

مقاله

عوامل موثر در انتخاب و طراحی خشککنهای شالی

ارائه‌دهنده مقاله:

سیداحمد فاضل‌زاده حقیقی

عضو هیئت علمی بخش مهندسی مکانیک دانشگاه شیراز

عوامل مؤثر در انتخاب و طراحی خشک کن های شالی

مهندس سید احمد فاضل زاده حقیقی

عضو هیئت علمی بخش مهندسی مکانیک

دانشگاه شیراز

چکیده

ضایعات مربوط به عملیات برداشت و صنایع تبدیلی رابطه تنگاتنگی بمیزان رطوبت شالی داشته که با انتخاب و طراحی خشک کن های مناسب رطوبت مورد نیاز میسر می شود. لذا در این مقاله ضمن معرفی روش های مختلف خشک کردن شالی، به بررسی فرآیند خشک کردن بطریق جایجایی پرداخته شده است. سپس مراحل انتخاب خشک کن بصورت یک نمودار نشان داده شده و با بیان دشواریهای انتخاب خشک کن ها، نکات مهم در طراحی خشک کن ها ارائه گردیده است. نهایتاً پس از بیان روش های خشک کردن شالی در سطح کشور و ذکر مشکلات موجود، نتایج یک طرح پژوهشی در زمینه طراحی خشک کن های شالی، ارائه گردیده است [۱].

۱) مقدمه

بدون شک برنج نقش ویژه ای در تغذیه مردم ایران دارد و از دیرباز درصد قابل توجهی از کشاورزان کشور درگیر تولید این محصول می باشند. اگرچه با رشد جمعیت بخشی از نیاز کشور از طریق برنج های وارداتی تأمین می گردد، ولی هنوز تولیدات داخلی سهم بالایی را در تأمین برنج کشور دارند. افزایش تولید در واحد سطح و جلوگیری از ضایعات بصورت مختلف را می توان از جمله راههای مؤثر برای کاهش واردات و افزایش بهره وری از امکانات موجود دانست.

بنابه نظر کارشناسان یرنج کشور، در چند سال اخیر با برنامه ریزیهای زیربنایی و مکانیزمهای اجرایی که در سطح کشور اتخاذ گردیده موفقیت های چشمگیری در بهبود افزایش تولید در واحد سطح مزارع شالی حاصل شده و در بعضی از موازد امکان افزایش از طریق اصلاح بذر، مبارزه با آفات، ... به سختی میسر می باشد. لذا از این پس بایستی از طریق عملیات برداشت و صنایع تبدیلی از ضایعات جلوگیری نمود [۲].

بسیاری از سازمانهای بین المللی همچون سازمان خواربارجهانی سازمان ملل (FAO)، سازمان تولیدات کشاورزی (APO)، انستیتو بین المللی تحقیقات یرنج (IRRI) و مرکز یرنج کشور مطالعاتی را دال بر اهمیت و وسعت ضایعات در این صنعت منتشر نموده اند [۳]. براساس این گزارشها، ضایعات می توانند به شرح زیر خلاصه گردند:

۱- دو الی هفت درصد (۷-۲) برای جابجایی، گذاشتن، برداشتن و حمل و نقل.

۲- یک الی پنج درصد (۵-۱) برای خشک کردن و بوجاری.

۳- دو الی شش درصد (۶-۲) برای انبار کردن.

۴- دو الی هفت درصد (۷-۲) برای پوست کنی و سفید کردن.

همانگونه که ملاحظه می شود این ضایعات مربوط به عملیات بعد از کاشت می باشد و رابطه تنگاتنگی با میزان رطوبت شالی دارد. لذا چنانچه بتوان در هر مرحله شالی را با رطوبت مناسب مورد استفاده قرار داد آنگاه ضایعات به حد قابل قبولی کاهش پیدا می کند.

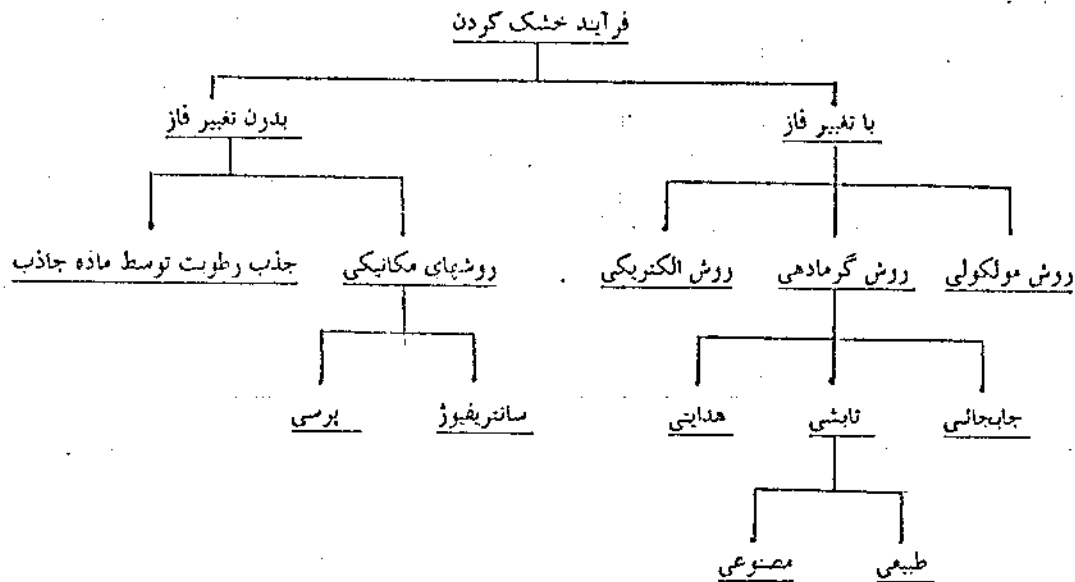
از طرف دیگر شناخت مناسب از فرآیند خشک شدن شالی، انواع روش های خشک کردن و عوامل مؤثر در انتخاب و طراحی خشک کن ها می تواند اثر مستقیمی بر کیفیت و کمیت تولید داشته باشد.

۲) روشهای خشک کردن شالی

شکل (۱) روشهای مختلف خشک کردن محصولات کشاورزی را نشان می دهد [۴]. روش های موجود جهت کاهش رطوبت شالی بر مبنای روش گرمادهی استوار می باشند و بسته به امکانات و شرایط محیطی عمدتاً از روش های جابجایی و تابشی استفاده می کنند.

۲-۱) روش جابجایی

این روش پر استفاده ترین روش در خشک کردن محصولات کشاورزی می باشد. گرمای لازم برای گرم کردن ماده مرطوب و تبخیر رطوبت آن توسط هوای گرم و یا مخلوط هوا و گازهای ناشی از احتراق به روش جابجایی به ماده رسانده می شود. هوای داغ علاوه بر گرم کردن ماده مرطوب و تبخیر رطوبت باعث انتقال رطوبت نیز میگردد.



شکل ۱- روشهای مختلف خشک کردن

۲-۲) روش تابشی

در این روش انرژی گرمایی لازم برای خشک کردن توسط تابش به ماده مرطوب منتقل می شود. این روش بر اساس شیوه تابش خود به دو روش حرئی تر تقسیم می شود:

۲-۲-۱) تابش خورشیدی

در این روش ماده مرطوب در مقابل تابش مستقیم نور خورشید و یا بطور غیر مستقیم (با استفاده از کلکتورهای خورشیدی) قرار میگیرد و از این طریق انرژی گرمایی کسب می کند. نکته واضح اینکه، این روش در مناطق مرطوب و ابری نمی تواند کاربردی داشته باشد و فقط در مناطقی که دارای هوای تمیز و آفتابی باشند می تواند بعنوان یک روش قابل اطمینان کارآمد باشد.

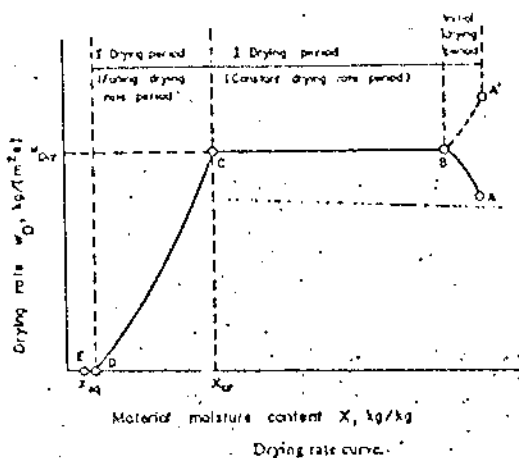
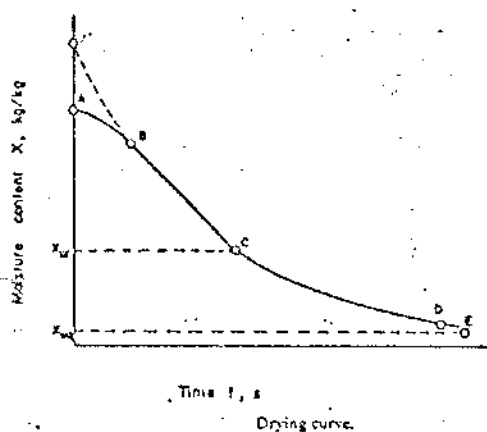
۲-۲-۲) تابش مصنوعی

در این روش انرژی گرمایی توسط تابش پرتوهای مادون قرمز به ماده مرطوب می رسد. در روش تابش مصنوعی دمای سطح ماده خشک شدنی به ۷۰ - ۳۰ برابردمای سطح هنگام استفاده از روش جابجایی می رسد. در نتیجه موادی را که نسبت به گرما حساس هستند و یا از دیاد گرما آسیب می بینند نمی توان با این روش خشک کرد. همچنین از این روش که عمق نفوذ اشعه مادون قرمز نسبتاً کوچک است، خشک کردن تابشی اصولاً برای موادی که ضخامت زیادی ندارند (لایه های نازک) استفاده می شود.

۳) مبانی فرآیند خشک شدن شالی بطریق جابجایی

در این روش رطوبت شالی بوسیله عبور جریان هوای گرما از لابلا و یا از روی سطح بستر مواد کاهش می گردد. هوای گرم هم بعنوان عامل انتقال حرارت از طریق جابجایی و هم بعنوان خارج

کننده بخارات حاصل عمل می کند. همانگونه که در شکل (۲) مشاهده می شود، اگر هوای گرم در دما و رطوبت ثابت وارد سیستم گردد، پروسه خشک کردن در دو مرحله مجزا صورت میگیرد [۵].



شکل (۲) منحنی خشک شدن بطریقه جابجایی در شرایط خارجی ثابت.

در ابتدا نرخ (Rate) خشک شدن ثابت بوده و سپس در یک مقدار مشخص رطوبت بتدریج کاهش می یابد تا رفتی که به صفر می رسد و این هنگامی است که مواد کاملاً خشک شده اند. مقدار رطوبتی که در آن شدت خشک شدن شروع به تنزل می کند مقدار رطوبت بحرانی نامیده می شود. مرحله خشک شدن با شدت ثابت در حالتی اتفاق می افتد که سطح مواد جامد بوسیله مایع مرطوب شده است و خشک شدن در سطح مواد صورت میگیرد. در این حالت شدت خشک شدن کلاً توسط شرایط خارجی نظیر سرعت، دما و مقدار گاز خشک کننده کنترل می شود. بنابراین اگر این عوامل ثابت باشند، شدت خشک شدن نیز ثابت است.

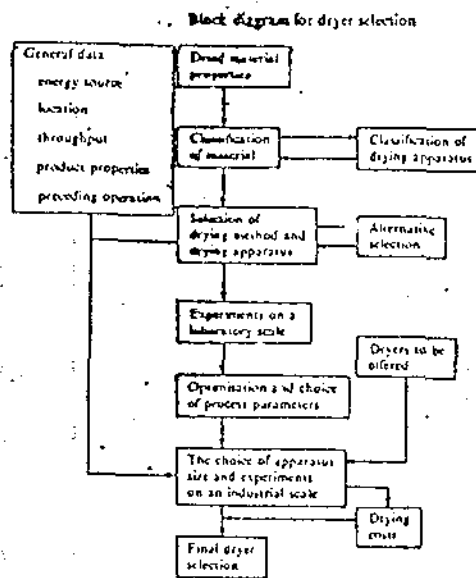
در مرحله خشک شدن نزولی، شدت انتقال مایع به سطح کاهش می یابد در نتیجه انتقال حرارت به سطح با شدتی تدریجاً نزولی صورت میگیرد. و در شرایط ثابت محیط، دمای سطح (T_s) بتدریج افزایش یافته و از دمای حباب مرطوب (T_w) در رطوبت بحرانی به دمای گاز خشک کننده (T_a) می رسد. بعبارت دیگر در طول پروسه نیروی محرکه حرارت ($T_a - T_s$) کاهش می یابد. همچنین تأثیر شرایط خارجی بتدریج نقصان یافته و کاهش شدت خشک شدن صرفاً مربوط به کاهش شدت انتقال مایع به سطح می باشد.

۴) عوامل مؤثر در انتخاب، خشک کن های شالی

از آنجائیکه فاکتورهای زیادی جهت انتخاب یک خشک کن برای عملکرد بخصوص در نظر گرفته می شود، انتخاب را بسیار مشکل و پیچیده می کند. خصوصیات موادی که باید خشک شوند،

روش ایجاد گرما و هیدرودینامیک مواد و خشک کردن، از جمله مطالبی است که بایستی در نظر گرفته شوند. شالی رطوبت سطحی را به آسانی و سریعا "تحويل می دهند"، اما در مورد رطوبت مرکز دانه، این امر طولانی تر می باشد. خشک کردن سریع باعث فشار رونی دانه ها که خود عامل در شکاف برداشتن و شکستن بعدی برنج در طول شالیگری است میگردد [۶].

مناسب بودن یک خشک کن برای یک عملیات خشک کردن را از روی مقایسه خصوصیات مواد مرطوب ورودی و مواد خشک شده خروجی می توان تشخیص داد. انتخاب خشک کن با توجه به خواسته های تکنولوژیکی، اقتصادی و کیفیت مواد خشک شونده و همچنین خشک کن هایی که در بازار وجود دارند بسیار محدود و مشکل می شود. شکل (۳) نمودار گردش مراحل انتخاب یک خشک کن را نمایش می دهد.



شکل-۳. نمودار گردش مراحل انتخاب یک خشک کن

۱-۴) دشواریهای انتخاب

در طراحی یک واحد خشک کن مسائل فرعی بسیاری را بایستی در نظر داشت. بعضی از این مسائل فرعی اضافه نمودن دستگاههایی جهت انتقال مواد و حرارت می باشد. همچنین موارد زیر از دیگر دشواریهای انتخاب می باشند [۷].

الف) هیچگونه آزمایشات استاندارد وجود ندارد که با استفاده از وسایل استاندارد اطلاعات کلیدی در مورد خصوصیات خشک شدن مواد را، بدست بدهد.

ب) مکانیزم واقعی تبخیر مایع از مواد جامد، در طول خشک شدن، بطور کامل شناخته شده نیست.
ج) روشهای قابل اطمینانی برای مقیاس بندی اطلاعات آزمایشگاهی و حتی اطلاعات واحد های صنعتی در مورد برخی از نواع خشک کن ها وجود ندارد. البته عکس قضیه نیز صادق است. هزاران خشک کن، در صنعت بنحو رضایت بخشی کار می کنند و محصولات با خصوصیات مورد نیاز تولید می کنند.

۵) نکات قابل توجه در طراحی

با بررسی خشک کن های موجود می توان نکات طراحی مهمی را استنباط نمود. انتقاداتی که به طراحی خشک کن های شالی در گذشته مطرح شده به شرح زیر است:

الف) ضایع شدن محصول در اثر حرارت زیاد. (و) راندمان حرارتی پایین.
ب) عدم هدایت و کنترل فرآیند خشک کردن. (ز) مشکلاتی در رابطه با بارگیری و تخلیه شالی.
ج) عدم توانایی در محاسبه مشخصات خروجی. (ح) وجود گردوغبار شالی در حین کار دستگاه.
د) عدم یکنواختی رطوبت شالی. (ط) شرایط بد کار برای اپراتورها.
ه) آلوده شدن شالی توسط هوای حاصل از احتراق. (ی) نیاز به تعمیر بیش از حد قطعات مکانیکی.
بنابراین طراح بایستی در طراحی خشک کن بنحو مقتضی اشکالات فوق را برطرف نماید.

۶) روشها و مشکلات موجود خشک کردن شالی در کشور

با بررسی های انجام شده در استانهای برنج خیز کشور نتایج زیر حاصل شده است [۱].

۶-۱) در استانهای شمالی کشور برای خشک کردن از روش جابجایی (با دستگاه صندوقی) استفاده می شود. با تحقیقی که یکی از مراکز تحقیقات برنج کشور انجام داده است نتایج ناامید کننده ای حاصل شده است [۳]. فقط بعنوان نمونه از ۲۷۷ کارخانه شالیکوبی موجود در شهرستان آمل حتی یک کارخانه مراحل خشک کردن شالی را بطور اصولی و استاندارد انجام نمی دهند که خود عاملی در جهت افت کمی و کیفی محصول برنج می باشد.

عدم یکنواختی رطوبت شالی، کاهش بیش از حد رطوبت شالی (حدود ۶٪)، عبور مستقیم هوای گرم (غیر بهداشتی) حاصل از احتراق سوخت، طولانی بودن زمان و راندمان حرارتی پایین از معایب بارز دستگاههای خشک کن موجود می باشد.

۶-۲) در استانهای جنوبی کشور برای خشک کردن شالی غالبا "از روش تابش خورشیدی، آن هم بطور غیر اصولی، و در موارد محدودی از روش های جابجایی (با دستگاه صندوقی) استفاده می کنند.

مشکلات موجود در روش تابش خورشیدی از جمله بروز تغییرات نا مطلوب در کیفیت محصول باعث

طولانی بودن زمان خشک کردن، عدم امکان اعمال کنترل کافی در مراحل مختلف خشک کردن باعث بروز تغییرات جوی، عدم مبارزه با خسارات ناشی از جانوران، بالا بودن هزینه کارگر و احتیاج به بستر وسیع موجب افزایش ضایعات و هزینه ها گردیده است.

۷) طرح پیشنهادی

با عنایت به مطالب فوق و بررسی چند نمونه دستگاه خشک کن، دستگاههای خشک کن از نوع گردشی مجدد (Recirculating Rough - Rice Dryer) دارای مزایای مورد نظر می باشند.
در طرح تحقیقاتی انجام شده یک دستگاه خشک کن گردشی مجدد با ظرفیت پنج تن شالی طراحی گردیده است [۱]. در طراحی مجموعه دستگاه و بخش های مختلف آن سعی بر آن بوده که سادگی کار هر بخش در مقابل وظیفه مورد نظر فدا نگردد، و به مسائل اقتصادی طرح از نقطه نظر کاربردی، ساخت نمونه صنعتی، و هزینه های دستگاه توجه بشود.

سیستم های ادلی دستگاه که پاسخگویی نکات مثبت طراحی هستند عبارتند از:

- ۱) انباره ثابت و موقت مواد.
- ۲) سیستم پخش کن و غبار گیر شالی.
- ۳) سیستم بارگیری و تخلیه اتوماتیک شالی.
- ۴) سیستم گرمادهی غیر مستقیم.
- ۵) بدنه قابل تفکیک.
- ۶) فن تخلیه گرد و غبار.
- ۷) فن تخلیه رطوبت.
- ۸) سیستم کنترل فرآیند خشک کردن.

۸) نتیجه گیری

در طی این تحقیق نتایج زیر حاصل گردیده است:

الف) بمنظور کاهش ضایعات بایستی خشک کن ها بعنوان اصلی ترین جزء صنایع تبدیلی مورد توجه قرار گیرند.

ب) عبور مستقیم گازهای حاصل از احتراق، سیستمهای خشک کن صندوقی موجود اثرات بهداشتی نامطلوبی بر شالی می گذارد و بایستی تا جایگزین شدن دستگاه جدید بحوی روش گرمادهی اصلاح گردد.

ج) روشهای خشک کردن خورشیدی موجود در استان های جنوبی کشور بسیار ابتدایی بوده و با توجه به تعداد روز های آفتابی در این مناطق می توان از دستگاههای خشک کن با کلکتور های خورشیدی استفاده نمود.

د) دستگاههای خشک کن، از نوع گردشی مجدد پاسخگویی شرایط کاری مناطق آب و هوایی مختلف کشور است و امروزه برای ظرفیت های متوسط پیشنهاد اکثر کشورهای برنج خیز از این نوع دستگاه می باشد.

تشکر و قدردانی:

بدینوسیله از مدیریت محترم سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران - پژوهشکده فارس و شرکت شهید خسرو زارعی جهت تامین بخشی از هزینه های این پژوهش سپاسگزار می گردیم. همچنین از بخش مهندسی مکانیک دانشگاه شیراز بخاطر فراهم نمودن امکانات تهیه این مقاله قدردانی میگردیم.

مراجع:

- ۱- فاضل زاده حقیقی، سید احمد، "طراحی دستگاه خشک کن شالی"، گزارش نهایی طرح شماره ۲۲۵۷۳۰۰۶، سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران - پژوهشکده فارس، ۱۳۷۴.
- ۲- عنایتی، محمد رضا، "تکنولوژی تبدیل برنج"، نشریه فنی، مرکز اسناد و مدارک علمی و تحقیقاتی کشاورزی، ۱۳۷۲.
- ۳- یوسفیان، محمد باقر، "خشک کن ها در صنعت بعد از برداشت برنج"، نشریه شماره ۲۴، مرکز اسناد و مدارک علمی و تحقیقاتی کشاورزی، ۱۳۶۶.

4. Hall, Processing Equipment For Agricultural Products.
5. Strumillo, c., and Tadeusz, k. Drying: Principles, Applications and Design, Gordon and Breach science, 1986.
6. Richey, Agricultural Engineering Handbook.
7. Perry, R., and Chilton, C. Chemical Engineers Handbook, Fifth edition, McGraw-Hill, 1973.