کنفرانس ملی پژوهش های نوین در
مدیریت و مهندسی صنایع
۲۱ آذر ۱۳۹۷ – اصفهان
ISC
پایگاه استنادی علوم جهان اسلام
۹۷۱۸۰-۷۲۴۰۱

ارائه اصول ارگونومی برای طراحی محیط شبیه ساز مراقبت پرواز

اصغرذاکری

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

Archive of SID

چکیده

هدف از این پژوهش ارائه اصول ارگونومی برای طراحی محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی می‌باشد. اصول ارائه شده در این تحقیق حاصل مطالعه انواع منابع اطلاعاتی می باشد. از نتایج این پژوهش طراحی یک محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی با طول 16 متر و عرض 14 متر (مساحت 224 مترمربع) می‌باشد. دمای داخلی محیط مذکور در حدود 25-21 درجه‌ی سانتی‌گراد، درصد رطوبت نسبی آن در حدود 55-45 درصد، حداکثر سطح صدای داخل آن 45 دسی‌بل و گردش هوای آن حدود 10 متر بر دقیقه می‌باشد. برای روشنایی محیط مذکور، درجاهایی که تشخیص دقیق رنگ‌ها مهم و حیاتی می‌باشد، از نور طبیعی روز و منبع تولید نور با قابلیت تولید 500 لوکس نور سفید و در بقیه قسمت‌ها از نور روز و لامپ‌های LED با نور آبی استفاده خواهد شد. برای سقف رنگ سفید، برای کف رنگ قهوه‌ای، برای دیوارها رنگ‌هایی همچون آبی، سبز و بنفش مایل به آبی، برای حاشیه‌ی صفحات نمایش و نقاطی که بیشتر در معرض دید قرار دارند، رنگ مشکی و برای بقیه تجهیزات رنگ‌های خنثی را در نظر می‌گیریم. همچنین از سقف و کف کاذب، عایق صوتی دیوار و میز و صندلی‌های قابل تنظیم در محدوده‌ی مقادیر ارائه شده توسط استاندارد BIFMA، استاندارد سوئدی، استاندارد آلمانی، استاندارد اروپا، استاندارد بریتانیا و... استفاده خواهیم کرد؛ همچنین برای نصب صفحات نمایش و پانل‌های محیط موردمطالعه از استاندارد کشور سنگاپور استفاده می‌کنیم.

واژگان کلیدی: ارگونومی، شبیه‌ساز، کنترل ترافیک هوایی، استاندارد، بیماری‌های شغلی

www.SID.ir

1 - 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،1396). ارگونومی یا همان مهندسی فاکتورهای انسانی، علم ترکیبی است که سعی دارد ابزارها، دستگاه‌ها محیط کار و مشاغل را با توجه به توانایی‌های 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،1381). 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 شده‌است. ارزیابی ارگونومیک محیط کار چیزی فراتر از آنالیز یک کار یا فعالیت است، بلکه آن تحقیقی جامع روی کلیه‌ی 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،1379). محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی، محیطی می‌باشد که در آن تمام امور مربوط به واحدهای مختلف کنترل ترافیک هوایی ازجمله 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 به‌قدری می‌باشد که سازمان بین‌المللی کار، پروفسور 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 گرفته‌شده 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 به‌منظور 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 وکاهش هزینه‌های سازمان از اهداف این پژوهش می باشد. 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 ازجمله بیماری‌های اسکلتی - عضلانی، استرس، فشار جسمی و روحی، غیبت‌های ناشی از بیماری‌های شغلی و ... را دربر داشته باشد یا به‌طورکلی باعث به خطر افتادن سلامت دانشجویان و اساتید این تخصص گردد. مرضیه ایزدی لای بیدی و همکاران (1395) در پژوهشی تحت عنوان «ارزیابی بارکاری ذهنی کنترلرهای ترافیک هوایی بر اساس فاکتورهای بار وظیفه در شبیه‌ساز

Archive of SID
www.SID.ir

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،1395). زررین کی چائو، فابین آندره و متیو کوزی (2015) 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 (1395)، در مطالعه‌ای تحت عنوان «بررسی تأثیر استرس شغلی بر سلامت عمومی و عملکرد شغلی کارکنان مراقبت 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،1395). عبدالعلی جلالی و احمدعلی روح الهی (1396) 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،1396).سید حامد موسوی (1393) در مطالعه‌ای تحت عنوان «تأثیر عوامل محیطی بر آموزش» این‌گونه بیان می‌دارد که در راستای بازنگری و برنامه‌ریزی برای کیفیت‌بخشی 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،1393). پورتر و سگال(2010) 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 ازنظر هدف از نوع تحقیق کاربردی می‌باشد، و ازنظر ماهیت و روش توصیفی می‌باشد. در پژوهش حاضر به‌منظور ارائه‌ی 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 درنهایت 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

Archive of SID
www.SID.ir

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 لَن و همکارانش 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 شرجی 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 به‌طوری‌که افزایش رطوبت موجب ایجاد شبنم بر روی مسیرهای مسی بردهای الکترونیکی شده و باعث خرابی و فرسودگی برد می‌گردد. از طرفی اگر رطوبت نسبی خیلی کم باشد بردهای کامپیوتری مستعد قرارگیری در معرض دشارژ 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 به‌طور کامل در محدوده رطوبت نسبی 40 تا 50 درصد اتفاق می‌افتد. همچنین هوای بیش‌ازحد خشک محیط ایده آل برای انواع میکروب‌هاست که می‌تواند سرماخوردگی، گلودرد و مشکلات تنفسی را ایجاد کند. بیماری‌هایی که موجب ناراحتی قابل‌توجه و غیبت زیاد از محل کار می‌شوند. یک مطالعه توسط گرین[1] 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 استرلینگ[2] 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 (Departmant of Transportion Federal Aviation Adminstration,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 طول‌موج کوتاه (طول‌موج 480-420 نانومتر) و شدت بالا (1000 لوکس) است(گلمحمدی و همکاران،1396).

نور آبی با طول‌موج 470 نانومتر و دمای رنگ 6500 درجه کلوین 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 شبیه‌سازی‌شده 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 دریک نگاه کلی هیچ نقطه‌ای تاریک و هیچ نقطه خیلی روشن وجود نداشته باشد و شدت نور به‌صورت ملایم و یکنواخت باشد تا سایز مردمک چشم کنترلر به‌صورت آنی 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 کنترل باید جدی گرفته شود. رنگ دیوارها، کف و وسایل باید ملایم باشد، ازآنجاکه رنگ‌های استفاده‌شده در مانیتورها دارای درخشندگی زیاد هستند، استفاده از آن‌ها می‌تواند ایجاد تداخل کند. ازجمله 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(Departmant of Transportion Federal Aviation Adminstration, 2012). ضریب بازتابش برخی رنگ‌ها در جدول 1 نشان داده‌شده است(عقیلی و اقتصادیف1387).

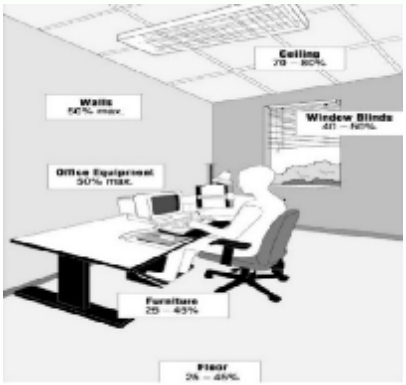
جدول 1: ضریب انعکاس بعضی رنگ‌ها

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 شکل1 می‌باشد(Aghili & Eghtesadi, 2008).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1: 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،1397). از دیگر رنگ‌ها که ضریب انعکاس آن‌ها برای دیوار مناسب می‌باشد مانند رنگ قرمز به دلیل اینکه هیجان‌انگیز 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،1392). 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 موردبررسی 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 جهانی[1] (Astolfi, 2008) و استاندارد ANSI S12.60 – ۱ 2002 میزان 45 دسی‌بل را برای کلاس‌های درس پیشنهاد داده‌اند.

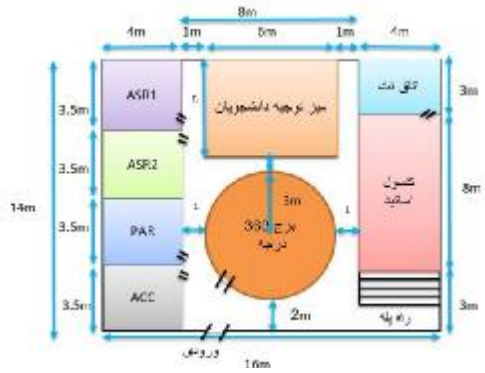
[1] -World Health Organization

Archive of SID
www.SID.ir

2,3 - الزامات ساختمانی و معماری

1,2,3 - ابعاد ساختمانی

نحوه‌ی استقرار بخش‌های مختلف در محیط شبیه‌ساز مذکور با توجه به تعداد بخش‌های موردنیاز و اندازه مناسب برای هر یک از این بخش‌ها به‌صورت شکل2 در نظر گرفته شده است. با توجه به استقراری که برای محیط شبیه‌ساز درنظر 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 بر روی شکل 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 موردمطالعه استفاده از سقف و کف کاذب را در نظر می‌گیریم. با توجه به نتایج حاصل از تحقیقات محسن علی‌آبادی و همکاران (علی آبادی 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 (بیان‌شده 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.

Archive of SID
www.SID.ir

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 صندلی‌های محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی

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

2,1,3,3 - پشتی صندلی

جدول 3: ابعاد مربوط به پشتی مناسب برای صندلی‌های محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی

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

3,1,3,3 - دسته صندلی

جدول 4: ابعاد مربوط به دسته مناسب برای صندلی‌های محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی

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

Archive of SID

www.SID.ir

4,1,3,3 - پایه های صندلی

با توجه به اینکه چرخ‌دار بودن پایه صندلی، به کنترلر در انجام راحت‌تر کار کمک می‌کند بنابراین صندلی با پنج پایه دارای گوی چرخان، توصیه می‌شود. 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 به‌راحتی بر روی کف محل کار حرکت می‌کنند. 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 طراحی‌شده 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 می‌شود. 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 استفاده‌شده باشد و از لغزیدن پا از روی زیر پایی جلوگیری نماید. نامناسب بودن زیر پایی از عواملی است که سبب می‌شود کاربران از آن استفاده ننموده و به‌جای آن پا را روی چرخ‌های صندلی بگذارند، که این مسئله سبب تشدید ناراحتی اسکلتی - عضلانی در قسمت ذکرشده می‌شود(صادقی،1379). با توجه به مطالب گفته‌شده 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 به‌صورت جدول5 و جدول6 می‌باشد(صادقی،1379).

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

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

Archive of SID
www.SID.ir

ارتفاع لبه پایینی میز	65	-	63	60	65	-

جدول 6: مقادیر مربوط به استانداردهای مختلفی که برای ساخت میز جهت نوشتن مورداستفاده قرار می‌گیرد

میز جهت نوشتن (cm)	fixed	استاندارد اروپا قابل تنظیم	Fixed ss	استاندارد سوئدی ssb	final	استاندارد آلمانی قابل تنظیم
ارتفاع لبه‌ی 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 به‌منظور 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، پانل ها و کنسول ها با توجه به نزدیک بودن میانگین قدی افراد دو کشور ایران(Haghdoost and et all., 2008) و سنگاپور (Foo and et all., 2003) استفاده از استاندارد کشور سنگاپور را پیشنهاد می کنیم.

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 درنهایت 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 ازجمله 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

Archive of SID
www.SID.ir

همکاران،۱۳۸۲). مورد دیگر با به‌کارگیری سیمولاتورها امکان برگزاری جلسات متعدد پروازی در یک روز بدون برخورد نمودن با مشکلات معمول فرودگاهی و شرایط جوی می‌باشد. نظر به اینکه فرودگاه‌های کشور همه‌روزه با ترافیک هواپیماهای متعددی روبرو هستند و از طرفی هرگونه اشتباهی ممکن است به خسارت‌های جانی و مالی منجر گردد. لذا اجباراً محدودیت‌هایی را در مورد کلیه هواپیماها اعمال می‌نماید. این مسئله به‌خصوص درزمانی که خلبان نیاز به تمرین نشست‌وبرخاست دارد حادتر می‌شود. شرایط جوی نیز از یک‌سو عامل محدودکننده دیگری می‌باشد. پرواز از میان یک توده ابر مستلزم یک سری آلات و ابزاری 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 می‌شود. هر هواپیما یک محدوده پروازی دارد که گاه رسیدن به آن به‌خصوص برای یک دانشجو ممکن است مخاطره‌آمیز باشد. برای مثال اگر خلبانی که هنوز احساس لازم را برای کنترل هواپیما نداشته باشد با حالت واماندگی روبرو شود احتمال بروز سانحه افزایش می‌یابد. از سیمولاتور می‌توان در آموزش خلبان برای مواردی مثل مدیریت پرواز و همچنین مهارت‌های 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 دوره‌ی آموزشی کشته شدند بسیار بیشتر از شمار خلبانانی بود که در عملیات جنگی جان باختند) لذا طی سالیان گذشته برای آموزش خلبانان از شبیه‌ساز استفاده می‌شود. امروزه با پیشرفت تکنولوژی و با علم به مزایای استفاده از شبیه‌سازها، آموزش امور مربوط به کنترل ترافیک هوایی و سایر امور مربوط به پرواز نیز با استفاده از شبیه‌ساز انجام می‌شود. ازآنجایی‌که کار کنترل ترافیک هوایی ازجمله کارهای حساس و با استرس زیاد می‌باشد، باید کنترلرها و افرادی که تحت آموزش قرار می‌گیرند 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 می‌باشد. با توجه به اینکه ارگونومیک نبودن محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی باعث بروز مشکلات مختلفی از قبیل اختلالات اسکلتی عضلانی، بروز استرس، افزایش بیماری‌های شغلی، خستگی و خواب‌آلودگی، کاهش کارایی، افزایش هزینه‌ها و... می‌گردد. ضروری است هنگام طراحی و ساخت این‌گونه محیط‌ها از مقادیر توصیه‌شده توسط استانداردهای مربوطه برای عوامل مختلف محیطی مانند دما، نور، رطوبت و... استفاده شود؛ و برای محیط‌هایی که قبلاً ایجادشده‌اند نیز باید تا حد امکان موارد ارائه‌شده لحاظ شوند. تا بدین‌وسیله 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 درنتیجه کارایی آن‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش‌یافته و هزینه‌های مربوطه کاهش یابد. دما یکی از عوامل محیطی می‌باشد 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.1.11EN[1] برای محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی محدوده‌ی دمایی 21 تا 25 درجه سانتی‌گراد در نظر گرفتیم و گفتیم که برای نگه‌داشتن 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 می‌باشد، 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 شرجی 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 مسیرهای مسی بردهای الکترونیکی شده و باعث خرابی و فرسودگی برد می‌گردد؛ 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 می‌گردد، برای محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی نیز رطوبت نسبی در محدوده‌ی 45 تا 55 درصد را در نظر می‌گیریم. برای نگه‌داشتن دما و رطوبت در محدوده‌ی گفته‌شده 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 شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی جریان هوای 10 متر بر دقیقه را در نظر گرفتیم چون این مقدار می‌تواند هوای محیط را تازه کند و بیش از آن ایجاد سوز و سرما می‌کند. همچنین یکی از موارد مهم در بررسی شرایط محیطی محل کار کنترلرها، 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. 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[2] 30.00.60.15-Gen (DEP,2012) به این نتیجه رسیدیم که برای روشنایی محیط شبیه-ساز کنترل ترافیک هوایی، بهتر است طراحی به‌گونه‌ای 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

Archive of SID
www.SID.ir

زمان و نقاطی که امکان استفاده از نور روز وجود ندارد، از منابع روشنایی مصنوعی مستقر در سقف کاذب استفاده می‌شود (منبع روشنایی به‌طور 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 مکان‌هایی که تشخیص رنگ‌ها مهم و حیاتی می‌باشد، باید سفید باشد تا موجب سوءبرداشت در رنگ علائم نشود. درجاهایی که تشخیص رنگ‌ها چندان مهم نیست، به‌منظور افزایش هوشیاری، آسایش و کاهش خستگی کنترلرها می‌توان از لامپ‌های LED با نور آبی استفاده کرد. رنگ‌آمیزی محیط کنترل ترافیک هوایی هم ازنظر روانی می‌تواند بر سلامت و عملکرد کنترلرها اثرگذار باشد و هم ازنظر ضریب انعکاس نور، مقدار رنگ‌آمیزی محل کار کنترلر باید جدی گرفته شود. با توجه به ضریب انعکاس مناسب برای سطوح مختلف و ضریب انعکاس رنگ‌های مختلف ارائه شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی(مسلمی عقیلی و اقتصادی) (عقیلی و اقتصادیف1387) و همچنین با در نظر گرفتن نتایج پژوهش فرحناز بشاورد (بشاورد،1397) رنگ سفید را برای سقف محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی 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. 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. عامل دیگر تأثیرگذار بر عملکرد کنترلرها سروصدای محیط می‌باشد. آلودگی صوتی در حین فعالیت آموزشی باعث ایجاد خستگی ذهنی، اختلال در تمرکز و افت یادگیری می‌گردد؛ با توجه به اینکه سازمان بهداشت جهانی1 و استاندارد ANSI۲-S12.60 – 2002 میزان صدای 45 دسی‌بل را برای کلاسهای درس پیشنهاد داده اند، پس میزان سروصدای محیط شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی حتماً باید زیر 45 دسی‌بل باشد. برای عایق کردن محیط ازنظر دما و صدا و همچنین برای استقرار مناسب کابل‌ها و

[1] - World Health Organization

[2] - American National Standards Institute

Archive of SID
www.SID.ir

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 برخورداری و همکاران (برخورداری و همکاران،1396)، علی آبادی و همکاران (علی آبادی و همکاران،1396) ، کماسی و ترابی گودرزی (کماسی 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 BIFMA[1]، استاندارد سوئدی، استاندارد آلمانی، استاندارد اروپا و استاندارد بریتانیا استفاده کردیم؛ همچنین برای نصب صفحات نمایش و پانل‌های محیط موردمطالعه 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 حرفه ای،دوره3،شماره3-دانشگاه علوم پزشکی همدان*, 1395 ,38-32 .pp.

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 سال1391," مجله ارگونومی فصلنامه انجمن ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی ایران، دوره 1 ، شماره2, 1392.

ا. ا. احدی و م. ع. خان محمدی, "عملکرد بهتر دانشجویان با بهره گیری 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, Departmant of Transportion Federal Aviation Adminstration.

ا. برخورداری , آ. عباسی, س. ح. حکمتی مقدم, ح. فلاح زاده و ع. جبالی, "بررسی ضریب جذب صدادر نانو کامپوزیت های آلومنیوم," *فصلنامه علمی تخصصی طب کار، دوه9، شماره4-دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد*, 1396 ,7-1 .pp.

[1] - Business and Institutional Furniture Manufacturers Association

Archive of SID
www.SID.ir

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 مادرتخصصی 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، دوره5،شماره2*, 1396.

Haghdoost, 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، شماره4*, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 Shahneshin, 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 /Wilson jr, Corlett n. Evaluationof human work. Boca Raton: CRC press.

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 عملکلکرد 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. وزیوداری, "توصیه هایی جهت رعایت اصول ارگونومی," 1389.

ا. شاهری, "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.

Archive of SID

www.SID.ir