



ریاست جمهوری  
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان

مهلت ارسال  
پیشنهادها:  
۱۴۰۳/۰۱/۳۱



توسعه فناوری ساخت خشک کن پاششی  
مجهز به سیستم غبارگیر  
ویژه واحدهای فرآوری و تولید شیرخشک اطفال

۰۲۱۶۶۵۳۹۷۳۴\_۶۶۵۳۳۸۶۴  
boomerangtt

www.boomerangtt.com  
Proposal@boomerangtt.com

بومرنگ  
شبکه خدمات نوآوری



## عنوان نیاز فناورانه:

توسعه فناوری ساخت خشک کن پاششی  
مجهز به سیستم غبارگیر  
ویژه واحدهای فراوری و تولید شیرخشک اطفال

## نوع همکاری مطلوب:

بر اساس پیشنهادهای قابل مذاکره خواهد بود

## کانال ارتباطی:

[Proposal@boomerangtt.com](mailto:Proposal@boomerangtt.com)

## شماره تماس:

۰۲۱۶۶۵۳۹۷۳۴\_۶۶۵۳۳۸۶۴



مهلت ارسال  
پیشنهادهای:  
۱۴۰۳/۰۱/۳۱

## ۱. عنوان مسئله:

توسعه فناوری ساخت خشک کن پاششی مجهز به سیستم غبارگیر

## ۲. نوع درخواست:

شبکه خدمات نوآوری بومرنگ به عنوان کارگزار تبادل فناوری مرکز توسعه فناوری های راهبردی معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری، در نظر دارد جهت دریافت ایده ها و پیشنهادهای در زمینه «توسعه فناوری ساخت خشک کن پاششی مجهز به سیستم غبارگیر ویژه واحدهای فراوری و تولید شیر خشک اطفال» با کلیه فناوران، متخصصان و شرکتهای توانمند، تعامل و همکاری نماید.

## ۳. پیشینه موضوع:

استفاده از خشک کن پاششی یکی از روش های مؤثر در بالا بردن زمان نگهداری مواد غذایی می باشد. خشک کردن افشانه ای یا پاششی نوعی روش خشک کردن مواد غذایی می باشد که از اسپری کردن مواد غذایی و مجاورت آنها با یک عامل گازی شکل داغ برای تهیه گرانول ها یا ذرات ریز استفاده می شود. خشک کردن با خشک کن پاششی پرکاربردترین روش تجاری خشک کردن شیر محسوب می شود، زیرا در زمان بسیار کوتاه با تماس حرارتی و نرخ بالای تبخیر و نیز صرف هزینه کم محصولی با کیفیت بالا تولید می شود.

استفاده از تکنولوژی خشک کن پاششی در فرایند خشک کردن محصولات غذایی و دارویی با هدف ارتقاء کیفی محصولات تولیدی، امروزه کاربرد زیادی در تحقیقات آزمایشگاهی و همچنین در عرصه صنعتی پیدا کرده است. در واقع فرایند خشک کردن توسط خشک کن پاششی یکی از بهترین و تجاری ترین روش برای خشک کردن سیالات غذایی خصوصاً شیر می باشد.

خشک کن پاششی در صنعت لبنی به منظور تولید محصولات مختلف از قبیل پودر پروتئین شیر، پودر کازئین و پودر شیر خشک مورد استفاده قرار می گیرد. عواملی که در تولید به روش خشک کن پاششی مؤثر می باشد شامل: دمای هوای ورودی، دمای هوای خروجی، فشار افشانه، ماده خشک کل، سرعت تغذیه، نوع و طراحی نازل می باشد.

در فرایند خشک‌کن پاششی، گرفتن رطوبت از ماده غذایی از طریق پاشش آن به درون هوای گرم محفظه خشک‌کن صورت می‌گیرد. به‌عنوان نخستین قدم در فرایند خشک‌شدن پاششی، خوراک مرطوب توسط اتمایزر به قطرات ریزی تبدیل می‌گردد. نوع اتمایزر میزان انرژی موردنیاز برای تولید اسپری و اندازه قطرات را تعیین می‌کند. هم‌زمان با موارد فوق، اندازه قطرات، زاویه اسپری و سرعت آن، تعیین‌کننده ابعاد و شکل محفظه خشک‌کننده خواهد بود.

هنگامی که قطرات مایع ماده غذایی با جریان هوای گرم حرکت می‌کنند، آب موجود در آن‌ها تبخیر و به همراه هوا به خارج از محفظه خشک‌کن منتقل می‌شود. بخش اعظم فرایند خشک‌شدن محصول در این روش، در طول مرحله خشک‌شدن با سرعت ثابت اتفاق می‌افتد. عامل کنترل‌کننده سرعت خشک‌شدن در این مرحله، سرعت انتقال جرم از سطح قطره است. بعد از رسیدن رطوبت به مقدار بحرانی، ساختمان ذرات خشک شده غذا تعیین‌کننده سرعت خشک‌شدن (در مرحله خشک‌شدن با سرعت نزولی) خواهند بود. در طول این مرحله از فرایند، نفوذ رطوبت در داخل ذرات، عامل کنترل‌کننده خشک‌شدن می‌باشد. ذرات خشک شده محصول، بعد از خروج از محفظه خشک‌کن، وارد سیکلون تفکیک‌کننده می‌شوند و از هوا جدا می‌گردند. سپس محصول نهایی که معمولاً رطوبت کمتر از ۵ درصد دارد، بسته‌بندی می‌شود.

در پایان فرایند خشک‌کن پاششی، زمانی که ذرات محصول خشک‌شده به‌صورت معلق در جریان گاز خروجی باقی می‌مانند، تجهیزات مختلفی برای جدا نمودن ذرات معلق از جریان گاز استفاده می‌شوند. در عمل دو سیستم برای بازیافت محصول به کار گرفته می‌شوند. در حین عملیات جداسازی اولیه، عمده ذرات به انتهای محفظه سقوط می‌کنند، درحالی‌که بخش اندکی از ذرات به‌صورت معلق همراه با جریان گاز خروجی از محفظه خارج می‌شوند که باید در تجهیزات جداسازی بازیافت گردند. در صنعت پودر شیرخشک کشور، عموماً از سیکلون‌ها به‌عنوان جمع‌کننده غبار پودری استفاده می‌شود. فیلترها و رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیکی را نیز می‌توان به‌جای سیکلون مورد استفاده قرار داد. انتخاب نوع تجهیزات بازیافت، به میزان پودر همراه با جریان گاز خروجی از محفظه و راندمان مطلوب بازیافت وابسته می‌باشد.



#### ۴. تشریح مسئله:

فرایند خشک‌شدن پاششی شامل ۳ مرحله می‌باشد؛ ۱- تبدیل خوراک به اسپری ۲- تماس اسپری با هوا یا گاز خشک‌کننده ۳- جداسازی محصول خشک شده از گازها با هوای خشک‌کننده. هر کدام از مراحل فوق باتوجه‌به نحوه طراحی و عملیات خشک‌کن صورت می‌پذیرد و در کنار خواص فیزیکوشیمیایی خوراک، خصوصیات محصول خشک‌شده را تعیین می‌کنند. یکنواخت بودن اسپری و نرخ بالای تبخیر سبب می‌گردد که دمای محصول خشک شده به میزان قابل توجهی پایین‌تر از دمای گاز خروجی از محفظه بوده و بنابراین زمانی که از گاز خشک‌کننده جدا می‌شود، نیاز به عملیات اضافی جهت کاهش دمای آن نخواهد بود.

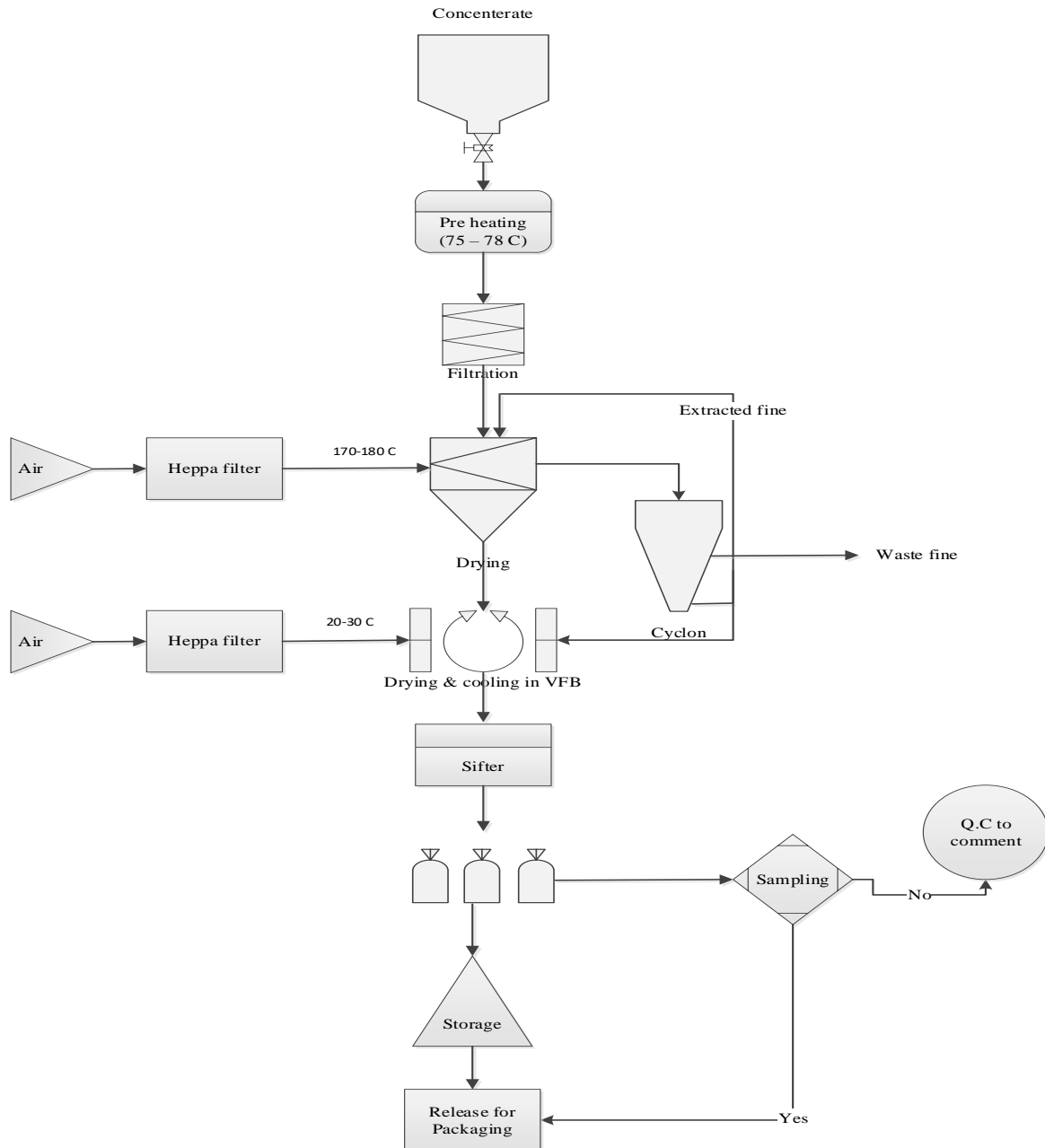
#### بخش‌های مختلف خشک‌کن پاششی:

- ۱) ورودی هوای داغ
- ۲) اسپری‌کننده (اتمایزر)
- ۳) محفظه اصلی خشک‌کن
- ۴) سیکلون
- ۵) خنک‌کننده بستر سیال خارجی
- ۶) خشک‌کن بستر سیال خارجی
- ۷) خشک‌کن بستر حلقوی یکپارچه
- ۸) خشک‌کن بستر دایره‌ای یکپارچه

در زمان تولید شیرخشک ویژه اطفال بایستی تغییرات فیزیکوشیمیایی شیر مانند میزان افت مواد مغذی و ویتامین‌ها، کریستالیزاسیون لاکتوز، اکسیداسیون چربی و واکنش‌هایی نظیر واکنش مایلارد و آنزیمی را مدنظر قرار داد. همچنین خواص فیزیکی و عملکردی پودر مانند حلالیت، اندازه ذرات، جریان‌پذیری، خواص بازسازی و غیره نیز باید در زمان طراحی خشک‌کن پاششی مدنظر قرار گیرد.

در شکل زیر شماتیک فرایند خشک کردن کنسانتره شیرخشک اطفال با روش خشک کن پاششی ارائه شده است؛

شکل ۱- فرایند خشک کردن کنسانتره شیرخشک اطفال



### چالش زیست محیطی و بهره‌وری واحدهای تولید پودر شیرخشک:

یکی از بخش‌هایی که باعث انتشار گردوغبار ناشی از تولید در صنایع لبنی می‌شوند، کارخانه‌های تولید پودر شیر هستند که علاوه بر ایجاد چالش زیست محیطی برای این کارخانه‌ها، سالیانه مقدار زیادی از پودر تولیدی به صورت غبار از دودکش کارخانه‌ها خارج شده و به نوبه خود باعث کاهش بهره‌وری کارخانه و هدررفت سرمایه می‌شود.

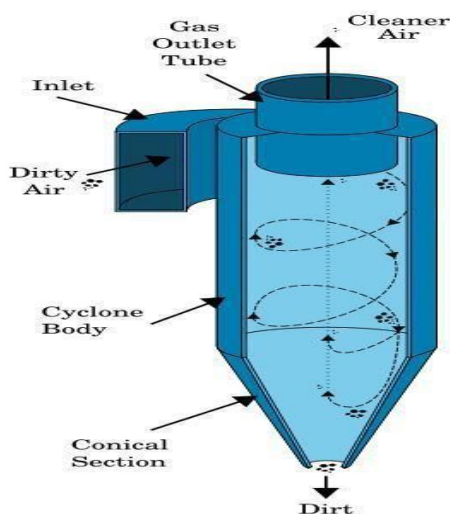
در سیستم‌های خشک‌کن پاششی بعد از تولید پودر معمولاً پودر از هوای همراه آن در سیکلون‌ها جداسازی می‌شوند. این جداسازی بسته به شرایط تولید و نوع پودر تولیدی با راندمان‌های متفاوتی همراه است. به طور معمول راندمان سیکلون‌ها در بهترین شرایط بین ۹۵ تا ۹۸ درصد است.

فارغ از مسائل بهره‌وری و اقتصادی که بر میزان خروج پودر از واحد خشک‌کن در ایران تأثیر می‌گذارد، مقررات زیست‌محیطی در چند سال اخیر هم در سطح بین‌المللی و هم در سطح ملی سخت‌گیرانه‌تر شده است. به طوری که از سال ۲۰۰۵ اغلب کشورهای اروپایی میزان مجاز خروج ذرات پودر را به کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در هر مترمکعب کاهش داده‌اند. در حالی که در حال حاضر در کشورمان ایران این مقدار بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم برای هر مترمکعب متغیر است. استفاده از سیستم‌های بازیابی غبار پودری در حال حاضر می‌تواند پاسخ مناسبی برای حل دو مسئله زیست‌محیطی کارخانه و نیز هدررفت پودر از طریق بازیابی پودر باشد.

### روش‌های کنترل غبار خروجی از کارخانه‌های تولید پودر شیر

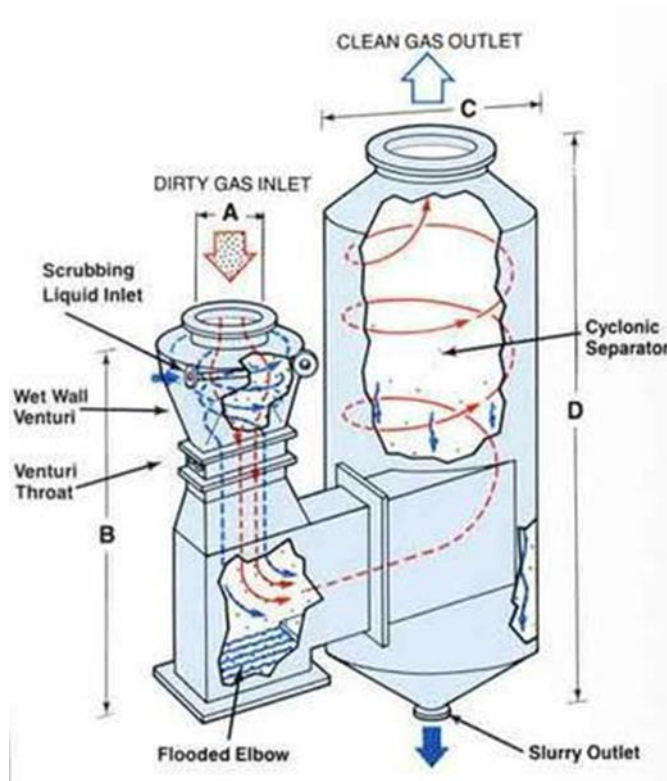
**استفاده از سیکلون‌ها:** اولین تجهیزات مرسوم برای جداسازی پودر از هوا سیکلون‌ها می‌باشند که هم‌اکنون نیز در کارخانه‌های تولید پودر نصب شده‌اند. این تجهیزات دارای راندمانی بین ۹۵ تا ۹۸ درصد می‌باشند و میزان غبارگیری توسط آن‌ها برای ذرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرون و کمتر به شدت کاهش می‌یابد. از طرفی این سیستم‌ها به خاطر نداشتن قطعات مکانیکی و عدم وجود هزینه‌های تعمیر و نگهداری جزء ارزانه‌ترین سیستم‌های جداسازی پودر می‌باشند ولی به علت اینکه توان جداسازی مناسب برای ذرات کمتر از ۱۰ میکرون را ندارند، لذا امروزه با سیستم فیلتراسیون تکمیلی الزامات استاندارد تامین می‌گردد. اساس کار سیکلون‌ها بر پایه استفاده از نیروی گریز از مرکز و اختلاف دانسیته پودر و هوا می‌باشد.

شکل ۲- استفاده از سیکلون‌ها جهت جذب غبار



اسکرابرها یا شوینده‌های هوا: اسکرابر نوعی از سیستم غبارگیر است که از آب یا دیگر مایعات برای به دام انداختن ذرات و غبار یا گازهای خورنده موجود در هوا از آن استفاده می‌شود. اصول حاکم بر این سیستم ایجاد فضائی برای برخورد یا جذب غبار توسط قطرات یا پرده‌ای از جریان مایع است. بسته به نوع تماس مایع و غبار و نیز مکانیزم ایجاد اختلاط آن‌ها انواع مختلفی از اسکرابر طراحی می‌شود. در همه این موارد مهم‌ترین مسئله ایجاد بیشترین تماس بین مایع و غبار و جداسازی مجدد قطرات مایع از هوای خروجی از سیستم است.

شکل ۳- نمونه‌ای از اسکرابرها جهت جذب غبار



**فیلتر کیسه‌ای:** فیلترهای کیسه‌ای دسته‌ای از غبارگیرها هستند که در گستره وسیعی از صنعت کاربرد دارند. اساس کار آن‌ها بر عبور هوا از دسته‌ای از کیسه‌های از جنس پارچه یا منسوج نبافته‌ای است که هوا را از خود عبور داده و مانع عبور غبار می‌شوند. در زمان‌های کوتاهی با تکان دادن کیسه‌ها، غبار از سطح آن‌ها جدا شده و از سیستم خارج می‌شود. بسته به نوع غبار و دمای هوای عبوری می‌توان از پارچه‌های مختلف استفاده کرد.

باتوجه به حساسیت سطح فیلتر به گرفتگی منافذ آن در صورت عدم جداسازی غبار از آن در صورت وجود رطوبت در پودر یا هوای خروجی، راندمان کیسه‌ها به شدت پایین آمده و عمر آن‌ها کاهش می‌یابد. به همین دلیل در صنایع تولید پودر شیر



حساسیت زیادی در مورد انتخاب نوع کیسه و نیز شست و شوی کیسه‌ها و نیز CIP کل مجموعه لازم است و به همین دلیل هزینه فیلتر کیسه‌ای مورد استفاده در صنعت لبنیات از صنایع دیگر بالاتر است.

از جمله مزایای سیستم فیلترهای کیسه‌ای می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

✓ راندمان بالای ۹۰ درصد برای ذرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرون

✓ امکان شست و شوی کیسه‌ها و کل بدنه در سیستم‌های جدید

✓ استفاده در ظرفیت‌های بالا

✓ جمع‌آوری پودر به صورت مستقیم

از معایب این سیستم می‌توان موارد زیر را برشمرد:

❖ سرمایه اولیه بالاتر نسبت به سیستم‌های مشابه

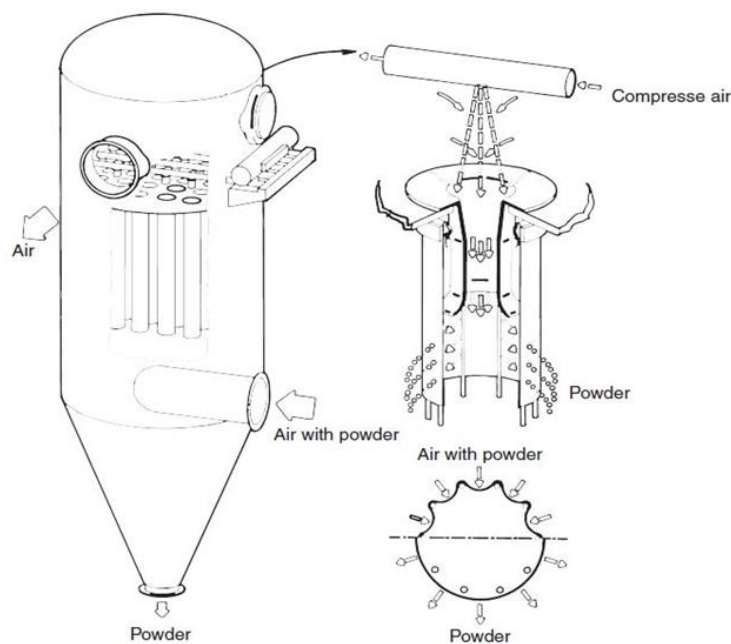
❖ احتمال گرفتگی کیسه‌ها در صورت عدم کاربرد صحیح

❖ شست و شوی هزینه بر سیستم به خصوص در صورت تغییر نوع پودر

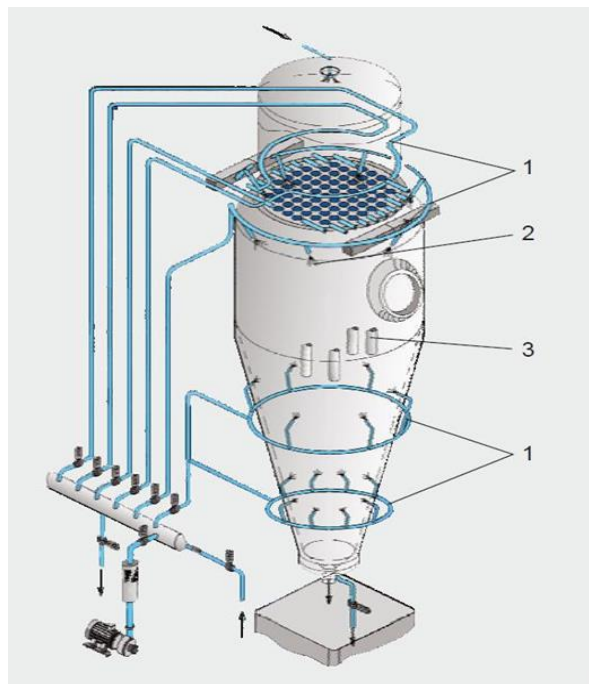
❖ هزینه تعمیر و نگهداری بالاتر نسبت به سیستم‌های مشابه

در تصویر زیر نمونه‌ای از فیلتر کیسه‌ای قابل شستشو که اخیراً در صنایع لبنی و غذایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند مشاهده می‌شود.

شکل ۴- نمونه‌ای از فیلتر کیسه‌ای قابل شستشو



شکل ۵- نمونه‌ای از فیلتر کیسه‌ای قابل شستشو



هوا به همراه غبار همراه به صورت مساوی از خارج کیسه‌های به داخل عبور کرده و پس از تمیز شدن از طریق محفظه بالائی به خارج از سیستم هدایت می‌شود. پودر باقیمانده بر روی کیسه با تکاندن از طریق هوای فشرده (جت هوای فشرده) به پایین ریخته شده و از طریق یک روتاری والو به خارج منتقل می‌گردد.

باتوجه به احتمال کندانس شدن رطوبت هوا بر روی دیواره سرد مخروط پایینی، برای این قسمت سیستم گرمایش از طریق جداره در نظر گرفته می‌شود. از طرفی به منظور عدم چسبندگی پودر به کیسه‌ها بخصوص برای موارد جاذب رطوبت (مثل پودر پرمیت) باید تمهیدات خاص از لحاظ گرم کردن سیستم قبل از راه‌اندازی و نیز جلوگیری از ورود هوای محیط به داخل محفظه در هنگام خاموش بودن آن انجام گیرد. با استفاده از این سیستم بیش از ۹۹ درصد از غبار بالای یک میکرون جداسازی و به صورت مستقیم بازیافت می‌شود.

به منظور شستشوی دوره‌ای سیستم، امکان شستشوی کلیه قسمت‌های داخلی و کیسه‌ها فراهم شده است و کیسه‌ها از انواع بخصوص و قابل شستشو می‌باشند، البته بهترین حالت استفاده از این سیستم با دوره‌های شستشوی درازمدت می‌باشد، به طوری که منجر به کاهش هزینه‌های شستشو و نیز تعویض کیسه باشد.

بنابراین هدف از این فراخوان دریافت ایده‌ها و پیشنهادات مربوط به طراحی و ساخت خشک‌کن پاششی مناسب خشک‌کردن کنسانتره شیر اطفال به همراه سیستم غبارگیر می‌باشد. همچنین لازم است چالش زیست‌محیطی و ضایعات پودر، با به‌کارگیری تجهیز غبارگیر مناسب مرتفع گردد، لذا شبکه خدمات نوآوری بومرنگ با همکاری مرکز توسعه فناوری‌های راهبردی معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری در جستجوی فناورانی است که توانمندی لازم در ارائه راهکار «توسعه فناوری ساخت خشک‌کن پاششی مجهز به سیستم غبارگیر ویژه واحدهای فراوری و تولید شیرخشک اطفال» را داشته باشند.

#### ۵. راه‌حل‌های پیشنهادی برای حل مسئله:

- ارائه ایده طراحی و ساخت خشک‌کن پاششی مجهز به سیستم غبارگیر مطابق الزامات فراوری شیرخشک اطفال
- به‌کارگیری غبارگیرهای الکترواستاتیک در فرایند خشک‌کردن پاششی
- ارائه راهکارهایی جهت کاهش استفاده از مواد شست‌وشودهنده (باتوجه به هزینه بالا برای شست‌وشو)

لازم به ذکر است که راه‌حل پیشنهادی فوق، جهت نمونه بیان شده است و می‌تواند راهکار مناسبی برای شرکت متقاضی باشد، اما فناوران لزومی بر ارائه راهکارهایی دقیقاً مشابه راهکارهای فوق ندارند و می‌توانند ایده‌های نوآورانه و قابل‌اجرای خود را نیز ارائه نمایند.

#### ۶. راه‌حل‌ها و پیشنهادهای غیرجذاب:

شرکت متقاضی تمایلی به دریافت راهکار زیر ندارد:

- ارائه ایده طراحی و ساخت خشک‌کن پاششی که صرفاً در صنایع لبنی کاربرد دارد و مطابق با الزامات و حساسیت‌های شیرخشک نوزاد نباشد.
- ارائه ایده طراحی و ساخت غبارگیر با راندمان کمتر از ۹۹ درصد غبارگیری

#### ۷. زیرساخت‌ها، تجهیزات و امکاناتی که شرکت متقاضی می‌تواند در اختیار فناوران قرار دهد:

- در اختیار گذاشتن کارگاه فنی شرکت جهت تست و نمونه‌سازی
- کمک به تیم‌سازی و مشاوره برای پیاده‌سازی برنامه تولید محصولات در مقیاس نیمه‌صنعتی و صنعتی طرح‌های منتخب
- همکاری در اخذ استانداردها و مجوزهای موردنیاز جهت تجاری‌سازی محصولات

#### ۸. راه‌حل‌ها و پیشنهادها باید الزامات زیر را رعایت نمایند:

- کیفیت و عملکرد تجهیز خشک‌کن پاششی، بایستی به تأیید شرکت‌های تولیدکننده شیرخشک اطفال (شیرخشک نوزاد پگاه، نستله ایران، صنایع پودر شیر مشهد) رسیده باشد.
- تجهیز پیشنهادی بایستی با شرایط و حاکم در کشور مطابقت داشته باشد و برنامه تهیه و تأمین ملزومات تجهیز منطقی و اجرایی باشد.
- انتخاب سیستم موردنیاز برای غبارگیری در خشک‌کن شیرخشک اطفال از جنبه‌های زیر بایستی مورد توجه قرار گیرد و طراحی آن به‌گونه‌ای باشد که موارد زیر را تضمین نماید:

- میزان راندمان غبارگیری بر اساس مقررات زیست‌محیطی
- تأمین شرایط بهداشتی محصول شیرخشک نوزاد
- کامل بودن سیستم شست‌وشو و رفع کلیه آلودگی‌های احتمالی
- در نظر گرفتن تدابیری جهت عدم کندانس شدن رطوبت هوا روی کیسه‌ها (نظر به اینکه جریان هوای عبوری از فیلتر مرطوب می‌باشد)
- تخلیه مداوم محصول به جهت عدم ماندگی محصول در جریان هوای گرم و مرطوب خروجی از

خشک‌کن

۹. نوع همکاری مطلوب:

بر اساس پیشنهادها قابل مذاکره می باشد.

۱۰. ارسال پاسخ:

تمامی پروپوزال ها باید به صورت آنلاین از طریق ایمیل [Proposal@boomerangtt.com](mailto:Proposal@boomerangtt.com) تا تاریخ ۱۴۰۳/۰۱/۳۱

ارسال گردد. علاوه بر قالب پروپوزال می توان فایل رزومه و سایر ضمیمه موردنیاز را نیز از همین طریق ارسال کرد. ضمناً در

عنوان ایمیل ارسالی، عنوان طرح (توسعه فرمولاسیون و تولید روغن جانشین چربی شیر مادر) ذکر گردد.





بومرنگ  
شبکه خدمات نوآوری

[www.boomerangtt.com](http://www.boomerangtt.com)

[telegram: bomerangtt](https://t.me/bomerangtt)

[insta: boomerangtt.co](https://www.instagram.com/boomerangtt)

02166539734 - 66533864

تهران، ناحیه نوآوری شریف، میدان

شهید تیموری، خیابان

لطفعلی‌خانی، خیابان پارس، شماره

۱۵، واحد ۴