdon N, Patel N, Ratcliffe A, Estes P, Toledo Flores S, et al. Factors associated with spectacle-wear compliance in school-aged Mexican children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2006; 47(3): 925-8.
15. Stewart CE, Fielder AR, Stephens DA & Moseley MJ. Design of the monitored occlusion treatment of Amblyopia study (MOTAS). *The British Journal of Ophthalmology* 2002; 86(8): 915–9.
16. Sohrani Shegefti N. Play therapy techniques and its implication for emotional disturbances and behavioral disorders. *Journal of Psychological Models and Methods* 2010; 1(4): 45-63[Article in Persian].
17. De Freitas S. Learning in immersive worlds: A review of game-based learning. Bristol: Joint Information Systems Committee; 2006: 9-12.
18. Li RW, Ngo C, Nguyen J & Levi DM. Video-game play induces plasticity in the visual system of adults with Amblyopia. *PLOS Biology* 2011; 9(8): e1001135
19. Hess RF, Thompson B, Black JM, Machara G, Zhang P, Bobier WR, et al. An iPod treatment of Amblyopia: An updated binocular approach. *Optometry* 2012; 83(2): 87–94.
20. Kelly KR, Jost RM, Dao L, Beauchamp CL, Leffler JN & Birch EE. Binocular iPad game vs patching for treatment of Amblyopia in children: A randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmology* 2016; 134(12): 1402-8.
21. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2<sup>nd</sup> ed. USA: Lawrence Erlbaum Associates; 1988: 289-95.
22. Solan HA, Shelley-Tremblay J & Larson S. Vestibular function, sensory integration, and balance anomalies: A brief literature review. *Optometrists in Vision Development Journal* 2007; 38(1): 13-7.
23. Gutmark R & Guyton DL. Origins of the keratometer and its evolving role in ophthalmology. *Survey of Ophthalmology* 2010; 55(5): 481-97.
24. Gavkare AM, Nanaware NL & Surdi AD. Auditory reaction time, visual reaction time and whole body reaction time in Athletes. *Indian Medical Gazette* 2013; 6(1): 214-9.
25. Jafari M & Dolfi M. Vestibular disorders in children. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences* 2011; 7(5): 755-66[Article in Persian].
26. Lança CC & Carolino E. Risk factors for non-compliance using occlusive therapy: A case study, Barcelona: World Congress of Paediatric Ophthalmology and Strabismus, 2009.
27. Moseley M & Fielder A. Improvement in amblyopic Eye function and contralateral Eye disease: Evidence of residual plasticity. *The Lancet Public Health* 2001; 357(9260): 902-4.
28. To L, Thompson B, Blum JR, Maehara G, Hess RF & Cooperstock JR. A game platform for treatment of Amblyopia. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 2011; 19(3): 280-9.
29. Vedamurthy I, Nahum M, Huang SJ, Zheng F, Bayliss J, Bavelier D, et al. A dichoptic custom-made action video game as a treatment for adult Amblyopia. *Vision Research* 2015; 114(1): 173-87.
30. SikLanyi C & Lanyi Z. Multimedia program for training of vision of children with visual impairment and Amblyopia. *Journal of Information Technology Education* 2003; 2(1): 279-90.
31. Li SL, Reynaud A, Hess RF, Wang YZ, Jost RM, Morale SE, et al. Dichoptic movie viewing treats childhood Amblyopia. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2015; 19(5): 401-5.
32. Handa T, Ishikawa H, Shoji N, Totuka S, Goseki T & Shimizu K. Modified iPad for treatment of Amblyopia: A preliminary study. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2015; 19(6): 552-4.
33. Dadeya S & Dangda S. Television video games in the treatment of Amblyopia in children aged 4–7 years. *Strabismus* 2016; 24(4): 146-52.



34. Knox PJ, Simmers AJ, Gray LS & Cleary M. An exploratory study: prolonged periods of binocular stimulation can provide an effective treatment for childhood Amblyopia. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 2012; 53(2): 817-24.
35. Li SL, Jost RM, Morale SE, Stager DR, Dao L, Stager D, et al. A binocular iPad treatment for amblyopic children. *Eye* (London, England) 2014; 28(10): 1246–53.
36. Birch EE, Li SL, Jost RM, Morale SE, DeLaCruz A, Stager D, et al. Binocular iPad treatment for Amblyopia in preschool children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2015; 19(1): 6-11.
37. Herbison N, MacKeith D, Vivian A, Purdy J, Fakis A, Ash IM, et al. Randomised controlled trial of video clips and interactive games to improve vision in children with Amblyopia using the I-BiT system. *British Journal of Ophthalmology* 2016; 100(11): 1511-6.

# SIGMA: A Serious Game Based on a New Approach to Improve Visual Acuity in Children with Lazy Eye (Amblyopia)

Alireza Mokhtari<sup>1</sup> (M.S.) - Atefeh Ahmadi<sup>2</sup> (Ph.D.)

1 Master of Science in Computer Engineering, Faculty of Computer Engineering, Sepahan Institute of Higher Education Science and Technology, Esfahan, Iran

2 Associate Professor, Department of Computer, Faculty of Computer Engineering, Sepahan Institute of Higher Education Science and Technology, Esfahan, Iran

## Abstract

Received: Jul 2019

Accepted: Feb 2020

**Background and Aim:** One of the main reasons of blindness -- unilateral vision weakness in children, adolescents and middle aged people -- is amblyopia. The goal of this study is to design and produce a serious game to treat amblyopia and to investigate its effect on children's lazy eye.

**Materials and Methods:** In this interactive analysis, 60 people suffering from unilateral amblyopia with average age 7 years old entered the research; they were divided into two experimental groups and one control group. From these people, six left during the research period. To intervene during the project, a produced tool, namely SIGMA (smart phone), was used. Visual acuity of samples was measured before and after the intervention. The collected data were analyzed using SPSS software version 22 in two levels of descriptive and inferential statistics.

**Results:** In the first experimental group, visual acuity of 12 samples(63%) improved and in 7 samples(37%), no changes were observed. In the second experimental group, visual acuity of 11 samples(65%) improved, but no changes were observed in 6 samples(35%). In control group, however, visual acuity of 5 samples(27%) improved, but no changes were observed in 13 samples(72%). The findings show a meaningful difference( $p \leq 0.05$ ) between the number of improved samples of experimental groups and control group.

**Conclusion:** Using SIGMA games alone or along with other treatments can improve visual acuity in children's lazy eye.

**Keywords:** Serious Game, Lazy Eye(Amblyopia), Visual Acuity, Treatment

\* Corresponding Author:  
Mokhtari AR  
Email :  
alirezamokhtarii58@gmail.com