



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بابل  
كلية التربية للعلوم الصرفة  
قسم الفيزياء

## الموجات فوق الصوتية

بحث مقدم الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة بابل كجزء  
نيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

من قبل الطالب

محمد علي عبد السادة

بإشراف

د. عدي علي جيجان

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

((الرَّحْمَنُ \* عَلَّمَ الْقُرْآنَ \* خَلَقَ الْإِنْسَانَ \* عَلَّمَهُ  
الْبَيَانَ \* الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ \* وَالنَّجْمُ  
وَالشَّجَرُ يَسْجُدَانِ \* وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ  
الْمِيزَانَ \* أَلَّا تَطْغَوْا فِي الْمِيزَانِ \* وَأَقِيمُوا  
الْوِزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ))

صدق الله العلي العظيم

(الرحمن: 1-9)

## ((الاهداء))

الى ..... سيد العالمين وخاتم الانبياء والمرسلين محمد (صلى الله عليه واله وسلم)

الى ..... الى سندي عائلي

الى ..... كل من وقف بجانبني في مشواري الدراسي

الى ..... الاساتذة الافاضل الذين منحونا من وقتهم وجهدهم.

الى ..... أختي وأخواتي الاعزاء

الى ..... كل اصدقائي وزملائي في الدراسة

الى ..... اولئك الذين احببتهم واحبوني في الله

اهدي لهم ثمرة جهدي هذا .....

## الشكر و التقدير

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين باعث الانبياء والمرسلين هداية الناس أجمعين  
وأفضل الصلاة والسلام على خير الأنام صاحب الشريعة ومنقذ البشرية من  
الضلال الى النور محمد المصطفى وعلى اله المعصومين الميامين أصحابه  
المنتجين ومن دعاء بدعوتهم الى يوم الدين

أما بعد

يشرفني أن أقدم الشكر والامتنان الى

الدكتور (عدي علي جيجان)

لما ابدأ من توجيهات علمية التي كان له الأثر المباشر في توجيه الباحث

الى الوجهة العلمية الصحيحة ، فجزاء الله عني خير جزاء

وكذلك اتقدم بالشكر الجزيل الى اهلي الذين كانوا سندي في هذه الحياة

واتقدم بالشكر والامتنان الى اساتذة قسم الفيزياء في كلية التربية للعلوم

الصرفة لما قدموه لي من توجيهات علمية خلال دراستي الجامعية طيلة اربع سنوات

## الفهرست

رقم الصفحة	الموضوع
١	الفصل الاول: الصوت
٢	المقدمة
٦	طبيعة الموجات فوق الصوتية
٨	درجة ونوع الصوت
٩	شدة الصوت
١٠	السمع والصوت
١٢	الفصل الثاني: الموجات فوق الصوتية
١٣	المقدمة
١٣	أنواع الموجات فوق الصوتية
١٤	فوائد الموجات فوق الصوتية
١٥	ومصادر توليد الموجات
١٩	الفصل الثاني: استخدامات الموجات فوق الصوتية
٢٠	جهاز الموجات فوق الصوتية
٢١	المسبار المحس
٢٢	أنواع المسبار
٢٢	مبدأ عمل جهاز الموجات فوق الصوتية
٢٣	الحمل
٢٣	فحص أنسجة وأعضاء البطن
٢٣	الكشف عن سرطان الثدي لدى النساء
٢٤	تصوير تدفق الدم عبر الاوعية الدموية والأعضاء.
٢٤	المساعدة في الخزعات
٢٤	تقييم التهاب المفاصل

٢٤	فحص هيكل الاعضاء الداخلية نخنا عن الكلف بعد المرض
٢٥	الكشف عن مشاكل الأعضاء التناسلية
٢٥	استخدام الموجات فوق الصوتية في مجال تكنولوجيا الغذاء
٢٥	استخدام الموجات فوق الصوتية في مجال الصناعة
٢٦	استخدام الموجات فوق الصوتية في الفضاء
٢٦	استخدام الموجات فوق الصوتية في تحديد الموقع
٢٦	استخدامات أخرى
٣٢	تطبيقات الموجات فوق الصوتية في معالجة المياه
٣٥	فوائد الموجات فوق الصوتية
٣٦	اضرار الموجات فوق الصوتية
٣٧	الموجات فوق الصوتية في البناء
٣٨	توصيات
٤٠	مصادر

## الخلاصة

لقد تم دراسة هذا البحث الذي يتحدث عن الموجات فوق الصوتية، الفصل الأول يتحدث عن الصوت ومن أهم المواضيع الذي تحدثنا عنها هي طبيعة الموجات الصوتية، وشدة الصوت والسمع والصوت أما الفصل الثاني فقد تحدثنا عن (الموجات فوق الصوتية)؟ ومن أهم المواضيع الذي تحدثنا عنها وهي أنواع الموجات فوق الصوتية وفوائدها ومصالحها توليد الموجات فوق الصوتية، أما الفصل الثالث فقد تحدثنا (استخدامات الموجات فوق الصوتية) تطرقت في دراسة الموجات فوق الصوتية، تطبيقات الموجات فوق الصوتية في معالجة المياه كإزالة الملوثات العضوية وإزالة الملوثات البايولوجية وتحسين كفاءة عملية الترشيح الغشائي وأيضا فوائدها الموجات فوق الصوتية وكشف عيوب الخرسانة وأيضا تم استخدام طاقة الموجات الصوتية في الكشف عن الجنتة كقنينة مستخدمة في التطبيقات الطبية وأثبتت النتائج أنها كشفات غير إتالفة لدقتها وعدم وجود أعراض جانبية على الأم والجنين

# الفصل الاول

## الصوت



## (1.1) المقدمة

الصوت هو تردد الى او موجة قادرة على التحرك في عدة اوساط مادية مثل الاجسام الصلبة ،والسوائل ،والغازات،ولا تنتشر في الفراغ وباستطاعة الكائن الحي تحسسه عن طريق عضو خاص يسمى الأذن من منظور علم الاحياء فالصوت هو إشارة تحتوي على نغمة او عدة نغمات تصدر من الكائن الحي الذي يملك العضو الباعث للصوت ،تستعمل كوسيلة اتصال بينه وبين كائن آخر من جنسه أو من جنس آخر ، يعبر من خلالها عما يريد قوله او فعله بوعي مسبق ، ويسمى الإحساس الذي تسببه تلك الذبذبات بحاسة السمع. ويعد الصوت اساس الكثير من الخبرات التي يكتسبها الإنسان ، وقد كان الإنسان في الماضي لا يعتمد على الأصوات التي يصدرها من حنجرته فحسب وإنما يعتمد أيضا على اصوات الطبول و الادوات التي تحدث الجلجلة والخشخشة وايضا بالمزامير ،وتقدر سرعة الصوت في الوسط الهوائي العادي ب(٣٤٣)متر في الثانية أو (١٢٢٤)كيلو متر في الساعة تتعلق سرعة الصوت بعامل الصلابة وكثافة المادة التي يتحرك فيها الصوت ،وايضا الصوت هو إهتزاز ميكانيكي للوسط،الصوت ليس موجة بل الموجة هو إحدى الأشكال (نماذج الإنتشار) التي يبرز ويتميز بها الصوت وكمثال على نماذج أخرى :التيارات الصوتية والتدفق الصوتي ، هنالك عوامل أخرى تؤثر على إنتشار الصوت وسرعته كطبيعة المادة (اللزوجة).ينتشر الصوت في الغازات والبلازما وفي السوائل على هيئة موجات طولية ،وتسمى عند الفيزيائيين موجات تضاغطية اما المواد الصلبة فينتشر الصوت فيها كموجات طولية وايضا موجات عرضية وتتكون موجات الصوت الطولية من تتابع لطبقات يعلو فيها الضغط عن الضغط المتوازن المعتاد متتابعة اما الموجات العرضية المواد الصلبة فهي موجات متتابعة من إجهاد جزئي عرضي ، يكون عموديا على إتجاه إنتشار الصوت. وفي موجات الصوت تنزاح جزيئات الوسط دوريا ولكنها لا تنتقل مع الصوت وتنقل الطاقة المحمولة مع الصوت كطاقة حركة لإهتزازات الصوت. ومن وجهة نظر الفيزياء فالصوت هو موجة وتكون الموجة في السوائل والغازات موجة طوليةوهي كذلك في الهواء. اما في المواد الصلبة فينتشر الصوت في موجات عرضية،وتتحرك الموجات جزيئات الوسط (غالبا الهواء) حول حالة وسطية وتنتشر بسرعة خاصة ويرمز لسرعة الصوت بالرمز(ع) وتعتبر دراسة الصوت من المواضيع المهمة حيث تستخدم هذه الدراسات في أبحاث الطيران والفضاء والطاقة المتجددة والطاقة النووية والأبحاث الطبيعية ،ويمكن توليد الصوت بوسائل ميكانيكية او حرارية ،وتستخدم الوسائل الحرارية في بناء المبردات الصوتية الحرارية وكذلك في عمليات الكشف عن الماء الموجود في النفط [١]

## (١-٢) طبيعة الموجات الصوتية

تنتشر موجات الصوت في الأوساط المادية في هيئة إهتزازات تحدث تضاعطات وتخلخلات للوسط الذي تنتشر فيه فتنتقل الطاقة من جزيئات المادة التي تمر خلالها وتذبذب وتهتز وينتشر الصوت في المواد على شكل موجة طولية تتذبذب في نفس اتجاه حركة الانتشار الموجة وتخضع لجميع قوانين الفيزياء عندما تتولد موجة صوتية من مصدر مهتز ما فلن تردد الموجات أ يساوي تردد إهتزاز ذلك

المصدر فيما يعتمد طول الموجة على سرعة الموجة في ذلك الوسط .

$$C = \lambda f$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

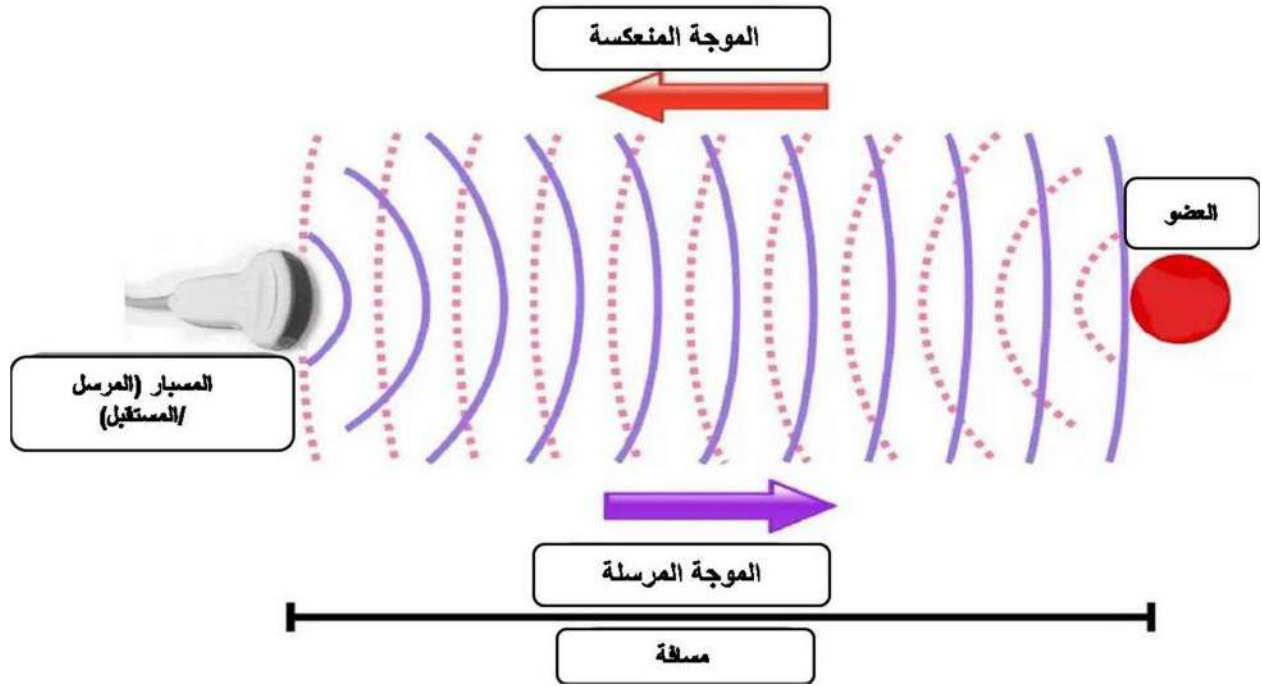
حيث

C=سرعة الموجة

F=التردد

$\lambda$  =الطول الموجي

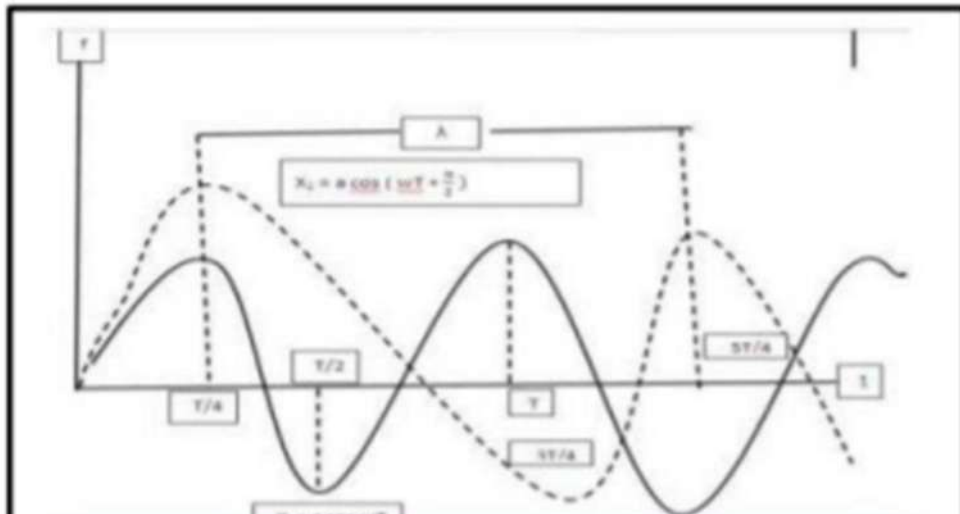
عند الانتقال من وسط لآخر يتغير الطول الموجي بنفس التغيير في السرعة لان التردد لايتغير أي ثابت وتنطبق المعادلة الثانية على جميع الحركات الموجية سواء كانت موجات صوتية ام ميكانيكية ام موجات كهرومغناطيسية [٢]



شكل رقم (١-١) طبيعة الموجات الصوتية

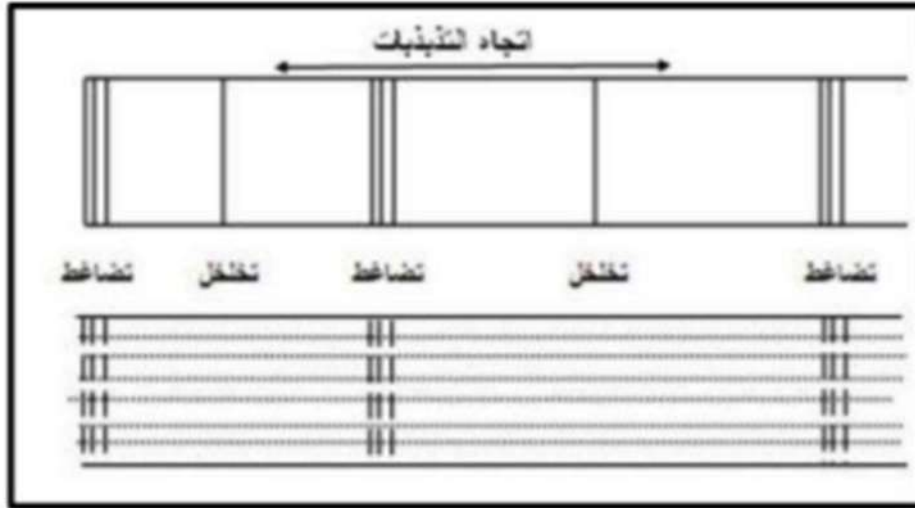
### وحسب هذه الطبيعة تنقسم الموجات لنوعين هما

- ١- الموجة الطولية : هي التي يتسبب انتشارها في الوسط حركة جزيئاته في الوسط في اتجاه الانتقال
  - ٢- موجات مستعرضة : وهي التي يتسبب عنها حركة جزيئاتها في الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه الانتشار وكلا النوعين عند انتشارهما في أي وسط غير محدود
- يكونان مايعرف بالامواج التقدمية وهي موضحة في الشكل الآتي



## شكل رقم (١-٢) يوضح الأمواج التقدمية

والموجات الصوتية هي موجات طولية تنتقل في أي مادة سواء كانت هذه المادة صلبة أو سائلة أو غازية تنشأ هذه الموجات بواسطة أي آلية توليد الموجات التضاغية في الوسط المحيط وينشأ الصوت عند اهتزاز الاجسام فيحدث اهتزاز وتذبذبات حولها في وسط مادي مرن بذلك تنتقل موجات الصوت فية وجد ان الموجات تاخذ الشكل الموضح

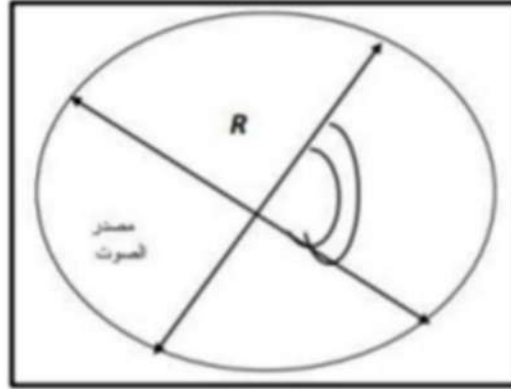


## شكل رقم (١-٣) يوضح الامواج في حالة حدوث تخلخلات وتضاغطات

### (١-٣) شدة الصوت

تعرف شدة الصوت بأنها الطاقة التي تعملها الموجة الصوتية في الثانية عير وحدة المساحات العمودية على إتجاه انتشار الموجة وحيث أن الشدة في الطاقة في الثانية إذن شدة الصوت هي القدرة المارة خلال وحدة

المساحات العمودية إتجاه الانتشار الموجة ووحدة قياسها هي الواط لكل متر مربع ، ويمكن إيجاد شدة الصوت أو الناتج من مصدر ويرسل موجات ترددها  $F$  أو سرعتها  $Y$  وكثافة الوسط الذي تنتقل فيه  $C$  باستخدام التعريف [3]



شكل رقم (٤-١) يوضح شدة الصوت و الناتج من مصدرها

$$I = \frac{\text{قدرة الموجة}}{\text{مساحة الانتشار}}$$

$$I = \frac{\pi W Y^2 T F}{4\pi C r^2} = \frac{\pi Y^2 m C^2 T f p}{4\pi c r^2}$$

$$W = 2\pi f$$

$$I = \left[ \frac{\pi Y^2 m (C^2 P) f}{4\pi c r^2} \right] = \frac{\pi Y^2 m f^2 c p}{2r^2}$$

$$I = \frac{\pi Y^2 m f^2 c p}{2r^2}$$

تناسب مستوى ارتفاع شدة الصوت وهو متسبب في استجابة طبلة الاذن للاصوات بقياس مستوى شدة الصوت بمقياس الديسبل و المبنى على قوة الرقم (١٠) وحدات

ويعبر الحد الأدنى لشدة الصوت المسموع لاذن هو  $\frac{W}{m^2 10^{-10}}$

$$i = 10^{-10} \frac{W}{m^2} \text{ ويساوي الصفر في مقياس الديسيبل}$$

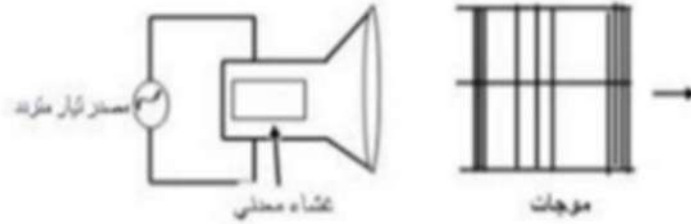
لذا لابد من معرفة شدة الصفر عند مقياس الديسيبل وتمكن من مستوى شدة الصوت من استيفاء هذه الشرط

$$1 - l = 10^{-12}$$

$$2 - db = 10 \log \frac{1}{10}$$

#### (١-٤) درجة ونوع الصوت

إذا وصلنا جهاز الميكرفون بمصدر تيار متردد

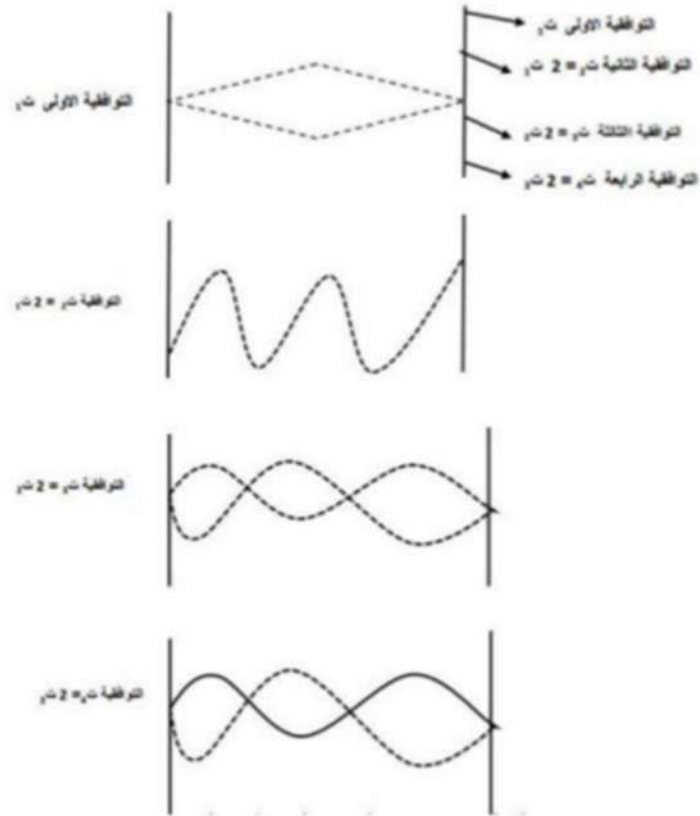


#### شكل رقم (١-٥) يوضح جهاز الميكرفون موصل بتيار متردد

فإن الصوت الصادر من الجهاز سيكون بنفس تردد التيار أي تردده نفس تردد التيار المتردد وإذا زدنا تردد المتذبذب الذي يقوم بتشغيل الجهاز فإن السامع سوف يقرر حالاً أن درجة الصوت الجديد أعلى من درجة الصوت الأول أي أن درجة الصوت تتناسب مع التردد أي أن درجة الصوت تعلق بزيادة التردد. درجة

الصوت خاصية تميز بها الأذن الصوت الحاد و الغليظ وهي أيضا كمية ذاتية لا يمكن قياسها بالاجهزة وهناك علاقة بين درجة الصوت وتردده ويعتمد نوع الصوت على وجود

النغمات التوافقية الموجودة في الصوت



## شكل رقم (٦-١) يوضح النغمات التوافقية للصوت

### (٦-١) السمع والصوت

يختلف الناس في مقدرتهم على سماع الاصوات الا ان معظمهم يتفوقون في شدة الصوت ومستوى شدة الصوت حيث أن معظمهم يتفوقون على ادنى مستوى لشدة الصوت التي يمكن سماعها وفي شدة الصوت الذي يسبب الالم تعتمد استجابة الاذن البشرية للصوت على تردد بالاضافة الى شدته وهي اكثر حساسية لبعض الترددات دون الأخرى

### وحسب التردد تنقسم الموجات الصوتية الى ثلاث اقسام هي

١- **الموجات تحت سمعية** : وهي الموجات الصوتية التي يقل ترددها ٢١ هيرتز تسمى موجات تحت سمعية وأهم مصدر لها الحركة الاهتزازية والانزلاقية لطبقاتك القشرة الارضية تنشأ عنها الزل والبراكين ، والموجات الصوتية تحت سمعية فتنتقل في الهواء عندما يضطرب الجو ، ولا يستطيع الانسان سماعه ولكن قد تسبب نوع من الصداع وبعض الاضطرابات في وظائف الأعضاء، ويمكن للحيتان والأفيال والافاعي والكلاب ارسال او استقبال الاصوات تحت سمعية والاتصال ببعضها بحك الاصوات عبر مسافات شاسعة تصل لعدة كيلو مترات ، وقد أكدت الدراسات والبحوث التي قامت بها جمعية الدراسات الجيولوجية الامريكية أن الحيوانات هي اكثر المخلوقات تنبوءا بالزلزل

٢- **الموجات السمعية**: هي التي تحدث عندما تهتز الاجسام فتصدر عنها موجات تحدث اضطرابا في الوسط المحيط لهذه الاجسام فإذا ماوصلت إلى أذن الانسان أثرت عليها بتردد معين وينتج عنه ذلك الاحساس بالسمع. والموجات الصوتية يقع ترددها في المدى ٢٠ هيرتز إلى ٢٠.٠٠٠ هيرتز وتسمى بالمدى الصوتي المسموع وهذا المدى يختلف من شخص لآخر كما أنه يختلف في الشخص الواحد من فترة عمرية إلى أخرى وتؤثر ايضا في الظروف البيئية من ضوضاء إلى هدوء على هذا

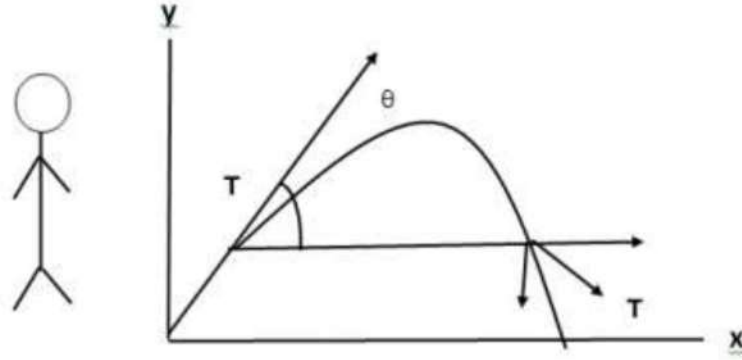
### الاذن البشرية تسمع الصوت إذا توفرت الشروط الاتية:--

- ١- أن يكون هناك مصدر صوتي أي مصدر مهتز
- ٢- أن يكون بين المصدر والاذن وسط مرن
- ٣- ان يكون تردد الصوت في المدى السمعي للاذن
- ٤- أن يكون الصوت قوي بحيث تشعر به الاذن



٣- الموجات فوق سمعية: وهي عبارة عن اضطراب متزايد في وسط ما يسبب إهتزاز لجسيمات الوسط ويمكن الحصول على الموجات فوق السمعية من إهتزاز الاجسام ذات الابعاد المناسبة والتي تعطي تردد أعلى من ٢٠٠٠٠٠ هيرتز والتي تقع خارج لطاق حاسة الأذن البشرية ولا تختلف هذه الموجات من حيث الخواص الصوتية الأخرى إلا أنه نظرا لقصر طول موجاتها فانه بالامكان أن تنتقل على هيئة موجات دقيقة عالية الطاقة[2]

### (١-٧) انتقال الطاقة عبر الموجات الصوتية



شكل رقم (١-٧) يوضح اهتزاز الوتر بالطاقة الحركية

من المهم جدا معرفة باي معدل يهتز الوتر بالطاقة الحركية لكي يحتفظ بسعة اهتزازية ثابتة لذلك نعتبر الوتر مشدودا بقوة شدة حيث يؤدي اهتزاز هزة مستعرضة لانتشار موجة مستعرضة عبر الوتر و يجب تكرار هذه الدفعة بصورة دورية بمعنى ان الوتر يجب امداده بالطاقة من مصدر خارجي لكي يستمر الاهتزاز فإذا كانت ازاحة جزيئات الوتر تعطي بالعلاقة

$$y = A \sin(\omega t - kx)$$

القوة التي تعدت الوتر تساوي في المقدار قوة الشد و يكون اتجاهها مماسا بطرف الوتر عند أي لحظة وعلى ذلك فان مركبة القوة في اتجاه التذبذب هي:

حيث ان T هي الشد [4]

$$F_1 = T \sin\theta$$

## الفصل الثاني

### الموجات فوق الصوتية

## (٢-١) المقدمة

إن التصوير بالامواج فوق الصوتية - أو ما يعرف بالايكو- من الناحية الطبية هي نوع من التصوير الاستقصائي، و يستخدم بهذا الاجراء موجات صوتية عالية التواتر للنظر إلى الاعضاء والانسجة داخل الجسم، حيث يستخدمه أخصائيو الرعاية الصحية من أجل عرض القلب والاوعية الدموية والكلى والكبد والعديد من الاعضاء الأخرى، وخلال الحمل ، يمكن أن يستخدم الطبيب الموجات فوق الصوتية من أجل عرض الجنين، فيخالف الاشعة السينية . X-Ray ، لايعرض التصوير بهذه الطريقة الأشخاص لخطر الاشعة ، وخلال فحص الامواج فوق الصوتية، يتم وضع ما يعرف بالمسبار على المنطقة المراد فحصها، حيث تتردد الأمواج فوق الصوتية من الانسجة ضمن الجسم بأطوال موجية متفاوتة مما يؤمن صورة عن محتوى الجسم، وسيتم الحديث في هذا المقال عن أنواع الموجات فوق الصوتية، كما ستنتم الاشارة إلى فوائد ومخاطر هذا الاجراء ، بالإضافة إلى ذكر الطريقة التي يتم فيها. تسمى الموجات فوق الصوتية التشخيصية أيضا بالتخطيط الصوتي أو التخطيط الصوتي الطبي التشخيصي ، وهي أسلوب في التصوير يستخدم موجات صوتية عالية التردد لانتاج صور هياكل في جسمك . يمكن أن تقدم الصور معلومات مهمة في تشخيص ومعالجة عدة أمراض وحالات طبية. يتم إجراء معظم الفحوصات بالموجات فوق الصوتية باستخدام جهاز موجات فوق صوتية خارج جسمك، على الرغم من أن بعضها يتضمن وضع جهاز داخل جسمك[4].

## (٢-٢) أنواع الموجات فوق الصوتية

ما هي أنواع الموجات فوق الصوتية التي صنفنا إليها؟ معظم إجراءات الموجات فوق الصوتية الطبية تتم عن طريق وضع المسبار على سطح البشرة، إلا أن هناك بعض الحالات التي يتم من خلالها إدخال مسبار مخصص عبر إحدى فتحات الجسم الطبيعية من أجل الحصول على صورة تشخيصية أوضح.

ولذلك يمكن تصنيف بعض أنواع الإجراءات المتبعة باستخدام الامواج فوق الصوتية[4]

على الشكل الآتي:-

١- الامواج فوق الصوتية عبر المهبل، حيث يتم وضع مسبار مخصص ضمن مهبل المرأة للحصول على صورة أفضل للرحم والمبيضين.

٢- الامواج فوق الصوتية عبر المستقيم، والتي تستخدم في بعض الاحيان من أجل تشخيص أمراض البروستات

٣- تصوير الامواج فوق الصوتية للقلب عبر المريء، ويستخدم هذا النوع من أجل الحصول على صور أكثر وضوحاً للقلب.

٤- يستخدم الايكو دوبلر كنوع خاص من الامواج فوق الصوتية من أجل إنشاء صور توضح جريان الدم عبر الاوعية الدموية

٥- يساعد التصوير بالامواج فوق الصوتية للعظام بتشخيص هشاشة العظام الامواج فوق الصوتية لتصوير القلب، والتي تعرض القلب بوضع المسبار على الصدر من الخارج.

٦- يضيف التصوير بالامواج فوق الصوتية ثلاثي البعد بعداً إضافياً على الصورة التقليدية، مما يؤمن صورة مميزة أكثر من التصوير الاعتيادي.

٧- تحمل الصورة رباعية البعد ذات الصورة ثلاثية البعد مع إضافة الحركة الحالية لها.

## (٣-٢) فوائد الموجات فوق الصوتية

يمكن الحديث عن فوائد إجراء التصوير بالامواج فوق الصوتية عن طريق إيضاح استخدامات هذه التقنية، وبشكل عام، يربط معظم الأشخاص هذا الفحص مع الحمل، حيث يؤمن أثناء الحمل عدة صور ولقطات للجنين وهو في رحم أمه، وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يستفاد من هذا الفحص في العديد من النواحي الأخرى،

فقد يطلب الطبيب إجراء التصوير بالأمواج فوق الصوتية عند وجود الالام أو التورم أو أي عرض آخر يتطلب رؤية الاعضاء الداخلية ، فهذا الفحص يمكن أن يظهر الاعضاء الاتية دون أن يكون إجراء

غازيا :[4]

المثانة ، الدماغ عند الرضع، العينين، المرارة ، الكليتين . الكبد، المبيضين، البنكرياس ، الطحال، الغدة الدرقية ، الخصيتين. الرحم، الاوعية الدموية.

كما أن التصوير بالأمواج فوق الصوتية يمكن أن يكون وسيلة مساعدة للجراحين لتحري الحركات التي يقومون بها أثناء بعض الاجراءات الطبية، كإجراء الخزعات على سبيل المثال  
\*كما أن التصوير بالأمواج فوق الصوتية يملك العديد من الميزات التي يمكن إدراجها في سياق فوائد هذا الاجراء، حيث يملك الافضليات الآتية:-

١- يعد فحصا غير مؤلم ولا يتطلب الحقن أو الابر أو الشقوق الجراحية.

٢- لا يعرض المرضى للاشعة المؤينة، مما يجعل هذا الفحص أكثر أمانا من غيره من الفحوصات التشخيصية الأخرى.

٣- يلتقط الايكو صورا للانسجة الرخوة ، والتي لا تظهر بشكل واضح على الاشعة السينية البسيطة.

#### (٢-٤) مصادر توليد الموجات فوق الصوتية

الموجات تسري في الأوساط المادية بسرعة الصوت ولها خصائص موجات الصوت وتمتاز بكونها تسير في حزم ضعيفة تجعل بالإمكان توجيهها باتجاهات معينة وهذا يرجع لقصر طولها الموجي بالإضافة الى ذلك تتركز طاقة الموجات فوق السمعية في هذه الحزم وبذلك تكون ذات شدة عالية . كما ان علو ترددها يكسبها طاقة عالية . ويمكن توليد الموجات فوق السمعية بعدة طرق[2]-:

١-مولدات التأثير المغناطيسي:

لقد اكتشف جول أنه أمام مغلطة قضيب من مادة فيرومغناطيسية مثل النيكل زاد طولها بمقدار معين وأن الزيادة الحاصلة في الطول تتناسب مع شدة المجال المغناطيسي فاذا تم لف سلك حول قضيب مادة فيرومغناطيسية (ذات طول مناسب ) ثم وصل طرفا الملف بمصدر للتيار المتناوب . بحيث يكون تردد المصدر مساويا لتردد الساق المعدنية ( الناشئة عن خصائص المرونة وابعاد الساق ) فإن هذا التيار سوف يحدث تتابعات في مغنطة القضيب وازالة الممغنطة منه ، وبذلك فان هذا يؤدي الى حصول حالات تقلص وانبساط في طولها بتردد يساوي تردد المصدر المتناوب ، تحدث هذه التقلصات والاستطالات المتتابعة تخلاطات وتضاغطات متتابعة في الوسط تنقل على شكل موجات صوتية. وباختصار طول مناسب للقضيب يمكن جعله يهتز بتردد مكافئ للترددات الفوق سمعية وبذلك يمكن توليد موجات فوق السمعية بهذا الأسلوب . الشكل يبين جهاز توليد الموجات فوق السمعية المبني على أساس توليد المجال المغناطيسي حيث

يمثل ( AB ) قضيب من النيكل . يمثل الملف C ملف تيار الشبكة للمذيذب ( صمام ثلاثي ) والملف D يمثل ملف تيار الأنود فأن هذا يؤدي الى زيادة في طول القضيب والذي يؤدي الى توليد فرق جهد محتث بسبب تغير جهد الشبكة ، وبالتالي تغير تيار الأنود بحيث يؤدي هذا التغير الى الحفاظ على استمرارية تذبذب القضيب ويمكن حساب التردد F الذي

يهتز به القضيب بالعلاقة التالية:-

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{y/\rho}$$

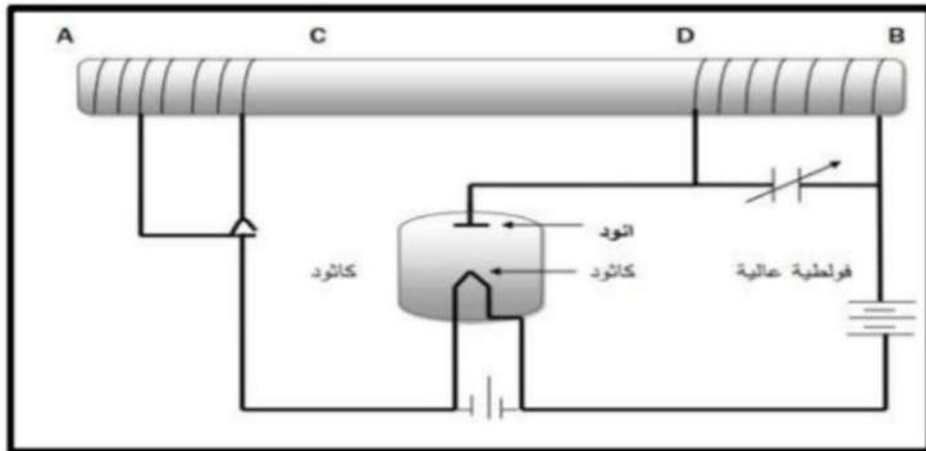
حيث يمثل:

L طول القضيب

y معامل يونك للمرونة

$\rho$  كثافة المادة

ويتغير طول القضيب يمكن الحصول على ترددات مختلفة للموجات الناتجة وتستخدم هذه الطريقة لتوليد الموجات فوق السمعية ذات الترددات الواطنة ولتوليد موجات ذات تردد اعلى تستخدم مواد بلورية معينة تعرف بالمواد البزوكهربائية peizelectric



## شكل رقم (٢-١) يوضح جهاز توليد موجات فوق الصوتية

٢- التأثير الكهرومغناطيسي على بلورة الكوارتز من نوع ( البزوكهربائية ):

هذا النوع من المذبذبات يعتمد في أساس عمله على خصائص البلورات البزوكهربائية فعند تسليط اجهاد ميكانيكي على بعض البلورات فان هذا يؤدي الى زحزحة الأيونات الموجبة والسالبة في المادة وبذلك يتم شحن احد اوجهها بشحنة موجبة والوجه الآخر بشحنة سالبة . ويمكن حصول عكس هذه الظاهرة ايضا فعند تسليط مجال كهربائي على هذه المواد فان الاستقطاب الذي يحدث بين حزمة الشحنات يؤدي الى اجهاد ميكانيكي في المادة . ومن هذا نستنتج بأن ظاهرة ( البزوكهربائية ) هي ظاهرة حصول الاستقطاب الكهربائي بفعل اجهاد ميكانيكي وحدوث اجهاد ميكانيكي بفعل استقطاب كهربائي فاعداد البزوكهربائية تستخدم كمحول للإشارة الميكانيكية الى كهربائية وبالعكس وان العلاقة التي تربط المجال الكهربائي بالاجهاد الميكانيكي علاقة خطية . ان أهمية المواد البزوكهربائية تظهر في تطبيقات المجال المتناوب فعند تسليط مجال متناوب عبر البلورة فان سمك البلورة يزداد وينقص تبعا لتغير المجال الكهربائي وعند تردد معين يمكن أن يحدث اهتزاز رنيني في البلورة وهذا التردد لبلورة سمكها ( X )

$$f = \frac{v}{2x} = \frac{1}{2x} \sqrt{y/\rho}$$

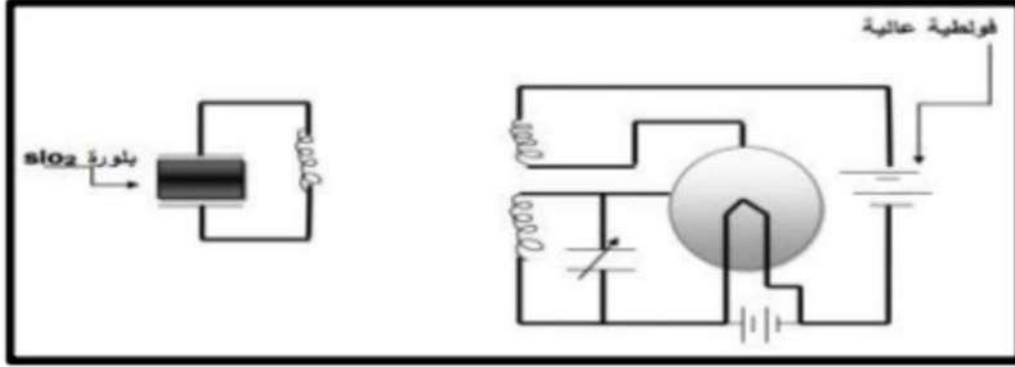
حيث ان

V سرعة الضوء

P كثافة البلورة

فاذا اخذت شريحة من بلورة ( بزوكهربائية ) بسمك مناسب يعطي ترددا طبيعيا أساسيا لها يقع ضمن منطقة الترددات فوق السمعية وغطينا كلا من سطحها بقطعة معدنية ووصلنا السطحين بدائرة كهربائية متساوية بحيث يكون تردد الدائرة مساويا للتردد الطبيعي لشريحة البلورة فانها سوف تهتز نتيجة حصول حالة الرنين وبذلك ستتولد موجات فوق السمعية ذات شدة تتوقف على قدرة الدائرة التذبذبية تنتشر على شكل حزمة ضيقة وبتردد مساوي لتردد تيار الدائرة المتناوب ادناه حيث يبين المخطط دائرة كهربائية تذبذبية بسيطة

لتوليد الموجات فوق السمعية فلقد تم توصيل دائرة البلورة الى الصمام الثلاثي حيث أن الاهتزازات الحاصلة في البلورة تؤدي الى التحكم في تغذية دائرة الشبيكة ويقوم الصمام الثلاثي بتكبير الاشارات الناتجة واعادتها الى دائرة البلورة وتمتاز هذه الطريقة بأنه في الامكان تغير مدة الذبذبة للتيار المار بالبلورة بتغير سعة المتسعة بلورة alor [4]



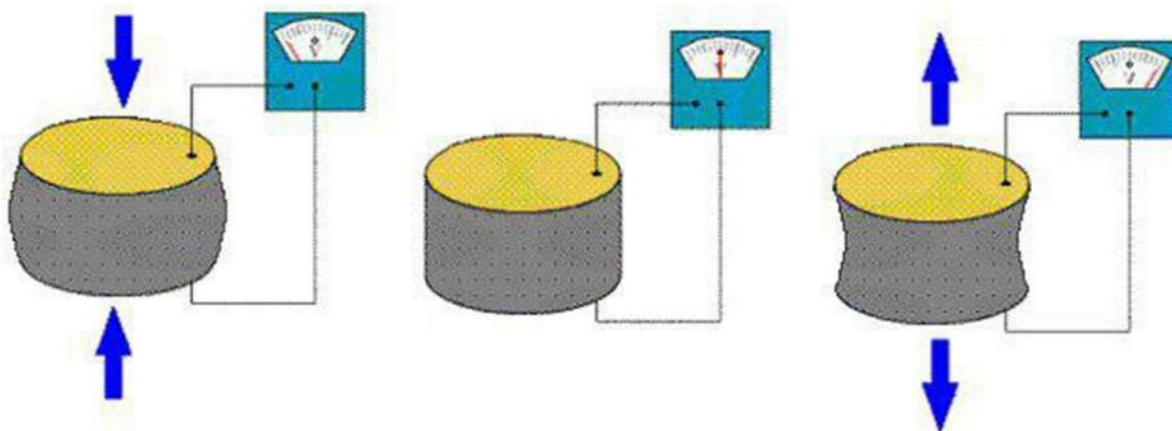
شكل رقم (٢-٢) يوضح التأثير الكهرومغناطيسي

### ٣- الظاهرة الكهروانضغاطية:

تم اكتشاف التأثير الكهروضغطي في عام (١٨٨٠م) من قبل اثنين من الفيزيائيين الفرنسيين، الأخوان بيير وبول جاك كوري"، في بلورات الكوارتز والتورمالين وملح روشيل "طرطرات صوديوم البوتاسيوم". لقد أخذوا الاسم من كلمة (piezein) اليونانية، والتي تعني "الضغط". لخص "جاك" هذه الملاحظة في ورقة بحثية صدرت عام (١٨٨٩م) في: (Annales de Chimie et de Physique) إذا سحب المرء أو ضغطه على طول المحور الرئيسي "لكتلة كوارتز"، تظهر في نهايات هذا المحور كميات متساوية من الكهرباء لعلامات معاكسة، متناسبة مع القوة المؤثرة ومستقلة عن أبعاد الكوارتز. "اساس عمل الكهرباء الانضغاطية : اضغط على بلورات معينة (مثل الكوارتز) ويمكنك جعل الكهرباء تتدفق من خلالها. والعكس صحيح أيضاً: إذا مررت الكهرباء عبر نفس البلورات، فإنها تضغط على نفسها" بالاهتزاز ذهاباً وإياباً. إنها كهروضغطية إلى حد كبير باختصار، ولكن من أجل العلم، دعونا تحدد تعريفاً رسمياً: الكهرباء الانضغاطية (تسمى أيضاً التأثير الكهرواجهادي) هي: "ظهور جهد كهربائي "فولتية" عبر جوانب البلورة عندما تتعرض لضغط ميكانيكي (عن طريق الضغط عليها)". عملياً، تصبح البلورة نوعاً من البطاريات الصغيرة بشحنة موجبة على وجه واحد وشحنة سالبة على الوجه المقابل، يتدفق التيار إذا وصلنا الوجهين معاً لعمل



دائرة. في التأثير الكهرواجهادي العكسي (reverse piezoelectric effect) ، تصبح البلورة مضغوطة ميكانيكياً (مشوهة في الشكل) عندما يتم تطبيق جهد عبر أوجهها المعاكسة. [4]



شكل (٢-٣) ظاهرة الكهرونظغاطية

## الفصل الثالث

# استخدامات الموجات فوق الصوتية

## (٣-١) جهاز الموجات فوق الصوتية

تقنية تصوير الجسم بالموجات فوق الصوتية تعتمد على إسقاط حزمة صوتية والتقاط الانعكاس المرتد من العضو، مكونة صورة تدرج من الأسود إلى الأبيض نتيجة لاختلاف المقاومة بين أنسجة الجسم ، بحيث تظهر الانسجة ذات المقاومة العالية بيضاء والانسجة عديمة المقاومة سوداء.[10]



الشكل (١-٣) : يوضح جهاز الاترا ساوند

مكونات جهاز الموجات فوق الصوتية:-

١-المسيار "المجس"

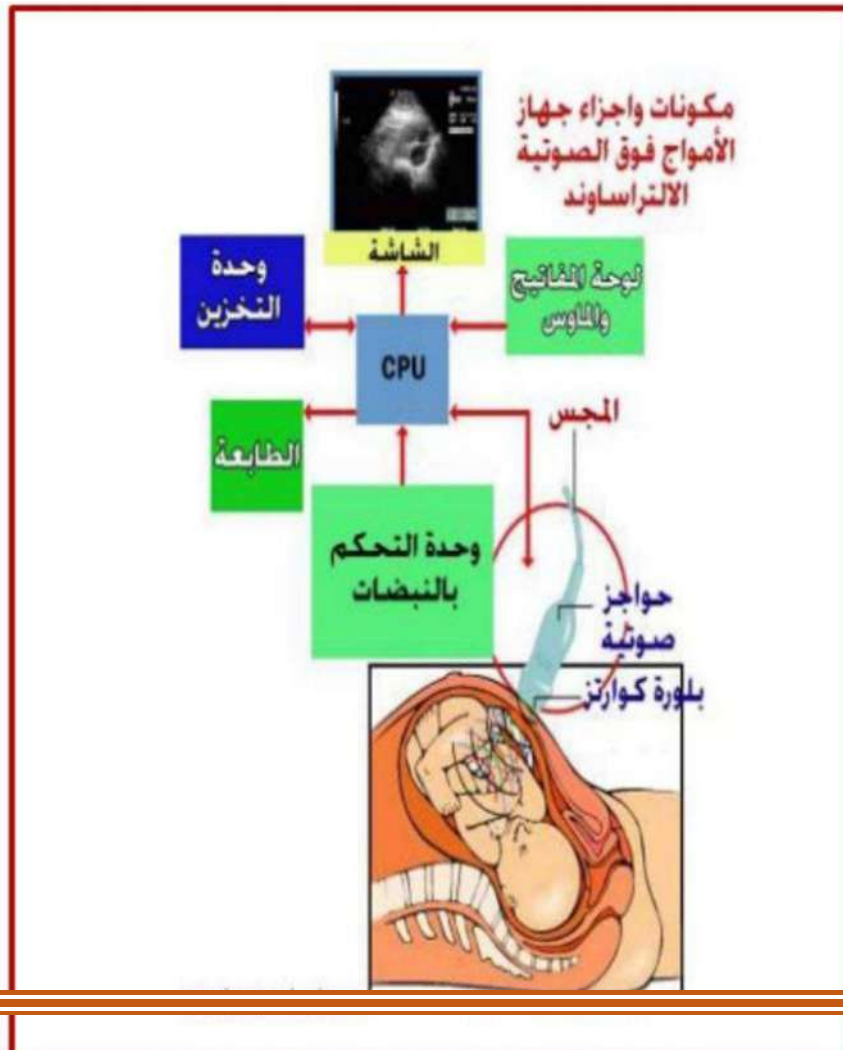
٢-شاشة عرض

٣-لوحة تحكم

٤-مشغل اقراص

٥-وحدة تخزين

٦- طابعة



شكل رقم (٣-٢) يوضح أجزاء ومكونات جهاز موجات فوق الصوتية الاثرا سلوند[11]

### (٣-٢) المسبار المجس



شكل رقم (٣-٣) يوضح المسبار المجس[11]

المجس هو الجهاز المستخدم لتحويل الطاقة الكهربائية لطاقة صوتية ليرسلها على شكل نبضات او مستمر وبالعكس يقوم باستقبال هذه الطاقة الصوتية المنعكسة عن أنسجة الجسم على شكل موجات ليحولها لطاقة كهربائية ويرسلها لجهاز التصوير على شكل نبضات كهربائية لمعالجتها وتحليلها ويوجد منه من الاشكال والانواع تختلف باختلاف الاستخدام كما يوجد منها أنواع متعددة الترددات وبناءً على ماتقدم نجد أن المجس هو الجزء الأهم في جهاز الاثرا ساوند[11].

### (٣-٣) انواع المسبار

ياني المسبار بعدة أشكال ومميزات مختلفة ليتناسب مع تصوير العديد من أجزاء الجسم ومنها:

١-المسبار الخطي: يستخدم تردد صوتي عالي (٧) ميغاهيرتز وينتج موجات صوتية خطية متوازية

لتصوير الأجزاء السطحية من الجسم كالغدة الدرقية.

٢-السبار المنحلي: يتراوح تردد الموجات الصوتية المستخدمة فيه من ٢-٥ ميغاهيرتز ليتمكن من الدخول المناطق أعمق في الجسم كأعضاء المنطقة البطنية من كبد وكلي.

٣-المسيار المستخدم للتصوير ثلاثي الابعاد: ويعرف بمسيار المصفوفة التردد الموجي بين ٣-١ سيقاهيرتز يقوم بالتصوير في إتجاهين مختلفين بجودة عالية في نفس الوقت أو صور مجسمة لأعضاء الجسم أو الجنين في اللحظة ذاتها[4].

#### (٣-٤) مبدأ عمل جهاز الموجات فوق الصوتية

عند توصيل جهاز الموجات فوق الصوتية بالكهرباء سيمر التيار الكهربائي الى الكرساتلات المكونة للمسيار مما يؤدي الى اهتزازها مكونة تائيرا يسمى بترو الكتريك كهروضغطية حيث يعتمد على الضغط تنتج الموجات فوق صوتية النتيجة للضغط الذي يؤدي الى تمدد والكماش الكرساتلات بعد مرور التيار الكهربائي فيها بتردد يتراوح بين (٢--١٥ ) ميقاتيرتز فتعبر خلال الجسم وتمر بأحد هذه التفاعلات مع السجة الجسم الداخلية[2]:

١-التخفيف : تقليل كثافة الموجات

٢-الانكسار: تغيير في اتجاه وسرعة الموجات.

وهناك عوامل مؤثرة على تخفيف الموجات الصوتية

١-التردد الموجي : كلما زاد التردد زاد التخفيف وقل الاختراق الموجي للجسم.

٢-نوع النسجة التي تمر من خلالها الموجات.

٣-عمق الأنسجة المراد تصويرها "تقل طاقة الموجات كلما زاد العمق

#### (٣-٥) الحمل يخل استخدام الموجات فوق الصوتية أثناء الحمل للكشف عن العديد من الأمور مثل[4]:

١-تحديد موعد الولادة

٢-الكشف عن وجود توائم أو أي مضاعفات

٣-الكشف عن المشكلات المحتملة

٤-اكتشاف العيوب الخلفية ومشاكل المشيمة.

٥-التعرف على جنس المولود.

٦- تحديد حجم المولود قبل الولادة مباشرة.

#### (٣-٦) فحص أنسجة وأعضاء البطن

تشمل الانسجة والأعضاء التي يتم الكشف عنها باستخدام الموجات فوق الصوتية ؛ الكبد ، المرارة ، البنكرياس ، القنوات الصفراوية، الطحال والشريان الأورطي البطني، ومن ابرز فوائد استخدامات الموجات فوق الصوتية في فحص انسجة وأعضاء البطن ما يأتي[4]:

١-رؤية سريعة لأعضاء وهياكل البطن.

٢-تقييم تدفق الدم إلى أعضاء البطن.

٣-تقييم حجم وموقع أعضاء وهياكل البطن.

٤-الكشف عن بعض الحالات مثل؛ الأورام، الجلطات، تجمع القيح وغيرها

٥-الكشف عن الحصوات في المرارة والكلى والحالب.

٦-المساعدة في أخذ خزعة من البطن.

### (٧-٣)الكشف عن سرطان الثدي لدى النساء

عادة ما يتم استخدام الموجات فوق الصوتية للكشف عن سرطان الثدي عند النساء، حيث تظهر هذه العملية صورة للجزء الداخلي من الثدي ، كما يمكن أن تظهر صور الثدي باستخدام الموجات فوق الصوتية تفاصيل أكثر من الصور التي تنتج باستخدام الأشعة السينية ray X، وفيما يأتي أهمية استخدام

الموجات فوق الصوتية للكشف عن سرطان الثدي- :

١-الكشف عن الكتل التي يمكن الشعور بها ولكن لا يمكن رؤيتها باستخدام صور الثدي الاشعاعية.

٢-الكشف عن أنسجة الثدي عالية الكثافة لدى بعض النساء

٣-تحديد تفاصيل أكثر للكشف عن منطقة مشبوهة في الثدي شوهدت في صورة الماموجرام Mammogram

٤-التمييز بين الأكياس المليئة بالسوائل والكتل الصلبة.

٥-توجيه إبرة الخزعة إلى المنطقة المراد الكشف عن احتمالية وجود السرطان فيها.

### (٨-٣)تصوير تدفق الدم عبر الأوعية الدموية والأعضاء

تستخدم الموجات فوق الصوتية لتصوير تدفق الدم عبر الاوعية الدموية والاعضاء، كما يمكن

استخدامها لتصوير الانسجة الرخوة التي لا تظهر في صور الأشعة السينية، وفيما يأتي أهمية استخدام

الموجات فوق الصوتية لتصوير تدفق الدم عبر الأوعية الدموية والأعضاء[4]:

١-مراقبة تدفق الدم إلى الاعضاء والانسجة.

٢-الكشف عن العوائق والتشوهات

٣-الكشف عن الجلطات الدموية

٤-تحديد الشرايين المتضخمة

٥-الكشف عن زيادة تدفق الدم.

### (٣-٩) المساعدة في الخزعات

يمكن استخدام الموجات فوق الصوتية للمساعدة في أخذ الخزعات للكشف عن الآفات أو الأورام ، حيث تتم هذه العملية باستخدام أشعة الموجات فوق الصوتية جنباً إلى جنب مع الشفط بالابرة الدقيقة أو خزعة الابرة الأساسية، وعادة ما يتم استخدام الموجات فوق الصوتية في هذه الحالة لأخذ خزعات الغدد الليمفاوية ، الثدي والكبد، كما يمكن استخدامها مع التنظير الداخلي أو تنظير القصبات ، في حال كانت الأورام موجودة داخل الجهاز الهضمي أو الرئتين[4].

### (٣-١٠) تقييم التهاب المفاصل

هناك ما يزيد عن ١٠٠ نوع مختلف من التهاب المفاصل، ولتحديد نوع الالتهاب يمكن أن يتم ذلك باستخدام الموجات فوق الصوتية ، حيث يساعد تحديد نوع الالتهاب على معرفة كيفية العلاج كما يسمح استخدام الموجات فوق الصوتية بتقديم تفاصيل أكثر دقة وتحديد خصائص كل شكل من أشكال التهاب المفاصل مقارنة بالكشف عنها باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي أو الفحص البدني الشامل.[4]

### (٣-١١) فحص هياكل الأعضاء الداخلية بحثاً عن الكلف بعد المرض

هناك بعض الحالات التي يتم فيها تلف ، الأعضاء الإدارية في الجسم به المرض، والتي يمكن لك - عن هذه الأعضاء باستخدام الموجات فوق الصوتية ، بحيث تساعد هذه الموجات بتقديم صور واسعة ودقيقة للأعضاء الداخلية في الجسم الصويرة الكبد، المرارة: الأمعاء، الطحال، البنكرياس، الكلى[4]

### (٣-١٢) الكشف عن مشاكل الأعضاء التناسلية و البروستات

يمكن استخدام الموجات فوق الصوتية للكشف عن غدة البروستاتا وعادة ما يتم استخدام هذه الموجات للكشف عن سرطان البروستاتا cancer Prostate بعد فحص المستقيم الرقمي (DRE) أو اختبار الدم PSA ، حيث تساعد الصورة المعنية بالبروستاتا في معرفة ما إذا كانت الغدة تبدو طبيعية أو بحاجة لأخذ خزعة ، كما يمكن استخدام الموجات فوق الصوتية للكشف عن مختلف مشاكل الأعضاء[4]

### (٣-١٣) استخدام الموجات الصوتية في مجال تكنولوجيا الغذاء

يدخل استخدام الموجات فوق الصوتية في صناعة الأغذية عن طريق تطوير العديد من تطبيقات معالجة الأغذية الفعالة والموثوقة، حيث تساعد هذه الموجات بالتعديل على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمختلف الأطعمة، إذ تسح الموجات فوق الصوتية، يخلط تجاسر، استغلاب، نسج ، حفظ و الدرجة الأطعمة .

كما تسمح أيضا بتصلية اللحوم ، وتنشيط أو الغاء تنشيط الانزيمات، بالإضافة إلى أهميتها في تدمير الخلايا واستخراج المواد من داخلها ، كما تستخدم في استخلاص السوائل من الأطعمة، ويجب التنوية إلى دور الموجات فوق الصوتية في الزراعة أيضا إن تساعد على إنبات البذور وزيادة معدلات النمر و عوائد المحاصيل بالإضافة إلى دورها في قتل الافات والفطريات ، [4]

### (٤-٣) استخدامات الموجات الصوتية في مجال الصناعة

يمكن استخدام الموجات الصوتية في العديد من التطبيقات الصناعية، والتي تشمل ما يأتي

١-شارة ، الدهان والزجاج والا، راه را برادران

٢-لحام البلاستيك والمعادن

٣-الطحن وحفر الثقوب الدقيقة في الكوارتز و المعادن المختلفة

٤-تصنيع مكونات السيراميك الدقيقة

٥-تصنيع بخاخات الاستنشاق و المطاعم

٦-نقل الحرارة و تسريع وتدفق السوائل

تستخدم الموجات فوق الصوتية في العديد من تطبيقات الصناعية و التي تخص البلاستيك و المعادن و الزجاج بالإضافة الى بعض التطبيقات الصناعية الطبية كالمطاعم وبخاخات الاستنشاق

### (٥-٣) استخدامات الموجات الصوتية في القضاء

السبب وراء التغيرات الجسدية في القضاء " عادة ما يواجه رواد الفضاء الكثير من المخاطر الجسدية التي تنتج عن فقدان الجاذبية الأرضية، حيث تعرض الأعضاء الداخلية في أجساد رواد الفضاء إلى

تغيرات تشريعية وسيولوجية، وبالتالي يتم استخدام الموجات فوق الصوتية للكشف عن هذه المخاطر، وفيما يلي أبرز الحالات التي يتم الكشف عنها باستخدام الموجات فوق الصوتية عند رواد الفضاء [4] :

- ألم الظهر والكدمات والاجهاد .
- التهابات المسالك البولية و احتباس البول والحصى الكلى الناتج من رحلات الفضاء
- التهاب الجيوب الأنفية الناتج عن تسير سائل الرأس
- الكشف عن الاككتئاب الناتج عن الانتقال من بيئة الى بيئة أخرى ذات ضغط عالي

تستخدم الموجات فوق الصوتية للكشف عن المشاكل الجسدية والنفسية التي يعاني منها رواد الفضاء

نتيجة فقدان الجاذبية، مثل ألم الظهر والاجتهاد ومشاكل، الكلي والبول، والجيوب الأنفية والاككتئاب



### (١٦-٣) استخدامات الموجات الصوتية في تحديد المواقع

تستخدم العديد من أنواع الإشعاعات في تحديد الموقع كالأشعة تحت الحمراء واسعة الراديو و غيرها بحيث تختلف هذه الإشعاعات في مقدار دقتها في تحديد المواقع، كما يمكن استخدام أشعة الموجات فوق الحسرتية أيضا في تحديد المواقع، حيث تتميز هذه الموجات بقدرتها على تحديد المواقع بشكل ادق الا ان العائق امام استخدام تقنيات الموجات فوق الصوتية في تحديد المواقع هو ظنتها المادية ، إذ يجب تركيب أجهزة استقبال عديدة في السقوف تقوم المرحات فريق الصوتية لتحديد المسافات عن طريق المرحات المرئية، حيث تستخدم هذه الموجات بالفرض المراد تحديد موقعه على سطح الأرض

كسيارة او طرد او سفينة في البحر ثم تنعكس هذه الموجات فتقوم أجهزة الاستشعار بتتبع موقع الهدف فاما يكون مباشرا امام المستقبل او يبعد بزوايته عن المستقبل عند رصد الإشارة تستخدم الموجات فوق الصوتية تعتبر باهظة الثمن مقارنة بغيرها [4]

### (١٧-٣) استخدامات اخرى للموجات فوق الصوتية :

١- في المجال النووي يستخدم في مراقبة مدى صناعة التجهيزات وهي تقلل بشكل كبير من اخطار الحوادث المفاجئة حيث يحتوي الجهاز المستخدم على باعث ومستقبل للموجات فوق صوتية .

٢- تستخدم الموجات فوق الصوتية في حساب اعماق البحار حيث يحتوي الجهاز المستخدم على باعث ومستقبل للموجات فوق صوتية حيث يطلق الباعث خلال وقت قصير جدا نانوثانية موجات ترددها يتراوح بين ٥٠ كيلو هيرتز إلى ٢٠٠ كيلو هيرتز ، وعندما تردت الموجات فوق الصوتية يستقبلها المستقبل ، حيث تقاس الفترة الزمنية لذهاب وإياب الموجة وبمعرفة سرعة الموجات فوق الصوتية في الماء يمكن معرفة عمق المياه في هذه المنطقة وتستعمل هذه الطريقة أيضاً للكشف عن أسراب السمك [4] .

٣- وتستخدم الموجات فوق الصوتية في التعقيم وذلك عند مرور الموجات فوق الصوتية في سائل تزداد سرعة وتعجيل جسيمات الوسط المتذبذبة ونتيجة لذلك تحدث القطاعات في اتصالات السائل تظهر وتخفي باستمرار وهذه الانقطاعات تمثل فقاعات بالغة الدقة ، وعند الانقطاع يحدث ارتفاع لحظي في الضغط يصل إلى آلاف المرات بقدر الضغط الجوي لذا تقوم بنفثيت ما يوجد في السائل من أجسام صلبة أو كائنات حية أو جزيئات وبهذه الطريقة أيضاً يتم إزالة الدهون وطبقات أكاسيد من سطوح الأجسام وتخريم الزجاج والسيراميك .

٤- تعتبر أجهزة الموجات فوق الصوتية من أهم الأجهزة التي تستخدم في العلاج الطبيعي وخاصة في الاصابات التي يطلق عليها إصابات الملاعب والتي تشمل كدمات العضلات والأربطة والتهابات المفاصل وتستخدم أيضاً في إدخال المواد المسكنة للجسم وتساعد في التئام الجروح السطحية والعميقة وهذه مهمة جدا وخاصة في حالات مرضى بول السكري الذين يعانون من صعوبة التئام الجروح .

والآن تستخدم في إزالة الدهون من الأماكن غير المرغوب في الجسم وأيضا في مجال طب الأسنان وبالتحديد في إزالة التكلسات المترسبة على الأسنان [4]

### (١٨.٣) الكشف عن عيوب الخرسانة

تم إنتاج ثلاث فادج بأبعاد (٥٠×٢٠×٢٠) سم شكل رقم (٣-٥) وتم صنع فجوة بوضع قطعة من الفلين على شكل كرة بقطر (٣ سم) داخل كل نموذج بأبعاد وأعمال محددة وكما مبين في الجدول رقم (١)

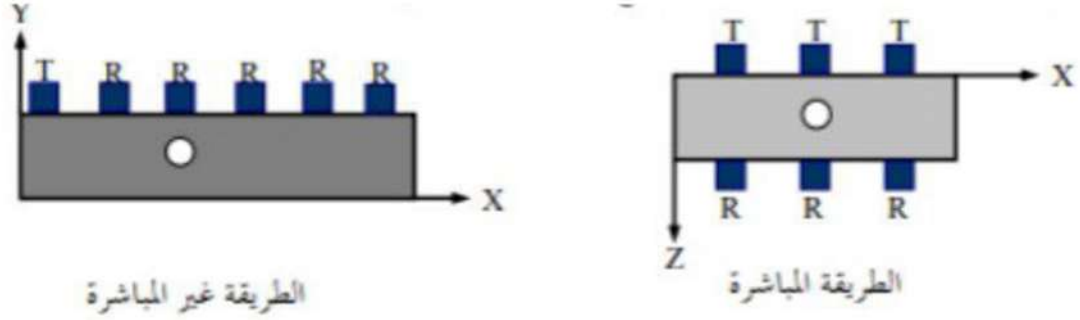


شكل رقم (٣-٥) النماذج المستخدمة لإيجاد موقع الفجوة

جدول رقم (١) مواقع الفجوات الموضوعة داخل النماذج

إحداثيات موقع الفجوة			رقم النموذج
Z	Y	X	
150	120	100	الاول
250	100	100	الثاني
350	80	100	الثالث

حيث تم اعتماد لفحص الموجات فوق الصوتية بالطريقتين المباشرة وغير المباشرة (٧) شكل رقم (٣-٦) وذلك للكشف عن موقع الفجوة (العييب في الخرسانة) الرسالة العمر ٢٨ يوم ومن ثم الجاد دفة الشخص بسبب معلومية موقع العيب (الفجوة) الفعلي



شكل رقم (٣-٦) الطريقة المباشرة و الغير مباشرة لايجاد موقع الفجوة داخل الخرسانة

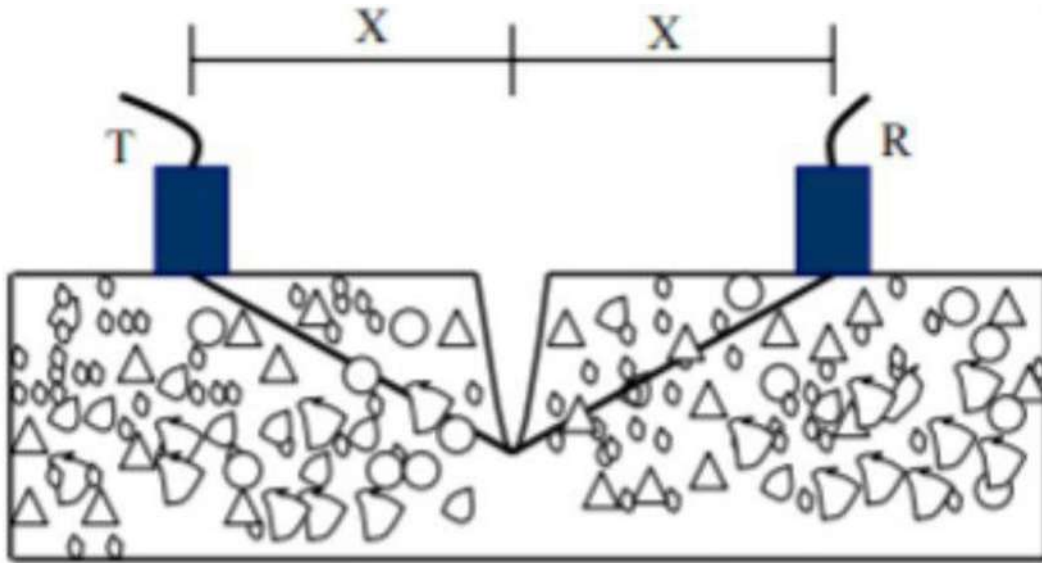
ثانيا: إيجاد عمق الشق

تم إنتاج نموذجين بأبعاد (٥٠×٢٠×٢٠) سم شكل رقم (٣-٧) وعمل خلال كل من شق عمودي، الأول بعمق ٥ سم والثاني بعمق ١٠ سم وعرض لا يتجاوز (العام) مقاس عند وجه النموذج وقد تم إجراء فحص الموجات فوق الصوتية على النماذج وحسب الطرق التالية المذكورة



شكل رقم (٣-٧) النماذج المستخدمة لايجاد عمق الشق

**الطريقة الأولى:** تم قياس زمن مرور ذبذبات الموجات فوق السمعية في الخرسانة عند موقع الشق ومسافة (x) على طرفي الشق بالنسبة للمجسين المرسل والمستقبل وقياس الزمن اللازم لمرور نفس المسافة (2x) ونفس الخرسانة في موقع حالي من الشقوق (٨) علي بان (x) كانت تساوي (١٠ سم) في هذا البحث شكل رقم (3-8) حيث أن



شكل رقم (٣-٨) الطريقة الأولى لقياس عمق الشق

بعدها يتم تطبيق المعادلة لحساب عمق الشق

$$h = x \sqrt{\frac{TC^2}{TS^2} - 1} \dots \dots \dots (1)^{3.10}$$

حيث ان

$h$  : عمق الشق (ملم)

$x$  : المسافة عن منتصف الشق ( ملم )

$TC$  : من مرور الموجه غير الشق (مايكرو ثانيه)

$TS$  : زمن مرور الموجه في موقع حالي من الشقوق (مايكرو ثانيه).

**الطريقة الثانية :** تم في هذه الطريقة قياس زمن مرور الموجة بعد وضع المرسل والمستقبل على جانبي الشق وعلى مسافة تساوي ( $x$ ) ثم مضاعفة المسافة من كلا الجهتين وخب زمن مرور الموجه للمسافة المضاعفة  $2x$  (شكل رقم (٣-٩) وبعدها به حساب عمق الشق باستخدام المعادلة التالية :

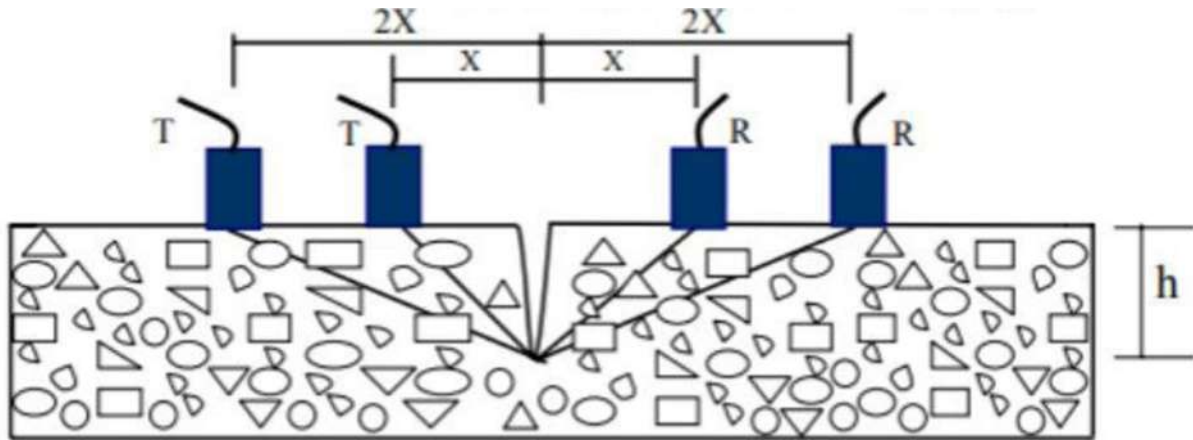
$$h = x \sqrt{\frac{4T_1^2 - T_2^2}{T_2^2 - T_1^2}} \dots \dots \dots (2)^{3.11}$$

$h$ : عمق الشق (ملم)

$x$ : المسافة عن الشق (ملم)

$T_1$ : زمن مرور الموجة المسافة  $x$  من كلا الجهتين (مايكرو ثانية)

$T_2$ : زمن مرور الموجة للمسافة  $2x$  من كلا الجهتين (مايكرو ثانية)



شكل رقم (٣-٩) الطريقة الثانية لقياس عمق الشق

الطريقة الثالثة : تعتمد الطريقة الثالثة لقياس عمق الشق في الخرسانة على رسم مخطط بياني لعدد من القراءات واحتساب العمق من خلال النتائج التي يظهرها الخط البياني ، حيث تم الحصول على النتائج بتثبيت المرسل في نقطة ثابتة جهة من الشق ثم يتم قياس الزمن المستغرق للذبذبة لمسافات ثابتة بحيث تجاوز الشق إلى الجهة الثانية وتم رسم الخط البياني بحيث تكون المسافة المقاسة على الاحداثي السيني والزمن المستغرق على الاحداثي

الصادي وكما مبين في الشكل رقم (٣-١٠) ويتم احتساب عمق الشق من المعادلة التالية:

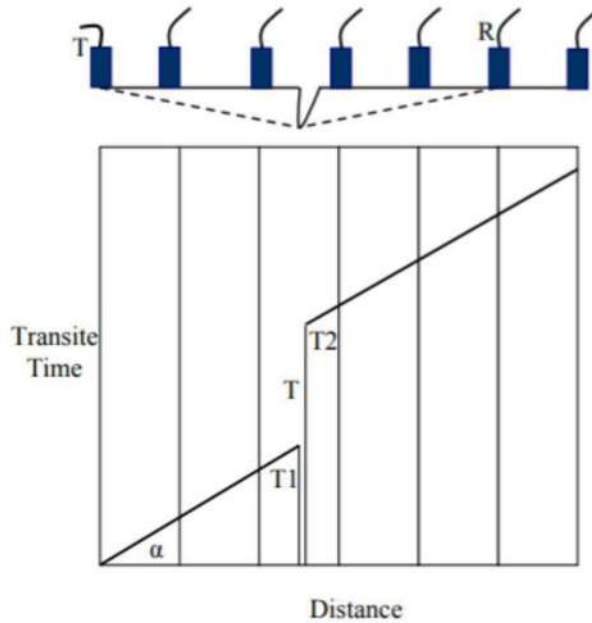
$$h = T \cot \frac{\alpha(T \cot \alpha + 2l)}{2(\cot \alpha - 2l)} \dots \dots \dots (3)^{3.12}$$

$$T = T_2 = T_1$$

نقطة تقاس الى

L: المسافة من موقع اول

منتصف الشق (لم)



شكل رقم (٣-١٠) المخطط البياني المستخدم في الطريقة الثالثة لقياس عمق الشق

### (٣-١٩) تطبيقات الموجات فوق الصوتية في معالجة المياه

في السنوات الأخيرة الماضية ظهر اهتمام كبير في تطبيق الموجات فوق الصوتية كعملية من عمليات الأكسدة المتقدمة لعلاج الملوثات الخطرة في المياه ، الكيمياء الصوتية ثبت

ان تكون وسيلة من الوسائل الواعدة لتدمير الملوثات المائية [5]

## ١- ازالة الملوثات العضوية Removal of Organic Matters

الموجات فوق الصوتية من الممكن ان تحلل مواد عضوية متعددة مثل: الهيدروكاربونات الكلورة و المبيدات الحشرية والفينول والمتفجرات مثل TNT و الاسترات وتحولها إلى سلسلة قصيرة من الاحماض العضوية و ثنائي أكسيد الكربون CO و الايونات غير العضوية كمنتجات نهائية في وقت المعالجة التام على مدى دقائق من الساعة. بعد الفينول احد

الملوثات الأكثر وفرة في مياه الصرف الصناعي. وقد جذب اهتمام الرأي العام بسبب تواجده في المياه الجوفية والأنهار والمياه الصالحة للشرب. الفينول حتى بكميات صغيرة يسبب السمية و الرائحة الكريهة في الماء ، معظم البلدان تعين الحد الاقصى المسموح به من تركيز الفينول في مياه الصرف الصحي لتكون (1mg/l). يتم تحرير الفينول الى البيئة من مصانع الأدوية وعمليات تكرير النفط والقيروال فولاذ والدباغة ومبيدات الحشرات. فقد طبق كل من Francony و

Petrier تقنية الموجات فوق الصوتية لازالة الفينول ولاحظوا ان سرعة التفاعل المتضمنة جذور الهيدروكسيل اللازمة لازالة الفينول تزداد عند تردد الموجة الصوتية البالغة 200 kHz بالمقارنة مع الترددات العالية والواظنة المستعملة . و درس Thangaradivel و جماعته ازالة DDT -1,1,1- [trichloro-2,2-bis(p-chloro phenyl)then] عند التركيز الابتدائي (8mg/l) من الماء وبعد مرور ٤٥ دقيقة من المعالجة التركيز انخفض الى (1.2mg/L) وبعد 90دقيقة انخفض التركيز الى (١ mg/L) ودرس Guo و جماعته ازالة اربعة انواع من الهالوميثان وهي: CHCl و CCl و HBCl و CHBr Cl عند التراكيز الابتدائية ( 15.79 ، 10.43 ، 3، 19 ، و ٤.٧٥ ) على التوالي وكانت النتيجة بعد مرور ساعة واحدة من التشعيع بالموجات فوق الصوتية ٤٠.٢% من CHCl و ٦٤.٦% من CCl4 و ٥٣.٣% من CHBrCl و ٥٤.٦% من CHBTC تم ازلتها على التوالي [6].

## ٢- ازالة الملوثات البايولوجية

اثبتت النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام الموجات فوق الصوتية انه من الممكن ان ينخفض عدد الكائنات الحية الموجودة في المياه وهذه العملية تعتمد على وقت التعرض و تردد الموجات فوق الصوتية و

شدتها وكذلك على نوع الكائنات الحية. فقد اثبتت قدرتها على خفض قدرة الطحالب على الطفو والتحكم بها و الحد من تركيزها بالقرب من السطح في المسطحات المائية والحد من نموها ، و قد تثبط عملية الصوتية نمو الطحالب في المناطق السكنية من خلال التأثير على عملية التمثيل الغذائي. ان تطبيق التشعيع بالموجات فوق الصوتية للسيطرة على الطحالب في المناطق السكنية تم تقييمها في ظروف المختبر. وقد اجريت دراسة اوضحت نتائجها ان في الازمان المختلفة التالية (30 ,60 ,90 , 120 min و 150) تم ازالة الطحالب من المناطق السكنية بالنسب الاتية على التوالي (8.55 ، 35.22 ، 67.22 ، 90.67 و 100 %). و اظهرت النتائج أن زيادة وقت الصوتية له تأثير كبير على ازالة الطحالب، و تبين ان تعرض الديدان الخيطية خلال 12 دقيقة صوتية يدمرها (100 %) كما تظهر النتائج أن زيادة وقت الصوتية له تأثير كبير على ازالة تلك الديدان ، و درس Hulsman و جماعته [7] تأثير عوامل مختلفة على المعالجة بالموجات فوق الصوتية في تطهير المياه من البكتريا و تم الحصول

على افضل النتائج في سرعة الازالة البكتيرية و تبين أنها تتطلب وقتا أطول للعلاج . و أثبتت نتائج معالجة بالموجات فوق الصوتية ان تشعيع (500ml) من المحلول المعلق للفطريات في ثماني عينات مختلفة ( 200 ، 1000 ، 2000 ، 3000 ، 5000 ، 6000 ، 10000 ، 17000 CFU / ml )

ان عدد من الفطريات يتناقص مع زيادة الفترة الزمنية للتطهير و أظهرت النتائج ان وقت المعالجة له تأثير كبير على الحد من الفطريات و تبين ايضا ان ليس هنالك

انخفاض كبير في الفطريات في اقل من (15min) من زمن التعرض ولكن انخفاض كبير يمكن ان يتوقع بعد فترات اطول حوالي (99.92%) [8]

### 3- تحسين كفاءة عملية الترشيح الغشائي

#### Improvement of efficiency of Membrane Filtration

أصبحت تقنية الغشاء معروفة على نطاق واسع كعملية مناسبة لفصل المواد الصلبة من السائل نظرا لقدرة الازالة العالية ، عمليات الغشاء الأكثر شيوعا هي الترشيح الدقيق (10-0.1pore size)، الترشيح الدقيق جدا (100-2 nm pore size) ، و الترشيح الفائق (2-0.5 nm pore size) ، الديليزة و التناضح العكسي (<0.5 nm pore size) بعض مزايا هذه التقنية هي فعالية وسهولة التعامل معها بشكل الى وبدون تعقيد و قدرتها على ازالة مسببات الأمراض و انتاج مياه شرب عالية الجودة للاستهلاك البشري، بالإضافة الى هذه



المزايا لفترة الغشاء لديها بعض المشاكل العملية مثل الاستقطاب وتركيز القاذورات ، غشاء القاذورات تعني أن المذاب أو جزيئات مثل المواد العضوية الطبيعية و السليكا و اكاسيد الحديد و و الكالسيوم

والطين تكون على سطح الغشاء أو في مسام الغشاء بطريقة تحط الأداء في الغشاء. في الترشيح الفائق والترشيح الدقيق الية القاذورات يمكن أن تحدث في ثلاث طرائق مثل تشكيل طبقة على سطح الغشاء وامتزاز قاذورات المواد في مسام الجدران أو على سطح الغشاء وتسد مسام الغشاء ونظرا للمشاكل التي ظهرت في الطرائق البايولوجية والكيميائية لتنظيف الغشاء فقد اثبتت تكنولوجيا

الموجات فوق الصوتية قدرتها في تنظيف الغشاء إذ أجريت بحوث مختلفة بشأن تطبيق تقنية الموجات لتنظيف الغشاء و لكن تقريبا كل منها قد تم داخل المختبر . في الواقع هذه التقنية تواجه اثنين من التحديات الأول هو تكلفة الطاقة اللازمة تكون مرتفعة و الثاني هو أن محولات الطاقة مثل: الرصاص و الزركونيوم و السيراميك و التيتانات حيث يمكن التعامل مع قوة عالية لانتاج التجايف تكون مكلفة وضخمة [9]

### (٢٠-٣) فوائد موجات فوق الصوتية [12]

- مضاد للالتهابات.
- تحسين الدورة الدموية والليمفاوية.
- تحسين دوران الأوعية الدقيقة.
- تفعيل عمليات التمثيل الغذائي.
- التدليك المجهرى للأنسجة.
- تغيير في عمل الإنزيمات (تفعيل أو تثبيط).
- تغيير في حالة الخلية الغروانية.
- انزياح في الشوارد.
- تغيير نفوذية الأغشية الخلوية وغيرها.
- تسكين الألم.
- المساعدة على الارتشاف.
- إرخاء العضلات.
- زيادة التروية العضلية.
- إرخاء الأنسجة الضامة.
- انهيار وتكسير النسيج الندبي.
- تقليل التورم المحلي والالتهاب المزمن.
- وتعزيز التئام الكسور العظمية.
- تنشيط الاستقلاب الخلوي وتشجيع الترميم.

### (٢١-٣) اضرار موجات فوق الصوتية

الموجات فوق الصوتية تعتبر من أحد وسائل التصوير التي تساهم في تشخيص الأمراض. ماهي أضرار الموجات فوق الصوتية تعتبر الموجات فوق الصوتية طريقة الامنة ولا تؤدي إلى أضرار واضحة على المريض، وتم استعمالها على مدى ٣١ عامًا تقريبًا، وكانت الدراسات والاراء الحديثة لها رأي آخر وبالأخص مع تطور أنواع الموجات فوق الصوتية. إليك أبرز المعلومات عن أضرار الموجات فوق الصوتية. 1: وجود أضرار الموجات فوق الصوتية الحرارية تتحول طاقة الموجات الصوتية إلى داخل خلايا الجسم إلى طاقة حرارية وتؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة أنسجة الجسم بمقدار ١.٤ مئوية. الخطر في هذه الحالة يكون على الخلايا الحساسة لارتفاع درجة الحرارة، وهي: خلايا الجنين. ارتفاع درجة حرارة الأنسجة يزيد من خطر موت الخلايا والتأثير على الجينات داخل النواة، ويزيد تتضمن خطر تحطم الأنسجة والخلايا العصبية. 2. وجود أضرار الموجات فوق الصوتية الميكانيكية أضرار الموجات فوق الصوتية الميكانيكية تنتج بسبب التذبذب الموجي للموجات فوق الصوتية. ويحدث ما يطلق عليه بالتجاويف داخل الخلايا والأنسجة التي تمتلئ بالفقاعات الغازية، وتكبر بالحجم وتسبب التضيق على الخلايا المجاورة في داخل الأعضاء، مما يسبب ارتفاع درجة الحرارة في داخل الأعضاء بشكل كبير. 3. تقوم بالتأثير على الخلايا الليفية الجلدية الخلايا الجلدية الليفية تعتبر هي الخلايا المسؤولة عن إنتاج النسيج الضام في طبقات الجلد والمسؤولة ايضت عن تكوين خلايا جلدية جديدة. الموجات فوق الصوتية ثلاثية ورباعية الأبعاد تؤدي إلى التأثير على إعادة نمو وتكاثر الخلايا الليفية الجلدية وبدون حدوث تأثير على الحمض النووي فيها. يوطد عيوب اخرى للموجات فوق الصوتية ومن تبرز عيوب التصوير بالموجات فوق الصوتية الاتي: الموجات فوق الصوتية لا تستطيع اختراق الهواء والعظام داخل الجسم بشكل جيد، مما تسبب عدم القدرة على تصوير الأعضاء المحاطة بالغازات والعظام، وهي: الرئتين، والرأس بشكل واضح. الموجات فوق الصوتية لا تستطيع الكشف عن جميع العيوب الموجودة في الجنين. الموجات فوق الصوتية لا تستطيع

اكتشاف جميع الأورام السرطانية، ولا تمييز وجود الكتل السرطانية من عدم وجودها. اجهزة الموجات فوق الصوتية لا تتواجد في كل مكان. ماذا عن مميزات الموجات فوق الصوتية بعد التعرف على أضرار الموجات فوق الصوتية إليك أبرز مميزات الموجات فوق الصوتية: الموجات فوق الصوتية لا تسبب الألم، والمريض لا يحتاج للإبر أو الجروح لإتمام التصوير. تعطي توضيح أكبر لأنسجة الأعضاء مقارنة بالأشعة السينية الأخرى. تستطيع كشف وتبين تدفق الدم داخل الأوعية. تعتبر متوفرة وسعرها قليل مقارنة بطرق تشخيص الأمراض الأخرى. أبرز استخدامات الموجات فوق الصوتية إليك أهم استعمالات الموجات فوق الصوتية في ما يأتي: الموجات فوق الصوتية تستخدم لمعاينة أنسجة أعضاء البطن والكشف عن وجود الأمراض، وهي: أمراض المرارة، أو الأورام البطنية. تساعد في الكشف عن هشاشة العظام، وبعض الأمراض الأخرى، والكشف عن التهاب المفاصل. تساعد في معاينة تكتلات الثدي سواءً كانت سرطانية أو غير سرطانية. يستخدم فحص دوبلر بالموجات فوق الصوتية للكشف عن تدفق الدم داخل الأوردة والأعضاء. إجراء مخطط صدى القلب للكشف عن عضلة القلب والكشف عن الاضطرابات. المساهمة في توجيه الإبرة المخصصة لأخذ الخزعات من الأورام السرطانية. تستعمل لمعاينة العين من الداخل. تساعد على معاينة الغدة الدرقية. تستطيع الكشف عن المشكلات المتعلقة بأمراض الأعضاء التناسلية والبروستاتا. استعمالات الموجات فوق الصوتية للحامل: تستطيع التحقق من وجود الحمل. تساعد في تحديد عمر الجنين ومراقبة نموه. تراقب نبض القلب والعضلات وحركة الجنين. تكشف عن وجود التوائم. تساعد في تحديد موضع رأس الطفل قبل الولادة. تعمل على معاينة صحة الرحم والمبيضين. تساعد على كشف بعض العيوب عند الجنين، وهي: تشقق العمود الفقري، أو مشكلات القلب. المساعدة في عملية أخذ العينات من خلايا المشيمة. تكشف عن بعض مشكلات الحمل، وهي: الحمل المهاجر الذي يحدث خارج الرحم، والكشف عن الحمل العنقودي، والإجهاض، وموت الجنين ايضا [13].

### (٢٢-٣) موجات فوق الصوتية في البناء

تم اعتماد فحص الموجات فوق الصوتية باستخدام جهاز الباند صورته الموضحة بالشكل رقم (٤-٣) للكشف عن العيوب الموجودة داخل الخرسانة المنتجة وكالاتي [14]



## شكل رقم (٣-٤) جهاز الموجات فوق الصوتية

### ملخص:

تم استخدام طاقة الموجات الصوتية في الكشف عن الأجنة كتفنية مستخدمة في التطبيقات الطبية وأثبتت النتائج أنها كشوفات غير إتلافية لدقتها وعدم وجود أعراض جانبية على الأم والجنين .

### التوصيات

أوصي يستخدم الموجات فوق الصوتية وتطويرها لما لها من فوائد عديدة ومن فوائد الموجات فوق الصوتية مضاد للالتهابات .

- ١-تحسين الدورة الدموية والليمفاوية .
- ٢-تحسين دوران الوعي الدقيقة .
- ٣-تفعيل عمليات التمثيل الغذائي .
- ٤-التدليك المجهرى لأنسجة .
- ٥-تغير في عمل الإنزيمات ( تفعيل أو تثبيط) .
- ٦-تغير في حالة الخلية الغروانية .
- ٧-انزياح في الشوارد .
- ٨-تغير نفوذية الأغشية الخلوية وغيرها .

- ٩-تسكين الألم .
- ١٠-المساعدة على الارتشاف .
- ١١-إرخاء العضلات .
- ١٢-زيادة التروية العضلية .
- ١٣-إرخاء الأنسجة الضامة .
- ١٤-انهيار وتكسير النسج ج
- ١٥-تقليل التورم المحلي والتهاب المزمن .
- ١٦-وتعزيز التئام الكسور العظمية .
- ١٧-تنشيط الاستقلاب الخلوي وتشجيع الترميم
- ١٨-اوصي يستخدم موجات فوق الصوتية لن :الموجات فوق الصوتية لا تسبب الألم، والمريض ال يحتاج لإلبر أو الجروح إلتام التصوير .
- ١٩-تعطي توضيح أكبر أنسجة الأعضاء مقارنة بالأشعة السينية الأخرى .تستطيع كشف وتبين تدفق الدم داخل الأوعية .
- ٢٠-تعتبر متوفرة وسعرها قليل مقارنة بطرق تشخيص الأمراض الأخرى
- ٢١-أبرز استخدامات الموجات فوق الصوتية إليك أهم استعمالت الموجات فوق الصوتية في ما يأتي :  
الموجات فوق الصوتية
- ٢٢-تستخدم لمعاينة أنسجة أعضاء البطن والكشف عن وجود الأمراض، وهي: أمراض المرارة، أو الأورام
- البطنية .
- ٢٣-تساعد في الكشف عن هشاشة العظام، وبعض الأمراض الأخرى، والكشف عن التهاب
- ٢٤-تساعد في معاينة تكتالت الثديي سوا .يستخدم فحص دوبلر ء المفاصل .

٢٥- كانت سرطانية أو غير سرطانية بالموجات فوق الصوتية للكشف عن تدفق الدم داخل الأوردة والأعضاء

## المصادر

١- <https://ar.m.wikipedia.org>wik> -

٢- هاجر مالك -موجات فوق الصوتية -جامعة ذي قار كلية التربية للعلوم الصرفة قسم فيزياء  
٢٠٢١-

3- ف. بوش -ترجمة سعيد الجزيري واخرون -اساسيات الفيزياء - دار ماكجزء وهيل للنشر -نيويورك  
١٨٢٣

4- هاجر مالك -موجات فوق الصوتية - جامعة ذي قار قسم الفيزياء -٢٠٢١

5-Liu, Y. Chen, X., Li, J. and Burda, C. (2005). Photocatalytic

Degradation of Azo Dyes by Nitrogen- Doped TiO<sub>2</sub> Nano Catalysts.  
Chemosphere, (61): 11.

٦- ٢٠ Chong, M.N., Jin, B., Chow, C.W.K. and Saint, C. (2010). Recent  
development in photocatalytic water treatment technology. Water  
Reserch, (44): 2997.

٧-Mehrjoue, M. (2012). Advanced Oxidation Processes for water  
treatment. Reactor design and case Studies, Water Research, 3.

٨-Han ,F., Kambala ,V.S.R.,Srinivasan ,M., Rajarathnam D. and Naidu، R. (2009). Tailored titanium dioxide photocatalysts for the degradation of organic dyes in wastewater treatment. Applied Catalysis A: General، ٢٥ : (٣٥٩)

9-Gorska, P., Zaleska, A., Kowalska, E., Klimczuk, T., Sobczak, J.W، Skware., K.E., Janusz, W. and Hupka, J. (2008). TiO<sub>2</sub> Photoactivity in Vis and UV light: The influence of Calcinations temperature and Surface Properties, Applied Catalysis B: Environmental, (84): 440

10- .works bycarigc freudenrich;ph.D elective ultrasound

11-7/6/2016- www.hazemsakeek.net ultrasound

12-<https://idclinic.com.ua/ar/services-ar/rehabilitation/ultrasound-therapy>

13- <https://ramclinics.net/>

14-امير عبد الرحمن هلال الدليمي مدرس كلية الهندسة – الكشف عن عيوب الخرسانة باستخدام سرعة الموجات فوق الصوتية – جامعة الانبار