





دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی پزشکی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی پزشکی - بیوالکتریک

عنوان

تخمین هیپنوتیزم پذیری از روی سیگنال EEG حالت نرمال با استفاده از

روش دینامیک های نمادین

استاد راهنما

دکتر علی مطیع نصر آبادی

دانشجو

زهرا رشوندی

بهمن ۱۳۹۳



شماره:	اظهارنامه دانشجو	
تاریخ:		

اینجانب زهرا رشوندی دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی سیوالکترونیک دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شاهد، گواهی می‌دهم که پایان‌نامه تدوین شده حاضر با عنوان: «تخمین هیپوتیزم‌پذیری از روی سیگنال EEG حالت نرمال با استفاده از روش دینامیک‌های نمادین» به راهنمایی استاد محترم جناب آقای دکتر علی مطیع نصرآبادی توسط شخص اینجانب انجام و صحت و اصالت مطالب تدوین شده در آن، مورد تأیید است و چنانچه هر زمان دانشگاه کسب اطلاع کند که گزارش پایان‌نامه حاضر صحت و اصالت لازم را نداشته، دانشگاه حق دارد مدرک تحصیلی اینجانب را مسترد و ابطال نماید؛ همچنین اعلام می‌دارد در صورت بهره‌گیری از منابع مختلف شامل: گزارش تحقیقاتی، رساله، پایان‌نامه، کتاب، مقالات تخصصی و سایر منابع اطلاعاتی، به منبع مورد استفاده و پدیدآورنده آن به طور دقیق ارجاع داده شده و نیز مطالب مندرج پایان‌نامه حاضر تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب و یا سایر افراد به هیچ‌کجا ارائه نشده است. در تدوین متن پایان‌نامه حاضر، چارچوب مصوب تدوین گزارش‌های پژوهشی تحصیلات تکمیلی دانشگاه شاهد به طور کامل مراعات شده و نهایتاً این‌که، کلیه حقوق مادی ناشی از گزارش پایان‌نامه حاضر، متعلق به دانشگاه شاهد می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو (دست‌نویس): زهرا رشوندی

امضای دانشجو
تاریخ: ۹۴،۲،۱۵



صورتجلسه دفاع پایان نامه کارشناسی ارشد

جلسه دفاع پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/ خانم زهرا رشوندی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی پزشکی به شماره دانشجویی ۹۱۷۵۲۰۰۰۵ به ارزش ۶ واحد، رأس ساعت ۱۵:۳۰ روز چهارشنبه مورخ ۹۳/۱۱/۸ در محل دانشکده فنی دانشگاه شاهد، تحت عنوان: "تخمین هیپنوتیزم پذیری از روی سیگنال EEG حالت نرمال با استفاده از روش دینامیک های نمادین"، تشکیل گردید.

کمیته داوری پایان نامه کارشناسی ارشد پس از استماع دفاعیات و طرح پرسش های لازم در زمینه علمی و تحقیقاتی مرتبط با پایان نامه نامبرده، ارزشیابی نهایی خود را به شرح ذیل، اعلام نمودند:

پایان نامه نامبرده با نمره .. (به عدد) و .. (به حروف) و با درجه .. مورد تصدیق قرار گرفت.

امتیازات: طبق ماده ۲۰ آیین نامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد تالیفته، مصوب جلسه ۷۱۴ مورخ ۸۸/۱/۱۵ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری: عالی: ۱۹-۵۰، بسیار خوب: ۱۸-۹۹/۱۸، خوب: ۱۷-۹۹/۱۶، قابل قبول: ۱۵-۹۹/۱۴، غیر قابل قبول: نمره کمتر از ۱۴

امضاء	نام دانشگاه	مرتبۀ علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای کمیته داوری پایان نامه کارشناسی ارشد
	شاهد	دانشیار	علی میرمحمدی	استاد راهنمای اول
				استاد راهنمای دوم (در صورت وجود)
				استاد مشاور اول
				استاد مشاور دوم (در صورت وجود)
	شاهد	استادیار	اسمیرا حسینی	داور داخلی و یا خارجی
	شاهد	دانشیار	محمد یوسفیان	داور داخلی و یا خارجی
	شاهد	استادیار	مهر سیدعلی	نماینده تحصیلات تکمیلی (بدون نمره)

بسم رب النور

ستایش مخصوص خداست که هستی او اول است؛ بی آن که آن را اول و ابتدایی باشد

و

آخر است؛ بی آن که آن را آخر و انتهایی باشد.

آن ذاتی که قاصر است از دیدنش دیده‌ی بینندگان و عاجز است از وصفش فهم و اندیشه‌ی توصیف-کنندگان...

ای خدای من! همانا تو مرا به کاری مکلف نمودی که خود بر آن کار مالک‌تری از نفس من

و قدرتت بر خود من و بر انجام تکلیفم غالب است؛

پس تو از افعال نفس من، آن عملی را به من عطا کن که راضی باشی به آن عمل... (صحیفه سجاده)

پس از حمد و ثنای خدای عز و جل، از استاد گران‌قدر جناب آقای دکتر نصرآبادی، که همواره راهنما و راهگشای اینجانب در زمینه‌های علمی و معنوی بوده‌اند کمال تشکر را داشته و برای ایشان سربلندی، سلامتی و موفقیت روزافزون را آرزومندم.

از پدر و مادر مهربانم که همیشه یار و همراهم بوده‌اند و همواره دعایشان تکیه‌گاه و قوت قلبم بوده، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم و از درگاه الهی برایشان سلامتی و سربلندی را خواهانم.

همچنین از دوستان و عزیزانی که همراه و راهنمای اینجانب در طی اجرای این پروژه بوده‌اند، صمیمانه متشکرم.

تقدیم

اثری کوچک است، خیلی کوچک و شاید هیچ!

اما به یاد عهد قدیم و رسم ادب

تقدیم می شود به:

«شهیدان گمنام وطن و منظران همراه»

یادشان به خیر! جوانمردانی که بی ادعا بودند و حتی نه در پی این که یاد و اثری از آن‌ها باقی بماند.

خوشابه حالشان که به عهد خویش وفا کردند و به شتهای آرزویشان رسیدند و

بانسیم صحرا و مادرشان حضرت زهرا (س) همراه شدند.

چکیده

یکی از حالت‌های مغزی مورد توجه محققان، هیپنوتیزم است که تظاهرات جالبی بر انسان دارد. از جمله مهم‌ترین اثرات و تظاهرات هیپنوتیزم، افزایش تمرکز، بوجود آمدن حالت خلسه و حالت تلقین-پذیری است که می‌تواند در درمان بسیاری از بیماری‌ها و مشکلات روانی و کاهش درد مؤثر واقع شود. در هیپنوتیزم‌درمانی، باید شخص دارای هیپنوتیزم‌پذیری مناسبی باشد و به عمق لازمی از هیپنوتیزم برسد تا دستورات درمانی تاثیر داشته باشند. بنابراین توجه به میزان هیپنوتیزم‌پذیری فرد، امری ضروری است. افراد از نظر هیپنوتیزم‌پذیری به سه گروه عمده تقسیم می‌شوند که عبارتند از افراد با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری کم، متوسط و زیاد. در این مطالعه، برای ارزیابی تفکیک‌پذیری گروه‌ها با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری کم، متوسط و زیاد، از سیگنال مغزی حالت نرمال در سه حالت ذهنی آرامش با چشمان بسته، انجام ضرب ذهنی و چرخش تصویر استفاده شده است تا تخمین هیپنوتیزم‌پذیری، بدون هیپنوتیزم کردن افراد صورت گیرد. اکثر محققان قبلی، از سیگنال مغزی ثبت شده در حالت هیپنوتیزم استفاده کرده‌اند. در بررسی انجام شده، ویژگی‌هایی مانند ویژگی‌های منحنی‌های بازگشتی، آنتروپی ویولت، آنتروپی نمونه و آنتروپی جایگشت از سیگنال، استخراج شده، سپس بردار ویژگی به طبقه‌بند اعمال می‌شود. معیار اعتبارسنجی طبقه‌بند، روش LOO می‌باشد. مرحله‌ی طبقه‌بندی، با دو دیدگاه انجام می‌شود. در دیدگاه اول، افراد بر طبق نمره‌ی مقیاس واترلو-استنفورد به ۳ گروه با هیپنوتیزم‌پذیری کم، متوسط و زیاد تقسیم می‌شوند و ماشین شناخت یک مسئله‌ی طبقه‌بندی بین این گروه‌ها انجام می‌دهد (استفاده از دو طبقه‌بند QDA و SVM با کرنل RBF). در دیدگاه دوم، نمره‌ی هیپنوتیزم‌پذیری فرد با استفاده از MLP تخمین زده می‌شود. بیشترین درصد صحت تفکیک‌پذیری سه گروه، با استفاده از دیدگاه اول و طبقه‌بند SVM بوده که مربوط به حالت ذهنی آرامش با چشمان بسته و برابر ۸۱/۸۱ در حالت ذهنی ضرب دو عدد، برابر ۷۲/۷۲ و در حالت ذهنی چرخش تصویر نیز، برابر ۷۸/۷۸ درصد است. نتایج حاصل از تلفیق ویژگی‌های سه حالت ذهنی و اعمال آن‌ها به طبقه‌بند SVM نیز برابر ۸۱/۸۱ به‌دست آمده است. بیشترین صحت طبقه‌بندی با دیدگاه دوم نیز متعلق به حالت ذهنی آرامش با چشمان بسته و برابر با ۷۱/۵۰ درصد می‌باشد.

کلید واژه: هیپنوتیزم، هیپنوتیزم‌پذیری، سیگنال EEG، دینامیک‌های نمادین

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب.....	د
فهرست جدول‌ها.....	ز
فهرست شکل‌ها.....	ل
فصل ۱- مقدمه.....	۱
۱-۱- بیان مسئله.....	۱
۱-۲- ساختار پایان نامه.....	۳
فصل ۲- مقدمه‌ای بر هیپنوتیزم و سیگنال مغزی.....	۶
۱-۲- مقدمه.....	۶
۲-۲- هیپنوتیزم.....	۶
۱-۲-۲- هیپنوتیزم‌پذیری.....	۸
۲-۲-۲- باورهای نادرست درباره‌ی هیپنوتیزم.....	۸
۳-۲-۲- نظریه‌های علمی هیپنوتیزم.....	۹
۱-۳-۲-۲- نظریه‌های حالت.....	۱۱
۲-۳-۲-۲- نظریه‌های غیرحالت.....	۱۲
۳-۲- هیپنوتیزم‌درمانی.....	۱۳
۱-۳-۲- جنبه‌های قانونی و بالینی هیپنوتیزم.....	۱۶
۲-۳-۲- کاربردهای درمانی.....	۱۷
۱-۲-۳-۲- پزشکی.....	۱۷
۲-۲-۳-۲- روان‌درمانی.....	۱۸
۳-۳-۲- منشأ تفاوت‌های فردی در هیپنوتیزم.....	۱۸
۴-۲- ساختار مغز.....	۱۹
۱-۴-۲- عملکرد نیم‌کره‌ها.....	۲۲
۵-۲- سیگنال مغزی.....	۲۵
۱-۵-۲- انواع باندهای فرکانسی در سیگنال مغزی.....	۲۵
۲-۵-۲- نحوه‌ی الکتروودگذاری و استاندارد ۱۰-۲۰.....	۲۷
۶-۲- رابطه‌ی پاسخ‌دهی هیپنوتیزم و فعالیت EEG.....	۲۹

۳۰	۷-۲	مروری بر پژوهش‌های گذشته
۳۶	۸-۲	خلاصه فصل
۳۷	۳	معرفی دادگان و روش‌های پردازش
۳۷	۱-۳	مقدمه
۳۷	۲-۳	معرفی دادگان
۳۷	۱-۲-۳	آماده‌سازی سوژه‌ها و پرتکل اجرایی
۳۸	۲-۲-۳	داده‌های ثبت شده
۳۹	۳-۳	استخراج ویژگی
۴۰	۱-۳-۳	دینامیک‌های نمادین
۴۱	۱-۱-۳-۳	آنتروپی جایگشت
۴۴	۲-۱-۳-۳	منحنی‌های بازگشتی
۵۶	۳-۱-۳-۳	منحنی‌های بازگشتی متقابل (CRP)
۵۹	۴-۱-۳-۳	تحلیل کمی سازی بازگشت‌ها (RQA)
۶۳	۵-۱-۳-۳	ویولت
۶۷	۶-۱-۳-۳	آنتروپی ویولت
۶۸	۷-۱-۳-۳	آنتروپی نمونه
۷۰	۴-۳	انتخاب ویژگی
۷۰	۱-۴-۳	روش تفکیک‌پذیری کلاسی مقیاس گذاری شده بر مبنای کرنل (SCSS)
۷۴	۵-۳	طبقه‌بندی و روش‌های ارزیابی
۷۴	۱-۵-۳	آزمون آماری t-test
۷۴	۲-۵-۳	طبقه‌بندی
۷۵	۱-۲-۵-۳	تحلیل تفکیک‌پذیری با تابع جداساز درجه ۲ (QDA)
۷۵	۲-۲-۵-۳	شبکه عصبی چند لایه پرسپترون (MLP)
۷۷	۳-۲-۵-۳	ماشین بردار پشتیبان (SVM)
۸۳	۴-۲-۵-۳	طبقه‌بند همیار
۸۳	۶-۳	ارزیابی و اعتبارسنجی طبقه‌بند
۸۴	۱-۶-۳	اعتبارسنجی LOO
۸۴	۷-۳	خلاصه فصل
۸۶	۴	نتایج و یافته

۱-۴	- مقدمه.....	۸۶
۲-۴	- استخراج ویژگی‌ها از سیگنال مغزی.....	۸۷
۳-۴	- طبقه‌بندی گروه‌های سه‌گانه هیپنوتیزم‌پذیر با استفاده از ویژگی‌های به‌دست آمده از سیگنال مغزی.....	۹۰
۱-۳-۴	- مرحله‌ی اول.....	۹۱
۲-۳-۴	- مرحله‌ی دوم.....	۹۶
۱-۲-۳-۴	- قسمت اول (انتخاب ویژگی‌ها و کانال‌های مؤثر).....	۹۶
۲-۲-۳-۴	- قسمت دوم (طبقه‌بندی پس از انتخاب ویژگی).....	۱۰۰
۳-۳-۴	- مرحله‌ی سوم.....	۱۰۳
۱-۳-۳-۴	- قسمت اول (تلفیق ویژگی‌ها در هر حالت ذهنی).....	۱۰۴
۲-۳-۳-۴	- قسمت دوم (تلفیق ویژگی‌های سه حالت ذهنی).....	۱۱۶
۴-۳-۴	- بررسی تفکیک‌پذیری گروه‌های هیپنوتیزم‌پذیر با استفاده از دو ویژگی منحنی‌های بازگشتی (ENTR و DET) با دیدگاه طبقه‌بندی و آزمون آماری.....	۱۲۰
۴-۴	- طبقه‌بندی بر مبنای تخمین نمره هیپنوتیزم‌پذیری.....	۱۲۴
۵-۴	- خلاصه فصل.....	۱۲۸
۵	- نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....	۱۳۰
۱-۵	- نتیجه‌گیری.....	۱۳۰
۲-۵	- پیشنهادات.....	۱۳۳

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۱۰	جدول ۱-۲: بررسی نظریه‌های حالت و غیرحالت [۶].....
۱۰	جدول ۲-۲: توصیف تعدادی از ویژگی‌های نظریه‌های حالت و غیر حالت هیپنوتیزم [۶].....
۲۴	جدول ۳-۲: مقایسه عملکرد نیمکره‌ها [۱۲].....
۲۶	جدول ۴-۲: باندهای فرکانسی و محدوده آن‌ها در سیگنال مغزی انسان [۱۳].....
۹۱	جدول ۱-۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در حالت ذهنی حالت آرامش با چشمان بسته با استفاده از ویژگی‌های RQA و طبقه‌بند LDA و SVM با اعتبارسنجی LOO. اعداد داخل جدول، درصد صحت را نشان می‌دهند.....
۹۲	جدول ۲-۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در حالت ذهنی ضرب دو عدد با استفاده از ویژگی‌های RQA و طبقه‌بند LDA و SVM با اعتبارسنجی LOO. اعداد داخل جدول، درصد صحت را نشان می‌دهند.....
۹۳	جدول ۳-۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در حالت ذهنی چرخش تصویر با استفاده از ویژگی‌های RQA و طبقه‌بند LDA و SVM با اعتبارسنجی LOO. اعداد داخل جدول، درصد صحت را نشان می‌دهند.....
۹۴	جدول ۴-۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از ویژگی آنروپی ویولت و طبقه‌بند QDA و SVM با اعتبارسنجی LOO. اعداد داخل جدول، درصد صحت را نشان می‌دهند.....
۹۴	جدول ۵-۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از ویژگی آنروپی جایگشت و طبقه‌بند QDA و SVM با اعتبارسنجی LOO. اعداد داخل جدول، درصد صحت را نشان می‌دهند.....
۹۴	جدول ۶-۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از ویژگی آنروپی نمونه و طبقه‌بند QDA و SVM با اعتبارسنجی LOO. اعداد داخل جدول، درصد صحت را نشان می‌دهند.....
۹۵	جدول ۷-۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از ویژگی‌های نمادین استخراج شده از ویژگی‌های RQA و طبقه‌بند QDA و SVM با اعتبارسنجی LOO. اعداد داخل جدول، درصد صحت را نشان می‌دهند.....

جدول ۴-۸: انتخاب ویژگی‌ها و کانال‌های مربوطه در دسته ویژگی RQA. با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی SCSS، در حالت ذهنی حالت آرامش با چشمان بسته..... ۹۶

جدول ۴-۹: انتخاب ویژگی‌ها و کانال‌های مربوطه در دسته ویژگی RQA. با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی SCSS، در حالت ذهنی ضرب دو عدد..... ۹۷

جدول ۴-۱۰: انتخاب ویژگی‌ها و کانال‌های مربوطه در دسته ویژگی RQA. با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی SCSS، در حالت ذهنی چرخش یک تصویر..... ۹۷

جدول ۴-۱۱: انتخاب کانال‌های مؤثر در ویژگی آنتروپی ویولت، با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی SCSS، در سه حالت ذهنی..... ۹۷

جدول ۴-۱۲: انتخاب کانال‌های مؤثر در ویژگی آنتروپی جایگشت، با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی SCSS، در سه حالت ذهنی..... ۹۸

جدول ۴-۱۳: انتخاب کانال‌های مؤثر در ویژگی آنتروپی نمونه، با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی SCSS، در سه حالت ذهنی..... ۹۸

جدول ۴-۱۴: انتخاب ویژگی‌ها و کانال‌های مؤثر در ویژگی‌های نمادین استخراج شده از ویژگی‌های RQA. با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی SCSS، در حالت ذهنی آرامش با چشمان بسته..... ۹۹

جدول ۴-۱۵: انتخاب ویژگی‌ها و کانال‌های مؤثر در ویژگی‌های نمادین استخراج شده از ویژگی‌های RQA. با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی SCSS، در حالت ذهنی ضرب دو عدد..... ۱۰۰

جدول ۴-۱۶: انتخاب ویژگی‌ها و کانال‌های مؤثر در ویژگی‌های نمادین استخراج شده از ویژگی‌های RQA. با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی SCSS، در حالت ذهنی چرخش تصویر..... ۱۰۰

جدول ۴-۱۷: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از ویژگی‌های مؤثر RQA و طبقه‌بندی آنها توسط QDA و SVM با اعتبارسنجی LOO..... ۱۰۱

جدول ۴-۱۸: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از کانال‌های انتخابی در ویژگی آنتروپی ویولت و طبقه‌بندی آنها توسط QDA و SVM با اعتبارسنجی LOO..... ۱۰۱

جدول ۴-۱۹: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از کانال‌های انتخابی در ویژگی آنتروپی جایگشت و طبقه‌بندی آنها توسط QDA و SVM با اعتبارسنجی LOO..... ۱۰۲

جدول ۴-۲۰: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از کانال‌های انتخابی در ویژگی آنتروپی نمونه و طبقه‌بندی آنها توسط QDA و SVM با اعتبارسنجی LOO..... ۱۰۲

جدول ۴-۲۱: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از کانال‌های انتخابی در ویژگی‌های نمادین استخراج شده از RQA و طبقه‌بندی آن‌ها توسط QDA و SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۳

جدول ۴-۲۲: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های RQA و آنتروپی ویولت و طبقه‌بندی آن‌ها توسط QDA با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۵

جدول ۴-۲۳: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های RQA و آنتروپی ویولت و طبقه‌بندی آن‌ها توسط SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۵

جدول ۴-۲۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های RQA و آنتروپی نمونه و طبقه‌بندی آن‌ها توسط QDA با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۶

جدول ۴-۲۵: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های RQA و آنتروپی نمونه و طبقه‌بندی آن‌ها توسط SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۶

جدول ۴-۲۶: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های RQA و آنتروپی جایگشت و طبقه‌بندی آن‌ها توسط QDA با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۷

جدول ۴-۲۷: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های RQA و آنتروپی جایگشت و طبقه‌بندی آن‌ها توسط SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۸

جدول ۴-۲۸: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های آنتروپی ویولت و آنتروپی جایگشت و طبقه‌بندی آن‌ها توسط QDA با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۸

جدول ۴-۲۹: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های آنتروپی ویولت و آنتروپی جایگشت و طبقه‌بندی آن‌ها توسط SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۹

جدول ۴-۳۰: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های آنتروپی نمونه و آنتروپی جایگشت و طبقه‌بندی آن‌ها توسط QDA با اعتبارسنجی LOO.....۱۰۹

جدول ۴-۳۱: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های آنتروپی نمونه و آنتروپی جایگشت و طبقه‌بندی آنها توسط SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۱۰

جدول ۴-۳۲: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های آنتروپی نمونه و آنتروپی ویولت و طبقه‌بندی آنها توسط QDA با اعتبارسنجی LOO.....۱۱۰

جدول ۴-۳۳: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های آنتروپی نمونه و آنتروپی ویولت و طبقه‌بندی آنها توسط SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۱۱

جدول ۴-۳۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های RQA، آنتروپی ویولت و آنتروپی جایگشت و طبقه‌بندی آنها توسط طبقه‌بند همیار SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۱۴

جدول ۴-۳۵: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های RQA، آنتروپی نمونه و آنتروپی جایگشت و طبقه‌بندی آنها توسط طبقه‌بند همیار SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۱۴

جدول ۴-۳۶: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های RQA، آنتروپی نمونه و آنتروپی ویولت و طبقه‌بندی آنها توسط طبقه‌بند همیار SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۱۵

جدول ۴-۳۷: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین و متوسط در سه حالت ذهنی با استفاده از تلفیق ویژگی‌های آنتروپی جایگشت، آنتروپی نمونه و آنتروپی ویولت و طبقه‌بندی آنها توسط طبقه‌بند همیار SVM با اعتبارسنجی LOO.....۱۱۶

جدول ۴-۳۸: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در تلفیق ویژگی‌های حالت‌های ذهنی و اعتبارسنجی LOO.....۱۱۷

جدول ۴-۳۹: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط در تلفیق حالت‌های ذهنی با استفاده از طبقه‌بند همیار و اعتبارسنجی LOO.....۱۱۸

جدول ۴-۴۰: مقایسه تفکیک‌پذیری گروه‌های سه‌گانه هیپنوتیزم‌پذیر با استفاده از طبقه‌بند SVM و اعتبارسنجی LOO در سه حالت ذهنی در این تحقیق و مرجع [۲۵].....۱۱۹

جدول ۴-۴۱: مقایسه تفکیک‌پذیری گروه‌های سه‌گانه هیپنوتیزم‌پذیر با استفاده از اعتبارسنجی LOO در تلفیق سه حالت‌های ذهنی در این تحقیق و مرجع [۱۶].....۱۱۹

جدول ۴-۴۲: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط با استفاده از طبقه بند QDA و SVM و اعتبارسنجی LOO در ویژگی DET و در کانال‌های PZ,T5,O2.....۱۲۱

جدول ۴-۴۳: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط با استفاده از طبقه‌بند QDA و SVM و اعتبارسنجی LOO در ویژگی DET و در کانال T5.....۱۲۱

جدول ۴-۴۴: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با هیپنوتیزم‌پذیری بالا، پایین و متوسط با استفاده از طبقه‌بند QDA و SVM و اعتبارسنجی LOO در ویژگی ENTR و در کانال‌های PZ,T5.....۱۲۲

جدول ۴-۴۵: بررسی تفکیک‌پذیری سه گروه با هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین و متوسط با استفاده از طبقه بند QDA و SVM و اعتبارسنجی LOO در ویژگی ENTR و در کانال PZ.....۱۲۲

جدول ۴-۴۶: نتایج آزمون آماری ویژگی قطعیت در حالت آرامش با چشمان بسته در افراد با هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین.....۱۲۳

جدول ۴-۴۷: نتایج آزمون آماری ویژگی آنتروپی در حالت آرامش با چشمان بسته در افراد با هیپنوتیزم‌پذیری بالا و پایین.....۱۲۴

جدول ۴-۴۸: بررسی تفکیک‌پذیری سیگنال‌های ۳۳ نفر برای پیش‌بینی هیپنوتیزم‌پذیری با استفاده از ویژگی‌های RQA و با روش MLP برای ساختارهای مختلف (عدد اول میانگین درصد صحت و عدد دوم از سمت راست میانگین خطای شبکه و واریانس این خطا در تعیین نمره هیپنوتیزم‌پذیری در ۱۰ بار تکرار است).....۱۲۷

- شکل ۱-۲: سه قسمت اصلی مغز شامل مخ، مخچه، ساقه مغز [۱۱]..... ۲۱
- شکل ۲-۲: لوب‌ها و شکاف‌های موجود بین آنها [۱۱]..... ۲۱
- شکل ۳-۲: لوب‌های نیم کره‌ها [۱۱]..... ۲۲
- شکل ۵-۲: سیستم استاندارد ۱۰-۲۰ [۱۳]..... ۲۹
- شکل ۴-۲: باندهای فرکانسی سیگنال مغزی [۱۳]..... ۲۷
- شکل ۱-۳: تصویر چرخانده شده در فعالیت ذهنی چرخش تصویر [۱۶]..... ۳۹
- شکل ۲-۳: مثالی از کدگذاری برای محاسبه‌ی آنتروپی جایگشت. شکل بالایی، سری زمانی با رشته‌ی کدگذاری شده‌ی رنگی را در ۳ مقدار متوالی نشان می‌دهد که شامل الگوی (۳، ۱، ۲) است. شکل وسط، فراوانی نسبی همه‌ی الگوهای جایگشت ممکن را برای $n=3$ نشان می‌دهد. در شکل پایینی، همه‌ی الگوهای جایگشت ممکن برای $n=3$ مشخص شده است [۲۹]..... ۴۳
- شکل ۳-۳: قسمت (الف)، نشاندهنده‌ی سیستم پرئودیک، قسمت (ب) نشاندهنده‌ی سیستم آشوبگونه و قسمت (ج) نویز با توزیع یکنواخت میباشد [۳۱]..... ۴۶
- شکل ۴-۳: نمایش کاهش نقاط همسایگی با افزایش بعد از ۱ به ۲ و ثابت ماندن این نقاط در افزایش بعد از ۲ به ۳ [۳۵]..... ۵۰
- شکل ۵-۳: (الف) همگن (نویز سفید با توزیع یکنواخت). (ب) پرئودیک (جمع آثار نوسانات هارمونیک). (ج) رانش (نگاشت لاجستیک که یک پارامتر به صورت خطی در حال تغییر است). (د) شکسته شده (حرکت براونی) [۳۷]..... ۵۳
- شکل ۶-۳: یک خط قطری در یک منحنی بازگشتی متناظر با بخشی از یک تراژکتوری (خطچین) که درون یک لوله‌ای E ای اطراف بخش دیگری از تراژکتوری (خط پیوسته) قرار گرفته است [۳۱]..... ۵۳

- شکل ۷-۳: جزئیات منحنی بازگشتی برای تراژکتوری $f(t) = \sin(\pi t)$ که زیربخش‌های $f_1(t)$ و $f_2(t)$ دستخوش تبدیلات زمانی متفاوتی شده‌اند: $T_1(t) = t$ و $T_2(t) = 1 - \sqrt{1-t^2}$. خط قوس‌دار نتیجه شده (خط چین) دارای شیب $b(t) = \frac{1-t}{\sqrt{1-(1-t)}}$ است که متناظر با قطعه ای از یک دایره می‌باشد [۳۱]..... ۵۶
- شکل ۸-۳: منحنی‌های بازگشتی متقابل تابع $f(t) = \sin(\varphi t)$ و $g(t) = \sin(\varphi t + a \sin(\psi t))$ با فرکانس‌های ثابت φ و ψ در حالیکه (الف) $a=0$ و (ب) $a=0.5$ و (ج) $a=1$. تغییر در حوزه‌ی زمان منجر به بهم‌ریختگی خط هم‌زمانی می‌شود [۳۱ و ۴۳]..... ۵۸
- شکل ۹-۳: ویولت مورلت [۴۸]..... ۶۵
- شکل ۱۰-۳: بانک فیلتر با سه سطح [۴۷]..... ۶۷
- شکل ۱۱-۳: ساختار شبکه عصبی چند لایه با دو لایه پنهان [۱۶]..... ۷۷
- شکل ۱۲-۳: خط پرنج، مرز تصمیم svm است و داده‌هایی که روی خط چین قرار دارند، بردار پشتیبان هستند [۵۷]..... ۷۸
- شکل ۱۳-۳: ابرصفحه‌ی تفکیک‌کننده که بردار پشتیبان بر آن عمود است [۵۸]..... ۷۹
- شکل ۱۴-۳: نگاشت داده‌ها در فضا اصلی به فضای ویژگی با ابعاد بالاتر [۵۹]..... ۸۰

فصل ۱ - مقدمه

۱-۱ - بیان مسئله

هیپنوتیزم، یک پدیده‌ی نرمال مغزی است که در طول تاریخ و در جوامع مختلف همواره مورد توجه بوده است. برخی هیپنوتیزم را نوعی بیهوشی شبیه خواب می‌پندارند، در حالی که مطالعات نروفیزیولوژیستی نشان می‌دهند، هیپنوتیزم با تصوّرات ذهنی ساده و خواب متفاوت است و یک حالت آگاهی با تمرکز بالا می‌باشد. باورهای قدیمی بر این اساس بود که افراد ساده‌لوح یا افرادی با عقل ناقص، هیپنوتیزم‌پذیر هستند اما در واقعیت، افرادی که توان تمرکز بالایی دارند، هیپنوتیزم‌پذیر می‌باشند و تلقین‌پذیری در هیپنوتیزم، نشان‌دهنده‌ی سلامت روان است. حدود ۴۰۰۰ سال پیش، کشیشان مصری از هیپنوتیزم تحت عنوان خواب روحانی یا خواب مقدس^۱ برای موارد مذهبی و پزشکی استفاده کردند. در یونان باستان نیز از هیپنوتیزم برای درمان استفاده می‌شد. دوران مدرن هیپنوتیزم درمانی در سال ۱۷۷۸ در حالی که پزشک اتریشی به نام فرنز آنتون مسمر^۲ هیپنوتیزم را تحت عنوان مغناطیس حیوانی^۳ بیان کرد، آغاز شد. امروزه هیپنوتیزم درمانی، روشی برای شناسایی و درمان بیماری‌های عصبی مانند شیزوفرنی، سکتته، فلج مغزی، پارکینسون، صرع، مننژیت و البته بسیاری از بیماری‌های روان‌تنی مانند میگرن، اضطراب و غیره می‌باشد. هیپنوتیزم درمانی، با تلقین مثبت، درک، احساس، فکر و رفتار بیمار را تغییر می‌دهد و روی افزایش آگاهی بیمار تمرکز دارد. تحقیقات نشان داده که هیپنوتیزم اثرات قابل اثباتی روی مغز و اعمال غیرارادی دارد و جریان خون در مغز را تغییر می‌دهد. برای استفاده از هیپنوتیزم در درمان، شخص باید دارای هیپنوتیزم‌پذیری مناسبی باشد و نیز به عمق لازم برسد، تا دستورات درمانی تأثیر مناسبی داشته باشند. برای تعیین هیپنوتیزم‌پذیری استانداردهای جهانی وجود دارد که با کمک آن‌ها

¹ sacred sleep

² Franz Anton Mesmer

³ animal magnetism

می‌توان، هیپنوتیزم‌پذیری فرد را تخمین زد. در این استانداردها، شخص یک بار هیپنوتیزم می‌شود و سپس بر پایه‌ی نحوه انجام اعمال خواسته شده به شخص نمره داده می‌شود. مطابق نمره استاندارد، شخص در یکی از گروه‌های هیپنوتیزم‌پذیر قرار می‌گیرد. با توجه به تحقیقات و مطالعات بالینی، حساسیت افراد به هیپنوتیزم شدن یکسان نیست و افراد از نظر هیپنوتیزم‌پذیری به سه گروه عمده تقسیم می‌شوند که عبارتند از افراد با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری کم، متوسط و زیاد. هیپنوتیزم‌پذیری خصلتی ثابت و قابل اندازه‌گیری است و در هر سنی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال کودکان از سن ۷ تا ۱۴ سالگی به طور خاصی مستعد هیپنوتیزم هستند. هیپنوتیزم‌پذیری در زنان و مردان، یکسان می‌باشد. یک روش برای بررسی قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری افراد، تحلیل سیگنال‌های مغزی می‌باشد.

هدف از این تحقیق، تخمین هیپنوتیزم‌پذیری افراد از روی سیگنال مغزی حالت نرمال در سه حالت ذهنی آرامش با چشمان بسته (حالت پایه)، ضرب ذهنی دو عدد و چرخش یک تصویر است تا تخمین هیپنوتیزم‌پذیری، بدون هیپنوتیزم کردن افراد صورت گیرد. این کار با بالا بردن سرعت هیپنوتیزم درمانی، کمک شایانی به پزشک خواهد کرد. برای بررسی هیپنوتیزم‌پذیری در حالت نرمال باید فعالیت‌های ذهنی انتخاب شوند که بیشترین شباهت و تأثیر مشابه را بر عملکرد مغز در مقایسه با هیپنوتیزم دارند تا قطب-هایی که در حالت هیپنوتیزم فعال می‌شوند تحریک شوند. با این هدف، فعالیت‌های ذهنی ذکر شده انتخاب شدند. لازم به ذکر است که اکثر محققان قبلی، از سیگنال مغزی ثبت شده در حالت هیپنوتیزم استفاده کرده‌اند.

در این مطالعه، دیدگاه مورد نظر برای بررسی و تخمین هیپنوتیزم‌پذیری از روی سیگنال مغزی حالت نرمال، استفاده از روش دینامیک‌های نمادین می‌باشد. در راستای این هدف، از سیگنال مغزی، با استفاده از روش دینامیک‌های نمادین، ویژگی‌هایی استخراج می‌گردد. با توجه به اینکه سیگنال‌های الکتریکی مغز به عنوان یک سری زمانی حاصل شده از یک سیستم دینامیک غیرخطی در نظر گرفته می‌شوند، به

نظر می‌رسد تغییرات کیفی مغز را می‌توان از طریق روش‌های غیرخطی، کمی نمود. اخیراً کاربردهای زیادی برای آنالیز نمادین در سیستم‌های پزشکی پیدا شده است که به طور قابل ملاحظه‌ای در اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی سیستم‌های عصبی و تشخیص بالینی بیماری‌های عصبی به کار می‌رود. وندلینگ^۱ [۱] و گربن^۲ [۲] و گیلی^۳ [۳] و همکارانشان کاربردهای متفاوتی از تحلیل نمادین در توصیف سیگنال‌های EEG معرفی کردند. به عنوان مثال وندلینگ و همکارانش در [۱] روی سیگنال‌های SEEG که با الکترودهایی عمقی ثبت می‌شوند تمرکز کردند. این الکترودها برای فهم واکنش‌های ساختمان مغز در حین صرع به کار می‌روند. آن‌ها یک روش جامع برای توضیح امواج مغزی در حین صرع به دست آوردند. همچنین گربن و همکارانش در [۲] آنالیزهای نمادین را برای سیگنال‌های EEG نویزی، غیرایستاد و چند متغیره به کار بردند تا رخداد وابسته به پتانسیل را تخمین بزنند و با این کار، روشی آماری برای توصیف نمادین دینامیک‌ها به کار بردند و اندازه‌های پیچیدگی وابسته به زمان را بهبود دادند.

با توجه به مطالب بیان شده، نمادین‌سازی برای توصیف الگوهای زمانی و تحلیل اطلاعات مربوط به فرآیندهای غیرخطی و آشوب‌گونه می‌تواند مفید باشد. از آن جایی که سیگنال مغزی ماهیت غیرخطی و آشوب‌گونه دارد، انتظار می‌رود به کارگیری این روش‌ها (دینامیک‌های نمادین) منجر به بهبود نتایج در تخمین هیپنوتیزم‌پذیری از روی سیگنال مغزی حالت نرمال گردد.

۱-۲- ساختار پایان نامه

با توجه به مقدمه‌ی کوتاهی که بیان شد، در این مطالعه، تفکیک‌پذیری سه گروه با قابلیت هیپنوتیزم‌پذیری متفاوت با استفاده از سیگنال مغزی حالت نرمال و روش دینامیک‌های نمادین برای استخراج ویژگی از این سیگنال‌ها بررسی می‌گردد. در این راستا، این پایان نامه در ۵ فصل تنظیم شده است که

¹ Wendling

² Greben

³ Gailey