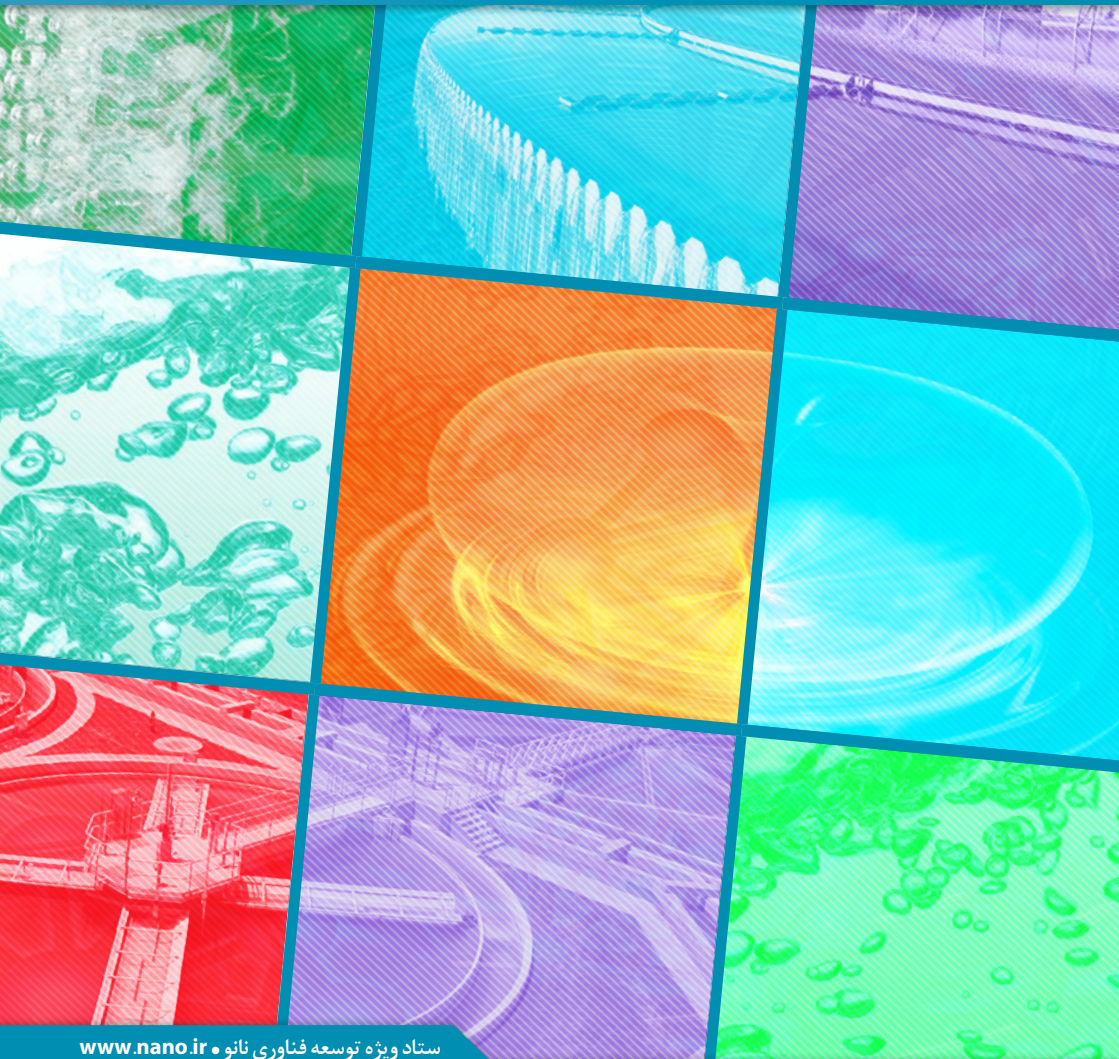


مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۵۷

میکرو/نانو حباب در صنعت آب و فاضلاب

سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست



ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهر و بژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قرایلو report@nano.ir	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
تهیه کنندگان:	احسان فریدی، محسن سروری water@nano.ir	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
		صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴

۳	فناوری نانو
۳	رفع آلودگی آب از طریق تولید حباب
۳	میکرو حباب و نانوحباب و کاربرد آن‌ها در تصفیه آب
۶	روش‌های تولید میکرو و نانوحباب
۷	استفاده ترکیبی نانوحباب‌ها با روش‌های تصفیه معمول
۹	بازار فناوری کویتاسیون
۹	شرکت‌های فعال خارجی در زمینه نانو کویتاسیون
۱۳	شرکت‌های فعال ایرانی
۱۴	جمع‌بندی

فناوری نانو توانایی طراحی ساختارها را با دقت و ظرافت مولکولی اتمی فراهم می آورد. این به معنای مهندسی دقیق یک ساختار در حد میلیاردیم متر یا همان نانومتر است. ساختارهایی که با این دقت تهیه می شوند، خصوصیات ویژه و منحصر به فردی از خود نشان می دهند. انتظار می رود که تا سال ۲۰۵۰ میلادی، این فناوری بتواند چهره زندگی بشر را بطور کلی تغییر دهد. فناوری نانو در کنار فناوری زیستی و فناوری اطلاعات موج دیگری از انقلاب صنعتی را در جهان رقم خواهد زد.

رفع آلودگی آب از طریق تولید حباب

امروزه به دلیل رشد صنعت و جمعیت انسانی و همچنین خطر آلودگی محیط زیست، تصفیه مجدد آب اجتناب ناپذیر خواهد بود. تاسیسات تصفیه آب طی سال‌ها، پیشرفت قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده‌اند و بخش‌های مختلفی به فرایند تصفیه آب اضافه شده است. فرایند هوادهی آب‌های آلوده نیز یکی از بخش‌های مهم در عملیات معمول تصفیه آب محسوب می شود. تزریق حباب به داخل آب جهت رفع آلودگی در دهه ۱۹۲۰ اجرا شد تا با این روش بتوان آلودگی‌های معلق را به سطح آب آورد و آنها را جداسازی کرد. همچنین این هوادهی می تواند به بهبود فعالیت‌های زیستی تصفیه آب و افزایش اکسیژن آب کمک فزوانی کند.

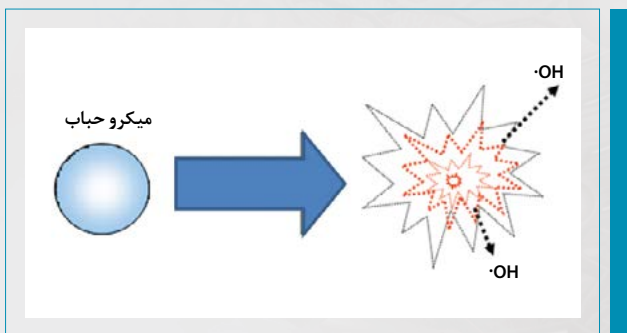
میکرو حباب و نانوحباب و کاربرد آن‌ها در تصفیه آب

میکرو حباب‌ها^۱ و نانوحباب‌ها^۲ حباب‌های بسیار کوچکی از هوا هستند که به ترتیب دارای ابعاد ۱۰ - ۵۰ میکرومتر و کمتر از ۲۰۰ نانومتر می باشند. میکرو حباب‌ها و نانوحباب‌ها هر یک رفتار منحصر به فردی از خود نشان می دهند و با توجه به این موضوع کاربردهای متفاوتی در تصفیه آب خواهند داشت. یک حباب معمولی (ماکرو حباب^۳)، مسیری به سمت بالا را با سرعت زیاد طی می کند و پس از رسیدن به سطح آب متلاشی می شود (شکل ۱). یک میکرو حباب نیز مسیری به سمت بالا را طی می کند با این تفاوت که معمولاً در داخل آب متلاشی می شود (شکل ۱). همچنین یک نانوحباب می تواند درون آب در جهت‌های مختلفی حرکت کند و برای مدت زمان طولانی (مثلاً چند ماه) پایدار بماند و به تدریج حباب کوچک شود تا محو گردد (شکل ۱). میکرو حباب‌ها بیشتر جهت تخریب آلاینده‌ها مورد استفاده قرار می گیرد چرا که زمانی که میکرو حباب در



شکل ۱. رفتار متفاوت ماکرو حباب (بالای ۵۰ میکرومتر)، میکرو حباب (بین ۱۰ تا ۵۰ میکرومتر) و نانوحباب (کمتر از ۲۰۰ نانومتر) در آب [۱]

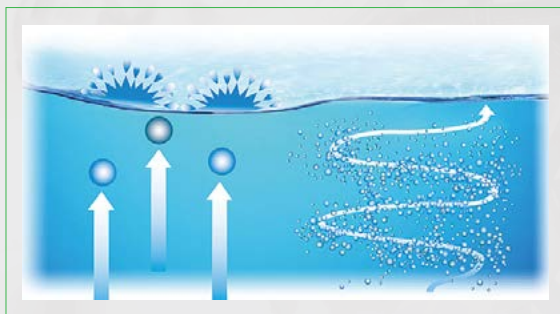
میان راه متلاشی شده منجر به تولید رادیکال‌های OH و موج شوک در آن ناحیه می‌گردد (شکل ۲). ترکیدن میکرو حباب می‌تواند منجر به متلاشی شدن آلاینده‌های آلی محلول در آب مثل آفت‌کش‌ها شود. همچنین ترکیدن میکرو حباب‌ها می‌تواند به میکرو بزدایی آب کمک کرده و نسبت به روش‌های مرسوم مثل کلرزنی آب، کم‌هزینه‌تر بوده و اثرات جانبی ناچیزی خواهد داشت. گاز میکرو حباب‌ها در بیشتر موارد هوا و یا نیتروژن می‌باشد اما استفاده از گاز ازن نیز جهت تولید میکرو حباب‌ها، تاثیرات قابل توجهی در رفع آلودگی آب خواهد داشت.



» شکل ۲. تاثیر
میکرو حباب‌ها در رفع
آلاینده‌های آلی و
میکروبی [۲]

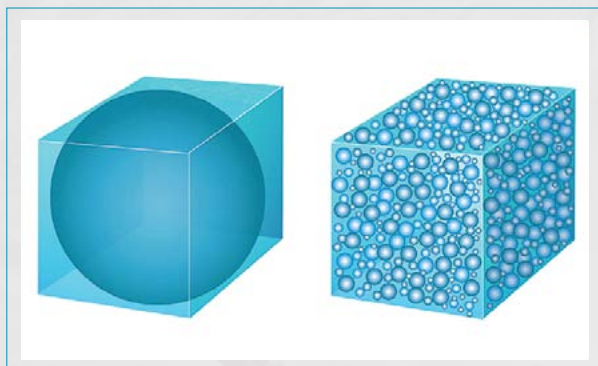
نانو حباب‌ها بر خلاف میکرو حباب‌ها قدرت تخریبی بالایی ندارند اما ماندگاری بالایی داشته و می‌توانند در همه جهت‌ها حرکت کنند. این ویژگی نانو حباب‌ها این امکان را می‌دهد که برای حمل و جابجایی ذرات معلق^۴ و آلاینده‌های موجود در آب بسیار مناسب باشند. نانو حباب‌ها در مقایسه با حباب‌های معمولی چندین مزیت دارند از جمله:

الف) نانو حباب‌ها گستره بیشتری را پوشش می‌دهند: حباب‌های معمولی با سرعت به سمت بالا حرکت می‌کنند و ذرات معلق که در مسیر مستقیم سر راه آنها قرار می‌گیرد را می‌توانند با خود به سطح بیاورند. اما نانو حباب‌ها با همان حجم از هوا، به صورت مارپیچی حرکت کرده و محدوده بسیار زیادی را پوشش می‌دهند (شکل ۳).



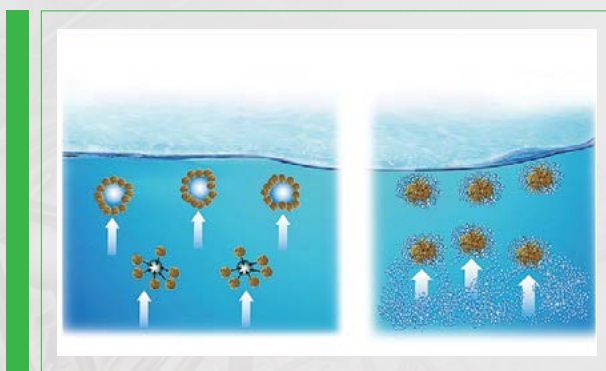
» شکل ۳. حرکت مارپیچ
نانو حباب‌ها در مقایسه با حرکت
مستقیم حباب‌های معمولی [۳]

ب) نسبت سطح به حجم زیاد نانوحباب‌ها: نانوحباب‌ها نسبت سطح به حجم بسیار بیشتری در مقایسه با حباب‌های معمولی دارند در نتیجه ذرات معلق بیشتری با خود حمل می‌کنند (شکل ۴).



» شکل ۴. نسبت سطح به حجم بالای نانوحباب‌ها در مقایسه با حباب معمولی [۳]

پ) ارتفاع عملکرد شناورسازی ذرات معلق آب: عملکرد حباب‌های معمولی بدین گونه است که ذرات معلق به سطح خارجی حباب چسبیده تا زمانی که به سطح آب هدایت شوند. در این شرایط ممکن است در میانه راه برخی از ذرات معلق از حباب جدا شوند. اما نانوحباب‌ها هر ذره معلق را احاطه می‌کنند، به طوری که احتمال رها شدن این ذرات معلق بسیار کم می‌شود (شکل ۵).



» شکل ۵. تفاوت عملکرد شناورسازی ذرات معلق آب توسط نانوحباب‌ها و حباب‌های معمولی [۳]

ت) توانایی پاک‌کنندگی سطوح و منافذ: نانوحباب‌ها می‌توانند در جهت پاکسازی و رفع آلودگی‌های تاسیسات زیر آب موثر واقع شوند. نانوحباب‌ها می‌توانند در جهت‌های مختلف (نه تنها پایین به بالا) حرکت کنند و به

منافذ ریز نیز ورود پیدا کنند. با این ویژگی، می‌توانند آلودگی‌های متصل به سطوح و درزها در زیر سطح آب را جدا کرده و با خود حمل کنند (شکل ۶). این رسوبات و آلودگی‌ها که محل مناسبی برای رشد عوامل بیماری‌زا می‌باشد. به صورت ویژه می‌توان نانوحباب‌ها را جهت رفع رسوبات از روی منافذ غشاهای فیلتری و یا غشاهای نانو فیلتراسیون مورد استفاده قرار داد. این فناوری به صورت چشمگیری منجر به افزایش طول عمر و کارکرد غشاء می‌شود.



شکل ۶. نفوذ نانوحباب‌ها در منافذ تاسیسات زیر آب [۳]

روش‌های تولید میکرو و نانوحباب

برای تولید میکرو و نانوحباب‌ها روش‌های متعددی وجود دارد، دو روشی که نسبت به روش‌های دیگر بیشتر مورد توجه است روش رفع فشار^۷ و روش دوران آب-گاز (جریان مایع مارپیچی)^۸ می‌باشد. در روش رفع فشار، گاز را با فشار زیاد درون یک مخزن پر از آب حل می‌کنند تا شرایط فوق اشباع به وجود آید. سپس آب فوق اشباع را در استخر مد نظر رها می‌کنند (شکل ۷). در روش دوران آب-گاز، گاز معمولی به داخل آب تزریق می‌شود تا حباب معمولی را تولید کند سپس حباب‌ها به صورت گردابی درون لوله دوران پیدا می‌کنند تا به حباب‌های ریزتر میکرو و یا نانو تبدیل شوند (شکل ۸). در برخی موارد نانوحباب را می‌توان با روش‌های الکتروشیمیایی تولید کرد و با اعمال مدام امواج فراصوت، از سطح الکترود جدا نمود.



شکل ۷. روش رفع فشار جهت تولید میکرو/نانوحباب [۳]



» شکل ۸. روش
دوران آب-گاز (روش
جریان مایع مارپیچی)
جهت تولید میکرو/
نانوحباب [۳]

استفاده ترکیبی نانوحباب‌ها با روش‌های تصفیه معمول

فرایند تولید نانوحباب کم‌هزینه می‌باشد و ادغام فرایند نانوحباب با دیگر فرایندهای مرسوم تصفیه آب می‌تواند علاوه بر کاهش هزینه‌ها، بازدهی کار را به طور قابل توجهی افزایش دهد. ادغام فرایند تولید نانوحباب‌ها با فرایند لخته‌سازی^۷ ۴۰ درصد بازده کار نسبت به روش‌های لخته‌سازی/شناورسازی مرسوم را افزایش می‌دهد. به عنوان مثال جهت حذف ذرات معلق موجود در پساب صنایع پولیش شیمیایی- فیزیکی^۸، هزینه‌های فرایند انعقاد معمولی نسبت به فرایند ترکیبی انعقاد/نانوحباب برای رسیدن به یک بازده معین بیشتر خواهد بود (جدول ۱).

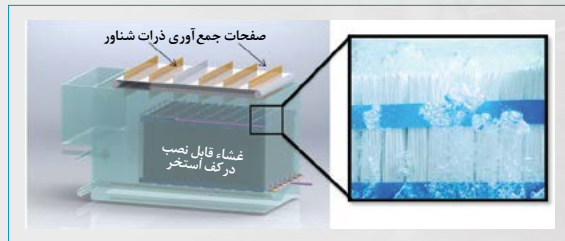
» جدول ۱. مقایسه هزینه‌ها جهت رفع ذرات معلق پساب صنایع مسطح‌سازی شیمیایی- فیزیکی بر حسب دلار برای هر مترمکعب [۴]

گزینه‌ها	فرایند انعقاد معمولی	فرایند ترکیبی انعقاد/ نانوحباب
هزینه مواد شیمیایی منعقد کننده	۱/۲	۰/۳
هزینه برق مصرفی	۰/۱۸	۰/۱۵
هزینه تعمیر و نگهداری	۰/۲۰	۰/۱۵
هزینه پرسنل	۰/۱۵	۰/۱۵
مجموع هزینه‌های عملیاتی	۱/۷۳	۰/۷۵

جهت تصفیه آب، فرایندهای غشایی را می‌توان با فرایندهای تولید نانوحباب‌ها ترکیب کرد تا علاوه بر کاهش هزینه‌ها، بازده کار نیز افزایش یابد همچنین در برخی روش‌ها می‌توان قبل از فرایند غشاء، فرایند نانوحباب را اضافه کرد (جدول ۲). در برخی از روش‌های تصفیه آب، غشاها در درون استخر قرار دارد و با اعمال نانوحباب‌ها، سطوح غشاء مدام تمیز شده و رسوبات به روی سطح آب شناور می‌شوند (شکل ۹).

جدول ۲. مقایسه هزینه‌ها بعد از ترکیب دو فرایند بر حسب دلار [۵]

گزینه‌ها	غشاء میکرو فیلتراسیون	ترکیب میکرو فیلتراسیون و میکرو/نانوحباب
خرید تجهیزات	۷۰۰ تا ۲۹۴	۱۸۹ تا ۱۳۰
سرمایه در گردش	۴۲۰ تا ۲۰۷	۱۳۲ تا ۳۱۰
مجموع سرمایه گذاری	۱۷۲۸ تا ۴۸۰	۱۱۰۲ تا ۶۱۰



شکل ۹. سیستم پاک‌سازی
غشاء توسط نانوحباب‌ها [۶]

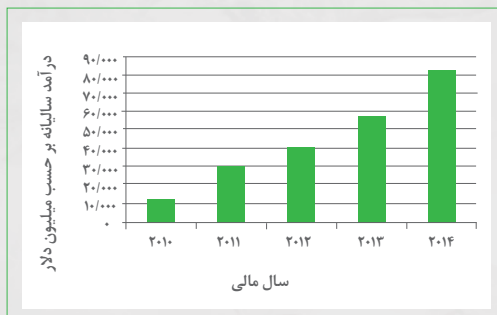
به دلیل ماندگاری نانوحباب‌ها در آب، می‌توان مقادیر بسیار زیادی اکسیژن را در محیط آبی نگهداری کرد. از این قابلیت می‌توان در آکواریوم‌ها، پرورش برخی از محصولات گلخانه‌ای و همچنین ایجاد استخرهای سلامت و درمان بیماری‌های پوستی نیز استفاده کرد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. رشد بهتر گیاهان در
حضور نانوحباب‌های اکسیژن در
مقایسه با آب معمولی در مدت زمان
یکسان [۷]

بازار فناوری کویتاسیون^۹

شرکت تحقیقات و توسعه سرمایه گذاری Cohen Grassroots، بازار فناوری‌های نوین در صنعت کویتاسیون در صنایع مختلف را مورد ارزیابی قرار داده است. بنا ادعای این شرکت، فناوری کویتاسیون یک رشد خطی دارد. درآمد صنایع به طور میانگین از ۱۲/۳ میلیون دلار در سال ۲۰۱۰ به ۸۲ میلیون دلار در سال ۲۰۱۴ رسیده است که میزان نرخ رشد مرکب سالیانه^{۱۰} معادل ۶۰/۷ درصد می‌باشد (نمودار ۱) [۸].



➤ نمودار ۱. رشد درآمد شرکت‌ها در پایان هر سال مالی [۸]

شرکت‌های فعال خارجی در زمینه نانوکویتاسیون

بسیاری از شرکت‌ها به خصوص از کشور ژاپن در این زمینه سرمایه‌گذاری کرده و محصولات خود را وارد بازار نموده‌اند. دکتر Masayoshi Takahashi، از پژوهشکده ملی AIST ژاپن یکی از بنیان‌گذاران صنعت میکرو و نانو حباب می‌باشد که با بسیاری از شرکت‌های تولیدکننده محصولات تصفیه آب همکاری تجاری دارد. فناوری موجود با موفقیت در بسیاری از دریاچه‌ها و بندرگاه‌های ژاپن به اجرا درآمده است (شکل ۱۱) [۷].



➤ شکل ۱۱. دستگاه تولیدکننده میکرو حباب و اجرای آن در بندر Shio-Ashiya واقع در خلیج Osaka ژاپن



➡ شکل ۱۲. دستگاه تولیدکننده نانوحباب محصول شرکت NSI

شرکت‌های زیادی در زمینه تولید دستگاه نانوحباب فعال می‌باشند. از جمله شرکت NABAS در زمینه‌های تصفیه آب، بهداشت و سلامت، غذا و کشاورزی دارای محصولات متنوع می‌باشد [۹]. شرکت ژاپنی صنایع NSI نیز دارای دو محصول تولیدکننده میکرو و نانوحباب جهت ارائه به بازار می‌باشد (شکل ۱۲) [۱۰]. از دیگر شرکت‌های ژاپنی موفق در این صنعت می‌توان شرکت‌های Anzaikantetsu [۱۱] شرکت BL Dynamics [۳] و شرکت TECH CORPORATION را نام برد (شکل ۱۳) [۱۲].



➡ شکل ۱۳. دستگاه تولیدکننده نانوحباب محصول شرکت TECH CORPORATION جهت پاکسازی سطوح و منافذ تاسیسات زیر آب

یکی دیگر از شرکت‌های فعال در صنعت تجهیزات تولید نانوحباب‌ها، شرکت کره‌ای Negatron می‌باشد، این شرکت بخش بزرگی از بازار مورد هدف را معطوف به حوزه بهداشت و سلامت کرده است. دستگاه‌های تولید شده توسط این شرکت می‌تواند در استخرها، وان حمام و حوضچه‌های آب درمانی مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۱۴) [۱۳].

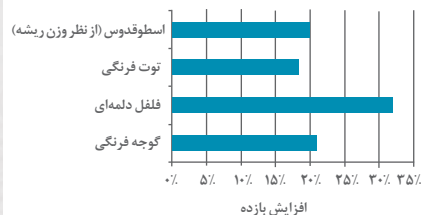


» شکل ۱۴. نانوحباب‌ها به راحتی منافذ پوست را باز کرده و آلودگی‌ها را از بین می‌برند

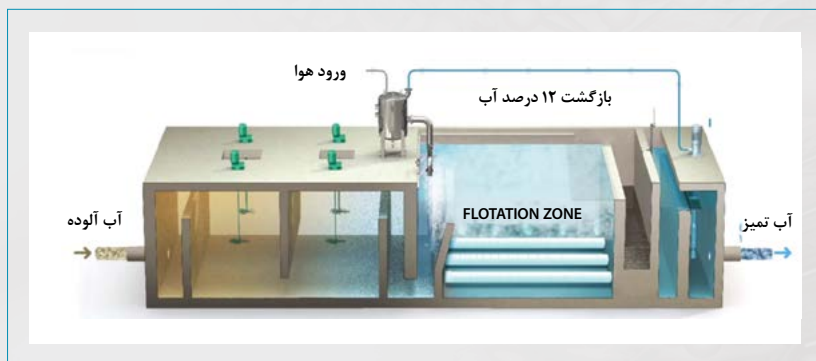
شرکت آمریکایی O2grow دستگاه‌های تولیدکننده نانوحباب اکسیژن جهت مصارف کشاورزی و گلخانه‌ای تولید می‌کند. بنا بر ادعای این شرکت، بازده محصولات کشاورزی به طور قابل توجهی توسط نانوحباب‌های اکسیژن موجود در آب افزایش پیدا می‌کند (شکل ۱۵) [۱۴].



» شکل ۱۵. دستگاه قابل حمل تولیدکننده نانوحباب ساخت شرکت O2grow (تصویر بالا) و افزایش بازده محصولات گلخانه‌ای (نمودار پایین)

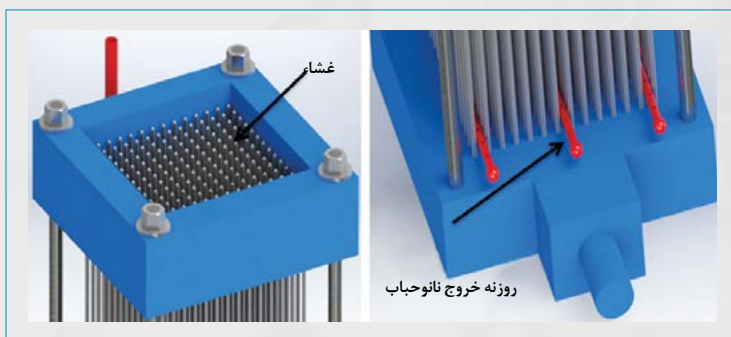


برخی از شرکت‌ها دستگاه‌های شناورسازی ذرات معلق جهت استفاده در تصفیه‌خانه‌های شهری و صنعتی طراحی کرده‌اند که از فناوری نانو حباب بهره می‌گیرد. از جمله این شرکت‌ها می‌توان به شرکت چند ملیتی Degrémont Technologies با محصول تجاری AquaDAF تحت لیسانس RICTOR OY فنلاند اشاره کرد (شکل ۱۶) [۱۵]. این شرکت در بیش از ۷۰ کشور جهان فعال می‌باشد.



شکل ۱۶. سیستم نانو حباب‌های شناورساز با نام تجاری AquaDAF ساخت شرکت Degrémont

شرکت David Bromley Engineering، محصول تصفیه آبی را وارد بازار کرده که از غشاء فلزی زیر آب بهره برده و قابلیت پاکسازی مداوم غشاء توسط نانو حباب‌ها و شناورسازی هم‌زمان ذرات معلق را دارا است (شکل ۱۷) [۶]. همچنین شرکت آلمانی Awas تاسیسات شناورسازی جهت تصفیه آب‌های آلوده به مواد روغنی و نفتی را با ظرفیت ۵۰۰ مترمکعب بر ساعت وارد بازار خاورمیانه کرده است (شکل ۱۸) [۱۶].

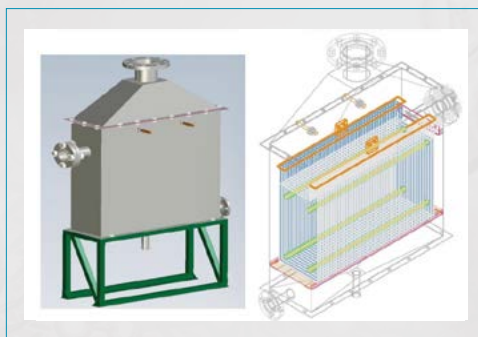


شکل ۱۷. غشاء فلزی زیر آب ساخت شرکت David Bromley Engineering



« شکل ۱۸. مخزن
شناورسازی ذرات روغنی
ونفتی جهت تصفیه پساب
با استفاده از نانوحباب‌ها
ساخت شرکت Awas

یکی از شرکت‌های موفق در زمینه تولید دستگاه‌های نانو کویتاسیون، شرکت آمریکایی Ctinanotech می‌باشد که توانسته جایگاه ویژه‌ای در بازار صنایع تصفیه آب پیدا کند [۱۷]. مهمترین محصولات این شرکت با نام تجاری Nano Reactor و Nano Neutralization در بازارهای آمریکا به فروش می‌رسند (شکل ۱۹). محصول این شرکت می‌تواند ۶۰ درصد بهتر از روش‌های شیمیایی متداول، ذرات معلق و لجن‌ها را جمع‌آوری کند و همچنین هزینه بسیار پایین‌تری نسبت به روش‌های متداول خواهد داشت.



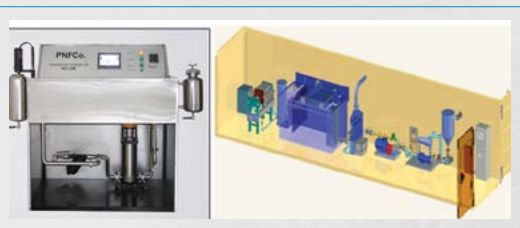
» شکل ۱۹. فناوری نانو
کویتاسیون محصول شرکت
Ctinanotech

شرکت‌های فعال ایرانی

در ایران فناوری نانو کویتاسیون با موفقیت در پیلوت‌های متعددی به اجرا درآمده است. به‌عنوان یکی از شرکت‌های فعال در ایران می‌توان شرکت پیام‌آوران نانو فناوری فردانگر را نام برد [۱۸]. این شرکت، موفق

به معرفی فناوری نوین جهت توزیع نانوذرات جامد در مایعات و همچنین تولید نانوآمولسیون‌های مایع-مایع شده است (شکل ۲۰). این شرکت این قابلیت را دارا است که با توجه به شرایط هر منطقه و یا نوع آلودگی آب، فناوری نانو کویتاسیون مورد نیاز آن را راه‌اندازی نماید. به عنوان مثال این شرکت قادر است با فناوری نانو کویتاسیون میزان نیترات آب آشامیدنی را کاهش داده و میزان این آلودگی را از ۱۵۰ ppm به ۵۰ ppm برساند و یا با استفاده از فناوری الکترو کویتاسیون میزان شوری آب را نیز کاهش دهد [۱۸]. با توجه به معضلات موجود در صنعت آب کشور، بهره‌گیری از فناوری نانو کویتاسیون بسیار نویدبخش خواهد بود.

شکل ۲۰. پایلوت قابل اجرا توسط شرکت پیام‌آوران نانو فناوری فردانگر (شکل سمت راست) و دستگاه نیمه‌صنعتی نانو کویتاسیون محصول شرکت پیام‌آوران نانو فناوری فردانگر (سمت چپ)



جمع‌بندی

میکرو حباب و نانو حباب‌ها پتانسیل بسیار زیادی جهت استفاده در صنایع متنوع مهندسی دارند. نانو حباب‌های اکسیژن و هوا به دلیل افزایش عملکرد فعالیت زیستی و انتقال ذرات معلق در تصفیه آب بسیار موثر واقع می‌شوند. همچنین میکرو حباب‌ها بدون ایجاد کمترین آلودگی، آلاینده‌های آلی و میکروبی را به راحتی از بین می‌برند. نانو حباب‌ها نیز عملکرد بسیار مطلوبی جهت رفع رسوبات غشاء و تاسیسات زیر آب و همچنین شناورسازی ذرات معلق دارند. بنابراین استفاده از میکرو حباب و نانو حباب در تصفیه‌خانه‌های شهری و صنعتی علاوه بر کاهش هزینه‌ها؛ بازدهی کار را نیز افزایش می‌دهند.



پی‌نوشت‌ها

- | | |
|--|----------------------------------|
| ۱ Microbubbles | ۷ Coagulation |
| ۲ Nanobubbles | ۸ Chemical mechanical polishing |
| ۳ Macrobubble | ۹ Cavitation Technology |
| ۴ Solids suspended | ۱۰ Compounded annual growth rate |
| ۵ Decompression | |
| ۶ Gas-water circulation (Spiral liquid flow) | |

مراجع

- ۱ Microbubble technology: emerging field for water treatment, G. Kaushik, Bubble Science, Engineering & Technology, V:5 (2014) P: 33-38.
- ۲ Free-Radical Generation from Collapsing Microbubbles in the Absence of a Dynamic Stimulus, M. Takahashi, J. Phys. Chem. B, V: 111 (2007) P: 1343-1347.
- ۳ <http://www.en.bldynamics.com/html/bubbles.html>
- ۴ Nano-bubble flotation technology with coagulation process for the cost-effective treatment of chemical mechanical polishing wastewater, J.-C. Tsai, Separation and Purification Technology, V:58 (2007) P: 61–67.
- ۵ A hybrid flotation–membrane process for wastewater treatment: an overview, H. Al-Zoubi, Desalination and Water Treatment, V: 7 (2009) P: 60–70.
- ۶ <http://www.dbe2000.com/lewt%20page.htm>
- ۷ <https://staff.aist.go.jp/m.taka/index-English.html>
- ۸ http://www.grassrootsrd.com/grassrootsrd/Reports/cavitation_technologies.pdf
- ۹ <http://www.nanoairbubble.com/>
- ۱۰ <http://www.nano1.co.jp/en/nano1/nsmnss.html>
- ۱۱ <http://anzaimcs.com/en/main/examplenanobubble.html>
- ۱۲ http://www.techcorporation.co.jp/english/product/nano/pro11_index.html
- ۱۳ <http://www.negatron.co.kr/>
- ۱۴ <http://www.o2grow.com/index>
- ۱۵ <http://www.degremont-technologies.com/dgtech.php?article392>
- ۱۶ http://www.awas.de/en/products/nano-flotation/?no_cache=1&sword_list%5B%5D=nano
- ۱۷ <http://ctinanotech.com/technology/water-treatment>
- ۱۸ http://www.pnf-co.com/index.php?nanoe=alias&hl=fa_IR

مجموعه نرم افزارهای «نانو و صنعت»



مجموعه نرم افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان، در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است.

تاکنون شش عنوان از مجموعه نرم افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری نانو در صنایع «نفط و» «خودرو» «نساجی» «ساخت و ساز» «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی» ارائه شده است.

مرکز پخش: ۶۶۸۷۱۲۵۹ – www.nanosun.ir

از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- کیتوسان پلیمری زیست تخریب پذیر در سامانه‌های دارورسانی
- فناوری نانو و بتن‌های ویژه
- کاربرد فناوری نانو در آنالیزگرهای جدید صنایع بالادستی نفت
- کاربردهای فناوری نانو در بخش انتقال شبکه برق‌رسانی
- فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی
- نقش فناوری نانو در ارتقای کیفی سیمان و مصالح پایه سیمانی
- روش تغییر شکل پلاستیک شدید (SPD) در تولید فلزات نانوساختار
- آلیاژسازی و فعال‌سازی مکانیکی، فناوری تهیه نانومواد
- منسوجات ضد میکروب
- کاربرد فناوری نانو در سازه‌های بتنی هوشمند با قابلیت خود ترمیم شوندگی
- لوله‌های حرارتی و کاربردهای آن در انتقال انرژی حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی
- نانوحسگرها جهت پایش شاخص‌های حیاتی بدن
- سیستم یون‌زدایی خازنی (CDI)
- کاربرد نانو در متالورژی پودر فلزات
- کاربرد فناوری نانو در پوشش‌های ضدنقش و ضدنوشتر

- فناوری نانو در رنگ‌های آنتی باکتریال
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های صوتی
- افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی با استفاده از نانوکودهای بیولوژیک
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه هوا
- کاربرد فناوری نانو در بتن‌های سبک
- کاربرد فناوری نانو در بتن
- نانولیپوزوم‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- کاربرد فناوری نانو در محیط‌های بیمارستانی
- کاربرد فناوری نانو در حسگرهای ساختمانی
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های رطوبت
- کاربرد فناوری نانو در لوله‌های بی‌صدای فاضلاب
- حذف آلاینده‌های آب با استفاده از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی
- کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان
- استفاده از غشاء نانولوله کربنی جهت نمک‌زدایی و تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در کاشی و سرامیک
- غنی‌سازی محصولات کشاورزی با نانوکودهای کلاته آهن و روی
- کاربرد فناوری نانو در فرآیندهای ازدیاد برداشت نفت خام
- خشک کردن انجمادی پاششی