

## تدوین فناوری طراحی و ساخت اتمایزرهای نازلی قابل استفاده در خشک کن های پاششی

محمد سرشار<sup>۱</sup>، مجید کرم نیا، نادیا اسفندیاری

۱- هیئت علمی گروه پژوهشی فرآیند- مرکز تحقیقات مهندسی فارس

شیراز صندوق پستی ۷۱۵۵۵-۴۱۴

تلفن: ۰۷۱۱-۷۲۰۱۷۵۹-۷۲۰۱۷۵۸-۷۲۰۱۷۹۸

E\_mail: sarshar@farsberc.ir

### چکیده

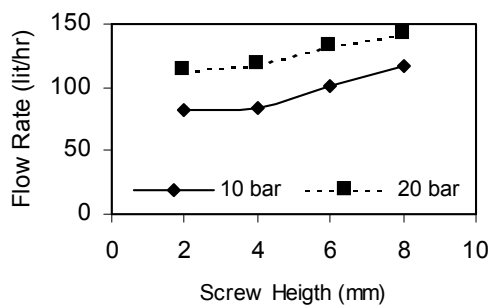
نازل های فشاری دارای کاربرد وسیعی بوده و برای اتمایزر کردن دوغای پاششی با ویسکوزیته کم و بدون ذرات درشت استفاده میشوند. از مزایای این نوع نازل ها می توان قیمت پایین و سهولت در تعویض و نگهداری آنها را نام برد. در اتمایزر نازلی سیال تحت فشار با گذشتن از اتمایزر به علت ساختمان داخلی نازل تبدیل به ذرات بسیار ریز شده و با یک زاویه مخروطی شکل از نازل خارج می شوند. با توجه به سابقه تحقیقات پایه و کاربردی در مورد خشک کن های پاششی با اتمایزر دیسکی در این مرکز [۱] و [۲]، طراحی و ساخت نازل مورد توجه قرار گرفت و در نهایت نازل ساخته شده با قطعات مختلف مورد تست قرار گرفت. با تغییر هر یک از اجزاء، دبی و زاویه پاشش خوانده شد و از نمودارهای حاصل از این تستها در جهت ساخت نازلها بعد استفاده شد. که در انتها نمونه نهایی که دارای مشخصات فرآیندی مورد نیاز بود طراحی و ساخته شد همچنین فن آوری طراحی این گونه نازلها نیز تدوین شد.

### واژه های کلیدی: اتمایزر نازلی؛ خشک کنهای پاششی؛ طراحی و ساخت

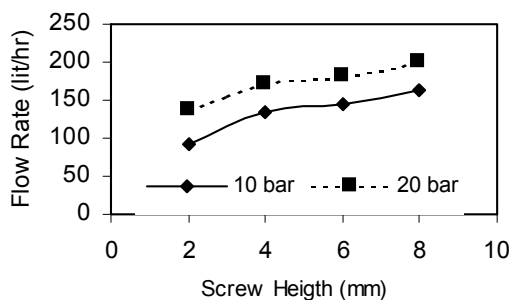
Adapter بود. برای اینکه رابطه بین دبی و زاویه پاشش هر یک از نازلها با تغییر قطعات نازل مشخص شود، تستهایی برای پاشش با این نازل با تغییر قطر ارفیس (Orifice Diameter) و ضخامت حلزونی (Screw Height) و قطر اسپیسر (Spacer Diameter) صورت گرفت. تستها با آب صورت گرفت. نتایج گرفته شده از این تستها نشان داد که با افزایش ضخامت حلزونی، دبی افزایش و زاویه پاشش کاهش می یابد و افزایش قطر ارفیس باعث افزایش دبی و زاویه

### مقدمه:

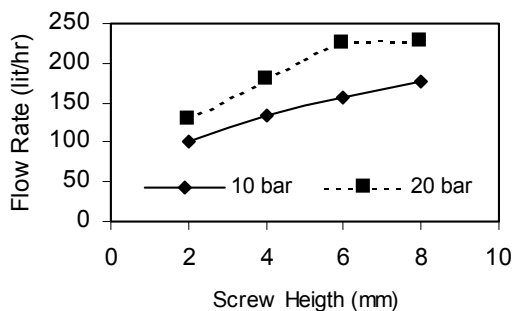
با توجه به کاربرد فراوان اتمایزر نازلی در صنایع مختلف و تحقیقات وسیع انجام شده در مورد کاربرد آن در خشک کن های پاشش در این مرکز رسیدن به دانش طراحی و ساخت اتمایزر نازلی می تواند بسیار مفید واقع شود. بنابراین تحقیقات اولیه در مورد سایر نمونه های موجود صورت گرفت [۳]، [۴]، [۵]، [۶]، [۷] و [۸]. در نهایت یک نمونه از نازل طراحی و ساخته شد. نمونه ساخته شده شامل قطعات Head، Orifice، Screw، End Plate، Spacer،



شکل ۲ - تغییرات دبی بر حسب ضخامت حلزونی برای ارفیس با قطر ۱ میلیمتر



شکل ۳ - تغییرات دبی بر حسب ضخامت حلزونی برای ارفیس با قطر ۱/۳ میلیمتر



شکل ۴ - تغییرات دبی بر حسب ضخامت حلزونی برای ارفیس با قطر ۱/۴ میلیمتر

شکل‌های (۲) و (۳) و (۴) به ترتیب مربوط به تغییرات دبی بر حسب ضخامت حلزونی برای سه ارفیس با قطرهای ۱، ۱/۳ و ۱/۴ میلیمتر است. همانطور که در شکلها مشاهده می‌شود، با افزایش ضخامت حلزونی، دبی افزایش یافته است و افزایش

پاشش شده است. تغییر قطر اسپیسر نیز تاثیری بر روی دبی ندارد. افزایش فشار همواره باعث افزایش دبی می‌شود.

### اجزاء نازل:

در نازل فشاری انرژی فشاری وارد شده به توده مایع تبدیل به انرژی سینتیکی قطرات ریز مایع می‌شود. مقدار فشار لازم برای نازل به صورت رابطه ۱ نمایش داده می‌شود [۵].

$$P_K = 0.27 \frac{\Delta p}{\rho_1}$$

$\Delta P$  افت فشار بر حسب ( Mpa )  $\rho_1$  دانسیته خوراک  $P_K$  فشار لازم بر حسب  $\frac{kg}{lit}$  است. به

علت ساختمان داخلی نازل مایع با حرکت چرخشی مسیر نازل را طی کرده و نهایتاً از ارفیس می‌گذرد و به ذرات ریزی تبدیل شده و با زاویه خاص به صورت یک مخروط تو خالی از نازل خارج می‌شود [۵].

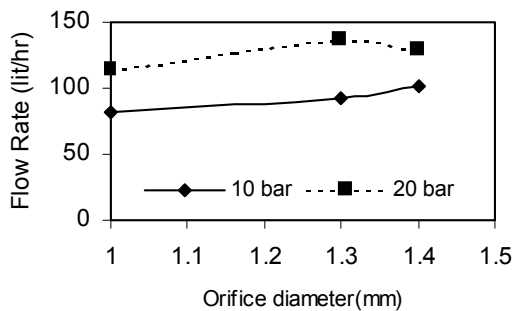
نازل ساخته شده شامل قطعات Screw، Orifice، Head، Adapter، Spacer، End Plate است که در شکل (۱) نشان داده شده است.



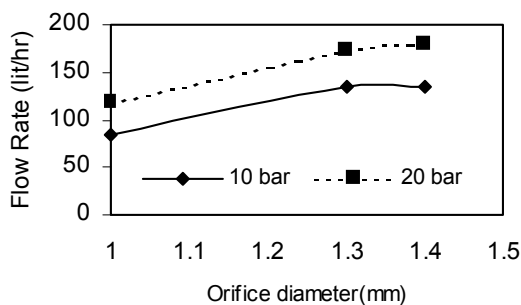
شکل ۱ - قطعات نازل ساخته شده به ترتیب از راست به چپ، Screw Orifice Head، Adapter Spacer End Plate

در ابتدا ارفیس با قطر ۱، ۱/۳ و ۱/۴ میلیمتر، حلزونی با ضخامت ۲، ۴، ۶ و ۸ میلیمتر و اسپیسر با قطر کانال داخلی ۱۰ میلیمتر ساخته شد. نازل با قطر ارفیس ۱ میلیمتر با هر چهار حلزونی ۲، ۴، ۶ و ۸ برای دو فشار ۱۰ و ۲۰ اتمسفر مورد آزمایش قرار گرفت و به همین ترتیب برای ارفیسها با قطر ۱/۳ و ۱/۴ میلیمتر تستها صورت گرفت.

در شکل (۵) تا (۷) دیده می شود که در نازل با قطر ارفیس ۱، ۳/۱ و ۱/۴ میلیمتر با افزایش ضخامت حلزونی مقدار زاویه پاشش کاهش می یابد. البته زاویه پاشش در نازل با ضخامت حلزونی ۸ میلیمتر از خود افزایش ناگهانی نشان می دهد. با افزایش فشار در ضخامت یکسان حلزونی، مقدار زاویه افزایش یافته است. زاویه پاشش در نازل با ضخامت حلزونی ۸ میلیمتر در دو فشار ۱۰ و ۲۰ بار یکسان است.



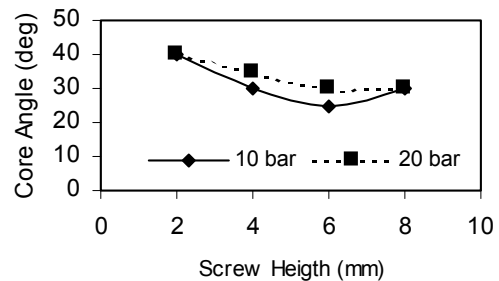
شکل ۸ - تغییرات دبی بر حسب قطر ارفیس برای حلزونی با ضخامت ۲ میلیمتر



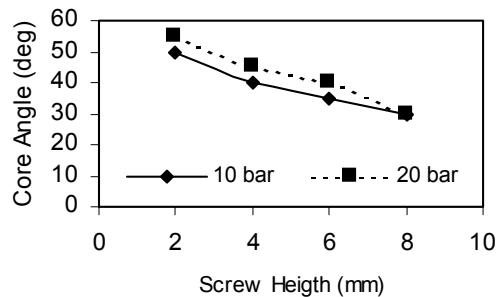
شکل ۹ - تغییرات دبی بر حسب قطر ارفیس برای حلزونی با ضخامت ۴ میلیمتر

با رسم تغییرات دبی بر حسب قطر ارفیس برای هر حلزونی، دیده می شود که با افزایش قطر ارفیس، دبی افزایش می یابد. شکلهای مربوط به حلزونی با ضخامت ۶ و ۸ میلیمتر روند کاملاً افزایشی نشان می دهد (شکل (۱۰) و (۱۱)). در حلزونی با ضخامت ۲ و ۴ میلیمتر در ارفیس با قطر ۱/۴

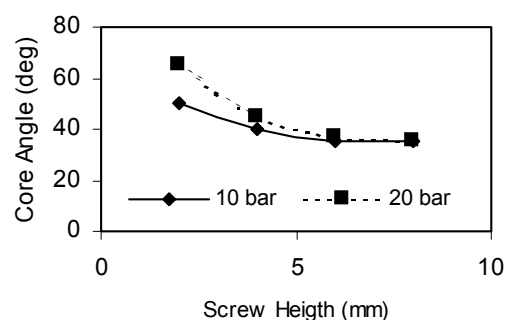
فشار از ۱۰ به ۲۰ بار نیز در یک ضخامت ثابت از حلزونی باعث افزایش دبی گشته است.



شکل ۵ - تغییرات زاویه پاشش بر حسب ضخامت حلزونی برای ارفیس با قطر ۱ میلیمتر



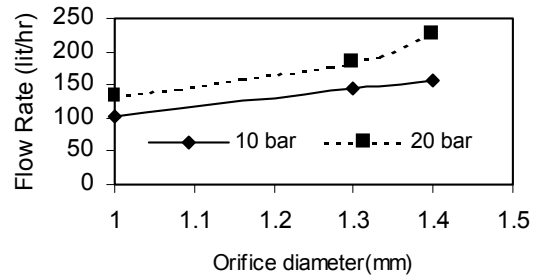
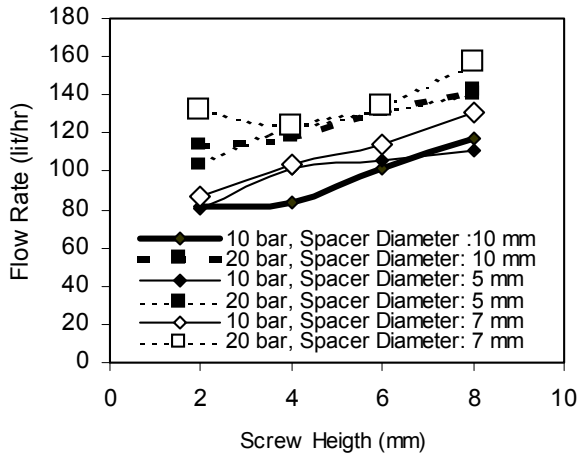
شکل ۶ - تغییرات زاویه پاشش بر حسب ضخامت حلزونی برای ارفیس با قطر ۱/۳ میلیمتر



شکل ۷ - تغییرات زاویه پاشش بر حسب ضخامت حلزونی برای ارفیس با قطر ۱/۴ میلیمتر

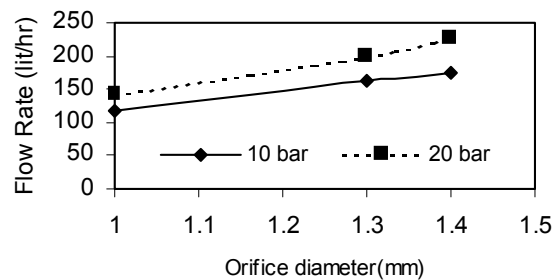
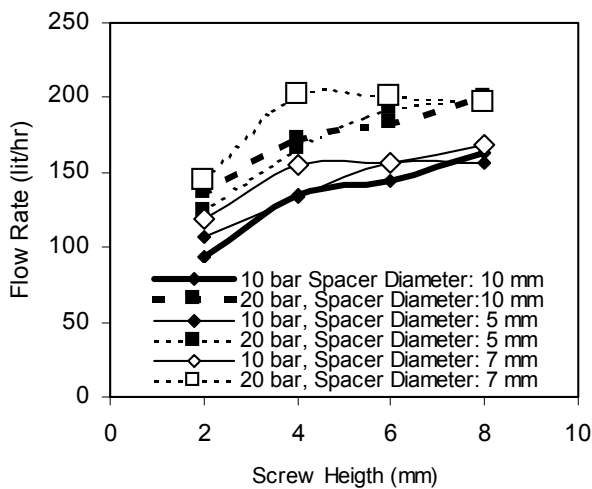
میلیمتر نوسان دیده می شود ( شکل (۸) و (۹)). افزایش فشار باعث افزایش دبی می گردد.

که تغییر قطر اسپیسر تاثیر جزئی بر روی دبی دارد و بنابراین در تسه‌های بعدی از نازل با قطر اسپیسر ۱۰ میلیمتر استفاده شد.



شکل ۱۰- تغییرات دبی بر حسب قطر ارفیس برای حلزونی با ضخامت ۶ میلیمتر

شکل ۱۲- مقایسه تغییر قطر اسپیسر بر روی دبی نازل با قطر ارفیس ۱ میلیمتر



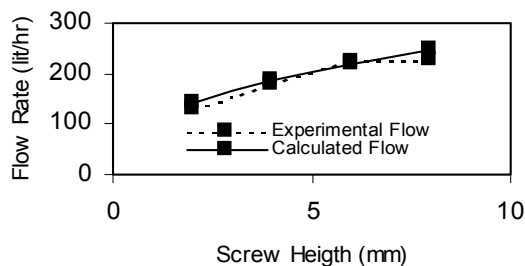
شکل ۱۱- تغییرات دبی بر حسب قطر ارفیس برای حلزونی با ضخامت ۸ میلیمتر

شکل ۱۳- مقایسه تغییر قطر اسپیسر بر روی دبی نازل با قطر ارفیس ۱/۳ میلیمتر

دیده می شود که قطر ارفیس، ضخامت حلزونی و فشار همه فاکتورهای موثر بر روی دبی و زاویه پاشش است. در مرحله بعدی جهت محاسبه تاثیر قطر اسپیسر بر روی دبی، نازلی با قطر اسپیسر کمتر طراحی شد. دو قطر اسپیسر ۷ و ۵ میلیمتر جهت این تست طراحی و ساخته شد تستهای صورت گرفته با این دو نازل و مقایسه دبی نشان می داد که تغییر قطر اسپیسر باعث تغییر زیادی در دبی نمی گردد و گاهی به علت کوچک شدن این کانال اغتشاشاتی در سیستم نیز مشاهده می شود. جهت مشاهده این نتیجه گرافهای تغییر دبی بر حسب ضخامت حلزونی برای دو قطر اسپیسر ۱۰ و ۷ و همچنین ۱۰ و ۵ رسم شد. با مشاهده شکل‌های (۱۲) و (۱۳) دیده می شود

تئوریهای موجود در مورد در مورد رابطه بین فشار و دبی نشان می دهد که تغییر دبی با مجذور فشار رابطه مستقیم دارد و رابطه آن به صورت زیر است [۵]:

Flow as a function of Screw Height for 1.4 mm orifice diameter



شکل ۱۶ - مقایسه دبی حاصل از آزمایش و تئوری برای نازل با قطر ارفیس ۱/۴ میلیمتر

### نتیجه گیری کلی:

می توان قطر اسپیسر را به عنوان فاکتور غیر موثر بر روی دبی حذف کرد. قطر ارفیس، ضخامت حلزونی و فشار عوامل موثر بر روی تغییرات دبی و زاویه پاشش می باشند. به نظر می رسد که فشار عامل مهمی در تغییر دبی می باشد بنابراین در آزمایشات بعدی می توان تغییر آن را در رنج وسیعتری مورد بررسی قرار داد. قطر ارفیس نسبت به ضخامت حلزونی عامل موثرتری بر روی دبی می باشد، بنابراین در صورت نیاز به نازلی با دبی کمتر، باید قطر ارفیس را کم کرد. در تستها نیز دیده می شود که کاهش قطر ارفیس به طور موثر باعث کاهش دبی نازل گشته است.

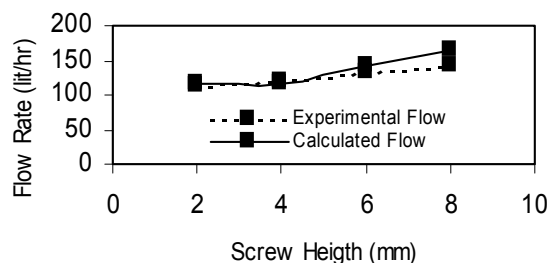
### مرجع:

- ۱- سرشار محمد، محمد رضا قادری، 'مدلسازی و شبیه سازی خشک کنهای پاشنده'، چهارمین کنگره ملی مهندسی شیمی، دانشگاه امیرکبیر، تهران، اسفند ۱۳۷۶
- ۲- اسفندیاری نادیا، محمد سرشار، 'مدلسازی و شبیه سازی خشک کنهای پاششی با اتمایزر نازلی'، سیزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران، دانشگاه امیرکبیر، تهران، مهر ۱۳۸۱

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{0.5}$$

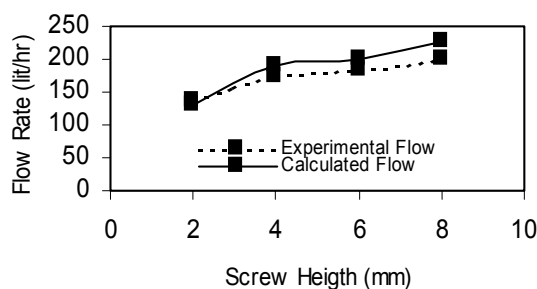
جهت مقایسه نتایج دبی حاصل از آزمایش در فشار ۲۰ بار با مقدار حاصل از معادله بالا نتایج در یک شکل رسم شد. مقایسه از روی شکلها (۱۴) تا (۱۶) نشان می دهد که نتایج حاصل از نازل ساخته شده دور از تئوری ارائه شده نیست.

Flow as a function of Screw Height for 1 mm orifice diameter



شکل ۱۴ - مقایسه دبی حاصل از آزمایش و تئوری برای نازل با قطر ارفیس ۱ میلیمتر

Flow as a function of Screw Height for 1.3 mm orifice diameter



شکل ۱۵ - مقایسه دبی حاصل از آزمایش و تئوری برای نازل با قطر ارفیس ۱/۳ میلیمتر

3. Keey R. B. and Q. T. Pham, 1976, "Behaviour of Spray Dryer with Nozzle Atomizers", Chem. Eng..
4. Keey R. B., "Spray Dryer with Nozzle Atomization and Co-Current Gas Flow", 1978, SPS Inf.
5. Masters K., 1991, Spray Drying Handbook, Fifth Edition.
6. Pham Q. T. and R. B. Keey, 1977, "Evaporation of a Spray in the Jet Zone from a Nozzle Atomizer", Trans. Instn Chem. Engrs. Vol. 55
7. Varde K. S., 1985, "Spray Cone Angle and its Correlation in a High Pressure Fuel Spray", The Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol.63
8. Walzel P., 1984, "Design of Single Substance Pressure Atomizers", Ger. Chem. Eng., Vol.7