

Analysis of Eye Tracking in Individuals with Autism Spectrum Disorder and Control Group in the Task of Staring at the Emotional Facial Expressions

Soltanifar, Zahra ^{1*} / Behnam, Hamid ² / Khorrami Banaraki, Anahita ³ / Khodadadi, Mojtaba ⁴ / Hamed Ali, Behnoosh ⁵ / Golbazi Mahdipour, Ali ⁶

¹ - M.Sc., Medical Engineering Group, Department of Electrical Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

² - Associate Professor, Medical Engineering Group, Department of Electrical Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

³ - Assistant Professor, Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran

⁴ - Assistant Professor, Department of Psychology, Imam Hossein University, Tehran, Iran

⁵ - Ph.D. in Health Psychology, Tehran, Iran

⁶ - M.Sc. of Science in Business Administration, Neurobusiness Lab, Department of Business Administration and Engineering, School of Management, Economics, and Progress Engineering, Iran University of Science and Technology (IUST), Tehran, Iran

ARTICLE INFO

DOI: 10.22041/IJBME.2021.534533.1708

Received: 22 July 2021

Revised: 25 October 2021

Accepted: 18 November 2021

KEYWORDS

Eye Tracking
Autism Spectrum Disorder
Gaze
Emotional Facial Expressions
Early Diagnosis

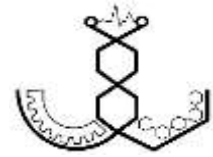
ABSTRACT

The pattern of abnormal gaze is observed in individuals with autism spectrum disorders. Studies of eye movements in people with autism have shown significant difference in the pattern of staring at the eyes and mouth compared to control groups. Yet, findings have been contradictory to date, and in spite of the fact that previous studies on eye dazzling in people with autism are expanding, the findings still do not appear to be consistent. Thus, we tracked eye movements in face processing for 25 teenagers with autism and 25 teenagers from the control group to examine any abnormal concentration in the facial areas. Experimental task used in this study includes standard images of the emotional states of the male and female faces (roundness of the face) in the state of anger, surprise, happiness, sadness and neutrality and subjects looked at these faces, while the eye tracker recorded their eye movements. In this task, they were required to select the displayed emotional state by the reply box. The selected Boosted Trees Ensemble classifier was able to use features related to the total data received from eye tracking in face segmentation into 8 areas (forehead, right and left eye, right and left cheek, nose, mouth and chin) with an accuracy of 83.31% in separating the two groups of autism and control. Moreover, in the study of facial components, left eye, left cheek, right cheek, and right eye, with 84.18%, 83.85%, 82.73% and 81.25% accuracy respectively, were able to make the most difference in the classification. Non-normal patterns in eye gaze can be very important because biomarkers indicate a condition that can be used for early diagnosis. It can also be a guide for researchers to design a game based on the results of this paper to improve the social interactions by strengthening eye contact for people with autism.

***Corresponding Author**

Address	Medical Engineering Group, Department of Electrical Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
Postal Code	16846-13114
E-Mail	soltanifar.zahra@gmail.com
Tel	+98-21-73225629
Fax	+98-21-73225777





تحلیل ردیابی چشم در افراد مبتلا به اختلال طیف اتیسم و گروه کنترل در تکلیف خیره شدن به حالت‌های احساسی چهره

سلطانی‌فر، زهرا^{۱*} / بهنام، حمید^۲ / خرمی بنارکی، آناهیتا^۳ / خدادادی، مجتبی^۴ / حامدعلی، بهنوش^۵ / گلبازی مهدی‌پور، علی^۶

^۱ - کارشناسی ارشد، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده‌ی مهندسی برق، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

^۲ - دانشیار، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده‌ی مهندسی برق، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

^۳ - استادیار، موسسه‌ی مطالعات علوم شناختی، تهران، ایران

^۴ - استادیار، دانشکده‌ی روان‌شناسی، دانشگاه امام حسین، تهران، ایران

^۵ - دکترای روان‌شناسی سلامت، تهران، ایران

^۶ - کارشناسی ارشد مدیریت کسب و کار، آزمایشگاه کسب و کار عصبی، گروه مدیریت و مهندسی کسب و کار، دانشکده‌ی مدیریت، اقتصاد و مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

مشخصات مقاله

شناسه‌ی دیجیتال: 10.22041/IJBME.2021.534533.1708

پذیرش: ۲۷ آبان ۱۴۰۰

بازنگری: ۳ آبان ۱۴۰۰

ثبت در سامانه: ۳۱ تیر ۱۴۰۰

واژه‌های کلیدی

چکیده

ردیابی چشم
اختلال طیف اتیسم
خیرگی
حالت‌های احساسی
چهره
تشخیص زودهنگام

تفاوت الگوی خیرگی چشم در اختلالات طیف اتیسم مشاهده می‌شود. مطالعات حرکات چشم در افراد دارای اتیسم، نشان دهنده‌ی تفاوت در الگوی خیره شدن به چشم و دهان نسبت به گروه‌های کنترل است. با این حال یافته‌ها تا به امروز متناقض بوده و در حالی که مطالعات پیشین در مورد خیره شدن چشم در افراد دارای اتیسم در حال گسترش است، هنوز هم به نظر می‌رسد یافته‌ها یک‌پارچگی ندارند. در این مقاله ردیابی چشم در پردازش چهره برای ۲۵ نوجوان دارای اتیسم و ۲۵ نوجوان از گروه کنترل مورد بررسی قرار گرفته است تا هرگونه تمرکز غیرعادی در مناطق صورت بررسی شده و بهترین نتایج در این خصوص به دست آید. تکلیف طراحی شده شامل تصاویری استاندارد از حالات احساسی چهره‌ی زن و مرد (گردی صورت) در حالت خشم، تعجب، شادی، ناراحتی و خنثی بوده که افراد پس از نگاه کردن به این چهره‌ها، در حالی که ردیاب چشم اطلاعات مربوطه را ثبت کرده باید حالت احساسی نمایش داده شده را توسط صفحه کلید اختصاصی انتخاب کنند. طبقه‌بند منتخب Boosted Trees Ensemble توانسته است با استفاده از ویژگی‌های مرتبط با مجموع داده‌های دریافتی از ردیابی چشم در تقسیم‌بندی صورت به ۸ ناحیه (پیشانی، چشم راست و چپ، گونه‌ی راست و چپ، بینی، دهان و چانه) با دقت ۸۳/۳۱٪ دو گروه اتیسم و کنترل را از یک‌دیگر جدا کند. همچنین در بررسی اجزای صورت، چشم چپ، گونه‌ی چپ، گونه‌ی راست و چشم راست، به ترتیب با دقت‌های ۸۴/۱۸٪، ۸۳/۸۵٪، ۸۲/۷۳٪ و ۸۱/۲۵٪ بیش‌ترین تفکیک را با استفاده از طبقه‌بند خانواده‌ی Boosted Trees بین دو گروه ایجاد کرده‌اند. الگوهای غیرطبیعی در خیره شدن چشم می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد چرا که نشان‌گر زیستی از وضعیتی است که می‌تواند برای تشخیص زودهنگام مورد استفاده قرار گیرد. همچنین می‌تواند راهنمایی برای پژوهش‌گران باشد تا بر اساس نتایج حاصل از این مقاله، به طراحی بازی شناختی با هدف بهبود تعاملات اجتماعی از طریق تقویت تماس چشمی برای افراد دارای اختلال اتیسم بپردازند.

*نویسنده‌ی مسئول

نشانی گروه مهندسی پزشکی، دانشکده‌ی مهندسی برق، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

تلفن ۹۸۸۴۶-۱۳۱۱۴

دورنگار ۹۸۸۴۶-۱۳۱۱۴

soltanifar.zahra@gmail.com

کد پستی

پست الکترونیک

۱- مقدمه

اختلال طیف اتیسم یکی از انواع اختلالات رشدی عصبی بوده که بر رشد طبیعی مغز و در نتیجه عمل کرد آن در حوزه‌های تعاملات اجتماعی، مهارت‌های ارتباطی و شناختی تاثیرگذار است. شاخصه‌های اصلی تشخیص اتیسم بر اساس DSM-5 شرح زیر است.

الف) نارسایی‌های پایدار در ارتباط و تعامل اجتماعی در موقعیت‌های گوناگون در گذشته یا در حال حاضر

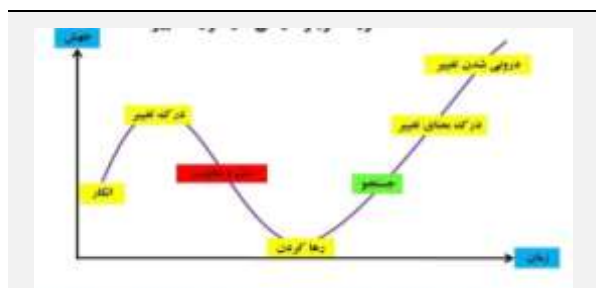
ب) الگوهای رفتار، تمایلات یا فعالیت‌های محدود تکراری [۱] آمار شیوع اتیسم در مراجع مختلف بسیار متفاوت گزارش شده اما چیزی که تقریباً ثابت مانده نرخ افزایشی اعلام شده در طول این سال‌ها بوده که حاکی از افزایش شیوع اتیسم و همچنین آگاهی و تشخیص این بیماری است. بنا بر اعلام مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌ها در آمریکا [۲] در سال ۲۰۲۰ یک نفر از هر ۵۴ کودک به اختلال اتیسم مبتلا بوده است. سازمان بهزیستی ایران این تعداد را یک نفر در هر ۱۵۰ تولد زنده گزارش کرده است. اگر چه همین عدد نیز از درصد بالای ابتلا به اختلال اتیسم در کشور حکایت دارد اما بر اساس شواهد موجود باید گفت آمار اتیسم در ایران بالاتر از این میزان است و بسیاری از افراد اتیسم هنوز شناسایی نشده‌اند [۳].

۱-۱- بیان مساله

اختلال طیف اتیسم هر چه در سنین پایین‌تر تشخیص داده شده و بازتوانی شروع شود، فرد شانس بیشتری در داشتن یک زندگی عادی خواهد داشت. بنابراین شناسایی زودهنگام و مداخله‌ی به موقع یکی از کلیدی‌ترین مولفه‌ها برای بازتوانی کودکان دارای اتیسم است. با این وجود، نبود روش‌های عینی و هدفمند برای شناسایی کودکان مبتلا به اتیسم یک مانع عمده در تشخیص زودهنگام است.

طبق نظریه‌ی کوپلر، اولین واکنش والدین فرزند در مواجهه با تشخیص اتیسم، فاز شوک بوده و از آنجا که تشخیص اتیسم بر اساس چک‌لیست‌های روان‌پزشکی و مشاهده‌های کیفی است، خانواده‌ها در فاز انکار طولانی‌تری قرار گرفته و گاهی مراجعات بسیار به روان‌پزشکان متفاوت دارند تا بلکه تشخیص دیگری غیر از اتیسم را دریافت کنند و بدین ترتیب فرصت‌های توان‌بخشی را در زمان طلایی از دست می‌دهند. تشخیص اولیه‌ی اتیسم در سنین ۱۸ تا ۲۴ ماهگی شکل گرفته و در اکثر

مواقع تا ۳ سالگی به صورت کامل نمایان می‌شود. زمان طلایی برای توان‌بخشی نیز ۳ تا ۵ سالگی است. منحنی کوپلر اس در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱) - نظریه‌ی کوپلر، نحوه‌ی مواجه شدن افراد با یک چالش [۴]

از آنجا که افراد اتیستیک تمایل به اجتناب از تصاویر اجتماعی نسبت به تصاویر انتزاعی داشته و در مقایسه با دیگران هنگام نگاه کردن به چهره‌ها به ندرت و بسیار زودگذر تماس چشمی برقرار می‌کنند [۱] می‌توان از این مساله برای کمک به فرایند تشخیص زودهنگام این کودکان استفاده کرد.

حرکات چشم می‌تواند آن‌چه را که در مورد فرایند شناختی درونی معروف به توجه بصری^۱ است آشکار کند. پرنیان‌پور و هم‌کارانش به نقل از کاهنمن، الگوهای حرکتی روزمره‌ی چشم انسان را به سه دسته‌ی تماشای بی‌اختیار^۲، تماشای هدفمند^۳ و الگوی متناسب با فکر^۴ تقسیم کردند [۵].

انگاره‌ی اساسی در پژوهش‌های ردیاب چشمی، فرضیه‌ی چشم-ذهن^۵ است. فرضیه‌ی چشم-ذهن به این معنی است که در حین انجام یک تکلیف^۶ دیداری، موقعیت چشم دوختن فرد مبین عمل‌کردهای ذهنی بوده که به آن فکر می‌کند. در این فرضیه مسیر نگاه کردن دقیق (خیره شدن^۷) بر آن‌چه که کاربر در حال حاضر در مورد آن فکر می‌کند اشاره دارد. این فکر کردن می‌تواند از علاقه یا مشکل پیش روی کاربر حکایت کند [۶].

۲-۱- ضرورت و اهمیت تحقیق

۲-۱-۱- بعد تشخیص

ردیابی چشم دارای پتانسیل عالی برای افزایش شناخت بوده و ممکن است پذیرش پدر و مادر از تشخیص این که فرزند آن‌ها به اتیسم مبتلا است را افزایش داده و باعث شود تا فرزندان با اختلال اتیسم سریع‌تر مورد تشخیص و بازتوانی قرار گیرند.

^۵ Eye-Mind Hypothesis

^۶ Task

^۷ Gaze

^۱ Joint Attention

^۲ Spontaneous Looking

^۳ Task-Relevant Looking

^۴ Orientation of Thought Looking

امروزه از توان بخشی شناختی به عنوان روشی که تنها به عنوان یک روش مکمل در کنار سایر مداخلات توان بخشی استفاده شود یاد نشده، بلکه به عنوان یک روش مداخله‌ای پایه برای دیگر روش‌ها در نظر گرفته می‌شود [۱۷].

۳-۱- پیش فرض‌ها

در انتخاب افراد برای این پژوهش، شرایط زیر در نظر گرفته شده است.

۱- افراد با اختلال طیف اتیسم که تایید حداقل یک روان پزشک را مبنی بر مبتلا بودن به اختلال طیف اتیسم دارند

۲- افراد با اختلال طیف اتیسم که به اختلال تحولی دیگری مبتلا نیستند

۳- افراد گروه کنترل که علایمی از اتیسم ندارند

۴-۱- مروری بر ادبیات تحقیق

۴-۱-۱- پیشینه مطالعات آزمایشی ردیابی چشم

پیشینه مطالعات ردیابی چشم که توجه اجتماعی در اتیسم را مورد بررسی قرار داده نتایج متناقضی را به دنبال داشته است. هر چند بیش تر مقالات موجود، تفاوت در نحوه ردیابی چشم را در فعالیت‌های با بار اجتماعی در افراد با اختلال اتیسم گزارش کرده‌اند، اما این موضوع هنوز مخالفانی نیز دارد.

یکی از اولین پژوهش‌ها برای نشان دادن نقص‌ها در توجه اجتماعی در افراد مبتلا به اتیسم، یک مطالعه ردیابی چشم توسط کلاین و هم‌کارانش بوده که در آن نشان داده شده است که هنگام تماشای یک قسمت از فیلم «چه کسی از ویرجینیا ولف می‌ترسد؟»، شرکت‌کنندگان نوجوان مبتلا به اتیسم زمان بسیار کمی را صرف توجه به برنامه‌ها و وقت بیشتری را صرف توجه به زمینه و موارد غیرمرتبط در صحنه کردند [۱۸].

با این حال این الگو از یافته‌ها یکسان نیست. بعضی از مطالعات هیچ تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های اتیسم و TD^۱ در توجه به چشم‌ها را گزارش نکرده‌اند [۱۹].

واکاس و هم‌کارانش در مطالعه خود به این مساله اشاره کردند که سوگیری نگاه خیره به اشیای غیراجتماعی نسبت به پهره‌ها به عنوان نشان‌گر اولیه‌ی اتیسم قابل بررسی است [۲۰].

این نتایج ترکیبی، عدم یک‌پارچگی در مورد این که آیا توجه کلی به محرک‌های اجتماعی و غیراجتماعی در ASD^۲ غیرمعمول است یا خیر را نشان می‌دهد.

دالتون و هم‌کارانش در پژوهش خود که بیش‌ترین مراجعه را در این حوزه داشته، به تثبیت خیرگی و مدار نورونی پردازش

تشخیص و مداخله‌ی به موقع، از عقب‌ماندگی ذهنی فرد با اختلال اتیسم جلوگیری کرده، پذیرش والدین، آرامش کودک و دیگر اعضای خانواده را در پی داشته و باعث سرعت بخشیدن به روند پیشرفت و از دست ندادن فرصت طلایی برای توان بخشی خواهد شد [۱۷].

هم‌چنین افراد با اختلال اتیسم، در تشخیص هیجان‌ها دچار مشکل بوده و این موضوع مبتلایان به اتیسم را در تعاملات مناسب‌تر اجتماعی دچار مشکل می‌کند. در تکلیف طراحی شده در این پژوهش، تماس چشمی کمی‌سازی شده و امکان به کارگیری آن به عنوان یک روش کمک تشخیصی برای اختلال طیف اتیسم بررسی شده است.

۲-۲-۱- بعد توان بخشی

میزان قابل توجهی از ارتباطات انسانی به وسیله‌ی روش‌های غیرکلامی شامل اعمال، حرکات و حالت‌های بدن اتفاق افتاده که سیگنال‌ها و پیام‌هایی را در مورد افکار، احساسات و مقاصد افراد به دیگران انتقال می‌دهند [۸]. احساساتی که از طریق صورت بیان می‌شوند با حرکات ایجاد شده روی صورت و با انتقال اطلاعاتی در مورد حالت‌های درونی عاطفی و ذهنی، سهم قابل توجهی در این ارتباط دارند [۹].

پروفسور آلبرت محرابیان پژوهشگر پیش‌تاز زبان بدن در پژوهشی که در دانشگاه کالیفرنیا لس‌آنجلس انجام داد دریافت که کل تاثیر یک پیغام حدود ۷٪ کلامی ۳۸٪ آوایی و ۵۵٪ غیرکلامی است [۱۰]. مهم‌ترین رکن ارتباط برقرار کردن در استفاده از زبان بدن، ارتباط چشمی است که متأسفانه افراد با اختلال اتیسم به شدت در این مورد دچار ضعف هستند.

کاهش توجه به چشم و برقراری تماس چشمی در طول تعاملات اجتماعی پیامدهای مهمی در زمینه‌های مختلف رشد کودک دارد که شامل تأثیرات منفی بر ارتباط [۱۱]، تعاملات اجتماعی [۱۲]، نظریه‌ی ذهن [۱۳] و نیز توسعه‌ی زبان [۱۴] است.

در این راستا، فناوری کمکی مانند آموزش مبتنی بر کامپیوتر می‌تواند به تقویت یا جبران ویژگی‌ها و بهبود علایم اختلال طیف اتیسم کمک کند [۱۵]. به واسطه‌ی محدودیت‌ها، علایم و ویژگی‌های یادگیری و رفتاری، افراد با اختلال اتیسم در اغلب موارد به فناوری‌های کمکی نیاز دارند [۱۶].

این مقاله، زمینه‌ساز طراحی بازی‌های شناختی با هدف کمک به تشخیص به موقع، پذیرش اختلال طیف اتیسم و بهبود تعاملات اجتماعی از طریق تقویت تماس چشمی (به عنوان مهم‌ترین رکن زبان بدن) برای افراد دارای اختلال اتیسم است.

^۱ Autism Spectrum Disorder

^۲ Typically Developing Control

۱- افراد مبتلا به ASD بدون توجه به توزیع اشیاء، دارای تمایل شدید به مرکز هستند

۲- به طور کلی علاقه به سطوح پیکسل در گروه ASD در مقایسه با گروه کنترل افزایش پیدا کرده اما علاقه به سطوح معنایی و شی در آن‌ها کاهش پیدا کرده است

۳- افراد مبتلا به ASD کاهش علاقه برای صورت‌ها و مکان‌هایی که تمرکز اجتماعی دارند را نشان می‌دهند

این نتایج با آنالیز مستقیم از مشخصات تثبیت و بررسی ویژگی‌های بیش‌تر تایید شده است. نتایج آن‌ها برای اولین بار توجه بصری را در افراد مبتلا به ASD در سطوح مختلف و دسته‌بندی‌های اشیاء کمی‌سازی کرده است [۲۳].

ستوده و هم‌کارانش در پژوهشی روی ۳۲ کودک و نوجوان دارای اتیسم بین ۶ تا ۱۷ سال به این مساله دست یافتند که کودکان مبتلا به ASD هنگام تماشای محرک‌های نمایش‌گر نور نقطه‌ای^۲ توجه کم‌تری به بدن نسبت به پس‌زمینه نشان می‌دهند [۲۴].

بوکت و هم‌کارانش در پژوهش خود به نکته‌ی جالبی رسیدند. آن‌ها چهره‌های احساسی و چهره‌های خنثی را به ۲۴ کودک با اختلال اتیسم و ۲۲ کودک در گروه کنترل نشان داده و اختلاف در مدت زمان خیرگی را در هنگام مشاهده‌ی چهره‌های احساسی متوجه شدند. زمان خیرگی در گروه کودکان با اختلال اتیسم کم‌تر از گروه کنترل بود اما این اختلاف در هنگام مشاهده‌ی چهره‌های خنثی دیده نشد. این نتایج نشان می‌دهد که چهره‌های احساسی ممکن است برای کودکان مبتلا به ASD جالب نباشد [۲۵].

میچالک و هم‌کارانش نیز در مطالعه‌ی خود توجه بصری نوجوانان دارای اتیسم با نوجوانان در گروه رشد یافته را در حین تماشای ویدیوهایی از داستان‌های اجتماعی مورد بررسی قرار دادند. از داستان‌های اجتماعی ویدیویی برای تسهیل درک موقعیت‌های اجتماعی برای نوجوانان مبتلا به اختلال طیف اتیسم استفاده شده و معیارهای اندازه‌گیری توجه بصری، مدت زمان تثبیت و شمارش و مدت زمان بازدید بوده است. نتایج نشان داد که نوجوانان مبتلا به ASD توجه بصری را با نرخ کم‌تر از هم‌سالان بدون ASD ثابت و حفظ می‌کنند [۲۶].

۱-۴-۲- پیشنهادی بررسی فرضیات پیرامون الگوهای خیرگی نامتوازن

برای توضیح الگوهای خیرگی در اتیسم فرضیه‌های متعددی از جمله برجستگی اجتماعی و گزارش‌های اجتناب از چشم عنوان

صورت در اتیسم پرداخته و اذعان داشتند که کاهش تثبیت خیرگی، یکی از ویژگی‌های اصلی اتیسم بوده که احتمالاً مرتبط با ناهنجاری‌هایی در مدار نورونی است. آن‌ها این فرضیه را در دو مطالعه‌ی جداگانه با استفاده از ردیابی چشم و در حال اندازه‌گیری فعالیت عمل‌کردی مغز در طی دو تکلیف افتراقی صورت در افراد مبتلا به اتیسم و گروه کنترل آزمایش کردند. فعالیت در شکنج دوکی‌شکل^۱ و آمیگدال به صورت قوی و مثبت با زمان سپری شده در طی خیرگی چشم در گروه اتیسم در هر دو مطالعه مرتبط است. این مساله اشاره می‌کند که کاهش تثبیت خیرگی ممکن است دلیلی برای فعالیت پایین شکنج دوکی‌شکل برای چهره‌ها که به طور معمول در اتیسم گزارش می‌شود باشد. علاوه بر این تغییر در خیرگی چشم‌ها، در افراد مبتلا به اتیسم به صورت قوی و مثبت با فعالیت آمیگدال در سراسر هر دو مطالعه مرتبط است که به افزایش پاسخ احساسی مرتبط با تثبیت خیرگی در اتیسم اشاره می‌کند [۲۱].

استرلینگ و هم‌کارانش به بررسی نقش چهره‌های آشنا در ردیابی چشم صورت‌ها در کودکان مبتلا به اتیسم پرداخته و نشان دادند که کودکان مبتلا به طیف اتیسم، فعالیت طبیعی در قسمت شکنج گیج‌گاهی را در هنگام مشاهده‌ی چهره‌های آشنا نمایش داده اما در مورد چهره‌های ناآشنا این چنین نیست. آن‌ها از ردیابی چشم برای بررسی الگوهای درک توجه پردازش صورت افراد آشنا در مقابل افراد ناآشنا در ASD استفاده کردند. حرکات چشم ۱۸ شرکت‌کننده‌ی گروه کنترل و ۱۷ شرکت‌کننده‌ی مبتلا به ASD ثبت شده است در حالی که به سه دسته صورت منفعل شامل چهره‌های ناآشنای تکرار نشده، چهره‌های ناآشنا که قبلاً تکرار شده و چهره‌های آشنا با تکرار بالا نگاه می‌کردند. نتایج نشان داده که افراد مبتلا به اتیسم، الگوهای تثبیت هنجارتری را هنگامی که به چهره‌های آشنا نگاه می‌کنند نشان نمی‌دهند [۲۲].

وانگ و هم‌کارانش تکلیف دیداری خاصی را با مدل سه لایه‌ای تعریف کرده و بیان کردند که به نظر می‌رسد مشکلات اجتماعی به عنوان نشانه‌هایی از اتیسم در حال زیاد شدن بوده و تا حدی از توجه غیرعادی به محرک‌ها و ویژگی‌های آن‌ها ناشی می‌شود. برای بررسی این فرضیه به طور جامع، آن‌ها ۷۰۰ تصویر پیچیده‌ی طبیعی را با مدل سه لایه‌ای برجسته مشخص کرده که شامل سطح پیکسل (مانند کنتراست)، سطح شی (مانند شکل) و ویژگی‌های سطح معنایی (مانند چهره) در ۵۵۵۱ شی است. نتایج حاصل از مدل سه لایه‌ای از ۵۵۵۱ صحنه‌ی طبیعی از اشیای معناشناختی به شرح زیر است.

^۱ Point Light Displays

^۲ Fusiform Gyrus

نتیجه، کاهش نگاه خیره در افراد مبتلا به اتیسم تلاشی برای خودتنظیمی بوده و موجب سطحی از تهدید می‌شود که توسط چشم‌ها دریافت شده است [۱۶].

۱-۴-۳- جمع‌بندی مطالعات پیشین

همان‌طور که بیان شد، مطالعات زیادی تفاوت در ردیابی چشم در افراد دارای اختلال اتیسم را در مقایسه با گروه کنترل گزارش کرده که بیش‌ترین تفاوت‌ها در وظایفی است که بار اجتماعی داشته و نیز بیش‌ترین ناحیه‌ی مورد توافق برای تمایز بین دو گروه ناحیه‌ی صورت و به ویژه چشم‌ها بوده اما برای سایر نواحی صورت از جمله دهان، توافق اکثریت وجود ندارد.

طبیعت ناهمگون شرایط قطعاً نقش مهمی داشته و تغییرات در یافته‌ها در سراسر مطالعات ممکن است بر اثر تنوع نمونه‌های تجربی و فناوری‌های مورد استفاده باشد.

در خصوص توضیح الگوهای خیرگی در اتیسم نیز به بررسی فرضیه‌ی برجستگی اجتماعی و اجتناب چشمی پرداخته شده و دوره‌ی حساسی که در آن مغز آمادگی کسب تجربه‌ی برخورد با چهره‌ها را به دست می‌آورد مورد توجه قرار گرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲- طراحی فعالیت

فعالیت طراحی شده، از جنس تکلیف‌محور بوده و عکس‌هایی با کیفیت استاندارد از مجموعه‌ی داده‌ی MUG^۲ برای پژوهش انتخاب شده که این مجموعه‌ی داده شامل عکس‌های ۱۴ نفر (۷ مرد و ۷ زن) وارد مرحله‌ی طراحی آزمون^۳ شده است. از میان هیجان‌های پایه، خشم، تعجب، خوشحالی، ناراحتی و حالت خنثی انتخاب شده است. برای مرحله‌ی آموزش^۴ نیز از ۳ نفر غیرهمسان با عکس‌های مرحله‌ی آزمون استفاده شده است. سپس پس‌زمینه‌ی عکس‌ها، خاکستری یک‌دست شده، گردی صورت افراد انتخاب شده، موها، گوش، گردن و لباس افراد حذف شده و در مجموع ۱۵ عکس برای مرحله‌ی آموزش و ۱۲۶ عکس برای مرحله‌ی آزمون به دست آمده است.

در توضیح این پایگاه داده که توسط دانشگاه آریستوتل تهیه شده آمده که در جهت غلبه بر محدودیت‌های پایگاه‌های داده‌ی مشابه تهیه شده و داشتن وضوح بالا و نور یک‌نواخت (دو منبع نور ۳۰۰ وات نصب شده روی پایه) از ویژگی‌های عکس‌های این پایگاه داده است. برای گرفتن عکس آزمودنی‌ها در مقابل یک دوربین نشسته و در حالی که پس‌زمینه‌ی ثابت پشت سر آن‌ها

شده است. گزارش برجستگی اجتماعی پیشنهاد می‌کند که منطقه‌ی چشم اطلاعات برجسته‌ی خاصی مرتبط با رمزگشایی اطلاعات صورت و بیان عاطفی را فراهم می‌کند [۲۷، ۲۸].

به همین دلیل، فقدان جهت‌گیری یا تمرکز روی چشم‌ها در افراد مبتلا به اتیسم نشان می‌دهد که این افراد چشم‌ها را به لحاظ اجتماعی برجسته یا معنادار نمی‌دانند [۲۹]. در نتیجه افراد مبتلا به اتیسم به ویژگی‌های برجسته‌ی فیزیکی از قبیل دهان که تغییرپذیری و حرکت بیش‌تری نسبت به منطقه‌ی چشم دارد بیش‌تر نگاه کرده و احتمالاً این سوژه‌ها توجه افراد مبتلا به اتیسم را به میزان بیش‌تری به خود جلب می‌کند. این ساختارها برای سهیم شدن در فرایندهای بازخورد با جریان‌های پردازش تصویری نشان داده شده که در مدت پردازش عاطفی بر توجه تصویری تاثیر می‌گذارند [۳۰]. نگاه خیره‌ی غیرعادی در افراد مبتلا به اتیسم، خصوصاً در ناحیه‌ی چشم نشان می‌دهد که مسیرهای درگیر در ارزیابی سریع و پردازش محرک عاطفی در اتیسم تغییر می‌یابد.

طبق فرضیه‌های مورتن و جانسون، نظام‌های زیرقشر مخ که در حدود شش‌ماهگی جایگزین نظام‌های قشر مخ شده‌اند، واسطه‌ی ایجاد توانایی‌های پردازش چهره هستند. این تغییرات عصبی در سیستم پردازش چهره، پیش‌رفت‌های مورد انتظار تجربه‌ی دیدن چهره‌ها را منعکس می‌کند. به عبارت دیگر ممکن است دوره‌ی حساسی وجود داشته باشد که طی آن مغز آمادگی کسب تجربه‌ی برخورد با چهره‌ها را به دست می‌آورد. چنین دریافتی یک تجربه‌ی موفق برای بسیاری از نوزادان انسان بوده و نلسون معتقد است که این تجربه برای رشد سیستم پردازش چهره مهم می‌باشد [۳۱].

در واقع از دوران کودکی، افراد در حال رشد (TD) ترجیحاً به محرک‌های اجتماعی مانند افراد، چهره‌ها و حرکات بدن بیش‌تر علاقه‌مند می‌شوند [۳۲]. این تمایل توجه به سمت جهان اجتماعی بسیار سازگار بوده زیرا توجه اجتماعی به فرد این اجازه را می‌دهد که تجربیات اجتماعی داشته باشد که برای رشد مهارت‌های اجتماعی و ارتباطی بسیار مهم است. برای مثال یادگیری زبان یا شناخت چهره و احساسات [۳۳، ۳۴] از جمله این مهارت‌های اجتماعی بوده که در افراد مبتلا به اختلالات طیف اتیسم مختل شده است [۳۵].

فرضیه‌ی اجتناب چشمی [۳۶] فرض می‌کند که افراد مبتلا به اتیسم در پاسخ به محرک اجتماعی برانگیختگی بیش از حد آمیگدال و برانگیختگی فرافیزیولوژیکی^۱ را نشان می‌دهند. در

^۲ Test

^۳ Train

^۱ Hyper-Physiological

^۲ Multimedia Understanding Group

شده و در صورت بالاتر بودن نمره‌ی آن‌ها از امتیاز مرز درجه‌ی ناتوانی ذهنی (نمره‌ی ۷۰)، افراد وارد آزمایش شده‌اند.

۲-۳- محل ثبت نتایج

مکان ثبت برای نوجوانان با اختلال اتیسم در انجمن اتیسم ایران و برای نوجوانان گروه کنترل در یک مدرسه‌ی دولتی بوده است. همچنین مکان ابتدایی برای طراحی فعالیت در شرکت دانش‌بنیان داج بوده است. در مجموع تعداد ۱۱ جلسه‌ی ثبت برای پیش‌آزمون، ۸ جلسه‌ی ثبت برای نوجوانان با اختلال اتیسم و ۷ جلسه‌ی ثبت در یک مدرسه‌ی دولتی برگزار شده است. نمونه‌هایی از انجام ثبت دو گروه اتیسم و کنترل در شکل‌های (۲) و (۳) ارائه شده است.



شکل (۲) - نمونه‌ای از ثبت گروه کنترل



شکل (۳) - نمونه‌ای از ثبت گروه اتیسم

۲-۴- تعریف ویژگی روی نواحی مورد علاقه

پس از گرفتن ثبت، برای تعریف ویژگی‌های مربوطه روی خروجی Eye Tracker، ۸ ناحیه‌ی مورد علاقه شامل پیشانی، چشم راست و چپ، بینی، دهان، گونه‌ی راست، گونه‌ی چپ، چانه و کل گردی صورت مطابق شکل (۴) توسط کاربر از طریق نرم‌افزار Tobii Prolab روی ۱۵ تصویر Train-Just Face و ۱۲۶ تصویر Test-Just Face مشخص شده است. صفحه‌ی جواب نیز به صورت شکل (۵) برچسب‌گذاری شده است.

بوده هر تصویر با فرمت ۸۹۶×۸۹۶ پیکسل و اندازه‌ی ۲۴۰ تا ۳۴۰ کیلوبایت ذخیره شده است.

طراحی فعالیت به گونه‌ای بوده که هر عکس از گردی صورت به مدت ۳ ثانیه به نمایش گذاشته شده و پس از آن هر فرد ۴ ثانیه فرصت داشته که روی صفحه کلید اختصاصی (ساخته شده توسط موسسه‌ی تحقیقات علوم رفتاری شناختی سینا) دکمه‌های متناظر هیجان مربوطه که در گردی صورت نمایان بوده را فشار دهد. در هر لحظه از بازه‌ی ۴ ثانیه‌ای که صفحه کلید اختصاصی فشار داده شده، تصویر بعدی نمایش داده شده است. این تصاویر به صورت تصادفی پخش شده و دستگاه ردیاب چشم در حین انجام این فعالیت با بار اجتماعی، ویژگی‌های مرتبط با خیرگی چشم، پرش چشم و عوامل مرتبط با این حوزه را ثبت کرده است.

این تکلیف روی نرم‌افزار Tobii Prolab نوشته شده و آزمایش با دستگاه Tobii ۹۰ هرتز انجام شده است.

مناطق مورد علاقه^۱ به نحو مناسبی انتخاب شده که نه خیلی بزرگ باشد که نتوان نتیجه‌ی مناسبی ارائه داد و نه خیلی کوچک باشد که بیش از حد درگیر جزئیات شود و حداقل زمان برای تثبیت ۱۰۰ میلی‌ثانیه در نظر گرفته شده است.

نرخ نمونه‌برداری ۹۰ هرتز بوده و محدودیت‌های فناوری و چگونگی تاثیر آن بر انتخاب پارامترها مورد توجه قرار گرفته است. روش کالیبراسیون در طول جلسه‌ی آزمایش و در فواصل منظم تکرار شده و عوامل حواس‌پرتی بصری (مانند اشیای رنگارنگ یا در حال حرکت در اطراف صفحه‌ی نمایش) تا حد امکان حذف شده است.

۲-۲- جامعه‌ی آماری

در این تحقیق دو گروه از نوجوانان با سن ۱۴ تا ۱۹ سال^۲ شرکت کرده که یک گروه شامل ۲۶ نوجوان با اختلال طیف اتیسم و گروه دیگر شامل ۲۷ نوجوان از گروه کنترل است (دو نوجوان از گروه کنترل و یک نوجوان با اختلال طیف اتیسم به دلیل ثبت ناتمام داده‌ها از آزمایش حذف شده و در نتیجه داده‌های ۲۵ نفر از گروه اتیسم و ۲۵ نفر از گروه کنترل وارد تجزیه و تحلیل شده است).

حدود ۳۳٪ افراد مبتلا به اتیسم، درجاتی از کم‌توانی ذهنی را دارند [۳۷]. بنابراین اگر فرد شرکت‌کننده دارای کم‌توانی ذهنی باشد، ممکن است نتایج به دست آمده ناشی از کم‌توانی ذهنی این افراد و نه اتیستیک بودن آن‌ها باشد. در نتیجه ابتدا از گروه نوجوانان با اختلال طیف اتیسم، آزمون هوشی و کسلر گرفته

^۱ Middle Adolescent

^۱ Area of Interest

جدول (۳) - تعریف کمیت‌های مربوط به نگاه برق‌آسا

واحد	کمیت
میلی ثانیه	کل مدت نگاه‌های برق‌آسا ^۹
میلی ثانیه	میانگین مدت نگاه‌های مختصر ^{۱۰}
میلی ثانیه	بیش‌ترین مدت نگاه‌های برق‌آسا ^{۱۱}
میلی ثانیه	کم‌ترین مدت نگاه‌های برق‌آسا ^{۱۲}
تعداد	تعداد نگاه‌های برق‌آسا ^{۱۳}

جدول (۴) - تعریف کمیت‌های مربوط به پرش

واحد	کمیت
تعداد	تعداد پرش‌ها در نواحی مورد علاقه ^{۱۴}
میلی ثانیه	زمان ورود پرش ^{۱۵}
میلی ثانیه	زمان خروج پرش ^{۱۶}
درجه/ثانیه	حداکثر سرعت ورود پرش ^{۱۷}
درجه/ثانیه	حداکثر سرعت خروج پرش ^{۱۸}

۳- یافته‌ها

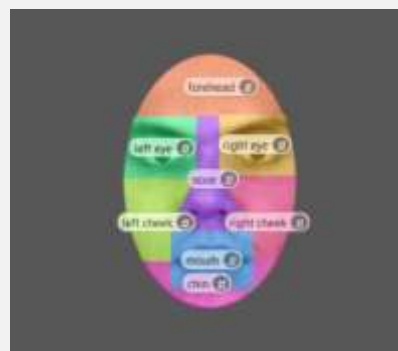
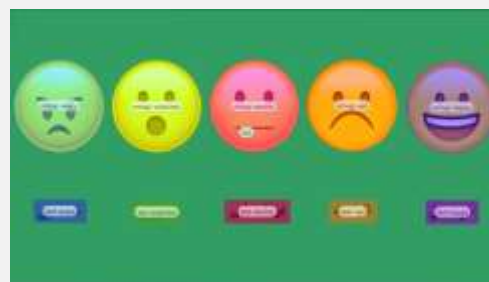
در این بخش بر اساس اطلاعات حاصل از ردیاب چشم به بررسی کلاس‌بندی‌های مختلف پرداخته شده و از طبقه‌بندی‌های متنوع استفاده شده است تا مشخص شود کدام ناحیه و چه نوع طبقه‌بندی می‌تواند بهترین خروجی را به دست آورد.

۳-۱- کاهش ویژگی

برای کاهش ویژگی از p-value استفاده شده به طوری که ویژگی‌هایی که p-value آن‌ها کم‌تر از ۰/۰۵ بوده (تمایز بین دو گروه قابل ملاحظه بوده) وارد کلاس‌بندی شده است. برای انتخاب طبقه‌بند مناسب، با 10-fold طبقه‌بندی‌های مختلف مورد آزمون قرار گرفته، پس از مشخص شدن بهترین طبقه‌بند، ۱۰ بار با طبقه‌بند منتخب، کلاس‌بندی انجام شده و میانگین و انحراف معیار ۱۰ بار طبقه‌بندی به عنوان جواب نهایی طبقه‌بند منتخب برای انواع کلاس‌بندی‌ها اعلام شده است.

۳-۲- انتخاب بهترین ناحیه و طبقه‌بند برای تفکیک

گروه اتیسم و کنترل بر اساس اطلاعات ردیابی چشم
در این بخش، دقت تک‌تک نواحی مورد علاقه (پیشانی، چشم راست، چشم چپ، بینی، دهان، گونه‌ی راست، گونه‌ی چپ،

**شکل (۴) - تصویری از برچسب‌گذاری گردی صورت****شکل (۵) - تصویری از برچسب‌گذاری صفحه‌ی جواب****۲-۵- انتخاب ویژگی برای ردیاب چشم**

تعداد ۱۸ ویژگی از داده‌های ردیاب چشم (استانداردهای مربوط به خیرگی، بازدید، نگاه برق‌آسا و پرش) برای تحلیل مورد استفاده قرار گرفته است (جدول‌های ۱ تا ۴).

جدول (۱) - تعریف کمیت‌های مربوط به خیرگی

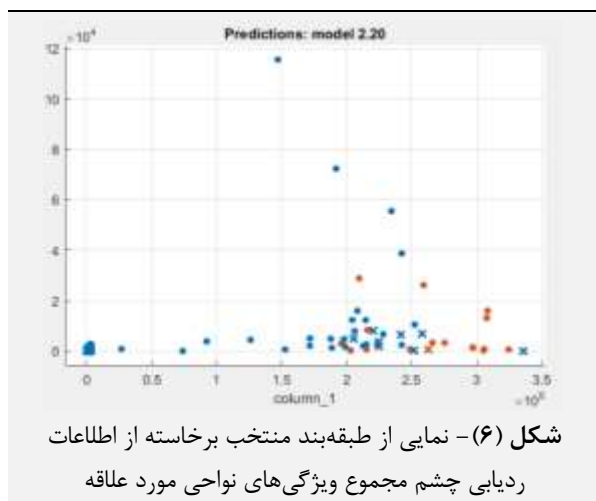
واحد	کمیت
میلی ثانیه	کل مدت تثبیت ^۱
میلی ثانیه	میانگین مدت تثبیت ^۲
تعداد	تعداد تثبیت ^۳
میلی ثانیه	زمان اولین تثبیت ^۴
میلی ثانیه	طول مدت اولین تثبیت ^۵

جدول (۲) - تعریف کمیت‌های مربوط به بازدید

واحد	کمیت
میلی ثانیه	طول دوره‌ی بازدید ^۶
میلی ثانیه	میانگین دوره‌ی بازدید ^۷
تعداد	تعداد بازدیدها ^۸

^۹ Average Duration of Glances^{۱۰} Maximum Duration of Glances^{۱۱} Minimum Duration of Glances^{۱۲} Number of Glances^{۱۳} Number of Saccade in AOI^{۱۴} Time to Entry Saccade^{۱۵} Time to Exit Saccade^{۱۶} Peak Velocity of Entry Saccade^{۱۷} Peak Velocity of Exit Saccade^۱ Total Duration of Fixation^۲ Average Duration of Fixation^۳ Number of Fixation^۴ Time to First Fixation^۵ Duration of First Fixation^۶ Total Duration of Visit^۷ Average Duration of Visit^۸ Number of Visit^۹ Total Duration of Glances

مجموع قسمت‌ها در نظر گرفته شده و نتایج آن در جدول (۷) ارائه شده است.



چانه و کل گردی صورت) به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است. خلاصه‌ای از نتایج تفکیک طبقه‌بند منتخب در بررسی ویژگی‌های تک‌تک نواحی مورد علاقه‌ی گردی صورت در جدول (۵) ارائه شده است. همچنین اطلاعات ۸ ناحیه‌ی ذکر شده با هم در نظر گرفته شده و نتیجه در جدول (۶) ارائه شده است. نمایی از طبقه‌بند منتخب برخاسته از اطلاعات ردیابی چشم مجموع ویژگی‌های نواحی مورد علاقه نیز در شکل (۶) نشان داده شده است.

۳-۳- کلاس‌بندی بر مبنای صفحه‌ی جواب

در این کلاس‌بندی، صفحه‌ی جواب شامل ۵ ایموجی به ۱۱ قسمت مطابق شکل (۴) برچسب‌گذاری شده و ۱۸ ویژگی در هر یک از نواحی در نظر گرفته شده (یک وضعیت نیز به صورت

جدول (۵) - خلاصه‌ی نتایج تفکیک طبقه‌بند منتخب در بررسی ویژگی‌های تک‌تک نواحی مورد علاقه‌ی گردی صورت

ناحیه‌ی مورد علاقه	تعداد ویژگی‌های کلاس‌بندی شده	بهترین طبقه‌بند	میانگین دقت	انحراف معیار
پیشانی	۱۳	Ensemble-Bagged Trees	۵۴/۴۶٪	۰/۱۴٪
چشم راست	۱۵	Ensemble-Bagged Trees	۸۱/۲۵٪	۰/۱۰٪
چشم چپ	۱۳	Ensemble-Boosted Trees	۸۴/۱۸٪	۰/۱۲٪
گونه‌ی راست	۱۲	RUB Boosted Trees	۸۲/۷۳٪	۰/۱۰٪
گونه‌ی چپ	۱۴	Ensemble-Boosted Trees	۸۳/۸۵٪	۰/۱۳٪
بینی	۱۷	Ensemble-Boosted Trees	۷۹/۷۶٪	۰/۱۹٪
دهان	۱۶	Ensemble-Boosted Trees	۷۴/۱۳٪	۰/۱۳٪
چانه	۰	-	-	-
کل گردی صورت	۱۵	Ensemble-Boosted Trees	۶۹/۳۴٪	۰/۳۵٪

جدول (۶) - نتیجه‌ی تفکیک طبقه‌بند منتخب با استفاده از ویژگی‌های مجموع نواحی مورد علاقه‌ی گردی صورت

معیار کلاس‌بندی	تعداد ویژگی‌های کلاس‌بندی شده	بهترین طبقه‌بند	میانگین دقت طبقه‌بندی	انحراف معیار دقت طبقه‌بندی
مجموع ویژگی‌های نواحی مورد علاقه	۱۱۶	Ensemble-Bagged Trees	۸۳/۳۱٪	۰/۳۴٪

جدول (۷) - نتیجه‌ی تفکیک طبقه‌بند منتخب با استفاده از ویژگی‌های مجموع نواحی مورد علاقه‌ی صفحه‌ی جواب

معیار کلاس‌بندی	تعداد ویژگی‌های کلاس‌بندی شده	بهترین طبقه‌بند	میانگین دقت طبقه‌بندی	انحراف معیار دقت طبقه‌بندی
ویژگی‌های مرتبط با ردیابی چشم صفحه‌ی جواب	۱۱۱	Ensemble-Bagged Trees	۶۰/۴۳٪	۰/۲۱٪

۳-۴- بحث

مشاهده شد که طبقه‌بند منتخب Ensemble-Bagged Trees با مجموع داده‌های ردیابی چشم در تقسیم‌بندی گردی صورت به ۸ ناحیه (پیشانی، چشم راست و چپ، گونه‌ی راست و چپ، بینی، دهان و چانه) توانسته با دقت ۸۳/۳۱٪ دو گروه اتیسم و کنترل را از یک‌دیگر تفکیک کند.

همچنین در بررسی تک‌تک اجزای صورت، چشم چپ، گونه‌ی چپ، گونه‌ی راست و چشم راست به ترتیب با دقت‌های

۸۴/۱۸٪، ۸۳/۸۵٪، ۸۲/۷۳٪ و ۸۱/۲۵٪ توانستند بیش‌ترین تفکیک را با استفاده از طبقه‌بند خانواده‌ی Boosted Trees بین دو گروه ایجاد کنند.

برخی از محققان این حوزه مانند جونز و کلین، تفاوت در الگوهای خیرگی به چشم را حتی در نوزادانی که سال‌ها بعد تشخیص اتیسم گرفته‌اند تشخیص داده‌اند. آن‌ها در مطالعات طولانی مدت روی نوزادانی که در معرض خطر بالای اتیسم بوده و تشخیص اتیسم گرفته‌اند، الگوهای خیرگی غیرعادی به چشم

تشخیص به موقع، پذیرش اختلال طیف اتیسم و نیز بهبود تعاملات اجتماعی از طریق تقویت تماس چشمی بپردازند.

۴-۱- محدودیت‌ها

دستگاه مورد استفاده Tobii ۹۰ هرتز بوده و با این که Tobii از بهترین سازندگان ردیاب چشم است اما فرکانس دستگاه زیاده بالا نبوده که می‌تواند از محدودیت‌های آزمایش محسوب شود. تمام سعی بر این بوده که شرایط فیزیکی آزمایش برای دو گروه اتیسم و کنترل تا حد امکان از لحاظ نور و صدا و سایر شرایط یکسان باشد که در برخی موارد اندکی با چالش مواجه شده و این امر به صورت کامل صورت نگرفته است. استفاده از دارو می‌تواند عمل کرد افراد با اختلال اتیسم را تحت تاثیر قرار دهد، اما وضعیت به گونه‌ای نبود که بتوان داروی این افراد را حداقل به مدت دو ماه قطع کرد.

۴-۲- پیشنهادات

بسیار واضح است که چنانچه تعداد افراد شرکت کننده در گروه اتیسم و کنترل افزایش پیدا کند نتایج از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود.

همچنین این آزمایش روی گروه سنی نوجوان (۱۴ تا ۱۹ سال) انجام شده و نتیجه‌ی به دست آمده می‌تواند تفاوت در الگوی خیرگی را در این محدوده‌ی سنی تصدیق کند. بنابراین بهتر است که این آزمایش روی گروه‌های سنی دیگر نیز انجام شده تا نتایج جامع‌تری در این خصوص به دست آید.

یکی از مشکلات بسیار شایع اختلال طیف اتیسم، اختلالات همراه با اتیسم بوده که می‌تواند نتایج را تحت تاثیر قرار دهد. با این پیش‌فرض و برای بررسی دقیق‌تر، پیش‌آزمون و کسلر از افراد با اختلال اتیسم گرفته شده تا افراد دارای اختلال اتیسم که مشکل کم‌توانی ذهنی نیز دارند (۳۳٪) از آزمایش حذف شوند اما اختلالات دیگری نیز می‌تواند تاثیرگذار باشد (مانند اختلال اضطراب و افسردگی) که امکان سنجش تمام این عوامل وجود نداشته و اختلال مهم و با شیوع بالا در گروه آزمایش شونده در نظر گرفته شده است.

در واقع باید گفت تا به امروز مطالعات اندکی برای تشخیص چنداختلالی (وجود هم‌زمان چند بیماری یا ناهنجاری) در هنگام بررسی عمل کرد تماس چشمی و FER در اتیسم صورت گرفته است. در این آزمایش یک مورد از اختلالات شایع و البته تاثیرگذار در نظر گرفته شده است. تحقیقات آینده ممکن است بتواند سهم هر یک از این اختلالات شناختی را به صورت مجزا مشخص کند.

را نسبت به نوزادانی که به طور معمول رشد می‌کنند در ۲ تا ۶ ماهگی نشان دادند [۳۸].

اسپیر و هم‌کارانش نیز گزارش کردند که کودکان با اختلال اتیسم نسبت به دیگر کودکان، به طور قابل ملاحظه‌ای طول مدت خیرگی به ناحیه‌ی چشم را کاهش داده و مدت طولانی را به ناحیه‌ی بدن اختصاص می‌دهند [۳۹].

در برخی مطالعات دیگر نیز نگاه خیره‌ی غیرعادی به اجزای دیگر صورت مانند دهان مشاهده شده است که تصدیق کننده‌ی بخشی از نتایج می‌باشد [۴۰-۴۳].

این نتایج تا حدی متناقض با پژوهش ییی و هم‌کارانش است چرا که آن‌ها غیرطبیعی بودن اسکن صورت در کودکان مبتلا به اتیسم را محدود به منطقه‌ی چشم دانسته و اذعان دارند که تثبیت سایر اجزای صورت به غیر از ناحیه‌ی چشم، مشابه گروه کنترل با IQ مشابه است [۴۴]. این در حالی است که در مطالعه‌ی حاضر علاوه بر چشم‌ها در تمام مناطق صورت این تفاوت دیده شده و حتی در گونه‌ی راست و چپ، این تفاوت بیش‌تر از چشم راست مشاهده شده است.

الموراد و هم‌کارانش نیز نشان دادند که تفاوت قابل توجهی بین دو گروه اتیسم و کنترل در مشاهده‌ی الگوها و رفتار هنگام تماشای چهره‌ی انسان وجود دارد. هم‌چنین افراد در گروه اتیسم زمان کم‌تری را برای مشاهده‌ی ناحیه‌ی صورت نسبت به مناطق غیرصورت اختصاص داده که با یافته‌های این مطالعه هم‌راستا بوده هر چند جزئیات آن بررسی نشده است.

در فراتحلیل تگمارک و هم‌کارانش، نتایج به وجود تخصیص توجه غیرعادی در اتیسم اشاره داشته و در مجموع کاهش توجه به چشم‌ها، دهان و صورت و افزایش توجه به بدن و عناصر غیراجتماعی گزارش شده است. این الگو از یافته‌ها، کاهش دستیابی به اطلاعات اجتماعی را توسط افراد مبتلا به اتیسم نشان داده [۴۶] که با یافته‌های این آزمایش هم‌پوشانی دارد.

۴- نتیجه‌گیری

همان‌گونه که مشاهده شد الگوی خیرگی به گردی صورت به خصوص در نواحی چشم‌ها و گونه‌ها در نوجوانان با اختلال طیف اتیسم در مقایسه با نوجوانان گروه کنترل متفاوت است.

ماهیت بازی‌گونه‌ی تکلیف طراحی شده، کمک کرده تا ثبت‌های مناسب‌تری حاصل شود چرا که فرد در حین انجام آن کم‌تر خسته شده و شرایط با ثبات‌تری در حین انجام تکلیف وجود داشته است.

این نتایج می‌تواند راهنمایی برای پژوهش‌گران باشد تا با ایجاد سناریوهای متفاوت به طراحی بازی شناختی با هدف کمک به

social situations: An eye tracking study. *Pediatrics*, 129(6), e1453-e1460.

[۱۵] رشیدی، اعظم؛ سالار فرامرزی و مریم صمدی، ۱۳۹۷، فراتحلیل توان‌بخشی شناختی مبتنی بر بازی‌های رایانه‌ای بر بهبود عملکرد کودکان مبتلابه اختلال طیف اوتیسم، چهارمین کنفرانس ملی و دومین کنفرانس بین‌المللی بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها، کاشان، دانشگاه کاشان،

[16] Shane, H. C., Laubscher, E. H., Schlosser, R. W., Flynn, S., Sorce, J. F., & Abramson, J. (2012). Applying technology to visually support language and communication in individuals with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(6), 1228-1235.

[۱۷] خرمی بنارکی، آناهیتا، ۱۳۹۸، رویکردهای نوین درمان در اتیسم، فصلنامه علمی آموزشی خبری آوای اتیسم، سال سوم، شماره هفتم

[18] Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism.

[19] Fletcher-Watson, S., Leekam, S. R., Benson, V., Frank, M. C., & Findlay, J. M. (2009). Eye-movements reveal attention to social information in autism spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 47(1), 248-257.

[20] Vacas, J., Antolí, A., Sánchez-Raya, A., Pérez-Dueñas, C., & Cuadrado, F. (2021). Visual preference for social vs. non-social images in young children with autism spectrum disorders. An eye tracking study. *Plos one*, 16(6), e0252795.

[21] Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S., Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H. & Davidson, R. J. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature neuroscience*, 8(4), 519-526.

[22] Sterling, L., Dawson, G., Webb, S., Murias, M., Munson, J., Panagiotides, H., & Aylward, E. (2008). The role of face familiarity in eye tracking of faces by individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(9), 1666-1675.

[23] Wang, S., Jiang, M., Duchesne, X. M., Laugeson, E. A., Kennedy, D. P., Adolphs, R., & Zhao, Q. (2015). Atypical visual saliency in autism spectrum disorder quantified through model-based eye tracking. *Neuron*, 88(3), 604-616.

[24] Sotoodeh, M. S., Taheri-Torbati, H., Hadjikhani, N., & Lassalle, A. (2021). Preserved action recognition in children with autism spectrum disorders: Evidence from an EEG and eye-tracking study. *Psychophysiology*, 58(3), e13740.

[25] Bochet, A., Franchini, M., Kojovic, N., Glaser, B., & Schaer, M. (2020). Emotional vs. Neutral

۵- سپاس‌گزاری

از پرسنل محترم انجمن اتیسم ایران، مدرسه‌ی دانش، موسسه‌ی تحقیقات علوم رفتاری شناختی سینا، شرکت دانش‌بنیان داج و دانشگاه علمی کاربردی واحد ۴۱ تشکر و قدردانی می‌شود.

۶- مراجع

[1] <https://www.autismspeaks.org>

[2] <https://www.cdc.gov>

[3] <https://www.behzisti.ir/>

[4] <https://www.youngsociologists.com>

[۵] پرنیان پور، محمد؛ دیاکو مردانگی و محمد سرشار، ۱۳۸۷، ردیابی حرکات چشم (Eye Tracking) و

کاربردهای آن در ارگونومی، نخستین کنفرانس بین‌المللی ارگونومی ایران، تهران، انجمن ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی، شرکت همایش پارس.

[6] Nooghabi, M. Z., Fattahi, R., Salehi Fadardi, J., & Nowkarizi, M. (2017). Eye tracking method in human-computer interaction: assessing the interaction based on the eye movement data. *Iranian Journal of information processing and management*, 34(1), 349-74.

[۷] چهارمین همایش اتیسم بنیاد بیماری‌های خاص با موضوع توانمندسازی نیروی انسانی و خانواده. اسفندماه

سال ۱۳۹۷

[8] Meeran, H., van Heijnsbergen, J., Gelder, B., 2005. Rapid perceptual integration of facial expression and body language. *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.* 102 (45), 16518-16523.

[9] Ekman, P., Oster, H., 1979. Facial expressions of emotion. *Annu. Rev. Psychol.* 30, 527-554.

[۱۰] الن و بارباراپیز (۱۳۹۱)، زبان بدن. سمنان: نشر

خلاق

[11] Norbury, C. F., Brock, J., Cragg, L., Einav, S., Griffiths, H., & Nation, K. (2009). Eye-movement patterns are associated with communicative competence in autistic spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(7), 834-842.

[12] Bradshaw, J., Shic, F., & Chawarska, K. (2011). Brief report: Face-specific recognition deficits in young children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(10), 1429-1435.

[13] von dem Hagen, E. A., Stoyanova, R. S., Rowe, J. B., Baron-Cohen, S., & Calder, A. J. (2013). Direct gaze elicits atypical activation of the theory-of-mind network in autism spectrum conditions. *Cerebral Cortex*.

[14] Hosozawa, M., Tanaka, K., Shimizu, T., Nakano, T., & Kitazawa, S. (2012). How children with specific language impairment view

- [36] Tanaka, J., Sung, A., 2016. The eye avoidance hypothesis of autism face processing. *J. Autism Dev. Disord.* 46 (5), 1538–1552.
- [37] <https://www.cdc.gov>
- [38] Jones, W., & Klin, A. (2013). Attention to eyes is present but in decline in 2-6-month-old infants later diagnosed with autism. *Nature*, 504(7480), 427–431.
- [39] Speer, L. L., Cook, A. E., McMahon, W. M., & Clark, E. (2007). Face processing in children with autism: Effects of stimulus contents and type. *Autism*, 11(3), 265–277.
- [40] Bekele, E., Crittendon, J., Zheng, Z., Swanson, A., Weitlauf, A., Warren, Z., Sarkar, N., 2014. Assessing the utility of a virtual environment for enhancing facial affect recognition in adolescents with autism. *J. Autism Dev. Disord.* 44 (7), 1641–1650.
- [41] Leung, D., Ordqvist, A., Falkmer, T., Parsons, R., Falkmer, M., 2013. Facial emotion recognition and visual search strategies of children with high functioning Autism and Asperger syndrome. *Res. Autism Spectr. Disord.* 7 (7), 833–844.
- [42] Bal, E., Harden, E., Lamb, D., Van Hecke, A., Denver, J., Porges, S., 2010. Emotion recognition in children with autism spectrum disorders: relations to eye gaze and autonomic state. *J. Autism Dev. Disord.* 40 (3), 358–370.
- [43] Nuske, H., Vivanti, J., Hudry, K., Dissanayake, C., 2014b. Pupillometry reveals reduced unconscious emotional reactivity in autism. *Biol. Psychol.* 101 (1), 24–35.
- [44] Yi, L., Fan, Y., Quinn, P. C., Feng, C., Huang, D., Li, J., & Lee, K. (2013). Abnormality in face scanning by children with autism spectrum disorder is limited to the eye region: Evidence from multi-method analyses of eye tracking data. *Journal of vision*, 13(10), 5–5.
- [45] Almourad, M. B., & Bataineh, E. (2020, February). Visual attention toward human face recognizing for autism spectrum disorder and normal developing children: An eye tracking study. In *Proceedings of the 2020 the 6th international conference on e-business and applications* (pp. 99–104).
- [46] Chita-Tegmark, M. (2016). Attention allocation in ASD: a review and meta-analysis of eye-tracking studies. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 3(3), 209–223.
- Face Exploration and Habituation: An Eye-Tracking Study of Preschoolers with Autism Spectrum Disorders. *Frontiers in Psychiatry*, 11.
- [26] Michalek, A. M., Bobzien, J., Lugo, V. A., Chen, C. H., Bruhn, A., Giannakos, M., & Michalek, A. (2021). Using Eye Tracking to Explore Visual Attention in Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *International Journal of Biomedical and Clinical Engineering (IJBCE)*, 10(1), 1–18.
- [27] Baron-Cohen, S., Jolliffe, T., Mortimore, C., Robertson, M., 1997. Another advanced test of theory of mind: evidence from very high functioning adults with autism or asperger syndrome. *J. Child Psychol. Psychiatry* 38 (7), 813–822.
- [28] Langton, S., Watt, R., Bruce, V., 2000. Do the eyes have it? Cues to the direction of social attention. *Trends Cognit. Sci.* 4, 50–59.
- [29] Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., Plumb, I., 2001. The reading the mind in the eyes test revised version: a study with normal adults, and adults with asperger syndrome or high-functioning autism. *J. Child Psychol. Psychiatry* 42 (2), 241–251.
- [30] Rudrauf, D., David, O., Lachaux, J., Kovach, C., Martinerie, J., Renault, B., Damasio, A., 2008. Rapid interactions between ventral visual stream and emotion-related structures rely on a two-pathway architecture. *J. Neurosci.* 11, 2793–2803.
- [31] Johnson, M. H. (2005). Subcortical face processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(10), 766–774.
- [32] Gliga, T., & Csibra, G. (2007). Seeing the face through the eyes: a developmental perspective on face expertise. *Progress in Brain Research*, 164, 323–339. doi: 10.1016/S0079-6123(07)64018-7.
- [33] Johnson, M. H. (2005). Subcortical face processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(10), 766–774.
- [34] Schultz, R. T. (2005). Developmental deficits in social perception in autism: the role of the amygdala and fusiform face area. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 23(2–3), 125–141.
- [35] Uljarevic, M., & Hamilton, A. (2013). Recognition of emotions in autism: a formal meta-analysis. *Journal of autism and developmental disorders*, 43(7), 1517–1526.