

پیش‌گفتار

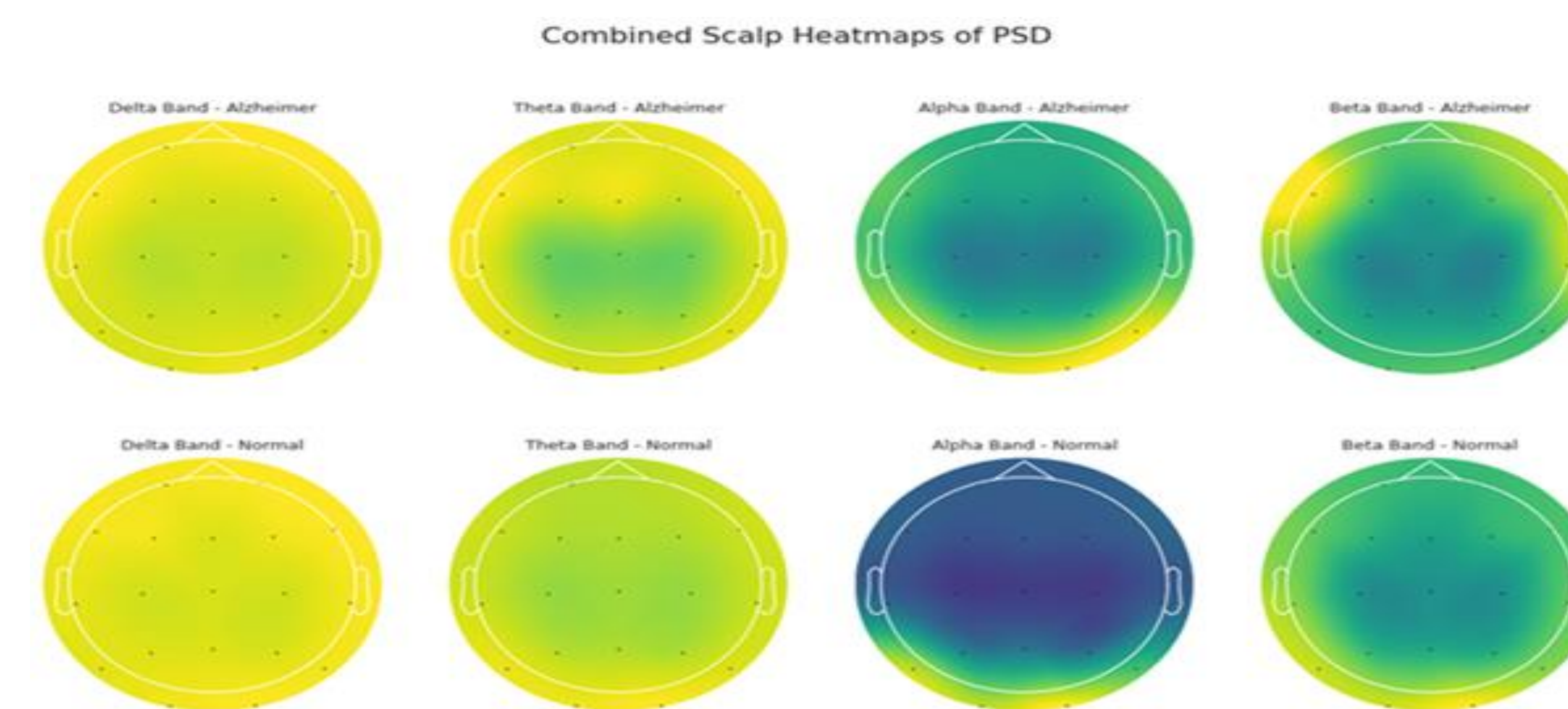
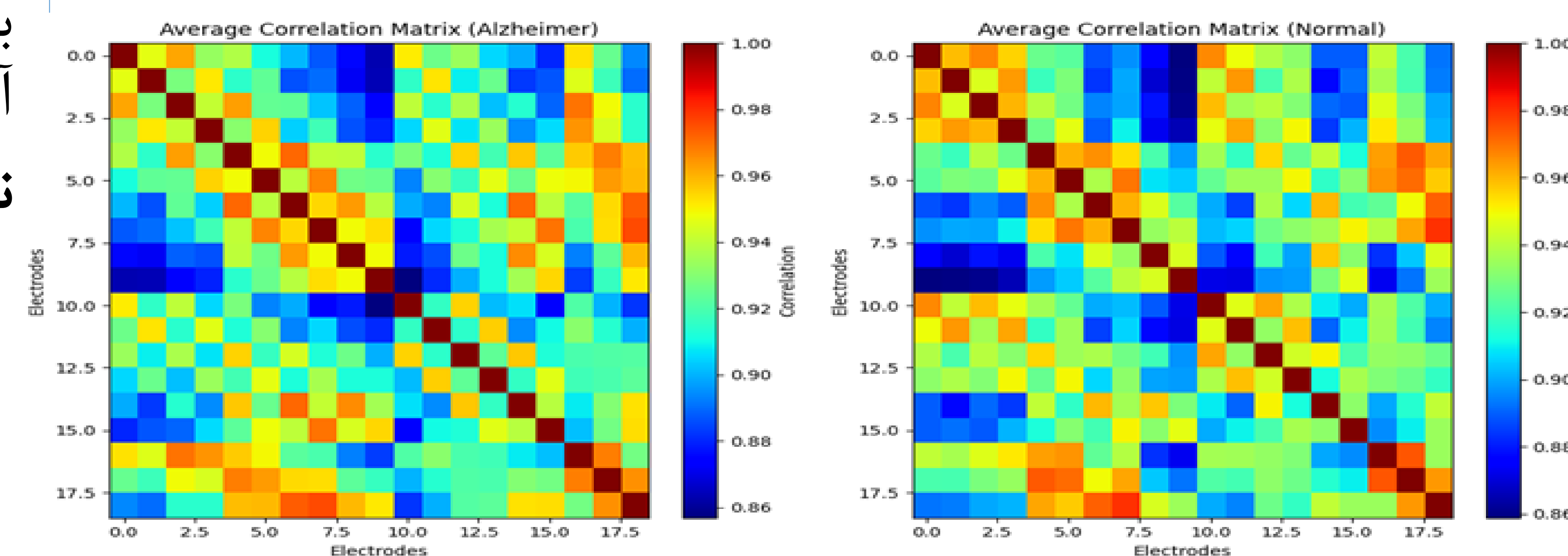
بیماری آلزایمر عامل اصلی زوال عقل می‌باشد و یکی از بزرگترین چالش‌های مراقبت پزشکی در قرن حاضر به شمار می‌آید. بیش از ۴۰ میلیون نفر در سراسر جهان از زوال عقل رنج می‌برند و انتظار می‌رود این تعداد هر ۲۰ سال دو برابر شود. افزایش سریع تعداد بیماران مبتلا به زوال عقل، به طور عمده آلزایمر، منجر به رشد شدید تحقیقات متمرکز بر درمان این بیماری شده است. با این حال، علیرغم تمام تلاش‌های انجام شده، در حال حاضر هیچ گزینه‌ی درمانی موثری برای این بیماری وجود ندارد [۱].

نوار الکتریکی مغز فعالیت الکتریکی مغز را نشان می‌دهد و به کمک آن می‌توان ناهنجاریهای امواج مغزی مرتبط با اختلالات خاص را شناسایی کرد [۲]. از این رو نوار مغز علاوه بر ارزیابی بالینی و تصویربرداری، به روشی بالقوه برای شناسایی و پایش بیماری آلزایمر تبدیل شده است. با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین، می‌توان داده‌های نوار مغزی را به‌طور خودکار برای یافتن الگوهایی که ممکن است به بیماری اشاره کند، تجزیه و تحلیل کرد. در این پژوهش قصد داریم به کمک روشهای یادگیری ماشین از داده‌های نوار مغز نمونه‌های انسانی، مبتلایان به بیماری آلزایمر را شناسایی نماییم.

بررسی داده‌های نوار الکتریکی مغز استفاده شده

مجموعه داده‌ی استفاده شده، نوار الکتریکی مغز ضبط شده در حالت ساکن با چشم بسته از ۶۵ نفر شامل ۳۶ بیمار مبتلا به آلزایمر و ۲۹ فرد سالم می‌باشد [۳]. داده‌ها توسط دستگاهی شامل ۱۹ الکترود اصلی و ۲ الکترود مرجع، بر اساس سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ جمع‌آوری شده‌اند [۴]. نرخ نمونه برداری ۵۰۰ هرتز و وضوح ۱۰ $\mu\text{V}/\text{mm}$ است. در مجموع ۴۸۵.۵ دقیقه نوار مغز از بیماران مبتلا به آلزایمر و ۴۰۲ دقیقه از افراد سالم جمع‌آوری شده است. سیگنالها پس از اعمال فیلتر باند گذر باترورث با محدوده فرکانسی ۰.۵ تا ۲۵ هرتز به مقدار متوسط ۲ الکترود مرجع ارجاع داده شده‌اند. سپس با روش روال سیگنال ناهمزمان آرایه‌های دائمی یا با دامنه بزرگ را در بازه‌های شامل داده‌های مشکل‌دار با انحراف معیار بزرگتر از ۱۷ حذف شده‌اند. بدین ترتیب آرایه‌های چشم و آرایه‌های فک به‌طور خودکار حذف شدند. با مقایسه ماتریس میانگین همبستگی میان فعالیت الکترودهای گوناگون دستگاه ضبط نوار مغز مربوط به نمونه‌های سالم و مبتلا به آلزایمر تفاوت معناداری میان آنها مشاهده می‌شود (شکل ۱)

.. لذا می‌توان امیدوار بود که به کمک روشهای مناسب بتوان مبتلایان به بیماری آلزایمر را از نمونه‌های لازم تشخیص داد. برای مقایسه بهتر نقشه حرارتی چگالی طیفی توان فعالیت بخشهای گوناگون قشر مغز داوطلبان را در چهار محدوده فرکانسی دلتا (۰.۵-۴ هرتز)، تتا (۴-۸ هرتز)، آلفا (۸-۱۳ هرتز) و بتا (۱۳-۲۵ هرتز) از داده‌های ضبط شده استخراج نمودیم. همانگونه که در شکل ۲ دیده می‌شود، تفاوت آشکاری میان فعالیت الکتریکی مغز افراد سالم (ردیف پایین) و بیماران مبتلا به آلزایمر (ردیف بالا) در همه محدوده‌های فرکانسی، به ویژه باندهای آلفا و بتا قابل مشاهده است. با توجه به این نتایج ما بر آن شدیم که از توان باندهای فرکانسی به عنوان یک ویژگی متمایزکننده در فرایند شناسایی بیماران مبتلا به آلزایمر با روش یادگیری ماشین استفاده نماییم.



شکل ۱: ماتریس میانگین همبستگی فعالیت الکترودهای دستگاه ضبط نوار مغز مربوط به داوطلبان سالم (سمت راست) و داوطلبان مبتلا به بیماری آلزایمر (سمت چپ).
شکل ۲: نقشه حرارتی چگالی طیفی توان در چهار باند فرکانسی دلتا، تتا، آلفا و بتا (به ترتیب از چپ به راست) برای نمونه‌های مبتلا به بیماری آلزایمر (ردیف بالا) و نمونه‌های سالم (ردیف پایین).

شناسایی بیماران مبتلا به آلزایمر با یادگیری ماشین

در ادامه برای شناسایی مبتلایان به بیماری آلزایمر با بهره‌گیری از نوار الکتریکی مغز ضبط شده از داوطلبان، توان باندهای فرکانسی به عنوان ویژگی معنادار در اختیار ۵ روش یادگیری ماشین شامل روشهای درخت تصمیم، ماشین بردار پشتیبان، جنگل تصادفی، ماشین تقویت اندک گرادیان و شبکه‌های عصبی مصنوعی قرار داده شد [۵]. هنگام پیاده‌سازی هر یک از الگوریتم‌های فوق، از ۸۰٪ دوره‌های ۴ ثانیه‌ای با همپوشانی ۰.۵ برای آموزش ماشین استفاده شده و ۲۰٪ باقیمانده برای آزمودن عملکرد آن به کار رفته است. نتایج حاصل از اجرای الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای شناسایی مبتلایان به بیماری آلزایمر (صحت، دقت، بازیابی و میانگین آنها [۶]) در جدول ۱ ارائه شده‌اند. روشها در جدول به ترتیب بر پایه نتایج حاصل (الگوریتم‌های بهتر در ردیف‌های پایینتر) مرتب شده‌اند. بالاترین دقت در شناسایی بیماران مبتلا به آلزایمر با روش شبکه‌های عصبی مصنوعی به دست آمده است.

نتایج

الگوریتم	صحت	دقت	بازیابی	میانگین بازیابی و دقت
درخت تصمیم	۸۴.۹۰	۸۱.۹۴	۸۴.۱۵	۸۳.۰۳
ماشین بردار پشتیبان	۸۵.۴۳	۸۵.۱۵	۸۰.۹۳	۸۲.۹۸
جنگل تصادفی	۹۱.۲۹	۹۲.۱۱	۸۷.۶۸	۸۹.۸۴
ماشین تقویت اندک گرادیان	۹۲.۶۴	۹۲.۱۶	۹۰.۹۹	۹۱.۵۷
شبکه‌های عصبی مصنوعی	۹۴.۱۳	۹۳.۹۷	۹۲.۵۶	۹۳.۲۶

مراجع

- [1] K.G. Yiannopoulou, S.G. Papageorgiou, J. Cent. Nerv. Syst. Dis. 12 (2020) 1179573520907397.
- [2] S. Sanei, J.A. Chambers, "EEG signal processing", John Wiley & Sons (2013).
- [3] A. Miltiadous, et al., Data 8(6) (2023) 95.
- [4] H.H. Jasper, Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 10 (1958) 370.
- [5] B. Mahesh, Int. J. Sci. Res. (IJSR) 9(1) (2020) 381.
- [6] D.L. Olson, D. Delen, "Advanced data mining techniques", Springer Science & Business Media (2008).