ORIGINAL ARTICLE

Analysis of Memory-Related Brain Activation Maps in Sleep-Depriveation using Functional Magnetic Resonance Imaging

Rezvan Safari[1],
Hamid Sharini[2],
Mehdi Khodamoradi[3],
Meysam Siyah Mansoory[2]

[1] MSc in Biomedical Engineering, School of Medicine, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Biomedical Engineering, School of Medicine, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
[3] Assistant Professor, Substance Abuse Prevention Research Center, Health Institute, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

(Received August 30, 2022 ; Accepted November 24, 2022)

Abstract

Background and purpose: Insomnia is a common sleep disorder with negative consequences such as decreased quality of life. In this study, the effect of sleep deprivation on memory in both young and older adults was investigated using functional magnetic resonance imaging (fMRI).

Materials and methods: In this retrospective study, fMRI data of 40 healthy subjects (17 young and 23 older people) who had a one-month sleep deprivation period (during the experiment they woke up three hours earlier than usual) were obtained. Then, pre-processing was done to remove artifacts and noise. Finally, data processing was completed in order to extract the brain activity map focusing on brain areas related to memory.

Results: Findings showed that the brain activity of most areas are reduced due to insomnia. In the young group, 17 functional connections were obtained at the beginning of the study which decreased to only one connection after the insomnia period. In older adults there were seven connections at the beginning of the study that decreased to four after the insomnia period ($P< 0.05$).

Conclusion: Brain map analysis, including connections and activity levels of memory-related areas, showed that sleep deprivation affects the brains of young and old people. Our findings can pave the way for future studies to understand the effect of insomnia on memory and brain.

Keywords: memory, sleep deprivation, brain activity, brain connectivity, functional magnetic resonance imaging

J Mazandaran Univ Med Sci 2023; 32 (216): 115-127 (Persian).

Corresponding Author: Meysam Siyah Mansoory - School of Medicine, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran. (E-mail: meysam.smansoory@kums.ac.ir)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و دوم شماره 216 دی سال 1401 (127-115)

تحلیل نقشه فعالیت های مغزی مرتبط با حافظه در محرومیت از خواب با استفاده از تصویر برداری تشدید مغناطیسی عملکردی

رضوان صفری[1]
حمید شرینی[2]
مهدی خدامرادی[3]
میثم سیاه منصوری[2]

چکیده

سابقه و هدف: بی‌خوابی یک اختلال شایع است که از پیامدهای منفی آن افت کیفیت زندگی است. این مطالعه با هدف، بررسی تأثیر محرومیت از خواب بر حافظه، در مغز افراد جوان و سالمند با استفاده از تصویربرداری fMRI، انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه گذشته نگر، داده‌های 40 فرد سالم (17 نفر جوان و 23 نفر مسن) که در دانشگاه استهلکلم تصویر برداری fMRI شده بودند از سایت OpenNeuro اخذ شد. افراد مورد مطالعه، با یک دوره کم خوابی یک ماهه مواجه بودند (در طول آزمایش 3 ساعت زودتر از زمان معمول بیدار می‌شدند). پیش‌پردازش برای حذف آرتیفکت و نویز انجام شد و در نهایت پردازش داده‌ها به‌منظور استخراج نقشه فعالیت مغزی با تمرکز بر نواحی مغزی مرتبط با حافظه در افراد مسن و جوان انجام گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که فعالیت اکثر نواحی مغزی مرتبط با حافظه، در اثر بی‌خوابی کاهش یافت. در گروه جوان تعداد 17 اتصال عملکردی در ابتدای مطالعه به‌دست آمد، اما این تعداد فقط به یک اتصال، بعد از دوره بی‌خوابی کاهش یافت. در آغاز مطالعه، در گروه مسن تعداد 7 اتصال عملکردی استخراج شد. این تعداد بعد از دوره بی‌خوابی به 4 اتصال عملکردی کاهش یافت (سطح معنی‌داری $P< 0/05$).

استنتاج: آنالیز نقشه مغزی شامل ارتباطات و میزان فعالیت نواحی مرتبط با حافظه، نشان داد که محرومیت از خواب، بر مغز افراد جوان و سالمند تأثیر دارد. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند راه‌گشای مطالعات آتی برای شناخت اثر بی‌خوابی بر حافظه و مغز باشد.

واژه های کلیدی: حافظه، محرومیت از خواب، فعالیت نواحی مغز، ارتباطات عملکردی مغز، تصویربرداری عملکردی تشدید مغناطیسی

مقدمه

خواب به عنوان عملکرد طبیعی بدن برای حفظ سلامت روانی و جسمی افراد در نظر گرفته می‌شود. اخ تلال در خواب طبیعی می‌تواند بر سلامتی اثرات جدی بگذارد(1). بی‌خوابی(Insomnia)، شایع‌ترین اختلال خواب است که ازشیوع 10تا 35 درصدی در جمعیت عمومی دارد و میزان رواج 50 درصدی در جمعیت

مولف مسئول: میثم سیاه منصوری - کرمانشاه: دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، دانشکده پزشکی E-mail: meysam.smansoory@kums.ac.ir
1.کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
2. استادیار، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
3. استادیار، مرکز تحقیقات پیشگیری سومصرف مواد، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
تاریخ دریافت : 1401/6/8 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : 1401/6/14 تاریخ تصویب : 1401/9/5

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

بزرگسال را برخوردار است. این اختلال دارای سه ویژگی، ناتوانی در به خواب رفتن، حفظ خواب و نداشتن خواب نیرو بخش است(2). بر اساس ملاک‌های طبقه‌بندی اختلالات روان‌پزشکی، طول مدت بی‌خوابی باید حداقل یک ماه بوده و این بی‌خوابی به دلیل ابتلا به اختلالات دیگر مانند سوءمصرف مواد نباشد(3). محرومیت از خواب در دوره زمانی طولانی می‌تواند منجر به تغییرات روانی و اختلال ذهنی شده و عملکرد شخص مبتلا را مختل کند و دارای اثرات مضر در عملکردهای شناختی و حرکتی می‌باشد(2). مطالعات حیوانی نیز گزارش کرده‌اند که محرومیت از خواب منجر به اختلال در حافظه وابسته به هیپوکمپ و حافظه عاطفی شده و باعث افزایش سطح اضطراب می‌شود. محرومیت از خواب تأثیر منفی بر یادگیری و حافظه وابسته به هیپوکمپ و تقویت طولانی مدت شکل‌پذیری سیناپسی دارد. تحقیقات مشابه نشان داده است که محرومیت از خواب، یادگیری و حافظه را مختل می‌کند(7-4). برای بررسی اختلال خواب از روش‌های سیگنال مغزی مانند EEG[1] و روش‌های تصویربرداری مانند PET[2]، SPECT[3] و fMRI[4] استفاده می‌شود. ازآن‌جایی‌که fMRI رزولوشن مکانی بالایی در حدود 2 تا 5 میلی متر و رزولوشن زمانی متوسط در حدود 3 تا 5 ثانیه دارد، به طور گسترده‌ای در تصویر برداری از مبتلایان به بیماری‌های عصبی و روان پزشکی به کار می رود.

اخیراً تصویر برداری تشدید مغناطیسی عملکردی (fMRI) به‌عنوان یک روش برای ارزیابی غیر تهاجمی تغییرات عملکردی مغز در بی خوابی معرفی گردیده است. این روش تغییرات همودینامیک را در یک ناحیه قشری مغزی براساس اصول مغناطیسی اندازه می‌گیرد(8). fMRI یک روش جدید برای تصویربرداری از نورون‌ها با قابلیت ثبت فعالیت عصبی است. تاکنون تحقیقات زیادی در حوزه کم‌خوابی در افراد سالم انجام شده است. در بیماران مبتلا به اختلال خواب، کمبود عمیق توجه و عملکرد حافظه کاری که نیازمند انعطاف‌پذیری ذهنی و تغییرات توجه است، گزارش شده است(6). بخش اصلی تحکیم حافظه در خواب اتفاق می‌افتد. تحکیم حافظه وابسته به خواب از واکنش‌های عصبی ریشه می‌گیرد. فعالیت هیپوکامپ در طول خواب بررسی و مشخص شد که هیپوکامپ در طول یادگیری فعال است. فعالیت مجدد بعدی، تثبیت در حافظه است که در طول خواب صورت می‌پذیرد(9). میزان فعالیت های هیپوکامپ در طول خواب پیشرفت‌های عملکردی را به وجود می‌آورد. اختلالات خواب می‌تواند به تحکیم حافظه وابسته به خواب آسیب برساند(9،10). در فیزیولوژی اعصاب، قشر جلوی پشتی جانبی (Dorsolateral Prefrontal Cortex: DLPFC) نقش حافظه کاری دارند. تفاوت در میزان DLPFC ممکن است مربوط به تفاوت در عملکرد حافظه روزمره باشد. یکی دیگر از مناطق مغز که ممکن است از حافظه روزمره پشتیبانی کند، لوب تمپورال داخلی (Medial Temporal Lobe:MTL) است(20-11). در همه مطالعات مربوط به حوزه خواب، فعالیت نواحی مغزی بررسی شده است، ولی هیچ مطالعه‌ای به بررسی ارتباطات همزمان مغزی نواحی مربوط به خواب نپرداخته است و نیز هیچ مطالعه‌ای اثر کم خوابی و پارامترکهولت سن را همزمان بر حافظه بررسی نکرده است، که نوآوری مطالعه حاضر می باشد. بنابراین این مطالعه با هدف، ارزیابی و مقایسه نقشه مغزی مرتبط با افراد جوان و سالمند سالم در دوره کم خوابی با استفاده از داده‌های fMRI، انجام گرفت. نتایج این مطالعه می‌تواند دیدگاه علوم شناختی در رابطه با نقشه های مغزی مرتبط با حافظه در افراد نرمال محروم از خواب ارائه کند و هم‌چنین تأثیر محرومیت از خواب بر عملکرد حافظه در افراد جوان و سالمند را مورد بررسی قرار دهد.

1. Electroencephalography
2. Positron Emission Tomography
3. Single Photon Emission Computed Tomography
4. Functional Magnetic Resonance Imaging

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

مواد و روش ها

در ایـن مطالعـه گذشـته‌نگـر، داده‌هـای 40 نفـر (17 نفـر جـوان و 23 نفـر مسـن) داوطلـب از سـایت https://openneuro.org با کسب اجازه اخذ شد. 17 نفـر در محدوده سنی بین(30-20) بـه عنـوان گـروه جـوان و 23 نفر در محدوده سـنی بـین(75-65) بـه عنـوان گـروه مسن انتخاب شدند. هر دو گروه با یک دوره کم‌خوابی (یک ماهه) مواجه بودند به‌گونه‌ای که در طول آزمـایش 3 ساعت زودتر از زمان معمول بیدار می‌شـدند. سـلامت هر یک از این افراد با مرور تصاویر کلینیکی و تاریخچه پزشکی هر فرد به تائید پزشک متخصص مغز و اعصاب نیز رسیده بود. معیارهای خروج از مطالعه شـامل، وجـود یا سابقه اختلال روان پزشکی و نورولوژی، سوء مصرف مواد و الکل و مصرف کافئین بیش از حد مجاز (4 فنجان قهوه در طول روز) در نظر گرفته شد. هم‌چنین، در صـورت نامطلوب بودن نتایج آنالیز تصاویر (به علت آرتیفکـت و نویز)، داده های شخص از مطالعه خارج شد.

وسایل و تجهیزات این مطالعـه شـامل، دسـتگاه 3T Siemens MRI، نرم‌افـزار RadiAnt Dicom viewer و MRIcron جهت خواندن تصاویر Dicom و انجام تبدیلات لازم بر روی فرمت تصاویر گرفتـه شـده و آمـاده‌سـازی آن‌ها برای انجام مراحل آنالیز بود. هم‌چنین از کـامپیوتر پر قدرتی مجهز به نرم‌افزار MATLAB نسـخه R2016a برای نصب تولباکس‌های SPM12 و CONN، استفاده شد.

تصاویر با استفاده روش echo-planar چند مرحله‌ایـی مطابق با تنظیمات، زاویـه چـرخش 75، TE= 30 mSec، TR= 2/5 Sec، میدان دید برابر 28/8 سانتی‌متر، ضخامت برش 3 میلی‌متر، اینترلیو (یک در میان) از پایین به بالا اخـذ شد. اسکن‌های آناتومیک بـا وزن T1 از نمـای سـاژیتال با توالی BRAVO، میدان دید 24 سـانتی‌متـر، ضـخامت برش 1 میلی‌متر، اینترلیو (یک در میان) از پایین بـه بـالا اخذ شد و تعداد اسلایس در هر والیوم مغز 50 بوده است.

پیش پـردازش یـک اقـدام ضـروری قبـل از آنـالیز داده‌های fMRI می‌باشد که به دلایلـی از جملـه ضـعیف بودن سـیگنال سـطح اکسـیژن خـون انـدازه‌گیری شـده، تفـاوت کـم در دامنـه‌ی سـیگنال وابسـته بـه آزمـایش محرومیت از خواب و پایین بودن نسبت سیگنال به نـویز انجام آن ضرورت دارد. در این آزمایش نیز همانند تمام روش‌های موجود برای آنالیز تصاویر fMRI مجموعه‌ای از پیش‌پـردازش‌هـای لازم جهـت آمـاده‌سـازی تصـاویر انجـام شـد. تمـامی مراحـل پـیش‌پـردازش توسـط الگوریتم‌های موجود در SPM12 و CONN انجام شـد که شامل موارد زیر است.

- اصلاح نقشه میدان به منظور کاهش به هم ریختگی تصویر
- اصلاح زمانبندی برش یا مرجع برش توسط به منظور تکمیل تفاوت زمانی در اخذ، میان برش‌های متفاوت
- هم راستاسازی کل داده‌ها fMRI با میانگین حجم‌ها به منظور اصلاح حرکت سر بیمار
- انطباق تصاویر عملکردی و ساختاری بر روی هم به منظور تشخیص دقیق‌تر محل فعالیت
- بخش‌بندی کردن تصویر ساختاری برای به‌دست آوردن تصویر اصلاح شده پایه
- نرمالیزاسیون مکانی داده‌های ساختاری و عملکردیfMRI
- هموارسازی با کرنل گوسین ایزوتروپیک

بعد از پیش‌پردازش تصاویر حالت استراحت، سری زمانی هر وکسل بـا اسـتفاده از فیلتـر میـان‌گـذر بـا بـازه فرکانسی 0/01 تا 0/08 هرتز فیلتر شـد، تـا اثرهـای دریافـت فرکانس پایین و نویز فرکانس بالای مربوطه ریتم قلب و تنفس حذف شـوند. سـپس سـری زمـانی فیلتـر شـده بـه حوزه فرکانس برده و با اسـتفاده از تبـدیل فوریـه سـریع (Fast Fourier transform) طیـف تـوان آن محاسـبه گردیـد و سـپس ریشـهٔ مربعـات در همـهٔ فرکـانس‌هـای طیف توان محاسبه و در انتهـا میـانگین آن‌هـا بـرای هـر وکسل در محدوده 0/01 تا 0/08 هرتز محاسبه شد. ایـن مقـدار میـانگین کـه بـه ازای هـر وکسـل محاسـبه می‌شود، یـک نگاشـت دامنـه نوسـانات فرکـانس پـایین (Amplitude of Low-Frequency Fluctuation: ALFF)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

را از مغز می‌دهد. تفاوت تصاویر حالت استراحت fMRI در قبل و بعد ازمحرومیت از خواب با آنالیزALFF در جعبه ابزار CONN نرم‌افزار MATLAB انجام شد که نشان دهنده اثر محرومیت از خواب بر مغز افراد جوان و مسن است.

در این مطالعه از "تحلیل مولفه‌های مستقل مکانی (Independnt Component Analysis)" یا ICA، مرتبط با نواحی حافظه، استفاده شده است، زیرا رزولشن مکانی داده‌های fMRI بیش‌تر از رزولشن زمانی است(21). به منظور انتخاب نواحی مرتبط با حافظه و استقلال مکانی بین این مؤلفه‌ها، نسبت هم‌پوشانی، بین هر دو ICA مکانی و زمانی، در نواحی مرتبط با حافظه محاسبه شد که نسبت همپوشانی آن‌ها صفر بوده است. همه آنالیزها در جعبه افزار CONN، نرم‌افزار MATLAB انجام شد.

ارتباط عملکردی به نوعی از ارتباط اطلاق می‌گردد که به محاسبه اثر فعالیت یک ناحیه مغزی روی فعالیت نواحی دیگر مغزی می‌پردازد. در این مطالعه، به منظور ارزیابی ارتباط عملکردی از روش آنالیز همبستگی و روش تئوری گراف استفاده شد و همهٔ همبستگی بین سری زمانی fMRI استخراج شده از ناحیه‌های مرتبط با حافظه، درون مغز محاسبه گردید. خروجی این روش یک نگاشت مکانی از مغز است که بیانگر همبستگی نواحی مرتبط با حافظه است. نواحی مرتبط با حافظه بر اساس نظر متخصصان علوم اعصاب و علوم شناختی انتخاب شد که این نواحی در جدول شماره 1 آورده شده است(6،7،10،17،20،27-22).

جدول شماره 1: نواحی مختلف مغزی درگیر در پردازش حافظه

مخفف	نواحی مغز	Brain regions
MedFC	قشر جلوی مغز داخلی	Medial prefrontal cortex
ACC	قشر سینگولیت قدامی	Anterior Cingulate Cortec
dlPFC	قشر جلوی مغز پشتی جانبی	dorsolateral prefrontal cortex
THL l	تالاموس چپ	Thalamus Left
THL r	تالاموس راست	Thalamus Right
Hip l	هیپوکامپ سمت چپ	Hippocampus Left
Hip r	هیپوکامپ سمت راست	Hippocampus Right
AMG l	آمیگدال چپ	Amygdala Left
AMG r	آمیگدال راست	Amygdala Right
Para l	قشر پاراهیپوکامپ چپ	parahippocampal cortex Left
Para r	قشر پاراهیپوکامپ راست	parahippocampal cortex Right
NAc l	اکومبنس چپ	Accumbens Left
NAc r	اکومبنس راست	Accumbens Right
Brainstem	ساقه مغز	Brainstem

یافته‌ها

نتایج آنالیز ALFF در گروه مسن مرتبط با نواحی THL r، AMG l، NAc l، ParaHip l و Brainstem بعد از دوره بی‌خوابی نسبت به ابتدای مطالعه به‌طور معنی‌داری نشان داد که افزایش فعالیت در اکثر نواحی وجود دارد. اما در گروه جوان در بعد از دوره بی‌خوابی نسبت به ابتدای مطالعه در ناحیه‌ی Thalamus r، Brainstem، Amygdala، Accumbens l و Parahipocampal l افزایش فعالیت داشتند ولی بقیه نواحی کاهش فعالیت را به‌طور معنی‌داری نشان دادند (سطح معنی‌داری P<0/05) (نمودار شماره 1 و 2، جدول شماره 2).

جدول شماره 2: نمایش تعداد وکسل های فعال در افراد پیر و جوان قبل و بعد از بی‌خوابی (p< 0/05) براساس مختصات MNI

ناحیه و مختصات MNI (x, y, z)	تعداد وکسل‌ها			
	گروه جوان در ابتدای مطالعه	گروه جوان بعد از دوره بی خوابی	گروه مسن در ابتدای مطالعه	گروه مسن بعد از دوره بی خوابی
Middel Frontal cortx (22,34,22)	587	279	604	589
Thalamus Left (8, -2, 8)	580	511	474	376
Thalamus Right (10, 2, 8)	486	487	411	321
Hippocampus Left (20, -30, -8)	436	425	309	155
Hippocampus Right (24, -28, -10)	406	401	221	149
Amygdala Left (27, -4, -20)	143	169	90	56
Amygdala Right (22, -2, -15)	141	187	79	80
Accumbens Left (8, 12, 1)	57	73	54	32
Accumbens Right (11, 11, 1)	71	70	33	19
Parahipocampal Left (18, -3, -15)	275	324	252	198
Parahipocampal Right (26,-36,-10)	322	318	223	197
Anterior Cingulate Cortex (4,14,-12)	852	589	727	107
Brain Stem (2, -15, -28)	1683	1716	1633	1186

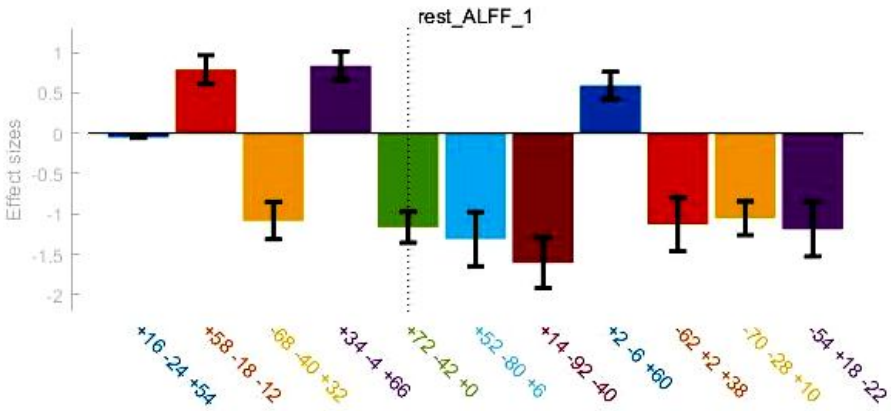
در گروه جوان، نتایج روش ICA نشان داد که فعالیت نواحی AMGr، NAcr، NAcl و ACC در بعد از دوره بی خوابی نسبت به ابتدای مطالعه کاهش یافت در حالی که بقیه نواحی افزایش فعالیت را نشان داده اند. در گروه مسن نیز فعالیت نواحی ACC، AMGr، BrainStem و Hip r در بعد از دوره بی خوابی نسبت به ابتدای مطالعه افزایش پیدا کرده است در حالی که بقیه نواحی کاهش فعالیت را نشان داده اند که این نتایج در تصاویر شماره 1 و 2 نشان داده شده است.

در هر دو گروه جوان و مسن درمجموع بعد از دوره بی خوابی تعداد ارتباطات کاهش یافت. ارتباطات

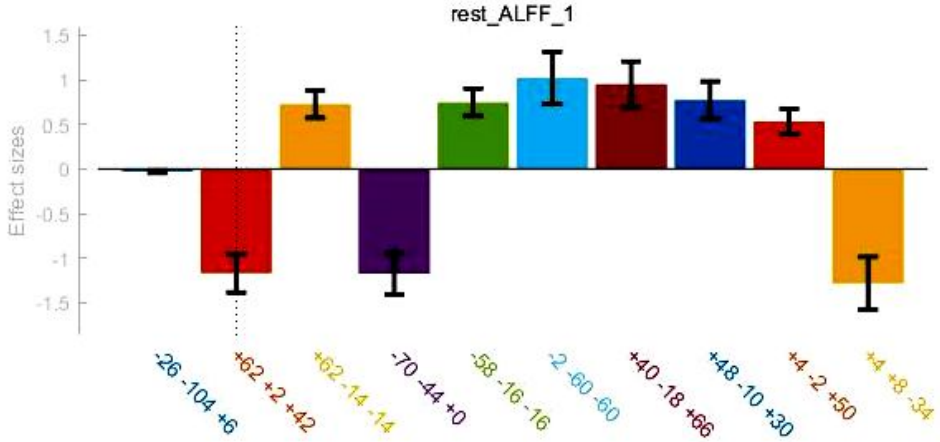
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

نـواحی مغـز شـامل NAc l– HL r، NAc l–THL l، NAc l– araHip l، NAc l–ParaHip r، NAc l–ACC، NAc l–AMG r، NAc l–Hip r، THL l–Hip l، THL l–ParaHip l، Brainstem–ParaHip l، Brainstem–AMG r، Brainstem–ParaHip r، AMG l–Brainstem، AMG l–Nac r، Brainstem–AMG l، NAc r–AMG r، ParaHip l–THL l بعـد از دوره بی‌خـوابی نسـبت بـه ابتـدای مطالعـه بـه یـک ارتباطـات AMG l–ParaHip r کاهش داشت. در ابتـدای مطالعـه، گروه مسن دارای ارتباطـات مطـابق ACC–ParaHip r، ParaHip r–ParaHip l، ParaHip r–MedFC، ACC–THL l، THL r–ACC و THLl–MedFC بود اما بعد از دوره بی‌خوابی ارتباطات مطابق AMG l–AMG r، ParaHip r–ParaHip r، Brainstem–THL l، Brainstem–THL r داشتند (P<0/05). نتایج در تصاویر شماره 3 و 4 آورده شده است.

برای بررسی ارتباط عملکردی بین نواحی مربوط به حافظه مغز از روش تئوری گـراف در جعبـه افـزار CONN نرم‌افزار MATLAB استفاده شد که نتایج ارتباطات مغز در نواحی مربوط به حافظـه در گـروه جـوان و مسـن در تصاویر شماره 3 و 4 آورده شده است.

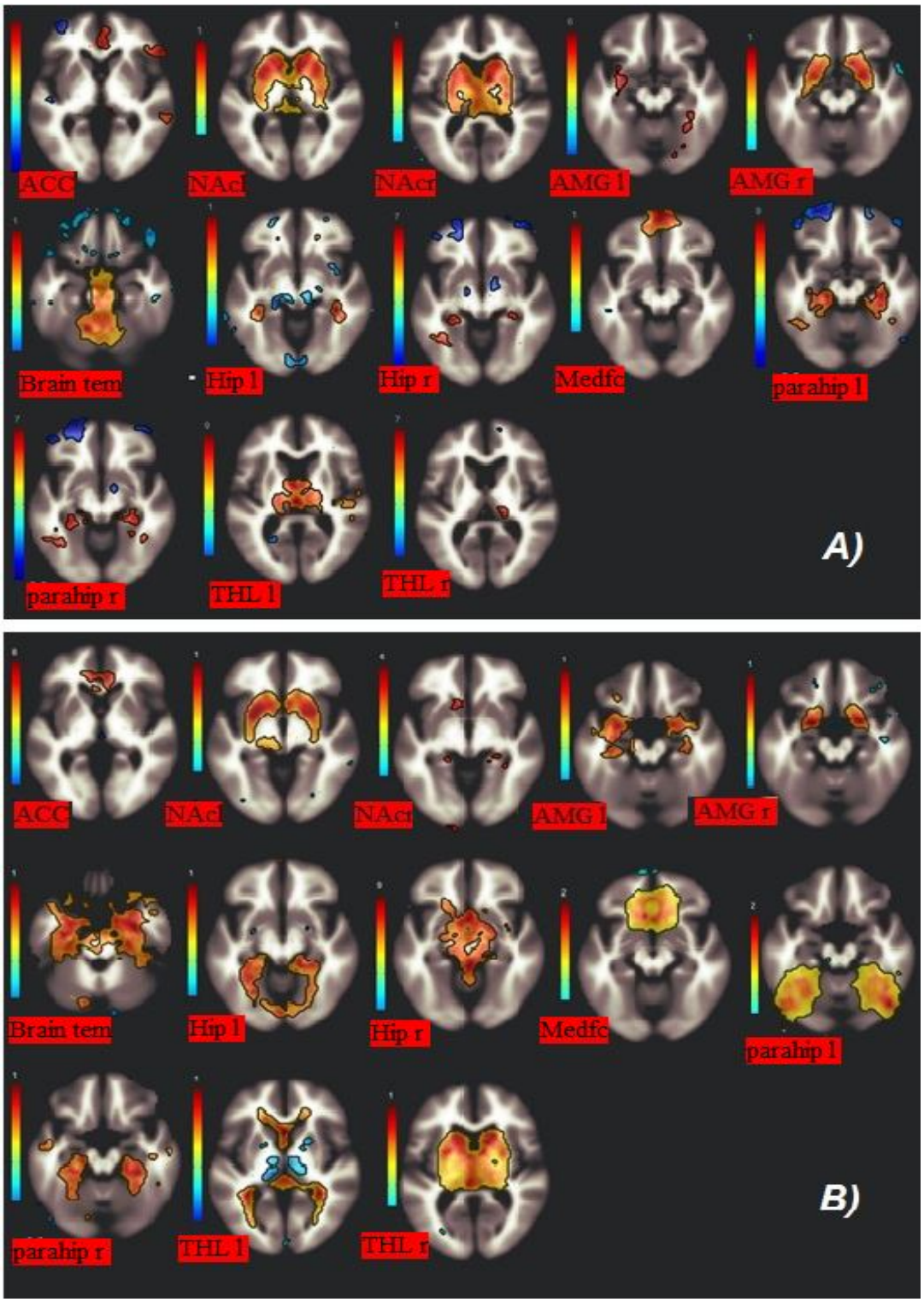


نمودار شماره 1: نمودار ستونی تغییرات فعالیت نواحی مغز گروه جوان بعد از دوره بی خوابی (محور افقی مختصات مرکز نواحی فعال در اطلس MNI و محور عمودی اندازه فعالیت نواحی فعال)



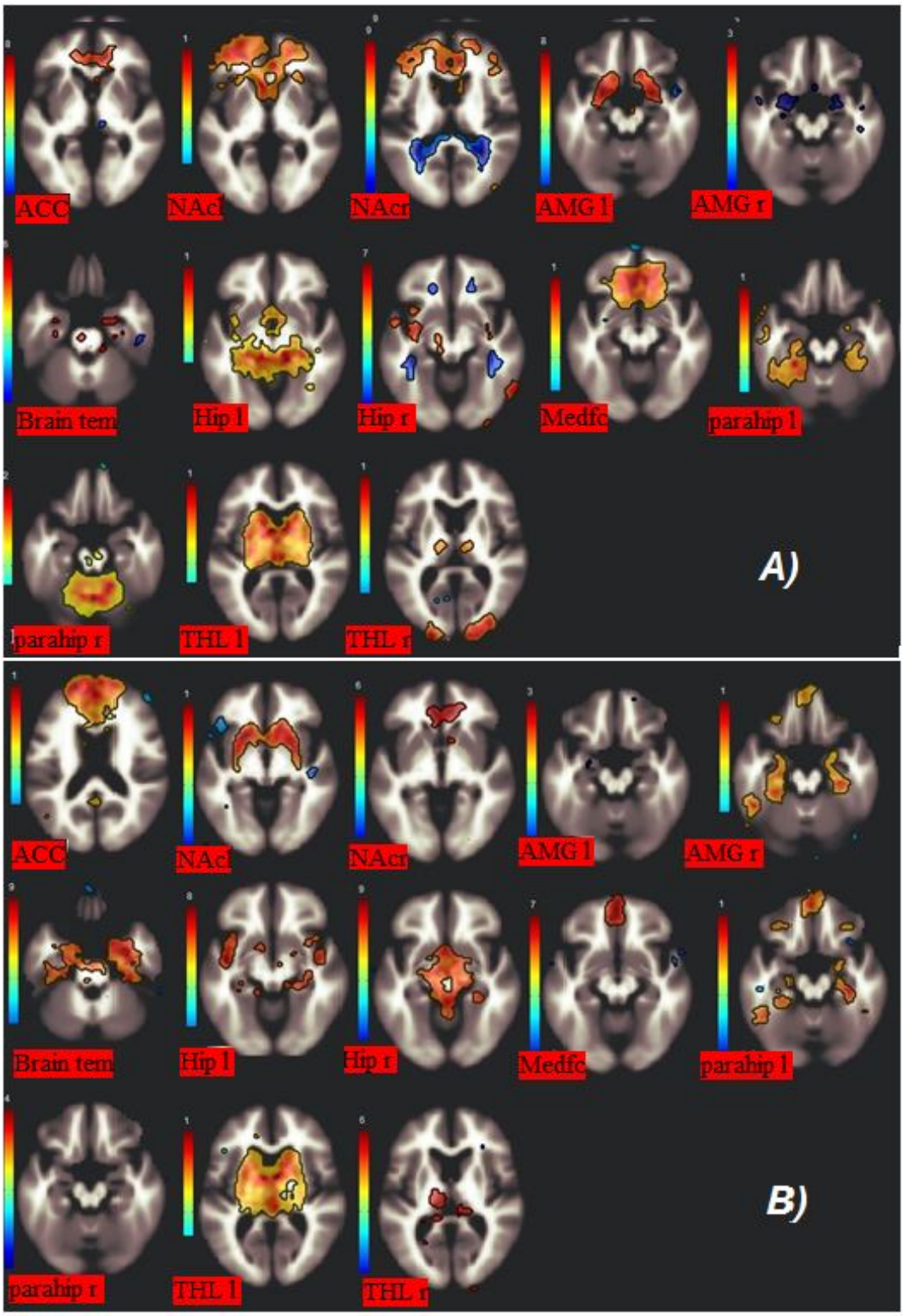
نمودار شماره 2: نمودار ستونی تغیرات فعالیت نواحی مغز گروه مسن بعد از دوره بی خوابی (محور افقی مختصات مرکز نواحی فعال در اطلس MNI و محور عمودی اندازه فعالیت نواحی فعال)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]



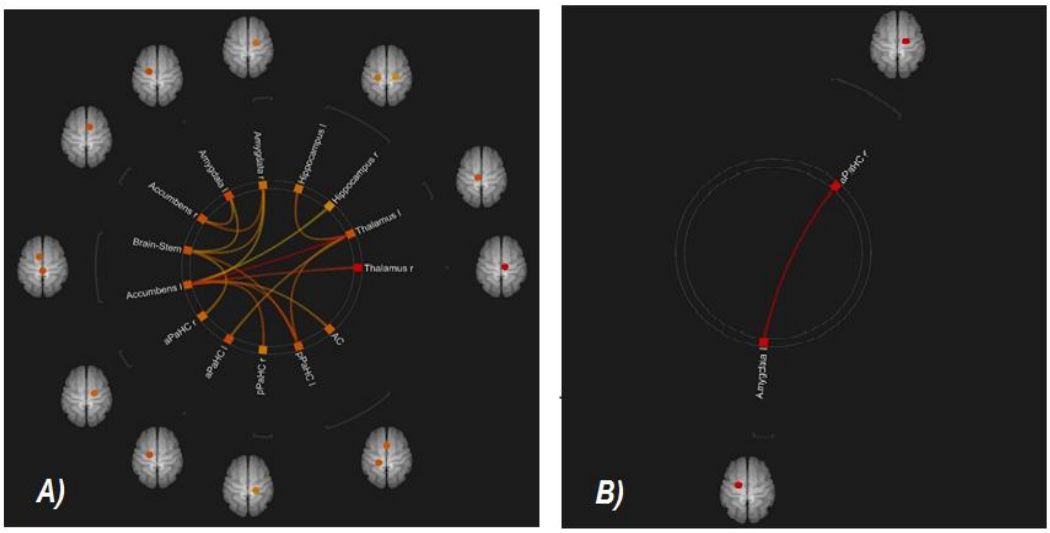
تصویر شماره 1: طیف رنگ قرمز نشان دهنده افزایش فعالیت نسبت به حالت پایه و طیف رنگ آبی نشان دهنده کاهش فعالیت نسبت به حالت پایه را در گروه جوان مشخص می کند، A) قبل از دوره بی خوابی، B) بعد از دوره بی خوابی می باشد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

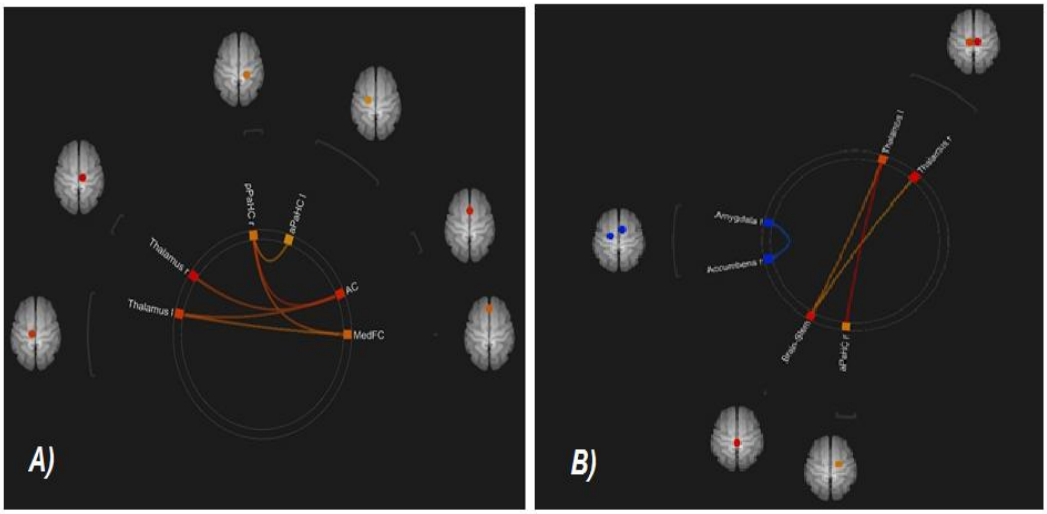


تصویر شماره 2: طیف رنگ قرمز نشان دهنده افزایش فعالیت نسبت به حالت پایه و طیف رنگ آبی نشان دهنده کاهش فعالیت نسبت به حالت پایه را در گروه مسن مشخص می‌کند، A) قبل از دوره بی خوابی B) بعد از دوره بی خوابی می باشد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]



تصویر شماره 3: نمایش ارتباطات نواحی مربوط به حافظه به‌صورت حلقه ای در گروه جوان A) قبل از دوره بی خوابی B) بعد از دوره بی خوابی



تصویر شماره 4: نمایش ارتباطات نواحی مربوط به حافظه به صورت حلقه ای در گروه مسن A) قبل از دوره بی خوابی B) بعد از دوره بی خوابی

بحث

در این مطالعه، اثرات بی‌خوابی بر ارتباطات عملکردی نواحی مرتبط با حافظه در دو گروه سنی جوان و مسن مورد بررسی قرار گرفت. ضرورت مطالعه حاضر بدین دلیل است که بی خوابی باعث اثرات منفی روحی- روانی، نظیر اختلال در فعالیت طبیعی مغز افراد می‌شود و شناخت اثرات بی‌خوابی دوره‌ای و موقت کنترل شده بر فعالیت و ارتباطات مغزی می‌تواند در شناخت اثرات بی‌خوابی در طولانی مدت مفید واقع شود(31-28).

یافته‌های این مطالعه در آنالیز ALFF شامل کاهش فعالیت در نواحی MedFC، THL l، Hip r، Hip l، NAc r، Parahipr و ACC بعد از دوره بی‌خوابی نسبت به ابتدای مطالعه در هر دو گروه مسن و جوان می‌باشد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

در ناحیه AMG r در هر دو گروه بعد از دوره بی‌خوابی نسبت به ابتدای مطالعه افزایش فعالیت به‌دست آمد. در نواحی THL r، AMG l، NAc l، ParaHip l و Brainstem در گروه جوان بعد از دوره بی‌خوابی نسبت به ابتدای مطالعه افزایش فعالیت، اما در گروه مسن کاهش فعالیت نشان داده‌اند (سطح معنی‌داری P<0/05). نواحی Hip r و Hip l در هر دو گروه کاهش فعالیت را نشان داده‌اند و این ناحیه ها در مطالعات گذشته به عنوان مناطق اصلی پردازش بصری شناخته می‌شوند(26). با توجه به فعالیت این نواحی در دوره بی‌خوابی لذا منطقی به نظر می‌رسد که در زمان استراحت فعالیت کم‌تری از خود نشان دهند. این نتیجه با نتایج مطالعات گذشته هم راستا است(26).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد فعالیت تالاموس راست و تالاموس چپ درحالت استراحت بعد از دوره بی‌خوابی در گروه مسن کاهش و در گروه جوان تالاموس چپ کاهش و تالاموس راست افزایش فعالیت دارند. نتایج حاصل از مطالعه Nechifor و همکاران نیز، افزایش فعالیت تالاموس چپ و تالاموس راست را گزارش کرده‌اند(24). نتایج این مطالعه و نیز مطالعه حاضر در گروه جوان در ناحیه تالاموس راست افزایش فعالیت را نشان می‌دهد اما تالاموس چپ در مطالعه حاضر کاهش فعالیت داشت که می‌تواند احتمالا به اثر مخرب پیری بر ارسال اطلاعات حسی و اولیه از تالاموس به سمت قائده‌های مغز اشاره داشته باشد. گروه سنی مسن در مطالعه Nechifor بررسی نشده است و احتمالاً این تفاوت به دلیل تأثیر سن بر عملکرد تالاموس باشد. تالاموس به‌عنوان رابط بین ساختارهای زیر قشر (Subcortical) و قشر(Cortex) در نظر گرفته می‌شود. از آن‌جایی‌که بیش‌تر سیستم‌های حسی (شامل چشایی، بینایی و احساسی) هسته تالاموس دارند، می‌توان تصور کرد که تالاموس در پردازش اطلاعات حسی نقش دارد. هسته‌های تالاموس، ورودی‌ها را به نواحی MedFC، AMG و Hip ارسال می‌کنند. اتصال از طریق مدارهای تالامو-کورتیکو-تالاموس با تعدیل جریان اطلاعات از قشر جلوی مغز (Frefrontal Cortex) به مناطق درگیر در کنترل حرکت نسبت داده می‌شود.

در مطالعه‌ای که Chen و همکاران انجام دادند افزایش مقدار ALFF در ناحیه تالاموس را گزارش کردند که با نتایج مطالعه حاضر هم خوانی دارد(22). این اثر ممکن است به دلیل صرف انرژی برای بیدار نگه داشتن مغز باشد که موجب افزایش فعالیت تالاموس شده است.

نتایج روش ICA نشان داد در گروه جوان، فعالیت نواحی AMGr، NAcr، NAcl و ACC در بعد از دوره بی‌خوابی نسبت به ابتدای مطالعه کاهش یافت در حالی که بقیه نواحی افزایش فعالیت را نشان داده‌اند. در گروه مسن نیز فعالیت نواحی ACC، AMGr، BrainStem و Hip r در بعد از دوره بی‌خوابی نسبت به ابتدای مطالعه افزایش پیدا کرده است، در حالی که بقیه نواحی کاهش فعالیت را نشان داده‌اند. مطالعه Zhou و همکاران نشان داد که بی‌خوابی و پیری نتایج مشابهی در کاهش عملکرد شناختی و اختلال در عملکرد مغز دارند(25). در مطالعه انجام شده توسط این گروه، مقایسه بین اثرات بی‌خوابی و پیری با استفاده از fMRI حالت استراحت مورد بررسی قرارگرفت. در این مطالعه، اتصال عملکردی شبکه‌های مغز در بین سه گروه (گروه جوان با خواب نرمال، گروه جوان بعد از دوره بی‌خوابی و گروه مسن) توصیف شد. شبکه‌های حافظه به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر پیری و هم‌چنین بی‌خوابی در گروه حافظه قرار گرفتند که این نتایج با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مشابهت دارد. زیرا نتایج این مطالعه نیز نشان داد اتصال عملکردی بعد از دوره بی‌خوابی به شدت در گروه جوان کاهش می‌یابد. در مطالعه‌ی Zhou پس از انجام تحلیل‌های آماری به این نتیجه رسیدند که افراد مسن تحمل بیش‌تری در مقابل بی‌خوابی نسبت به جوانان دارند. در این مطالعه نیز این نتیجه حاصل شد که اتصال عملکردی در مغز گروه جوان افت بسیار شدیدتری نسبت به اتصال عملکردی در گروه مسن داشت.

در مطالعه Chai و همکاران که برای اولین بار بررسی تغییرات اتصال Hippocampus در حالت استراحت

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

پس از یک شب محرومیت کامل از خواب انجام شد، نشان داده شد که ارتباط بین Hippocampus و چندین ناحیه مغز پس از بی‌خوابی مختل شده است(23). در مطالعه حاضر نیز نشان داده شد که بعد از بی‌خوابی در گروه جوان اتصالات Hippocampus با سایر نواحی به شدت کاهش یافت و در گروه مسن نیز یک ارتباط عملکردی این ناحیه با اختلال روبرو شد. اختلال در ارتباط بین Hippocampus با سایر نواحی منجر به اختلال در عملکرد های عصبی- رفتاری شامل کاهش زمان پاسخ، اختلال در تمرکز، کاهش توانایی یادگیری و تثبیت حافظه می‌شود(23).

در مطالعه Yoo و همکاران، با استفاده از یک فعالیت تشخیص تصویر دریافتند که یک شب محرومیت کامل از خواب، نقص قابل توجهی در حافظه ایجاد می‌کند(32). هم‌چنین Sterpenich و همکاران نشان دادند که یک شب محرومیت کامل از خواب باعث اختلال در یادآوری تصاویر می‌شود(33). علاوه بر این، Werf و همکاران گزارش دادند که حتی یک اختلال خفیف خواب می‌تواند بر رمزگذاری و عملکرد حافظه وابسته به هیپوکامپ تأثیر منفی ایجاد کند(34). از آن‌جاکه در مطالعه حاضر نیز اختلال در ارتباط Hippocampus به دست آمد، می‌توان استنباط کرد که این نتیجه با نتایج مقالات ذکر شده هم راستاست، هر چند مدت زمان بی‌خوابی در مطالعات اختلاف دارد.

در مطالعه Almkov و همکاران، که به بررسی مناطق مربوط به شبکه حالت پیش‌فرض در حالت استراحت پرداخته شد، دریافتند افراد مسن ممکن است به توجه بیش‌تری برای انجام چالش‌های شناختی به دنبال محرومیت کامل از خواب نیاز داشته باشند که از طریق کاهش فعال‌سازی مناطق در شبکه حالت پیش‌فرض انجام می‌شود(28). این در حالی بود که مغز گروه جوان در همین شبکه به دنبال محرومیت از خواب، فعالیت کم‌تری را نشان دادند که این مهم با نتایج این مطالعه مطابقت دارد، چرا که در این مطالعه نیز نواحی Hip r و Hip l کاهش فعالیت داشتند. لازم به ذکر است بقیه نواحی بررسی شده اشتراک نداشتند. علاوه بر این، نتایج حاصل از مطالعه Almkov نشان داد که درگروه مسن برای انجام یک کار شناختی که مستلزم توجه است، در مقایسه با گروه جوان، بعد از دوره بی‌خوابی، نواحی مغزی بیش‌تری درگیر می‌شوند و اتصال عملکردی بیش‌تری ایجاد می‌کنند. این نتیجه با نتایج حاصل از این مطالعه هم‌خوانی دارد، چرا که در گروه مسن 4 اتصال عملکردی و در گروه جوان 1 اتصال عملکردی بعد از دوره بی‌خوابی ایجاد شد. این پاسخ انطباقی ممکن است به نوعی نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری افراد مسن سالم در برابر اثرات مضر محرومیت از خواب، از جمله زوال شناختی مرتبط با کاهش خواب باشد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مغز سالم توانایی بالایی برای سازگاری با تغییرات، حتی در سنین بالاتر دارد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بی‌خوابی به‌طور کلی باعث کاهش ارتباطات بین نواحی مختلف مرتبط با حافظه می‌شود که این کاهش در گروه جوان بسیار مشهودتر است.

سپاسگزاری

این مطالعه حاصل از طرح تحقیقاتی با کد 4010118 است که شامل پایان‌نامه کارشناسی ارشد مصوب دانشگاه کرمانشاه در تاریخ 1401/03/21 می‌باشد. این طرح در کمیته اخلاق علوم پزشکی کرمانشاه در تاریخ 1400/1/31 با کد اخلاق IR.KUMS.MED.REC.1400.003 تصویب شد. بدین‌وسیله از گروه مهندسی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه به خاطر در اختیار قرار دادن کامپیوتر و سرور پردازنده کمال تشکر و قدردانی می‌گردد و هم‌چنین هیچ کدام از نویسندگان این مطالعه تعارض منافعی برای انتشار این مطالعه ندارند.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

References

1. Walker MP, Stickgold R. Sleep-dependent learning and memory consolidation. Neuron 2004; 44(1): 121-133.
2. Morin CM, Beaulieu-Bonneau S, Ivers H, Vallières A, Guay B, Savard J, et al. Speed and trajectory of changes of insomnia symptoms during acute treatment with cognitive–behavioral therapy, singly and combined with medication. Sleep Med 2014; 15(6): 701-707.
3. Azimi MA, Moradi A, Hasani J. Effectiveness of cognitive behavioral therapy for insomnia (traditional and Internet-based) on everyday memory of people with insomnia and comorbid depression. Advances in Cognitive Science 2019; 20(4): 20-34 (Persian).
4. McCoy JG,Strecker RE. The cognitive cost of sleep lost. Neurobiol Learn Mem 2011; 96(4): 564-582.
5. Diekelmann S. Sleep for cognitive enhancement. Front Syst 2014; 8: 46.
6. Haimov I, Shatil E. *C*ognitive training improves sleep quality and cognitive function among older adults with insomnia. PloS one 2013; 8(4): e61390.
7. Rasch B, Born J. About sleep's role in memory. Physiol Rev 2013; 93(2): 681-766.
8. Ferrari M, Quaresima V. A brief review on the history of human functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) development and fields of application. Neuroimage 2012; 63(2): 921-935.
9. Griessenberger H, Heib DPJ, Lechinger J, Luketina N, Petzka M, Moeckel T, et al. Susceptibility to declarative memory interference is pronounced in primary insomnia. PLoS One 2013; 8(2): e57394.
10. Geyer T, Mueller HJ, Assumpcao L, Gais S. Sleep-effects on implicit and explicit memory in repeated visual search. PLoS One 2013; 8(8): e69953.
11. Bailey HR, Zack JM, Hambrick DZ, Zacks RT, Head D, Kurby CA, et al. Medial temporal lobe volume predicts elders' everyday memory. Psycholo Sci 2013; 24(7): 1113-1122.
12. Tartar JL, Tartar JL, Ward CP, McKenna JT, Thakkar M, Arrigoni E, et al. Hippocampal synaptic plasticity and spatial learning are impaired in a rat model of sleep fragmentation. Eur J Neurosci 2006; 23(10): 2739-2748.
13. Campbell IG, Guinan MJ, Horowitz JM. Sleep deprivation impairs long-term potentiation in rat hippocampal slices. J Neurophysiol 2002; 88(2): 1073-1076.
14. Kim EY, Mahmoud GS, Grover LM. REM sleep deprivation inhibits LTP in vivo in area CA1 of rat hippocampus. Neurosci lett 2005; 388(3): 163-167.
15. Bliss TV, Collingridge GL. A synaptic model of memory: long-term potentiation in the hippocampus. Nature 1993; 361(6407): 31-39.
16. Tartar JL, McKenna JT, Ward CP, McCarley RW, Strecker RE, Brown RE. Sleep fragmentation reduces hippocampal CA1 pyramidal cell excitability and response to adenosine. Neurosci Lett 2010; 469(1): 1-5.
17. Zagaar M, Alhaider I, Dao A, Levine A, Alkarawi A, Alzubaidy M, et al. The beneficial effects of regular exercise on cognition in REM sleep deprivation: behavioral, electrophysiological and molecular evidence. Neurobiol Dis 2012; 45(3): 1153-1162.
18. Zagaar M, Dao A, Levine A, Alaider I, Alkadhi K. Regular exercise prevents sleep

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]

deprivation associated impairment of long-term memory and synaptic plasticity in the CA1 area of the hippocampus. Sleep 2013; 36(5): 751-761.

19. Hajali V, Sheibani V, Mahani SE, Hajializadeh Z, Shabani M, Aliabadi HP, et al. Ovariectomy does not exacerbate the negative effects of sleep deprivation on synaptic plasticity in rats. Physiol Behav 2015; 144: 73-81.
20. Salari M, Sheibani V, Saadati H, Pourrahimi A, khaksarihadad M, Esmaeelpour K, et al. The compensatory effect of regular exercise on long-term memory impairment in sleep deprived female rats. Behavioural Processes 2015; 119: 50-57.
21. Calhoun VD, Adali T, Pearlson GD, Pekar J. Spatial and temporal independent component analysis of functional MRI data containing a pair of task□related waveforms. Hum Brain Mapp 2001; 13(1): 43-53.
22. Chen L, Qi X, Zheng J. Altered regional cortical brain activity in healthy subjects after sleep deprivation: a functional magnetic resonance imaging study. Front Neurol 2018; 9: 588.
23. Chai Y, Fang Z, Yang FN, Xu S, Deng Y, Raine A, et al. Two nights of recovery sleep restores hippocampal connectivity but not episodic memory after total sleep deprivation. Scientific Reports 2020; 10(1): 1-11.
24. Nechifor RE, Ciobanu D, Vonica CL, Popita C, Roman G, Bala C, et al. Social jetlag and sleep deprivation are associated with altered activity in the reward-related brain areas: An exploratory resting-state fMRI study. Sleep Med 2020; 72: 12-19.
25. Zhou X, Wu T, Yu J, Lei X. Sleep deprivation makes the young brain resemble the elderly brain: a large-scale brain networks study. Brain Connect 2017;7(1): 58-68.
26. Son YD, Kang JM, Cho SJ, Lee JC, Hwang HY, Kang SG, et al. fMRI brain activation in patients with insomnia disorder during a working memory task. Sleep Breath 2018; 22(2): 487-493.
27. Almklov EL, Drummond SPA, Orff H, Alhassoon OM. The effects of sleep deprivation on brain functioning in older adults. Behav Sleep Med 2015; 13(4): 324-345.
28. Li Y, Zou G, Shao Y, Yao P, Lio J, Zhou S, et al. Sleep discrepancy is associated with alterations in the salience network in patients with insomnia disorder: an EEG-fMRI study. NeuroImage: Clinical 2022; 35: 103111.
29. Shao Y, Zou G, Tabarak S, Chen J, Gao X, Yao P, et al. Spindle-related brain activation in patients with insomnia disorder*:* An EEG-fMRI study. Brain Imaging Behav 2022; 16(2): 659-670.
30. Fasiello E.Functional connectivity changes in insomnia disorder: A systematic review. Sleep Med Rev 2022; 61: 101569.
31. Sabot D, Baumann O. Neuroimaging Correlates of Cognitive Behavioral Therapy for Insomnia (CBT-I): A Systematic Literature Review. Journal of Cognitive Psychotherapy 2022.
32. Yoo SS. A deficit in the ability to form new human memories without sleep. Nature Neuroscience 2007; 10(3): 385-392.
33. Sterpenich V, Albouy G, Boly M, Vandewalle G, Darsaud A, Balteau E, etal. Sleep-related hippocampo-cortical interplay during emotional memory recollection. PLoS Biology 2007; 5(11): e282.
34. Van Der Werf, Altena E, Schoonheim MM, Sanz-Arigita EJ, Vis JC, De Rijke W, et al. Sleep benefits subsequent hippocampal functioning. Nat Neurosci 2009; 12(2): 122-123.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-25]