الفصل الأول

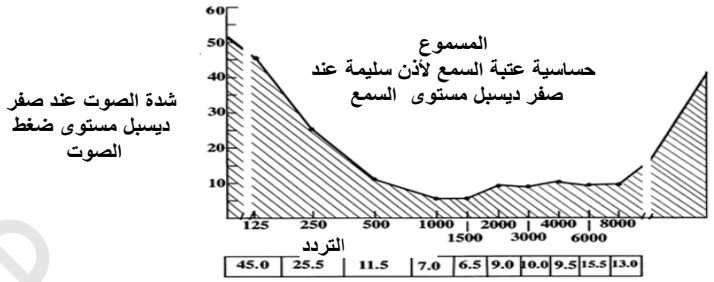
علم الصوت النفسي
Psychoacoustics

ما الفرق بين وحدة الصوت، ووحدة السمع بالديسبل؟

الديسبل وحدة لوغارثمية تُستعمل لتعبِّر عن درجة الصوت، نسبة إلى قيم مرجعية. وعادة ما يُستعمل مستوى السمع بالديسبل في جهاز فحص السمع. والقيمة المرجعية لوحدة شدة الصوت، تمثِّل معدل السمع عند مجموعة من الأشخاص طبيعيي السمع. (الشكل رقم ١.١). ويمثِّل الخط الأسود المتصل عتبة معدل السمع بمستوى ضغط الصوت بالديسبل، والملاحظ في أسفل الجدول، في الشكل رقم (١,١)، أنه مساوٍ للصفر لمستوى الصوت بالديسبل، في مقياس السمع الموافق للتردد.

ووحدة الصوت بالديسبل، أو ديسبل مستوى ضغط الصوت، تشير إلى حجم إزاحة الجزيئات في الهواء. إن المرجع إلى ديسبل مستوى ضغط الصوت، هو ٢٠ مايكروباسكالاً ؛ لأنه من السهل أن تقيس ديسبل مستوى ضغط الصوت باستعمال مكثف أو ميكرفون، في مجال مفتوح مقرون بمقياس مستوى الصوت، وعادة ما يعبَّر عن مقاسات الصوت بديسبل مستوى ضغط الصوت.

obeikandl.com



الشكل رقم (١,١). يبيِّن معدل البدايات عبر التردد بديسبل مستوى ضغط الصوت، وهو متوافق مع صفر ديسبل مستوى السمع، وعلى سبيل المثال، فعند ١٢٥ هرتز: صفر مستوى ديسبل مستوى السمع = ٤٥ ديسبل مستوى ضغط الصوت، وعند ١٠٠هيرتز صفر ديسبل مستوى =٧ ديسبل مستوى ضغط الصوت.

ما الفرق بين ديسبل مستوى الشدة، وديسبل مستوى ضغط الصوت؟

كما ورد في الجزء السابق، فإن هناك طريقة شائعة لتعبِّر عن شدة الصوت بديسبلات مستوى ضغط الصوت، أو ديسبلات مستوى ضغط الصوت. والمرجع لديسبل مستوى ضغط الصوت هو٠,٠٠٠٢داين/سم٢. وهناك طريقة أقل شيوعًا للتعبير عن شدة الصوت، وهي قوة صوتية (سمعية) باستعمال مستوى شدة الديسبلات، أو ديسبل مستوى الشدة. إن المرجع لديسبل مستوى الشدة، هو١٠$^{-١٦}$ (w/cm2^{٢}). ووفقًا لكل من جولكك، وجيستشادر، وفريسنا (١٩٨٩)" فإن خطورة شدة الصوت، سوف تُمثِّل فقط ٠,٠٠٢٤ واط (صفحة –٣٨– ٣٧). وكنتيجة لذلك، فإنه من المزعج أن تقيس كميات قوة صغيرة غير معقولة، مصحوبة بمدى شدة الصوت الضخم الذي تستطيع أذن الإنسان سماعها. لاحظ في الجدول رقم (١,١) أن قيم الدسيبل هي نفسها، بغض النظر أنه تم احتسابها من الشدة (القوة) أو الضغط، وعلى أي حال، فإن زيادة ١٠٠ ضعف في الشدة، تعادل ١٠ أضعاف زيادة في الضغط.

obeikandl.com

الجدول رقم (١,١) الديسبل مستوى الشدة مقارنة بالديسبل مقياس ضغط الصوت.

وقت الضغط	Dyne/cm^2	الديسبل	الوقت القياسي	الشدة (w/cm^2)
١	٠٠٠٢٠٠	٠	١	$١٠^{-١٦}$
١٠	٠٠٢٠٠	٢٠	١٠٠	$١٠^{-١٤}$
١٠٠	٠٢٠٠	٤٠	١٠٠٠٠	$١٠^{-١٢}$
١٠٠٠	٢٠٠	٦٠	١٠٠٠٠٠٠	$١٠^{-١٠}$

ما الفرق بين الكشف والتمييز؟

الكشف ببساطة هو القدرة على تحديد ما إذا كان الصوت موجودًا أو غائبًا، في حين أن التمييز هو القدرة على تحديد الفرق بين اثنين من الأصوات. وعلى سبيل المثال، يُطلب من المرضى أثناء قياس السمع، ترديد كلمات ذات مقطعين، مثال (كيس رز، وخط طول). ولأجل ترسيخ عتبة تمييز الكلام في هذه الحالة، فإن الكلمات تزيد أو تنقص بمعدل ٥ درجات ديسبل، إلى أن يجد أخصائي السمع أخف مستوى من فقدان السمع بالديسبل، حيث يمكن للمريض ترديد الكلمة بشكل صحيح خلال ٥٠٪ من الوقت (هذا هو مصطلح تمييز عتبة الكلام).

وأحيانًا لا يمكن قياس عتبة تمييز الكلام، ويكون أخصائي السمع ببساطة مهتمًا بقياس فقدان السمع بالديسبل، حيث يكون المريض مدركًا للكلام. وعليه. فإن عتبة إدراك الكلام، يعدُّ مقياسًا كاشفًا، في حين أن عتبة تمييز الكلام تُعدُّ مقياسًا للعتبة. وكذلك يجب أن يكون واضحًا أن فقدان السمع بالديسبل، المصاحب لعتبة إدراك الكلام، يكون أقل من فقدان السمع بالديسبل المصاحب لعتبة تمييز الكلام؛ لأن الأول هو مقياس كشف، في حين أن الآخر هو مقياس العتبة.

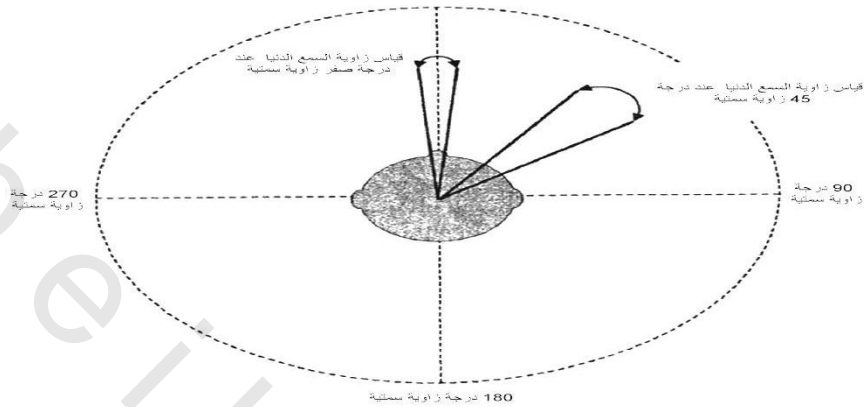
obeikandi.com

ومقياس آخر شائع يستعمله أخصائيو السمع، وهو إحراز نقطة تمييز الكلمة. إن إحراز نقطة تمييز الكلمة، هو مقياس تمييز الكلمة، حيث يقوم المريض بترديد ٥٠ كلمة شائعة ذات مقطع واحد. وتقدّم الكلمات على مستوى الديسبل، حيث يمكن للمستمع أن يسمعها بوضوح، والتي تكون لمعظم المستمعين الذين لديهم سمع طبيعي تقريبًا ٤٠ ديسبلاً أعلى من عتبة الكلام للمستمع (أعني مستوى الصوت ٤٠ ديسبلاً أو مستوى الإحساس). إن إحراز نقطة تمييز الكلمة، يعدُّ نسبة إحراز النقاط الصحيحة (من صفر إلى ١٠٠ ٪)، وهو مفيد في التشخيص التفريقي والاستشارة.

ما الحد الأدنى للزاوية السمعية؟

إن الحد الأدنى للزاوية السمعية، هو التغيير الأصغر في موقع/مركز الزاوية السمتية لمصدري صوت، والذي يمكن للمستمع إدراكهما. إن الحد الأدنى للزاوية السمعية، وهو الأصغر (يمكن للمستمع أن يتعرف إلى التغيرات الصغيرة في الزاوية السمتية (صفر زاوية سمتية)، وهو الأكثر ضعفًا، عندما يكون مصدر الصوت على جانب المستمع. وعندما تكون الأصوات قريبة من المستمع مباشرة، فإن التغيرات الصغيرة (١–٢ درجة سمت)، ينتج عنها زيادة في القدرة لاستعمال الفروق بين السمع الداخلي (Gelfand 2004)، ولكن عندما يكون مصدرا الصوت على جانبي المستمع، فإن فروقات السمع الداخلي تبقى متشابهة مع تغيرات في الزاوية. (الشكل رقم ١,٢) يبيِّن الفروقات في الحد الأدنى للزاوية السمعية للأصوات التي تنشأ عند درجة صفر و٤٥ زاوية سمتية.

obeikandl.com



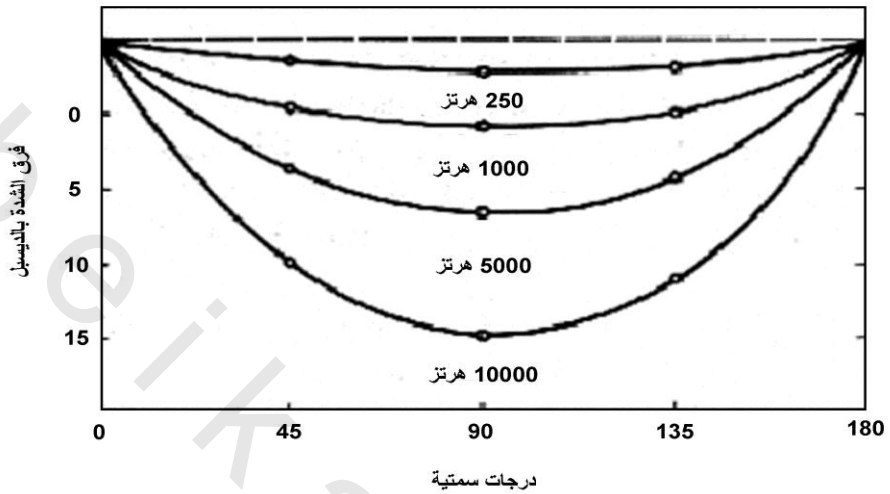
الشكل رقم (١,٢). يبيِّن الحد الأدنى من الزاوية السمعية (وهو الأصغر) للأصوات الصادرة مباشرة من أمام المستمع، أو عند صفر درجة سمتية، (وهي الأكبر)، عندما يكون مصدر الأصوات من جانب واحد للمستمع.

ما الخواص النفسية السمعية التي تؤثِّر على مركز الصوت؟

إن واحدة من أهم فوائد الاستماع بكلتا الأذنين، تتمثَّل في تحديد مصدر الصوت. والفروق في وقت الوصول وشدة الصوت بين الأذنين، يتم استعماله لتحديد موقع الصوت في المكان. ويشير الفرق في مستوى الصوت بين الأذنين إلى الفرق في شدة الصوت بين الأذنين، ويتم استعماله في تمركز الأصوات ذات التردد العالي (الأولى فوق ٢٨٠٠ هرتز). إن الأصوات عالية التردد لديها أطوال موجية أقل من المحيطة بالرأس، وبالتالي فإنها تتأثر بظل الرأس. بمعنى آخر، فإن الصوت عالي التردد، الذي ينشأ على الجانب الأيمن من المستمع ؛ سوف تنقص شدته على الأذن اليسرى، بسبب "عقبة في الطريق"، حيث يُجابه الصوت عالي التردد عند الرأس، وبالتالي فإنها تتأثر بتأثير ظل الرأس. وبالإضافة إلى الفروق الطيفية (أي الفروق الطيفية بين السمع الداخلي، حيث إن المعلومات الطيفية تُفقد، وذلك بسبب الانحراف والتخفيف الذي يسبّبه تأثير ظل

الرأس. والشكل رقم (١,٣)، يبيِّن الفرق في مستوى الصوت بين الأذنين للنغمات النقية على ترددات وزاويا سمتية مختلفة. وكما يُرى في الشكل رقم (١,٣)، فإن الفروق في الشدة بين الأذنين عند ١٠٠٠٠هرتز هو −٢٠ ديسبلاً، عندما تكون عند٩٠ درجة. وعلى أي حال، فإن هذه الفروق تقلُّ عندما تكون الزاوية السمتية للإشارة أكبر أو أقل من ٩٠ درجة. وكذلك لاحظ أن التردد يقلُّ، كما أن الفرق في مستوى الصوت بين الأذنين، يقل من ٢٠ ديسبلاً عند ١٠٠٠٠ هرتز، إلى ٥ ديسبلات عند ٢٥٠ هرتز.

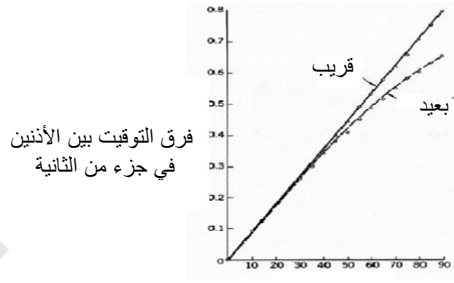
ويشير فرق الوقت في السمع الداخلي، إلى الفرق في الوقت الذي يستغرقه الصوت للوصول إلى الأذن، بعد نشوء الصوت. ويُستعمل تمركز الفرق في الوقت الذي يستغرقه الصوت للوصول إلى الأذن كإشارات، وهو أفضل للأصوات ذات الترددات المنخفضة (٢٠٠ إلى ٢٨٠٠- هرتز). والأصوات منخفضة التردد لديها أطوال موجية أطول من المحيطة بالرأس؛ لذلك فإن مستوى الصوت الذي ينشأ إلى جانب المستمع؛ سوف يكون له الشدة والطيف نفسيهما على الأذنين، ولكن سوف يصل إلى الأذن اليمنى قبل الأذن اليسرى. والشكل رقم (١,٤) يوضِّح استعمال فرق الوقت، الذي يستغرقه الصوت للوصول إلى الأذن، وفرق المستوى بين الأذنين، باعتبارهما إشارات للأصوات عالية ومنخفضة التردد، على التوالي، بينما الصوت الصادر عن مكبر الصوت عند ٩٠ درجة سمتية أو مباشرة على يمين المستمع الشكل رقم (١,٤أ) أما الشكل رقم (١,٤ب) يوضِّح استعمال المستوى وفرقه بين الأذنين لتمركز الأصوات منخفضة التردد. والشكل رقم (١,٤ج) يوضِّح استعمال المستوى وفرقه بين الأذنين لتمركز الأصوات ذات الترددات المنخفضة. وعند ٩٠ درجة، فإن الفرق في مستوى الأذنين تقريبًا ٠،٧ ملي ثانية، وهي مستقلة بوضوح من التردد. وحيث إن الزاوية السمتية تزداد عند ٩٠ درجة، فإن الفرق في مستوى الأذنين، يزاد كما هو موضح في الشكل رقم (١,٥).



الشكل رقم (١,٣). يبيِّن اختلاف مستوى الصوت الداخل للآذان للنغمات النقية عند ٢٥٠ و ١٠٠٠ هيرتز على درجات سمتية متنوعة. لاحظ أن اختلاف مستوى الصوت الداخل، هو الأكبر للنغمات الأعلى عند ٩٠ درجة سمتية.

الشكل رقم (١,٤). للصوت الصادر عند ٩٠ درجة سمتية: (أ) اختلافات الأصوات الداخلة، تساعد على تمركز الأصوات عالية – التردد (ب) اختلافات وقت الصوت الداخل، تساعد على تمركز الأصوات منخفضة التردد (ج).

obeikandl.com



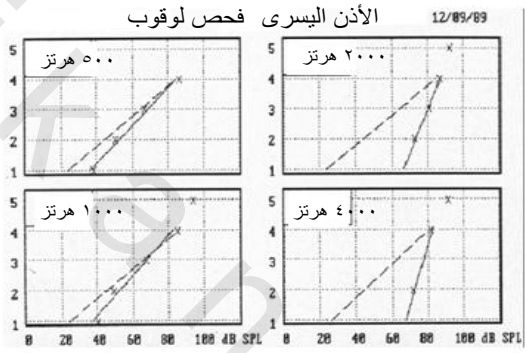
الشكل رقم (١,٥) اختلاف وقت الصوت الداخل لمصادر قريبة وبعيدة على سمتيات متنوعة. إن اختلاف الصوت الداخل يزداد كلما ازداد مصدر الصوت، حيث يزداد من صفر إلى ٩٠ درجة سمتية.

ما تجميع الصوت العالي؟

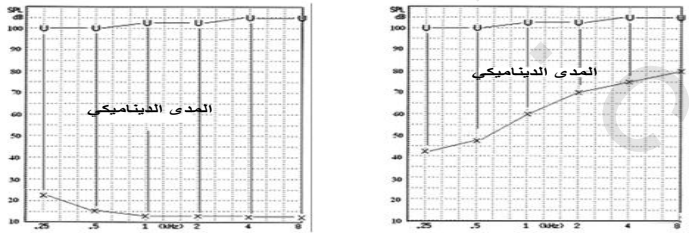
إن الأفراد الذين لديهم فقدان سمع حسي، ربما يكون لديهم حساسية عالية للأصوات، والتي يمكن أن يكون علوها مريحًا للمستمعين ذوي السمع الطبيعي. إن هذا النمو السريع في العلو في الأذن التي تعاني من فقدان السمع الحسي، يُعرف بالتجمع، ويعدُّ مؤشرًا تقليديًّا على فقدان السمع القوقعي (Roeser, Valente& Hosford –Dunn,2007 P.4). والشكل رقم (١,٦) يوضِّح فحصًا واحدًا، يُسمّى بازدياد ارتفاع الصوت في ذبذبات أوكتف (LGOB)، والذي تم استخدامه لقياس نمو ارتفاع الصوت. وكما يُرى في الشكل رقم (١,٦)، فهناك خطوط متواصلة وخطوط مقطعة في كل مربع، حيث تُمثِّل ازدياد ارتفاع الصوت لضوضاء ذبذبات ضيقة، تتمركز عند ٤٠٠٠،٢٠٠٠،١٠٠٠،٥٠٠ هرتز. وتمثِّل الخطوط المقطعة ازدياد ارتفاع الصوت في الأذن الطبيعية في فحص التردد، ويمثِّل الخط المتواصل ازدياد ارتفاع الصوت للتردد نفسه للمستمع الذي لديه فقدان سمع. وفي كل مربع، فإن محور (س) يمثِّل الإشارة

التي زودت من صفر إلى ١٢٠ ديسبل، ويمثِّل محور (ص) حكم المريض على ارتفاع الصوت على سلم من (١ – ٥) بالنظر عند ٥٠٠ هرتز. ويمكن رؤية أن المريض ذا السمع الطبيعي، يسمع الإشارة من بدايتها الخفيفة جدًّا (١) إلى أعلى (٤)، في مدى ~ ٦٥ ديسبلاً (٢٠– ٨٥) ديسبل مستوى ضغط الصوت، وأن انحدار الانحناء هو ٤٥ درجة على التردد نفسه، فإن المستمع الذي لديه خلل في السمع، من الخفيف إلى العالي، في مدى ~٤٥ ديسبلاً (٤٠– ٨٥)ديسبلاً مستوى ضغط الصوت. وهناك أربعة أشياء أصبحت واضحة، وهي: أولاً: الحكم على العلو عند "١" للمستمع الذي لديه خلل في السمع عند ٥٠٠ هرتز، يتطلَّب تزويد ~٢٠ ديسبلاً أكثر من المستمع ذي السمع الطبيعي؛ للحصول على حكم علو الصوت نفسه، ويمثِّل هذا فقدان سمع ٢٠ ديسبلاً عند ٥٠٠ هيرتز. ثانيًا: المدى الديناميكي هو ~٢٠ ديسبلاً، ويكون أضيق للمستمع الذي يعاني من خلل في السمع. ثالثًا: إن انحدار المنحنى للمستمع الذي يعاني من خلل في السمع، يكون أشد انحدارًا. رابعًا: إن حكم ارتفاع الصوت للمريض الطبيعي، والمريض الذي يعاني من خلل في السمع، هي نفسها في مستويات التزود العالي. والآن انظر إلى ازدياد الصوت عن ٤٠٠٠ هرتز، فإن حكم (تمييز) العلو للصوت المنخفض للمريض الذي يعاني من خلل في السمع، ففي هذه الحالة هو ٤٥ ديسبلاً، وهو أكبر من المريض ذي السمع الطبيعي. ويمثل هذا نحو ٤٥ ديسبل فقدان سمع عند ٤٠٠٠ هرتز لهذا المريض. إن المدى الديناميكي للأذن الطبيعية ما زال على عرض ~٦٥ ديسبل، ولكن المدى الديناميكي نقص إلى ~١٥ ديسبلاً، للمريض الذي لديه خلل في السمع (٦٥– ٨٥) ديسبلاً وهذا تعافى. وبالتالي فإن منحنى نمو الصوت للمريض ذي السمع الطبيعي يبقي عند ٤٥ درجة، ولكن المنحنى للمريض الذي يعاني من خلل بالسمع يكون أشد انحدارًا. وأخيرًا. فإن الحكم على أن الصوت "مرتفع"، هو نفسه للأذن الطبيعية والأذن المصابة. والمرضى الذين لديهم سمع طبيعي، فإن المدى الديناميكي لديهم يكون نموذجيًّا، أو الفرق بين عتبة السمع

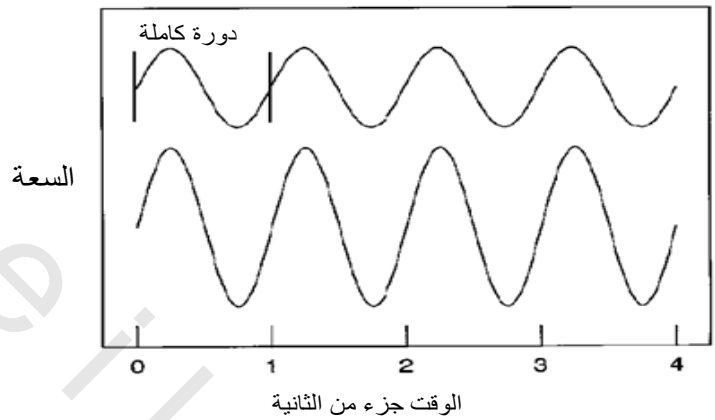
ومستوى ارتفاع الصوت، يكون غير مريح عند ١٠٠ديسبل مستوى ضغط الشكل رقم(١,٧أ) ؛ لأن الأفراد الذين لديهم فقدان سمع حسي، لديهم عتبات مرتفعة، ومستويات عدم ارتياح طبيعي نتيجة لارتفاع الصوت الشكل رقم(١,٧ب) ؛ ونتيجة لذلك، فإن هؤلاء المرضى يكون المدى الديناميكي لديهم منخفضًا، وإن الزيادة الصغيرة في الشدة، ربما تكون ارتفاعًا مزعجًا لبعض الأفراد.



الشكل رقم (١,٦). صورة توضيحية لتوظيف الصوت باستعمال فحص نمو ارتفاع الصوت على موجات أوكتف.



الشكل رقم (١,٧). النطاق الديناميكي لمستمع بسمع طبيعي. (ب) لمستمع لديه خلل بالسمع، وقد رُسمت بيانيًّا على مخطط مستوى ضغط الصوت، على عكس مخطط السمع التقليدي، والذي يكون ديسبل مستوى الصوت يتدرج في الشدة من الأقل إلى الأعلى (من القمة إلى القاع)، بينما مخطط مستوى ضغط الصوت(بالديسبل مستوى ضغط الصوت، وينحدر في الشدة من الأعلى إلى الأقل. (U = مستوى صوت مرتفع غير مريح، X = العتبة.



الشكل رقم (١,٨). موجة النغمة الجيبية النقية.

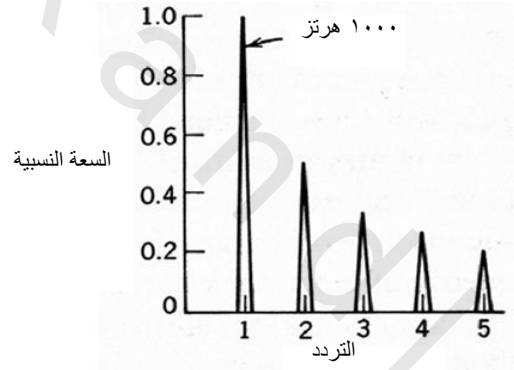
ما التردد؟

يُعرَّف التردد بأنه عدد الدوائر أو التكرار لكل وحدة زمنية. وفي النظام الدولي للوحدات (S1)، فإن الوحدة تُستعمل للتعبير على أن التردد هو هرتز، بينما يُعرف ١ هرتز على أنه ١ دائرة لكل ثانية. ولدى أذن الإنسان مدى سمعي يتراوح من ~٢٠ – إلى ٢٠٠٠٠ هرتز، وتكون أكثر حساسية للترددات القريبة من ١٠٠٠ هرتز، كما هو موضح بالشكل رقم(١,١). ويعين ترابط الإدراك الحسي للترددات طبقة الصوت، وعندما تزيد الترددات، يستقبل المستمع زيادة في طبقة الصوت. لاحظ في الشكل رقم (١,٨) أن أشكال الموجات العلوية والسفلية، تُمثِّل نغمة ١٠٠٠ هرتز(٤ دوائر كاملة في ٠،٠٠٤ ثانية (٠،٠٠٤/٤ = ١٠٠٠هرتز). وعلى أي حال، فإن شكل الموجة العلوي يُمثِّل نغمة أقل شدة، حيث إن لديها مدى (نطاق) أقل من شكل الموجة السفلي.

obeikandi.com

ما التردد الرئيس؟ وما الأصوات المتناسقة؟

يرمز للتردد الرئيس(f_0) وهو تردد طبيعي رنان لإشارة متكررة في فترات نظامية. والأصوات المتناسقة هي مضاعفات للترددات الرئيسة. والتردد الرئيس f_0 لديه أصوات مكونة من 2f, 3f, 4f ...إلخ. وعلى سبيل المثال، فإن تردد رئيس عند ١٠٠٠ هرتز، يمكن أن يكون لديه أصوات عند ٢٠٠٠هرتز، و٣٠٠٠ هرتز، و ٤٠٠٠ هرتز، وهكذا. وإضافة علي ذلك، فإن الشدة تقل مع كل نغمة، كما هو ملاحظ في الشكل رقم (١,٩).

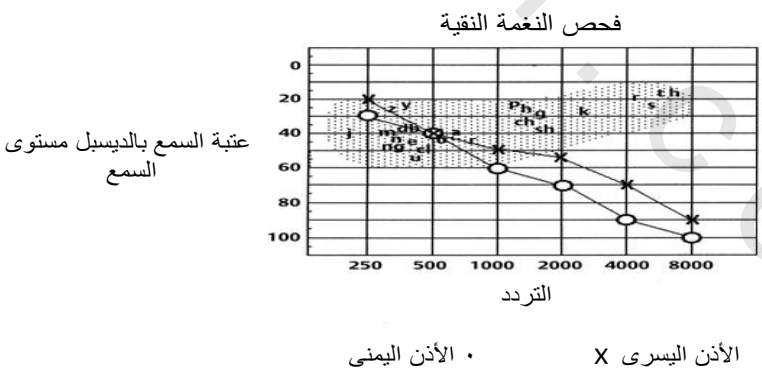


الشكل رقم (١,٩). نغمة أساسية بتردد ١٠٠٠ هيرتز وترددالها التناغمية، والتي تنقص تدريجيًا في الشدة، كلما ازداد التردد التناغمي.

كيف يؤثِّر تردد نطاق الحروف اللينة إزاء الحروف الساكنة على تمييز الكلام؟

تحتوي الأصوات اللينة في المقام الأول على ترددات منخفضة (لديها طاقة أكثر، أو أنها أعلى)، بينما تحتوي الأصوات الساكنة على ترددات أكثر علوًّا (لديها طاقة أقل، أو أنها أخف). والصوت المرتفع الذي يستقبله المستمع، يأتي في المقام الأول من الأصوات منخفضة التردد. ومن ناحية أخرى، فإن قدرة المستمع على تمييز كلمتين أو

مقطعين في الكلمة نفسها بشكل صحيح ؛ يكون أفضل عند سماعه كلام الأصوات الساكنة. ومثال على ذلك، أنه من الصعب التمييز بين الكلمات have, has and half، إذا لم تسمع الأصوات الساكنة النهائية على نحو صحيح. إنه من الشائع لدى الأفراد الذين لديهم ضعف سمع شيخوخي، أو فقدان سمع من إحداث الضوضاء، أو الذين لديهم فقدان سمع أكبر في الترددات العالية ؛ أنهم يستطيعون السمع، ولكنهم لا يستطيعون الفهم. وهؤلاء المستمعون لديهم سماع تردد منخفض طبيعي أو قريب من الطبيعي (أصوات لينة)، والتي تصبح أضعف تصاعديًّا (تدريجيًّا) عند زيادة التردد (أصوات ساكنة)، كما هو موضح في الشكل رقم(١,١٠). وفي مخطط السمع الشكل رقم (١,١٠)، فإن الأصوات أسفل خط عتبة السمع (أي أصوات لينة أكثر شدة) ؛ تكون مسموعة، بينما الأصوات فوق عتبة السمع (أي أصوات ساكنة أقل شدة) ؛ لا تكون مسموعة. وعادة ما يكون صحيحًا، أن الشخص يمكن أن يسمع أثناء المحادثة، ولكن من الممكن أن يسيء فهم عدد من الكلمات، ويمكن لهذه المشكلة أن تزداد في وجود الضجيج.



الشكل رقم (١,١٠). مخطط سمع لأصوات مألوفة.

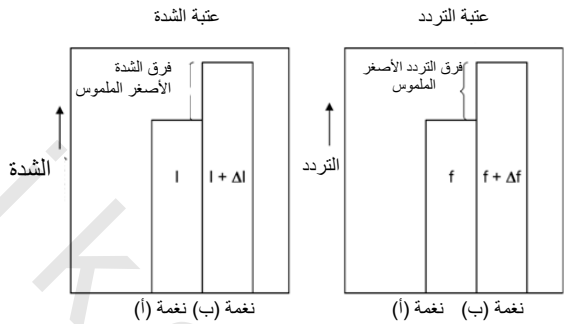
ما الانتشار التصاعدي للستار؟ وكيف يؤثّر علي تمييز الكلام؟

الستار ببساطة ستر صوت بآخر. وعلى سبيل المثال، فإذا كان هناك شخص يتحدَّث بالهاتف المحمول أثناء مشيه في شارع مزدحم، فيمكن للمستمع أن يسيء فهم الشخص الذي يتحدَّث على الخط الآخر، عندما تمرُّ حافلة بجانبه. وفي هذه الحالة، فإن الضوضاء الصادرة من الحافلة، تستر المحادثة الهاتفية. وكلما زادت شدة الساتر فإن للساتر تأثيرًا أكبر على الترددات أكبر من ترددات الساتر. وتعرف هذه الظاهرة بالانتشار التصاعدي للستار، وتساعد على شرح لماذا يكون من الصعب فهم الكلام في وجود الضوضاء. والضوضاء التي تتألف في المقام الأول من طاقة قليلة التردد، تستر الترددات الأعلى لأصوات الكلام الساكنة. وكما ورد في القسم السابق، فإن الأصوات الساكنة تُساهم وبشكل كبير في قدرات تمييز الكلام. وهذه الظاهرة لديها تأثير أكبر على المستمع الذي لديه خلل سمعي، حيث إنها تأخذ ضوضاء أقل لستر الأصوات عالية التردد. وبالتالي تؤثِّر سلبًا على تمييز الكلام، أكثر من المستمع الذي لديه سمع طبيعي. إضافة إلى أنه من المحتمل أن الأصوات ذات الترددات العالية، تستر الأصوات ذات الترددات المنخفضة، والتي تعرف الستر العكسي أو الانتشار النازل للستار.

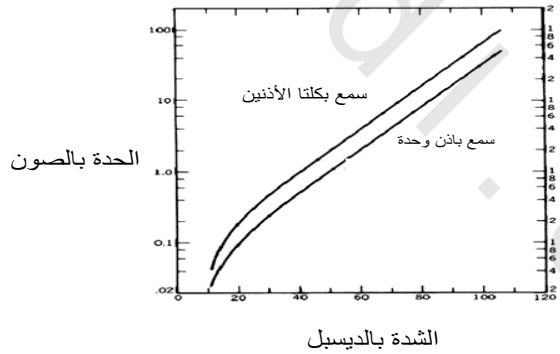
ما الفرق الملاحظ الصحيح للشدة والتردد؟

يشير الفرق الملاحظ الصحيح إلى الفرق الأصغر المكتشف بين صوتين منبهين. وفيما يتعلَّق بالمنبهات السمعية، فيمكن قياس الفرق الملاحظ الصحيح ؛ للتعرف إلى الشدة والتردد. ويتراوح الفرق الملاحظ الصحيح للشدة من ٢,٥-٠,٢٥ ديسبلاً، ويزداد كلما نقص مستوى المنبه. والفرق الملاحظ الصحيح للترددات تحت ١٠٠٠هرتز، هو ٢ إلى ٣ هرتز، وللترددات فوق ١٠٠٠ هرتز، هو ٠,٣٪، ولكن للترددات العالية (مثال٣٠٠٠ هرتز)، فإن فرقًا أكبر يكون مطلوبًا (٣٠٠٠x٠،٣=٩

هرتز). الشكل رقم (١,١١) يُقدِّم توضيحًا نظريًّا للفرق الملاحظ الصحيح (يُشار إليه بفرق عتبة الشعور) لكلٍّ من الشدة والتردد.

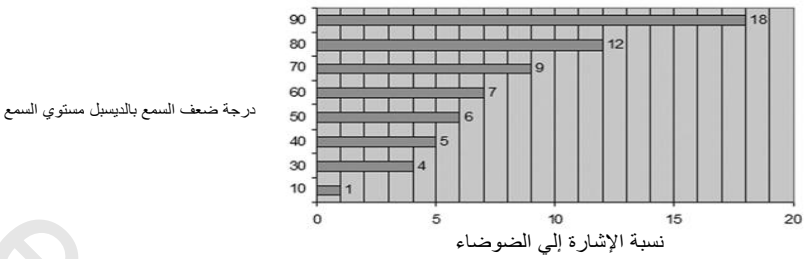


الشكل رقم (١,١١) صورة توضيحية لمجرد ملاحظة الفرق للشدة والتردد، في هذا المثال مجرد فرق الملاحظة يرمز إليه بـــفرق عتبة الشعور.



الشكل رقم (١,١٢) صورة توضيحية للمحصل بالأذنين. كلما زادت الشدة، يزداد علو الصوت المدرك. وعلى أي حال، فإن علو الصوت المدرك بالأذنين يكون ضعف الصوت المدرك بأذن واحدة.

obeikandl.com



الشكل رقم (١,١٣). نسبة التحسُّن المطلوبة (إشارة إلى الضجيج) لمستمع لديه خلل سمعي ليكون أداؤه كما هو لدى المستمع الطبيعي. كلما زادت درجة فقدان السمع، فإن نسبة التحسن المطلوبة(إشارة إلى الضجيج) المطلوب للمحافظة على الأداء يزداد.

ما الفوائد إزاء السمع بالأذنين، أو السمع بأذن واحدة؟

تم التنويه في الجزء السابق على أن المساهمة من الأذنين، يسمح للمستمع بأن يحدِّد موقعًا، أو يحدِّد موقع الصوت في الفضاء. إن السمع بكلتا الأذنين لديه ميزة أخرى، وهي أنها تشتمل على محصل الأذنين وإخماد الأذنين. ويشير محصل الأذنين إلى إدراك أن الصوت يزداد عند السماع للصوت بكلتا الأذنين (تقريبًا حساسية سمع متساوية)، على عكس السماع بأذن واحدة. وعلى سبيل المثال، فإذا كان لدى مستمع عتبة فقدان سمع عند مستوى ١٠ ديسبلات في كلتا الأذنين عند ١٠٠٠ هيترز، ويصل إلى كلتا الأذنين بالتزامن نغمة من ١٠٠٠ هرتز (حادث في وقت واحد) عند ٥٠ يسبل مستوى الصوت؛ فإن صوت النغمة يكون أعلى مرتين لنفس٥٠ يسبل مستوى الصوت عنه في أذن واحدة فقط، كما في الشكل رقم (١.١٢). وعندما تكون شدة الصوت قريبة من عتبة سمع المستمع (صفر ديسبل مستوى الصوت)، فإن فائدة السمع بكلتا الأذنين تكون تقريبًا ٣.٠ ديسبلات، بينما تكون فائدة السمع بكلتا الأذنين تقريبًا ٦.٠ ديسبل (Gelfand, 2004). وهذه الظاهرة مهمة بشكل خاص عند تركيب الوسائل السمعية، كما سيتم وصفها في الفصل الرابع .

الإخماد في كلتا الأذنين: يشير إلى مقدرة المستمع على أن يستمع إلى مصدر الصوت الذي يهمه، عندما تكون هناك مصادر أخرى للصوت، وتشير هذه الظاهرة إلى تأثير حفلة الكوكتيل. وعلى سبيل المثال، فإن معظم الناس يستطيعون أن يتذكروا الوقت في الحفلة، عندما يُجرون العديد من المناقشات في وقت واحد، وفي أي وقت كان باستطاعتهم متابعة المناقشة التي تهمهم فقط، بينما يتم التخلص من الضوضاء غير المرغوب فيها.

وعندما يستعمل المستمع أذنًا واحدة، أو عندما تكون إحدى الأذنين أفضل من الأخرى بشكل ملحوظ، فإن مقدرة المستمع على استعمال دليل جهة الصوت، تنخفض بشكل ملحوظ. هذا بالإضافة إلى أن الاستماع بأذن واحدة، يتطلَّب إشارة أكبر إلى نسبة الضوضاء (الإشارة إلى مستوى الضوضاء = مستوى الإشارة إلى مستوى الضوضاء، من أجل التواصل بشكل فعال؛ لأن فائدة الاستماع بكلتا الأذنين والإخماد غير متوفرين. والشكل رقم (١,١٣) يوضِّح ضرورة تحسين نسبة إشارة الضوضاء (مستوى الإشارة إلى مستوى الضوضاء)، للمستمع الذي يعاني من خلل في السمع، ليكون أداؤه مساوياً للمستمع الذي يتمتَّع بسمع طبيعي، عندما تكون هناك ضوضاء. وعلى سبيل المثال، إذا كان لدى المريض فقدان سمع ٥٠ ديسبل مستوى الصوت، فإن عليه/عليها تحسين نسبة إشارة الضوضاء إلى ٦ ديسبلات؛ لتحقيق مستوى أداء مساوٍ إلى تلك التي يتمتَّع بها المستمع الطبيعي. إضافة إلى أن المريض الذي لديه فقدان سمع ٨٠ ديسبلات، يكون عليه تحسِّن نسبة الضوضاء إلى الإشارة بمقدار ١٢ ديسبلات، ليكون سمعه مساوياً للمريض الذي لديه سمع طبيعي. وهناك العديد من الطرائق التي يمكن للمريض الذي يعاني من خلل في السمع الاستفادة منها لتحسين نسبة الإشارة إلى الضوضاء، إضافة إلى استعمال وسائل السمع التي تحتوي على ميكرفونات موجهة، والتقنيات التي تساعد على السمع، مثل نظام FM، وسيتم مناقشة هذه الوسائل في الفصل الرابع.

obeikandl.com