



ارتباطات علمی

فرآیند تولید و تجهیزات کارخانه خوراک دام و طیور پاک‌رشد: مرور کاربردی آسیاب، مخلوط‌سازی مواد، پلت‌سازی و کنترل کیفیت

| Production Process and Equipment of the Pak-Roshd Animal and Poultry Feed Factory: An Applied Overview of Grinding, Material Mixing, Pelleting, and Quality Control |

پارمیدا والی‌خانی*

^۱ دانشجوی کارشناسی گروه مهندسی علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران

چکیده

خوراک، مهم‌ترین عامل مؤثر بر رشد، سلامت و بهره‌وری دام و طیور است و حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد هزینه‌های تولید را به خود اختصاص می‌دهد. از این‌رو، تولید خوراک یکنواخت، ایمن و باکیفیت نقشی اساسی در بهبود عملکرد واحدهای پرورشی دارد. در کارخانه‌های تولید خوراک، مواد اولیه پس از دریافت و ارزیابی کیفی با روش طیف‌سنجی مادون قرمز نزدیک و تعیین پارامترهایی مانند رطوبت، پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر و نشاسته، طی مراحل شامل آسیاب چکشی، توزین، اختلاط در میکسر افقی پارویی، افزودن ریزمغذی‌ها و افزودنی‌ها، پخت با بخار اشباع در کاندیشنر، پلت‌سازی، خنک‌سازی، کرامبل کردن (در صورت نیاز)، الک و بسته‌بندی یا ذخیره‌سازی به خوراک نهایی تبدیل می‌شوند. کنترل دقیق این مراحل توسط سیستم هوشمند HMI/SCADA و PLC، دقت فرمولاسیون را افزایش و خطای انسانی را کاهش می‌دهد. در این مطلب علمی، ضمن معرفی تاریخچه کارخانه تولید خوراک دام و طیور پاک‌رشد (تأسیس در سال ۱۳۸۸ با ظرفیت ۱۲۰۰۰ تن در سال، واقع در شهرک صنعتی پل هرو، خرم‌آباد، استان لرستان) و اشاره به توسعه تولید تجاری دان پلت از سال ۱۳۹۰ و همکاری‌های علمی با دانشگاه لرستان، مراحل اصلی تولید و مهم‌ترین ماشین‌آلات مورد استفاده، شامل آسیاب چکشی، میکسر، کاندیشنر، پلت‌میل، کولر، سیکلون، کرامبلر و الک، به صورت علمی و کاربردی بررسی شده است. تأکید بر کنترل رطوبت و دما در کاندیشنر، کیفیت پلت و میزان خاکه (کمتر از ۱۰ درصد) و رطوبت نهایی حدود ۱۲ درصد، نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش هدررفت خوراک، بهبود ضریب تبدیل و ارتقای بهره‌وری صنعت طیور دارد.

*نویسنده مسئول: parmidavalikhani.utir@gmail.com

بخش: تغذیه طیور دبیر تخصصی: دکتر امیر مصیب‌زاده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۲۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۰۴ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۵/۰۶/۰۷

رفرنس‌دهی: والی‌خانی، پ. فرآیند تولید و تجهیزات کارخانه خوراک دام و طیور پاک‌رشد: مرور کاربردی آسیاب، مخلوط‌سازی مواد، پلت‌سازی و کنترل کیفیت. علمی-ترویجی (حرفه‌ای) دامستیک، ۱۴۰۵؛ ۲۶(۲): ۵۹-۶۴.



AnimSSAUT

تاریخچه

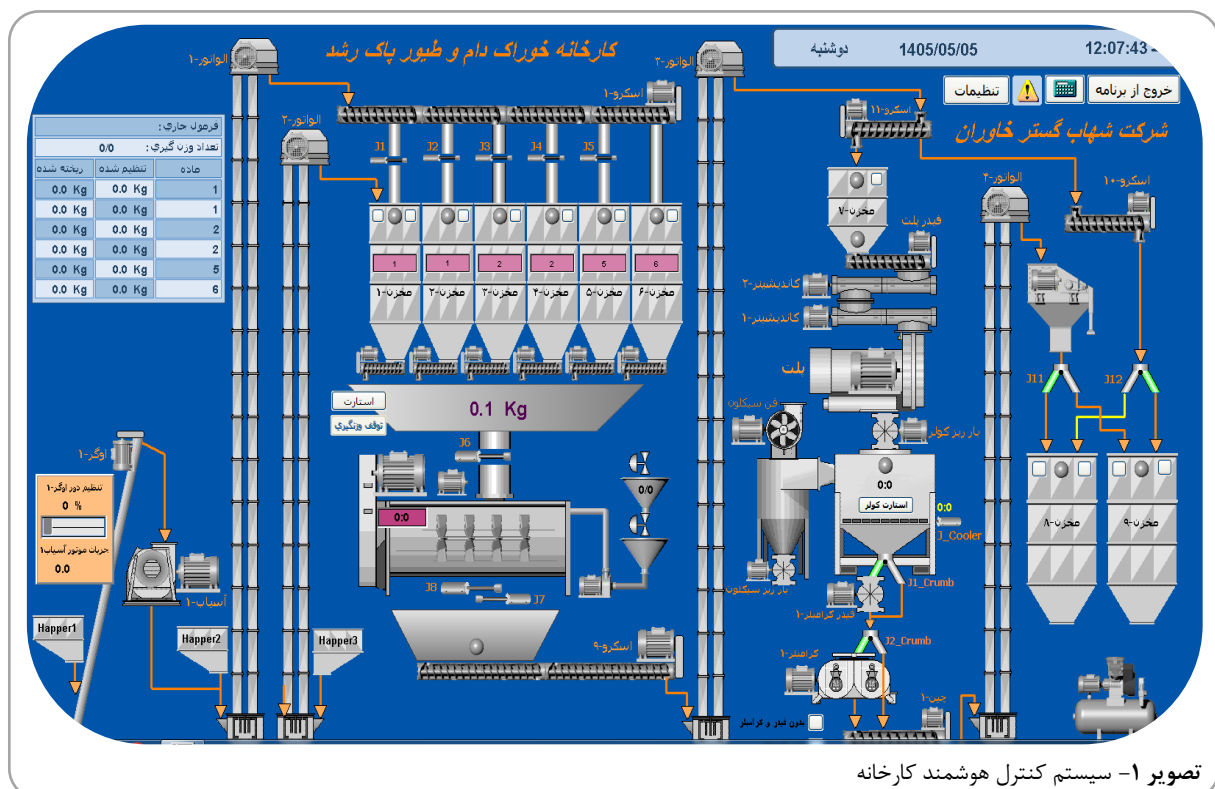
کارخانه تولید خوراک دام و طیور پاک‌رشد در سال ۱۳۸۸ با ظرفیت ۱۲۰۰۰ تن در سال، در زمینی به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع واقع در شهرک صنعتی پل هرو، خرم‌آباد، استان لرستان افتتاح شد. این کارخانه در ابتدا به منظور تأمین دان واحدهای پرورش طیور زیرمجموعه شرکت خود ساخته شد و سپس در سال ۱۳۹۰ تولید تجاری دان پلت آماده را به صورت تخصصی و گسترده‌تر برای سایر واحدهای پرورش طیور استان نیز آغاز کرد. در این سال‌ها، کارخانه پاک‌رشد و واحدهای پرورش طیور زیرمجموعه آن با همکاری دانشکده کشاورزی و گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه لرستان و بخش علوم دامی مرکز تحقیقات استان لرستان ده‌ها طرح آزمایشی اجرا کرده‌اند و مفتخر به کسب گرید A کارخانه‌های خوراک دام و طیور کشور، فراهم‌سازی زمینه برگزیده‌شدن مرغداری‌های زیرمجموعه خود به عنوان مرغداری نمونه کشوری و کسب چندین عنوان برتر استانی شده‌اند.

سیستم کنترل کارخانه

یکی از مهم‌ترین بخش‌های کارخانه، سیستم کنترل هوشمند (HMI/SCADA) است. این سیستم قابلیت‌های زیر را دارد:

۱. کنترل روشن و خاموش شدن تجهیزات
۲. نمایش مسیر حرکت مواد
۳. کنترل وزن مواد اولیه
۴. نمایش وضعیت موتورها
۵. کنترل الواتورها و اسکروها
۶. کنترل میکسر
۷. کنترل پلت‌میل
۸. کنترل کولر
۹. نمایش هشدارها و خطاهای احتمالی

وجود این سیستم باعث افزایش دقت و سهولت در کنترل، کاهش خطای انسانی و افزایش راندمان تولید می‌شود.



فرآیند تولید

۱- دریافت مواد اولیه

مواد اولیه شامل نهاده‌ها (ذرت، کنجاله سویا و گندم)، ریزمغذی‌ها (مکمل‌های معدنی و ویتامینی، کربنات، دی‌کلسیم

فسفات، نمک و جوش شیرین)، افزودنی‌ها (آنزیم، ضدقارچ، اسیدی‌فایر، پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و آنتی‌اکسیدان‌ها) و روغن است. این مواد پس از خریداری و ورود به کارخانه در انبار ذخیره می‌شوند.

۲- کنترل و آنالیز کیفیت مواد اولیه

کارخانه پاک‌رشد پس از تهیه و ذخیره نهاده‌ها، برای تدوین جیره‌ای دقیق و سالم، از هر نهاده نمونه‌ای را به آزمایشگاه دانشگاه لرستان ارسال می‌کند تا کارشناسان با استفاده از دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز نزدیک (NIR: Near-Infrared Spectroscopy) و بدون نیاز به آزمایش‌های شیمیایی طولانی، پارامترهای زیر را اندازه‌گیری کنند:

- رطوبت
- پروتئین خام
- چربی خام
- فیبر خام
- خاکستر
- نشاسته

اطلاعات تجزیه‌ای مربوط به ریزمغذی‌ها نیز از شرکت فروشنده دریافت می‌شود. نتایج این تجزیه و تحلیل‌ها مبنای فرمولاسیون دقیق جیره توسط کارشناس تغذیه قرار می‌گیرد و در پایان، برای شروع تولید به اپراتور (کارشناس مستقر در اتاق کنترل کارخانه که ناظر بر سیستم PLC است) ارسال می‌شود.

۳- آسیاب کردن مواد

در فاصله زمانی انجام تجزیه و تحلیل و تنظیم جیره مناسب، مواد اولیه درون قیف‌هاپر (Hopper 1) ریخته می‌شوند تا توسط اوگر ۱ به آسیاب منتقل شوند و سپس توسط الواتور ۱ و در نهایت توسط اسکرو ۱ در یکی از مخازن ۱ تا ۶ کارخانه ذخیره شوند. لازم به ذکر است که مخازن شش‌گانه می‌توانند شش نوع ماده مختلف را در خود ذخیره کنند و به صورت جداگانه مورد استفاده قرار دهند. در کارخانه پاک‌رشد برای آسیاب خوراک از آسیاب چکشی (Hammer Mill) استفاده می‌شود. آسیاب موجب کاهش اندازه ذرات خوراک، افزایش قابلیت هضم، یکنواخت شدن اندازه مواد و آماده‌سازی برای مخلوط کردن اجزای خوراک می‌شود. اندازه مناسب ذرات، کیفیت پلت را در مراحل بعدی نیز افزایش می‌دهد.

ریزمغذی‌ها طبق فرمول تعیین‌شده جیره، توسط ترازوی دقیق به‌صورت جداگانه وزن‌کشی می‌شوند، توسط میکرو میکسر با یکدیگر ترکیب می‌شوند و برای هر بچ در یک کیسه جداگانه

بسته‌بندی و برای افزودن به میکسر اصلی آماده می‌شوند. در کارخانه پاک‌رشد، به هر ۵۰۰ کیلوگرم ترکیب کامل دان که میکس می‌شود یک بچ گفته می‌شود؛ وزن بچ در هر کارخانه با توجه به ظرفیت میکسر متغیر است.

روغن در یک مخزن پیش از دستگاه تزریق روغن نگهداری می‌شود و برای افزودن توسط دستگاه تزریق روغن به میکسر اصلی آماده می‌گردد.



تصویر ۲- آسیاب‌چکشی در نماهای مختلف

۴- توزین مواد اولیه

اکنون هر ماده، طبق فرمولاسیون از پیش تعیین‌شده جیره، توسط اسکروهای مربوط به هر مخزن و بر اساس فرمان PLC به صورت افقی به مخزن توزین منتقل می‌شود. سپس مواد توسط جک پنوماتیک بادی ۶ به میکسر افزوده می‌شوند. پس از تخلیه کامل مخزن توزین در میکسر و بر اساس فرمان PLC، روغن توزین‌شده که توسط دستگاه تزریق خودکار روغن آماده شده است، به داخل میکسر اسپری می‌شود. هم‌زمان، بسته آماده‌شده ریزمغذی‌ها توسط اوگر مربوطه به میکسر اضافه می‌شود. هدف این مرحله، رعایت دقیق درصد هر ماده در جیره غذایی است.

۵- مخلوط کردن مواد (میکسر)

میکسر یکی از حساس‌ترین بخش‌ها و در واقع قلب کارخانه تولید خوراک است؛ زیرا یکی از اهداف اصلی تولید دان پلت این است که در هر دانه پلت، تمام مواد لازم وجود داشته باشد و این امر جز با میکسری با عملکرد عالی امکان‌پذیر نیست. میکسر افقی (Horizontal Mixer) با یکنواختی ترکیب بالای ۹۵ درصد می‌تواند عملکرد مطلوبی را در پرورش جوجه‌های گوشتی تضمین کند. در این میان، میکسرهای پارویی در مقایسه با میکسرهای ریبونی که قدیمی‌تر هستند، عملکرد بسیار بالاتری دارند. میکسر کارخانه پاک‌رشد با هدف دستیابی به عملکرد بهتر، در سال



تصویر ۴- کاندیشنر در نماهای مختلف

۷- پلت سازی

پس از پخت، خوراک وارد دستگاه پلت میل (Pellet Mill) می‌شود. دستگاه پلت میل از دو بخش اصلی دای (Die) و رولر (Roller) تشکیل شده است. خوراک عبور کرده از کاندیشنر با دمای حدود ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت حدود ۱۷ درصد وارد فضای بین دای و رولر می‌شود. دای و رولر توسط دو موتور قدرتمند با سرعت بالا به چرخش درمی‌آیند. فشار میان رولر و دای باعث می‌شود دان از سوراخ‌های دای عبور کند و به شکل پلت خارج شود. پلت‌ها به محض خروج از دای، توسط دو تیغه که اندازه آن‌ها را اپراتور تنظیم می‌کند، قطع می‌شوند. پلت‌سازی سبب کاهش خاکه خوراک، افزایش مصرف خوراک، بهبود ضریب تبدیل و کاهش هدررفت خوراک می‌شود. در شرایط عملی، هزینه تولید خوراک پلت معمولاً حدود ۱۰ درصد بیشتر از خوراک مش (Mash) برآورد می‌شود؛ از این رو، لازم است کیفیت پلت به اندازه‌ای باشد که این افزایش هزینه از طریق بهبود عملکرد تولید جبران شود.



تصویر ۵- پلت میل در نماهای مختلف

۱۴۰۴ به این نوع میکسرها مجهز شده است. در این مرحله، مواد آسیاب‌شده همراه با مکمل‌های معدنی، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه، نمک و سایر افزودنی‌ها کاملاً مخلوط می‌شوند؛ به گونه‌ای که هدف، دستیابی به مخلوطی کاملاً یکنواخت است تا همه پرندگان خوراکی با کیفیت یکسان دریافت کنند.



تصویر ۳- میکسر افقی در نماهای مختلف

۶- آماده‌سازی و پخت

در این مرحله، نهاده‌های آسیاب‌شده، کنسانتره و روغن با یکدیگر مخلوط شده و یک بچ کامل را تشکیل می‌دهند. این بچ از طریق اسکرو ۹، سپس الواتور ۳ و سپس اسکرو ۱۱ به مخزن پلت (مخزن ۷) منتقل می‌شود. در مخزن پلت، حجم مواد توسط تغذیه‌کننده (Feeder) با دقت بالا و با در نظر گرفتن فشار وارد بر موتورهای پلت، به وسیله PLC کنترل می‌شود. سپس مواد به دستگاه پخت (Conditioner) وارد می‌شوند و هم‌زمان با بخار اشباع ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تولیدشده در دیگ بخار (Boiler) ترکیب می‌شوند. کاندیشنر دان را حدود ۶۰ تا ۹۰ ثانیه با بخار مخلوط می‌کند تا رطوبت دان به ۱۷ درصد برسد؛ زیرا رطوبت بالاتر یا پایین‌تر از این مقدار موجب افت کیفیت پلت می‌شود. دمای دان در کاندیشنر به ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. کاندیشنر علاوه بر افزایش رطوبت دان و بهبود فرایند پلت‌سازی، موجب از بین رفتن بخش زیادی از عوامل بیماری‌زا نیز می‌شود. با توجه به این که دان در طول زمان ماندگاری در کاندیشنر نمی‌تواند ثابت بماند و باید در طول حدود ۶ متر و با حرکت پارویی پره‌ها به سمت جلو حرکت کند تا به حالت خمیری/چسبنده نرسد، طول کاندیشنر معمولاً به صورت دو طبقه ۳ متری روی هم ساخته می‌شود تا جانمایی آن در ساختار کارخانه امکان‌پذیر باشد. این دو بخش در تصویر با عنوان‌های کاندیشنر ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند.



تصویر ۷- الک مخصوص کنترل خاکه‌دان؛ دان پلت با قطره‌های متفاوت دای

۱۰- الک کردن

پلت مناسب باید کمتر از ۱۰ درصد خاکه داشته باشد؛ منظور از خاکه، ذرات کمتر از ۱ میلی‌متر است. در صورتی که دان پلت بیش از ۱۵ درصد خاکه داشته باشد، موجب افت عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود. به همین علت، کارخانه‌ها دو مسیر متفاوت را برای کاهش خاکه در پیش می‌گیرند:

۱. قرار دادن الک پس از کرامبلر: بدین ترتیب خاکه دان گرفته می‌شود و دوباره به مسیر پلت بازمی‌گردد. فایده این روش، ظاهر بهتر محصول و افزایش عملکرد است؛ اما بزرگ‌ترین ایراد آن این است که دانی که دو یا چند بار پلت می‌شود، عملاً مواد مغذی خود را به طور معنی‌داری از دست می‌دهد.
۲. بهبود فرمولاسیون جیره، افزودن بایندهای پلت (مانند بنتونیت و لیگنوسولفونات) یا کاهش سرعت تولید دان: با این روش، میزان خاکه دان به کمتر از ۱۰ درصد می‌رسد. بدین ترتیب از چندبار پلت کردن دان جلوگیری می‌شود، زیرا خاکه کمتر از ۱۰ درصد عملاً تأثیری در عملکرد جوجه‌های گوشتی ندارد. کارخانه پاک‌رشد برای واحدهای پرورش طیور زیرمجموعه خود از مسیر دوم استفاده می‌کند.

این مرحله موجب حذف پلت‌های شکسته، بازگرداندن ذرات ریز به خط تولید، جدا کردن خاکه و در نهایت یکنواخت شدن محصول نهایی می‌شود.

۱۱- ذخیره یا بسته‌بندی

در پایان، محصول توسط چین ۱ و الواتور ۴ به مخازن نهایی ۸ و ۹ منتقل می‌شود و پس از کیسه‌گیری یا به صورت فله به واحد پرورشی ارسال می‌گردد.

۸- خنک کردن پلت

پلت‌های خارج‌شده از پلت‌میل دمای بالا و رطوبت زیادی دارند؛ اگر بدون خنک‌سازی به مرغداری ارسال شوند، به یکدیگر می‌چسبند و به سرعت دچار کپک‌زدگی می‌شوند. بنابراین باید تا دمای محیط خنک شوند و رطوبت آن‌ها به حدود ۱۲ درصد کاهش یابد.

پلت‌ها پس از خروج از پلت‌میل وارد کولر (Cooler) می‌شوند. در کولر، یک فن قدرتمند با ایجاد جریان قوی هوا، دما و رطوبت پلت را کاهش می‌دهد و استحکام آن را افزایش می‌دهد. این مرحله بسته به اندازه پلت و دمای محیط حدود ۵ تا ۱۰ دقیقه طول می‌کشد. در کنار کولر، مخزن ماریچی به نام سیکلون قرار دارد که هوای عبور کرده از کولر از داخل آن عبور می‌کند، گردوغبار آن گرفته می‌شود و هوای تمیز خارج می‌گردد.

۹- خرد کردن (کرامبل)

با توجه به این که جوجه‌های گوشتی تا ۱۰ روزگی نمی‌توانند پلت با قطر ۳ یا ۴ میلی‌متر را به خوبی مصرف کنند و از سوی دیگر تولید پلت با قطر ۲ میلی‌متر، که مناسب هفته اول جوجه‌های گوشتی است، برای کارخانه‌ها بسیار زمان‌بر و پُر هزینه است، پلت را با دای ۴ میلی‌متری تولید می‌کنند و سپس آن را توسط دستگاه کرامبلر (Crumbler) به اندازه‌های زیر ۲ میلی‌متر خرد می‌کنند.

این روش باعث افزایش تولید کارخانه و جلوگیری از اثر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در روزهای نخست ورود آن‌ها به واحد پرورشی می‌شود. کرامبلر از دو غلتک با شیارهای تیز تشکیل شده است که پلت‌ها را بدون آرد کردن، به اندازه‌های ۱ تا ۲ میلی‌متر خرد می‌کند.

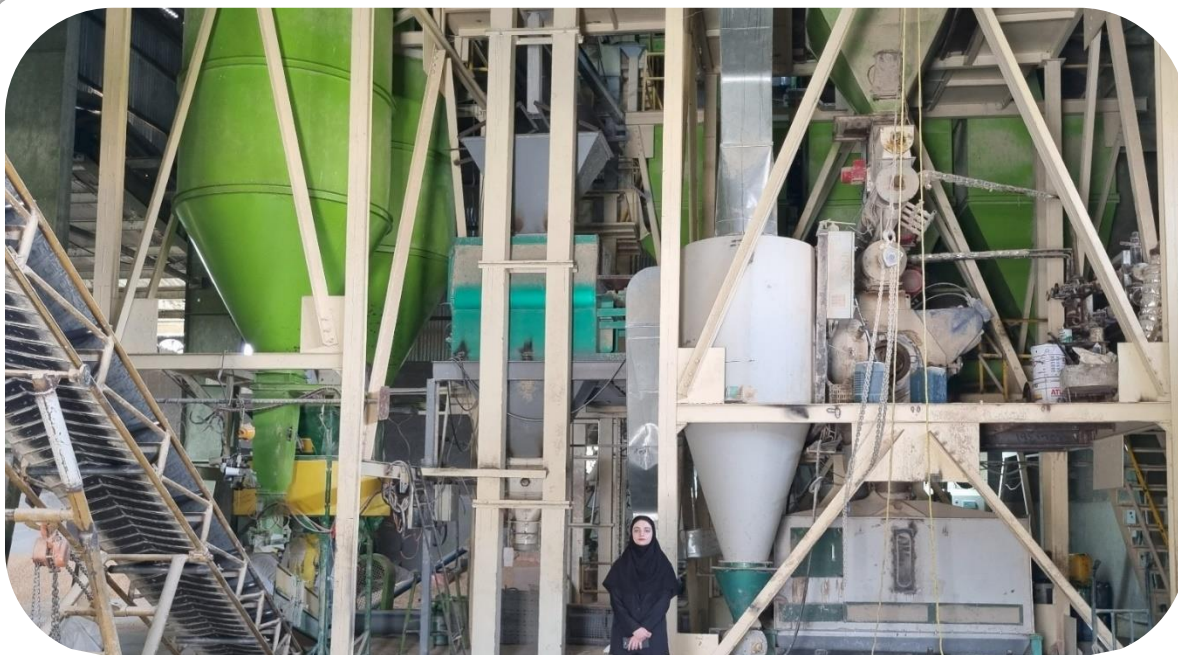


تصویر ۶- کرامبلر در نماهای مختلف

نتیجه گیری کلی

کارخانه تولید خوراک طیور مجموعه ای از تجهیزات مکانیزه و سیستم های کنترلی است که با همکاری یکدیگر خوراکی یکنواخت، سالم و باکیفیت تولید می کنند. فرایند تولید با دریافت و ذخیره سازی مواد اولیه آغاز می شود و با مراحل انتقال، توزین، آسیاب، مخلوط کردن، پلت سازی، خنک سازی، الک و ذخیره یا بسته بندی پایان می یابد. همان گونه که در تصویر

سیستم کنترل کارخانه مشاهده می شود، استفاده از تجهیزات اتوماتیک و سامانه های هوشمند موجب افزایش دقت در فرمولاسیون، کاهش خطای انسانی، بهبود کیفیت خوراک و افزایش بهره وری واحدهای پرورش طیور می شود. از این رو، آشنایی دانشجویان رشته مهندسی علوم دامی با مراحل تولید و عملکرد دستگاه های کارخانه خوراک، نقش مهمی در مدیریت صحیح تغذیه و ارتقای عملکرد صنعت طیور دارد.



تصویر ۶- نمای کلی کارخانه تولید خوراک دام و طیور پاکرشد

سپاسگزاری

از همکاری مدیریت محترم کارخانه تولید خوراک دام و طیور پاکرشد، جناب آقای مهندس شاهپور والی خانی و همچنین سرکار خانم دکتر طاهره پاکزاد صمیمانه سپاسگزاری می شود.

Publisher Note

Animal Science Students Scientific Association, Campus of Agriculture and Natural Resources at the University of Tehran

Submit Your Manuscript:

https://domesticstj.ut.ac.ir/contacts?_action=loginForm