

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 دریافت: ۹۵/۱۱/۰۲

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: شب کاری با مشکلات زیادی از قبیل محرومیت از خواب، خواب آلودگی، کاهش عملکردهای شناختی و پردازش اطلاعات، افزایش خطای انسانی و خستگی در ارتباط است. برنامه‌های نوبت کاری 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 نوبت کاری محسوب می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه تأثیر نوبت‌های شبانه چرخشی بر عملکردهای اجرایی ذهن و هوشیاری در دو نظام نوبت کاری مختلف است.

روش بررسی: مطالعه حاضر به روش مقطعی در میان ۶۰ نفر از کارکنان اتاق‌های کنترل صنایع پتروشیمی با دو الگوی نوبت کاری متفاوت شامل الگوی ۷ شب متواالی (N7) و ۴ شب متواالی (N4) 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 به طور 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 به طور معنی‌داری باعث کاهش زمان عکس‌العمل (P<0.01)؛ و خطاهای ارتکابی در آزمون توجه (P<0.001) شد.

نتیجه گیری: به طور کلی کارکردهای اجرایی مورد مطالعه و همچنین هوشیاری در نوبت‌های چرخشی با سرعت کمتر (۷ شب متواالی) مناسب‌تر از نوبت چرخشی سریع تر (۴ شب متواالی) بود که ناشی از تطبیق پذیری بیشتر افراد در چرخش‌های احتملت‌تر است، بنابراین افزایش شب‌های بی‌دریبی 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: شب کاری، کارکردهای اجرایی، خواب آلودگی، اتاق کنترل پتروشیمی.

مقدمه

صنایع رایج است [۹]. تطابق بهتر ریتم سیرکادین افراد با شب کاری و عملکرد بیشتر آن‌ها با طراحی مناسب الگوی نوبت کاری دست‌یافتنی است [۱۰] اما سرعت بهینه چرخش شیفت و تعداد شب‌های بی‌دریبی 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 تا 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 بی‌دریبی و چرخش سریع باعث کاهش اثرات بهداشتی ناشی از نوبت کاری می‌شود [۱۰]. در کشورهای اروپایی و ژاپن چرخش سریع (۳ تا ۵ نوبتی) با هدف حفظ ثبات ریتم سیرکادین افراد به کار

در کشورهای توسعه‌یافته حدود ۲۰ درصد از نیروی کار در گیر نوبت کاری هستند که یک‌سوم از آن‌ها شب کار هستند [۳-۱]. نوبت کاری، بهویژه شب کاری با مشکلات زیادی از قبیل محرومیت از خواب، خواب آلودگی، اختلال در کارکردهای اجرایی ذهن، افزایش خطای انسانی و خستگی در ارتباط است که در صنایع به صورت افزایش ریسک حوادث ظهرور پیدا می‌کند [۴-۶]. ریشه تمام مشکلات ایمنی و بهداشتی ناشی از نوبت کار عدم تطبیق بین ساعت داخلی بدن و محیط است که در نتیجه باعث بی‌نظمی در ریتم سیرکادین می‌شود [۷، ۸]. الگوهای نوبت کاری متفاوتی از لحظه زمان شیفت (۸ یا ۱۲ ساعت)، چرخش (سریع یا کند)، جهت چرخش و تعداد شب‌های متواالی 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: جمماً ۶۰ نفر از دو الگوی رایج نوبت کاری به صورت 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 به روز به صورت پادساعت‌گرد بود. به‌منظور بررسی اثر زمان شیفت بر کارکردهای اجرایی اندازه‌گیری‌ها در شرایط کاملاً استاندارد از لحاظ ارگونومی (به صورت نشسته در اتاق‌کی 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 متولی بر پردازش اطلاعات و خواب‌آلودگی، اندازه‌گیری‌ها در آخرین شب قبل از چرخش شیفت به روز انجام گردید در الگوی 7N7D7O، شب هفتم (NNNNNNNN) و در الگوی 4N7D3N7O شب چهارم (NNNN). داده‌های دموگرافیک جمع‌آوری شده شامل: سن، تحصیلات، سابقه نوبت کاری، 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 ان بک^۱: برای

گرفته می‌شود اما در آمریکا چرخش کند (بیشتر از ۷ نوبت) با هدف ایجاد تطابق فرد با کار شبانه موردنظر است [۱۱]. از طرفی مطالعات صورت گرفته نشان داده است شب کاران با چرخش سریع دارای اختلالات ادرکی و حرکتی بیشتر نسبت به نوبت کاران با چرخش کندر بوده و احتمال ارتکاب خطای انسانی در آن‌ها بیشتر است [۹]. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که تطابق ریتم سیر کادین در اثر شب کاری 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 تزودتر از محیط‌های دیگر با شب کاری 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 چرخی ۱۲ ساعته شامل 7N7D7O و N,D,O)4N7D3N7O به ترتیب استراحت، روز، شب (رایج است که تنها در تعداد شب‌های متوالی با هم متفاوتند تاکنون مطالعه‌ای برای ارزیابی اثر شب کاری 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 مسؤول مدیریت اینمی پروسه‌های ذلتاً خطرناک از طریق پایانه‌های تصویری پیچیده هستند [۱۷] و کار آن‌ها پایش پیوسته فرآیندها است، نیازمند عملکرد و هوشیاری مناسب و حفظ آن‌طی شیفت هستند [۱۸، ۱۷]: بنابراین انتخاب سیستم نوبت کاری مناسب‌تر به‌منظور کاهش خطاهای ریسک حوادث مهم است. هدف از این مطالعه بررسی کارکردهای اجرایی و هوشیاری در آخرین شب قبل از چرخش شیفت در دو الگوی فوق به‌منظور بررسی و مقایسه اثر زمان شیفت و شب کاری متوالی در یک

^۱ n-back



جدول ۱- ویژگی‌های دموگرافیک جامعه مورد مطالعه

7N		4N		متغير
انحراف معيار	ميانگين	انحراف معيار	ميانگين	
٣٠/١	٢/٣٧	٢/٠٥	٢٨/٥	سن (سال)
١/١	٥/٨	١/٨	٦/٢	سابقه کار (سال)
٣/٢٥	٢٥/٠٥	٢/٩٧	٢٥/٥٢	شاخص توده بدن (٣متر) / (کيلوگرم)
٤/٢	٤/١	١/٩	٣/٥	تعداد نوشیدني کافيين دار مصرفی در شیفت

پاسخگویی به عنوان متغیرهای وابسته در این مطالعه ثبت شدند.

آزمون زمان عکس العمل ساده: در این مطالعه برای اندازه‌گیری سرعت عکس العمل از آزمون عکس العمل ساده ۵ دقیقه‌ای بر روی کامپیوتر شخصی (dell vostro 1320 model) استفاده شد. این آزمون متشکل از مربع‌های سیاه‌رنگی بود که بر روی صفحه به صورت رندوم با فواصل زمانی توزیع شده ظاهر می‌شد. به مشارکت کنندگان آموزش داده شد تا به محض مشاهده محرک کلید مدنظر روی صفحه کلید را هر چه سریع‌تر بپشارند [۲۴]. نرم‌افزار زمان واکنش را بر حسب میلی ثانیه ثبت می‌نمود. این آزمون برای اندازه‌گیری عملکرد و خواب آلودگی و خستگی اعتبار سنج شده است [۱۶].

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

KSS شامل ۹ شاخص نقطه‌ای است شامل: = خیلی هوشیار^۳ = هوشیار^۵ = نه هوشیار نه خوابآلود = خوابآلود و زیاد خوابآلود 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 تأثیر متغیرهای زمان شیفت و تعداد نوبت‌های شبانه پی‌درپی بر روی عملکردهای شناختی و خواب‌آلودگی از تحلیل داده‌های تکراری و مدل خطی معادلات برآورد تعیین یافته استفاده کردیم. در این مطالعه اثر متغیرهای

از زیبایی 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. مشارکت کننده می‌باشد آخرين عدد ظاهر شده را با عدد قبل از خودش مقایسه نماید در صورتی که اعداد مود مقایسه یکسان بودند افراد می‌باشد 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 مطلوبیت بار، از بار، حافظه کار، بخود، دار 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 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. مدت زمان نمایش هر محرک ۱۵۰ میلی ثانیه و فاصله زمانی بین دو محرک ۵۰۰ میلی ثانیه 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)

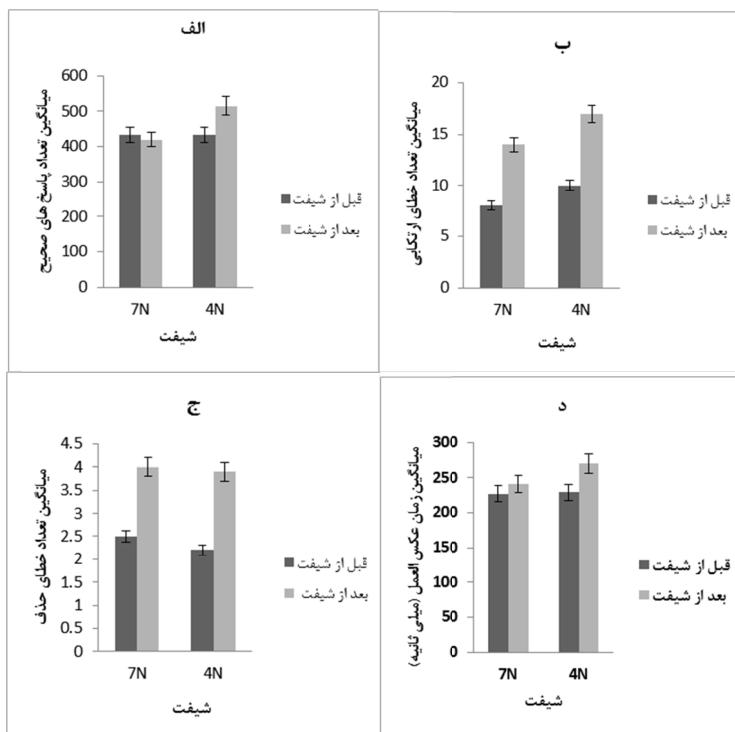
چرخش		زمان		شیفت		متغیرها	
p ./.001	F 20/2	p .0/.7	F 3/2	p .0/.8	F .0/.4	پاسخ‌های صحیح	لایه اول
.0/.8	.0/.2	.0/.01	2/7	.0/.7	.0/.13	زمان پاسخگویی	لایه دوم
.0/.4	.0/.8	.0/.4	1/2	.0/.6	.0/.21	خطای ارتکابی	لایه سوم
./.001	36	./.001	28	./.001	.0/.63	خطای حذف	لایه چهارم
.0/.1	2/7	./.001	14/3	.0/.75	.0/.03	زمان پاسخگویی	لایه پنجم
./.01	6	./.03	1/3	.0/.2	.0/.7	زمان عکس‌عمل	لایه ششم

($p<0.001$) 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 شباهت‌های متوالی بر خطاهای ارتکابی ($p<0.001$) و زمان عکس‌عمل ($p<0.04$) اثر معنی‌داری دارد و بر دیگر متغیرها شامل نمره ان بک ($p<0.13$), زمان پاسخگویی ($p<0.05$), خطای ($p<0.01$) حذف، زمان پاسخگویی در آزمون ($p<0.09$) 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 (2) و در گروه 4N (3/6) 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 ($B=0.03$) نسبت به سیستم 4N ($B=0.07$) 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 ($p=0.03$). از طرفی در نمودار شماره ۲ مشاهده می‌شود که میانگین شاخص خواب‌آلودگی متناظر با ساعت ۳ و ۵ در گروه 4N به حداقل مقدار خود در طول شیفت می‌رسد و فاصله معنی‌داری با گروه 7N نشان می‌دهد. ($p=0.01$).

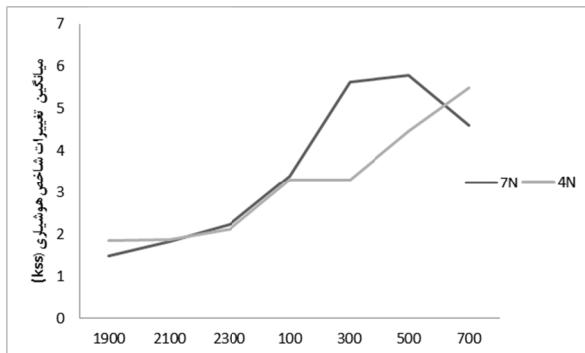
بار کار فکری و ضریب هوشی نیز به عنوان فاکتور مداخله‌گر عملکردهای شناختی وارد مدل و تعديل گردید. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مورد ارزیابی قرار گرفت. سطح معنی‌داری در تحلیل داده‌ها کمتر از $p<0.05$ در نظر گرفته شد و تمام تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS20 انجام گردید.

یافته‌ها

جدول ۱ ویژگی‌های دموگرافیک را دو الگوی مورد مطالعه نشان می‌دهد. تمام تحلیل‌های مرتبط با عملکرد شناختی با تطبیق اثر مخدوشگرهای 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 عکس‌عمل ($p<0.04$) اثر معنی‌دار نشان داد و بر تعداد خطاهای حذف ($p<0.014$) 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 عکس‌عمل ($p<0.001$), تعداد خطاهای



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



شکل ۲- میانگین تغییرات سطح هوشیاری در ساعت و نوبت‌های کاری مختلف

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 نوبت کاران را مرتبط با بی‌نظمی ریتم سیرکادین، محرومیت از خواب و خستگی دانسته‌اند [۲۶]. طی مطالعه‌ای توسط رامیرز^۲

²Ramirez

بحث و نتیجه‌گیری
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

پایین تری برخوردارند و در دیگر پارامترها نیز هرچند که از لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین دو الگوی کاری مشاهده نشد ولی در الگوی 4N افراد از عملکرد نسبتاً ضعیفتری برخوردار بودند. این نتایج را می توان به تفاوت در نرخ انطباق ریتم سیرکادین با شبکاری در دو الگوی مورد مطالعه و تاثیر انطباق بر عملکرد نسبت داد. در مطالعات زیادی به اثر شبکاری بر انطباق پرداخته شده است که اکثر قریب به اتفاق آن ها قابلیت انطباق ریتم سیرکادین با شبکاری را ممکن دانسته اند ولی نرخ و سرعت انطباق در این مطالعات متفاوت گزارش شده است [۳۰، ۱۵، ۸]. نتایج این مطالعه نشان می دهد که در الگوی N7 افراد از انطباق بیشتری نسبت به الگوی N4 برخوردارند و به همین دلیل پارامترهای عملکرد شناختی آن ها بهتر است. در واقع می توان گفت که شواهدی از انطباق بیشتر افراد بر اثر افزایش شب های متوالی وجود دارد ولی روند انطباق پیشرفت کندی دارد. این نتایج با مطالعات دیگران همسو است [۳۲، ۱۵، ۹] اما با مطالعه انجام شده توسط بجوران^۴ و همکارانش متناقض است در این مطالعه که بین کارکنان شاغل بر سکوهای نفتی واقع در دریا با نظام نوبت کاری ۱۲ ساعته و ۱۴ شب پی در پی انجام شد دریافتند که تطابق به سرعت ایجاد شد و طی ۶-۴ روز کاری کامل و عملکردهای شناختی بهبود می یابد. دلیل تفاوت در نرخ انطباق ریتم سیرکادین را در مطالعات مختلف می توان به شرایط محیطی به ویژه مواجهه با نور ابتدای صبح نسبت داد [۳۱، ۳۳]. نور عامل مهمی در سرکوب ملاتونین بشمار می آید [۲] نقش مواجهه با نور بوسیله پارامترهایی مانند شدت و مدت مواجهه مشخص می شود [۳۴] شدت های بالاتر از ۱۰۰۰ لوکس باعث سرکوب شدید ملاتونین و افزایش هوشیاری و عملکرد می شود 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 4N

و دیگران نشان داده شد که تأخیر فاز ۱ ساعته در ریتم سرکادین 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]. همان طور که در مطالعات متعدد ذکر شده است شبکاری باعث تداخل در چرخه خواب / بیداری و کاهش کمیت و کیفیت خواب می شود [۱۲، ۱۵] از طرفی حافظه کاری و توجه که در این مطالعه بررسی شده اند هردو مرتبط با عملکرد لوب پیشانی هستند و قسمت های پیشانی مغز در برابر محرومیت از خواب آسیب پذیر و حساس است. در مطالعه حاضر مشاهده می شود که میانگین خواب در ۲۴ ساعت قبل از مطالعه در هر دو گروه کمتر از مقدار موردنیاز بدن یعنی حدود ۸ ساعت می باشد و همچنین کیفیت خواب در هر دو الگو نامناسب گزارش شده است. کاهش زمان عکس العمل در پایان شیفت های ۱۲ گروه نشان از خستگی افراد در پایان شیفت های ساعته دارد. افزایش خستگی می تواند 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 شیفت های شباهه ۱۲ ساعته به طور معنی داری افزایش می یابد و این افزایش همراه با کاهش عملکردهای شناختی به ویژه سرعت عکس العمل است [۱۶]. در مطالعه حاضر، دیگر متغیر مستقل مورد مطالعه علاوه بر زمان شیفت، تعداد شب های متوالی بود. همان طور که مشاهده می شود نتایج نشان می دهد که تعداد شب های متوالی بر پارامترهای زمان عکس العمل و خطاهای ارتکابی اثر معنی داری ایجاد نموده است به صورت که افراد الگوی 4N که ۴ شب متوالی مشغول اند از عملکرد شناختی

⁴ Bjorvatn^۳ S.D Baulk



نتایج این تحقیق با تحقیق سیری و^۵ و همکاران و کاظمی و همکاران که نشان داد با افزایش تعداد نوبت‌های شبانه خواب آلودگی به دلیل انطباق ریتم سیرکادین رو به کاهش است همسو می‌باشد [۹، ۷، ۱۵، ۳۲] همچنین در تحقیق اس دی بالک نیز مقایسه خواب آلودگی در شب دوم نسبت به شب اول رو به کاهش نشان داد که با مطالعه حاضر همسو است [۱۶]. هرچند که اندازه‌گیری خواب آلودگی 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 به طور کلی با توجه به شاخص خواب آلودگی 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 دقیقت کارکردهای اجرایی ذهن انسان در انتهای شیفت و افزایش خواب آلودگی (کاهش هوشیاری) می‌شود که می‌تواند باعث افزایش خطاهای انسانی و ریسک حوادث فرآیندی گردد از طرفی سرعت و دقیقت پردازش اطلاعات و همچنین شاخص خواب آلودگی 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 پی در پی مناسب در به کار گیری سیستم‌های نوبتی چرخشی در اپراتورهای اتاق کنترل صنایع پتروشیمی می‌تواند باعث افزایش عملکرد و هوشیاری شده و به بهبود اینمی کمک کند؛ بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق توصیه می‌شود که در اتاق‌های کنترل صنایع پتروشیمی برای بهبود عملکرد افراد نوبت کار 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. بجوران 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، شب تغییرات عملکرد شناختی (پارامتر B) در این الگو کندر 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 نتیجه گیری 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 خواب آلودگی بود که در هر دو الگوی کاری طی شیفت رو به افزایش بود و با اولین فرضیه ما که می‌گوید در طی شیفت خواب آلودگی افزایش می‌یابد مطابقت دارد. این نتیجه در افراد شب کار 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 شب تغییرات خواب آلودگی دو گروه در طول شیفت مشاهده نشد ولی در ساعت ۳ شب که اوج خستگی شبانه است [۳۷، ۹] مشاهده می‌شود که در الگوی ۴ شب متوالی، افراد از خواب آلودگی بیشتری نسبت به الگوی ۷ شب متوالی رنج می‌برند و این نشانی از تطابق بیشتر در اثر افزایش تعداد شب‌های متوالی است

^۵ 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, Tabatabaei 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 Enviro 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 واپسگی 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 کاراست. و در نهایت برای بررسی تفاوت این دو الگو با هم نیاز به مطالعه جامع تر 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. نویسنده‌گان این مقاله از حمایت‌ها و همکاری‌های شرکت ملی پتروشیمی ایران و کارکنانی که در این مطالعه به ما کمک کردند تشکر می‌نمایند.

منابع

- Rouch I, Wild P, Ansiau D, Marquie JC. Shiftwork experience, age and cognitive performance. *Ergonomics.* 2005 2005/08/15;48(10):1282-93.
- Costa G. Shift work and occupational medicine: an overview. *Occup Med.* 2003;53(2):83-8.
- 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 Enviro 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 Emerge 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 Enviro 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. Koffskey 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.