



جزوات آموزشی

صنایع ایمن فراز ارک

عنوان محتوا:

عوامل زیان آور فیزیکی در محیط کار

کد محتوا:

ARK-FO-159-064

تهیه و تدوین: گروه تولید محتوای صنایع ایمن فراز ارک

## مقدمه

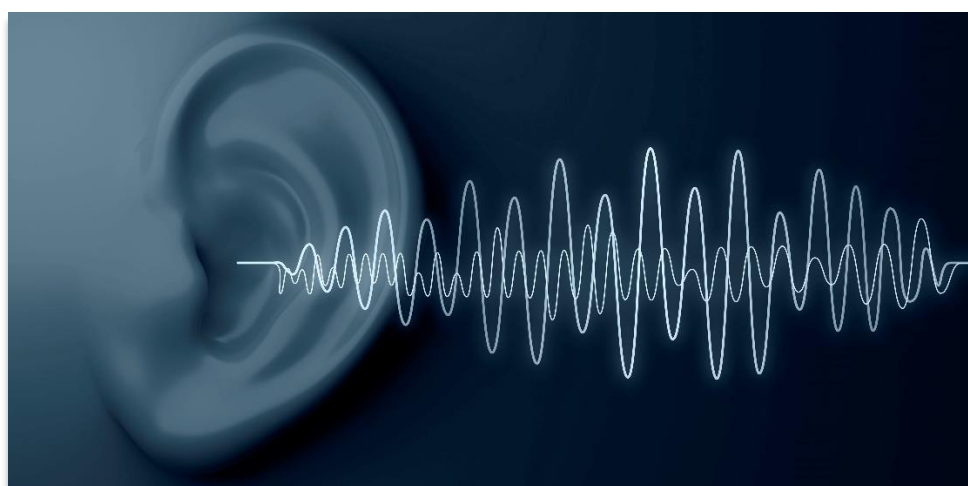
بر اساس امار های موجود سالانه بیش از ۲ میلیون نفر در دنیا بر اثر بیماری شغلی جان خودشون رو از دست می دهند. این بیماری های ماحصل عدم توجه و کنترل به عوامل زیان آور محیط کار می باشد. عوامل زیان آور محیط کار عواملی هستند که در نتیجه فرایند های مختلف در محیط کار ایجاد می شوند و می توانند به افراد آسیب برسانند. به طور کلی عوامل زیان آور در محیط کار به دسته های عوامل فیزیکی، مکانیکی، روانی، بیولوژیکی، شیمیایی و ارگونومیک تقسیم بندی می شوند و به اختصاص در اینجا به عوامل زیان آور فیزیکی می پردازیم.



بررسی کردن شرایط و عوامل مختلف و زیان آور در محیط کار، باعث حفظ سلامتی نیروی کار می شود و زیان های اقتصادی ناشی از بیماری های شغلی کاهش داده می شود.

عوامل فیزیکی زیان آور در محیط کار به صورت زیر تقسیم بندی می شوند:

- صدا (Voice)
- روشنایی (Lighting)
- ارتعاش (Vibration)
- تنش های گرمایی و سرمای (Heat & Cold Stress)
- پرتو (Radiation)



## عوامل زیان آور فیزیکی در محیط کار

### صدا (Voice)

صدا با زندگی انسان‌ها عجین شده است و ما انواع صداهایی را که چه خوشایند (Sound) و چه آزاردهنده (Noise) هستند، می‌شنویم. به همین ترتیب در زندگی امروزه ما، صدا یکی از خطرات شغلی و صنعتی به شمار می‌آید. صدا، موج ارتعاشی است که در محیط‌های مختلف گاز، مایع و جامد منتقل می‌شود. برینس فیلد (Brinsfield) در سال ۲۰۰۹ از صدا این چنین تعریف می‌کند که: **صدا را می‌توان به عنوان بیان ایده‌ها، اطلاعات، نظرات و یا نگرانی‌ها تعریف کرد، درحالی که سکوت را می‌توان به عنوان پنهان کردن آن‌ها بیان کرد.**

جدول زیر تفاوت دسته‌بندی فرکانس در علم فیزیک را با بهداشت حرفه‌ای مقایسه می‌کند:

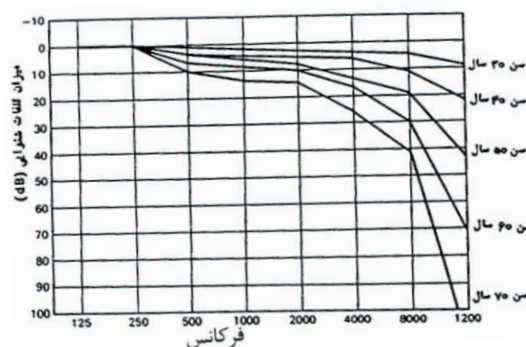
بهداشت حرفه‌ای			فیزیک	
فرکانس بالا	فرکانس میانی	فرکانس پایین	فرکانس بالا	فرکانس پایین
$1600 \text{ Hz} \leq f < 6400 \text{ Hz}$	$400 \text{ Hz} \leq f < 1600 \text{ Hz}$	$0 \leq f < 400 \text{ Hz}$	$f > 200 \text{ Hz}$	$f < 200 \text{ Hz}$

### • اثرات صدا بر روی سیستم شنوایی انسان

اثرات صدا بر روی سیستم شنوایی به سه دسته تقسیم می‌گردند:

۱- افت موقت شنوایی (TTS: Temporary Threshold Shift): حداقل تراز فشاری که می‌تواند باعث TTS شود، ۶۵ دسی‌بل است. این عارضه بسته به تراز فشار صوت و مدت مواجهه می‌تواند از چند ساعت تا چند هفته طول بکشد و اغلب در تماس غیرشغلی به وجود می‌آید.

۲- افت دائم شنوایی (PTS: Permanent Threshold Shift): در صورتی که تماس شخص با صدا به طریقی قطع نگردد و مواجهه همچنان تکرار شود، افت موقت شنوایی (TTS) به افت دائم شنوایی (PTS) تبدیل می‌شود. این تغییر غیرقابل برگشت است. این افت عمدتاً از فرکانس ۴۰۰۰ هرتز شروع شده و میزان آن بسته به عوامل مختلف فردی و محیطی متفاوت است. لازم به ذکر است که TTS و PTS تحت عنوان کلی افت شنوایی ناشی از صدا (NIHL: Noise Induced Hearing Loss) بیان می‌شوند.



شکل ۱: اثرات کاهش شنوایی

۳- ترومای آکوستیک یا ضربه صوتی (Acoustic Trauma): تماس ناگهانی با صدای زیاد مانند صدای انفجار، شلیک تفنگ و خمپاره که سبب کاهش دائم شنوایی می‌شود.

## • اثرات فیزیولوژیکی صدا بر روی انسان

صدای زیاد باعث افزایش ضربان قلب، افزایش تعداد تنفس، بالا رفتن فشار خون و نیز مصرف اکسیژن می‌شود. از دیگر اثرات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱) اثرات روانی صدا
- ۲) اثرات صدا بر خواب
- ۳) اثرات صدا بر روند انجام کار
- ۴) اثرات صدا بر آسایش فردی
- ۵) اثرات صدا بر میزان اختلالات در مکالمه

## • راه‌های پیشگیری و کاهش اثرات صدا بر افراد در محیط کار

برای این امر باید در محیط کار موارد زیر را رعایت کرد:

- ۱) اصول مکانیکی و مهندسی
- ۲) برگزیدن افراد مناسب برای کار مشخص
- ۳) معاینات دوره‌ای
- ۴) تغییر کار
- ۵) استفاده از تجهیزات حفاظت فردی

۱- اصول مکانیکی و مهندسی: از مهم‌ترین عوامل برای پیشگیری از اثرات صدا بوده چنان‌که به معنای کاهش صدا در منبع یا تغییر در ساختار دستگاه‌های محیط کار است.

۲- برگزیدن افراد مناسب برای کار مشخص: معاینات قبل از استخدام (بدو استخدام) کارگران باید با دقت انجام شود؛ یکی از فاکتورهایی که بررسی می‌شود آزمایش شنوایی‌سنجی فرد است تا کارفرما از سلامتی فرد مورد استخدام اطلاع پیدا کند.

۳- معاینات دوره‌ای: همه کارگرانی که در محیط‌های کاری دارای آلودگی صوتی کار می‌کنند به صورت دوره‌ای و طبق اصول و با دقت باید آزمایش شنوایی‌سنجی بر روی آن‌ها انجام شود.

۴- تغییر کار: در صورت تشخیص اینکه کارگری دارای مشکل شنوایی است باید نوع یا محل کار فرد عوض گردد و به محیطی که به گوش شخص آسیب بیشتر نزند، منتقل شود.

۵- استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (PPE): در محیط کاری که دارای آلودگی‌های صوتی است، افراد باید از تجهیزات حفاظت فردی از جمله ایرپلاگ (Earplug) که در مجرای خارجی و داخل گوش قرار گرفته و آن را مسدود می‌کند و صدا را در حدود



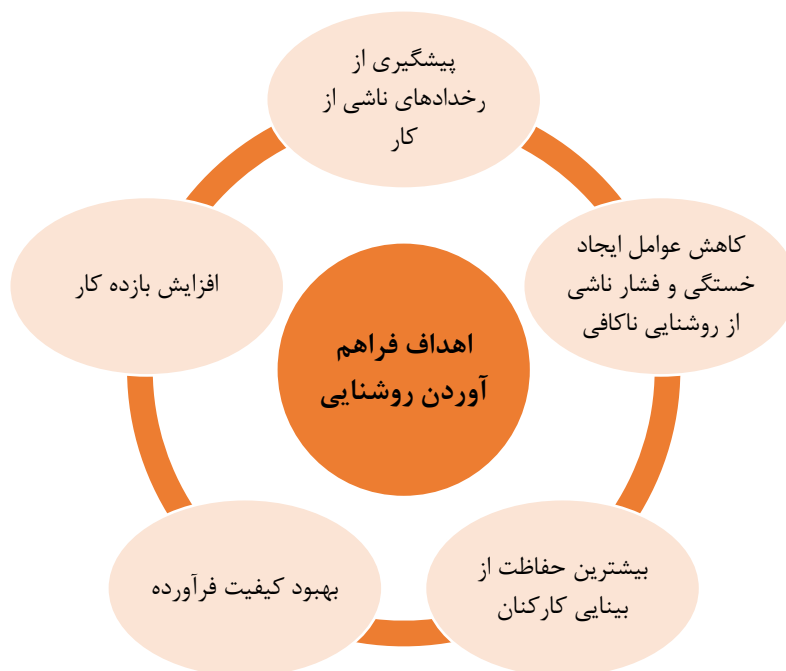
شکل ۲: ایرماف (راست)، ایرپلاگ (چپ)

۲۵ تا ۳۰ دسی‌بل کاهش می‌دهد، استفاده کنند؛ یا اینکه از ایرماف (Earmuff) که بسیار شبیه هدفون هستند و به طور کامل گوش را از بیرون می‌پوشانند و بطور متوسط حدود ۱۵ تا ۳۰ دسی‌بل از شدت صدا می‌کاهند، استفاده کنند. ایرپلاگ در فرکانس‌های بم و ایرماف در فرکانس‌های زیر حفاظت بهتری ایجاد می‌کند.

## روشنایی (Lighting)

پیشرفت صنایع، افزایش واحدهای صنعتی و تولیدی و نیاز روزافزون به بازده بیشتر صنایع برای فراهم آوردن نیازهای مصرف‌کنندگان، باعث شده است که کار بیشتر در محیط‌های بسته در مدت شب و روز ادامه داشته باشد. بنابراین، استفاده از نور، چه به صورت طبیعی و چه به صورت مصنوعی قابل اهمیت است.

روشنایی به عنوان یک عامل فیزیکی در محیط‌های کاری است که در صورت فراهم نبودن کیفیت و کمیت مناسب آن می‌تواند به ریسک فاکتوری برای پیدایش اختلالات بینایی، جسمی و روحی و یا حوادث در محیط‌های کاری مبدل گردد.



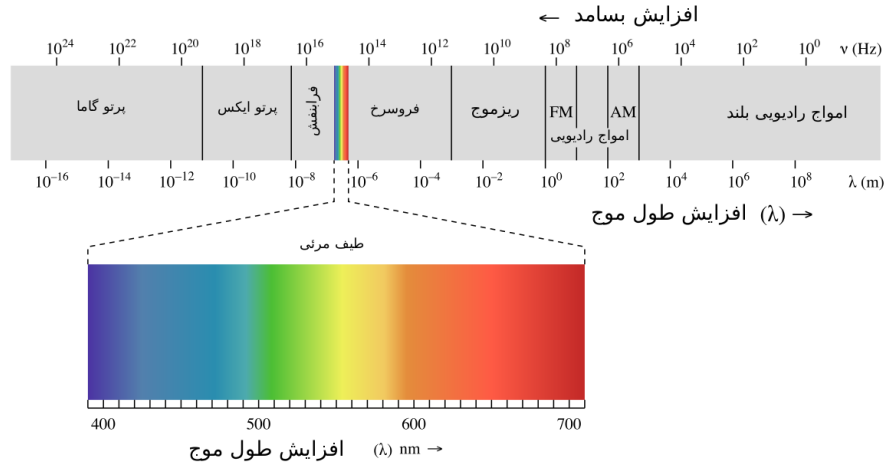
### • ویژگی‌های روشنایی رضایت‌بخش

روشنایی رضایت‌بخش دارای ویژگی‌های زیر است:

- (۱) نور کافی باشد؛
- (۲) نور از نظر پخش مطلوب باشد؛
- (۳) درخشندگی سطوح، سبب چشم‌زدگی نگردد؛
- (۴) سایه‌های مزاحم موجود نباشد.

### • بیناب امواج الکترومغناطیس و نور مرئی

نور بخشی از طیف امواج الکترومغناطیس است که بین طول‌موج‌های ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر قرار دارد. نور در برخورد با سلول‌های گیرنده شبکیه چشم انسان دریافت و پس از ارسال به مغز، طیف آن درک می‌گردد. طیف دریافت شده از محیط اطراف بر مبنای خصوصیات آن در مغز به صورت نور، رنگ یا شیء درک می‌گردد.



شکل ۳: امواج الکترومغناطیس و طیف نور مرئی

### • کمیت‌های روشنایی



شکل ۴

شدت نور (Luminous Intensity): مقدار نوری که در زاویه مشخص یا یک جهت وجود دارد، نماد شدت نور  $I$  بوده و واحد آن کاندلا (cd) است.

بهره نوری (Luminous efficacy): نسبت شار نوری یک لامپ به توان مصرفی آن. نماد ضریب بهره نوری  $\eta$  بوده و واحد آن لومن بر وات (lm/W) است. به عبارتی هرچه بهره نوری یک منبع روشنایی بیشتر باشد، به این معنی است که این لامپ با مصرف انرژی کمتر، نور بیشتری تولید می‌کند؛ بنابراین، دارای کارایی بهتر و همچنین مقرون به صرفه‌تر است.

شدت روشنایی (Illuminance): میزان شار نوری منتشر شده از یک منبع روشنایی بر واحد سطح را شدت روشنایی گویند و آن را با نماد  $E$  نشان می‌دهند. واحد شدت روشنایی Foot-candle (Fc) و در سیستم SI لوکس (Lux) است. در واقع شدت روشنایی همان مقدار نوری است که به واحد سطح می‌رسد.

هنگامی که منبع روشنایی و مساحت سطح نسبت به یکدیگر بی‌نهایت نباشند، می‌توان شدت روشنایی را از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$E \text{ (Lux)} = \frac{\Phi \text{ (Lumen)}}{A \text{ (m}^2\text{)}}$$



شکل ۵: دستگاه لوکس متر

$\Phi$  شار نوری بوده و واحد آن لومن (lm) است.

$A$  واحد سطح بوده و واحد آن متر مربع ( $m^2$ ) است.

برای بدست آوردن میزان شدت روشنایی یک محیط در عمل، از دستگاه لوکس متر استفاده می‌شود.

## ارتعاش (Vibration)

ارتعاش یک حرکت نوسانی حول نقطه تعادل است. نظریه ارتعاش حرکت نوسانی اجسام، نیروهای مربوط و اثرات ناشی از انتقال آن را به بدن انسان بررسی می‌کند. کلیه اجسامی که دارای جرم و خاصیت کشسانی می‌باشند، قادر به ارتعاش هستند. بنابراین، بیشتر ماشین‌آلات و ابزارهای گوناگون به نسبت‌های متفاوتی تحت تأثیر ارتعاش قرار می‌گیرند.

### • عوامل مؤثر در اندازه‌گیری و تأثیرات ارتعاش

- ۱) بسامد: تعداد نوسان‌ها (چرخه‌ها) در واحد زمان.
- ۲) دامنه: هر چه دامنه حرکت ارتعاشی وارده بر بدن بیشتر باشد، آسیب‌های جسمانی ناشی از آن نیز بیشتر خواهد بود.
- ۳) جهت: واکنش انسان به ارتعاش تمام بدن به مقدار زیادی به جهت اعمال انرژی ارتعاشی به بدن بستگی دارد.
- ۴) زمان: هرچه زمان مواجهه با ارتعاش بیشتر باشد، تأثیرات سوء ناشی از آن نیز بیشتر خواهد بود.

### • انواع ارتعاش وارد بر بدن

۱) ارتعاش تمام بدن (WBV: Whole-Body Vibration): در وسایل ترابری زمینی، هوایی، ساختمان‌ها و محیط‌کار وجود دارد. در گستره ۱ الی ۲۰ هرتز برای شاغلین به‌عنوان یک عامل زیان‌آور محسوب می‌شود. با توجه به اینکه بدن انسان معادل یک دستگاه ارتعاشی پیچیده است که در بعضی از بسامدها به حال تشدید در می‌آید، بسیاری از اثرات فیزیولوژیک ناشی از ارتعاش تمام بدن به پدیده تشدید بستگی دارد. بیماری حرکت (دریاگرفتگی) و بیماری خودرو که در اثر تکان‌های ناشی از حرکت کشتی، قایق و خودرو به‌وجود می‌آید، در اثر ارتعاش تمام بدن هستند.



شکل ۶: راننده لیفتراک در مواجهه ارتعاش تمام بدن

۲) ارتعاش دست-بازو (HAV: Hand-Arm Vibration): در کارگرانی که با انواع وسایل و ابزارهای الکتریکی و بادی دستی در صنایع ساختمانی، معدن، سنگبری و ... کار می‌کنند، ارتعاش حاصله در حین کار به دست و بازوی کارگر منتقل می‌شود. استفاده از این وسایل باعث آسیب‌هایی همچون آسیب‌های نسوج نرم دست، کاهش کلسیم در استخوان‌های کف دست، استئوآرتریت (التهاب مفصل استخوان) مفاصل دست و بازو و آسیب‌های عروقی می‌شود. جذب انرژی ارتعاشی با بسامد ۳۰ تا ۳۰۰ هرتز توسط نسوج دست به پدیده انگشت سفید (White Finger) منجر می‌شود.



شکل ۷: پدیده انگشت سفید





## پرتو (Radiation)

پرتوها گونه‌ای از انرژی هستند که می‌توانند در خلاء یا ماده منتشر شوند.

### • تقسیم‌بندی پرتوها

- (۱) پرتوهای یونساز: دسته‌ای از پرتوها که دارای انرژی زیاد بوده و قابلیت یونسازی (تبدیل اتم به یون) دارند که در برخورد با بدن انسان باعث شکستن پیوندهای شیمیایی بافت‌ها می‌شود. پرتوهای ایکس، گاما، آلفا، بتا و ... از پرتوهای یونساز می‌باشند.
- (۲) پرتوهای غیر یونساز: بخشی از پرتوهای الکترومغناطیس هستند که انرژی آن‌ها برای یونیزاسیون ماده کافی نمی‌باشند و شامل پرتوهای ماوراء بنفش، نور مرئی، اشعه مادون قرمز، امواج ماکروویو و امواج رادیویی می‌گردند.

### • کاربرد پرتوهای یونساز

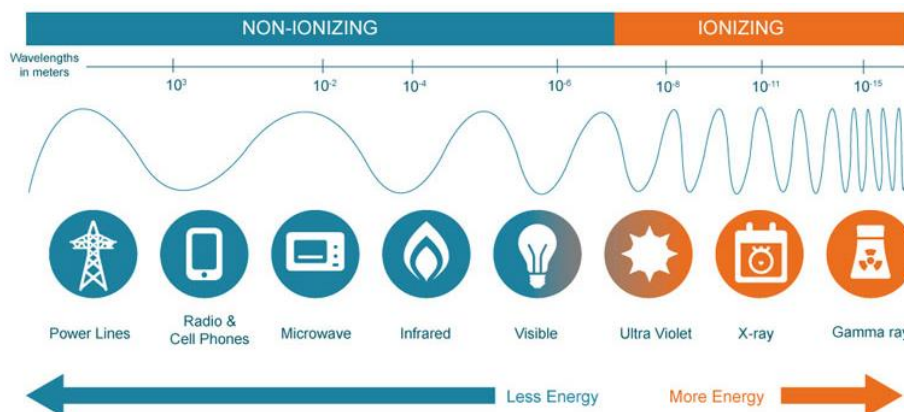
- (۱) پزشکی: الف) تشخیص بیماری، ب) درمان بیماری‌ها به‌خصوص سرطان که اغلب با پرتو گاما مورد تابش قرار داده می‌شود.
- (۲) صنعت: از مواد رادیوایزوتوپ و پرتو یونساز برای اندازه‌گیری ضخامت-چگالی و سطح مواد در مخازن استفاده می‌شود.
- (۳) کشاورزی: مواد رادیوایزوتوپ در زمینه مطالعات ارتباط گیاه و خاک نقش مهم دارند.

### • کاربرد پرتوهای غیر یونساز

- (۱) فرابنفش (UV): سترون کردن لوازم بهداشتی، تهیه ویتامین D، درمان بیماری‌های پوستی، پزشکی، صنعت چاپ و ...
- (۲) مادون قرمز (IR): فیزیوتراپی، لامپ‌های مادون قرمز حرارتی، کوره‌های حرارتی، فرهای مادون قرمز و ...
- (۳) مایکروویو یا رادیویی (MW/RF): فرهای مایکروویو، ماشین‌های صنعتی، مخابرات، رادار، رادیو، تلویزیون، پزشکی و ...

### • عوامل مؤثر بر حفاظت در برابر پرتوهای یونساز

- (۱) زمان: می‌توان با اجرای روش‌های مناسب مدت زمان پرتوگیری فرد را کاهش داد.
- (۲) فاصله: کاهش مقدار پرتو در یک نقطه معین به نسبت عکس مجذور فاصله آن نقطه از منبع بستگی دارد.
- (۳) حفاظ: استفاده از حفاظ‌هایی از جنس سرب و بتن و ...



## منابع

- ۱) کتاب کلیات بهداشت حرفه‌ای، دکتر علیرضا چوپینه.
  - ۲) کتاب مهندسی صدا و ارتعاش، دکتر رستم گل‌محمدی.
  - ۳) کتاب مهندسی روشنایی، دکتر رستم گل‌محمدی.
  - ۴) فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، تأثیر افزایش شدت روشنایی بر بار کاری.
  - ۵) کتاب کلیات ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، مهندس سید نورالدین حسینی، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج.
  - ۶) کتابچه عوامل زیان‌آور فیزیکی محیط کار بیمارستان ولی عصر مشگین شهر، مهندس زهرا رم‌یار، علوم پزشکی اردبیل، ۱۳۹۸.
  - ۷) سایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، <https://tkj.ssu.ac.ir/>.
  - ۸) سایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ارومیه، <https://phc.umsu.ac.ir/>.
  - ۹) سایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه، <https://khc.kums.ac.ir/>.
  - ۱۰) سایت آسیا پرتو، شدت نور به زبان ساده، [asiaparto.com](http://asiaparto.com).
  - ۱۱) سایت لایت هوم، توان الکتریکی و بهره نوری و ضریب بهره الکتریکی، [lighthome.ir](http://lighthome.ir).
  - ۱۲) سایت ناماتک، شدت روشنایی چیست و چگونه محاسبه می‌شود، [namatek.com](http://namatek.com).
  - ۱۳) سایت لوکس لایت، شدت روشنایی، [luxelight.market](http://luxelight.market).
- 14) Omoregie, Nosa & Lawrence, Isiraojie. (2016). IMPACT OF EMPLOYEE SILENCE AND VOICE IN AN ORGANIZATION.