



بررسی تأثیر نوبت‌های کاری شبانه بر کارکردهای اجرایی ذهن و هوشیاری در کارکنان اتاق‌های کنترل صنایع پتروشیمی

مجید معتمدزاده^۱، رضا کاظمی^{۲*}، رشید حیدری مقدم^۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۰۵

تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۷/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۰۲

چکیده

زمینه و هدف: شب‌کاری با مشکلات زیادی از قبیل محرومیت از خواب، خواب‌آلودگی، کاهش عملکردهای شناختی و پردازش اطلاعات، افزایش خطای انسانی و خستگی در ارتباط است. برنامه‌های نوبت‌کاری متفاوتی در صنایع پتروشیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد که انتخاب و برنامه‌ریزی مناسب آن‌ها یکی از مهم‌ترین راهکارهای ارگونومیک در جهت کاهش اثرات سوء ناشی از نوبت‌کاری محسوب می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه تأثیر نوبت‌های شبانه چرخشی بر عملکردهای اجرایی ذهن و هوشیاری در دو نظام نوبت‌کاری مختلف است...

روش بررسی: مطالعه حاضر به روش مقطعی در میان ۶۰ نفر از کارکنان اتاق‌های کنترل صنایع پتروشیمی با دو الگوی نوبت‌کاری متفاوت شامل الگوی ۷ شب متوالی (N۷) و ۴ شب متوالی (N۴) به انجام رسید است. در ابتدا و انتهای هر نوبت برای ارزیابی کارکردهای اجرایی از آزمون‌های n-back، عملکرد پیوسته و زمان عکس‌العمل ساده همچنین با فواصل دو ساعته از شاخص KSS برای ارزیابی هوشیاری در طول شیفت استفاده شد.

یافته‌ها: در هر دو الگو به‌طور معنی‌داری دقت و سرعت حافظه کاری و هوشیاری کاهش و زمان عکس‌العمل و خطاهای توجه در انتهای شیفت افزایش یافت ($p < 0/01$). افزایش توالی نوبت‌های شبانه به‌طور معنی‌داری باعث کاهش زمان عکس‌العمل ($p < 0/01$)؛ و خطاهای ارتکابی در آزمون توجه ($p < 0/01$) شد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی کارکردهای اجرایی مورد مطالعه و همچنین هوشیاری در در نوبت‌های چرخشی با سرعت کمتر (۷ شب متوالی) مناسب‌تر از نوبت چرخشی سریع‌تر (۴ شب متوالی) بود که ناشی از تطابق پذیری بیشتر افراد در چرخش‌های آهسته‌تر است، بنابراین افزایش شب‌های پی‌درپی در سیستم‌های نوبتی چرخشی در اپراتورهای اتاق کنترل صنایع پتروشیمی می‌تواند منجر به بهبود عملکرد و افزایش هوشیاری شده و به ارتقاء ایمنی کمک کند.

کلیدواژه‌ها: شب‌کاری، کارکردهای اجرایی، خواب‌آلودگی، اتاق کنترل پتروشیمی.

مقدمه

صنایع رایج است [۹]. تطابق بهتر ریتم سیرکادین افراد با شب‌کاری و عملکرد بیشتر آن‌ها با طراحی مناسب الگوی نوبت‌کاری دست‌یافتنی است [۱۰] اما سرعت بهینه چرخش شیفت و تعداد شب‌های پی‌درپی در طول شیفت مورد چالش است [۵]. هرچند که تطابق کامل به دلیل اینرسی ریتم سیرکادین دشوار می‌باشد، در برخی از مطالعات تطابق را بعد از ۴ الی ۶ شب دست‌یافتنی بیان نموده‌اند و در پاره‌ای از مطالعات حداقل ۷ شب برای انطباق لازم دانسته‌اند [۹]. بر اساس توصیه‌های ارگونومی به حداقل رسانیدن تعداد شب‌های پی‌درپی و چرخش سریع باعث کاهش اثرات بهداشتی ناشی از نوبت‌کاری می‌شود [۱۰]. در کشورهای اروپایی و ژاپن چرخش سریع (۳ الی ۵ نوبتی) با هدف حفظ ثبات ریتم سیرکادین افراد به کار

در کشورهای توسعه‌یافته حدود ۲۰ درصد از نیروی کار درگیر نوبت‌کاری هستند که یک‌سوم از آن‌ها شب‌کار هستند [۱-۳]. نوبت‌کاری، به‌ویژه شب‌کاری با مشکلات زیادی از قبیل محرومیت از خواب، خواب‌آلودگی، اختلال در کارکردهای اجرایی ذهن، افزایش خطای انسانی و خستگی در ارتباط است که در صنایع به‌صورت افزایش ریسک حوادث ظهور پیدا می‌کند [۴-۶]. ریشه تمام مشکلات ایمنی و بهداشتی ناشی از نوبت‌کار عدم تطبیق بین ساعت داخلی بدن و محیط است که در نتیجه باعث بی‌نظمی در ریتم سیرکادین می‌شود [۷، ۸]. الگوهای نوبت‌کاری متفاوتی از لحاظ زمان شیفت (۸ یا ۱۲ ساعت)، چرخش (سریع یا کند)، جهت چرخش و تعداد شب‌های متوالی در

۱- استاد، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۲- نویسنده مسئول) استادیار، گروه ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران. reza_kazemi2007@yahoo.com

۳- دانشیار، گروه ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

محیط واقعی است. کارکردهای شناختی مورد مطالعه در این تحقیق با توجه به نوع وظیفه کاربران اتاق‌های کنترل، حافظه کاری، توجه پایدار و سرعت عکس‌العمل است [۱۹].

روش بررسی

دستورالعمل و مشارکت‌کنندگان: جمعاً ۶۰ نفر از دو الگوی رایج نوبت‌کاری به‌صورت برابر از اپراتورهای اتاق کنترل صنایع پتروشیمی واقع در منطقه پارس جنوبی که بزرگ‌ترین مجتمع پتروشیمی ایران می‌باشد انتخاب شد. معیارهای خروج از مطالعه، استفاده از داروهای روان‌گردان، بیماری روانی، بیماری سیستمیک عمده و اختلالات خواب بود. در هر دو گروه ساعت کار شیفت روز از ساعت ۷ الی ۱۹ و شب از ۱۹ الی ۷ انجام می‌شد و چرخش شیفت از شب به‌روز به‌صورت پادساعت‌گرد بود. به‌منظور بررسی اثر زمان شیفت بر کارکردهای اجرایی اندازه‌گیری‌ها در شرایط کاملاً استاندارد از لحاظ ارگونومی (به‌صورت نشسته در اتاقی بدون صدا و نور مزاحم و مناسب از لحاظ تهویه) در نیم ساعت ابتدا و انتهای شیفت انجام شد و برای خواب‌آلودگی، مشارکت‌کنندگان نرخ خواب‌آلودگی خود را با فواصل زمانی دو ساعته مشخص نمودند. همچنین به‌منظور بررسی اثر تعداد نوبت‌های شبانه متوالی بر پردازش اطلاعات و خواب‌آلودگی، اندازه‌گیری‌ها در آخرین شب قبل از چرخش شیفت به‌روز انجام گردید در الگوی 7N7D70، شب هفتم (NNNNNN) و در الگوی 4N7D3N70 شب چهارم (NNNN). داده‌های دموگرافیک جمع‌آوری شده شامل: سن، تحصیلات، سابقه نوبت‌کاری، تعداد نوشیدنی‌های کافئین دار مصرفی در طول هر شیفت و مقدار ساعت خواب در شیفت استراحت قبلی بود. برای رعایت مسائل اخلاقی از تمامی شرکت‌کنندگان قبل از مطالعه رضایت‌نامه کتبی دریافت شد. اندازه‌گیری‌ها: *آزمون حافظه کاری/ان‌بک*^۱: برای

گرفته می‌شود اما در آمریکا چرخش کند (بیشتر از ۷ نوبت) با هدف ایجاد تطابق فرد با کار شبانه موردتوجه است [۱۱]. از طرفی مطالعات صورت گرفته نشان داده است شب‌کاران با چرخش سریع دارای اختلالات ادراکی و حرکتی بیشتر نسبت به نوبت‌کاران با چرخش کندتر بوده و احتمال ارتکاب خطای انسانی در آن‌ها بیشتر است [۹]. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که تطابق ریتم سیرکادین در اثر شب‌کاری پی‌درپی باعث بهبود عملکرد شناختی و کاهش خواب‌آلودگی می‌شود [۵، ۱۲، ۱۳]. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد، کارگران مشغول در دریا و افراد مورد مطالعه در محیط‌های شبیه‌سازی زودتر از محیط‌های دیگر با شب‌کاری سازگار می‌شوند و این شاید مرتبط با کنترل عوامل مداخله‌گر مانند صدا، نور محیط و تعهدات اجتماعی خانوادگی باشد [۱۴، ۱۵]. معایب شیفت‌های ۱۲ ساعته چنین توصیف شده است: افزایش خستگی، کاهش عملکرد و افزایش ریسک حوادث [۱۶]. در کارکنان اتاق‌های کنترل صنایع پتروشیمی ایران دو سیستم نوبت‌کاری چرخشی ۱۲ ساعته شامل 7N7D70 و N,D,O)4N7D3N70 به ترتیب استراحت، روز، شب) رایج است که تنها در تعداد شب‌های متوالی با هم متفاوتند تاکنون مطالعه‌ای برای ارزیابی اثر شب‌کاری بر کارکردهای اجرایی و هوشیاری در اتاق‌های کنترل انجام نشده است و همچنین اطلاعاتی در ارتباط مقایسه دو الگوی فوق یافت نگردید. با توجه به اینکه کارکنان اتاق‌های کنترل صنایع پتروشیمی مسئول مدیریت ایمنی پروسه‌های ذاتاً خطرناک از طریق پایانه‌های تصویری پیچیده هستند [۱۷] و کار آن‌ها پایش پیوسته فرآیندها است، نیازمند عملکرد و هوشیاری مناسب و حفظ آن طی شیفت هستند [۱۷، ۱۸]؛ بنابراین انتخاب سیستم نوبت‌کاری مناسب‌تر به‌منظور کاهش خطاها و ریسک حوادث مهم است. هدف از این مطالعه بررسی کارکردهای اجرایی و هوشیاری در آخرین شب قبل از چرخش شیفت در دو الگوی فوق‌به‌منظور بررسی و مقایسه اثر زمان شیفت و شب‌کاری متوالی در یک

^۱ n-back

جدول ۱- ویژگی‌های دموگرافیک جامعه مورد مطالعه

7N		4N		متغیر
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۳۰/۱	۲/۳۷	۲/۰۵	۲۸/۵	سن (سال)
۱/۱	۵/۸	۱/۸	۶/۲	سابقه کار (سال)
۳/۲۵	۲۵/۰۵	۲/۹۷	۲۵/۵۲	شاخص توده بدن (متر ^۲ /کیلوگرم)
۲/۲	۴/۱	۱/۹	۳/۵	تعداد نوشیدنی کافئین دار مصرفی در شیف

پاسخگویی به عنوان متغیرهای وابسته در این مطالعه ثبت شدند.

آزمون زمان عکس‌العمل ساده: در این مطالعه برای اندازه‌گیری سرعت عکس‌العمل از آزمون عکس‌العمل ساده ۵ دقیقه‌ای بر روی کامپیوتر شخصی (dell, model: vostro 1320) استفاده شد. این آزمون متشکل از مربع‌های سیاه‌رنگی بود که بر روی صفحه به صورت رندوم با فواصل زمانی توزیع شده ظاهر می‌شد. به مشارکت‌کنندگان آموزش داده شد تا به محض مشاهده محرک کلید مدنظر روی صفحه کلید را هر چه سریع‌تر بفشارند [۲۴]. نرم‌افزار زمان واکنش را برحسب میلی‌ثانیه ثبت می‌نمود. این آزمون برای اندازه‌گیری عملکرد و خواب‌آلودگی و خستگی اعتبار سنجی شده است [۱۶].

شاخص خواب‌آلودگی: شاخص خواب‌آلودگی کارولینسکا برای اندازه‌گیری خواب‌آلودگی به صورت خود اظهاری بکار برده می‌شود این آزمون از روایی و پایایی نسبتاً مناسبی برخوردار است [۲۵].

KSS شامل ۹ شاخص نقطه‌ای است شامل: ۱= خیلی هوشیار ۳= هوشیار ۵= نه هوشیار نه خواب‌آلود ۷= خواب‌آلوده و ۹= زیاد خواب‌آلوده و تلاش برای بیدار ماندن.

آنالیز آماری: با استفاده از شاخص‌های میانگین و انحراف معیار به توصیف داده‌های جمع‌آوری شده در هر اندازه‌گیری پرداخته شد و برای بررسی تاثیر متغیرهای زمان شیف و تعداد نوبت‌های شبانه پی‌درپی بر روی عملکردهای شناختی و خواب‌آلودگی از تحلیل داده‌های تکراری و مدل خطی معادلات برآورد تعمیم‌یافته استفاده کردیم. در این مطالعه اثر متغیرهای

ارزیابی حافظه کاری از آزمون ان بک که مکرراً برای اندازه‌گیری حافظه به کار برده شده است استفاده شد [۱۸]. این آزمون برای ارزیابی اثر محرومیت از خواب بر حافظه کاری کاربرد زیادی داشته است [۲۰, ۲۱]. این آزمون دارای سه سطح متفاوت از لحاظ پیچیدگی و درجه سختی می‌باشد که در این مطالعه از نمونه کامپیوتری و سطح اول $n=1$ آن استفاده شد زیرا نشان داده شده است که سطح اول نسبت به افراد محروم از خواب حساسیت مناسب‌تری برخوردار است [۲۱]. طبق دستورالعمل در این آزمون به مدت ۵ دقیقه جمعاً ۱۲۰ عدد یکی پس از دیگری با فاصله زمانی ۱۵۰۰ میلی‌ثانیه در مرکز صفحه کامپیوتر ظاهر می‌شود. مشارکت‌کننده می‌بایست آخرین عدد ظاهر شده را با عدد قبل از خودش مقایسه نماید در صورتی که اعداد مود مقایسه یکسان بودند افراد می‌بایست هر چه سریع‌تر دکمه پاسخ را بر روی صفحه کلید فشار دهد. تعداد پاسخ‌های صحیح (نمره) و زمان پاسخ‌گویی (میلی‌ثانیه) به عنوان متغیرهای وابسته در این مطالعه ثبت شدند. این آزمون از قابلیت اعتماد بسیار مطلوبی برای ارزیابی حافظه کاری برخوردار است [۲۲].

آزمون عملکرد پیوسته: آزمون عملکرد پیوسته، برای ارزیابی کمی توجه پایدار در طول زمان کاربرد فراوانی دارد [۲۳]. در این تست ۱۵۰ محرک دیداری که ۲۰ درصد آن محرک هدف می‌باشد در صفحه نمایش کامپیوتر ظاهر شده و شرکت‌کننده باید در صورت مشاهده محرک هدف بر روی نمایشگر، هرچه سریع‌تر کلید مدنظر را فشار دهد. مدت‌زمان نمایش هر محرک ۱۵۰ میلی‌ثانیه و فاصله زمانی بین دو محرک ۵۰۰ میلی‌ثانیه است. خطاهای ارتکابی و حذف و زمان

جدول ۲- بررسی اثر زمان و چرخش شیفت بر سرعت و دقت پردازش اطلاعات براساس آنالیز معادلات برآورد تعمیم یافته (GEE)

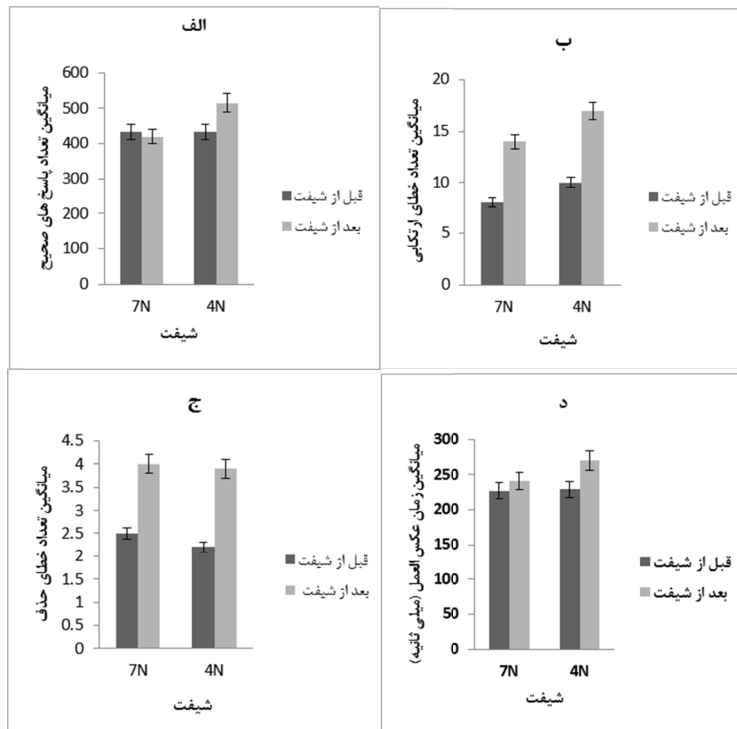
چرخش		زمان		شیفت		متغیرها	
p	F	p	F	p	F		
۰/۰۰۱	۲۰/۲	۰/۰۷	۳/۲	۰/۸	۰/۴	پاسخ‌های صحیح	دیدیاری توجه‌پذیری دقت
۰/۸	۰/۲	۰/۰۱	۲/۷	۰/۷	۰/۱۳	زمان پاسخگویی	
۰/۴	۰/۸	۰/۴	۱/۲	۰/۶	۰/۲۱	خطای ارتکابی	
۰/۰۰۱	۳۶	۰/۰۰۱	۲۸	۰/۰۰۱	۰/۶۳	خطای حذف	
۰/۸	۲/۷	۰/۰۰۱	۱۴/۳	۰/۷۵	۰/۰۳	زمان پاسخگویی	
۰/۰۱	۶	۰/۳	۱/۳	۰/۲	۰/۷	زمان عکس‌العمل	

($p < 0/001$) و زمان پاسخگویی در آزمون ($p < 0/001$) توجه پایدار اثر معنی‌داری ایجاد نمود. همچنین نتایج حاصل از آنالیز آماری GEE (جدول ۲) نشان داد که تعداد شب‌های متوالی بر خطاهای ارتکابی ($p < 0/01$) و زمان عکس‌العمل ($p < 0/04$) اثر معنی‌داری دارد و بر دیگر متغیرها شامل نمره ان بک ($p > 0/13$)، زمان پاسخگویی ($p < 0/5$)، خطای ($p < 0/1$) حذف، زمان پاسخگویی در آزمون ($p < 0/9$) توجه پایدار اثر معنی‌داری ندارد و اثر متقابل زمان و تعداد نوبت‌های شبانه فقط بر تعداد پاسخ‌های صحیح آزمون ان بک اثر معنی‌داری نشان می‌دهد ($p < 0/009$)، میانگین شاخص خواب‌آلودگی در طول شیفت در گروه 7N ۳/۲ (۲) و در گروه 4N ۳/۶ (۲/۲) بود. شکل ۲ الگوی خواب‌آلودگی را در طول شیفت در هر دو گروه نشان می‌دهد همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود شاخص خواب‌آلودگی در هر دو گروه به‌طور معنی‌داری در حال افزایش است ولی در سیستم 7N با شیب کمتر ($B=0/3$) نسبت به سیستم 4N ($B=0/7$) افزایش نشان می‌دهد. بین دو گروه در میانگین شاخص خواب‌آلودگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p=0/15$)؛ و تأثیر هم‌زمان تعداد نوبت‌های متوالی و زمان نیز معنی‌دار نبود ($p=0/3$)، از طرفی در نمودار شماره ۲ مشاهده می‌شود که میانگین شاخص خواب‌آلودگی متناظر با ساعت ۳ و ۵ در گروه 4N به حداکثر مقدار خود در طول شیفت می‌رسد و فاصله معنی‌داری با گروه 7N نشان می‌دهد. ($p=0/01$).

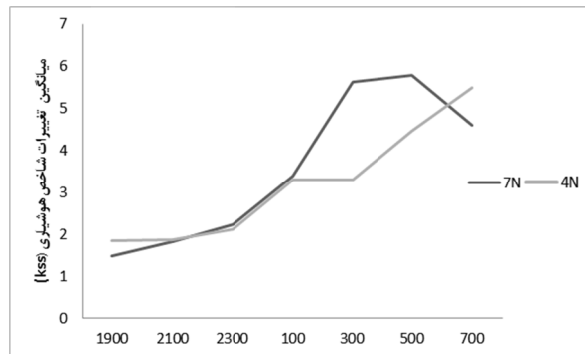
بار کار فکری و ضریب هوشی نیز به‌عنوان فاکتور مداخله‌گر عملکردهای شناختی وارد مدل و تعدیل گردید. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مورد ارزیابی قرار گرفت. سطح معنی‌داری در تحلیل داده‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و تمام تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS20 انجام گردید.

یافته‌ها

جدول ۱ ویژگی‌های دموگرافیک را دو الگوی مورد مطالعه نشان می‌دهد. تمام تحلیل‌های مرتبط با عملکرد شناختی با تطبیق اثر محدودشگرهای بار فکری و ضریب هوشی انجام شد. در شکل ۱ میانگین سرعت و دقت پردازش اطلاعات در ابتدا و انتهای شیفت در دو سیستم نوبت‌کاری مورد مطالعه نشان داده شده است. با توجه به جدول شماره ۲ در سیستم 4N متغیر مستقل زمان شیفت، بر پاسخ‌های صحیح آزمون ان بک ($p < 0/001$)، زمان پاسخگویی در تست ان بک ($p < 0/01$)، تعداد خطاهای ارتکابی در آزمون توجه پایدار ($p < 0/001$) و زمان عکس‌العمل ($p < 0/04$) اثر معنی‌دار نشان داد و بر تعداد خطاهای حذف ($p < 0/14$) و زمان پاسخگویی در آزمون توجه پایدار ($p < 0/056$) اثر معنی‌داری نداشت. در گروه 4N نیز زمان شیفت بر کلیه متغیرهای مورد مطالعه شامل پاسخ‌های صحیح آزمون ان بک ($p < 0/001$)، زمان پاسخگویی در ان بک ($p < 0/001$)، تعداد خطاهای ارتکابی ($p < 0/001$)، زمان عکس‌العمل ($p < 0/001$)، تعداد خطاهای



شکل ۱- میانگین و خطای معیار سرعت ودقت پردازش اطلاعات در ابتدا وانتهای شیفت در دو نوع سیستم نوبت کاری مورد مطالعه. الف- میانگین تعداد پاسخ های صحیح های صحیح در وظیفه ان بک، ب- میانگین تعداد خطای ارتکابی در وظیفه عملکرد پیوسته ج- تعداد خطاهای حذف در وظیفه عماکذ پیوسته د- میانگین زمان واکنش در آزمون واکنش ساده



شکل ۲- میانگین تغییرات سطح هوشیاری در ساعات و نوبت های کاری مختلف

بحث و نتیجه گیری

اپراتورهای اتاق‌های کنترل در صنایع پتروشیمی نقش کلیدی در حفظ ایمنی فرآیندهای ذاتاً خطرناک را بر عهده دارند بنابراین این افراد نیاز به هوشیاری و عملکرد مناسبی دارند [۱۷]. نتایج نشان داد که متغیر مستقل زمان شیفت، بر هر سه عملکرد شناختی مهم در پردازش اطلاعات یعنی حافظه، توجه و سرعت عکس‌العمل اثر منفی داشت. همسو با این مطالعه

دیگران نیز در مطالعات آزمایشگاهی و میدانی کاهش عملکرد شناختی و اختلال در پردازش اطلاعات را در اثر شب‌کاری گزارش کرده بودند [۱] در مطالعات گذشته کاهش عملکردهای شناختی در نوبت‌کاران را مرتبط با بی‌نظمی ریتم سیرکادین، محرومیت از خواب و خستگی دانسته‌اند [۲۶]. طی مطالعه‌ای توسط رامیرز^۲

²Ramirez

پایین تری برخوردارند و در دیگر پارامترها نیز هرچند که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین دو الگوی کاری مشاهده نشد ولی در الگوی 4N افراد از عملکرد نسبتاً ضعیف تری برخوردار بودند. این نتایج را می‌توان به تفاوت در نرخ انطباق ریتم سیرکادین با شب کاری در دو الگوی مورد مطالعه و تاثیر انطباق بر عملکرد نسبت داد. در مطالعات زیادی به اثر شب کاری بر انطباق پرداخته شده است که اکثر قریب به اتفاق آن‌ها قابلیت انطباق ریتم سیرکادین با شب کاری را ممکن دانسته‌اند ولی نرخ و سرعت انطباق در این مطالعات متفاوت گزارش شده است [۸، ۱۵، ۳۰] نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در الگوی ۷N افراد از انطباق بیشتری نسبت به الگوی ۴N برخوردارند و به همین دلیل پارامترهای عملکرد شناختی آن‌ها بهتر است. در واقع می‌توان گفت که شواهدی از انطباق بیشتر افراد بر اثر افزایش شب‌های متوالی وجود دارد ولی روند انطباق پیشرفت کندتری دارد. این نتایج با مطالعات دیگران همسو است [۹، ۱۵، ۳۲] اما با مطالعه انجام شده توسط بجوران^۴ و همکارانش متناقض است در این مطالعه که بین کارکنان شاغل بر سکوه‌های نفتی واقع در دریا با نظام نوبت کاری ۱۲ ساعته و ۱۴ شب‌پی‌درپی انجام شد دریافتند که تطابق به سرعت ایجاد شد و طی ۴-۶ روز کاری کامل و عملکردهای شناختی بهبود می‌یابد. دلیل تفاوت در نرخ انطباق ریتم سیرکادین را در مطالعات مختلف می‌توان به شرایط محیطی به‌ویژه مواجهه با نور ابتدای صبح نسبت داد [۳۱، ۳۳] نور عامل مهمی در سرکوب ملاتونین بشمار می‌آید [۲] نقش مواجهه با نور بوسیله پارامترهایی مانند شدت و مدت مواجهه مشخص می‌شود [۳۴] شدت‌های بالاتر از ۱۰۰۰ لوکس باعث سرکوب شدید ملاتونین و افزایش هوشیاری و عملکرد می‌شود و از طرفی گزارش شده است که مواجهه اتفاقی با نور روشن بر تغییر فاز ریتم سیرکادین اثر بیشتری از نور پیوسته دارد [۳۳] در مطالعه حاضر افراد طی شیفت با روشنایی نسبتاً

و دیگران نشان داده شد که تأخیر فاز ۱ ساعته در ریتم سیرکادین با کاهش قابل توجه حافظه کاری دیداری و تأخیر فاز ۳ ساعته در ریتم سیرکادین با کاهش حافظه کاری شنیداری و کلامی همراه است [۲۷]. کمبود و محرومیت از خواب نیز با کاهش عملکردهای شناختی ارتباط تنگاتنگی دارد [۲۸]. همان‌طور که در مطالعات متعدد ذکر شده است شب کاری باعث تداخل در چرخه خواب/بیداری و کاهش کمیت و کیفیت خواب می‌شود [۱۲، ۱۵] از طرفی حافظه کاری و توجه که در این مطالعه بررسی شده‌اند هر دو مرتبط با عملکرد لوب پیشانی هستند و قسمت‌های پیشانی مغز در برابر محرومیت از خواب آسیب‌پذیر و حساس است. در مطالعه حاضر مشاهده می‌شود که میانگین خواب در ۲۴ ساعت قبل از مطالعه در هر دو گروه کمتر از مقدار موردنیاز بدن یعنی حدود ۸ ساعت می‌باشد و همچنین کیفیت خواب در هر دو الگو نامناسب گزارش شده است. کاهش زمان عکس‌العمل در پایان شیفت هر دو گروه نشان از خستگی افراد در پایان شیفت‌های ۱۲ ساعته دارد. افزایش خستگی می‌تواند با کاهش ظرفیت حافظه کاری از طریق کاهش نرخ پردازش اطلاعات و کند کردن نرخ بروز رسانی اطلاعات در حافظه کاری و افزایش احتمال فراموشی شود که نتایج این مطالعه نیز تایید کننده این بحث است [۲۹، ۳۰]. همسو با نتایج این مطالعه اس دی بالک^۳ و همکارانش نشان دادند که خستگی در انتهای شیفت‌های شبانه ۱۲ ساعته به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و این افزایش همراه با کاهش عملکردهای شناختی به‌ویژه سرعت عکس‌العمل است [۱۶]. در مطالعه حاضر، دیگر متغیر مستقل مورد مطالعه علاوه بر زمان شیفت، تعداد شب‌های متوالی بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود نتایج نشان می‌دهد که تعداد شب‌های متوالی بر پارامترهای زمان عکس‌العمل و خطاهای ارتکابی اثر معنی‌داری ایجاد نموده است به‌صورتی که افراد الگوی 4N که ۴ شب متوالی مشغول‌اند از عملکرد شناختی

⁴ Bjorvatn

³ S.D Baulk

نتایج این تحقیق با تحقیق سیری و گ^۵ و همکاران و کاظمی و همکاران که نشان داد با افزایش تعداد نوبت‌های شبانه خواب‌آلودگی به دلیل انطباق ریتم سیرکادین رو به کاهش است همسو می‌باشد [۷، ۹، ۱۵، ۳۲] همچنین در تحقیق اس دی بالک نیز مقایسه خواب‌آلودگی در شب دوم نسبت به شب اول رو به کاهش نشان داد که با مطالعه حاضر همسو است [۱۶]. هرچند که اندازه‌گیری خواب‌آلودگی فقط با شاخص ذهنی انجام گرفت ولی به دلیل تکرار آن در طول شیفت (هر دو ساعت) نمای بهتری از میزان تطابق ریتم سیرکادین نسبت به عملکرد شناختی که فقط در ابتدا و انتهای شیفت اندازه‌گیری شد نشان می‌دهد و به‌طور کلی با توجه به شاخص خواب‌آلودگی می‌توان گفت، افزایش تعداد نوبت‌های متوالی می‌تواند باعث تطابق بهتر در گروه مورد مطالعه شود.

همان‌طور که مشاهده گردید نتایج نشان داد که نوبت‌های ۱۲ ساعته باعث کاهش سرعت و دقت کارکردهای اجرایی ذهن انسان در انتهای شیفت و افزایش خواب‌آلودگی (کاهش هوشیاری) می‌شود که می‌تواند باعث افزایش خطاهای انسانی و ریسک حوادث فرآیندی گردد از طرفی سرعت و دقت پردازش اطلاعات و همچنین شاخص خواب‌آلودگی در الگوی ۷ شب متوالی، بهتر از ۴ شب متوالی بود که نشان دهنده تطابق مناسبتر این الگوی است ولی تداخل شرایط محیطی به‌ویژه مواجهه با نور صبح گاهی و همچنین تفاوت‌های فردی را می‌توان دلیل تطابق آهسته بیان نمود. ساعات کاری و تعداد شب‌های پی‌درپی مناسب در به کارگیری سیستم‌های نوبتی چرخشی در اپراتورهای اتاق کنترل صنایع پتروشیمی می‌تواند باعث افزایش عملکرد و هوشیاری شده و به بهبود ایمنی کمک کند؛ بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق توصیه می‌شود که در اتاق‌های کنترل صنایع پتروشیمی برای بهبود عملکرد افراد نوبت‌کار از چرخش‌های سریع پرهیز گردد. البته لازم به ذکر است

یکسانی مواجهه داشتند و تفاوتی بین میانگین روشنایی اتاق‌های کنترل مورد مطالعه بسیار اندک بود ولی مواجهه با نور صبحگاهی بعد از اتمام شیفت و در مراجعت به محل زندگی را می‌توان بر کاهش تطابق افراد موثر دانست. بجزوران و همکارانش گزارش کرده اند که مواجهه با نور ابتدای صبح بر تطابق اثر منفی ایجاد نموده و باعث تأخیر فاز می‌گردد. [۵] اما بر خلاف انتظار، اثر هم‌زمان زمان شیفت و تعداد نوبت‌های متوالی بر عملکردهای شناختی معنی‌دار نبود این بدین معنی است که اثر زمان بر عملکردهای شناختی در هر دو الگو یکسان است هرچند که انتظار می‌رفت به دلیل تطابق بیشتر در الگوی ۷ شب متوالی، شیب تغییرات عملکرد شناختی (پارامتر B) در این الگو کندتر از ۴ شب متوالی باشد این می‌تواند به دلیل زیاد بودن ساعت کاری در هر شیفت باشد که منجر به خستگی در انتهای شیفت شده است و با توجه به اینکه پارامترها فقط در ابتدا و انتهای شیفت اندازه‌گیری شده است نمی‌توان به نتیجه‌گیری مناسب دست یافت و نیاز است که در مطالعات بعدی با توسعه اندازه‌گیریها در طول شیفت به این سوال پاسخ گفت.

دیگر متغیر وابسته مورد مطالعه خواب‌آلودگی بود که در هر دو الگوی کاری طی شیفت رو به افزایش بود و با اولین فرضیه ما که می‌گوید در طی شیفت خواب‌آلودگی افزایش می‌یابد مطابقت دارد. این نتیجه در افراد شب‌کار قابل انتظار است و با اصول فیزیولوژی سیرکادین [۳۴، ۳۵] و دیگر مطالعات مشابه مطابقت دارد [۳۱، ۳۶]. کمیت و کیفیت خواب نیز عامل اثر گذار بعدی است و همان‌طور که نتایج نشان دادند افراد در هر دو الگوی مورد بررسی از کمیت و کیفیت نامناسب خواب برخوردار بودند. هرچند که از لحاظ آماری تفاوت در شیب تغییرات خواب‌آلودگی دو گروه در طول شیفت مشاهده نشد ولی در ساعت ۳ شب که اوج خستگی شبانه است [۹، ۳۷] مشاهده می‌شود که در الگوی ۴ شب متوالی، افراد از خواب‌آلودگی بیشتری نسبت به الگوی ۷ شب متوالی رنج می‌برند و این نشانی از تطابق بیشتر در اثر افزایش تعداد شب‌های متوالی است

⁵ Siri Waage

4. Ansiau D, Wild P, Niezborala M, Rouch I, Marquie J. Effects of working conditions and sleep of the previous day on cognitive performance. *Applied Ergonom.* 2008;39(1):99-106.

5. Bjorvatn B, Stangenes K, Oyane N, Forberg K, Lowden A, Holsten F, et al. Subjective and objective measures of adaptation and readaptation to night work on an oil rig in the North Sea. *Sleep.* 2006;29(6):821-9.

6. Choobineh A, Soltanzadeh A, Tabatabai S, Jahangiri M, Khavvaji S. Comparison of shift work-related health problems in 12-hour shift schedules of petrochemical industries. *Iran Occup Health.* 2010;7(4):49-59.

7. Choobineh A, Soltanzadeh A, Tabatabaee S, Jahangiri M, Khavvaji S. Shift work-related health problems in "12-hour shift" schedule in petrochemical industries. *Iran Occup Health.* 2010;7(1):44-53.

8. Gibbs M, Hampton S, Morgan L, Arendt J. Adaptation of the circadian rhythm of 6-sulphatoxymelatonin to a shift schedule of seven nights followed by seven days in offshore oil installation workers. *Neuroscience Letters.* 2002 6/7;325(2):91-4.

9. Chang YS, Wu YH, Hsu CY, Tang SH, Yang LL, Su SF. Impairment of perceptual and motor abilities at the end of a night shift is greater in nurses working fast rotating shifts. *Sleep Med.* 2011 10//;12(9):866-9.

10. Knauth P. Designing better shift systems. *Applied Ergonom.* 1996 2//;27(1):39-44.

11. Chang YS, Chen HL, Hsu CY, Su SF, Liu CK, Hsu C. Nurses working on fast rotating shifts overestimate cognitive function and the capacity of maintaining wakefulness during the daytime after a rotating shift. *Sleep Med.* 2013 7//;14(7):605-13.

12. Forberg K, Waage S, Moen B, Bjorvatn B. Subjective and objective sleep and sleepiness among tunnel workers in an extreme and isolated environment: 10-h shifts, 21-day working period, at 78 degrees north. *Sleep Med.* 2010;11(2):185-90.

13. Bjorvatn B, Kecklund G, Åkerstedt T. Rapid adaptation to night work at an oil platform, but slow readaptation after returning home. *J Occup Environ Med.* 1998;40(7):601-8.

14. Waage S, Harris A, Pallesen S, Saksvik IB, Moen BE, Bjorvatn B. Subjective and objective sleepiness among oil rig workers during three different shift schedules. *Sleep Med.* 2012;13(1):64-72.

15. Ferguson SA, Kennaway DJ, Baker A, Lamond N, Dawson D. Sleep and circadian rhythms

که در این مطالعه فقط به بررسی تأثیر شب‌کاری بر کارکردهای اجرایی ذهن و هوشیاری پرداخته شد و با توجه به محدودیت‌های مطرح شده و از طرفی فاکتورهای مهم دیگر مانند سلامتی نوبت کار می‌بایست در کاربست نتایج این پژوهش با احتیاط عمل نمود.

محدودیت‌های مطالعه: اولین محدودیت تعداد اندازه‌گیری‌ها در طول دوره شب‌کاری بود. اندازه‌گیری عملکرد شناختی در ابتدا و انتهای آخرین نوبت شب انجام شد. با توجه به وابستگی ریتم سیرکادین به زمان و تأثیر آن بر عملکرد، در صورت توسعه تعداد اندازه‌گیری‌ها امکان نتیجه‌گیری کاملتری را ایجاد می‌نماید. دیگر ضعف این مطالعه عدم وجود گروه کنترل بود. این محدودیت را می‌توان به دو شکل رفع نمود یکی مقایسه اندازه‌گیری‌ها با اولین شب شروع بکار در هر الگو و دوم استفاده از یک گروه کنترل غیر نوبت کار است. و در نهایت برای بررسی تفاوت این دو الگو با هم نیاز به مطالعه جامع‌تر با بررسی کلیه مراحل کار (شب، روز و استراحت) در هر دو الگو است، که این نیز یکی دیگر از محدودیت‌های این مطالعه بشمار می‌آید.

تقدیر و تشکر

این مطالعه با حمایت و مشارکت شرکت ملی پتروشیمی ایران انجام گرفت. نویسندگان این مقاله از حمایت‌ها و همکاری‌های شرکت ملی پتروشیمی ایران و کارکنانی که در این مطالعه به ما کمک کردند تشکر می‌نمایند.

منابع

1. Rouch I, Wild P, Ansiau D, Marquie JC. Shiftwork experience, age and cognitive performance. *Ergonomics.* 2005 2005/08/15;48(10):1282-93.
2. Costa G. Shift work and occupational medicine: an overview. *Occup Med.* 2003;53(2):83-8.
3. Ross JK. Offshore industry shift work—health and social considerations. *Occup Med.* 2009;59(5):310-5.



- components of working memory. *Bio Rhyt Res.* 2006;37(5):433-41.
28. Durmer JS, Dinges DF, editors. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Seminars in neurology*; 2005.
29. Smith L, Folkard S, Tucker P, Macdonald I. Work shift duration: a review comparing eight hour and 12 hour shift systems. *Occup Environ Med.* 1998;55(4):217-29.
30. Dumont M, Benhaberou-Brun D, Paquet J. Profile of 24-h light exposure and circadian phase of melatonin secretion in night workers. *J Bio Rhythms.* 2001;16(5):502-11.
31. Midwinter MJ, Arendt J. Adaptation of the melatonin rhythm in human subjects following nightshift work in Antarctica. *Neuroscience Letters.* 1991;122(2):195-8.
32. Rollinson DC, Rathlev NK, Moss M, Killiany R, Sassower KC, Auerbach S, et al. The effects of consecutive night shifts on neuropsychological performance of interns in the emergency department: a pilot study. *Annals Emerg Med.* 2003;41(3):400-6.
33. Hansen JH, Geving IH, Reinertsen RE. Adaptation rate of 6-sulfatoxymelatonin and cognitive performance in offshore fleet shift workers: a field study. *Int Archives Occup Environ Health.* 2010;83(6):607-15.
34. Sack RL, Auckley D, Auger RR, Carskadon MA, Wright Jr KP, Vitiello MV, et al. Circadian Rhythm Sleep Disorders: Part I, Basic Principles, Shift Work and Jet Lag Disorders. *An American Academy of Sleep Medicine Review: An American Academy of Sleep Medicine Review.* *Sleep.* 2007;30(11):1460.
35. Kazemi R, Haidarimoghadam R, Motamedzadeh M, Golmohammadi R, Soltanian A, Zoghipaydar MR. Effects of Shift Work on Cognitive Performance, Sleep Quality, and Sleepiness among Petrochemical Control Room Operators. *J Circadian Rhy.* 2016;14(1).
36. Härmä M, Sallinen M, Ranta R, Mutanen P, Müller K. The effect of an irregular shift system on sleepiness at work in train drivers and railway traffic controllers. *J Sleep Res.* 2002;11(2):141-51.
37. Haidarimoghadam R, Kazemi R, Motamedzadeh M, Golmohammadi R, Soltanian A, Zoghipaydar MR. The effects of consecutive night shifts and shift length on cognitive performance and sleepiness: a field study. *International J Occup Safety Ergonom.* 2016:1-8.
- in mining operators: limited evidence of adaptation to night shifts. *Applied Ergonom.* 2012;43(4):695-701.
16. Baulk SD, Fletcher A, Kandelaars K, Dawson D, Roach GD. A field study of sleep and fatigue in a regular rotating 12-h shift system. *Applied Ergonom.* 2009;40(4):694-8.
17. Koffsky C, Ikuma LH, Harvey C, editors. Performance Metrics for Evaluating Petro-chemical Control Room Displays. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*; 2013: SAGE Publications.
18. Cook MJ. Working Memory, Age, Crew Downsizing, System Design and Training. *Operat Issues Aging Crew.* 2000:3.
19. Kluge A. Controlling Complex Technical Systems: The Control Room Operator's Tasks in Process Industries. *The Acquisition of Knowledge and Skills for Taskwork and Teamwork to Control Complex Technical Systems*: Springer; 2014. p. 11-47.
20. Terán-Pérez GJ, Ruiz-Contreras AE, González-Robles RO, Tarrago-Castellanos R, Mercadillo RE, Jiménez-Anguiano A, et al. Sleep Deprivation Affects Working Memory in Low but Not in High Complexity for the N-Back Test. 2012.
21. Alhola P, Polo-Kantola P. Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatric disease and treatment.* 2007;3(5):553.
22. Chen Y-N, Mitra S, Schlaghecken F. Subprocesses of working memory in the N-back task: An investigation using ERPs. *Clinic Neurophysiology.* 2008;119(7):1546-59.
23. Riccio CA, Reynolds CR, Lowe P, Moore JJ. The continuous performance test: a window on the neural substrates for attention? *Archives Clinic Neuro.* 2002;17(3):235-72.
24. Alimohammadi I, Mehri A, Sadat S, Akbarzadeh A, Hajizadeh R. The effects of traffic noise on drivers' cognitive performance. *Iran Occup Health.* 2015;12(2).
25. Kaida K, Takahashi M, Åkerstedt T, Nakata A, Otsuka Y, Haratani T, et al. Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clinic Neuro.* 2006;117(7):1574-81.
26. Tucker S. Shiftwork: Safety, Sleepiness and Sleep. *Industrial Health.* 2005;43:20-3.
27. Ramírez C, Talamantes J, García A, Morales M, Valdez P, Menna-Barreto L. Circadian rhythms in phonological and visuospatial storage

Night shift effects on cognitive executive functions and alertness among petrochemical control room operators

Majid Motamedzadeh¹, Reza Kazemi^{*2}, Rashid Heidarimoghadam³

Received: 2017/01/21

Revised: 2017/10/21

Accepted: 2017/11/26

Abstract

Background and aims: Shift work and in particular night shift work is associated with many problems such as sleep deprivation, sleepiness, decreased cognitive performance, increased human errors, and fatigue; it is also one of the major contributors of increasing the likelihood of risk of accidents in the industry. Better matching between individuals' circadian rhythm and night shift and higher work performance can be achieved via designing an appropriate work shift pattern. The aim of this study was to compare the effect of two different rotating night shifts on information processing and alertness.

Methods: This cross-sectional study conducted among 60 employees of the petrochemical industry control rooms with two different shift pattern consists of 7 consecutive nights (or 7 N) and 4 nights (4N). To assess the cognitive performance, n-back test, continuous performance test and simple reaction time test were employed. For assessing alertness the Karolinska Sleepiness Scale (KSS) were used.

Results: Results from the both schedules indicated that the accuracy and speed of working memory and reaction time were significantly reduced ($p < 0.001$), while attentional errors and sleepiness increased ($p < 0.01$) during the shift work. Consecutive night shifts had a significant impact on reaction time and commission errors ($p > 0.05$).

Conclusion: The main duty of control room operators (CROs) at a petrochemical plant is checking hazardous processes which require appropriate alertness and cognitive performance. As a result, planning for appropriate working hours and suitable number of consecutive night shifts in a rotating shift system is a contribution to improving CROs performance and alertness and enhancing the safety.

Keywords: Consecutive night shift, Executive functions, Alertness, Petrochemical control room.

1. Professor, Department of Ergonomics, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

2. (**Corresponding author**) Associate Professor, Department of Ergonomics, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran. reza_kazemi2007@yahoo.com

3. Associate Professor, Department of Ergonomics, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.