

# مقایسه عملکرد سه نوع توزیع کننده چرخان گوناگون در بستر سیال حبابی

محمودرضا رحیمی\*<sup>+</sup>، هجیر کریمی، زهرا ضرغامی دهقانی

یاسوج، دانشگاه یاسوج، گروه مهندسی شیمی

**چکیده:** در این پژوهش، با ساخت دستگاه بستر سیال حبابی، سه نوع توزیع کننده چرخان با آرایش سوراخها به شکل شش ضلعی، پره‌ای، حلزونی بررسی شده‌اند. تحلیل داده‌های تجربی به دست آمده از عملکرد سه نوع توزیع کننده نشان داد که سرعت چرخش و نرخ هوای ورودی از پارامترهای مؤثر بر کیفیت شناورسازی و کمینه سرعت آن می‌باشند. تجزیه و تحلیل انجام شده در این مقاله در قالب نتیجه‌های جدیدی ارائه شده است. مقایسه سه نوع توزیع کننده چرخان در بستر سیال نشان داد که توزیع کننده نوع پره‌ای بهترین عملکرد را از جهت کیفیت شناورسازی دارد.

**واژه‌های کلیدی:** توزیع کننده، بستر سیال حبابی، کمینه سرعت شناورسازی، افت فشار.

**KEY WORDS:** Distributor, Bubbling fluidized bed, Minimum fluidization velocity, Pressure drop.

## مقدمه

۱۹۵۸ میلادی ویژگی‌های حباب را در بستر سیال مطالعه کردند و معادله‌ای برای اندازه حباب به صورت تجربی براساس اطلاعات آزمایشگاهی خود پیشنهاد دادند. آنها یک ردیاب نوری را در دو ستون بستر سیال با قطرهای ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری به کار بردند. هر دو بستر به ورقه‌های توزیع کننده متخلخل گاز مجهز شده بودند. انواع ذره‌های گوناگون با اندازه‌های متوسط در بازه‌ی ۴۱ تا ۴۵۰ میکرومتر مورد استفاده واقع شدند. آنها دریافتند که حباب‌های کوچکتر از اندازه تقریبی ۱/۳ سانتی‌متر که ممکن است در منطقه نزدیک توزیع کننده یافت شوند، با ردیاب آنها تشخیص داده نمی‌شود. آنها همچنین یک ثابت نسبی سرعت حباب را در سراسر ستون گزارش دادند. براساس این مشاهده‌ها، آنها یک معادله به نسبت ساده برای مرتبط ساختن داده‌های اندازه حباب توسعه دادند. *وایتهد و همکاران* [۲] در سال ۱۹۶۷ میلادی یک ردیاب نوری را برای اندازه‌گیری سرعت حباب در بستر سیال پر شده

صفحه توزیع کننده گاز در بسترهای سیال نه تنها تکیه‌گاهی برای نگه داشتن مواد بستر است بلکه باعث توزیع یکنواخت گاز سیال کننده درون بستری از جامدها می‌شود و از تشکیل منطقه‌های سیال نشده جلوگیری می‌کند. طراحی توزیع کننده اهمیت ویژه‌ای در بسترهای شناورسازی دارد، زیرا پس از صفحه توزیع کننده وسیله فیزیکی دیگری که بر توزیع یکنواخت گاز در بستر ذره‌های جامد، مؤثر باشد وجود ندارد. چنانچه گاز سیال کننده در بالای توزیع کننده به صورت یکنواختی توزیع نشود، ممکن است سرعت گاز در یک منطقه به کمتر از پائین‌ترین سرعت شناورسازی ذره‌های درشت‌تر موجود در بستر کاهش یابد و جریان گاز نتواند ذره‌های درشت را شناور کند و آن مقطع تا اندازه‌ای به حالت غیرشناور درآید. در نتیجه طراحی مناسب صفحه توزیع کننده از نظر عملیاتی و اقتصادی از اهمیت ویژه برخوردار است.

یاسوی و جانسون [۱] اولین پژوهشگرانی بودند که در سال

\*عده دار مکاتبات

+E-mail: mrrahimi@yu.ac.ir

شکل گرفته در بستر سیال، زمانی که از توزیع‌کننده چرخان استفاده می‌شود به سختی با فاصله گرفتن حباب از توزیع‌کننده افزایش می‌یابد. نتیجه‌های آنها نشان داد اندازه حباب، برای حالت توزیع‌کننده چرخان حتی اگر میزان گاز وردی به بستر بیشتر باشد، نسبت به توزیع‌کننده ساکن کوچکتر است. این اثر را می‌توان با این واقعیت توضیح داد که پیوستن حباب‌ها توسط چرخش توزیع‌کننده کاهش می‌یابد و حتی ممکن است شکسته شدن مسیرهای احتمالی عبور حباب‌ها را افزایش دهد.

در مطالعه دیگری *سابرینو و همکاران [۷]* در سال ۲۰۰۸ میلادی عملکرد توزیع‌کننده چرخان را با ارزیابی افت فشار و کیفیت شناورسازی بررسی کردند. اثر سرعت چرخش صفحه توزیع‌کننده روی رفتار هیدرودینامیکی بستر، کمینه سرعت شناورسازی و نوسان‌های فشار امتحان شد. آزمایش‌ها در یک بستر سیال با رژیم حبابی و قطر داخلی ۰/۱۹ متر و ارتفاع ۰/۸ متر با ذره‌های گلدارت B انجام گرفت. افت فشار در کل بستر و انحراف استاندارد نوسان‌های فشار برای یافتن کمینه سرعت شناورسازی مورد استفاده واقع شد. زمانی که سرعت چرخشی افزایش یافت، دیده شد که کمینه سرعت شناورسازی کاهش و افت فشار افزایش می‌یابد.

*سونا کهرساری و عصمت فرج‌پور [۸]* در سال ۱۳۸۷ اثر چهار سامانه توزیع‌کننده هوا با شکل‌های متفاوت حلزونی در دو نوع، نردبانی، و حلقوی با تعداد منافذ ۲۵ و ۴۵ و قطر منفذ ۱ میلی‌متر را بر رژیم‌های جریان حبابی، نگره‌داشت گاز و انتقال اکسیژن در راکتور زیستی هواگرد داخلی مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه چهار نوع رژیم جریان سبب تغییر نگره‌داشت گاز و انتقال اکسیژن در راکتور زیستی هواگرد داخلی شد. سرانجام با توجه به بررسی پارامترهای یاد شده توزیع‌کننده حلقوی برای بررسی در سامانه د و فازی میکرومولسیون آب - دیزل به عنوان یک مدل سرد از گوگرد زدایی زیستی انتخاب شده و دیده شد نگره‌داشت گاز و انتقال اکسیژن در میکرومولسیون نسبت به دیزل آیزوماکس کاهش می‌یابد.

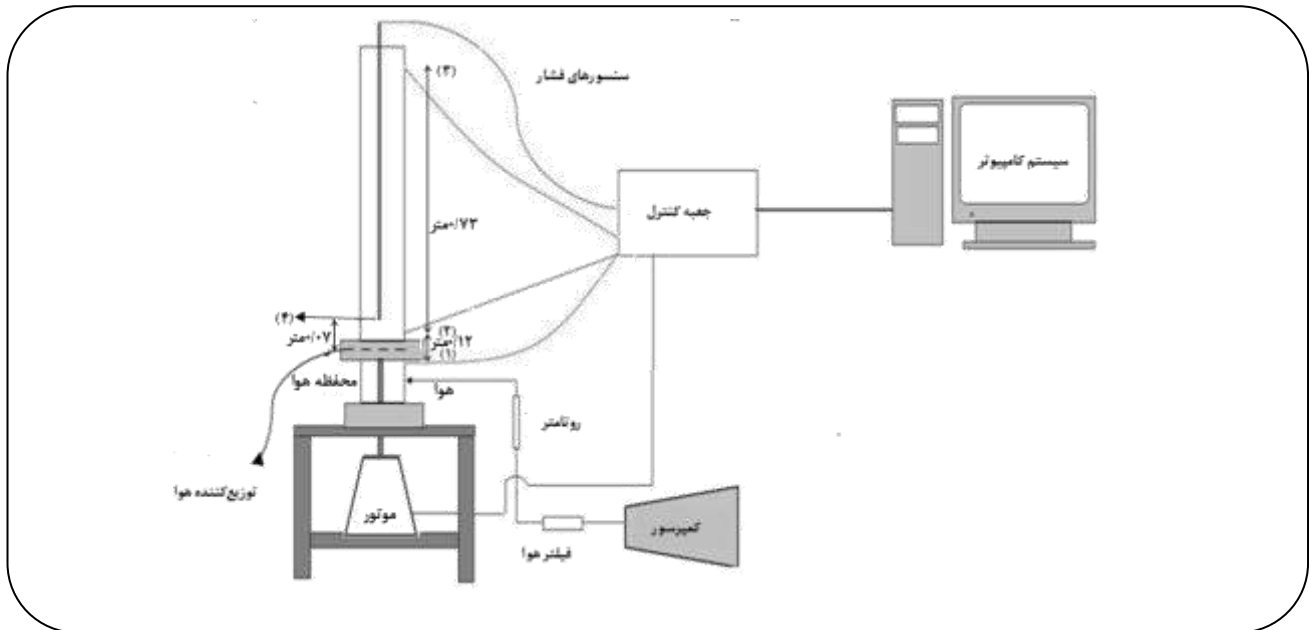
مطالعه‌های زیادی در جهت بررسی شناورسازی منتشر شده است که به اندازه‌گیری ویژگی‌های حباب‌ها و توسعه روابط گوناگون برای پیش بینی اندازه سرعت حباب اختصاص یافته‌اند. اما اطلاعات کافی در زمینه طراحی و تأثیر آرایش سوراخ‌های توزیع‌کننده، چرخش توزیع‌کننده و همچنین عملکرد انواع وزیع‌کننده در سامانه‌های دو فازی گاز - جامد موجود نیست. مطالعه حاضر به مقایسه بین توزیع‌کننده‌های چرخان با آرایش شش ضلعی، پره‌ای و حلزونی پرداخته است.

ذره‌های گلدارت B تا ارتفاع مشخصی، به کار بردند. آنها دریافتند که سرعت حباب با سرعت گاز و ارتفاع بالای توزیع‌کننده افزایش می‌یابد و با اندازه ذره کاهش می‌یابد. *وایتهد و همکاران [۲]* هیچ گونه شاهدهی از بیشینه سرعت حباب تشخیص ندادند و این را به نبود یک اندازه حباب محدود کننده در سامانه نسبت دادند.

*وردر [۳]* در سال ۱۹۷۴ میلادی سرعت متوسط بالا رفتن حباب‌ها را در بسترهای استوانه‌ای با قطرهای ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌متری با یک ردیاب خازنی نوع سوزنی مورد بررسی قرار داد. اگر چه وی بیشینه اندازه حباب را تشخیص نداد، حضور بیشینه سرعت حباب توزیع‌کننده را در ارتفاع‌های بالای توزیع‌کننده گزارش کرد که بر خلاف پژوهش‌های *وایتهد و همکاران [۲]* بود. او این پدیده را به انتقال از حالت حبابی به حالت لخته‌ای نسبت داد. همین روند برای سرعت حباب پیش‌تر توسط *تومیتا و آداچی [۴]* در سال ۱۹۷۳ میلادی گزارش شده است.

*سابرینو و همکاران [۵]* در سال ۲۰۰۹ میلادی در زمینه مشخصه‌های حباب در یک بستر سیال حبابی با توزیع‌کننده چرخان مطالعه‌های خود را انجام دادند و تأثیر توزیع‌کننده روی اندازه حباب در بسترهای سیال را مورد بررسی قرار دادند. توزیع‌کننده گاز، صفحه‌ای صاف و مشبک بود که دور محور عمودی ستون می‌چرخید، آنها ساختار حباب، آرایش و شکل حباب روی توزیع‌کننده دوار را به صورت نظری مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. طول نفوذ حباب‌های بالارونده در بستر، با استفاده از ردیاب‌های نوری اندازه‌گیری شد و توزیع احتمالی قطر حباب با استفاده از روش آنتروپی بیشینه مورد استنتاج قرار گرفت. رابطه قطر حباب برای حالت ساکن و چرخان در سرعت‌های گوناگون گاز، فرکانس گذر حباب و توزیع حباب‌ها در سطح مقطع بستر نیز گزارش شد. سرانجام نتیجه‌ها برای ارتفاع‌های گوناگون بالای توزیع‌کننده بیان و مشخص شد حباب با افزایش ارتفاع از بستر رشد می‌کند که در حالت چرخان رشد آن نسبت به حالت ساکن کمتر است.

*سابرینو و همکاران [۶]* در سال ۲۰۰۸ میلادی مقدار بیشینه به دست آمده از نوسان‌های فشار در بستر را برای دو نوع توزیع‌کننده گاز چرخان و ساکن با هم مقایسه کردند. آنها گزارش کردند که بیشینه غالب نوسان‌های فشار در یک بستر سیال به نوسان‌های فشار به دست آمده از ترکیدن حباب‌ها در سطح بستر وابسته است. افزون‌براین دیدند که رشد مورد انتظار اندازه حباب با فاصله گرفتن از بالای توزیع‌کننده با توجه به انعقاد حباب‌ها فقط برای حالت ساکن یافت می‌شود و قطر حباب



شکل ۱- نمودار فرایند.

### بخش تجربی

برای انجام آزمایش از یک دستگاه بستر سیال حبابی با توزیع کننده چرخان استفاده شده است. شمای کلی دستگاه در شکل ۱ نشان داده شده است. بخش اصلی دستگاه یک استوانه شفاف از جنس پلکسی گلاس با قطر داخلی ۱۰ سانتی متر و ارتفاع ۸۰ سانتی متر می باشد.

چگونگی انجام آزمایش ها به این صورت است که هوای ورودی از طریق یک خط لوله وارد دستگاه می شود، قبل از ورود به محفظه هوا، که زیر بستر سیال و توزیع کننده قرار دارد از صافی هوا می گذرد تا گرد و غبار و رطوبت احتمالی موجود در هوا گرفته شود سپس برای تنظیم نرخ ورودی هوا از روتامتر گذشته و بعد از آن وارد بستری از ذره های جامد برای شناورسازی ذره ها می شود. بستر از ذره های شن با قطر متوسط ۰/۶ میلی متر و چگالی ۲۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب تا ارتفاع ۷ سانتی متر بالای توزیع کننده پر می شود. از سه نوع توزیع کننده با آرایش گوناگون به منظور بررسی اثر آرایش توزیع کننده روی افت فشار بستر و توزیع کننده در بستر سیال استفاده شده است.

توزیع کننده دارای سوراخ هایی به قطر ۲ میلی متر است. نسبت سطح باز به کل سطح هر سه توزیع کننده ۳٪ می باشد. توزیع کننده از طریق محور با قطر ۱ سانتی متر که به موتور الکتریکی وصل است در شرایط کنترل شده، از صفر تا ۲۴۹ دور بر دقیقه می چرخد.

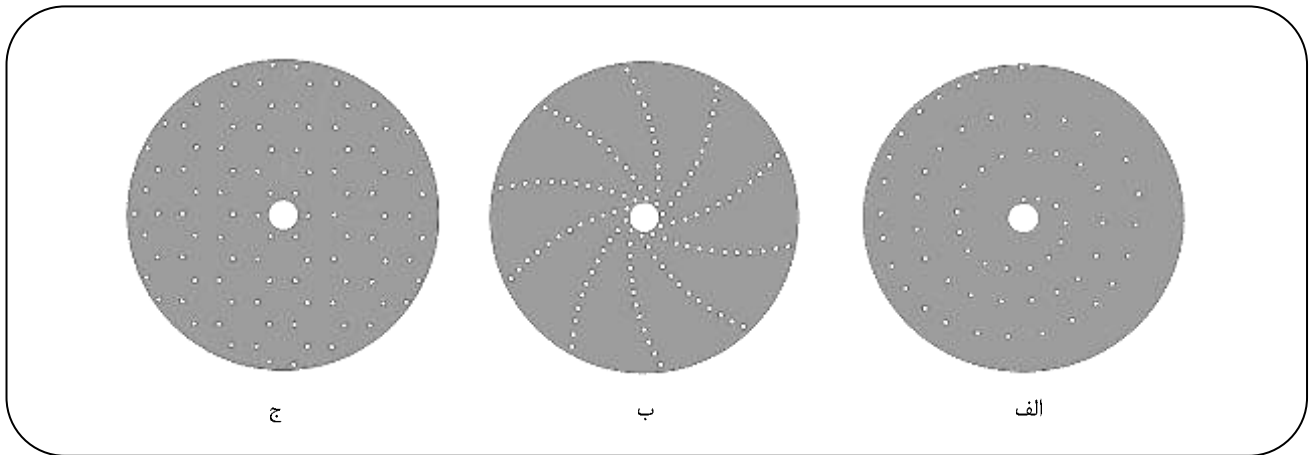
برای جلوگیری از ریزش ذره ها به درون محفظه هوا از سوراخ های توزیع کننده، توزیع کننده با توری ریز پوشیده شده است. افت فشار توزیع کننده و افت فشار بستر پر شده از ذره های جامد تا ارتفاع مشخص، برای سه نوع توزیع کننده در نرخ های گوناگون هوای ورودی و چرخش توزیع کننده اندازه گیری شده است. انواع توزیع کننده در شکل ۲ نشان داده شده است.

### نتیجه ها و بحث

نتیجه های آزمایش ها در دو بخش شامل افت فشار توزیع کننده و افت فشار بستر در سرعت های گوناگون چرخش توزیع کننده و سرعت های گوناگون ورودی هوا برای هر سه توزیع کننده به صورت جداگانه ارائه شده است.

### افت فشار توزیع کننده

برای بررسی افت فشار توزیع کننده در سرعت های گوناگون چرخش توزیع کننده از سرعت جریان گاز در مقادیر گوناگون از بازه ۰/۳ - ۱/۱ متر بر ثانیه استفاده شده است. بازه اندازه گیری افت فشار توزیع کننده بین نقاط (۱) و (۲) به فاصله ۰/۱۲ متر است که در شکل ۱ نشان داده شده است. در حالت اندازه گیری افت فشار توزیع کننده، بستر خالی (بدون ذره های جامد) است. داده های تجربی افت فشار توزیع کننده در سرعت های گوناگون هوا



۲- الف: توزیع کننده نوع ۱ با آرایش شش ضلعی ب: توزیع کننده نوع ۲ با آرایش پره‌ای ج: توزیع کننده نوع ۳ با آرایش حلزونی.

نشان می‌دهد. همانند با آزمایش‌های اندازه‌گیری افت فشار توزیع‌کننده، داده‌های تجربی افت فشار بستر سیال حبابی در سرعت‌های گوناگون هوا به صورت پیوسته از حد بالای سرعت تا حد پایین سرعت برای هر دو حالت توزیع‌کننده چرخان و ساکن اندازه‌گیری شدند و مقادیرهای آنها توسط کامپیوتر به صورت نمودارها و داده‌های تجربی به نمایش گذاشته شد. هر آزمایش برای سه توزیع‌کننده و الی بیست دقیقه به طول انجامید. شکل‌های ۳، ۴ و ۵ تغییرهای افت فشار توزیع‌کننده برای انواع توزیع‌کننده را نشان می‌دهند.

به صورت پیوسته از حد بالای سرعت تا حد پایین سرعت برای هر دو حالت توزیع‌کننده چرخان و ساکن اندازه‌گیری شد و مقادیرهای آن توسط کامپیوتر به صورت نمودارها و داده‌های تجربی به نمایش گذاشته شد. هر آزمایش برای سه توزیع‌کننده و در حالت ساکن و چرخان با دو سرعت چرخش گوناگون، پانزده الی بیست دقیقه به طول انجامید. شکل‌های ۳، ۴ و ۵ تغییرهای افت فشار توزیع‌کننده برای انواع توزیع‌کننده را نشان می‌دهند.

همان‌گونه که دیده می‌شود افت فشار با چرخش توزیع‌کننده نسبت به حالت ساکن افزایش یافته است که به دلیل تولید حباب‌های کوچکتر با تعداد بیشتر نسبت به توزیع‌کننده ساکن است. با افزایش سرعت گاز نیز افزایش در افت فشار دیده شده است. به طوری که افت فشار هر توزیع‌کننده با افزایش سرعت جریان هوا بالاتر از ۰/۵ متر بر ثانیه به صورت چشمگیری افزایش یافته است. افزایش افت فشار توزیع‌کننده با افزایش سرعت چرخش توزیع‌کننده در توزیع‌کننده نوع پره‌ای و شش ضلعی بیشتر از توزیع‌کننده نوع حلزونی است. مقایسه مقدار افت فشار برای هر سه توزیع‌کننده نشان می‌دهد که افت فشار توزیع‌کننده نوع پره‌ای بیش‌تر از افت فشار توزیع‌کننده نوع شش ضلعی و حلزونی است.

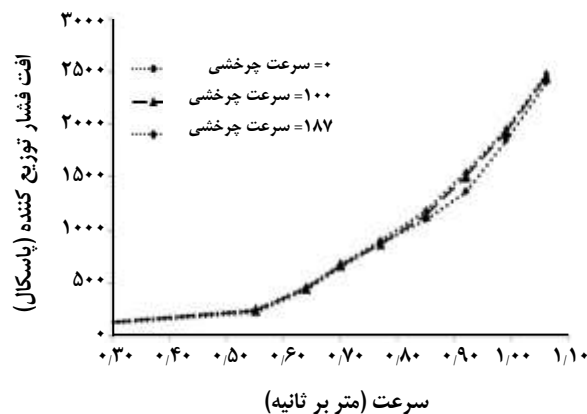
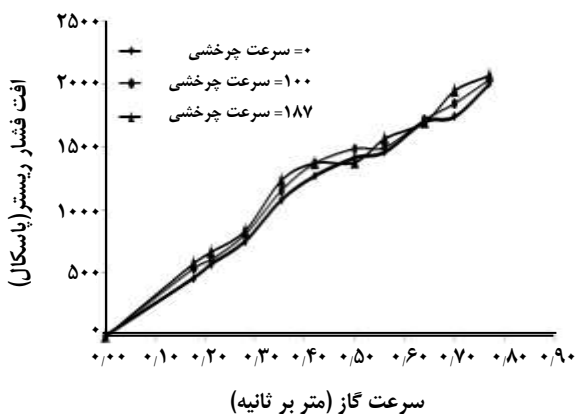
همان‌گونه که دیده می‌شود افت فشار با چرخش توزیع‌کننده نسبت به حالت ساکن افزایش یافته است که به دلیل تولید حباب‌های کوچکتر با تعداد بیشتر نسبت به توزیع‌کننده ساکن است. با افزایش سرعت گاز نیز افزایش در افت فشار دیده شده است. به طوری که افت فشار هر توزیع‌کننده با افزایش سرعت جریان هوا بالاتر از ۰/۵ متر بر ثانیه به صورت چشمگیری افزایش یافته است. افزایش افت فشار توزیع‌کننده با افزایش سرعت چرخش توزیع‌کننده در توزیع‌کننده نوع پره‌ای و شش ضلعی بیشتر از توزیع‌کننده نوع حلزونی است. مقایسه مقدار افت فشار برای هر سه توزیع‌کننده نشان می‌دهد که افت فشار توزیع‌کننده نوع پره‌ای بیش‌تر از افت فشار توزیع‌کننده نوع شش ضلعی و حلزونی است.

### تعیین کمینه سرعت شناورسازی

برای امتحان اثر سرعت چرخش صفحه توزیع‌کننده روی رفتار هیدرودینامیکی بستر، کمینه سرعت شناورسازی،  $U_{mf}$  و نوسان‌های فشار بررسی شدند. افت فشار بستر و انحراف استاندارد نوسان‌های فشار،  $\sigma_p$  برای یافتن سرعت شناورسازی کمینه،  $U_{mf}$  مورد استفاده قرار گرفت.

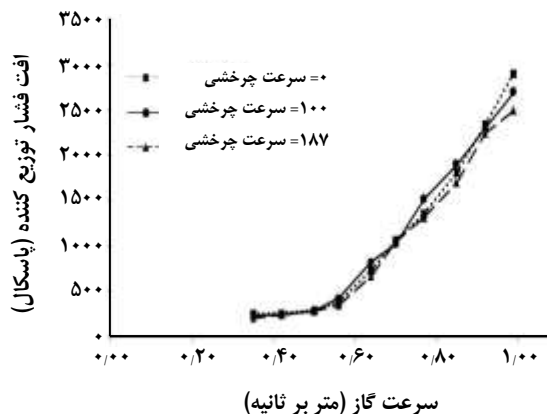
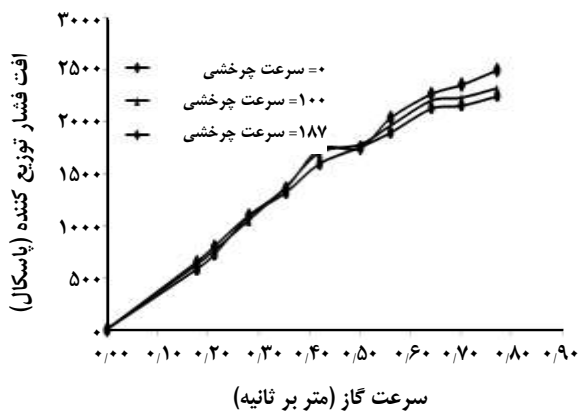
### افت فشار بستر سیال حبابی

برای بررسی افت فشار بستر سیال حبابی در سرعت‌های گوناگون چرخش توزیع‌کننده از نرخ‌های متفاوت جریان هوا تا ۰/۷۷ متر بر ثانیه استفاده شده است. شکل‌های ۶ و ۷ و ۸ نتیجه‌های اندازه‌گیری افت فشار بستر را برای انواع توزیع‌کننده



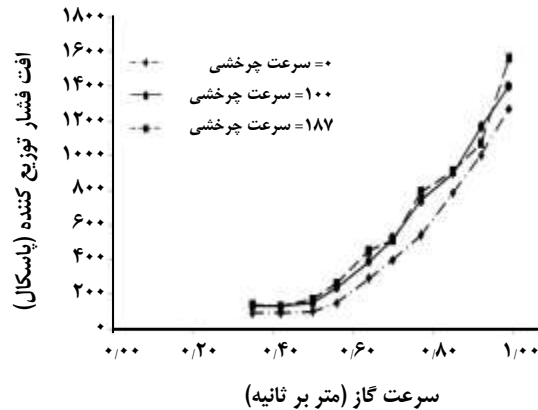
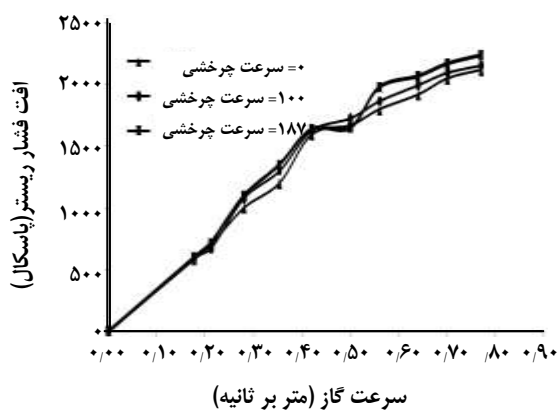
شکل ۳ - افت فشار توزیع کننده بر حسب سرعت گاز، توزیع کننده نوع ۱ با چند سرعت چرخشی بر حسب دور بر دقیقه.

شکل ۴ - افت فشار توزیع کننده بر حسب سرعت گاز، توزیع کننده نوع ۱ با چند سرعت چرخشی بر حسب دور بر دقیقه.



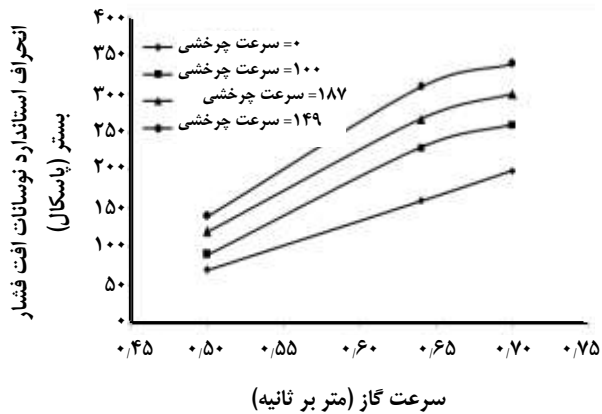
شکل ۵ - افت فشار توزیع کننده بر حسب سرعت گاز، توزیع کننده نوع ۲ با چند سرعت چرخشی بر حسب دور بر دقیقه.

شکل ۶ - افت فشار توزیع کننده بر حسب سرعت گاز، توزیع کننده نوع ۲ با چند سرعت چرخشی بر حسب دور بر دقیقه.

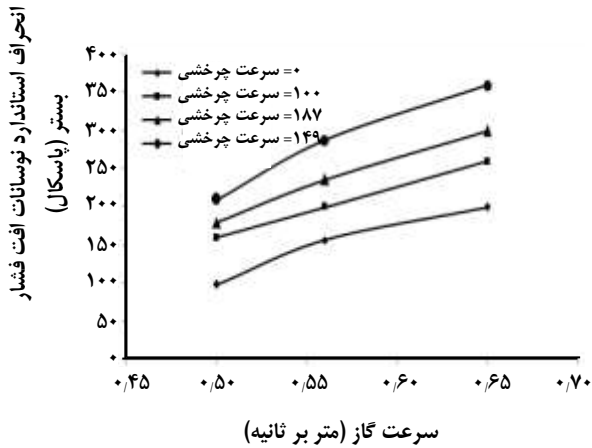


شکل ۷ - افت فشار بستر،  $\Delta p$  بر حسب سرعت ویژه گاز، توزیع کننده نوع ۳ با چند سرعت چرخشی بر حسب دور بر دقیقه.

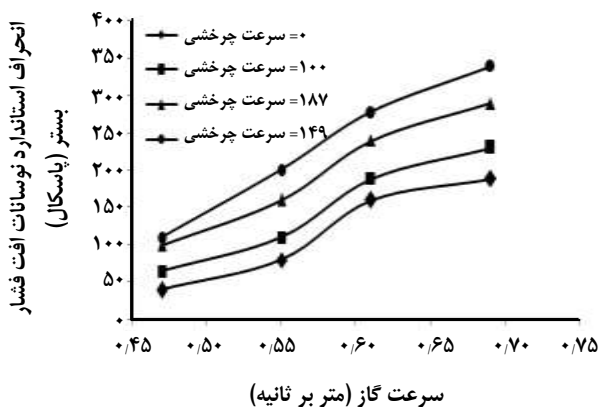
شکل ۸ - افت فشار توزیع کننده بر حسب سرعت گاز، توزیع کننده نوع ۳ با چند سرعت چرخشی بر حسب دور بر دقیقه.



شکل ۹ - انحراف استاندارد نوسانات افت فشار بستر بر حسب سرعت هوا توزیع کننده نوع ۳ با چند سرعت چرخشی بر حسب دور بر دقیقه.



شکل ۱۰ - انحراف استاندارد نوسانات افت فشار بستر بر حسب سرعت هوا توزیع کننده نوع ۲ با چند سرعت چرخشی بر حسب دور بر دقیقه.



شکل ۱۱ - انحراف استاندارد افت فشار بستر بر حسب سرعت هوا، توزیع کننده نوع ۱ با چند سرعت چرخشی بر حسب دور بر دقیقه.

در شکل‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ انحراف استاندارد نوسان‌های فشار بستر  $\sigma_p$  بر حسب سرعت هوای ورودی برای سه نوع توزیع کننده در حالت ساکن و چرخان در سه سرعت چرخشی گوناگون نشان داده شده است.

زمانی که سرعت چرخش افزایش می‌یابد، کاهش در  $U_{mf}$  و افزایش در افت فشار اندازه‌گیری شده دیده می‌شود. مشخصه‌های یاد شده نشان می‌دهند که با تنظیم سرعت چرخش توزیع کننده می‌توان به ایجاد سرعت مورد نیاز گاز برای شناورسازی، آسان‌سازی شناورسازی و برقراری یک شناورسازی یکنواخت رسید.

از معادله انحراف استاندارد نوسان‌های فشار به دست آمده از نتیجه‌های شکل ۱۰ برای توزیع کننده ساکن و چرخان با  $n=249$  دور بر دقیقه، زمانی که انحراف استاندارد صفر واقع شود می‌توان کمینه سرعت شناورسازی را محاسبه کرد.

توزیع کننده ثابت

$$\sigma_p = 657/89U - 273 \quad (1)$$

توزیع کننده چرخان، (دور بر دقیقه  $n=249$ )

$$\sigma_p = 984/21U - 275 \quad (2)$$

در شکل ۱۲ کمینه سرعت شناورسازی بر حسب سرعت چرخش توزیع کننده برای سه نوع توزیع کننده نشان داده شده است. تغییر آرایش توزیع کننده‌ها باعث توزیع متفاوت هوا در بین ذره‌ها می‌شود. هر چه آرایش توزیع کننده مناسب‌تر باشد باعث یکنواختی بیشتر توزیع هوا در بین ذره‌ها، آسانی شناور شدن ذره‌ها و کاهش کمینه سرعت شناورسازی و در نتیجه کاهش هوای مصرفی و بهینه سازی عملکرد توزیع کننده می‌شود.

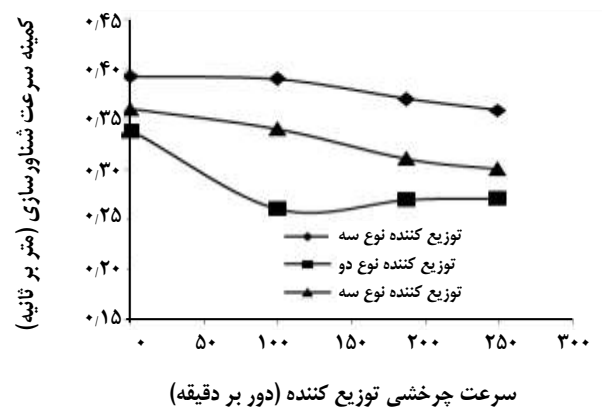
از آنجا که توزیع کننده چرخشی مقدار افت فشار بزرگتری را در شرایط شناورسازی و کاهش در کمینه سرعت شناورسازی نسبت به توزیع کننده ساکن نشان می‌دهد، در نتیجه بهتر است توزیع کننده با آرایشی مورد استفاده قرار گیرد که بیشترین کاهش در کمینه سرعت شناورسازی و افزایش در بهبود کیفیت شناورسازی را از خود نشان دهد. توزیع کننده نوع ۲ دارای بیشترین مقدار افت فشار بستر و کمترین مقدار کمینه سرعت شناورسازی نسبت به دو نوع توزیع کننده دیگر است.

سیال شدن ذره‌ها نیاز است. می‌توان کیفیت شناور سازی را با کنترل دوران توزیع کننده و نرخ جریان گاز در حد دلخواه نگه داشت. افت فشار بستر و افت فشار توزیع کننده بر حسب سرعت ورودی هوا برای توزیع کننده ساکن و چرخان برای چندین سرعت چرخشی گوناگون، اندازه‌گیری شد. افت فشار با چرخش توزیع کننده نسبت به حالت ساکن افزایش می‌یابد که به دلیل تولید حباب‌های کوچکتر با تعداد بیشتر نسبت به توزیع کننده ساکن است. با افزایش سرعت گاز نیز افزایش در افت فشار دیده شد. افت فشار بستر و افت فشار توزیع کننده برای توزیع کننده نوع ۲ بیشتر از افت فشار ایجاد شده بستر برای توزیع کننده نوع ۱ و ۳ به دست آمد. سرانجام مشخص شد که توزیع کننده نوع ۲ از نظر شرایط عملیاتی بهینه و از نظر کیفیت شناور سازی نسبت به دو نوع دیگر برتری دارد.

### فهرست نمادها

$U_{mf}$	کمیته سرعت شناور سازی، متر بر ثانیه
$\Delta P$	افت فشار بستر، پاسکال
$\sigma_p$	انحراف معیار نوسان‌های فشار، پاسکال
$U$	سرعت گاز، متر بر ثانیه
$n$	سرعت چرخشی توزیع کننده، متر بر ثانیه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۳۰



شکل ۱۲ - کمیته سرعت شناور سازی بر حسب سرعت چرخشی توزیع کننده برای ۳ توزیع کننده.

### نتیجه گیری

هدف اصلی این مطالعه بررسی و مقایسه عملکرد سه نوع توزیع کننده دوار با آرایش گوناگون در بستر سیال حبابی بود. افت فشار بستر و توزیع کننده برای هر سه توزیع کننده به صورت تجربی اندازه گیری و نمودارهای انحراف استاندارد نوسان‌های فشار بستر سیال حبابی برای هر سه نوع توزیع کننده در چند سرعت چرخشی متفاوت ترسیم شد. نتیجه‌ها نشان داد کمیته سرعت شناور سازی به دست آمده از توزیع کننده نوع ۲ نسبت به دو توزیع کننده دیگر کمتر می‌باشد در نتیجه پدیده سیالیت برای توزیع کننده نوع ۲ سریع تر رخ داده و به میزان هوای کمتری برای

### مراجع

- [1] Yasui G., Johanson L.N., *Characteristics of Gas Pockets in Fluidized Beds*, *AIChE. J.*, **4**: 445-452 (1958).
- [2] Whitehead A.B., Young A.D., *Fluidization Performance in Large Scale Equipment*, Part I, Proc. Intern. Symp. on Fluidization, Eindhoven, Netherlands, 284-293 (1967).
- [3] Werther J., *Influence of the Bed Diameter on the Hydrodynamics of Gas Fluidized Beds*, *AIChE. Symp.* **141**(70): 53-62 (1974).
- [4] Tomita M., Adachi T., *The Effect of Bed Diameter on the Behavior of Bubbles in Gas-Solid Fluidized Beds*, *J. Chem. Eng. Jpn.*, **6**: 196-201 (1973).
- [5] Sobrino C., Acosta-iborra A., Santana D., Vega M. D., *Bubble Characteristics in a Bubbling Fluidized Bed with a Rotating Distributor*, *Int. J. Multiphase Flow.*, **35**: 970-976 (2009).

[6] Sobrino C., "Experimental Study of a Bubbling Fluidized Bed with a Rotating Distributor", Ph.D. Thesis, Universidad Carlos III de Madrid (2008).

[7] Sobrino C., Almedros-Ibáñez J.A., Santana D., Vega M.D., Fluidization of Group B Particles with a Rotating Distributor, *Powder Technol.*, **181**: 273-280 (2008).

[۸] کهنساری، سونا؛ فرج‌پور، عصمت؛ اثر سامانه‌ی توزیع‌کننده هوا بر رژیم‌های جریان حبابی، نگاه‌داشت گاز و انتقال

اکسیژن در بیوراکتور هواگرد داخلی، نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، (۲) ۲۸ : ۸۷ تا ۹۵ (۱۳۸۸).