

ارگونومی ۲

گروه طراحی صنعتی

دانشکده معماری و شهرسازی

دانشگاه هنر اصفهان

محمدصادق سهرابی

ms.sohrabi@au.ac.ir

طرح درس

آشنایی با ارگونومی محیطی و کاربرد آن در طراحی صنعتی

➤ آسیب های اسکلتی عضلانی و کنترل آن با طراحی

➤ روش های ارزیابی اختلالات اسکلتی عضلانی و پوسچر

➤ مهندسی صدا

➤ اندازه گیری صدا

➤ کنترل صدا در ماشین آلات پیشرفته

➤ کنترل صدای فعال

فلسفه ارگونومی علم تطابق کار با انسان است

Fitting Task to the Human



اهداف ارگونومی



سیستم اسکلتی - عضلانی

دستگاه اسکلتی- عضلانی از بافت‌های نرم و استخوان‌ها تشکیل شده است. اجزاء مختلف دستگاه اسکلتی- عضلانی عبارتند از:

استخوان‌ها: ساختارهای تحمل کننده فشار.

ماهیچه‌ها: بافت‌های قابل انقباض و ایجاد کننده حرکت.

تاندونها: بافتی که ماهیچه‌ها را به استخوان‌ها متصل می‌سازد.

رباط‌ها: بافتی که استخوان‌ها را به یکدیگر متصل می‌سازد.

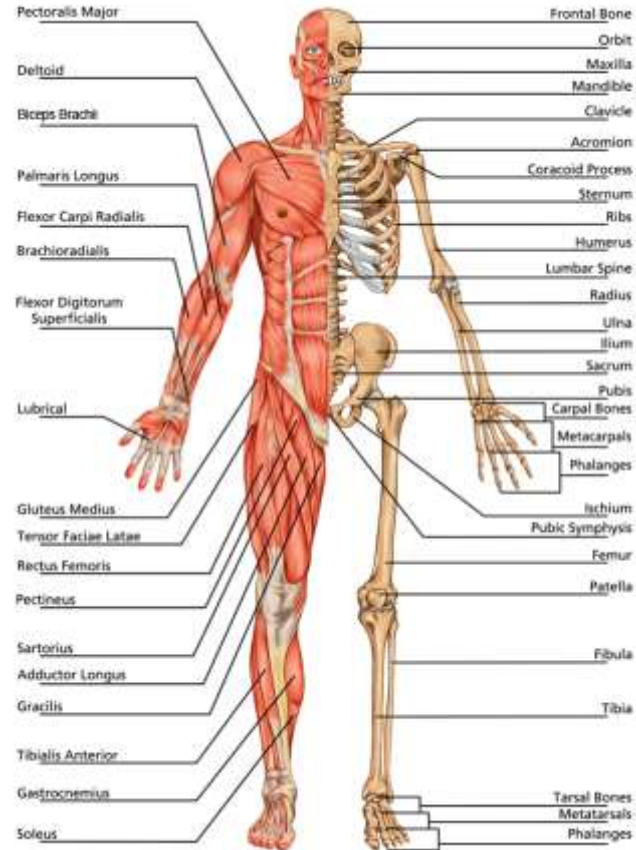
غضروف‌ها: بافتی که اصطکاک میان استخوان‌ها را کاهش

می‌دهد.

عصب‌ها: سامانه ارتباطی که ماهیچه‌ها، تاندونها و دیگر بافت‌ها

را به مغز مرتبط می‌سازد.

عروق خونی: مجاری گردش خون و مواد مغذی در بدن.



آسیب های اسکلتی - عضلانی

Musculoskeletal Disorders

هرگونه آسیب مزمن به عضلات ،تاندون ها و اعصاب که بعلت فشارهای تکراری ، حرکات سریع ،اعمال انرژی و فشار زیاد ، وضعیت غیر عادی بدن حین کار ، ارتعاش و یا سرما باشد .

سایر اصطلاحاتی که برای آسیب اسکلتی - عضلانی بکارمی روند عبارتند از:
آسیب های تجمعی ناشی از ضربات.

Cumulative Trauma Disorders CTDs

آسیب ها ناشی از حرکات تکراری

Repetitive Motion Injury RMIls .

آسیب های اسکلتی - عضلانی

تعریف:

- ❖ اختلالات اسکلتی-عضلانی عبارت است از آسیب‌ها و اختلالاتی که یک یا چندین جزء از اجزاء دستگاه اسکلتی-عضلانی را متأثر می‌سازد.
- ❖ اختلالات اسکلتی-عضلانی شامل استرین، تنش، تورم، پارگی، گیرافتادگی اعصاب یا عروق خونی و شکستگی استخوان می‌باشند.
- ❖ علایم اختلالات اسکلتی-عضلانی شامل ناراحتی، درد، خستگی، ورم، خشکی، اختلالات حسی، مورمور شدن، محدود شدن دامنه حرکتی و کاهش کنترل حرکتی می‌باشند.
- ❖ هنگامی که محیط کار و انجام وظیفه در شغل خاصی به وقوع اختلالات اسکلتی-عضلانی کمک کنند این اختلالات، اختلالات اسکلتی-عضلانی مرتبط با کار خوانده می‌شوند.

آسیب های اسکلتی - عضلانی

❖ علائم:	❖ کمر درد
❖ درد	❖ سفتی گردن و شانه ها
❖ احساس سوزش	❖ درد و سفتی دست ها
❖ گرفتگی	❖ درد و سفتی پاها
❖ رنگ پریدگی	❖ گرفتگی پا
❖ بی حسی	❖ سرد شدن پا
❖ ورم	
❖ سختی	
❖ مورمورشدن	
❖ پرش (تیک) غیر عادی	
❖ ضعف	

آسیب های اسکلتی - عضلانی

علل:

تمام عوامل مؤثر و ریسک فاکتورها ی اختلالات اسکلتی- عضلانی را می توان در چهار گروه

دسته بندی کرد :

❖ عوامل ژنتیکی،

❖ عوامل ریخت شناسی (مورفولوژیک)،

❖ عوامل روانی- اجتماعی

❖ عوامل بیومکانیکی

علل بیومکانیکی آسیب های اسکلتی - عضلانی



➤ پوسچر نامناسب یا ثابت،

➤ اعمال نیروی زیاد،

➤ تکرار حرکت،

➤ بلندکردن و حمل بار،

➤ فشار تماسی Contact

Pressure

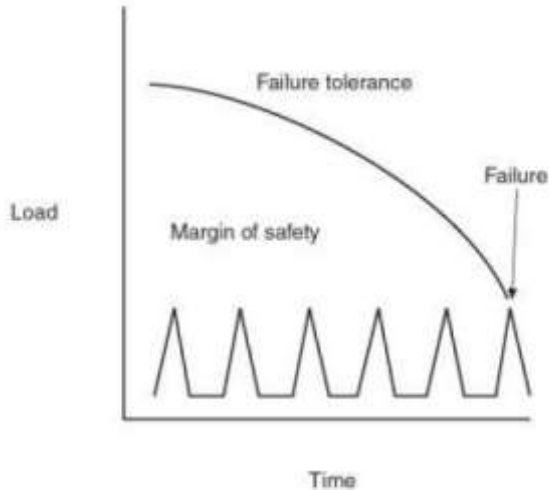
➤ ارتعاش تمام بدن یا موضعی،

➤ و

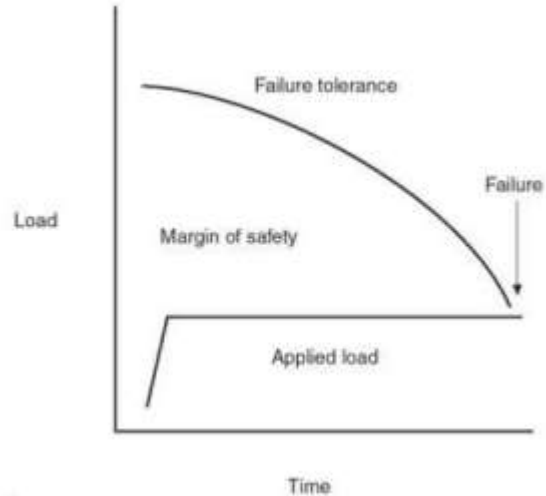


آسیب های اسکلتی - عضلانی

آسیب شناسی



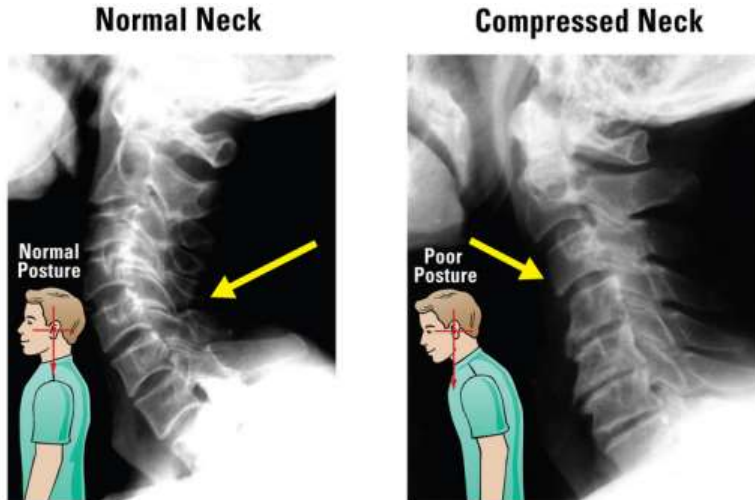
کار تکراری



کار استاتیک

آسیب های اسکلتی - عضلانی

گردن
شیوع وقوع درد گردن در تمام طول عمر حدود ۷۰٪ است.



پوسچر نامناسب

آسیب های اسکلتی - عضلانی

گردن

تغییرات فیزیولوژیک مربوط به سن و فشارهای شغلی مانند (امورخانه داری ، خیاطی، نقاشی ساختمان ، کار با رایانه ، کارهای هنری و غیره از عوامل بسیار مهم درد گردن محسوب می شود. درد گردن مرتبط با کار یکی از مشکلات شایع در کارکنان ادارات است، خصوصا در کسانی که دائما با کامپیوتر کار می کنند.



آسیب های اسکلتی – عضلانی

کمر

ریسک فاکتورها:

الف: شخصی

وراثت و نژاد

جنسیت و سن

توده بدنی بالای ۳۰

وضعیت سلامتی و ورزش

رژیم غذایی (پر کالری و چربی)

نیکوتین و الکل

وضعیت خواب و افسردگی

حضور بیماریهای دیگر (arthritis,

osteoarthritis, rheumatoid arthritis)

ریسک فاکتورها:

ب: محیطی و شغلی

پوسچر

نیرو

تکرار

کار استاتیک

ارتعاش

سرما

تنش های روانی

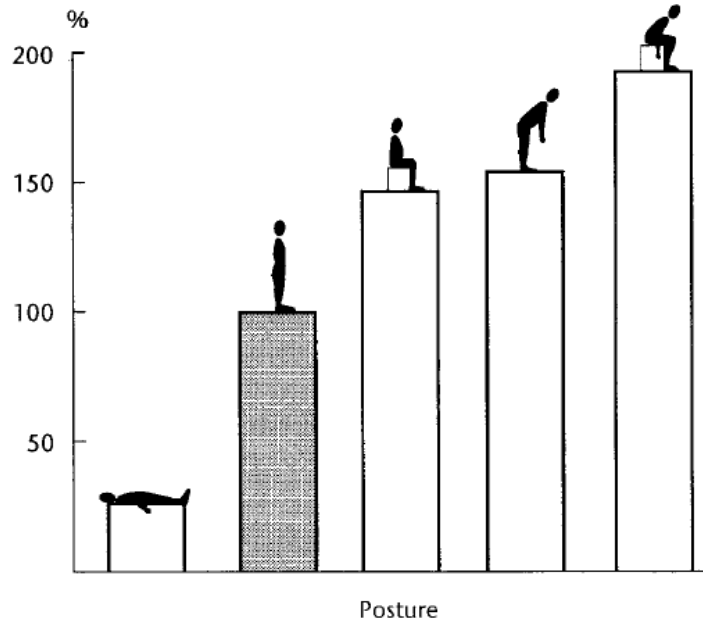
استرس شغلی

امنیت شغلی

آسیب های اسکلتی - عضلانی

کمر

مهم ترین علت بروز کمردرد جابجایی و بلند کردن بار سنگین و پوسچرهای نامناسب میباشد.

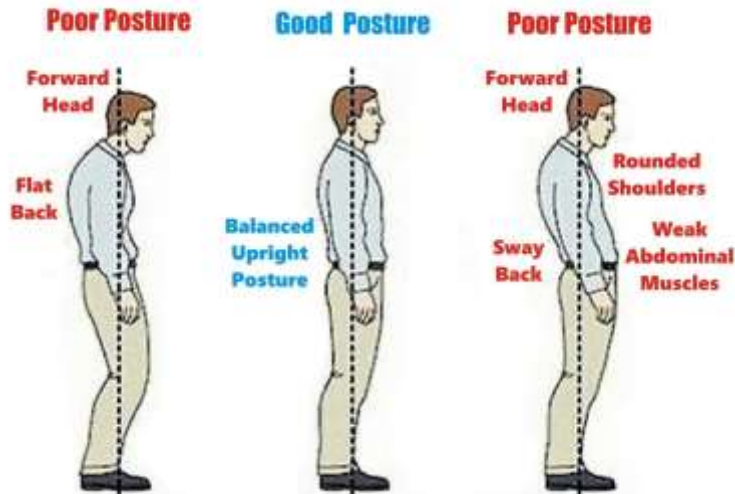


نیروی وارد شده بر مهره سوم کمر

آسیب های اسکلتی - عضلانی

کمر

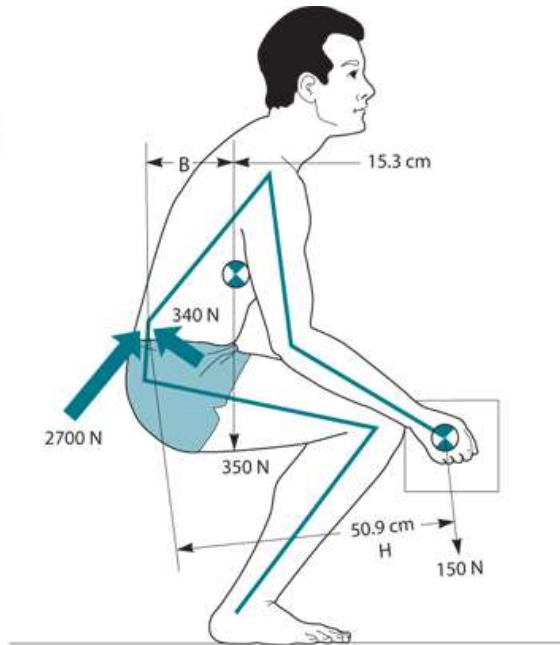
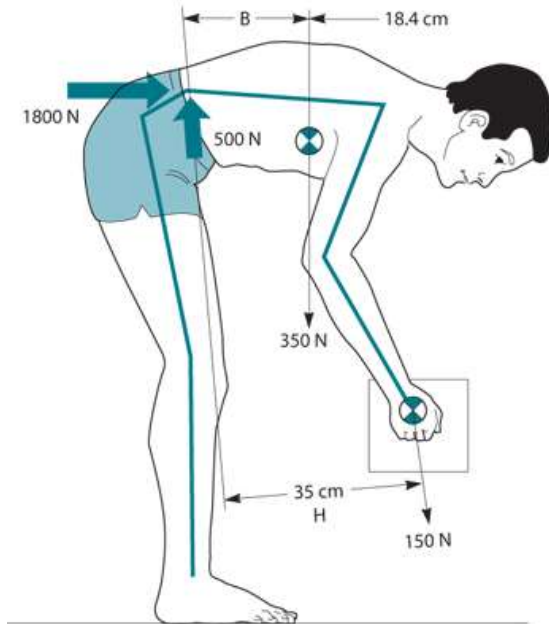
پژوهش ها نشان می دهد بعد از بیماری های قلبی عروقی، **کمردرد** عامل ناتوانی در افراد ۴۵ سال به بالا در بین زنان و مردان است.



آسیب های اسکلتی - عضلانی

کمر

- حالت استوپ
- حالت اسکات
- حالت آزاد



نیرو

آسیب های اسکلتی - عضلانی

دست

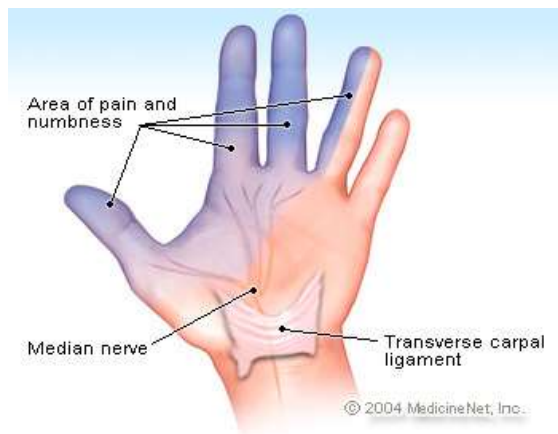
سندرم مجرای یا تونل مچ دستی یا سندرم تونل کارپ شایعترین نوروپاتی به دام افتادن عصب می باشد که در نتیجه فشردگی عصب میانی در ناحیه مچ دست ایجاد می شود. هر عاملی که باعث کاهش اندازه تونل یا افزایش حجم بافتهای داخل تونل شود علائم بیماری را ایجاد می کند.

عوامل مرتبط با CTS عبارتند از : فعالیتهای تکراری که نیاز به خم و راست کردن مچ دست دارد، هیستریکتومی بدون اوو فورکتومی، سپری شدن ۶ تا ۱۲ ماه از آخرین پریود در خانمهای یائسه، قد کوتاهتر و وزن بالاتر.

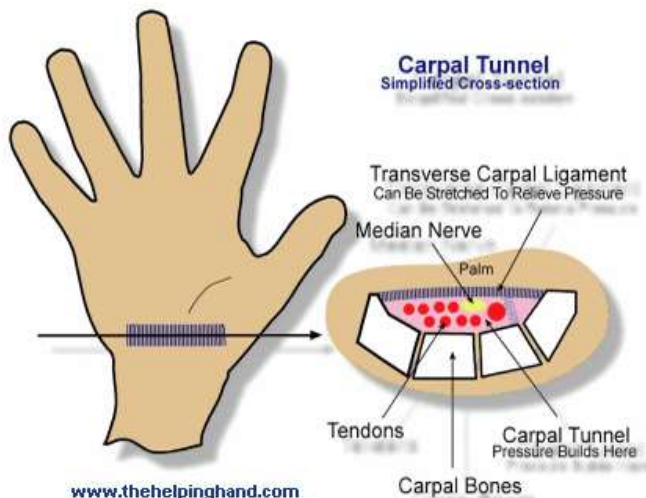
آسیب های اسکلتی - عضلانی

دست

سندرم مجرای یا تونل مچ دستی یا سندرم تونل کارپ شایعترین نوروپاتی به دام افتادن عصب می باشد که در نتیجه فشردگی عصب میانی در ناحیه مچ دست ایجاد می شود. هر عاملی که باعث کاهش اندازه تونل یا افزایش حجم بافتهای داخل تونل شود علائم بیماری را ایجاد می کند. شیوع این بیماری در خانمهای خانه دار میانسال، کاربران کامپیوتر، نجاران، تصویرگران، کارگران، قصابها و مکانیکهای خودرو و رانندگان ماشینهای سنگین بیشتر است.



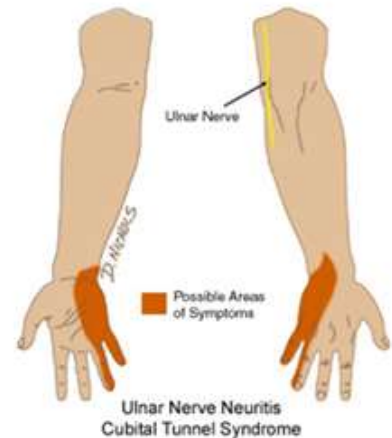
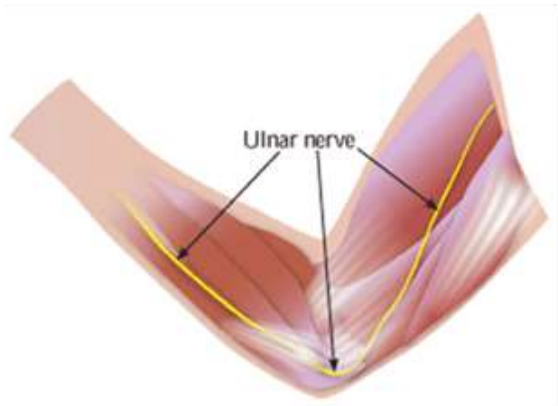
Carpal Tunnel Syndrome



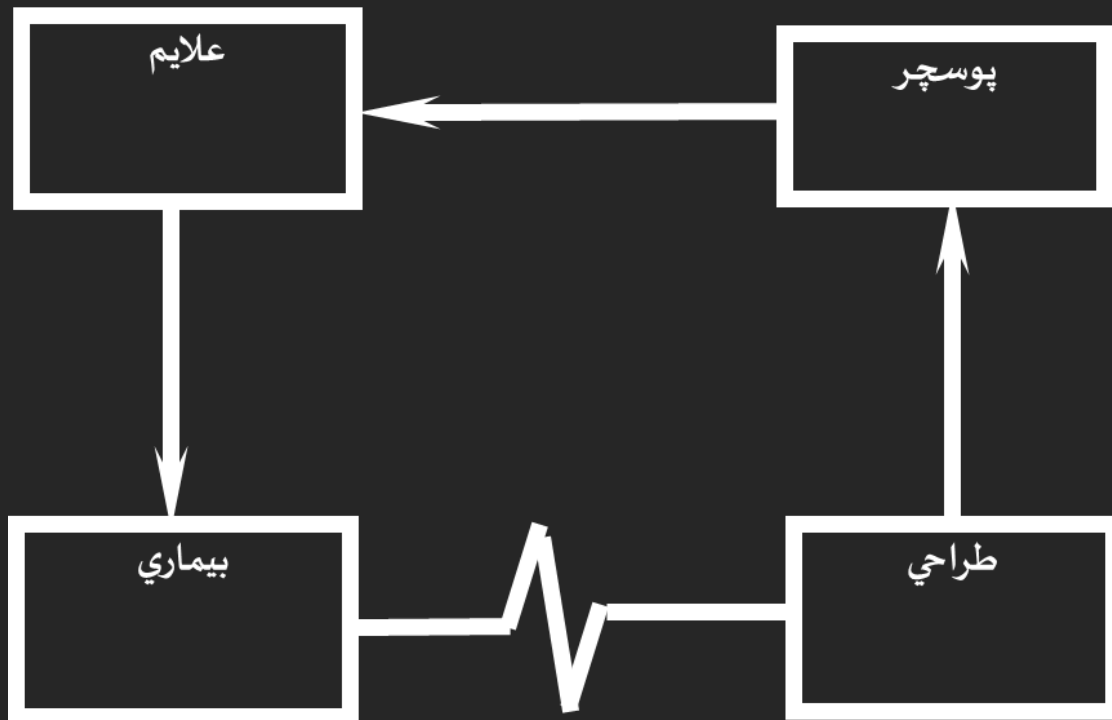
آسیب های اسکلتی - عضلانی

دست

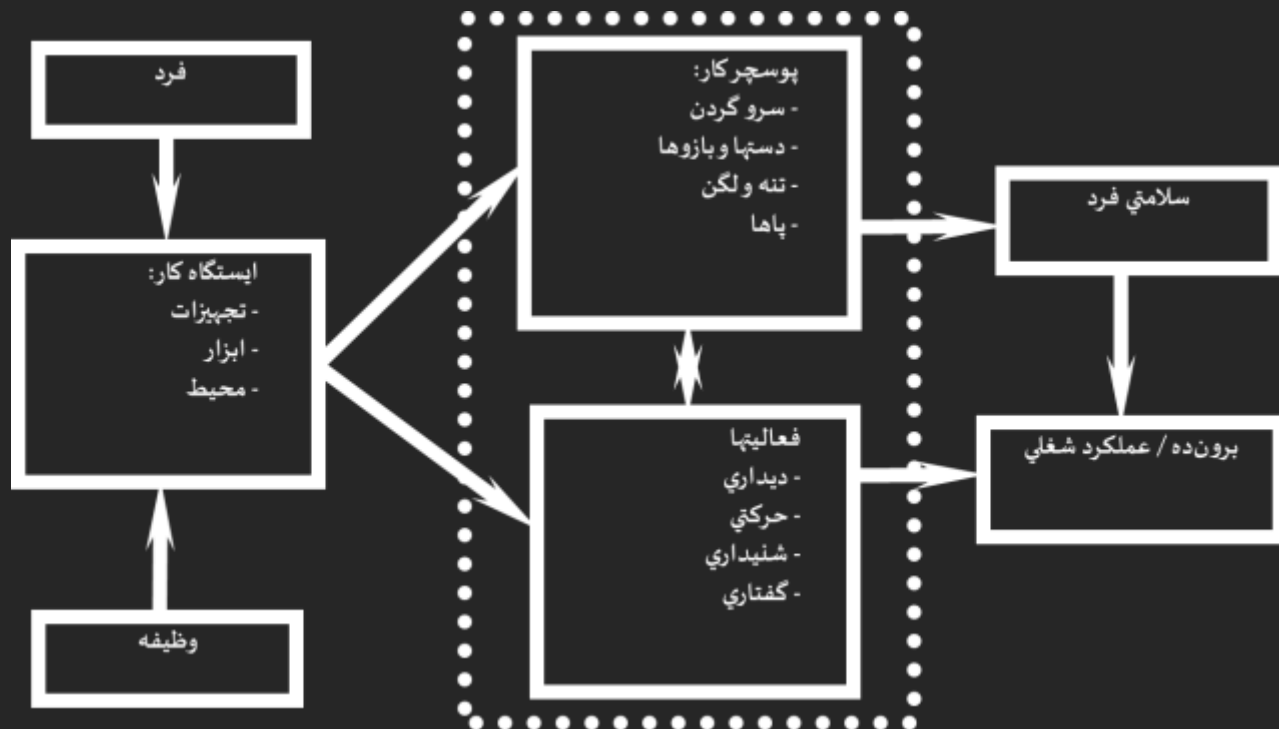
نشانگان تونل کوبیتال . Cubital tunnel Syndrome



رابطه طراحی با آسیب های اسکلتی - عضلانی



تعامل ارگونومیک میان اجزاء مختلف در ایستگاه کار



روشهای کنترل اختلالات اسکلتی-عضلانی

(۱) کنترل های مهندسی

- طراحی ایستگاه کار
- طراحی روش کار
- طراحی ابزار/ماشین آلات

(۲) کنترل های مدیریتی/پزشکی

- فراهم نمودن تنوع مشاغل
- تنظیم زمانبندی کار و ریتم کاری
- فراهم نمودن دوره های استراحت
- تغییر عملیات کاری
- نظم و ترتیب و نگهداری مناسب فضای کار، ابزار و تجهیزات
- پایش سلامت
- آموزش
- تشویق به انجام ورزش و نرمش

(۳) وسایل حفاظت فردی

- دستکش ها، آرنج و زانوبندها، کفش های ایمنی و سایر وسایل

روشهای ارزیابی اختلالات اسکلتی-عضلانی

شیوه‌های گوناگونی برای ارزیابی مواجهه شغلی با ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی-عضلانی وجود دارد. به کمک این روشها می‌توان موقعیت هایی که خطر ابتلا به این گونه اختلالات در آنها بالاست را شناسایی نمود :

✓ شیوه‌های مشاهده‌ای،

✓ شیوه‌های دستگاهی یا مستقیم،

✓ شیوه‌های خودگزارشی

روش های مشاهده‌ای نظیر OWAS، RULA، REBA و ROSA همه بر پایه ارزیابی پوسچر فرد هنگام کار استوار هستند و توصیه‌هایی جهت بهبود آن ارائه می‌کنند.

انتخاب روش ارزیابی اختلالات اسکلتی-عضلانی مناسب

برای انتخاب روش مناسب باید به این نکات دقت کرد:

- تعداد ایستگاه های کاری که باید بررسی شوند؟
- نوع کار و فعالیتی که کاربران انجام می دهند؟
- آیا اندام فوقانی درگیر کار هستند یا اندام تحتانی؟
- آیا برای شغل و فعالیت مورد نظر روش ارزیابی اختصاصی وجود دارد؟

و سپس پس از انتخاب روش مناسب ارزیاب باید مجموع فعالیت های کاری را در یک سیکل کاری مشاهده کند و بدترین پوسچر و یا پر تکرار ترین پوسچر را برای ارزیابی انتخاب کند. در مطالعات پیشرفته چندین همگی پوسچر های کاری در ایستگاه کاری بررسی می شود.

- ❖ OWAS – Ovako Working Analysis System)
- ❖ RULA – Rapid Upper Limb Assessment
- ❖ ROSA – Rapid Office Strain Assessment

OWAS

Ovako Working Posture Analyzing System

روش کاربردی آنالیز پوسچرهای نامناسب کار بر اساس سیستم کدگذاری است. هر پوسچر طبقه بندی شده در روش OWAS بوسیله یک کد چهار رقمی مشخص شده است که اعداد آن نشان دهنده پوسچرهای کمر، بازوها و پاها بعلاوه بار یا تلاش و کوششی که مورد نیاز است می باشد. در جمع کدهای پوسچر امکان استفاده از کد پنجم نیز هست که بیانگر فاز کاری است.



۸۴ پوسچر ترکیبی از پوسچرهای
کمر ، بازوها و پاها توسط
محققین ارائه شده
است.

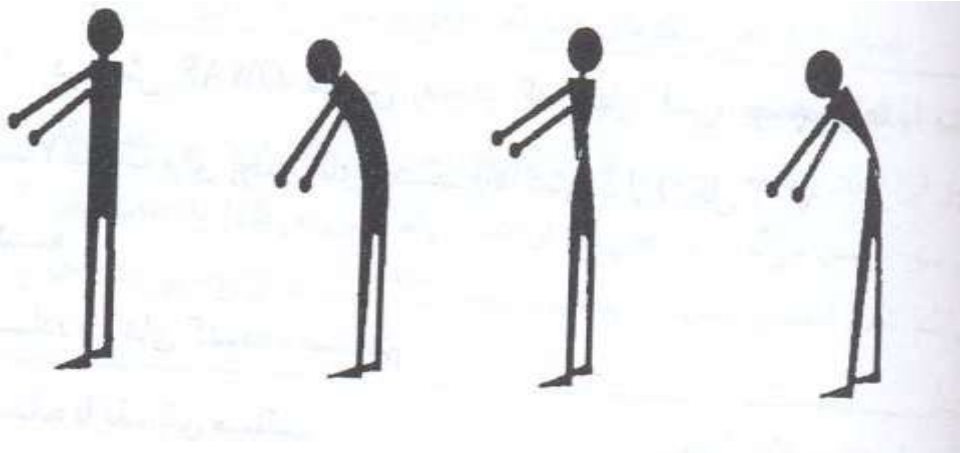
اولین رقم مربوط به پوسچر کمر می باشد که شامل ۴ انتخاب می باشد

کد ۱ : ستون فقرات کشیده و مستقیم است

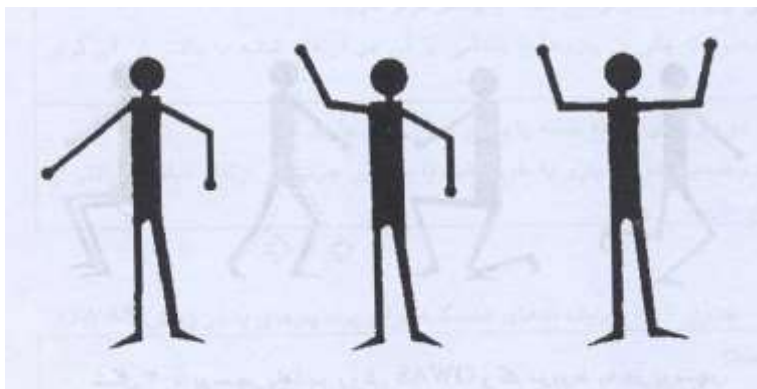
کد ۲ : ستون فقرات خمیده است

کد ۳ : کمر در حال چرخش است

کد ۴ : کمر خمیده و در حال چرخش است



دومین رقم مربوط به پوسچر بازوهاست که شامل ۳ انتخاب می باشد

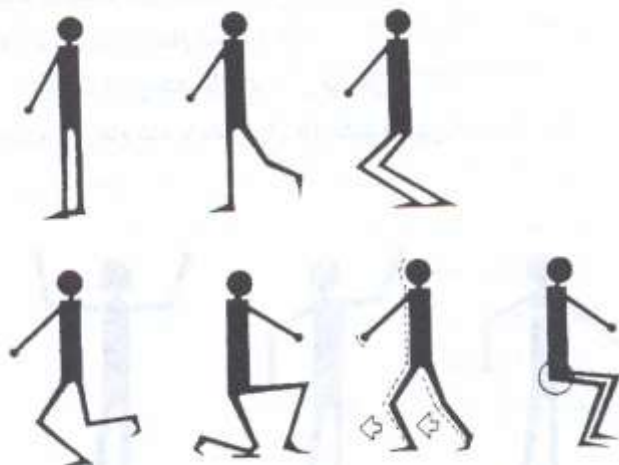


کد ۱: هر دو بازو پائین تر از ارتفاع شانه قرار دارند

کد ۲: یکی از بازوها در ارتفاع شانه یا بالاتر قرار دارد

کد ۳: هر دو بازو در ارتفاع شانه یا بالاتر قرار دارند

سومین رقم مربوط به پوسچر پاها است که شامل ۷ انتخاب می باشد



کد ۲ : ایستاده با پاهای کشیده و مستقیم

کد ۳ : ایستاده با یک پای صاف

کد ۴ : ایستاده بر روی دو زانوی خمیده

کد ۵ : زانورده بر روی یک زانوی خمیده

کد ۶ : زانو زده بر یک یا هر دو زانو

کد ۷ : راه رفتن یا جابجاشدن

چهارمین رقم مربوط به وزن بار یا نیروی مورد نیاز است که ۳ حالت دارد

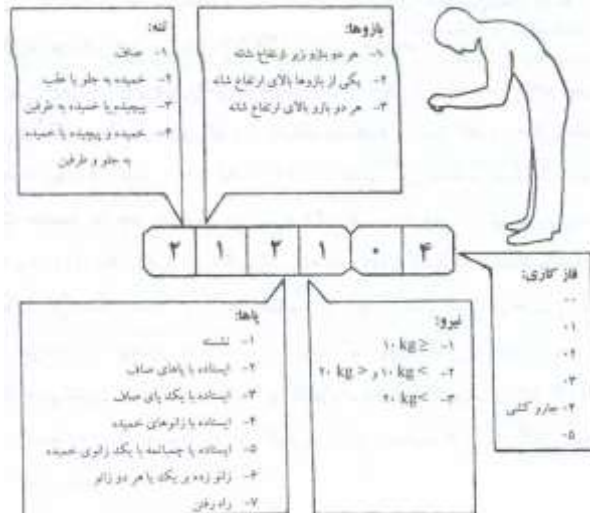
کد ۱: نیروی کمتر از ۱۰ کیلوگرم

کد ۲: نیروی بین ۱۰-۲۰ کیلوگرم

کد ۳: نیروی بیشتر از ۲۰ کیلوگرم

مثال : فردی در حال وظیفه نظافتکاری است

کد پوسچر: ۲۱۲۱۰۴



کمر کارگر در حین نظافتکاری به جلو خمیده شده (۲)
 هر دو بازوی کارگر پایین تر از ارتفاع شانه قار دارند (۲)
 پاهای فرد در حالت ایستاده به صورت کشیده و مستقیم است (۲)

و وزن بار یا نیروی اعمال شده در جریان فعالیت از ۱۰ کیلو گرم کمتر است (۱)

پنجمین رقم یعنی ۰۴ نشان می دهد که پوسچر ثبت شده به صورت کد چهار رقمی در فاز کاری چهارم (جارو کشی) قرار داشته است.

تعیین اولویت اقدامات اصلاحی برای ترکیب پوسچرها

اثر ترکیبی پوسچر کمر، بازوها و پاها و مقدار اعمال نیرو با توجه به کد چهار رقمی OWAS در نظر گرفته می شود و اولویت اقدامات اصلاحی تعیین می شود

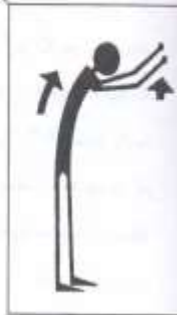
کمر	بازوها	۱			۲			۳			۴			۵			۶			۷			پاها
		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	نیرو
	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	
۲	۱	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۳	۳	
	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۳	۴	۲	۳	۴	
	۳	۳	۳	۴	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۳	۴	
۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
	۲	۲	۲	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۱	۱	۱	
	۳	۲	۲	۳	۱	۱	۱	۲	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۱	۱	۱	
۴	۱	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۳	۴	
	۲	۳	۳	۴	۲	۳	۴	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۳	۴	
	۳	۴	۴	۴	۲	۳	۴	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۳	۴	

ارزیابی پوسچرهای کدگذاری شده:

شرح اولویت	اقدام اصلاحی	
۱	پوسچر طبیعی و بدون اثر آسیب زا بر دستگاه اسکلتی- عضلانی	هیچ گونه اصلاحی نیاز نیست.
۲	پوسچر ممکن است که اثر آسیب زا بر دستگاه اسکلتی- عضلانی داشته باشد.	اقدامات اصلاحی در آینده ای نزدیک بایستی انجام شود
۳	پوسچر دارای اثر آسیب زا بر دستگاه اسکلتی- عضلانی می باشد	انجام اقدامات اصلاحی هر چه زودتر ضروری است.
۴	پوسچر بسیار آسیب زا می باشد	انجام اقدامات اصلاحی بایستی فوری باشد.

مثال: فردی در حال جابجایی بار ۱۰ کیلوپی است

کمر	بازوها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	پایها
شیر	شیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۳	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۴	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲



ستون فقرات پشت خمیده (۲)

بالا بودن بازوها در بالاتر از حد شانه (۳)

پایها صاف در وضعیت ایستاده (۲)

وزن بار ۱۰ کیلوگرم (۱)

کد عددی پوسچر ۲۳۲۱

سطح اقدامات اصلاحی برابر با ۲ می شود

توصیه OWAS: این پوسچر در آینده نزدیک

باید اصلاح شود

برگه ارزیابی وضعیت بدنی کارکنان به روش OWAS

۱- تنه			+	۲- بازوها			+	۳- پاها			+	۴- وزن بار											
۱		تنه صاف و کشیده و بدون خمیده‌گی است	➔	۱		هر دو دست پایین تر از حد شانه است	➔	۱		در وضعیت نشسته است	➔	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">۱</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">نیرو کمتر از 10 کیلوگرم باشد</td> <td style="width: 80%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲</td> <td style="text-align: center;">نیرو بیشتر از 10 کیلوگرم و کمتر از 20 کیلوگرم باشد</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۳</td> <td style="text-align: center;">نیرو بیشتر از 20 کیلوگرم باشد</td> <td></td> </tr> </table>			۱	نیرو کمتر از 10 کیلوگرم باشد		۲	نیرو بیشتر از 10 کیلوگرم و کمتر از 20 کیلوگرم باشد		۳	نیرو بیشتر از 20 کیلوگرم باشد	
۱	نیرو کمتر از 10 کیلوگرم باشد																						
۲	نیرو بیشتر از 10 کیلوگرم و کمتر از 20 کیلوگرم باشد																						
۳	نیرو بیشتر از 20 کیلوگرم باشد																						
۲		ستون مهره‌ها به جلو یا عقب خمیده است	۲		یک دست در حد شانه یا بالاتر است	۲		حالت ایستاده و پاها کشیده است															
۳		تنه در حال چرخش است	۳		هر دو دست در حد شانه یا بالاتر است	۳		در حالت ایستاده و فشار بر روی یک پا است															
۴		تنه دارای چرخش و خمیده به یک طرف است		۴				۴		ایستاده ولی هر دو زانو به صورت خمیده است													
				۵				۵		ایستاده ولی یک پا خمیده است													
				۶				۶		زانو زده است													
				۷				۷		در حال حرکت و راه رفتن است													

جدول محاسبه سطح اولویت اقدامات اصلاحی

کمتر	بازوها	۱			۲			۳			۴			۵			۶			۷			پاها		
		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲
۴	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۳	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۲	۱	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۲	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲

ارزیابی پوسچرهای کدگذاری شده:

۱: فعالیتهای که نیاز به اصلاح ندارند/ ۲: فعالیتهای که در آینده نیاز به اصلاح دارند/ ۳: فعالیتهای که سریعاً باید اصلاح گردند/ ۴: فعالیتهای که تا زمان اصلاح باید متوقف گردند.

روش RULA – تاریخچه

➤ در طی دو دهه گذشته آگاهی نسبت به اختلالات اسکلتی-عضلانی اندام‌های فوقانی، مچ دست، آرنج یا شانه افزایش یافته است.

➤ یکی از روش‌های ارزیابی خطر بروز آسیب‌های اسکلتی-عضلانی در اندام‌های فوقانی، RULA (ارزیابی سریع اندام فوقانی) می‌باشد.

➤ روش RULA که از دسته روش‌های مشاهده‌ای قلم-کاغذی است توسط مک‌آتامنی و کورلت (۱۹۹۳) ارائه شده است.

روش RULA – اهداف

➤ ارایه روشی برای غربالگری سریع جمعیت کاری که با ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی-عضلانی اندام فوقانی مواجهه دارند.

➤ شناسایی فعالیتهای ماهیچه‌ای مرتبط با پوسچر کار، اعمال نیرو و انجام کارهای استاتیک یا تکراری که به بروز خستگی ماهیچه‌ای کمک می‌کنند.

➤ ارایه راه‌کارهایی برای پیشگیری از بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی اندام فوقانی و کاهش شیوع آنها.

روند ارزیابی در روش RULA

➤ RULA برپایه روش OWAS طراحی و توسعه یافته است به طوری که می توان گفت RULA شکل تکامل یافته OWAS برای ارزیابی خطر بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی در اندام های فوقانی است.

➤ در RULA پوسچر اندام های گوناگون بدن مشاهده شده و براساس اصول خاصی امتیاز گذاری می شود. امتیاز های بالا نشان دهنده فشار های اسکلتی-عضلانی بیشتر است. امتیاز پوسچر اندام های گوناگون با یکدیگر ادغام شده و سرانجام با در نظر گرفتن فعالیت ماهیچه ای و نیروی اعمال شده امتیاز نهایی که گویای خطر بروز آسیب است مشخص می گردد.

❖ مرحله اول : مشاهده و ثبت و وضعیت کار

❖ مرحله دوم : امتیاز دهی

❖ مرحله سوم : تعیین سطح اقدامات اصلاحی

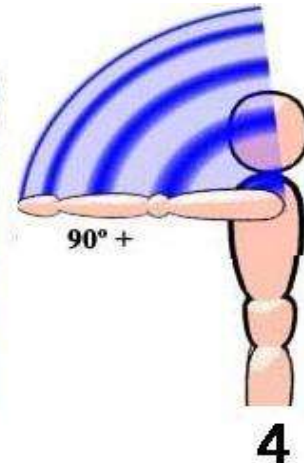
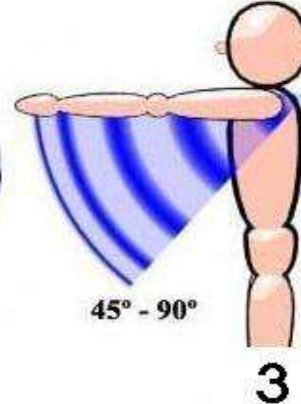
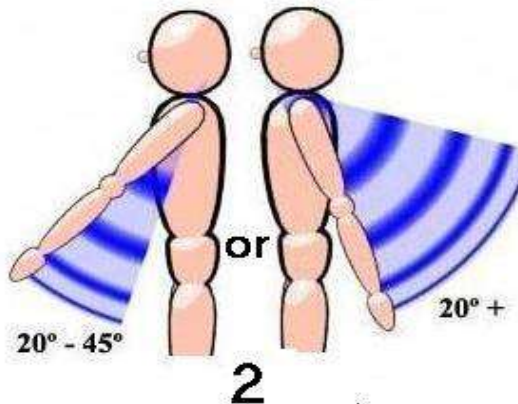
➤ در روش RULA یا بدترین پوسچرها برای ارزیابی انتخاب شده و نمونه‌گیری می‌شوند و یا پرتعدادترین پوسچرها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

در این روش سه عامل پوسچر، اعمال نیرو و تکرار حرکت مدنظر قرار می‌گیرند.

➤ وضعیت بازو، ساعد و مچ دست با استفاده از دیاگرام گروه A ارزیابی می‌شوند و امتیاز A با استفاده از جدول A تعیین می‌گردد.

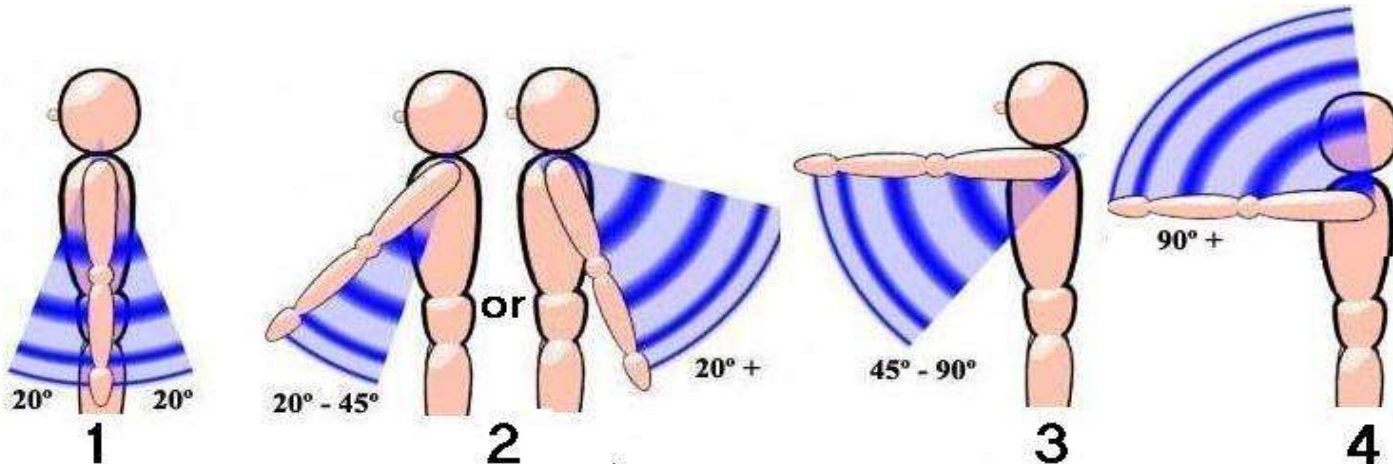
➤ وضعیت گردن، تنه و پاها نیز با استفاده از دیاگرام گروه B ارزیابی می‌شود و امتیاز B با استفاده از جدول B تعیین می‌گردد.

- کد ۱: اگر بازو تحت زاویه 0° - 20° در راستای محور ساجیتال باشد.
- کد ۲: اگر بازو بیش از 20° در راستای محور ساجیتال حرکت روبه عقب داشته باشد.
- کد ۳: اگر بازو تحت زاویه 20° - 45° در راستای محور ساجیتال حرکت کند.
- کد ۴: اگر بازو تحت زاویه 45° - 90° در راستای محور ساجیتال حرکت کند.
- کد ۵: اگر بازو بیش از 90° در راستای محور ساجیتال حرکت کند.



پس از تعیین کد بازو، اصلاحات زیر را انجام دهید:

اگر شانه بالا بود، یک عدد اضافه می شود.
اگر در هنگام کار، بازو از بدن دور شود، یک عدد اضافه می شود.
اگر در هنگام انجام کار، بازو به بدن چسبیده باشد و یا به هر نحوی دارای تکیه گاه باشد،
یک عدد کسر می گردد.



گروه A ساعد-تعیین کد

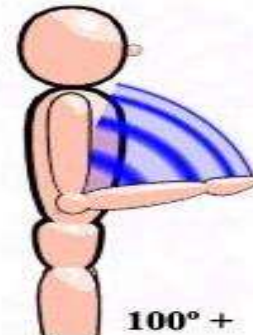
- کد ۱: اگر در حین کار، ساعد در راستای سطح ساجیتال بازو زاویه ۶۰-۱۰۰ درجه نسبت به بازو پیدا کند
- کد ۲: اگر در حین انجام کار، ساعد در راستای سطح ساجیتال کمتر از ۶۰ درجه حرکت رو به عقب داشته باشد
- کد ۳: اگر در حین انجام کار، ساعد در راستای سطح ساجیتال بازو بیش از ۱۰۰ بسته شود



1



or

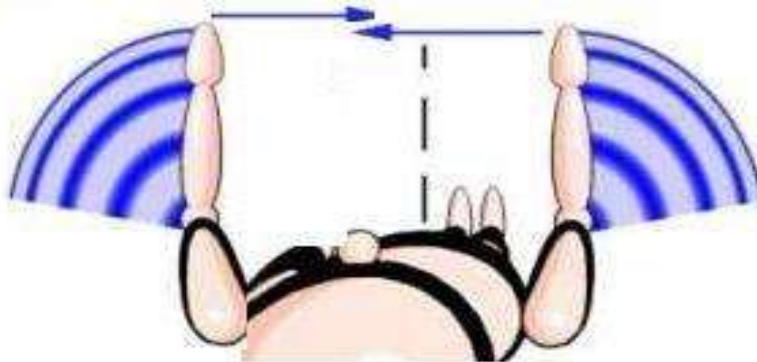


2

گروه A ساعد-اصلاحات

پس از تعیین کد ساعد:

اگر کار در طرفین بدن یا دورتر از جلوی بدن انجام می شود، یک عدد اضافه می شود.



+1

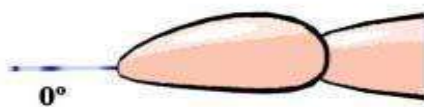
گروه A

مچ-تعیین کد

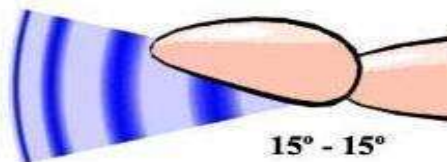
کد ۱: اگر مچ دست در وضعیت طبیعی قرار داشته باشد یعنی دست و محور ساعد هم راستا باشند

کد ۲: اگر مچ دست تحت زاویه $0-15^\circ$ درجه بالا یا پایین شود

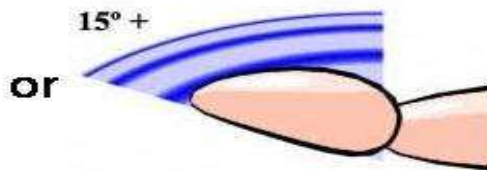
کد ۳: اگر مچ دست بیشتر از 15° درجه پایین و بالا شود



1



2

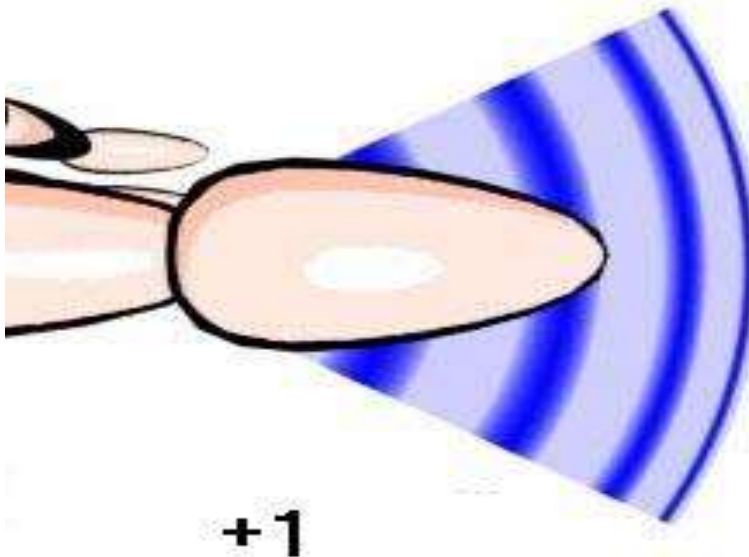


3

گروه A میچ-اصلاحات

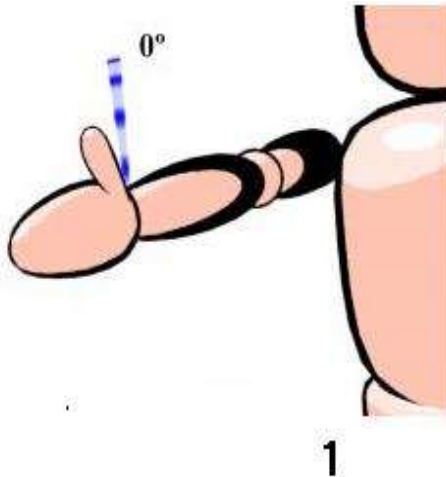
پس از تعیین کد میچ:

چنانچه دست سمت راست یا چپ منحرف شود، به کد اختصاص یافته یک
عدد اضافه می شود



گروه A چرخش مچ

کد ۱: گر مچ چرخشی نداشته باشد
کد ۲: اگر مچ چرخش داشته باشد

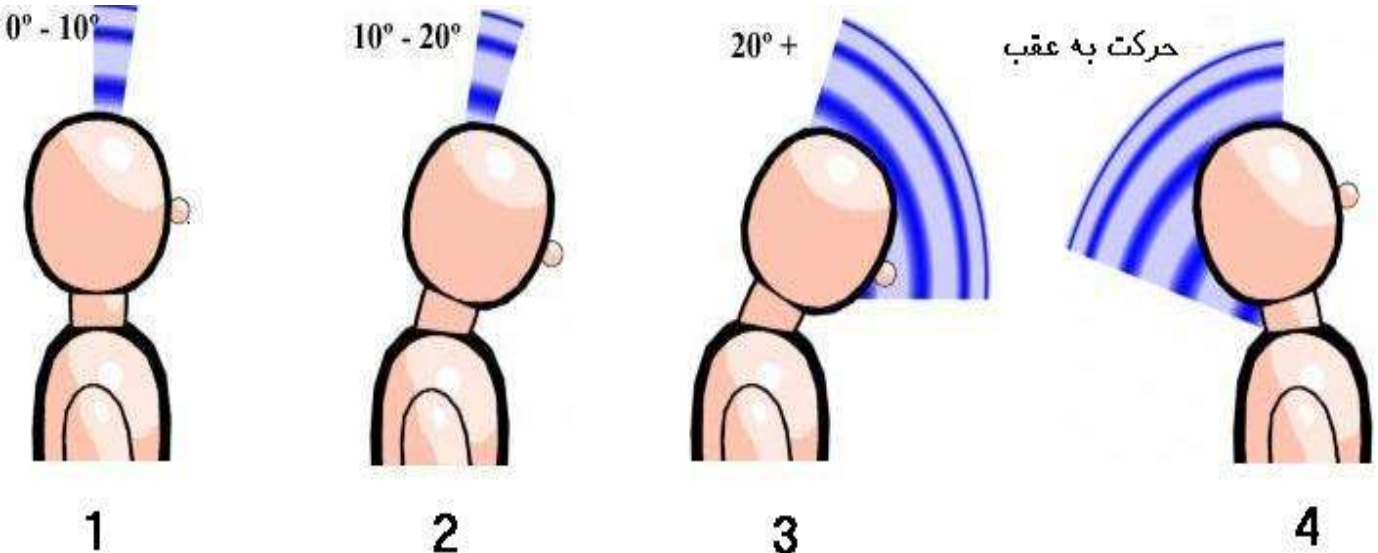


روند ارزیابی در روش RULA – جدول A

امتیاز پوسچر بازو	امتیاز پوسچر ساعد	امتیاز پوسچر مچ							
		۱		۲		۳		۴	
		پیچش		پیچش		پیچش		پیچش	
		۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲
۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳
	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳
	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴
۲	۱	۲	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴
	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴
	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵
۳	۱	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵
	۲	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵
	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵
۴	۱	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵
	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵
	۳	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶
۵	۱	۵	۵	۵	۵	۵	۶	۶	۷
	۲	۵	۶	۶	۶	۶	۶	۷	۷
	۳	۶	۶	۶	۷	۷	۷	۷	۸
۶	۱	۷	۷	۷	۷	۷	۸	۸	۹
	۲	۸	۸	۸	۸	۸	۹	۹	۹
	۳	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹

گروه B گردن-تعیین کد

- کد ۱: اگر گردن تحت زاویه ۰-۱۰ درجه حرکت کند
- کد ۲: اگر گردن تحت زاویه ۱۰-۲۰ درجه حرکت نماید
- کد ۳: اگر گردن تحت زاویه بیش از ۲۰ درجه حرکت نماید
- کد ۴: اگر گردن حرکت رو به عقب داشته باشد



گروه B گردن-اصلاحات

پس از تعیین کد گردن:

- در صورتی که گردن به طرفین بچرخد یا خم شود یک عدد به کد اختصاص یافته اضافه می شود.



چرخش گردن

or



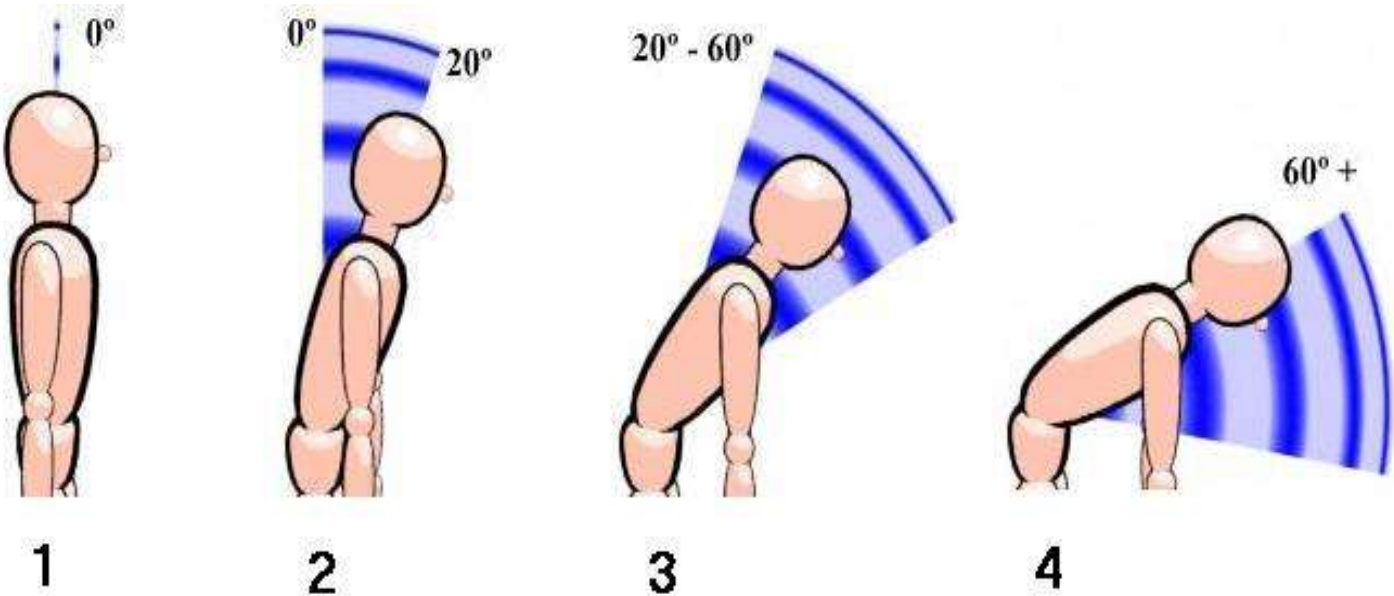
خم شدن گردن

+1

گروه B

تنه-تعیین کد

- کد ۱: اگر تنه تحت زاویه ۰ درجه به حالت ایستاده یا نشسته قرار داشته باشد
- کد ۲: اگر تنه تحت زاویه ۰-۲۰ درجه خم شده باشد
- کد ۳: اگر تنه تحت زاویه ۲۰-۶۰ درجه خم شده باشد
- کد ۴: اگر تنه تحت زاویه بیش از ۶۰ درجه خم شده باشد.



گروه B تنه-اصلاحات

پس از تعیین کد تنه:

- چنانچه تنه بچرخد یک نمره اضافه می شود.
- چنانچه تنه به طرفین خم شود یک نمره اضافه می شود..



چرخیدن کمر به طرفین

+1

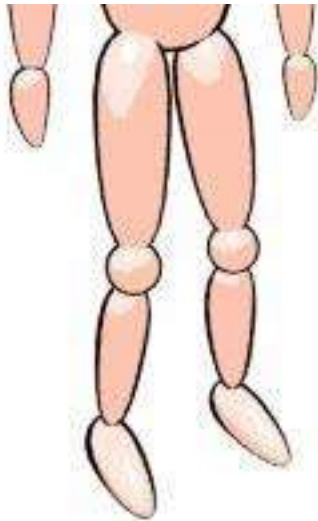


خم شدن کمر به طرفین

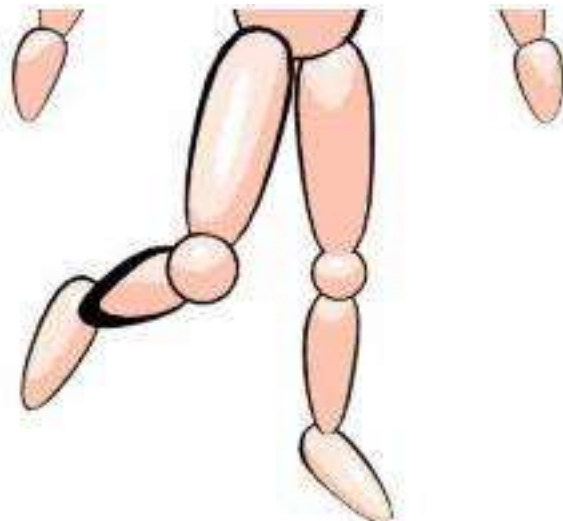
+1

گروه B پاها-تعیین کد

- کد ۱: اگر پاها در وضعیت ایستاده و متعادل یا نشسته و متعادل قرار داشته باشند
- کد ۲: اگر پاها در وضعیت غیر متعادل قرار داشته باشند



1



2

جدول B

گردن	تنه											
	1		2		3		4		5		6	
	پاها		پاها		پاها		پاها		پاها		پاها	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

نحوه محاسبه امتیاز فعالیت ماهیچه‌ای و تکرار حرکت

اگر پوسچر:

- عمدتاً استاتیک است (برای بیش از یک دقیقه حفظ شده و ثابت نگه داشته می‌شود)، یا به شدت تکراری است یا بیش از ۴ بار در دقیقه تکرار می‌شود،

آنگاه امتیاز ۱ در نظر گرفته شود.

اگر پوسچر:

- نه استاتیک است و نه به شدت تکراری است،
آنگاه امتیاز صفر در نظر گرفته شود.

نحوه محاسبه امتیاز مربوط به نیروی اعمال شده

۳	۲	۱	۰
- ۱۰ kg یا بیشتر نیروی استاتیک - ۱۰ kg یا بیشتر نیروی تکراری - نیروهای ناگهانی که به سرعت تجمع می یابند	- ۲kg تا ۱۰kg نیروی استاتیک - ۲kg تا ۱۰kg نیروی تکراری - ۱۰kg یا بیشتر نیروی منقطع	- نیروی اعمال شده در ۲kg تا ۱۰kg به صورت منقطع	- مقاومتی در برابر حرکت وجود ندارد - نیروی اعمال شده کمتر از ۲kg و به صورت منقطع

نحوه محاسبه امتیاز مربوط به نیروی اعمال شده

اضافه کردن دو عامل فعالیت ماهیچه‌ای و نیرو به امتیاز A و امتیاز B به ترتیب امتیازهای C و D را مشخص می‌سازد:

امتیاز C = امتیاز نیرو + امتیاز فعالیت‌های ماهیچه‌ای + امتیاز A

امتیاز D = امتیاز نیرو + امتیاز ماهیچه‌ای + امتیاز B

Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.

© Blackwell Science Inc. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 2000, 25, 399–400

تعیین امتیاز نهایی RULA جدول C

(اعداد درون جدول مشخص کننده امتیاز نهایی هستند).

	امتیاز D (گردن، تنه و پاها)							
		1	2	3	4	5	6	7+
امتیاز C (اندام فوقانی)	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

سطوح اولویت اقدام‌های اصلاحی

سطح ۱: امتیاز نهایی ۱ یا ۲ مشخص می‌سازد که اگر پوسچر برای مدت زمان طولانی ثابت حفظ نشود یا به شدت تکرار نگردد قابل قبول است.



سطح ۲: امتیاز نهایی ۳ یا ۴ مشخص می‌سازد که مطالعه بیشتری در این زمینه لازم است و ایجاد تغییرات و مداخله‌ی ارگونومیک ممکن است ضروری باشد.



سطح ۳: امتیاز نهایی ۵ و ۶ مشخص می‌سازد که مطالعه بیشتر، ایجاد تغییرات و مداخله ارگونومی در آینده نزدیک بایسته است.



سطح ۴: امتیاز نهایی ۷ یا بیشتر مشخص می‌سازد که مطالعه بیشتر، ایجاد تغییرات و مداخله ارگونومی فوراً بایسته است.



ROSA – Rapid Office Strain Assessment

ROSA روش ارزیابی پوسچر در محیط های کار اداری، کار با کامپیوتر به صورت تصویری است.

این روش توسعه یافته روش های RULA و REBA است.

هدف این روش غربالگری و ارزیابی ریسک فاکتورهای ارگونومی در هنگام کار با رایانه است.

روشی قلم-کاغذی با سرعت بالا است که میتواند کمیت ریسک فاکتورهای ارگونومیکی را مشخص کند و گزارشی جهت طراحی مجدد و بهینه سازی محیط فراهم کند. این روش دارای روایی و پایایی بالایی در سنجش ریسک فاکتورهای ارگونومیکی در محیط اداری کار با رایانه می باشد.

Section A - Chair



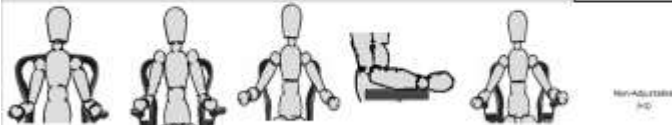
Feet at 90° (1) Too low - Knee Angle <90° (2) Too High - Knee Angle >90° (3) No foot contact on ground (4) Insufficient Space Under Desk - Ability to Cross Legs (5)

ABA SCORE



Approximately 3 inches of space between rear and edge of seat (1) Too Long - Less Than 3" of seat (2) Too Short - More than 3" of seat (3)

ABA SCORE



Elbows supported in line with shoulder, shoulders relaxed (1) Too High (Shoulders Struggled) (Low Arms Unsupported) (2) No Arm Support (3) Hard/Uneven surface (4) Too Wide (5)

ABA SCORE



Reclined Lumbar Support - Chair reclined between 55°-63° (3) No Lumbar Support OR Lumbar Support not Positioned in Line of Back (2) Angled Too Far Back (Greater than 130° OR Angled Too Far Forward (Less than 90°) (2) No Back Support (in line), OR Worker Leaning Forward (2) Work Surface too high (Shoulders Struggled) (4)

ABA SCORE

87% A

Section B - Monitor and Telephone



Arm's Length Distance (45-48") Screen at Eye Level (2) Too Low (Below 30") (2) Too High (4) Too High (Eyes Strained) (3) Neck Tilted Greater than 20° (4) Bare on Screen (4) Documents - No Monitor (4)

ABA SCORE



Headset / One Hand on Phone & Neutral Neck Posture (2) Too Far off Neck (outside of 30") (2) Neck and Shoulder strain (2)

ABA SCORE

Section C - Mouse and Keyboard



Mouse in Line with Shoulder (1) Reaching on Mouse (2) Mouse/Keyboard on Different Surfaces (4) Pinch (Square Mouse) (4) Palmar (in Front of Mouse) (4)

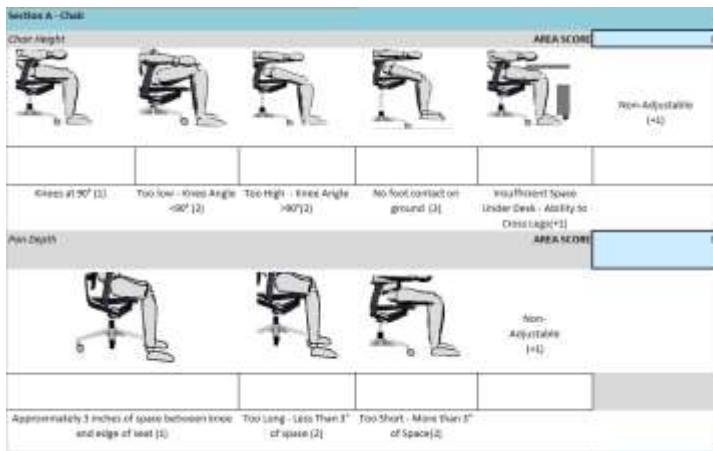
ABA SCORE



Wrist Straight, Shoulders Relaxed (1) Wrist Extended/Keyboard on Positive Angle (>15°) Wrist extension (2) Deviation of the Typing (3) Treatment Too Low (4) Reaching to Overhead items (4)

ABA SCORE

86% A



	Arms / Back rest							
	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	2	3	4	5	6	7	8
3	2	2	3	4	5	6	7	8
4	3	3	3	4	5	7	7	8
5	4	5	4	4	5	7	7	8
6	5	5	5	5	5	8	8	9
7	6	6	6	7	7	8	9	9
8	7	7	7	8	8	9	9	9

Section A – صندلی

Chair Height and Pan Depth

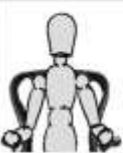
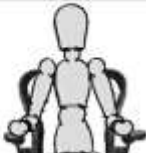
امتیاز ارتفاع صندلی با امتیاز عمق صندلی جمع شده و در قسمت عمودی جدول اعمال می شود.

مثال امتیاز دهی - ارتفاع صندلی

Risk Factor	Example	Picture
Too low	ارتفاع صندلی کم است و یا کاربر بسیار قد بلند است	
Too high	زانو زاویه بیشتر از ۹۰ درجه دارد و فشار به پایین ران وارد می شود.	
Too high – no foot contact	کاربر از زیر پایی یا لبه صندلی برای نگه داشتن پاها استفاده میکند. پاها به صورت طبیعی بر روی کف زمین قرار نمی گیرند	
Insufficient space under the desk	فضای کافی برای ران ها در زیر میز قرار ندارد. کشوی کیبورد یا لبه میز با پاها برخورد دارد.	

مثال امتیاز دهی - عمق صندلی

Risk Factor	Example	Picture
Seat pan depth – too long	لبه صندلی با فضای پشت زانو تماس ناراحت کننده دارد.	
Seat pan depth – too short	بیشتر از ۵ تا ۷/۵ سانتیمتر فضا بین پشت زانو و لبه صندلی در حالتی که کاربر به پشت صندلی تکیه داده وجود دارد.	

Activities					AREA SCORE
				Non-Adjustable (+1)	1
Elbows supported in line with shoulder, shoulders relaxed (1)	Too High (Shoulders Shrugged) / Low (Arms Unsupported) (2)	Hard/damaged surface (+1)	Too Wide (+3)		
Back Support					AREA SCORE
				Back Rest Non-Adjustable (+1)	0
Adequate Lumbar Support: Chair reclined between 95°-110° (1)	No Lumbar Support OR Lumbar Support not Positioned in Small of Back (2)	Angled Too Far Back (Greater than 110°) OR Angled Too far forward (Less than 95°) (2)	No Back Support (ie Stool, OR Worker Leaning forward) (2)	Work Surface too High (Shoulders Shrugged) (+1)	
		DURATION	1	CHAIR SCORE	W/A

		Arms / Back rest							
		2	3	4	5	6	7	8	9
seat pan height / depth	2	1	2	3	4	5	6	7	8
	3	2	2	3	4	5	6	7	8
	4	3	3	3	4	5	7	7	8
	5	4	5	4	4	5	7	7	8
	6	5	5	5	5	5	8	8	9
	7	6	6	6	7	7	8	9	9
	8	7	7	7	8	8	9	9	9

Section A – ادامه صندلی

دسته های صندلی، حمایت پشت و مدت زمان نشستن

امتیازهای دسته صندلی با هم جمع شده و در قسمت افقی جدول نمره دهی اعمال می شود.

مثال امتیاز دهی - دسته صندلی (محل استراحت ساعد ها)

Risk Factor	Example	Picture
Armrests too low	زاویه آرنج بیشتر از ۹۰ درجه است و دسته چندان از ساعد ها حمایت نمیکند	
Armrests too high	شانه ها به سمت بالا رفته و زاویه آرنج بالای ۹۰ درجه است	
Hard or Damaged Surface	سطح دسته صندلی از موارد سخت مانند فلز یا چوب ساخته شده و بر ساعد فشار وارد می کند.	

مثال امتیاز دهی - پستی صندلی

Risk factor	Example	Picture
No lumbar support	صندلی پستی صاف از جنس چوب یا فلز دارد که به پشت نیروی زیادی وارد میکند (اغلب صندلی های ارزان قیمت) شاید صندلی پستی دارد ولی در محل مناسبی از قوس ناحیه کمر حمایت نمی کند.	
Angled too far back	پستی به سمت جلو خیلی شیب دارد به طوری که کاربر باید جلوتر بنشیند و یا روی کیبورد خم شده است.	
No Back Support		

		Arms / Back rest							
		2	3	4	5	6	7	8	9
Seat Pan Height / Depth	2	1	2	3	4	5	6	7	8
	3	2	2	3	4	5	6	7	8
	4	3	3	3	4	5	7	7	8
	5	4	4	4	4	5	7	7	8
	6	5	5	5	5	5	8	8	9
	7	6	6	6	7	7	8	9	9
	8	7	7	7	8	8	9	9	9
Duration		1			CHAIR SCORE				
					5				

محل تقاطع امتیازهای افقی و عمودی جدول را تعیین می کنیم و سپس با امتیاز مدت زمان جمع خواهیم کرد.
محاسبه مدت زمان نشستن به زمان نشستن کاربر بر روی صندلی در یک روز ربط دارد.

امتیاز ۱- : کمتر از یک ساعت در کل روز و یا کمتر از ۳۰ دقیقه به صورت پیوسته

امتیاز ۰ : یک تا چهار ساعت در کل روز و یا بین ۳۰ تا ۶۰ دقیقه پیوسته

امتیاز ۱+ : بیشتر از ۴ ساعت در کل روز و یا بیشتر از ۶۰ دقیقه نشستن پیوسته

مجموع این امتیاز ها برای بخش A محاسبه می شود.

Section B – Monitor and Telephone

Monitor

AREA SCORE: 0

Arms Length Distance (40-75cm) / Screen at Eye Level (1)

Too Low (below 30°) (2)

Too Far (+1)

Too High (Neck Extension) (1)

Neck Tilted Greater than 30° (+1)

Glare on Screen (+1)

Documents - No Holder (+1)

SKETCH

Monitor Score: 0

Telephone

AREA SCORE: 0

Headset / One Hand on Phone & Neutral Neck Posture (1)

Too Far of Reach (outside of 30cm) (2)

Neck and Shoulder Held (+2)

No Hands-Free Options (+1)

Phone Score

DURATION

ROSA SCORE

		Monitor							
Phone		0	1	2	3	4	5	6	7
	0	1	1	1	2	3	4	5	6
	1	1	1	2	2	3	4	5	6
	2	1	2	2	3	3	4	6	7
	3	2	2	3	3	4	5	6	8
	4	3	3	4	4	5	6	7	8
	5	4	4	5	5	6	7	8	9
	6	5	5	6	7	8	8	9	9

Section B – مانتور و تلفن

- مدت زمان کار با مانیتور که با امتیاز مانیتور جمع خواهد شد:
- ۱+ : مجموع کار با مانیتور بیشتر از ۴ ساعت در روز و یا ۶۰ دقیقه به صورت پیوسته
- ۰ : مجموع کار با مانیتور بین ۱ تا ۴ ساعت در روز و یا بین ۳۰ تا ۶۰ دقیقه به صورت پیوسته
- ۱- : کمتر از ۱ ساعت کار در روز و یا کمتر از ۳۰ دقیقه پیوسته

امتیاز کلی مانیتور در محور عمودی جدول قرار خواهد گرفت

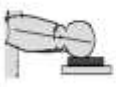
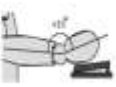
در مورد استفاده از تلفن نیز مدت زمان همانند کار با مانیتور محاسبه شده و به امتیاز تلفن اضافه می شود. امتیاز کلی تلفن در محور افقی جدول تعیین می شود.

مثال امتیاز دهی - مانیتور

Risk Factor	Example	Picture
Monitor too low	لبه بالای مانیتور در زاویه کمتر از ۳۰ درجه نسبت به خط افق چشم قرار دارد. خم شدن گردن رو به جلو رخ می دهد.	
Monitor too high	لبه بالای مانیتور بالاتر از چشم کاربر است	
Neck twist	مانیتور در کنار کاربر قرار دارد و یا دو مانیتور وجود دارد که کاربر باید گردن خود را بچرخاند	
Documents used – no document holder	کاربر هنگام تایپ کردن دائم گردن خود را خم و راست می کند تا کاغذ ها را بخواند و به مانیتور نگاه کند.	

مثال امتیاز دهی - تلفن

Risk factor	Example	Picture
Too far – reach	تلفن در عقب میز قرار دارد و وقتی زنگ می خورد کاربر باید خم شده و دست خود را دراز کند تا گوشی را بردارد	
Neck and Shoulder hold	کاربر از تلفن همزمان با کامپیوتر استفاده می کند و گوشی را بین شانه و سر خود قرار می دهد.	

Section C - Mouse and Keyboard					AREA SCORE
    					
Mouse in Line with Shoulder (1)	Reaching to Mouse (2)	Mouse/Keyboard on Different Surfaces (+2)	Pinch Grip on Mouse (+1)	Palmrest in Front of Mouse (+1)	
DURATION		MOUSE SCORE			
Keyboard					AREA SCORE
    					
Wrists Straight, Shoulders Relaxed (1)	Wrists Extended/Keyboard on Positive Angle (>15° Wrist extension) (2)	Deviation while Typing (+1)	Keyboard Too High - Shoulders Struggled (+1)	Reaching to Overhead Items (+1)	
DURATION		KEYBOARD SCORE		ROSA SCORE	

		Keyboard							
Mouse		0	1	2	3	4	5	6	7
	0	1	1	1	2	3	4	5	6
	1	1	1	2	3	4	5	6	7
	2	1	2	2	3	4	5	6	7
	3	2	3	3	3	5	6	7	8
	4	3	4	4	5	5	6	7	8
	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	6	5	6	6	7	7	8	8	9
	7	6	7	7	8	8	9	9	9

Section C – ماوس و کیبورد

این قسمت بر مبنای موقعیت کیبورد امتیاز گذاری شده است و مدت زمان کار با کیبورد به امتیاز آن اضافه می شود.

۱+ کیبورد برای مدت بیشتر از ۴ ساعت در روز و یا ۱ ساعت به طور پیوسته مورد استفاده قرار می گیرد.

۰ کیبورد بین ۱ تا ۴ ساعت در روز و یا ۳۰ تا ۶۰ دقیقه پیوسته مورد استفاده قرار می گیرد.

۱- کیبورد برای کمتر از ۱ ساعت در روز و یا کمتر از ۳۰ دقیقه پیوسته مورد استفاده قرار می گیرد.

برای امتیاز مدت زمان ماوس نیز همانند امتیاز دهی کیبورد عمل می کنیم.

مثال امتیاز دهی - ماوس

Risk Factor	Example	Picture
Pinch grip on mouse	ماوس برای کاربر کوچک است (مانند ماوس های لپ تاپ)	
Reach to mouse	ماوس با کیبورد فاصله زیادی دارد. سبب دور شدن بازو از بدن می شود.	
Different surfaces	بین محل قرار گیری ماوس و کیبورد اختلاف ارتفاع محسوس وجود دارد	

مثال امتیاز دهی - کیبورد

Risk Factor	Example	Picture
Wrists extended	مچ دست هنگام تایپ کردن زاویه می گیرد	
Deviation while typing	کیبوردهای کوچک مانند کیبورد لپ تاپ ها سبب می شود هنگام تایپ مچ ها به سمت داخل انحراف پیدا کند.	
Keyboard tray too high	هنگام تایپ شانه ها بالا می روند	

Phone	Monitor									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
	0	1	1	1	2	3	4	5	6	7
	1	1	1	2	2	3	4	5	6	7
	2	1	2	2	3	3	4	6	7	8
	3	2	2	3	3	4	5	6	7	8
	4	3	3	4	4	5	6	7	8	9
	5	4	4	5	5	6	7	8	9	9
	6	5	5	6	7	8	8	9	9	9

Mouse	Keyboard									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
	0	1	1	1	2	3	4	5	6	7
	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8
	2	1	2	2	3	4	5	6	7	8
	3	2	3	3	3	5	6	7	8	9
	4	3	4	4	5	5	6	7	8	9
	5	4	5	5	6	6	7	8	9	9
	6	5	6	6	7	7	8	8	9	9
	7	6	7	7	8	8	9	9	9	9

Monitor and Telephone	Mouse and Keyboard									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

سپس امتیاز دو بخش تلفن/مانیتور و ماوس/کیبورد به جدول بعدی منتقل می شود.

		Arms / Back rest							
seat pan height / depth		2	3	4	5	6	7	8	9
	2	1	2	3	4	5	6	7	8
	3	2	2	3	4	5	6	7	8
	4	3	3	3	4	5	7	7	8
	5	4	4	4	4	5	7	7	8
	6	5	5	5	5	5	8	8	9
	7	6	6	6	7	7	8	9	9
	8	7	7	7	8	8	9	9	9

		Mouse and Keyboard								
Monitor and Telephone		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

		Peripherals and Monitor									
Chair		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9	10
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9	10
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

در نهایت امتیازهای قسمت A و B به جدول نهایی منتقل شده و امتیاز نهایی ROSA محاسبه می شود.
امتیاز نهایی به شرح زیر تفسیر می شود.

امتیاز ۱ و ۲ : ریسک قابل قبول

امتیاز ۳ و ۴ : ارزیابی آتی ضروری نیست.

امتیاز ۵ تا ۱۰ : ارزیابی آتی هر چه سریعتر باید انجام شود و تغییرات جهت کاهش ریسک لازم است.

ROSA Example 1

Section A - Chair					Section B - Monitor and Telephone				
Chair Height					Monitor				
    					     				
AREA SCORE					AREA SCORE				
2					2				
Too low - Elbow Angle < 90° (1)					Too Low (Below 30°) (2)				
Too High - Elbow Angle > 90° (1)					Too High (Above 30°) (2)				
No foot contact on ground (1)					Back Tilt > 30° (1)				
Insufficient Space (Chair Too Close to Desk) (1)					Stare on Screen (1)				
Non-Adjustable (1)					Documents - No Holder (1)				
AREA SCORE					AREA SCORE				
3					1				
Arm Support					Keyboard				
  					  				
Non-Adjustable (1)					No Function/Options (1)				
AREA SCORE					AREA SCORE				
2					2				
Approximately 3 inches of space between back and edge of seat (1)					Too Far of Reach (outside of Monitor) (1)				
Too Long - Less than 2" of space (1)					Neck and Shoulder strain (1)				
Too Short - More than 2" of space (1)					Phone Strain				
AREA SCORE					AREA SCORE				
3					-1				
Armrests					Section C - Mouse and Keyboard				
   					    				
Non-Adjustable (1)					Non-Adjustable (1)				
AREA SCORE					AREA SCORE				
2					2				
Elbows supported in line with shoulder, shoulders relaxed (1)					Mouse on Line with Shoulder (1)				
Too High (Shoulders Struggled) / Low (Arms unsupported) (2)					Reaching for Mouse (1)				
Hard/damaged surface (1)					Mouse/Keyboard on Different Surfaces (1)				
Too Wide (+1)					Pinch Grip (1)				
AREA SCORE					AREA SCORE				
3					1				
Back Support					Telephone				
    					    				
Back Rest Non-Adjustable (1)					Posture Non-Adjustable (1)				
AREA SCORE					AREA SCORE				
2					2				
Inadequate Lumbar Support - Chair reclined between 55° - 115° (1)					Wrist Strain (1)				
No Lumbar Support OR Lumbar Support not Functional in front of back (1)					Wrist Extension (1)				
Angled Too Far Back (Reclined more than 135° OR Reclined Too Far Forward (Less than 90°) (2)					Deviation of the Typing (1)				
No Back Support (in front, or Behind) (1)					Treatment Too High (1)				
Work Surface too high (Shoulders Struggled) (1)					Reaching to Overhead Items (1)				
AREA SCORE					AREA SCORE				
1					1				
SUBTOTAL					SUBTOTAL				
1					1				
B7/A					B7/A				

Example 1

		Arms / Back rest							
		2	3	4	5	6	7	8	9
seat pan height /depth	2	1	2	3	4	5	6	7	8
	3	2	2	3	4	5	6	7	8
	4	3	3	3	4	5	7	7	8
	5	4	4	4	4	5	7	7	8
	6	5	5	5	5	5	8	8	9
	7	6	6	6	7	7	8	9	9
	8	7	7	7	8	8	9	9	9
	9	8	8	8	9	9	9	9	9

Chair Score = 5 +1 FOR DURATION = 6

		Keyboard							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Mouse	0	1	1	1	2	3	4	5	6
	1	1	1	2	3	4	5	6	7
	2	1	2	2	3	4	5	6	7
	3	2	3	3	3	5	6	7	8
	4	3	4	4	5	5	6	7	8
	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	6	5	6	6	7	7	8	8	9
	7	6	7	7	8	8	9	9	9

Mouse = 2 + 1 = 3
Keyboard = 3 + 1 = 4

Monitor = 2 + 1 = 3

				SCORE						
				Monitor						
		0	1	2	3	4	5	6	7	
Phone	0	1	1	1	2	3	4	5	6	
	1	1	1	2	2	3	4	5	6	
	2	1	2	2	3	3	4	6	7	
	3	2	2	3	3	4	5	6	8	
	4	3	3	4	4	5	6	7	8	
	5	4	4	5	5	6	7	8	9	
	6	5	5	6	7	8	8	9	9	

Phone = 2 - 1 = 1

		Mouse and Keyboard								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Monitor and Telephone	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2	2	2	2	4	5	6	7	8	9
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Example 1

Chair Score = 5 **+1 FOR DURATION** = 6

		Arms / Back rest							
seat pan height / depth		2	3	4	5	6	7	8	9
	2	1	2	3	4	5	6	7	8
	3	2	2	3	4	5	6	7	8
	4	3	3	3	4	5	6	7	8
	5	4	4	4	4	5	6	7	8
	6	5	5	5	5	6	7	8	9
	7	6	6	6	7	7	8	8	9
	8	7	7	7	8	8	9	9	9

		Mouse and Keyboard								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Monitor and Telephone	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2	2	2	2	4	5	6	7	8	9
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

		Peripherals and Monitor									
Chair		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9	10
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9	10
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

The Grand ROSA score for Example 1 is **6**.

THE RAPID OFFICE STRAIN ASSESSMENT

اسم الطالب _____
تاريخ _____
الصفحة _____

[illegible]

ارزیابی سریع تنش اداری

دستورالعمل امتیاز دهی ROSA

1. امتیازات ارتعاش عضلانی و عصب تشنگانه را با هم جمع کنید تا امتیاز ستون صعودی بخش A بدست آید امتیازات دسته عضلانی و تشنگانی که را با هم جمع کنید تا امتیاز ستون قلبی بخش A بدست آید با استفاده از این امتیازات و دنبال نمودن چارت امتیاز دهی، امتیاز عضلانی را بدست آورید امتیاز مدت زمان مناسب را براساس مدت زمان صرفه شده در روز توسط پرسنل بر روی عضلانی، عصب تشنگانی بدست آورید
2. امتیازات مالتیپور و مدت زمان مناسب را با هم جمع کنید تا امتیاز ستون قلبی بخش B بدست آید امتیاز قلبی و مدت زمان مناسب را با هم جمع کنید تا امتیاز ستون صعودی بخش B بدست آید با استفاده از این امتیازات و دنبال نمودن چارت امتیاز دهی، امتیاز بخش B را بدست آورید
3. امتیاز صفحه کلید و مدت زمان مناسب را با هم جمع کنید تا امتیاز ستون قلبی بخش C بدست آید امتیاز ماوس و مدت زمان مناسب را با هم جمع کنید تا امتیاز ستون صعودی بخش C بدست آید با استفاده از این امتیازات و دنبال نمودن چارت امتیاز دهی، امتیاز بخش C را بدست آورید
4. امتیاز بدست آمده از گام دوم به عنوان امتیاز ستون صعودی بخش مالتیپور و لوازم جایی استفاده می شود امتیاز بدست آمده از گام سوم نیز به عنوان امتیاز ستون قلبی بخش مالتیپور و لوازم جایی استفاده شود
5. از امتیاز بدست آمده در گام اول (بخش A) برای ستون صعودی جدول امتیاز نهایی استفاده کنید. امتیاز بدست آمده در گام چهارم را در ستون قلبی جدول امتیاز نهایی استفاده نمائید این دو امتیاز ما را به امتیاز نهایی ROSA خواهد رساند
6. امتیاز بالای 5، ریسک بالا تلقی شده و استیجانهایی نگاری باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

امتیاز بخش A											
دسته عضلانی و تشنگانی که											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	2	2	3	4	5	6	7	8		
2	2	2	3	4	5	6	7	8			
3	2	3	3	4	5	6	7	8			
4	4	4	4	4	5	6	7	8			
5	5	5	5	5	6	7	8	9			
6	7	7	7	7	7	8	9	10			
7	7	7	7	7	8	9	10	11			

امتیاز بخش B											
مالتیپور											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	2	3	4	5	6			
2	1	1	1	2	3	4	5	6			
3	1	1	2	2	3	4	5	6			
4	2	2	2	3	4	5	6	7			
5	3	3	3	4	5	6	7	8			
6	4	4	4	5	6	7	8	9			
7	5	5	5	6	7	8	9	10			

امتیاز بخش C											
صفحه کلید											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	2	3	4	5	6			
2	1	1	1	2	3	4	5	6			
3	1	1	2	2	3	4	5	6			
4	2	2	2	3	4	5	6	7			
5	3	3	3	4	5	6	7	8			
6	4	4	4	5	6	7	8	9			
7	5	5	5	6	7	8	9	10			
8	6	6	6	7	8	9	10	11			
9	7	7	7	8	9	10	11	12			

امتیاز مالتیپور و لوازم جایی											
ماوس و صفحه کلید											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

امتیاز نهایی ROSA											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12	12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

موضوع پژوهش مهلت تا ۲ اردیبهشت

I. یک پوسچر کاری را انتخاب کنید

II. با یکی از روش های ارزیابی ارگونومی آنرا ارزیابی کنید

III. بر اساس نتایج ریسک فاکتورها را تعیین کنید

IV. نتیجه نهایی را در کلاس ارائه دهید



۱. در مورد سایر روش های ارزیابی پوسچر ارگونومی تحقیق کنید.
۱۱. یک روش را به طور مختصر در کلاس معرفی کنید.

REBA Rapid Entire Body Assessment

QEC Quick Exposure Check

OCRA Occupational Repetitive Actions

LUBA Postural Loading on the Upper-Body Assessment

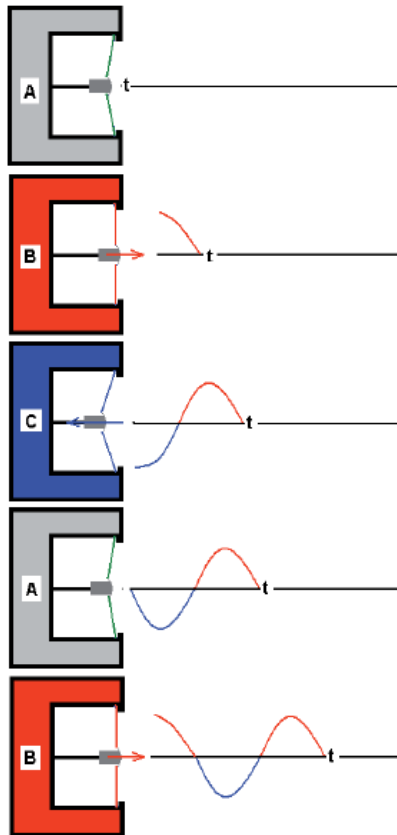
SI Strain Index

HAMA Hand Arm Movement Analysis

مهندسی صدا



صدا چیست؟



در اثر ارتعاش مولکولهای هوا و تغییرات مداوم فشار، صوت بوجود میآید. این امواج بصورت طولی در هوا منتشر شده و در محدوده فرکانسی معینی میتواند توسط انسان قابل درک باشد. بنابراین امواج صوتی شکلی از امواج مکانیکی هستند که بصورت امواج طولی منتشر شده و ضمن برخورد با گوش، احساس شنیدن را ایجاد میکنند.

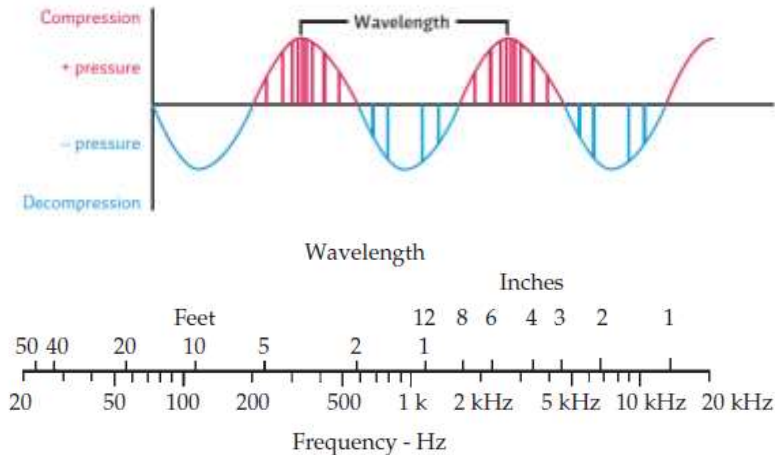
انواع صوت از نظر محیط انتشار

با توجه به تمایز مشخصه های صوتی در محیط انتشار، صوت بر حسب محیط به دو گروه تقسیم می شود:

الف - صوت هوایی : اصواتی هستند که در هوا یا گاز منتشر و به گوش می رسند.

ب - صوت پیکری : اصواتی که از طریق محیط مایع یا جامد منتشر شده و بطریقه مستقیم (از طریق تماس مجمله) یا پس از تبدیل به صوت هوایی قابل شنیدن هستند.

ویژگی های موج صوت:



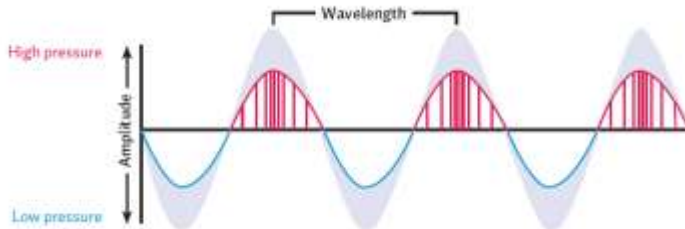
❖ فرکانس

❖ طول موج

❖ دامنه

❖ فشار

❖ سرعت



$$\text{frequency} = \frac{\text{speed of sound}}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{\text{speed of sound}}{\text{frequency}}$$

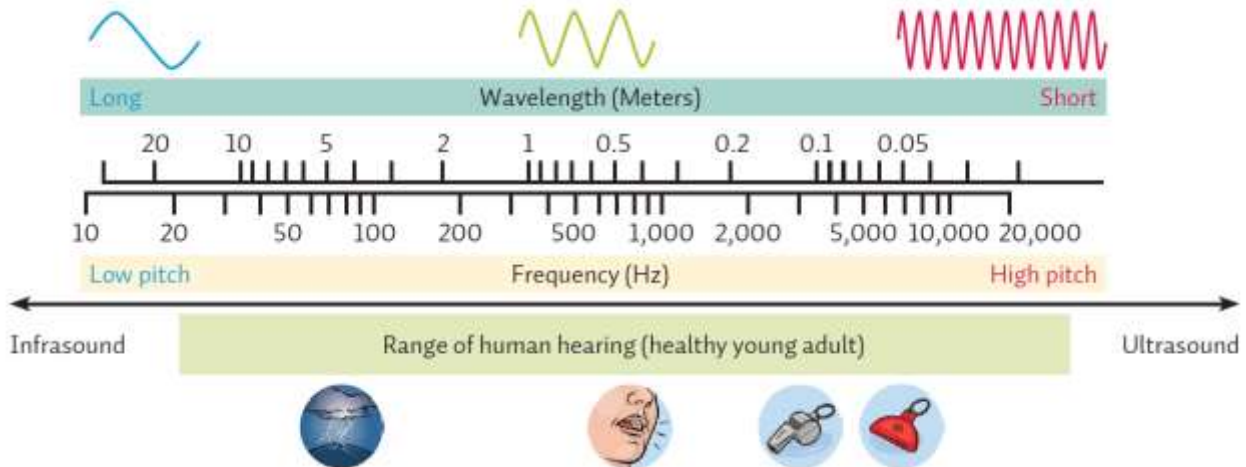
سرعت موج صوتی

سرعت موج صوتی که جزء امواج طولی است در یک محیط مادی بستگی به خواص محیط دارد. محیط های گوناگون دارای چگالی، الاستیسیته و اینرسی مخصوص به خود هستند و تحت این خواص موج صوتی در آنها تولید و منتشر می گردد.

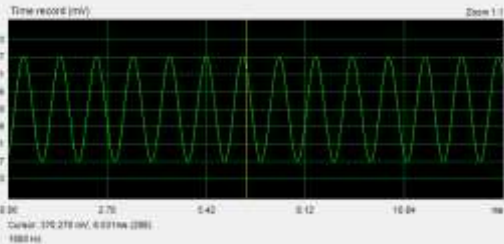
Material	v (m/s)
Hydrogen (0°C)	1286
Helium (0°C)	972
Air (20°C)	343
Air (0°C)	331
Liquids at 25°C	
Material	v (m/s)
Glycerol	1904
Sea water	1533
Water	1493
Mercury	1450
Kerosene	1324
Methyl alcohol	1143
Carbon tetrachloride	926
Solids	
Material	v (m/s)
Diamond	12000
Pyrex glass	5640
Iron	5130
Aluminum	5100
Brass	4700
Copper	3560
Gold	3240
Lucite	2680
Lead	1322
Rubber	1600

محدوده شنوایی

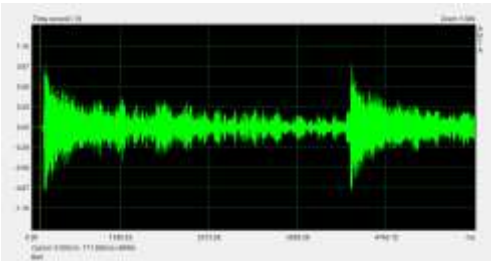
امواج مکانیکی میتوانند بصورت فرکانسهای متفاوت در محیط منتشر شوند، اما محدوده فرکانسهای قابل درک برای انسان بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز میباشد. امواج کمتر از ۲۰ هرتز را مادون صوت و امواج بیش از ۲۰۰۰۰ هرتز را فراصوت گویند.



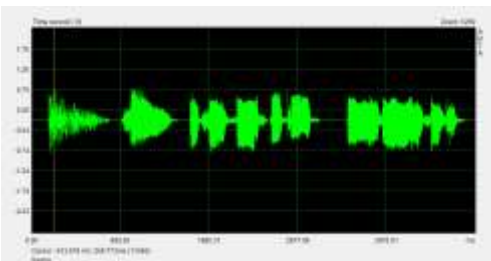
انواع صوت از نظر شکل امواج



❖ صوت ساده



❖ صوت مختلط دوره ای



❖ صوت مختلط غیر دوره ای

انواع صوت از نظر زمان تداوم

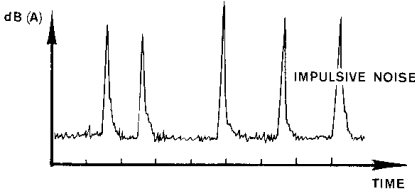
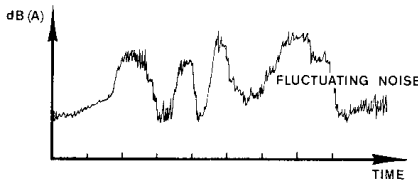
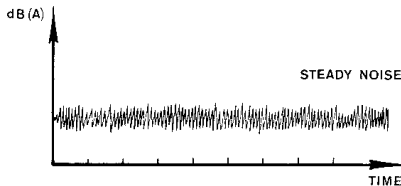
اصوات پیوسته

اصوات پیوسته: به اصواتی اطلاق میگردد که در طول زمان انشتار خود وقفه نداشته باشند. اصوات مکالمه و صدای صنعتی اغلب از این گروه هستند. این گروه خود به سه دسته تقسیم میشوند:

الف- اصوات یکنواخت: در این گروه تراز فشار صوت تغییرات قابل ملاحظه نداشته و اغلب کمتر از ۵ دسیبل است. **Steady Noise**

ب- اصوات متغیر با زمان: در این دسته تغییرات تراز فشار در طول زمان بین ۵ تا ۱۵ دسیبل است. **Fluctuating Noise**

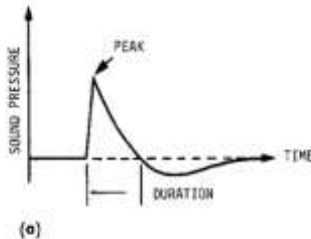
ج- اصوات منقطع یا نوبتی: در این دسته تغییرات تراز فشار صوت بیش از ۱۵ دسیبل در طول زمان است. **Intermittent Noise**



انواع صوت از نظر زمان تداوم

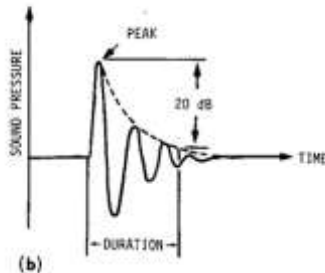
اصوات ضربه‌ای و کوبه‌ای

در این نوع اصوات موج فشار صوت در هر ضربه، در کسری از ثانیه و معمولاً کمتر از 0.5 ثانیه شروع و خاتمه مییابد. صدای ناشی از شلیک گلوله



پرسه‌های ضربه‌ای و ابزارهای پنوماتیک اغلب از این نوع هستند. با توجه به نحوه تولید به دو نوع تقسیم می‌شوند:

دسته اول: زمان اوج گیری موج فشار کوتاه بوده و دامنه فشار بسیار بزرگ است به طوری که در نقطه پیک خود ممکن است به 190 دسیبل نیز برسد. در این نوع از صدا موج فشار شکل ساده ای دارد. شلیک گلوله و انفجار میتواند چنین موج فشاری را ایجاد میکنند. نام اختصاصی این دسته از اصوات ضربه‌ای است. Impulsive



دسته دوم: صدای ناشی از پرسه‌های ضربه ای و ابزارهای بادی و به طور کلی منابع مرکب ضربه زن از این نوع است. نام اختصاصی این دسته از اصوات، کوبه ای ۲ است.

Impact

انواع صوت از نظر احساس فیزیولوژیک

Voice

Noise

بیناب صوتی

بدلیل وسیع بودن طیف فرکانس قابل درک برای انسان و همچنین وسیع بودن باند اصوات صنعتی، جهت مطالعه صوت بجای بررسی مقادیر دامنه های فشار (توان و یا شدت) در تک تک فرکانسها، محدوده فرکانس صوتی قابل درک را به نواحی قراردادی تقسیم می کنند و به هر ناحیه آن یک باند صوتی می گویند.

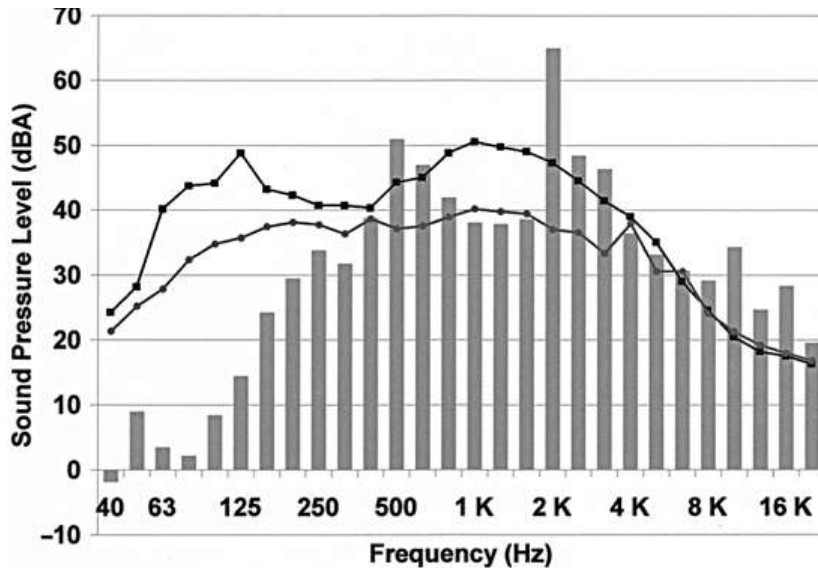
$$\frac{F_{n+1}}{F_n} = 2^k$$

➤ فرکانس حد پایین F_n

➤ اکتاو k

➤ فرکانس حد بالا F_{n+1}

بیناب صوتی



در صورتیکه $k = 1$ باشد:

$$\frac{F_{n+1}}{F_n} = 2^1 \Rightarrow F_{n+1} = 2F_n$$

$$F_C = \sqrt{F_{n+1} \times F_n} \Rightarrow F_C = \sqrt{2F_n^2} \Rightarrow F_C = \sqrt{2}F_n$$

$$\Rightarrow F_C = 1.4F_n$$

فرکانس حد پایین	فرکانس حد مرکزی	فرکانس حد بالا
۲۲/۵	۳۱/۵ Hz	۴۵
۴۵	۶۳	۹۰
۹۰	۱۲۵	۱۸۰
۱۸۰	۲۵۰	۳۶۰
۳۶۰	۵۰۰	۷۲۰
۷۲۰	۱۰۰۰	۱۴۴۰
۱۴۴۰	۲۰۰۰	۲۸۸۰
۲۸۸۰	۴۰۰۰	۵۷۶۰
۵۷۶۰	۸۰۰۰	۱۱۵۲۰
۱۱۵۲۰	۱۶۰۰۰	۲۳۰۴۰

کمیات لگاریتمی اندازه گیری صوت

در مقیاس مطلق دامنه کمترین مقدار قابل درک (آستانه احساس) با بیشترین میزانی که گوش بدون درد قادر به تحمل آن می باشد (آستانه دردناکی) وسیع است. این محدوده برای توان و شدت 10^{14} و برای فشار 10^7 واحد آنها است.

معلوم شده است که درک شنوایی انسان نسبت به تغییرات مقادیر مطلق، بصورت لگاریتمی است. تبدیل کمیت مطلق به کمیت لگاریتمی کار با آن را ساده و درک ذهنی از کمیت را آسان می کند. در این مقیاس، لگاریتمی از یک نسبت (تراز) محاسبه و بر حسب دسی بل (یک دهم بل) با علامت (dB) بیان می شود.

تراز

عبارت از نسبت کمیت اندازه گیری شده صوت به کمیت مبنا (آستانه درک) است. این نسبت ها بترتیب برای توان، شدت و فشار $\frac{P}{P_0}, \frac{I}{I_0}, \frac{W}{W_0}$ است. در این نسبت ها صورت کسر مقادیر اندازه گیری شده صوت و مخرج کسرها آستانه درک آنها توسط گوش انسان است. در مقیاس لگاریتمی سه کمیت با واحد دسی بل معرفی می گردد:

۱ - تراز توان صوت

۲ - تراز شدت صوت

۳ - تراز فشار صوت

تراز فشار صوت

تراز فشار صوت برابرست با:

$$SPL = 20 \times \log P/P_o$$

L = تراز فشار صوت (دسی بل)

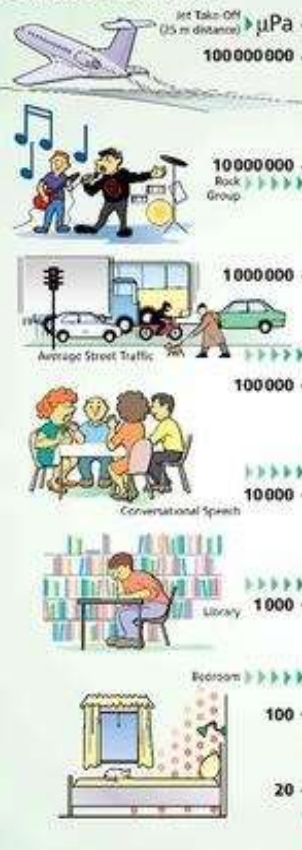
P = فشار موثر (پاسکال)

$P_o = 2 \times 10^{-5}$ فشار مبنا

مهمترین مقیاس شدت صوت دسی بل dB می باشد. این مقیاس لگاریتمی بوده . صفر دسی بل آستانه شنوایی انسان و ۱۴۰ دسی بل آستانه دردناکی اصوات است.

$$\frac{2 \times 10^{-5} \text{ W}}{P_0 I_0 W_0} \mu\text{bar} = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$$

SOUND PRESSURE



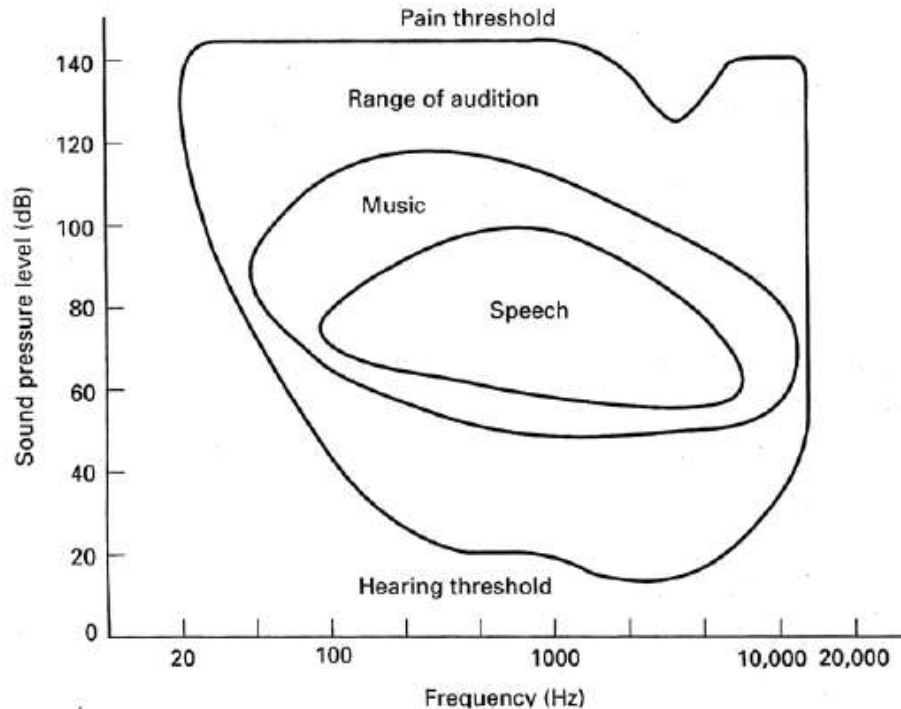
SOUND PRESSURE LEVEL



تراز فشار صوت



حدود شنوایی انسان



جمع ترازهای صوتی

$$LP_T(dB) = 10 \log \left[\sum_{i=1}^n 10^{LP_i/10} \right]$$

LP_T : تراز مجموع (کلی) فشار صوت (dB)

LP_i : تراز فشار صوت هر منبع یا تراز فشار صوت در

یک فرکانس خاص منبع (dB)

تمرین: جمع ترازهای صوتی زیر را محاسبه کنید:

Freq.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
SPL	72	74	76	80	86	86	84	66

جمع ترازهای صوتی

قاعده عددی:

تفاضل دو تراز (dB)	عددی که باید به تراز بزرگتر اضافه نمود
۰	۳
۱	۲/۶
۲	۲/۱
۳	۱/۸
۴	۱/۵
۵	۱/۲
۶	۱
۷	۰/۸
۸	۰/۶
۹	۰/۵
۱۰	۰/۴
۱۲	۰/۳
۱۴	۰/۲
۱۶	۰/۱
۱۹/۴	۰/۰

تمرین : ۱۲ دستگاه با تراز صدای ۷۲ دسی بل
 باهم روشن میشوند. مجموع صدای آنها چند
 دسی بل است؟

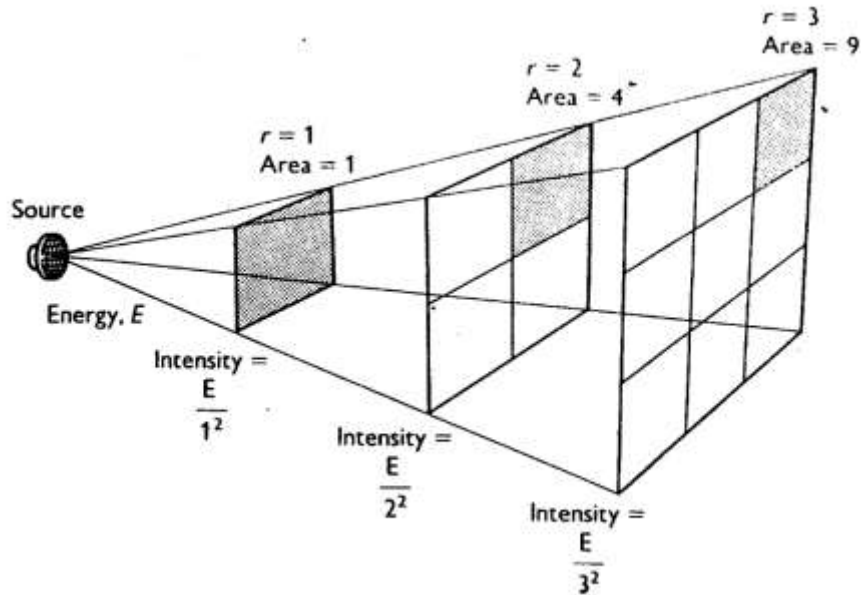
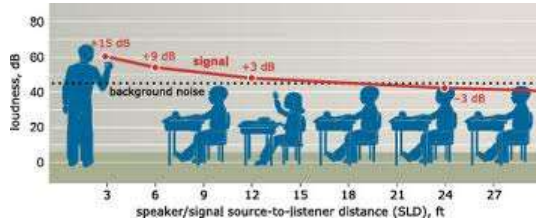
تفاضل ترازهای صوتی

$$LPs = 10 \log \left[10^{\frac{LP_T}{10}} - 10^{\frac{LP_B}{10}} \right]$$

LPs : تراز منبع مورد نظر dB

تمرین : در یک کارگاه تراز کلی صدا ۹۴ دسی بل است. با خاموش نمودن دستگاه A، تراز زمینه ۸۵ دسی بل اندازه گیری شده است. تراز فشار صوت دستگاه A را حساب کنید.

قانون عكس مجذور فاصله



منابع صوت

منظور از منابع صوت کلیه تولید کنندگان موج صوتی در پیرامون اعم از موجودات زنده و مصنوعات بشر و پدیده های طبیعی محیط هستند. لیکن ما در این بحث تنها به اصوات بصورت (Noise) توجه داریم.

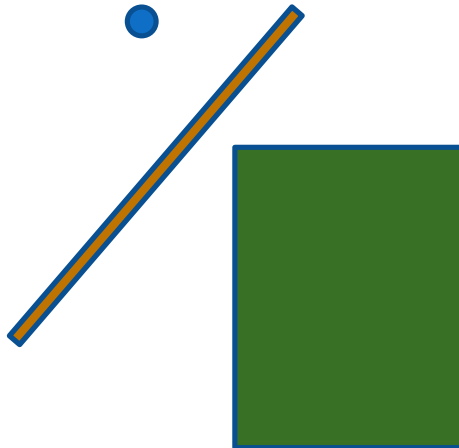
این منابع میتواند بصورت

☐ نقطه ای

☐ خطی

☐ سطحی

باشند.



انتشار صوت از منبع نقطه ای

در منبع نقطه ای انتشار امواج صوتی در فضای کروی و بصورت هم فاز در نظر گرفته می شود.

$$LP_2 = LP_1 - 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$

LP_1 : تراز فشار در فاصله r_1

LP_2 : تراز فشار در فاصله r_2

r_1 و r_2 : فاصله از منبع نقطه ای (m)

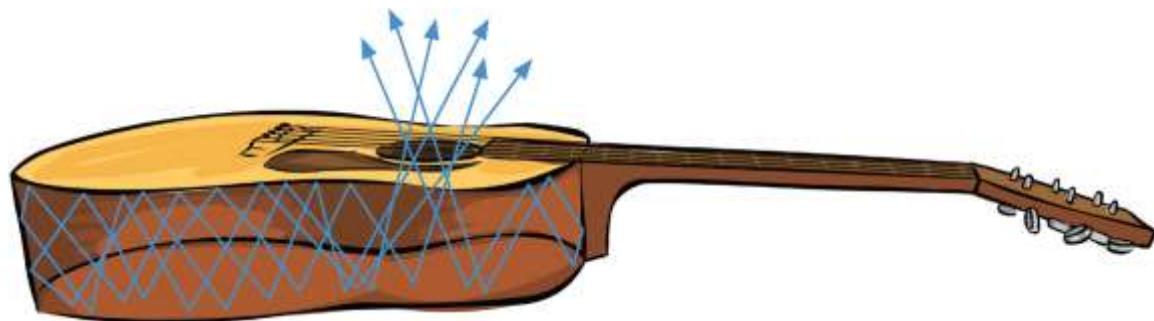
به ازای دو برابر شدن فاصله از

منبع نقطه ای، تراز فشار صوت

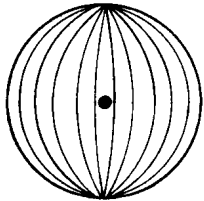
به اندازه ۶ دسی بل کاهش

می یابد.

اثر سطوح بازتابشی

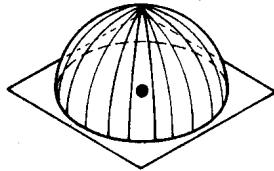


رابطه ضریب جهت و اندیس جهت



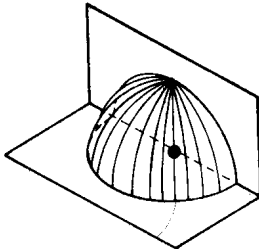
(a)

$Q = 1$
 $DI = 0$



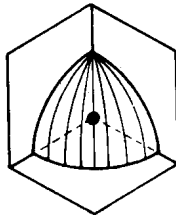
(b)

$Q = 2$
 $DI = 3\text{dB}$



(c)

$Q = 4$
 $DI = 6\text{dB}$



(d)

$Q = 8$
 $DI = 9\text{dB}$

$$LP_2 = LP_1 - 20\text{Log} \frac{r_2}{r_1} + DI$$

انتشار صوت از منبع نقطه ای

ضریب جهت Q :

تابعی از تعداد سطوح بازتابشی مجاور منبع صوتی می باشد و:

- اگر انتشار صوت در میدان آزاد و فضای کروی (بدون مانع) باشد، $Q = 1$ است.
- اگر در مجاورت منبع فقط یک سطح بازتابشی وجود داشته باشد (مثلا کف)، انتشار در نیمکره فرض می شود و $Q = 2$ است.
- اگر دو سطح بازتابشی موجود باشد، انتشار در کره و $Q = 4$ است.
- اگر سه سطح بازتابشی موجود باشد، انتشار در کره و $Q = 8$ است.

اندیس جهت DI :

فاکتوری بدون بعد است که تاثیر زوایای انتشار را مشخص میکند.

انتشار صوت از منابع خطی

منابعی که بصورت طولی در یک ردیف قرار گرفته اند، منابع خطی تولید صوت نام دارند. مجاری حاوی سیالات و قطار از این دسته اند.

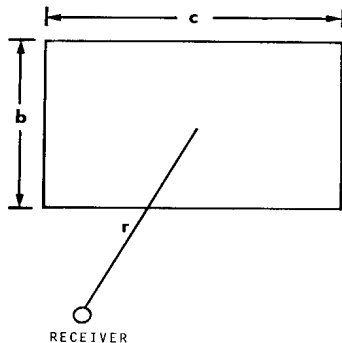
- منابع خطی پیوسته: مانند مجاری تهویه

$$LP_2(dB) = LP_1 - 10 \log \frac{r_2}{r_1}$$

۳ دسی بل کاهش به ازای دوبرابر شدن فاصله

انتشار صوت از منابع سطحی

اگر منابع خطی در چند ردیف قرار گرفته باشند، همچنین انتشار صوت از درب ها، پنجره ها و مانند آن سطحی منظور می گردند.

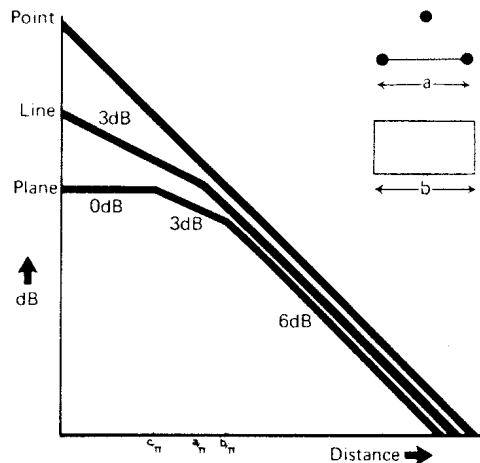


• $\Gamma < \frac{b}{\pi}$ «کاهش صوت صفر است»

• $\frac{c}{\pi} < r < \frac{b}{\pi}$ «همانند منابع خطی»

• $\Gamma > \frac{c}{\pi}$ «همانند منابع نقطه ای»

کاهش تراز فشار صوت به ازای دو برابر شدن فاصله از منابع مختلف



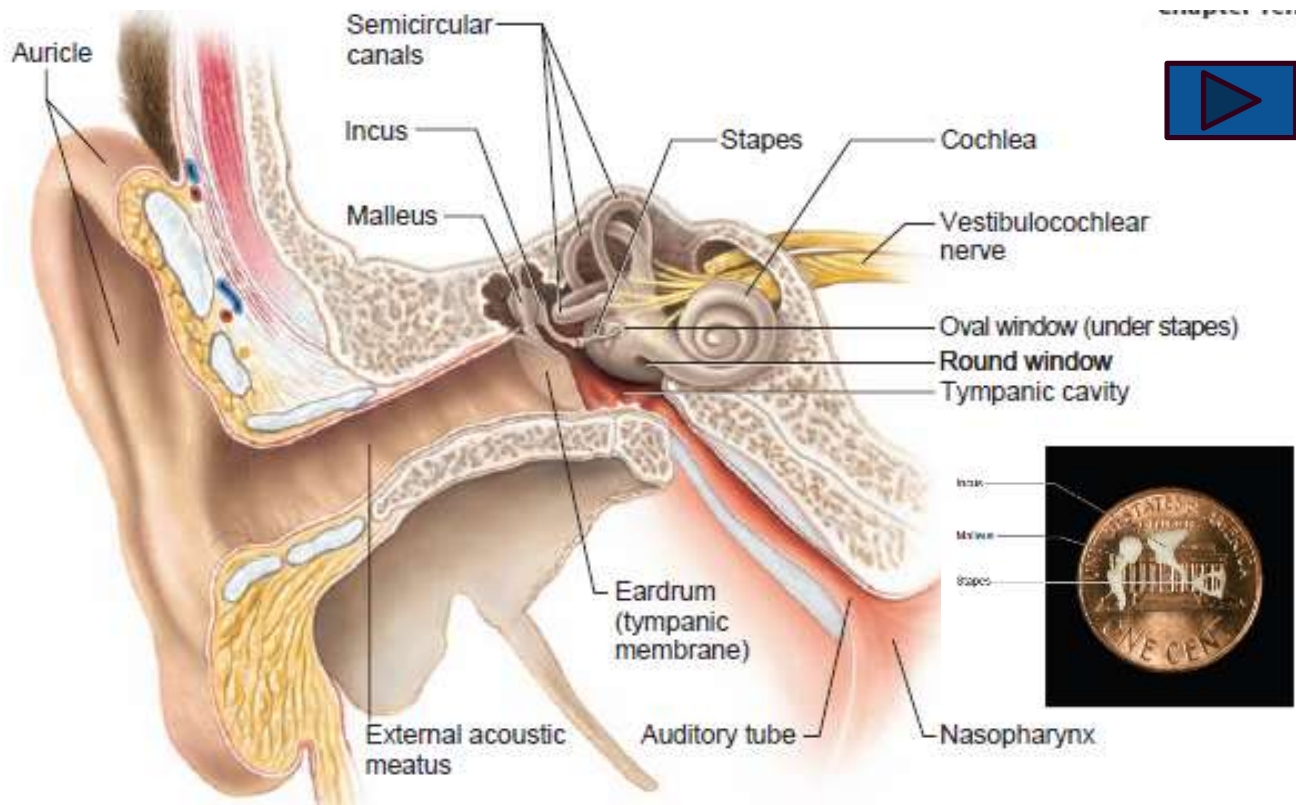
مقدمه ای بر آناتومی و فیزیولوژی گوش :

گوش از قسمتهای مختلفی تشکیل شده است. امواج صوتی مراحل مختلفی را درون گوش طی می کنند تا به اعصاب شنوایی تبدیل شوند. هر کدام از اجزای گوش روی این امواج تاثیر گذاشته (تقویت، جمع آوری ، تغییر فرکانس ، انتقال و...) و به اعصاب شنوایی می رسند. ساختمان گوش از قسمتهای مختلفی تشکیل شده است.

گوش خارجی، گوش میانی، گوش داخلی

طول مجرای گوش در بالغین ۲۵-۳۰ میلیمتر و قطر آن ۵ تا ۷ میلیمتر است. وظیفه مجرا هدایت صوت به سمت پرده صماخ و همچنین محافظت آن از آسیب های مستقیم میباشد. ضخامت پرده صماخ حدود ۰/۱ میلیمتر و مساحت آن حدود ۶۵ میلیمتر مربع است.

مقدمه ای بر آناتومی و فیزیولوژی گوش :



مقدمه ای بر آناتومی و فیزیولوژی گوش :

گوش میانی، شامل پرده صماخ و استخوانهای سته گانه چکشی، سندانی، رکابی است. محفظه گوش میانی در قسمت پایین دارای شکل شیپوری بوده و منتهی به یک راه ارتباطی به حلق میباشد که مجرای اوستاش نامیده میشود. مجرای اوستاش نقش مهمی در تخلیه ترشحات و تنظیم فشار در دو طرف پرده صماخ دارد. انتقال مکانیکی و تقویت انرژی صوتی دریافت شده توسط صماخ به دریچه بیضی به عهده گوش میانی است.

استخوان چکشی به پرده صماخ و رکابی به پرده بیضی متصل است و رابط این دو، استخوان سندانی است.

مقدمه ای بر آناتومی و فیزیولوژی گوش :

گوش داخلی شامل حلزون، شبکه عصبی انتقالی و در مجاورت آن مجاری نیم دایره تعادلی است که نقش آن حفظ تعادل اندامهای حرکتی میباشد. حلزون گوش اندامی است استخوانی و مارپیچ که $\frac{2}{5}$ دور حول محور مرکزی خود چرخیده است. درون این مجرای استخوانی با سه کانال محتوی مایع آندولنف بوده

و گیرنده های دستگاه

شنوایی در آن قرار دارد.

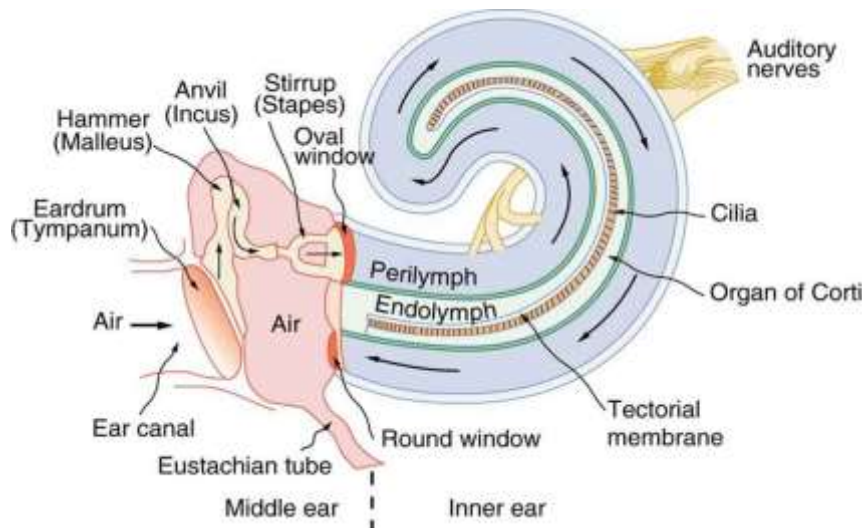
امواج صوتی عبوری از

دریچه بیضی در این

سیستم دریافت و به

گیرنده های عصبی شنوایی

منتقل میگردد.



اثرات صدا بر انسان

(1) صدمه به دستگاه شنوایی

(2) تداخل با مکالمه

(3) اثر روی اندام بینایی

(4) اثر بر سیستم تعادلی مانند: گیجی ، تهوع ، اختلال در راه رفتن

(5) ناراحتی اجتماعی: مانند اثر بر خواب و روابط اجتماعی و خانوادگی

(6) اثرات عصبی: اثر بر دستگاه گوارش شامل اختلالات

(7) اثر روی الکترولیتها: مخصوصاً روی نگهداری سدیم در ادرار نقش محدود

کننده دارد. مواجهه با صدا در تطابق بدن با گرما نقش منفی دارد

(8) اثرات جانبی: شامل کاهش راندمان کار، افزایش ریسک حوادث.

اثرات صدا بر انسان

- (9) اثرات روانی: هیجان، تحریک پذیری و اختلالات روانی
- (10) اثرات فیزیولوژیک عمومی: صدا میتواند باعث تحریک عصبی شده و ضربان قلب، فشار خون و مصرف اکسیژن و تعداد تنفس را افزایش دهد
- (11) اثر ذهنی صدا: برای همه افراد چه در محیط کار و چته در اجتماع اثر ذهنی صدا یکسان نبوده و افراد مختلف از نظر اثرات روانی و عصبی آن یکسان تحت تأثیر قرار نمیگیرند لذا ممکن است یک صدای واحد برای بعضی افراد قابل تحمل و برای دیگران آزار دهنده باشد. این عامل مستقل از تراز فشار است و منحصر به ترازهای بالا نیز نیست.

واکنش سیستم شنوایی بدن انسان در مقابل اصوات آزار دهنده

۱- تطبیق:

۲- تغییر موقت آستانه شنوایی:

۳- تغییر دائمی آستانه شنوایی:

۴- تغییر آستانه شنوایی غیر قابل برگشت:

افت شنوایی - ناشی از سن

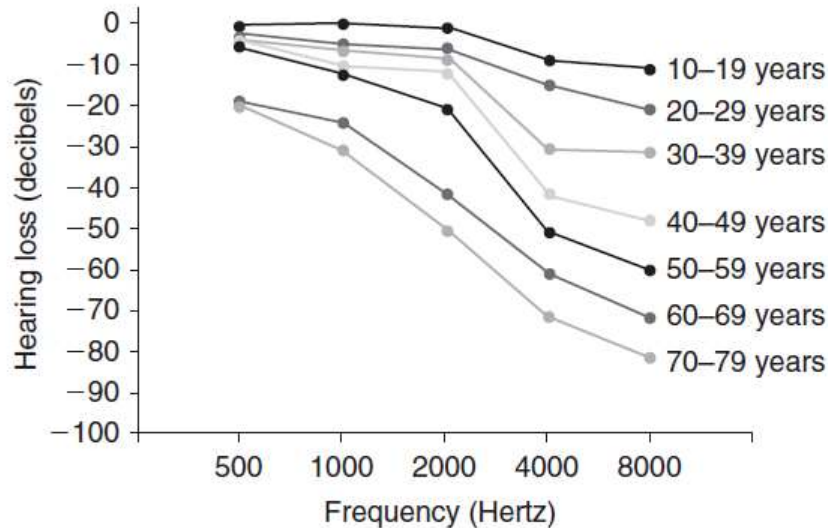


FIGURE 6.14 Changes in frequency response of the ear with age (Beales, 1965).

واکنش سیستم شنوایی بدن انسان در مقابل اصوات آزار دهنده

۱- **تطبیق:** چنانچه سیستم شنوایی انسان در معرض تراز صوتی بالایی قرار گیرد، خود را با شرایط جدید تطبیق میدهد تا از آسیبهای احتمالی در امان باشد.

۲- **تغییر موقت آستانه شنوایی:** این مرحله بعد از مرحله تطبیق شکل میگیرد و در صورت ادامه مواجهه با ترازهای صوتی بالا، خستگی و کری موقت ایجاد میشود.

۳- **تغییر دائمی آستانه شنوایی:** چنانچه تماس فرد با ترازهای صوتی بالا طولانی گردد، اثرات سوء شنوایی عمیقتر شده و دائمی میشوند.

۴- **تغییر آستانه شنوایی غیر قابل برگشت:** در این مرحله سلولهای شنوایی آسیب دیده و تغییر غیر قابل برگشت آستانه شنوایی را باعث میشوند.

استانداردهای آلودگی صوتی

نوع منطقه	روز از ساعت ۷ الی ۲۲ dB(A)	شب از ساعت ۲۲ الی ۷ dB(A)
منطقه مسکونی	۵۵	۴۵
منطقه تجاری-مسکونی	۶۰	۵۰
منطقه تجاری	۶۵	۵۵
منطقه مسکونی-صنعتی	۷۰	۶۰
منطقه صنعتی	۷۵	۶۵

استانداردهای آلودگی صوتی

حداکثر تراز صوت مجاز برای مشاغل ۸۵ دسی بل طی ۸ ساعت کار تعیین شده که به ازای افزایش هر ۳ دسی بل زمان مواجهه فرد نصف می شود. برای محیط های اداری این مقدار ۵۵ دسی بل تعیین شده است.

Accepted exposure times for noise before damage occurs

Noise Exposure dB(A)	Duration per day before damage occurs
85	8 hours
88	4
91	2
94	1
97	30 mins
100	15
103	8
106	4
109	2
115	30 secs

اندازه گیری صدای ماشین آلات



موضوع تحقیق
۲ نمره

اندازه گیری
صدای یک ابزار
برقی و یا یک
محصول
خانگی



وسایل اندازه گیری

3.1.Digital Sound Level Meter

Model ST-8851

Standard applied: IEC61672-1 Class 2

Measuring level range: 30dB ~ 130dB

Frequency weighting: A

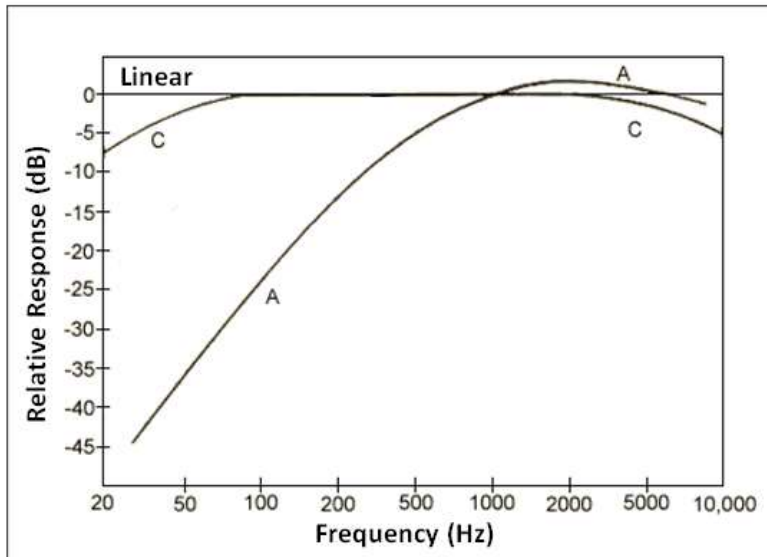
Time weighting: FAST



شبکه توزین فرکانس

گوش انسان به فرکانسهای بم حساسیت کمتری دارد. به عبارت دیگر، آستانه شنوایی در این فرکانسها بالاتر است. در شبکه A مقادیر تراز فشار صوت متناسب با حساسیت گوش انسان در ترازهای پایین توزین میشود. تراز اندازه گیری شده در این وضعیت بر حسب dBA بیان میگردد. استانداردهای مواجهه بر این مبنا هستند.

شبکه وزنی C نیز مطابق با درک حسی گوش در ترازهای بالاتر از ۸۵ دسیبل میباشد. شبکه دیگر شبکه خطی linear است که با Z یا lin نشان داده می شود که دقیقاً برابر با تراز واقعی فشار صوت بدون وزن دهی در فرکانس ها است.



وسایل اندازه گیری

دستگاه را بر روی حالت A و Slow قرار دهید.
داده های بدست آمده در ۶۰ ثانیه را یادداشت کنید.
میانگین داده های ۶۰ ثانیه را بدست آورید.
باید بین صدای زمینه و صدای دستگاه شما
حداقل ۲۰ دسی بل اختلاف وجود داشته باشد.



وسایل اندازه گیری

3.2.Android App: Noise Meter

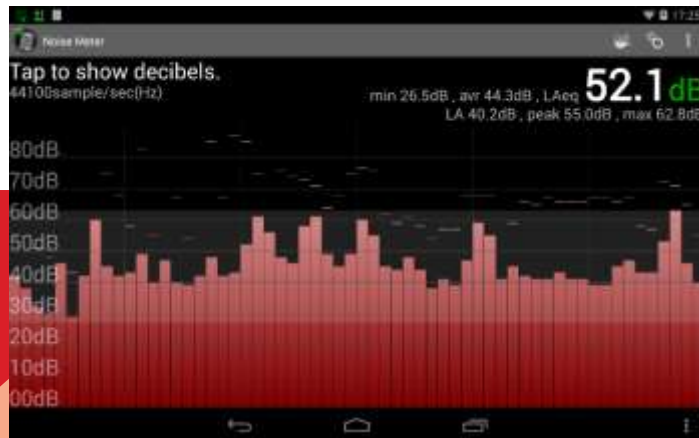
Setting>input>Gain: calibrate with 2.1.Digital Sound Level Meter

Setting>input>Update rate: 0.5 sec

Setting>input>Calculation Period: 60sec

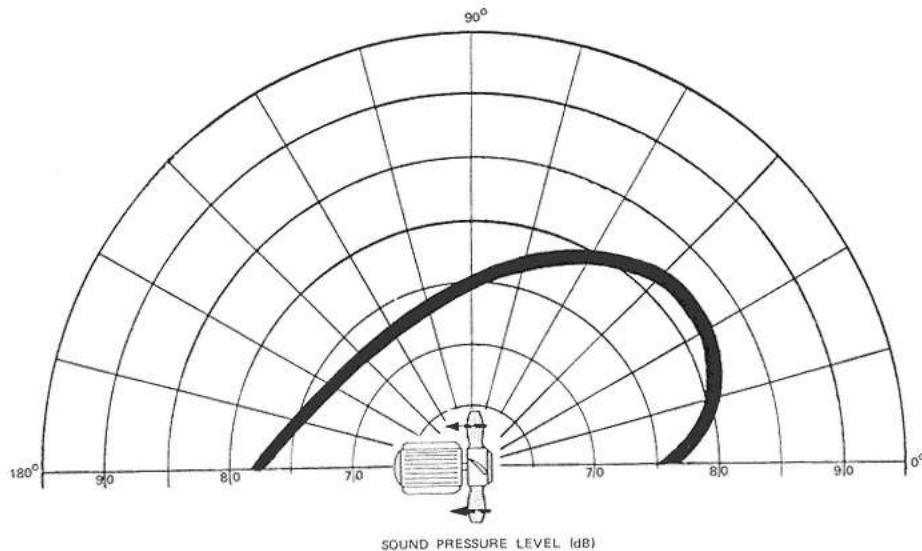
Setting>Digital filter>Filter: dB(A)

Data: LAeq ../. dB



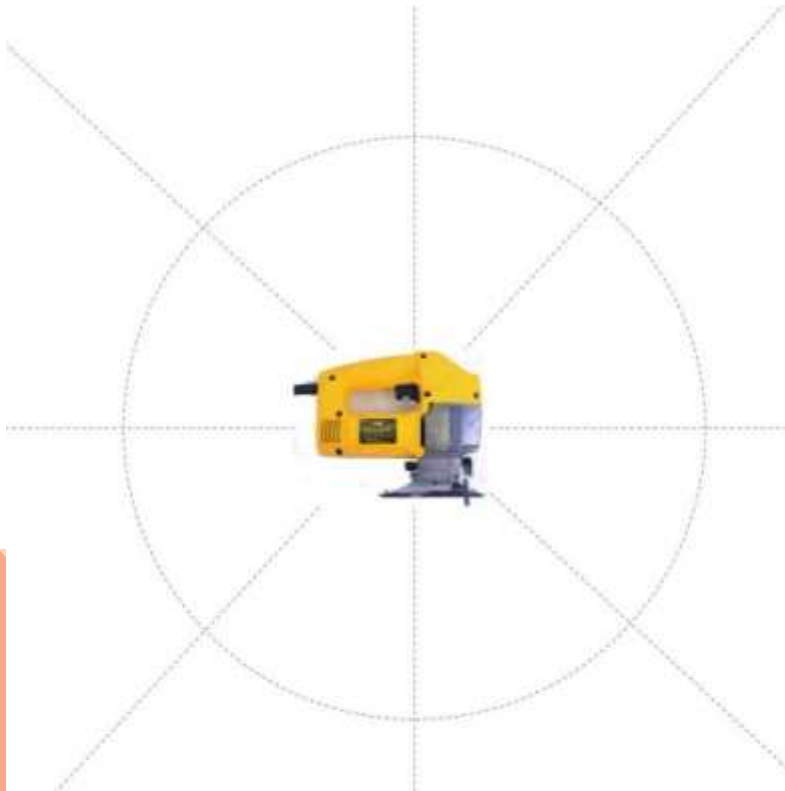
اندازه گیری

نقشه صوتی محصول را رسم نمایید



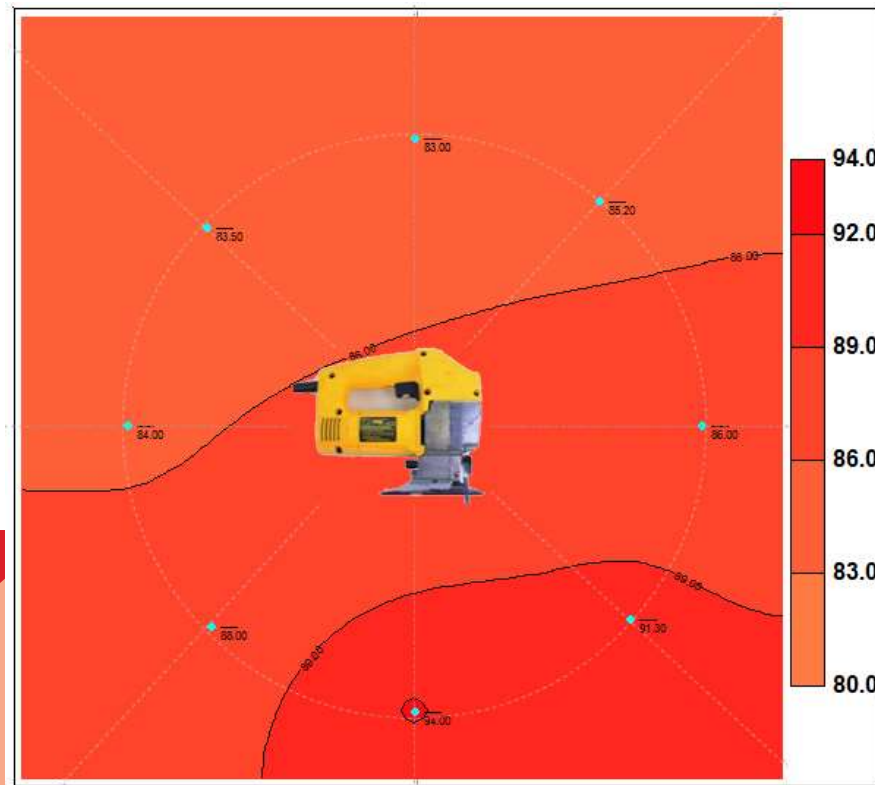
نقشه انتشار صدای محصول

اره عمود بر



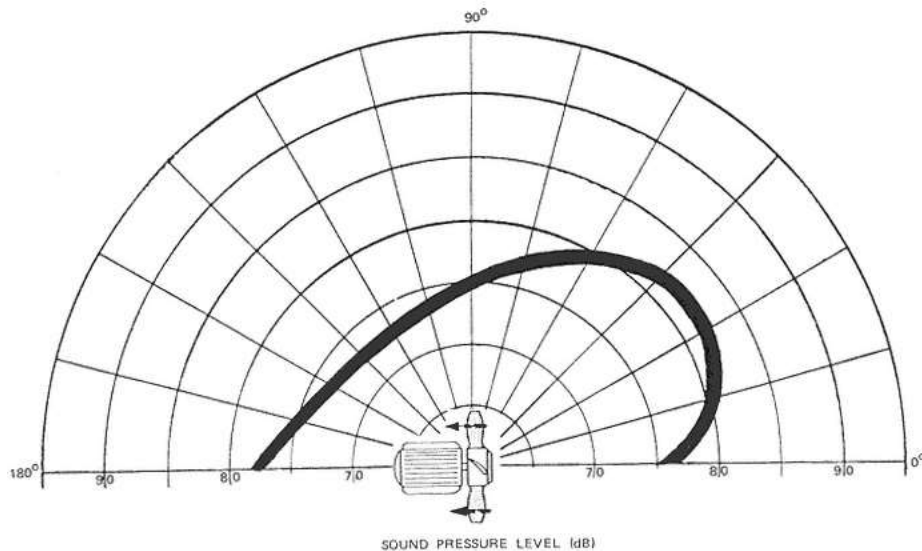
نقشه انتشار صدای محصول

اره عمود بر



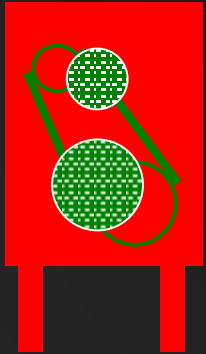
اندازه گیری

نقشه صوتی محصول را رسم نمایید



کنترل صدا

Source



Path

Receiver



روشهای کنترل و کاهش آلودگی صوتی

جهت کنترل آلودگی صوتی باید سه مرحله مد نظر قرار گیرد:

۱- کاهش و کنترل صدای منبع تولید کننده صوت

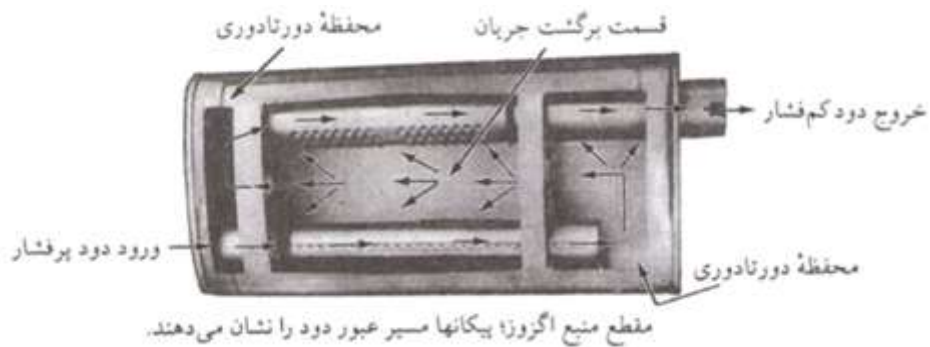
۲- کاهش و کنترل صدا در مسیر انتشار صوت

۳- کاهش و کنترل صدا در محل دریافت صوت

۱- کاهش و کنترل صدای منبع تولید کننده صوت

- ✓ استفاده از پایه های جاذب ارتعاش
- ✓ محکم کردن قطعه های بدنه
- ✓ استفاده از صدا خفه کن ها
- ✓ تغییر جهت انتشار صدا در محیط
- ✓ کاهش انتشار صدا از منبع
- ✓ جدا کردن فیزیکی قطعات سخت از یکدیگر
- ✓ استفاده از فنرها و واشرها
- ✓ استفاده از مواد میراکننده

صدا خفه کن ها

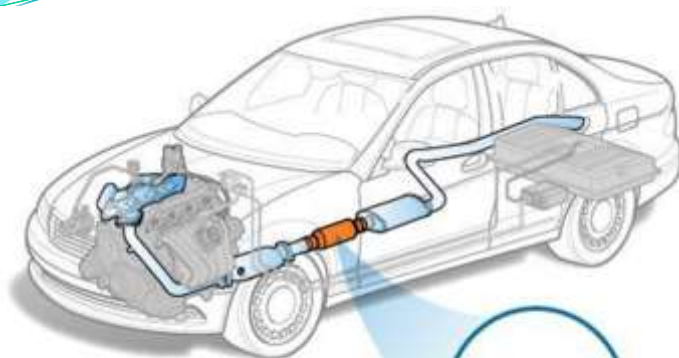


صدا خفه کن ها

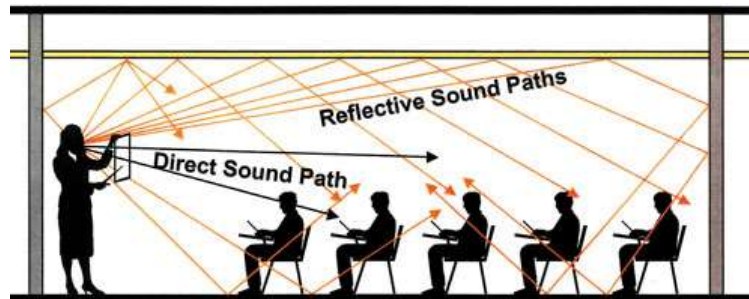
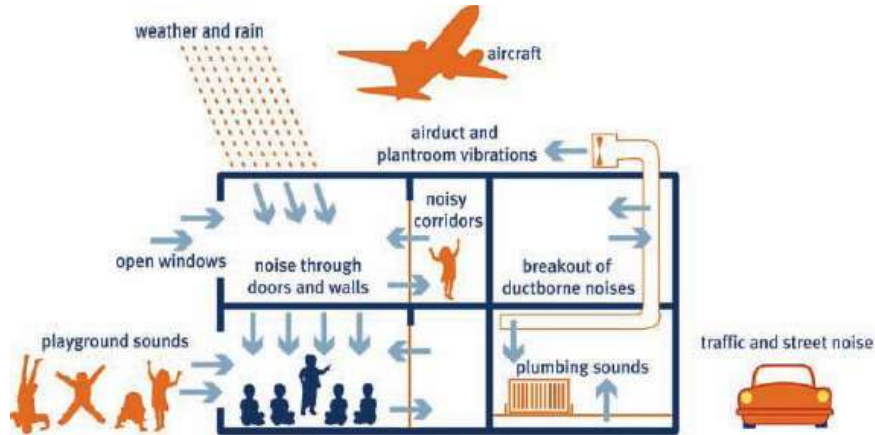
تمام گازهای تولیدی پس از احتراق ، در مرحله ی اول وارد منیفولد شده و پس از جمع آوری، وارد یک لوله شده و به طرف منبع اگزوز هدایت می شوند. این گازها، نظمی خاص دارند و چون حاصل احتراقند ، صدای زیادی دارند. از آنجا که در مرحله ی خروج و کم صدا کردن گازها، مقاومتی در برابر آنها ایجاد می شود، برای تقویت آن باید مقاومت را به حداقل رساند. انباره ی صدا خفه کن اگزوز ، وظیفه ی کاستن سرعت گازهای خروجی و بی صدا کردن آنها را بر عهده دارد.

هدف از به کارگیری منبع اگزوز خنک کردن و کاهش فشار دود و نیز تخفیف سر و صدای سیستم تخلیه ی دود است. منبع اگزوز تعدادی سوراخ، مجرا و محفظه دارد که از آنها عبور می کند. این مجموعه، امواج پرفشار و پرسروصدای ناشی از باز شدن سوپاپ های دود را خفه می کند.

صدا خفه کن ها



۲- کاهش و کنترل صدا در مسیر انتشار صوت



۲- کاهش و کنترل صدا در مسیر انتشار صوت

✓ افزایش فاصله بین منبع صوت و شنونده

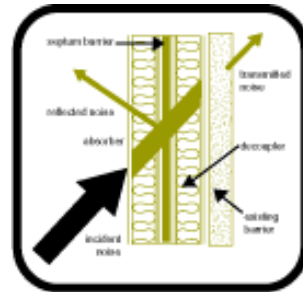
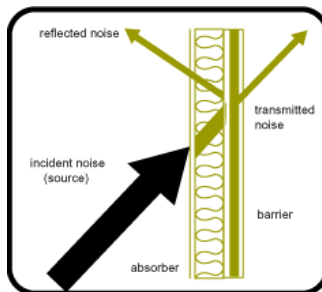
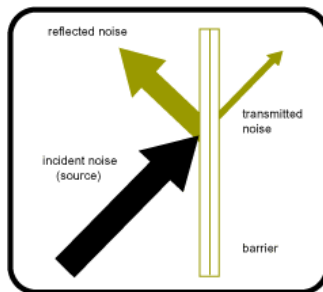
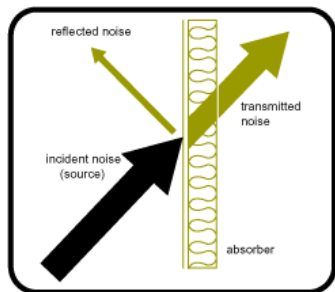
✓ استفاده از موانع و حاجب ها

✓ استفاده از جاذب های صوتی

• جاذب های صفحه ای یا لایه ای (فرکانس پایین)

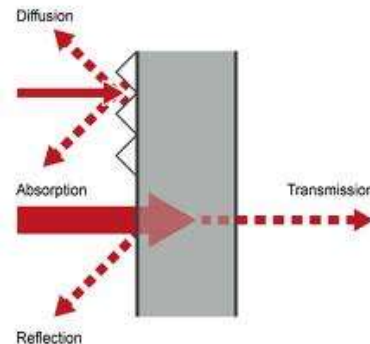
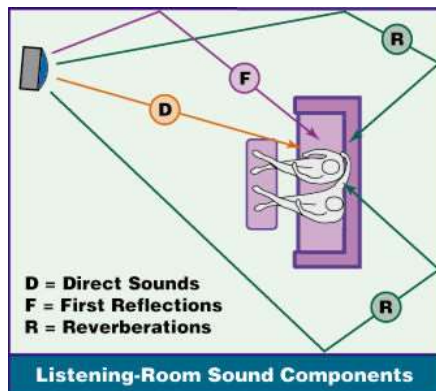
• جاذب های سوراخدار (فرکانس های بالا)

✓ ایزولاسیون صوتی



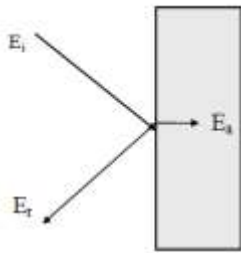
جذب صوت

وجود سطوح انعکاسی در اطراف منابع صوتی باعث می‌شود که تراز فشار صوت بعلت انعکاس مکرر افزایش پیدا کند. این میزان افزایش به تعداد و مشخصات سطوح بازتابشی بستگی دارد. اگر یک منبع صوتی توسط فقط سه سطح احاطه شده باشد تا ۹ دسی بل افزایش تراز فشار صوت خواهد داشت و افزایش سطوح به ۶ سطح می‌تواند بطور مضاعف باعث تشدید صدای منبع گردد.



ضریب جذب صوت

عبارت از نسبت انرژی صوتی جذب شده به انرژی صوتی اولیه



$$\alpha = \frac{E_r}{E_i}$$

α : ضریب جذب صوتی دیواره (نسبتی از یکا)
 E_i : انرژی اولیه صوت (شدت یا فشار)
 E_a : انرژی جذب شده صوت (شدت یا فشار)

با توجه به رابطه ضریب جذب صفر به

معنی انعکاس تمام صوت، ضریب

جذب ۰/۵ معادل جذب ۵۰٪ از انرژی

و ضریب ۱ جذب کل انرژی صوتی است.

ضریب جذب مصالح در مقابل ضریب انعکاس

صوت آنهاست و هرچه ضریب جذب بالاتر باشد ضریب انعکاس کمتر است. تمام مواد جاذب صوت در ویژگی تخلخل و چگالی کم، مشترک هستند. ضریب جذب دیواره ها نیز با افزایش ضخامت آن بطور خطی افزایش می یابد.

ضریب جذب صوتی برخی مواد و مصالح در فرکانس های مختلف

فرکانس (هرتز)						نام ماده
۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	
۰/۰۷	۰/۲۳	۰/۸۴	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۸۰	پشم شیشه (۴ پوند در فوت مربع): ۱ اینچ ضخامت
۰/۲۰	۰/۵۵	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۸۳	۰/۷۹	۲ اینچ ضخامت
۰/۳۹	۰/۹۱	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۸۹	۴ اینچ ضخامت
۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۴۵	۰/۸۱	فوم پلی اورتان ۲۵/۰ اینچ ضخامت
۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۵۷	۰/۸۹	۰/۹۸	۵۰/۰ اینچ ضخامت
۰/۱۴	۰/۳۰	۰/۶۳	۰/۹۱	۰/۹۸	۰/۹۱	۱ اینچ ضخامت
۰/۳۵	۰/۵۱	۰/۸۲	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۵	۲ اینچ ضخامت
۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۲۹	۰/۶۳	۰/۸۳	۰/۸۷	نمد و موکت: ۵۰/۰ اینچ ضخامت
۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۵۷	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۷۳	فرش یا موکت پرز دار
۰/۰۶	۰/۳۱	۰/۸۰	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۸۷	فرش با یک اینچ ضخامت
۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۳۵	پرده نازک
۰/۰۷	۰/۳۱	۰/۴۹	۰/۷۵	۰/۷۰	۰/۶۰	پرده متوسط
۰/۱۴	۰/۳۵	۰/۵۵	۰/۷۲	۰/۷۰	۰/۶۵	پرده ضخیم

نمونه‌ای ضریب جذب صوتی مصالح مختلف ساختمانی و برخی جاذبه‌های صوتی

فرکانس (هرتز)						نام ماده
۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۷	آجر - رنگ نشده
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	آجر - رنگ شده
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	بتن - رنگ نشده
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	بتن - رنگ شده
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۷	بلوک بتنی - رنگ نشده
۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۸	بلوک بتنی - رنگ شده
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	کف: پارکت پلاستیکی یا کف لاستیکی یا موکت روی بتن
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۷	کف: پارکت چوبی روی آسفالت یا بتن
۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۷	کف چوبی یا الوار ورنی خورده
۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۵	شیشه سنگین یک سطح وسیع
۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	شیشه پنجره
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	سطح آب استخر
۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	ورقه گچی ۵/۰ اینچ
۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	سطوح گچی یا گلی پرداخت نشده
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	سطوح گچی یا گلی پرداخت شده
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	سنگ یا کاشی لعاب خورده
۰/۵۸	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۷	ورقه چوبی سخت ۲۵/۰ اینچ
۰/۲۸	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۱۱	نئوپان یک سانتیمتر ضخامت

ضریب جذب کلی – Noise Reduction Coefficient (NRC)

$$NRC = \frac{\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1000} + \alpha_{2000}}{4}$$

Material	NRC
Brick, painted	02. - 00.
Brick, unpainted	05. - 00.
Carpet, indoor-outdoor	20. - 15.
Carpet, heavy on concrete	30. - 20.
Carpet, heavy on foam rubber	55. - 30.
Concrete (smooth), painted	05. - 00.
Concrete (smooth), unpainted	20. - 00.
Concrete (block), painted	0.05
Concrete (block), unpainted	35. - 05.
Cork, floor tiles (3/4" thick)	15. - 10.
Cork, wall tiles (1" thick)	70. - 30.
Drapery, light weight (10oz.)	15. - 05.
Drapery, medium weight (14oz.), velour draped to half	0.55
Drapery, heavy weight (18oz.), velour draped to half	0.6
Fabric on Gypsum	0.05
Fiberglass, 3-1/2" batt	95. - 90.
Fiberglass, 1" Semi-rigid	75. - 50.

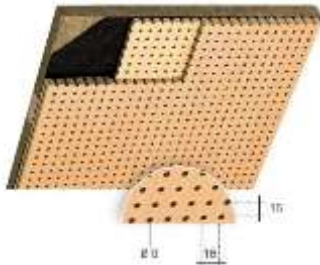
Material	NRC
Glass	10. - 05.
Gypsum	0.05
Linoleum on Concrete	05. - 00.
Marble	0
Plaster	0.05
Plywood	15. - 10.
Polyurethane Foam (1" thick, open cell, reticulated)	0.3
Rubber on Concrete	0.05
Seating (occupied)	85. - 80.
Seating (unoccupied), metal	0.3
Seating (unoccupied), wood	0.3
Seating (unoccupied), fabric upholstered	0.6
Seating (unoccupied), leather upholstered	0.5
Soundboard (1/2" thick)	0.2
Sprayed Cellulose Fibers (1" thick on concrete)	75. - 50.
Steel	10. - 00.
Terrazzo	0
Wood	15. - 05.

انواع جاذب صوتی

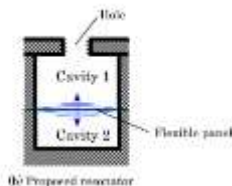
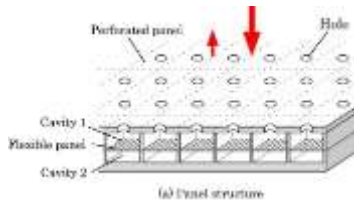
۱ - جاذب صفحه‌ای ساده.



۲ - جاذب صفحه‌ای سوراخدار



۳ - جاذب محفظه‌ای (حفره‌ای)



نحوه بکارگیری جاذب های سطحی آویزهای جذبی

✓ افزایش سطوح جاذب ها

✓ جلوگیری از انعکاسات سقف



جاذب سطحی مطلوب

✓ تخلخل

✓ چگالی کم

✓ غیرهمگن بودن از نظر جنس

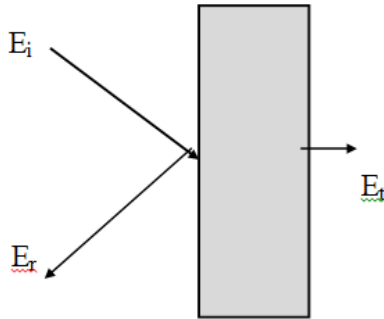
✓ ضریب جذب بالا در فرکانسهای مرتبط

✓ زاویه برخورد صوت با جاذب

عایق بندی صوتی – Sound Isolation

عایق بندی صوتی در مقابل عبور صوت از یک مکان به مکان دیگر با استفاده از دیواره عایق یا مانع امکانپذیر می‌گردد. عایق بندی صوتی هر دیواره تابعی از ضریب عبور یا ضریب انتقال صوت است. ضریب انتقال صوت، نسبت انرژی

عبوری به انرژی
برخوردی به هر
دیواره است.



$$\tau = \frac{E_t}{E_i}$$

τ : ضریب انتقال صوت از دیواره
 E_t : انرژی عبوری (فشار یا شدت صوت)
 E_i : انرژی صوتی اولیه یا برخوردی به دیواره (فشار یا شدت صوت)

۳- کاهش و کنترل صدا در محل دریافت صوت

✓ کاهش زمان تماس

✓ پلاک گوش (Ear plug)

✓ گوشی (Ear muff)





موضوع تحقیق

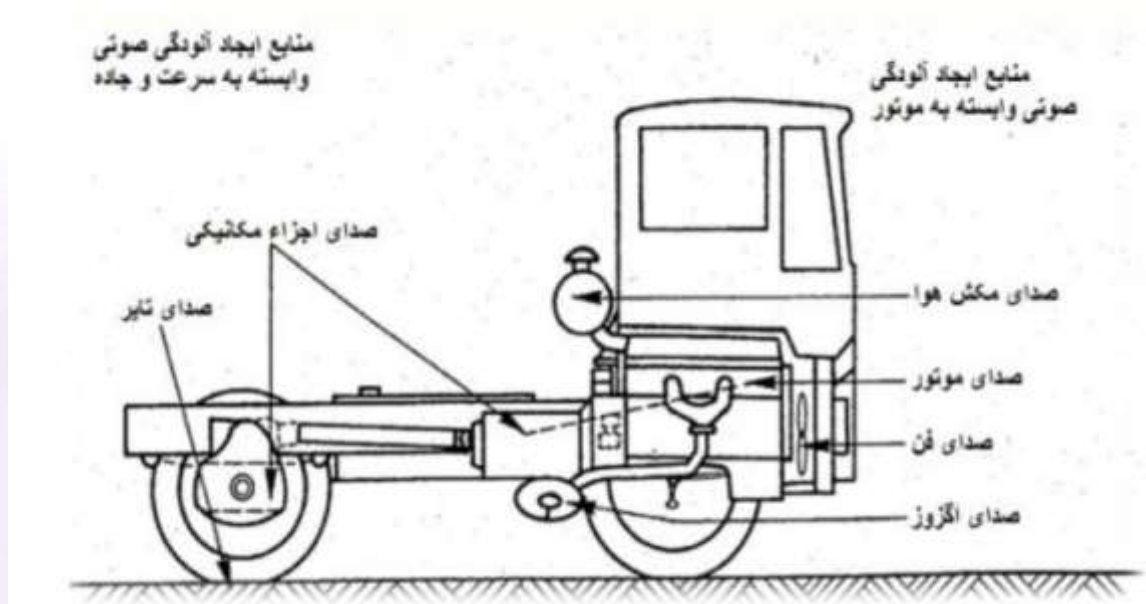
معرفی روش
های کنترل
صدا در وسایل
خانگی

کنترل صدا در ماشین آلات پیشرفته

Identify Noise Sources

**Define main
Noise Source in
the machine**

Identify Noise Sources



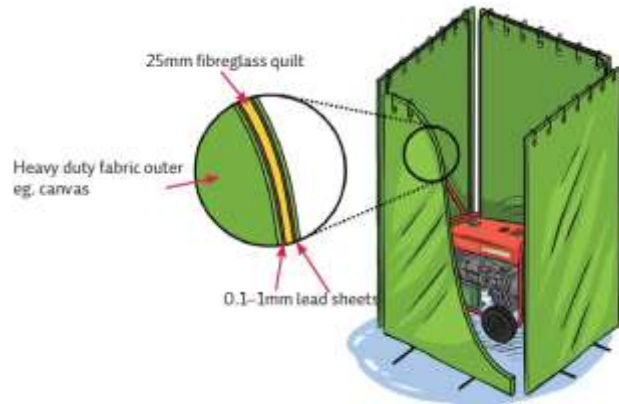
Make solutions

1. Maintenance and repair
2. Absorption
3. Enclosure
4. Isolation
5. Design & Change Technology

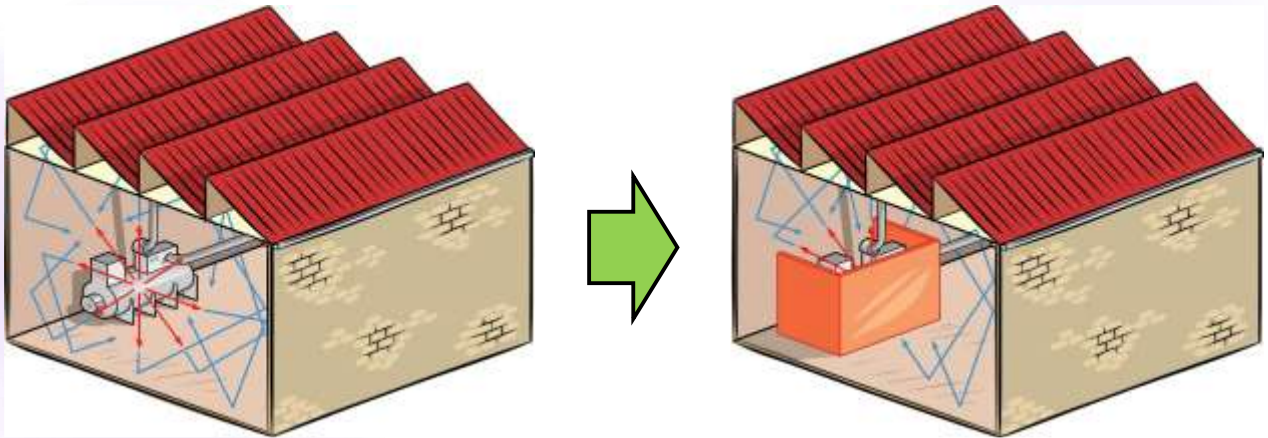
Maintenance and repair



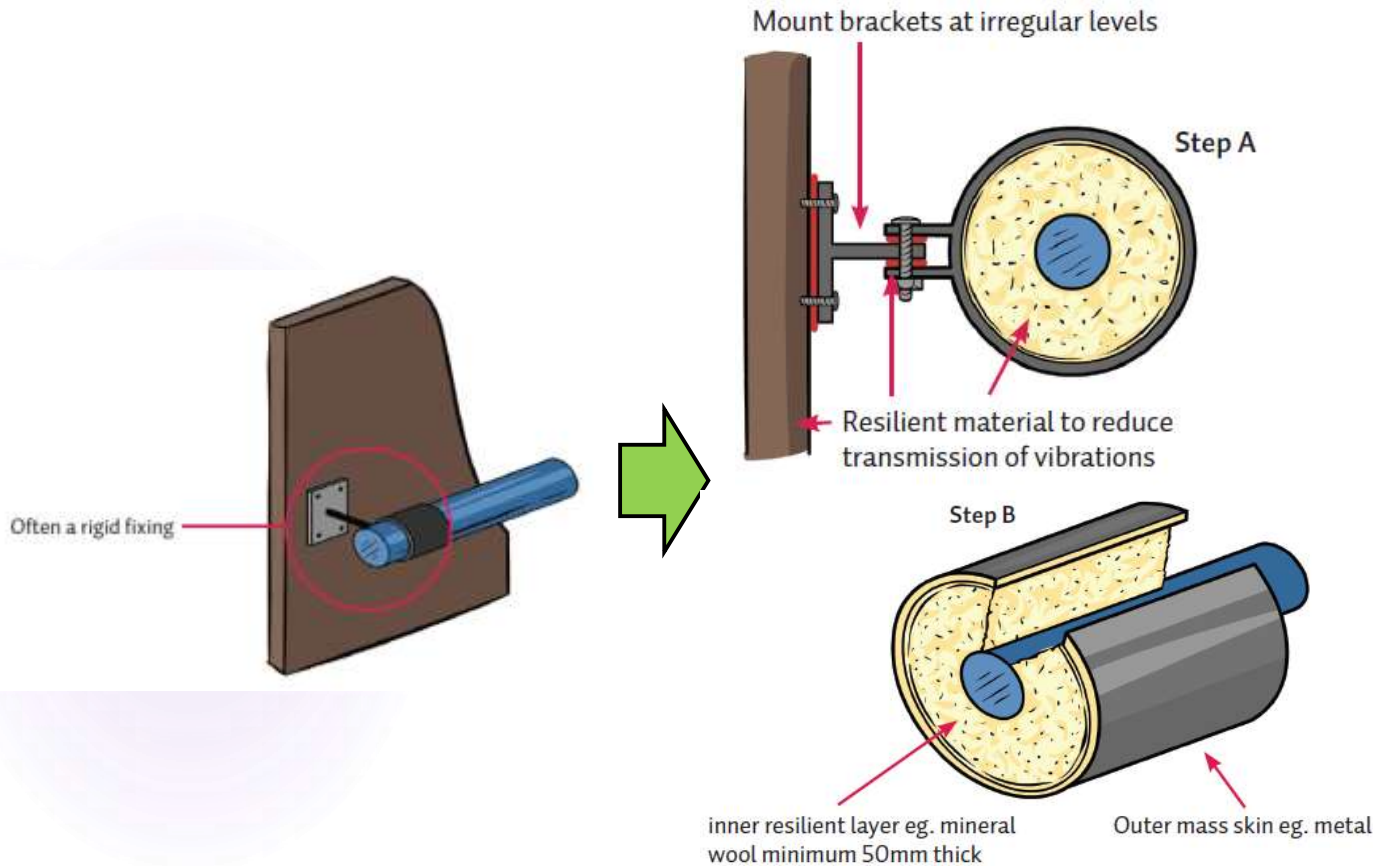
Absorption



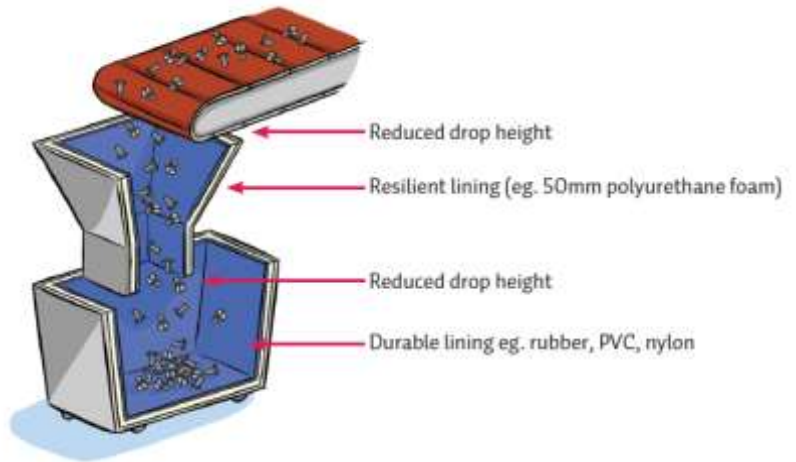
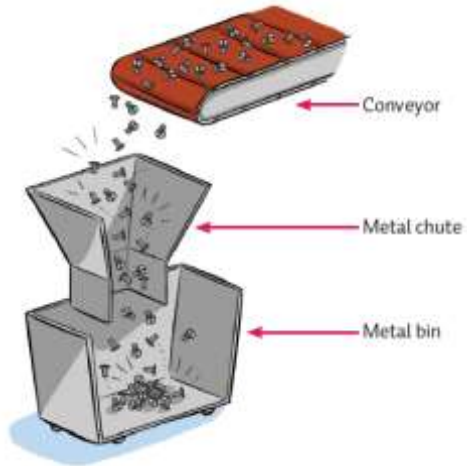
Absorption



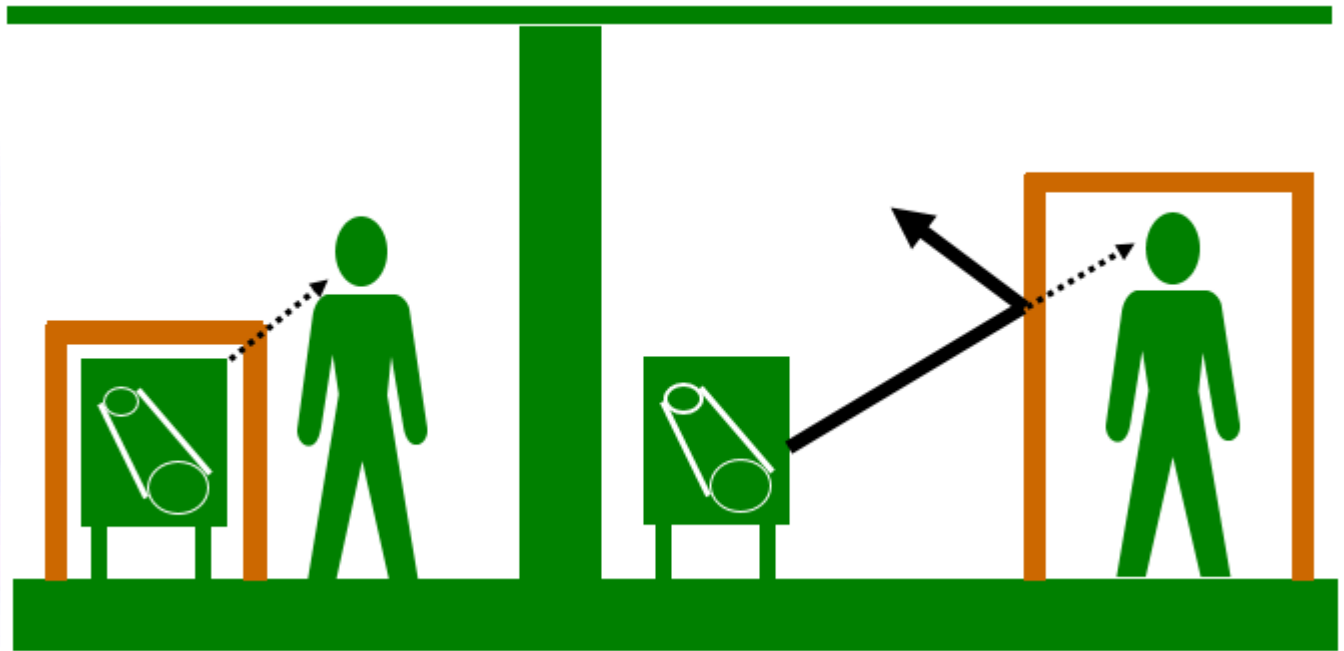
Absorption



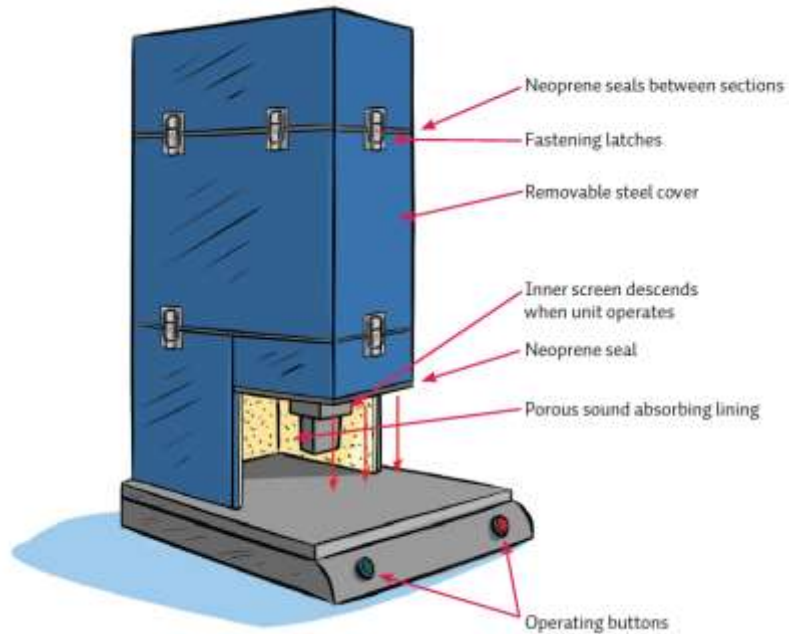
Absorption



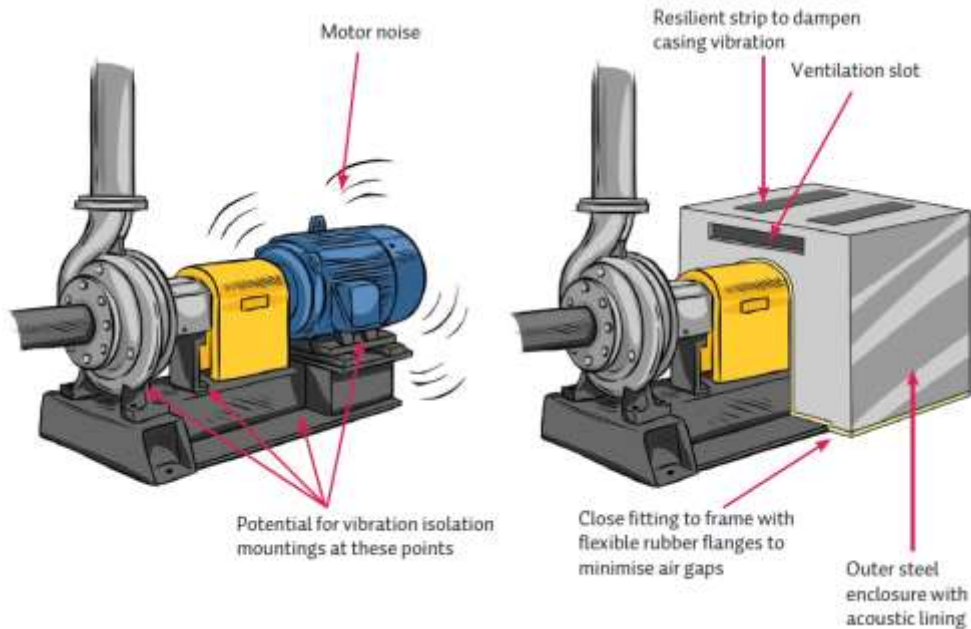
Enclosure



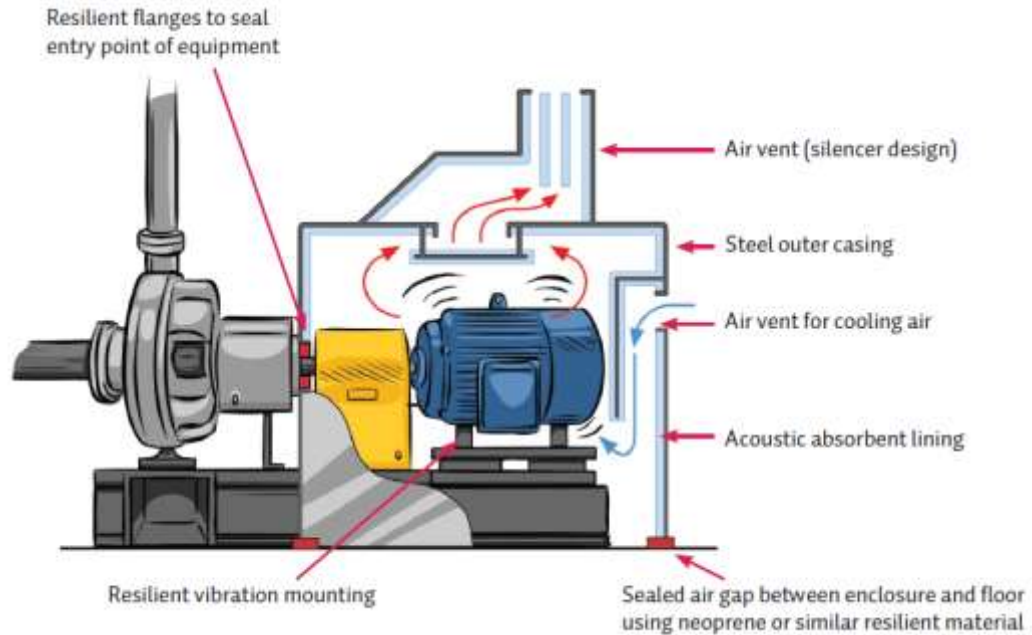
Enclosure



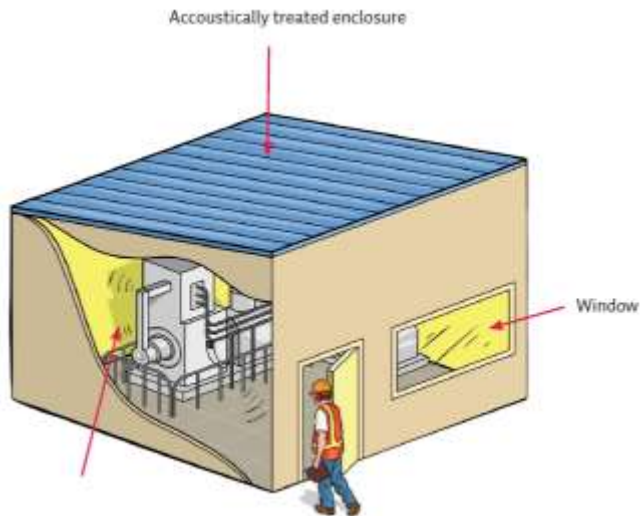
Enclosure



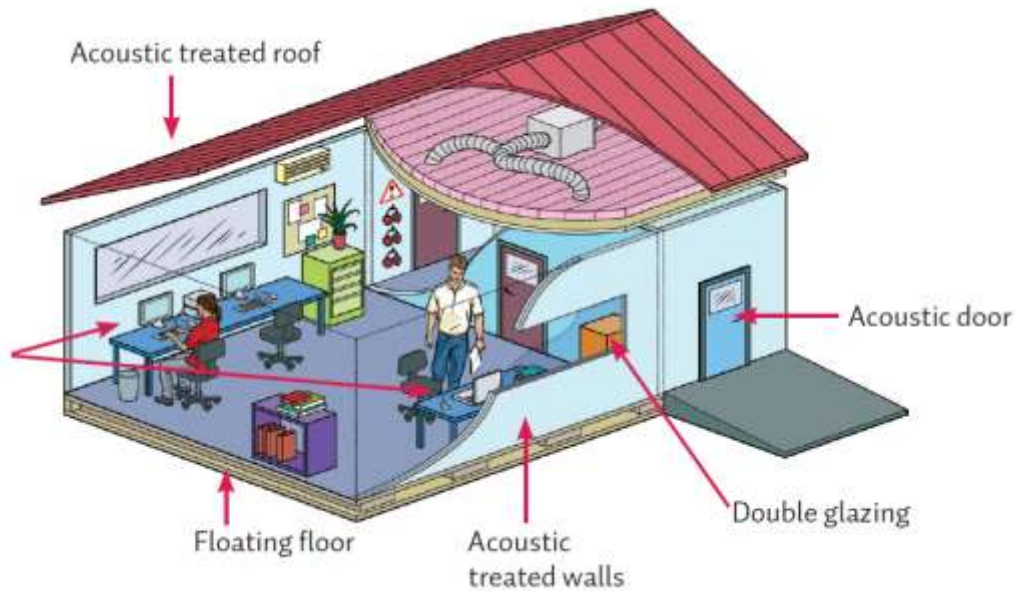
Enclosure



Isolation



Isolation



Design & Change Technology



Design & Change Technology

**Dyson Airblade™ hand dryers
— Official Site**



Washing Machines Noise Reduction



Washing Machines Noise Reduction

Identify Noise Sources



Washing Machines Noise Reduction

Identify Noise Sources



Motor
(Rotation)



Pully
(Vibration & Rotation)

Washing Machines Noise Reduction

Identify Noise Sources



Drum
(Vibration)



Outer Drum
(Vibration)

Washing Machines Noise Reduction

Identify Noise Sources



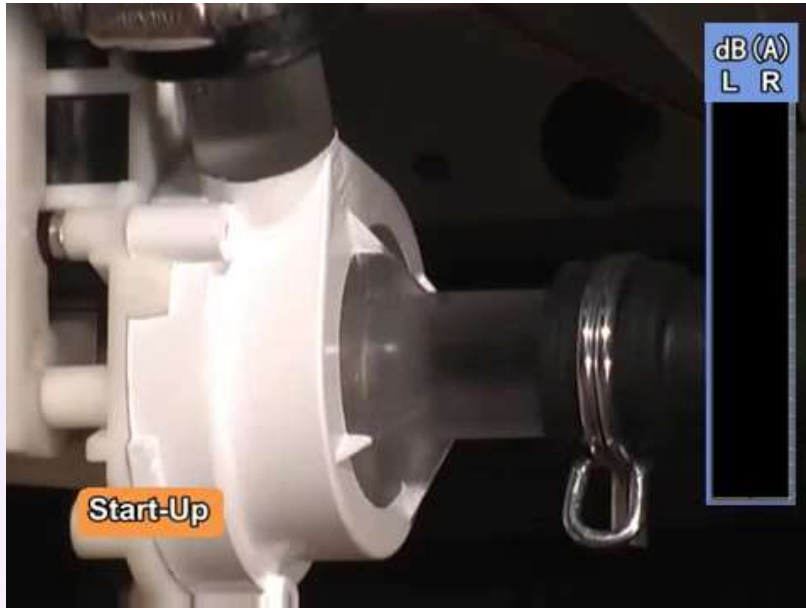
Water Pump
(Rotation)



Water Flow
(Flow)

Washing Machines Noise Reduction

Identify Noise Sources



Washing Machines Noise Reduction

Identify Noise Sources



All Body Parts
(Vibration)

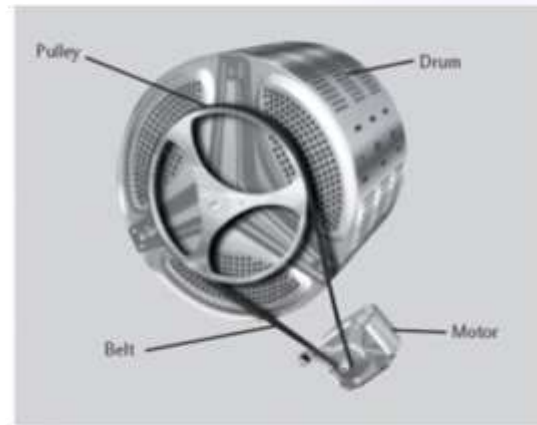
Washing Machines Noise Reduction

Make solutions

1. Direct rotating the drum without the drive belt



Direct Drive Motor



Motor with Belt

Washing Machines Noise Reduction

Make solutions

2. Placing the pump and motor bottom and back of the body and farther from users ears



Pump & Equipment
In bottom & back



Motor
in back & bottom

Washing Machines Noise Reduction

Make solutions

3. Damper



Damper

Washing Machines Noise Reduction

Make solutions

4. Anti-vibration Pads



Rubber Pads

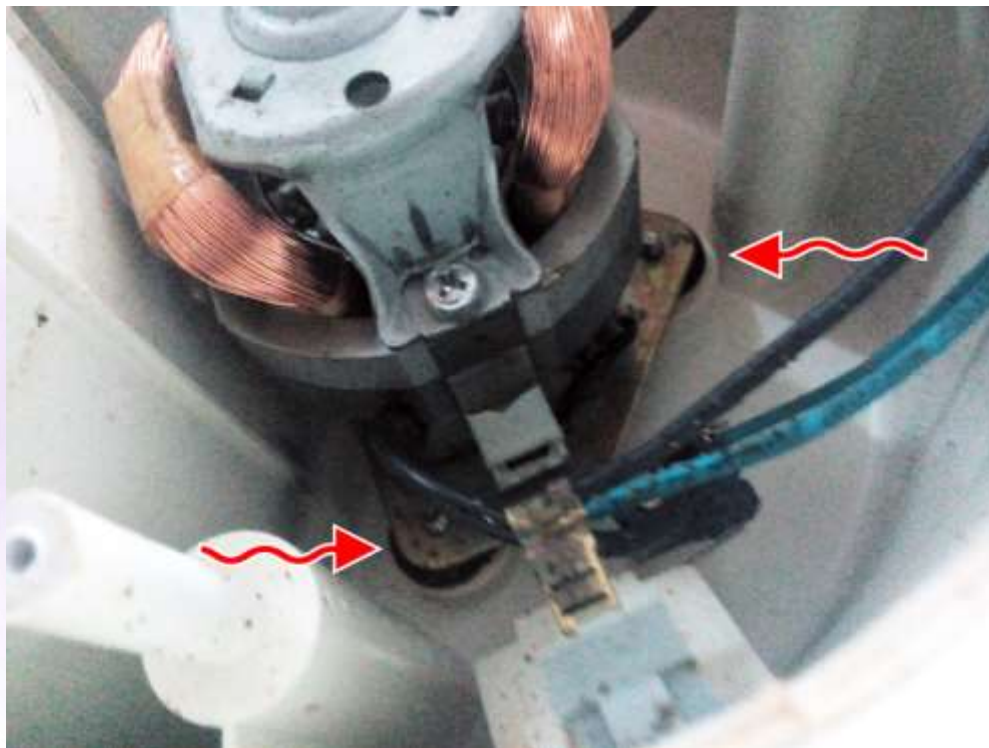
کنترل صدا در آب میوه گیری پارس خزر

۱. بدنه



کنترل صدا در آب میوه گیری پارس خزر

۲. پایه های جاذب ارتعاش



کنترل صدا در آب میوه گیری پارس خزر

۲. پایه های جاذب ارتعاش



کنترل صدا در آب میوه گیری پارس خزر

۳. استفاده از موتورهای که قدرت مناسبی با کمترین صدای تولید شده ممکن را دارا می باشد.



کنترل صدا در آب میوه گیری پارس خزر

۴. سیستم انتقال حرکت مستقیم



کنترل صدا در آب میوه گیری پارس خزر

۵. تغییر تکنولوژی

LifeSpring Slow Juicer

strong motor and *whisper quiet*



Only 25-35db
(30dB: human conversation)



Over 70~90db
(90dB: large vehicles)



50db	Living room
40db	Bed Room
30db	Library
20db	Broadcasting Studio

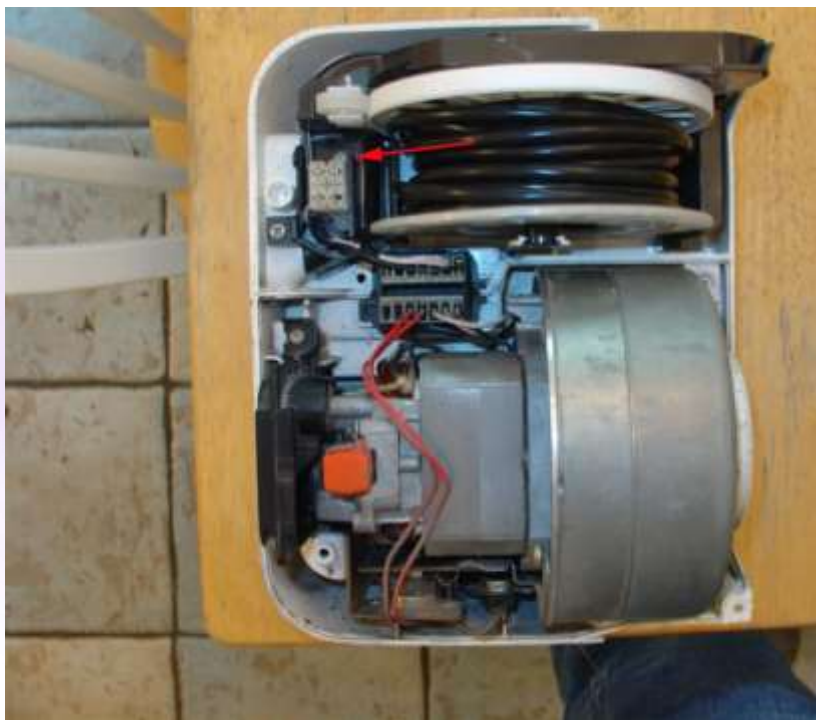
کنترل صدا در جاروبرقی

۱. اجزای داخلی



کنترل صدا در جاروبرقی

اجزای داخلی



۱. موتور دستگاه

۲. شیارهای خروجی و ورودی هوا

۳. لوله مکند (خرطومی)

۴. ارتعاشات بدنه که بوسیله حرکت موتور ایجاد میشود

۵. فیلترها و کیسه ی دستگاه

کنترل صدا در جاروبرقی

۱. موتور



موتور جارو برقی از نوع مکنده است که مکانیزمی دوار دارد. این نوع موتور ها با ایجاد مکش در یک سو و تخلیه آن در سمت دیگر کار میکنند، حرکت پروانه های دستگاه یکی از اصلی ترین دلایل در ایجاد صدا می باشد. هرچه تعداد پره های دستگاه بیشتر باشد میزان اصطکاک هوا با آن بیشتر شده و صرای بیشتر تولید می کند؛ اما از طرفی کم کردن پره ها قدرت موتور را کمتر میکند پس برای این که هم قدرت موتور حفظ شود هم صدا به حداقل برسد حالتی خاص از تعداد و نوع پره ها را در نظر می گیرند.

کنترل صدا در جاروبرقی

۲. شیرهای خروجی و ورودی هوا

در دستگاه های مکندۀ چون جریان هوا با بدنه و محل های ورود خروج با شدت برخورد دارد باعث تولید صدا می شود ، یک راهکار برای کم کردن میزان صدا تولیدی یکسان کردن و مناسب کردن شبکه های خروجی و ورودی است ، اینکار کمک می کند که هوا مطلوبتر جریان داشته باشد و برخورد مناسبتر باعث کمتر شدن جریانات هوا و کم شدن صدای دستگاه می شود.



کنترل صدا در جاروبرقی

۳. لوله مکنده (خرطومی)

جریان هوا و نحوه برخورد آن با بدنه باعث تولید صدا می شود پس لوله مکنده که ورودی این جریان است هم دارای صدای ناشی از برخورد هوا با بدنه است.



کنترل صدا در جاروبرقی

۴. ارتعاشات بدنه



بدنه جارو برقی اتصالاتی مکانیکی دارد و معمولا از دو یا سه قطعه جدا نسبت به هم تشکیل میشود که با اتصالات به هم وصل شده اند ، ارتعاشات تولید شده از موتور جاروبرقی باعث ایجاد ارتعاش در بدنه جارو هم میشود و هرچه بدنه از قطعات جدا نسبت به هم قرار گیرند ، ارتعاشات بیشتر شده و صدای تولید شده از آن بیشتر میشود.

کنترل صدا در جاروبرقی

۵. فیلترها و کیسه ی دستگاه



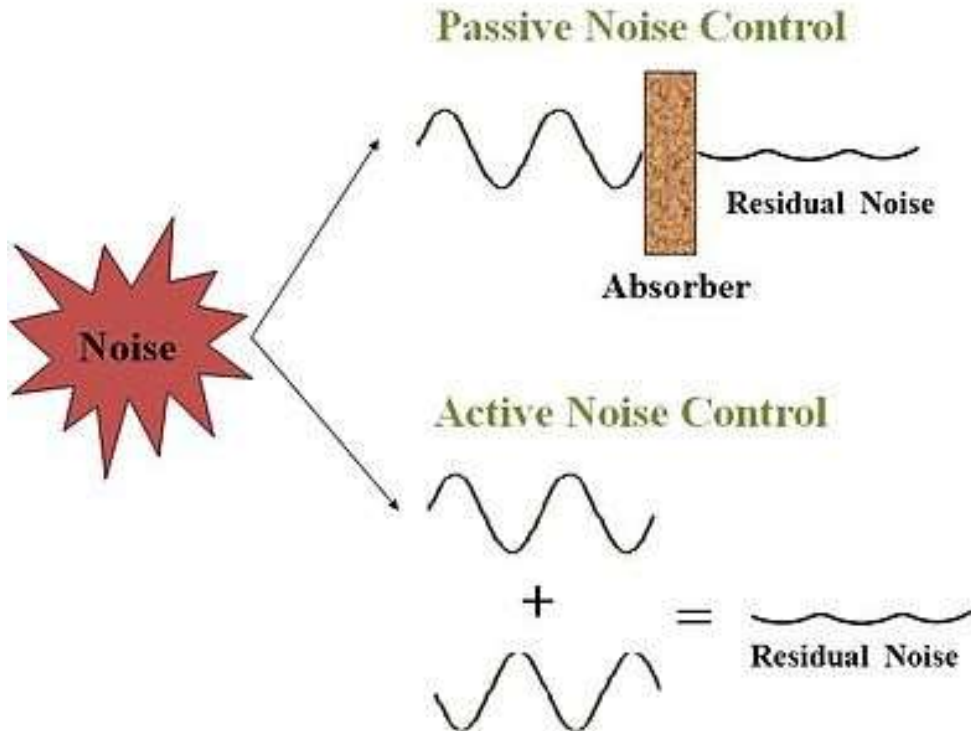
پر شدن و کثیف شدن فیلتر و کیسه زباله دستگاه باعث اختلال در جریان هوای داخل دستگاه میشود و این در ایجاد صدای بیشتر در دستگاه موثر است.



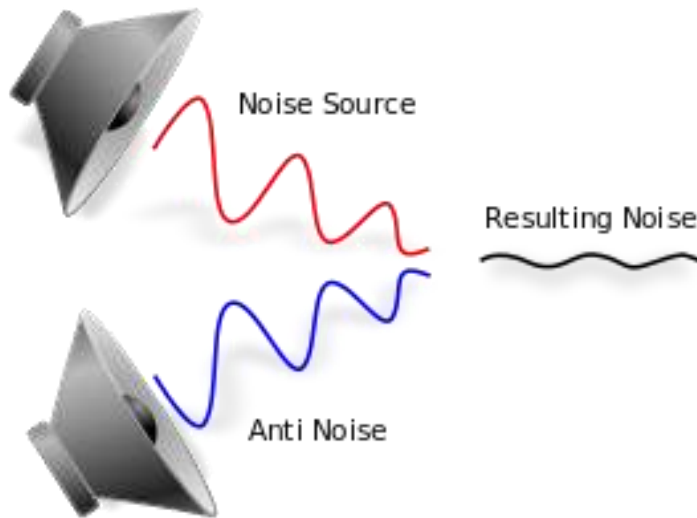


Active Noise Control Or Active Noise Cancellation

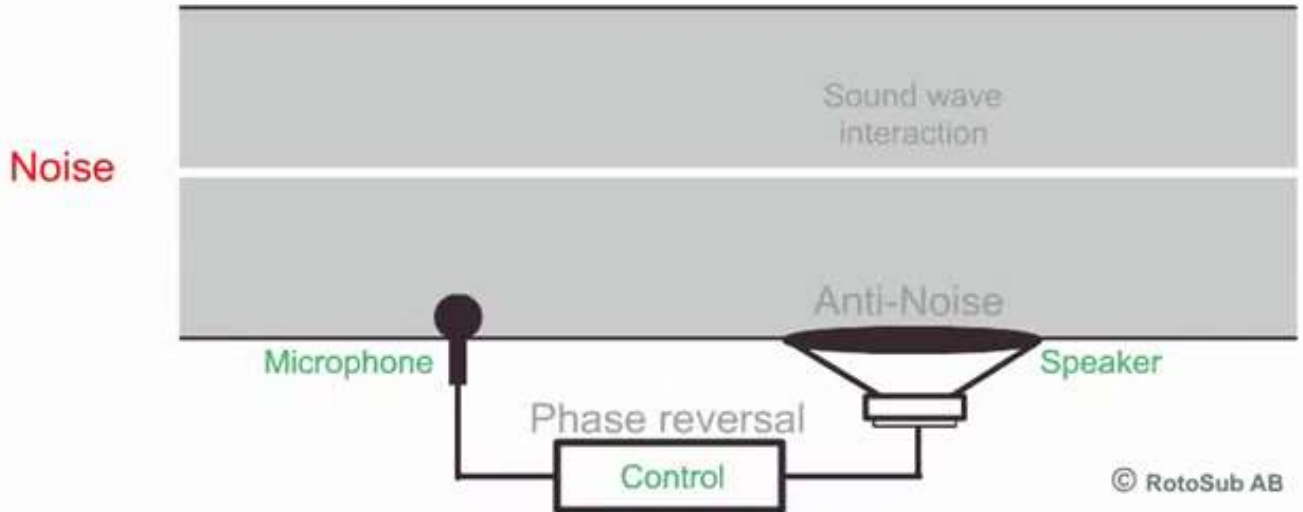
Active and passive noise



حذف امواج صوتی ساده



What is Noise Cancellation?



حیطه های کاربرد

➤ هدست ها

➤ خودروهای پیشرفته

➤ سفینه های فضایی و هواپیما

➤ تجهیزات پیشرفته و مدرن