

و تخریب احتمالی آنها و نیز افزایش حرارت را مشاهده نمودند \*

اسمیت (۷) و همکاران به سال ۱۹۲۸ Protozoa را تحت الشعاع بسامد ۷۵۰ کیلوهرتز قرار دادند، اکثر گونه ها نابود شده و فقط گونه های محدودی باقی ماندند. در آن زمان چنین تصور شد که این اثر ناشی از تغییر ماهیت (Denaturation) پروتئین ها در نتیجه فشار بیش از حد بوده است. در سال ۱۹۲۹ جانسون (۸) گلبولهای قرمز خون و Protozoa را تحت تأثیر اصوات ماوراء صوت با بسامدی مابین ۰/۷۵ و ۱ مگاهرتز قرار داد. وی به تشکیل حبابهای کوچک گاز در حین اعمال تشعشع، اهمیت زیادی داده و این پدیده را با تلاشی سلول مربوط دانست. وقتی که این حفره سازی (Cavitation) به کمک افزایش فشار خارجی یا استفاده از مایع بدون گاز (Gas-free liquid) حذف گردید، هیچگونه تلاشی یا خرابی مشاهده نشد.

استفاده از اولتراسون در طب تشخیصی به برهه پس از جنگ جهانی دوم باز می گردد که این خود نتیجه مستقیم گسترش و توسعه کاربرد رادارهای سونار (Sonic Radars) در ارتش بود. در این نوع رادارها از اصوات ماوراء صوت تکانه ای (Pulsative) در ردیابی زیر دریائیهها و سایر اجسام زیر دریا استفاده می شد. به منظور فهم بهتر اصول اساسی اولتراسون تشخیصی، به اختصار چگونگی انتشار امواج ماوراء صوت در بافت را بررسی می کنیم \*

مقطع نگار اولتراسون (Ultrasound Scanner) بر اساس پردازش امواج صوتی منعکس شده، تصاویری را مشابه با اشعه مجهول حاصل می آورد. در ساده ترین شکل (شکل ۱) مبدل پیزوالکتریک (Probe) امواج صوتی را تولید می نماید. این امواج در درون بافت سیر نموده تا اینکه به جسم یا بافتی با امپدانس آکوستیک متفاوت برخورد نمایند. قسمتی از اصوات به طرف پروب و در نهایت پردازشگر منعکس می شوند. سپس این سیگنال به پیامهای الکتریکی تبدیل گردیده و بر روی صفحه لامپ کاتدی به نمایش در می آید. این تصویر یا به شکل نمایش یک بعدی فاصله و شدت ازعکاس (A-mode) (شکل ۱) و یا

# کاربردهای اولتراسون در شنوایی شناسی

« قسمت اول »

\* مقدمه :

اولتراسون تشخیصی در علم طب، از جمله در ارزیابی جنین (Sahn و همکاران ۱۹۸۰، Devore و Hobbins ۱۹۸۲ - Kleinman ۱۹۸۲) معده (Gronvale و همکاران ۱۹۸۲)، کلیه (Ellenbogen و همکاران ۱۹۷۸)، کبد، طحال، لوزالمعده، رگها (Niederov و همکاران ۱۹۸۳) و لگن (Abuyousef و همکاران ۱۹۸۵) کاربردهای بسیاری یافته است. در زمینه گوش و حلق و بینی، اولتراسون تشخیصی به صور مختلف و به منظور ارزیابی حنجره (Kitamura و همکاران ۱۹۶۹)، تارهای صوتی (Minifie و همکاران ۱۹۶۹) دیواره حلق (Kelsey و همکاران ۱۹۶۸) و کشف تومورهای غده تیروئید (Hassani و همکاران ۱۹۷۷) به کار می رود.

گزارشات جدید حاکی از کاربردهای این تکنیک در حوزه شنوایی شناسی است و بر مسائلی تمرکز یافته که برای متخصصین این رشته جالب توجه می باشد. ترسیم و تصویر سازی ساختارهای گوش میانی و ارزیابی شریان قاعده ای به منظور بررسی بیماران مبتلا به Dizziness، از این موارد است. در معین راستا، اخیراً «آلورد» (۱) و «فاین» (۲) تجسم و تصویر سازی از گوش میانی و ساختارهای مربوطه را به کمک مقطع گیری (B-Scan) گزارش نموده اند.

تحقیقات قبلی، استفاده از اولتراسون روش (A-mode) را به منظور ارزیابی وجود مایعات در گوش میانی و میزان رتراکسیون پرده صماخ، گزارش کرده اند. Abramson و همکاران، ۱۹۷۲ - Ba- rone و همکاران ۱۹۸۰ - Barone

همکاران (۱۹۸۰b)

در ارزیابی سرگیجه هائی با منشأ عروقی ناک (۳) (۱۹۸۹)، اصول کالبدشناسی و تکنیکهای عملی بررسی جریان خون در عروق قاعده ای و مهره ای را با استفاده از-Trans Cranial D. Ultrasonography مورد بحث قرار داده است. توجهات اخیر در این زمینه به همراه گسترش و پیشرفت وسایل و تکنیکها، بی شک راهگشای کاربردهای آتی اولتراسون در قلمرو شنوایی شناسی خواهد بود. شنوایی شناسان با توجه به آموزشهای خود در حوزه صدا و آکوستیک، آناتومی ساختارهای گوش و حلق و بینی و آشنایی با وسایل و تجهیزات مربوطه، به خوبی مستعد مطالعه در زمینه اولتراسون می باشند. هدف از این بحث، فراهم نمودن اصول تئوریک و عملی به منظور استفاده از اولتراسون تشخیصی در کاربردهای شنوایی شناختی است \*

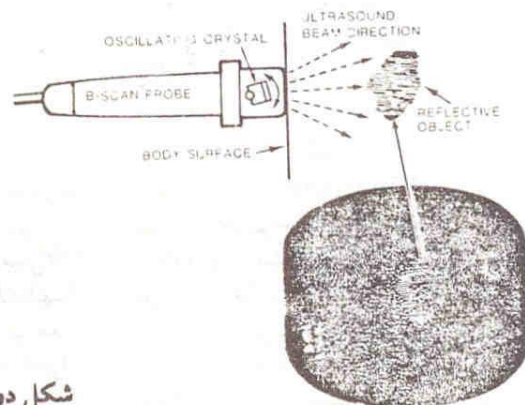
## اصول تئوریک

قبل از آغاز این مبحث ابتدا به بررسی اجمالی تاریخچه اولتراسون می پردازیم. در سال ۱۹۲۷، «وود» (۴) و «لومیس» (۵) چگونگی شکسته شدن فیلامانهای Spirogyra و کشته شدن ماهیهای کوچک و قورباغه ها را در نتیجه بمباران توسط اصوات ماوراء صوت با بسامد ۳۰۰ کیلوهرتز و شدت ۱۰ وات بر سانتی متر مربع بررسی کردند. یک سال پس از آن، هاروی و لومیس (۱۹۲۸)، ارگانیسهای کوچک را در معرض تشعشعات ماوراء صوت قرار دادند، آنان با استفاده از بسامد ۴۰۶ کیلوهرتز، اثرات این تشعشعات را به کمک میکروسکوپ مورد بررسی قرار داده و وجود جریاناتی در سلولها

به صورت برشهای دو بعدی (B-Scan) (شکل ۲) است \*

از آنجا که امواج ماوراء صوت در بافت با سرعت ثابت و معینی سیر می کنند، پردازشگر به سادگی فاصله زمانی مابین تولید صوت و دریافت انعکاسات را به شکل فاصله بر روی مقیاس افقی تبدیل می نماید \* در عین حال اطلاعات مربوط به چگالی نیز دریافت و نمایش داده می شود \* ساختارهایی با چگالی بیشتر انعکاس افزونتری را باعث می شوند که نمود آن در شیوه A (A-mode) به صورت قلی با ارتفاع بیشتر و در مقطع گیری B (B-Scan) (مقیاس خاکستری gray-Scale) به صورت افزایش سفیدی تصویر خواهد بود \*

در مقایسه با اشعه مجهول، تصاویر حاصل از امواج ماوراء صوت نتیجه انعکاسات صوتی است \* بنابراین، اولتراسون تا حدی محدود به عمق نفوذ می باشد \* عیب دیگر اولتراسون، محدودیت توانایی مقطع گیری در استخوان یا مفاصل یا حفره های پر از هواست \* از محاسن اولتراسون در مقایسه با اشعه مجهول، قدرت زیاد آن در تمایز انواع مختلف بافتهای نرم است \* پس از این توضیح مختصر، به اصول اساسی انتشار اولتراسون می پردازیم \*



انتشار اولتراسون در بافت :  
محدوده بسامدی اولتراسون تشخیصی، بین ۵ تا ۲۵ مگاهرتز قرار دارد \* در این میان معمولترین بسامدهای مورد استفاده بین ۱ تا ۱۵ مگاهرتز می باشند \* توان این اصوات بر حسب وات بر سانتی متر مربع بیان شده و معمولاً کمتر از ۱۰ مگاوات بر سانتی متر مربع است \* همانگونه که قبلاً نیز شرح داده شد در اولتراسون تشخیصی، به دلیل انعکاس

زیاد اصوات و توانایی محدود آنها در عبور از هوا و استخوان، عمق نفوذ محدود می شود \* اصوات بم تر میزان نفوذ بیشتری دارند اما این حالت باعث ایجاد اختلال در وضوح تصاویر می شود \* مثلاً در مقطع گیری معده معمولاً از بسامد ۳ مگاهرتز استفاده می شود، چرا که این عضو بزرگتر بوده و به عمق نفوذ بیشتری احتیاج دارد \* ولی در مورد چشم به لحاظ نیاز به وضوح بیشتر تصاویر و عمق نفوذ کمتر، اصوات زیرتر (۱۰ مگاهرتز) مورد استفاده قرار می گیرد \* افزایش توان، بر قدرت نفوذ اصوات نمی افزاید، چرا که انعکاس امواج اولتراسون، حاصل عدم تطابق امپدانس دو محیط (یا دو بافت) است \* بنابراین مناسبترین متغیر برای تغییر عمق نفوذ و مقدار وضوح تصاویر، بسامد می باشد \*

انعکاس (Reflection):

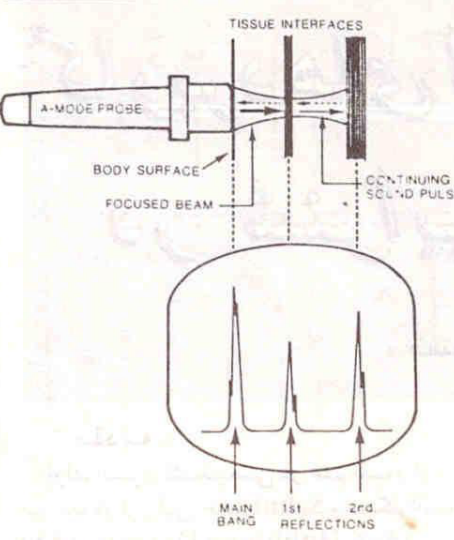
صدا به صورت امواج مسطح و با زاویه ۹۰° نسبت به سطح پروب منتشر می شود \* وقتی که پرتو (تابه) به محیط حد واسطی با امپدانس آکوستیک متفاوت برخورد کند، انعکاس رخ دهد \* امپدانس آکوستیک در یک عضو، محصول چگالی بافت (P) و سرعت سیر صوت (C) در آن می باشد:

$$Z = P \cdot C$$

از آنجا که سرعت صوت در اکثر بافتهای نرم (Soft tissue) نسبتاً ثابت است (حدود ۱۵۴۰ متر بر ثانیه)، امپدانس بطور عمده نشانگر چگالی جسم مورد برخورد خواهد بود \* اولتراسون وسیله بسیار خوبی برای نمایش اتصال مابین بافتهای مختلف است، حتی اگر این بافتها تفاوت امپدانس ناچیزی داشته باشند، چرا که طبق فرمول شکل دو زیر عدم تطبیق بسیار کم امپدانس منجر به اختلاف بسیار زیادی در میزان انعکاس خواهد شد:

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

در فرمول فوق R نمایانگر میزان انعکاس و Z نشانگر امپدانس آکوستیکی محیط دوم است \* نقطه ضعف اولتراسون تشخیصی، عدم توانایی آن در مقطع گیری از استخوان یا حفره های هواست \* این موضوع به دلیل عدم تطبیق امپدانس زیاد مابین بافت نرم مورد نظر



شکل یک

(که مبدل روی آن قرار دارد) و هوا یا استخوان است \*

تقریباً ۷۰٪ انرژی صوتی در حد فاصل بافت - استخوان و ۹۹٪ این انرژی در حد فاصل بافت - هوا منعکس می گردد \* (Bartrum, Crow, ۱۹۷۷) \* لذا در محل تماس پروب با سطح عضو به یک مایع یا ژل احتیاج خواهد بود \* به اجمال، در سطوح تشخیصی، انعکاس زیاد امواج ماوراء صوت توسط هوا و استخوان به شکل قلی با ارتفاع بیشتر در شیوه A و یا افزایش رنگ سفید در مقطع گیری B تجسم می یابد \*

(شکل ۱ و ۲) \* سیر امواج اولتراسون از طریق مایع یا بافتهای نرم، سهلتر و بهتر است که نمود آن به صورت مناطق تیره تر می باشد \* سخت افزار (Hardware) یک وسیله اولتراسون متشکل از دو جزء است: پروب (مبدل) و مبدل مقطع نگار (Scanner Converter) \* مبدل، هم فرستنده و هم گیرنده پیام (Signal) است \* تولید و دریافت تکانه های اولتراسون بر پایه اثر پیزوالکتریک استوار است \* بر اساس این خصوصیت کریستالهای بخصوص در اثر فشردگی، جریان الکتریکی صادر می کنند \* البته عکس این روند نیز صادق است \* مبدلهای، می توانند تمرکزی (Focused) یا غیر تمرکزی (Unfocused) ایستا (Stationary) (A-mode) یا چرخند (B-Scan) باشند \* از دیگر خصوصیات مبدل ها می توان طول کانونی بقیه در صفحه ۱۸

## بقیه از صفحه ۱۰

(Focal length) و وضوح (Resolution) را نام برد.

مقطع نگار، متشکل از مولد یا گیرنده تکانه (پردازشگر) و سیستم نمایشگر است. سیستم نمایشگر از یک موج نگار (اسیلوسکوپ) یا مبدل مقطع گیر (Converter Scanner) تشکیل شده و پردازشگر مقطع نگار دو عمل عمده دارد:

۱- تقویت و پردازش اطلاعاتی با ولتاژ کم و تبدیل آنها به صورت قابل استفاده.  
۲- احتساب زمان مابین تولید و دریافت تکانه و تبدیل آن به اطلاعات فاصله ای.

دسی بل در اغلب مقطع نگارها مرجع ولتاژ داشته و هیچگونه بستگی مستقیمی به سطح فشار صوتی ندارد. قسمت نمایشگر مقطع نگار معمولاً از یک اسیلوسکوپ یا صفحه تلویزیون تشکیل شده است. علاوه بر وجود کنترل‌های Contrast، سه کنترل اضافی نیز در این سیستم وجود دارد.

۱- Time Compensated Gain (TCG):

که روشنی ساختارهای عمقی تر را تعدیل می کند.

۲- Near Gain Suppression (NGS):

که انعکاسات مربوط به فواصل نزدیک (تا حدود چند سانتیمتر) را کاهش میدهد. (هنگام بررسی های اتولژیک باید خاموش باشد).

۳- Reject: که حداقل سطح دامنه را مشخص ساخته و انعکاسات پائینتر از آن حد را نمایش نمی دهد (اغلب باید خاموش باشد).

دنباله دارد...

ترجمه و تألیف: فرزاد رحیمی

عضو کادر آموزشی دیپارتمان

شنوایی شناسی دانشگاه

علوم پزشکی تهران

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*

\*