

ارائه اصول ارگونومی برای طراحی محیط شبیه ساز مراقبت پرواز

اصغر ذاکری

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران

asgharzakeri20@yahoo.com

قربانعلی محمدی (نویسنده مسول)

دانشیار گروه صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران.

ghorbanalim@yahoo.co.uk

عبدالعلی جلالی

عضو هیئت علمی دانشگاه هوایی شهید ستاری تهران - ایران

aajalali@ssau.ac.ir

چکیده

هدف از این پژوهش ارائه اصول ارگونومی برای طراحی محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی می باشد. اصول ارائه شده در این تحقیق حاصل مطالعه انواع منابع اطلاعاتی می باشد. از نتایج این پژوهش طراحی یک محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی با طول 16 متر و عرض 14 متر (مساحت 224 مترمربع) می باشد. دمای داخلی محیط مذکور در حدود 21-25 درجه سانتی گراد، درصد رطوبت نسبی آن در حدود 45-55 درصد، حداکثر سطح صدای داخل آن 45 دسی بل و گردش هوای آن حدود 10 متر بر دقیقه می باشد. برای روشنایی محیط مذکور، در جاهایی که تشخیص دقیق رنگ ها مهم و حیاتی می باشد، از نور طبیعی روز و منبع تولید نور با قابلیت تولید 500 لوکس نور سفید و در بقیه قسمت ها از نور روز و لامپ های LED با نور آبی استفاده خواهد شد. برای سقف رنگ سفید، برای کف رنگ قهوه ای، برای دیوارها رنگ هایی همچون آبی، سبز و بنفش مایل به آبی، برای حاشیه ی صفحات نمایش و نقاطی که بیشتر در معرض دید قرار دارند، رنگ مشکی و برای بقیه تجهیزات رنگ های خنثی را در نظر می گیریم. همچنین از سقف و کف کاذب، عایق صوتی دیوار و میز و صندلی های قابل تنظیم در محدوده ی مقادیر ارائه شده توسط استاندارد BIFMA، استاندارد سوئدی، استاندارد آلمانی، استاندارد اروپا، استاندارد بریتانیا و... استفاده خواهیم کرد؛ همچنین برای نصب صفحات نمایش و پانل های محیط مورد مطالعه از استاندارد کشور سنگاپور استفاده می کنیم.

واژگان کلیدی: ارگونومی، شبیه ساز، کنترل ترافیک هوایی، استاندارد، بیماری های شغلی

۱ - مقدمه

از دیدگاه تاریخی، نخستین بار ارگونومی در طی جنگ جهانی دوم زمانی که تکنولوژی به کار رفته در هواپیماهای نظامی از توانمندی های انسانی پیشی گرفت، اهمیت شایان توجهی یافت (کدخدایی و سیدی، ۱۳۹۶). ارگونومی یا همان مهندسی فاکتورهای انسانی، علم ترکیبی است که سعی دارد ابزارها، دستگاهها محیط کار و مشاغل را با توجه به توانایی های جسمی - فکری و محدودیتها و علائق انسانها، طراحی نماید. این علم با هدف افزایش بهره‌وری، با عنایت بر سلامتی، ایمنی و رفاه انسان در محیط، شکل گرفته است. لذا زمانی کارکنان دارای عملکرد مطلوبی هستند که بتوان در سازمان بین ابعاد و توان فیزیکی، روانی و محیط کار سازگاری و تعادل ایجاد نمود. به همین علت در مدل عملیاتی توسعه منابع انسانی برای افزایش کارایی و بهره‌وری عمدتاً از ارگونومی استفاده می‌شود و این به خاطر این است که ارگونومی به مقدار زیادی موجب صرفه‌جویی در وقت و انرژی شده و کارکنان با حداقل صرف انرژی فیزیکی و روانی، حداکثر کار بدنی و فکری را برای سازمان به ارمغان می‌آورند (کارزار، ۱۳۸۱). در حال حاضر توجه به ارگونومی از حد یک ابزار فراتر رفته و به یک استراتژی جهت بهبود کیفیت و بهره‌وری، ایجاد محیط کار مناسب، پیشگیری از حوادث و بیماری‌های ناشی از کار و بهبود راندمان و عملکرد انسان تبدیل شده است. ارزیابی ارگونومیک محیط کار چیزی فراتر از آنالیز یک کار یا فعالیت است، بلکه آن تحقیقی جامع روی کلیه خطرات مکانیکی بالقوه و ریسک‌هایی که متوجه افراد است و شناسایی راهکارهای کنترل آنها است. اهداف نهایی یک برنامه ارزیابی ارگونومی افزایش بهره‌وری و کاهش مخاطرات محیط کار است (صادق نائینی، ۱۳۷۹). محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی، محیطی می‌باشد که در آن تمام امور مربوط به واحدهای مختلف کنترل ترافیک هوایی از جمله واحد کنترل ترافیک فرودگاه، واحد کنترل تقرب و واحد کنترل مسیر پرواز شبیه‌سازی می‌شوند؛ و در این محیط دانشجویان رشته‌ی کنترل ترافیک هوایی توسط اساتید خود آموزش داده می‌شوند و کنترلرهای مراقبت پرواز، کنترل ترافیک هوایی را در شرایط مختلف تجربه کرده و برای مواجهه با شرایط اضطراری آماده می‌شوند. هدف از شبیه‌سازی محیط کنترل ترافیک هوایی کاهش هزینه‌ها و خطرات آموزش، کاهش نیاز به خلبان، کاهش ترافیک هوایی، آزمایش طرح های جدید فرودگاهی، اطمینان از حصول راندمان بالای آموزش و ... می‌باشد. اهمیت این رشته به قدری می‌باشد که سازمان بین‌المللی کار، پروفیسور جیوانی کاستا را مسئول تدوین آئین‌نامه‌ای درباره استرس شغلی و پیشگیری از استرس در کنترل ترافیک هوایی قرارداد، که منابع و پیامدهای استرس در مراقبت پرواز و روش‌هایی که در برخی کشورها برای پیشگیری و کاهش استرس در این شغل بکار گرفته شده است را بررسی کند. طبق گزارش‌های دکتر کاستا یکی از عوامل مهم ایجاد استرس، شرایط محیطی نامناسب و غیر ارگونومیک می‌باشد (Costa, 1995). هدف از این مطالعه ارائه اصول ارگونومی برای طراحی محیط‌های شبیه‌ساز واحدهای مراقبت پرواز می‌باشد. همچنین مواردی همچون: ایجاد محیط آموزشی مناسب برای دانشجویان و اساتید به منظور بهبود آموزش دانشجویان و پیشگیری از خستگی آنها، پیشگیری از حوادث و بیماری‌های شغلی و کاهش هزینه‌های ناشی از آن، بهبود کارایی و عملکرد دانشجویان، حفظ سلامت دانشجویان و اساتید و کاهش هزینه‌های سازمان از اهداف این پژوهش می‌باشد. اهمیت این طرح در این است که با اجرای این طرح می‌توان محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی را متناسب با ابعاد بدنی دانشجویان و اساتید مربوطه طراحی کرد که این کار باعث کاهش استرس و خستگی و افزایش رضایت و کارایی و حفظ سلامت جسمانی و به طبع آن سلامت روحی آنها می‌گردد؛ و اما ضرورت این طرح در این است که عدم توجه به اصول ارگونومی در این بخش می‌تواند هزینه‌های زیادی از جمله بیماری‌های اسکلتی - عضلانی، استرس، فشار جسمی و روحی، غیبت‌های ناشی از بیماری‌های شغلی و ... را دربر داشته باشد یا به‌طور کلی باعث به خطر افتادن سلامت دانشجویان و اساتید این تخصص گردد. مرضیه ایزدی لای بیدی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی تحت عنوان «ارزیابی بارکاری ذهنی کنترلرهای ترافیک هوایی بر اساس فاکتورهای بار وظیفه در شبیه‌ساز

کنترل ترافیک هوایی» پیشنهاد کردند که مطالعات بیشتری پیرامون ارزیابی بارکاری کنترلرها با تمرکز بر این عوامل نیز صورت بگیرد؛ و همچنین عنوان داشتند بارکاری ذهنی کنترلر نقش مهمی در ایجاد خستگی و به دنبال آن اختلال در عملکرد، کارایی و حتی خطای انسانی دارد. آن‌ها پیشنهاد کردند که ارزیابی بارکاری در کنترل ترافیک هوایی با استفاده از سایر روش‌ها مانند ارزیابی عملکرد در تمامی سکتورها با در نظر گرفتن ساعات کار و استراحت و نیز زمان شیفت کاری انجام گیرد (ایزدی لای بیدی، ۱۳۹۵). زرین کی چائو، فابین آندره و متیو کوزی (۲۰۱۵) در پژوهشی تحت عنوان «توسعه شبیه‌ساز برج مراقبت کنترل ترافیک هوایی برای شبیه‌سازی عملیات پایه» این‌گونه بیان داشتند که شبیه‌سازی معتبر خواهد بود که برای ارزیابی ایده‌ها و مفاهیم به‌اندازه کافی مفید باشد و اطمینان حاصل شود که معرفی چنین فناوری‌ای به افزایش بارکاری افسران کنترل ترافیک هوایی منجر نخواهد شد (Chua and et all., 2015). عبدالله وثوقی نیری، احمدعلی روح الهی و حمید محمدحسین (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای تحت عنوان «بررسی تأثیر استرس شغلی بر سلامت عمومی و عملکرد شغلی کارکنان پرواز» این‌گونه بیان داشتند که استرس شغلی نقش اساسی در تقلیل عملکرد شغلی کارکنان ایفا می‌کند و این کاهش زمانی افزایش می‌یابد که اثر منفی استرس باعث کاهش سلامت عمومی گردد (وثوقی نیری و همکاران، ۱۳۹۵). عبدالعلی جلالی و احمدعلی روح الهی (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان «شناسایی و اولویت‌بندی عوامل ایجاد ریسک پروازی در فرودگاه و مناطق اطراف آن» به این نتیجه رسیدند که به‌روز نبودن دستورالعمل‌های محلی فرودگاه، فقدان هماهنگی بین واحدها، عدم اجرای دقیق قوانین، مقررات و استانداردهای پروازی، کم شدن جدائی هواپیما با موانع در مراحل تقرب هواپیما و خطر طرح‌های تقرب و خروج استاندارد از مهم‌ترین عناصر تأثیرگذار در ریسک‌پذیری محیط عملیاتی هستند (جلالی و روح الهی، ۱۳۹۶). سید حامد موسوی (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای تحت عنوان «تأثیر عوامل محیطی بر آموزش» این‌گونه بیان می‌دارد که در راستای بازنگری و برنامه‌ریزی برای کیفیت بخشی به امور آموزش، شرایط فیزیکی محیط آموزشی نیز در کنار سایر عوامل در کارآمدی و اثربخشی کار نقش مهمی را ایفا می‌کند؛ و همچنین پیشنهاد می‌کند به طراحی فضای آموزشی اهمیت ویژه داده شود تا موجبات تسهیل در امر تفکر انتقادی و یادگیری فعال فراهم (موسوی، ۱۳۹۳). پورتر و سگال (۲۰۱۰) نشان دادند که مداخله ارگونومیکی می‌تواند سبب کاهش دردهای اسکلتی - عضلانی ناشی از کار در بین کارمندان اداری شود (Porter & Segal, 2010).

2 - روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر هدف از نوع تحقیق کاربردی می‌باشد، و از نظر ماهیت و روش توصیفی می‌باشد. در پژوهش حاضر به‌منظور ارائه اصول مربوط به عوامل محیطی به مطالعه و استفاده از منابع کتابخانه‌ای، سایت‌های و استانداردهای مربوطه‌ی ارائه‌شده توسط کشورهای مختلف پرداخته و گزیده‌ای از اصول ارائه‌شده برای هر عامل را جداگانه در این پژوهش بیان کرده و در نهایت مقادیر مناسب برای طراحی محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی را در نظر گرفتیم. برای بخش الزامات ساختمانی و معماری تعداد بخش‌های موردنیاز و مساحت مناسب برای هر بخش را جداگانه در نظر گرفتیم و پس از طراحی چیدمانی مناسب، مساحت کل موردنیاز را به دست آوردیم و مواد موردنیاز برای ایجاد محیطی امن و آرام را از طریق مطالعه منابع مربوطه استخراج کرده و برای هر بخش ساختمان مناسب‌ترین مواد را در نظر گرفتیم. همچنین برای ارائه‌ی اندازه استاندارد تجهیزات از منابعی همچون الزامات اداری، پرسنلی و تجهیزاتی مهندسی ترافیک هوایی، استانداردها، منابع کتابخانه‌ای و استفاده کرده و گزیده‌ای از اصول را در این پژوهش ارائه دادیم و سپس برای هر بخش مقادیر مناسب را برای طراحی محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی را در نظر گرفتیم.

3 - نتایج و بحث

پژوهش حاضر را در سه بخش عوامل محیطی، الزامات ساختمانی و معماری و تجهیزات مورد بررسی قرار می دهیم.

1,3 - عوامل محیطی

1,1,3 - دما

اگر دمای محیط در محدوده‌ی مناسب نباشد بر کارایی افراد و همچنین طول عمر تجهیزات تأثیر منفی می‌گذارد. گرما یکی از مهم‌ترین عوامل مخاطره‌آمیز محیط‌های کاری محسوب می‌گردد که بر عملکردهای شناختی افراد تأثیرگذار است. مطالعه آن و همکاری‌ها در ال 2011 نشان داد زمانی که افراد احساس گرما می‌کنند، عملکرد کاری آن‌ها کاهش می‌یابد (ناصرپور و همکاران، 1393). عملکردهای شناختی افراد در مواجهه با سطوح مختلف تنش گرمایی در محدوده‌های مجاز مواجهه شغلی برای افراد سازش نیافته با گرما، بهبود می‌یابد اما مواجهه با تنش گرمایی بالاتر از حد مجاز مواجهه شغلی عملکردهای شناختی افراد را کاهش می‌دهد (ناصرپور و همکاران، 1393).

2,1,3 - رطوبت

رطوبت محیط باید 50 درصد یا کمی بیشتر از آن باشد. رطوبت بیش از آن باعث شرحی شدن هوا و چسبندگی لباس خواهد شد و رطوبت کمتر از آن هم باعث خشکی و ایجاد مشکل در حین صحبت کردن خواهد شد. در اتاق‌های کامپیوتر حفظ مقدار رطوبت در محدوده 45 الی 55 درصد برای اطمینان از کارکرد صحیح بردهای الکترونیکی توصیه می‌شود به طوری که افزایش رطوبت موجب ایجاد شبنم بر روی مسی‌های الکترونیکی شده و باعث خرابی و فرسودگی برد می‌گردد. از طرفی اگر رطوبت نسبی خیلی کم باشد بردهای کامپیوتری مستعد قرارگیری در معرض دشوارژ الکترواستاتیک خواهند بود که موجب آسیب رسیدن به قطعات حساس الکترونیکی می‌گردد؛ بنابراین رطوبت 50 درصد هم برای افراد و هم برای تجهیزات مناسب می‌باشد (CONTEG, 2010). امواج صوتی تحت تأثیر رطوبت قرار می‌گیرند. حداکثر جذب امواج صوتی در رطوبت نسبی 15 تا 20 درصد اتفاق می‌افتد. انتقال صدا به طور کامل در محدوده رطوبت نسبی 40 تا 50 درصد اتفاق می‌افتد. همچنین هوای بیش از حد خشک محیط ایده آل برای انواع میکروبه‌هاست که می‌تواند سرماخوردگی، گلودرد و مشکلات تنفسی را ایجاد کند. بیماری‌هایی که موجب ناراحتی قابل توجه و غیبت زیاد از محل کار می‌شوند. یک مطالعه توسط گرین¹ نشان می‌دهد که افزایش رطوبت نسبی از 22٪ تا 35٪ می‌تواند باعث کاهش 20 درصدی غیبت شود. کاهش 20 درصدی غیبت‌ها بهره‌وری را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، مطالعه‌ای توسط استرلینگ² نشان داد که سطوح رطوبت نسبی بین 40-60٪ می‌تواند سلامت انسان را افزایش دهد و بسیاری از مشکلات بهداشتی و آسایشی در بسیاری از ساختمان‌ها را به حداقل برساند.³

3,1,3 - جریان هوا

¹ -G. H. Greene

² -E. M. Sterling

³ -"Humidity and Comfort," DRI-STEEM Corporation, www.dristeem.com.

عامل دیگر در هوای محیط، جریان هواست. جریان هوای معادل 10 متر بر دقیقه می‌تواند هوای محیط را تازه کند و بیش از آن ایجاد سوز و سرما کند (Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2012).

4,1,3 - روشنایی

یکی از موارد مهم در بررسی شرایط محیطی محل کار، مسئله نور آن است. روشنایی بسیاری از عملکردهای غیر بصری از قبیل ریتم سیرکادین، هوشیاری، دمای مرکزی بدن، ترشح هورمون‌ها و خواب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. روشنایی در سه حیطه روان‌شناختی، حیطه بیولوژیکی و حیطه بار روانی بر عملکرد شناختی انسان اثرگذار است. بهترین نور در تنظیم فرآیندهای روانی، بیولوژیکی و شناختی، نور روز روشن و درخشان در ساعات صبح با طول موج کوتاه (طول موج 420-480 نانومتر) و شدت بالا (1000 لوکس) است (گلمحمدی و همکاران، 1396).

نور آبی با طول موج 470 نانومتر و دمای رنگ 6500 درجه کلونین از منبع نور LED بهترین نور مصنوعی در افزایش هوشیاری و کاهش خستگی ذهنی است. نور سفید با غنای آبی می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد مؤثر برای اصلاح و کنترل اختلالات ریتم سیرکادین و ایجاد آسایش و افزایش هوشیاری در شرایطی که سطح نور در طول روز کم باشد و نور خورشید برای مدت‌زمان طولانی در دسترس نباشد استفاده شود. نور شبیه‌سازی شده طلوع آفتاب یک استراتژی مؤثر برای افزایش عملکرد شناختی و خلق‌وخو در شرایط محرومیت از خواب است. نورپردازی کلی محیط کار کنترلرها باید به‌گونه‌ای باشد که در یک نگاه کلی هیچ نقطه‌ای تاریک و هیچ نقطه خیلی روشن وجود نداشته باشد و شدت نور به‌صورت ملایم و یکنواخت باشد تا سبب سردمک چشم کنترلر به‌صورت آبی تغییر نکند؛ و تحت هیچ شرایطی خود نقطه نورانی لامپ نباید توسط کنترلر دیده شود (گلمحمدی و همکاران، 1396).

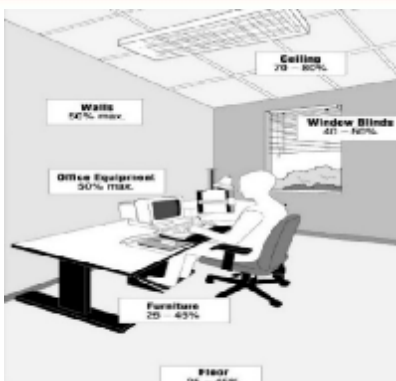
5,1,3 - رنگ

رنگ آمیزی محیط کنترل ترافیک هوایی هم از نظر روانی می‌تواند بر سلامت و عملکرد کنترلر ها اثر گذار باشد و هم از نظر ضریب انعکاس نور، مقدار رنگ‌آمیزی محل کار کنترلر باید جدی گرفته شود. رنگ دیوارها، کف و وسایل باید ملایم باشد، از آنجاکه رنگ‌های استفاده‌شده در مانیتورها دارای درخشندگی زیاد هستند، استفاده از آن‌ها می‌تواند ایجاد تداخل کند. از جمله رنگ‌های ملایم، قهوه‌ای روشن و خاکستری روشن است، رنگ سفید بیش‌ازحد روشن است. اگر قرار است از انعکاس نور چراغ‌ها از سقف استفاده شود، باید سقف دارای رنگ سفید مات یا نزدیک آن باشد (Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2012). ضریب بازتابش برخی رنگ‌ها در جدول 1 نشان داده شده است (عقیلی و اقتصادی، 1387).

جدول 1: ضریب انعکاس بعضی رنگ‌ها

رنگ	سفید	زرد	صورتی روشن	آبی روشن	قرمز روشن	سبز تیره	قهوه‌ای تیره	سیاه
ضریب بازتابش ρ(%)	80%	65%	50%	45%	40%	15%	15%	5%

ضریب انعکاس مناسب برای سطوح مختلف در اتاق کنترل به‌صورت شکل 1 می‌باشد (Aghili & Eghtesadi, 2008).



شکل ۱: ضریب انعکاس مناسب سطوح در محیط

با توجه به ضریب انعکاس مناسب برای سطوح مختلف و ضریب انعکاس رنگ‌های مختلف رنگ سفید را برای سقف محیط شبیه‌ساز در نظر می‌گیریم تا با انعکاس نورتابشی به آن باعث ایجاد یکدستی در تابش نور در محیط شود. برای رنگ دیوارها ترکیبی از رنگ‌های سبز، آبی و بنفش مایل به آبی را در نظر می‌گیریم چون هم ضریب انعکاس آن‌ها برای دیوار مناسب است و هم ضربان قلب و فشارخون را کاهش داده و باعث آرامش، قدرت، ایجاد تعادل، هماهنگی، شورونشاط، امنیت و سلامتی افراد می‌گردند (بشاورد، ۱۳۹۷). از دیگر رنگ‌ها که ضریب انعکاس آن‌ها برای دیوار مناسب می‌باشد مانند رنگ قرمز به دلیل اینکه هیچ‌انگیز می‌باشند نمی‌شود از آن‌ها برای دیوار استفاده کرد و رنگ‌هایی همچون رنگ قهوه‌ای هم به دلیل اینکه باعث القای حس خستگی می‌شوند نمی‌شود به‌تنهایی از آن‌ها استفاده کرد اما امکان استفاده از این رنگ‌ها در کنار سایر رنگ‌های گفته‌شده وجود دارد. برای کف محیط مذکور رنگ قهوه‌ای را در نظر می‌گیریم چون هم ضریب انعکاس آن پایین است و از انعکاس نور و خیرگی جلوگیری می‌کند و هم کثیف بودن آن خیلی به چشم نمی‌آید. برای تجهیزات و میز و صندلی‌ها، می‌توان ترکیبی از رنگ‌ها را استفاده کرد، اما برای رنگ حاشیه‌ی مانیتورها و قسمت‌های مشابه که بیشتر در معرض دید قرار دارند و کنترلر بیشتر با آن‌ها سروکار دارد حتماً باید رنگ مشکی در نظر گرفته شود تا حداقل ضریب بازتاب را داشته باشد و نور را جذب کند و از انعکاس نور به چشم کنترلر و خستگی چشم او جلوگیری کند.

6,1,3 - سروصدا

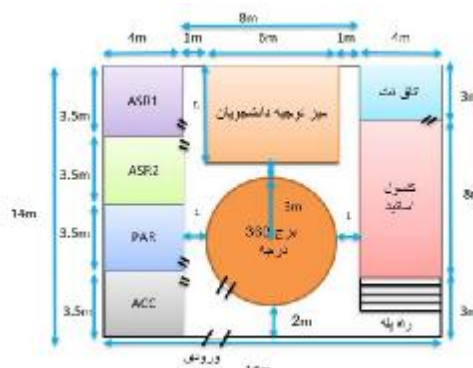
آلودگی صوتی در حین فعالیت آموزشی باعث ایجاد خستگی ذهنی، اختلال در تمرکز و افت یادگیری می‌گردد (علی آبادی و همکاران، ۱۳۹۲). در ارزیابی کیفیت آکوستیکی کلاس، پارامترهای آکوستیکی مختلفی مانند تراز صدای گفتاری، تراز صدای زمینه، نسبت سیگنال به صدا، میزان انتقال صوت دیواره‌ها، فرکانس‌های صدا و زمان باز آوایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. قوانین ملی و بین‌المللی مختلفی در ارتباط با این پارامترهای آکوستیکی در کلاس‌های درس موجود است، برای مثال در بررسی آسایش آکوستیکی با استفاده از بررسی صدای زمینه سازمان بهداشت جهانی¹ (Astolfi, 2008) و استاندارد ANSI S12.60¹ - 2002 میزان 45 دسی‌بل را برای کلاس‌های درس پیشنهاد داده‌اند.

¹ -World Health Organization

2,3 - الزامات ساختمانی و معماری

1,2,3 - ابعاد ساختمانی

نحوه استقرار بخش‌های مختلف در محیط شبیه‌ساز مذکور با توجه به تعداد بخش‌های موردنیاز و اندازه مناسب برای هر یک از این بخش‌ها به صورت شکل 2 در نظر گرفته شده است. با توجه به استقراری که برای محیط شبیه‌ساز در نظر گرفتیم مساحت کل



شکل 2: حوهی استقرار بخش‌های مختلف در محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی
 این محیط 224 مترمربع می‌باشد، مساحت مربوط به هر بخش نیز مشخص شده است.

2,2,3 - نوع مواد ساختمانی مورد استفاده در ساختمان

با توجه به نتایج پژوهش کماسی و ترابی گودرزی (کماسی و ترابی گودرزی، 1393) و با توجه به مزایایی که سقف و کف‌های کاذب دارند، برای محیط شبیه‌ساز مورد مطالعه استفاده از سقف و کف کاذب را در نظر می‌گیریم. با توجه به نتایج حاصل از تحقیقات محسن علی‌آبادی و همکاران (علی‌آبادی و همکاران، 1396) و همچنین با در نظر گرفتن فاکتورهایی مثل ضریب جذب صوتی، اشغال فضا، زیبایی و تنوع رنگ، برای عایق صوتی دیوارها و کاهش سطح سروصدای محیط به زیر 45 دسی‌بل (بیان شده در بخش عوامل محیطی و سروصدا در پژوهش حاضر) از دیوار پوش pvc آذران پلاستیک با ضخامت 0,8 سانتی‌متر استفاده می‌نماییم.

1 - "American National Standard Institute. Acoustical Performance criteria, Design requirements, and guidelines for schools," 2002.

3,3 - تجهیزات

1,3,3 - صندلی

یک صندلی ارگونومیک باید دارای قسمت‌های مختلف از قبیل نشیمنگاه، پشتی، دسته، پایه و زیرپایی مناسب باشد. و تا حد امکان باید تمامی قسمت های صندلی قابل تنظیم برای افراد با ابعاد بدنی مختلف باشد. در زیر مقادیر مناسب برای قسمت های مختلف یک صندلی ارگونومیک را ارائه خواهیم داد. این مقادیر با در نظر گرفتن استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای اروپا، آمریکا، سوئد، آلمان، بریتانیا و... ارائه شده اند.

1,1,3,3 - نشیمنگاه صندلی

جدول 2: ابعاد مربوط به نشیمنگاه مناسب برای صندلی های محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی

زاویه	طول	پهنا	ارتفاع نشستن	نشیمنگاه
0-5	36-47	40-48	35-54	اندازه مناسب

2,1,3,3 - پشتی صندلی

جدول 3: ابعاد مربوط به پشتی مناسب برای صندلی های محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی

زاویه	عرض	طول	مرکز ارتفاع	ارتفاع پایین	ارتفاع بالایی	پشتی
95-105	25-40	10-22	16-25	20	31-50	اندازه مناسب

3,1,3,3 - دسته صندلی

جدول 4: ابعاد مربوط به دسته مناسب برای صندلی های محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی

دسته صندلی	طول	پهنا	ارتفاع	پهنای داخلی
اندازه مناسب	15-21	4-9	16-25	46-56

4,1,3,3 - پایه های صندلی

با توجه به اینکه چرخدار بودن پایه صندلی، به کنترلر در انجام راحت تر کار کمک می کند بنابراین صندلی با پنج پایه دارای گوی چرخان، توصیه می شود. برای صندلی دارای کمتر از پنج پایه چرخدار، احتمال واژگون شدن زیاد است. مطمئن شوید چرخهای صندلی مناسب با نوع پوشش کف محل کار بوده و به راحتی بر روی کف محل کار حرکت می کنند. همچنین لازم است بعد از نشستن روی صندلی، چرخها ثابت مانده و حرکت نداشته باشند (شاهری، 1392). با توجه به آنچه گفته شد، پایه‌ی مناسب برای صندلی طراحی شده برای محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی نیز همان پنج‌پایه‌ی دارای گوی چرخان می‌باشد.

5,1,3,3 - زیرپایی

در اکثر محیط‌های کاری به علت استفاده از زیر پایی نامناسب با زاویه بیشتر از 30 درجه و با رویه فلزی و میله‌ای، فشار فراوانی به کف پا وارد و منجر به ورم مچ می شود. زیر پایی مناسب باید دارای شیب زاویه 25 درجه با ارتفاع قابل تنظیم باشد. همچنین زیر پایی باید قابلیت جلو و عقب رفتن در سطح افق را داشته و سطح روی آن از پوشش آجدار استفاده شده باشد و از لغزیدن پا از روی زیر پایی جلوگیری نماید. نامناسب بودن زیر پایی از عواملی است که سبب می شود کاربران از آن استفاده ننموده و به جای آن پا را روی چرخ‌های صندلی بگذارند، که این مسئله سبب تشدید ناراحتی اسکلتی - عضلانی در قسمت ذکر شده می شود (صادقی، 1379). با توجه به مطالب گفته شده زیرپایی مناسب برای استفاده در محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی زیرپایی با زاویه قابل تنظیم تا 25 درجه می‌باشد، همچنین کف و سطح زیرپایی باید آجدار باشد.

2,3,3 - میز

استانداردهای مختلف برای میزهای اداری و میزهای مخصوص نوشتن به ترتیب به صورت جدول 5 و جدول 6 می‌باشد (صادقی، 1379).

جدول 5: مقادیر مربوط به استانداردهای مختلف که برای ساخت میز اداری مورد استفاده قرار می‌گیرد

میز اداری (cm)	fixed	استاندارد اروپا قابل تنظیم	Fixed ss	استاندارد سوئدی sssb	final	استاندارد آلمانی قابل تنظیم
ارتفاع لبه‌ی بالایی میز	-	67-77	71-73	67-78	72	65-75

ارتفاع لبه پایینی میز 65 - 63 60 65 -

جدول 6: مقادیر مربوط به استانداردهای مختلفی که برای ساخت میز جهت نوشتن مورد استفاده قرار می گیرد

میز جهت نوشتن (cm)	fixed	استاندارد اروپا قابل تنظیم	Fixed ss	استاندارد سوئدی ssb	final	استاندارد آلمانی قابل تنظیم
ارتفاع لبه ی بالایی میز	66	60-68	63-67	59-67	65	60-68
ارتفاع لبه پایینی میز	62	62	61	54-65	62	62

با توجه مواردی که به آن‌ها اشاره شد و استانداردهایی که بیان کردیم یک میز مناسب برای محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی، میزی می‌باشد با ارتفاع قابل تنظیم در محدوده‌ی 59 تا 110 سانتی‌متر (لبه‌ی بالایی) با لبه‌های گرد شده به شعاع 2 میلی‌متر. برای فضای آزاد زیر میز به منظور راحتی پا در زیر میز باید حداقل عرض 48 سانتی‌متری (با توجه به حداکثر عرض نشیمنگاه صندلی) در نظر گرفته شود؛ و اگر قرار است کامپیوتر روی میز قرار گیرد باید سطح روی میز به نحوی باشد که صفحه‌نمایش دقیقاً روبروی کاربر و در فاصله حداقل 20 اینچ (50 سانتی‌متر) از چشم قرار گیرد.

همچنین برای طراحی محل نصب صفحات نمایش، پانل‌ها و کنسول‌ها با توجه به نزدیک بودن میانگین قدی افراد دو کشور ایران (Haghdoust and et all., 2008) و سنگاپور (Foo and et all., 2003) استفاده از استاندارد کشور سنگاپور را پیشنهاد می‌کنیم.

همان‌گونه که ذکر شد امروزه سیمولاتورها نقش عمده‌ای در آموزش خلبانی به دست آورده‌اند، مهم‌ترین مزیت استفاده از سیمولاتور این مطلب است که اطمینان حاصل می‌شود خلبان‌ها تحت سیمولاتورهای پروازی بهترین آموزش‌های ممکن را در نهایت تطابق عملکرد و مشخصه‌های رفتاری هواپیمای شبیه‌سازی شده دیده‌اند. سیمولاتورهای پروازی می‌توانند در تمامی مانورهای پروازی و همچنین رویه‌های کاری که نوعاً مربوط به وظایف خلبان‌ها می‌شود استفاده شوند. یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از سیمولاتور کاهش هزینه می‌باشد. کافی است نگاهی به مخارج یک پرواز از زمانی که خلبان استارت هواپیما را زده تا زمانی که هواپیما را پارک نموده بیندازیم، متوجه می‌شویم که اگر قرار باشد یک خلبان تمام مراحل آموزش پروازی خود را در هواپیمای واقعی طی کند آنگاه هزینه تربیت یک خلبان سرسام‌آور شده و از طرفی تابع هزینه‌های متعددی از جمله سوخت، تعمیر و نگهداری و غیره می‌شود (هزینه‌ی عملیاتی شبیه‌سازهای پرواز بین 5 تا 20 درصد هزینه‌ی عملیاتی هواپیما تخمین زده شده است) (مقصودی و

همکاران، ۱۳۸۲). مورد دیگر با به کارگیری سیمولاتورها امکان برگزاری جلسات متعدد پروازی در یک روز بدون برخورد نمودن با مشکلات معمول فرودگاهی و شرایط جوی می باشد. نظر به اینکه فرودگاه های کشور همه روزه با ترافیک هواپیماهای متعددی روبرو هستند و از طرفی هرگونه اشتباهی ممکن است به خسارت های جانی و مالی منجر گردد. لذا اجباراً محدودیت هایی را در مورد کلیه هواپیماها اعمال می نماید. این مسئله به خصوص در زمانی که خلبان نیاز به تمرین نشست و برخاست دارد حادثه می شود. شرایط جوی نیز از یک سو عامل محدود کننده دیگری می باشد. پرواز از میان یک توده ابر مستلزم یک سری آلات و ابزار است که ممکن است هواپیما فاقد آن بوده و یا دانشجوی خلبان هنوز در رده مربوطه جهت استفاده از آلات فوق قرار نگرفته باشد. دلیل دیگر خطرات گوناگونی است که خلبان در پرواز واقعی با آن مواجه می شود. هر هواپیما یک محدوده پروازی دارد که گاه رسیدن به آن به خصوص برای یک دانشجو ممکن است مخاطره آمیز باشد. برای مثال اگر خلبانی که هنوز احساس لازم را برای کنترل هواپیما نداشته باشد با حالت و اماندگی روبرو شود احتمال بروز سانحه افزایش می یابد. از سیمولاتور می توان در آموزش خلبان برای مواردی مثل مدیریت پرواز و همچنین مهارت های شخصی مثل کنترل ادوات استفاده نمود (سبزه پرور و همکاران، ۱۳۸۳). با توجه به آنچه گفته شد و با توجه به اهمیت آموزش در صنعت هوایی و اینکه آموزش با هواپیماهای واقعی هزینه و خطرات زیادی دارد (برای مثال در جنگ کره، شمار خلبانانی که در دوره ی آموزشی کشته شدند بسیار بیشتر از شمار خلبانانی بود که در عملیات جنگی جان باختند) لذا طی سالیان گذشته برای آموزش خلبانان از شبیه ساز استفاده می شود. امروزه با پیشرفت تکنولوژی و با علم به مزایای استفاده از شبیه سازها، آموزش امور مربوط به کنترل ترافیک هوایی و سایر امور مربوط به پرواز نیز با استفاده از شبیه ساز انجام می شود. از آنجایی که کار کنترل ترافیک هوایی از جمله کارهای حساس و با استرس زیاد می باشد، باید کنترلرها و افرادی که تحت آموزش قرار می گیرند در محیطی امن و ایمن و عاری از هرگونه خطر به آموزش بپردازند. و لازمه ایجاد محیطی امن و سالم و عاری از خطر طراحی و ساخت این محیط بر اساس اصول ارگونومی می باشد. با توجه به اینکه ارگونومیک نبودن محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی باعث بروز مشکلات مختلفی از قبیل اختلالات اسکلتی عضلانی، بروز استرس، افزایش بیماری های شغلی، خستگی و خواب آلودگی، کاهش کارایی، افزایش هزینه ها و... می گردد. ضروری است هنگام طراحی و ساخت این گونه محیطها از مقادیر توصیه شده توسط استانداردهای مربوطه برای عوامل مختلف محیطی مانند دما، نور، رطوبت و... استفاده شود؛ و برای محیطهایی که قبلاً ایجاد شده اند نیز باید تا حد امکان موارد ارائه شده لحاظ شوند. تا بدین وسیله اساتید و دانشجویان از خطرات شغلی در امان بوده، از میزان خستگی و استرس آنها کاسته شود و از شرایط جسمی و روحی خوبی برخوردار باشند تا در نتیجه کارایی آنها

افزایش یافته و هزینه های مربوطه کاهش یابد. دما یکی از عوامل محیطی می باشد که بر کارایی کنترلرها و عمر تجهیزات تأثیر زیادی دارد، با توجه به سند الزامات اداری، پرسنلی و تجهیزاتی مهندسی ترافیک هوایی ارائه شده توسط ایکائو و CONTEG.1.11EN¹ برای محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی محدوده دمای 21 تا 25 درجه سانتی گراد در نظر گرفتیم و گفتیم که برای نگرداشتن دمای محیط در این بازه باید از تجهیزاتی استفاده شود که کمترین صدا را ایجاد کرده و آلودگی صوتی ایجاد نکند. عامل دیگر تأثیرگذار بر کارایی کنترلرها و عمر تجهیزات رطوبت می باشد، با توجه به اینکه میزان رطوبت 45 تا 55 درصد هم برای سلامت و آسایش کارکنان مناسب است و هم برای سلامت و کارکرد تجهیزات الکترونیکی و رطوبت بیش از آن باعث شرحی شدن هوا و چسبندگی و رطوبت کمتر از آن هم باعث خشکی و ایجاد مشکل در حین صحبت کردن خواهد شد، همچنین با توجه به اینکه افزایش رطوبت موجب ایجاد شبنم بر روی مسیره های مسی بردهای الکترونیکی شده و باعث خرابی و فرسودگی برد می گردد؛ و اگر رطوبت نسبی خیلی کم باشد بردهای کامپیوتری مستعد قرارگیری در معرض دشارژ الکترواستاتیک خواهند بود که موجب آسیب رسیدن به قطعات حساس الکترونیکی می گردد، برای محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی نیز رطوبت نسبی در محدوده 45 تا 55 درصد را در نظر می گیریم. برای نگرداشتن دما و رطوبت در محدوده ی گفته شده بهتر است از یک سیستم هوشمند مانیتورینگ کنترل دما و رطوبت برای کنترل این دو عامل مهم استفاده شود. عامل دیگر در هوای محیط، جریان هواست. برای محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی جریان هوای 10 متر بر دقیقه را در نظر گرفتیم چون این مقدار می تواند هوای محیط را تازه کند و بیش از آن ایجاد سوز و سرما می کند. همچنین یکی از موارد مهم در بررسی شرایط محیطی محل کار کنترلرها، مسئله نور آن است. روشنایی بسیاری از عملکردهای غیر بصری از قبیل ریتیم سیرکادین، هوشیاری، دمای مرکزی بدن، ترشح هورمون ها و خواب را تحت تأثیر قرار می دهد. با در نظر گرفتن نتایج حاصل از پژوهش گلمحمدی و همکاران (گلمحمدی و همکاران، 1397) و پژوهش احدی و خانمحمدی (احدی و خانمحمدی، 1394) و همچنین با در نظر گرفتن نکات ارائه شده توسط استاندارد (DEP, 2012) 30.00.60.15-Gen (DEP²) به این نتیجه رسیدیم که برای روشنایی محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی، بهتر است طراحی به گونه ای صورت بگیرد که بتوان از نور روز حداکثر استفاده را برد، همچنین برای

¹ -CONTEG, "Absolute and relative humidity Precise and comfort air-conditioning, Trends and best practices in data centers," White Paper, 30.3.2010.

² - DESIGN AND ENGINEERING PRACTICE

زمان و نقاطی که امکان استفاده از نور روز وجود ندارد، از منابع روشنایی مصنوعی مستقر در سقف کاذب استفاده می شود (منبع روشنایی به طور مستقیم دیده نشود و از خیرگی چشم جلوگیری شود)؛ این منبع باید توانایی ایجاد نور در سطح 500 لوکس برای روشنایی کل محیط را داشته باشد، رنگ نور بخصوص در مکان هایی که تشخیص رنگ ها مهم و حیاتی می باشد، باید سفید باشد تا موجب سوء برداشت در رنگ علائم نشود. در جاهایی که تشخیص رنگ ها چندان مهم نیست، به منظور افزایش هوشیاری، آسایش و کاهش خستگی کنترلرها می توان از لامپ های LED با نور آبی استفاده کرد. رنگ آمیزی محیط کنترل ترافیک هوایی هم از نظر روانی می تواند بر سلامت و عملکرد کنترلرها اثرگذار باشد و هم از نظر ضریب انعکاس نور، مقدار رنگ آمیزی محل کار کنترلر باید جدی گرفته شود. با توجه به ضریب انعکاس مناسب برای سطوح مختلف و ضریب انعکاس رنگ های مختلف ارائه شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (مسلمی عقیلی و اقتصادی) (عقیلی و اقتصادیف 1387) و همچنین با در نظر گرفتن نتایج پژوهش فرحناز بشاورد (بشاورد، 1397) رنگ سفید را برای سقف محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی در نظر می گیریم تا با انعکاس نورتابشی به آن باعث ایجاد یکدستی در تابش نور در محیط شود. برای رنگ دیوارها ترکیبی از رنگ های سبز، آبی و بنفش مایل به آبی را در نظر می گیریم چون هم ضریب انعکاس آن ها برای دیوار مناسب است و هم ضربان قلب و فشارخون را کاهش داده و باعث آرامش، قدرت، ایجاد تعادل، هماهنگی، شورونشاط، امنیت و سلامتی افراد می گردند. برای کف محیط مذکور رنگ قهوه ای را در نظر می گیریم چون هم ضریب انعکاس آن پایین است و از انعکاس نور و خیرگی جلوگیری می کند و هم کثیف بودن آن خیلی به چشم نمی آید. برای تجهیزات و میز و صندلی ها، می توان ترکیبی از رنگ ها را استفاده کرد، اما برای رنگ حاشیه ی مانیتورها و قسمت های مشابه که بیشتر در معرض دید قرار دارند و کنترلر بیشتر با آن ها سروکار دارد حتماً باید رنگ مشکی در نظر گرفته شود تا حداقل ضریب بازتاب را داشته باشد و نور را جذب کند و از انعکاس نور به چشم کنترلر و خستگی چشم او جلوگیری کند. عامل دیگر تأثیرگذار بر عملکرد کنترلرها سروصدای محیط می باشد. آلودگی صوتی در حین فعالیت آموزشی باعث ایجاد خستگی ذهنی، اختلال در تمرکز و افت یادگیری می گردد؛ با توجه به اینکه سازمان بهداشت جهانی¹ و استاندارد ANSI-S12.60 - 2002 میزان صدای 45 دسی بل را برای کلاسهای درس پیشنهاد داده اند، پس میزان سروصدای محیط شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی حتماً باید زیر 45 دسی بل باشد. برای عایق کردن محیط از نظر دما و صدا و همچنین برای استقرار مناسب کابل ها و

¹ - World Health Organization

² - American National Standards Institute

تأسیسات ساختمانی محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی از سقف کاذب، کف کاذب و عایق صوتی دیوارها استفاده خواهیم کرد، بدین منظور از نتایج پژوهش‌های افراد مختلفی همچون برخوردار و همکاران (برخورداری و همکاران، 1396)، علی آبادی و همکاران (علی آبادی و همکاران، 1396)، کاماسی و ترابی گودرزی (کاماسی و ترابی گودرزی، 1393) و علی آبادی و همکاران (علی آبادی و همکاران، 1392) استفاده خواهیم کرد. همچنین برای اینکه میز و صندلی‌های محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی متناسب با ابعاد بدنی تمامی کنترلرها، دانشجویان و اساتید باشد، از میز و صندلی‌های قابل تنظیم در محدوده‌ی مقادیر ارائه شده توسط استاندارد BIFMA¹، استاندارد سوئدی، استاندارد آلمانی، استاندارد اروپا و استاندارد بریتانیا استفاده کردیم؛ همچنین برای نصب صفحات نمایش و پانل‌های محیط مورد مطالعه استفاده از استاندارد کشور سنگاپور را پیشنهاد می‌کنیم.

4- منابع

- محسن، علی آبادی، ر. گلمحمدی، م. علیایی و ر. شهیدی، "مطالعه خصوصیات جذب صوتی مواد ساختمانی رایج در بناهای صنعتی و اداری کشور"، مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دوره 3، شماره 3-دانشگاه علوم پزشکی همدان، 1395، pp. 32-38.
- محسن، علی آبادی، ن. مهدوی، م. فرهادیان و م. شفیعی مطلق، "بررسی آلودگی صدا و آسایش آکوستیکی در کلاسهای درس دانشگاه علوم پزشکی همدان در سال 1391"، مجله ارگونومی فصلنامه انجمن ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی ایران، دوره 1، شماره 2، 1392.
- ا. ا. احدی و م. ع. خان محمدی، "عملکرد بهتر دانشجویان با بهره‌گیری مناسب از نور روز در کلاسهای آموزشی، بررسی موردی: دانشکده معماری دانشگاه علم و صنعت ایران"، دو فصلنامه دانشگاه هنر، شماره 15، 1394.

Airport Traffic Control Tower And Terminal Radar Approach Control Facility Design Guidelines, Department of Transportation Federal Aviation Administration.

- ا. برخوردار، آ. عباسی، س. ح. حکمتی مقدم، ح. فلاح زاده و ع. جبالی، "بررسی ضریب جذب صدادر نانو کامپوزیت های آلومینوم"، فصلنامه علمی تخصصی طب کار، دوه 9، شماره 4-دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، 1396، pp. 1-7.

¹ - Business and Institutional Furniture Manufacturers Association

ف. بشاورد، "بررسی تاثیر رنگ بر انسان در معماری داخلی"، در هفتمین کنفرانس بین المللی توسعه پایدار و عمران شهری، اصفهان، موسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو- دانشگاه صنعتی دورتمند آلمان-اداره کل راه و شهرسازی استان اصفهان- شهرداری اصفهان و شرکت مادر تخصصی عمران و بهسازی شهری ایران، 1396.

Chua, ZK. Andre, F. Cousy, M. (2015). Development of an ATC Tower Simulator to Simulate. in AIAA Aviation 2015 AIAA Conference on Modeling and Simulation Technologies, Jun 2015, Dallas, United States, Dallas, 2015.

Costa, G. (1995). Occupational stress and stress prevention in air traffic control. Institute of Occupational Medicine University of Verona. ISBN 92-2-110070-7.

CONTEG. (2010). Absolute and relative humidity Precise and comfort air-conditioning, Trends and best practices in data centers. White Paper, 30.3.2010.

Deurenberg, P. Deurenberg-Yap, M. Foo, LF. Schmidt, G. Wang, J. (2003). Differences in body composition between Singapore Chinese, Beijing Chinese and Dutch children. European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, 405-409.

DEP. (2012). SPECIFICATION, HUMAN FACTORS ENGINEERING – CONTROL ROOM DESIGN" DEP 30.00.60.15-Gen.February 2012, ECCN EAR99," 2012.

ر. گلمحمدی، م. مهدی نیا، ر. شهیدی و ا. درویشی، "بررسی اثرات روشنایی بر عملکرد روانی و شناختی انسان-یک مطالعه مروری ساختاریافته"، مجله ارگونومی دانشگاه علوم پزشکی همدان، دوره 5، شماره 2، 1396.

Haghdooost, AA. Mirzazadeh, A. Alikhani, S. (2008). Secular Trend of Height Variations in Iranian Population Born between 1940 and 1984. Iranian J Publ Health. 37, (1). 1-7

م. ایزدی لای بیدی، ع. مظلومی، ج. نسل سراجی، ف. قره گوزلو و ا. کمال، "ارزیابی بارکاری ذهنی کنترلرهای ترافیک هوایی بر اساس فاکتورهای بار وظیفه در شبیه ساز کنترل ترافیک هوایی، "سلامت کار ایران، دوره 13، شماره 4، 1395.

ع. جلالی و ا. روح الهی، "شناسایی و اولویتبندی عوامل ایجاد ریسک پروازی در، "سلامت کار ایران دوره 14، شماره 2، 1396.

م. کماسی و م. ترابی گودرزی، "معرفی سیستم نوین سقف کاذب کشسان باریسول، "در سومین همایش ملی معماری داخلی و دکوراسیون، اصفهان، موسسه آموزش عالی دانش پژوهان، اصفهان، 1392.

Kadkhodaei, M. & seyedi, S.M. (2016). The study of the role of physical factors in the work environment (Ergonomics) on the decay of productivity of Shiraz Tejarat Bank employee's. Journal of Industrial management, Faculty of humanities, Islamic Azad University, Sanandaj Branch. 11, (37), 102-114.

ر. کارزارجدی وند، ارگونومی و کاربرد آن، نشریه روش شماره 41، 1381.

ن. مقصودی، ا. ر. رحمانی، ش. شجیعی و ک. رئیسی، "مزایای توسعه شبیه سازهای پرواز برای افزایش ایمنی هوایی،" دومین همایش ایمنی هوانوردی، تهران-پژوهش گاه هوافضا، 1381.

Mousavi, S.H. (2014). Impression of environmental factors on education, First national congress of Educational Science and psychology, Marvdasht, Andishesazan of Mobtaker of Javan Co. https://www.civilica.com/Paper-ASMJ01-ASMJ01_0428.html

م. م. عقیلی و ح. اقتصادی، "روشنایی در محیط کار،" وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت سلامت، مرکز سلامت محیط و کار، 1387.

Naserpour, M. Jafari, MJ. Monazzam, MR. Pouragha Shahneshtin, HR. Jam Bar Sang, S. (2014). Evaluation of Students' Cognitive Performance while Exposed to Heat using Continues Performance Test. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 1(2):1-9.

Porter, R. Segal, M. (2005). Workplace Analysis. Applied Ergonomics. [Cited 2010 Feb4]; Available from: <http://www.Dea.Human.Cornel.Ed/DEA.cualums/Acums/Wilsonjr,Corlett.n.Evaluationofhumanwork.BocaRaton:CRCpress>.

ح. صادقی نائینی، شیوه های عملی ارتقاء بهره وری نیروی انسانی، بخش کاربرد، تهران: مرکز آموزش مدیریت دولتی، 1379.

م. سبزه پرور، م. الیاسی و ه. وفادار مرادی، "بررسی عملکرد سیمولاتورهای پروازیدر امر آموزش و نقش آندر افزایش ایمنی پرواز های مخاطره آمیز،" در مجموعه مقالات سومین همایش ایمنی هوانوردی، تهران، 1384.

ف. صادقی، خ. رحمانی و ب. وزبوداری، "توصیه هایی جهت رعایت اصول ارگونومی،" 1389.

ا. شاهی، "ارگونومی میز و صندلی ایستگاه کار با کامپیوتر،" دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی استان قزوین، معاونت بهداشتی دانشگاه، انتشارات کمیته علمی - اجرایی آموزش و ارتقای سلامت (513)، قزوین، 1390.

ع. وثوقی نیری، ا. روح الهی و ح. محمد حسین، "بررسی تأثیر استرس شغلی بر سلامت عمومی و عملکرد شغلی کارکنان مراقبت پرواز،" سلامت کار ایران، دوره 13، شماره 1، 1395.