



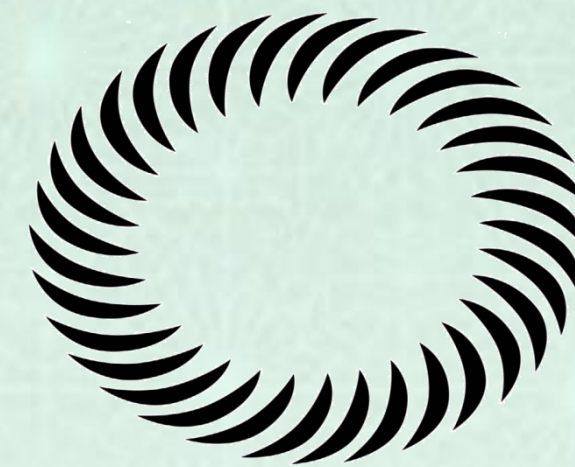
نمایشگاه هفته پژوهش و فناوری  
دانشگاه صنعتی همدان  
آذر 1404

# مدل‌های عمیق برای تشخیص چندکلاسه آلزایمر با MRI

امیرحسین کهوند، حمیدرضا شاه‌دوستی

گروه برق، دانشگاه صنعتی همدان

ah.kahvand@gmail.com

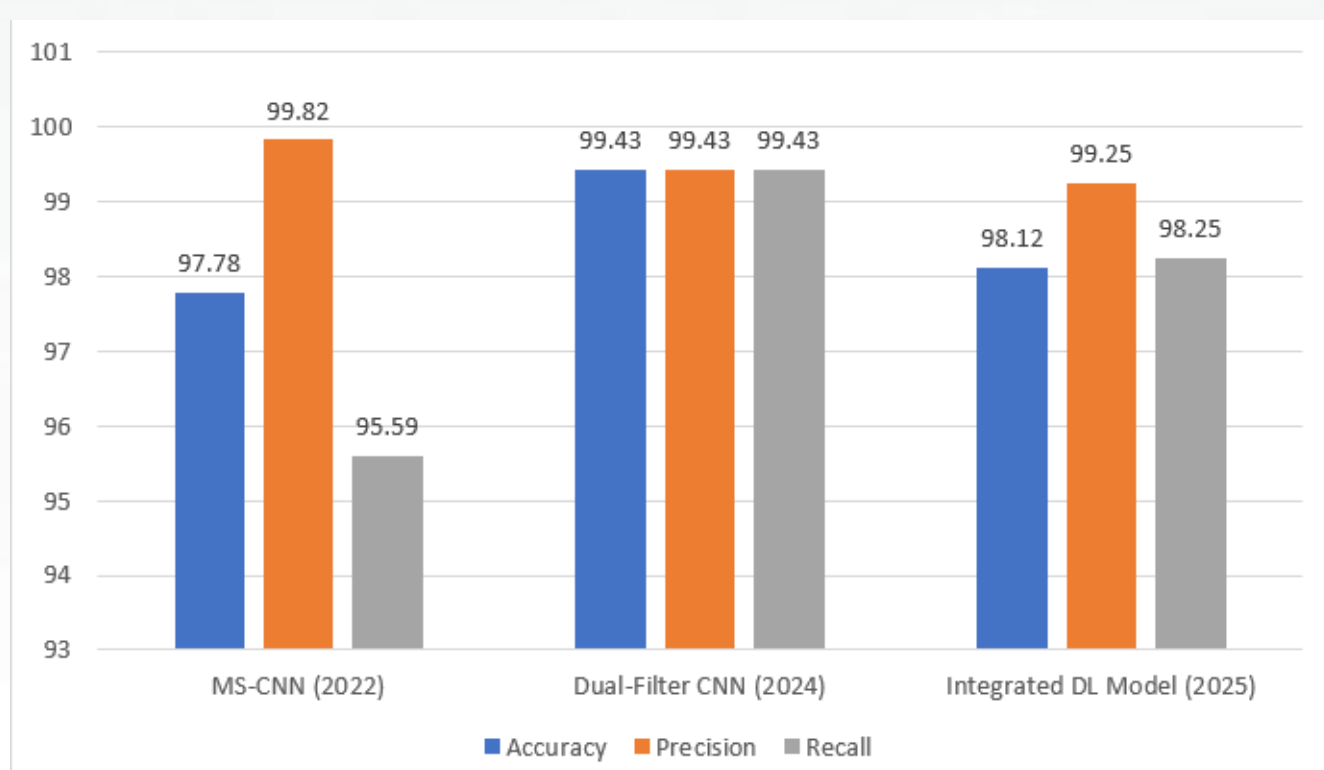


هفته ملی پژوهش و فناوری

## چکیده

بیماری آلزایمر یکی از مهم‌ترین اختلالات عصبی‌روانی است که تشخیص زودهنگام آن نقش کلیدی در جلوگیری از پیشرفت آسیب‌های مغزی دارد. در این پژوهش، سه رویکرد مبتنی بر یادگیری عمیق برای تحلیل تصاویر MRI بررسی و یک مدل یکپارچه برای تشخیص چندمرحله‌ای بیماری ارائه شد. ابتدا روش Multi-Stream CNN به منظور تمایز دقیق بین SMCI و pMCI با بهره‌گیری از پیچ‌های سه‌بعدی و یادگیری انتقالی به کار گرفته شد. سپس معماری CNN سبک و دقیق با فیلترهای  $3 \times 3$  و  $5 \times 5$  برای طبقه‌بندی چندکلاسه معرفی گردید. در نهایت، مدل Integrated Deep Learning شامل چهار مرحله‌ی Segmentation، Feature Extraction، Feature Selection و Classification ارائه شد که از LeNet-5، DeepLabV3+، روش POE+AC و شبکه EResNext بهره می‌برد. نتایج نشان داد که مدل یکپارچه قادر است مراحل MD، VMD، ND و MOD را با دقت بالا تشخیص دهد و نسبت به روش‌های پایه عملکرد بهتری ارائه می‌کند. این سیستم می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر در غربالگری و تشخیص زودهنگام آلزایمر مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه های کلیدی:** MRI، آلزایمر، یادگیری عمیق، Multi-Stream CNN، DeepLabV3+



شکل ۱. تصویر نمودارهای Accuracy، Precision و Recall

## مقدمه

بیماری آلزایمر به‌عنوان شایع‌ترین نوع زوال عقل، با تخریب پیشرونده ساختارهای عصبی همراه است و تشخیص زودهنگام آن نقش مهمی در مدیریت بالینی دارد. در مراحل ابتدایی، تغییرات ایجادشده در تصاویر MRI بسیار ظریف بوده و شناسایی آن‌ها با روش‌های کلاسیک دقت کافی ندارد. با توجه به روند روبه‌افزایش سالمندی و نیاز به روش‌های تشخیصی قابل اعتماد، استفاده از رویکردهای خودکار مبتنی بر یادگیری عمیق اهمیت ویژه‌ای یافته است. پیشرفت معماری‌های شبکه‌های عمیق امکان استخراج الگوهای دقیق مغزی و تمایز مراحل مختلف آلزایمر را فراهم کرده است. این پژوهش با هدف توسعه مدل‌های کارآمد یادگیری عمیق برای تشخیص چندمرحله‌ای آلزایمر، به ارتقای دقت روش‌های مبتنی بر MRI کمک می‌کند.

## اهداف و روش پژوهش

هدف این پژوهش توسعه و ارزیابی مدل‌های کارآمد یادگیری عمیق برای تشخیص زودهنگام و چندمرحله‌ای بیماری آلزایمر از تصاویر MRI و بهبود دقت طبقه‌بندی مراحل مختلف آن است. برای این منظور، پس از اعمال مراحل پیش‌پردازش شامل بهبود کیفیت تصویر، نرمال‌سازی و ثبت سخت، از سه رویکرد عمیق شامل معماری Multi-Stream CNN برای شناسایی تغییرات ظریف، مدل CNN چندمقیاسی برای طبقه‌بندی سبک و دقیق، و ایجاد یک مدل یکپارچه مبتنی بر DeepLabV3+، LeNet-5 و EResNext استفاده شده است. در مرحله بعد، استخراج ویژگی‌های محلی و سراسری، انتخاب ویژگی با روش POE+AC و سپس طبقه‌بندی چندمرحله‌ای انجام شده و عملکرد مدل‌ها با معیارهای استاندارد ارزیابی و مقایسه گردیده است.

## منابع

[1] A Multi-Stream Convolutional Neural Network for Classification of Progressive MCI in Alzheimer's Disease Using Structural MRI Images, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2022.

[2] A Novel CNN Architecture for Accurate Early Detection and Classification of Alzheimer's Disease Using MRI Data, Nature Scientific Reports, 2024.

[3] An Integrated Deep Learning Model for Early and Multi-Class Diagnosis of Alzheimer's Disease from MRI Scans, Nature Scientific Reports, 2025.

## تایید استاد راهنما

نام و امضا استاد راهنما :

تایید تحصیلات تکمیلی :

تایید امور پژوهشی:

## یافته‌های پژوهش

نتایج مدل Multi-Stream CNN نشان داد استفاده از پیچ‌های سه‌بعدی و انتخاب  $50$  نقطه شاخص با آزمون Hotelling T2 دقت تشخیص مراحل اولیه آلزایمر را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. این رویکرد امکان تمرکز مدل بر بخش‌هایی از مغز را فراهم کرد که بیشترین تفاوت ساختاری را میان SMCI و pMCI نشان می‌دهند، و در روش‌های مبتنی بر تصویر کامل معمولاً نادیده گرفته می‌شوند. همچنین ترکیب چند جریان ویژگی باعث شد مدل بتواند الگوهای محلی و ساختاری را به شکلی هماهنگ یاد بگیرد و در مقایسه با روش‌های پایه و شبکه‌های تک‌جریانی عملکرد دقیق‌تر و پایدارتری ارائه دهد.

در معماری CNN چندمقیاسی، استفاده هم‌زمان از فیلترهای  $3 \times 3$  و  $5 \times 5$  موجب افزایش توان مدل در استخراج ویژگی‌های محلی و سراسری شد و دقت طبقه‌بندی چندکلاسه را بهبود داد. ترکیب این فیلترها موجب شد شبکه هم تغییرات ریز بافتی و هم الگوهای گسترده‌تر مربوط به حجم و ساختار مغز را شناسایی کند. همچنین استفاده از تکنیک‌های کنترل Overfitting مانند Batch، Dropout، Normalization و افزایش تنوع داده‌ها به پایداری مدل در کلاس‌های مختلف کمک کرد. علاوه بر این، ADASYN عدم‌تعادل داده را کاهش داد و تحلیل Grad-CAM نیز نشان داد مدل به‌طور منطقی بر نواحی شناخته‌شده مرتبط با آلزایمر تمرکز دارد.

مدل یکپارچه با ترکیب مراحل Segmentation، استخراج ویژگی، انتخاب ویژگی و طبقه‌بندی بهترین عملکرد را ارائه داد. بخش‌بندی مبتنی بر DeepLabV3+ مرزهای ساختاری نواحی مهم مغزی را با دقت بالا مشخص کرد و ورودی بهتری برای شبکه استخراج ویژگی فراهم نمود. در ادامه، LeNet-5 ویژگی‌های محلی و کلی را با دقت مناسب استخراج کرد و روش POE+AC با کاهش ویژگی‌ها به مجموعه‌ای بسیار بهینه، پیچیدگی مدل را کاهش داد و از بیش‌برازش جلوگیری کرد. در مرحله نهایی، طبقه‌بندی توسط EResNext با بهره‌گیری از سازوکارهای تقویت توجه، دقت تشخیص را در چهار گروه MD، VMD، ND و MOD افزایش داد و نشان داد این معماری نسبت به مدل‌های مقایسه‌ای عملکرد برتر و پایاتری دارد. در تصویر نمودار شکل ۱ نتایج هر سه روش برای پارامترهای Accuracy، Precision و Recall را مشاهده می‌کنید.