

5<sup>th.</sup>

International Congress on

**CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE & URBAN DEVELOPMENT**  
**پنجمین کنگره سالانه بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری**

۷الی ماه ۱۳۹۶ 26-28 Dec. 2017

Verification Code : PP-BDKC

System Address : www.5icsau.com/verify

Iranian Khomeini International Congresses Center IRAN-TEHRAN  
SHAHID BEHESHTI UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES

**CERTIFICATE**



کمیته برگزاری  
مسابقات علمی، تحقیقاتی و فناوری  
شماره مجله کنگره از وزارت علوم  
۷۷۶۴۰۳۸

شماره مجله زینب در پایگاه استنادی  
علوم جهان اسلام ۶۰۶-۶۱۷

گواهینامه پذیرش، چاپ و ارائه مقاله



سرکار خانم / جناب آقای **شادی نوروزی، هاشم شریعتمدار**

بدینوسیله گواهی می گردد مقاله جنابعالی تحت عنوان:

**کیفیت محیط داخلی و بهبود بهره وری کارکنان در ساختمان های سبز**

با توجه به نظر کمیته داوری پنجمین کنگره سالانه بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری جهت چاپ در مجموعه مقالات کنگره مورد پذیرش قرار گرفته و در این کنگره که در تاریخ ۵الی ۷ دی ماه ۱۳۹۶ در دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران با مجوز رسمی برگزار می شود ارائه گردیده است. موفقیت روزافزون شما را در عرصه های دانش و پژوهش از درگاه احدیت مستلت می نمایم.

با تقدیم احترام

مهندس فرهاد علیزاده افشار

دبیر کنگره

با تقدیم احترام

دکتر افرام کیوانی

دبیر علمی کنگره



www.5icsau.com

## کیفیت محیط داخلی و بهبود بهره وری کارکنان در ساختمان های سبز

شادی نوروزی<sup>۱</sup>، هاشم شریعتمدار<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته ی مهندسی و مدیریت ساخت، shadinoruzi72@gmail.com

۲- دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد، دکترای عمران، shariatmadar@um.ac.ir

### چکیده

به نظر می‌رسد که در سال‌های اخیر موضوع کیفیت محیط داخلی (Indoor Environmental Quality) IEQ به عنوان یک نگرانی رو به رشد است که به عنوان عامل موثر بر سلامتی، رفاه و بهره‌وری کارکنان شناسایی شده است. به خصوص، توجه ویژه به محیط داخلی در ادارات با نگرانی‌های رو به رشدی در مورد بهره‌وری کارکنان متمرکز است. علاوه بر این کارکنانی که از کیفیت محیط کلی فضای کار خود راضی هستند، تصور می‌شود که بهره‌وری بیشتری دارند. بهبود کیفیت IEQ محیط داخلی آسایش، رفاه، رضایت و بهره‌وری کارکنان را تضمین می‌کند. بر این اساس بسیاری از مطالعات معتقدند که طراحی ساختمان‌های سبز پس از شناسایی مزایای آنها برای افراد به طور معمول رایج‌تر می‌شوند. از این رو رایجترین این ابزارها که در ساختمان‌های سبز به کار گرفته می‌شوند عبارتند از سیستم ارزیابی ساختمانی رهبری در طراحی انرژی و محیط زیست LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)، سیستم روش ارزیابی زیست‌محیطی احداث ساختمان‌های تحقیقاتی BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)، سیستم ستاره سبز Green Star که برای تعیین معیارهای ساختمان سبز استفاده می‌شوند و IEQ را به عنوان یک معیار داخلی تعیین کرده‌اند. اگر چه که تحقیقات قبلی در زمینه بهره‌وری کارکنان انجام شده است، اما کمبود تحقیق در مورد روابط بین عوامل IEQ و بهبود بهره‌وری کارکنان در ساختمان های سبز وجود دارد. بنابراین این تحقیق با هدف تعیین رابطه IEQ و بهره‌وری کارکنان در ساختمان‌های سبز انجام شده است. نتایج حاصل از ارزیابی آثار IEQ و بهره‌وری عوامل هزینه‌های مرتبط با سلامتی، رضایت و عملکرد کارکنان ارائه گردیده است.

**واژه‌های کلیدی:** بهره وری کارکنان، کیفیت محیط داخلی، ساختمان سبز، ابزارهای ارزیابی ساختمان سبز

### ۱- مقدمه

IEQ از مسائل مهمی بوده است که در سال های اخیر به عنوان عامل موثر بر سلامتی، رفاه و بهره‌وری کارکنان شناسایی شده است (۱). از آن جایی که سلامتی و رفاه از جنبه های مهم در تعیین کیفیت زندگی افراد در ساختمان های سبز هستند، لذا جنبه های مختلفی از محیط داخلی بر سلامت و عملکرد افراد به دلیل گذراندن بیش از ۹۰ درصد از وقت

خود در محیط های داخلی تأثیر خواهد داشت(۲). بنابراین به دلیل تعامل و ارتباط مستمر بین افراد و محیط اطراف آنها اثرات فیزیولوژیکی و روانشناختی محیط بر روی افراد تأثیر می گذارد(۲). به خصوص توجه بیشتر به IEQ در ادارات با نگرانی های رو به رشد در مورد بهره‌وری کارکنان متمرکز است زیرا که بخش بزرگی از نیروی کار در جوامع مدرن وقت بیشتر خود را در فضاهای اداری صرف می کنند بنابراین این موضوع پیامدهای اجتماعی و اقتصادی زیادی را با خود به همراه خواهد داشت(۳). از این رو بهبود IEQ آسایش، رضایت و بهره‌وری کارکنان را تعیین می کند(۴). در نتیجه بسیاری از ابزارها و مفاهیم توسعه یافته اند تا شاخص های عملکردی و معیارهای سلامتی و آسایش در ساختمان ها با کیفیت بالا را تعیین کنند(۵). رایجترین این ابزارهای که در ساختمان های سبز به کار گرفته می شوند عبارتند از BREEAM, LEED, Green Star که برای تعیین معیارهای ساختمان سبز استفاده می شوند(۶). ساختمان سبز با هدف پایداری سایت، بهره وری انرژی، بهره وری آب، مواد و مصالح سازگار با محیط زیست، سازگاری محیط داخلی با ساکنین پدید آمده است. از این رو همانطور که در بسیاری از مطالعات آمده است، کارکنان تمایل بیشتری نسبت به ساختمان های سبز به دلیل مزایای آنها دارند. بنابراین این مقاله با هدف بیان تعریف و اهمیت IEQ و تأثیر آن بر بهره‌وری کارکنان در ساختمان های سبز و با تأکید بر رایج ترین ابزارهای ارزیابی سبز انجام شده است و در نهایت تأثیر بهبود IEQ و افزایش بهره‌وری را بررسی کرده است.

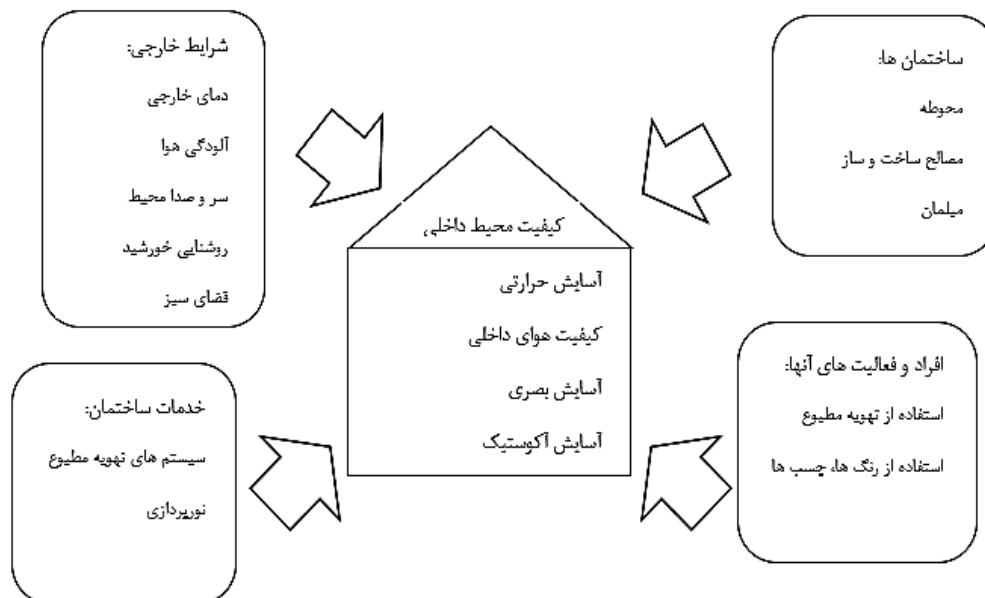
## ۲- بهره‌وری کارکنان

کارکنان ارزشمندترین منابع در اکثر سازمان ها هستند که معمولاً ۹۰٪ از هزینه های عملیاتی کسب و کار را تشکیل می دهند. بنابراین حتی بهبود ۱٪ در بهره‌وری آنها می تواند تأثیر عمده ای بر رقابت در کسب و کار بگذارد. تیم هایی از متخصصان در سراسر جهان برای بررسی طیف وسیعی از عوامل طراحی ادوات، از جمله کیفیت هوا در محیط داخلی، آسایش حرارتی، روشنایی روز، آکوستیک، طراحی داخلی و چشم اندازه ها، جمع شده اند تا تأثیر مکان و امکانات را اندازه گیری کنند. شواهد جمع آوری و مورد بحث قرار گرفته اند. تحقیقات به وضوح نشان داده اند که طراحی یک اداره بر روی سلامتی، رفاه و بهره‌وری کارکنان آن تأثیر می گذارد. از این رو برای اکثر کارفرمایان، کارکنانی سالم و شاد مولفه ای حیاتی در موفقیت کسب و کار در دراز مدت است. این بدان معنی است که بهره‌وری کارکنان و یا هر چیزی که توانایی آنها را برای تولید تحت تأثیر قرار دهد باید یک نگرانی عمده برای هر سازمان باشد. بنابراین کارفرمایانی که از تأثیر زیست محیطی ساختمان های خود و سلامتی و رفاه کارکنان خود مراقبت می کنند و اقدام به بهبود کیفیت محل کاری خود می کنند می توانند چندین برابر ارزش سرمایه گذاری خود برداشت کنند(۷).

## ۳- IEQ

محیط داخلی مکانی است که افراد ۹۰٪ از وقت خود را در آن می گذارند(۸). همانطور که اکثر افراد بیشتر وقت خود را در محیط های داخلی سپری می کنند، تعامل و ارتباط مستمری بین افراد و محیط اطرافشان ایجاد می شود، از این رو محیط اطراف اثرات فیزیولوژیکی و روان شناختی بر آنها می گذارد(۲). بنابراین قرارگیری در معرض عواملی از جمله بیماری، مواد شیمیایی و فیزیکی ساختمان ها در محیط داخلی می تواند منجر به تغییر علائم سلامتی افراد شود(۹).

علاوه بر این، حق داشتن محیط سالم برای افراد توسط قانون اساسی سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۹۸۵ ثبت شده است (۸). در نتیجه افزایش IEQ در طول سال‌های اخیر مورد اهمیت بوده است. اصطلاح IEQ به معنای "ویژگی‌های محیطی در داخل ساختمان که مرتبط با سلامتی و آسایش ساکنان ساختمان است" گفته می‌شود (۱۰). IEQ به تمام جنبه‌های محیط داخلی مانند دما، رطوبت، کیفیت هوای داخلی (Indoor air quality) IAQ، نور روز و کیفیت روشنایی، آسایش حرارتی در دسترسی به چشم انداز بستگی دارد (۲). IEQ یکی از هفت حوزه سیستم LEED است که شامل سایت پایدار، انرژی و جو، بهره‌وری آب، مواد و منابع، کیفیت محیط داخلی، نوآوری در طراحی و اولویت‌های منطقه ای می‌شود و توسط شورای ساختمان سبز ایالت متحده (U.S. Green Building Council) USGBC توسعه یافته است (۱۱، ۱۲). بر اساس مطالعات IEQ به آسایش حرارتی، IAQ، آسایش بصری و آسایش آکوستیک اشاره دارد (۱۳). از این رو برای ساختمان‌های سبز داشتن محیط داخلی با کیفیت خوب ضروری است، زیرا این امر بر بهره‌وری و سلامت کارکنان ساختمان تأثیر می‌گذارد (۱۴). همچنین عدم تعادل در IEQ می‌تواند تأثیر منفی بر روی تسهیلات، ساختمان‌ها و کارکنان آنها بگذارد (۱۵). از این رو حفاظت از IEQ یک امر کلیدی برای رفاه و بهره‌وری کارکنان در ساختمان‌های اداری است (۱۶). چهار حوزه اصلی که IEQ را در درون یک فضا تعیین می‌کنند عبارتند از: آسایش حرارتی، IAQ، آسایش بصری و آسایش آکوستیک است. ارزیابی IEQ بستگی به عوامل متعددی دارد که می‌توان آنها را به چهار دسته تقسیم کرد: شرایط خارجی، ساختمان‌ها، خدمات خارجی، افراد و فعالیت‌های آنها، استفاده از تهویه مطبوع، استفاده از رنگ‌ها، چسب‌ها



شکل ۱: IEQ (۱۷)

### IAQ-۳-۱

IAQ به طور مستقیم با مسائل سلامتی مرتبط است. علاوه بر این بهبود کیفیت هوا باعث کاهش بودجه شرکت برای امکانات بهداشتی می شود (۱۸). مصالح مورد استفاده در ساختار ساختمان مانند پوشش دیوارها و سقف ها، مواد رنگی، غیره می توانند دارای خواص شیمیایی باشند که برای سلامتی کارکنان مضر است (۱۹).

### ۳-۲- شرایط دمایی

یکی دیگر از عوامل اصلی IEQ، شرایط دمایی داخلی است. دمای داخلی تأثیرات زیادی بر شرایط جسمی و روحی افراد دارد و می تواند روی رفتار و بهره‌وری کارکنان تأثیر بگذارد (۲۰). مطالعات و آنالیز دما و بهره‌وری نشان داده است که درجه حرارت بین ۲۱ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد بهره‌وری را افزایش می‌دهد، در صورتی که افزایش دما بین ۲۳ تا ۲۴ سانتی‌گراد منجر به شروع کاهش بهره‌وری می‌شود. هنگامی که دما به ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد تنها ۱٫۹۱٪ از بهره‌وری نسبی مشاهده می‌شود. از این رو این مطالعات دمای مطلوب برای بهره‌وری بین ۲۱ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد بیان کرده‌اند (۲۱).

### ۳-۳- نور

تحقیقات نشان داده است که نور طبیعی و نور با کیفیت خوب قادر است که عملکرد اداری را افزایش دهد و علاوه بر آن سلامتی، بهره‌وری، رفاه و رضایت را بهبود می‌بخشد (۲۲). یکی از قوانین مهم در سیستم نورپردازی این است که باید صرفه جویی در انرژی و آسایش برای کارکنان به ارمغان بیاورد، بدین ترتیب هم بهره‌وری و هم پایداری هر دو باهم حفظ خواهند شد (۲۳).

### ۳-۴- رطوبت

مطالعات بسیاری مبتنی بر ارتباط بین میزان رطوبت و آلودگی هوا در داخل ساختمان است. رطوبت می تواند میزان شیوع آلوده کننده‌های بیولوژیکی زیست محیطی را افزایش دهد. لذا سطوح رطوبت برای IAQ و رضایت حرارتی کارکنان مهم است. سطح بالای رطوبت بر سلامت کارکنان تأثیر می‌گذارد و منجر به افزایش بیماری‌های تنفسی می‌شود (۲۴).

### ۳-۵- تهویه

نقش اصلی تهویه ورود هوا به درون ساختمان و حذف آلودگی‌های هوای داخلی است. تهویه می‌تواند مکانیکی یا طبیعی باشد. تهویه عامل اصلی IAQ ساختمان است (۲۵). تهویه کارآمد و موثر IAQ را بهبود خواهد بخشید، آسایش حرارتی را برای کارکنان بهبود می‌بخشد و اثرات منفی بر سلامت کارکنان را به حداقل می‌رساند (۲۶).

#### ۵-۳- آکوستیک

سر و صدای داخلی ممکن مرتبط با منابع داخلی، منابع خارجی یا اجرای بد آکوستیک باشد. آکوستیک ها می توانند از محیط داخلی نسبت به آلودگی های محیط خارجی حفاظت کنند. آلودگی صوتی می تواند منجر به اثرات منفی بر روی توانایی شنوایی شود. قرارگیری در طولانی مدت در معرض صدا بلند ممکن منجر به کاهش شنوایی و آسیب دائمی به سیستم شنوایی شود. بنابراین آلودگی صوتی اثرات منفی بر عملکرد و بهره وری کارکنان می گذارند (۲۷).

#### ۴- عوامل IEQ و مخاطرات آن

طبقه بندی IEQ تحت ابزار ارزیابی LEED شامل IAQ، از جمله کنترل دود در محیط نظارت بر کربن دی اکسید، منابع شیمیایی و آلاینده های داخلی، آسایش حرارتی، نور روز و چشم انداز است (۶). بر طبق مطالعات انجام شده در میان سایر عوامل محیطی داخلی عواملی از جمله کیفیت حرارتی، نور، صدا، حریم و قابلیت کارکرد قرار دارد. نکته قابل توجه در مورد IAQ از جمله مسائل محیطی است که باید برای جلوگیری از تأثیرات نامطلوب بر سلامتی و رفاه افراد رسیدگی شوند (۲۸). علاوه بر این مشکل بهداشت و کیفیت ضعیف محیط داخلی موجب کاهش در بهره وری برای افراد می شود زیرا که اکثر روزهای خود را در دفاتر اداری می گذرانند. افزون بر این ساختمان هایی که کیفیت هوا در داخل آنها پایین است به طور قابل توجهی با رضایت پایین کارکنان مواجه هستند، در حالی که ساختمان هایی که کیفیت هوای خوبی دارند رضایت بالای ساکنین را با خود به همراه دارند (۶). بنابراین هوا در محیط داخلی باید با کیفیت مناسبی باشد تا آلاینده ای موجود در هوا در سطح غلظت مضر قرار نگیرند و اکثر افراد احساس رضایت کنند (۲۹). همچنین روشنایی روز و کنترل حرارتی به بهتر شدن IEQ کمک می کند و اثرات مثبتی بر روی احساس بهره وری کارکنان و عملکرد آنها می گذارند (۲). مطالعات نشان داده است که محیط های بیش از حد گرم و یا سرد می توانند بر رفتارهای حرکتی و شناختی افراد تأثیر بگذارند. از این رو محیط های بسیار گرم منجر به از دست رفتن ظرفیت عملکرد کاری و خروج کند بهره وری همراه هستند (۹). علاوه بر این افزایش روشنایی روز و کاهش انتشارات سمی در محیط های داخلی می تواند بهره وری کارکنان را تا ۱۶٪ افزایش دهد (۶). لازم به ذکر است که روشنایی ساختمان ها همراه با آسایش هستند که منجر به بهبود رضایت کلی کارکنان می شوند (۶). با این حال هر گونه اختلال در محیط های اطراف به طور بالقوه بر روی سلامت و رفاه کارکنان تأثیر می گذارد.

#### ۵- به کارگیری مفاهیم IEQ در ساختمان سبز

به دلیل اثرات زیست محیط فعالیت های ساختمانی بر روی ساکنین ساختمان و محیط زیست جنبشی با نام ساختمان سبز در حال رشد است (۳۰). ساختمان سبز به عنوان یک فلسفه ساختمانی جدید ظهور کرده است که استفاده بیشتر از مصالح سازگار با محیط زیست، اجرای روش های بهره وری در منابع و همچنین بهبود IEQ را تشویق می کند. از این رو شیوه های ساختمان سبز توسط بسیاری از متخصصان صنعت ساخت و ساز و به عنوان بخشی از راه حل های مشکلات مربوط به محیط داخلی ساختمان پنداشته می شود (۳۱). ساختمان سبز شیوه ای از ایجاد و استفاده از مدل های کارآمدتر و سالم تر منابع ساخت و ساز، بازسازی و بهره وری، نگهداری و تخریب است (۳۰). بدین جهت ساختمان سبز فرصتی برای ایجاد ساختمان های کارآمد زیست محیطی با استفاده از رویکرد یکپارچه سازی طراحی است تا از تأثیر منفی ساختمان بر

محیط زیست ساکنان آن بکاهد (۳۲). مطالعات نشان داده‌اند که مفهوم ساختمان در اکثر کشورها برای کاهش تأثیر ساختمان‌ها بر روی محیط زیست و سلامت انسان‌ها اعمال می‌شود. در حقیقت ساختمان‌های سبز اولین گام مثبتی است که موجب به کاهش اثرات زیست محیطی و ترویج توسعه پایدار در کشورها با منابع محدود و هزینه‌های پایین انرژی، مزایای بازاریابی برای توسعه دهنده‌های ساختمان، کیفیت سلامت محیط داخلی و بنابراین کیفیت زندگی با بهره‌وری بالاتر، قرارگیری کمتر در معرض عوامل محیطی یا مخاطره آمیز سلامتی در دراز مدت و کاهش هزینه‌های بهداشتی می‌شود. در نتیجه روند اخیر به افزایش اهمیت تأثیر ساختمان‌ها بر محیط اشاره دارد که بسیاری از متخصصان طراحی ساختمان‌ها را به سمت طراحی پایدار یا ساختمان‌های سبز هدایت می‌کنند (۳۳). تلاش آنها در جهت کاهش اثرات مضر زیست محیطی ساختمان‌ها به ویژه حداقل رسانی خطر IEQ بر سلامت ساکنین است.

#### ۶- عوامل موثر IEQ بر بهره‌وری ساکنین در ساختمان‌های سبز

در ساختمان‌های سبز، تصمیمات مشخص طراحی و شیوه‌های عملیاتی لحاظ می‌شود بر روی کیفیت محیط داخلی تأثیر دارد که نهایتاً منجر به رضایت بالاتر در ساختمان‌های سبز در مقایسه با ساختمان‌های غیر سبز می‌گردد. این استراتژی‌ها عبارتند از: بهبود تهویه، حذف آلاینده‌های داخلی، استفاده از مصالح سبز، امکان تنظیم فردی ساکنین از طریق پنجره‌های اتوماتیک، تهویه مطبوع یا سیستم‌های توزیع هوای زیر زمینی، استفاده از نور روز و کاهش میزان نور محیط با استفاده از نورپردازی طبیعی (34). بهبود بهره‌وری ساکنین یک مزیت قابل توجه، در ساختمان‌های سبز است هر چند که محاسبه مقادیر بهبود بهره‌وری کارکنان و سلامتی محیط کار دشواری است. براساس مطالعات، ساختمان‌های سبز و توجه آنها بر کیفیت محیط داخلی زمینه ایده آلی را برای چنین ملاحظاتی فراهم کرده است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که به طور متوسط استراتژی‌هایی که به طور معمول در ساختمان‌های سبز استفاده می‌شوند منجر به بهبود رضایت ساکنین به جهت کیفیت هوا و آسایش حرارتی موثر آنها می‌شود (۳۵).

#### ۷- مزایای بهره‌وری کارکنان در ساختمان‌های سبز

بررسی پژوهش‌ها نشان داده است که چنانچه بهره‌وری کارکنان به وسیله ساختمان‌های سبز افزایش یابد منجر به:

- بهبود عملکرد
- کاهش غیبت
- بهبود گردش مالی
- بهبود سلامتی و بهبود رضایت کارکنان به جهت محیط کاری سالم و
- کاهش تلفات بهره‌وری در هر سال می‌گردد (۳۶).

#### ۸- ابزارهای ارزیابی سبز

انتظار می رود که IEQ در یک ساختمان سبز نسبت به یک ساختمان متعارف بهتر، راحت تر و بهره ورتر باشد (۳۷). بر طبق مطالعات ابزارهای ارزیابی سبز عمدتاً برای ارزیابی یا سنجش جنبه های خاصی از یک ساختمان در ارتباط با اهداف پایداری طراحی شده اند (۳۸). در میان عوامل پایداری IEQ اهمیت عمده ای در توسعه چنین ابزارهای ارزیابی سبز به دلیل تأثیر قابل توجه بر سلامتی کارکنان ساختمان دارد. بنابراین گسترده ترین ابزارهای ارزیابی از جمله LEED, BREEAM, Green Star هستند که IEQ را به عنوان یک معیار داخلی تعیین کرده اند (۱). در جدول ۱ معیارهای IEQ در ابزارهای ارزیابی ذکر شده بررسی شده است.

جدول ۱: معیارهای IEQ در ابزارهای ارزیابی سبز (۶)

Green Star	BREEAM	LEED	IEQ
-	*کنترل دمای محیط	*سیستمها با قابلیت کنترل	دما و رطوبت
*سر و صدا محیط داخلی	*سر و صدا	*سیستمها با قابلیت کنترل	آکوستیک
*میزان تهویه	*پنجره های اتوماتیک *جا به جایی هوا *هوا آزاد	*کنترل محیط دود سیگار *نظارت بر کربن دی اکسید هوا *تهویه مناسب هوا	تهویه هوا
*اثر بخشی تغییر هوا *کنترل و نظارت بر کربن دی اکسید و آلاینده های هوا *مصالح خطرناک	*دود *موکت های تمیز	*کنترل مواد شیمیایی و آلاینده های داخلی *حداقل عملکرد IAQ *برنامه مدیریت IAQ ساختمان	IAQ
*نور روز *کنترل ذخیره نور روز *طلق ها با فرکانس بالا *سطوح روشنایی الکتریکی	*استفاده از ۸۰٪ روشنایی روز *طلق های ضد تشعشع نور *سطوح روشنایی *کنترل مستقل روشنایی	*مصالح کم تشعشع *روشنایی روز	نور روز و کیفیت نورپردازی
*آسایش حرارتی	*آسایش حرارتی	*آسایش حرارتی	آسایش حرارتی
*چشم اندازه های خارجی	*موقعیت مبلمان	*چشم اندازه ها	دسترسی به چشم انداز

## ۹- یافته های تحقیق

با توجه به تحلیل هایی که در ارتباط با عوامل IEQ و تأثیرات آن بر بهره وری صورت گرفت، نتایج ارزیابی ها در شبکه بهره وری-IEQ شکل ۲ ارائه گردید. همانطور که ملاحظه می گردد، اگر IEQ و بهره وری کاهش یابد، عملکرد کارکنان و رضایت آنها کاهش می یابد و همچنین افزایش هزینه های مرتبط با سلامتی کارکنان را در پی خواهد داشت. علاوه بر این چنانچه IEQ کاهش یابد ولی بهبودی در بهره وری کارکنان دیده شود به دلیل عملکرد بالای کارکنان می باشد، اگر چه این مطلب منجر به افزایش هزینه های مرتبط با سلامت کارکنان و کاهش رضایت آنها خواهد شد. همچنین افزایش IEQ بدون



بهبود بهره‌وری کارکنان، هزینه‌های مرتبط با سلامتی کارکنان را کاهش می‌دهد و رضایت آنها را افزایش می‌دهد ولی منجر به عملکرد ضعیف کارکنان خواهد شد. از همین رو افزایش بهره‌وری و IEQ منجر به کاهش هزینه‌های مرتبط با سلامتی کارکنان، عملکرد بالا و افزایش رضایت کارکنان خواهد شد.



شکل ۲: شبکه بهره‌وری و IEQ

## ۱۰- نتیجه گیری

با توجه به رشد نگرانی‌ها در مورد IEQ و بهره‌وری کارکنان و پیامدهای اجتماعی و اقتصادی آنها ساختمان‌های سبز به عنوان راه حلی مناسب پدید آمده‌اند. اکثر سازمان‌ها به جهت حصول بهره‌وری کامل از کارکنان تمایل به سبز سازی ساختمان‌های خود دارند. IEQ اشاره به آسایش حرارتی، صوتی، بصری و IAQ دارد. در نتیجه بسیاری از ابزارها برای تضمین معیارهای ساختمان‌های سالم و راحت باکیفیت بالا محیط داخلی طراحی شده‌اند. این تحقیق به منظور ارائه معیارهای IEQ و ابزارهای مرتبط با این عامل ارائه گردید تا به ساختمان‌های سبز از منظر بهره‌وری نگاه کند. نتایج این

تحقیق نشان می دهد که استراتژی هایی که در ساختمان های سبز به کار گرفته می شود منجر به کاهش هزینه های مرتبط با سلامتی، افزایش رضایت، عملکرد بالای کارکنان و در نهایت افزایش بهره وری کارکنان خواهد شد.

## مراجع

- [1] Mallawaarachchi H, Mallawaarachchi H, De Silva L, De Silva L, Rameezdeen R, Rameezdeen R. Indoor environmental quality and occupants' productivity: Suggestions to enhance national green certification criteria. *Built Environment Project and Asset Management*. 2016;6(5):462-77.
- [2] Lan L, Lian Z. Application of statistical power analysis—How to determine the right sample size in human health, comfort and productivity research. *Building and Environment*. 2010;45(5):1202-13.
- [3] Mahdavi A, Unzeitig U. Occupancy implications of spatial, indoor-environmental, and organizational features of office spaces. *Building and Environment*. 2005;40(1):113-23.
- [4] Clausen G, Wyon DP. The combined effects of many different indoor environmental factors on acceptability and office work performance. *HVAC&R Research*. 2008;14(1):103-13.
- [5] Bluysen PM. Towards new methods and ways to create healthy and comfortable buildings. *Building and Environment*. 2010;45(4):808-18.
- [6] Mallawaarachchi B, De Silva M, Rameezdeen R, Chandrathilaka S. *Green Building Concept to Facilitating High Quality Indoor Environment for Building Occupants in Sri Lanka*: Ceylon Institute of Builders; 2012.
- [7] Alker J, Malanca M, Pottage C, O'Brien R. *Health, wellbeing & productivity in offices: The next chapter for green building*. World Green Building Council. 2014.
- [8] Kosonen R, Tan F. The effect of perceived indoor air quality on productivity loss. *Energy and Buildings*. 2004;36(10):981-6.
- [9] Prakash P. *Effect of indoor environmental quality on occupant's perception of performance: A comparative study*: University of Florida Gainesville, FL.; 2005.
- [10] Hobday R. *Indoor environmental quality in refurbishment*. Historic Scotland Technical Paper. 2011;12.
- [11] Lee YS, Guerin DA. Indoor environmental quality differences between office types in LEED-certified buildings in the US. *Building and Environment*. 2010;45(5):1104-12.
- [12] Lee YS. Office layout affecting privacy, interaction, and acoustic quality in LEED-certified buildings. *Building and Environment*. 2010;45(7):1594-600.
- [13] Pei Z, Lin B, Liu Y, Zhu Y. Comparative study on the indoor environment quality of green office buildings in China with a long-term field measurement and investigation. *Building and Environment*. 2015;84:80-8.
- [14] Elyna Myeda N, Nizam Kamaruzzaman S, Pitt M. Measuring the performance of office buildings maintenance management in Malaysia. *Journal of Facilities Management*. 2011;9(3):181-99.
- [15] Sulaiman M, Yusoff WW, Pawi S, Kamarudin WW. Indoor Environmental Quality (IEQ) of Higher Education Institutions (HEIs): A User Perception Survey. *Journal of Clean Energy Technologies*. 2013;1(4):318-[21]
- [16] Liang H-H, Chen C-P, Hwang R-L, Shih W-M, Lo S-C, Liao H-Y. Satisfaction of occupants toward indoor environment quality of certified green office buildings in Taiwan. *Building and Environment*. 2014;72:232-42.

- [17] Delgado RMSFAnAVPdFnAJMPQ. Indoor Environmental Quality. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. 2015.
- [18] Esfandiari M, Zaidb SM, Ismaila MA, Aflakia A. Influence of Indoor Environmental Quality on Work Productivity in Green Office Buildings: A Review. CHEMICAL ENGINEERING. 2017;56.
- [19] Evans GW. The built environment and mental health. Journal of urban health. 2003;80(4):536-55.
- [20] Stanton NA, Salmon P, Jenkins D, Walker G. Human factors in the design and evaluation of central control room operations: CRC Press; 2009.
- [21] Seppanen O, Fisk WJ, Lei Q. Effect of temperature on task performance in office environment. Lawrence Berkeley National Laboratory. 2006.
- [22] Naharuddin NM, Sadegi M. Factors of workplace environment that affect employees performance: A case study of Miyazu Malaysia. 2013.
- [23] Vivian Loftness F, Hartkopf V, Gurtekin B, editors. Linking energy to health and productivity in the built environment. 2003 Greenbuild Conference; 2003.
- [24] Ries R, Bilec MM, Gokhan NM, Needy KL. The economic benefits of green buildings: a comprehensive case study. The Engineering Economist. 2006;51(3):259-95.
- [25] Chan W, Lee S-C, Chen Y, Mak B, Wong K, Chan C-S, et al. Indoor air quality in new hotels' guest rooms of the major world factory region. International Journal of Hospitality Management. 2009;28(1):26-32.
- [26] Ghodrati N, Samari M, Mohd Shafiei M. Green Buildings Impacts on Occupants' Health and Productivity. Journal of Applied Sciences Research. 2012;8(8):4235-41.
- [27] Evans GW, Stecker R. Motivational consequences of environmental stress. Journal of Environmental Psychology. 2004;24(2):143-65.
- [28] Ning Z, Cheung C, Fu J, Liu M, Schnell M. Experimental study of environmental tobacco smoke particles under actual indoor environment. Science of the total environment. 2006;367(2):822-30.
- [29] Huang L, Zhu Y, Ouyang Q, Cao B. A study on the effects of thermal, luminous, and acoustic environments on indoor environmental comfort in offices. Building and Environment. 2012;49:304-9.
- [30] Chan EH, Qian QK, Lam PT. The market for green building in developed Asian cities—the perspectives of building designers. Energy Policy. 2009;37(8):3061-70.
- [31] Hashim S, Hashim H, Saleh A, Kamarulzaman N. Green building concept at children activity centre. Procedia Engineering. 2011;20:279-83.
- [32] Ali HH, Al Nsairat SF. Developing a green building assessment tool for developing countries—Case of Jordan. Building and Environment. 2009;44(5):1053-64.
- [33] Levin H. Building ecology: an architect's perspective on healthy buildings. Maroni et al. 1995.
- [34] Abbaszadeh S, Zagreus L, Lehrer D, Huizenga C. Occupant satisfaction with indoor environmental quality in green buildings. Center for the built environment. 2006.
- [35] Newman P, Hargroves K, Desha C, Hall S, Sparks D, Matan A, et al. Understanding the performance of green commercial buildings: a Sustainable Built Environment National Research Centre (SBEnrc) briefing report. 2011.
- [36] Council UGB. US green building council: US Green Building Council; 1998.
- [37] Ravindu S, Rameezdeen R, Zuo J, Zhou Z, Chandratilake R. Indoor environment quality of green buildings: case study of an LEED platinum certified factory in a warm humid tropical climate. Building and Environment. 2015;84:105-13.



**5<sup>th</sup>.International Congress on Civil Engineering , Architecture  
and Urban Development**  
**26-28 December 2017, Shahid Beheshti University , Tehran , Iran**



[38] Mallawaarachchi H, De Silva L. Green framework to improve indoor air quality in buildings: reducing the impact of sick building syndrome on office workers in Sri Lanka: a literature review. 2013.