مجله مهندسی بیوسیستم ایران
دوره ۳۹، شماره ۱، ۱۳۸۷ (۳۱-۲۱)

مطالعه و بررسی پارامترهای موثر بر فرآیند جذب رطوبت در کاه گندم

محمد یونسی‌الموتی*[۱]، محمدهادی خوش‌تقاضا[۲] و برات قبادیان[۳]
۱، دانشجوی سابق دوره دکتری ، دانشکاه تربیت مدرس و استادیار مکانیک ماشین‌های کشاورزی
آموزشکده کشاورزی کرج (وزارت جهاد کشاورزی) ۲، ۳، دانشیاران دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
(تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۷- تاریخ تصویب: ۸۷/۳/۸)

چکیده

کاه غلات به‌عنوان خوراک دام از ارزش غذایی کمی برخوردار است که می‌توان از طریق عمل‌آوری با اوره ارزش غذایی آن را بهبود بخشید. غنی‌سازی با اوره شامل خیساندن کاه با محلول اوره و رساندن رطوبت به حدود ۳۰٪ تا ۵۰٪ است. باتوجه به هزینه زیاد و سختی انجام درست کار در شیوه رایج، مکانیزه کردن این فرایند ضروری می‌نماید. این فرایند را می توان با نصب یک سیستم پاشش محلول اوره بر روی بسته‌بندهای مکعبی کوچک، عملی نمود. در این حالت همزمان با عملیات برداشت کاه غلات از مزارع، غنی‌سازی نیز صورت می‌گیرد. برای طراحی مطلوب این سیستم، دانستن خواص جذب رطوبت در کاه ضروری است که در این تحقیق به آن پرداخته شده است. فرآیند جذب رطوبت در کاه به صورت آزمایش فاکتوریل، در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار مطالعه شد. در این آزمایشات اثرات تراکم کاه (۵، ۵۰، ۸۵ و ۱۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب)، دبی پاشش (۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ گرم بر دقیقه) و نوع نازل (مخروطی و تی‌جت)، بر مقادیر رطوبت پیش از زهاب، رطوبت اشباع (کل)، رطوبت نهایی و مقدار زهاب مطالعه شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تراکم، دبی و نوع نازل تاثیر معنی‌داری بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده داشتند. با افزایش تراکم کاه میزان رطوبت نگهداری شده (رطوبت نهایی و اشباع)، کاهش و با افزایش دبی این مقدار افزایش یافت. از میان تیمارهای مختلف، تیمار با تراکم ۵ کیلوگرم بر متر مکعب و دبی ۸۰۰ گرم بر دقیقه با نازل تی‌جت به‌دلیل نگهداری بیشتر رطوبت و زهاب کمتر، به‌عنوان تیمار برتر برای عمل‌آوری مکانیزه کاه انتخاب گردید.

واژه های کلیدی:خواص رطوبتی، دبی پاشش، رطوبت اشباع، زهاب، غنی‌سازی مکانیزه، نازل.

مقدمه

با توجه به محدودیت خوراک دام در کشور، استفاده بهینه از تمامی منابع، به‌خصوص بقایای گیاهی امری ضروری است. قسمت اعظم بقایای گیاهی را کاه غلات تشکیل می‌دهد که به مقدار زیادی در فرآیند تولید محصولات کشاورزی بوجود می‌آید. میزان کاه تولید شده در ایران (گندم، جو و برنج)، در حدود ۲۰ میلیون تن تخمین زده می‌شود. از این مقدار حدود ۱۴ میلیون تن مربوط به کاه گندم، حدود ۳ میلیون تن کاه جو و حدود ۳ میلیون تن کاه برنج می‌باشد (۲). کاه غلات، دارای لیگنین و سیلیس بالاست که هر دو ماده مذکور نقش موثری در پایین آوردن قابلیت هضم و ارزش غذائی کاه دارند. پایین بودن ارزش غذایی و قابلیت هضم این منبع خوراکی و نیز عدم خوش خوراکی کاه از عوامل محدود کنندهٔ آن در تغذیه نشخوارکنندگان می‌باشد. برای بالا بردن قابلیت هضم، مصرف اختیاری و در نتیجه افزایش انرژی قابل هضم بقایای

* نویسنده مسئول:محمد یونسی الموتی تلفن: ۰۹۱۲-۲۶۱۱۷۳۷ E-mail: mohamadyounesi @ yahoo.com

گیاهی و کاه غلات، روش‌های مختلف عمل‌آوری شامل روش‌های فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی بکار گرفته می‌شوند.

عمل‌آوری با اوره رایج‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین روش افزایش قابلیت هضم از طریق نرم کردن بافت علوفه و نیز ازدیاد پروتئین خام می‌باشد (۷). در روش رایج عمل‌آوری، به ازای هر kg ۱۰۰ کاه با رطوبت حدود ۸ درصد، ۳ تا ۵ کیلوگرم اوره را با حدود ۵۰ لیتر آب مخلوط و بر روی کاه می‌پاشند به گونه‌ای که رطوبت محصول به حدود ۵۰-۳۰ درصد برسد. بسته به دمای محیط محصول نهایی را به مدت ۱۵ الی ۲۰ روز در سیلوهای زمینی، هوائی (با کشیدن پلاستیک) و یا در یک محیط بسته قرار می‌دهند. پس از طی مدت مذکور، کاه غنی‌شده آماده مصرف برای دام می‌باشد (۴، ۵، ۷).

میزان رطوبت نهایی، از جمله عوامل موثر در عمل‌آوری کاه می‌باشد. نگوین و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که نسبت وزنی رطوبت به کاه از ۰/۵ به ۱ تا ۱ به ۱ تأثیر معنی‌داری بر میانگین مقادیر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی[1]، الیاف نامحلول در شوینده خنثی[2] و نیتروژن ندارد. رطوبت بین این محدوده، معمولاً برای کاربردهای عملی توصیه می‌شود. براساس نظر این محققان نسبت‌های وزنی بالاتر از ۱ به ۱ آب به کاه منجر به تولید محصول نهایی ضعیف، سیاه رنگ، بدطعم و خمیرمانند می‌شود. آب زیاد سهولت انتشار و میزان تثبیت گاز، در دیواره سلولی کاه را کاهش می‌دهد. مقدار کافی رطوبت هم‌چنین به خروج هوا هنگام فشرده کردن کاه کمک نموده و غلظت آمونیاک را افزایش می‌دهد. حاجی پانیوتو و اکونومیدز (۱۹۹۷)، میزان محلول مورد نیاز برای عمل‌آوری را با پاشش محلول اوره بر بسته‌های کاه در سه سطح (۲۰۰، ۳۰۰ و L/ton ۴۰۰) مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققان حاکی از آن است که در شرایط مدیترانه‌ای، با پاشش L/ton ۳۰۰ – ۲۰۰ محلول اوره بر بسته‌های کاه، رطوبت مناسب برای عمل‌آوری تامین می‌شود. بر اساس گزارش سامرز و همکاران (۲۰۰۳)، بافت کاه در رطوبت (d.b.) ۳۹٪ به اشباع می‌رسد و رطوبت بیش از این مقدار در سطح آن نگهداری می‌شود. وارد و همکاران (۲۰۰۰)، ظرفیت نگهداری رطوبت در کاه گندم را ۲۰۰٪ ورن خشک کاه اعلام نمودند. آندریوس و مک‌فرسون (۱۹۶۳)، در فرآیند بررسی و مقایسه انواع مواد مورد استفاده برای بستر مرغ، ظرفیت جذب رطوبت در کاه را ۴۰٪ (بر مبنای خشک)، گزارش کردند. باماگا و همکاران (۲۰۰۲)، به‌منظور بررسی امکان عمل‌آوری بسته‌های مکعبی کاه با اوره؛ فرایند جذب رطوبت در کاه را با تراکم‌ها و دبی‌های مختلف پاشش مطالعه کردند. بدین منظور آنها پنج سطح از تراکم کاه (۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب) و سه سطح از دبی پاشش (۲۵ الی ۷۵ گرم بر دقیقه)، را انتخاب و فرآیند جذب را با پاشش آب بر ستونی از کاه و در ظرفی به حجم ۳۲۳۷ سانتی‌متر مکعب، مورد بررسی قرار دادند. نتایج کارآنها نشان داد که هر دو عامل دبی پاشش و تراکم کاه، بر میزان رطوبت نگهداری شده تاثیر معنی‌داری داشت. در یک تراکم ثابت کاه، با افزایش دبی پاشش میزان رطوبت نگهداری شده افزایش یافت. میزان رطوبت نگهداری شده در دبی و تراکم‌های مختلف کاه، از ۵۸٪ تا ۷۰٪ (بر مبنای تر)، تغییر کرد. میزان زهاب نیز با افزایش دبی و تراکم کاه افزایش یافت، به‌نحوی که مقدار آن از ۳۸ تا g ۴۵۸ برای این حجم از کاه (۳۲۳۷ سانتی‌متر مکعب)، در نوسان بود.

تحقیقات زیادی در زمینه عمل‌آوری کاه غلات با اوره، در کشور انجام شده است. علی‌رغم تولید اطلاعات علمی مورد نیاز، طرح غنی‌سازی کاه، به‌دلیل مشکلات کارگری و هزینه‌بر بودن، در سطح گسترده‌ای مورد استفاده دامداران قرار نمی‌گیرد (۱۰). بنابراین طراحی و نصب یک سیستم پاشش محلول بر روی بسته‌بندهای مکعبی کوچک[3]، که قادر باشد همزمان با جمع‌آوری کاه از مزارع آن را با اوره مخلوط (غنی) نماید، ضمن صرفه جوئی در وقت و هزینه می‌تواند علوفه‌ای آماده و با ارزش غذایی بیشتر را به دامداران ارائه نماید. ظرفیت مزرعه‌ای معمول بسته‌بندها مکعبی کوچک حدود ۱۷۰ بسته در ساعت است. ظرفیت بسته‌بند برای بسته‌بندی یونجه بین ۸ تا ۱۰ تن در ساعت و

1. Acid detergent fiber (ADF)
2. Neutral detergent fiber (NDF)
3. Small Rectangular Baler

برای کاه گندم بین ۲ تا ۴ تن در ساعت (۳۳ تا ۶۶ کیلوگرم در دقیقه)، می‌باشد (۸).

میزان فشردگی کاه درحال عبور از مکانیزم‌های مختلف بسته‌بند (واحد بردارنده، واحد انتقال مواد و کانال پرس)، متفاوت است. برای مکانیزه کردن عمل غنی‌سازی کاه با محلول اوره، لازم است در یک زمان معین و محدود (زمان عبور کاه از بسته‌بند[1])، رطوبت کاه به محدوده رطوبت مورد نیاز برای عمل‌آوری، رسانده شود. همچنین باید مشخص شود که پاشش رطوبت در کدام قسمت از بسته‌بند و یا به عبارت دیگر در کدام وضعیت از فشردگی کاه انجام گیرد.

مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی و گزارش محققان فوق-الذکر نشان داد که اطلاعات اندکی در خصوص رابطه بین نوع نازل، دبی پاشش و تراکم کاه با برخی از خواص رطوبتی کاه به ویژه میزان رطوبت پیش از زهاب، وجود دارد. مطالعه و تعیین قابلیت کاه در نگهداری رطوبت، قبل از شروع زهاب، جهت صرفه‌جویی در مصرف محلول اوره برای عمل-آوری مکانیزه کاه از اهمیت خاصی برخوردار است. لذا قبل از هر گونه اقدام در بهینه‌سازی دستگاه بسته‌بند، ضرورت دارد تا خواص جذب رطوبت کاه از طریق پاشش آب برای حالت‌های مختلف تراکم کاه مطالعه و بررسی گردد. از این رو اهدف این تحقق عبارت بودند از : ۱) بررسی تاثیر تراکم کاه، دبی پاشش، نوع نازل و اثرات متقابل آنها بر شاخص‌های رطوبت. و ۲) انتخاب نازل، دبی و تراکم مناسب، برای استفاده در عمل‌آوری مکانیزه کاه.

مواد و روش‌ها

عمل خیساندن کاه در آزمایشگاه و از طریق پاشش آب در یک سیستم تحت فشار، با دونوع نازل رایج در کشاورزی بر کاه خارج شده از انتهای کمباین (کاه گندم رقم پیشتاز با رطوبت ۶٪) انجام گرفت. مقادیر تراکم کاه، دبی پاشش و نوع نازل به عنوان عوامل آزمایش و مقادیر رطوبت اشباع (M_S)، رطوبت نهایی (M_e) و میزان زهاب (M_d)، به عنوان شاخص‌های رطوبتی کاه (صفات مورد بررسی)، در نظر گرفته شدند. میزان رطوبت نگهداری شده در کاه، در لحظه قطع پاشش و به عبارت دیگر هنگامی که میزان آب جذب نشده (خارج شده)، با میزان پاشش (ورودی)، برابر باشد به عنوان رطوبت اشباع و میزان رطوبت باقی‌مانده در کاه، پس از خروج زهاب (آب آزاد و باقی مانده در فضاهای خالی از کاه اشباع)، به عنوان رطوبت نهایی در نظر گرفته شد. همچنین با توجه به اهمیت قابلیت کاه در جذب آب بدون ایجاد زهاب، شاخص رطوبت پیش از زهاب تعریف (M_a) و مقادیر آن از طریق داده‌های اندازه‌گیری شده محاسبه گردید.

برای تعیین تراکم مطلوب برای انجام آزمایش، چهار تراکم که سه تراکم آن در محدوده تراکم رایج بسته‌های کاه و دیگری حالت فشرده نشده کاه (تراکم کاه خارج شده از انتهای کمباین) بود انتخاب و برای تعیین دبی مطلوب پاشش نیز سه سطح از دبی با توجه به محدوده رایج فشار پاشش در نازل‌های کشاورزی (فشار پاشش مورد استفاده در سم پاش‌ها که بین ۲-۴ اتمسفر است)، انتخاب شد. لذا عوامل آزمایش عبارت بودند از: تراکم کاه در چهار سطح شامل تراکم ۵ (فشرده نشده)، ۵۰، ۸۵ و ۱۲۰ kg/m^3، دبی پاشش در سه سطح شامل ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ g/min و نوع نازل در دو سطح (مخروطی و تی جت). پس از انتخاب عوامل آزمایش و تعیین صفات مورد بررسی، آزمایشات این تحقیق به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار انجام شد. برای این منظور یک سیستم پاشش آب و نیز محلی برای قرار دادن نمونه‌های کاه در نظر گرفته شد. از یک ظرف استوانه‌ای پلاستیکی با قطر ۲۲/۵ cm و ارتفاع ۲۵ cm که در انتهای آن سوراخ‌هایی به قطر ۴ mm ایجاد شده بود به عنوان ظرف حاوی نمونه‌ها استفاده شد. مکانیزم تنظیم تراکم کاه، با ایجاد یک سوراخ و عبور دادن یک پیچ دستی در مرکز ظرف حاوی نمونه‌های کاه فراهم شد (شکل ۱). وزن مقدار کاهی که بدون فشردگی فضای ظرف را اشغال کرد، به عنوان اندازه نمونه (تیمار اول تراکم)، انتخاب و در کلیه آزمایشات، این حجم از کاه مورد استفاده قرار گرفت. وزن این مقدار، برابر با ۱۰۰ g و تراکم آن ۵ kg/m^3 بود که با تراکم کاه در حال بسته بندی (کاه خارج شده از انتهای کمباین) مطابقت داشت. از یک ترازوی دیجیتال (با دقت ۵± g) برای اندازه‌گیری مقدار آب خارج شده از انتهای ظرف حاوی نمونه‌ها استفاده گردید (شکل ۱). برای

1. Baler

ثبت خروجی ترازو، یک برنامه در محیط ویژوال بیسیک نوشته و با اتصال ترازو به کامپیوتر، داده‌ها در فواصل زمانی ۲ ثانیه اندازه‌گیری و ذخیره می‌گشت. دبی مطلوب پاشش (شدت جریان)، با استفاده از شیرهای کنترل حجم و شیر یکطرفه تنظیم می‌شد. تراکم نمونه‌های کاه، با پیچاندن پیچ دستی تنظیم می‌شد.

ظرف حاوی کاه روی سه پایه نصب و آب از طریق نازل بمدت ۳۰۰ ثانیه بر نمونه‌های کاه پاشیده شد. زمان خیساندن با در نظر گرفتن محدودیت حساسیت ترازو و اشباع شدن تقریبی نمونه‌ها در مدت مذکور، ۳۰۰ ثانیه انتخاب شد. همچنین مقادیر آب جذب نشده (خارج شده از انتهای ظرف)، در طول مدت پاشش و نیز پس از قطع پاشش به مدت ۵ دقیقه اندازه‌گیری شد. انتخاب زمان ۵ دقیقه برای اندازه‌گیری زهاب به این دلیل بود که پس از گذشت این زمان میزان زهاب بسیار ناچیز بود. رطوبت نگهداری شده در انتهای این زمان به‌عنوان رطوبت نهایی (M_e)، در نظر گرفته شد. زمان بین شروع پاشش تا شروع زهاب (ثبت اولین داده غیر صفر در کامپیوتر)، اندازه‌گیری و از حاصل‌ضرب این زمان در دبی پاشش مقادیر رطوبت پیش از زهاب محاسبه گردید. برای هر آزمایش نسبت مقدار زهاب به رطوبت اشباع (ضریب K_d)، تعیین شد که شاخصی از مقدار آب خارج شده از محصول می‌باشد.

با قطع زهاب وزن نمونه‌های کاه اندازه‌گیری و پس از خشک کردن آن‌ها، مقادیر رطوبت نهایی از تفاوت وزن نمونه‌ها در دو حالت خشک و تر محاسبه شد. درصد رطوبت نهایی و درصد رطوبت پیش از زهاب از روابط زیر محاسبه شد:

$$W_a = [(M_a+M_i)/(W_i+M_a)]*100 \quad (۱)$$

$$W_e = [(M_e+M_i)/(W_i+M_e)]*100 \quad (۲)$$

که در آن:

M_a= رطوبت نگهداری شده پیش از زهاب (g)

M_e= رطوبت نگهداری شده موثر (نهایی) (g)

M_i= مقدار رطوبت موجود در نمونه کاه قبل از خیساندن (g)

W_i= وزن نمونه کاه قبل از خیساندن (g)

W_a= درصد رطوبت پیش از زهاب کاه (w.b.)

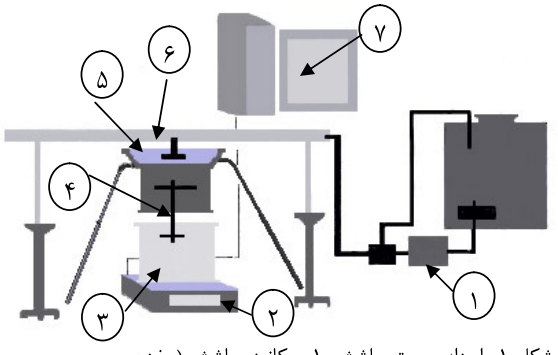
W_e = درصد رطوبت نهایی کاه (w.b.)

میانگین‌های عوامل اصلی و اثرات متقابل آنها با استفاده از آزمون S.N.K. و با نرم‌افزار Mstat-C مقایسه شد. مقایسه نازل‌ها با توجه به سطوح آزمایش با آزمون F و در نرم‌افزار SPSS انجام شد. تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

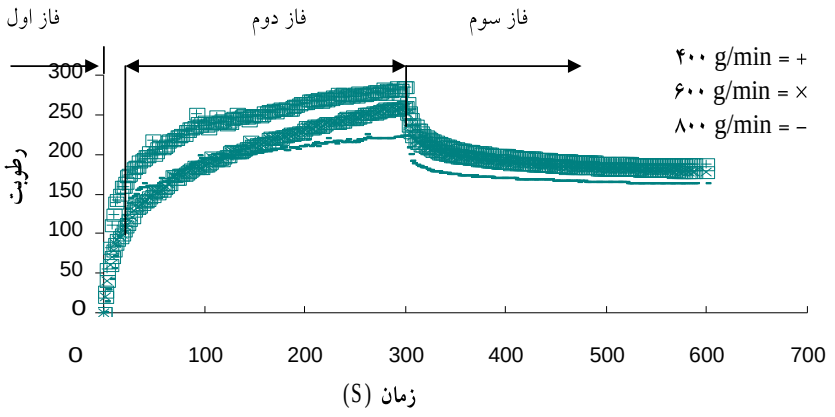
نتایج و بحث

مراحل جذب رطوبت

به‌منظور استنباط مشخص از روند جذب رطوبت، ناشی از تغییرات دبی پاشش و تراکم کاه، نمودار تغییرات رطوبت کاه نسبت به زمان، برای یکی از ترکیب‌های تیماری رسم شد (شکل ۲). در ابتدای فرآیند خیساندن، هیچگونه زهابی از انتهای نمونه‌ها مشاهده نشد و مقدار آب وارد شده، به‌عنوان رطوبت نگهداری شده پیش از زهاب (M_a)، در نظر گرفته شد. همانطور که پیداست تغییرات رطوبت کاه با زمان در این مرحله که فاز اول فرآیند نگهداری را تشکیل می‌دهد، خطی بود. مدت زمان فاز اول نگهداری رطوبت در حدود ۱۰ ثانیه است که پس از آن زهاب آغاز می‌گردد. به هر حال به‌علت کم بودن زمان فاز اول، این قسمت از نمودار کاملا مشهود نمی‌باشد (شکل ۲).



شکل ۱- اجزاء سیستم پاشش: ۱- مکانیزم پاشش (مخزن، پمپ، شیر کنترل حجم و کنترل مسیر و ...) ۲- ترازو ۳- ظرف جمع‌آوری زهاب ۴- مکانیزم تنظیم تراکم کاه ۵- ظرف حاوی نمونه‌ها ۶- نازل ۷- سیستم ثبت داده‌ها



شکل ۲- روند نگهداری رطوبت و خروج زهاب در فرآیند خیساندن کاه با تراکم ۵ kg/m^3

پس از سپری شدن فاز اول، خروج زهاب از انتهای نمونه‌های کاه شروع می‌گشت که این وضعیت پس از قطع پاشش نیز ادامه می‌یافت. این مرحله از روند جذب، فاز دوم نگهداری رطوبت نامیده شد که با روندی غیر خطی، از لحظه خروج زهاب شروع و تا زمان قطع پاشش (۳۰۰ ثانیه)، ادامه پیدا می‌کرد. در ابتدای این مرحله، مقدار خروج زهاب کم و میزان جذب رطوبت نسبتا زیاد بود، اما این روند بسرعت کاهش و سرانجام مقدار رطوبت نگهداری شده در کاه به حالت اشباع، نزدیک می‌شد. افزایش سریع میزان رطوبت در مراحل اولیه پاشش، ناشی از انباشت رطوبت چسبیده شده به سطوح خارجی کاه بود. هنگامی که این مقدار به حد نهائی خود می‌رسید، فرآیند جذب در بافت کاه و با روند ملایم‌تری شروع می‌شد (شکل ۲). دبی پاشش و تراکم کاه بر میزان رطوبت اشباع موثر بودند. با افزایش دبی مقدار رطوبت اشباع افزایش می‌یافت. افزایش رطوبت اشباع (M_s)، در اثر افزایش دبی می‌تواند به‌دلیل پرشدن سریع فضاهای خالی از آب باشد. با افزایش تراکم میزان رطوبت اشباع کاهش می‌یافت که این امر، عمدتا بدلیل کاهش فضای خالی بین نمونه‌ها (خلل وفرج) و عدم امکان جریان راحت سیال در داخل محصول می‌باشد.

پس از قطع پاشش، حرکت رو به پایین آب نگهداری شده در سطوح خارجی ذرات کاه و آب آزاد داخل خلل وفرج بصورت زهاب (M_d)، از انتهای ظرف حاوی نمونه‌ها ادامه می‌یافت. قسمت سوم از شکل (۲)، فاز سوم فرآیند نگهداری رطوبت می‌باشد که نحوه خروج رطوبت اضافی از یک توده کاه اشباع را نشان می‌دهد. درابتدای قطع پاشش، خروج آب از نمونه‌ها نسبتا زیاد بود، اما این مقدار به سرعت کاهش و سرانجام به مقدار کم و ثابتی (حالت افقی)، می‌رسید. تراکم و دبی پاشش اثرات معنی‌داری بر میزان زهاب داشتند. میانگین مقادیر M_d، با زیاد شدن دبی سیر صعودی و با افزایش تراکم سیر نزولی داشت.

تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی

جدول تجزیه واریانس (جدول۱)، نشان داد که اثرات نوع نازل، تراکم کاه و دبی پاشش بر میزان رطوبت پیش از زهاب (M_a)، رطوبت نهایی (M_e)، زهاب (M_d)، رطوبت اشباع (M_s) و K_d در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند.

اثرات متقابل نازل × تراکم و نازل × دبی در سطح ۱٪ و اثر متقابل تراکم × دبی در سطح ۵٪ بر M_a، معنی‌دار بود. اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر M_e، معنی‌دار نبود. اثرات متقابل نازل × تراکم و نازل × دبی در سطح ۱٪ بر M_d، معنی‌دار شد، اما اثرات متقابل تراکم × دبی معنی‌دار نبود. به جز اثرات متقابل نازل × دبی، سایر اثرات متقابل بر M_s و k_d معنی‌دار نشد. اثرات متقابل سه طرفه نازل × دبی × تراکم، بر شاخص‌های مورد بررسی، معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین‌ها

مقایسه سطوح مختلف اثرات اصلی (نوع نازل، میزان تراکم و دبی پاشش) و اثرات متقابل دو طرفه (تراکم × نازل، دبی × نازل و تراکم × دبی) بر میانگین شاخص‌های مورد

بررسی انجام شد که نتایج آن بترتیب در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. در مقایسات مربوط به نوع نازل، با توجه به سطوح عامل آزمایشی (کمتر از سه سطح)، از آزمون F و برای سایر عوامل از آزمون S.N.K. استفاده شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثرات نوع نازل، تراکم کاه و دبی پاشش بر شاخص‌های رطوبت پیش از زهاب (M_a)، رطوبت نهایی (M_e)، رطوبت اشباع (M_s)، زهاب (M_d) و K_d، در کاه گندم.

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات				
		M_a	M_e	M_d	M_s	K_d
نازل	۱	۱۷۱/۱ **	۹۵۴۲/۵ **	۱۱۶۸/۱ **	۱۷۳۷۸/۷ **	۰/۰۰۶۰
تراکم	۳	۱۰۶۶/۸ **	۵۴۹۴/۵ **	۱۳۷۳/۲ **	۱۴۳۱/۹ **	۰/۰۴۹۲
دبی	۲	۲۹۱۰/۱ **	۴۰۹۳/۱ **	۴۹۶۱/۴ **	۱۸۰۱۹/۱ **	۰/۰۰۶۴**
تراکم × نازل	۳	۱۱۰/۵ **	۳۵/۵ ns	۸۱/۳ **	۴۵/۶ ns	۰/۰۰۰۷ ns
دبی × نازل	۲	۲۵۲/۱ **	۸۴/۱ ns	۲۰۷/۶ **	۳۳۶/۹ **	۰/۰۰۱۴**
دبی × تراکم	۶	۹/۸ *	۵۲/۸ ns	۱۵۱/۰ns	۴۹/۱ ns	۰/۰۰۰۲ ns
دبی × تراکم × نازل	۶	۲/۵ ns	۲۲/۵ ns	۳۰/۵ ns	۵۰/۴ ns	۰/۰۰۰۳ ns
خطا	۴۸	۳/۳	۴۸/۵	۱۰/۵	۴۵/۸	۰/۰۰۰۳
(cv) ضریب تغییرات	-	۱/۱	۵/۱	۳/۸	۲/۹	۴/۳

**، *، ns و df بترتیب عبارتند از: معنی‌دار در سطح ۱٪، معنی‌دار در سطح ۵٪، عدم اختلاف معنی‌دار و درجه آزادی

جدول ۲- تاثیر سطوح مختلف اثرات اصلی بر میانگین شاخص‌ها مورد بررسی

عوامل اصلی		M_a (g)	M_e (g)	M_d (g)	M_s (g)	K_d
نوع نازل	C	۸۱/۵ a	۱۵۲/۷ a	۹۲/۴ a	۲۴۵/۱ a	۰/۳۸ b
	T	۷۸/۴ b	۱۲۹/۷ b	۸۴/۴ b	۲۱۴/۰ b	۰/۴۰a
تراکم کاه (kg/m^3)	۵	۷۱/۰ d	۱۶۳/۱ a	۷۸/۶ d	۲۴۱/۷ a	۰/۳۲ d
	۵۰	۷۶/۷ c	۱۴۵/۲ b	۸۴/۸ c	۲۳۰/۰ b	۰/۳۷ c
	۸۵	۸۳/۷ b	۱۳۴/۶ c	۹۱/۲ b	۲۲۵/۹ bc	۰/۴۰ b
	۱۲۰	۸۸/۵ a	۱۲۱/۸ d	۹۹/۰ a	۲۲۰/۸ c	۰/۴۵ a
دبی پاشش (g/min)	۴۰۰	۶۹/۲ c	۱۲۷/۳ c	۷۳/۹ c	۲۰۱/۲ c	۰/۳۷ c
	۶۰۰	۷۹/۴ b	۱۴۳/۰ b	۸۸/۷ b	۲۳۱/۸ b	۰/۳۹ b
	۸۰۰	۹۱/۲ a	۱۵۳/۲ a	۱۰۲/۶ a	۲۵۵/۸ a	۰/۴۰ a

اثرات اصلی

نوع نازل

همانگونه که از جدول ۲ مشاهده می‌گردد نازل تی‌جت (T)، نسبت به نازل مخروطی (C)، از لحاظ کلیه شاخص‌ها به جز K_d، کاهش معنی‌دار نشان داده است. الگوی پاشش نازل تی‌جت به‌صورت مسطح (بادبزنی) و الگوی پاشش نازل مخروطی به صورت دایره‌ای می‌باشد. لذا این کاهش می‌تواند در اثر اختلاف سطح در معرض پاشش نمونه‌های کاه و به دلیل تفاوت در الگوی پاشش دو نوع نازل ایجاد شده باشد. باتوجه به الگوی پاشش و شکل ظرف حاوی نمونه‌ها، نازل تی‌جت سطح کمتری از کاه را نسبت به نازل مخروطی تحت پوشش قرار می‌داد که این موضوع بر میانگین مقادیر شاخص‌ها اثر گذار بود. علی‌رغم کاهش M_d و M_s در نازل مخروطی نسبت بین این دو مقدار (K_d)، افزایش بیشتری را نشان می‌دهد. مقدار زهاب M_d، در نازل تی‌جت کمتر از نازل مخروطی بود.

میزان تراکم کاه

با افزایش تراکم کاه، میانگین مقادیر M_e و M_s، روند نزولی و مقادیر M_a، M_d و K_d، روند صعودی، نشان دادند (جدول ۲). در تراکم‌های کمتر بعلت وجود فضاهای خالی بیشتر در داخل توده محصول، رطوبت بیشتری نیز در این فضا نگهداری می‌شود که این امر منجر به جذب بیشتر رطوبت در بافت کاه و نهایتا افزایش مقادیر رطوبت اشباع و نهایی می‌گشت. افزایش تراکم کاه، فضای نگهداری رطوبت را نسبت به نمونه‌های با تراکم کمتر کاهش داد که این امر سبب کاهش میزان رطوبت نهایی، رطوبت اشباع و نیز افزایش زهاب شد. با توجه به کاهش رطوبت اشباع در نمونه‌های متراکم‌تر کاه و ثابت بودن زمان پاشش در کلیه ترکیب های تیماری انتظار می‌رفت که زهاب بیشتری در نمونه‌های متراکم‌تر کاه مشاهده شود. طبیعی است که با افزایش زهاب و کاهش رطوبت اشباع، شاخص K_d، که نشان دهنده نسبت زهاب به رطوبت اشباع است، افزایش یابد. افزایش تراکم و در نتیجه کاهش خلل و فرج همچنین می‌تواند مسیر خروج زهاب را به علت مسدود شدن احتمالی مسیرها در مقایسه با کاه بدون تراکم و یا تراکم کمتر، پیچیده تر و در نهایت مقدار M_a، را افزایش دهد. افزایش رطوبت پیش از زهاب در نمونه‌های متراکم‌تر همچنین می‌تواند به دلیل بیشتر شدن کشش سطحی مایع با کاه و کاهش تراوش یا سقوط آب آزاد، در اثر کم شدن فضای خالی بین نمونه‌ها، باشد. این موضوع با نتایج بدست آمده توسط سایر محققان مبنی بر افزایش رطوبت نگهداری شده کاه در اثر افزایش دبی پاشش مطابقت دارد (۳، ۶، ۹). با توجه به مقادیر کمتر K_d، در کاه بدون تراکم و کافی بودن رطوبت پیش از زهاب برای عمل‌آوری، می‌توان تراکم ۵ kg/m^3 (حالت فشرده نشده کاه)، را به‌عنوان تراکم مناسب انتخاب نمود.

مقدار دبی پاشش

با افزایش دبی پاشش، میانگین کلیه شاخص‌های مورد بررسی (M_e، M_s، M_a، M_d و K_d) روند افزایشی معنی‌دار نشان دادند (جدول ۲). با افزایش دبی احتمال برخورد آب در حال تراوش با سطح کاه افزایش یافت که این امر می‌تواند سبب افزایش رطوبت جذب شده کاه گردد. افزایش میزان زهاب در اثر افزایش دبی، بعلت ازدیاد حجم پاشش و افزایش رطوبت سطحی، امری طبیعی و قابل انتظار بود. با افزایش دبی زمان شروع زهاب کاهش، اما بدلیل حجم بالای پاشش، میانگین رطوبت پیش از زهاب، رطوبت نهایی و رطوبت اشباع کاه افزایش یافت. این موضوع احتمالابدلیل پر شدن سریع و بیشتر فضاهای خالی داخل نمونه‌ها بود که در نهایت منجر به افزایش زهاب و شاخص K_d گردید. با توجه به افزایش میانگین مقادیر مربوط به رطوبت پیش از زهاب در سطح سوم دبی و اختلاف نسبتا زیاد آن با سطح دوم آن، می‌توان سطح سوم دبی پاشش (۸۰۰ g/min)، را به‌عنوان دبی مناسب در نظر گرفت.

اثرات متقابل دو طرفه

تراکم × نازل: اثرات متقابل این دو عامل بر میزان رطوبت پیش از زهاب M_a، در دو نازل متفاوت و میانگین مقادیر مربوط به نازل مخروطی تا سطح تراکم ۵۰ kg/m^3، نسبت به نازل تی‌جت دارای افزایش معنی‌دار بود. در سایر سطوح تراکم این اثر معکوس و مقادیر مربوط به نازل تی‌جت نسبت به نازل مخروطی بیشتر بود. بااین حال در تراکم‌های بالاتر از ۵۰ kg/m^3، علی‌رغم بیشتر بودن

میانگین‌های مقادیر مربوط به M_a، در نازل تی‌جت، تفاوت‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۳). در فرآیند عمل‌آوری و خیساندن کاه رطوبت پیش از زهاب اهمیت بسزایی دارد. لذا نگهداری بیشتر رطوبت پیش از زهاب در نازل تی‌جت می‌تواند انتخاب این نازل برای عمل آوری مکانیزه کاه را توجیه نماید.

جدول ۳- تاثیر سطوح مختلف اثرات متقابل دو طرفه برمیانگین‌های شاخص‌های مورد بررسی

عوامل اصلی		M_a (g)	M_e (g)	M_d (g)	Ms (g)	K_d
تراکم(kg/m^3)	نوع نازل					
۵	C	۷۵/۰ d	۱۷۵/۸ a	۸۰/۰ e	۲۵۵/۸ a	۰/۳۱ f
	T	۶۷/۰ e	۱۵۰/۴ bc	۷۷/۲ e	۲۲۷/۶ d	۰/۳۴ e
۵۰	C	۸۰/۰ c	۱۵۷/۹ b	۸۹/۲ c	۲۴۷/۱ b	۰/۳۶ d
	T	۷۳/۳ d	۱۳۲/۴ d	۸۰/۴ e	۲۱۲/۹ e	۰/۳۸ d
۸۵	C	۸۳/۳ b	۱۴۴/۸ c	۹۷/۸ b	۲۴۲/۶ bc	۰/۴۰ c
	T	۸۴/۰ b	۱۲۴/۵ d	۸۴/۷ b	۲۰۹/۲e	۰/۴۰ c
۱۲۰	C	۸۷/۷ a	۱۳۲/۲ d	۱۰۲/ ۸ a	۲۳۵/۰cd	۰/۴۴ b
	T	۸۹/۳ a	۱۱۱/۳ e	۹۵/۲ b	۲۰۶/۵ e	۰/۴۶ a
دبی(g/min)	نوع نازل					
۴۰۰	C	۶۸/۵ d	۱۴۰/۸ c	۷۷/۱ d	۲۱۷/۸ e	۰/۳۶ c
	T	۷۰/۰ d	۱۱۳/۸ d	۷۰/۷ e	۱۸۴/۵ f	۰/۳۹ ab
۶۰۰	C	۷۹/۵c	۱۵۲/۸ b	۹۰/۳ c	۲۴۳/۱ b	۰/۳۷ b
	T	۷۹/۲c	۱۳۳/۳ d	۸۷/۲ c	۲۲۰/۴d	۰/۴۰ a
۸۰۰	C	۹۶/۵a	۱۶۴/۵ a	۱۰۹/۹ a	۲۷۴/۴ a	۰/۴۰ a
	T	۸۶/۰ b	۱۴۱/۹ c	۹۵/۳ b	۲۳۷/۳c	۰/۴۰ a
تراکم(kg/m^3)	دبی(g/min)					
۵	۴۰۰	۶۰/۰ h	۱۴۸/۰ c	۶۳/۰ h	۲۱۱/۰ e	۰/۳۰ h
	۶۰۰	۶۹/۰ g	۱۶۶/۰ ab	۸۱/۲ ef	۲۴۷/۲ bc	۰/۳۳ g
	۸۰۰	۸۴/۰d	۱۷۵/۲ a	۹۱/۷ d	۲۶۶/۹ a	۰/۳۴ fg
۵۰	۴۰۰	۶۶/۵g	۱۲۹/۷ de	۷۰/۸ g	۲۰۰/۶ ef	۰/۳۵ efg
	۶۰۰	۷۷/۰e	۱۴۵/۳ c	۸۵/۰ e	۲۰۳/۳ d	۰/۳۷ def
	۸۰۰	۸۶/۵ cd	۱۶۰/۵ b	۹۸/۷ c	۲۵۹/۲ ab	۰/۳۸ de
۸۵	۴۰۰	۷۲/۵f	۱۲۰/۱ ef	۷۸/۰ f	۱۹۸/۱ f	۰/۳۹ cd
	۶۰۰	۸۴/۰d	۱۳۶/۱ cd	۹۰/۳ d	۲۲۶/۴ d	۰/۴۰ cd
	۸۰۰	۹۴/۵b	۱۴۷/۷ c	۱۰۵/۳ b	۲۵۳/۰ bc	۰/۴۲ bc
۱۲۰	۴۰۰	۷۸/۰ e	۱۱۱/۲ f	۸۳/۷ e	۱۹۴/۹ f	۰/۴۳ b
	۶۰۰	۸۷/۵ c	۱۲۴/۷ de	۹۸/۵ c	۲۲۳/۲ d	۰/۴۴ b
	۸۰۰	۱۰۰/۰ a	۱۲۹/۴ de	۱۱۴/۸ a	۲۴۴/۲ c	۰/۴۷ a

اثرات متقابل تراکم × نازل بر میزان رطوبت نهایی M_e، در همه سطوح تراکم برای هر دو نازل معنی‌دار و با افزایش تراکم کاهش داشت. اثرات متقابل این دو عامل بر میزان رطوبت اشباع M_s، همانند رطوبت نهایی M_e، در همه سطوح تراکم برای هر دو نازل معنی‌دار و با افزایش تراکم کاهش یافت. کاهش مقادیر رطوبت نهایی و اشباع ناشی از کاهش فضای نگهداری رطوبت (خلل و فرج) در کاه با تراکم بالاتر بود. در خصوص میزان زهاب M_d، تا سطح kg/m^3 ۵، تفاوت معنی‌داری بین نازل‌ها مشاهده نشد و علی‌رغم بیشتر بودن مقادیر مربوط به نوع مخروطی، هر دو نازل در گروه e قرار گرفتند. اما با افزایش تراکم میزان زهاب در نازل مخروطی نسبت به نازل تی‌جت افزایش بیشتری داشت. این افزایش با توجه به نگهداری بیشتر رطوبت اشباع طبیعی است. علی رغم کاهش M_d و M_s در نازل مخروطی، نسبت بین این دو مقدار (K_d)، افزایش بیشتری را نشان می‌دهد. افزایش K_d، در نازل تی‌جت احتمالا می‌تواند بدلیل تمرکز بیشتر پاشش (در دبی‌های کمتر)، در مرکز نمونه‌ها و تجمع رطوبت در این محدوده باشد که با توجه به وجود شکاف در ظرف حاوی نمونه‌ها برای عبور سیستم متراکم کننده باعث خروج بیشتر رطوبت شده است. با افزایش فشار یا دبی پاشش این مشکل در نازل تی‌جت برطرف و تفاوت چندانی در دو نازل به ویژه برای رطوبت پیش از زهاب وجود نداشت.

با نازل تی‌جت میانگین‌های مقادیر رطوبت پیش از زهاب و شاخص K_d، در تراکم kg/m^3 ۱۲۰، در گروه اول رده‌بندی S.N.K قرار گرفتند. رطوبت نهایی و اشباع در تراکم kg/m^3 ۵ و زهاب در تراکم kg/m^3 ۱۲۰، با نازل مخروطی، مقادیر بیشتر را به خود اختصاص داده و در صدر رده‌بندی S.N.K قرار گرفتند. بر اساس نتایج جدول مذکور درصد رطوبت پیش از زهاب کاه (W_a)، از ۴۱ تا ۵۳ درصد تغییر کرد. مقایسه این نتایج با یافته‌های قبلی نشان می‌دهد که رطوبت نگهداری شده پیش از زهاب در کلیه ترکیب‌های تیماری برای عمل‌آوری کاه مناسب است (۹). برای عمل‌آوری کاه شاخص‌های M_e و M_d، به‌عنوان متغیرهای تعیین کننده می‌باشند، لذا با توجه به ایجاد زهاب کمتر و جذب بیشتر رطوبت در کاه بدون تراکم می‌توان عمل‌آوری مکانیزه را بر این حالت از کاه انجام داد. نتایج این بخش، با مطالب ارائه شده توسط باماگا و همکاران (۲۰۰۲)، در خصوص ایجاد زهاب کمتر و جذب بیشتر رطوبت در کاه با تراکم‌های کم‌ترمطابقت دارد.

دبی × نازل

مقایسه میانگین‌ها از (جدول ۳)، بیانگر آنست که تاثیر نوع نازل در کلیه سطوح دبی بر M_e، و M_s، معنی‌دار است. این تأثیر بدین صورت بود که برای کلیه سطوح دبی، نازل مخروطی نسبت به نازل تی‌جت افزایش معنی‌دار نشان داد. در مورد زهاب M_d، در سطح اول و سوم دبی افزایش نازل مخروطی نسبت به نازل تی‌جت معنی‌دار اما در سطح دوم دبی در سطوح مورد آزمون تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. برای میانگین رطوبت پیش از زهاب M_a، در ۲ سطح اول دبی پاشش (۴۰۰ و g/min ۶۰۰)، تفاوت معنی‌داری بین دونازل مشاهده نشد اما در سطح سوم دبی (g/min ۸۰۰)، رطوبت پیش از زهاب در نازل مخروطی نسبت به نازل تی‌جت افزایش معنی‌داری نشان داد. میانگین شاخص K_d، در ۲ سطح اول دبی دارای تفاوت معنی‌داری بود اما در سطح سوم دبی، تفاوتی بین نازل مخروطی و نازل تی‌جت مشاهده نشد. میانگین مقادیر مربوط به کلیه شاخص‌های مورد بررسی در دبی g/min ۸۰۰؛ در رده اول مقایسات چنددامنه S.N.K قرار گرفت. با افزایش دبی پاشش عملکرد هر دو نازل یکسان بود.

تراکم × دبی

باتوجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثرات متقابل تراکم × دبی بر میانگین رطوبت اشباع، رطوبت نهایی، زهاب، و شاخص K_d، معنی‌دار نبود. از آنجا که اثرات متقابل این دو عامل بر میزان رطوبت نگهداری شده قبل از زهاب در سطح ۵٪ معنی‌دار شده است، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که روند تغییرات این صفت در سطوح مختلف دبی با توجه به تراکم‌های مختلف یکسان نبوده است. مقایسه میانگین‌ها از جدول (۴) بیانگر آن است که بیشترین مقدار M_a، M_d و K_d، در تراکم kg/m^3 ۱۲۰ و دبی g/min ۸۰۰ و بیشترین مقدار M_e و M_s، در تراکم kg/m^3 ۵ و دبی g/min ۸۰۰ ایجاد شده است. با افزایش

دبی پاشش، میزان رطوبت پیش از زهاب افزایش یافت. میانگین رطوبت پیش از زهاب در کاه بدون تراکم ۸۴ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم کاه بود.

اثرات متقابل سه طرفه

دبی × نازل × تراکم

اثرات متقابل سه‌طرفه بر شاخص‌های مورد بررسی معنی‌دار نشد (جدول ۱). این بدان معنی است که روند تغییرات سطوح هریک از عوامل اصلی در سطح ثابت ترکیبی از دوعامل دیگر یکسان است. از اینرو مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سه‌طرفه صورت نگرفت. بنا براین تمامی نتایج اثرات متقابل دو طرفه بین تراکم و دبی را می‌توان در هر یک از دو نازل نتیجه گیری کرد.

با یک نگاه کلی به نتایج آزمایش‌ها، استنباط می‌شود که در فرآیند خیساندن کاه می‌توان با هر دو نوع نازل، درصد رطوبت کاه را بدون شروع زهاب M_a، تا ۵۳٪ (w.b.)، افزایش داد. از سویی دیگر در دبی‌های مختلف پاشش، بیش‌ترین مقدار رطوبت نگهداری شده M_e، و کم‌ترین میزان زهاب M_d، در تراکم ۵ kg/m^3 و کم‌ترین میزان رطوبت نگهداری شده M_e، و بیش‌ترین مقدار زهاب M_d ، در تراکم ۱۲۰ kg/m^3، ایجاد شده است. میزان رطوبت از عوامل اصلی و موثر در عمل‌آوری کاه با اوره است و رطوبت بین ۳۰ تا ۵۰ درصد، برای عمل آوری توصیه می‌شود (۶، ۱۰). برای افزایش کیفیت و راندمان کار، توصیه می‌شود که پاشش محلول اوره به‌گونه‌ای انجام گیرد که کم‌ترین میزان زهاب ایجاد گردد. نتایج آزمایش هم‌چنین نشان می‌دهد که کاه با تراکم ۵ kg/m^3، در سطوح مختلف دبی پاشش، محدوده رطوبت مورد نیاز برای عمل‌آوری کاه با اوره را تامین می‌کند. در واحد بردارنده و انتقال مواد بسته‌بند، وضعیت کاه به‌صورت فشرده نشده است. در نتیجه در غنی‌سازی مکانیزه، می‌توان با نصب نازل‌های تی‌جت (به‌دلیل ایجاد زهاب کمتر) در این قسمت از بسته‌بند و پاشش محلول اوره، نسبت به غنی‌سازی کاه در هنگام برداشت اقدام نمود. البته تعیین تعداد و موقعیت مناسب نصب نازل در بسته‌بند، نیاز به تحقیق دارد. لذا با توجه به نتایج این بخش می‌توان نسبت به تعیین تعداد نازل‌ها و محل‌های نصب آنها، بر روی بسته‌بند، اقدام نمود.

نتیجه گیری

- اثر نازل مخروطی بر شاخص‌های مورد بررسی شامل: رطوبت پیش از زهاب (M_a)، رطوبت اشباع (M_s)، رطوبت نهایی (M_e) و میزان زهاب (M_d)، شدیدتر از نازل تی‌جت بود.
- میزان رطوبت پیش از زهاب (M_a)، در کاه بدون تراکم ۴۱ تا ۵۳ درصد بود. این مقدا رطوبت نگهداری شده، حد مطلوب و مورد نیاز برای عمل‌آوری کاه با اوره را تامین می‌نماید.
- هر دو نوع از نازل‌های مورد استفاده در این تحقیق (نازل تی‌جت و مخروطی)، قادر به تأمین حداقل میزان رطوبت مورد نیاز برای عمل‌آوری کاه می‌باشند و می‌توانند برای کار در شرایط مکانیزه انتخاب شوند. نازل تی‌جت بدلیل زهاب (K_d)، کمتر مناسب‌تر از نازل مخروطی باشد.
- در فرآیند عمل‌آوری مکانیزه، شاخص‌های رطوبت نهایی و زهاب به عنوان متغیرهای تعیین کننده می‌باشند. با توجه به مقادیر کمتر نسبت K_d و کافی بودن رطوبت نگهداری شده پیش از زهاب در کاه بدون تراکم، توصیه می‌شود در عمل‌آوری مکانیزه، اعمال محلول اوره بر روی کاه بدون تراکم (تراکم ۵ kg/m^3)، انجام گیرد.
- طبق نتایج حاصله توصیه می‌شود فرآیند عمل آوری مکانیزه کاه توسط نازل تی‌جت و در کانال تغذیه بیلر انجام گیرد. فضای بالای محفظه تغذیه بیلر، می‌تواند به‌عنوان محل مناسب نصب نازل در نظر گرفته شود.

سپاسگزاری

از موسسه تحقیقات علوم دامی کشور بدلیل حمایت مالی و فنی، آموزشکده کشاورزی کرج برای در اختیار گذاشتن امکانات اجرایی و نیز از آقای مهندس عبدالرسول غفاری برای همکاری صمیمانه ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Andrewes, L.D. & B. N. McPherson. 1963. Comparison of different types of materials for broiler litter. Poultry Science 41 : 249 - 254.
2. Anonymous. 2002. FAOSTAT Database Results. Available on the www:http://fao.org/
3. Bamaga, O.A., T. C. Thakur, & M. L. Verma. 2002. Laboratory investigation into the wetting of baled wheat straw stack with urea solution for ammonaition. Transaction of the ASAE, 45(1): 55-64
4. Chenost, M. & C. Kayouli. 1997. Roughage utilization in warm climates. FAO Animal Production and Health Paper 135. Rome.
5. Cottyn, B.G. & J. L. Boever. 1988. Upgrading of straw by ammoniation. Anim. Feed. Sci. Technol. , 21:287-294
6. Hadjipanayiotou, M. & S. Economides. 1997. Assessment of various treatment conditions affecting the ammoniation of long straw by urea. Livestock Research for Rural Development. Vol. 9 number 5.
7. Jackson, M.G. 1978. Treating straw for animal feeding. FAO Animal Production and Health Paper 10.
8. Mansoory, R. D. 1996. Tractor and farm machinery. 2nd Ed. Hamedan university pub.
9. Nguyen, X.T., C. X. Dan, L. V. Ly, & F. Sundstol. 1998. Effect of utrea concentration, moisture content, and duration of treatment on chemical composition of alkali treated rice straw. Livestock Research for Rural Development. Vol. 10 number 1, january.
10. Raisianzadeh, M., R. Faizi, A. Abbasi & H. Monaazami. 2004. Acceptability of urea treating straw project by sheep breeders in Khorasan province. In: proceedings 2nd conferences of Sheep and Goat. Animal Science Research Institute. Ministry of Jihad-e-agriculture. Karaj. Iran.
11. Summers, M.D., S. L. Blunk, & B. M. Jenkins. 2003. How Straw Decomposes. EBNet Straw Bale Test Program Available on the www.ecobuildnetwork.org DRAFT 12/8/2003
12. Ward, P. L., J. E. Wohlt, P. K. Zajac, & K. R. Cooper. 2000. Chemical and physical properties of processed newspaper compared to wheat straw and wood shavings as animal bedding. Journal of Dairy Science. Vol. 83: 359-367.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.