

# بسم الله الرحمن الرحيم

## تشخیص طیف اختلال اوتیسم براساس ویژگی‌های رفتاری و چهره‌ای با کمک هوش مصنوعی

استاد راهنما:

دکتر سید محمد نوربخش رضائی

پژوهشگران:

علی هاشمی

علی ابراهیمیان

### مقدمه

اختلال طیف اوتیسم (ASD) Autism Spectrum Disorder یکی از اختلالات  
رشدی است که به دلیل ناهنجاری‌های نوروبیولوژیکی بروز می‌کند و می‌تواند تأثیرات قابل

توجهی بر مهارت‌های اجتماعی، توانایی‌های ارتباطی، یادگیری و رفتار افراد داشته باشد. این اختلال معمولاً در دو سال نخست زندگی ظاهر می‌شود و به دلیل تنوع در شدت و نوع علائم، اصطلاح "طیف" به آن اطلاق می‌شود. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی، اوتیسم حدود ۱ نفر از هر ۱۶۰ نفر در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد که معادل ۲ درصد از جمعیت جهانی است. در ایالات متحده، شیوع اوتیسم به‌طور خاص نگران‌کننده است، به‌طوری که آمارها نشان می‌دهند از هر ۳۶ کودک، یک نفر به این اختلال مبتلا است.

افراد مبتلا به اوتیسم معمولاً در حفظ تماس چشمی، درک احساسات دیگران و تطبیق با موقعیت‌های اجتماعی با چالش مواجه می‌شوند و رفتارها و علایق آن‌ها ممکن است محدود و تکراری باشد. علاوه بر این، ویژگی‌های خاصی در نحوه تفکر، حرکت و توجه این افراد مشاهده می‌شود. اگرچه دلیل قطعی بروز اوتیسم هنوز به‌طور کامل شناسایی نشده است، شواهد نشان می‌دهند که عوامل ژنتیکی و محیطی نقش مهمی در بروز این اختلال دارند. برای نمونه، تحقیقات حاکی از آن است که میزان بافت‌های مغزی در مخچه افراد مبتلا به اوتیسم به‌طور قابل توجهی کمتر است.

تشخیص اوتیسم معمولاً در دو مرحله انجام می‌شود: نخست، غربالگری اولیه برای شناسایی تأخیرهای رشدی و سپس ارزیابی‌های تکمیلی نظیر معاینات عصبی، آزمون‌های شناختی، مشاهده رفتار، بررسی مهارت‌های زبانی و آزمایش شنوایی. شناسایی و مداخله زودهنگام نقش کلیدی در کاهش شدت علائم اوتیسم دارد و می‌تواند به بهبود مشکلاتی نظیر پرخاشگری، بیش‌فعالی، کمبود توجه، اضطراب و افسردگی کمک کند. این مداخلات همچنین زمینه را برای رشد مهارت‌های لازم جهت یک زندگی مستقل در آینده فراهم می‌کنند.

با توجه به روند افزایشی شیوع اوتیسم، که بر اساس آمار سال ۲۰۲۲ در ایالات متحده از هر ۴۴ کودک یک نفر به این اختلال مبتلا است، توجه به غربالگری و درمان به موقع این اختلال اهمیت روزافزونی پیدا کرده است. از سوی دیگر، پیشرفت‌های فناوری به ویژه در حوزه یادگیری ماشین (Machine Learning)، نویدبخش تغییرات بزرگی در فرآیند تشخیص اوتیسم بوده است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین قادرند داده‌های حجیم را با سرعت و دقت بیشتری نسبت به انسان تحلیل کنند. این ابزارها می‌توانند ویژگی‌های متعدد افراد مبتلا به اوتیسم را بررسی کرده و ویژگی‌های مشترک میان آن‌ها را استخراج کنند. این قابلیت نه تنها به تشخیص سریع‌تر و دقیق‌تر اوتیسم کمک می‌کند، بلکه امکان شروع مداخلات درمانی در مراحل ابتدایی را نیز فراهم می‌آورد.

## بررسی منابع (مرور مقالات)

### *Autism Screening in Toddlers and Adults (۱) Using Deep Learning and Fair AI Techniques*

#### ۱.۱ مجموعه داده‌ها

دو مجموعه داده مستقل برای بررسی غربالگری اوتیسم استفاده شده است:

مجموعه داده کودکان خردسال: شامل ۱۰۵۴ ردیف و ۱۹ ستون.

مجموعه داده بزرگسالان: شامل ۷۰۴ ردیف و ۲۱ ستون.

#### ۱.۲ پرسشنامه‌ها

##### ۱.۲.۱ کودکان خردسال

## داده‌ها و نحوه امتیازدهی پرسشنامه (Q-CHAT-۱۰):

داده‌های پرسشنامه شامل ارزیابی ۱۰ ویژگی رفتاری با پاسخ‌های چندگزینه‌ای ("همیشه"، "معمولاً"، "گاهی اوقات"، "به ندرت"، "هرگز") جمع‌آوری شده‌اند.

**سوال‌های ۱ تا ۹:** اگر پاسخ‌ها در ستون‌های "گاهی اوقات"، "به ندرت"، یا "هرگز" باشند، به هر سوال یک امتیاز تعلق می‌گیرد.

**سوال ۱۰:** اگر پاسخ در ستون‌های "همیشه"، "معمولاً"، یا "گاهی اوقات" باشد، یک امتیاز برای آن سوال ثبت می‌شود.  
نگاشت امتیازات به مقادیر (۰ و ۱)

در نهایت، امتیاز کل با جمع‌بندی امتیازهای ده سوال به دست می‌آید. اگر امتیاز کل ۳ یا بیشتر باشد، این ممکن است نشان‌دهنده احتمال وجود صفات اوتیسمی باشد و به تشخیص نیازمند بررسی‌های تخصصی توسط یک تیم چندرشته‌ای است.

## جدول (Q-CHAT-۱۰) ترجمه شده به فارسی

شماره	سوال	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ۴	گزینه ۵
۱	آیا کودک شما هنگام صدا زدن نامش به شما نگاه می‌کند؟	همیشه	معمولاً	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز
۲	چقدر آسان است که با کودک خود تماس چشمی برقرار کنید؟	خیلی آسان	نسبتاً آسان	نسبتاً سخت	خیلی سخت	غیرممکن
۳	آیا کودک شما برای نشان دادن چیزی که می‌خواهد (مثلاً یک اسباب‌بازی دور از دسترس) اشاره می‌کند؟	چندین بار در روز	چند بار در روز	چند بار در هفته	کمتر از یک بار در هفته	هرگز
۴	آیا کودک شما برای نشان دادن علاقه‌مندی خود به چیزی (مثلاً اشاره به یک منظره جالب) اشاره می‌کند؟	چندین بار در روز	چند بار در روز	چند بار در هفته	کمتر از یک بار در هفته	هرگز
۵	آیا کودک شما نقش‌بازی می‌کند؟ (مثلاً مراقبت از عروسک‌ها یا صحبت با یک تلفن اسباب‌بازی)	چندین بار در روز	چند بار در روز	چند بار در هفته	کمتر از یک بار در هفته	هرگز

شماره	سوال	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ۴	گزینه ۵
۶	آیا کودک شما دنبال می کند که شما به کجا نگاه می کنید؟	چندین بار در روز	چند بار در روز	چند بار در هفته	کمتر از یک بار در هفته	هرگز
۷	اگر شما یا فرد دیگری در خانواده به طور مشهود ناراحت باشید، آیا کودک شما نشانه‌ای از تمایل به دلداری دادن نشان می دهد؟ (مثلاً نوازش مو، بغل کردن)	همیشه	معمولاً	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز
۸	آیا اولین کلمات کودک شما را می توان اینگونه توصیف کرد:	خیلی معمولی	نسبتاً معمولی	کمی غیرمعمول	خیلی غیرمعمول	کودک من صحبت نمی کند
۹	آیا کودک شما از حرکات ساده استفاده می کند؟ (مثلاً خداحافظی با دست)	چندین بار در روز	چند بار در روز	چند بار در هفته	کمتر از یک بار در هفته	هرگز
۱۰	آیا کودک شما به چیزی بدون هدف مشخص خیره می شود؟	چندین بار در روز	چند بار در روز	چند بار در هفته	کمتر از یک بار در هفته	هرگز

این جدول فارسی شده (۱۰-Q-CHAT) است که بر اساس [www.autismresearchcentre.com](http://www.autismresearchcentre.com) می باشد.

## ۱.۲.۲ بزرگسالان

### داده‌ها و نحوه امتیازدهی پرسشنامه (AQ-۱۰):

این پرسشنامه شامل ۱۰ سوال است که هدف آن ارزیابی سریع صفات اوتیسمی در بزرگسالان بدون ناتوانی یادگیری است. پاسخ‌ها در چهار گزینه ("کاملاً موافق"، "تا حدی موافق"، "تا حدی مخالف"، "کاملاً مخالف") ارائه می شوند.

### امتیازدهی:

برای سوال‌های ۱، ۷، ۸ و ۱۰: اگر پاسخ "کاملاً موافق" یا "تا حدی موافق" باشد، یک امتیاز تعلق می گیرد.

برای سوال‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۹: اگر پاسخ "کاملاً مخالف" یا "تا حدی مخالف" باشد، یک امتیاز تعلق می‌گیرد.

اگر امتیاز کل ۶ یا بیشتر باشد، ممکن است ارجاع به ارزیابی تخصصی تشخیصی ضروری باشد.

نگاشت امتیازات به مقادیر (۰ و ۱)

## جدول (AQ-۱۰) ترجمه شده به فارسی

شماره	سوال	گزینه ۱ ("کاملاً موافق")	گزینه ۲ ("تا حدی موافق")	گزینه ۳ ("تا حدی مخالف")	گزینه ۴ ("کاملاً مخالف")
۱	من اغلب صداهای ریز را متوجه می‌شوم که دیگران متوجه نمی‌شوند.				
۲	معمولاً بیشتر روی کل تصویر تمرکز می‌کنم تا جزئیات کوچک.				
۳	برای من انجام چند کار به طور همزمان آسان است.				
۴	اگر وقفه‌ای پیش بیاید، می‌توانم خیلی سریع به کاری که انجام می‌دادم بازگردم.				
۵	فهمیدن مفهوم پنهان صحبت دیگران برای من آسان است.				
۶	می‌دانم چگونه بفهمم که آیا کسی که به صحبت‌های من گوش می‌دهد خسته شده است یا خیر.				
۷	وقتی داستانی می‌خوانم، برایم سخت است نیت شخصیت‌ها را بفهمم.				
۸	من دوست دارم اطلاعاتی در مورد دسته‌بندی‌های مختلف (مثلاً انواع ماشین، انواع پرنده، انواع قطار و ...) جمع‌آوری کنم.				
۹	فهمیدن احساس یا فکر کسی تنها با نگاه کردن به صورت او برای من آسان است.				
۱۰	فهمیدن نیت افراد برای من دشوار است.				

### ۱.۳ روش شناسی

در این مطالعه از شبکه‌های عصبی کانولوشنی (CNN) برای شناسایی الگوها در داده‌ها استفاده شده است. معماری این شبکه شامل لایه‌های مختلفی مانند لایه کانولوشنی، لایه ماکس پولینگ و لایه کاملاً متصل است که هر کدام وظیفه خاصی را انجام می‌دهند. لایه کانولوشنی شامل فیلترهایی است که با اعمال عملیات کانولوشن، نقشه‌های ویژگی (Feature Maps) را از ویژگی‌های ورودی تولید می‌کنند. معادله این عملیات به صورت زیر تعریف شده است:

$$f = V(x * w_f + y_f)$$

که در آن:

(f): نقشه ویژگی

(w\_f): وزن‌های کرنل

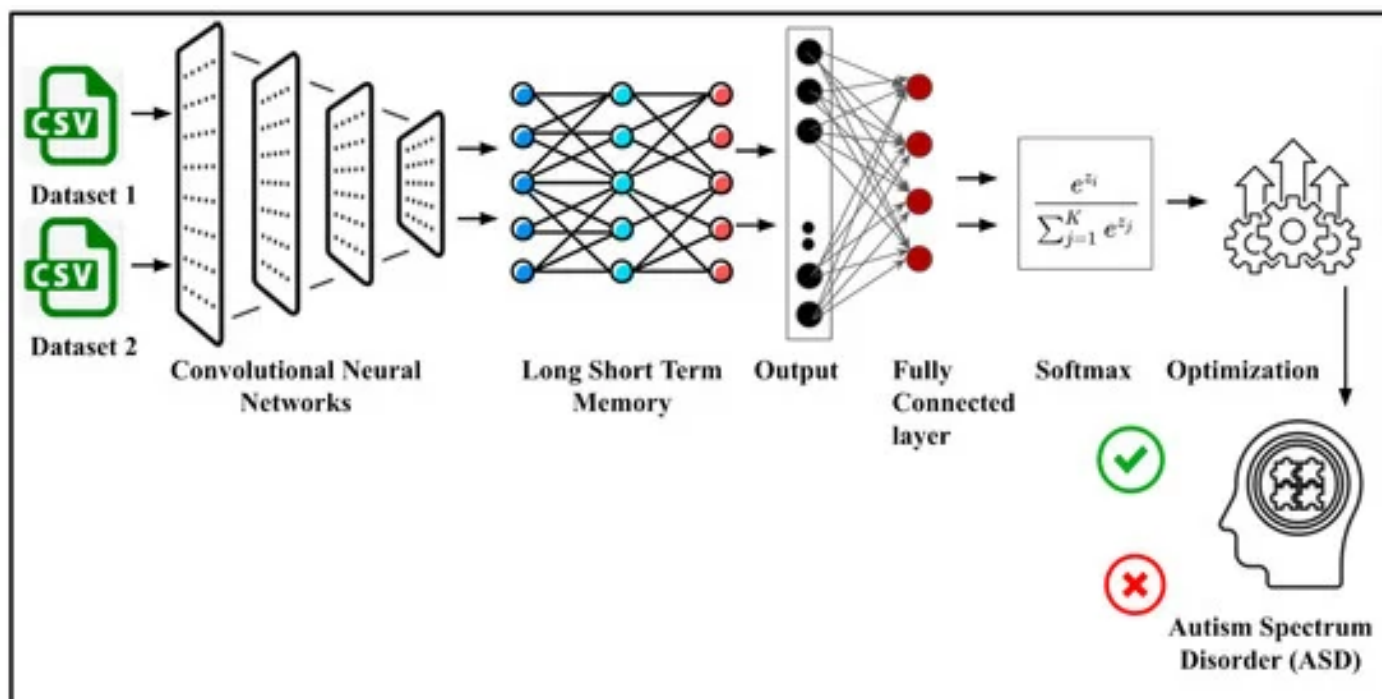
(X): ویژگی‌های ورودی

(y\_f): بایاس

(V): تابع فعال‌سازی

(\*): عملیات کانولوشن

شبکه حافظه بلندمدت کوتاهمدت (LSTM) برای حل مشکل محو یا انفجار گرادیان در شبکه‌های عصبی بازگشتی معرفی شده است. این شبکه شامل گیت‌های ورودی، خروجی و فراموشی است که اطلاعات مهم را از طریق ضرب نقطه‌ای و تابع سیگموید مدیریت می‌کند.



تصویر (۱) نمایش معماری سیستم LSTM.

## ۱.۴ معماری پیشنهادی

معماری پیشنهادی شامل CNN و LSTM است که با استفاده از بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO) برای تشخیص دقیق اوتیسم طراحی شده است.

CNN و LSTM ویژگی‌های پیچیده و الگوهای موجود در داده‌ها را استخراج می‌کنند.

PSO برای بهینه‌سازی نتایج استفاده شده و عملکرد مدل را بهبود می‌بخشد.

مکانیزم Dropout برای جلوگیری از بیش‌برازش و بهبود توانایی تعمیم مدل اعمال

شده است.

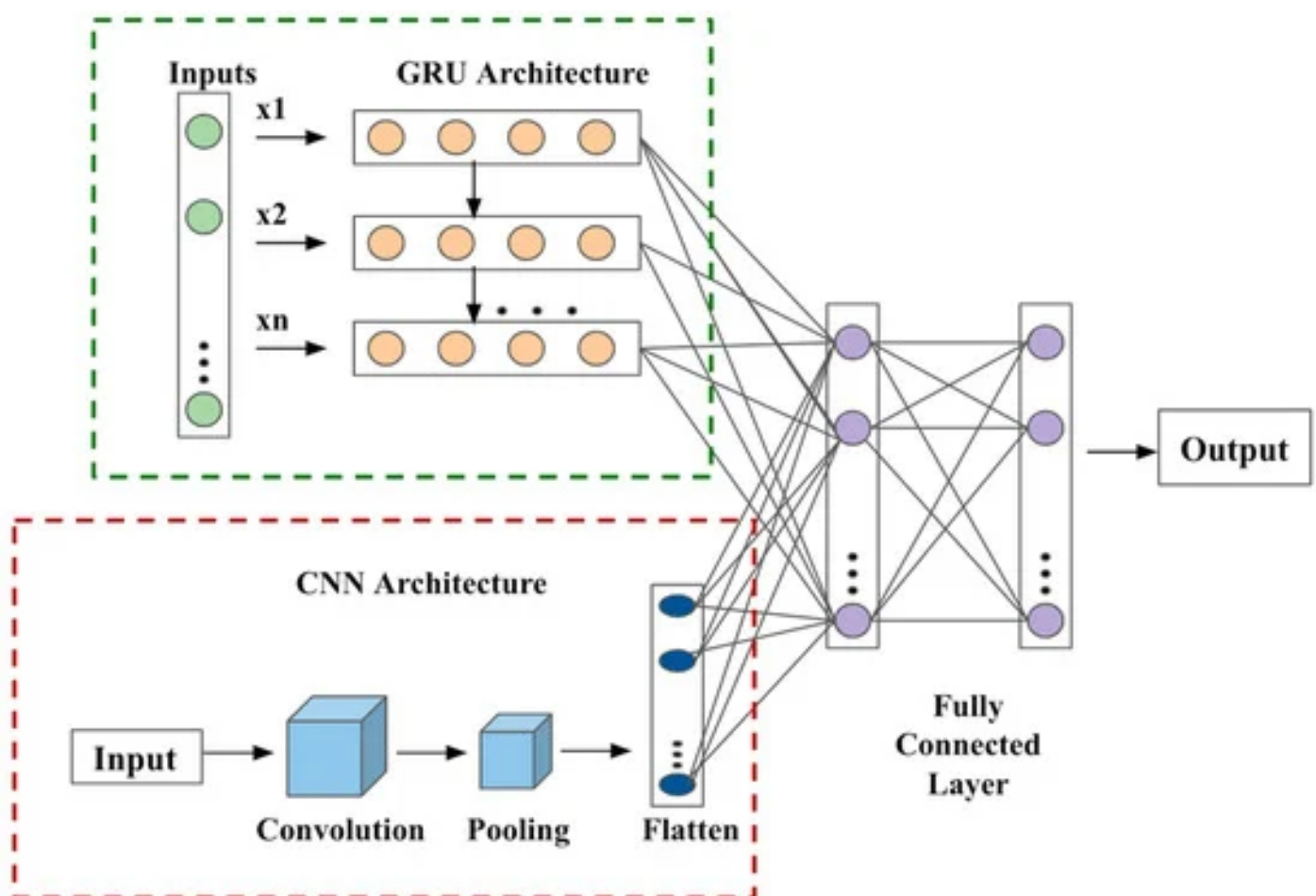


لایه کاملاً متصل خروجی نهایی را با استفاده از تابع فعال‌سازی **Softmax** ارائه می‌دهد. الگوریتم PSO تعداد لایه‌های CNN و LSTM، تعداد واحدها، و تعداد اپوک‌ها را بهینه می‌کند. فضای جستجو با مقادیر تصادفی برای لایه‌ها، فیلترها و اپوک‌ها مقداردهی اولیه می‌شود.

**تابع برازش**، که به صورت ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) تعریف شده است، برای بهینه‌سازی مقادیر ابرپارامترها استفاده می‌شود.

## ۱.۵ معماری هیبریدی GRU-CNN

در این معماری، شبکه‌های GRU و CNN با یکدیگر ترکیب شده‌اند. مشکلاتی مانند محو یا انفجار گرادیان و حافظه کوتاه‌مدت با استفاده از مکانیزم گیت‌ها در GRU مدیریت می‌شود.



تصویر (۲) نمایش معماری سیستم GRU.

معماری شامل:

۵ **بلوک کانولوشنی**: هر بلوک شامل دو لایه کانولوشنی و یک لایه ماکس پولینگ است.

۱ **بلوک GRU**: وابستگی‌های طولانی‌مدت را با کمک گیت‌های حافظه مدیریت می‌کند.

۱ **بلوک کاملاً متصل**: شامل لایه‌های کانولوشنی با تابع Softmax برای طبقه‌بندی.

## ۱.۶ وابستگی‌ها

از پایتون ۳.۸ همراه با کتابخانه‌هایی مانند TensorFlow-GPU، Numpy، Pandas، و Scikit-Learn برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است.

مدل‌ها با **بهینه‌ساز Adam** و اندازه دسته‌ای (Batch Size) برابر ۱۰ آموزش داده شده‌اند.

داده‌ها پس از پیش‌پردازش به نسبت ۸۰-۲۰ به داده‌های آموزشی و تست تقسیم شده‌اند.

## ۱.۷ معیارهای ارزیابی

**دقت (Accuracy)**: نسبت پیش‌بینی‌های صحیح به کل پیش‌بینی‌ها.

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

**دقت مثبت (Precision)**: نسبت پیش‌بینی‌های مثبت صحیح به کل پیش‌بینی‌های مثبت.

$$\text{Precision} = \frac{TP}{FP + TP}$$

بازخوانی (Recall): توانایی مدل در شناسایی موارد مثبت واقعی.

$$\text{Recall} = \frac{TP}{FN + TP}$$

F1-Score: میانگین هارمونیک دقت و بازخوانی.

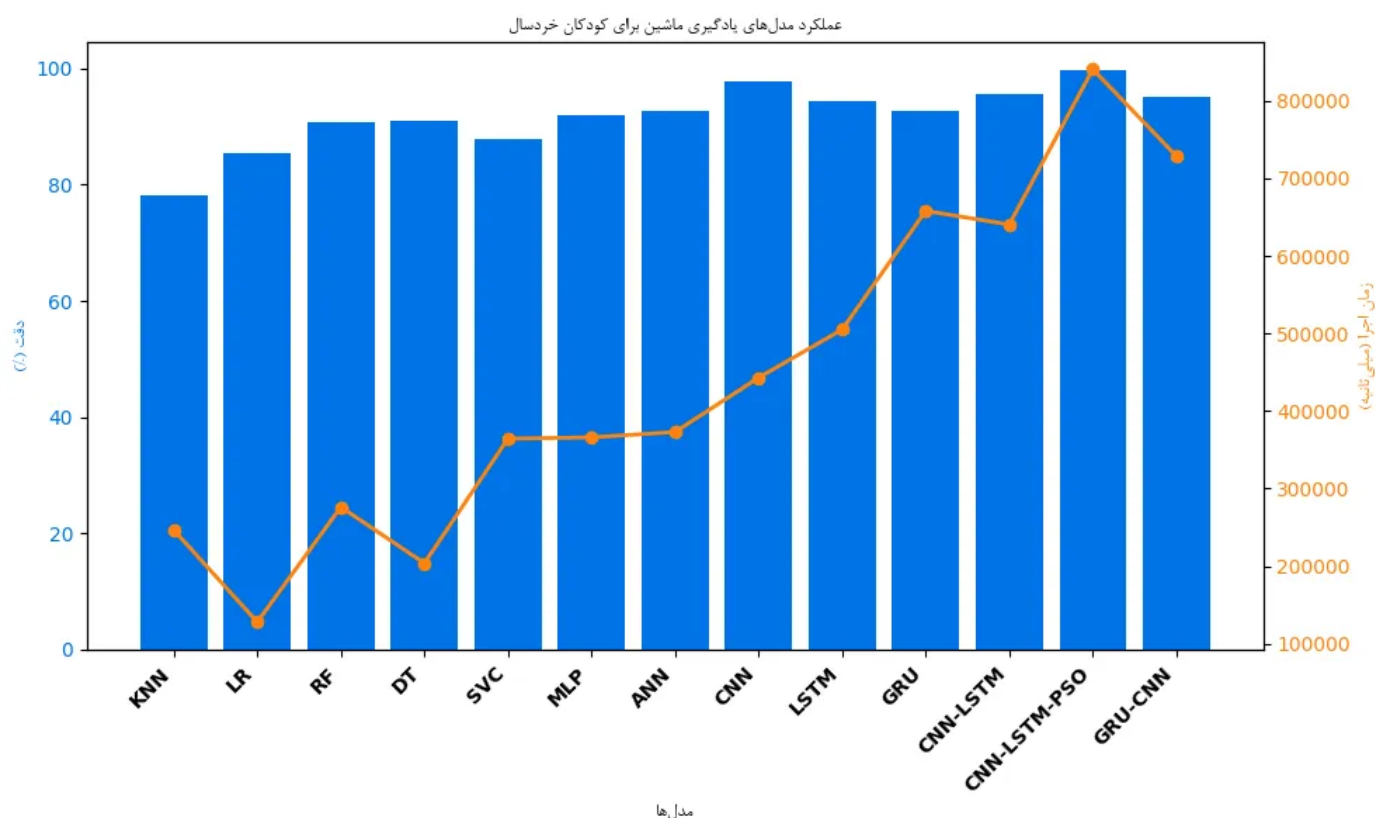
$$F1 = \frac{\text{Precision} \times \text{Recal} \times 2}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

## ۱.۸ نتایج

### ۱.۸.۱ عملکرد مدل‌های یادگیری ماشین برای کودکان خردسال

مدل‌ها	دقت (%)	دقت مثبت	بازخوانی	F1-Score	زمان اجرا (میلی ثانیه)
KNN	۷۸.۱۲	۰.۶۷	۰.۷۲	۰.۸۷	۲۴۶,۴۶۴
LR	۸۵.۳۸	۰.۸۱	۰.۸۸	۰.۸۸	۱۲۷,۷۸۷
RF	۹۰.۸۸	۰.۹۰	۰.۷۷	۰.۸۲	۲۷۶,۱۲۶
DT	۹۱.۰۲	۰.۸۸	۰.۸۲	۰.۸۴	۲۰۳,۶۶۴
SVC	۸۷.۷۷	۰.۸۴	۰.۸۹	۰.۷۴	۳۶۴,۲۴۸
MLP	۹۱.۹۰	۰.۸۸	۰.۷۸	۰.۸۰	۳۶۶,۰۲۴
ANN	۹۲.۶۸	۰.۸۹	۰.۸۱	۰.۸۱	۳۷۲,۸۶۶

مدل‌ها	دقت (%)	دقت مثبت	بازخوانی	F1-Score	زمان اجرا (میلی ثانیه)
CNN	۹۷.۷۸	۰.۹۴	۰.۸۶	۰.۸۹	۴۴۲,۸۸۶
LSTM	۹۴.۴۹	۰.۹۳	۰.۹۲	۰.۹۰	۵۰۴,۹۹۴
GRU	۹۲.۷۸	۰.۹۰	۰.۸۸	۰.۸۷	۶۵۸,۰۲۱
CNN-LSTM	۹۵.۶۶	۰.۹۱	۰.۹۲	۰.۹۲	۶۴۰,۴۸۲
<b>CNN-LSTM-PSO</b>	<b>۹۹.۶۴</b>	<b>۰.۹۶</b>	<b>۰.۹۴</b>	<b>۰.۹۱</b>	<b>۸۴۰,۵۹۹</b>
GRU-CNN	۹۵.۰۲	۰.۹۲	۰.۹۰	۰.۸۸	۷۲۸,۸۹۴

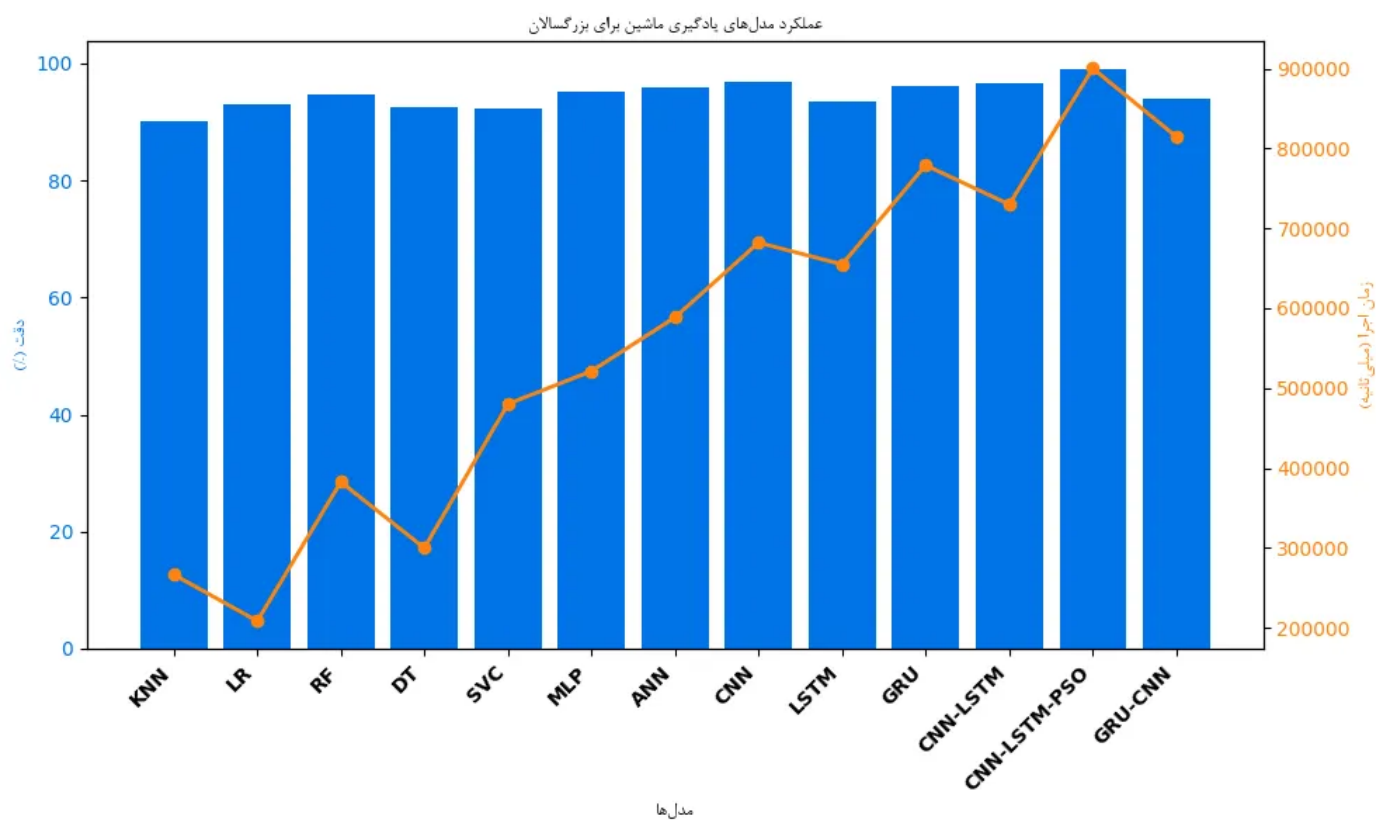


تصویر (۳) نمایش مقایسه کارایی مدل‌ها برای کودکان خردسال.

## ۱.۸.۲ عملکرد مدل‌های یادگیری ماشین برای بزرگسالان

مدل‌ها	دقت (%)	دقت مثبت	بازخوانی	F1-Score	زمان اجرا (میلی ثانیه)
KNN	۹۰.۰۸	۰.۷۸	۰.۷۷	۰.۸۲	۲۶۶,۸۴۸
LR	۹۳.۰۵	۰.۹۰	۰.۸۴	۰.۸۸	۲۰۸,۶۶۴

مدل‌ها	دقت (%)	دقت مثبت	بازخوانی	F1-Score	زمان اجرا (میلی ثانیه)
RF	۹۴.۶۸	۰.۹۱	۰.۸۸	۰.۸۸	۳۸۲,۶۷۷
DT	۹۲.۶۲	۰.۸۹	۰.۸۲	۰.۸۴	۳۰۰,۱۱۶
SVC	۹۲.۳۶	۰.۹۰	۰.۸۸	۰.۹۰	۴۸۰,۲۴۸
MLP	۹۵.۰۴	۰.۹۲	۰.۸۲	۰.۸۶	۵۲۱,۴۳۶
ANN	۹۵.۸۳	۰.۸۹	۰.۸۹	۰.۸۸	۵۸۸,۶۴۴
CNN	۹۶.۸۱	۰.۹۲	۰.۹۳	۰.۹۱	۶۸۲,۰۴۲
LSTM	۹۳.۴۴	۰.۸۵	۰.۸۱	۰.۸۳	۶۵۴,۸۸۳
GRU	۹۶.۰۴	۰.۹۰	۰.۹۲	۰.۹۴	۷۷۸,۸۹۹
CNN-LSTM	۹۶.۶۶	۰.۹۲	۰.۹۱	۰.۹۴	۷۲۹,۸۹۰
<b>CNN-LSTM-PSO</b>	<b>۹۸.۸۹</b>	<b>۰.۹۴</b>	<b>۰.۹۱</b>	<b>۰.۹۳</b>	<b>۹۰۰,۰۴۸</b>
GRU-CNN	۹۴.۰۲	۰.۹۰	۰.۹۰	۰.۸۸	۸۱۴,۷۶۶



تصویر (۴) نمایش مقایسه کارایی مدل‌ها برای بزرگسالان.

## ۱.۹ نتیجه‌گیری

بین ۱۳ مدل یادگیری ماشین، مدل **CNN-LSTM-PSO** بهترین عملکرد را در هر دو مجموعه داده کودکان و بزرگسالان نشان داده است. این مدل با دقت ۹۹.۶۴٪ برای کودکان و ۹۸.۸۹٪ برای بزرگسالان، نسبت به سایر مدل‌ها برتری داشته است. با وجود پیچیدگی بالا و زمان آموزش طولانی، عملکرد برتر این مدل آن را به گزینه‌ای مناسب برای تشخیص اوتیسم تبدیل کرده است.

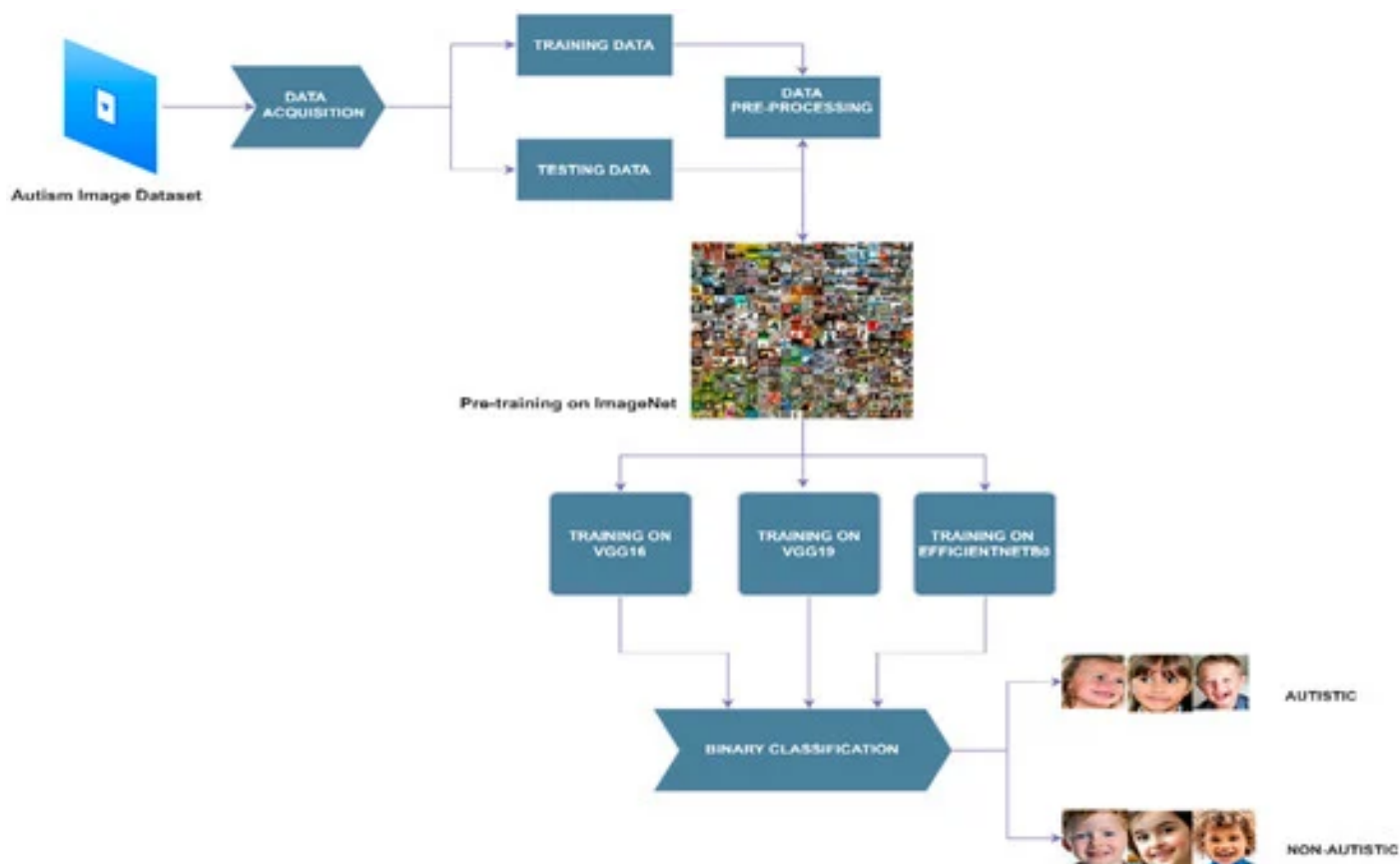
## *Diagnosis of Autism in Children Using (۲) Deep Learning Techniques by Analyzing Facial Features*

### ۲.۱ روش‌شناسی

هدف این مطالعه استفاده از چارچوب مبتنی بر یادگیری انتقالی برای شناسایی ویژگی‌های چهره‌ای افراد مبتلا به اوتیسم بود تا بتوان اختلال طیف اوتیسم (ASD) را در سال‌های ابتدایی زندگی کودکان شناسایی کرد. برای این کار، از مدل‌های یادگیری عمیق پیش‌ساخته استفاده شد تا ویژگی‌هایی استخراج شوند که شناسایی آن‌ها از طریق بررسی بصری دشوار است. سپس این ویژگی‌ها از طریق لایه‌های مختلف پردازش شده و لایه نهایی برای تشخیص ASD تنظیم گردید.

### ۲.۲ معماری سیستم

شکل جریان کار در یک نمودار بلوکی نمایش داده می‌شود.



تصویر (۵) نمایش معماری سیستم.

## ۲.۲.۱ جزئیات داده‌ها

برای دستیابی به عملکرد بهینه در مدل‌های یادگیری عمیق، استفاده از یک مجموعه داده بزرگ برای آموزش در سناریوهای مختلف ضروری است. این امر به بهبود دقت مدل‌ها کمک می‌کند. مدل‌های پیشنهادی این مطالعه از مجموعه داده‌های کودکان اوتیسمی که در مخزن Kaggle موجود است، استفاده کردند. سن کودکان در این مجموعه داده بین ۲ تا ۱۴ سال بود و بیشتر آن‌ها بین ۲ تا ۸ سال سن داشتند. این مجموعه داده شامل تصاویر ۲D RGB بود و کلاس‌های اوتیسمی و کنترل طبیعی (NC) به‌طور مساوی نمایانده شدند. نسبت جنسیتی مرد به زن در مجموعه داده تقریباً ۳:۱ بود.

مجموعه داده به سه گروه تقسیم شد:

مجموعه آموزش: ۲۵۳۶ تصویر (۸۶.۳۸٪)

مجموعه آزمون: ۳۰۰ تصویر (۱۰.۲۲٪)

مجموعه اعتبارسنجی: ۱۰۰ تصویر (۳.۴۱٪)

هیچ تاریخچه بالینی درباره کودکان در مجموعه داده موجود نیست.

## ۲.۳ افزایش داده‌ها

برای بهبود کارایی آموزش، تصاویر از تکنیک‌های افزایش داده مانند چرخش، وارونگی افقی، بزرگ‌نمایی و جابجایی ارتفاع و عرض استفاده می‌کنند. این تکنیک‌ها منجر به تولید مجموعه داده‌های افزوده برای مجموعه‌های آموزش و اعتبارسنجی شدند. همچنین، تصاویر باید به ابعاد  $227 \times 227 \times 3$  تغییر اندازه می‌یافتند تا با معماری مشخص شده سازگار شوند.

## ۲.۴ مدل‌های یادگیری انتقالی برای استخراج ویژگی‌ها

این مطالعه از سه مدل یادگیری عمیق پیش‌ساخته که از شبکه‌های عصبی کانولوشنی (CNN) استفاده می‌کنند، استفاده کرده است: VGG16، VGG19، و EfficientNetB0. این انتخاب‌ها بر اساس عملکرد برجسته این مدل‌ها در ادبیات موجود بوده است.

### ۲.۴.۱ VGG16

VGG16 یکی از معماری‌های معروف شبکه‌های عصبی کانولوشنی است که برای طبقه‌بندی تصاویر شناخته شده است. این مدل شامل ۱۶ لایه است که ۱۳ لایه کانولوشنی و ۳ لایه کاملاً متصل دارد.

### ۲.۴.۲ VGG19



VGG19 یک مدل شبکه عصبی کانولوشنی است که از فیلترهای کانولوشنی  $3 \times 3$  کوچک استفاده می‌کند. این شبکه دارای ۱۹ لایه وزنی است که عملکرد پیشرفته‌ای در شناسایی و طبقه‌بندی تصاویر دارد.

## ۲.۴.۳ EfficientNetB۰

EfficientNetB۰ یک مدل عصبی است که برای تعادل بین دقت و کارایی محاسباتی طراحی شده است. این مدل از مقیاس‌گذاری ترکیبی برای افزایش دقت استفاده می‌کند و به‌ویژه برای کار با منابع محدود بهینه شده است.

## ۲.۵ نتایج

### ۲.۵.۱ تغییرات معماری

مدل سفارشی با استفاده از سه مدل پیش‌آموزش‌شده (VGG16، VGG19 و EfficientNetB۰) ساخته شد و بهینه‌سازی‌هایی برای سازگاری با مجموعه داده‌های اوتیسیم انجام شد. این مدل شامل ۹ لایه اضافی بود که شامل لایه‌های حداکثر تجمع جهانی، لایه‌های متراکم و لایه‌های Drop-out بود.

### ۲.۵.۲ تنظیم هایپرپارامترها

برای ارزیابی عملکرد مدل‌ها از هایپرپارامترهای مختلف استفاده شد. دقت و مساحت زیر منحنی (AUC) مدل‌ها با استفاده از ترکیب‌های مختلف هایپرپارامترها ارزیابی شد. جدول ۱ دقت اعتبارسنجی برای بهینه‌سازها را نشان می‌دهد:

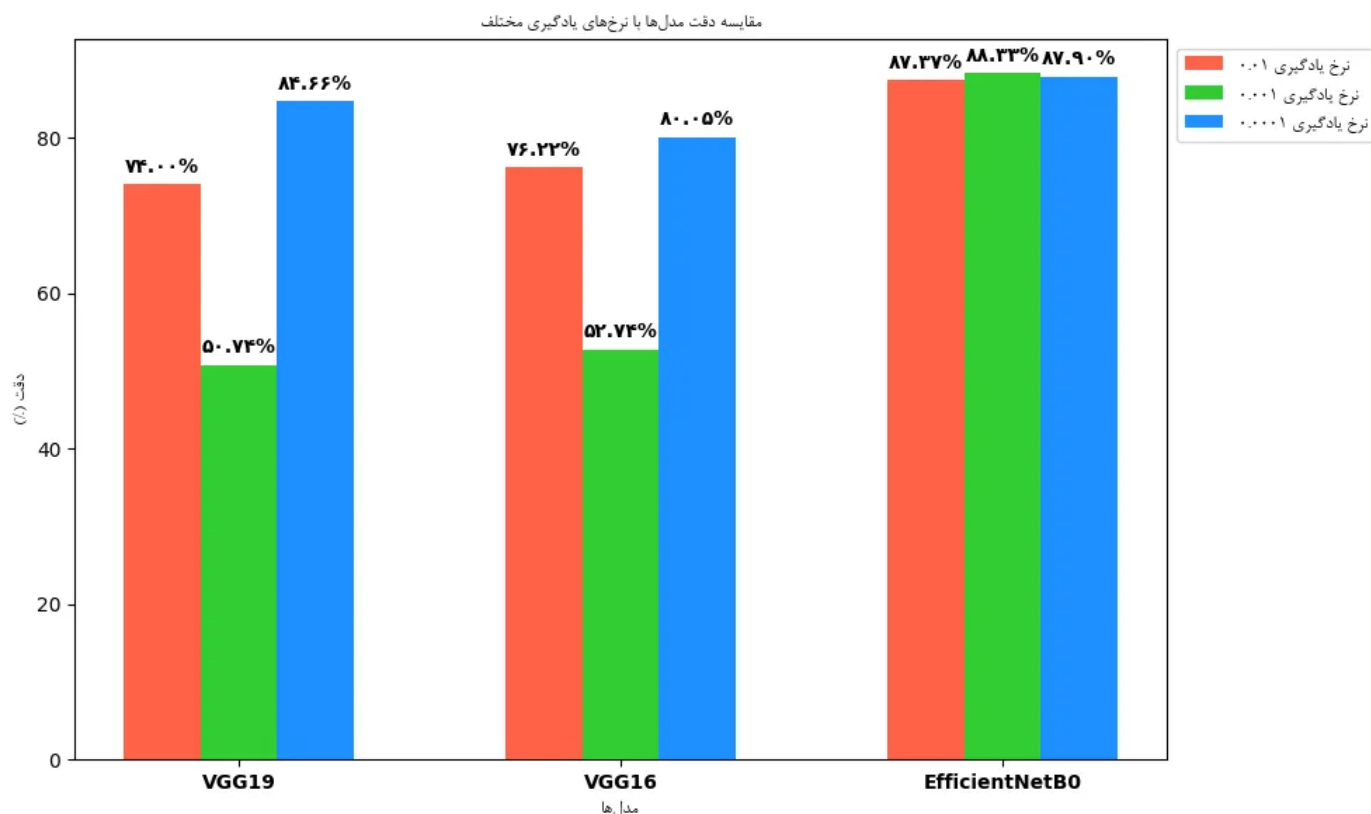
مدل	Adamax دقت	Adamax AUC	Adam دقت	Adam AUC	Adagrad دقت	Adagrad AUC
VGG19	۵۰.۰۰٪	۵۰.۱۶٪	۵۱.۴۴٪	۵۰.۰۰٪	۸۷.۶۶٪	۹۳.۰۶٪

مدل	دقت Adamax	Adamax AUC	دقت Adam	Adam AUC	دقت Adagrad	Adagrad AUC
VGG۱۶	۵۲.۷۴٪	۵۴.۱۶٪	۵۷.۸۹٪	۶۰.۲۹٪	۸۴.۶۷٪	۹۰.۷۳٪
EfficientNetB۰	۸۸.۳۳٪	۹۵.۴۴٪	۸۷.۶۶٪	۹۴.۳۳٪	۸۲.۶۶٪	۸۸.۶۸٪

### ۲.۵.۳ تنظیم نرخ یادگیری

برای بهینه‌سازی عملکرد، نرخ‌های یادگیری مختلف آزمایش شدند. نتایج مربوط به تأثیر نرخ‌های یادگیری بر دقت و AUC مدل‌ها در جدول ۲ آمده است:

مدل	نرخ یادگیری ۰.۰۱	نرخ یادگیری ۰.۰۰۱	نرخ یادگیری ۰.۰۰۰۱
VGG۱۹	دقت: ٪۷۴.۰۰	دقت: ٪۵۰.۷۴	دقت: ٪۸۴.۶۶
VGG۱۶	دقت: ٪۷۶.۲۲	دقت: ٪۵۲.۷۴	دقت: ٪۸۰.۰۵
EfficientNetB۰	دقت: ٪۸۷.۳۷	دقت: ٪۸۸.۳۳	دقت: ٪۸۷.۹۰



تصویر (۶) نمایش مقایسه دقت مدل‌ها با نرخ‌های یادگیری مختلف.

## ۲.۶ نتیجه‌گیری‌ها

هدف اصلی این مطالعه شناسایی بهترین مدل انتقال یادگیری برای طبقه‌بندی اختلال طیف اوتیسم (ASD) بود. نتایج نشان داد که مدل **EfficientNetB۰** با بهینه‌ساز **Adamax** و نرخ یادگیری ۰.۰۰۱ بهترین عملکرد را ارائه داد. این مدل دقت ۸۸.۳۳٪ و AUC برابر با ۹۵.۴۴٪ را به‌دست آورد که به‌طور قابل توجهی از مدل‌های VGG۱۶ و VGG۱۹ پیشی گرفت.

## تحلیل مقایسه‌ای

مقاله ۲: <i>Diagnosis of Autism in Children Using Deep Learning Techniques by Analyzing Facial Features</i>	مقاله ۱: <i>Autism Screening in Toddlers and Adults Using Deep Learning and Fair AI Techniques</i>	معیار
تصاویر چهره کودکان اوتیسمی و کنترل طبیعی (NC).	داده‌های رفتاری شامل پاسخ‌های پرسشنامه‌ای.	نوع داده‌ها
مدل‌های انتقال یادگیری شامل VGG۱۶، VGG۱۹ و EfficientNetB۰.	۱۳ مدل مختلف یادگیری ماشین و عمیق شامل CNN، LSTM، CNN-LSTM-PSO، GRU، و CNN-LSTM.	مدل‌های استفاده‌شده
EfficientNetB۰ با دقت ۸۸.۳۳٪ و AUC برابر با ۹۵.۴۴٪.	مدل CNN-LSTM-PSO با دقت ۹۹.۶۴٪ برای کودکان و ۹۸.۸۹٪ برای بزرگسالان.	بالاترین دقت مدل‌ها
دقت (Accuracy) و مساحت زیر منحنی (AUC).	دقت (Accuracy)، دقت مثبت (Precision)، بازخوانی (Recall)، و F۱-Score.	روش‌های ارزیابی
افزایش داده‌ها از طریق تکنیک‌هایی مانند چرخش، وارونگی افقی، و تغییر اندازه تصاویر.	نگاشت پاسخ‌های پرسشنامه به مقادیر باینری (۰ و ۱).	پیش‌پردازش داده‌ها
تمرکز بر ویژگی‌های چهره و استفاده از یادگیری انتقالی برای بهبود تشخیص در کودکان.	دقت بالا و ارزیابی جامع با استفاده از مدل‌های مختلف.	مزایا
نیاز به داده‌های تصویری با کیفیت بالا و زمان پردازش طولانی‌تر.	وابستگی به پاسخ‌های پرسشنامه‌ای که ممکن است تحت تأثیر عوامل مختلف قرار گیرد.	معایب

مقاله ۲: <i>Diagnosis of Autism in Children Using Deep Learning Techniques by Analyzing Facial Features</i>	مقاله ۱: <i>Autism Screening in Toddlers and Adults Using Deep Learning and Fair AI Techniques</i>	معیار
رویکرد مناسبی برای شناسایی زود هنگام اختلال طیف اوتیسم در کودکان از طریق تصاویر چهره ارائه می‌دهد.	برای غربالگری رفتارهای اوتیسمی در کودکان و بزرگسالان مناسب است.	نتیجه‌گیری کلی

## تحلیل کلی

مقاله اول در شناسایی رفتارهای اوتیسمی عملکرد بهتری از نظر دقت و پوشش گسترده داده‌ها داشت.

مقاله دوم، با وجود دقت پایین‌تر، بر تحلیل چهره و یادگیری انتقالی متمرکز بوده و برای کاربردهای تصویری مناسب‌تر است.

ترکیب این دو رویکرد می‌تواند در آینده برای تشخیص جامع اوتیسم استفاده شود.

## دیتاست‌های استفاده‌شده

### مقاله اول: *Autism Screening in Toddlers and Adults Using Deep Learning and Fair AI Techniques*

ویژگی‌های کلیدی دیتاست:

شامل دو مجموعه داده:

کودکان خردسال: ۱۰۵۴ ردیف و ۱۹ ستون.

بزرگسالان: ۷۰۴ ردیف و ۲۱ ستون.

داده‌ها از پاسخ‌های پرسشنامه‌ای شامل ارزیابی ویژگی‌های رفتاری جمع‌آوری شده‌اند.

پرسشنامه‌ها شامل ۱۰ ویژگی رفتاری با پاسخ‌های مقیاس‌دار بودند که به مقادیر باینری (۰ و ۱) نگاشت شدند.

### لینک دیتاست‌ها:

خردسال:

کودکان

<https://www.kaggle.com/datasets/fabdelja/autism-screening-for-toddlers>

بزرگسالان:

<https://www.kaggle.com/datasets/andrewmvd/autism-screening-on-adults>

## مقاله دوم: **Diagnosis of Autism in Children Using Deep Learning Techniques by Analyzing Facial Features**

### ویژگی‌های کلیدی دیتاست:

شامل تصاویر چهره‌ای ۲D RGB از کودکان در دو گروه اوتیسمی و کنترل طبیعی (NC).

۲۹۳۶ تصویر به سه مجموعه تقسیم شدند:

آموزش: ۲۵۳۶ تصویر (۸۶.۳۸٪).

آزمون: ۳۰۰ تصویر (۱۰.۲۲٪).

اعتبارسنجی: ۱۰۰ تصویر (۳.۴۱٪).

محدوده سنی کودکان: ۲ تا ۱۴ سال، بیشتر بین ۲ تا ۸ سال.

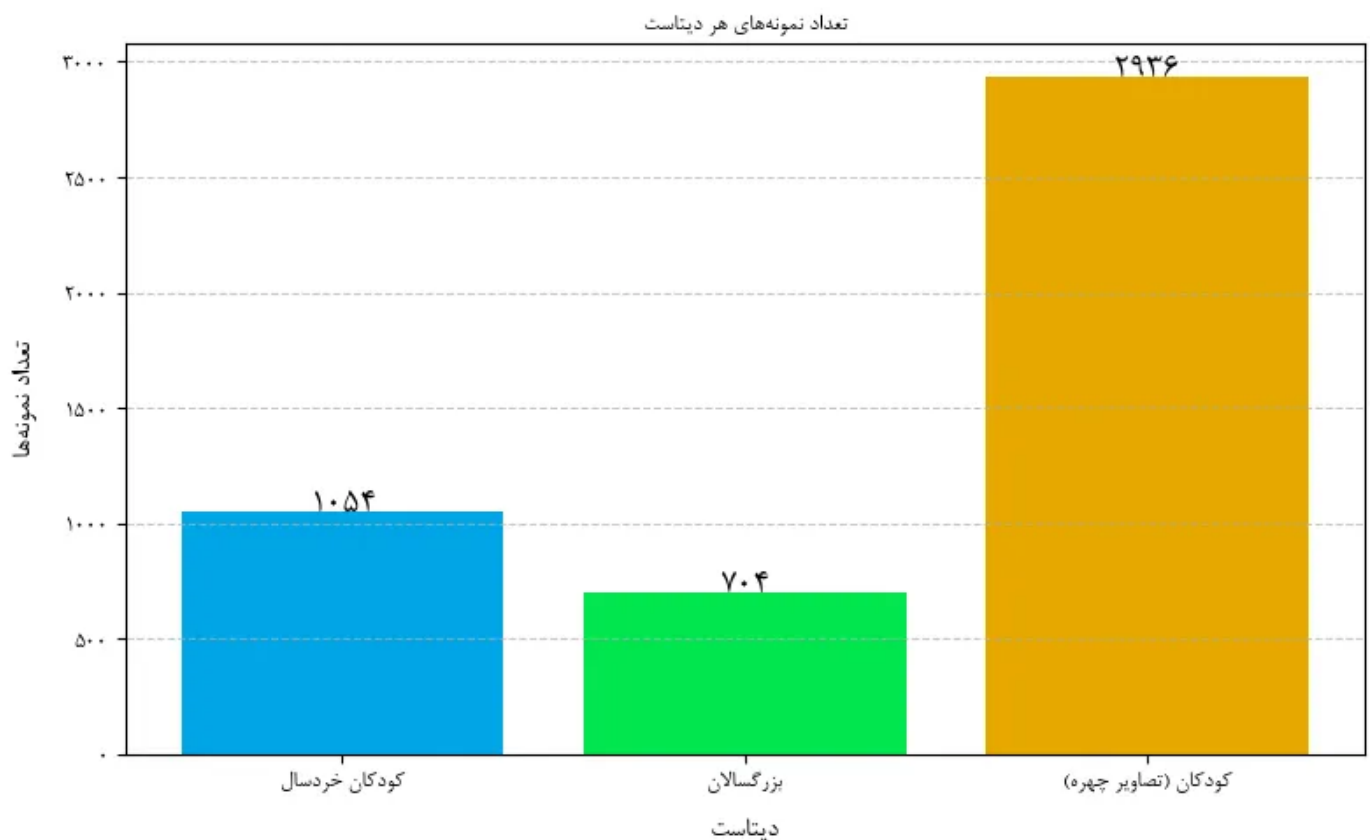
نسبت جنسیتی مرد به زن: ۳:۱.

لینک دیتاست:

کودکان:

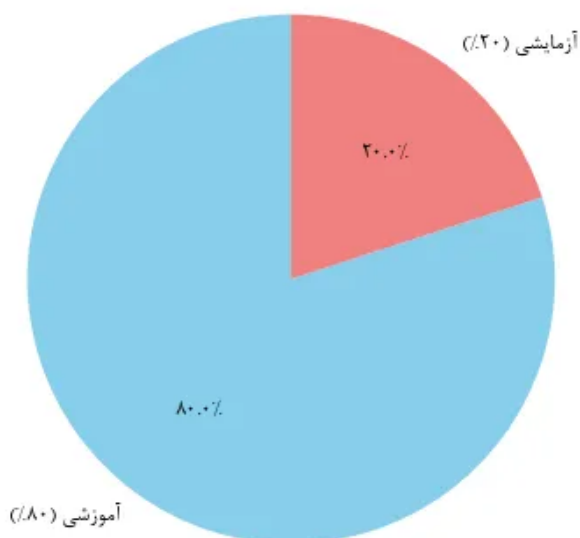
چهره

<https://www.kaggle.com/datasets/imrankhan77/autistic-children-facial-data-set>

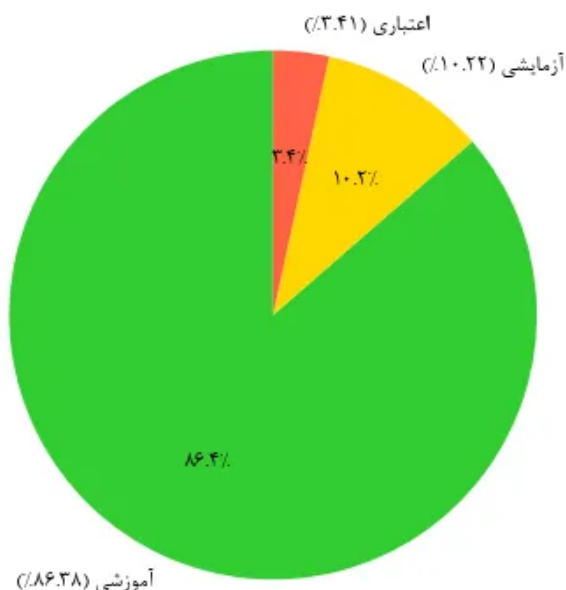


تصویر (۷) نمایش تعداد نمونه‌های موجود در هر داده.

مقاله اول: تقسیم داده‌ها



مقاله دوم: تقسیم داده‌ها



**تصویر (۸)** نمایش تقسیم‌بندی داده‌ها برای آموزش، آزمودن، اعتبارسنجی.

## نتیجه‌گیری

در این گزارش، دو مقاله مورد بررسی قرار گرفت که هر یک به تحلیل داده‌های مرتبط با شناسایی اختلالات طیف اوتیسم اختصاص داشتند. دیتاست‌های مورد استفاده از منابع معتبر نظیر Kaggle استخراج شده و ویژگی‌های متنوعی را پوشش داده‌اند:

**مقاله اول** از داده‌های مربوط به کودکان خردسال و بزرگسالان استفاده کرده است. این داده‌ها به نسبت ۲۰ درصد برای آزمایش و ۸۰ درصد برای آموزش تقسیم شده‌اند.

**چالش اصلی:** تحلیل داده‌های متنی و عددی مرتبط با پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه‌ها.  
**مزیت:** دسترسی آسان به داده‌ها و ساختار نسبتاً ساده.

**مدل موفق:** بهترین عملکرد در این مقاله با استفاده از **درخت تصمیم** به دست آمد که به دلیل قدرت آن در دسته‌بندی داده‌ها و ارائه خروجی قابل تفسیر، برای این نوع داده‌ها مناسب بود.

**مقاله دوم** از تصاویر چهره کودکان مبتلا به اوتیسم بهره برده است که شامل مجموعه داده‌ای بزرگ‌تر و پیچیده‌تر بود. این داده‌ها در سه بخش آموزشی، آزمایشی و اعتباری با نسبت‌های ۸۶.۳۸٪، ۱۰.۲۲٪ و ۳.۴۱٪ تقسیم شده‌اند.

**چالش اصلی:** تحلیل داده‌های تصویری که نیازمند روش‌های پیشرفته مانند شبکه‌های عصبی عمیق است.

**مزیت:** ارائه دیدگاه بصری دقیق‌تر برای شناسایی الگوها.

**مدل موفق:** **شبکه عصبی کانولوشن (CNN)** با عملکرد بالا به عنوان مدل موفق انتخاب شد که با توجه به ساختار آن، توانایی بالایی در شناسایی ویژگی‌های بصری تصاویر داشت.

## نتایج کلیدی

استفاده از داده‌های متنی و عددی برای غربالگری اولیه (مقاله اول) و داده‌های تصویری برای تحلیل‌های پیشرفته‌تر (مقاله دوم) نشان داد که رویکردهای مکمل می‌توانند در بهبود تشخیص اختلالات طیف اوتیسم موثر باشند.

تقسیم مناسب داده‌ها برای آموزش، آزمایش و اعتبارسنجی در هر دو مطالعه نشان‌دهنده اهمیت استفاده از روش‌های استاندارد در پیش‌پردازش داده‌ها بود.

مدل‌های انتخاب‌شده در هر مقاله به خوبی با نوع داده‌ها تطابق داشته و توانسته‌اند نتایج ارزشمندی ارائه دهند.

## منابع



1. Priyadarshini, I. Autism Screening in Toddlers and Adults Using Deep Learning and Fair AI Techniques. \*Future Internet\* 2023, 15, 292. <https://doi.org/10.3390/fi15090292>
2. Reddy, P.; Andrew, J. Diagnosis of Autism in Children Using Deep Learning Techniques by Analyzing Facial Features. \*Engineering Proceedings\* 2023, 59, 198. <https://doi.org/10.3390/engproc2023059198>
3. Quantitative Checklist for Autism in Toddlers (Q-CHAT-10). Autism Research Centre. <https://www.autismresearchcentre.com/tests/quantitative-checklist-for-autism-in-toddlers-10-items-q-chat-10/>
4. Autism Spectrum Quotient (AQ-10) for Adults. Autism Research Centre. <https://www.autismresearchcentre.com/tests/autism-spectrum-quotient-10-items-aq-10-adult/>
5. Autism Screening for Toddlers Dataset. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/fabdelja/autism-screening-for-toddlers>
6. Autism Screening for Adults Dataset. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/andrewmvd/autism-screeningon-adults>