

منظومة القرآن الصوتية (The Qur'anic System Of Sounds) ^(١)

الجزء الأول - ما هو الصوت -

د. خالد العبيدي

يثبت هذا البحث أن في كتاب الله تعالى مقياساً للأصوات أكبر وأدق من ما توصل له العلم الحديث في ذلك، ولعل العلم اليوم يتسلك للوصول لعظمة هذا المقياس المذهل.

ما هية الصوت : كل شيء حولنا مكون من ذرات، أجسامنا، الحيوانات، النباتات، المتحجرات، الجبال، الهواء، الماء، الشمس، المجرات، وكل ما في الكون. وداخل كل ذرة حركة دؤوب لا تهدأ، وكل حركة يصاحبها اهتزاز موجي، فهل يكون صوتاً، ولماذا لا نسمعه ؟.

الصوت ينتقل على شكل موجات، لكنه لا يعتبر جزء من الطيف الكهرومغناطيسي كموجات الضوء والموجات الإشعاعية. يتولد الصوت عندما تتذبذب المادة، تقاس الذبذبة هذه بوحدات تسمى الهرتز (Hz)، إن مصطلح الذبذبة يشير إلى عدد الموجات المتولدة في كل ثانية، إن الاختلاف في الذبذبة هو الذي ينتج اختلافاً في طبقات الصوت (صوت عالٍ وصوت منخفض). إن الحد الأقصى للسمع هو بين ٢٠ هرتز و ٢٠,٠٠٠ هرتز.

يستطيع الإنسان أن يسمع أصواتاً على مستوى ٢٠,٠٠٠ هرتز، وتستطيع الحيوانات الأخرى أن تسمع الطبقات الصوتية الأكثر ارتفاعاً، فالفأر يسمع لحد ١٠٠,٠٠٠ هرتز، والخفاش لحد ١٢٠,٠٠٠ هرتز، بينما الكلب يسمع لحد ٣٥,٠٠٠ هرتز، والقطة لحد

(١) عن كتابنا (علوم هندسة الصوتيات واللفظيات في القرآن والسنة) Sound, Acoustical & Phonetic (Engineering Sciences In The Holy Qur'an & Sunna)، الكتاب التاسع عشر ضمن سلسلة (لمحات هندسية من القرآن والسنة النبوية) الذي يصدر عن جائزة دبي للقرآن الكريم. وانظر كتابنا (المناظر الهندسي للقرآن الكريم) الصادر عن دار المشييرة بعمان.

٢٥,٠٠٠ هرتز، وفي الشمبانزي (٣٣ ألف هرتز)، ويصل في الخفاش إلى (١٢٠ ألف هرتز).^(٢).

يمكن تعريف الصوت على أنه تباين في الضغط للهواء أو الماء أو أي وسط آخر يمكن للأذن البشرية أن تلتقطه، ومقياس الضغط الجوي (البارومتر) هو الجهاز الشائع لقياس أي تنوع للضغط في الهواء. ومهما يكن فإن تنوع الضغوط الذي يحدث عند تغير الطقس يحدث ببطء شديد لدرجة أن إذن الإنسان لا تلاحظه ولهذا السبب لا يوصف بالصوت، ولكن إذا أحدثت تلك التغييرات في الضغوط الجوية بطريقة أسرع - على الأقل ٢٠ ضغطاً في الثانية- يمكن سماعها ومن ثم يمكن تسميتها صوتاً، وعلى كل حال فإن البارومتر لا يستجيب بسرعة كافية ولذلك لا يصلح استعماله كمقياس للصوت^(٣).

لذلك فإن الموجات التي لا تلتقطها الأذن البشرية أكبر من ٢٠٠٠٠ نذبذة في الثانية تسمى الموجات فوق الصوتية، وسميت هكذا نسبة إلى الإنسان رغم أن مخلوقات أخرى تسمع بأكثر من هذا الحيز.

إن أنواع الأصوات المختلفة هي نتيجة أشكال مختلفة من الموجات، فإذا تذبذب جسم تذبذباً سريعاً -أي عدة مرات في الثانية- وُلد صوتاً ذا تردد عال فنسمع صوتاً عالي النغمة كالصرير والصفير والزعيق. والأجسام التي تتذبذب ببطء تولد أصواتاً منخفضة النذبذة ونسمعها كأصوات ضعيفة النغمة كالهدير والأنين والأصوات العميقة -لاحظ الشكل (١)-.

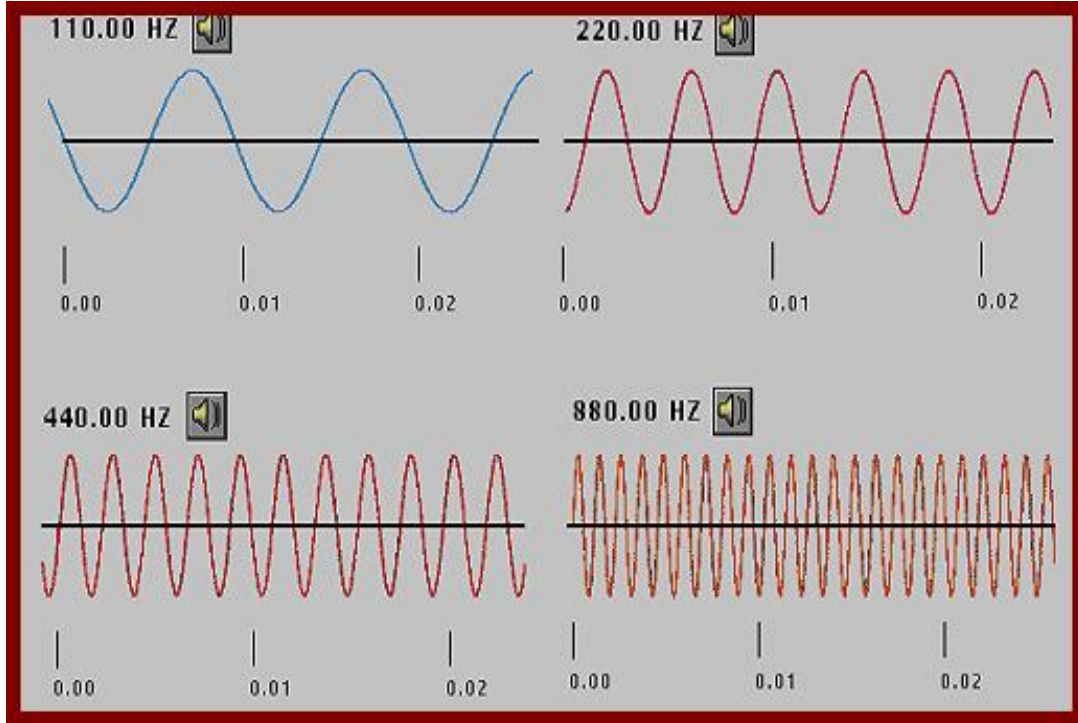
جميع الأصوات تنجم عن اهتزازات تنتقل عبر المادة (غازية، سائلة، صلبة) بشكل موجات إذ يمكننا أن نشعر بهذه الذبذبات الصوتية إذا وضعنا يدينا على فمنا عندما نتكلم. فالرجفة الخفيفة التي نشعر بها في اليد ناجمة عن اهتزازات الصوت التي أحدثناها خلال الكلام. والصوت العالي ينتج عن اهتزازات قوية تولد أمواج قوية، بينما الخافت ينتج عن اهتزازات

(٢) موسوعة الراصد (العلمية)، النسخة الإلكترونية، إنتاج شركة لاليه العالمية للبرامجيات، دورلينك كيندرسلي ١٩٩٥. © (1994-1995 Dorling Kindersley Multimedia & © 1996 Laleh Computer Institute).

(٣) تأثير الضوضاء العارمة على الإنسان، بحث مقدم إلى قسم هندسة البيئة، كلية الهندسة، الجامعة المستنصرية، إشراف الأستاذ الدكتور نزار الرواس، ٢٠٠٠م، ص ٢.

ضعيفة يولد أمواجاً ضعيفة، فعندما تسترخي الأوتار الصوتية في حنجرة الإنسان تسبب اهتزازات بطيئة وتولد أمواجاً منخفضة التردد، في حين أن الأوتار الصوتية المشدودة تسبب اهتزازات سريعة تولد أمواجاً صوتية عالية التردد.

إذن فالصوت يعتمد على شدة الهزة أو الذبذبة الصوتية التي تعتمد بدورها على شدة الصوت كما يعتمد على الوسط الناقل ومركز الهزة. وعلى أساس هذا التعريف فإن كل حركة يصاحبها اهتزاز موجي ضمن الوسط، فإذا كان سريعاً ضمن الحيز السمعي للبشر سمي صوتاً، وإن لم يكن كذلك لا يسمى صوتاً ولا نسمعه، وهذا من نعم الله علينا، إذ لا يمكن تصور الحياة ونحن نسمع كل حركة واهتزاز بدءاً من الذرة وانتهاءً بما يحصل في المفاعلات الهيدروجينية العظيمة التي هي النجوم في الكون.



الشكل (١): الموجات الطولية لأصوات مختلفة من القليلة كالآنين والهدير (١١٠ هرتز -
ذبذبة / ثانية -) وحتى الأقوى كالزعيق والصفير (٨٨٠ هرتز).
- عن موسوعة أنكارتا ٢٠٠٠ -

الدقيقة المسؤولة عن نقل الصوت أو الاهتزاز ضمن الوسط المادي تسمى فونون (Phonon) وهي ذات طاقة قليلة جداً إذ أنها تخضع لقانون ماكس بلانك في نظرية الكم، ولكن يمكن مضاعفة هذه الطاقة آلاف المرات حتى تصبح مدمرة.

يمكن للأصوات أن تبلغ إلى مسافة محددة فقط، فالصوت العالي الشدة الذي يسبب أمواجاً قوية يمكن أن يصل إلى أبعد مما يبلغه الصوت الخافت أو ضعيف الجهارة، عموماً لا يمكن حتى للأمواج الصوتية القوية أن تبلغ مسافات شاسعة البعد بحيث نتمكن من سماع الصوت إذا كنا بعيدين جداً عن مصدره وذلك بسبب أن للأذن البشري نافذة سمعية محددة من جهة وأن الأمواج الصوتية تنتشتت بعيد المسافة من جهة أخرى (*).

يمكننا تمثيل حركة الأمواج الصوتية بصورة مبسطة بإلقاء حجر في بركة ماء، فهذا الحجر الذي يلقي في البركة يولدّ تموجات صغيرة تتبعث منتشرة من المركز نحو الخارج مسببة اضطراباً يتناقص تدريجياً على سطح البركة وكلما ابتعدنا عن مركز الاهتزاز الذي هو موقع سقوط الحجر، ثم تختفي التموجات بكليتها تاركةً سطح البركة يعود من جديد إلى هدوئه، وكلما كان الحجر كبيراً سبب تموجات أكبر تنتشر اضطراباتها لمسافة أبعد، حتى إذا استطعنا أن نرمي بحجر يعادل حجم البركة أدى إلى اختفاء البركة بالكامل حيث أصبح مركز الاهتزاز يعادل حجم البركة. وهكذا تنتقل الأمواج الصوتية بنفس الكيفية التي تنتشر بها التموجات على سطح البركة، فالصوت القوي كالحجر الكبير يسبب اضطراباً أكبر ينتقل لمسافة أبعد.. وكما أن الماء ضروري لنقل التموجات كوسط تنتقل به الموجة فلا بد من وجود الهواء أو أية مادة أخرى صلبة، سائلة، أو غازية، كوسط لنقل موجات الصوت، فعدم وجود الوسط يعني عدم القدرة على السمع ومن العبث أن يصيح الإنسان مستغيثاً في الفضاء لأنه لو كان هناك أحد قريب منه قريباً يسمح له بإغاثته ولا يوجد هواء أو وسط ناقل بينهما فلا يمكن له أن يسمعه. فرجال الفضاء الذين يسيرون في الفضاء بسبب انعدام الجاذبية

(* هناك من العلماء من يعارض فكرة انتهاء الموجات واختفائها بل يقولون أنها تتوزع على مساحة أكبر فتتخف شدتها تدريجياً ولكنها لا تنتهي بل تستمر بشدة أخف، حتى تخرج من حيز النافذة البشرية للإنسان، وعلى هذا الأساس بنيت فكرة إمكانية استرجاع الأصوات المندثرة عبر الزمن.

يكلمون بعضهم بعضاً بواسطة جهاز الراديو المرسل المستقبل، لأن أمواج الراديو لا تحتاج إلى هواء ينقلها، بل أن انتقالها يكون أفضل بدون هواء⁽⁴⁾ (5).

وفي الهواء عندما تتضاعف المسافة فإن الهبوط في منسوب الضغط يكون (6 db) أي 6 ديسبل - والذي يختصر إلى المصطلح العلمي (دب) - لكل مضاعفة للمسافة على هذا النمط، فإذا تحركت متراً واحداً عن المصدر إلى مترين فإن منسوب ضغط الصوت سوف يهبط بمقدار (6 دب)، وإذا تحركت 4م يهبط (12 دب)، وعند الـ 8م يهبط (18 دب) وهكذا، هذا إذا لم يكن هناك عائق أو مؤثر للموجة الصوتية. أما إذا وجد مثل هذا العائق أو المؤثر فإن قسم من الصوت ينعكس وقسم منه يمتص داخل جسم العائق والباقي يرسل خلاله إلينا، وهذا يعتمد على نوعية مادة المعوق وشكله الهندسي وعوامل أخرى⁽⁶⁾.

عموماً فإن الموجات التي تردداتها تصل إلى 20000 هرتز تسمى الموجات الصوتية التي يستطيع الإنسان أن يسمعها وهو ما يسمى بالأصوات السمعية للإنسان، فعند دخول الصوت للأذن البشرية يحدث هذا الاهتزاز في طبلة الأذن ويؤدي حسب ميكانيكية رائعة تبارك خالقها إلى تحول الاهتزازات الصوتية إلى موجات عصبية تنتقل إلى المخ بشكل معقد ليفسر للمخ أن هذا الأمر كان صوتاً وأنه صوتٌ كذا.

وهناك مصطلحات علمية مهمة في علم الصوت منها:

v سرعة الصوت: هي سرعة انتشار موجة الصوت وتعتمد على الكتلة والمرونة للوسط

الناقل للصوت التي تساوي الضغط الجوي مضروباً بثابت يعتمد على النسبة بين

(4) Collage Physics، F. W. Sears and M. W. Zemansky, 2nd. 1978.. .. Fundamentals of Collage Physics، K. Nolan، WCB، McGraw - Hill، 2nd. edition، USA، 1993.. Acoustical engineering, Harry Ferdinand Olson, Van Nostrand ,1957.. Sound Engineer's Pocket Book, Second Edition, Michael Talbot-Smith, Focal Press, Butterworth-Heinemann, USA, 2000.

(5) كيف يعمل التلفزيون، سلسلة كتب ليديبرد، كلود كاريبي، ترجمة المهندس وجيه سلمان، ليديبرد بوك ليمتد ولونغمان هارلو، ط 1، بيروت، لبنان، 1975م، ص 14-16.

(6) تأثير الضوضاء العارمة على الإنسان، بحث مقدم إلى قسم هندسة البيئة، كلية الهندسة، الجامعة المستنصرية، إشراف الأستاذ الدكتور نزار الرواس، 2000م، ص 6 بتصرف.

الحرارة النوعية للهواء عند ثبوت الضغط والحرارة النوعية عند ثبوت الحجم. وسرعة الصوت في الهواء تبلغ ٣٤٠ م/ثا وهي لا تعتمد فقط على الضغط وإنما تختلف مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة المطلقة. وللصوت سرع مختلفة في المواد بسبب اختلاف كثافتها، فسرعة الصوت خلال الهواء هي ١١٠٠ فوت/ثا (٣٤٠ م/ثا)، وفي الخشب هي ١١,٠٠٠ فوت/ثا (٣٣٥٠ م/ثا)، والماء هي ٤٥٠٠ فوت/ثا، والألمنيوم هي ١٦٠٠٠ فوت/ثا (٥١٠ م/ثا)، والحديد ١٦٠٠٠ فوت/ثا، والرصاص ٤٠٠٠ فوت/ثا (١٢٢٠ م/ثا).

٧ طول الموجة الصوتية: بمعرفة سرعة الصوت وذبذبته يمكن إيجاد طول موجته، وهذا يعني المسافة الطبيعية في الهواء من قمة الموجة إلى قمة موجة أخرى.

٧ تردد الصوت: وهو عبارة عن عدد الدورات التي تمر في نقطة معينة في الثانية الواحدة ولا يختلف التردد في الصوت عما عرفناه سابقاً في التردد بشكل عام.

٧ ضغط الصوت: موجة الصوت تتضمن ضغوط أعلى وأسفل الضغط الطبيعي في الهواء. وضغط الصوت اللحظي أو الآني في نقطة هو مجموع الضغوط الآنية في تلك النقطة مطروحاً منه الضغط الجوي الساكن (أي عند انعدام الأصوات) ويقاس بوحدة الضغط (باسكال)⁽⁷⁾.

٧ سعة الضغط (Pressure Amplitude): وهو أعلى قيمة للفرق عن الضغط الجوي العادي، ويقاس بالـ dynes/cm^2 أو Pascal وهو يتناسب مع السعة (Amplitude) الذي سبق أن عرفناه، وقد أثبتت التجارب أن أعلى اختلاف للضغط لأكثر الأصوات شدة تستطيع الأذن تحملها أو تقبلها هو (٢٨٠ دايينز لكل سنتيمتر مربع) (280 dynes/cm^2) وما يقابله من أعلى اضطراب لتردد مساوي إلى ١٠٠٠ هرتز وهو حوالي (٠.٠٠١ cm) وهو صغير جداً.

(7) تأثير الضوضاء العارمة على الإنسان، بحث مقدم إلى قسم هندسة البيئة، كلية الهندسة، الجامعة المستنصرية، إشراف الأستاذ الدكتور نزار الرواس، ٢٠٠٠م، ص ٢-٦ بتصرف.

✓ **شدة الصوت (Sound Intensity)** وهو مقدار الطاقة المارة خلال وحدة المساحة في وحدة الزمن ويقاس بالـ (ergs/sec.cm²) أو (watt/cm²) وللإذن البشرية تتراوح هذه الخاصية من (10⁻⁴ - 10¹⁰) (watt/cm²)، والشكل الأول من الشكل (٢ - أ) يوضح شدة الأصوات المختلفة.

✓ **منسوب الجهارة (Loudness Level):** وهو يقاس بالـ (db) أو (decibels)، ويوضح الجدول (١)^(٨) أرقام مختلفة للضوضاء لأنواع مختلفة من الأصوات السمعية للإنسان والذي يتراوح بين (0-120 db).

✓ **مناطق التحسس السمعي والتحسس الحسي:** يوضح الشكل (٢ - ب، ج)^(٩) حالتان الأولى منطقة الحس السمعي (Auditory Area) لشخص جيد السمع ويلاحظ أن ارتفاع المنحنى السفلي لأي تردد يمثل مستوى الشدة لأخفت نغمة صاخبة لذبذبة نستطيع الأذن البشرية التقاطها وهي النافذة السمعية أو مدخل السمع وهي تعادل ٥ دب (5db)، بينما المنحنى العلوي الخاص بالنافذة الحسية أو مدخل الحسي لأي ذبذبة مقابلة لمستوى الشدة لأعلى نغمة صافية التي تستطيع الأذن البشرية تحملها حيث إن الشدات الأعلى تسمى عتبة الألم السمعي وهو ما يعادل (120db) لكل الذبذبات. وقد بينت التجارب أن ١% من الناس لهم مدخل سمعي بمستوى اقل نقطة للشكل (٢ - ب)، بينما ٥٠% من الناس تستطيع سماع ذبذبات ٢٥٠٠ ذبذبة /ثانية عند مستوى شدة طولي (8db)، و ٩٠% عند مستوى شدة حوالي (20db).

الجدول (١) علاقة شدة الصوت لمستويات مختلفة

Noise Level Due to Various Sources (Representative values)

Source or description of noise مصدر ووصف الصوت	Noise Level, db مستوى الصوت
---	--------------------------------

^(٨) الفيزياء الجامعية، ف. و. سيرس، (Collage Physics، F. W. Sears and M. W. Zemansky, 2nd. 1978)، الصفحات (٤٣٣ - ٤٣٦).

^(٩) الفيزياء الجامعية، ف. و. سيرس، (Collage Physics، F. W. Sears and M. W. Zemansky, 2nd. 1978).

Threshold of pain	عتبة أو مشرف الألم	120
Riveter	ماكينة برشمة	95
Elevated train	القطار المعلق	90
Busy street traffic	حركة المرور الكثيفة	70
Ordinary conversation	الكلام العادي	65
Quiet automobile	العربات الهادئة	50
Quiet radio in home	المذياع الهادئ	40
Average whisper	الهمس	20
Rustle of leaves	خشخشة الأشجار	10
Threshold of hearing	عتبة أو مشرف السمع	0

يمكن تقسيم النغمات الصوتية لثلاثة أقسام هي الكلام (speech)، الموسيقى (music)، الضوضاء (noise). ويبين الجدول (١) علاقة شدة الصوت ومصدره مقاساً بوحدة الديسيبل.

يعتبر علم الأصوات (Phonetics) العلم المسؤول عن دراسة حقل اللغات ونطقها وألفاظها وارتباط كل ذلك بخصائص الصوت الفيزيائية وعلومها، وهو ينقسم لحقول ثلاث:

✓ علم الأصوات النطقية (Articulatory phonetics) وهو يدرس كيفية النطق عند البشر باستخدام ادوات النطق كالحنجرة واللسان والشفاه.

✓ علم الأصوات اللفظية (Acoustic phonetics) ويدرس الموجات الصوتية الناتجة من التلفظات اللغوية عند البشر.

✓ علم الأصوات السمعية (Auditory phonetics) ويدرس كيفية استقبال الأذن البشرية للموجات الصوتية اللغوية والكلامية.

وهناك علم الفونولوجيا (Phonology) الذي يدرس كيفية تغير اللغات بدراسة الخصائص الفيزيائية للأصوات المتعلقة بلغة ما. وهناك علم اللغة المقارن أو فقه اللغات الذي يدرس

مقارنة بين التلغظات المختلفة لكلمة ما بين لغات رئيسية مختلفة ويبحث في العوامل التي أدت لانتقال تلك المفردات وتغيرها⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾.

يبين الشكل (٣ - أ)⁽¹²⁾ الطيف الصوتي للآلات الموسيقية المختلفة كالبيانو والكمان (Violin) والبوق الترددي (Trombone) والبوق الطويل (Clarinet)، بينما يبين الشكل (٣ - ب)⁽¹³⁾ شكل الموجة لضربات الإيقاعات (Beats)، أما الشكل الآخر في الشكل (٣ - ج)⁽¹⁴⁾ يمثل موجات مختلفة لمنبهات متناظرة ويلاحظ من الأشكال أن هذه الأصوات على قلة موجاتها وسعاتها وشداتها فإنها في كثير من الأحيان تصبح عند البعض من الضوضاء بحيث إن الأذن البشرية لا تطيقها. بينما يعطي الشكل الأوسط من الشكل (٣ - د) فيعطي أشكال الموجات الصوتية لآلات موسيقية مختلفة.

تعرف الضوضاء بأنها كل صوت غير مرغوب فيه بغض النظر عن نوعيته أو مكوناته الترددية أو منسوب ضغطه الصوتي أو تأثيره على المستمعين، وهو من أهم العوامل الفيزيائية لتلوث البيئة. الكلام والموسيقى وغيرها هي فعلاً ضوضاء إن كان سمعها غير مرغوب فيه، وهذه المشكلة تتزايد مع تزايد التكنولوجيا ولها تأثيرات سلبية على الصحة والسلوك. والضوضاء نوعين، الضوضاء النبضية (Impulsive Noise) مثل المطارق والانفجارات ويكون ضغطها عالي ومدمر للأذن، والضوضاء المستمرة (Continuos

(10) موسوعة إنكارتا ٢٠٠٣م، النسخة الإلكترونية، -1993 © 2003. Microsoft® Encarta® Reference Library (Microsoft Corporation, 2002, علم الأصوات).

(11) Acoustical engineering, Harry Ferdinand Olson, Van Nostrand, 1957.. Sound Engineer's Pocket Book, Second Edition, Michael Talbot-Smith, Focal Press, Butterworth-Heinemann, USA, 2000.

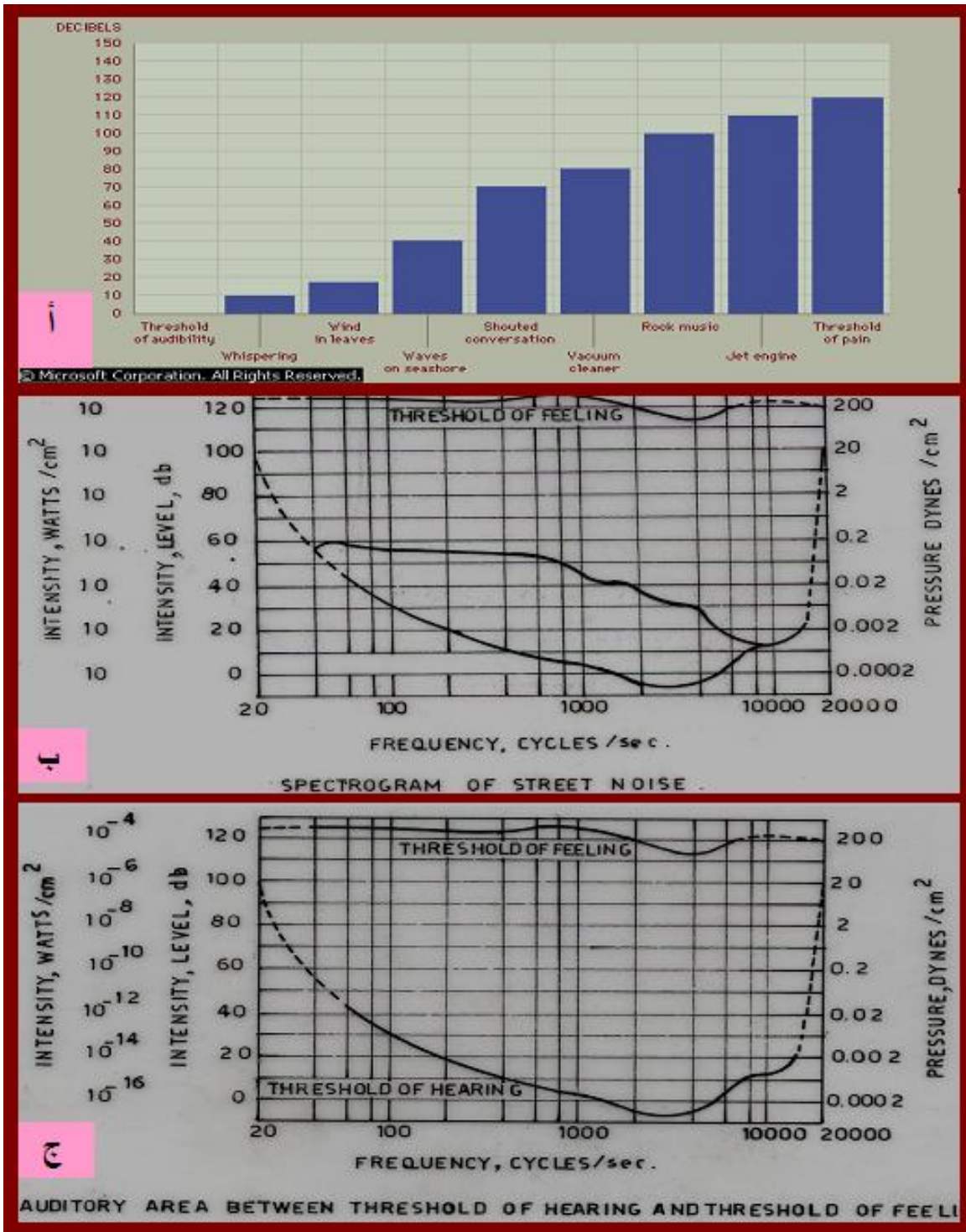
(12) الفيزياء الجامعية، ف. و. سيرس، (Collage Physics، F. W. Sears and M. W. Zemansky, 2nd. 1978)، ص ٤٣٨.

(13) نفس المصدر السابق، ص ٤٣٩.

(14) نفس المصدر السابق، ص ٤٤١.

Noise) مثل الماكينات وضوضاء المدن الصناعية.. وعموماً فإن ١٤٠ دب فجائية أو ٩٠ دب لمدة ١٨ ساعة تسيء للصحة بشكل كبير⁽¹⁵⁾.

(15) بتصرف عن صفحات مختلفة من المصادر: (Harry Ferdinand Olson, Van) Acoustical engineering, Nostrand ,1957.. Sound Engineer's Pocket Book, Second Edition, Michael Talbot-Smith, Focal Press, Butterworth-Heinemann, USA, 2000.)). وانظر (تأثير الضوضاء العارمة على الإنسان)، بحث مقدم إلى قسم هندسة البيئة، كلية الهندسة، الجامعة المستنصرية، إشراف الأستاذ الدكتور نزار الرواس، ٢٠٠٠م، ص٩-١٠.

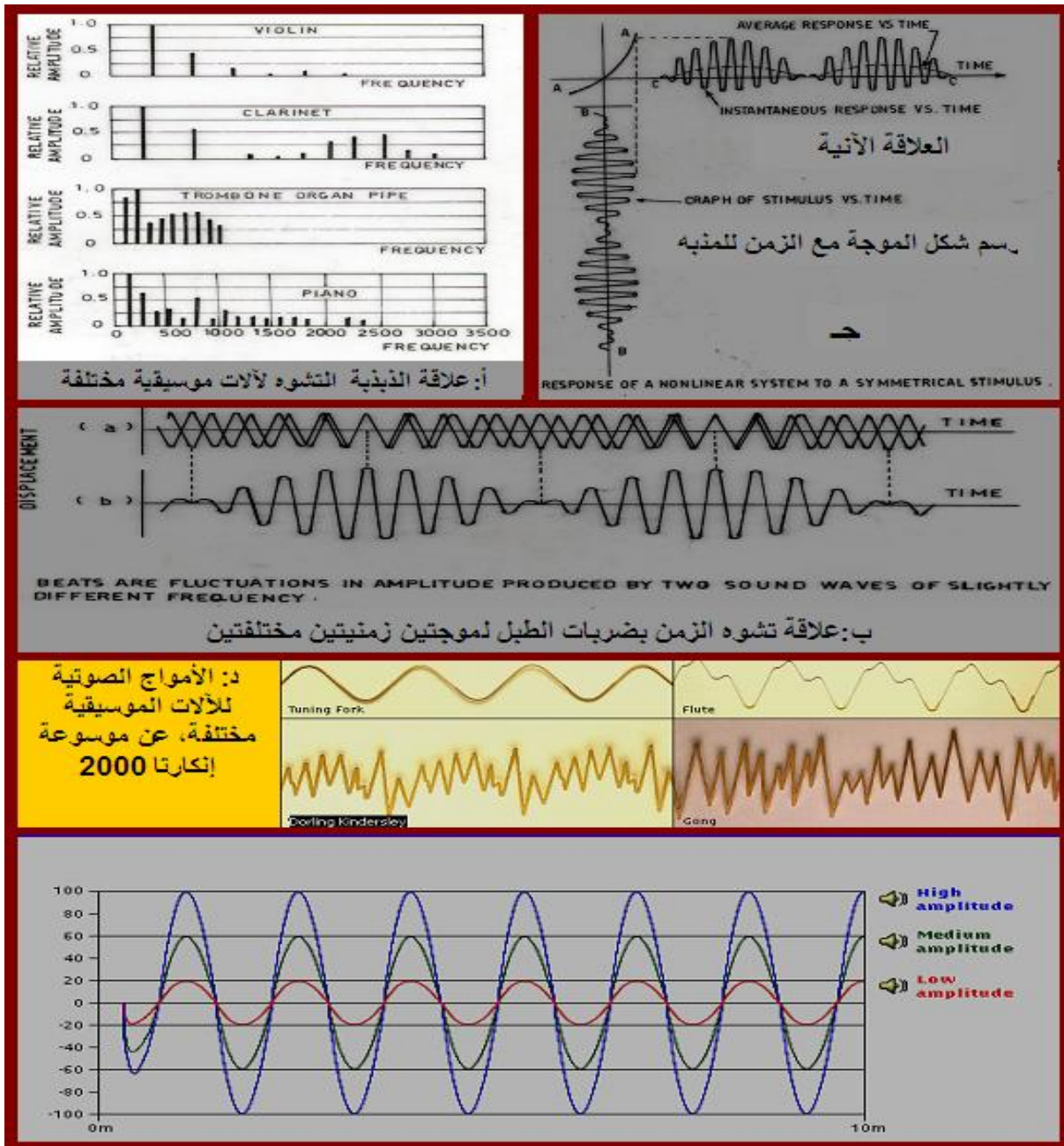


الشكل (٢): يوضح علاقات شدة السمع والتحسس السمعي والحسي.

أ: يوضح شدة الصوت، عن موسوعة إنكارتا ٢٠٠٠.

ب، ج: يوضحان منطقة التحسس الحسي والسمعي لشخص جيد السمع لأصوات مختلفة،

(الفيزياء الجامعية، سيرز، ص ٤٣٦ - ٤٣٧)



الشكل (٣): الذبذبات والتشوهات الذبذبية والتموجات الصوتية لآلات الموسيقى المختلفة والمنبهات، أ، ب، ج - عن كتاب الفيزياء الجامعية، ص ٤٣٨ - ٤٤١. والشكل الأسفل يوضح أنواع مختلفة من السعات (Amplitudes) لنفس الترددات (Frequencies) .. - عن موسوعة إنكارتا ٢٠٠٣م -