



## اعتبارسنجی یک روش ارزیابی نیاز وظیفه (VACP) برای پیش‌بینی بار کاری ذهنی اپراتورهای اتاق کنترل نیروگاه (مطالعه موردی: نیروگاه سیکل ترکیبی فارس)

مژگان ذواکتافی<sup>۱</sup>، سید ابوالفضل ذاکریان<sup>۲\*</sup>، علیرضا چوپینه<sup>۳</sup>، سمانه نعمت الهی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد ارگونومی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> استاد، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

<sup>۴</sup> دانشجوی دکترای آمار زیستی، گروه آمار زیستی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، فارس، ایران

نویسنده مسئول: سید ابوالفضل ذاکریان، دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. ایمیل: zakerian@sina.tums.ac.ir

DOI: 10.21859/joe-04034

### چکیده

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۲۷

### واژگان کلیدی:

بار کاری ذهنی

تکنیک VACP

پرسشنامه NASA-TLX

اتاق کنترل نیروگاه

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

**مقدمه:** پیشرفت فناوری و تکنولوژی مدرن، محیط‌های کاری جهان امروز را تغییر داده و افراد شاغل در این محیط‌ها را متحمل خواسته‌ها و نیازهای ذهنی و شناختی بیشتری کرده است. اتاق کنترل، نمونه‌ای از این محیط‌های کاری است. در حال حاضر، ارزیابی بار کاری ذهنی نقطه‌ای کلیدی در تحقیق و توسعه روابط انسان- ماشین می‌باشد. هدف مطالعه حاضر، اعتبارسنجی یک روش تحلیلی در ارزیابی بار کاری ذهنی مورد نیاز اپراتورهای اتاق کنترل نیروگاه سیکل ترکیبی فارس می‌باشد.

**روش کار:** مطالعه حاضر، مطالعه‌ای بنیادی- کاربردی از نوع مقطعی می‌باشد که در ابتدا، به منظور آشنایی با مراحل انجام کار اپراتورهای اتاق کنترل، تجزیه و تحلیل وظایف انجام گرفت. سپس، با استفاده از تکنیک VACP، میزان بار کاری ذهنی مورد نیاز برای انجام هر یک از مراحل کار تعیین گردید. نهایتاً، با بررسی ضریب همبستگی پیرسون مقادیر تعیین شده از تکنیک VACP با نتایج حاصل از پرسشنامه NASA-TLX که از ۱۸ اپراتور جمع آوری شده بود، اعتبارسنجی روش مورد نظر، انجام گرفت.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج به دست آمده، همبستگی میان مقادیر تعیین شده از تکنیک VACP و مقادیر به دست آمده از پرسشنامه NASA-TLX، مثبت و معنی دار شد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به وجود همبستگی بالا میان نتایج تکنیک VACP و نتایج حاصل از پرسشنامه NASA-TLX، و با توجه به قابلیت به کارگیری تکنیک VACP در مراحل ابتدایی طراحی در مقایسه با روش NASA-TLX، این روش پیشنهادی به عنوان یک ابزار بررسی برای پیش‌بینی بار کاری ذهنی اپراتورهای اتاق کنترل، مناسب می‌باشد.

### مقدمه

نیروگاه‌ها، نمونه‌هایی از سیستم‌های حیاتی هستند که خطا در این فضاها می‌تواند هزینه‌های زیادی در پی داشته و تهدیدی برای سلامتی و جان افراد باشد. وظایفی همچون وظایف اپراتورهای اتاق کنترل به دلیل نیاز به توجه و تمرکز در روابط انسان- ماشین، عمل و عکس‌العمل‌های دقیق و به موقع در تنظیم سیستم‌های فرآیندی و پردازشی، عملکردهای شناختی متعدد از قبیل توجه و دقت مستمر، قابلیت شناسایی و دید مناسب، حافظه، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند [۲].

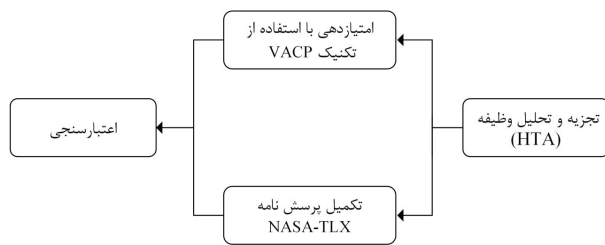
بار کاری ذهنی یکی از مفاهیم پرکاربرد در ارگونومی و مهندسی

پیشرفت فناوری و تکنولوژی مدرن، محیط‌های کاری جهان امروز را تغییر داده و افراد شاغل در این محیط‌ها را متحمل خواسته‌ها و نیازهای ذهنی و شناختی بیشتری در مقایسه با خواسته‌ها و نیازهای فیزیکی، کرده است. اتاق کنترل (control room)، نمونه‌ای از این محیط‌های کاری است که به عنوان قلب تپنده یک سیستم، بار کاری ذهنی (mental workload) بالایی به اپراتورها تحمیل می‌کند و در نتیجه احتمال خطا در این افراد بالا می‌برد که می‌تواند پیامدهای جبران‌ناپذیری در پی داشته باشد [۱، ۲].

نیروگاه سیکل ترکیبی فارس می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود که روش ارزیابی نیاز وظیفه می‌تواند یک ابزار تحلیلی مفید در طراحی‌های مؤثر و کارآمد اتاق کنترل نیروگاه باشد و بنابراین از این روش به جای روش‌های تکراری همچون NASA-TLX در ارزیابی‌ها استفاده شود.

### روش کار

پس از اطمینان از رضایت کامل شرکت کنندگان که با تکمیل فرم رضایت نامه، حاصل گردید، بر اساس تصویر ۱، ابتدا به منظور آشنایی با مراحل انجام کار اپراتورهای اتاق کنترل نیروگاه، تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظیفه (HTA) انجام گرفت، که بر این اساس، افراد به دو گروه شغلی؛ تکنسین‌های گاز و بخار و تکنسین‌های بهره‌برداری طبقه‌بندی شدند. سپس، با استفاده از تکنیک VACP، میزان بارکاری ذهنی موردنیاز برای انجام هر یک از مراحل کار این دو گروه تعیین گردید [۸]. بعد از آن، پرسشنامه NASA-TLX [۱۲] میان ۱۱ تکنسین گاز و بخار و ۷ تکنسین بهره‌برداری در اتاق کنترل توزیع شد تا میزان بارکاری ذهنی ادراک شده در هر مرحله کار را مشخص کنند. در پایان، اعتبار مقادیر تعیین شده برای تکنیک VACP با مقایسه با نتایج حاصل از پرسشنامه NASA-TLX مورد بررسی قرار گرفت. از جمله دلایل استفاده از روش NASA-TLX به عنوان ابزاری برای اعتبارسنجی تکنیک VACP، اعتبار بالا، سادگی در استفاده و پرکاربرد بودن آن می‌باشد [۱۳].



تصویر ۱: فلوجارت روش‌های مورد استفاده

### تجزیه و تحلیل وظیفه و به‌کارگیری تکنیک VACP

با توجه به وجود عناوین و وظایف مختلف شغلی در اتاق کنترل نیروگاه، ابتدا افراد داوطلب به شرکت در مطالعه انتخاب و پس از تعیین عناوین شغلی آن‌ها، تجزیه و تحلیل وظیفه انجام شد. افراد داوطلب در شیفت اول، شامل ۳ اپراتور از واحدهای گاز و بخار و ۲ اپراتور بهره‌برداری بودند

فاکتورهای انسانی (human factors and ergonomics) است [۳]. اگرچه هیچ تعریف پذیرفته‌شده جهانی از این مفهوم وجود ندارد با این حال از آن به‌عنوان "منبع موردنیاز پردازش اطلاعات در انسان برای انجام یک وظیفه" یاد می‌شود [۴]. بارکاری ذهنی ممکن است تحت تأثیر سختی وظیفه، سطح مهارت فرد و تکنولوژی قرار گیرد [۵].

در حال حاضر، ارزیابی بارکاری ذهنی نقطه‌ای کلیدی در تحقیق و توسعه روابط انسان-ماشین به‌منظور جستجوی سطوح بالاتر از آسایش، رضایت، بهره‌وری و ایمنی که از اهداف اصلی ارگونومی در محیط کار هستند، می‌باشد [۶]. ارزیابی بارکاری ذهنی می‌تواند در دو گروه روش‌های ارزیابی تجربی و روش‌های ارزیابی تحلیلی طبقه‌بندی شود. روش‌های ارزیابی تجربی رایج عبارت‌اند از: بررسی عملکرد وظیفه، بررسی پارامترهای فیزیولوژیکی و روش ارزیابی ذهنی [۴]. در حالی که روش‌های ارزیابی تحلیلی اغلب شامل تجزیه و تحلیل وظیفه، مدل‌های ریاضیاتی و یا شبیه‌سازی‌های کامپیوتری می‌باشند [۷]. از آنجاکه ارزیابی بارکاری ذهنی با به‌کارگیری روش‌های ارزیابی تجربی، معمولاً در مراحل نهایی پیشرفت سیستم انجام می‌شود و نیز جمع‌آوری اطلاعات از شرکت کنندگان زمان‌بر می‌باشد، روش ارزیابی تحلیلی روشی بهتر است که می‌تواند در مراحل اولیه طراحی سیستم به کار گرفته شود و زمان را نیز در نظر می‌گیرد. بنابراین، در مطالعه حاضر یک روش ارزیابی تحلیلی، تکنیک (VACP) visual, auditory, cognitive, psychomotor [۸]. به‌عنوان روشی مناسب برای ارزیابی نیاز وظیفه اپراتورهای اتاق کنترل مورد استفاده قرار گرفت.

تکنیک VACP بارکاری ذهنی را برحسب ۴ بعد مستقل؛ دیداری، شنیداری، شناختی و روان-حرکتی توصیف می‌کند. درجه‌بندی نسبی این تکنیک که در پیوست ۱ نیز نشان داده شده است [۹]، از ۰ (کمترین) تا ۷ (بیشترین) می‌باشد که به سطوح مختلفی از نیاز در هر بعد نسبت داده می‌شود. امتیاز کل بارکاری ذهنی برای هر زیروظیفه، جمع مقادیر نسبت داده شده به ۴ بعد می‌باشد، بنابراین امتیاز نهایی از ۰ تا ۲۸ را شامل می‌شود. این تکنیک در مطالعات نیروی هوایی و ارتش مورد استفاده قرار گرفته است [۱۰]. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۴ انجام گرفت، اعتبار این روش در مراکز بهداشتی مورد بررسی قرار گرفته و تأیید شد [۱۱] اما به‌کارگیری آن در حوزه نیروگاه و اتاق کنترل تلاشی جدید و مستلزم اعتبارسنجی می‌باشد.

هدف این مقاله، اعتبارسنجی این روش ارزیابی نیاز وظیفه برای پیش‌بینی بارکاری ذهنی در اپراتورهای اتاق کنترل

شباهت کاری دو گروه، انتظار می‌رود که در هر دو گروه کاری، همبستگی میان دو روش مورد استفاده مثبت و معنی‌دار باشد.

### یافته‌ها

تمامی افراد شرکت‌کننده در مطالعه مرد، با میانگین سنی ۳۸ و انحراف معیار ۶/۷۷ سال و میانگین سابقه کاری ۱۲/۹۴ با انحراف معیار ۶/۴۰ سال بودند.

### نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل وظیفه و به‌کارگیری تکنیک VACP

وظایف تکنسین‌های گاز و بخار به ۴ زیروظیفه و وظایف تکنسین‌های بهره‌برداری به ۳ زیروظیفه تقسیم گردید. مقادیر ابعاد تکنیک VACP مربوط به زیروظایف تکنسین‌های گاز و بخار و تکنسین‌های بهره‌برداری به ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است، برای هر زیروظیفه، مقادیر مربوط به هر ۴ بعد؛ دیداری، شنیداری، شناختی و روان-حرکتی بر اساس پیوست ۱، اختصاص داده شد. امتیاز نهایی برای هر زیروظیفه از جمع مقادیر ۴ بعد مربوط به آن مشخص می‌شود. به‌عنوان مثال، در زیروظیفه چک کردن صفحات O.T، افراد باید پیوسته نمودارها، اعداد و دیگر اطلاعات موجود بر این صفحات را چک کنند بنابراین مقدار در نظر گرفته شده برای بعد دیداری این زیروظیفه، عدد ۷ بود. با توجه به این‌که هیچ‌گونه فعالیت شنیداری در این زیروظیفه مشاهده نشد، عدد ۰ به بعد شنیداری اختصاص داده شد. برای بعد شناختی، اپراتور باید میزان فشار، دما و فاکتورهای مهم دیگر که مربوط به توربین و دیگر تجهیزات هستند محاسبه و از صحت آن‌ها اطمینان حاصل کند، بنابراین عدد ۷ برای بعد شناختی در نظر گرفته شد. از آنجاکه این زیروظیفه به‌صورت نشسته و در پشت مانیتورهای مربوطه انجام می‌گیرد و تنها فشار دادن یک سری کلیدها مورد نیاز است، امتیاز ۲/۲ به بعد روان‌شناختی اختصاص داده شد. امتیاز کلی این زیروظیفه، که از مجموع ۴ بعد فوق به دست می‌آید، مقدار ۱۶/۲ خواهد بود.

### نتایج حاصل از پرسشنامه NASA-TLX

میانگین و انحراف معیار امتیاز وزن دهی شده بارکاری ذهنی مربوط به هر یک از زیروظایف تکنسین‌های گاز و بخار و تکنسین‌های بهره‌برداری به ترتیب در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است.

که به‌منظور حفظ همگنی، در شیفت‌های بعدی نیز از همین عناوین در مطالعه شرکت کردند. بدین ترتیب، تعداد ۱۱ نفر از تکنسین‌های گاز و بخار و ۷ نفر از تکنسین بهره‌برداری در مطالعه شرکت کردند. پس از تعیین افراد شرکت‌کننده، وظایف آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و زیروظایف دو گروه کاری گاز و بخار و بهره‌برداری مشخص شد. سپس با استفاده از تکنیک VACP، مقادیر مربوط به ۴ بعد بارکاری ذهنی بر اساس مشاهدات انجام‌شده و نیز صحبت با اپراتورهای اتاق کنترل، به هر یک از مراحل کار دو گروه کاری موردنظر اختصاص داده شد و در آخر سرپرست شیفت مقادیر اختصاص داده‌شده را بررسی و تأیید نمود. با توجه به این‌که اپراتورها در مرحله بعد باید به پرسشنامه NASA-TLX پاسخ دهند و به‌منظور جلوگیری از تداخل پاسخ‌های پرسشنامه با مقادیر VACP، مستقیماً سؤالی از آن‌ها پرسیده نشد.

### پرسشنامه NASA-TLX

پرسشنامه NASA-TLX یکی از متداول‌ترین و معتبرترین روش‌های ارزیابی بارکاری ذهنی می‌باشد که دارای شش بعد؛ نیاز ذهنی، نیاز فیزیکی، نیاز زمانی، عملکرد و کارایی، تلاش و کوشش، احساس دلسردی می‌باشد. روش اصلی وزن دهی به شش بعد، از طریق مقایسه دوجه‌دوی تمام ابعاد با یکدیگر و تعیین بعد مهم‌تر می‌باشد که محاسبه آن دشوار و زمان‌بر خواهد بود [۱۲]. به همین دلیل در مطالعه حاضر، ابتدا از شرکت‌کنندگان درخواست شد که میزان اهمیت هر یک از ابعاد را برای هر زیروظیفه مشخص کنند به‌گونه‌ای که امتیاز ۰ بیان‌کننده کمترین اهمیت و امتیاز ۵ نشان‌دهنده بیشترین اهمیت بعد در هر زیروظیفه بود، سپس از شرکت‌کنندگان خواسته شد که میزان نیاز هر زیروظیفه به هر بعد را با امتیاز ۰ (کمترین نیاز) تا ۲۰ (بیشترین نیاز) مشخص کنند. امتیاز نهایی همان امتیاز وزن دهی شده (حاصل ضرب اهمیت بعد در میزان نیاز هر زیروظیفه به آن بعد/ ۱۵) در نظر گرفته شد که مقداری بین ۰ تا ۲۰ خواهد بود. در این مطالعه، پرسشنامه NASA-TLX بر اساس زیروظایف تعیین‌شده دو گروه کاری طراحی و در بین افراد توزیع گردید تا میزان بارکاری ذهنی ادراک‌شده از هر زیروظیفه را مشخص کنند.

### اعتبارسنجی

در مطالعه حاضر، دو روش VACP و NASA-TLX به‌منظور ارزیابی بارکاری ذهنی زیروظایف دو گروه کاری گاز و بخار و بهره‌برداری مورد استفاده قرار گرفتند که با توجه به

جدول ۱: امتیاز ابعاد تکنیک VACP به زیروظایف تکنسین‌های گاز و بخار

| مجموع | ابعاد تکنیک VACP |        |         |        | وظیفه                          |
|-------|------------------|--------|---------|--------|--------------------------------|
|       | روان-حرکتی       | شناختی | شنیداری | دیداری |                                |
| ۱۶/۷  | ۶/۵              | ۱      | ۴/۲     | ۵      | بازدید از واحد                 |
| ۱۶/۲  | ۲/۲              | ۷      | ۰       | ۷      | چک کردن صفحات O.T.             |
| ۱۶/۱  | ۶/۵              | ۴/۶    | ۰       | ۵      | تکمیل لاگ شیت                  |
| ۱۶/۴  | ۲/۶              | ۶/۸    | ۲       | ۵      | رسیدگی به معایب و مشکلات تجهیز |

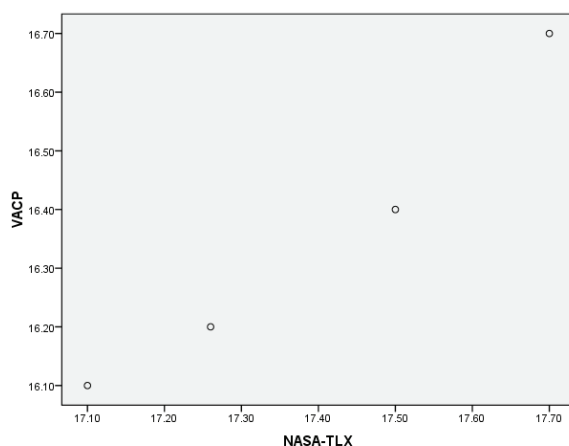
جدول ۲: امتیاز ابعاد تکنیک VACP به زیروظایف تکنسین‌های بهره‌برداری

| مجموع | ابعاد تکنیک VACP |        |         |        | وظیفه                          |
|-------|------------------|--------|---------|--------|--------------------------------|
|       | روان-حرکتی       | شناختی | شنیداری | دیداری |                                |
| ۱۶/۲  | ۲/۲              | ۷      | ۰       | ۷      | چک کردن صفحات O.T.             |
| ۱۵/۸  | ۲/۶              | ۵/۳    | ۲       | ۵/۹    | تجزیه و تحلیل آلام ها          |
| ۱۶/۴  | ۲/۶              | ۶/۸    | ۲       | ۵      | رسیدگی به معایب و مشکلات تجهیز |

با توجه به شباهت کاری دو گروه تکنسین گاز و بخار و تکنسین بهره‌برداری، و مثبت شدن همبستگی میان دو روش VACP و NASA-TLX، روش VACP روشی مناسب برای پیش‌بینی بار کاری ذهنی در اپراتورهای اتاق کنترل می‌باشد (تصاویر ۳ و ۲).

جدول ۵: همبستگی میان دو روش VACP و NASA-TLX در دو گروه کاری

| تکنسین‌های بهره‌برداری | تکنسین‌های گاز و بخار |
|------------------------|-----------------------|
| $r = ۰/۹۹۷$            | $r = ۰/۹۸۳$           |
| $P = ۰/۰۴۸$            | $P = ۰/۰۱۷$           |



تصویر ۲: نمودار پراکنشی ارتباط میان دو روش VACP و NASA-TLX در تکنسین‌های گاز و بخار

جدول ۳: امتیاز وزن دهی شده پرسشنامه NASA-TLX به زیروظایف تکنسین‌های گاز و بخار

| میانگین $\pm$ انحراف معیار | امتیاز وزن دهی شده،            |
|----------------------------|--------------------------------|
| $۰/۵۹ \pm ۱۷/۷۰$           | بازدید از واحد                 |
| $۱/۵۲ \pm ۱۷/۲۶$           | چک کردن صفحات O.T.             |
| $۱/۸۱ \pm ۱۷/۱۰$           | تکمیل لاگ شیت                  |
| $۱/۲۶ \pm ۱۷/۵۰$           | رسیدگی به معایب و مشکلات تجهیز |

جدول ۴: امتیاز وزن دهی شده پرسشنامه NASA-TLX به زیروظایف تکنسین‌های بهره‌برداری

| میانگین $\pm$ انحراف معیار | امتیاز وزن دهی شده،            |
|----------------------------|--------------------------------|
| $۱/۹۳ \pm ۱۵/۷۰$           | چک کردن صفحات O.T.             |
| $۱/۶۹ \pm ۱۵/۴۰$           | تجزیه و تحلیل آلام ها          |
| $۳/۵۵ \pm ۱۵/۹۰$           | رسیدگی به معایب و مشکلات تجهیز |

### نتایج حاصل از اعتبارسنجی

به‌منظور بررسی همبستگی میان امتیاز کل حاصل از تکنیک VACP و میانگین امتیاز حاصل از پرسشنامه NASA-TLX، ضریب همبستگی پیرسون به کار گرفته شد. همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده است، همبستگی میان نتایج حاصل از این دو روش در هر دو گروه تکنسین‌های گاز و بخار ( $r = ۰/۹۹۷$  و  $P = ۰/۰۴۸$ ) و تکنسین‌های بهره‌برداری ( $r = ۰/۹۸۳$  و  $P = ۰/۰۱۷$ ) مثبت و معنادار شد.

بنابراین اعتبارسنجی روش‌های پیش‌بینی‌کننده بارکاری ذهنی و بکارگیری آن‌ها در مراحل ابتدایی کار، می‌تواند نتایج بسزایی به همراه داشته باشد. وییدا و زیلستره، در سال ۲۰۱۳ از این تکنیک به عنوان اساسی برای ارائه روش‌های جدید همچون تکنیک ارزیابی ذهنی بار کاری (OWAT) استفاده کردند [۱۴]. لیانگ و همکاران نیز در همان سال این تکنیک را در سیستم‌های بهداشتی اعتبارسنجی نموده و به مناسب و کاربردی بودن آن پی بردند [۱۱]. نتایج این مطالعه همچون دو مطالعه دیگر، مناسب بودن روش ارزیابی VACP را نشان داد، بنابراین از این روش می‌توان در مراکز بهداشتی و اتاق‌های کنترل به منظور ارزیابی بار کاری ذهنی بهره برد.

### نتیجه‌گیری

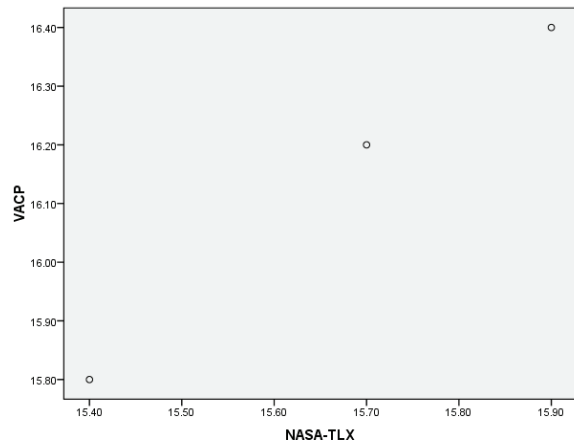
با مقایسه نتایج حاصل از پرسشنامه NASA-TLX که از اپراتورهای اتاق کنترل نیروگاه سیکل ترکیبی فارس جمع‌آوری گردید، اعتبار تکنیک تحلیلی VACP، برای پیش‌بینی بارکاری ذهنی زیروظایف موجود در اتاق کنترل، مورد تأیید قرار گرفت. اگرچه این مطالعه تنها در اتاق کنترل یک نیروگاه انجام گرفته است، می‌توان با استفاده از روش اعتبارسنجی شده VACP، بارکاری ذهنی وظایف موجود در سایر اتاق کنترل‌ها را نیز مورد بررسی قرار داد و از آن، در طراحی و بهبود این فضاها کاری بهره برد. از جمله محدودیت‌های این مطالعه، کم بودن سایر مطالعات انجام شده بر روی تکنیک VACP و نبود منابع کافی در این زمینه بود.

### سپاسگزاری

در پایان از شرکت مدیریت بهره‌برداری تولید برق و نیروگاه سیکل ترکیبی فارس که زمینه اجرای این مطالعه را فراهم نمودند و به‌ویژه کارکنان بخش امور بهره‌برداری و بخش ایمنی، کمال تشکر را داریم.

### REFERENCES

1. Stanton NA, Hedge A, Brookhuis K, Salas E, Hendrick HW. Handbook of human factors and ergonomics methods. USA: CRC Press; 2004.
2. Vitorio DM, Masculo FS, Melo MO. Analysis of mental workload of electrical power plant operators of control and operation centers. Work. 2012;41 Suppl 1:2831-9. DOI: 10.3233/WOR-2012-0531-2831 PMID: 22317148
3. Flemisch FO, Onken R. Open a Window to the Cognitive Work Process! Pointillist Analysis of Man-Machine Interaction. Cogn Tech Work. 2002;4(3):160-70.
4. Au WY, Ho JC, Lie AK, Sun J, Zheng L, Liang R, et al. A prospective study of respiratory ciliary structure and function after stem cell transplantation. Bone Marrow Transplant. 2006;38(3):243-8. DOI: 10.1038/sj.bmt.1705430 PMID: 16850034
5. Megaw T. The definition and measurement of mental workload. In:



تصویر ۳: نمودار پراکنشی ارتباط میان دو روش VACP و NASA-TLX در تکنسین‌های بهره‌بردار

### بحث

این مطالعه به منظور اعتبارسنجی و استفاده از یک تکنیک ارزیابی‌کننده بارکاری ذهنی در مراحل اولیه طراحی، تکنیک VACP، صورت پذیرفت. با استفاده از این تکنیک اعتبارسنجی شده، عوامل کاهش‌دهنده عملکرد را می‌توان تشخیص داد. به‌عنوان مثال، در زیروظیفه چک کردن صفحات O.T، افراد می‌بایست به‌طور پیوسته نمودارها، اعداد و دیگر اطلاعات موجود بر این صفحات را چک کنند و یک سری تبدیل واحدها انجام دهند، بنابراین بیشترین امتیاز -7- به بعد دیداری و شناختی در این زیروظیفه اختصاص داده شد. به‌منظور کاهش نیاز دیداری در این زیروظیفه می‌توان از سیستم‌های هشداردهنده صوتی استفاده کرد به‌طوری‌که در صورت بروز کوچک‌ترین تغییر در اعداد، نمودارها و ... افراد را مطلع سازد. همچنین نیاز شناختی را می‌توان با کاهش امر تبدیل واحد و استفاده از واحدهای قابل درک مانند پاسکال برای فشار و تغییراتی از این قبیل کاهش داد.

- Germany: Springer; 1989. p. 65-80.
10. See JE, Vidulich MA. Computer modeling of operator mental workload and situational awareness in simulated air-to-ground combat: An assessment of predictive validity. *Int J Aviation Psychol.* 1998;8(4):351-75.
  11. Liang SFM, Rau CL, Tsai PF, Chen W-S. Validation of a task demand measure for predicting mental workloads of physical therapists. *Int J Indust Ergonom.* 2014;44(5):747-52.
  12. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advance Psychol.* 1988;52:139-83.
  13. Stanton N, Salmon PM, Rafferty LA. *Human factors methods: a practical guide for engineering and design.* USA: Ashgate Publishing, Ltd.; 2013.
  14. Weeda C, Zeilstra MP, editors. Prediction of mental workload of monitoring tasks. Rail Human Factors Supporting reliability, safety and cost reduction, Proceedings of the Fourth International Conference on Rail Human Factors; 2013; London.

# Validation of a Task Demand Measure (VACP) for Predicting Mental Workloads of Control Room Operators (A Case Study: Pars Combined Cycle Power Plant)

Mojgan Zoaktafi<sup>1</sup>, Seyed Abolfazl Zakerian<sup>2,\*</sup>, Ali Reza Choobine<sup>3</sup>, Samaneh Nematolahi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> MSc of Ergonomics, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health and Institute of Health Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health and Institute of Health Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Professor, Research Center for Health Science, Shiraz University of Medical Sciences, Fars, Iran

<sup>4</sup> PhD student of Biostatistics, Department of Biostatistics, School of Medicine, Shiraz University of Medical Sciences, Fars, Iran

\* Corresponding author: Seyed Abolfazl Zakerian, Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health and Institute of Health Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E-mail: zakerian@sina.tums.ac.ir

DOI: 10.21859/joe-04034

Received: 04/05/2016

Accepted: 17/09/2016

## Keywords:

Mental Workload  
VACP Technique  
NASA-TLX Questionner  
Power Plant Control Room

## How to Cite this Article:

Zoaktafi M, Zakerian S A, Choobine A, Nematolahi S. Validation of a Task Demand Measure (VACP) for Predicting Mental Workloads of Control Room Operators (a Case Study: Pars Combined Cycle Power Plant). *J Ergo*. 2016;4(3):26-32. DOI: 10.21859/joe-04034

© 2016 Hamedan University of Medical Sciences.

## Abstract

**Introduction:** The progress of technology and modern technology has changed today's workplaces and imposed more mental and cognitive demands to workers. Control room is an example of these workplaces. Currently, assessment of mental workload is a key point in the research and development of human-machine relationships in workplaces. This study aimed to validate an analytical approach in evaluating demanded mental workloads for control room operators in Pars combined cycle power plant.

**Methods:** This was a fundamental-practical and cross-sectional study. First of all, a task analysis was used to understand the operation steps of control room operators. Then, the Visual, Auditory, Cognitive, Psychomotor (VACP) technique was applied to determine the mental workload demanded for performing each step of the works. Finally, the assigned ratings of the VACP method were validated by the analysis of Pearson's correlation with the answers of the NASA-Task Load Index (NASA-TLX) questionnaire, collected from the control room operators.

**Results:** Based on the results, the correlation between the assigned ratings of VACP technique and the answers of the NASA-TLX questionnaire was positive and significant.

**Conclusions:** Due to the high correlation between the assigned ratings of VACP technique and the answers of the NASA-TLX questionnaire, the proposed VACP technique, which can be carried out in the early stage of the design, was suitable as an analysis tool for predicting metal workloads of control room operators.