Journal of Animal Biology, Summer 2025; 17(4):105-114

ISSN: 1735-9724

Research Article

The Effect of Four-Week Co-Supplementation of Magnesium and Vitamin D on Sleep Quality and Circadian Rhythm in Cadets of Imam Ali Officers' University

Hekmat Ehsanbakhsh[1], Hamid Yousefi[1], Ehsan Yousefalizadeh[2]*

1- Department of Health and Medicine, Faculty of Basic Sciences, Imam Ali Officers' University, Tehran, Iran

2- Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding author: ehsanyosofalizade@gmail.com

Received: 28 March 2025 Accepted: 25 June 2025

DOI: 10.60833/ascij.2025.1208208

Abstract

Sleep disorders are a common issue among university students, particularly military cadets who are exposed to greater physical and psychological stress. This study aimed to examine the effects of a four-week co-supplementation of magnesium and vitamin D on sleep quality and circadian rhythm in cadets of Imam Ali Officers' University. This quasi-experimental, double-blind study followed a pretest-posttest design with a control group. A total of 30 cadets were randomly assigned to either the experimental group (receiving magnesium and vitamin D supplements) or the control group (receiving a placebo). Sleep quality was assessed using the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), and biochemical levels of serum melatonin, 25-hydroxyvitamin D, and magnesium were measured. Paired t-tests, analysis of covariance (ANCOVA), and multivariate analysis of covariance (MANCOVA) were used to test the hypotheses at a significance level of 0.05. The results showed that in the supplement group, serum levels of melatonin, magnesium, and 25-hydroxyvitamin D significantly increased, and overall sleep quality scores improved. However, multivariate between-group analysis did not confirm significant differences across all sleep components. These findings suggest that the combined intake of magnesium and vitamin D may lead to partial improvement in certain aspects of sleep and circadian rhythm regulation. The use of these supplements is recommended as a simple and practical approach to enhance sleep quality among military students.

Keywords: Magnesium, Vitamin D, Sleep Quality, Circadian Rhythm, Military Students.

زیست‌شناسی جانوری، سال هفدهم، شماره چهارم، تابستان ۱۴۰۴، صفحات ۱۱۴-۱۰۵

ISSN:۱۷۳۵-۹۷۲۴

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر مصرف همزمان منیزیم و ویتامین D به مدت چهار هفته بر کیفیت خواب و ریتم شبانه‌روزی در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع)

حکمت احسان‌بخش[۱]، حمید یوسفی[۱]، احسان یوسفعلی‌زاده[۲*]

۱- گروه بهداشت و طب رزم، دانشکده علوم پایه، دانشگاه افسری امام علی، تهران، ایران

۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*مسئول مکاتبات: ehsanyosofalizade@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۴

DOI: 10.60833/ascij.2025.1208208

چکیده

اختلالات خواب یکی از مشکلات رایج در میان دانشجویان به‌ویژه دانشجویان نظامی است که تحت فشارهای جسمی و روانی بیشتری قرار دارند. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر مصرف همزمان منیزیم و ویتامین D به مدت چهار هفته بر کیفیت خواب و ریتم شبانه‌روزی در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) انجام گرفت. پژوهش حاضر به‌صورت نیمه‌تجربی، دوسوکور، با طراحی پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. تعداد ۳۰ دانشجو به‌صورت تصادفی به دو گروه آزمایش (مکمل منیزیم و ویتامین D و کنترل (دارونما) تقسیم شدند. ارزیابی کیفیت خواب با استفاده از پرسشنامه پیتزبورگ (PSQI) و اندازه‌گیری سطوح بیوشیمیایی ملاتونین، ۲۵-هیدروکسی ویتامین D و منیزیم سرم انجام گرفت. از آزمون t زوجی، تحلیل کوواریانس و تحلیل کوواریانس چندمتغیره در سطح معناداری ۰/۰۵ برای آزمون فرضیه‌ها استفاده گردید. یافته‌ها نشان داد که در گروه دریافت‌کننده مکمل، سطوح سرمی ملاتونین، منیزیم و ۲۵-هیدروکسی ویتامین D به‌طور معناداری افزایش یافت و نمره کل کیفیت خواب بهبود پیدا کرد. با این حال، تحلیل چندمتغیره بین‌گروهی، تفاوت معناداری در همه مؤلفه‌های خواب را تأیید نکرد. این نتایج نشان می‌دهد که مصرف همزمان منیزیم و ویتامین D می‌تواند در بهبود نسبی برخی جنبه‌های خواب و تنظیم ریتم شبانه‌روزی مؤثر باشد. استفاده از این مکمل‌ها به‌عنوان رویکردی ساده و قابل اجرا برای بهبود وضعیت خواب در دانشجویان نظامی توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: منیزیم، ویتامین D، کیفیت خواب، ریتم شبانه‌روزی، دانشجویان نظامی.

مقدمه

خواب یکی از مهم‌ترین نیازهای زیستی انسان است که نه‌تنها بر حفظ انرژی و بازسازی فیزیولوژیکی تأثیر دارد، بلکه نقش کلیدی در عملکرد شناختی، تنظیم احساسات، حفظ ایمنی بدن و تعادل هورمونی ایفا می‌کند (۱). اختلال در الگوی خواب با پیامدهای منفی متعددی از جمله کاهش تمرکز، ضعف حافظه، افزایش خطر افسردگی، چاقی، دیابت نوع دو و بیماری‌های قلبی-عروقی همراه است (۲). این اهمیت دوچندان می‌شود وقتی صحبت از گروه‌هایی مانند دانشجویان نظامی به میان می‌آید که هم‌زمان با فشارهای جسمی، روانی و محیطی، مسئولیت‌های پیچیده و شرایط سخت آموزش را تجربه می‌کنند.

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که دانشجویان نظامی نسبت به جمعیت عمومی در معرض اختلالات خواب بیشتری هستند. شیفت‌های شبانه، خواب منقطع، استرس مزمن، محیط‌های خواب اشتراکی، و نوسانات شبانه‌روزی از جمله عواملی هستند که در کیفیت پایین خواب این گروه مؤثرند (۳). مطالعات گذشته نشان داده‌اند که اختلال در خواب در جمعیت‌های نظامی با افزایش خطر بروز مشکلات روان‌پزشکی مانند اضطراب، اختلال استرس پس از سانحه (PTSD) و کاهش عملکرد شناختی در مأموریت‌ها مرتبط است (٤). این وضعیت نه‌تنها بر سلامت فردی افراد، بلکه بر اثربخشی عملکرد جمعی نیروهای مسلح نیز تأثیرگذار است. ریتم شبانه‌روزی (سیرکادین) که به‌عنوان ساعت بیولوژیکی بدن شناخته می‌شود، در تنظیم چرخه خواب و بیداری نقش اساسی دارد. این ریتم تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر نور، فعالیت بدنی، دما و تغذیه قرار می‌گیرد (۵). اختلال در این چرخه می‌تواند منجر به تغییر در ترشح هورمون‌هایی مانند ملاتونین و کورتیزول شود که نتیجه آن اختلال در آغاز، تداوم یا عمق خواب خواهد بود. در این زمینه، پژوهشگران در سال‌های اخیر به بررسی نقش ریزمغذی‌هایی چون منیزیم و ویتامین D در تنظیم خواب و ریتم شبانه‌روزی علاقه‌مند شده‌اند. منیزیم یکی از مهم‌ترین مواد معدنی بدن است که در بیش از ۳۰۰ واکنش بیوشیمیایی، از جمله عملکرد گیرنده‌های گاما آمینو بوتیریک اسید (GABA)، تنظیم سیستم عصبی مرکزی، سنتز پروتئین و کنترل قند خون نقش دارد (٦). مطالعات متعددی رابطه مستقیم بین کمبود منیزیم و بی‌خوابی، خواب‌رفتگی، خواب منقطع و اضطراب پیش از خواب را گزارش کرده‌اند (۸، ۷). به‌طور خاص، منیزیم با تقویت عملکرد انتقال‌دهنده‌های عصبی مهاری و کاهش تحریک‌پذیری نورون‌ها، زمینه‌ساز ورود به فاز خواب عمیق می‌شود (۹). همچنین شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد کمبود منیزیم سطح کورتیزول را در ساعات غروب افزایش داده و بدین‌ترتیب فرآیند طبیعی القای خواب را مختل می‌کند (۱۰). در کنار منیزیم، ویتامین D نیز از جمله عوامل تغذیه‌ای مؤثر در تنظیم خواب است که از طریق تأثیر بر هورمون ملاتونین و تعامل با گیرنده‌های مغزی، بر ریتم شبانه‌روزی تأثیر می‌گذارد. گیرنده‌های ویتامین D در نواحی مختلف مغز از جمله هیپوتالاموس و هسته سوپراکیاسماتیک که مرکز اصلی تنظیم ساعت زیستی است، یافت می‌شوند (۱۱). مطالعات بالینی نشان داده‌اند که کمبود ویتامین D با افزایش خطر ابتلا به بی‌خوابی، کاهش مدت زمان خواب، و افزایش بیداری‌های شبانه همراه است (۱۲). از سوی دیگر، افزایش سطح ویتامین D می‌تواند سطح ملاتونین را از طریق افزایش بیان ژن تریپتوفان هیدروکسیلاز ۲ (TPH2) و تنظیم چرخه سروتونین-ملاتونین بهبود بخشد (۱۳). ترکیب منیزیم و ویتامین D ممکن است اثر هم‌افزایی در بهبود خواب داشته باشد. یک مطالعه مقطعی در سال ۲۰۲۳ نشان داد افرادی که هم‌زمان سطوح پایین منیزیم و ویتامین D داشتند، کیفیت خواب پایین‌تری نسبت به افرادی با سطوح نرمال داشتند (١٤). همچنین پژوهش‌های مداخله‌ای نیز پیشنهاد کرده‌اند که مکمل‌یاری هم‌زمان این دو ریزمغذی می‌تواند سطح ملاتونین شبانه را افزایش داده و موجب بهبود مؤلفه‌های اصلی خواب مانند زمان به خواب رفتن، مدت خواب و کیفیت کلی شود (١٦، ١٥). با در نظر گرفتن اینکه جمعیت دانشجویان نظامی به دلیل تمرینات شدید بدنی، قرارگیری کمتر در معرض نور طبیعی، تغذیه کنترل‌شده، و سبک زندگی پرتنش، در معرض کمبود هر دو ریزمغذی فوق هستند، ارزیابی اثربخشی مکمل‌یاری ترکیبی منیزیم و ویتامین D بر کیفیت خواب این گروه از

اهمیت خاصی برخوردار است. این موضوع نه‌تنها از منظر بالینی و بهداشتی حائز اهمیت است، بلکه می‌تواند در طراحی مداخلات ساده، غیرتهاجمی و مقرون‌به‌صرفه در ارتقاء عملکرد عملیاتی نیروهای نظامی مؤثر واقع شود. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مکمل‌یاری چهار هفته‌ای منیزیم و ویتامین D بر کیفیت خواب و ریتم شبانه‌روزی در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) طراحی گردیده است. با استفاده از ابزارهای استاندارد سنجش خواب و تحلیل بیوشیمیایی سطح ملاتونین، ۲۵-هیدروکسی ویتامین D و منیزیم، این مطالعه تلاش دارد تا با ارائه شواهد علمی دقیق، پاسخی برای یکی از دغدغه‌های مهم بهداشتی در میان جمعیت نظامی کشور فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی به‌صورت کارآزمایی بالینی تصادفی‌سازی‌شده، دوسوکور و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری شامل دانشجویان پسر۱۸ تا ۲۳ سال دانشگاه افسری امام علی (ع) در سال تحصیلی ۱٤۰۳-۱٤۰٤ بود. از میان داوطلبان واجد شرایط، پس از بررسی معیارهای ورود و خروج و دریافت رضایت‌نامه آگاهانه، ۳۰ نفر به‌صورت تصادفی ساده انتخاب و با استفاده از جدول اعداد تصادفی در دو گروه مساوی آزمایش (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. معیارهای ورود شامل سن ۱۸ تا ۲۳ سال، سلامت عمومی تأییدشده، عدم مصرف مکمل، دارو، مواد محرک، مخدر یا دخانیات طی ٦ ماه گذشته، و نداشتن سابقه اختلال خواب یا بیماری روان‌پزشکی بود. از معیارهای خروج می‌توان به مصرف نکردن منظم مکمل یا دارونما، استفاده از داروهای خواب‌آور، بروز بیماری حاد یا انصراف از پژوهش اشاره کرد. گروه آزمایش به مدت ٤ هفته روزانه مکمل ترکیبی شامل ۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3 و ۱۰۰ میلی‌گرم منیزیم (محصول شرکت Holistica فرانسه) مصرف کرد. گروه کنترل دارونمایی مشابه از نظر شکل و طعم (مالتودکسترین) دریافت نمود. پژوهش به‌صورت دوسوکور انجام شد؛ به‌طوری که آزمودنی‌ها و پژوهشگر از نوع ماده مصرفی آگاه نبودند. برای ارزیابی کیفیت خواب، از پرسشنامه استاندارد و فارسی‌شده‌ی کیفیت خواب پیتزبورگ (PSQI) استفاده شد که شامل ۷ مؤلفه و ۱۹ سؤال بود (۱۷). به ترتیب ۷ مؤلفه اصلی شامل، کیفیت ذهنی خواب، تأخیر در به خواب رفتن، مدت زمان خواب، کارایی خواب، اختلالات خواب، مصرف داروهای خواب‌آور و اختلالات روزانه بود. نمره‌گذاری بر اساس جمع امتیازات مؤلفه‌ها انجام می‌شود و دامنه کل نمره از ۰ تا ۲۱ متغیر است. نمرات بالاتر از ۵ نشان‌دهنده اختلال در کیفیت خواب هستند. در نهایت نمره کلی کیفیت خواب بدست می‌آید. این پرسشنامه در مطالعات متعددی در ایران اعتباریابی شده و از روایی و پایایی مطلوب برخوردار است (۱۸). همچنین برای بررسی ریتم شبانه‌روزی (سیرکادین)، سطح سرمی هورمون ملاتونین پیش و پس از مداخله اندازه‌گیری شد (۱۹). دیگر متغیرهای زیستی شامل سطح سرمی منیزیم و ۲۵-هیدروکسی ویتامین D بود (۲۰). خون‌گیری در هر دو مرحله (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) رأس ساعت ۱۳:۰۰، پس از صرف صبحانه استاندارد و با رعایت شرایط محیطی یکسان انجام شد. حدود ۵ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی جمع‌آوری (در لوله‌های مخصوص حاوی EDTA) و با استفاده از کیت‌های الایزا در آزمایشگاه معتبر تحلیل گردید. برای کنترل متغیرهای مخدوش‌کننده، شرایط خواب، رژیم غذایی و زمان نمونه‌گیری یکسان‌سازی شد. متغیرهای مداخله‌گر مانند سن، سابقه مصرف مکمل، وضعیت

سلامت و شرایط محیطی کنترل گردیدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ تحلیل شد. برای توصیف داده‌ها از شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده شد. آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و آزمون لوین برای برابری واریانس‌ها به کار رفت. در تحلیل استنباطی، از آزمون تی زوجی، تحلیل کوواریانس (آنکوا) و تحلیل کوواریانس چندمتغیره (مانکوا) در سطح معناداری ۰/۰۵ برای آزمون فرضیه‌ها استفاده گردید.

نتایج

در ابتدا داده‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها بررسی شد. آزمون تی مستقل نشان داد که بین دو گروه از نظر سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی (BMI) تفاوت معناداری وجود نداشت (همه $p > ۰/۰۵$)، که نشان‌دهنده همگنی اولیه بین گروه‌ها بود (جدول ۱). در بخش یافته‌های بیوشیمیایی جدول ۲، بررسی سطح سرمی ملاتونین نشان داد که مصرف چهار هفته مکمل منیزیم و ویتامین D باعث افزایش معنادار این هورمون در گروه آزمایش شد ($d = ۰/۶۰$، $p = ۰/۰۳۵$، $t = -۲/۳۳$)، در حالی‌که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد ($p = ۰/۸۵۶$). تحلیل کوواریانس نیز تفاوت بین دو گروه را معنادار نشان داد ($\eta^2 = ۰/۱۴۳$، $p = ۰/۰۴۳$، $F = ۴/۵۲$). سطح سرمی ۲۵-هیدروکسی ویتامین D نیز پس از مداخله در گروه دریافت‌کننده مکمل افزایش معناداری داشت ($d = ۰/۵۸$، $p = ۰/۰۴۱$، $t = -۲/۲۵$)، در حالی‌که در گروه کنترل تفاوت معناداری گزارش نشد ($p = ۰/۷۱۲$). تحلیل کوواریانس بین‌گروهی این افزایش را تأیید کرد ($F = ۹/۱۰$، $p = ۰/۰۰۵$، $\eta^2 = ۰/۲۵۲$). همچنین سطح سرمی منیزیم در گروه مداخله به‌طور معناداری افزایش یافت ($d = ۰/۸۸$، $p = ۰/۰۰۴$، $t = -۳/۴۱$)، ولی در گروه کنترل این تغییر از نظر آماری معنادار نبود ($p = ۰/۱۲۹$). تحلیل آنکوا نیز نشان داد که تفاوت بین دو گروه از نظر سطح منیزیم معنادار است ($F = ۹/۲۱$، $p = ۰/۰۰۵$، $\eta^2 = ۰/۲۵۴$). در بررسی کیفیت خواب، نمره کل PSQI در گروه آزمایش به‌طور معناداری کاهش یافت (از ۲/۳۴ ± ۹/۲۶ به ۲/۲۷ ± ۶/۲۰، $p = ۰/۰۰۳$) که نشان‌دهنده بهبود کیفیت خواب بود. همچنین، مؤلفه‌های کیفیت ذهنی خواب ($p = ۰/۰۲۲$)، تأخیر در به خواب رفتن ($p = ۰/۰۴۱$) و مدت زمان خواب ($p = ۰/۰۴۳$) نیز بهبود معناداری نشان دادند. اما تحلیل کوواریانس چندمتغیره (مانکوا) برای مقایسه بین‌گروهی مؤلفه‌های کیفیت خواب تفاوت معناداری را تأیید نکرد (Wilks' Lambda = ۰/۵۴، $F = ۱/۷۵$، $p = ۰/۱۷۰$). یافته ها مربوط به کیفیت خواب در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج حاصل از آزمون شاپیرو-ویلک نیز نشان داد که توزیع داده‌ها برای تمام متغیرهای اصلی از نرمال بودن پیروی می‌کند ($p > ۰/۰۵$)، بنابراین استفاده از آزمون‌های آماری پارامتریک در تجزیه و تحلیل مناسب بود.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار مربوط به سن و سابقه ورزشی آزمودنی‌ها

Table 1. Mean and standard deviation related to age and sports history of the subjects

Variable	Group	Number	Mean	SD	Independent t-test
Age (years)	Mg and vitamin D intake	15	20.93	2.37	t = - 0.35, p – 0.726
	Control	15	21.20	1.69	
Height (cm)	Mg and vitamin D intake	15	178.26	8.11	t = 0.15 , p = 0.888

	Control	15	177.80	8.75	
Weight (kg)	Mg and vitamin D intake	15	72.20	6.03	t = -0.11 , p = 0.906
	Control	15	72.46	6.22	
BMI (kg/m^2)	Mg and vitamin D intake	15	22.74	1.54	t = -0.36 , p = 0.715
	Control	15	22.93	1.31	

جدول ۲- سطح معنی‌داری آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی نرمال بودن متغیرهای تحقیق.

Table 2. Significance level of the Shapiro-Wilk test to check the normality of the research variables.

Variable	Group	Measurement stage	Statistics	p
Melatonin (Pg/ml)	Mg and vitamin D intake	Pre-test	0.90	0.09
		Post-test	0.90	0.132
	Control	Pre-test	0.90	0.121
		Post-test	0.90	0.122
25-hydroxyvitamin D (ng/ml)	Mg and vitamin D intake	Pre-test	0.92	0.205
		Post-test	0.93	0.280
	Control	Pre-test	0.94	0.498
		Post-test	0.95	0.573
Magnesium (mg/dl)	Mg and vitamin D intake	Pre-test	0.94	0.420
		Post-test	0.93	0.320
	Control	Pre-test	0.94	0.473
		Post-test	0.95	0.578
Sleep quality	Mg and vitamin D intake	Pre-test	0.90	0.105
		Post-test	0.94	0.398
	Control	Pre-test	0.96	0.811
		Post-test	0.89	0.068

جدول ۳- نتایج آزمون تی وابسته در متغیر ابعاد سلامت کیفیت خواب.

Table 3. Results of the dependent t-test on the health dimension variable of sleep quality.

Variable	Group	Effect size (Cohen's d)	p	T	df	Mean difference
Subjective quality of sleep	Mg and vitamin D intake	0.66	0.022	2.56	14	0.80
	Control	0.03	0.887	0.14	14	0.06
Delayed falling asleep	Mg and vitamin D intake	0.58	0.041	2.25	14	0.80
	Control	0.03	0.887	0.14	14	0.06
Sleep duration	Mg and vitamin D intake	0.57	0.043	2.22	14	0.86
	Control	0.18	0.484	0.71	14	0.26
Sleep efficiency	Mg and vitamin D intake	0.11	0.670	0.43	14	0.13
	Control	0.11	0.653	0.45	14	0.13
Sleep disorder	Mg and vitamin D intake	0.03	0.869	0.16	14	0.06
	Control	0.05	0.818	0.23	14	0.06
Sleeping medicine	Mg and vitamin D intake	0.13	0.610	0.52	14	0.13
	Control	0.07	0.751	0.32	14	0.06
Daily functioning impairment	Mg and vitamin D intake	0.27	0.301	1.07	14	0.26
	Control	0.10	0.683	0.41	14	0.20
Total sleep quality score	Mg and vitamin D intake	0.93	0.003	3.64	14	3.06
	Control	0.03	0.882	-0.15	14	-0.20

بحث

یافته‌های این پژوهش نشان داد که مصرف همزمان مکمل منیزیم و ویتامین D به مدت ٤ هفته منجر به افزایش معنادار سطوح هورمون ملاتونین در گروه تجربی شد (p = ۰/۰۳۵). این نتیجه در آزمون تحلیل کوواریانس نیز تأیید گردید (p = ۰/۰٤۳، η^2 = ۰/۱٤۳) که بیانگر اثربخشی واقعی مداخله حتی با کنترل پیش‌آزمون است. هورمون ملاتونین به‌عنوان تنظیم‌کننده اصلی چرخه خواب و بیداری شناخته می‌شود که از غده پینه‌آل در پاسخ به تاریکی ترشح می‌گردد (۱۵). مطالعات متعددی به بررسی ارتباط سطوح ویتامین D و ملاتونین پرداخته‌اند. به‌عنوان نمونه، تحقیق مک‌کارتی و چسون (۲۰۱٤) نشان داد که کمبود ویتامین D منجر به کاهش بیوسنتز ملاتونین در مغز می‌شود (۱۳). همچنین گومیناک و استامپف (۲۰۱۲) پیشنهاد کرده‌اند که گیرنده‌های ویتامین D در هیپوتالاموس بر تولید ملاتونین تأثیر غیرمستقیم دارند (۱۱). منیزیم نیز با تأثیر بر عملکرد گیرنده‌های GABA، که نقش مهاری در سیستم عصبی مرکزی دارند، به کاهش تحریک‌پذیری نورونی و در نتیجه، بهبود کیفیت خواب و افزایش ترشح ملاتونین منجر می‌شود (۷). مطالعات نیز نشان داده‌اند که سطوح پایین منیزیم با کاهش ترشح ملاتونین و بی‌نظمی در ریتم سیرکادین همراه است (۲۱). این یافته‌ها مؤید این موضوع‌اند که مکمل‌سازی همزمان ویتامین D و منیزیم می‌تواند اثر هم‌افزا در تنظیم چرخه شبانه‌روزی ایفا کند. چنین تأثیری، به‌ویژه در جمعیت‌هایی با سطح بالای استرس و خواب ناکافی، مانند دانشجویان نظامی، از اهمیت بالایی برخوردار است. در این مطالعه، سطح ۲۵-هیدروکسی ویتامین D در گروه مداخله به‌طور معناداری افزایش یافت (p = ۰/۰۰۵) که نشان‌دهنده اثربخشی مصرف مکمل بود. از آنجا که ویتامین D یکی از ویتامین‌های محلول در چربی است که از طریق نور خورشید و رژیم غذایی تأمین می‌شود، کمبود آن در افرادی که زمان کمی در فضای باز می‌گذرانند یا دارای سبک زندگی پرتنش هستند، شایع است (۲۲). مطالعات جدیدی نشان داده‌اند که ویتامین D در تنظیم عملکرد عصبی، تعادل هورمونی، و تعدیل التهاب نقش دارد. به‌عنوان نمونه، تحقیق پیوکوری و همکاران (۲۰۱۲) رابطه مستقیمی میان سطح ویتامین D و کیفیت خواب گزارش کرد (۱٦). همچنین در مطالعه ژانگ و همکاران (۲۰۲۱)، مصرف مکمل ویتامین D در افراد دارای اختلال خواب باعث کاهش زمان به خواب رفتن و افزایش زمان خواب با کیفیت شد (۱۲). از سوی دیگر، ویتامین D از طریق بهبود وضعیت روانی (کاهش افسردگی و اضطراب) نیز می‌تواند به‌صورت غیرمستقیم موجب بهبود خواب گردد. این نکته در پژوهش‌های روان‌پزشکی نیز مطرح شده است که ویتامین D با تعدیل فعالیت سیستم سروتونرژیک و تنظیم ریتم کورتیزول، نقش حمایتی در آرام‌سازی روان دارد (۱۱). افزایش سطح منیزیم سرم در گروه مداخله (p = ۰/۰۵) از دیگر یافته‌های مهم این مطالعه بود. منیزیم یکی از فراوان‌ترین عناصر معدنی در بدن است که در بیش از ۳۰۰ واکنش آنزیمی نقش دارد. در زمینه خواب، منیزیم با تنظیم کانال‌های یونی، افزایش سنتز ملاتونین، فعال‌سازی گیرنده‌های GABA، و کاهش سطوح کورتیزول می‌تواند خواب را تسهیل کند (۹). مطالعه عباسی و همکاران (۲۰۱۲) در سالمندان ایرانی نشان داد که مصرف منیزیم به‌مدت ۸ هفته موجب بهبود کیفیت و مدت خواب شد (۷). مطالعه دیگری توسط نیلسن و همکاران (۲۰۱۰) نیز تأیید کرد که مصرف منیزیم در بزرگسالان موجب کاهش التهاب سیستمیک و بهبود شاخص‌های خواب گردید (۲۳). همچنین در برخی مطالعات گزارش شده است که کمبود مزمن منیزیم با

افزایش احتمال ابتلا به افسردگی، اضطراب و اختلالات خواب مرتبط است (۱۴). در این راستا، افزایش سطح منیزیم سرم در گروه مداخله این پژوهش می‌تواند از نظر بالینی دارای اهمیت درمانی باشد. بر اساس یافته‌های این پژوهش، گرچه نمره کل کیفیت خواب در گروه تجربی بهبود معناداری یافت (p = ۰/۰۰۳)، اما در تحلیل چندمتغیره (MANOVA) تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد (p = ۰/۱۷۰). با این حال، تحلیل‌های تک‌متغیره نشان داد که برخی از مؤلفه‌های کیفیت خواب مانند کیفیت ذهنی خواب، مدت زمان خواب و تاخیر در به خواب رفتن، به‌طور معناداری بهبود یافته‌اند. مطالعه بینکس و همکاران (۲۰۲۰) نیز اشاره کرده است که مداخلات تغذیه‌ای معمولاً اثرات معنی‌دار خود را ابتدا بر مؤلفه‌های خاص خواب نشان می‌دهند و برای ایجاد تفاوت بین گروهی در تحلیل‌های چندمتغیره، به زمان طولانی‌تری نیاز دارند (۲۴). این موضوع می‌تواند توضیح دهد چرا در این مطالعه، باوجود بهبود مؤلفه‌ها، تفاوت کلی بین گروه‌ها در سطح مانکوا معنادار نبود. همچنین باید به این نکته توجه داشت که عوامل روان‌شناختی مانند اضطراب امتحان، فشار تمرینات نظامی، و سبک زندگی محدودشده نیز می‌توانند بر خواب اثر بگذارند و مانع از مشاهده کامل اثر مداخله شوند. لذا توصیه می‌شود در مطالعات آینده، این متغیرها به‌صورت همزمان اندازه‌گیری و کنترل شوند. با توجه به جدول ۳، مؤلفه‌هایی از خواب که به‌طور معنادار بهبود یافته‌اند (مانند کیفیت ذهنی خواب، تاخیر در به خواب رفتن و مدت زمان خواب)، نشان‌دهنده تأثیر عملکرد مکمل‌ها بر مرحله شروع خواب و عمق خواب هستند. به‌ویژه شاخص اندازه اثر (Cohen's d) در این مؤلفه‌ها (بین ۰/۵۷ تا ۰/۶۶) در بازه‌ی اثر متوسط تا زیاد قرار دارد که به لحاظ عملی نیز قابل‌توجه است (۲۵). به‌عبارت دیگر، گرچه تحلیل چندمتغیره تفاوت کلی بین گروه‌ها را نشان نداد، اما در سطح تک‌متغیره، اثر قابل‌توجهی در برخی ابعاد خواب مشاهده شد. مطالعات مشابه نیز تأیید کرده‌اند که منیزیم بیشتر بر کیفیت آغاز خواب و کاهش اضطراب پیش از خواب مؤثر است (۸). در مطالعه‌ای توسط روندانلی و همکاران (۲۰۱۱)، مصرف ترکیبی منیزیم، ملاتونین و زینک باعث کاهش قابل‌توجه در مدت زمان به خواب رفتن شد (۲۱). یافته حاضر در راستای این پژوهش‌ها قرار دارد و تقویت عملکرد فاز آغازین خواب را نشان می‌دهد. در مؤلفه‌هایی مانند اختلال عملکرد روزانه، کارایی خواب و اختلالات خواب، تغییر معناداری مشاهده نشد. این موضوع می‌تواند ناشی از طبیعت ساختاریافته محیط نظامی باشد که فعالیت‌های روزانه، برنامه‌ی خواب و بیداری افراد را با محدودیت‌هایی مواجه می‌کند. همچنین تغییر در این مؤلفه‌ها معمولاً نیازمند مداخلاتی با مدت طولانی‌تر یا همراه با مداخلات روان‌شناختی است (۲۶). از نظر فیزیولوژیکی، افزایش سطح منیزیم سرم در گروه مداخله، نقش تنظیمی منیزیم را بر گیرنده‌های NMDA/ان-متیل-دی-آسپارتات، کاهش تحریک‌پذیری عصبی و همچنین کاهش سطح کورتیزول صبحگاهی توجیه می‌کند؛ کورتیزول بالا در صبح یکی از عوامل اصلی در بروز اختلالات خواب، به‌ویژه بیدار شدن‌های مکرر و زودهنگام است (۹). نتایج مطالعه حاضر با این سازوکار همخوان است. افزون بر آن، افزایش سطح ویتامین D می‌تواند به کاهش التهاب عصبی منجر شود، که یک مکانیزم نوظهور در تبیین اختلالات خواب است. برخی مطالعات نشان داده‌اند که ویتامین D می‌تواند سطح فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF-α) و اینترلوکین-۶ (IL-6) یک از سایتوکاین‌های التهابی مؤثر در خواب را کاهش دهد (۲۷). بنابراین، بخشی از اثرات مثبت

بر خواب، ممکن است از مسیرهای غیرمستقیم ایمنی–عصبی نیز حاصل شده باشد. نکته حائز اهمیت دیگر، اندازه اثر بسیار بالای کاهش نمره کل PSQI در گروه مداخله است (d = ۰/۹۳)، که نشان‌دهنده اثربخشی بالای مکمل در بهبود کلی ادراک کیفیت خواب است، حتی اگر برخی مؤلفه‌ها به لحاظ آماری تغییر نداشته‌اند. این یافته اهمیت بررسی عمیق‌تر تجربه ذهنی خواب را در کنار پارامترهای عینی برجسته می‌کند. در نهایت، محدودیت مهمی که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرد، حجم نمونه نسبتاً کوچک و مدت مداخله کوتاه است. با این حال، مشاهده اثرات معنی‌دار در چنین شرایطی، خود نشانه‌ای از پتانسیل قابل‌توجه مکمل‌درمانی در جمعیت‌های نظامی است. انجام مطالعات طولی با طراحی سه‌گروهی (مثلاً مکمل منیزیم تنها، ویتامین D تنها، و ترکیب هر دو) می‌تواند در آینده به تبیین سهم نسبی هر جزء کمک کند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این تحقیق نشان داد که مکمل‌سازی همزمان منیزیم و ویتامین D به‌مدت چهار هفته می‌تواند منجر به بهبود سطح ریزمغذی‌ها، افزایش ترشح ملاتونین، و بهبود نسبی برخی مؤلفه‌های کیفیت خواب شود. این مداخله اگرچه در ارزیابی کلی چندمتغیره تغییر معناداری ایجاد نکرد، اما شواهد اولیه‌ای از اثربخشی آن در شرایط واقعی و پرتنش دانشجویان نظامی ارائه داد. در نتیجه، مصرف این دو مکمل می‌تواند به‌عنوان بخشی از برنامه‌های بهبود سلامت خواب در جمعیت‌های پرخطر مد نظر قرار گیرد. به‌ویژه با توجه به ماهیت کم‌عارضه، کم‌هزینه و دسترسی‌پذیر این مکمل‌ها، توصیه می‌شود در چارچوب راهبردهای سلامت عمومی در نیروهای نظامی گنجانده شوند.

منابع

1. Walker M. Why we sleep: Unlocking the power of sleep and dreams. Simon and Schuster, Scribner. 2017, 368 p.

2. Medic G, Wille M, Hemels ME. Short- and long-term health consequences of sleep disruption. Nat Sci Sleep. 2017;9:151-161.

3. Miller MA, Kruisbrink M, Wallace J, Ji C, Cappuccio FP. Sleep duration and incidence of obesity in infants, children, and adolescents: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. Sleep. 2018;41(4).doi: 10.1093/sleep/zsy018.

4. Pruiksma KE, Taylor DJ, Wachen JS, Mintz J, Young-McCaughan S, Peterson AL, et al. Residual sleep disturbances following PTSD treatment in active duty military personnel. Psychol Trauma. 2016; 8(6):697.

5. Mistlberger RE, Skene DJ. Social influences on mammalian circadian rhythms: animal and human studies. Biological Reviews. 2004;79(3):533-556.

6. Barbagallo M, Veronese N, Dominguez LJ. Magnesium in aging, health and diseases. Nutrients. 2021;13(2):463.

7.Abbasi M, Yazdi Z, Rezaie N. Sleep disturbances in patients with rheumatoid arthritis. Nigerian Journal of Medicine. 2013;22(3):181-186.

8. Schrempf W, Katona I, Dogan I, Felbert Vv, Wienecke M, Heller J, et al. Reduced intraepidermal nerve fiber density in patients with REM sleep behavior disorder. Parkinsonism relat disord. 2016;29:10-16.

9. Gröber U, Schmidt J, Kisters K. Magnesium in prevention and therapy. Nutrients. 2015;7(9):8199-8226.

10. Carlos RM, Matias CN, Cavaca ML, Cardoso S, Santos DA, Giro R, et al. The effects of melatonin and magnesium in a novel supplement delivery system on sleep scores, body composition and metabolism in otherwise healthy individuals with sleep disturbances. Chronobiol Int. 2024;41(6): 817-828.

and associations with metabolic syndrome components. Physiol Behavior. 2014; 123:231-235.

20. Minoretti P, Santiago Sáez A, García Martín Á, Liaño Riera M, Gómez Serrano M, Emanuele E. Serum Calcium and Magnesium Levels, Not 25-Hydroxyvitamin D, Are Associated With Sleep Quality in Airline Pilots. Cureus. 2023;15(12):e50940.

21. Rondanelli M, Opizzi A, Monteferrario F, Antoniello N, Manni R, Klersy C. The effect of melatonin, magnesium, and zinc on primary insomnia in long□term care facility residents in Italy: a double□blind, placebo□controlled clinical trial. J Am Geriatr Soc. 2011;59(1):82-90.

22. Lavie CJ, Holick MF. Vitamin D supplementation for cardiovascular disease prevention. JAMA. 2011;306(14):1546-1548.

23. Nielsen TA, Paquette T, Solomonova E, Lara-Carrasco J, Popova A, Levrier K. REM sleep characteristics of nightmare sufferers before and after REM sleep deprivation. Sleep Med. 2010;11(2):172-179.

24. Binks H, E. Vincent G, Gupta C, Irwin C, Khalesi S. Effects of diet on sleep: a narrative review. Nutrients. 2020;12(4): 936.

25. Cohen J. A power primer. Psychol Bull. 1992;112(1):155.

26. Irish LA, Kline CE, Gunn HE, Buysse DJ, Hall MH. The role of sleep hygiene in promoting public health: A review of empirical evidence. Sleep Med Rev. 2015; 22:23-36.

27. Massa J, Stone KL, Wei EK, Harrison SL, Barrett-Connor E, Lane NE, et al. Vitamin D and actigraphic sleep outcomes in older community-dwelling men: the MrOS sleep study. Sleep. 2015;38(2):251-257.

11. Gominak S, Stumpf W. The world epidemic of sleep disorders is linked to vitamin D deficiency. Med Hypotheses. 2012;79(2):132-135.

12. Zhang Y, Ren R, Yang L, Zhang H, Shi Y, Okhravi HR, et al. Sleep in Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis of polysomnographic findings. Transl Psychiatry. 2022;12(1):136.

13. McCarty DE, Chesson Jr AL, Jain SK, Marino AA. The link between vitamin D metabolism and sleep medicine. Sleep Med Rev. 2014;18(4):311-319.

14. Arab A, Rafie N, Amani R, Shirani F. The role of magnesium in sleep health: a systematic review of available literature. Biol Trace Elem Res. 2023;201(1):121-128.

15. Slominski AT, Zmijewski MA, Skobowiat C, Zbytek B, Slominski RM, Steketee JD. Sensing the environment: regulation of local and global homeostasis by the skin's neuroendocrine system. Adv Anat Embryol Cell Biol. 2012;212(v, vii):1-115.

16. Peuhkuri K, Sihvola N, Korpela R. Diet promotes sleep duration and quality. Nutr Res. 2012;32(5):309-319.

17. Gao X, Qiao Y, Chen Q, Wang C, Zhang P. Effects of different types of exercise on sleep quality based on Pittsburgh Sleep Quality Index in middle-aged and older adults: a network meta-analysis. J Clin Sleep Med. 2024; 20(7):1193-204.

18. Asoudi, Mohammad Jafar, Mo'takaffar, Rezai Koucheksaraei. Investigating the effectiveness of online mindfulness-based cognitive therapy on sleep quality and obsessive thoughts caused by the coronavirus in patients with generalized anxiety disorder. J New Strat Psychol Educ. 2021;11(3):1-11. [In Persian].

19. Corbalán-Tutau D, Madrid JA, Nicolás F, Garaulet M. Daily profile in two circadian markers "melatonin and cortisol"