

بررسی طیف MRS و تغییرات مقادیر آنروپی شانون با تاثیر میدان شعوری فرادرمانی (تسک) و بدون آن (رست)

* نویسنده مسئول: فرید سمسارها
ایمیل: Semsarha@ut.ac.ir

محمدعلی طاهری^۱، سارا ترابی^۲، فرید سمسارها^{۳*}

DOI:<https://doi.org/10.61450/joci.FA.v5i20.231>

۱. بخش تحقیق و توسعه‌ی ساینس‌فکت، مرکز تحقیقات کازمواینتل، انتاریو، کانادا
۲. دپارتمان زیست‌شناسی گیاهی، دانشکده‌ی زیست‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

میدان شعوری فرادرمانی ماهیتی غیرفیزیکی دارد و اثرگذاری آن از طریق ذهن انسان آغاز می‌شود. در مطالعه‌ی قبلی با استفاده از fMRI مشخص شد مناطقی از مغز افراد آموزش‌دیده که فرادرمانگر نامیده میشوند، در حالت تسک یا تحت تاثیر این میدان شعوری، فعال و مناطقی غیرفعال میشوند. طیفسنجی تشدید مغناطیسی پروتون (¹H-MRS) به‌عنوان روشی غیرتهاجمی، امکان ارزیابی تغییرات عملکرد و متابولیسم مغز تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی را فراهم می‌سازد. در این مطالعه، تغییرات طیف خروجی از روش MRS، بدون تاکید بر متابولیتی خاص و همراه محاسبه‌ی آنروپی شانون با استفاده از توزیع مقادیر طیف انجام شده است. در واقع با این تحلیل، پیش از ورود به بررسی تفکیکی هر کدام از متابولیت‌ها از تغییرات عمومی احتمالی متابولیک مغز فرادرمانگران مبتنی بر طیف به دست آمده، آگاه می‌شویم. این پژوهش به درک تغییرات متابولیک کلی موثر در فعال شدن و غیرفعال شدن مغز و همچنین مشخص کردن کنتراست موجود بین نواحی فعال شده و غیرفعال شده از نظر معیار کمی آنروپی، کمک قابل توجهی میکند. بر اساس نتایج این پژوهش در بررسی طیف ام آر اس، در حدود 30% از متوسط جمعیت شاهد کاهش کلی آمپلیتюд در منطقه‌ی فعال شدن مغز و کاهش حدود 20% در آنروپی شانون توزیع آمپلیتюд هستیم؛ این در حالی است که در منطقه‌ی غیرفعال شدن در این پارامترها تغییر قابل توجهی مشاهده نمی‌شود.

کلیدواژه‌ها: مغز، fMRI، متابولیت، اسپکتروم، آنروپی شانون، آمپلیتюд، فرادرمانی

بررسی مستقل و مستقیم طیف خروجی از دستگاه MRS و تحلیل مبتنی بر سنجش آنروپی شانون بر آن پرداختیم. پیش از این در مطالعات متعدد مربوط به میدان‌های شعوری به سنجش آنروپی شانون و تحلیلی از اثرگذاری این میدان‌ها بر موضوع مطالعه پرداخته شده است [13].

روش

MRI روی یک اسکنر بالینی (Magnetom Prisma, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany) با قدرت گرادیان میدان 40 mT/m انجام شد. سیم پیچ متصل به بدن امکان انتقال تحریک را فراهم می‌کند. طوری که سیم پیچ آرایه‌ی فازی 1H (125 مگاهرتز) متصل به سر افراد برای تشخیص سیگنال استفاده شود (زیومدیکال سریع زیمنس، آلمان).

پس از به دست آوردن تصاویر پیشاهنگی از نمونه‌ها پروتکل تصویربرداری با وزن T2 در سطوح محوری و کرونال برای ثبت داده‌ی مربوط به نواحی مورد نظر انجام شد. پروتکل‌های مربوط به MRI برای آزمایش‌های MRS نیز دنبال شدند. نحوه‌ی کسب داده‌های MRI به طور مشابه قبل از شروع تیمار تا 15 دقیقه (رست) و بلافاصله پس از شروع آن تا 15 دقیقه (تسک) انجام شد.

پروتکل تصویربرداری با وزن T2 بر اساس تصویربرداری اسپین-اکوی استاندارد TR/TE: 5000/77 میلی‌ثانیه، 4 × 4 : FOV¹، NEX: 2، اندازه‌ی ماتریس: 256 × 256، ضخامت برش: یک میلی‌متر بود. پیش از انجام MRS، یک وکسل 1 × 1 × 1 cm³ در نواحی سه‌گانه‌ی مورد نظر در مورد هر نمونه تعریف شد. به دنبال تنظیم دستی و تنظیم حذف آب، طیف‌های MR پروتون کوتاه مدت پژواک کاملاً آرام، 156 داده با استفاده از تکنیک PRESS، TR/TE=6000/135 ms به دست آمد.

پیش از شروع تست MRS، مهار آب با استفاده از شیمینگ مرتبه‌ی دوم و پالس توالی انتخابی شیفت شیمیایی (CHESS) انجام شد. در پایان آزمایش MRS، سیگنال آب مرجع با خاموش کردن سرکوب آب به دست آمد تا کالیبراسیون غلظت متابولیت انجام شود. پروتکل‌های MRI و MRS توصیف شده به‌طور مشابه پیش از شروع فرایند تیمار و پس از آن انجام شد. تصویربرداری رست و تسک به‌طور متوالی بدون حرکت دادن نمونه‌ها و با چشمان کاملاً بسته‌ی آن‌ها در هر دو مرحله انجام شد.

طراحی مطالعه

بر اساس داده‌ی حاصل شده از fMRI در مطالعات پیشین، به منظور بررسی تغییرات متابولیک در نواحی فعال شده و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران، سه ناحیه حاوی منطقه‌ی فعال شده (Precentral Gyrus-right)، منطقه‌ی غیرفعال شده (Superior Temporal Gyrus-right) و منطقه‌ای با ابعاد مشابه، مابین مناطق فعال و غیرفعال - شده که بر اساس داده‌ی به دست آمده [14] و در نتیجه‌ی ارتباط با میدان شعوری فرادمانی نه فعال و نه غیرفعال می‌شود، انتخاب شده است (شکل 1). علت انتخاب ناحیه‌ی سوم آن بوده که به

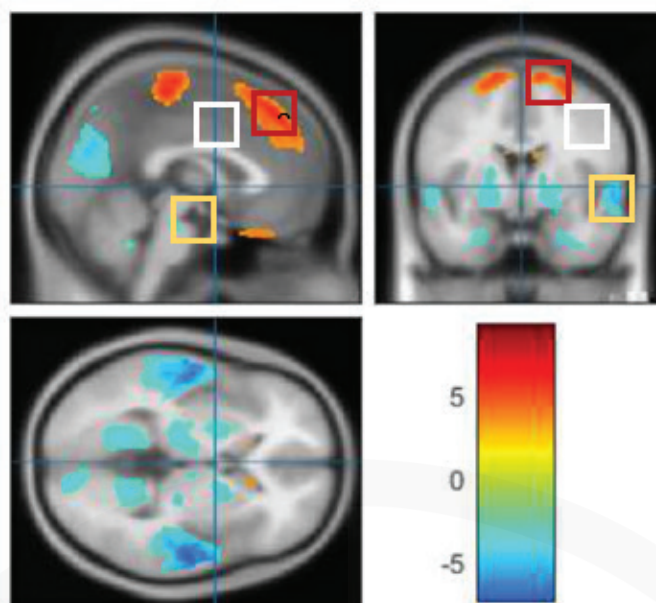
تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MR) که در دهه‌ی ۱۹۸۰ معرفی شد، چشم‌انداز تشخیص اختلالات سیستم عصبی مرکزی (CNS) را متحول کرده است [1]. در چند دهه‌ی گذشته، تکنیک‌های MR به‌طور مداوم توسعه یافته‌اند و روش‌های پیشرفته‌ای همچون تصویربرداری رزونانس مغناطیسی عملکردی (fMRI) و طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی پروتون (¹H-MRS) را پدید آورده‌اند که سبب شده درک ما از عملکرد، متابولیسم و آسیب‌شناسی مغز به‌میزان قابل توجهی افزایش پیدا کند [2]. برخلاف MRI که تصاویر بصری از ساختارها ارائه می‌دهد، MRS طیفی خطی تولید می‌کند؛ نموداری که محور افقی آن جابه‌جایی شیمیایی (بر حسب قسمت در میلیون، ppm) و محور عمودی آن شدت سیگنال (آمپلیتود) را نشان می‌دهد. هر پیک (قله) در این طیف مربوط به متابولیت خاصی است که به پژوهش‌گران امکان شناسایی و کمی‌سازی متابولیت‌های مغزی نظیر ان-استیل‌آسپاراتات (NAA)، کولین (Cho)، کراتین (Cr) و غیره را می‌دهد [3].

مفهوم آنروپی شانون تا امروز برای تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ به دست آمده از نمونه‌های بیولوژیکی استفاده شده است. آنروپی شانون معمولاً در زیست‌شناسی برای اندازه‌گیری تنوع استفاده می‌شود و نحوه‌ی توزیع و اندرکنش سلول‌ها، ژن‌ها یا مولکول‌ها را تعیین می‌کند [4]. ابتدا، آنروپی شانون برای نشان دادن تصادفی بودن توالی DNA متشکل از چهار نوکلئوتید شامل آدنین (A)، سیتوزین (C)، گوانین (G) و تیمین (T) استفاده شد [5، 6]. در زیست‌شناسی سیستم‌ها، مقدار اطلاعات با آنروپی شانون [7] توصیف می‌شود و برای بررسی دوام انتقال سیگنال از طریق لایه‌های مختلف omics مانند رونویسی، پروتئومیکس و متابولومیک [8] نیز استفاده شده است. به عنوان مثال، از آنروپی شانون محاسبه شده از داده‌های طیف‌سنجی، جرمی از بادام‌زمینی برای شناسایی محصولات نهایی گلیکاسیون پیشرفته استفاده شد [9]. استفاده از آنروپی شانون برای مجموعه‌داده‌های RNA-seq نیز برای تجزیه و تحلیل سریع و عمیق تغییرات در بیان ژن مفید است [10]. همچنین، آنتی‌بادی‌ها در خون انسان به وسیله‌ی نوعی ریزآرایه‌ی پپتیدی شناسایی شدند و آنروپی شانون محاسبه شده از پروتکل‌ها به عنوان شاخصی از وضعیت سلامت افراد و جمعیت‌ها پیشنهاد شده است [11].

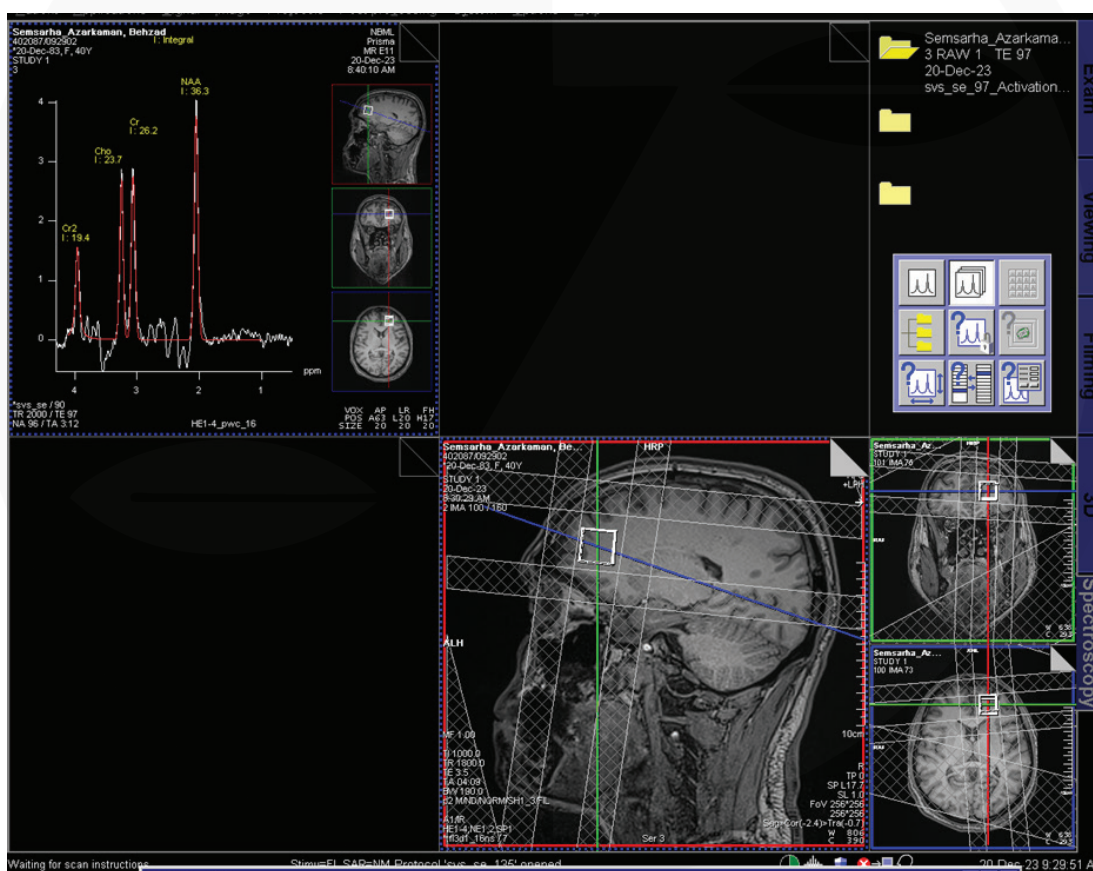
بر اساس نظریه‌ی طاهری، میدان‌های مختلفی با عنوان میدان‌های شعوری (TCFs) وجود دارند که زیرمجموعه‌ای از شبکه‌ی شعور کیهانی (CCN) به شمار می‌روند. میدان شعوری فرادمانی یکی از این میدان‌های غیر فیزیکی است. در این رویکرد، انسان می‌تواند از این میدان‌ها بهره‌مند شود. در واقع، اطلاعات منتقل شده از سوی میدان‌های شعوری (ط) می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در سوژه‌ی مورد مطالعه شوند [12].

همان‌طور که در منابع ذکر شده است، تمامی داده‌های مرتبط با متابولیت‌ها، مستخرج از طیف یا اسپکتروم خروجی روش MRS است. در این پژوهش، پیش از مطالعات متعارف بر طیف و استخراج داده‌ی مربوط به غلظت هر کدام از متابولیت‌ها و انواع آن‌ها به

عنوان کنترل منفی، تغییرات احتمالی متابولیک آن در مقایسه با دو منطقه‌ی دیگر بررسی شود. تصاویر مربوط به نواحی منتخب و طیف به دست آمده‌ی MRS در حالت رست در شکل‌های 2 تا 4 آمده است.



شکل ۱- نواحی سه‌گانه‌ی منتخب بر اساس داده‌ی fMRI. کادر قرمز: ناحیه‌ی فعال شده. کادر زرد: ناحیه‌ی غیرفعال شده. کادر سفید: ناحیه‌ی هیچ‌کدام [۱۴]



شکل ۲- تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌های مورد مطالعه؛ قراردادن وکسل MRS بر ناحیه‌ی منتخب فعال تحت تیمار میدان شعوری فرادرمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست

تجزیه و تحلیل طیف MR

۱. **رست:** مرحله‌ی 15 دقیقه‌ای ابتدا که در آن از فرادمانگران خواسته می‌شود زمانی که در دستگاه MRI قرار گرفته‌اند، چشمان خود را ببندند و بدون نظر به هیچ کدام از میدان‌های شعوری، صرفاً در حالت ریلکس و بدون تنش باشند. هدف از این بخش، داشتن داده‌ی کنترل به معنای داده‌ی پایه و پیش از ارتباط با میدان در مورد هر فرد است که در ساخت داده‌ی جمعیتی کنترل یا همان پیش‌ارتباط نقش حیاتی دارد.

۲. **تسک:** در این پژوهش، به مرحله‌ی 15 دقیقه‌ای دوم که افراد در ارتباط با میدان شعوری فرادمانی قرار می‌گیرند و بلافاصله و بدون قطع زمان در ادامه‌ی رست است، تسک گفته می‌شود؛ افراد در این مرحله با شنیدن صدای بوقی که بر اساس پیش‌آگاهی داده‌شده به آن‌ها به مفهوم شروع ارتباط با میدان است، اتصال خود را آغاز می‌کنند.

تحلیل‌های آماری (مشترک بین این پژوهش و سه پژوهش بعدی این شماره)

داده‌های به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار گرافپد (نسخه‌ی 9) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) برای ارزیابی مقادیر متابولیت‌ها در مقایسه‌ی بین نمونه‌های کنترل و آزمون استفاده شد. برای مجموعه داده‌های MRS هر گروه، آزمون Wilcoxon در سطح معناداری 5% برای مقایسه‌ی تغییرات غلظت هر متابولیت قبل و بعد از تیمار با میدان شعوری فرادمانی استفاده شد. مقدار $p < 0.05$ از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

در این پژوهش، بدون ورود به آنالیز جداگانه‌ی متابولیت‌ها و دقیق شدن بر جزئیات مربوط به آن‌ها، طیف کلی MRS حاصل شده را مقایسه و بررسی کردیم. در شکل 5، تغییرات طیف حاصل از ارتباط با میدان شعوری فرادمانی (تسک) در مقایسه با رست (حالت کنترل و بدون ارتباط) در مناطق فعال و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران آمده است.

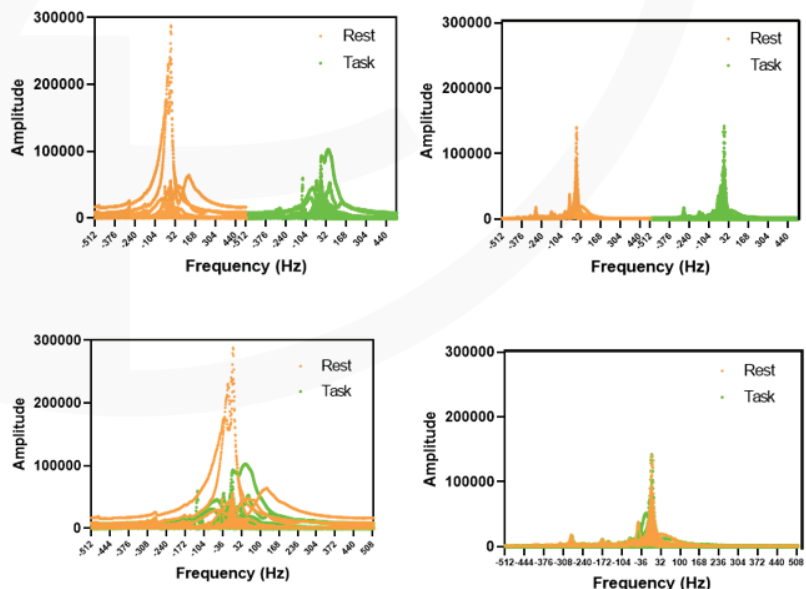
وکسل مورد نظر (VOI) برای آزمایش‌های MRS روی تصاویر با وزن T2 کشیده شد. ما کوشیدیم بین نمونه‌های مختلف، دقیقاً نواحی سه‌گانه‌ی VOI یکسانی ایجاد کنیم که نواحی مورد نظر در هر فرد را به‌طور مشابه پوشش دهد. هر طیف مربوط به نواحی مورد نظر با استفاده از رابط کاربری گرافیکی‌ای مبتنی بر جاوا تجزیه و تحلیل شد. این رابط که برای تحلیل بسته‌ی کمی MRUI استفاده می‌شود، حاوی مجموعه‌ای پایه‌ای از دانش قبلی با 57 پیک مرتبط با حداقل 34 متابولیت مختلف است؛ غلظت متابولیت‌ها با توجه به سیگنال آب به عنوان مرجع تعیین شد. بنابراین، تمام دامنه‌ها در هر طیف MR به صورت نیمه کمی بیان شد. همچنین، لازم به ذکر است که از روش پیشرفته‌ی الگوریتم برآزش طیفی دقیق، قوی و کارآمد (AMARES) برای کمی‌سازی استفاده شده است [15].

استفاده از میدان شعوری فرادمانی

در مطالعه‌ی پیش رو، تجزیه و تحلیل MRS جمعیتی از فرادمانگران انجام و تغییرات متابولیت‌ها در مناطق مختلف منتخب مغزی آن‌ها هنگام انجام وظیفه (تسک) و استراحت مقایسه شده است. تسک به فعالیتی گفته می‌شود که طی آن فرادمانگر شخصاً به شبکه‌ی شعور کیهانی متصل می‌شود. این مطالعه را کمیته‌ی اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایران تایید کرده است (شناسه‌ی تایید IR.IUMS.REC.1402.940).

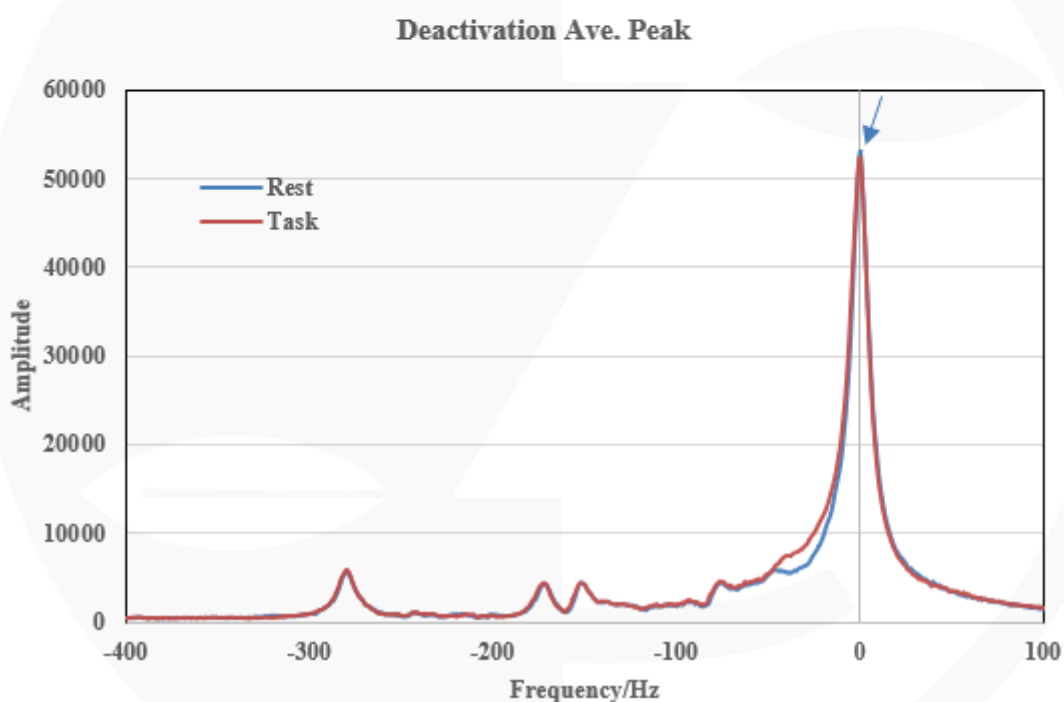
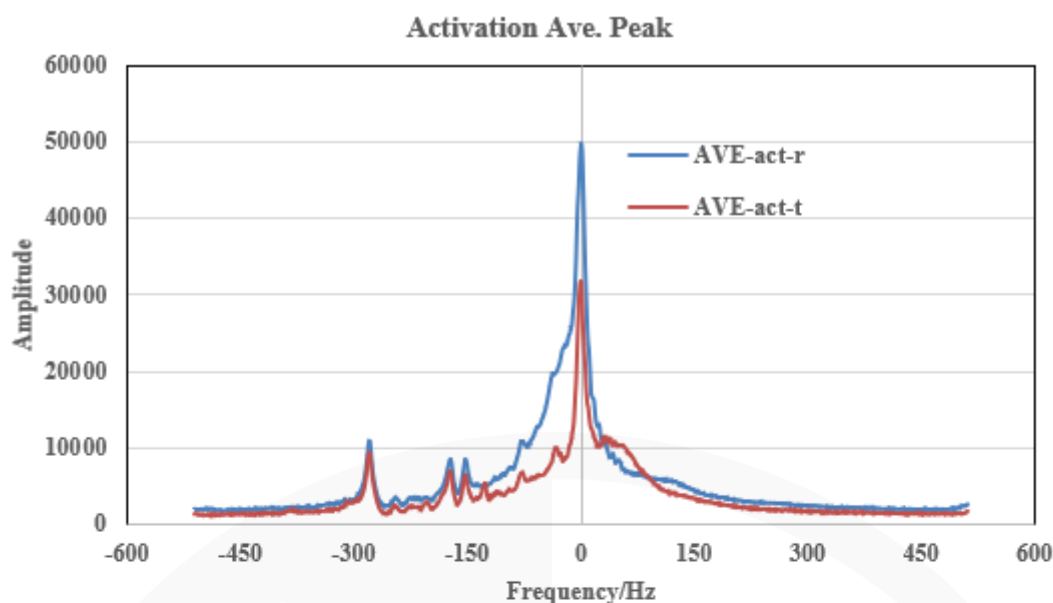
30 فرد بالغ (میانگین سنی: 42 ± 7) همگی سالم و بدون مصرف داروهای حوزه‌ی اعصاب و روان در شش ماه پیش از روز آزمون در گروه مطالعه قرار گرفتند. 40% افراد در مطالعه مرد ($n=12$) و 60% زن ($n=18$) بوده‌اند. طراحی پژوهش‌های انجام شده با تکنیک MRS، شامل یک مرحله رست 15 دقیقه‌ای (بدون ارتباط با میدان قبل از تسک) و یک تسک یا حالت ارتباط با میدان شعوری فرادمانی 15 دقیقه‌ای (کسب شده بلافاصله بعد از پایان مرحله‌ی رست) است. توضیحات بیش‌تر در مورد مقاطع این پژوهش به ترتیب زمانی در ادامه آمده است.

شکل 5- مقایسه‌ی طیف به دست آمده در 15 دقیقه‌ی اول (رست) و 15 دقیقه‌ی دوم (تسک) در حالت جداگانه (بالا) و منطبق شده بر هم (پایین). حالت تسک، در شرایط ارتباط با میدان شعوری فرادمانی و حالت رست، بدون آن است. راست: مناطق غیرفعال شده‌ی مغز. چپ: مناطق فعال شده‌ی مغز.



انطباق بالایی دارند. به منظور مقایسه‌ی بهتر، پیک نمونه‌ها در حالتی که متوسط‌گیری شده‌اند نیز با یک‌دیگر مقایسه شده‌اند و این مقایسه در شکل 6 و 7 و جدول 1 آمده است.

همان‌طور که در شکل 5 مشاهده می‌شود در مناطق فعال شده‌ی مغز در حالت تسک، کاهش سطح زیر پیک و همچنین، کاهش توان پیک شاخص در قله‌ها اتفاق می‌افتد. از سوی دیگر، طیف‌های تسک و رست در مناطق غیرفعال شده در عین تفاوت‌های موجود،



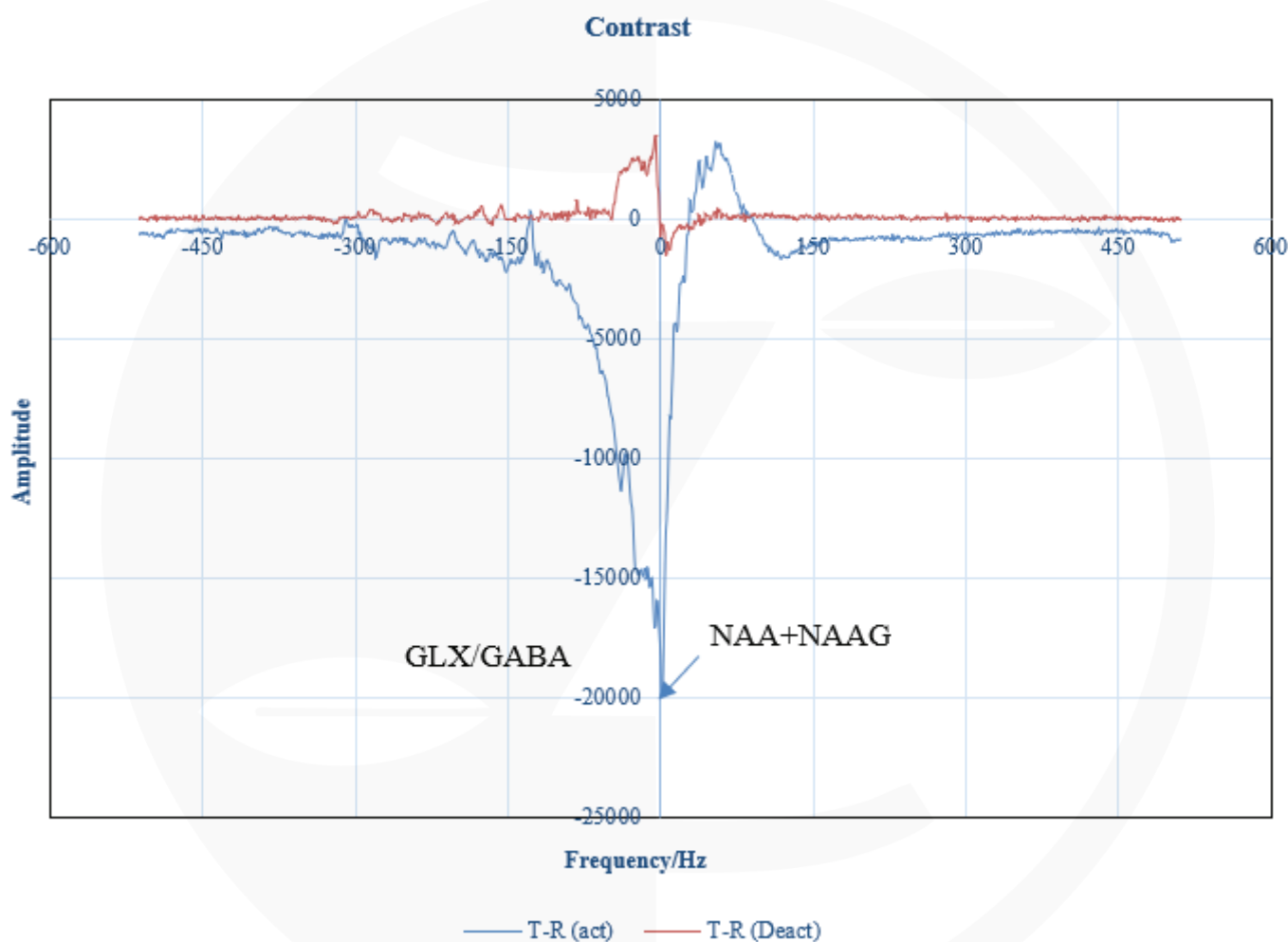
شکل ۶- مقایسه‌ی طیف متوسط‌گیری شده در حالت تسک و رست در منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز (بالا) و منطقه‌ی غیرفعال شده‌ی مغز (پایین). حالت تسک در شرایط ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی و حالت رست بدون آن است. پیکان‌های قرمز رنگ افزایش آمپلیتюд در نتیجه‌ی تسک و پیکان‌های آبی رنگ، افزایش آمپلیتюд در نتیجه‌ی رست است.

جدول ۱. مقایسه‌ی طیف‌های متوسط‌گیری شده در مناطق فعال و غیرفعال‌شده‌ی مغز فرادرمانگران در مقایسه‌ی حالت بدون ارتباط و ارتباط با میدان شعوری فرادرمائی

	Activation		Deactivation	
	Rest	Task	Rest	Task
Total Peak Area	5414030	3781657	2334550	2343484
Std. Error	348326	173718	92973	96046
Peak Y	49887	31836	52588	49905
Area	5414030	3781657	2334550	2343484
Std. Error	348326	173718	92973	96046

رست را نشان می‌دهد. این در حالی است که تسک و رست در ناحیه‌ی غیرفعال‌شده‌ی مغز فرادرمانگران تفاوت قابل توجهی نشان نمی‌دهد (اختلاف کم‌تر از 0.5%).

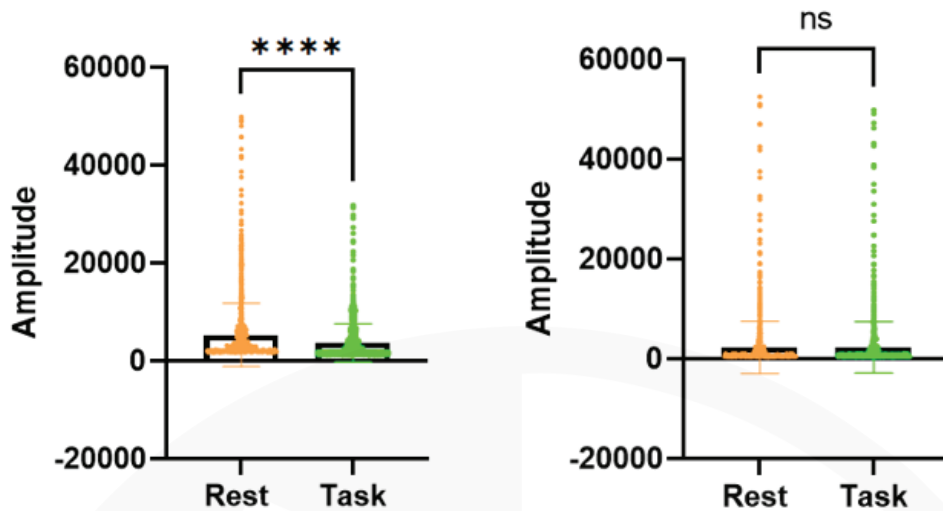
همان‌طور که در شکل 7، 6 و جدول 1 مشخص است، طیف ناحیه‌ی فعال‌شده‌ی مغز فرادرمانگران تفاوت قابل توجه بین تسک و رست را با کاهش ناشی از تسک نشان می‌دهد؛ این تفاوت از نظر سطح زیر پیک، کاهش در حدود 30% تسک در مقایسه با



شکل ۷- مقایسه‌ی کنتراست رست-تسک در منطقه‌ی فعال (آبی) و غیرفعال (قرمز) مغز فرادرمانگران. مناطق مشخص تفاوت با متابولیت‌های احتمالی موثر بر ایجاد تفاوت با علامت‌گذاری، نمایان شده است.

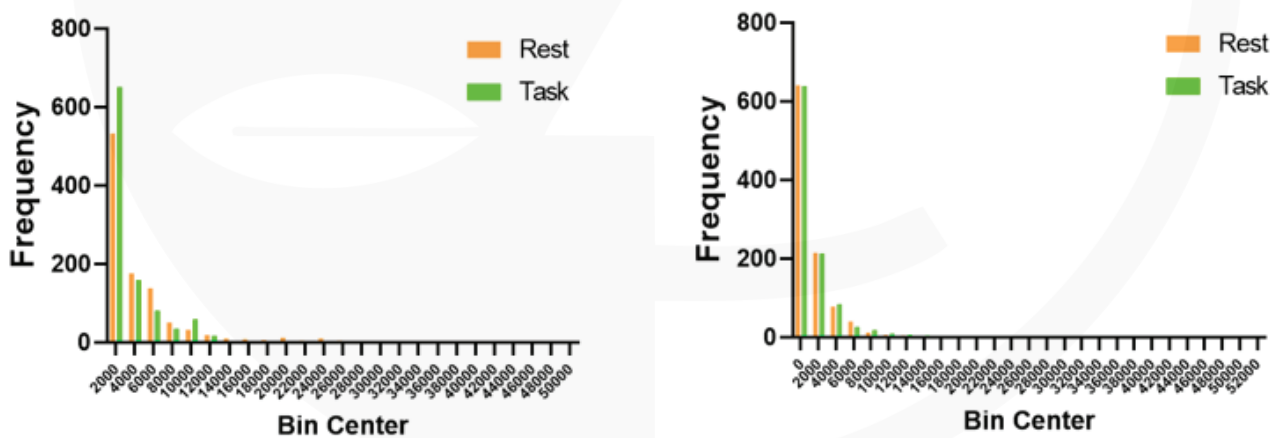
تأثیر میدان شعوری فرادمانی قرار می‌گیرند. در رویکرد طاهری، نقش مغز در مقابل ذهن به آنتن تشبیه شده است که به عنوان گیرنده، اطلاعات پردازش شده‌ی ذهن را دریافت می‌کند. پس از دریافت این اطلاعات، ترجمه به زبان فیزیکی انجام و با تغییرات متابولیتی و فعالیت مغزی همراه می‌شود.

تغییر در طیف‌های به دست آمده در نتیجه‌ی تکنیک MRS به صورت مستقل از فرکانس و مبتنی بر آمپلیتود در شکل 8 آنالیز شده است. تفاوت در مقایسه‌ی آمپلیتودها به صورت مستقل از فرکانس، تفاوت جمعیتی قابل توجه را در مورد منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز، بر خلاف ناحیه‌ی غیرفعال شده، نشان می‌دهد. این مشاهده پیشنهاد می‌کند بخش‌های مختلف مغز به طور متفاوتی تحت



شکل ۸- مقایسه‌ی پیک‌های نمونه‌های آزمون و کنترل در مقایسه‌ی جمعیت آمپلیتودها مستقل از فرکانس طی آنالیز آماری تی تست جفتی. چپ: منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز. راست: منطقه‌ی غیرفعال شده. ****: $p\text{-value} < 0.0001$.

به منظور بررسی بهتر آمپلیتودها در محدوده‌ی تولیدشده در این پژوهش، همان‌طور که در شکل 9 مشاهده می‌شود، مقادیر آمپلیتود در بازه‌های یکسان (بین‌های با فاصله‌ی 2000 واحدی) مورد آنالیز فرکانس قرار گرفتند.



شکل ۹- هیستوگرام فرکانس مقادیر آمپلیتود در حالت تسک (با فرادمانی) و رست (بدون فرادمانی) در فواصل ۲۰۰۰. چپ: منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز. راست: منطقه‌ی غیرفعال شده‌ی مغز.

آنتروپی شانون بر اساس داده‌های آنالیز فرکانس نشان داده شده در شکل 9 در جدول 2 آمده است.

در مورد منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز، تفاوت بین فرکانس مقادیر آمپلیتюд ثبت شده نشان می‌دهد ارتباط با میدان شعوری با افزایش فرکانس در بازه‌ی اول و حذف مقادیر آمپلیتюд در بازه‌های انتهایی (بین‌های 14000 تا 24000) همراه است. تفاوت آنالیز فرکانس در منطقه‌ی غیرفعال شده، قابل توجه نیست. محاسبه‌ی

جدول 2. آنالیز فرکانس مقادیر آمپلیتюд در بازه‌های مختلف همراه محاسبه‌ی آنتروپی شانون در آن

Activation					Deactivation				
Bin Center	Rest	Task	Pi.LnPi (Rest)	Pi.LnPi (Task)	Bin Center	Rest	Task	Pi.LnPi (Rest)	Pi.LnPi (Task)
2000	533	651	0.339866	0.287967	0	641	639	0.293558	0.294269
4000	176	159	0.30267	0.289207	2000	215	213	0.327599	0.32661
6000	138	81	0.2701	0.200682	4000	78	84	0.196007	0.205132
8000	51	35	0.149396	0.115395	6000	40	26	0.126578	0.093269
10000	32	59	0.108304	0.164436	8000	12	18	0.052069	0.071035
12000	19	17	0.073978	0.068037	10000	6	9	0.030092	0.04161
14000	10	3	0.045204	0.017088	12000	5	6	0.025966	0.030116
16000	8	4	0.037906	0.021661	14000	3	5	0.017075	0.025986
18000	6	3	0.030116	0.017088	16000	4	3	0.021644	0.017088
20000	12	1	0.052108	0.006769	18000	1	2	0.006763	0.012184
22000	5	2	0.025986	0.012184	20000	2	2	0.012174	0.012184
24000	10	2	0.045204	0.012184	22000	2	2	0.012174	0.012184
26000	5	1	0.025986	0.006769	24000	2	2	0.012174	0.012184
28000	3	1	0.017088	0.006769	26000	1	0	0.006763	-
30000	2	2	0.012184	0.012184	28000	2	2	0.012174	0.012184
32000	1	3	0.006769	0.017088	30000	0	0	-	-
34000	2	0	0.012184	-	32000	2	1	0.012174	0.006769
36000	0	0	-	-	34000	0	1	-	0.006769
38000	2	0	0.012184	-	36000	1	1	0.006763	0.006769
40000	0	0	-	-	38000	1	2	0.006763	0.012184
42000	2	0	0.012184	-	40000	0	0	-	-
44000	1	0	0.006769	-	42000	2	1	0.012174	0.006769
46000	2	0	0.012184	-	44000	0	1	-	0.006769
48000	2	0	0.012184	-	46000	0	1	-	0.006769
50000	2	0	0.012184	-	48000	2	1	0.012174	0.006769
Sum	1024	1024	1.622741	1.255511	50000	1	2	0.006763	0.012184
					52000	2	0	0.012174	-
					Sum	1025	1024	1.221799	1.237788

بیریم. یکی از نخستین مدل‌های نظریه‌ی اطلاعات، مدل ارتباطی است که شانون و ویور (1949) ارائه کردند. بر اساس این مدل، هر سیستم پیش از دریافت اطلاعات در وضعیتی فیزیکی با بیش‌ترین میزان عدم قطعیت و آنتروپی قرار دارد. با ورود اطلاعات، میزان آنتروپی کاهش می‌یابد [16، 17]. بنابراین، این مطالعه پیش از ورود به بررسی جزئیات تغییرات متابولیتی، شواهدی از اثرگذاری میدان شعوری فرادرمانی در سطح مغز را فراهم می‌کند.

در جمع‌بندی می‌توان گفت، آنالیز طیف متابولیت‌ها به‌صورت کلی، حاکی از کاهش معنادار و قابل توجه آمپلیتюд و آنتروپی مقادیر

محاسبه‌ی مقادیر آنتروپی در مقادیر متوسط‌گیری شده‌ی تسک و رست در منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز، بیان‌گر کاهش حدود 20% آنتروپی در حالت تسک در بازه‌ی مقادیر آمپلیتюд این مطالعه است. تفاوت آنتروپی در مورد منطقه‌ی غیرفعال شده، به‌صورت افزایش در حدود 1/3% در مورد تسک در مقایسه با رست است. همان‌طور که در بخش مقدمه اشاره شد، در رابطه با چه‌گونگی اثرگذاری این میدان غیرفیزیکی، این فرضیه وجود دارد که اطلاعاتی تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی منتقل می‌شود. اطلاعات دریافتی در سطح مغز منجر به تغییرات قابل مشاهده می‌شود. محاسبه‌ی آنتروپی این امکان را فراهم می‌کند که به تغییرات محتوای اطلاعات پی

آن در نتیجه‌ی تسک در ناحیه‌ی فعال شده‌ی مغز فرادمانگران است. این معیار در مورد ناحیه‌ی غیرفعال شده تفاوت قابل توجهی بین آزمون و کنترل نشان نمی‌دهد. آنالیز جزئی متابولیت‌ها به صورت جداگانه در مطالعات بعدی ارائه می‌شود.

منابع

- Oz, G., Alger, J. R., Barker, P. B., Bartha, R., Bizzi, A., Boesch, C., Bolan, P. J., Brindle, K. M., Cudalbu, C., Dinçer, A., Dydak, U., Emir, U. E., Frahm, J., González, R. G., Gruber, S., Gruetter, R., Gupta, R. K., Heerschap, A., Henning, A., Hetherington, H. P., ... MRS Consensus Group (2014). Clinical proton MR spectroscopy in central nervous system disorders. *Radiology*, 270(3), 658–679. <https://doi.org/10.1148/radiol.13130531>
- Padelli, F., Mazzi, F., Erbetta, A., Chiapparini, L., Doniselli, F. M., Palermo, S., ... & Cuccarini, V. (2022). In vivo brain MR spectroscopy in gliomas: clinical and pre-clinical chances. *Clinical and Translational imaging*, 10(5), 495-515. <https://doi.org/10.1007/s40336-022-00502-y>
- Liserre, R., Pinelli, L., & Gasparotti, R. (2021). MR spectroscopy in pediatric neuroradiology. *Translational pediatrics*, 10(4), 1169–1200. <https://doi.org/10.21037/tp-20-445>
- Roach, T. N. F. (2020). Use and Abuse of Entropy in Biology: A Case for Caliber. *Entropy (Basel, Switzerland)*, 22(12), 1335. <https://doi.org/10.3390/e22121335>
- Schmitt, A. O., & Herzel, H. (1997). Estimating the entropy of DNA sequences. *Journal of theoretical biology*, 188(3), 369–377. <https://doi.org/10.1006/jtbi.1997.0493>
- Li, J., Zhang, L., Li, H., Ping, Y., Xu, Q., Wang, R., Tan, R., Wang, Z., Liu, B., & Wang, Y. (2019). Integrated entropy-based approach for analyzing exons and introns in DNA sequences. *BMC bioinformatics*, 20(Suppl 8), 283. <https://doi.org/10.1186/s12859-019-2772-y>
- Uda, S. (2020). Application of information theory in systems biology. *Biophysical reviews*, 12(2), 377–384. <https://doi.org/10.1007/s12551-020-00665-w>
- Uda, S., Saito, T. H., Kudo, T., Kokaji, T., Tsuchiya, T., Kubota, H., Komori, Y., Ozaki, Y., & Kuroda, S. (2013). Robustness and compensation of information transmission of signaling pathways. *Science (New York, N.Y.)*, 341(6145), 558–561. <https://doi.org/10.1126/science.1234511>
- Johnson, K. L., Williams, J. G., Maleki, S. J., Hurlburt, B. K., London, R. E., & Mueller, G. A. (2016). Enhanced Approaches for Identifying Amadori Products: Application to Peanut Allergens. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(6), 1406–1413. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05492>
- Zambelli, F., Mastropasqua, F., Picardi, E., D'Erchia, A. M., Pesole, G., & Pavesi, G. (2018). RNentropy: an entropy-based tool for the detection of significant variation of gene expression across multiple RNA-Seq experiments. *Nucleic acids research*, 46(8), e46. <https://doi.org/10.1093/nar/gky055>
- Wang, L., Whittemore, K., Johnston, S. A., & Stafford, P. (2017). Entropy is a Simple Measure of the Antibody Profile and is an Indicator of Health Status: A Proof of Concept. *Scientific reports*, 7(1), 18060. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18469-6>
- Taheri, MA: “Human from another outlook” Interuniversal Press; 2nd Edition (September 26, 2013). ISBN-13: 978-1939507006, ISBN-10: 1939507006 2013.

13. Taheri, M. A., Payervand, F., Ahmadvkhanlou, F., Torabi, S., & Semsarha, F. (2022a). Investigation of the Influence of Taheri Consciousness Fields on the pH of Pure Water in the Vicinity of Air. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(9), 6–33. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i9.142>
14. Taheri, M. A., Torabi, S., Nabavi, N., Modarresi-Asem, F., Abbasi Sisara, M., Maftoun, P., & Semsarha, F. (2022b). Task-fMRI Group and Functional Connectivity Analysis of the Brain During Faradarmani Consciousness Field Connection. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(2), 46–55. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i2.29>
15. Vanhamme, L., van den Boogaart A, & Van Huffel S (1997). Improved method for accurate and efficient quantification of MRS data with use of prior knowledge. *Journal of magnetic resonance (San Diego, Calif. : 1997)*, 129(1), 35–43. <https://doi.org/10.1006/jmre.1997.1244>
16. Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). A mathematical model of communication. *Urbana, IL: University of Illinois Press*, 1-117.
17. Hoffman, D. D., Prakash, C., & Prentner, R. (2023). Fusions of consciousness. *Entropy*, 25(1), 129. <https://doi.org/10.3390/e25010129>.

