

## راهنمای کاربردی دستگاه التراسونیک هموژنایزر مدل FAPAN 400UPS



شرکت فناوری ایرانیان پژوهش نصیر  
(فاین)

### کاربردهای اولتراسونیک هموژنایزر (سونیکاتور):

سنتز انواع نانو ساختارها از جمله گرافن - پوشش دهی سطوح با ذرات نانومتری - پراکنده سازی ذرات نانو- سونو شیمی، سونو الکتروشیمی - کراکینگ-افزایش بازدهی کاتالیزورها- تصفیه و پالایش فاضلاب- تولید عصاره و مواد موثره گیاهی- اختلال در مخمرها، باکتری ها، سلول های گیاهی، بافت همراه نرم و سخت، مواد نوکلئیک، تهیه عصاره سلولی - آماده سازی و جداسازی آنزیم- استخراج DNA و/ یا هدف آماده سازی لیپوزوم تکه تکه شده - تولید آنتی ژن و بسیاری کاربردهای دیگر.

شرکت فناوری ایرانیان پژوهش نصیر (فاین) با مسئولیت محدود به شماره ۴۲۷۱۸۴ به ثبت رسید است. این شرکت مستقر در مرکز رشد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تجربه فعالیت چند ساله در طراحی و ساخت لوازم خاص آزمایشگاهی و اندازه گیری را دارا می باشد.

www.iranpajoh.com



۰۲۱-۲۲۸۵۲۳۷۰



info@iranpajoh.com  
iranpajoh@gmail.com



۰۹۳۸۳۸۴۴۸۲۶



نشانی: تهران - خیابان توحید - خیابان ستارخان - خیابان مهران آفرند - پ ۱۱ - طبقه اول - کدپستی: ۱۴۴۱۶۴۳۹۴۳  
شماره تماس: ۰۲۱-۶۶۹۲۰۷۲۴ - ۰۲۱-۹۵۷۱۶۵۳ - www.emersell.ir





## اثرات ماکروسکوپی

دستگاه اولتراسونیک ساخت شرکت ایرانیان پژوهش نصیر (فاپن) کاملاً بومی و با توجه به نیازهای مراکز پژوهشی کشور و با قطعات الکترونیک موجود در بازار ایران طراحی و ساخته شده است. این دستگاه دارای توانی معادل ۴۰۰ وات با سونوترود تیتانیومی است. فرکانس کار آن ۲۴kHz است که مشابه فرکانس اکثر دستگاه‌های موجود در بازار برای کاربردهای مشابه است. دستگاه قابلیت تنظیم توان خروجی، تنظیم زمان پالس و تایمر است. فرکانس تشدید دستگاه بصورت لحظه به لحظه با سیگنال فید بک تنظیم می‌شود لذا تغییرات اندک محیط و شرایطی مختلفی که سونوترود در آن قرار می‌گیرد باعث خارج شدن آن از فرکانس تشدید نمی‌شود.

بحث قبلی در اثرات فیزیکی و شیمیایی را در سطح تک حباب انجام دادیم. تجهیزات ماوراء صوت از قبیل حمام یا پروب، منجر به تولید ابربزرگی از حباب می‌شود [۲]. اگرچه پدیده‌های ماکروسکوپی، اغلب دیده نمی‌شوند، اما این پدیده می‌تواند تاثیر برجسته‌ای در شیمی صوت داشته باشد. حباب‌ها، اثر قوی در روی شدت و توزیع میدان صوتی دارند. به علت اختلاف زیاد در امپدانس صوتی بین گاز و مایع، حباب‌ها میدان صوتی را پخش و جذب می‌نمایند. لذا، اثر میدان صوتی کمتر است و بخش قابل توجهی از آن از بین می‌رود. به اضافه اینکه، برهمکنش با حباب‌های همسایه، منجر به اعوجاج شکل حباب می‌گردد و از اینرو اثر فروریختگی حباب را کاهش می‌دهد. این اثر توسط خود سیستم و خوشه حفره‌ها، تحت تاثیر نیروهای صوتی و بین حفره تقویت می‌شود [۱].

[1] Sensible Sonochemistry, by Maikel M. van Iersel, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2008.

[2] Perelshtein, G. Applerot, N. Perkas, E. Wehrschtz-Sigl, A. Hasmann, G. M. Guebitz, and A. Gedanken, Antibacterial Properties of an In Situ Generated and Simultaneously Deposited, Nanocrystalline ZnO on Fabrics, Applied material and interface, VOL. 1, NO. 2, 361–366, 2009.

پیش بینی شرایط داخل حباب و دمای بدست آمده از فروریختگی حباب، در این مدل ها، برای تشریح انتقال جرم و حرارت، بارها مورد استفاده قرار گرفته است [۱]. در شکل مقابل حباب های خارج شده از نوک پروب که بر اثر فروریختگی حبابهای تولید شده از امواج اولتراسونیک بوجود می آید، مشاهده می شود. درون مستطیل سفید در شکل زیر حباب ها نشان داده شده است

### اثرات شیمیایی

در لحظه فروریختگی حباب، مولکول هایی که در اطراف یا داخل حباب حضور داشتند، ممکن است تجزیه شده و تشکیل رادیکال بدهند. از این رو افزایش دمای واکنش به خاطر مناطق مختلف واکنش، متغییر است. واکنش دهنده های فرار حساس به دمای تجزیه در داخل حباب هستند، در حالیکه واکنش دهنده های غیر فرار فقط می توانند در پوسته نسبتاً سرد حباب و با حمله رادیکال های اولیه تجزیه شوند. به این دلایل روشن، تولید تعداد و نوع رادیکال ها می تواند به شدت تحت تاثیر تابش فراصوت باشد. بنابراین، در مقالات مختلف، سینتیک واکنش شیمیایی در تک حفره های مدل های دینامیکی مختلف توضیح داده می شود. به اضافه اینکه تجزیه پلیمرهای گوناگون، افزایش دمای ناشی از فرو ریختگی حباب را کاهش می دهد [۱].

۱- تنظیم توان خروجی از ۱۰ درصد تا ۱۰۰ درصد به صورت پلکانی که در هر مرحله ۱۰ درصد قابل افزایش یا کاهش است.

۲- دستگاه به صورت پیوسته و پالسی قابل استفاده است. در حالت پالسی زمان کار از ۱۰ درصد تا ۱۰۰ درصد به صورت پلکانی که در هر مرحله ۱۰ درصد قابل افزایش است.

۳- دستگاه دارای تایمر است به صورتی که کاربر زمان خاموش شدن دستگاه را تنظیم کرده پس از طی زمان مربوطه دستگاه خاموش می شود.

۴- دستگاه دارای فید بک لحظه به لحظه است بطوری که در هر دهم ثانیه فرکانس تشدید تنظیم می شود. لذا در صورتی که محیط پروب (محللول) دارای امپدانس صوتی نسبتاً متفاوتی باشد، مدار لحظه به لحظه بطور خودکار در فرکانس تشدید تنظیم می شود.

۵- دستگاه با برق ۲۲۰ ولت کار می کند و تا ۲۰ درصد تغییرات ولتاژ برق حساس نمی باشد.

۶- دستگاه دارای دو سونوترود است، یکی با قطر نوک ۱۴ میلیمتر و دومی با قطر نوک ۷ میلیمتر که قابل تعویض است.

۷- دستگاه دارای ترمومتر دیجیتال با نگه دارنده استیل ضد اسید است. اگر دماسنج به کنکتور خود در پشت دستگاه متصل نباشد، عدد صفر دیده می شود.



### ملحقات دستگاه:



محفظه صداگیر

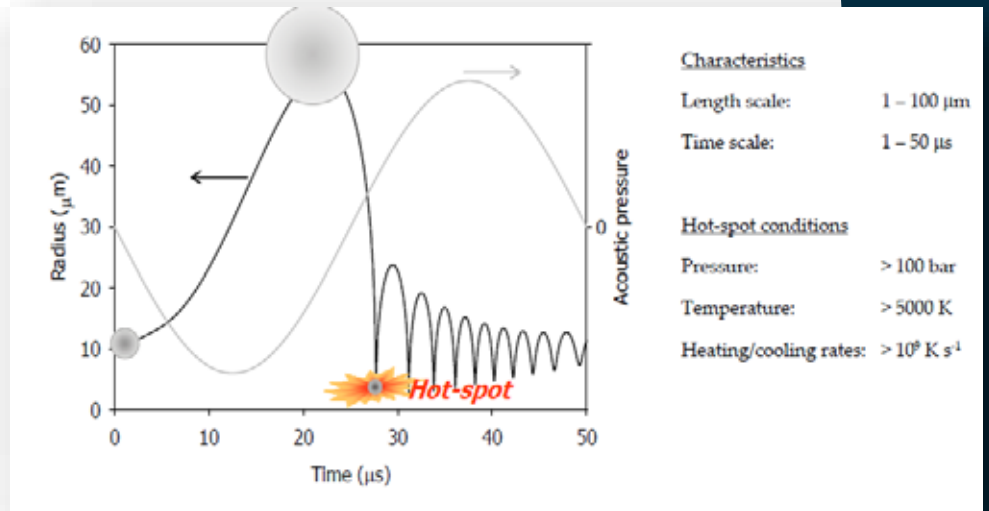
نگهدارنده مولد سیگنال الکترونیک



ترانسدیوسر و سونوتروند  
تیتانیومی



مولد سیگنال اولتراسونیک



فشار صوتی و منحنی زمان برحسب شعاع برای یک حباب، تا رسیدن به نقطه داغ. در سمت راست بعضی مقادیر برای این فرایند برای شرایط نقطه داغ نمایش داده شده است.

### اثرات فیزیکی

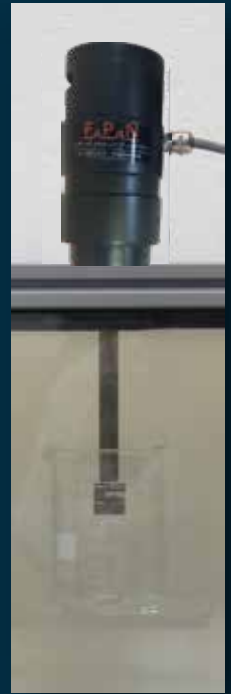
دینامیک حفره و افزایش دمای مربوط به آن قویاً به ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مایع و گاز حل شده مربوط می شود. مثال هایی از ویژگی های مایع شامل دمای کپه ای، ویسکوزیته و کشش سطحی. به اضافه رفتار میدان صوتی اعمال شده، مثل فرکانس و شدت از عوامل مهم می باشند. به عنوان مثال، بسامد بیشتر فراصوت منجر به فروریختگی حفره های بیشتری در واحد زمان می شود، در حالیکه شدت سقوط حباب ها کاهش می یابد. اینچنین اثرات فیزیکی را می توان با مدل فیزیکی تک حباب بدست آورد. معادله ریلی - پلاست یا معادله های حرکت استادانه، اغلب پایه اینچنین مدل هایی است و نیروی اعمالی را به حرکت شعاعی ربط می دهد.

اغلب، مایعات حاوی حباب های کوچک گاز هستند که در برابر انحلال توسط چسبیدن به ناخالصی یا سطح، مقاوم هستند. تحت تاثیر فشار ترقیق از موج صوتی، حفره تشکیل می شود. همچنین می تواند از گاز محلول در مایعات بخار جزئی از مایع را بوجود بیاورد. متناسب با اندازه این حباب ها، فرکانس و دامنه فشار آلتراسوند، تغییرات فشار موج صوتی حباب ها را در حرکت شعاعی قرار می دهد. در طول فاز ترقیق، فشار منفی از موج صوتی، منجر به افزایش حباب تا شعاع بیشینه ای می شود که حباب را مشاهده پذیر می نماید. مرحله فشرده سازی بعدی منجر به انقباض حباب می شود. برای شرایط خاص، کاواک (حفره) در یک حرکت غیر خطی قرار می گیرد و فروریختگی حفره در بازه زمانی کوتاه با مرحله بزرگ شدنش مقایسه می شود. از اینرو دینامیک فروریختگی در مقایسه با جرم و انتقال حرارت آن بسیار سریع است، حباب ها ایجاد فشار بالا می کنند و دمای آدیاباتیک در محتوی حباب افزایش می یابد. دمای

چندین هزار درجه، فشار صدها بار، و نرخ گرمایش و سرمایش از این شرایط در نقطه داغ بدست می آید. فروریختگی با نوسان های تکرار شنی همراه است، توجه کنید که بعد از بالا آمدن، تا فاز رقیق شدن بعدی یک موج صوتی دوباره و یک حباب سازی دوباره رخ می دهد.

روش استفاده از دستگاه بسیار ساده است. تنها نکته مهم در هنگام استفاده قراردادن پروب تیتانیومی در محلول با امیدانس صوتی در حدود امیدانس صوتی آب (محلول های آبی) می باشد. تا انرژی اولتراسونیک به محلول منتقل گردد و گر نه سیگنال به ترانسدیوسرهای پیرو بر می گردد و ممکن است منجر به خرابی دستگاه گردد. اگر از محلولی با امیدانس صوتی بسیار متفاوت با امیدانس آب استفاده شود ممکن است منجر به بالا رفتن تلفات حرارتی و خرابی دستگاه گردد. در این صورت توصیه می شود زمان تابش دهی صوتی را تا حد امکان کوتاه نمایید.

تنظیم توان، زمان پالس و تایمر با استفاده از کلید های مینیاتوری فشاری روی دستگاه قابل تنظیم است. بعد از گذشت ۵ ثانیه از تنظیم تایمر دستگاه شروع به کار می کند. زمان ۵ ثانیه به این جهت لحاظ شده است که به راحتی بتوانید تنظیمات پالس فراصوت و توان خروجی را انجام دهید. بهتر است اول توان، سپس زمان پالس و در نهایت تایمر را تنظیم کنید. پس از ۵ ثانیه دستگاه شروع به کار می کند. حداقل توان ۱۰٪ و حداکثر ۱۰۰٪ است. حداقل زمان پالس ۱۰٪ و حداکثر ۱۰۰٪ است. حداقل زمان تایمر ۱۰ ثانیه و حداکثر ۲۰ دقیقه است. در حین کار، میتوانید توان و زمان پالس را تغییر دهید اما تغییر تایمر باعث مکث ۵ ثانیه ای برای شروع مجدد خواهد بود. تغییرات را هنگام فشار دادن کلید های مینیاتوری با مکث انجام دهید.





تابش فراصوت توسط مبدل فراصوت که معمولاً به شکل پروب یا حمام می باشد صورت می پذیرد و دو فرایند سودمند را در واکنش شیمیایی در پی دارد:

الف- جریان آکوستیکی

ب- حباب سازی صوتی

### الف- جریان آکوستیکی:

موج صوتی هنگامی که از مایعی عبور می کند به خاطر اصطکاک ناشی از ویسکوزیته حرکت خود را از دست می دهد. حرکت به مایع انتقال می یابد و در نتیجه شکل گیری حرکت مایع در جهت انتشار موج است. این جریان شاری را القاء می کند که اغلب به جریان آکوستیکی معروف است برای مثال، سرعت جریان از چند سانتی متر تا بیش از چند متر در هر ثانیه بدست می آید [۱]. در حضور ذرات کوچک، اصطکاک بین شاره و ذرات می تواند تا جریان های بالاتر از میکرو افزایش یابد. به خاطر این پدیده، فراصوت یک وسیله غیر تهاجمی برای افزایش جرم و انتقال حرارت است [۱].

۱. مراقب باشید که ظرف تحت تابش هیچگونه ترکی نداشته باشد چون فراصوت به راحتی ترک ظرف را گسترش میدهد و محلول مربوطه از بین می رود.

۲. پس از چند دقیقه استفاده از مولد فراصوت به آن فرصت خنک شدن بدهید. تغییرات دما نقطه کار پیزوالکتریک را عوض می کند و می تواند شرایط شما را از حالت تکرار پذیری دور کند.

۳. تا حد امکان دستگاه را در محفظه صداگیر استفاده نمایید زیرا امواج فرا صوت در دراز مدت به گوش شما آسیب می رساند و تا حد امکان به ظرف تحت تابش خیره نشوید.





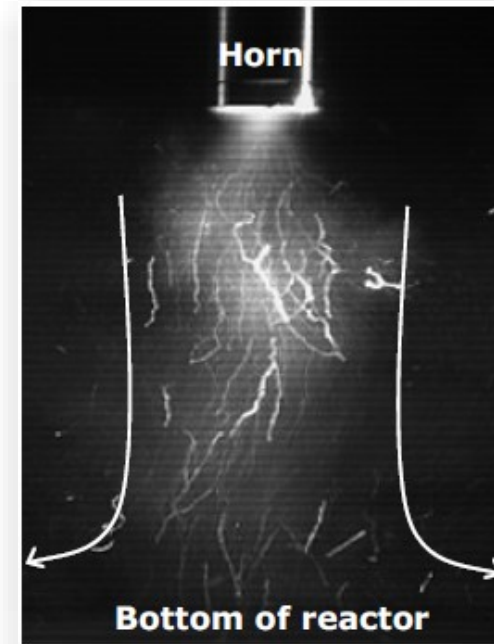
برای افزایش عمر دستگاه سعی کنید در دوره های ۳ دقیقه ای و با توان ۵۰٪ و حتی با پالس ۵۰٪ استفاده کنید.

برای حفاظت و طول عمر بیشتر ماکزیمم زمان تایمر دستگاه روی ۲۰ دقیقه تنظیم شده است. این امر محدودیتی را بوجود نمی آورد زیرا به راحتی بعد از چند دقیقه استراحت دادن به دستگاه می توانید دو مرتبه دستگاه را روشن نمایید. علاوه بر نصب فن در محفظه پروب برای خنک کردن ترانسدیوسر، بهتر است به مولد فراصوت فرصت خنک شدن بدهید. تغییرات دما نقطه کار پیزوالکتریک را عوض می کند و می تواند شرایط شما را از تکرار پذیری دور کند. در صورت استفاده مکرر، ممکن است صدای دستگاه تغییر کرده و صدایی مانند سوت یا در کارکرد با وقفه تولید حباب بوجود آید، در چنین حالتی توان دستگاه را صفر کنید و اجازه دهید ترانسدیوسر خنک شود.

اگر دستگاه حتی زمانی که گرم نشده صدای آن به سوت گوش خراش شباهت داشت یا ارتعاش شدید بطوری که آب را پاشد، علامت خراب شدن ترانسدیوسر است. در چنین حالتی دستگاه را برای تعمیر به آدرس شرکت ارسال کنید تا تعمیرات لازم روی آن انجام شود.

در صورتی که چگالی توان بالایی برای آزمایش نیاز ندارید مانند هموژن کردن، از سونوتروود ۱۴ میلیمتری و در صورتی که به چگالی توان بالایی نیاز دارید مثل ترکاندن دیواره سلولی از سونوتروود ۷ میلیمتری استفاده نمایید. هنگام تعویض سونوتروود از آچارهای مخصوص استفاده کرده بر خلاف یکدیگر بچرخانید تا باز یا بسته شود. قبل از استفاده از سونوتروود دقت کنید که کلید پشت دستگاه به سمت سونوتروودی باشد که در کلید پشت نوشته شده است. در ضمن کلید، حالت قفل نیز دارد که در مواقع ضروری میتوان دستگاه را قفل نمود.

به هر حال بازده فراصوت برای مخلوط کردن از همزن های مکانیکی به نسبت کمتر است، از این رو بخش قابل توجهی از انرژی صوتی (۹۹ درصد) به گرما تبدیل شده و برای فرایندهای دیگر، به عنوان مثال تولید حفره های صوتی استفاده می شود.



در شکل بالا فضایی ابری از حباب که به طور مستقیم در زیر پروب آلتراسوند تشکیل شده است دیده می شود.

دستگاه التراسونیک UT دارای دو سونوترود با قطر نوک‌های ۱۴ میلی‌متر و ۷ میلی‌متری است که قابل تعویض است.

نوک سونوترود این دستگاه از جنس تیتانیوم بوده در مقابل امواج اولتراسوند و نیز خوردگی شیمیایی، مواد اسیدی و قلیایی بجز اسید هیدروفلوریدریک (HF) مقاوم است.

نوک سونوترود همه دستگاه‌های التراسونیک پس از مدتی استفاده به دلیل قدرت بالای امواج اولتراسونیک دچار خوردگی می‌شود که در اکثر موارد قابل تعمیر نیست. لذا یکی از معضلات اصلی استفاده کنندگان از دستگاه‌های مشابه خارجی عدم آرایه خدمات تعویض و تعمیرات سونوترود و دستگاه است.

### نکات قابل توجه در استفاده از سونوترود

هر از گاهی با ناخن خود انتهای نوک پروب را لمس کنید، اگر نوک سونوترود زبر شده باشد بطوری که ناخن به آن گیر کند، سونوترود تعویض و برای ترمیم احتمالی به شرکت ارسال گردد. عدم تعویض نوک سونوترود صدمه دیده باعث تخریب ترانسدیوسر و مدار الکترونیک گردد.

کابل سونوترود ضد اسید است.

پس از هربار استفاده از دستگاه نوک سونوترود را با آب و الکل یا استن تمیز کنید.

نوک سونوترود به ضربه مکانیکی حساس است، بنابراین با دقت دستگاه را حمل و نقل نمایید.

جهت تعویض نوک سونوترود ابتدا دستگاه را خاموش کرده، سپس با استفاده از آچارهایی که همراه دستگاه ارائه شده است، نوک را تعویض کنید. دقت داشته باشید به هیچ وجه در حین تعویض نوک برخورد فیزیکی رخ ندهد.

پس از تعویض نوک وضعیت کلید را به حالت نوک جدید تغییر دهید تا دستگاه تغییرات لازم را اعمال نماید. هم‌چنین حالت سوم که با قفل نمایش داده شده، حالتی است که در آن دستگاه روشن می‌شود ولی به هیچ وجه کار نخواهد کرد.



برای باز کردن نوک سونوترود هر یک از دو آچار را مطابق تصویر در محل مناسب قرار داده و به سمت یکدیگر بچرخانید. به طوری که آچار بالایی در راستای ساعتگرد و پایینی در راستای پادساعتگرد بچرد.



برای بستن نوک سونوترود آچارها را در خلاف جهت چرخش آن‌ها در هنگام باز کردن بچرخانید، به طوری که مطابق تصویر مقابل آچار بالایی در جهت پادساعتگرد و پایینی در راستای ساعتگرد بچرخد.

هنگام استفاده دقت کنید تا نوک پروب کاملاً محکم بسته شده باشد.

هنگام باز یا بسته کردن نوک پروب دقت کنید پین آچار چاکنت بطور کامل درون حفره کله پروب قرار گرفته باشد هم‌چنین آچار تخت بطور کامل در جایگاه خود در قسمت بالای نوک پروب قرار گرفته باشد.



## ترموتر

یکی از نکات مهم در تراسونیک دمای مایع است، هرچه مایع سردتر باشد انرژی حباب ها هنگام فروریزش بیشتر است و لذا اثر حباب ها بیشتر خواهد بود. برای کنترل و تکرار پذیری آزمایش، یک دماسنج دیجیتال با میله استیل ۳۱۶ (ضد اسید) برای قرار دادن در مایع تحت تابش تراسونیک تهیه شده است.



فیش این سنسور دما در پشت جعبه مدار الکترونیک به مدار متصل می شود و میله حسگر دما از سوراخ قسمت بالایی محافظه جاذب صدا به درون مایع تحت تابش وارد می شود.

در عکس نحوه قرار گرفتن حسگر دما به درون مایع تحت تابش نشان داده شده است. برای تنظیم میزان ورود حسگر دما به درون محلول حلقه ای در بالای این میله وجود دارد که با استفاده از یک آچار آلن ۲ میلیمتری می توانید میزان ورود نوک حسگر به درون مایع را تنظیم نمایید.



بدنه دماسنج و بست آن از استیل ضد اسید است. در صورت عدم اتصال دماسنج، دستگاه عدد ۰۰/۰ را نشان می دهد. محدوده اندازه گیری دمای دماسنج از ۰۰/۰ تا ۹۹/۹ درجه سانتی گراد است. با استفاده از بست بر روی دماسنج میزان داخل شدن آن به محلول را می توانید تنظیم کنید.

در حفظ و نگهداری کلید دستگاه کوشا باشید.