همت مضاعف

کار مضاعف

همه نیرویمان را به کار گیریم و به سمت هدف جهش کنیم.

این می شود همت مضاعف

رهبر معظم انقلاب

معاونت تولیدات گیاهی
سازمان تحقیقات ،آموزش و ترویج کشاورزی

راهنمای
برداشت و پس از
برداشت برنج

مؤلف:
حمید آقاگل‌زاده

تهیه و تدوین :
ـ دفترپنبه ، دانه‌های روغنی ، نباتات صنعتی و مجری طرح برنج کشور
ـ دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی

۱۳۸۹

سرشناسه	:	آقاگل‌زاده، حمید
عنوان و نام پدیدآور	:	برداشت و پس از برداشت برنج/ مولف آقا گـل‌زاده.؛ [بـرای] وزارت جهاد کشاورزی، معاونت تولیدات گیاهی، دفتر برنج و حبوبات.
مشخصات نشر	:	کرج: سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج و آموزش، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری	:	۲۲۰ص.: مصور (رنگی) ، جدول.
شابک	:	۹۷۸ – ۹٦٤ – ۵۲۰ –۱۷۷ –۵
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتابنامه
موضوع	:	برنج -- ایران
شناسه افزوده	:	ایران. وزارت جهاد کشاورزی. دفتر برنج و حبوبات
شناسه افزوده	:	سـازمان تحقیقـات آمـوزش و تـرویج کـشاورزی. معاونـت تـرویج وآموزش. نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	:	SB۱۹۱/ب٤آ٧ ۱۳۸۸
رده بندی دیویی	:	٦۳۳/۱۸۰۹۵۵
شماره کتابشناسی ملی	:	۲۱۲٦۹٦۱

ISBN:978-964-520-177-5
شابک: ۵-۱۷۷-۵۲۰-۹٦٤-۹۷۸

راهنمای برداشت و پس از برداشت برنج

مؤلف: حمید آقاگل‌زاده
ناشر: نشر آموزش کشاورزی
صفحه‌آرا: نادیا اکبریه
چاپ نخست: ۱۳۸۹
تیراژ: ۱۳۰۰جلد
قطع: پالتویی
قیمت: ۶۵۰۰۰ ریال

آماده‌سازی و چاپ: دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی - نشرآموزش کشاورزی

حق چاپ © محفوظ
مسئولیت صحت مطالب با مؤلف است

کرج - کیلومتر ۷ جاده ماهدشت، معاونت ترویج و آموزش
دفترخدمات تکنولوژی آموزشی - نشر آموزش کشاورزی
تلفن: ٦۲۰۰٦۲۲ - ۰۲٦۱

سخن ناشر

دیرینه کشت برنج در کشور به سال‌های بسیار قبل باز می‌گردد و در زمان کنونی این محصول توانسته است نقش مهمی را در جیره غذایی پیدا نماید . تولید برنج در کشور در مقایسه با سایر کشورهای تولید کننده از متوسط عملکرد قابل قبولی برخوردار است اما به دلیل افزایش مصرف سرانه آن و همچنین رشد جمعیت الزام می‌نماید تولید را افزایش داد. به دلیل شرایط ویژه آب و هوایی مورد نیاز برای کشت و محدودیت در افزایش سطح زیر کشت در کشور، مناسب ترین شیوه جهت افزایش تولید، بالا بردن عملکرد در واحد سطح می‌باشد. عملیات بهسازی و آماده سازی اراضی ،شناسایی ارقام مناسب فراخور شرایط منطقه، مبارزه با آفات و بیماریها، تغذیه و حاصلخیزی خاک وبرداشت محصول و ،فرآوری آن از مهمترین عوامل تاثیر گذار در افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشند .

این معاونت در راستای وظایف آموزشی و ترویجی در فرآیند یاددهی و یادگیری با همکاری دفتر پنبه ، دانه‌های روغنی ، نباتات صنعتی و مجری طرح برنج کشور و متخصصین برنج کشور در حرکتی نوین به منظور دسترسی به جامعه‌ای خودکفا در روند تولید برنج مرغوب اقدام به تولید بسته آموزشی کاشت، داشت و برداشت برنج جهت ارتقای علمی و کاربردی کارشناسان و ناظرین طرح نموده است. در این بسته ۷ عنوان کتاب راهنما (آماده سازی و کاشت ۱ و ۲ ، آفات و بیماریها ، تغذیه و علفهای هرز مزارع برنج ، مهمترین ارقام برنج و برداشت و فرآوری) با مطالب کاملاً علمی و اجرایی همراه تصاویر گویا، رنگی و همچنین تهیه و تولید ۴ عنوان لوح فشرده مولتی مدیا (CD) آموزشی که علاوه بر مطالب علمی و تصاویر گویا از ۱۵۰ دقیقه فیلم آموزشی نیز جهت آموزش بهتر استفاده گردیده است .

ضمن تشکر از کلیه دست اندرکاران در تهیه این بسته آموزشی خصوصاً مولفین و کارشناسان محترم دفتر پنبه، دانه‌های روغنی، نباتات صنعتی و مجری طرح برنج کشور و کارکنان دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی، از متخصین امر تقاضا داریم نظر و پیشنهاد سازنده خود را در پربار نمودن مجموعه حاضر به آدرس دفتر مذکور – صندوق پستی ۴۴۱۴-۳۱۵۸۵ ارسال نمایند.

سیدجواد قرشی ابهری

معاون ترویج و آموزش

پیشگفتار مجری طرح برنج

برنج با نام علمی Oryza sativa یکی از مهمترین محصولات غلـه‌ای در کشورهای درحال توسعه بوده و غذای اصلی برای بیش از نیمی از مردم جهان است، ویکی از دوکالای استراتژیک و مهم غذایی است بطوری که در گروه محصولات مهم زراعی کشور (گندم، برنج، پنبه، ذرت، چغندرقند و سیب‌زمینی) پس از گندم بالاترین سطح زیرکشت را دارا می‌باشد، همچنین برنج منبع درآمد مناسبی برای میلیونها نفر از مردم می‌باشد، این محصول حدود ۵۰۰۰ سال قبل در چین و هندوستان کشف شده است و از قدیمی‌ترین گیاهانی است که در جهان کشت می‌شود و دانه آن نیز به مصرف غذای انسان می‌رسد. در ایران از ۲۰۰۰ سال پیش کشت برنج و مصرف آن متداول بوده است و دو استان گیلان و مازندران بیش از ۷۵ درصد سطح زیرکشت برنج کشور را دارا می‌باشند و پس از آن استانهای گلستان، فارس، خوزستان دارای بیشترین سطح زیر کشت می‌باشند و در مجموع در ۲۱ استان کشور کشت برنج رایج است. کشور ایران که تا دهه ۱۳٤۰ هجری شمسی صادرکننده برنج بوده طی این دهه خود یکی از واردکنندگان عمده این محصول محسوب گردیده است بطوریکه طی سالهای ۷۷-۱۳٤۰ میزان واردات از ۱۱ هزارتن به ٦۳۰ هزارتن افزایش یافته است گسترش شهرنشینی و افزایش نسبی درآمدها بخصوص درآمد طبقات مختلف شهرنشینی به جهت تزریق درآمدهای حاصل از نفت دراقتصاد کشور، امکان مصرف برنج را حتی به بهای چندبرابر نیز فراهم آورده و این امر با تولید و مصرف، بتدریج موجب افزایش تقاضای برنج گردیده است.

لذا جهت تأمین برنج موردنیاز می‌باید واریته‌های اصلاح شده‌ای از برنج در دسترس باشد که علاوه بر توانایی عملکرد بالا، دارای دوره رشد کوتاه به منظور کاهش نیاز آبی و متناسب با کشت

فشرده، مقاومت به آفات، بیماریها و علفهای هرز (دارای خاصیت آللوپاتی علیه علف هرز) برای کمک به جلوگیری از آلودگی محیط در اثر مصرف بیش از اندازه و غیراختصاصی مواد شیمیایی کشاورزی، تحمل برخی شرایط نامساعد محیطی از قبیل شوری و خشکی، و در نهایت کیفیت عالی دانه، بویژه ضریب تعدیل برای حداقل سازی افت تبدیل باشند.

با توجه به رشد فزآینده جمعیت و نیاز روزافزون به محصول برنج که به رنج بدست می‌آید و در این راه، کشاورزان پای درآب و سر درآفتاب دارند، باید در زمینه کاهش صعویت کاری، افزایش تولید، تقلیل ضایعات، کاهش هزینه و افزایش بهره‌وری با ملحوظ نگهداشتن حفظ محیط زیست و کشاورزی پایدار اقدام جدی به عمل آورد، این امر تحقق نخواهدیافت مگر با بهبود ساختارهای زیربنایی (تامین آب، تجهیز و نوسازی و یکپارچه سازی اراضی شالیزاری) و روبنائی(تحقیق، آموزش و ترویج و تامین سایر نهاده‌ها) که مستلزم برنامه ریزی دقیق و تلاش جدی و خستگی ناپذیری است.

در پایان از همه کسانی که در تهیه و تدوین، و انتشار بسته آموزشی، کاشت، داشت و برداشت برنج تلاش نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد، امید است این مجموعه بتواند کمک موثری در ارتقاء دانش و بینش کارشناسان تحقق اهداف طرح افزایش برنج کشور بنماید.

بهمن ناصحی

مدیرکل دفتر پنبه، دانه‌های روغنی، نباتات صنعتی

و مجری طرح برنج کشور

فهرست مطالب

فصل اول (کلیات و مقدمات)

۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲- تقسیم‌بندی برنج ۲
۱-۲-۱- تقسیم‌بندی بر اساس تیپ ۲
۱-۲-۲- تقسیم‌بندی بر اساس طول دانه ٤
۱-۲-۳- تقسیم‌بندی بر اساس نسبت ابعاد دانه ٦
۱-۳- ضایعات برنج ۷
۱-۳-۱- ضایعات برنج در عملیات برداشت ۷
۱-٤- برخی خصوصیات گیاهی مؤثر در برداشت برنج ۱۰

فصل دوم (رتون)

۲-۱- مقدمه ۱۳
۲-۲- بررسی شرایط موجود جهت رتون‌گیری ۱۳
۲-۳- برداشت رتون ۱٤

فصل سوم (برداشت برنج)

۳-۱- مقدمه ۱۷
۳-۲- روش‌های تشخیص زمان رسیدن دانه‌های برنج ۱۷
۳-۳- روش‌های برداشت برنج ۱۹
۳-۳-۱- برداشت غیرمستقیم برنج ۱۹
۳-۳-۱-۱- دروی محصول توسط کارگر و خرمنکوبی آن
با استفاده از خرمنکوب یا کمباین ۱۹

۳-۳-۱-۲- دروی محصول توسط دروگر و خرمنکوبی آن
با استفاده از خرمنکوب یا کمباین ۲٤
۳-۳-۲- برداشت مستقیم برنج ۲٤

فصل چهارم (ماشین‌های برداشت غیر مستقیم)

٤-۱- مقدمه ۲۷
٤-۲- دروگر ۲۸
٤-۲-۱- دروگر خودگردان ۲۸
٤-۲-۲- دروگر نوع سوارشونده بر تیلر ۳٦
٤-۲-۳- طرز کار با دروگرها ۳۷
٤-۲-٤- نکات فنی در خصوص استفاده از دروگرها ۳۹
٤-۲-٥- سرویس و تنظیمات قسمت دروکننده ٤۱
٤-۲-٦- نگهداری ماشین ٤۳
٤-۳- دروگر - بافه‌بند ٤٤
٤-٤- خرمنکوب‌ها ٤٥
٤-٤-۱- خرمنکوب‌های دستی ٤٦
٤-٤-۲- خرمنکوب‌های پشت‌تراکتوری ٤۹
٤-٤-۳- خرمنکوب‌های دستی نوع تغذیه اتوماتیک خودگردان ٥۰

فصل پنجم (ماشین‌های برداشت مستقیم برنج)

٥-۱- مقدمه ٥۳
٥-۲- کمباین‌های مخصوص برداشت برنج ٥٤
٥-۲-۱- کمباین برنج از نوع استاندارد ٥٤
٥-۲-۱-۱- اجزای کمباین استاندارد برنج ٥٥
٥-۲-۱-۲- شرایط کار کمباین استاندارد برنج ۷۲
٥-۲-۱-۳- تنظیمات کمباین‌های استاندارد برنج ۷٤

۵-۲-۲- کمباین‌های هدفید ۸۰
۵-۲-۲-۱- کمباین‌های هدفید نوع راه‌رونده ۸۱
۵-۲-۲-۲- کمباین‌های هدفید نوع سوارشونده ۸۱
۵-۲-۲-۳- اجزای ساختمانی کمباین‌های هدفید..... ۸۲
۵-۲-۲-٤- مکانیزم کار کمباین‌های هدفید ۹٦
۵-۲-۲-۵- مزایا و محدودیت‌های موجود در بکارگیری
کمباین‌های هدفید ۹۸
۵-۲-۳- کمباین‌های هداستریپر ۱۰۳
۵-۳- روش راه‌اندازی کمباین‌های برنج و ورود به داخل مزرعه..... ۱۰٦
۵-٤- نحوه دور زدن کمباین در داخل کرت ۱۰۹
۵-۵- حمل کمباین با استفاده از تریلی یدک‌کش ۱۱۰
۵-٦- نکات فنی و ایمنی ۱۱۳
۵-۷- خواباندن ماشین در آشیانه ۱۱٦

فصل ششم (آزمون و ارزیابی کمباین‌ها)

٦-۱- مقدمه ۱۱۹
٦-۲- عوامل مؤثر در آزمون یک کمباین ۱۲۰
٦-۳- اندازه‌گیری میزان ریزش دماغه و سیستم بوجاری ۱۲۱
٦-٤- اندازه‌گیری میزان عملکرد کمباین در واحد زمان ۱۲۳
٦-۵- اندازه‌گیری میزان دانه‌های آسیب‌دیده ۱۲٤

فصل هفتم (انتخاب کمباین)

۷-۱- مقدمه ۱۲۵
۷-۲- عوامل مؤثر در انتخاب کمباین ۱۲۵
۷-۲-۱- عوامل فنی ۱۲۵
۷-۲-۲- عوامل تجاری ۱۲۹

۷-۲-۳- عوامل اقتصادی ۱۲۹
۷-۲-٤- عوامل اجتماعی ۱۳۰

فصل هشتم (فرآیند خشک‌کردن برنج)

۸-۱- مقدمه ۱۳۳
۸-۲- معرفی دانه برنج ۱۳۳
۸-۲-۱- اجزای دانه برنج ۱۳٤
۸-۲-۲- دانه‌های گچی ۱۳۷
۸-۳- خشک‌کردن برنج ۱۳۸
۸-۳-۱- اهداف خشک‌کردن برنج ۱۳۹
۸-۳-۲- روش‌های خشک‌کردن برنج ۱۳۹
۸-۳-۲-۱- خشک کردن در زیر آفتاب ۱۳۹
۸-۳-۲-۲- استفاده از خشک کنهای نوع بستر خوابیده ۱٤۱
۸-۳-۲-۳- استفاده از خشک کنهای نوع گردشی ۱٤۷
۸-۳-۲-٤- استفاده از خشک‌کنهای نوع مادون قرمز ۱۵۵
۸-۳-۲-۵- استفاده از خشک کنهای نوع سیار (پرتابل) ۱۵۵
۸-۳-۲-٦- استفاده از خشک‌کنهای نوع خانگی ۱۵۷

فصل نهم (فرآیند تبدیل برنج)

۹-۱- مقدمه ۱۵۹
۹-۲- بوجاری اولیه ۱۵۹
۹-۲-۱- سنگ‌گیر ۱٦۱
۹-۲-۲- جداکننده‌های بادی ۱٦۳
۹-۲-۳- الک مرتعش ۱٦٤
۹-۳- پوست‌کنی ۱٦۵
۹-۳-۱- انواع پوست‌کن‌های اصطکاکی ۱٦٦

۹-۳-۱- ۱- پوست‌کن نوع انگلبرگ ۱٦٦
۹-۳-۱-۲- اجزای ساختمانی ۱٦۷
۹-۳-۱-۳- مزایا ۱٦۹
۹-۳-۱-٤- معایب ۱٦۹
۹-۳-۲- پوست‌کن نوع غلتک لاستیکی ۱٦۹
۹-۳-۲-۱- مزایا ۱۷۳
۹-۳-۲-۲- معایب ۱۷۳
۹-۳-۳- پوست‌کن نوع تیغه‌ای یا ضربه‌ای ۱۷۳
۹-٤- سپراتور یا جداکننده شلتوک از برنج قهوه‌ای ۱۷٤
۹-٤-۱- انواع سپراتور ۱۷۵
۹-٤-۱-۱- سینی لرزشی نوع حفره حفره‌دار ۱۷۵
۹-٤-۱-۲- سینی لرزشی نوع حجره حجره‌دار ۱۷۷
۹-۵- سفیدکنها ۱۷۹
۹-۵-۱- سفیدکنهای اصطکاکی ۱۸۰
۹-۵-۲- سفیدکنهای سایشی ۱۸٤
۹-٦- پولیشر یا جلادهنده ۱۸٦
۹-٦-۱- انواع پولیشر ۱۸٦
۹-۷- جداسازی و درجه‌بندی برنج ۱۸۹
۹-۷-۱- تعاریف ۱۸۹
۹-۷-۲- انواع درجه‌بندی برنج ۱۹۰
۹-۷-۲-۱- درجه‌بندی برنج بر اساس ابعاد ۱۹۰
۹-۷-۲-۲- درجه‌بندی برنج بر اساس رنگ ۱۹۵
۹-۸- بسته‌بندی برنج ۱۹٦
۹-۹- انبار نمودن شلتوک ۱۹۸
۹-۱۰- نگهداری بذور برنج ۲۰۱
۹-۱۱- حمل و نقل برنج ۲۰۲

۹-۱۱-۱- انواع نقاله های مناسب برای برنج ۲۰۲
۹-۱۲- نیم‌جوش نمودن شلتوک ۲۰۶
۹-۱۲-۱- مزایای نیم‌جوش نمودن شلتوک ۲۰۸
۹-۱۲-۲- معایب نیم جوش نمودن شلتوک ۲۰۸

فصل دهم (صنایع تبدیلی برنج)

۱۰-۱- مقدمه ۲۱۱
۱۰-۲- مصارف برنج ۲۱۱
۱۰-۲-۱- مصرف دانه برنج بصورت برنج سفید شده ۲۱۱
۱۰-۲-۲- استفاده از برنج قهوه‌ای به جای برنج سفید ۲۱٤
۱۰-۳- صنایع جانبی برنج ۲۱۵
۱۱- منابع ۲۱۸

۱-۱- پیشگفتار

رشد بی‌رویه جمعیت و نیاز روزافزون به غذا مستلزم تلاش بیشتر در جهت تولید و تأمین مواد غذایی است. افزایش تولید یا تأمین مواد غذایی کافی از طریق افزایش سطح زیر کشت، افزایش عملکرد در واحد سطح یا استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی محقق خواهد گردید.

خودکفایی برنج یکی از آرزوهای دیرینه مردم شریف ایران به ویژه کشاورزان و دست‌اندرکاران وزارت جهاد کشاورزی است که اخیراً در این راستا، مسئولین و متولیان امر در وزارت جهاد کشاورزی و کشاورزان عزیز تمامی توانها را در این خصوص معطوف نموده‌اند.

با توجه به اینکه ایران از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌بیابانی محسوب می‌گردد، قطعاً در امر خودکفایی برنج، مقوله افزایش سطح زیر کشت به خاطر برخی محدودیت‌های موجود در منابع تولید همچون؛ آب، خاک و غیره با مشکلاتی مواجه است. بنابراین برای این امر، عمده‌ی تلاش‌ها و توان‌ها باید در جهت افزایش عملکرد در واحد سطح و استفاده بهینه از کلیه نهاده‌های کشاورزی سوق داده شوند.

مسلماً بهره‌مندی از تکنولوژی ماشین‌های شالیزاری و تجهیزات تبدیل برنج، نیل به این اهداف را تسهیل خواهد بخشید. زیرا این امر با مکانیزه نمودن سیستم‌ها و ساده نمودن

روش‌ها، انجام کارها را سرعت بخشیده در نهایت منجر به افزایش بازدهی و بهره‌وری خواهد گردید.

لازم به ذکر است، بهره‌مندی از این گونه تکنولوژی‌ها مستلزم برخورداری از دانش و شناختی کافی از ماشین‌ها اعم از؛ مکانیزم‌ها، اصول مدیریت، به‌کارگیری و عوامل مرتبط در به‌کارگیری می‌باشد. چرا که همواره انتخاب صحیح در گرو آگاهی و شناخت کافی محقق خواهد شد. انتخاب صحیح ماشین و تکنولوژی‌های مربوطه همواره جزء مهمترین مقوله‌های مدیریتی در امر مکانیزاسیون کشاورزی به ویژه مکانیزاسیون برنج محسوب می‌گردد، چرا که در اثر انتخاب نادرست نه تنها گره‌ای از مشکلات موجود گشوده نخواهد شد بلکه حتی بر آنها افزوده نیز خواهد شد. به بیانی دیگر، در اثر انتخاب‌های نادرست ماشین‌ها و تکنولوژی، در آینده‌ای نه‌چندان دور، مزارع کشاورزی به گورستانی از ماشینها تبدیل خواهند شد که متأسفانه در کشور ما نیز انتخاب نادرست ماشین‌ها و تکنولوژی به عنوان یکی از مهمترین آفت مکانیزاسیون کشاورزی محسوب می‌گردد.

در این کتاب سعی گردیده است مطالب به‌صورت مختصر و کاربردی در اختیار مدیران، کارشناسان، مروّجان و کشاورزان قرار گیرد. امید است که مطالب این کتاب برای خوانندگان

محترم، مفید واقع گردد و آنان را در جهت نیل به اهداف فوق یاری نماید.

در پایان از ریاست محترم مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز جناب آقای مهندس غلامرضا رعیت‌پناه به خاطر فراهم نمودن شرایط لازم جهت تهیه‌ّی این کتاب، جناب آقای مهندس بهمن ناصحی و کلیه همکاران ایشان که مسئولیت تهیه این کتاب را به این‌جانب محوّل نمودند، جناب آقای مهندس نوایی مدیر عامل شرکت خزرالکتریک به‌خاطر در اختیار قراردادن تصاویر و کاتالوگ‌های آن شرکت و از تلاش‌های بی‌دریغ جناب آقای مهندس سفیدیان، جناب آقای مهندس فرقانی و کلیه‌ی همکاران ایشان از دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی که اسباب چاپ و نشر این کتاب را فراهم نمودند صمیمانه تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

فصل اول– کلیات و مقدمه

۱-۱- مقدمه

بالا بودن میزان انرژی تولیدی در برنج به‌خاطر برخورداری از درصد کربوهیدرات زیاد و همچنین بالا بودن میزان عملکرد آن در واحد سطح، سبب گردید که مردم از آن به عنوان یک منبع تولید انرژی در قالب ماده‌ی غذایی، توجهی خاص داشته باشند. از طرفی دیگر، سهولت هضم و بالا بودن قابلیت جذب آن سبب گردید که این محصول در بین غلات از اهمیت خاصی برخوردار باشد. به‌طوری که این محصول در بین غلات، پس از گندم دارای بیشترین مقدار تولید در جهان را دارا می‌باشد. میزان سطح زیر کشت آن در ایران در حدود ٦٣٠ هزار هکتار و مصرف سرانه آن نزدیک به ٤٠ کیلوگرم می‌باشد. میزان ضایعات این محصول با ارزش در داخل کشور بیش از ۲۰ درصد است که بیشترین مقدار آن به مرحله برداشت تعلق دارد. استفاده از کمباین‌ها، ماشینها و تجهیزات شالیکوبی نامناسب و فرسوده، از دلایل عمده‌ی بالا بودن میزان ضایعات برنج در کشور محسوب می‌گردد. در این کتاب سعی گردیده

است با معرفی انواع ماشینها و تکنولوژی‌های سنتی و مدرن، کلیه‌ی دست‌اندرکاران مربوطه اعم از؛ کارشناسان، مروّجان و کشاورزان را با اصول صحیح مدیریت این نوع ماشین‌ها (انتخاب و به‌کارگیری آنها) آشنا نماییم تا بتوانیم گامی مؤثر در جهت کاهش ضایعات آن برداریم.

۱ -۲ - تقسیم‌بندی برنج

۱-۲-۱- تقسیم‌بندی بر اساس تیپ

گرچه برنج را بر اساس خصوصیات فیزیکی، فیزیولوژیکی و غیره تقسیم‌بندی می‌نمایند، ولی از دیدگاه ماشینی، عمدتاً بر اساس شکل ظاهری، ابعاد و اندازه و استحکام مکانیکی (مقاومت در برابر فشار و صدمات مکانیکی) تقسیم بندی می‌شوند. در حالت کلی، برنج به سه تیپ ژاپنی، هندی و جاوه‌ای تقسیم‌بندی می‌شود. این نوع تقسیم‌بندی تا حدود زیادی خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و حتی فیزیولوژیکی را در بر می‌گیرد.

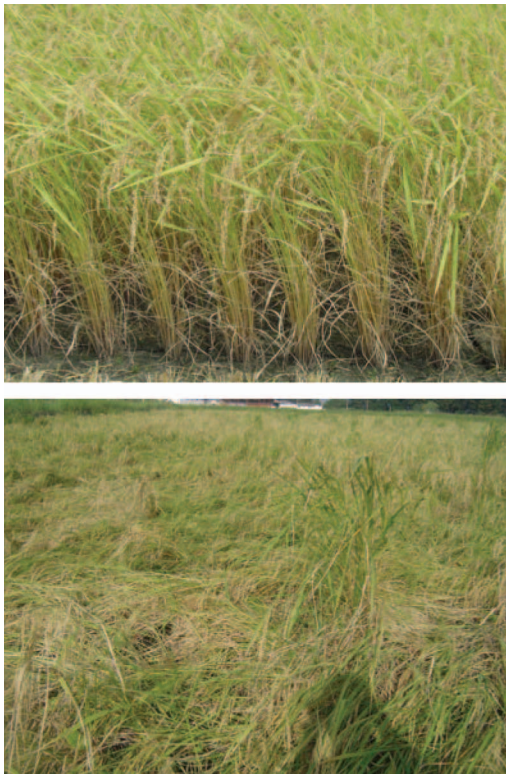
۱) تیپ ژاپنی (Japonica)؛ دارای دانه‌هایی با طول کوتاه، عرض و ضخامت تقریبا یکسان و زیاد، با شکل ظاهری نسبتا کروی، مقاوم در برابر صدمات، ضربات مکانیکی و ریزش، طول گیاه کوتاه و برنج حاصل دارای درصد نشاسته‌ی نسبتا بالا می‌باشد.

۲) تیپ هندی (Indica) ؛ دارای دانه‌هایی بلند و لاغر (طول زیاد ولی عرض و ضخامت کم)، با شکل ظاهری دراز،

ضعیف در برابر صدمات، ضربات مکانیکی و ریزش، با درصد نشاسته‌ی نسبتاً کم و طول گیاه نیز بلند می‌باشد. عمده‌ی برنج‌های ایرانی از این تیپ می‌باشند.

۳) تیپ جاوه‌ای(Javanica) ؛ دارای دانه‌هایی با ابعاد، شکل و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی (مقاومت در برابر ضربه و ریزش) حد واسط بین ارقام ژاپنی و هندی می‌باشند.

شکل ۱ - مقایسه بین دانه‌های برنج ارقام ژاپنی و ایرانی



شکل ۲ - مقایسه بین گیاه برنج ارقام ژاپنی (بالایی) و ایرانی (پایینی)

۱-۲-۲- تقسیم‌بندی بر اساس طول دانه

سازمان خواربار جهانی (FAO) برنج‌های سفید را بر اساس طول، به چهار گروه خیلی بلند، بلند، متوسط و کوتاه تقسیم‌بندی نموده است.

نام گروه	طول
خیلی بلند	با طول بیش از ۷ میلی‌متر
بلند	با طول بین ٦/٥ تا ۷میلی‌متر
متوسط	با طول بین ٥/٥ تا ٦/٩ میلی‌متر
کوتاه	با طول کمتر از ٥/٥ میلی‌متر

جدول ۱ - تقسیم‌بندی برنج‌های سفید بر اساس طول

علاوه بر آن، FAO دانه‌های شکسته را نیز بر حسب طول به چهار گروه دانه‌های شکسته خیلی ریز، ریز، درشت و دانه‌های سالم تقسیم‌بندی کرده است.

نام گروه	طول
دانه سالم	با طول بیش از شش هشتم طول دانه کامل و دانه بدون شکستگی
شکسته درشت	با طول بیش از سه هشتم و کمتر از شش هشتم طول دانه کامل
شکسته ریز	با طول بیش از ۰/١٤ میلی‌متر و کمتر از سه هشتم طول دانه کامل
شکسته خیلی ریز	با طول کمتر از ۰/١٤ میلی‌متر

جدول ۲ – تقسیم‌بندی دانه‌های شکسته بر اساس طول

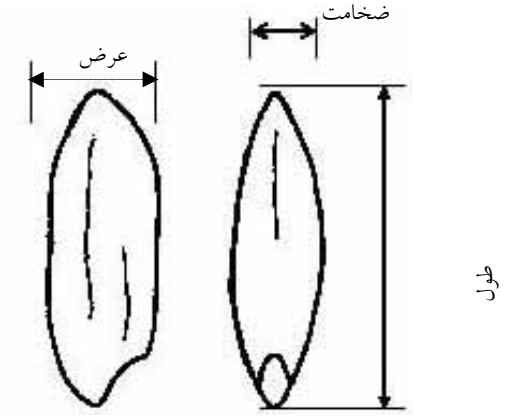
۱-۲-۳- تقسیم‌بندی برنج بر اساس نسبت ابعاد دانه

نسبت بزرگ‌ترین بعد (طول) به کوچک‌ترین بعد (ضخامت) برنج یکی از معیارهای مهم فیزیکی جهت تعیین شکل ظاهری و میزان استحکام دانه‌ها در مقابل صدمات مکانیکی می‌باشد. هرچه مقدار این نسبت بیشتر باشد، بیانگر آن است که دانه دارای شکلی لاغر و باریک بوده در نتیجه در مقابل ضربات و صدمات مکانیکی (حین عمل خرمنکوبی و تبدیل) ضعیف می‌باشد. علاوه برآن، به عنوان یکی از پارامترهای مهم جهت طراحی دستگاه‌های بوجاری و درجه‌بندی کننده‌های مکانیکی (همچون الک‌های مرتعش و غیره) محسوب می‌گردد.

۱) دانه‌های قلمی یا لاغر؛ دانه‌هایی هستند که نسبت طول به ضخامت آنها بیشتر از ۳ می‌باشد.

۲) دانه‌های متوسط؛ دانه‌هایی با نسبت طول به ضخامت بین ۲/۱ تا ۳ می‌باشند.

۳) دانه‌های گرد؛ دانه‌هایی با نسبت طول به ضخامت کمتر از ۲/۱ می‌باشند.



شکل ۳ - نام‌گذاری ابعاد دانه

۱-۳- ضایعات برنج

بر اساس گزارش سازمان خواربار جهانی (F.A.O) میزان ضایعات برنج در دنیا حدود ۲۱ درصد است که بیشترین مقدار آن (حدود ٦ تا ۸ درصد) به مرحله‌ی برداشت(اعم از درو و خرمنکوبی) تعلق دارد. پس از مرحله‌ی برداشت، بیشترین مقدار ضایعات برنج به فرآیند تبدیل آن(٤/٥ درصد) تعلق دارد.

۱-۳-۱- ضایعات برنج در عملیات برداشت

اصولا ضایعات برنج در فرآیند برداشت به دو صورت شیمیایی و فیزیکی تقسیم‌بندی می‌شوند. ضایعات شیمیایی در اثر عواملی از قبیل بالا بودن رطوبت دانه‌ها یا ساقه‌ها و

برگ‌های همراه دانه‌ها حادث می‌گردد. به عنوان مثال؛ در اثر غرق شدن محصول در داخل آبهای سطحی باقی مانده در مزرعه در زمان برداشت یا در اثر باقی ماندن محصول تازه برداشت شده (با رطوبت زیاد) در داخل انبار یا مخزن کمباین، در اثر فعل‌وانفعالات شیمیایی فاسد می‌گردد که به‌صورت تغییر طعم و رنگ ظاهر می‌شود.

شکل ۴ – فاسد شدن برنج در اثر غرق شدن خوشه در داخل آب

ضایعات فیزیکی به دو صورت ضایعات پنهان و آشکار حادث می‌گردند. ضایعات آشکار عمدتا ضایعاتی کمّی(وزنی یا حجمی) هستند که در زمان برداشت به‌صورت محصول از دست رفته نمایان می‌گردند. به عبارتی دیگر، مقداری از محصول در اثر عواملی همچون؛ لرزش شانه برش، برخورد با چرخ فلک یا مقسم‌های طرفین کمباین یا دروگر، وزش باد شدید پنکه کمباین و غیره بر روی زمین ریخته شده، از دسترس خارج می‌گردند.

قسمت دیگری از محصول ممکن است در اثر ضربات مکانیکی وارده در محفظه خرمنکوبی، واحدهای انتقال محصول (نقاله‌ها) و غیره دچار شکستگی شوند. در این‌گونه ضایعات گرچه محصول از دسترس خارج نمی‌شود یا به عبارتی دیگر وزن یا حجم محصول بدست آمده در اثر آن ممکن است کاهش نیابد ولی محصول از لحاظ ابعاد و اندازه و در نهایت از لحاظ معیارهای تجاری و بازار پسندی دچار افت خواهد شد. به بیان دیگر می‌توان گفت که محصول دچار افت کیفی می‌گردد نه کمّی.

گاهی اوقات ضایعات کیفی محصول که به‌صورت شکستگی یا ترک خوردگی حادث می‌گردند در زمان برداشت قابل تشخیص و اندازه‌گیری بوده گاهی اوقات نیز ممکن است قابل رویت نباشند که در این‌صورت می‌توان گفت ترک خوردگی یا شکستگی محصول به‌صورت مخفی است. معمولاً این‌گونه ضایعات در زمان تبدیل برنج نمایان می‌گردند.

تجربیات نشان دادند که تشخیص عوامل ایجاد این نوع ضایعات همواره برای کشاورزان بحث برانگیز بوده‌است، زیرا آنان از آسیب‌هایی که در مرحله خرمنکوبی به قسمت درونی شلتوک وارد می‌گردند اطلاعی نداشته، در نتیجه تجهیزات کارخانجات شالیکوبی را عامل این‌گونه ضایعات می‌دانند. لازم به ذکر است که در چنین شرایطی، کارخانجات شالیکوبی

نمایانگر یا آشکارکننده‌ی ضایعات برنج محسوب می‌گردند، نه عامل ایجاد آن.

در حال حاضر، در ایران به علّت استفاده از کمباین‌های نامناسب برای برداشت برنج (کمباین‌های غلات)، مقدار زیادی از محصول در قسمت خرمنکوب و نقاله‌های انتقال محصول دچار ترک‌ها و شکستگی‌های آشکار و حتی ترک‌های جزئی (مویی) می‌گردند که در زمان تبدیل برنج ظاهر شده یا افزایش می‌یابند.

شکل ۵ – نمونه‌هایی از ضایعات حاصل از کمباین‌ها
(دانه‌های شکسته و پوست‌کنده شده)

۱-٤- برخی خصوصیات گیاهی مؤثر در برداشت برنج

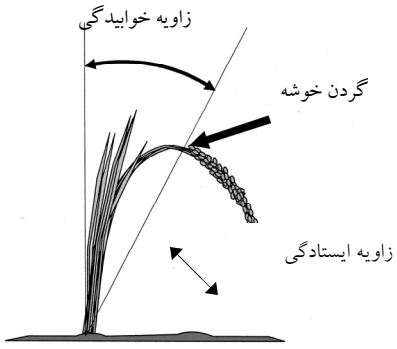
۱) مقاومت به ریزش دانه‌ها

یکی از خصوصیات فیزیکی برنج در زمان برداشت است که در تعیین زمان و روش برداشت آن نقش بسزایی را دارا می‌باشد. از لحاظ کمیت فیزیکی، مقدار میانگین نیروی مورد نیاز جهت جدا نمودن دانه‌ها از خوشه‌ها می‌باشد.

بررسی‌ها نشان دادند که مقدار مقاومت به ریزش دانه‌ها در ارقام ژاپنی (گرده) به مراتب بیشتر از ارقام هندی (دانه‌بلندها) می‌باشد. همچنین در بین ارقام هندی، مقاومت به ریزش برنج‌های محلی بیشتر از برنج‌های پرمحصول است.

۲) ورس کردن یا خوابیدن گیاه

میزان ورس یا خوابیدن گیاه برنج در مقایسه با سایر غلات به مراتب بیشتر می‌باشد. این خصوصیات یکی از معضلات اساسی در برداشت مکانیزه آن محسوب می‌گردد. به‌طوری‌که هم شرایط طراحی کمباین‌ها و سایر ماشین‌های برداشت‌کننده را پیچیده‌تر نموده، هم سبب افزایش قیمت اولیه آنها می‌گردد. گرچه امروزه کمباین‌هایی جهت برداشت برنج کاملا خوابیده نیز به بازار عرضه گردیده‌اند و از عهده‌ی این کار به خوبی برمی‌آیند، اما خوابیدگی گیاه سبب می‌شود که سرعت و در نتیجه ظرفیت کاری آنها کاهش چشمگیری پیدا نماید.



شکل ۶ – نحوه‌ی اندازه‌گیری زاویه خوابیدگی و ایستادگی گیاه

۳) ادامه رشد سبزینه‌ای گیاه برنج پس از برداشت

در اکثر غلات همزمان با آغاز رسیدن محصول، رشد زایشی گیاه به تدریج کاهش یافته، در نهایت متوقف می‌گردد. اما در گیاه برنج حتی پس از رسیدن محصول، رشد زایشی یا سبزینه‌ای آن همچنان ادامه یافته در نهایت منجر به تولید مجدد محصول (رتون‌دهی) خواهد شد. این خصوصیات گرچه از جهت تولید رتون بسیار مهم تلقی می‌گردد اما از جهت برداشت مکانیزه (به خصوص برداشت مستقیم) تا حدودی مشکل‌ساز می‌باشد. ادامه رشد سبزینه‌ای گیاه در زمان رسیدن و حتی پس از آن سبب افزایش محتوی رطوبت قسمت ساقه، برگ گیاه و همچنین قسمت دانه آن می‌گردد. بالا بودن محتوی رطوبت ساقه و دانه در زمان خرمنکوبی، سبب افزایش توان مصرفی و همچنین لزوم خشک نمودن محصول بلافاصله پس از برداشت آن می‌گردد.

فصل دوم– رتون

۲-۱- مقدمه

محصول بدست آمده از رویش مجدد برنج که رتون نامیده می‌شود، در داخل کشور به‌ویژه در مناطق شمالی از ارزش و قیمت بالایی برخوردار است. میزان عملکرد رتون در مناطق مختلف با دامنه تغییرات بسیار وسیع بین ۲۵۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم شلتوک در هکتار گزارش می‌گردد. این دامنه‌ی تغییرات وسیع در میزان عملکرد، بیانگر شرایط رشد بسیار متفاوت برای آن می‌باشد. از جمله عوامل مهم در میزان عملکرد آن می‌توان به عوامل جوی (شدت آفتاب، دما و رطوبت محیط)، نوع رقم، تاریخ برداشت محصول اولیه، مدیریت مزرعه و غیره اشاره نمود.

۲-۲- بررسی شرایط موجود جهت رتون‌گیری

در استان‌های شمالی کشور، کشاورزانی که قصد رتون‌گیری از مزرعه را داشته باشند، اقدام به کشت زود هنگام ارقام بومی (با طول دوره رشد کوتاه) می‌نمایند. بلافاصله پس

از برداشت محصول اولیه، مزرعه را به‌صورت غرقابی آبیاری نموده سپس به‌منظور تحریک قسمت ریشه (جهت پنجه‌دهی و رشد زایشی)، با استفاده از تیلر مجهز به چرخ فلزی نوع استوانه‌ای، اقدام به خواباندن ساقه‌های باقی مانده بر روی زمین می‌نمایند. گاهی اوقات نیز برای این منظور با استفاده از ادوات دستی یا سایر ادوات از قبیل علف‌تراش، دروگر یا غیره اقدام به قطع ساقه‌های باقی مانده گیاه در ارتفاعی نزدیک به زمین و سپس خروج ساقه‌های قطع شده از مزرعه می‌نمایند.

در فاصله زمانی بین جوانه زدن تا برداشت محصول، به‌طور پیوسته یا متناوب اقدام به آبیاری به روش غرقابی و در صورت نیاز اقدام به کوددهی یا سمپاشی نیز می‌نمایند.

۲-۳ - برداشت رتون

در زمان برداشت، گیاه حاصل از رشد مجدد در مقایسه با گیاه اولیه معمولا دارای طول کلی و طول خوشه کوتاهتر، از لحاظ تراکم بوته به مراتب کم پشت‌تر و با زاویه خوابیدگی کمتر می‌باشد. برای برداشت آن به‌خاطر برخورداری از خصوصیات فوق‌الذکر، استفاده از دروگر و کمباین هدفید توصیه نمی‌گردد ولی استفاده از کمباین‌های استاندارد برنج بسیار مناسب است.

شکل ۷ – تصویری از مزرعه برنج در مرحله رتون‌دهی

در حال حاضر، اغلب کشاورزان به‌صورت دستی آنـرا درو می‌نمایند و سپس با استفاده از خرمنکوب‌های دستی یـا پـشت تراکتوری یا کمباین اقدام به خرمنکوبی آن می‌نمایند. برخی نیز با استفاده از کمباین اقدام به برداشت مستقیم آن می‌نماینـد. بـا توجه به پراکنده بودن بوته‌ها (کم پشت بودن محـصول) و بـالا بودن میزان اجرت کارگری، برداشت آن با دست چندان مقرون به‌صرفه نیست. در ایـن‌صـورت برداشـت مـستقیم بـا کمبـاین استاندارد برنج بهترین گزینه خواهد بود.

شکل ۸ - برداشت رتون با دست

فصل سوم- برداشت برنج

۳-۱- مقدمه

با نزدیک شدن به زمان برداشت، دانه‌های برنج از حالت خمیری خارج و به حالت ترد یا شکننده در می‌آیند. همچنین در این وضعیت، مقدار نیروی لازم جهت جدا نمودن دانه‌ها از خوشه نیز به‌تدریج کاهش می‌یابد. از دیدگاه فیزیولوژیکی، زمان مناسب رسیدن دانه‌ها، موقعی است که میزان عملکرد محصول حداکثر مقدار ممکن باشد یا به عبارتی دیگر، بیش از آن وزن خشک دانه‌ها افزایش نیابد.

۳-۲- روش‌های تشخیص زمان رسیدن دانه‌های برنج ارقام ایرانی

۱) **روش مشاهده‌ای؛** در صورتیکه رنگ ۹۰ – ۹۵ درصد دانه‌ها از حالت سبز تیره به حالت زرد روشن تغییر کند، می‌گویند محصول رسیده است. در این حالت مقدار مقاومت به ریزش دانه‌ها نیز نسبتا پایین بوده احتمال ریزش محصول در حین برداشت نیز افزایش می‌یابد. برای برداشت برنج به روش

سنتی (دروی محصول توسط کارگر)، ایـن درجـه از رسـیدگی مناسب است.

در برداشت بـرنج بـه روش مکـانیزه (برداشـت مـستقیم و غیرمستقیم)، به خاطر صـدمات و ضـربات مکـانیکی وارده بـه گیاه از طرف ماشین، مشکل ریزش محـصول شـدت بیـشتری یافته در نتیجه مجبور به برداشت محصول در زمـانی زودتـر از موعد مقرّر خواهیم بود. به همین دلیل توصیه می‌گـردد جهـت برداشت برنج با استفاده از کمباین یا دروگر، زمانی اقدام گـردد که حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد دانه‌ها دارای رنگ زرد روشن باشند.

۱) **تعیین سختی دانه به روش تجربی؛** در ایـن روش، کـشاورز تعدادی از دانه‌ها را از قـسمت‌هـای مختلـف مزرعـه انتخـاب نموده با قرار دادن آنها بین دندان‌ها و وارد نمودن فشار به آنها، میزان سختی و در نهایت درجه رسیدن آنرا تعیین می‌نمایـد. در این روش، چنانچه دانه به‌صورت یـک جـسم تـرد و شـکننده بشکند (نه اینکه له شود)، نشان می‌دهد که دانه رسیده است.

لازم به ذکر است که انجام ایـن روش تـشخیص، مـستلزم برخورداری از تجربه‌ی کافی در این خصوص است.

۲) **اندازه‌گیری میزان رطوبت دانه‌ها؛** در این روش با استفاده از رطوبت‌سـنج‌هـا مـی‌تـوان میـزان درصـد رطوبـت دانـه‌هـا را اندازه‌گیری و سپس بر اساس آن، درجه‌ی رسـیدن محـصول را تعیین نمود. معمولا دانه‌های سـالم و رسـیده‌ی بـرنج در زمـان برداشـت ایـده‌آل، دارای محتـوی رطوبـت حـدود ۲۰ درصـد (۵ ±۲۰ درصد) می‌باشند.

لازم به یادآوری است که پس از سفت شدن مغز دانـه، هرچـه محصول دیرتر برداشت شود مقدار ریزش آن افزایش می‌یابد.

۳-۳- روش‌های برداشت برنج

عملیات برداشت برنج را مـی‌تـوان بـه دو روش برداشـت مستقیم و غیر مستقیم تقسیم بندی نمود.

۳-۳-۱- برداشت غیر مستقیم

در این روش، ابتدا محصول توسط کارگر یا بـا اسـتفاده از ماشین دروگر درو شده بر روی زمین یا ساقه‌های بـاقی مانـده گیاه قرار داده می‌شود. متناسب با شرایط جوی منطقـه معمـولاً بین ۱ تا ۳ روز در مزرعه باقی می‌ماند تا در اثـر تـابش آفتـاب نسبتاً خشک شود. بعد از آن، محصول خشک شده جمـع‌آوری و خرمنکوبی می‌گردد. برداشت غیر مستقیم برنج به شیوه‌هـای مختلفی صورت می‌گیرد که در زیر به آنها اشاره می‌گردد:

۳-۳-۱-۱- دروی محصول توسط کارگر و خرمنکوبی با استفاده از خرمنکوب یا کمباین

در این روش برداشت، چنانچه حدود ۹۰ تـا ۹۵ درصـد از قسمت خوشه محصول به رنـگ زرد روشـن درآیـد، عملیـات درو توسط کارگرها و با اسـتفاده از ابـزاری مکـانیکی (داس)، صورت می‌پذیرد. محصول درو شـده توسـط بنـدی (از سـاقه همان محصولات درو شده)، به شکل چنگه‌هایی بسته شده بـر

روی باقی مانده‌ی ساقه‌های درو شده قرار داده می‌شود تا در معرض آفتاب خشک شود. مدت زمان باقی ماندن محصول درو شده در مزرعه متناسب با شدت آفتاب و شرایط جوی منطقه بین ۱ تا ۳ روز متغیر است.

در این شرایط، رطوبت دانه متناسب با شرایط جوی و مدت زمان باقی‌ماندن در مزرعه، بین ۱۳ تا ۱۷ درصد متغیر است که در این‌صورت پس از خرمنکوبی، خشک نمودن آن چندان ضرورتی ندارد.

محصول درو و خشک شده در زیر آفتاب، ممکن است به روش‌های زیر جمع‌آوری و خرمنکوبی گردد:

۱) جمع‌آوری محصول توسط کارگر و خرمنکوبی با استفاده از خرمنکوب‌های دستی کوچک؛

۲) جمع‌آوری محصول توسط کارگر و خرمنکوبی با استفاده از خرمنکوب‌های نوع پشت تراکتوری؛

۳) جمع‌آوری محصول توسط کارگر و خرمنکوبی با استفاده از کمباین؛

٤) جمع‌آوری محصول توسط کارگر و خرمنکوبی با استفاده از خرمنکوب خودگردان؛

۵) جمع‌آوری و خرمنکوبی هم‌زمان محصول توسط کمباین یا خرمنکوب؛ کمباین‌ها یا خرمنکوب‌هایی که بدین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند، در قسمت جلو مجهز به هد بردارنده محصول (Pick-up) می‌باشند.

شکل ۹ - استفاده از کمباین برنج به عنوان یک خرمنکوب

تجربیات نشان دادند که کمباین‌ها و خرمنکوب‌هایی که مجهز به هِد بردارنده محصول هستند در مقایسه با کمباین‌ها و خرمنکوب‌های فاقد این هِد که در آنها کارگر محصول جمع‌آوری شده را با دست به داخل واحد انتقال مواد می‌ریزد، ارجحیت دارند. زیرا در کمباین‌ها و خرمنکوب‌های دارای هد بردارنده، عمل جمع‌آوری محصول از روی زمین و تخلیه‌ی آن به قسمت خرمنکوبی، به‌صورت یکنواخت و تدریجی صورت می‌گیرد. در حالیکه در کمباین‌ها و خرمنکوب‌های فاقد این هد، به‌خاطر اینکه کارگر در یک لحظه ممکن است مقدار زیادی از محصول درو شده را جمع‌آوری نموده به داخل واحد انتقال مواد و در نهایت به داخل واحد خرمنکوبی بریزد و بعد

از آن ممکن است تا مـدتی بـاری جهـت فرسـتادن بـه داخـل کمبـاین در دسـترس نداشـته باشـد. ایـن عمـل، سـبب بـیش باری‌های آنی کمباین یا خرمنکوب و در نهایت سـبب کـاهش کیفیت خرمنکوبی(به‌ویژه افزایش دانه‌های جدا نشده از خوشـه و غیره) می‌گردد.

شکل ۱۰ – کمباین غلات مجهز به دماغه(هد) بردارنده

مزایای روش درو با دست و خشک نمودن در زیر آفتاب

از مزایای درو با دست و خشک نمـودن محـصول در زیـر آفتاب می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱) دقت کـافی کارگرهـا جهـت جلـوگیری از تلفـات کمّـی محصول از قبیل، ریزش خوشه‌ها، ریـزش دانـه‌هـا و همچنـین کاهش صدمات مکانیکی به محصول.

۲) عدم نیاز به خشک نمودن سریع محصول بلافاصله پس از برداشت؛ به علت پایین بودن محتوی رطوبت محصول.

۳) صرفه‌جویی در مصرف سوخت؛ به‌خاطر استفاده از منبع انرژی طبیعی (خورشید)، جهت خشک نمودن محصول.

معایب روش درو با دست و خشک نمودن در زیر آفتاب

۱) افزایش احتمال مواجه شدن با شرایط نامساعد جوی؛

۲) افزایش میزان درصد ترک خوردگی دانه‌های محصول درو شده؛ اختلاف زیاد دما در طی شب و روز که ناشی از افت دما در شب و افزایش زیاد آن در طی روز می‌باشد (به‌ویژه شب‌هایی که بر روی محصول درو شده شبنم می‌نشیند)، این عمل منجر به وارد شدن تنش‌های حرارتی بر محصول و در نتیجه افزایش میزان درصد ترک خوردگی‌دانه‌ها می‌گردد.

۳) بالا بودن هزینه‌ی کارگری و زمانبر بودن آن؛

٤) مشقّت کار به‌ویژه در فصول گرم سال؛

شکل ۱۱ – برداشت برنج با دست و قرار دادن محصول درو شده روی ساقه‌های باقی مانده گیاه

۳-۳-۱-۲- دروی محصول با دروگر و خرمنکوبی با استفاده از انواع خرمنکوب‌ها یا کمباین‌ها

در این روش محصول با استفاده از انواع دروگر (خودگردان یا نوع سوارشونده بر تیلر) درو شده، بر روی زمین یا ساقه‌های باقی مانده گیاه به صورت نواری مرتب قرار داده می‌شود. همانند روش درو با دست، محصول درو شده برای مدتی در مزرعه باقی می‌ماند تا نسبتاً خشک شود. پس از آن محصول خشک شده همانند روش‌های قبلی جمع‌آوری و خرمنکوبی می‌گردد. لازم به ذکر است که محصول درو شده با دروگر را نباید با دست جمع‌آوری نمود. زیرا محصول درو شده بدون اینکه بسته شود روی زمین قرار داده می شود، در نتیجه ممکن است هنگام جمع‌آوری با دست مقدار زیادی محصول روی زمین باقی بماند.

۳-۳-۲- برداشت مستقیم

در این روش عمل درو، جمع‌آوری، خرمنکوبی و بوجاری محصول به‌طور همزمان با استفاده از کمباین صورت می‌پذیرد. در این شیوه‌ی برداشت، به‌خاطر اینکه محصول درو شده برخلاف روش برداشت غیر مستقیم فرصتی جهت خشک شدن در داخل مزرعه را ندارد، دارای محتوی رطوبت بالا می‌باشد. در این‌صورت، خشک نمودن محصول بلافاصله پس از برداشت الزامی است و گرنه ممکن است به فاسد شدن محصول منجر گردد. بدین منظور در مناطق شمالی کشور که

احتمال مواجه شدن با شرایط نامساعد جوی زیاد است، تدارک خشک‌کن امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

شکل ۱۲ – تصویری از عملیات برداشت مستقیم برنج

فصل چهارم- ماشین‌های برداشت غیرمستقیم برنج

٤-١- مقدمه

در برداشت غیر مستقیم برنج، ابتدا محصول توسط کارگر یا با استفاده از دروگر درو شده بر روی ساقه‌های باقی‌مانده گیاه قرار داده می‌شود تا مقداری از رطوبت آن کاسته شود. طول مدت زمان باقی ماندن محصول درو شده در مزرعه متناسب با شرایط اقلیمی منطقه معمولا بین ١ تا ٣ روز می‌باشد. جهت خرمنکوبی (کوبیدن، بوجاری و تمیزش) از خرمنکوب‌ها یا کمباین‌ها استفاده می‌گردد. دانه‌های بدست آمده در این روش برداشت، به خاطر اینکه محصول پس از درو، مدتی را در مزرعه باقی می‌ماند و در اثر تابش آفتاب تا حدودی خشک می‌گردد، نیاز چندانی به خشک نمودن فوری ندارد. بنابراین تا حدود زیادی از شدت نیاز به خشک‌کن‌ها کاسته می‌شود.

٤-۲- دروگر (Reaper)

ماشینی راه رونده است که اپراتور در حین کار پشت‌سر آن حرکت نموده با کمک دست‌گیره‌ی فرمان، همانند یک تیلـر آن را هدایت و کنترل می‌نماید. این ماشین محصول را درو نمـوده به‌صورت نواری مرتب بر روی زمین یا باقی مانده‌ی ساقه گیاه قرار می‌دهد. به‌طور عمده این ماشین در دو نوع خـودگردان و سوار شونده بر تیلر یافت می‌شود.

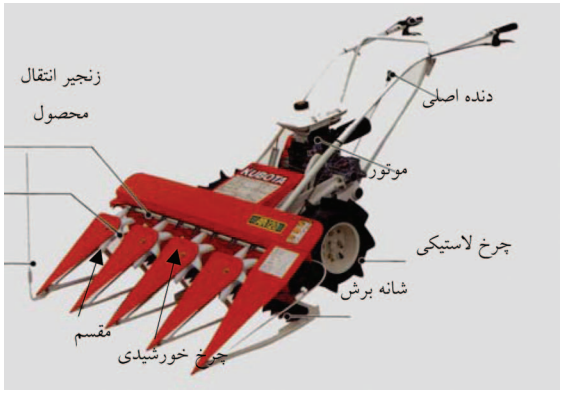
۴ - ۲-۱- دروگر خودگردان

این نوع دروگرها دارای موتوری مستقل بوده قادرند همانند یک تیلر هم در داخل مزرعه و هم خارج از آن تـردد نماینـد و به نیروی محرکه دیگری نیاز ندارد.

۴-۲-۱-۱- اجزای ساختمانی دروگرهای خودگردان

این نوع دروگرها متشکل از یک موتور مستقل، واحـد درو کننده و انتقال محصول، سیستم انتقال قدرت و اجزای کنترل و هدایت می‌باشند.

الف) موتور؛ این نوع دروگرها بر حسب تعداد ردیف‌های برداشت کننده دارای ۳ تا ٦ اسـب بخـار قـدرت مـی‌باشـند و اغلب از نوع بنزینـی، هواخنـک، تـک سـیلندر و چهـار زمانـه می‌باشند.



شکل ۱۳ – تصویری از یک دروگر خودگردان

ب) سیستم انتقال قدرت؛ قدرت تولیدی توسط موتور به دو قسمت تقسیم می‌گردد. قسمتی از آن وارد جعبه دنده و دیفرانسیل شده در نهایت به چرخ‌ها منتقل می‌گردد و اسباب حرکت ماشین در مزرعه را فراهم می‌نماید. بخش دیگر توان تولیدی، توسط یک شافت یا تسمه V شکل یا زنجیر به واحد درو کننده و انتقال دهنده محصول منتقل می‌گردد.

نکته: در دروگرها معمولا استفاده از سیستم انتقال قدرت با استفاده از شافت نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت دارد، زیرا در سیستم‌های انتقال با استفاده از زنجیر یا تسمه، ورود گرد و غبار وساقه‌ها بین آنها، ایجاد مزاحمت می‌نماید. سیستم انتقال قدرت در این نوع دروگرها شامل اجزای زیر می‌باشد:

۱) **جعبه دنده؛** در دروگرهـا، جعبـه دنـده وظیفـه‌ی تغییـر مسیر انتقال نیرو، فراهم نمودن سرعت‌هـای مختلـف پیـشروی (برای کار در مزرعه و تـردد در خـارج از مزرعـه) و همچنـین امکان حرکت ماشین به سـمت عقـب را برعهـده دارد. برخـی دروگرهای موجود در بـازار دارای یـک سـرعت پیـشروی بـه سمت جلو و یـک سـرعت جهـت حرکـت بـه سـمت عقـب می‌باشند. در این‌صورت دنده‌ی حرکـت بـه سـمت جلـو هـم جهت انجام کـار در مزرعـه و هـم جهـت تـردد در خـارج از مزرعه می‌باشد. برخی دیگر دارای دو دنده‌ی حرکت بـه‌سـمت جلو (یکـی بـرای حرکـت در جـاده و دیگـری بـرای کـار در مزرعه) و یک دنده برای حرکت به سمت عقب می‌باشند.

۲) **دیفرانـــسیل؛** بـه‌منظـور سـهولت دور زدن در حاشـیه کرت‌ها، برخی از دروگرها مجهز به دیفرانسیل بـه انـضمام دو کلاچ جانبی می باشند که اهرم مربوط به کلاچ هر سمت آن بر روی دسـتگیره فرمـان همـان سـمت واقـع شـده اسـت. در این‌صورت با گرفتن اهرم کلاچ هـر طـرف، ماشـین بـه همـان سمت فرمان خواهد گرفت. اما به‌منظور کاهش قیمـت اولیـه و سادگی مکانیزم‌ها، برخی از دروگرها فاقد دیفرانـسیل بـوده در این‌صورت جهت دورزدن ماشین در حاشیه‌ی زمین، اپراتور بـا اعمال نیرویی بیشتر بر قسمت دستگیره‌ی فرمان، ماشـین را بـه هر سمت هدایت می‌کنـد. بنـابراین کـار بـا دروگرهـای فاقـد دیفرانـــسیل کمـــی دشـــوارتر از نـــوع مجهـــز بـــه دیفرانـــسیل خواهد بود.

۳) کلاچ‌ها؛ معمولا در دروگرها دو کلاچ یافت می‌شود، یکی از آنها وظیفه‌ی قطع و وصل نیرو از موتور به کل مجموعه سیستم انتقال قدرت را برعهده دارد که به کلاچ اصلی مشهور بوده، دیگری کار قطع و وصل نیرو به واحد درو کننده را بر عهده دارد که کلاچ واحد درو کننده نامیده می‌شود.

در ماشین‌هایی که فاقد دیفرانسیل و کلاچ‌های جانبی جهت دور زدن می‌باشند، اهرم‌های کلاچ‌های اصلی و کلاچ واحد دروکننده بر روی دستگیره‌های فرمان نصب می‌گردند ولی در انواع دارای دیفرانسیل و کلاچ‌های جانبی، اهرم‌های کلاچ‌های جانبی بر روی دستگیره‌های فرمان و اهرم‌های کلاچ اصلی و کلاچ واحد دروکننده بر روی دسته‌ی فرمان به‌صورت مجزا قرار می‌گیرند.

ج) واحد دروکننده؛ این واحد مشتمل بر چند مقسم، شانه برش، چرخ‌دنده‌های خورشیدی پلاستیکی، زنجیرهای انتقال و جمع‌آوری، ریل‌های مربوط به زنجیرهای جمع‌آوری و انتقال، میله‌های فنری نگهدارنده محصول، شاخص جانبی و اسکی می‌باشد که در زیر تشریح گردیدند.

۱) مقسم‌ها؛ گوه‌هایی سه وجهی هستند، که سطح رویی آنها را صفحه‌ای فولادی و مثلثی شکل تشکیل می‌دهد. وظیفه‌ی آنها تقسیم بوته‌های محصول بین ردیف‌های برداشت مختلف و هدایت آنها به سمت شانه برش می‌باشد. تعداد مقسم‌ها در هر دروگر متناسب با تعداد ردیف‌های برداشت آن است. فضای بین هر دو مقسم مجاور هم، یک ردیف برداشت را تشکیل

می‌دهد که در این‌صورت در هر دروگر، تعداد مقسم همواره یکی بیشتر از تعداد ردیف‌های برداشت خواهد بود.

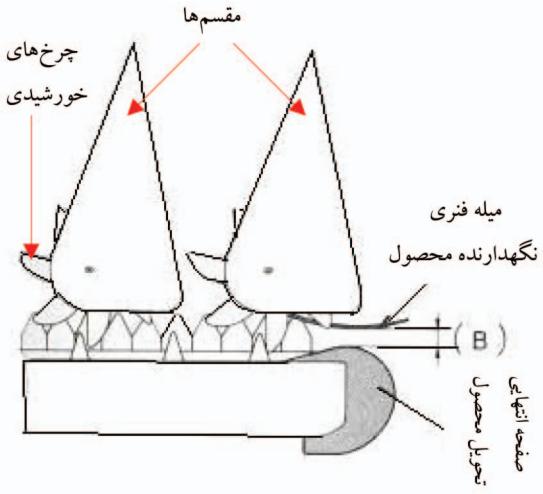
۲) شانه برش؛ متشکل از دو چاقو(یکی ثابت و دیگری متحرک) است، که در اثر حرکت رفت و برگشتی چاقوی متحرک در مقابل چاقوی ثابت، ساقه‌ی محصول بریده می‌شود. هر چاقو متشکل از تعدادی تیغه ذوزنقه‌ای شکل با لبه‌های تیز است. تیغه‌های واقع بر چاقوی ثابت دارای لبه‌هایی صاف ولی تیغه‌های چاقوی متحرک از نوع آج‌دار می‌باشد.

به منظور محافظت از چاقوها در برابر صدمات مکانیکی (زمانی که تیغه‌ها با اجسامی سخت همچون چوب و غیره برخورد نمایند)، مکانیزم ایمنی از نوع پین برشی تعبیه گردید که در در اثر بار زیاد، بریده شود تا انتقال نیرو قطع و به شانه برش آسیبی نرسد.

۳) چرخ‌های خورشیدی پلاستیکی؛ چرخ‌دنده‌هایی خورشیدی از جنس پلاستیک، با دندانه‌هایی درشت می‌باشند که وظیفه‌ی نگهداری ساقه محصول و هدایت آن به‌سمت چاقوی برش و در نهایت تحویل محصول بریده شده به زنجیرهای انتقال و جمع‌آوری را بر عهده دارند. معمولا برای هر ردیف برش یک چرخ خورشیدی در نظر گرفته می‌شود.

٤) زنجیرهای انتقال و جمع‌آوری محصول؛ دو حلقه زنجیر بی‌انتهای مجهز به انگشتی‌هایی مثلثی شکل هستند که به‌صورت افقی در بالای شانه‌ی برش نصب شده، وظیفه‌ی

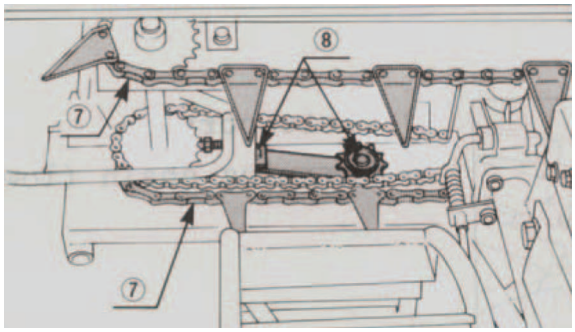
جمع‌آوری محصول درو شده و انتقال آن به یک سمت دروگر را بر عهده دارند. یکی از این دو زنجیر در قسمت پایین‌تر (درست بالای شانه‌ی برش و نزدیک به آن) و دیگری کمی بالاتر (هم ارتفاع با چرخ‌های خورشیدی) واقع می‌باشد.



شکل ۱۴ - اجزای واحد درو کننده

این دو زنجیر با کمک انگشتی‌های مثلثی شکل واقع بر آنها و فنرهای سیمی که درست در نقطه‌ی مقابل آنها بر روی مقسم‌ها واقع گردیده‌اند، قسمت ساقه محصول بریده شده را نگه‌داشته، به‌تدریج در اثر حرکت افقی، آنها را به یک سمت ماشین (معمولا سمت راست) هدایت می‌نمایند تا به‌صورت نواری مرتب بر روی زمین قرار گیرند. علاوه بر آن، زنجیر

فوقانی وظیفه‌ی به حرکت در آوردن چرخ‌های خورشیدی را نیز بر عهده دارند. در اثر حرکت این زنجیر، انگشتی‌های واقع بر روی آن با دندانه‌های چرخ‌های خورشیدی درگیر شده آنها را به چرخش در می‌آورند. زنجیرهای بالایی و پایینی هر کدام در داخل ریلی ناودانی قرار می‌گیرند که این ریل‌ها نقش محافظ و راهنما را برای آنها بازی می‌کنند.



شکل ۱۵ - زنجیرهای انتقال و جمع‌آوری محصول

۵) سینی جلوی دروگر؛ صفحه‌ای صاف است که درست بالای شانه‌ی برش به‌صورت عمودی قرار می‌گیرد و همانند یک جداره حایل، قسمت درو و انتقال محصول را از قسمت انتقال نیرو جدا می‌نماید.

٦) شاخص (مارکر)؛ میله‌ای فنری است که به‌صورت عمودی بر روی قسمت جلویی مقسم جانبی همان سمتی که محصول درو شده ریخته می‌شود، نصب می‌گردد و وظیفه‌ی جدا نمودن محصول درو شده در دور قبل با محصول در حال درو شدن را

بر عهده دارد. چون اغلب دروگرهـای موجـود، محـصول درو شده را به سمت راست می‌ریزند، درنتیجـه ایـن میلـه بـر روی مقسم سمت راست ماشین نصب می‌گردد.

۷) **میله‌ی جانبی؛** به منظور جدا نمودن محصولات موجـود در مسیر در حال برداشت از محصولات ردیف برداشت بعـدی، از یک میله‌ی فلزی استفاده می‌گردد که در قسمت کنـاری مقـسم جانبی سمت چپ نصب می‌گردد.

۸) **میله‌های فنری نگهدارنده‌ی محصول؛** میله‌هایی فولادی بـا خاصیت ارتجاعی زیاد و بـا انحنـای مـشخص مـی‌باشـند کـه هرکدام از آنها نقش یک فک نگهدارنده محـصول را در مقابـل زنجیرهای جمع‌آوری و انتقال محصول بازی می‌نماینـد. میـزان فاصله آنها نسبت به زنجیرها نقش بـسیار مهمـی را در کیفیـت کار جمع‌آوری و انتقال محصول درو شده دارد.

د) **چرخ‌ها؛** اغلب دروگرهـای خـودگردان دارای یـک جفـت چرخ لاستیکی (تیـوب‌دار یـا بـدون تیـوب) بـا اسـکلتی پهـن می‌باشند. در اراضی باتلاقی چنانچه ایـن چـرخ‌هـا بـا مـشکل مواجه شوند می‌توان به‌جای آنها از چـرخ‌هـای فلـزی اسـتفاده نمود. میزان قطر چرخ‌ها و همچنین میزان باد آنها نقـش مهمـی را در میزان سرعت پیشروی و در نتیجه کیفیت کـار دروگرهـا دارد. در دنده‌ی حرکت و دور موتور مشخص، با افزایش میزان باد لاستیک میزان سرعت پیشروی ماشـین افـزایش مـی‌یابـد و بالعکس. زیرا با افزایش میزان باد، قطر چرخ بزرگتر و در نتیجه سرعت خطی حرکت آن نیز افزایش می‌یابـد. در ایـن‌صـورت،

کیفیت دروی محصول و نحوه‌ی استقرار آن بر روی ساقه‌های باقی مانده‌ی گیاه تغییر خواهد کرد.

۴–۲–۲ – دروگر نوع سوار شونده بر تیلر

در این نوع دروگرها فقط واحد برداشت کننده‌ی محصول (دروکننده، نقاله‌های جمع‌آوری و انتقال و غیره) خریداری گشته بر روی تیلرهای موجود نصب می‌شوند. در این نوع دروگرها، مکانیزم کار و اجزای مختلف واحد برداشت کننده هیچ فرقی با دروگرهای نوع خودگردان ندارد. چون نیروی محرکه و حتی قسمت عمده‌ی سیستم انتقال قدرت آن همچون؛ دیفرانسیل، جعبه دنده، و غیره توسط تیلر تامین می‌گردند، از لحاظ قیمت به مراتب ارزان‌تر از نوع خودگردان می‌باشد.

شکل ۱۶ – نمونه‌ای از دروگر نوع سوارشونده بر تیلر

۴-۲-۳- طرز کار با دروگرها

✓ بهترین شکل مزرعه یا کرت‌ها در جهت کاهش زمان‌های تلف شده در حاشیه‌ی زمین (که صرف دور زدن ماشین می‌گردد)، مستطیلی است.

✓ به‌منظور سهولت در دور زدن ماشین در گوشه‌های کرت، ابتدا تمام گوشه‌های کرت را در ابعاد ۲ متر در ۲ متر با دست برداشت نمایید.

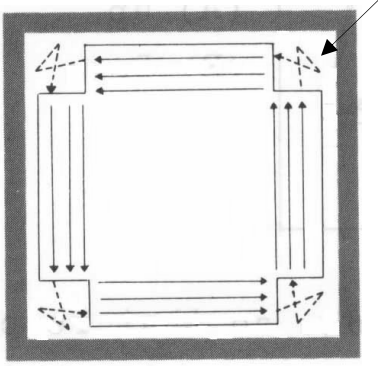
شکل ۱۷ – دروگر خودگردان در حین کار

✓ در اراضی یا کرت‌هایی که شکل آنها مستطیلی است، عمل برداشت را از یک گوشه‌ی آن شروع و به‌صورت گردشی، آن‌هم در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت (به حالت استاندارد) ادامه دهید.

✓ در اراضی که شکل آنها غیر مستطیلی و یا نامنظّم است، ابتدا سعی نمایید در راستای اضلاع کوچکتر مزرعه، قسمت‌هایی که سبب ایجاد شکل نامنظم گردیدند را برداشت نمایید، تا اینکه قسمت باقی مانده به‌صورت چهارگوشه یا مستطیلی درآید.

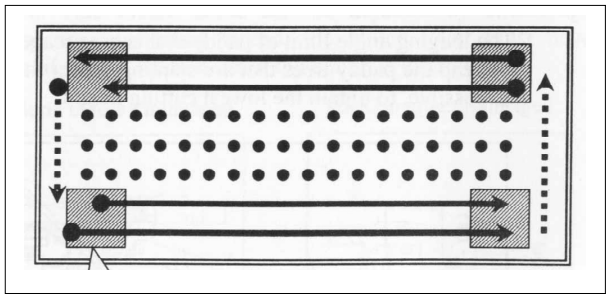
✓ جهت دورزدن ماشین در گوشه‌های کرت، پس از اتمام عمل درو در مسیر حرکت، ابتدا ماشین را تحت زاویه‌ی ٤٥ درجه به طرفی که محصول درو نشده فرمان داده حدود ۲ متر به سمت جلو بروید. سپس در حین حرکت به سمت عقب، قسمت جلوی ماشین را مجدداً تحت زاویه‌ای ٤٥ درجه (به‌طرف محصول درو نشده) فرمان داده حدود ۲ متر به سمت عقب حرکت نمایید. سرانجام خواهید دید که ماشین حدود ۹۰ درجه نسبت به مسیر قبلی گردش نموده است، مجدداً عمل درو را ادامه دهید.

(گوشه کرت که از قبل با دست درو شده‌است)



شکل ۱۸ - الگوی حرکت دروگر در داخل کرت و هنگام دور زدن

✓ در اراضی یا کرت‌های به شکل مستطیلی یا تقریبا مستطیلی که عرض آنها خیلی کم (کمتر از ۱۰ متر) باشد، سعی کنید به‌صورت رفت و برگشتی برداشت نمایید.



شکل ۱۹ – الگوی حرکت رفت و برگشتی

۴-۲-۴- نکات فنی در خصوص استفاده از دروگرها

✓ در اراضی باتلاقی که هنگام تردد در آنها پای‌تان بیش از ۲۰ سانتیمتر در داخل گل فرو رود، سعی کنید از چرخ‌های فلزی به‌جای چرخ‌های لاستیکی استفاده نمایید.

✓ حداکثر زاویه خوابیدگی محصول جهت برداشت با دروگر حدود ٦٠ درجه می‌باشد.

✓ در شرایطی که محصول خوابیده باشد، سعی نمایید ارتفاع برش را کاهش دهید.

✓ مناسب‌ترین مقدار ارتفاع کل گیاه جهت برداشت با دروگر بین ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر می‌باشد. چنانچه طول گیاه از این مقدار بیشتر باشد، جمع‌آوری و انتقال محصول توسط زنجیرهای مربوطه با مشکل مواجه می‌شود. زیرا ممکن است

خوشه‌ها برگشت نموده در اثر برخورد با انگشتی‌های زنجیر فوقانی ریزش نمایند. اگر ارتفاع کل گیاه از این مقدار کمتر باشد، ممکن است گیاه با زنجیر فوقانی تماس حاصل ننموده در نتیجه جمع‌آوری و انتقال آن به یک سمت مختل گردد یا اینکه درست قسمت خوشه گیاه با زنجیر فوقانی تماس حاصل نماید که در این‌صورت سبب ریزش دانه‌ها می‌گردد.

- ✓ هنگام کار در کنار مرزها، فاصله جانبی دروگر تا مرز را طوری رعایت نمایید که اجزای آن به مرز برخورد ننمایند.
- ✓ هنگام کار در کنار مرزها، چنانچه ارتفاع مرزها زیاد یا اینکه پوشیده از علف‌های خشبی بوده به‌طوری‌که محصول درو شده قادر به استقرار بر روی مرزها نباشد، در این‌صورت بوته‌های تا فاصله ۵۰ سانتیمتری از مرز را با دست برداشت کنید. در غیر این‌صورت، لزومی به برداشت با دست نخواهد بود.
- ✓ در صورتی که مزرعه مبتلا به علف‌های هرز انبوه و کوتاه باشد، علف‌ها به دور اجزای گردنده دروگر پیچیده همچنین کار زنجیر جمع‌آوری و انتقال پایینی را مختل خواهند نمود. در این‌صورت سعی نمایید تا حد ممکن ارتفاع برش را افزایش دهید.
- ✓ چنانچه مزرعه مبتلا به علف‌های هرز خشبی و با طول بلند باشد، علف‌ها به دور چرخ‌های خورشیدی و سایر اجزای دوار پیچیده در نتیجه ظرفیت کاری ماشین را به مقدار زیادی کاهش خواهند داد.

✓ در مزارعی که محصول بیش از حد رسیده یا دچار کرم خوردگی باشد (به‌طوریکه محصول به‌صورت به‌هم پیچیده درآید)، استفاده از دروگر توصیه نمی‌گردد.

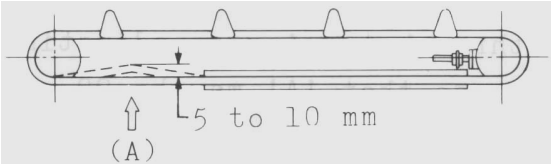
۴-۲-۵- سرویس و تنظیمات قسمت دروکننده

✓ در صورت بروز هرگونه نقص یا گیر کردن اجزای دروگر در حین کار، قبل از خاموش نمودن موتور اقدام به رفع گیر آن ننمایید.

✓ قبل از شروع کار روزانه، طبق دفترچه راهنمای ماشین، تمام قسمت‌هایی که نیاز به روانکاری دارند (از قبیل کلیه اجزای شانه برش، پین‌های اهرم‌های کلاچ‌ها، زنجیرهای جمع‌آوری، پین‌ها و تکیه‌گاه‌ها و کابل کلاچ‌ها، سیم گاز و غیره)، اقدام به روانکاری نمایید.

✓ در صورت آسیب دیدگی تیغه‌های شانه برش با باز نمودن میخ پرچ‌های مربوطه، آنها را باز و تعویض کنید.

✓ قبل از شروع کار روزانه، مقدار سفتی زنجیرهای جمع‌آوری و انتقال محصول را وارسی نمایید. در صورت سفت بودن بیش از حد، در ابتدا آنها را با استفاده از یک پارچه تمیز و سپس راونکاری نمایید. چنانچه با انگشت دست قسمت میانی زنجیرها (حدفاصل بین راهنمای زنجیر و چرخ‌زنجیر) را فشار دهید، حدود ۵ تا ۱۰ میلی‌متر به سمت داخل منحرف شوند. در غیر این‌صورت با باز و بسته نمودن مهره تنظیم، میزان سفتی آنها را تنظیم کنید.



شکل ۲۰- تنظیم میزان سفتی زنجیرهای جمع آوری و انتقال محصول

✓ مقدار فاصله بین سیم‌ها یا میله‌های فنری نگه‌دارنده‌ی محصول تا زنجیرها یا سینی جلوی دروگر و همچنین فاصله آنها تا صفحه انتهایی تحویل محصول را به‌طور مرتب بررسی و در صورت نیاز تنظیم کنید.

✓ در دروگرهای چهار ردیفه، مقدار فاصله بین میله‌های فنری تا سینی جلوی دروگر را بین ۱۰ تا ۱۲ میلیمتر و فاصله آنها تا صفحه‌ی انتهایی تحویل محصول را حدود ۲۵ تا ۳۵ میلیمتر در نظر بگیرید. با شل نمودن پیچ‌های نگهدارنده‌ی این میله‌ها، فاصله‌ها را تنظیم و سپس آنها را سفت نمایید.

✓ ارتفاع قرارگیری دسته‌ی فرمان ماشین را با باز و بسته نمودن پیچ‌های تثبیت و تعویض موقعیت آنها، متناسب با قد اپراتور تنظیم کنید.

✓ چاقوی شانه برش را پس از جدا نمودن پشت‌بندها و گیره‌های آن و آزاد نمودن لنگی خارج از مرکز محل انتقال نیرو به آن، می‌توان از یک سمت خارج نمود.

✓ پس از نصب مجدد چاقوی شانه برش، میزان سفتی آنرا بررسی کنید. سفتی آن در حالت عادی باید در حدی باشد که

با اعمال نیرویی حدود ۳ تا ۱۰ کیلوگرم با دست، قادر به حرکت دادن آن باشید.

✓ مقدار لقی یا فاصله بین چاقوی برش و گیره‌های نگهدارنده را با قرار دادن فیلر در بین آنها وارسی نمایید. اگر این فاصله کمتر از مقدار مجاز باشد، سبب فرسودگی سریع چاقو و اگر بیش از این مقدار باشد، سبب برش نامناسب ساقه‌های محصول و حتی گیرنمودن چاقو می‌گردد. این فاصله را با کم و زیاد نمودن تعداد شیم (ورقه‌های نازک فلزی) تنظیم نمایید.

✓ پین‌های ایمنی برشی (که ممکن است در نقاط مختلف سیستم انتقال قدرت نصب گردند) را در صورت بریده شدن، با پینی با همان مشخصات تعویض نمایید.

۴-۲-۶- نگهداری ماشین

✓ پس از اتمام عملیات برداشت، تمام قسمت‌های بیرونی ماشین را با آب شستشو داده سپس با پارچه‌ای تمیز آنها را خشک کنید.

✓ تمام اجزای شانه برش، قسمت‌هایی که در اثر خوردگی یا ساییدگی رنگ آنها از بین رفت، پین‌ها، تکیه‌گاه‌ها، زنجیرها، کابل‌های کلاچ‌ها، سیم گاز و غیره را با روغن موتور روغنکاری نمایید.

✓ در زیر محور چرخ‌ها تکیه‌گاهی چوبی یا لاستیکی قرار دهید تا چرخ‌ها از زمین فاصله بگیرند.

✓ شمع موتور را باز نموده از سوراخ محل نصب آن چند قطره روغن موتور به داخل سیلندر بریزید و به آرامی با استفاده از هندل، میل‌لنگ موتور را بچرخانید تا قسمت داخلی سیلندر و پیرامون پیستون روغنکاری شود.

✓ ماشین را در فضای مسقف (به دو از آفتاب شدید و بارندگی) قرار داده با چادری تمام قسمت‌های آنرا بپوشانید.

٤-٣- دروگر - بافه بند

ماشینی است که عمل درو و بافه‌بندی محصول را به‌طور هم‌زمان انجام می‌دهد. این ماشین در ابتدا در کشورهای جنوب شرق آسیا در سطحی وسیع مورد استفاده قرار گرفت، اما به خاطر بالا بودن میزان رطوبت ساقه برنج (بین ۳۰ تا ۷۰ درصد) به تدریج استفاده از آن منسوخ گردید. زیرا با بستن محصول در دسته‌هایی نسبتاً بزرگ خشک شدن آن به کندی صورت خواهد گرفت که در صورت باقی ماندن محصول در مدتی طولانی‌تر، منجر به فساد آن خواهد شد. خوشبختانه این ماشین در کشور ما چندان رواج نیافت و تعداد آنها بسیار کم است. به‌همین خاطر از توضیح بیشتر در این خصوص نیز اجتناب می‌گردد.

شکل ۲۱ - تصویری از یک دروگر - بافه‌بند

٤-٤- خرمنکوب‌ها

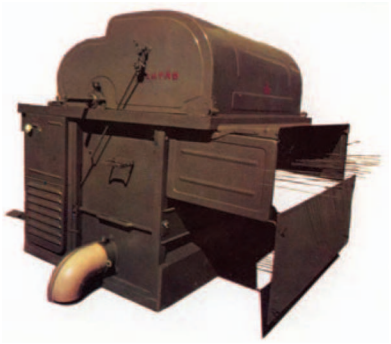
در برداشت غیر مستقیم برنج، پس از دروی محصول (با دست یا با استفاده از ماشین دروگر) و خشک شدن در زیر آفتاب، نیاز است با استفاده از وسایلی عمل خرمنکوبی (جداسازی دانه‌ها از خوشه‌ها، بوجاری و تمیزش) صورت گیرد. این عمل با استفاده از انواع خرمنکوب‌ها یا کمباین‌ها صورت می‌پذیرد.

خرمنکوب‌ها در انواع دستی، پشت‌تراکتوری و خودگردان تقسیم‌بندی می‌شوند.

۴-۴-۱- خرمنکوب‌های دستی

خرمنکوب‌هایی ثابت در ابعاد و اندازه کوچک و با عملکردی نسبتا پایین می باشند که نیرو محرکه آنها ممکن است از یک موتور مستقل، تیلر یا محور تواندهی (P. T. O) تراکتور تأمین گردد. کوبنده آنها نیز از نوع دندانه میخی است که مخصوص برنج طراحی شده است. قسمت بوجاری و تمیزش آنها متشکل از یک غربال فلزی با سوراخ‌های گرد به قطر ۹ تا ۱۱ میلی‌متر (متناسب با ابعاد شلتوک) و یک پنکه جریان محوری می‌باشد. گرچه در گذشته تعداد زیادی از این نوع خرمنکوب‌ها (مدل‌های ۳۰ T و T۲۵) در داخل کشور یافت می‌شد، اما در حال حاضر در داخل کشور علیرغم بالا بودن کیفیت کار آنها، صرفاً به‌خاطر پایین بودن میزان عملکردشان خیلی کم مورد استفاده قرار می‌گیرند. با استفاده از این خرمنکوب‌ها، به‌طور متوسط می‌توان محصول یک هکتار را در ظرف یک روز (با ۱۰ ساعت کار) خرمنکوبی نمود.

لازم به ذکر است، غربال فلزیی که جهت جدا نمودن دانه‌ها از کاه و کلش مورد استفاده قرار می‌گیرد، نقش ضد کوبنده را نیز ایفا می‌نماید.



شکل ۲۲ – نمونه‌ای از خرمنکوب دستی(نوع هدفید)و اجزای ساختمانی آن

طرز کار

اپراتور، محصول از قبل درو و خشک شده را از قسمت ته ساقه‌ها به‌صورت چنگه‌هایی در مشت گرفته و قسمت خوشه آن‌را به داخل واحد خرمنکوبی می‌فرستد. در این حین، قسمت ته ساق‌ها را محکم نگه می‌دارد تا به داخل خرمنکوب نروند، ظرف مدتی کوتاه (حدود چند ثانیه) در اثر ضربات ناشی از دندانه‌های کوبنده، دانه‌ها از خوشه‌ها جدا می‌گردند. دانه‌ها از سوراخ‌های ضد کوبنده عبور نموده به‌سمت پایین سقوط می‌نمایند. در حین سقوط دانه‌ها از سوراخ‌های ضد کوبنده، دانه‌های سبک و توخالی به‌همراه اندک کاه و کلشی که از سوراخ ضد کوبنده عبور نمودند، در اثر وزش باد پنکه به بیرون هدایت می‌شوند. ساقه‌های کوبیده شده در دست اپراتور باقی مانده، یا مستقیماً به بیرون پرتاب می‌گردند یا اینکه به

ندرت به منظور کوبیدن خوشه‌های نکوبیده احتمالی، به‌داخل واحد خرمنکوبی تغذیه می‌گردد و سرانجام از دریچه‌ی تخلیه به بیرون هدایت می‌گردند.

لازم به یادآوری است که این خرمنکوب‌ها همانند کمباین نوع هدفید فقط قسمت خوشه محصول را به داخل واحد کوبنده می‌فرستند و به ورود کاه و کلش به این قسمت حساس می‌باشند زیرا کارشان را مختل می‌نماید. به منظور تخلیه کاه و کلشی که به داخل محفظه خرمنکوبی راه یافته‌اند، دریچه‌ای در قسمت جلوی کوبنده تعبیه گردیده است که با استفاده از پدال پایی(واقع در زیر پای اپراتور) هر چند گاهی باز شده آنها را تخلیه می‌نماید.

دانه‌های سالم و تمیز شده توسط یک پیچ ارشمیدوس (هلیس) جمع‌آوری و به بیرون از خرمنکوب هدایت می‌گردند که پس از آن یا توسط یک کارگر یا یک نقاله عمودی در داخل کیسه بارگیری می‌شوند.

گاهی اوقات در اثر وزش باد پنکه، مقداری دانه‌های سالم به همراه دانه‌های پوک و ذرات سبک وزن به بیرون از خرمنکوب پرت می‌شوند که به علت سنگین بودن معمولا در فاصله‌ای نزدیک به خرمنکوب انباشته می‌شوند. در این‌صورت با قرار دادن چادری مناسب در این مکان، می‌توان این دانه‌ها را جمع‌آوری و به منظور بوجاری و تمیزش، مجدداً به داخل خرمنکوب فرستاد.

شکل ۲۳ – طرز کار با خرمنکوب نوع دستی

۴-۴-۲- خرمنکوب‌های پشت تراکتوری

خرمنکوب‌هایی با ابعاد و اندازه بزرگتر و عملکردی نسبتا بالا هستند که به صورت یک وسیله کششی به مالبند تراکتور بسته می‌شوند. این خرمنکوب‌ها هم قادرند به‌صورت درجا (ثابت) عمل خرمنکوبی را انجام دهند و هم در صورت باتلاقی نبودن زمین به داخل مزرعه رفته حین حرکت این کار را انجام دهند. نیروی محرکه آنها نیز از محور تواندهی تراکتور تأمین می‌گردد. این خرمنکوب‌ها معمولا دارای یک جفت چرخ لاستیکی جهت تردد در جاده‌ها و مزارع می‌باشند.

سیستم خرمنکوبی، بوجاری و تمیزش آنها کاملاً شبیه به کمباین‌های غلات موجود در کشور بوده با این تفاوت که به منظور کاهش میزان صدمات وارده به دانه‌های برنج، استوانه کوبنده آنها تا حدودی اصلاح شده است. در کوبنده‌ی آنها

به‌جای تسمه‌های سوهانی از تسمه‌های دندانه‌دار (با دندانه‌های L شکل) استفاده می‌گردد.

این خرمنکوب‌ها در قسمت جلو مجهز به دماغه یا هد قیفی شکل می‌باشند که کارگرها پس از جمع‌آوری محصول با دست، آن‌را به‌داخل دماغه قیفی شکل می‌ریزند. برخی از آنها نیز مجهز به دماغه یا هد بردارنده محصول درو شده می‌باشند که در این‌صورت نیازی به جمع‌آوری محصول با دست نمی‌باشد.

شکل ۲۴ – تصویری از یک خرمنکوب نوع پشت تراکتوری

۴-۴-۳- خرمنکوب‌های دستی نوع تغذیه اتوماتیک خودگردان

این نوع خرمنکوب‌ها از لحاظ مکانیزم‌ها و ساختار (واحدهای کوبنده، بوجاری و تمیزش) کاملا شبیه به خرمنکوب‌های هدفید نوع دستی بوده با این تفاوت که دارای موتوری مستقل و سیستم حرکتی (چرخ زنجیری) می‌باشند.

طرز کار:

حین اینکه این خرمنکوب در داخل مزرعـه در یـک مـسیر مستقیم با سرعت کم حرکت می‌نماید، اپراتور قادر خواهد بود چنگه‌های محصول از قبل درو شده را به‌صورت مرتب و منظم با دست به قسمت زنجیر تغذیه تحویـل دهـد. زنجیـر تغذیـه ضمن اینکه قسمت ساقه محصول را با کمک فکی ثابت محکم نگه می‌دارد، با حرکت تدریجی خود قسمت خوشه محصول را به داخل واحد کوبنده می‌فرستد تا قـسمت خوشـه آن کوبیـده شود. ساقه‌ی محصول کوبیده شده به حرکـت خـود ادامـه داده سرانجام از خرمنکوب خارج شده بر روی زمین مـی‌ریـزد. در حاشیه‌ی زمین یا انتهای کرت جهت دور زدن و فرمـان‌گیـری، اپراتور وارد عمل شده پس از دور زدن، ماشـین را بـه مـسیری مستقیم هدایت نموده مجـدداً بـه کـار جمـع‌آوری محـصول و تحویل آن به زنجیر تغذیه می‌پردازد.

شکل ۲۵ – تصویری از یک خرمنکوب دستی نوع تغذیه اتوماتیک خود گردان

فصل پنجم– ماشین‌های برداشت مستقیم برنج

۵-۱- مقدمه

در برداشت مستقیم برنج، چهار عمل درو، جمع‌آوری و انتقال محصول، خرمنکوبی و تمیزش به‌طور هم‌زمان صورت می‌گیرد. ویژگی‌های خاص گیاه برنج در مقایسه با سایر غلات (به ویژه در ارقام ایرانی یا هندی) همچون مقاومت ضعیف دانه‌ها در برابر ریزش، تمایل به خوابیدن یا ورس گیاه، بالا بودن میزان رطوبت دانه‌ها و ساقه‌ها در زمان برداشت (به خاطر ادامه رشد سبزینه‌ای گیاه) و همچنین شرایط خاص مزارع شالیزاری و غیره استفاده از کمباین‌های خاص را امری اجتناب ناپذیر می‌سازد. برای این منظور، انتخاب کمباین برای شالیزار باید با دقت و حساسیت بیشتری صورت پذیرد. زیرا کمباین‌ها نقش مهمی را در افزایش میزان ضایعات برنج دارند.

۵-۲- کمباین‌های مخصوص برداشت برنج

اصولاً کمباین‌های مخصوص برداشت برنج در دنیا به سه نوع استاندارد (هول‌کراپ)، هدفید و هد استریپر (خوشه‌چین) تقسیم بندی می‌شوند.

۵-۲-۱- کمباین برنج از نوع استاندارد (whole Crop / Through – in Type Combine)

در این نوع کمباین، همانند سایرکمباین‌ها چهار عمل برش (درو)، انتقال، خرمنکوبی و تمیزش به‌طور همزمان صورت می‌پذیرد. این نوع کمباین از برخی جهات با کمباین‌های استاندارد غلات (کمباین‌های عمومی غلات) شباهت و از جهاتی دیگر تفاوت دارد. شانه برش، قسمت الک و بوجاری دانه‌ها، سیستم انتقال قدرت و برخی از سیستم‌های کنترلی در کمباین‌های استاندارد برنج تا حدود زیادی مشابه کمباین‌های استاندارد غلات می‌باشند ولی از لحاظ سیستم حرکتی (چرخ)، نوع کوبنده، چرخ فلک و برخی ضمائم دماغه و غیره متفاوت از آن می‌باشد که در زیر تشریح می‌گردند:

شکل ۲۶ – تصویری از یک کمباین استاندارد برنج متداول در کشور

۵-۲-۱-۱- اجزای کمباین استاندارد برنج

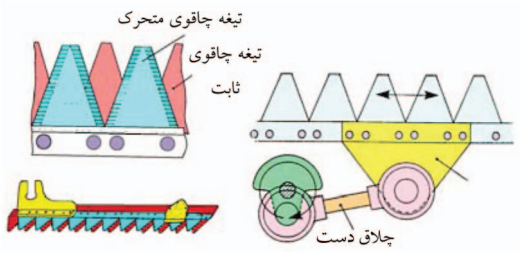
الف) موتور؛ اغلب کمباینها دارای موتوری دیزل، چهار زمانه و آب خنک می‌باشند که قدرت تولیدی آنها بر حسب ظرفیت کاری کمباین (عرض برش واحد دروگر) متغیر است.

ب) شاسی؛ متشکل از تعدادی پروفیل‌های فولادی (قوطی، نبشی و تسمه) است که تمام اجزای کمباین بر روی آن نصب می‌گردند.

ج) دماغه برداشت (پلاتفرم)؛ این قسمت از کمباین وظیفه درو و انتقال محصول به واحد خرمنکوبی را بر عهده دارد که متشکل از؛ دروگر شانه‌ای، چرخ و فلک، نقاله‌ی لاستیکی دانه، هلیس یا مارپیچ و مقسم‌های جانبی است.

شکل ۲۷ – دماغه کمباین استاندارد برنج

۱) دروگر شانه‌ای؛ دروگر آن از نوع رفت و برگشتی و کـاملاً شبیه به دروگر سایر کمباین‌هـا مـی‌باشـد کـه وظیفـه‌ی بـرش محصول را بر عهده دارد. عامـل بـرش محـصول در ایـن نـوع دروگر، یـک چـاقوی رفـت و برگـشتی اسـت کـه متـشکل از چندین تیغه ذوزنقه‌ای شکل با لبه‌های مضرس مـی‌باشـد. ایـن چاقو در اثر حرکت رفت و برگشتی، همانند قیچی عمل نموده در اثر ضربه و برش، محصول را قطع یا درو مـی‌نمایـد. طـول کورس رفت و برگشت این چاقوهـا حـدود ۵ تـا ۷ سـانتیمتر است.



شکل ۲۸ - نمونه‌ای از دروگر شانه‌ای مخصوص کمباین برنج

۲) نقاله‌ی جمع‌آوری دانه‌ها؛ به‌منظور جلوگیری از ریزش دانه‌ها از روی پلاتفرم، در برخی از کمباین‌ها بلافاصله پس از شانه برش نقاله‌ای تسمه‌ای (لاستیکی) به‌صورت چند تکه‌ای نصب می‌نمایند تا دانه‌ها را جمع‌آوری و به هلیس تحویل دهد. تعداد تکه‌های نقاله‌های لاستیکی که به‌صورت موازی هم قرار می‌گیرند متناسب با عرض برش دماغه کمباین از ۱ تا ۵ عدد متغیر است.

در برخی از کمباین‌ها، به‌جای اینگونه نقاله لاستیکی، یک یا دو تسمه فلزی دندانه‌ای بر وجه فوقانی دروگر نصب می‌نمایند که به‌طور هم‌زمان با چاقو حرکت رفت و برگشتی نموده از ریزش دانه‌ها جلوگیری می‌نماید.

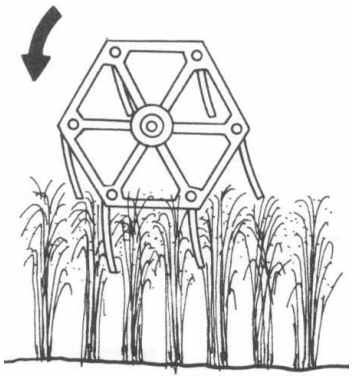
شکل ۲۹ – اجزای دماغه کمباین استاندارد برنج

۳) هلیس (مارپیچ)؛ استوانه‌ای است که در پیرامون آن دو مارپیچ خلاف جهت هم تعبیه گردیده که در مجموع یک هلیس سرتاسری را تشکیل می‌دهند. با چرخش هلیس، محصول درو شده از دو طرف سکوی برش به‌سمت وسط جمع‌آوری و در نهایت تحویل زنجیر تغذیه داده می‌شود. در داخل مارپیچ، محوری خارج از مرکز وجود دارد که بر روی آن تعدادی انگشتی تعبیه شده است که انتهای انگشتی‌ها از سوراخ‌هایی که در قسمت میانی هلیس تعبیه گردیده‌اند بیرون آمده است. محصولی که از طرفین هلیس جمع‌آوری و به قسمت وسط آن هدایت گردیدند توسط این هلیس به نقاله

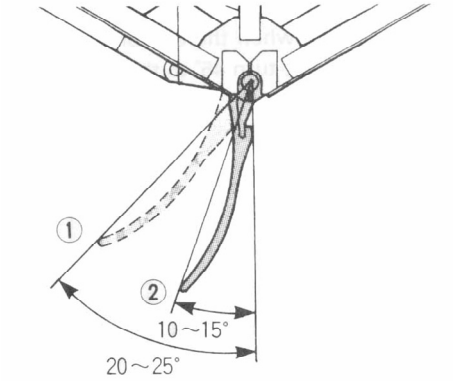
انتقال مواد تحویل داده می‌شود. مکانیزم حرکت انگشتی‌ها در داخل مارپیچ طوری است که زمان تحویل گرفتن یا جمع‌آوری محصول، از سوراخ‌های هلیس بیشتر بیرون آمده ولی هنگام هدایت محصول به سمت نقاله‌ی انتقال مواد (درست زمانیکه به کف سکوی برش نزدیک می‌شوند)، به سمت داخل سوراخ حرکت می‌نمایند تا به کف آن برخورد ننمایند.

٤) چرخ و فلک؛ منشوری چند ضلعی است که در قسمت بالای شانه برش نصب و وظیفه‌ی هدایت محصول درو نشده به سمت دروگر و سکوی برش را بر عهده دارد. هر یال این منشور را تسمه‌ای فلزی یا چوبی تشکیل می‌دهد که بر روی آن تعدادی انگشتی با فواصل جانبی معین نصب می‌گردد. معمولاً جنس انگشتی‌ها از نوع فولادی (فنر مارپیچ) یا پلاستیک است که با توجه به حساس بودن دانه‌های برنج در برابر صدمات و ضربات مکانیکی، استفاده از انگشتی‌های پلاستیکی در اولویت است.

معمولاً چرخ و فلک کمباین‌ها از لحاظ موقعیت قرار گیری نسبت به شانه برش، هم از لحاظ فاصله عمودی (ارتفاع) و هم از لحاظ موقعیت افقی(عقب‌تر یا جلوتر بودن از آن)، قابل تنظیم است. علاوه بر آن، سرعت دوران و زاویه نفوذ انگشتی‌ها به داخل محصول در آن قابل تنظیم می‌باشند.



شکل ۳۰ – موقعیت صحیح ارتفاع قرارگیری چرخ و فلک نسبت به خوشه‌ی محصول

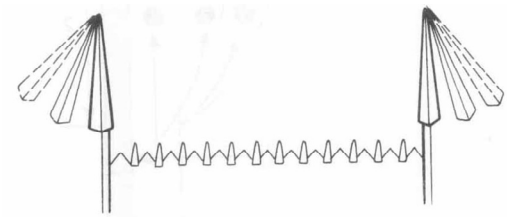


شکل ۳۱ – نحوه‌ی تغییر زاویه‌ی نفوذ انگشتی‌های چرخ وفلک

۵) مقسم‌های جانبی؛ گوه‌هایی با اسکلت فلزی هستند که در طرفین دماغه کمباین نصب می‌گردند. تعداد آنها دو تا می‌باشد که یکی از آنها (معمولاً سمت چپی)، وظیفه‌ی جداسازی

محصول مسیر رفت از محصول مسیر برگشت را بر عهـده دارد و دیگری از تمایل محصول درو نشده بـه سـمت ردیـف درو شده جلوگیری به عمل می‌آورد. فاصله بین مقسم‌ها را می‌تـوان تا حدودی نسبت به هم تغییر داد.

کج شدن قسمت نوک مقسم‌ها سبب به زیر کـشیده شـدن سـاقه محـصول و در نتیجـه باعـث خـارج شـدن محـصول از دسترس واحد درو کننده مـی‌گـردد. در ایـن صـورت بایـد در اسرع وقت نسبت به اصلاح آن اقدام نمود.

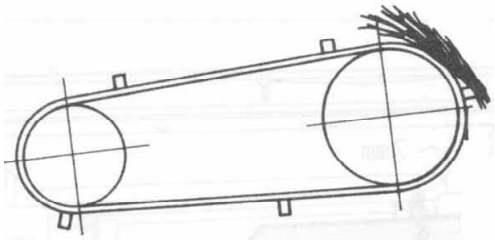


شکل ۳۲ – مقسم‌های جانبی و نحوه‌ی تغییر فاصله بین آنها

د) نقاله‌ی انتقال مواد به واحد کوبنده

متشکل از دو زنجیر بی‌انتهاست که بـر روی آنهـا تعـدادی تسمه‌های فلـزی دندانـه‌دار (مـضّرس) نـصب گردیـده‌انـد. بـا چرخش زنجیرها، محصول درو شده از قسمت خروجی هلیس به واحد خرمنکوبی (کوبنده) تحویل داده می‌شود. در برخـی از کمباین‌ها، به‌جای زنجیرهای بی‌انتهـا از یـک یـا دو تـسمه (از

جنس بافته‌های نخی) استفاده می‌گردد. در این صورت جهت برداشت محصولات پا بلند و پرپشت ممکن است با مشکل گیر نمودن محصول در این قسمت مواجه گردند.



شکل ۳۳ – نقاله‌ی انتقال مواد به واحد کوبنده

ه) واحد خرمنکوبی

در این نوع کمباین‌ها تمام قسمت‌های یک محصول درو شده (ساقه، برگ و خوشه) به داخل واحد خرمنکوبی کشیده می‌شوند. در آنجا در اثر نیروی مالشی و ضربات وارده از طرف کوبنده، دانه‌ها از خوشه‌ها جدا و جهت جدا شدن کاه و کلش و دانه‌های پوک و سبک وزن از دانه‌های سالم، به واحد بوجاری و تمیزش منتقل می‌گردند.

این واحد متشکل از کوبنده و ضد کوبنده می‌باشد که در زیر تشریح خواهند شد:

۱- **کوبنـده؛** معمـولاً دو نـوع کوبنـده دندانـه انگـشتی و مارپیچی مورد استفاده قرار می‌گیرند که هـر دوی آنهـا از نـوع جریان محوری محسوب می‌گردند.

۱) کوبنده مارپیچی؛ استوانه‌ای است کـه بـه دور آن تـسمه‌ای فلزی به‌صورت مارپیچ جوش شـده اسـت. در فواصـلی معـین روی این تسمه تیغه‌هایی فـولادی بـه‌صـورت انگـشتی نـصب گردیده‌اند که عمل ضربه زدن و زیر و رو نمـودن محـصول را بر عهده دارند. طول کوبنده در این نوع کمباین‌ها در مقایسه بـا انواع هدفید به مراتب بلندتر است. به‌طوری‌کـه گـاهی اوقـات (متناسب با ظرفیـت کمبـاین)، طـول آن از ۲ متـر نیـز تجـاوز می‌نماید. سرعت محیطـی کوبنـده‌هـای مـارپیچی بـرای ارقـام مختلف برنج بـین ۸ تـا ۱۳ متـر بـر ثانیـه قابـل تنظـیم اسـت. محدوده‌ی بالاتر آن برای ارقام مقاوم به ریزش همچـون؛ ارقـام گرده و ژاپنی و محدوده‌ی پایین‌تر برای ارقـام بـا مقاومـت بـه ریزش پایین، همچون اغلب ارقام ایرانی (طارم، فجـر و غیـره) توصیه می‌گردند.

شکل ۳۴ – نمونه‌ای از کوبنده‌ی نوع مارپیچی

۲) کوبنده انگشتی‌دار؛ این نوع کوبنده از لحاظ ساختمانی شبیه به کوبنده‌ی کمباین‌های استاندارد غلات می‌باشد. بدین صورت که متشکل از استوانه‌ای است که در پیرامون آن تعدادی تسمه‌های فولادی نصب گردیده است. بر روی هر کدام از این تسمه‌ها تعدادی انگشتی از جنس فولاد نصب گردیده که وظیفه‌ی کوبیدن محصول را بر عهده دارند.

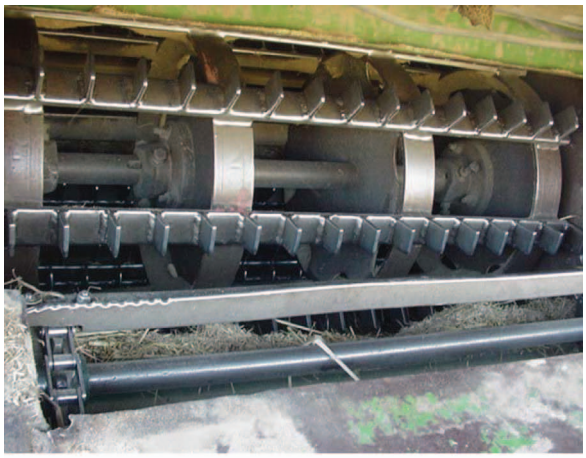
طول این نوع کوبنده‌ها در مقایسه با نوع مارپیچی (در صورت یکسان بودن ظرفیت مزرعه‌ای)، کمتر است. در این نوع کوبنده‌ها متناسب با شدت کوبش مورد نیاز برای محصولات مختلف، می‌توان با رعایت تعادل استاتیکی و دینامیکی، تعداد تسمه‌های دربرگیرنده‌ی انگشتی‌ها را کم یا

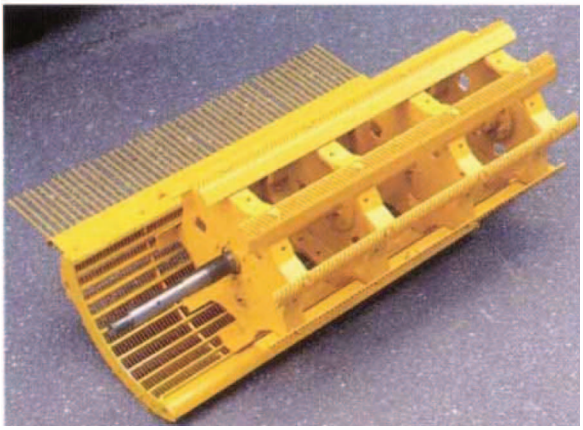
زیاد نمود. بدیهی است که با افزایش تعداد این تسمه‌ها، شدت کوبیدن محصول افزایش خواهد یافت و بالعکس.

شکل ۳۵ – نمونه‌ای از کوبنده‌ی نوع انگشتی دار

عمده‌ی کمباین‌های عمومی غلات موجود در کشور، دارای کوبنده نوع تسمه سوهانی می‌باشند. اغلب از آنها برای برداشت گندم، جو، کلزا و غیره استفاده می‌گردد. همچنین به علت عدم دسترسی به کمباین‌های مناسب برنج یا عدم آگاهی از خسارت‌های ناشی از آن، در حال حاضر عمده‌ی خرمنکوبی و حتی در برخی مناطق برداشت مستقیم برنج با استفاده از این نوع کمباین‌ها صورت می‌گیرد که یکی از دلایل اصلی زیاد بودن درصد دانه‌های آسیب دیده برنج در این نوع کمباین‌هاست.

نکته: استفاده از این نوع کوبنده‌ها برای برنج هرگز توصیه نمی‌گردد.





شکل ۳۶ – دو نوع کوبنده مخصوص کمباین‌های غلات (کوبنده‌ی بالایی برای خرمنکوبی برنج اصلاح گردیده است و کوبنده پایینی از نوع تسمه سوهانی است).

نحوه محاسبهِ‌ی سرعت محیطی کوبنده‌های مختلف

$$V(m/s) = \frac{\pi.D.n}{60}$$

در این رابطه؛

V = سرعت محیطی یا خطی سیلندر کوبنده (متر بر ثانیه)

D = قطر سیلندر کوبنده (متر)

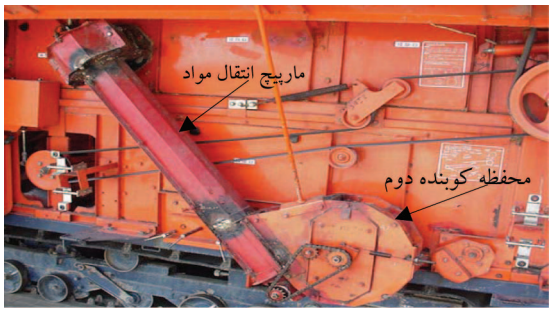
n = تعداد دور سیلندر کوبنده در دقیقه

۲- ضد کوبنده؛ توری سیمی یا میله‌ای به شکل هلالی است که در مقابل کوبنده واقع شده، نقش بستری جهت نگهداری محصول در برابر کوبنده را ایفاء می‌نماید. در این نوع کمباین‌ها قسمت عمده‌ی جداسازی کاه و کلش از دانه‌ها توسط ضد کوبنده صورت می‌پذیرد.

۳- درپوش واحد کوبنده؛ در کمباین‌های دارای کوبنده نوع جریان محوری (مارپیچی و دندانه انگشتی)، درپوش واحد کوبنده نقش مهمی را در عمل خرمنکوبی بر عهده دارد. این درپوش از یک طرف نقش تکمیلی ضد کوبنده را در مقابل کوبنده داشته از طرفی دیگر با در بر داشتن تعدادی تیغه‌های مورب (در مقابل ضدکوبنده)، امکان تغییر شدت کوبش را فراهم می‌نماید. تیغه‌های مورب واقع بر روی درپوش که زاویهِ‌ی امتداد قرارگیری آنها در مقابل کوبنده توسط یک اهرم، قابل تنظیم است، نقش یک راهنما در جریان یافتن مواد به دور

کوبنده را دارند. درصورت هم جهت بودن زاویه‌ی امتداد آنها با کوبنده، سبب خروج سریعتر کاه و کلش از محفظه‌ی خرمنکوبی و در نتیجه کاهش شدت خرمنکوبی می‌گردند و بالعکس.

٤- **کوبنده‌ی دوم**؛ وظیفه‌ی کوبیدن مجدد کزل‌هایی که عمل جداسازی دانه‌ها از خوشه‌های آنها توسط کوبنده‌ی اصلی به خوبی صورت نپذیرفت را بر عهده دارد. کزل‌های کوبیده نشده پس از عبور از غربال‌های کاه پران از سطح الک دانه نیز عبور نموده بر روی سطحی شیبدار سقوط نموده توسط یک نقاله مارپیچی جمع آوری و به داخل محفظه کوبنده‌ی دوم وارد می‌گردند. در آنجا در اثر برخورد با تیغه‌های واقع بر روی درپوش این محفظه و انگشتی‌های کوبنده‌ی دوم، دانه‌ها از کزل جدا می‌شوند. برخی از کمباین‌ها ممکن است فاقد کوبنده‌ی دوم باشند، در این صورت کزل‌های نکوبیده توسط یک نقاله به واحد خرمنکوبی منتقل و توسط کوبنده‌ی اصلی کوبیده می‌شوند.



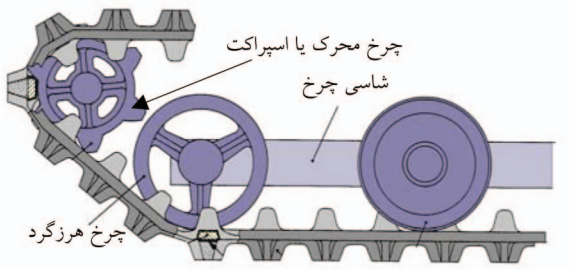
شکل ۳۷ - نمونه‌ای از کوبنده‌ی دوم

و) سیستم حرکتی (Under Carriage system)

سیستم جابجا کننده‌ی ماشین است که عمدتاً از نوع چرخ زنجیری با زنجیر نوع لاستیکی می‌باشد. با توجه به باتلاقی بودن خاک اغلب مزارع شالیزاری (حتی در فصل برداشت)، استفاده از چرخ‌های لاستیکی معمولی سبب بکسوات یا فرو رفتن ماشین در مزرعه می‌گردد. برای رفع این مشکل، عمده‌ی کمباین‌های شالیزاری مجهز به چرخ‌های زنجیری می‌باشند. در این نوع چرخ‌ها به علت زیاد بودن سطح تماس آنها با زمین، میزان فشار ناشی از وزن ماشین بر سطح زمین کمتر بوده در نتیجه احتمال فرو رفتن یا بکسوات ماشین در زمین کمتر خواهد بود.

تردد کمباین‌های دارای چرخ‌های زنجیری بر روی جاده‌های آسفالت، سنگ فرش و حتی جاده‌های بین مزارع در مسافت‌های طولانی، سبب فرسودگی شدید چرخ‌های زنجیری می‌گردد. در چنین مواقعی برای جابجا نمودن کمباین‌ها در مسافت‌های طولانی (بیش از ۵۰۰ متر)، استفاده از تریلی‌های یدک‌کش الزامی است.

این سیستم متشکل از؛ چرخ زنجیر محرک (اسپراکت)، زنجیر لاستیکی (شنی)، چرخ هرزگرد، تعدادی رولیک و مکانیزم تنظیم میزان کشش یا سفتی زنجیر می‌باشد.



شکل ۳۸ – مکانیزم چرخ زنجیری لاستیکی و اجزای آن

نکته ۱: در کمباین‌های نوع چرخ زنجیری مقدار فشار ناشی از وزن ماشین بر سطح زمین در حدود ۰/۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و کمتر از آن است.

نکته ۲: جهت درآوردن چرخ زنجیری (جهت سرویس یا تعویض آن)، ابتدا با کمک جک یک طرف کمباین را بلند نموده تکیه‌گاه‌هایی را در زیر شاسی آن قرار دهید. سپس همین عمل را برای طرف دیگر آن انجام دهید به‌طوری‌که تمام قسمت‌های چرخ‌های زنجیری از روی زمین فاصله پیدا کنند. پیچ رگلاژ زنجیر را تا حد ممکن باز نمایید تا زنجیر کاملا شل شود. پس از گذاشتن یک اهرم یا تایلور بین زنجیر و اسپراکت، کمباین را روشن نمایید و همان اسپراکت را به آرامی درگیر نمایید تا شروع به چرخش نماید. ضمن مراقبت از دست‌تان، همانند عمل در آوردن تسمه از روی پولی، زنجیر را از اسپراکت جدا نمایید.

جهت نصب مجدد زنجیر، همین مراحل را (همانند عمل نصب نمودن تسمه بر روی پولی)، انجام دهید. سرانجام با پیچاندن پیچ رگلاژ زنجیر، میزان سفتی زنجیر را بر اساس توصیه شرکت سازنده، تنظیم نمایید.

لازم به ذکر است، رعایت کلیه نکات ایمنی در زمان جک‌زدن، گذاشتن تکیه‌گاه‌ها و انجام سایر عملیات الزامی است. زیرا در غیر اینصورت ممکن است منجر به سقوط کمباین و در نهایت سبب بروز حوادث ناگوار گردد. البته برای انجام این کار حتما از شخص یا اشخاص ماهر دیگر کمک بگیرید.

ز) سیستم‌انتقال قدرت

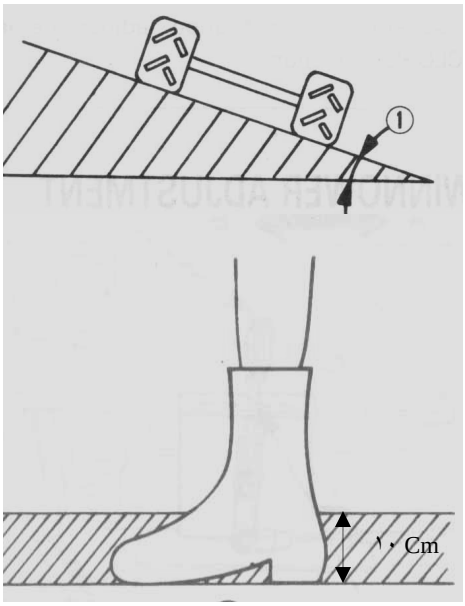
این سیستم دربرگیرنده کلیه اجزاء و قطعاتی است که قدرت تولیدی موتور را به سیستم حرکتی ماشین (چرخ‌ها)، واحد خرمنکوبی، واحد بوجاری و تمیزش، واحد دروگر و غیره می‌رساند. امروزه بمنظور سهولت کار با ماشین، سیستم‌های انتقال قدرت به چرخ‌ها، فرمان، ترمز و غیره بصورت هیدرولیکی و سایر سیستم‌های انتقال قدرت از قبیل؛ انتقال قدرت به واحد خرمنکوبی، واحد دروگر، واحد تمیزش و غیره بصورت مکانیکی (با استفاده از چرخدنده‌ها، تسمه‌ها و زنجیرها) صورت می‌گیرد.

۵-۲-۱-۲- شرایط کار کمباین‌های استاندارد شالیزاری

۱) بررسی شرایط مزرعه

✓ اگر با پای چکمه پوشیده وارد مزرعه شوید، پای‌تان بیش از ۱۰ سانتیمتر داخل گل فرو نرود. در این صورت اکثر کمباین‌های چرخ زنجیری قادر به کار در آن مزرعه خواهند بود. در غیر این صورت کمباین یا در داخل گل گیر می‌کند یا اینکه میزان ظرفیت مزرعه‌ای آن کاهش می‌یابد.

✓ برای برداشت سایر غلات در اراضی شیبدار، شیب عرضی کمباین از ۵ درجه تجاوز نکند.



شکل ۳۹ - شرایط مزرعه‌ای مناسب جهت برداشت با کمباین

۲) بررسی شرایط گیاه

✓ چنانچه رنگ حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد خوشه‌ها به رنگ زرد روشن تغییر یافت، زمانی مناسب جهت برداشت مستقیم محصول با کمباین خواهد بود.

✓ زاویه‌ی خواب گیاه از ۸۵ درجه تجاوز ننماید. در صورت پیشروی کمباین در جهت زاویه خواب محصول، حداکثر زاویه خواب مجاز برای برداشت ۸۵ درجه و در صورت پیشروی در خلاف جهت خواب محصول حداکثر ۷۰ درجه است.

✓ چنانچه طول کل گیاه از ۱۳۰ سانتیمتر بیشتر باشد، مشکل پیچیدن گیاه به دور هلیس یا گیر نمودن در قسمت نقاله انتقال محصول به واحد خرمنکوبی، امری طبیعی خواهد بود.

✓ تا زمانی‌که شبنم روی محصول نشسته است یا بلافاصله پس از بارندگی اقدام به برداشت محصول با کمباین استاندارد برنج ننمایید.

نکته‌ی تجربی: قسمت خوشه محصول را در مشت‌تان بگیرید و فشار دهید، چنانچه رطوبت محصول دست‌تان را خیس نکند در این صورت می‌توانید اقدام به برداشت محصول نمایید.

شکل ۴۰- نحوه‌ی تعیین میزان خوابیدگی گیاه

۵-۲-۱-۳- تنظیمات کمباین‌های استاندارد برنج

الف) تنظیمات دماغه‌ی کمباین و چرخ و فلک؛

✓ در صورتی که محصول سرپا و ایستاده باشد، ارتفاع چرخ فلک را طوری تنظیم نمایید تا انتهای انگشتی‌ها در زمانیکه در پایین‌ترین وضعیت خود قرار می‌گیرند، به زیر خوشه‌ها برسند. از لحاظ موقعیت افقی، مرکز دوران آن کمی جلوتر از شانه برش قرار گیرد.(حدوداً ۵ سانتیمتر).

✓ در صورت خوابیده بودن گیاه، متناسب با میزان خواب آن، چرخ و فلک را پایین‌تر و کمی جلوتر بیاورید.

✓ در حالتی‌که مقاومت به ریزش محصول پایین باشد، تا حد ممکن سعی کنید چرخ و فلک را بالاتر و عقب‌تر بیاورید تا کمتر به خوشه‌های محصول برخورد نماید.

✓ چنانچه محصول پر پشت‌تر باشد، سرعت چرخ و فلک را کاهش و در صورت کم پشت بودن (به ویژه جهت برداشت رتون) سرعت آن را افزایش دهید.

✓ در شرایط نرمال، سرعت محیطی چرخ فلک حدود ۲۵ تا ۵۰ درصد نسبت به سرعت پیشروی کمباین باید بیشتر باشد.

✓ در صورت وجود مکانیزم تنظیم زاویه‌ی نفوذ انگشتی‌ها میان محصول، چنانچه محصول خوابیده و بهم پیچیده باشد، زاویه انگشتی‌ها را طوری تنظیم نمایید که نوک انگشتی‌ها به سمت جلو متمایل‌تر شوند تا عمل جمع‌آوری محصول را بهتر انجام دهد.

✓ در شرایط نرمال محصول، زاویه‌ی نفوذ انگشتی‌ها را در حد متوسط و در صورت برداشت برنج‌های با مقاومت به ریزش پایین و همچنین برای برداشت کلزا زاویه‌ی انگشتی‌ها را در وضعیتی قرار دهید که انگشتی‌ها تا حد ممکن به سمت عقب متمایل شوند.

✓ چنانچه مقدار ریزش قسمت دماغه‌ی کمباین زیاد باشد، ممکن است در اثر عوامل زیر باشد:

۱) سرعت چرخش چرخ و فلک زیاد است، آن را کاهش دهید.

۲) انگشتی های چرخ و فلک بیش از حد بین محصول ایستاده وارد می‌شود، ارتفاع چرخ و فلک را افزایش دهید. در

حالت عادی ارتفاع چرخ و فلک باید در حدی باشد که انتهای انگشتی‌های آن به قسمت پایین خوشه‌ها برسد.

۳) زاویه‌ی تمایل انگشتی‌های چرخ و فلک زیاد است. در کمباین‌هایی که زاویه انگشتی‌های روی چرخ و فلک قابل تنظیم باشد، برای محصولات ایستاده زاویه انگشتی‌ها را طوری تنظیم نمایید که قسمت نوک انگشتی‌ها به سمت عقب و برای محصولات خوابیده به سمت جلو تمایل داشته باشند.

✓ چنانچه محصول به دور تسمه‌های چرخ و فلک می‌پیچد، در این صورت زاویه‌ی تمایل انگشتی‌های چرخ و فلک را کاهش دهید.

✓ چنانچه محصول در قسمت دماغه‌ی کمباین انباشته شود، ممکن است در اثر عوامل زیر باشد:

۱) انتقال قدرت به هلیس ضعیف است، میزان سفتی تسمه یا زنجیر نیرو دهنده‌ی آن را بررسی کنید تا شل نباشد.

۲) موقعیت قرارگیری چرخ فلک (هم از لحاظ ارتفاع و هم از لحاظ موقعیت افقی) را بررسی کنید. آن را در موقعیت صحیح قرار دهید.

۳) فاصله‌ی بین هلیس و کف سکو مناسب نیست، بر اساس دفترچه راهنمای ماشین آن را اصلاح نمایید.

٤) نقاله‌ی انتقال محصول به واحد کوبنده حرکت نمی‌کند.

✓ چنانچه محصول در قسمت دروگر گیر نماید یا دروگر متوقف گردد، ممکن است در اثر عوامل زیر باشد:

۱) تسمه‌ی محرک شانه برش شل شده است، آن را سفت کنید.

۲) تیغه‌های شانه برش بیش از حد کند شده‌اند، آنها را تیز نمایید.

✓ چنانچه قسمتی از محصول توسط شانه برش بریده نشود، ممکن است در اثر عوامل زیر باشد:

۱) یک یا تعدادی از تیغه‌ها در اثر برخورد به موانع شکسته است، آن را تعویض کنید.

۲) انگشتی‌های راهنمای تیغه‌ها آسیب دیده‌اند، آنها را اصلاح یا تعویض کنید.

ب) تنظیمات واحد کوبنده و بوجاری وتمیزش

✓ به هنگام در گیر نمودن یا به کار انداختن واحد کوبنده، دور موتور پایین نباشد، زیرا ممکن است سبب گیر نمودن محصول در داخل این واحد شود.

✓ چنانچه مقدار زیادی دانه‌های نکوبیده به همراه کاه و کلش از کمباین خارج شود، ممکن است در اثر یکی از عوامل زیر باشد:

۱) سرعت کوبنده کم است. با افزایش دور موتور یا با مکانیزم مربوطه، سرعت آن را افزایش دهید.

۲) فاصله‌ی کوبنده و ضد کوبنده زیاد است. بر اساس دفترچه راهنمای آن نسبت به کاهش این فاصله اقدام کنید.
۳) دندانه‌های روی کوبنده فرسوده شده‌اند، آنها را تعویض نمایید.
٤) زاویه‌ی قرارگیری تیغه‌های تعبیه شده بر روی درپوش واحد کوبنده (دریچه‌ی تخلیه کاه و کلش) در وضعیت باز است، آن را ببندید یا تحت زاویه‌ای قرار دهید که تا حدودی سرعت خروج کاه و کلش را کاهش دهد.

✓ چنانچه مقدار زیادی دانه به همراه کاه و کلش بر روی زمین ریخته می‌شود، ممکن است در اثر عوامل زیر باشد:
۱) سرعت چرخش پنکه یا بیش از حد زیاد یا بیش از حد کم است، آن را تنظیم کنید.
۲) اندازه‌ی سوراخ‌های غربال کاه و کلش کوچک است، با استفاده از اهرم مربوطه آن را تنظیم نمایید.

✓ چنانچه مقدار زیادی دانه آسیب دیده (پوست کنده شده یا شکسته) در بین دانه‌های داخل تانک یا داخل کیسه مشاهده شود، ممکن است در اثر عوامل زیر باشد:
۱) فاصله‌ی بین کوبنده و ضد کوبنده کم است، فاصله را افزایش دهید.
۲) دور کوبنده خیلی زیاد است، آن را کاهش دهید.

۳) اندازه‌ی سوراخ غربال را بررسی کنید تا کم نباشد. در غیر این صورت سبب افزایش مقدار دانه‌های برگشتی (دانه‌هایی که به قسمت کوبنده‌ی دوم می‌روند) می‌گردد.

٤) سرعت پنکه را بررسی کنید تا خیلی زیاد نباشد.

۵) الک دانه‌ها و غربال را وارسی کنید تا گیر ننموده باشند.

✓ چنانچه عمل بوجاری و تمیزش به خوبی صورت نگیرد (مقدار زیادی دانه‌های پوک و کاه و کلش همراه دانه‌ها یافت شود)، ممکن است در اثر عوامل زیر باشد:

۱) سرعت پنکه خیلی کم است، آن را افزایش دهید.

۲) اندازه‌ی سوراخ‌های غربال کاه خیلی زیاد است، آنها را کاهش دهید.

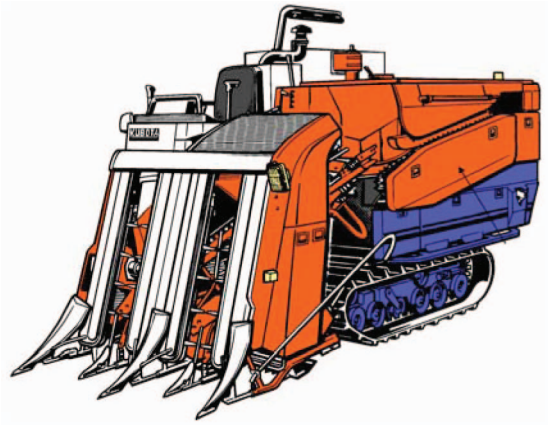
۳) اندازه‌ی سوراخ الک دانه زیاد است، در صورت قابل تنظیم بودن آن را تنظیم، در غیر این صورت آن را با الک مناسب تعویض نمایید.

٤) دور موتور خیلی پایین است، آن را افزایش دهید.

✓ در کمباین‌هایی که دارای کوبنده‌ی از نوع انگشتی هستند، چنانچه مقدار زیادی ساقه‌های خرد شده در بین دانه‌ها مشاهده گردد، شدت کوبش را کاهش دهید. این کار را با کاهش دور کوبنده یا کاهش تعداد تسمه‌های دربرگیرنده‌ی انگشتی‌ها انجام دهید.

۵-۲-۲- کمباین‌های هد فید
(Head Feeding Type Combines)

این نوع کمباین‌ها معمولاً محصول را در ارتفاعی نزدیک به زمین بریده، پس از جمع‌آوری آن را به‌صورت نواری مرتب به داخل واحد خرمنکوبی می‌برند. مکانیزم تغذیه‌ی محصول به این صورت است که قسمت ته ساقه‌ها توسط یک زنجیر محکم نگه داشته می‌شود و فقط قسمت خوشه‌ی محصول به داخل واحد خرمنکوبی راه می‌یابد و کوبیده می‌شود. این نوع کمباین‌ها بر اساس تعداد ردیف‌های برداشت کننده، به‌صورت ۲، ۳، ٤، ٥، ٦ و ... ردیفه تقسیم بندی می‌شوند.



شکل ۴۱ - تصویری از کمباین هدفید ۴ ردیفه

در این صورت تعداد ردیف‌های کمباین، تعیین کننده‌ی اندازه آن است. فاصله‌ی بین ردیف‌های برداشت کننده

۳۰ سانتیمتر (مطابق با استاندارد) و عرض کار (عرض برش) کمباین بین ۵۵ تا ۲۰۰ سانتیمتر متغیر می‌باشد. علاوه بر آن، این نوع کمباین‌ها به‌صورت راه‌رونده و سوار شونده نیز تقسیم‌بندی می‌شوند.

۵-۲-۲-۱- کمباین‌های هدفید نوع راه رونده

در کمباین‌های نوع راه‌رونده، که معمولاً در اندازه‌های بسیار کوچک (با دو ردیف برداشت) می‌باشند، اپراتور به دنبال ماشین حرکت نموده آن را هدایت و کنترل می‌نماید. برای همین منظور کلیه‌ی اهرم‌ها و سیستم‌های کنترل و هدایت کننده در قسمت عقب کمباین واقع می‌شوند تا به سهولت در دسترس اپراتور قرار گیرند. این نوع کمباین‌ها بیشتر در مناطق کوهپایه‌ای که مزارع به‌صورت تراس‌بندی و دارای کرتهایی با ابعاد بسیار کوچک می باشند، کاربرد دارند.

۵-۲-۲-۲- کمباین‌های هدفید نوع سوار شونده

در این نوع کمباین‌ها، اپراتور ضمن استقرار بر روی صندلی مخصوص خود، آنها را هدایت و کنترل می‌نماید. لازم به ذکر است که اغلب کمباین‌های هدفید موجود، از این نوع می باشند.

اخیراً به‌منظور جلوگیری از بروز حوادث ناگوار برای اپراتور در اراضی تراس بندی شده (به هنگام تردد از روی

مرزها و عبور از یک کرت به کرتی دیگـر) و همچنـین جهـت سـوار و پیـاده نمـودن کمباینهـا از تریلـی‌هـای یـدک‌کـش، کمباین‌هایی به بازار عرضه گردیدند که علیـرغم اینکـه از نـوع سوار شونده هستند، در قسمت عقب آنها اهرم‌ها و سیستم‌های کنترل و هدایت اضافی تعبیه گردیـده اسـت تـا اپراتـور بـدون سوار شدن بر روی آنها قادر به هدایت و کنترل آنها باشد. ایـن نوع کمباین‌ها به کمبـاین‌هـای نـوع سوارشـونده – راه رونـده مشهورند.

شکل ۴۲ – کمباین هدفید نوع سوارشونده - راه‌رونده (مجموعه‌ای از اهرم‌های کنترل ماشین در قسمت جلو و مجموعه‌ای دیگر در قسمت پشت‌سر اپراتور تعبیه گردیده است).

۵-۲-۲-۳- اجزای ساختمانی کمباین‌های هدفید

برخی از قسمت‌های کمباین‌هـای هدفیـد از قبیـل موتـور، سیستم حرکتی، سیستم انتقال قدرت و حتی سیستم بوجاری و

تمیزش، مشابه اجزای کمباین‌های نوع استاندارد برنج بوده ولی سایر اجزای آنها همانند دماغه کمباین (واحد دروکننده)، خرمنکوبی و غیره با آنها متفاوت می‌باشند. به همین خاطر از تشریح قسمت‌های مشابه در این بخش خودداری و به قسمت‌هایی از آنها که متفاوت با اجزای کمباین‌های استاندارد هستند پرداخته می‌شود.

قسمت بوجاری و تمیزش در کمباین‌های هدفید مشابه کمباین‌های استاندارد برنج بوده با این تفاوت که در مقایسه با کمباین‌های استاندارد برنج، ابعاد و اندازه‌ی آنها نیز به مراتب کوچکتر است. زیرا در این نوع کمباین کاه و کلش وارد محفظه‌ی خرمنکوبی نمی‌گردد در نتیجه میزان بار وارده بر روی غربال‌ها، کلش پران و الک‌ها بسیار کمتر است.

الف) واحد درو کننده (دماغه‌ی کمباین)

این واحد شامل مقسم‌ها (سپرهای تقسیم‌کننده)، انگشتی‌های پلاستیکی بردارنده و بلند کننده محصول (Pick-up)، انگشتی‌های نگهدارنده لاستیکی، دروگر شانه‌ای، نگهدارنده‌ها و جمع کننده‌های محصول، زنجیر بالا برنده و انتقال محصول به واحد خرمنکوبی و غیره می‌باشد.

۱) مقسم‌ها؛ گوه‌هایی با اسکلت فلزی هستند که در حین کار، جلوتر از سایر اجزای آن لابلای بوته‌های برنج نفوذ نموده، سبب هدایت محصول به سمت واحدهای دروکننده و همچنین توزیع یکسان محصول بین ردیف‌های دروکننده می‌گردند. معمولاً مقسم‌هایی که در طرفین دماغه‌ی برش قرار دارند و به

مقسم‌های جانبی نیز مشهورند، تا حدودی بزرگتر از مقسم‌های میانی بوده و نقش مهمتری را نیز ایفاء می‌نمایند. یکی از این دو مقسم جانبی (معمولاً سمت چپی)، وظیفه جداسازی بوته‌های در حال درو شدن از بوته‌های درو نشده (محصول مسیر رفت از محصول مسیر برگشت)، را بر عهده دارد.

کج شدن قسمت نوک مقسم‌ها، به ویژه در مقسم‌های جانبی سبب به زیر کشیده شدن ساقه‌ی محصول و در نتیجه خارج شدن محصول از دسترس واحد درو کننده می‌گردد. در این صورت باید در اسرع وقت نسبت به اصلاح آنها اقدام نمود.

۲) انگشتی‌های پلاستیکی بردارنده و بلند کننده‌ی محصول؛

به‌منظور برداشتن و هدایت ساقه‌ی گیاه به واحدهای دروکننده و حتی برای بلند نمودن محصولات خوابیده، از تعدادی انگشتی پلاستیکی استفاده می‌گردد. این انگشتی‌ها با نفوذ نمودن بین بوته‌ها و با عملی شبیه به شانه کشیدن، این اعمال را انجام می دهند. معمولاً این انگشتی‌ها بر روی زنجیرهای فلزی بی‌انتها نصب می‌شوند. زنجیرها به صورت دو به دو در مقابل همدیگر بر روی شاسی‌هایی عمودی قرار گرفته به دور آنها می‌چرخند و مسیر حرکت آنها نیز از پایین به سمت بالاست. امتداد قرارگیری این انگشتی‌ها بر روی شاسی‌ها طوری است که عمود بر مسیر پیشروی کمباین هستند. این انگشتی‌ها معمولاً انگشتی‌های اصلی نامیده می‌شوند.

علاوه بر آن در شرایطی که محصول تحت زاویه‌ی خواب بالا و به‌صورت درهم پیچیده خوابیده باشد، جهت کمک در بلند نمودن و برداشتن محصول، انگشتی‌هایی در امتدادی هم‌راستا با مسیر پیشروی کمباین تدارک دیده می‌شوند. این انگشتی‌ها معمولاً به انگشتی‌های کمکی مشهور می‌باشند. در برخی از کمباین‌ها، برای انگشتی‌های کمکی و انگشتی‌های بردارنده‌ی محصول، مکانیزمی تدارک دیده می‌شود که قادر است مقداری از طول انگشتی‌ها که با ساقه‌ی گیاه تماس می‌یابند و همچنین طول مسافتی که گیاه بالا آورده می‌شود را می‌توان تغییر داد. چنانچه زاویه‌ی خوابیدگی محصول بیشتر باشد، طول بیشتری از انگشتی در معرض تماس با محصول خواهد بود و بالعکس. همچنین اگر طول محصول خوابیده کوتاه‌تر باشد، طول مسافتی که گیاه باید بالا آورده شود نیز باید کمتر باشد و بالعکس.

معمولاً کوتاه و بلند نمودن طول مسافتی که گیاه باید توسط انگشتی‌ها بالا آورده شود، با حرکت ریل کشویی راهنمای انگشتی‌ها صورت می‌پذیرد. همچنین تغییر مقداری از طول انگشتی‌ها که باید با گیاه تماس یابند (عمق نفوذ انگشتی‌ها بین بوته‌ها)، با جابجا نمودن سپرهای محافظ انگشتی‌ها که بر روی شاسی نگهدارنده آنها نصب می‌شوند، امکان‌پذیر است.

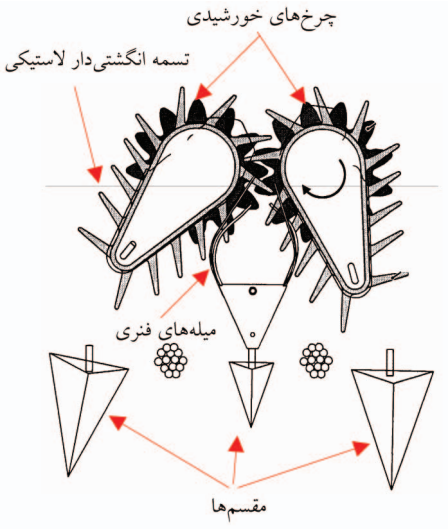
لازم به ذکر است در شرایطی که محصول به‌صورت منظم خوابیده باشد، استفاده از انگشتی‌های کمکی توصیه نمی‌گردد، زیرا تا حدودی سبب افزایش مقدار ریزش محصول می‌گردند.

۳) **شانه‌ی برش؛** عامل برش محصول در این نوع دروگر، یک چاقوی رفت و برگشتی است که کاملاً شبیه به شانه‌ی برش کمباین‌های استاندارد برنج می‌باشد.

٤) **ضمائم روغنکاری؛** به‌منظور سهولت در روغنکاری کلیه‌ی اجزای متحرک واحد برداشت کننده، منضماتی تدارک دیده شد که فقط با چند بار فشار دادن شستی مربوطه، کلیه اجزای متحرک که در معرض سایش می‌باشند از قبیل شانه برش، زنجیرهای حامل انگشتی‌ها و غیره روغنکاری می‌شوند.

شکل ۴۱ – اجزای مختلف واحد دروکننده (دماغه) کمباین هدفید

۵) نگهدارنده و جمع‌آوری کننده محصول درو شده؛ در کمباین‌های هدفید، انتقال محصول درو شده به واحد خرمنکوبی باید به‌صورت نواری مرتب و با ضخامتی یکنواخت و همسو باشد تا عمل خرمنکوبی آن با کیفیتی مناسب انجام گیرد. برای این منظور، محصول درو شده توسط ردیف‌های دروکننده مختلف به وسیله‌ی تسمه‌های لاستیکی انگشتی‌دار جمع‌آوری و در نهایت در قسمت میانی کمباین به هم رسیده تبدیل به یک ردیف می‌شوند. بلافاصله بعد از آن، از میان دو عدد چرخ خورشیدی بزرگ (که شکل ظاهری آنها شبیه به چرخ‌دنده و از جنس پلی‌اتیلن می باشند) عبور می‌نمایند. این دو چرخ خورشیدی حین چرخش در جهت عکس همدیگر، ساقه‌ی محصول را به سمت داخل کشیده، عمل جمع‌آوری محصول و تبدیل آنها به نواری ممتد با ضخامتی مشخص را تکمیل می‌نمایند. پس از آن محصول درو شده از قسمت ته ساقه توسط یک زنجیر مورب با دندانه‌های فلزی به نام زنجیر بالابرنده پایینی و از قسمت بالا (زیر خوشه) توسط زنجیر مورب دیگری به نام زنجیر بالابرنده فوقانی که موازی با زنجیر پایینی و دارای انگشتی‌های پلاستیکی است، گرفته می‌شود و حین اینکه به‌طور مایل به سمت بالا انتقال می‌یابد به سمت محفظه خرمنکوبی نیز هدایت می‌گردد.



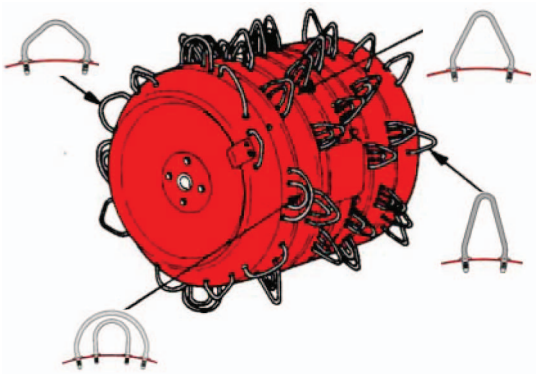
شکل ۴۴ – اجزای نگهدارنده و جمع‌آوری محصول دروشده

ب) واحد خرمنکوبی؛ متشکل از اجزای زیر می‌باشد:

۱) زنجیر تغذیه؛ در حین انتقال محصول درو شده به محفظه‌ی خرمنکوبی، قسمت ساقه محصول در خارج از این محفظه توسط یک زنجیر بی‌انتها و یک فک دندانه‌دار که روی لبه‌ی پایینی درپوش کوبنده تعبیه گردیده است، محکم نگه داشته می‌شود و در اثر پیشروی تدریجی زنجیر، قسمت خوشه آن به‌تدریج وارد محفظه خرمنکوبی شده عمل خرمنکوبی صورت می پذیرد.

۲)استوانه‌ی کوبنده؛ استوانه‌ای فلزی، معمولاً از جنس فولاد مقاوم به سایش است که در پیرامونش تعدادی دندانه‌ی میخی (به صورت حلقه V شکل) تعبیه گردیده است. این دندانه‌ها با آرایشی خاص بر روی این استوانه پرچ می‌شوند و در حین خرمنکوبی همانند دندانه‌های یک شانه به داخل خوشه‌ها نفوذ نموده، سبب جدا شدن دانه‌ها از خوشه‌ها می‌گردند.

به منظور جلوگیری از احتمال گیر نمودن ساقه محصول به دور دندانه‌های میخی، فضای خالی داخل حلقه دندانه‌ها را توسط ورق‌های کوچک فلزی پر نموده یا از دندانه‌های حلقه‌ای دوتایی (دو حلقه‌ی متداخل هم) استفاده می‌گردد.



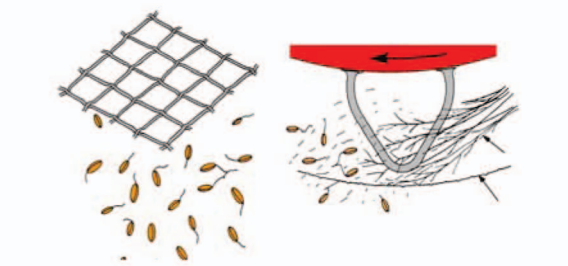
شکل ۴۵ – کوبنده‌ی نوع دندانه میخی و انواع مختلف دندانه‌ها که هر کدام از آنها در قسمت معینی ازکوبنده قرار می‌گیرند.

بـه‌منظـور کـاهش صـدمات وارده بـه دانـه‌هـا، در برخـی کمباین‌ها سیلندر کوبنده بـه‌صـورت دو تکـه بـا سـرعت‌هـای متفاوت از هم می‌باشد. قسمت ابتدای کوبنده (قـسمت ورودی محصول) دارای سرعت نسبتا کـم و قـسمت انتهـای آن دارای سرعت بیشتر است.

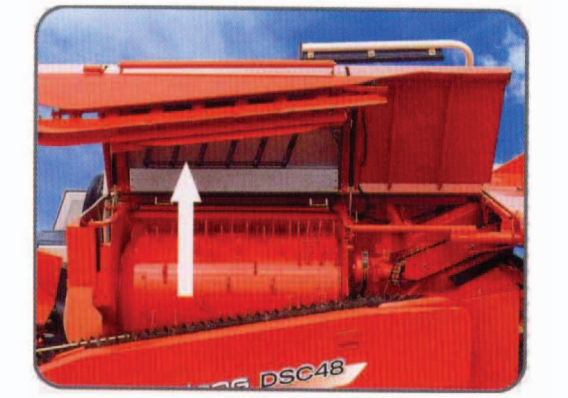
قطر استوانه‌ی کوبنده در کمباین‌های مختلف بین ۳٦ تا ٤٥ سانتیمتر و طول آن نیز بین ۳۳ تا ۱۰۵ سـانتیمتر متغیـر اسـت. سرعت محیطی آن برای محصول برنج بـین ۱۲ تـا ۱٦ متـر بـر ثانیه توصیه می‌گردد که با توجه به بالا بودن مقاومت به ریزش برنج‌های ارقام ژاپنی یا گـرده، محـدوده‌ی بـالاتر ایـن سـرعت برای این‌گونه ارقام توصیه می‌گردد.

۳) ضد کوبنـده؛ نـیم اسـتوانه‌ای از جـنس تـوری‌هـای سـیمی فولادی یا پلاستیکی اسـت کـه قـسمت نیمـه پـایینی اسـتوانه‌ی کوبنده را احاطه نمـوده، بـه عنـوان بـستری جهـت نگـه‌داشـتن محصول در مقابل استوانه کوبنده (جهت خرمنکـوبی) محـسوب می‌گردد. اندازه‌ی سوراخ‌های توری آن بین ۹ تا ۱۵ میلیمتر متغیر است که متناسب با ابعاد دانه‌هـای محـصول انتخـاب مـی‌گـردد. فاصله‌ی بین نوک دندانه‌های میخی تا قسمت کف ضـد کوبنـده کمتر از۷ میلی‌متر می‌باشد که معمولاً ایـن فاصـله قابـل تغییـر و تنظیم نمی‌باشد. به‌منظور افزایش شدت کوبش، در قسمت داخلی ضد کوبنده تیغه‌های هلالی شکل تعبیه می‌شوند که بـه لبـه‌هـای

انتهایی دندانه‌های میخـی خیلـی نزدیـک بـوده، احتمـال خـروج دانه‌های نکوبیده از محفظه‌ی کوبنده را کاهش می‌دهند.



شکل ۴۶ – قسمتی از یک ضد کوبنده از جنس توری سیمی و نحوه‌ی جدا شدن دانه‌ها از خوشه توسط دندانه‌های کوبنده

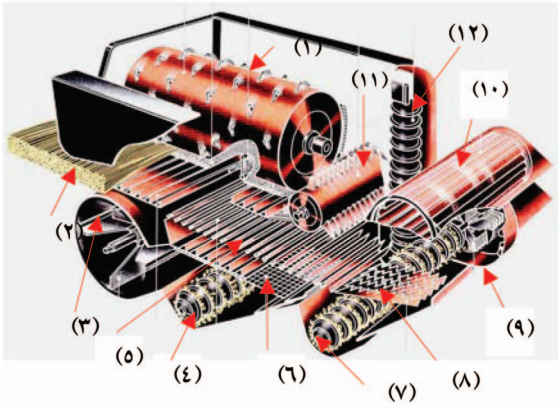


شکل ۴۷ – اجزای محفظه‌ی خرمنکوبی

٤) درپوش محفظه‌ی کوبنـده؛ وظیفـه و اجـزای آن هماننـد درپوش محفظه‌ی خرمنکوبی کمباین‌های اسـتاندارد بـرنج (بـا کوبنده جریان محوری) می‌باشد. با این تفاوت که لبه‌ی پـایینی

این درپوش به عنوان فکی ثابت برای زنجیر تغذیـه (در جهـت نگه داشتن ساقه‌ی برنج) محسوب می‌گردد.

نکته: به‌طور متوسط، از زمانی که محصول به محفظه‌ی خرمنکوبی وارد و از آن خارج شود حدود ۱/۵ ثانیه طول می‌کشد.



شکل ۴۸ – اجزای مختلف کمباین هدفید

(۱) کوبنده
(۲) ساقه محصول دروشده
(۳) پنکه(دمنده)
(۴) مارپیچ جمع‌آوری دانه‌ها
(۵) غربال
(۶) سینی دانه
(۷) مارپیچ جمع‌آوری کزل و انتقال آن به کوبنده‌ی دوم
(۸) کاه پران
(۹) کوبنده‌ی دوم
(۱۰) پنکه‌ی مکنده
(۱۱) سیلندر کلش کش
(۱۲) مارپیچ انتقال دانه به تانک

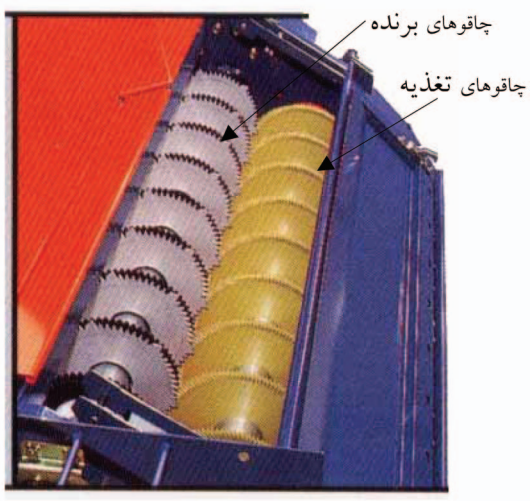
ج) زنجیر انتقال کاه؛ پس از عمل خرمنکوبی و جدا شدن دانه‌ها از خوشه‌ها، کاه حاصله در اثر ادامه حرکت زنجیر تغذیه، از این قسمت خارج و سپس تحویل زنجیر تخلیه‌ی کاه می‌گردد تا به بیرون از کمباین هدایت گردد.

شکل ۴۹ – زنجیر انتقال کاه

د) کاه خردکن

به علت اینکه در کمباین‌های هدفید کاه و کلش کوبیده نمی‌شوند، اگر همین‌طور دست نخورده در سطح مزرعه رها گردند مشکلات عدیده‌ای همچون مشکل تردد و بکارگیری ماشینهای خاک‌ورزی و نشاکارها را به‌وجود می‌آورند. در این صورت مجهز نمودن این نوع کمباین‌ها به کاه خردکن امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

کاه خردکن‌هایی که بر روی کمباین‌های نوع هدفید نصب می‌گردند، معمولاً متشکل از تعدادی چاقوهای مدور هستند که بر روی دو محور موازی نصب می‌گردند. چاقوهای واقع بر روی یک محور دارای لبه‌های خارجی دندانه‌دار هستند که به چاقوهای تغذیه مشهور می‌باشند و وظیفه‌ی تغذیه و انتقال کاه و کلش خروجی از کمباین به داخل فضای بین چاقوها را بر عهده دارند. چاقوهای واقع بر محور دیگر که دارای لبه‌هایی تیز و مضرّس (آجدار) می‌باشند، کار بریدن و خرد کردن آنها را انجام می‌دهند. در برخی از این کمباین‌ها بر حسب نیاز، می‌توان میزان شدت خردشدن کاه و کلش را تغییر داد.



شکل ۵۰- اجزای کاه خردکن

ه) سیستم‌های کنترل کننده‌ی خودکار

۱)سیستم کنترل میزان عمق تغذیه؛ (Feeding Depth Control System) متفاوت بودن طول گیاه ارقام مختلف برنج و در نتیجه متفاوت بودن طول محصول بریده شده ممکن است باعث شود قسمتی از خوشه‌های آن فراتر از محدوده خرمنکوبی واقع گردند (در صورت بلند بودن طول محصول بریده شده)، یا به طور کامل وارد این محفظه نشود (در صورت کوتاه بودن طول محصول بریده شده). در حالت اول باید طولی از محصول که به داخل واحد کوبنده تغذیه می‌گردد کاهش و در حالت دوم افزایش یابد. لزوم تغییر طول تغذیه محصول به داخل محفظه‌ی خرمنکوبی توسط دو یا سه انگشتی پلاستیکی که هرکدام متصل به یک سنسور می‌باشند، تعیین می‌گردد که در نهایت منجر به بکار افتادن یک الکتروموتور (از نوع استپ موتور) می‌گردد. با بکار افتادن استپ موتور، پایه‌ی حامل زنجیر تغذیه محصول به محفظه‌ی خرمنکوبی نسبت به کوبنده نزدیک‌تر یا دورتر می‌شود. در نتیجه عمق تغذیه محصول به داخل این محفظه تغییر می‌نماید.

۲) سیستم کنترل تراز عرضی کمباین؛ چنانچه در حین کار، چرخ یک طرف از کمباین پایین‌تر از سمت دیگر قرار گیرد، کل مجموعه‌ی کمباین به‌صورت مایل یا کج قرار گرفته در نتیجه کار کمباین به‌ویژه کار بوجاری و تمیزش الک‌ها مختل

می‌گردد. در صورت نصب این سیستم بر روی کمباین، اجازه می‌دهد شاسی از همان سمتی که چرخ پایین‌تر قرار گرفت، نسبت به چرخ طرف دیگر اندکی بالاتر بیاید تا بدنه‌ی کمباین به حالت تراز درآید. معمولاً این سیستم تراز تحت زاویه شیب کم (حدود ۵ درجه) کارآیی دارد. از آنجائیکه نصب این سیستم کنترلی بر روی کمباین سبب افزایش قیمت ماشین می‌گردد، ممکن است بر روی تمام کمباین‌ها نصب نگردند.

۵-۲-۲-۴- مکانیزم کار کمباین‌های هدفید

در حین برداشت با این نوع کمباین‌ها، مقسم‌های واقع بر دماغه دروگر بین بوته‌های محصول نفوذ نموده، حجمی از گیاه را که قرار است در هر مسیر حرکت توسط تیغه برش دروگر درو شوند، به مقدار مساوی بین ردیف‌های برش تقسیم می‌نمایند. ساقه‌ها توسط شانه برشی که در قسمت پشت مقسم‌ها واقع شده است درو می‌شوند. محصول درو شده توسط انگشتی‌های فنری، تسمه‌های لاستیکی انگشتی‌دار و چرخ‌های خورشیدی، نگهداری و جمع‌آوری شده سپس توسط نقاله‌های زنجیری به قسمت خرمنکوبی هدایت می‌گردد. در این کمباین تمام قسمت‌های محصول درو شده به داخل واحد خرمنکوبی راه نمی‌یابد و همانطوریکه از نامش پیداست فقط قسمت خوشه به داخل این واحد کشیده می‌شود

و عمل خرمنکوبی نیز توسط یک کوبنده‌ی دندانه میخی نوع جریان محوری صورت می‌گیرد. ساقه و قسمت کاه و کلش در اثر پیشروی تدریجی نقاله‌ی زنجیری، به سمت عقب کمباین هدایت و در نهایت به نقاله‌ی زنجیری دیگری به نام نقاله تخلیه‌ی کاه تحویل داده می‌شود. نقاله تخلیه کاه نیز آن را به‌سمت عقب کمباین می‌فرستد. اگر دریچه کاه خرد کن باز باشد، کاه را به داخل واحد کاه خرد کن هدایت و در غیر این صورت آن را از قسمت عقب کمباین بر روی زمین می‌ریزد.

دانه‌های جدا شده از خوشه نیز به همراه مقدار کمی کاه و کزل از میان سوراخ‌های ضد کوبنده عبور نموده بر روی غربال کاه فرود می‌آیند. کاه و کلش در اثر حرکت رفت و برگشتی غربال و وزش باد پنکه بر روی غربال کلش‌پران منتقل و سرانجام بر روی زمین ریخته می‌شوند. دانه‌ها به همراه مقداری مواد زائد ریز و سبک وزن از قبیل؛ دانه‌های پوک و نارس، بذور علف‌های هرز، ساقه‌های خرد شده و غیره بر روی الک دانه‌ها ریخته می‌شوند. در اثر حرکت رفت و برگشتی این الک و وزش باد پنکه، عمل تمیزش و بوجاری نهایی صورت می‌گیرد. دانه‌های تمیزشده از سطح الک بر روی سینی شیبدار ریخته شده توسط نقاله‌ای مارپیچی جهت بارگیری در تانک یا کیسه هدایت می‌گردند.

۵-۲-۲-۵- مزایا و محدودیت‌های موجود در بکارگیری کمباین‌های هدفید

با توجه به اینکه کمباین‌های هدفید ماشینی کاملاً اختصاصی برای برنج بوده، صرفاً بر اساس شرایط خاص گیاهی و مزرعه‌ای برنج طراحی و ساخته شده‌اند، اما با توجه به تنوع زیاد ارقام برنج و شرایط مختلف محیط کشت، استفاده از آنها در مقایسه با کمباین‌های استاندارد برنج دارای مزایا و محدودیت‌هایی هستند که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌گردد:

الف) مزایا

۱) **پایین بودن میزان تلفات و ضایعات؛** در صورت رعایت کلیه‌ی موارد استانداردهای وضع شده، بکارگیری آن در شرایط (گیاهی و مزرعه‌ای مناسب) و انجام تنظیمات به‌صورت اصولی، میزان کل ضایعات اعم از؛ واحد برداشت، انتقال، خرمنکوبی، بوجاری و تمیزش در حدود ۲ تا ٤ درصد و حتی کمتر از آن می‌باشد.

۲) **توان مصرفی پایین؛** به خاطر اینکه در این نوع کمباین، فقط قسمت خوشه‌ی محصول وارد قسمت خرمنکوبی می‌گردد، توان مصرفی آن در مقایسه با کمباین‌های استاندارد برنج در حدود ۵۰ درصد کمتر است.

۳) کوچک بودن از لحاظ ابعاد و پایین بودن وزن؛ کمباین‌های نوع هدفید در مقایسه با کمباین‌های دیگر، در صورت یکسان بودن عرض برش و ظرفیت مزرعه‌ای، دارای ابعادی کوچکتر و وزنی کمتر می‌باشند.

٤) قابلیت برداشت محصولات خوابیده؛ این نوع کمباین‌ها به خاطر مجهز بودن به انگشتی‌های بردارنده‌ی محصول، قادرند محصولات خوابیده با زاویه‌ی خواب حداکثر ۸۵ درجه را برداشت نمایند. بدیهی است که در این‌صورت ظرفیت مزرعه‌ای آنها به مقدار زیادی کاهش خواهد یافت.

۵) قابلیت برداشت محصول در صورت وجود شبنم یا خیس بودن محصول پس از بارندگی؛ چون در این نوع کمباین‌ها قسمت ساقه گیاه وارد واحد خرمنکوبی نمی‌گردد، در نتیجه بالا بودن میزان رطوبت ساقه در اثر شبنم یا پس از بارندگی چندان مشکل‌ساز نخواهد بود. علاوه بر آن به همین دلیل رطوبت ساقه‌ها به دانه‌ها منتقل نمی شود و دانه‌های خروجی از این کمباین‌ها در مقایسه با سایر کمباین‌ها، رطوبت کمتری خواهند داشت.

ب) محدودیت‌ها

۱) تک منظوره بودن؛ به‌خاطر برخورداری از مکانیزم خاص بردارنده، دروکننده و تغذیه‌ِی محصول، قابل استفاده برای محصولاتی غیر از برنج نخواهد بود و حتی در صورت امکان

استفاده، توجیه اقتصادی نخواهد داشت. برای برداشت کلزا که اخیراً در کشور ما به عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری محسوب می‌گردد، اصلاً قابل استفاده نیست.

۲) **محدودیت در برداشت ارقام برنج با مقاومت به ریزش پایین؛** ارقامی از برنج به ویژه رقم‌های پرمحصول؛ همچون فجر، آمل دو، آمل سه و برخی ارقام محلی همچون؛ عنبربو، کامفیروز و غیره که مقدار مقاومت به ریزش آنها در برابر صدمات مکانیکی بسیار پایین است، به هنگام برداشت با این نوع کمباین با مشکل ریزش شدید مواجه‌اند. زیرا انگشتی‌های بلند کننده و بردارنده جلوی دماغه‌ی کمباین در حین درو و واحدهای جمع‌آوری کننده محصول برداشت، ضربه‌هایی به خوشه‌ها وارد نموده، سبب ریزش آنها می‌گردند.

۳) **محدودیت در برداشت ارقام پابلند؛** با توجه به محدودیت طول تغذیه به داخل واحد کوبنده، استفاده از این نوع کمباین برای برداشت ارقامی که طول نهایی گیاه از ۱۲۰ سانتیمتر بیشتر باشد با محدودیت مواجه است. به علّت بلند بودن طول محصول تغذیه شده به داخل واحد کوبنده، یا قسمت نوک خوشه‌ها از دسترس کوبنده خارج و در نتیجه قسمتی از خوشه‌ها نکوبیده از کمباین خارج خواهند شد، یا اینکه مقدار زیادی از کاه و کلش به داخل واحد خرمنکوبی راه یافته، در نتیجه کار آن را مختل خواهند نمود.

نکته: واحد کوبنده‌ی کمباین‌های هدفید به ورود کاه و کلش به این قسمت حساس می‌باشند. چون مکانیزم خاصی جهت تخلیه کاه و کلش در این قسمت وجود ندارد، کاه و کلش واردشده به این قسمت به تدریج روی هم انباشته می‌شوند و به‌صورت گلوله یا توپک درمی‌آیند. برخورد توپک به جداره‌های این واحد، همراه با سر و صداهای ناهنجار و وارد نمودن آسیب‌هایی جدی به کوبنده و ضدکوبنده خواهد بود.

٤) **استهلاک زیاد؛** با توجه به کثرت تعداد قطعات متحرک در این نوع کمباین در مقایسه با سایر کمباین‌ها، استهلاک و فرسودگی اجزای آن زیاد و در نتیجه عمر مفید آن به مراتب کمتر خواهد بود.

۵) **محدودیت بکارگیری در مزارع مبتلا به علف‌های هرز؛** در مزارع مبتلا به علف‌های هرزی که دارای ساقه‌ای نسبتاً کلفت و خشبی باشند، استفاده از این نوع کمباین با محدودیت مواجه خواهد بود. زیرا این‌گونه علف‌های هرز با پیچیدن به دور اجزاء متحرک همچون؛ قسمت جمع‌آوری‌کننده محصول درو شده، چرخ‌های خورشیدی و زنجیرهای تغذیه، کار آنها را مختل نموده در نتیجه اپراتور مجبور خواهد بود هر چند وقت یکبار دست از کار کشیده، ماشین را خاموش و رفع‌گیر نماید، در نهایت منجر به تلف شدن وقت زیادی خواهد گردید.

٦) **نصب واحد کاه خرد کن بر روی کمباین امری اجتناب ناپذیر است؛** در کمباین‌های نوع هدفید چون قسمت ساقه محصول به داخل واحد کوبنده منتقل نمی‌گردد، کاه خروجی از کمباین به‌صورت سالم و دست نخورده بر روی زمین رها می‌گردد. به‌طوری‌که پس از برداشت محصول، شاهد مزرعه‌ای خواهیم بود که پوشیده از کاه و کلش است. این وضعیت، شرایط کار برای هر نوع ادوات خاک ورزی (به‌ویژه روتاری و دیسک) و نشاکارها را به‌خصوص به هنگام کشت مجدد یا کشت دوم با مشکل مواجه خواهد نمود. علاوه بر آن کاه خروجی از این کمباین به‌علّت دست نخورده و سالم باقی ماندن، مناسب تغذیه دام نیز نخواهد بود، زیرا برای تغذیه دام، لازم است که ساقه‌ها تا حدودی توسط کوبنده کوبیده شوند تا بافتهای آنها نرم‌تر شود.

با این اوصاف، استفاده از واحد کاه خرد کن بر روی این کمباین یا استفاده از یک کاه خردکن پس از برداشت برنج، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. لازم به ذکر است که نصب یک واحد کاه خرد کن بر روی کمباین، مستلزم نصب موتوری با توان بیشتر بر روی کمباین خواهد بود زیرا توان مورد نیاز حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش خواهد یافت.

۷) **پیچیده‌تر بودن مکانیزم‌ها؛** برخورداری این نوع کمباین‌ها از مکانیزم‌های خاص در واحد خرمنکوبی، بردارنده،

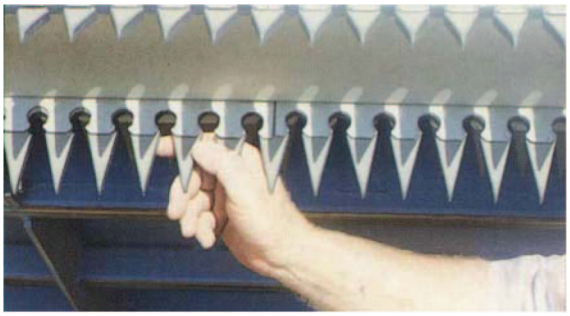
بلند کننـده، جمـع‌آوری و انتقـال و تغذیـه‌ی محـصول، سـبب پیچیدگی ماشین از لحاظ ساختمان و مکانیزم‌ها می‌گردد که در نهایت بـرای سـرویس، نگهـداری و تعمیـرات نیـاز بـه افـراد متخصص و مجرب می‌باشد.

۵-۲-۳- کمباینهای هد استریپر

این نوع کمباین‌ها در زمان برداشـت، سـاقه‌ی محـصول را درو نمی‌کنند یا به‌عبارتی فاقـد دروگـر بـرای بـرش محـصول می‌باشند. در قسمت جلوی دماغه این نوع کمباین جسمی دوار شبیه به چرخ فلک کمباین‌های غلات نصب شده است، با ایـن تفاوت که به‌جای تسمه‌های آن اجسامی شبیه بـه شـانه نـصب می‌گردند. در اثر چـرخش جـسم دوار بـا سـرعت نـسبتا بـالا، شانه‌های آن در لابه‌لای محصول نفـوذ نمـوده، محـصول را از پایین به بالا شانه می‌زنند. قـسمت سـاقه و بـرگ‌هـای گیـاه از لابه‌لای دندانه‌های شانه‌ها عبور نموده ولی قسمت خوشه گیـاه در حین عبور از میان دندانه‌ها بـه دام افتـاده در نتیجـه در اثـر ضربه و نیروی کششی وارده از طرف شانه‌ها، دانه‌های واقع بـر روی آنها جدا می‌شوند.

در زمان جـدا شـدن دانـه‌هـا از خوشـه‌هـا، گـاهی اوقـات خوشه‌ها نیز در اثر ضربه و نیروی کششی وارده از سـاقه کنـده می‌شوند. دانه‌ها و خوشه‌های جدا شده از گیـاه در اثـر نیـروی

گریز از مرکز شانه‌ها به قسمت داخلی کمباین پرتاب می‌گردند و توسط سیستم تغذیه به داخل واحد خرمنکوبی هدایت می‌گردند. خوشه‌های خرمنکوبی شده به واحدهای بوجاری، تمیزش و انتقال (که کاملا شبیه مکانیزم‌های موجود در کمباین‌های غلات است)، جریان می‌یابند.



شکل ۵۱- جسم دوار که به‌صورت شانه دانه‌ها را از خوشه‌ها جدا می‌کند.

از معایب عمده‌ی این نوع کمباین‌ها می‌توان به بالا بودن مقدار ریزش دانه‌ها در حین برداشت به خصوص برای ارقامی که مقدار مقاومت به ریزش آنها پایین باشد (به علت لرزش‌های شدید وارده به محصول در حین عبور قسمت دماغه کمباین از میان آنها) اشاره نمود. امکان استفاده از آن فقط برای برداشت محصولات کاملاً سرپا و مقاوم به ریزش و باقی گذاشتن مقدار زیادی محصول برداشت نشده (در مزارعی که

ارتفاع خوشه‌ها از یکنواختی مطلوب برخوردار نباشند)، از دیگر معایب این نوع کمباین‌ها محسوب می‌گردند.

پایین بودن میزان توان مصرفی، ساده بودن مکانیزم و در نهایت پایین بودن قیمت تمام شده ماشین از مزایای آن محسوب می‌گردد.

شکل ۵۲ – دماغه کمباین هداستریپر

با توجه به شرایط موجود مذکور (پایین بودن مقاومت به ریزش، غیر یکنواختی بیش از حد ارتفاع خوشه‌ها در زمان برداشت و ورس نمودن اغلب برنج‌های ایرانی (به‌خصوص

ارقام محلی و ارقام با طـول گیـاه زیـاد)، اسـتفاده از ایـن نـوع کمباین در ایران توصیه نمی‌گردد.

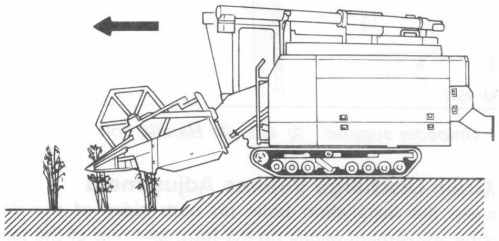
نکته: تحقیقات انجام شـده در کـشورهای جنـوب شـرق آسـیا نشان دادند که در صورت برداشت برنج با ایـن نـوع کمبـاین، احتمال رتون دهی برنج افزایش می‌یابد.

۵-۳- روش راه‌اندازی کمباین‌های برنج و ورود به داخل مزرعه

- ✓ قبل از روشن نمودن موتـور، اطـراف ماشـین را بررسـی کنید. اطمینان حاصل نمایید که کلاچ‌ها در وضعیت آزاد و دنده در وضعیت خلاص می‌باشد.
- ✓ به افرادی که نزدیک ماشین هستند اطلاع دهید که قصد روشن نمودن موتور یـا حرکـت را داریـد و بعـد ماشـین را روشـن نماییـد. هرگونه خطا در این خصوص، ممکن است خسارتی به بار آورد.
- ✓ موتور را روشن کنید و اندکی اجازه دهید تا موتور گرم شود.
- ✓ اهرم دنده را در وضعیت حرکت در جاده قرار دهیـد، بـه آرامی کلاچ اصلی را درگیر نمایید.
- ✓ با سرعت کم وارد مزرعه شوید.
- ✓ چنانچه کرت مورد نظر دارای ورودی مناسب و با شـیب ملایم است، می‌توانید در حین ورود به داخل کرت، محـصولی

را که درست در جلو کمباین واقع شده است با کمباین برداشت نمایید.

✓ اگر کرت دارای ورودی مناسب نباشد یا شیب آن تند باشد، قبل از ورود کمباین به داخل کرت، محصولی که درست در قسمت جلوی ورودی کرت واقع شده است را با کمباین برداشت نکنید و گرنه ممکن است قسمت جلوی دماغه کمباین به زمین برخورد نماید یا در داخل گل فرو برود. محصول این قسمت را حتماً با دست برداشت نمایید.



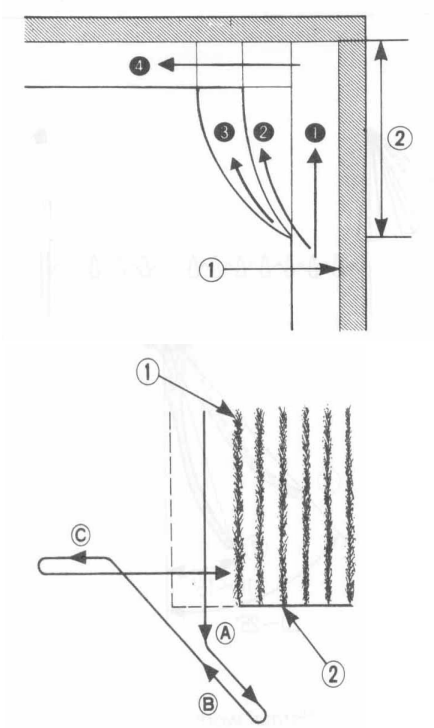
شکل ۵۳ – نحوه‌ی ورود کمباین به داخل کرت

✓ به‌منظور سهولت در دور زدن و جلوگیری از خطر برخورد قسمت مقسم و سایر اجزای قسمت دماغه کمباین به مرزها، هر چهار گوشه کرت را متناسب با طول کمباین به شکل یک مستطیل به عرض ۱ متر و طول ۵ تا ٦ متر با دست برداشت نمایید. به‌طوریکه طول مستطیل ایجاد شده هم امتداد با طول کمباین در زمان برداشت همان گوشه‌ها باشد.

✓ سعی نمایید عمل برداشت در داخل کرت‌های مستطیلی (که عرض مستطیل نسبت به طول آن خیلی کم

نباشد)، حتی‌الامکان به‌صورت چرخشی، آنهم در جهت خلاف چرخش عقربه‌های ساعت صورت پذیرد.

✓ در کرت‌های با شکل نامنظم و غیر مستطیلی، با رعایت حرکت در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت، به نحوی حرکت نمایید که تعداد دفعات دور زدن در حاشیه کرت حداقل ممکن باشد (به‌صورت موازی با بلند ترین بعد کرت حرکت کنید).



شکل ۵۴ – الگوی مسیر حرکت و دور زدن کمباین در حاشیه کرت

٥-٤- نحوه‌ی دور زدن کمباین در داخل کرت

۱) اگر بخواهید گوشه‌های کرت را با کمباین برداشت نمایید، بدین صورت عمل نمایید.

✓ چنانچه در مجاورت مرز در حال برداشت هستید، در همان راستایی که در حال برداشت هستید، عمل برداشت را تا منتهی‌الیه کرت ادامه دهید. سپس حدود ۱۰ تا ۱۵ متر همان مسیر رفته را به‌طور مستقیم به عقب برگشت نمایید.

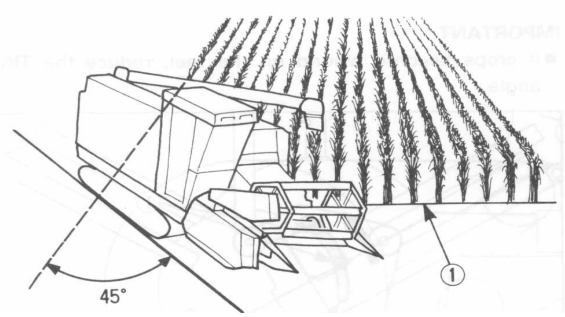
✓ مجدداً با گرفتن فرمان به سمت محصول برداشت نشده به سمت جلو حرکت نموده محصول را تا منتهی‌الیه کرت برداشت نمایید. مجدداً این عمل را تکرار نمایید تا فضای بیشتری از گوشه کرت برداشت شود.

✓ سپس با توجه به اینکه فضایی کافی جهت دور زدن کمباین فراهم گردید، دور بزنید و در امتداد ضلع دیگر کرت حرکت نمایید.

۲) اگر در حین دور زدن هیچ گونه مانعی وجود ندارد؛

✓ مسیری را که در حال برداشت هستید تا انتهای آن ادامه دهید. به محض رسیدن به انتهای مسیر با گرفتن فرمان، کمباین را حدود ۲ تا ۳ متر تحت زاویه‌ی ٤٥ درجه متمایل به سمتی که محصول برداشت نشده است، به جلو ببرید. سپس ضمن اینکه کمباین را به آرامی به سمت عقب می‌رانید مجدداً با گرفتن فرمان ٤٥ درجه دیگر (در همان جهت قبلی) کمباین را

بچرخانید. با رسیدن کمباین به ابتدای مسیر بعدی (که عمود بر مسیر برداشت قبلی است)، عمل برداشت را ادامه دهید.



شکل ۵۵ – نحوه‌ی دورزدن کمباین در انتهای کرت

۵-۵- حمل کمباین با استفاده از تریلی یا یدک‌کش

✓ برای مسافت‌های طولانی، سعی نمایید کمباین‌های چرخ زنجیری را توسط تریلی یا یدک‌کش حمل نمایید. زیرا در اثر تردد در جاده‌ها، چرخ‌ها زود فرسوده می‌شوند. همچنین این نوع ماشین‌ها مجاز به تردد در جاده‌ها نمی‌باشند.

✓ قسمت شاسی کمباین را محکم به تریلی ببندید تا از حرکت طولی آن جلوگیری نمایید.

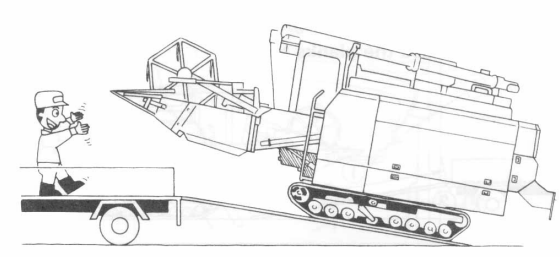
✓ برای سوار یا پیاده نمودن کمباین از تریلی، حتماً از یک شخص جهت راهنمایی نمودن کمک بگیرید.

✓ مراقب باشید که شخص کمکی در حین سوار و پیاده نمودن ماشین، مستقیماً در جلو یا پشت‌سر ماشین قرار نگیرد،

زیرا ممکن است ماشین از روی پـل سـقوط نمـوده و بـه ایـن شخص آسیب وارد شود.

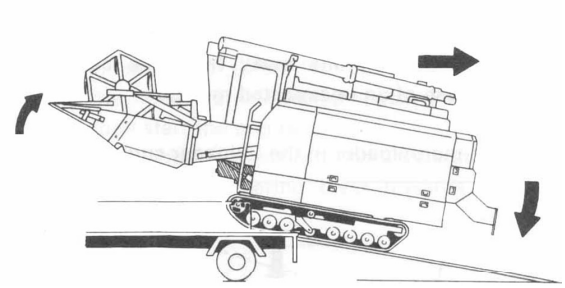
شکل ۵۶ – حمل کمباین چرخ زنجیری با استفاده از تریلی

- ✓ از پلی با اندازه مناسب و استحکام کافی اسـتفاده نماییـد. دقت کنید که سطح رویی آن لیز نباشد.
- ✓ طول پل باید حـداقل ۳/۵ برابـر ارتفـاع کـف تریلـی از زمین و عرض آن متناسب با پهنای چرخ کمباین باشد.
- ✓ برای سوار یا پیاده نمـودن کمبـاین روی تریلـی، مکـانی صاف و مناسب را انتخاب کنید.
- ✓ موتور تریلی یدک‌کش را خاموش و اهرم دنده اصلی آن را در وضعیت دنده یک یا دنده عقب قرار دهید و موانعی زیر چرخ‌های آن قرار دهید.

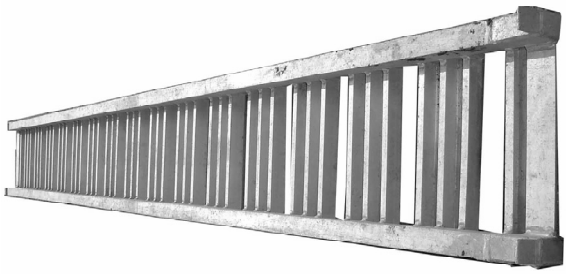


شکل ۵۷ – نحوه‌ی سوارنمودن کمباین برروی تریلی(یدک‌کش)

نکته: به هنگام سوار نمودن کمباین، در حین بالا رفتن از پل، قسمت جلویی ماشین متمایل به بالا بوده به محض اینکه قسمت وسط چرخ‌های زنجیری به انتهای بالایی پل می‌رسد، ماشین به‌طور ناگهانی چرخش می‌نماید و قسمت دماغه‌ی آن به سمت پایین متمایل می‌گردد. ولی به هنگام پیاده نمودن آن، عکس حالت فوق، اتفاق می‌افتد. یعنی قسمت جلوی ماشین به‌طور ناگهانی به سمت بالا می‌آید. در چنین حالتی، چنانچه شیب پل از حد مجاز زیادتر باشد، ممکن است در اثر تغییر جهت ناگهانی قسمت جلو، کمباین به سمت عقب واژگون شود.



شکل ۵۸- خطر واژگون شدن کمباین در اثر چرخش ناگهانی حول نقطه‌ی تکیه گاه چرخ زنجیری



شکل ۵۹- نمونه‌ای از پل مناسب برای سوار یا پیاده نمودن کمباین از یدک‌کش‌ها

۵-٦- نکات فنی و ایمنی

✓ قبل از روشن نمودن ماشین، از ایمن بودن محیط اطـراف آن اطمینان حاصل نمایید.

✓ در سرازیری‌هـا، جـاده‌هـای نـاهموار و پیچهـای تنـد بـا سـرعت زیـاد حرکـت ننماییـد و از دور زدن‌هـای تنـد و تیـز اجتناب کنید.

- ✓ به‌هنگام پارک نمودن در سرازیری‌ها، جلوی چرخهای آن مانعی قرار دهید.
- ✓ در صورت برخورداری از سلامت کامل، با ماشین کارکنید. پس از مصرف داروهای خواب‌آور با ماشین کار نکنید.
- ✓ گازهای خروجی از موتور کشنده می‌باشند. هرگز موتور را در فضای در بسته روشن نکنید. چنانچه مجبور به روشن نمودن موتور در فضایی در بسته هستید، از کافی بودن تهویه‌ی آن اطمینان حاصل نمایید و درب و پنجره را باز نمایید.
- ✓ برای کار با ماشین، پوشیدن یک کفش ایمنی، کلاه مقاوم و لباس کار مناسب الزامی است.
- ✓ از پوشیدن شال گردن یا سایر لباسهای گشاد جداً خودداری شود. زیرا ممکن است توسط اجزاء گردنده ماشین به داخل کشیده شوید و به شما آسیب وارد گردد.
- ✓ در حین کار، دیگران را از ماشین دور نگه دارید. مراقب باشید که هیچ کس به ویژه کودکان به ماشین نزدیک نشوند. در غیر این صورت ممکن است حادثه‌ساز باشد.
- ✓ اگر هر کدام از اجزای واحد انتقال مواد، کوبنده و غیره گیر کرده باشند، ابتداء موتور را خاموش نموده پس از حصول اطمینان از اینکه کلیه‌ی قطعات متحرک آن متوقف شده‌اند، مبادرت به رفع گیر و تمیز نمودن آنها نمایید. در غیر این

صورت ممکن است، اجزای ماشین به‌طور ناخواسته به حرکت در آیند و خساراتی را به بار آورند.

✓ قبل از ترک نمودن ماشین، آن را در مکانی مسطح پارک نموده سپس موتور را خاموش نمایید. در غیر این صورت ممکن است، ماشین شروع به حرکت نموده و حادثه بیافریند.

✓ برای ورود به یک مزرعه یا عبور از روی پلی که عمود بر امتداد جاده است، با سرعت کم حرکت کنید.

✓ در مسیرهای تنگ و باریک، اراضی شیبدار یا جاده هایی که دارای شانه‌ای با شیب تند هستند، با حداقل سرعت حرکت نمایید.

✓ قبل از اقدام به بازرسی، سرویس و تعمیر ماشین و نصب نمودن یا جدا نمودن ضمائم از آن، حتماً موتور را خاموش وترمز دستی را بکشید. زیرا ممکن است ماشین به‌طور ناخواسته شروع به حرکت نماید.

✓ هرگونه بازرسی، سرویس و تعمیر مربوط به موتور را بعد از اینکه موتور و قسمت اگزوز یا سایر اجزاء داغ آن سرد شده اند، انجام دهید. در غیر این صورت ممکن است، دچار سوختگی شوید.

✓ هرگونه کوتاهی در انجام سرویسها و تعمیرات ممکن است منجر به بروز حادثه یا خسارت سنگین‌تر شود.

✓ نصب مجدد درپوشها پس از انجام هرگونه عملیات سرویس و نگهداری را هرگز فراموش نکنید. زیرا ممکن است توسط اجزاء متحرک، به شما آسیب وارد شود.

۵-۷- خواباندن ماشین در آشیانه

✓ سرویس‌های دوره‌ای لازم جهت نگهداری ماشین در انبار را هرساله انجام دهید.

✓ پس از اتمام عملیات برداشت، تمامی قسمتهای درونی و دیگر قسمتهای بیرونی ماشین را تمیز نموده به‌طور دقیق شستشو دهید تا عاری از هرگونه آلودگی و گرد وغبار گردد.

✓ تمامی کاه و کلش و گرد و غبار باقیمانده در قسمت‌های خرمنکوبی، الک‌ها، کوبنده‌ی دوم و غیره را با کمک باد جدا نمایید.

✓ برای نگهداری ماشین در انبار (برای مدت طولانی)، آن را روی سطحی صاف پارک نمایید.

✓ قبل از انبار نمودن، قطعاتی از قبیل اجزای دروگر، نقاله‌ها و غیره که در معرض سایش می‌باشند را گریسکاری یا روغنکاری نمایید.

✓ ماشین را در مکانی با تهویه‌ی مطلوب، دور از تابش مستقیم نور خورشید و دور از باران انبار نمائید.

- ✓ دماغه کمباین را در پایین‌ترین وضعیت قرار دهید، به‌طوری‌که جک‌ها تحت فشار نباشند.
- ✓ جهت جلوگیری از سولفاته شدن باطری، هفته‌ای یک‌بار موتور را در حدود ۰/۵ تا ۱ ساعت روش نمایید تا باطری آن شارژ گردد. چنانچه برای دراز مدت از کمباین استفاده نمی‌کنید، باطری را ابتدا شارژ کامل نموده، آب اسید آن را خالی و سپس آن را به‌صورت وارونه در مکانی خشک و خنک نگهداری نمایید.

فصل ششم – آزمون و ارزیابی کمباین‌های برنج

٦-١- مقدمه

اجـرای دقیـق آزمـون و ارزیـابی عملکـرد و کیفیـت کـار کمباین‌ها کاری بسیار پیچیده، وقـت‌گیـر و نیازمنـد مـشارکت چندین نفر افراد با تجربه است. زیرا عوامل بسیار زیادی به‌طور مستقیم و غیر مستقیم عملکرد و کیفیت کار آنها را تحت شعاع قرار می‌دهند. قبل از اقدام بـه اجـرای آزمـون و ارزیـابی یـک ماشین، تهیـه یـک برنامـه‌ی اجرایـی (فلوچـارتی از مراحـل و فرآینـد اجـرای آزمـون) امـری الزامـی اسـت. زیـرا هرگونـه سهل‌انگاری یا فراموشی در فرآیند اجرا ممکن است منجر به از دست دادن فرصت‌ها و صرف هزینه‌هایی گزاف گـردد. عـلاوه بر آن، لازم است که به هنگام آزمون و ارزیابی تـا حـد ممکـن نسبت به بررسی و حتی یادداشت تمامی فاکتورهای مؤثر اقدام

نمود تا پس از انجام آزمون بتوان بـا آرامـش خـاطر بیـشتر در خارج از مزرعه به تجزیه و تحلیل آنها پرداخت.

٦-۲- عوامل مؤثر در آزمون یک کمباین

۱- عوامل محیطی و اقلـیم؛ از قبیـل دمـا و رطوبـت محـیط، وضعیت شبنم، وضعیت هوا (آفتابی، ابری یا بارنـدگی بـودن)، ساعت برداشت محصول و غیره.

۲- عوامل مزرعه‌ای؛ میزان رطوبت خاک، میزان تحمل‌پـذیری خاک در اثر بارگذاری، نوع خاک و غیره.

۳- عوامل گیاهی؛ نوع رقم، طول‌کل گیاه، طول خوشه، میـزان خوابیدگی گیاه، نوع علف‌هـای هـرز و وضـعیت آنهـا، تـاریخ نشاکاری، میزان رسیدن محصول و غیره.

٤- عوامل ماشینی؛ سرعت پیـشروی ماشـین و دور موتـور را باید برای هر موقعیتی توجه نمود. ماشین را باید تحت شـرایط توصیه شده توسط کارخانه‌ی سازنده تنظیم و از اپراتـور مـاهر استفاده نمود.

- ✓ آزمون را پس از رفع کامل شبنم در صبح و قبل از شروع شبنم در غروب انجام دهید.
- ✓ اجازه دهید تا مدتی کـافی از زمـان بارنـدگی بگـذرد تـا محصول خشک شود.
- ✓ سعی نمایید آزمـون را در شـرایط عـادی مزرعـه و گیـاه انجام دهید. زیرا هر یک از این شرایط از قبیل خوابیدگی بـیش

از حد محصول، زیاد بودن تراکم علف هرز، برداشت محصول در مجاورت مرزها، به هم پیچیدگی زیاد محصول، باتلاقی بودن زمین و ... شرایط کار را برای کمباین دشوار و در نتیجه میزان کارآیی یا عملکرد آن را تحت تاثیر قرار خواهند داد.

آزمون‌های مربوط به میزان عملکرد و کیفیت کار کمباین شامل؛ مقدار سطح پوشش (سطحی از مزرعه که در واحد زمان برداشت می‌شود)، میزان ریزش محصول از قسمت‌های دماغه، بوجاری و تمیزش، همچنین میزان دانه‌های آسیب دیده (شکسته شده، ترک‌دار و پوست کنده شده) و غیره می‌باشد.

با توجه به گستردگی عملیات آزمون و ارزیابی عملکرد و کیفیت کار کمباین‌ها، تشریح کامل آن خارج از حوصله‌ی این کتاب بوده در زیر به‌طور مختصر فرایند اجراء بیان می‌گردد:

٦-۳- اندازه‌گیری میزان ریزش دماغه و سیستم بوجاری و تمیزش

۱) کلیه‌ی شرایط مزرعه‌ای، گیاهی، جوی، ماشینی و غیره مهیا و یادداشت شوند.

۲) قبل از ورود کمباین به داخل مزرعه، به‌طور تصادفی میزان ریزش محصول در واحد سطح را قبل از شروع برداشت با کمباین در نقاط مختلف مزرعه اندازه‌گیری نمایید با قرار دادن اشل (به مساحت۱ متر مربع)، بر روی زمین دانه‌های سالم ریخته شده بر زمین را جمع‌آوری و وزن نمایید.

۳) برای اندازه‌گیری میزان ریزش محصول در قسمت دماغه، عمل برداشت را شروع و پس از پیشروی در طی مسافتی، کمباین را متوقف و به آرامی و بدون تغییر مسیر حرکت حداقل حدود ۲ تا ۳ متر به سمت عقب حرکت نمایید. درست در فاصله بین نقطه‌ای که عمل برداشت متوقف گردید تا نقطه‌ای که هیچ‌گونه کاه و کلش و سایر خروجی کمباین بر روی زمین ریخته نشد، اشل را روی زمین قرارداده دانه‌های سالم ریخته شده بر زمین را جمع‌آوری و سپس وزن نمایید. این عمل را چندین بار تکرار نموده میانگین مقدار آن را بدست‌آورید. به اندازه‌ی میزان ریزش قبل از برداشت، از میانگین وزن دانه‌های جمع‌آوری شده کم نمایید. مقدار حاصل، نشان دهنده‌ی میزان ریزش ناشی از هد کمباین در واحد سطح خواهد بود.

٤) برای اندازه‌گیری میزان ریزش واحد بوجاری و تمیزش، مسافتی از کاه و کلش خارج شده از کمباین را انتخاب و به دقت بررسی نمایید تا تمام دانه‌های سالم بین آنها را جمع‌آوری نمایید. چون معمولاً عرض پخش کاه و کلش کمتر از عرض برش دروگر است، با ضرب نمودن عرض برش دروگر در طول مسافتی که کاه و کلش را انتخاب کردید، مساحت واقعی سطحی که کاه و کلش آن جمع‌آوری شد به دست می‌آید. سپس با داشتن مقدار وزن دانه‌هایی که در مساحت مشخصی

از مزرعه به همراه کاه وکلش خارج گردیدنـد و کـسر نمـودن مقـادیر ریـزش قبـل از برداشـت و ریـزش دماغـه‌ی کمبـاین، می‌توان مقدار ریـزش دانـه از قـسمت بوجـاری و تمیـزش در واحد سطح را محاسبه نمود.

نکته: برای سهولت و دقت در انجام آزمون می‌توان هـم بـرای مرحله‌ی اندازه‌گیری میزان ریزش قسمت دماغه و هـم ریـزش قسمت بوجاری و تمیزش، تعدادی کارگر، یک چادر را در طی مسافتی مشخص، پشت‌سر کمباین (درست در انتهای خروجـی الک‌ها و غربال‌ها) نگه داشته، اقدام به جمع‌آوری آنها نمایند.

٦-٤- اندازه‌گیری میزان عملکرد کمباین در واحد زمان

۱) دو عدد تیرک یا شاخص را در فواصل مشخص در زمین بکارید.

۲) به محـض نزدیـک شـدن کمبـاین در حـال برداشـت (در وضعیت کاملاً طبیعی) به اوّلـین و دوّمـین شـاخص بـا کمـک کورنومتر یا زمان‌سنج زمان را ثبت نمایید. فاصله‌ی زمانی (کـه کمباین بین دو تیرک را طی نمود) را در عـرض بـرش دروگـر ضرب نمایید، عدد حاصله، ظرفیت کـاری تئـوری کمبـاین در طی مدت یاد داشت شده است که با روش تناسب‌بندی می‌توان مقدار ظرفیت تئوری در واحد زمان را نیز محاسبه نمود.

۳) ضمن برداشت مساحت نسبتاً وسیعی از مزرعه با کمبـاین و مـشخص نمـودن زمـان‌هـای تلـف شـده‌ی اجتنـاب ناپـذیر

(زمان‌های صرف شده جهت دور زدن کمباین در حاشیه‌ی کرت، انجام تنظیمات و غیره) با روش تناسب‌بندی، زمان‌های تلف شده به ازای واحد سطح به‌دست می‌آید. با کم‌نمودن مقدار زمان‌های تلف شده در واحد سطح از زمان تئوری صرف شده جهت برداشت در واحد سطح، زمان واقعی صرف شده جهت برداشت در واحد زمان و در نتیجه میزان سطح واقعی برداشت شده در واحد زمان حاصل خواهد شد.

٦-٥- اندازه‌گیری میزان دانه‌های آسیب دیده

۱) با انتخاب نمونه‌های متعددی از دانه‌های خروجی از کمباین (به‌طور کاملاً تصادفی) و انتقال آن به آزمایشگاه، ابتدا درصد رطوبت آنها را اندازه‌گیری و آنها را وزن نمایید.

۲) به‌صورت مشاهده‌ای یا در صورت دسترسی به ابزار خاص، دانه‌های پوست کنده شده و شکسته و با استفاده از دستگاه‌های ترک‌بین، دانه‌های ترک‌دار را جدا و سپس وزن کنید. با تناسب‌بندی بین وزن دانه‌های آسیب دیده و وزن نمونه اولیه، مقدار دانه‌های آسیب دیده از کل محصول در واحد سطح به‌دست خواهد آمد.

با جمع نمودن میزان درصد دانه‌های آسیب دیده (شکسته، پوست‌کنده شده و ترک‌دار) با میزان ریزش دماغه و واحد بوجاری و تمیزش، مقدار کل تلفات ناشی از کمباین به‌دست خواهد آمد.

فصل هفتم– انتخاب کمباین

۷- ۱ - مقدمه

انتخاب کمباین برای برداشت برنج همانند انتخاب سایر ماشین‌های شالیزاری از اهمیت و حساسیت خاصی برخوردار است. برای این منظور، داشتن اطلاعات کافی در خصوص شرایط اقلیمی، شرایط گیاهی، وضعیت مزارع و همچنین داشتن آگاهی کافی از ماشینهای موجود و مکانیزم‌های آنها امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

۷– ۲ - عوامل مؤثر در انتخاب کمباین

۷-۲-۱- عوامل فنی؛ این‌گونه عوامل دربرگیرنده خصوصیاتی فنی از ماشین می‌باشند که سازگار بودن ماشین با شرایط مزرعه‌ای، گیاهی، اقلیمی و غیره را تعیین می‌نمایند. یا به عبارتی دیگر شامل خصوصیاتی از ماشین می‌باشند که کیفیت کار و عملکرد ماشین را به‌صورت مستقیم و غیر مستقیم تحت تاثیر قرار خواهند داد.

۱) **توان موتور**؛ با توجه به شرایط کاری بسیار متفاوت برای کمباین‌ها در مزارع شالیزاری، ایجاب می‌نماید که موتور آنها از توان و گشتاور کافی برخوردار باشند تا در مواقع خاص و اضطراری جوابگوی نیاز باشند.

به عنوان مثال؛ چه بسا مواردی در شالیزارها پیش می‌آید که کمباین‌ها در حین برداشت در زمین‌های نسبتاً باتلاقی (حتی در شرایط مجاز برای کار)، تا حدودی در داخل گل فرو می‌روند. در این صورت توان و گشتاور تولیدی باید در حدی باشد که علاوه بر اینکه بتواند ماشین را از این وضعیت خارج نماید، سایر قسمت‌های برداشت، خرمنکوبی و بوجاری آن به کار خود ادامه دهند.

۲) **وزن**؛ با توجه به سست بودن خاک‌های سطحی، نداشتن لایه‌ای سخت در عمق حداکثر ۱۵ سانتیمتری خاک و وجود مشکل ماندابی در اغلب مزارع شالیزاری ایران، زیاد بودن وزن ماشین نه تنها تاثیر چندانی در افزایش توان کششی آن (درگیری با خاک) ندارد بلکه حتی به عنوان عاملی در افزایش فشار ناشی از وزن ماشین بر سطح خاک و در نتیجه سبب فرو رفتن ماشین در داخل خاک محسوب می‌گردد.

۳) **سیستم حرکتی**؛ در اراضی شالیزاری به دلیل سست بودن خاکها، تردد کمباین‌های دارای چرخ‌های لاستیکی به خاطر اعمال فشار زیاد بر سطح خاک تا حدود زیادی با مشکل

مواجه است. در این‌صورت استفاده از کمباین‌های دارای چرخ‌های زنجیری در اولویت خواهد بود.

٤) **سیستم خرمنکوبی؛** یکی از مهمترین قسمت کمباین است که نقش بسیار زیادی را در میزان ضایعات برنج دارد. میزان دانه‌های شکسته و پوست کنده شده مستقیماً به این سیستم بستگی دارند. تحقیقات و تجربیات نشان دادند که کمباین‌های مجهز به کوبنده‌های دندانه‌میخی و مارپیچی از نوع جریان محوری، ماشینی مناسب جهت برداشت برنج به شمار می‌آیند.

٥) **دماغه‌ی کمباین؛** قابل تنظیم بودن چرخ و فلک در کمباین‌های نوع استاندارد شالیزاری از لحاظ سرعت چرخش و موقعیت مکانی (فاصله عمودی و افقی تا شانه برش) برای کار در شرایط مختلف (محصول خوابیده، ایستاده، درهم پیچیده و غیره)، وارد نمودن کمترین صدمات مکانیکی به محصول به منظور جلوگیری از ریزش، توانایی برداشت محصولات با طول بلند و کوتاه، پرپشت و کم پشت (همچون رتون) و غیره از ویژگی‌های دماغه‌ی کمباین‌های مخصوص برداشت برنج می‌باشند.

٦) **انباره یا تانک دانه؛** مجهز نمودن کمباین‌ها به تانک یا مخزن دانه، مستلزم افزایش قیمت اولیه‌ی کمباین و همچنین افزایش وزن زنده ماشین خواهد بود. در این‌صورت استفاده از این نوع کمباین‌ها بیشتر برای کشورهایی که هزینه کارگری بسیار بالا باشد توصیه می‌گردد. در کشورهایی همچون ایران

که در حال حاضر هزینه‌ی کارگری چندان بالا نیست و همچنین اضافه شدن وزن ماشین مشکل تردد در مزرعه را ایجاد خواهد نمود، استفاده از کمباین‌های فاقد تانک یا انباره‌ی دانه توجیه‌پذیر خواهد بود. لازم به ذکر است که این گونه کمباین‌ها به‌جای تانک یا انبارهِ اصلی دانه، دارای یک تانک کوچک هستند که قادرند مقدار کمی دانه را در خود ذخیره نمایند. در این‌صورت با نصب یک سکو جهت استقرار کارگر در یک سمت کمباین، کارگر اقدام به کیسه گیری محصول خواهد نمود.

۷) **چند منظوره بودن؛** بالا بودن قیمت اولیه‌ی کمباین‌های برنج و استفاده‌ی کوتاه مدت از آنها در طی یک سال زراعی از دلایل اصلی نداشتن توجیه اقتصادی استفاده از آنها در ایران (با توجه به شرایط موجود) به‌شمار می‌آیند. چنانچه کمباینی که برای برداشت برنج خریداری می‌گردد، قابل استفاده برای برداشت سایر محصولات همچون کلزا، گندم، جو و غیره نیز باشد، سبب افزایش مدت استفاده از آن در طی یک سال زراعی و در نتیجه بازگشت زودتر سرمایه به‌کار رفته می‌گردد.

۸) **قابل استفاده بودن به عنوان خرمنکوب؛** با توجه به شرایط موجود، برداشت برنج در داخل کشور به دو صورت برداشت مستقیم و غیرمستقیم صورت می‌گیرد که در برداشت غیرمستقیم، محصول دروشده برروی زمین قرار داده می‌شود و پس از خشک‌شدن در زیر آفتاب، جمع‌آوری و توسط خرمنکوب‌های دستی، پشت تراکتوری یا کمباین خرمنکوبی

می‌گردند. چنانچه کمباینی که خریداری می‌گردد، علاوه بر توانایی در برداشت مستقیم برنج قادر به خرمنکوبی محصول درو شده (با دست یا با دروگر) نیز باشد، امتیاز بسیار خوبی برای آن به حساب خواهد آمد.

در این‌صورت استفاده از کمباین‌های نوع هول کراپ بر کمباین‌های نوع هدفید ارجحیت دارند، زیرا کمباین‌های نوع هدفید قادر به این عمل نیستند.

۷-۲-۲- عوامل تجاری

ارائه خدمات پس از فروش از قبیل آموزش، سرویس، تعمیر، تأمین لوازم یدکی و غیره در محل به‌کارگیری ماشین یکی از عوامل مهم در انتخاب کمباین خواهد بود. استفاده فصلی از ماشین‌های شالیزاری به‌ویژه کمباین‌ها (به مدت چند روز در طی سال) و کوتاه بودن طول دوره‌ی برداشت محصول در هر منطقه و حساس بودن برنج به تاخیر در زمان برداشت، از عوامل مهم ضرورت ارائه‌ی خدمات پس از فروش به موقع برای کمباین‌های شالیزاری است که تولید کنندگان، واردکنندگان و حتی خریداران باید این موارد را مد نظر داشته باشند.

۷-۲-۳- عوامل اقتصادی

قیمت اولیه‌ی کمباین، سطح در آمد، سطح مالکیت و قدرت خرید کشاورزان از عوامل اقتصادی مهم در تعیین نظام

بهره‌برداری از کمباین‌ها می‌باشند. به عبارتی دیگر، این عوامل تعیین می‌نمایند که کشاورزان جهت برداشت محصول خود به چه شیوه‌ای از ماشین‌ها، بهره‌برداری نمایند (گروهی، انفرادی، پیمانکاری و غیره). همچنین ابعاد، اندازه و ظرفیت کمباین‌های مورد نظر نیز بر اساس این عوامل تعیین می‌گردند.

در حال حاضر، با توجه به متوسط سطح مالکیت اراضی شالیزاری در کشور (کمتر از یک هکتار)، عدم وجود همخوانی بین قیمت نهاده‌ها و خدمات مکانیزاسیون کشاورزی با قیمت فروش محصول، در آمد پایین کشاورزان، پایین بودن قدرت خرید، کوتاه بودن مدت زمان به‌کارگیری کمباین‌های برنج و غیره، استفاده از کمباین‌های مدرن با تجهیزات جانبی، اتوماتیک و رفاهی غیر ضروری از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر نخواهد بود.

۷-۲-۴- عوامل اجتماعی

برخورداری کشاورزان از دانش فنی کافی در جهت شناخت و بهره‌گیری صحیح از ماشینهای مدرن با مکانیزم‌ها و ساختارهای پیچیده‌تر(که قطعاً از کیفیت کار بالاتری نیز برخوردار هستند)، نقش بسزایی در استفاده بهینه از آنها را خواهد داشت. برقرار بودن روابط اجتماعی مناسب بین کشاورزان یک منطقه نیز می‌تواند نقش مهمی را در شیوه‌ی

تأمین ماشین مورد نیاز (نظام بهـره بـرداری از ماشـین) داشـته باشد.

به عنوان مثال؛ با توجه به بالابودن قیمت اولیه‌ی ماشـینهای شالیزاری، فـصلی بـودن اسـتفاده از آنهـا، پـایین بـودن سـطح مالکیت و پایین بودن سطح در آمد کـشاورزان و غیـره، خریـد تک تک ماشینهای مورد نیاز از قبیل؛ تراکتور، کمباین، نشاکار و غیره به‌صورت انفرادی برای کشاورزان فاقـد توجیـه اقتـصادی است. ولی در صورت توافق چند کشاورز که مزرعه‌ی آنهـا در مجاورت هم واقع گردیده‌اند، ضمن تدوین برنامه کشت و کار مشخص (به‌منظور جلوگیری از بروز تـداخل در زمـان اجـرای عملیات) هر کدام از آنها مبادرت به خرید یکی از این ماشین‌ها نماید، قادر خواهند بود در زمان معین بـرای اجـرای هـر نـوع عملیات زراعی، ماشین مورد نیاز را در دسترس داشـته باشـند. در حالی‌که هرکدام از آنها فقط برای خریـد یـک ماشـین و در صورت زیاد بودن تعداد آنها فقط برای جزئی از هزینه‌های یک ماشین، سرمایه‌گذاری نموده‌اند.

فصل هشتم– فرآیند خشک‌کردن برنج

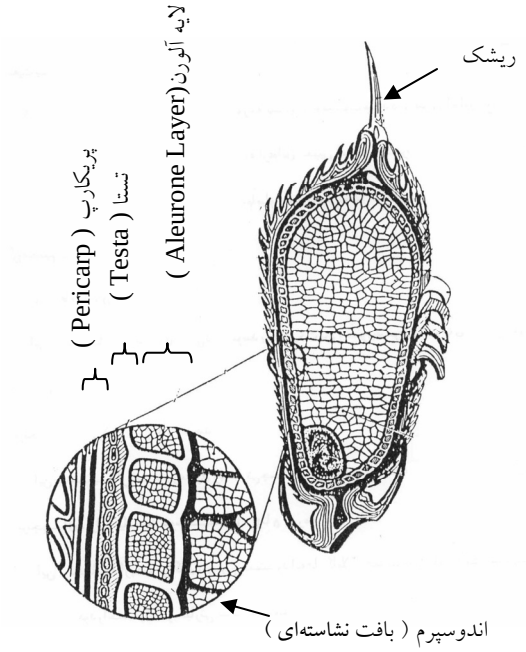
۸-۱- مقدمه

مجموعه‌ی عملیات بعد از برداشت که در طی آن برنج جهت مصرف آماده می‌گردد، فرآیند پس از برداشت نامیده می‌شود. معمولاً این فرآیند از مرحله خشک کنی شلتوک شروع و به پختن آن ختم می‌گردد. در فرآیند پس از برداشت فقط با قسمت دانه برنج (شلتوک) سروکار خواهیم داشت و کلیه‌ی عملیات بر روی آن صورت خواهد گرفت.

۸-۲- معرفی دانه‌ی برنج

قبل از پرداختن به بحث خشک نمودن برنج و فرآیند تبدیل آن، لازم است تا به معرفی دانه‌ی برنج یا شلتوک پرداخته شود تا شناختی کافی نسبت به آن حاصل گردد.

۸-۲-۱- اجزای دانه‌ی برنج



شکل ۶۰ – اجزای داخلی شلتوک

۱) پوست بیرونی(Husk)

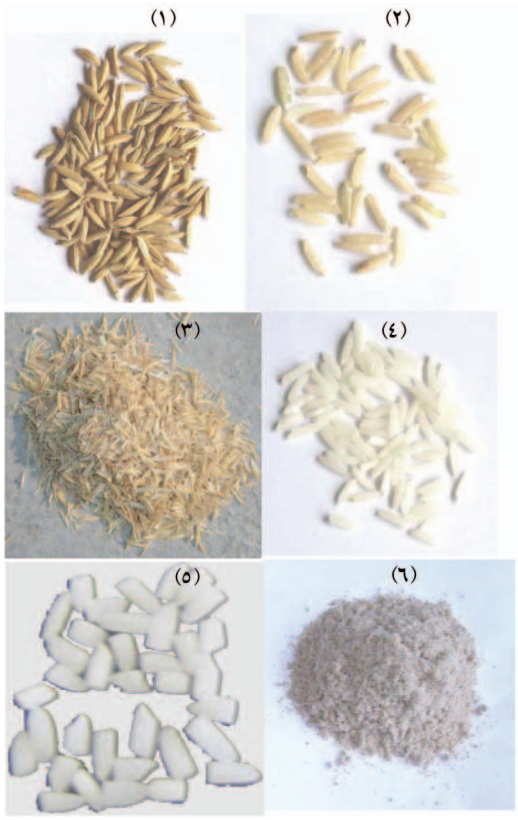
پوششی برای برنج محسوب شده، از اکسیداسیون و فاسد شدن آنزیماتیک آن جلوگیری می‌نماید. قسمت عمده‌ی مواد تشکیل دهنده آن سیلیس می‌باشد که بسیار زبر و ساینده است. حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد وزن شلتوک را تشکیل می‌دهد و مقدار

آن به عواملی همچون شرایط اقلیمی، فصل کشت، نوع رقم و غیره بستگی دارد. در برنج رقم طارم حدود ۲۱ تا ۲۳ درصد وزن شلتوک را تشکیل می دهد. در برنج‌های ارقام هندی مقدار وزن پوست خارجی بیشتر از ارقام ژاپنی است. مقدار رطوبت این قسمت از شلتوک بین ۲ تا ۱۱ درصد متغیر می‌باشد.

۲) سبوس نرم (Bran)

در واقع پوست داخلی برنج بوده حدود ۸ تا ۱۰ درصد وزن شلتوک را شامل می‌شود. در برنج طارم وزن آن حدود ۹ درصد وزن شلتوک است. در ارقام هندی میزان درصد سبوس نرم بیشتر از ارقام ژاپنی است. سبوس نرم شامل سه لایه پریکارپ (pericarp)، تستا (Testa) و آلورون (Aleurone) می‌باشد. پریکارپ توسط لایه‌ای روغنی پوشیده شده است و به اتفاق لایه‌ی تستا وظیفه‌ی تنظیم رطوبت داخلی دانه را بر عهده دارد و همچنین از فعالیت باکتری‌ها جلوگیری به‌عمل می‌آورد.

لایه آلورون، لایه‌ای نسبتا سخت و سرشار از پروتئین بوده، درون‌تر از پریکارپ و تستا واقع گردیده است.



شکل ۶۱- شلتوک و مواد حاصل از آن؛ (۱) شلتوک (۲) برنج قهوه‌ای (۳) پوست خارجی برنج (۴) برنج سفید (۵) برنج سفید شکسته (۶) سبوس نرم

۳) اندوسپرم

حدود ٦٥ تا ٦٧ درصد وزن شلتوک را تشکیل می‌دهد. سرشار از نشاسته و از لحاظ ویتامین، پروتئین و روغن فقیر

می‌باشد. حدود ۹۰ درصد آن‌را نشاسته و ٦ تا ۸ درصد آن‌را پروتئین تشکیل می‌دهد.

لازم به ذکر است که در فرآیند تبدیل برنج، دو عمل پوست‌کنی و سفیدکنی صورت می‌گیرد که پوست کنی به عمل جدا نمودن پوست خارجی از شلتوک و سفیدکنی به عمل جدا نمودن پریکارپ، تستا و لایه آلورن از شلتوک گفته می‌شود. در عمل، شدت سفیدکنی (میزان جدا نمودن این سه قسمت از شلتوک)، که متناسب با ذائقه‌ی مصرف کنندگان صورت می‌گیرد ممکن است متفاوت باشد.

۸-۲-۲- دانه‌های گچی (Chalky Rice)

به دانه‌هایی که قسمتی از شکم آنها سفید باشد، اصطلاحاً دانه‌های گچی یا شکم سفید گفته می‌شود. رنگ سفید این قسمت‌ها به‌خاطر خلل و فرج‌هایی است که در داخل دانه وجود دارند و توسط هوا پر شده‌اند. بروز شکم سفیدی در دانه‌ها به فرآیند تبدیل و خشک کردن آن هیچ گونه ارتباطی ندارد. بلکه به عوامل متعددی از قبیل تنش‌های حرارتی و آبی وارده در زمان رشد و همچنین میزان مصرف کودهای شیمیایی و غیره بستگی دارد. یا به عبارتی دیگر به نحوه‌ی مدیریت مزرعه بستگی دارد نه به ماشین‌آلات و تجهیزات تبدیل و خشک کردن. قسمت‌های سفید موجود در دانه‌ها در واقع نقاط ضعیف دانه در برابر تنش‌ها و فشارهای مکانیکی می‌باشند و اغلب شکستگی‌ها و ترک‌های دانه‌ها در فرآیند خرمنکوبی،

خشک‌کردن و تبدیل در این نقاط حادث می‌گردند. جهت اطمینان می‌توانید دانه‌های شکسته‌ای که در حین تبدیل برنج به‌دست می‌آیند را به دقت بررسی نمایید. خواهید دید که در گوشه‌ای از اغلب دانه‌های شکسته چنین لکه‌های سفیدی یافت می‌شود. طبق استانداردهای متداول در کشورها و مناطق مختلف، وجود مقدار معینی از دانه‌های سفید در بین دانه‌ها مجاز بوده بیش از این مقدار سبب افت قیمت آنها می گردد. همچنین میزان توسعه و گستردگی لکه‌های موجود در دانه‌ها متفاوت است و طبق استانداردهای مختلف اگر اندازه‌ی لکه سفید از مقدار معینی کمتر باشد، آن‌را دانه شکم سفید به حساب نمی‌آورند.

۸-۳- خشک‌کردن برنج

دانه‌های برنج در حین برداشت به‌طور متوسط در حدود ۲۲ درصد (بین ۱۳ تا ۳۰ درصد) رطوبت دارند. چنانچه بلافاصله پس از برداشت، این دانه‌ها به انبار منقل گردند یا حتی در هوای آزاد روی‌هم انباشته شوند، در اثر محتوی رطوبت زیاد، کپک زده و فاسد می‌شوند. رطوبت زیاد محصول در داخل انبار سبب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های زنده و در نتیجه تولید گاز و گرما می‌گردد. گاهی اوقات، این فعالیتها منجر به تولید گرمای بیش از حد و به تبع آن حتی ممکن است به آتش سوزی منجر گردد. با خشک نمودن دانه‌ها عرصه را برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها همچون قارچ‌ها، کپک‌ها و غیره تنگ نموده از فساد آنها جلوگیری به‌عمل می‌آید.

۸-۳-۱- اهداف خشک‌کردن برنج

اغلب فرآیند خشک کردن برنج به دو منظور زیر صورت می‌پذیرد:

۱) آماده نمودن شلتوک جهت تبدیل، با هدف کاهش ضایعات؛

۲) کاهش میزان رطوبت شلتوک جهت نگهداری در انبار؛

۸-۳-۲- روش‌های خشک‌کردن برنج

۸-۳-۲-۱- خشک کردن در زیر آفتاب

در برداشت برنج به روش غیر مستقیم، مرحلهِ‌ی اولیه خشک کردن محصول با باقی گذاشتن محصول درو شده در زیر آفتاب (معمولاً به‌مدت ۱ تا ۳ روز) صورت می‌پذیرد. در این شرایط، در صورت مساعد بودن شرایط جوی و متناسب با میزان رطوبت و دمای محیط و همچنین میزان ضخامت لایه‌های محصول درو شده که روی هم انباشته می‌شوند، درصد رطوبت قسمت دانه بین ۱۷ تا ۱۳ درصد و حتی کمتر از آن نیز خواهد رسید.

در صورت نیاز به خشک نمودن بیشتر محصول جهت تبدیل (به منظور کاهش ضایعات)، دانه‌ها را روی زمین پهن نموده اجازه می‌دهند تا در اثر تابش مستقیم آفتاب بیشتر خشک شوند. این روش خشک نمودن برنج دارای مزایا و معایبی است که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌گردد:

شکل ۶۲ - دروی برنج با دست و خشک نمودن اولیه‌ی آن در داخل مزرعه

مزایا:

۱) استفاده از منبع انرژی رایگان و در نتیجه عدم نیاز به مصرف سوخت‌های فسیلی؛

۲) کاهش مصرف سوخت و در نتیجه کاهش آلودگی محیط زیست؛

۳) عدم نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه جهت خرید خشک‌کن‌ها؛

معایب:

۱) بالا بودن هزینه‌ی کارگری؛ به تعداد زیادی کارگر جهت پخش محصول روی زمین و سپس جمع‌آوری و کیسه‌گیری آن نیاز است.

۲) عدم یکنواختی در خشک‌شدن محصول بین لایه‌های زیرین و فوقانی؛

۳) عدم دسترسی دائمی به آفتاب در زمان‌های مورد نیاز؛
٤) افزایش احتمال ورود مواد زائد همچون سنگ‌ریزه‌ها و کلوخ‌ها به داخل محصول و پیامدهای ناگواری که در اثر آن برای ماشین‌ها و تجهیزات تبدیل، حادث خواهد شد.
۵) افزایش درصد دانه‌های شکسته؛ چنانچه شدت آفتاب زیاد باشد و دانه‌ها زیر و رو نشوند، دانه‌های لایه‌ی رویی دچار ترک خوردگی می‌شوند.

نکته: تحقیقات و بررسی‌ها نشان دادند که در صورت دسترسی به آفتاب با شدت کافی، چنانچه دانه‌ها به‌طور متناوب زیر و رو شوند و همچنین ضخامت لایه‌ای از دانه‌ها که بر روی زمین پهن می‌گردد از ۷ سانتیمتر تجاوز ننماید، می‌توان به‌طور مسالمت‌آمیز از این روش استفاده نمود.

۸-۳-۲-۲- استفاده از خشک‌کن‌های نوع بستر خوابیده

الف) اجزای ساختمانی خشک‌کن‌های بستر خوابیده

۱) **مخزن؛** معمولاً از جنس فولاد یا مصالح ساختمانی، به شکل مکعب مستطیل و با ظرفیت‌های بین ۱۰ – ۳ تن ساخته می‌شوند. طول آنها بین ٤ تا ۵ متر، عرض آنها بین ۱/۵ تا ۲ متر و ارتفاع آنها بین ۳۰ تا ۹۰ سانتیمتر متغیر است. قسمت کف مخزن از ورق فلزی مشبک با سوراخ‌های ریز است و فاقد جداره فوقانی (روباز) می‌باشد.
۲) **مشعل؛** وسیله‌ای است که برای تولید حرارت (تولید هوای گرم) جهت خشک نمودن دانه مورد استفاده قرار

مـی‌گیـرد. ظرفیـت گرمـای تولیـدی آن بـر حـسب ظرفیـت خشک‌کن تعیین می‌گردد.

۳) **پنکه یا دمنده؛** برای به‌گردش در آوردن جریان هوا، انتقال حرارت به دانه‌ها و خارج نمودن رطوبت آنها به‌کار می‌رود.

٤) **سیستم کنترل کننده؛** به‌منظور کنترل دما جهت جلـوگیری از افزایش یا کاهش بیش از حد آن و روشن و خاموش نمودن اتوماتیک مشعل (طبق زمانبنـدی مـشخص)، از یـک یـا چنـد ترموستات کـه در نقـاط مختلـف نـصب مـی‌گردنـد، اسـتفاده می‌شود.

ب) مزایا؛

از مزایای این سیستم خشک‌کنی می‌تـوان بـه پـایین بـودن قیمت اولیه، سادگی کار با آن و امکان خشک نمودن هـم‌زمـان محصول چند کشاورز در داخل یک مخزن اشاره نمود.

شکل ۶۳ - نمونه‌ای از خشک‌کن بستر خوابیده ساخته شده از مصالح ساختمانی

ج) معایب:

۱) مصرف سوخت بالا؛ به‌خاطر روباز بودن مخزن و در نتیجه بالا بودن میزان تلفات حرارتی.

۲) نیاز به نیروی کارگری زیاد؛ برای بارگیری و تخلیه‌ی مخزن.

۳) عدم یکنواختی در خشک شدن دانه‌های لایه‌های مختلف؛ لایه‌های زیرین که در معرض گرمای مستقیم هستند سریع‌تر خشک می‌شوند و تا فرارسیدن نوبت خشک شدن لایه‌های فوقانی، دانه‌های لایه‌های زیرین برشته می‌شوند که در نتیجه منجر به افزایش درصد ترک و شکستگی دانه‌ها می‌گردد.

٤) اشغال نمودن فضای زیاد؛ گستردگی ساختمان آنها در امتداد افقی، سبب اشغال فضای زیادی از سطح زمین می‌گردد.

لازم به ذکر است که سوخت مصرفی این‌گونه خشک‌کنها معمولاً از گازوئیل، نفت سفید، مازوت و گاز می باشد.

د) فرآیند خشک شدن محصول در خشک‌کن‌های بستر خوابیده

با روشن شدن مشعل، هوای اطراف آن گرم می‌شود. هوای گرم در اثر دمش پنکه به قسمت پایین مخزن دانه‌ها دمیده می‌شود. هوای گرم ضمن عبور از سوراخ‌های توری مشبک کف مخزن، از لابه‌لای دانه‌ها به سمت بالا جریان می‌یابد. انتقال هوای گرم از لایه‌های زیرین به سمت لایه‌های بالاتر، سبب خروج رطوبت از لایه‌های زیرین و انتقال آن به لایه‌های بالاتر و در نتیجه باعث خشک شدن تدریجی لایه‌های

زیرین و افزایش نسبی محتوی رطوبت در لایه‌های بالاتر می‌گردد. این روند تا زمان خشک شدن لایه‌های پایین ادامه می‌یابد. پس از خشک شدن لایه‌های زیرین، نوبت خشک شدن لایه‌های وسطی و سرانجام نوبت لایه‌های فوقانی فرا می‌رسد. تا زمانی‌که نوبت خشک شدن لایه‌های فوقانی فرا برسد و همچنین در طی مدت خشک شدن این لایه‌ها، چون هوای گرم باید از لایه‌های پایین عبور نماید تا به لایه‌های بالاتر برسد، خشک شدن بیش از حد لایه‌های تحتانی رخ خواهد داد که این عمل حتی منجر به برشته شدن محصول این لایه‌ها نیز می‌گردد.

بنابراین در طی فرآیند خشک شدن محصول در خشک‌کن‌های نوع بستر خوابیده که بین ٢٤ تا ٧٢ ساعت طول می‌کشد، دانه‌های لایه‌های زیرین باید متحمل تنش حرارتی زیادی گردند (بیش از حد خشک یا برشته شوند). به عبارتی دیگر، خشک شدن دانه‌ها در لایه‌های مختلف یکنواخت نیست.

ه) عوامل موثر در کیفیت عملکرد؛

۱) عمق یا ارتفاع محصول در داخل مخزن؛ گرچه در اکثر کارخانجات شالیکوبی داخل کشور ارتفاع محصول در داخل مخزن را حدود ۸۰ سانتیمتر و حتی گاهی اوقات بیش از یک متر هم در نظر می‌گیرند، اما تحقیقات و تجربیات نشان دادند که مناسب‌ترین مقدار این ارتفاع بین ٦٠ – ٢٠ سانتیمتر می‌باشد.

۲) زمانبندی مناسب در روشن و خاموش نمودن مشعل و پنکه؛ تجربیات نشان دادند که به‌منظور افزایش بازده حرارتی و همچنین افزایش یکنواختی خشک شدن دانه‌ها، فراهم نمودن فرصت کافی جهت تبادل حرارتی بین دانه‌ها و جذب و دفع تدریجی گرما (تمپرینگ) بسیار حائز اهمیت است. برای این منظور توصیه می‌گردد پس از ۲ تا ۳ ساعت روشن بودن مشعل، آن‌را خاموش نموده اجازه دهید فقط پنکه کار کند.

لازم به ذکر است که در حین خشک کردن برنج، ابتدا رطوبت سطحی دانه‌ها کاهش یافته سپس به تدریج نوبت قسمت‌های درونی آن فرا می‌رسد. با خشک شدن لایه‌های سطحی، قسمت بیرونی دانه‌ها تا حدودی چروکیده می‌شود، در حالیکه قسمت مغز دانه‌ها هنوز دارای رطوبت زیاد است. چنانچه از دست دادن رطوبت قسمت مغز دانه سریع‌تر صورت گیرد، تنش‌های حرارتی حاصله سبب ترک خوردگی آن می‌گردد که این عمل به خاطر چروکیده بودن لایه‌های سطحی تشدید می‌گردد. در این‌صورت حرارت دهی منقطع یا استراحت‌دهی به دانه پس از مدتی حرارت دادن، سبب برقراری تبادل حرارتی دانه با دانه‌های مجاور و در نتیجه دفع تدریجی رطوبت قسمت مغز آن می‌گردد. بنابراین احتمال ترک‌خوردگی دانه‌ها کاهش چشمگیری خواهد یافت.

۳) تنظیم دمای اولیه‌ی مشعل و شدت تغییر دمای مشعل؛ به‌منظور جلوگیری از بروز تنش‌های حرارتی در دانه‌ها، لازم است دمای اولیه هوای گرمی که به آنها وزیده می‌شود، با دمای

هوای محیط (که دمای دانه‌ها نیـز همـین انـدازه اسـت) برابـر باشد. برای این منظور، در ابتدای کار اجازه دهید به‌مـدت ۲ تـا ۳ ساعت فقط پنکه کار کند و هوای محیط بیرون را به دانـه‌هـا بوزد تا تمام دانه‌ها هم‌دما شده، رطوبت اضافی را تا حدودی از دست بدهند. پس از آن، افـزایش دمـای هـوای گـرم تولیـدی توسط مشعل را به صورت پلکانی و به تدریج افزایش دهید.
مثال؛ چنانچه دمای هوای محیط ۲۵ درجه باشد، به‌صورت زیر عمل نمایید:

- پس از ریختن بار در داخل خشک‌کـن، بـه‌مـدت ۲ تـا ۳ ساعت فقط پنکه را روشن نمایید تا هـوای بیـرون را بـه دانه‌ها بوزد.
- دمای مشعل را بین ۲۷ تا ۳۰ درجه‌ی سانتیگراد تنظـیم و اجازه دهید به‌مدت ۲ تا ۳ ساعت در این دما کارکند.
- هر ۲ تا ۳ ساعت یکبار، دمای مشعل را بین ۲ تا ۵ درجه افزایش دهید.
- اجازه ندهید دمای مشعل از ۵۵ تا ٦۰ درجه تجاوز نماید.

٤) **مدت زمان باقی ماندن دانه در داخل خشک‌کن** ؛ در این روش خشک کردن، معمولاً دانه‌هـا بـین ٢٤ تـا ۷۲ سـاعت در داخل خشک‌کن باقی می‌مانند. مدت زمان باقی ماندن دانه‌ها در داخل خشک‌کن به میـزان درصـد رطوبـت اولیـه‌ی محـصول، درصد رطوبت نهایی مورد نظر، دما و رطوبت محـیط بـستگی دارد.

۸- ۳-۲-۳- استفاده از خشک‌کن‌های نوع گردشی؛

متداول‌ترین خشک کن در سیستم‌های جدید، از نوع جریان گردشی می‌باشد. در این سیستم بر خلاف نوع بستر خوابیده، محصول در یک جا ثابت نبوده بلکه در حال گردش می باشد. همچنین انتقال حرارت به دانه به‌طور دائم صورت نمی‌گیرد بلکه به‌صورت منقطع انجام می‌گیرد.

الف) اجزای ساختمانی خشک‌کن‌های نوع گردشی؛

اجزای ساختمانی خشک‌کن‌های گردشی متشکل از؛ دریچه ورودی محصول، محفظه حرارت‌گیری دانه‌ها، مشعل، پنکه، بالابرها، مخزن، موزع‌ها، سیستم کنترلی و غیره می‌باشد.

شکل ۶۴ – نمونه‌ای از خشک‌کن نوع گردشی متداول در کشور (ساخت شرکت سانکیو)

۱) **دریچه‌ی ورود محصول؛** برای ورود و انتقال دانه‌ها به داخل مخزن، دریچه‌هایی در قسمت پایین خشک‌کن تعبیه می‌گردند. این دریچه‌ها ممکن است به تعداد یک یا دو عدد باشند. در صورتیکه به تعداد دو عدد باشند، در طرفین خشک‌کن و اگر یک عدد باشد در کنار نقاله بالابر نصب می‌گردند.

۲) **محفظه‌ی حرارت گیری؛** اتاقک‌هایی از جنس توری یا ورق مشبک فلزی می‌باشند که در جلوی مشعل واقع شده‌اند و در واقع مکانی برای انتقال گرمای تولید شده توسط مشعل به دانه‌ها می‌باشند. دانه‌ها در داخل این محفظه‌ها به‌صورت ستون‌هایی عمودی قرار می‌گیرند.

۳) **مشعل؛** وسیله‌ای برای تولید گرما می‌باشد. سوخت مصرفی آن معمولاً گازوئیل ، نفت سفید، مازوت و گاز طبیعی می‌باشد. مشعلهای آنها بر حسب مقدار گرمای تولیدی در دو نوع تک نازلی و دو نازلی وجود دارند.

٤) **فن یا پنکه؛** درست در نقطه‌ی مقابل مشعل قرار می‌گیرد و با مکیدن هوا از محفظه‌ی حرارت‌گیری، هوای گرم شده توسط مشعل را از لابلای دانه‌ها عبور می‌دهد. ضمن جذب رطوبت دانه‌ها، هوا را همراه با رطوبت خارج شده از دانه‌ها به بیرون می‌فرستد.

۵) **بالابرها و نقاله‌ها؛** عامل اصلی نقل و انتقال دانه‌ها در حین چرخش (جهت حرارت‌گیری)، بارگیری و تخلیه می‌باشند. در اغلب این نوع خشک‌کنها برای نقل و انتقال دانه‌ها

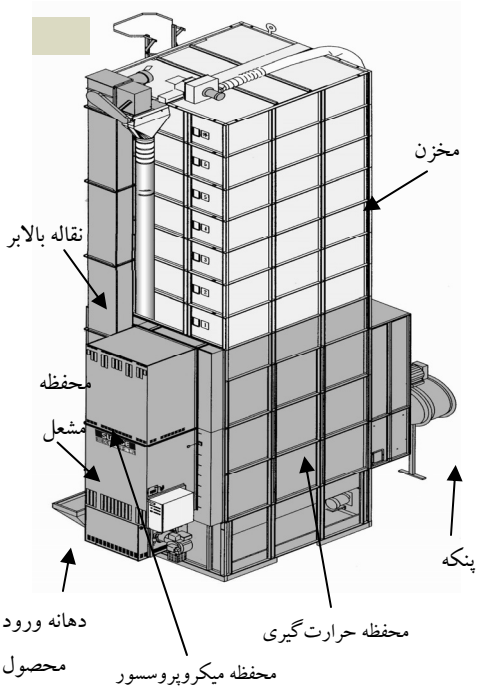
در راستای افقی معمولاً از نقاله‌های مارپیچی و برای نقل و انتقال در راستای قائم از بالابرهای نوع پیاله‌ای استفاده می‌گردد.

٦) **مخزن؛** معمولاً از ورقهای فولادی مقاوم به سایش و خوردگی و با ظرفیت بین ۲۰۰ کیلوگرم تا ۲۰ تن ساخته می‌شوند. به‌منظور کاهش حجم فضای اشغال شده توسط این‌گونه خشک‌کن‌ها، مخزن آنها به‌صورت ایستاده می‌باشد یعنی در راستای قائم امتداد می‌یابند. در این‌گونه خشک‌کن‌ها، مخزن به تانک استراحت یا تانک تبادل حرارتی نیز معروف است.

۷) **موزع‌ها؛** غلتک‌هایی شیاردار هستند که در قسمت پایین مخزن واقع می‌شوند و امکان خروج دانه‌های حرارت دیده از محفظه‌ی حرارت‌گیری را فراهم می نمایند. تعداد موزع در این نوع خشک‌کن‌ها معمولاً یک یا دو عدد می‌باشد که تحت زمانبندی (تایمینگ) مشخصی ۱۸۰ درجه دوران نموده دانه‌های حرارت دیده را به سمت پایین تخلیه می‌نمایند تا توسط نقاله‌های بالابر جمع‌آوری و مجدداً به داخل تانک استراحت برگشت داده شوند.

۸) **سیستم‌های کنترل و فرمان؛** سیستم‌های کنترل و برنامه‌ریزی در این‌گونه خشک‌کن‌ها معمولاً به‌صورت دستی یا اتوماتیک می‌باشند. این سیستم‌ها شامل اعلام دمای محفظه حرارت گیری و رطوبت دانه‌ها در هر لحظه (به‌صورت دیجیتالی)، تعیین درصد رطوبت نهایی، شدت خشک شدن دانه‌ها و غیره می‌باشد. علاوه بر آن، این‌گونه سیستم‌ها شامل علائم هشدار دهنده و عیب‌یابی نیز می‌باشند.

۹) **پخش‌کن داخل مخزن؛** به هنگام انتقال اولیه محصول و همچنین زمان برگشت دادن دانه‌های حرارت دیده به داخل مخزن توسط نقاله‌ها،اگر دانه‌ها مستقیماً از نقاله‌ی مارپیچی افقی به داخل مخزن سقوط نمایند ممکن است در یک قسمت مخزن انباشته شوند و سایر قسمت‌ها خالی باقی بماند. بدین منظور جهت توزیع یکنواخت دانه‌ها در کل سطح داخلی مخزن، از یک پخش‌کن دوّار استفاده می‌شود.



شکل ۶۵ - اجزای ساختمانی خشک‌کن‌های نوع گردشی

ب) مکانیزم کار

محصول از طریق دریچه‌ی ورودی بـه داخـل خـشک‌کـن تغذیه شده، توسط نقاله‌ی بالابر به قسمت بالای مخزن منتقل و سپس به‌طور یکسان در تمام سطح داخلی آن پخش مـی‌گـردد. پس از اعمال نمودن تنظیمات همچون؛ درصد رطوبـت نهـایی مورد نظر، شدت خشک شدن محصول و غیره، مـشعل روشـن می‌گردد. با روشن شدن مشعل، هوای اطراف آن گرم می‌گردد. با به‌کار افتادن پنکه، هوای گرم اطراف مـشعل بـه‌سـمت پنکـه مکیده می‌شود. از آنجائیکه محفظه حرارت‌گیری دانه‌ها ما بـین مشعل و پنکه واقع گردیده است، هوای گرم در حـین حرکـت به سمت پنکه از لابه‌لای دانـه‌هـا عبـور نمـوده ضـمن جـذب رطوبت آنها، از طریق پنکه به بیرون هدایت مـی‌گـردد. در اثـر وزش هوای گرم به دانه‌ها (ظرف مدتی معین و کوتـاه)، دمـای آنها تا حدودی افزایش و رطوبت آنها اندکی کاهش می‌یابد. بـا چرخیدن موزع‌ها (تحت زمانبندی مـشخص)، دانـه‌هـای گـرم شده به سمت پایین خشک‌کن سـقوط نمـوده از آنجـا توسـط نقاله‌های مارپیچی جمع‌آوری دانـه‌هـا بـه نقالـه‌هـای پیالـه‌ای تحویل داده می‌شوند. دانه‌ها توسط نقاله‌های پیاله‌ای به قـسمت بالای مخزن منتقل و از طریـق پخـش‌کـن سـانتریفوژ بـه‌طـور یکنواخت در داخل مخزن پخش می‌گـردد. دانـه‌هـای حـرارت دیده، در داخل مخـزن بـه تـدریج گرمـای جـذب شـده را بـه دانه‌های مجاور خود منتقل نموده به آرامی خنک می‌شوند. پس از طی مدتی، در اثر ادامه‌ی سیکل حرارت‌گیری دانه‌های واقـع

در لایه‌های پایین‌تر مخزن،مجدداً نوبت حرارت‌گیری دانه‌هایی که قبلاً حرارت دیده بودند فرا می‌رسد و روند حرارت‌گیری و باز گشت دوباره به داخل مخزن تکرار می‌گردد. این روند آن‌قدر ادامه می‌یابد تا اینکه رطوبت تمام دانه‌ها به حد مطلوب برسد. از آنجائی‌که دفع حرارت دانه‌های حرارت دیده در داخل مخزن به آرامی صورت می‌گیرد و فرصت کافی جهت تبادل حرارتی با دانه‌های اطراف خود پیدا می‌نمایند (عمل تمپرینگ)، تنش‌های حرارتی وارده به دانه‌ها و در نتیجه احتمال ترک خوردگی و شکستگی آنها کاهش می‌یابد.

وجود تمپرینگ در خشک‌کن‌های نوع گردشی یکی از امتیازهای ویژه آنها در مقایسه با خشک‌کن‌های نوع بستر خوابیده محسوب می‌گردد و یکی از دلایل مهم کاهش میزان دانه‌های شکسته و ترک خورده و کاهش مصرف سوخت در آنها به حساب می‌آید.

ج) مزایا

از مزایای این نوع خشک‌کن‌ها می‌توان به یکنواختی در خشک شدن لایه‌های مختلف محصول و در نتیجه کاهش میزان شکستگی و خرد شدن دانه‌ها، کاهش نیاز به نیروی کارگری، مصرف سوخت کمتر، کاهش میزان تنشهای حرارتی وارد شده بر دانه و غیره اشاره نمود.

د) معایب

از معایب این نوع خشک‌کن‌ها می‌توان به عدم امکان خشک نمودن هم‌زمان محصول چند کشاورز در داخل یک

خشک‌کن (در صورتی‌که مقدار محصول هر کشاورز خیلی کمتر از ظرفیت یک واحد خشک‌کن باشد)، استهلاک زیاد و بالا بودن قیمت اولیه‌ی آنها (در مقایسه با نوع بستر خوابیده) می‌توان اشاره نمود.

هـ) عوامل موثر در عملکرد خشک‌کن‌ها

۱) نوع ارقام محصول؛ هر چه شکل دانه‌ها کروی‌تر باشد (دانه‌های گرده)، استحکام آنها در برابر صدمات مکانیکی بیشتر بوده در نتیجه در حین نقل و انتقال با نقاله‌ها و بالابرها کمتر شکسته می‌شوند. بنابراین میزان تلفات ناشی از خشک‌کن‌ها کاهش می‌یابد و بالعکس.

۲) شدت خشک نمودن محصول؛ به مقدار درصد کاهش رطوبت محصول در واحد زمان، اصطلاحاً شدت خشک کردن گویند. هر نوع محصول نیاز به شدت خشک کردن معینی دارد که این مقدار برای برنج معمولاً در حدود ۰/۵ تا ۱/۵ درصد در هر ساعت می‌باشد. چنانچه شدت خشک کردن از این مقدار تجاوز نماید، سبب افزایش درصد دانه‌های ترک‌دار و اگر کمتر از این مقدار شود، زمان ماندن دانه‌ها در داخل مخزن افزایش یافته در نتیجه سبب اتلاف وقت و در نهایت کاهش ظرفیت خشک‌کن خواهد شد.

۳) شرایط جوی محیط؛ هرچه رطوبت محیط بیشتر یا دمای محیط سردتر باشد، مدت زمان لازم جهت خشک شدن دانه‌ها افزایش می‌یابد و بالعکس. گرچه در خشک‌کنهای نوع جریان گردشی، دانه‌ها جهت جذب و دفع حرارت در یک سیکل بسته

گردش می‌نمایند، ولی به‌خاطر اینکه هوای گرم تولیدی توسط مشعل از محیط اطراف تامین می‌گردد در نتیجه متأثر از رطوبت و دمای آن نیز خواهد بود. در این‌صورت هرچه دمای محیط سردتر و رطوبت نسبی هوا بیشتر باشد، مصرف سوخت نیز افزایش خواهد یافت.

٤) **رطوبت اولیه‌ی محصول**؛ هرچه رطوبت اولیه محصول بیشتر باشد، مدت زمان لازم جهت خشک شدن و در پی آن میزان مصرف سوخت افزایش خواهد یافت.

٥) **رطوبت نهایی محصول**؛ چنانچه بخواهیم درصد رطوبت محصول را بیشتر کاهش دهیم، هم مدت زمان باقی ماندن محصول در داخل خشک‌کن و هم میزان مصرف سوخت افزایش خواهد یافت.

بررسی‌ها نشان دادند، چنانچه محتوی رطوبت محصول در محدوده پایین باشد و بخواهیم با استفاده از خشک‌کن‌ها مقدار آن‌را به اندازه مشخصی کاهش دهیم، در مقایسه با حالتی که محتوی رطوبت آن بالاتر باشد و بخواهیم به همان اندازه رطوبت آنرا کاهش دهیم، به مقدار انرژی حرارتی و همچنین صرف زمان به‌مراتب بیشتری نیاز است. زیرا خشک کردن دانه در رطوبت‌های بالاتر به معنی خارج نمودن آب اضافی بین بافت‌های دانه ولی در رطوبت‌های پایین‌تر (کمتر از ۱۰ درصد) به منزله‌ی خروج آب بین پیوندهای مولکولی دانه‌ها می‌باشد. بدیهی است که خارج نمودن آب بین پیوندهای مولکولی به‌مراتب دشوارتر از آب اضافی بین بافت‌هاست. یکی از دلایل

اصلی روی‌آوری کشورهای جنوب شرق آسیا به کمتر خشک نمودن شلتوک و تبدیل آن در رطوبت‌های بالاتر (بین ۱۲تا ۱٤ درصد)، صرفه جویی در انرژی مصرفی می‌باشد.

۸-۳-۲-۴- استفاده از خشک‌کن‌های نوع مادون قرمز (Infra red type Dryer's):

انرژی مادون قرمز نوعی تابش الکترومغناطیسی است که از جسم داغ ساطع می‌گردد. در این نوع خشک‌کن‌ها، مشعل یک جسم فلزی خاصی را گرم نموده در اثر داغ شدن این جسم، اشعه‌های مادون قرمز ساطع می‌گردد که حامل انرژی می‌باشند. انرژی جذب شده توسط دانه سبب تبخیر رطوبت موجود در آن و در نتیجه سبب خشک‌شدن تدریجی آن می‌گردد. هرچه این جسم بیشتر داغ شود، طول موج تابش آن کوتاه‌تر و در نتیجه نفوذ آن در داخل دانه‌ها بیشتر خواهد بود. از مزایای این روش خشک‌کردن می‌توان به حفظ کیفیت (طعم و ارزش غذایی) دانه‌ها، کاهش انرژی مصرفی و غیره اشاره نمود.

۸-۳-۲-۵- استفاده از خشک‌کن‌های نوع سیار (پرتابل)

در زمان برداشت مستقیم برنج برای انتقال محصول برداشت شده به خشک‌کن، به یک دستگاه تریلی یا یک کامیونت نیاز است. برای این منظور در جهت کاهش تلفات زمانی جهت انتقال بار به خشک‌کن (به ویژه زمانیکه که مسافت مورد نظر زیاد باشد) و همچنین کاهش زمان انتظار کمباین جهت تخلیه‌ی بار، از خشک‌کن‌های سیار (پرتابل)

استفاده می‌گردد. در این‌صورت خشک‌کن بر روی یک شاسی چرخدار نصب و توسط یک تراکتور یا هر وسیله‌ی نقلیه کشنده به داخل مزرعه منتقل می‌گردد. در این‌صورت بار مستقیماً پس از خرمنکوبی به داخل خشک‌کن منتقل می‌گردد. این خشک‌کن‌ها بر حسب نیاز در ظرفیت‌های مختلف یافت می‌گردند. به منظور تامین برق مصرفی و همچنین نیروی محرک مورد نیاز، خشک‌کن‌ها مجهز به یک موتور احتراقی مجزا می‌باشند. خشک‌کنی که مورد استفاده قرار می‌گیرد ممکن است از نوع گردشی، بستر خوابیده و غیره باشد. پس از پر شدن مخزن خشک‌کن، آن‌را نزدیک انبار انتقال داده به‌کار می‌اندازند تا شروع به خشک کردن محصول نماید. مدت زمان باقی ماندن محصول در داخل خشک‌کن همانند سایر خشک‌کن‌ها می‌باشد.

شکل ۶۶ – نمونه‌ای از خشک‌کن سیار(شرکت اگرکس)

۸-۳-۲-۶- استفاده از خشک‌کن‌های نوع خانگی

با توجه به استقبال روز افزون از کمباین‌های مخصوص برنج و در نتیجه برداشت مستقیم این محصول، نیاز به خشک‌کن جهت خشک نمودن محصول برداشت شده (بلافاصله پس از برداشت) امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. برای این منظور برخی از تولیدکنندگان داخلی اقدام به طراحی و ساخت خشک‌کن‌های نوع بستر خوابیده در سطوحی کوچک و خانگی نمودند. با توجه به ازدحام کار خشک‌کنهای مستقر در کارخانجات شالیکوبی به خاطر کافی نبودن خشک‌کن‌های موجود و در نتیجه احتمال باقی ماندن محصول برداشت شده در صف‌های طولانی که حتی به فساد آن نیز منجر خواهد شد، هر کشاورز اقدام به خشک نمودن محصول خود نموده پس از رفع نیاز شخصی، آن‌را در اختیار سایر کشاورزان نیز قرار می‌دهد. در نتیجه به‌صورت توافقی از یک خشک‌کن به شکل گروهی (محدود) بهره‌برداری می‌گردد.

فصل نهم– فرآیند تبدیل برنج

۹-۱- مقدمه

به مجموعه‌ی عملیاتی که در طی آنها شلتوک به برنج سفید تبدیل می‌گردد، فرآیند تبدیل برنج گویند که بنا به این تعریف، این فرآیند شامل عملیات خشک کردن و حتی پختن برنج نخواهد شد. این فرآیند بر حسب الگوی مصرف، مذاق مصرف کنندگان، دسترسی یا عدم دسترسی به ماشین‌آلات و تجهیزات خاص و غیره ممکن است در کشورها و مناطق مختلف تا حدودی متفاوت از هم باشد. اما در نگاهی کلی می‌توان گفت که اصول و روش‌های تبدیل در کشورهای مختلف تا حدود زیادی مشابه به هم می‌باشد.

۹-۲- بوجاری اولیه

گرچه در مرحله‌ی خرمنکوبی برنج با استفاده از کمباین یا خرمنکوب، دانه‌های به‌دست آمده توسط واحد بوجاری و تمیزش بوجاری و تمیز می‌گردند و تا حدودی مواد زائد

درشت و سبک وزن از آنها جدا می‌شوند اما در این مرحله، این عمل به‌خاطر برخی محدودیت‌ها به‌طور کامل صورت نمی‌گیرد. در این‌صورت نیاز است تا محصول قبل از تبدیل، با استفاده از دستگاه‌های بوجاری تمیز گردد.

معمولاً شلتوک به‌دست آمده از مزرعه همراه با برخی مواد زائد می‌باشد که ممکن است شامل موارد زیر باشد:

۱) دانه‌های پوک و نارس و مقداری ساقه های خرد شده‌ی برنج و علف‌های هرز که به علت بالابودن درصد رطوبت و در نتیجه بالابودن وزن مخصوص، به‌هنگام خرمنکوبی با استفاده از باد پنکه کمباین یا خرمنکوب قادر به جدا نمودن آنها نبودیم.

۲) کلوخه‌ها و سنگریزه‌هایی که ممکن است در زمان برداشت با کمباین یا خرمنکوبی با خرمنکوب، به همراه محصول وارد شده باشند یا اینکه موقع خشک نمودن شلتوک در زیر آفتاب و پهن نمودن آن روی زمین، وارد محصول شده باشند.

۳) بذور علف‌های هرز که هنگام برداشت وارد محصول می‌شوند.

٤) قطعات فلزی که معمولاً در اثر شکسته شدن اجزای داخلی کمباین، دروگر یا خرمنکوب وارد محصول می‌گردند.

به منظور جدا نمودن کلیه مواد زائد مذکور، از دستگاه‌های بوجاری اولیه چند منظوره استفاده می‌گردد. معمولاً در بوجاری‌های اولیه، برای جدا نمودن مواد سبک وزن (همچون دانه‌های پوک) از سیستم تولید جریان باد، برای جدا نمودن ذرات درشت از الک‌های مرتعش، برای جدا نمودن قطعات

فلـزی از جـدا کننـده‌هـای مغناطیـسی و بـرای جـدا نمـودن سنگریزه‌هـا و کلوخـه‌هـا از سیـستم‌هـای سـنگ‌گیـر اسـتفاده می‌گردد. ممکن اسـت ایـن سیـستم‌هـا همگـی در قالـب یـک دستگاه در کنار هم قرار گیرند و همزمان ایـن کارهـا را انجـام دهند یا اینکه ممکن است از چند دستگاه مجزا تشکیل شوند.

شکل ۶۷ – نمونه‌ای از پیش بوجار متشکل از الک مرتعش، سنگ‌گیر و سیستم باد (مکنده)

۹-۲-۱- سنگ‌گیر (Destoner)

متشکل از یک صفحه‌ی مشبک (توری) از نوع لانه زنبوری با شیب نسبتاً زیاد و دارای حرکت رفت و برگشتی بـا کـورس معین است. با فرود آمدن محصول بر روی نیمه‌ی بالایی توری و در اثر حرکت رفت و برگشتی بالاسوی توری، سنگریزه‌هـا و کلوخه‌ها به‌علت برخورداری از وزن مخصوص بالاتر، بهتر بـر روی توری اسـتقرار یافتـه در نتیجـه در اثـر حرکـت رفـت و برگشتی توری با سرعتی برابر با سرعت خطی آن به سمت بالا حرکت می‌کنند. وضعیت خاص برآمدگی‌های سطح توری لانه زنبوری اجازه‌ی برگشت به سمت پایین (در اثر نیروی ثقل) را

به آنها نداده در نتیجه به تدریج در اثر حرکت رفت و برگشتی الک بالاتر رفته در نهایت از لبه انتهایی فوقانی آن خارج می‌شوند و در داخل ظرفی که برای این منظور تعبیه گردیده است جمع‌آوری می‌گردند. شلتوک‌ها به علت برخورداری از وزن مخصوص کمتر (در مقایسه با سنگ‌ریزه‌ها و کلوخها) در اثر نیروی ثقل به سمت پایین توری سرازیر و در داخل دهانه تخلیه مخصوص، سقوط می نمایند. اغلب آنها مجهز به سیستم باد نیز می‌باشند که باد از قسمت زیر توری به دانه‌ها می‌وزد.

شکل ۶۸ – تصویری از یک سنگ‌گیر لرزشی

از عوامل مؤثر در کارکرد سنگ‌گیرها می‌توان به اندازه سطح، سرعت حرکت رفت و برگشتی، شیب و کورس رفت و برگشت توری، میزان بادی که به زیر توری می‌وزد و همچنین میزان بار وارده بر سطح آن در واحد زمان اشاره نمود. لازم به

ذکر است، گرچه این دستگاه از لحاظ ساختمانی بسیار ساده به‌نظر می‌آید اما نیاز به تنظیمات بسیار دقیق و پیچیده دارد. همچنین در این نوع سنگ‌گیرها، با افزایش سطح توری، می‌توان ظرفیت دستگاه را افزایش‌داد و بالعکس.

۹-۲-۲- جداکننده‌های بادی

در این نوع جدا کننده که به جداکننده بر اساس وزن مخصوص نیز مشهور می‌باشد، شلتوک از طریق کانالی وارد و از یک ارتفاعی سقوط می‌نماید. در حین سقوط، در اثر مکش یک پنکه که مجرای ورودی آن درست در مجاورت مسیر سقوط شلتوک واقع شده است، ذرات سبک وزن (دانه‌های پوک و نارس، ساقه‌های خرد شده و بذور علف‌های هرز) به سمت بیرون از اتاقک مکیده می‌شوند و از دانه‌های سالم و مرغوب جدا می‌گردند. تنظیم میزان سرعت باد مکنده در این دستگاه از اهمیت خاصی برخوردار است. زیرا اگر سرعت مکش هوا از حد معینی تجاوز نماید، سبب خروج مقدار زیادی دانه‌های سالم و مرغوب به همراه مواد زائد می‌گردد و همچنین در صورت پایین بودن سرعت باد، ذرات سبک وزن به خوبی از دانه‌های سالم جدا نمی‌شوند.

گرچه پنکه می‌تواند نسبت به مواد به‌صورت دمنده هم باشد، یعنی در اثر وزش باد به مواد، ذرات سبک وزن را به

اطراف پرت نماید و از دانه‌های سالم و مرغوب جدا نماید. اما به‌دلیل قابل کنترل و جمع‌آوری بودن خروجی مواد زائد در سیستم‌های نوع مکنده و آلودگی کمتر فضای اطراف، استفاده از نوع مکشی در اولویت است.

شکل ۶۹ – نمونه‌ای از بوجار نوع بادی (مکشی)

۹-۲-۲- الک مرتعش

الکی که به‌منظور جدا نمودن مواد زائد درشت در بوجارهای اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرند، شامل یک صفحه مشبک مسطح با سوراخ‌های گرد به‌قطر ۱٤ میلی‌متر است که دارای حرکت رفت و برگشتی با کورسی معین می‌باشد. در اثر حرکت رفت و برگشتی الک، کلیه‌ی دانه‌های برنج از سوراخ‌های الک عبور نموده بر روی الکی با اندازه‌ی سوراخ‌های کوچک‌تر (که دانه‌های سالم قادر به عبور از

سوراخ‌های آن نیستند) سقوط می‌نمایند. در اثر حرکت رفت و برگشتی الک، ذرات درشت که قادر به عبور از سوراخ‌های آن نیستند، از لبه‌ی انتهایی خارج شده در داخل ظرفی جمع‌آوری می‌گردند.

شکل ۷۰ – نمونه‌ای از پیش بوجار نوع الک مرتعش

۹-۳- پوست‌کنی

در فرآیند تبدیل برنج، عمل پوست‌کنی به جدا نمودن پوست بیرونی (Husk) از شلتوک گفته می‌شود. عمل پوست‌کنی برنج معمولاً در اثر نیروی اصطکاک یا ضربه صورت می‌گیرد.

۹-۳-۱- انواع پوست‌کن‌های اصطکاکی

۹-۳-۱-۱- پوست‌کن نوع انگلبرگ

(Engelberg type Husker)

این دستگاه در ابتدا در کشورهای اروپایی برای خرد کردن قهوه طراحی و ساخته شد که پس از اعمال تغییراتی، برای پوست کندن برنج مورد استفاده قرار گرفت. در این نوع پوست‌کن، عمل پوست کنی و سفید کنی را نمی‌توان به‌صورت کاملاً مجزا از هم در نظر گرفت. علاوه بر آن در بین انواع پوست‌کن‌ها، این نوع پوست‌کن دارای انعطاف‌پذیری زیاد است، به‌طوری‌که می‌توان با افزایش شدت پوست‌کنی، عمل کندن پوست و سفید نمودن برنج را به‌طور همزمان و حتی با یکبار عبور دانه‌ها از آن انجام داد ولی در عوض میزان ضایعات افزایش خواهد یافت. در حال حاضر عمده‌ی پوست‌کن‌های موجود در کشور از این نوع می‌باشد.

شکل ۷۱ – نمونه‌ای از پوست‌کن نوع انگلبرگ

۹-۳-۱-۲- اجزاء ساختمانی

متشکل از: پوسته، روتور، تیغه فـولادی، مجـرای ورودی و خروجی، توری مشبک و سیستم انتقال قدرت می‌باشد.

۱) پوسته؛ یـک محفظـه بـسته را جهـت پوسـت‌کنـی فـراهم می‌نماید. معمولاً از جنس چدن و به‌صورت دو تکـه‌ای (دو تـا نیم استوانه) ساخته می‌شود که توسط بست‌های پیچی روی هم سوار می‌شوند.

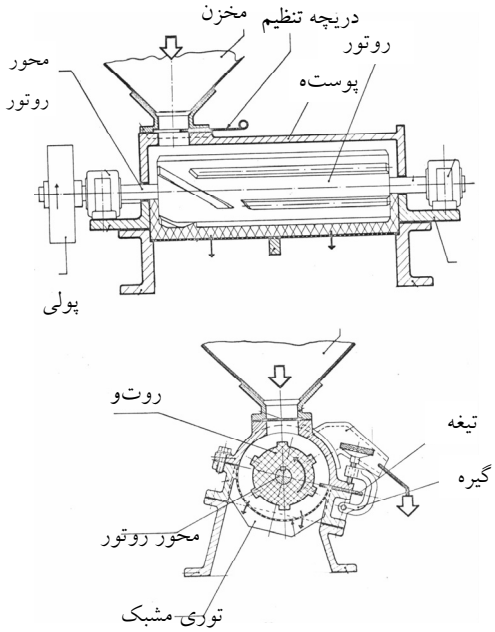
۲) روتور؛ استوانه‌ای چدنی است کـه در داخـل پوسـته قـرار گرفته، در سطح خارجی دارای دو سری برآمدگی‌های مورب و موازی با محور آن می‌باشد. برآمدگی‌های مورب که در قسمت انتهای ورودی روتور واقع می‌شوند، نقش یک مارپیچ یا هلیس را عمل نموده سبب هدایت دانه (تحت فشار) بـه سـمت جلـو می‌شوند. برآمدگی‌های مستقیم که به‌صورت موازی با محور آن می‌باشند، وظیفه به‌هم زدن یا جابجا نمودن دانه‌هـا و در نتیجـه ایجاد اصطکاک بین دانه‌ها را برعهده دارند.

۳) توری مشبک؛ نیم استوانه‌ای مشبک با سوراخ‌های باریک و بلند است که در نیمه‌ی پایینی داخل پوسته، بین روتور و پوسته قرار می‌گیرد و امکان تخلیه‌ی پوست‌هـا و سـبوس‌هـای خـرد شده و نرم را از داخل پوسته فراهم می‌نماید.

٤) تیغه‌ی فولادی؛ تیغه یا تسمه‌ای فولادی است کـه بـین دو نیمه (تکه) پوسته واقع شده، وظیفه‌ی تنظیم شدت پوست‌کنـی را بر عهده دارد. با شل نمودن بست‌هـای پیچـی (کـه دو نیمـه پوسته را بهم اتصال می‌دهند) ، می‌توان تیغه را به سمت داخل

یا بیرون پوسته جابجا نمود. این تیغه هرچه بیشتر به سمت داخل پوسته فرستاده شود، شدت پوست‌کنی آن افزایش می‌یابد و بالعکس.

۵) دریچه‌های ورود شلتوک و خروج برنج پوست‌کنده شده؛ در قسمت ورودی شلتوک به داخل پوست‌کن معمولاً دریچه‌ای کشویی نصب می‌گردد که با استفاده از آن می‌توان میزان تغذیه به داخل پوست‌کن را کم یا زیاد نمود. همچنین به‌منظور خارج شدن برنج پوست‌کنده شده از داخل پوست‌کن، دریچه‌ای در منتهی‌الیه پایینی پوسته نصب می‌گردد.



شکل ۷۲ - طرحواره‌ای از پوست کن نوع انگلبرگ و اجزای آن

۹-۳-۱-۳- مزایا

از مهمترین مزایای این نوع پوست‌کن می توان بـه سـادگی مکانیزم، قیمت اولیه‌ی پایین و استهلاک کم اشاره نمود.

۹-۳-۱-۴- معایب

بالا بودن میزان درصد دانه‌های شکسته و توان مصرفی بـالا از مهمترین معایب این نوع پوست‌کن محسوب می‌گردند.
به‌منظور کاهش میزان ضایعات (درصد دانـه‌هـای شکـسته) در این نوع پوست‌کن‌ها، به‌جای پوست‌کندن شلتوک با یکبار عبور از آن، این عمل را با استفاده از دو یا چند دسـتگاه بـه‌صـورت متوالی ولی با شدت پوست‌کنـی کمتـر مـی‌تـوان انجـام داد تـا میزان تنش وارده به دانه‌ها و در نتیجه درصد دانه‌های شکـسته کاهش یابد.

۹-۳-۲- پوست‌کن نوع غلتک لاستیکی
(Rubber roll type Husker)

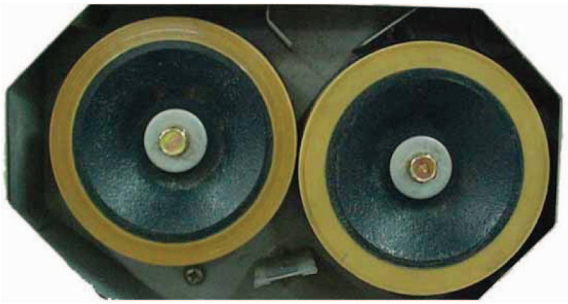
در این نوع پوست‌کن‌ها عامل پوست‌کنی شلتوک، دو عـدد غلتک لاستیکی می‌باشند کـه بـا سـرعت محیطـی مختلـف در خلاف جهت همدیگر می‌چرخند. غلتک‌ها در حـین چـرخش، شلتوک را به سمت داخـل (فاصـله بـین آنهـا) کـشیده در اثـر اختلاف نیروی‌های اصطکاکی بین دانـه شـلتوک بـا هریـک از غلتک‌ها، که در خلاف جهـت همـدیگر بـر روی دانـه اعمـال می‌گردند، پوست آنرا جدا می‌نمایند.

هر غلتک متشکل از دو بخش (توپی فلزی و روکش لاستیکی) می‌باشد. لاستیک‌ها معمولاً از جنس رزین‌های مصنوعی (A. B. S) بوده در مقابل خوردگی مقاوم می‌باشند.

سرعت محیطی غلتک‌ها در حدود ۲۵ درصد باهم اختلاف دارند. اختلاف سرعت بین غلتک‌ها معمولاً به دو صورت زیر می‌باشد:

۱) سرعت دورانی دو غلتک باهم برابر ولی قطرشان متفاوت می‌باشد.

۲) سرعت دورانی دو غلتک متفاوت ولی قطرشان باهم برابر می‌باشد.



شکل ۷۳ - پوست‌کن نوع غلتک لاستیکی

فاصله بین دو غلتک را معمولاً معادل نصف ضخامت دانه (کوچکترین بعد دانه) بین ۰/۵ تا ۱/۲ میلی‌متر، در نظر می‌گیرند. فاصله‌ی بین غلتک‌ها را می‌توان با جابجا نمودن یکی از آنها، با استفاده از یک مکانیزم پیچی تنظیم نمود. غلتکی که قابل جابجا شدن است، تحت فشار فنری نسبتاً قوی قرار دارد.

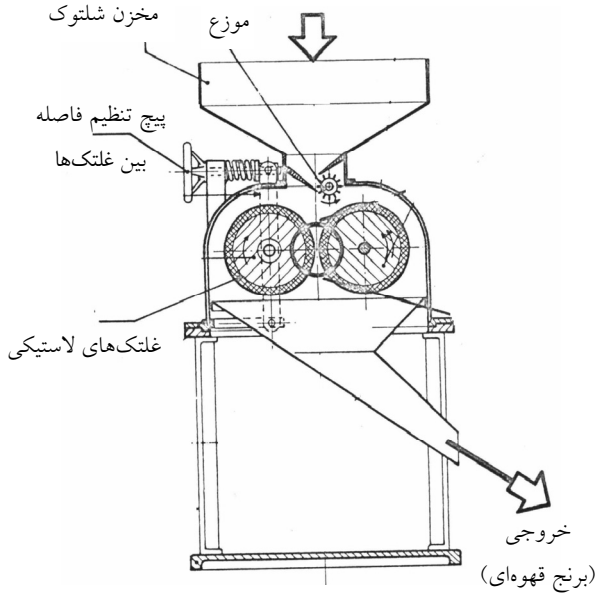
چنانچه سنگ‌ریزه یا جسم سختی به‌همراه شلتوک بین غلتک‌ها قرار گیرد در اثر فشار وارده، فنر اندکی جمع شده در نتیجه فاصله بین دو غلتک افزایش می‌یابد و جسم سخت خارج می‌شود. سپس در اثر فشار فنر، غلتک جابجا شده دوباره به سرجای اصلی خود بر می‌گردد. مقدار نیروی مجاز فنر به ازای هر سانتیمتر از عرض غلتک، بین ٤/٥ تا ٦ کیلوگرم نیرو می‌باشد.

به‌منظور جداسازی پوست‌های جداشده از برنج قهوه‌ای به‌دست آمده، در مجاورت پوست‌کن یک پنکه مکنده نصب می‌گردد که در اثر مکش، پوست‌های جدا شده (که از وزن مخصوص بسیار پایینی برخوردار هستند) را از برنج‌های قهوه‌ای جدا نموده به بیرون هدایت می‌نماید.

در این نوع پوست‌کن‌ها، شدت پوست کنی متناسب با شرایط محصول (در صد رطوبت و نوع رقم) قابل تنظیم می‌باشد. گرچه فاصله‌ی بین غلتک‌ها را می‌توان طوری تنظیم نمود که با یکبار عبور شلتوک از پوست‌کن، پوست تمام آنها جدا شود ولی در عوض میزان دانه‌های شکسته افزایش خواهد یافت. به‌منظور جلوگیری از آسیب دیدن دانه‌ها در هر بار عبور شلتوک‌ها از داخل پوست‌کن، باید پوست حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد آنها جدا شود (در شرایط نرمال که محتوی رطوبت شلتوک بین ۱۲ تا ١٤ درصد باشد). در شرایطی که محتوی رطوبت بیشتر یا کمتر از این محدوده باشد، می‌توان درصد دانه‌های پوست‌کنده شده به ازای هر بار عبور از پوست‌کن را تا حدود ۷۰ درصد نیز کاهش داد.

قطر غلتک‌های لاستیکی (با قطرهای یکسان ولی سرعت محیطی متفاوت) بین ٦ تا ۱۰ اینچ و عرض آنها بین ۲/۵ تا ۱۰ اینچ متغیر است. معمولاً ظرفیت پوست‌کنی این نوع پوست‌کنها، حدود ۲۵۰ کیلوگرم شلتوک به ازای هر اینچ از عرض غلتک‌ها می‌باشد.

زمان تعویض غلتک‌ها، وقتی است که ضخامت قسمت لاستیکی غلتکی که دارای سرعت بیشتر است، کمتر از نصف ضخامت اولیه‌اش شود.



شکل ۷۴ – طرح‌واره‌ای از مکانیزم کار پوست‌کن غلتک لاستیکی

۹-۳-۲-۱- مزایا

۱) انعطاف‌پذیری زیاد این نوع سیستم جهت تغییر شدت پوست‌کنی برای شرایط مختلف شلتوک؛

۲) پایین بودن میزان درصد دانه‌های شکسته و آسیب دیده؛

۹-۳-۲-۲- معایب

۱) بالابودن قیمت اولیه؛

۲) حساسیت زیاد آن در برابر میزان بار ورودی؛ چنانچه میزان بار ورودی آن از حد معینی افزایش یابد، عملکرد و کیفیت کار آنرا مختل نموده در صورت کم بودن بیش از حد نیز سبب پایین آمدن ظرفیت نهایی ماشین در واحد زمان می‌گردد.

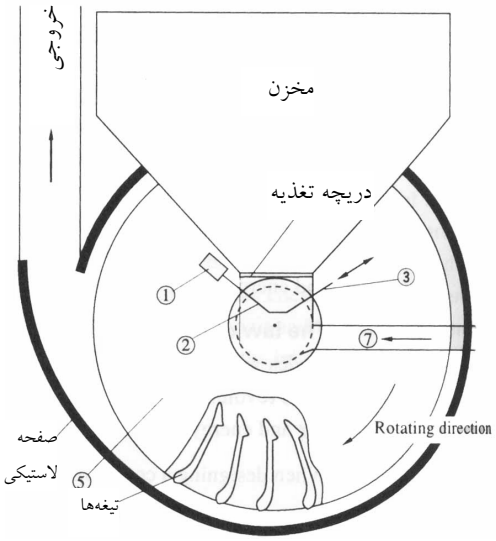
۳) در هر بار عبور شلتوک‌ها از داخل پوست‌کن، حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد آنها پوست‌کنی نشده در نتیجه نیاز به یک جداکننده شلتوک از برنج قهوه‌ای (سپراتور) می‌باشد.

۹-۳-۳- پوست‌کن نوع ضربه‌ای یا تیغه‌ای (Impeller Type Husker)

در این نوع پوست‌کن‌ها، شلتوک توسط یک صفحه دوّار تیغه‌ای شتاب گرفته تحت زاویه ۳۰ درجه به یک صفحه لاستیکی مقعر برخورد می‌نماید. سپس در اثر نیروی گریز بر روی سطح داخلی این صفحه‌ی لاستیکی لغزیده به بیرون پرتاب می‌گردد. پوست شلتوک در اثر ضربه‌ی ناشی از برخورد

آن با سطح صفحه لاستیکی و نیروی اصطکاکی آن با این صفحه، جدا می‌گردد.

شلتوک توسط صفحه‌ی دوّار تیغه‌ای آنقدر شتاب می‌یابد که سرعت آن تا ۸۰ متر بر ثانیه نیز می‌رسد. از مزیت این سیستم پوست‌کنی به بالا بودن شدت پوست‌کنی (حتی زمانیکه محتوی رطوبت آن بالا باشد) می‌توان اشاره نمود.



شکل ۷۵- طرحواره‌ای از پوست کن نوع ضربه‌ای (تیغه‌ای)

۹-٤- سپراتور یا جدا کننده‌ی شلتوک از برنج قهوه‌ای(Separator)

در پوست‌کن‌های نوع غلتک لاستیکی، به‌منظور کاهش صدمات وارده به دانه‌ها، شدت پوست‌کنی را می‌توان تا

حدودی کاهش داد. در این‌صورت حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد دانه پس از عبور از داخل پوست‌کن، پوست کنی نمی‌شوند. بنابراین به‌منظور ادامه فرآیند تبدیل، باید دانه‌های پوست کنده شده جهت سفید شدن به داخل سفیدکن و دانه‌های پوست‌کنده نشده جهت پوست‌کنی، مجدداً به داخل پوست‌کن ارسال گردند. در این‌صورت نیاز است که آنها از هم جدا شوند. وسیله‌ای که قادر به جداسازی شلتوک از برنج‌های قهوه‌ای (پوست کنده شده) باشد، سپراتور نامیده می‌شود.

۹-۴-۱- انواع سپراتور

۹-۴-۱-۱- سینی لرزشی از نوع حفره‌حفره‌دار

متشکل از یک یا چند سینی است که به‌صورت طبقه‌هایی روی همدیگر قرار می‌گیرند. سطح سینی دارای برجستگی‌ها و فرو رفتگی‌های زیادی (به‌صورت حفره حفره) می‌باشد. سینی‌ها در دو امتداد دارای شیب ملایم هستند و نحوه‌ی حرکت آنها به‌صورت رفت و برگشتی (مسیر بیضوی شکل) می‌باشد. در اثر حرکت لرزشی (رفت و برگشتی)، دانه‌ها به‌صورت لایه لایه روی هم قرار می‌گیرند. برنج‌های قهوه‌ای که در مقایسه با شلتوک‌ها از وزن مخصوص بالاتری برخوردارند در لایه‌های زیرین و شلتوک‌ها در لایه‌های بالاتر واقع می‌شوند. برنج‌های قهوه‌ای تا حدود زیادی داخل حفره‌ها مستقر شده در اثر حرکت سینی‌ها به تدریج به سمت بالای شیب الک و شلتوک‌ها به‌خاطر عدم تماس با سطح سینی‌ها

به‌سمت پایین شیب می‌لغزند و در نتیجه از همدیگر جدا می‌شوند. لازم به ذکر است که شکل حفره‌های روی سطح الک‌ها طوری است که در حین انجام حرکت رفت و برگشتی، به برنج‌های قهوه‌ای (که در داخل آنها مستقر می‌شوند) فقط اجازه‌ی حرکت به یک سمت (به سمت بالا) داده می‌شود و قادر به حرکت به سمت پایین نیستند.

همانطوری که ذکر گردید، این سینی‌ها در دو جهت عمود بر هم (طولی و عرضی) دارای شیب ملایم می‌باشند. شیب طولی سبب جدا نمودن دانه‌ها از همدیگر و شیب عرضی سبب هدایت دانه‌ها به سمت مجراهای تخلیه می‌گردند. خروجی این نوع جداکننده‌ها معمولاً به سه دسته تقسیم بندی می‌شوند؛ برنج‌های قهوه‌ای (در قسمت انتهای بالایی سینی) ، شلتوک‌ها (در انتهای پایینی سینی) و مخلوطی از شلتوک و برنج‌های قهوه‌ای (در قسمت میانی سینی) .

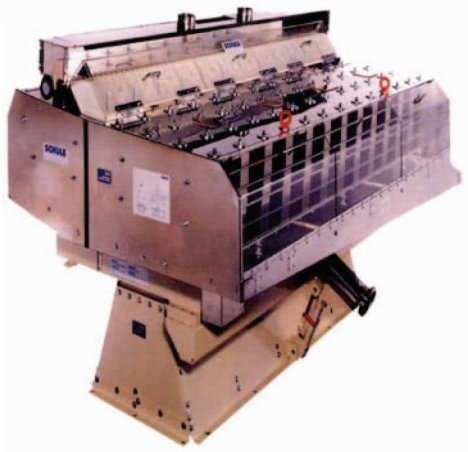
سینی‌ها به‌صورت یک مجموعه یکپارچه با کمک یک لنگی (خارج از مرکز) حرکت رفت و برگشتی انجام می‌دهند. کیفیت عمل جداسازی توسط این نوع جدا کننده‌ها متناسب با نوع رقم و میزان رطوبت دانه‌ها قابل تغییر می‌باشد. برای این منظور مهارت اپراتور جهت تنظیم دقیق آن خیلی مهم است. از تنظیمات مهم این نوع سپراتورها می‌توان به تغییر میزان شیب سینی‌ها و حتی کورس حرکت رفت و برگشت سینی‌ها اشاره نمود.

شکل ۷۶ – نمونه‌ای از سپراتور لرزشی از نوع سینی حفره‌حفره دار

۹-۴-۱-۲- سینی لرزشی از نوع حجره‌حجره دار
(Compartment Type Separator)

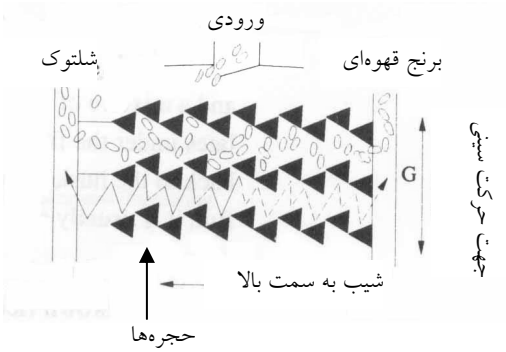
متشکل از یک سینی با سطح صاف و صیقلی است که دارای شیبی ملایم به یک سمت و حرکتی رفت و برگشتی می‌باشد. بر روی این سینی تعدادی گوه فلزی با سطح مقطع مثلثی با آرایشی خاص (به‌صورت زیگزاگ) واقع گردیده‌است که به حجره مشهور می‌باشند. فضای بین ردیف‌های مختلف حجره‌ها به عنوان مسیر حرکت دانه‌ها محسوب می‌گردند. مخلوط شلتوک و برنج قهوه‌ای از طریق دریچه تغذیه از بالا بر روی قسمت میانی سینی فرود می‌آید. شلتوک‌ها که در مقایسه با برنج‌های قهوه‌ای از وزن مخصوص کمتر و ضریب اصطکاک بیشتری برخوردارند، نیروی اصطکاک یا درگیری

سطحی بیشتری با سینی ایجاد نموده در نتیجه در اثر حرکت رفت و برگشتی سینی، به تدریج به سمت بالای شیب و برنج‌های قهوه‌ای (به علت برخورداری از سطحی نسبتا صیقلی و وزن مخصوص بیشتر) به سمت پایین شیب جریان می‌یابند و در نتیجه از همدیگر جدا می‌شوند. در اثر حرکت رفت و برگشتی سینی، دانه‌ها به جداره‌های حجره‌ها برخورد می‌نمایند. چون امتداد این جداره‌ها به‌صورت مورب با مسیر حرکت سینی می‌باشند، مؤلفه‌ای از نیروی عکس‌العمل این برخورد سبب هدایت دانه‌ها در راستای عمود بر حرکت رفت و برگشت سینی و در نتیجه تشدید عمل جدایش برنج‌های قهوه‌ای و شلتوک‌ها و خروج آنها از داخل سینی می‌گردد.



شکل ۷۷ - نمونه‌ای از سپراتور نوع حجره‌حجره‌دار (ساخت شرکت شوله)

معمولاً ظرفیت جداسازی این نوع سپراتورها به ازای هر حجره بین ٤٠ تا ٦٠ کیلوگرم در ساعت می‌باشد. چنانچه دانه‌ها از ارقام ژاپنی (دانه‌های کوتاه) باشند ظرفیت جداسازی آن بیشتر و اگر از ارقام هندی (دانه‌های بلند) باشند ظرفیت آن کمتر خواهد بود.



شکل ۷۸ - طرحواره‌ای از سپراتور حجره‌حجره‌دار

۹-۵- سفیدکن‌ها

به عمل جدا نمودن سبوس لایه درونی برنج، اصطلاحا سفیدکنی گفته می‌شود. معمولاً عمل سفیدکنی برنج به صورت اصطکاکی، سایشی یا ترکیبی از نیروی اصطکاکی و سایشی انجام می‌گیرد.

شکل ۷۹ - سفیدکنی برنج بر اساس اصطکاک داخلی بین دانه‌ها (چپ) و ساییده شدن در اثر تماس با اجسام ساینده (راست)

۹-۵-۱- سفیدکن‌های نوع اصطکاکی

همانطوری‌که از نام آنها پیداست، عمل سفیدکنی در این نوع سفیدکن‌ها بر اساس نیروی اصطکاک حاصل از حرکت دانه‌ها بر روی همدیگر (اصطکاک داخلی دانه‌ها) و اصطکاک ناشی از تماس دانه‌ها با سایر اجسام (پوسته، توری مشبک و روتور سفیدکنی) صورت می‌پذیرد. لازم به ذکر است که عمل سفیدکنی تحت فشار بالا و سرعت پایین روتور صورت می‌گیرد. به‌طوری‌که در حین سفیدکنی، میزان فشار داخلی محفظه سفیدکنی متجاوز از ۵۰۰گرم بر سانتیمتر مربع و سرعت محیطی روتور سفیدکن کمتر از ۳۰۰ متر بر دقیقه می‌باشد.

۱) سفیدکن اصطکاکی انگلبرگ

از لحاظ ساختمانی کاملاً شبیه به پوست کنهای نوع انگلبرگ بوده، عمل جدا نمودن سبوس نرم عمدتاً بر اثر

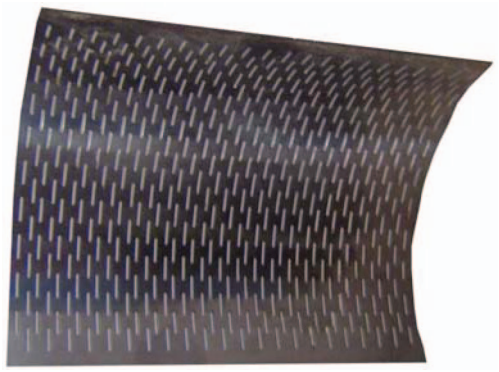
اصطکاک داخلی دانه‌ها صورت می‌گیرد. در این نوع سفیدکن، وجود مقداری سبوس زبر (پوست بیرونی) برنج در جهت کمک به افزایش اصطکاک داخلی و افزایش کیفیت سفیدکنی ضروری است. به همین دلیل این سفیدکن را همراه با پوست‌کن‌های انگلبرگی که دانه‌های خروجی آنها به‌صورت ترکیبی از پوست برنج، برنج قهوه‌ای و برنج‌های سفید شده باشد، استفاده می‌نمایند.

شکل ۸۰- تصویری از سفیدکن اصطکاکی نوع انگلبرگ

۲) سفیدکن‌های اصطکاکی- بادی

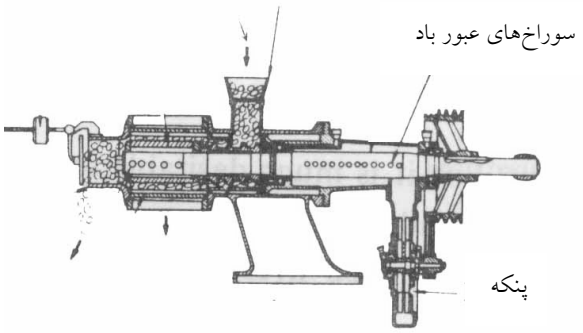
اجزای ساختمانی آنها متشکل از پوسته، محور مرکزی، روتور یا غلتک سفیدکن، هلیس، توری مشبک چند ضلعی، دهانه‌های ورود و خروج مواد و اجزای تولید باد می‌باشد. برنج

قهوه‌ای پس از خروج از مخزنی که در قسمت بالای دستگاه واقع است، از طریق دهانه‌ی ورودی وارد محفظه سفیدکنی می‌گردد. در قسمت ابتدای روتور یا محور، مارپیچی از جنس چدن واقع گردیده است که در اثر چرخش، برنج قهوه‌ای دریافتی را به سمت غلتک برجستگی‌دار می‌راند تا فضای بین غلتک سفیدکن و توری مشبک را پر نماید. روتور ضمن چرخش، در اثر برجستگی‌های سطحی دانه‌ها را به‌هم زده و به‌همراه خود به حرکت در می‌آورد. سبوس روی سطح دانه‌ها، در اثر اصطکاک داخلی (اصطکاک حاصل از حرکت دانه‌ها روی همدیگر) و همچنین در اثر اصطکاک با توری مشبک و بدنه روتور (اصطکاک خارجی) از دانه‌ها جدا می‌گردند. توری مشبکی که در این نوع سفیدکن‌ها به‌کار می‌رود معمولاً دارای مقطع ۸ ضلعی، از جنس فولاد مقاوم به سایش و با شکاف‌های باریک و طویل می‌باشد.



شکل ۸۱ - نمونه‌ای از توری مشبک با شکاف‌های باریک و طویل

قسمت میانی محور غلتک سفیدکن، دارای سوراخی جهت عبور هوا می‌باشد که این سوراخ از طریق چند شکاف طویل به پیرامون بیرونی آن راه دارد. جریان باد تولید شده توسط پنکه از طریق کانال‌هایی به سوراخ میانی غلتک سفیدکن راه می‌یابد تا از قسمت وسط غلتک به دانه‌های واقع بر پیرامون آن بوزد و سبوس‌های جدا شده را از طریق توری مشبک به بیرون هدایت نماید. علاوه بر آن به‌منظور افزایش کارآیی این پنکه در جهت جداسازی سبوس از دانه‌ها، پنکه دیگری تعبیه می‌گردد که قسمت ورودی آن به داخل پوسته روتور راه دارد. در اثر مکش، سبوس‌های خارج شده از سوراخ‌های توری را جمع‌آوری و به بیرون هدایت می‌نماید. استفاده از سیستم‌های بادی در این نوع سفیدکن‌ها، علاوه بر وظیفه‌ی جدا نمودن سبوس‌های کنده شده از دانه‌ها، نقش مهمی را در خنک نمودن دانه‌ها نیز دارد. زیرا عمل سفیدکنی در اثر اصطکاک همراه با تولید گرمای زیاد می‌باشد.



شکل ۸۲ - طرح‌واره سفیدکن اصطکاکی مجهز به سیستم باد

شکل ۸۳- تصویری از یک سفیدکن ترکیبی (سایشی و اصطکاکی) مجهز به سیستم باد

۹-۵-۲- سفیدکن‌های نوع سایشی

در این نوع سفیدکن‌ها، عمل جداسازی سبوس نرم از برنج قهوه‌ای، در اثر تماس آن با یک جسم زبر و ساینده صورت می‌گیرد. در واقع جسم زبر و ساینده بر روی سطح خارجی دانه خراش ایجاد نموده، تا حدودی آن‌را جدا می‌نماید. ولی برای تکمیل عمل جداسازی، نیازمند عبور دانه‌ها از داخل یک سفیدکن نوع اصطکاکی می‌باشد.

شکل ۸۴- تصویری از یک سفید کن نوع سایشی عمودی

اجزای ساختمانی آن متشکل از محور مرکزی، سنگ‌سمباده استوانه‌ای چند تکه‌ای، هلیس، توری مشبک، فاصله‌اندازهای فلزی بین سنگ‌های سمباده و سیستم تولید باد می‌باشد.

برنج قهوه‌ای از طریق دهانه‌ی ورودی وارد محفظه سفیدکنی می‌گردد. در قسمت ورودی بر روی محور مرکزی، هلیسی از جنس چدن واقع گردیده است که در اثر چرخش، برنج قهوه‌ای دریافتی را به فضای بین استوانه ساینده (سنگ سمباده) و توری مشبک هدایت می‌نماید تا این فضا را پر نمایند. در اثر چرخش استوانه ساینده، پوست رویی دانه‌هایی

که با سطح خارجی آن تماس می‌یابند، خراش داده می‌شوند و تا حدودی کنده می‌شوند. علاوه بر آن چرخش استوانه ساینده تا حدودی باعث به‌هم زدن دانه‌ها و ایجاد حرکت در بین آنها می‌گردد که این حرکت نسبی سبب ایجاد اصطکاک داخلی بین آنها و در نتیجه سبب جدا نمودن قسمتی از سبوس آنها می‌گردد.

این نوع سفیدکن‌ها بر اساس مسیر جریان دانه‌ها به دو نوع افقی و عمودی تقسیم‌بندی می‌شوند. همچنین نوع عمودی آنها نیز بر حسب جهت جریان دانه‌ها در داخل آنها به دو نوع بالاسو و پایین‌سو تقسیم‌بندی می‌شوند. سنگ‌های سمباده‌ای که در سفیدکن‌های نوع عمودی مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً در دو شکل مخروطی و استوانه‌ای یافت می‌شوند.

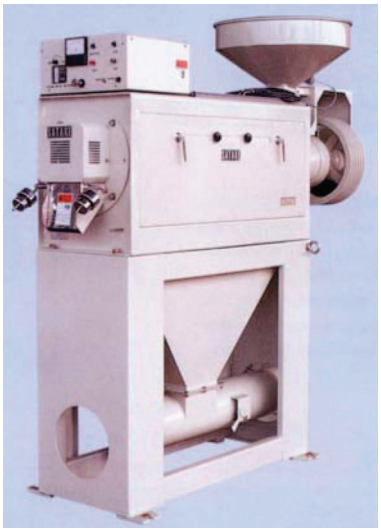
۹-٦- پولیشر یا جلادهنده

پس از عمل سفیدکنی، در اثر چسبیدن ذرات ریز سبوس و گردوغبار به برنج سفید تا حدود زیادی از جلای ظاهری و در نتیجه بازار پسندی آن کاسته می‌شود. جهت جدا نمودن این ذرات ریز و گرد و غبار از دانه‌ها از دستگاهی به نام پولیشر یا جلادهنده استفاده می‌گردد.

۹-۶-۱- انواع پولیشر

الف) پولیشرهای نوع‌خشک: در این نوع پولیشرها، عمل جدا سازی سبوس با قرار گرفتن برنج‌های سفید شده بین یک روتور گردنده (از جنس تسمه‌های چرمی یا مواد مصنوعی

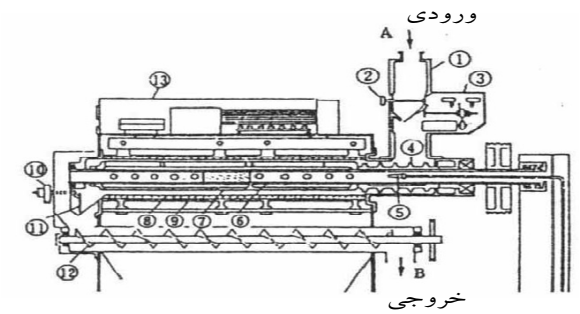
انعطاف پذیر همچون فوم پلی‌اورتان) و یـک اسـتوانه‌ی تـوری صورت می‌گیرد. در این نوع پولیشرها، عمل جداسازی سبوس به سختی و با کیفیت نسبتاً مطلوب صورت می‌پذیرد.



شکل ۸۵– تصویری از یک پولیشر نوع خشک (ساخت شرکت ساتاکه)

ب) پولیشرهای نوع تر؛ در این نوع پولیشرها، در حین جریان دانه‌ها بین روتور و توری مشبک، آب به‌صورت مه‌پاش همـراه با جریان شدید باد به دانه پاشـیده مـی‌شـود و سـطح خـارجی دانه‌ها را تا حدودی مرطوب می‌نماید. این عمل نقـش بـسزایی را در افزایش جلای دانه‌ها دارد، به‌طوری‌که سبوس باقی مانـده بر روی دانه‌ها را به‌طور کامل جدا نموده در نتیجه برنج حاصل کاملاً شفاف و تمیز خواهد بود. از آنجایی که برنج خروجی از

این نوع پولیشر کاملاً تمیز و شسته می‌باشد، بنابراین قبل از پختن برنج نیازی به شستن آن نمی‌باشد. به همین دلیل همواره سعی می‌گردد تا در خطوط تبدیل، این نوع پولیشر را در آخرین مرحله فرآوری (حتی پس از درجه‌بندی نهایی برنج سفید) نصب نمایند تا برنج نهایی، کاملاً آماده جهت عرضه به بازار باشد.



(2) پیچ تنظیم میزان ورودی
(3) کنترل کننده میزان تغذیه
(4) مارپیچ تغذیه کننده
(5) نازل آب
(6) محور اصلی
(7) غلتک بهمزن
(8) توری مشبک
(9) شاسی درونی
(10) وزنه
(11) صفحه فشار دهنده
(12) نقاله مارپیچی
(13) اتاقک کنترل

شکل ۸۶ – طرحواره‌ای از اجزای یک پولیشر نوع تر (مرطوب)

۹-۷- جداسازی و درجه بندی برنج

۹-۷-۱- تعاریف

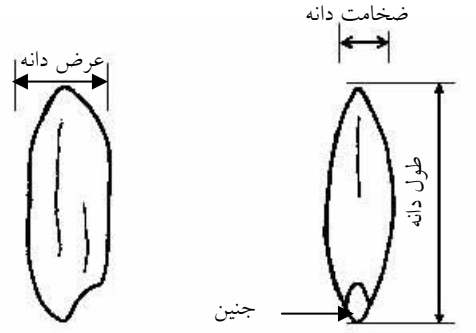
جداسازی اصطلاحی عام است که بوجاری، درجه بندی، اندازه‌بندی و غیره را شامل می‌شود. معمولاً عمل جداسازی مواد (به‌خصوص دانه‌ها) بر اساس اختلاف خواص فیزیکی و مکانیکی آنها صورت می‌گیرد. از خواص مهم فیزیکی محصولات کشاورزی که عمل جداسازی براساس آنها صورت می‌گیرد می‌توان به خواص ابعادی (اندازه و شکل) ، دانسیته، بافت سطحی، رنگ، خواص الکتریکی، نوری، آیرودینامیکی و غیره اشاره نمود.

درجه بندی به عمل تفکیک نمودن یک نوع محصول به دسته‌هایی با کیفیت متفاوت گفته می‌شود. عمل درجه بندی بر اساس معیارهایی همچون الگوی مصرف، ارزش غذایی، ارزش تجاری و غیره صورت می‌گیرد. در واقع درجه‌بندی، یک عمل کیفی است نه کمی و می‌تواند شامل سایر فاکتورها همچون؛ الگوی مصرف، مذاق مصرف کنندگان (همچون رنگ، طعم، بافت آن در دهان)، کیفیت هضم، و غیره نیز باشد. این معیارها، معمولاً توسط سازمانها، دولت‌ها و ارگان های معتبر مختلف تدوین می‌گردند. امروزه در دنیا، عمل درجه بندی برنج بر اساس خصوصیات فیزیکی آنها (عمدتاً بر اساس ابعاد و رنگ) صورت می‌گیرد.

۹-۷-۲- انواع درجه‌بندی

۹-۷-۲-۱- درجه‌بندی بر اساس ابعاد

معمولاً برای تعیین اندازه و شکل دانه‌ها، سه بعد عمود بر هم آنها اندازه‌گیری و بر اساس روابطی محاسبه می‌گردند.



شکل ۸۷ - شیوه‌ی نام گذاری ابعاد دانه‌های برنج

الف) جداسازی دانه‌ها بر اساس طول

معمولاً درجه‌بندی دانه‌های بلند و نسبتاً بلند همچون برنج، گندم و غیره بر حسب طول آنها صورت می‌گیرد. وسایلی که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

۱) **الک مرتعش:** در حال حاضر متداولترین وسیله برای درجه‌بندی انواع دانه‌ها در داخل کشور می‌باشد. این نوع الک‌ها معمولاً دانه‌ها را بر اساس عرض آنها (دومین قطر بزرگ دانه) از هم جدا می‌نمایند. در این‌صورت درجه بندی دانه بر اساس طول به کمک این نوع الک‌ها، عملی تصادفی و با دقّتی پایین خواهد بود. در این الکها، حرکت دورانی حاصل از

نیروی محرکه به کمک یک مکانیزم لنگ – لغزنده به حرکت لرزشی (رفت و برگشتی در راستای افق) تبدیل می‌شود. دانه‌ها در اثر حرکت لرزشی و شیب الک بر روی آن جریان می یابند. در حین حرکت دانه‌ها روی سطح الک، دانه‌هایی که ابعاد آنها از ابعاد سوراخ الک کوچک‌تر هستند از میان سوراخها عبور نموده در ظرفی که به منظور جمع‌آوری دانه‌های شکسته و ریز تدارک دیده شده‌است ریخته می‌شوند و دانه‌های درشت‌تر از لبه‌ی انتهایی آن خارج می‌گردند. در این دستگاه‌ها به منظور درجه بندی برنج در اندازه‌های مختلف، از چند توری الک در اندازه‌های مختلف استفاده می‌گردد.

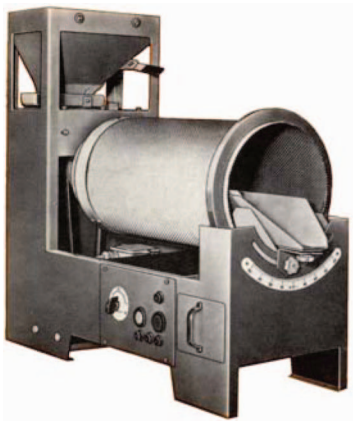
۲) استوانه‌ی حفره حفره دار دوار

(Indented cylinder)

مناسب‌ترین وسیله برای درجه‌بندی دانه‌های بلند بر اساس طول می‌باشد. در این سیستم، قسمت درجه بندی کننده، متشکل از یک استوانه دوار است که سرتاسر پیرامون داخلی آن حفره حفره‌دار می‌باشد.

دانه‌های شکسته و کوچکتر از اندازه‌ی حفره‌ها، وارد حفره‌ها شده در اثر چرخش استوانه و نیروی گریز از مرکز حاصله، بهمراه آن بالا می‌آیند و سپس در وضعیتی خاص، در اثر نیروی ثقل سقوط نموده در داخل پیاله‌ای که بدین منظور تعبیه گردیده است جمع می‌شوند و سپس توسط مارپیچی به بیرون هدایت می‌گردند. دانه‌های درشت نیز در اثر شیب و حرکت دورانی استوانه، از انتهای آن خارج می‌گردند.

شکل ۸۸ – نوعی الک مرتعش که برنج خروجی سفید کن را درجه‌بندی می‌کند.

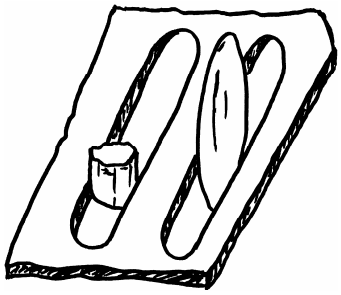


شکل ۸۹ – نمونه‌ای از استوانه‌ی حفره‌حفره‌دار

ب) درجه بندی بر اساس عرض دانه

متداول‌ترین وسیله برای درجه‌بندی دانه‌ها بر اساس عرض آنها، الک مرتعش می‌باشد. در این روش، جداسازی دانه‌ها بر اساس اختلاف عرض آنها صورت می‌گیرد. به‌طوری‌که دانه‌های با عرض بیشتر که قادر به عبور از سوراخهای الک نیستند، روی آن باقی مانده و در اثر حرکت نوسانی به تدریج به سمت لبه انتهایی آن حرکت می‌کنند و دانه‌های با عرض کمتر، از سوراخهای الک عبور نموده در ظرفی جمع آوری می شوند. برای این منظور نیاز است که راستای طول دانه‌ها در امتدادی عمود بر سطح الک قرار گیرند تا دانه‌های با عرض کمتر بتوانند از سوراخ‌های الک عبور نمایند. به منظور جداسازی دانه‌های پوک و مواد زائد سبک وزن از محصول اصلی می‌توان این الکها را مجهز به سیستم تولید باد نمود.

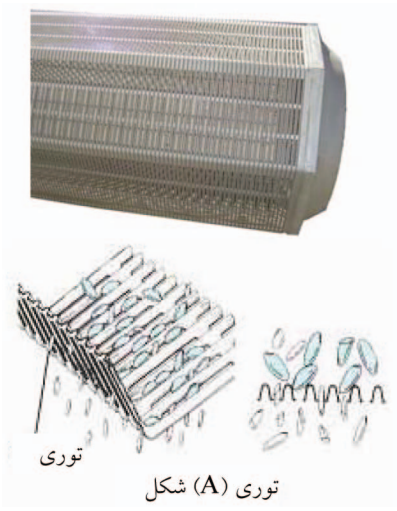
مطابق شکل زیر، دانه‌های شکسته و سالم (با طول‌های مختلف) در حال عبور از میان الک می باشند، در حالی‌که هر دو از لحاظ عرض ممکن است در یک اندازه باشند.



شکل ۹۰ – نحوه‌ی عبور برنج از میان الکهای توری

ج) درجه‌بندی بر اساس ضخامت دانه

تحقیقات و بررسی‌ها نشان دادند که وجود دانه‌های نارس (دانه‌هایی که از لحاظ طول به‌طور کامل رشد نموده ولی در امتداد ضخامت و عرض فرصت کافی برای رشد را پیدا ننمودند) در بین دانه‌ها سبب ایجاد طعمی بد و ناگوار می‌گردند. بنابراین نیاز به سیستم‌هایی است که بتوانند این نوع دانه‌ها را از دانه‌های سالم جدا نمایند. در این روش، دانه‌ها بر اساس ضخامت (کوچکترین قطر) از هم جدا می‌شوند. متداولترین وسیله برای درجه بندی با استفاده از این روش ، الک با سوراخهای مستطیلی (شکاف‌دار) و الک دوّار افقی با شکاف‌های طویل (A) شکل می‌باشند. در این روش، دانه‌های با ضخامت کمتر از اندازه‌ی سوراخ‌های الک، از آن عبور نموده و دانه‌های ضخیم‌تر که قادر به عبور از سوراخ‌های الک نیستند از لبه‌ی انتهایی آن خارج می‌گردند. این نوع الک‌ها برای درجه‌بندی برنج‌های ایرانی (با طول بلند و نازک) چندان کارآیی نداشته ولی برای برنج‌های ارقام ژاپنی (گرده) که تفاوت بین عرض و ضخامت دانه‌ها معنی‌دار است، مناسب می‌باشند.



شکل ۹۱ - نوعی الک دوّار افقی شش ضلعی و طرز کار آن
(درجه‌بندی کننده بر اساس ضخامت)

۹-۷-۲-۲- درجه بندی بر اساس رنگ

این روش برای جدا نمودن دانه ها و اجسام رنگین و آسیب دیده توسط حشرات، از دانه‌های اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ماشین‌های جداکننده‌ی برنج بر اساس رنگ، دانه‌های خارج شده از مخزن توسط یک موزع مغناطیسی در راستای یک مجرا به‌طور مرتب چیده می‌شوند و سپس به‌صورت یک نوار از اتاقک مشاهده (Viewing Chamber) عبور می نمایند. یک جستجوگر (Detector) از هر ماده‌ای که از مقابل آن رد می‌شود، در دو جهت سیگنال دریافت می‌نماید و آنرا به آمپلی فایر اصلی

می‌فرستد. در صورتیکه رنگ هر کدام از این مواد با رنگ مرجع (استاندارد) تفاوت داشته باشد، سیگنالی خاص خارج می‌گردد و در اثر آن شیر یک کمپرسور یا تانک باد باز می‌گردد. در نتیجه باد تولیدی تحت سرعت زیاد به آن دانه برخورد نموده آن را به سمت بیرون پرتاب می نماید. در این نوع جداکننده‌ها، مقدار عملکرد هر واحد جدا کننده معمولاً پایین بوده، برای این منظور سعی می‌گردد که در داخل هر ماشین از چندین واحد جدا کننده به‌صورت موازی استفاده گردد.

شکل ۹۲ – نمونه‌ای از یک دستگاه درجه‌بندی کننده بر اساس رنگ (ساخت شرکت ساتاکه)

۹-۸- بسته‌بندی برنج

مجموعه فرآیندی است، که در طی آن برنج پس از تبدیل جهت عرضه به بازار، حمل ونقل و نگهداری آماده می‌گردد. امروزه ماده‌ای که به عنوان پوشش برای بسته‌بندی برنج

انتخاب می‌گردد، باید از ویژگی‌های زیر برخوردار باشد تا بتواند قابل رقابت در بازارهای داخلی و خارجی باشد:

۱) مقاوم در برابر نفوذ رطوبت، نور و بوی مواد اطراف؛

۲) برخورداری از ظاهری آراسته و جذاب؛

۳) معرفی کامل برنج موجود؛ (از لحاظ ارزش غذایی، کیفیت و نحوه پروسه تبدیل صورت گرفته بر روی آن و غیره).

٤) برخورداری از قیمت مناسب؛

٥) سهولت در باز و بسته نمودن بسته به‌هنگام مصرف؛

٦) قابل بازیافت و سازگار بودن با محیط زیست و بهداشتی بودن آن؛

موادی که امروزه برای بسته‌بندی برنج در داخل کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارتند از کیسه‌های چتایی، متقال، بافته‌هایی از الیاف پلاستیکی و انواع پلاستیک‌ها، که متاسفانه از مطلوبیت چندانی برخوردار نمی‌باشند. علاوه بر آن، وزن بسته‌ها نیز فاکتور مهمی در صنعت بسته‌بندی است که متأثر از نظام عرضه و تقاضای آن در بازار می‌باشد. در حال حاضر، نوسان زیاد قیمت برنج در بازار در ظرف یک سال و همچنین الگوی مصرف برنج در کشور سبب گردیده‌است که روال خرید یا شیوه تهیه‌ی آن در بازار (جهت مصارف خانگی یا رستوران‌ها و غیره)، اغلب به‌صورت فصلی یا سالیانه آن هم در حجم بالا صورت پذیرد. به همین دلیل بسته‌های برنج در اندازه‌های نسبتاً بزرگ (۱۰کیلویی،۲۰ کیلویی و بیشتر) می‌باشند. در حالیکه امروزه، به منظور کاهش وزن بسته‌ها در

جهت سهولت حمل و جابجایی آنها توسط افراد، بسته‌های بیش از ۲۰ کیلوگرمی توصیه نمی‌گردد (آنهم در سطح تجاری و انبار نمودن) و در عوض بسته‌های ۱ تا ۵ کیلویی دارای بیشترین فراوانی می‌باشند.

در کشورهای مختلف، اغلب برنج تولیدی در بسته‌هایی از جنس پلاستیک‌های چند لایه‌ای مخصوص و با روش بسته‌بندی تحت خلاء یا با افزودن گازهای مجاز صورت می‌پذیرد. در روش بسته‌بندی تحت خلاء، برنج در داخل بسته‌های غیرقابل نفوذ که هوای آن خارج شده باشد، قرار می‌گیرد. در اثر تنفس و فعالیت‌میکروارگانیزم‌های احتمالی، گاز دی‌اکسید کربن تولیدی خود مانعی جهت رشد آنها می‌گردد و در نهایت مدت زمان ماندگاری برنج افزایش می‌یابد.

شکل ۹۳- نمونه‌هایی از روش‌های بسته‌بندی برنج در کشور

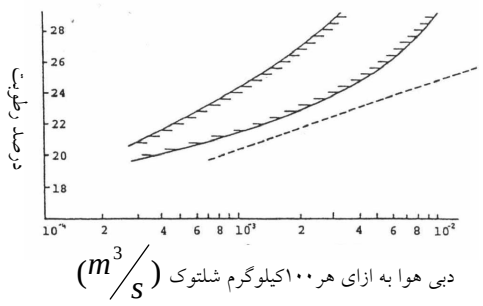
۹-۹- انبار نمودن شلتوک

در زمان برداشت برنج، معمولاً دانه‌ها بین ۱۵ تا ٤٠ درصد رطوبت دارند. در این‌صورت انبار نمودن محصول بلافاصله پس از برداشت، سبب فساد آن می‌گردد، به همین خاطر

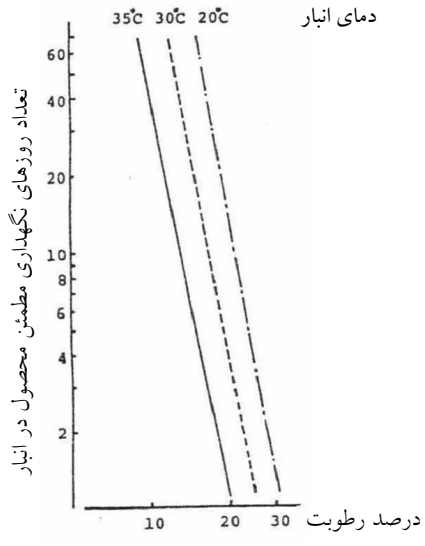
بلافاصله پس از برداشت آن (به ویژه در زمان برداشت مستقیم)، باید آنها را خشک نمود تا رطوبت آن به حد رطوبت تعادلی محیط برسد.

در کشور ما اغلب مصرف کنندگان تمایل دارند که بعد از برداشت برنج، شلتوک را پس از گذشت چند ماه نگهداری در انبار آن را تبدیل نمایند تا کیفیت پخت و قابلیت هضم آن افزایش یابد. در حالیکه در برخی کشورهای دیگر، با انبار نمودن شلتوک مخالفند. زیرا بر این باورند که هرچه شلتوک در انبار باقی بماند، از ارزش غذایی آن کاسته می‌شود. در عوض برنج را به‌صورت برنج قهوه‌ای نگهداری می‌نمایند.

به هر حال شرایطی پیش می‌آید که برنج چه به‌صورت شلتوک و چه به‌صورت برنج سفید باید در انبار نگهداری گردد. خصوصیت انبارپذیری برنج بر اساس محتوی رطوبت آن و درجه حرارت محیط تعیین می‌گردد، زیرا مقدار تنفس، تبخیر و تعرق آن متأثر از درجه حرارت و محتوی رطوبت آن می‌باشد. در داخل انبارها، معمولاً کپک تر (Wet Mold) زمانی رشد می‌نماید که رطوبت محیط بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد و دمای محیط بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد باشد. نگهداری برنج در انبار باید تحت دمای کمتر از ۱۵ درجه سانتیگراد صورت گیرد، زیرا در دماهای بالاتر رشد و فعالیت حشرات (شپش برنج) افزایش می‌یابد. بنابراین هرچه مقدار رطوبت و دمای محیط کمتر باشد، زمان انبارداری را می توان افرایش داد و بالعکس.



نمودار ۱ – رابطه بین حجم هوادهی و میزان درصد رطوبت جهت نگهداری برنج در شرایطی مطمئن



نمودار ۲ – رابطه بین مدت زمان نگهداری مطمئن برنج بامیزان رطوبت دانه و دمای انبار

همچنین در داخل انبار برای انباشته نمودن برنج بر روی هم، ارتفاع محصول را نباید خیلی زیاد نمود. زیرا در اثر وزن زیاد محصول لایه‌های بالایی، دانه‌هایی که در قسمت زیرین و کف قرار می‌گیرند دچار ترک خوردگی می‌شوند. برای این منظور، در صورت زیاد بودن حجم محصول و ضرورت انباشته نمودن آنها، بهتر است که از قفسه‌هایی با طبقات متعدد استفاده گردد. این عمل نه تنها از آسیب دیدگی دانه‌ها جلوگیری می‌نماید، بلکه زمینه هوادهی به محصول را نیز فراهم می‌نماید.

۹-۱۰- نگهداری بذور برنج

برای نگهداری بذور برنج در انبار جهت استفاده در سال زراعی بعد، انجام مراحل زیر توصیه می‌گردد:

۱) خشک نمودن بذور؛ بذور را با استفاده از خشک‌کن تا حد رطوبت تعادلی منطقه (۱۵ تا ۱۷ درصد)، خشک نمایید. به شرطی که دمای خشک‌کن از ٤٠ تا ٤٥ درجه فراتر نرود تا قوه نامیه آن کاهش نیابد.

۲) ضدعفونی نمودن با سموم شیمیایی (در صورت نیاز)؛

۳) نگهداری در محیطی خشک و خنک ترجیحا در دمای کمتر از ۱۵ درجه سانتیگراد، لازم به ذکر است، در این‌صورت هرچه دمای داخل انبار کمتر از این مقدار باشد، مدت زمان بیشتری می‌توان آنرا نگهداری نمود.

۹-۱۱- حمل و نقل برنج

برای حمل برنج از یک نقطه به نقطه‌ای دیگر، انباشته نمودن محصول در داخل انبار در ارتفاع‌های بلند، بارگیری آن در داخل کامیون و غیره، معمولاً یا به نیروی کارگری یا به وسایل و ادوات مکانیکی نیاز خواهد شد. استفاده از نیروی کارگری به علت مشقت کار برای افراد خسته کننده بوده همچنین به خاطر بالا بودن دستمزد کارگرها مقرون به صرفه نخواهد بود. در این‌صورت استفاده از ابزار و ادوات مکانیکی که نقاله نامیده می‌شوند، امری ضروری بنظر می‌آید. با توجه به تنوع نقاله‌ها در بازار، انتخاب نوع مناسب آنها که کمترین آسیب را به برنج وارد نمایند، باید به‌صورت اصولی صورت پذیرد.

۹-۱۱-۱- انواع نقاله‌های مناسب برای برنج

۱) **نقاله‌تسمه‌ای؛** یکی از ساده‌ترین و ارزان‌ترین وسیله برای جابجایی برنج به حساب می‌آید. از لحاظ ساختمانی متشکل از یک تسمه لاستیکی بی‌انتها با سطوح آجدار، نیروی محرکه، شاسی، دو پولی انتهایی نسبتاً بزرگ و تعدادی رولیک یا غلتک‌های استوانه‌ای می‌باشد. از این وسیله می‌توان برای حمل برنج (به‌صورت بسته‌بندی نشده و بسته‌بندی شده) در راستای افقی و مایل استفاده نمود. ارتفاعی که محصول باید حمل شود نیز قابل تنظیم است. همچنین برای حجم‌های مختلف محصول می‌توان از نقاله‌های با ظرفیت‌های مختلف استفاده نمود.

شکل ۹۴ – نمونه‌ای از نقاله تسمه‌ای

۲) **نقاله پیاله‌ای؛** فقط برای جابجا نمودن مواد در راستای قائم مورد استفاده قرار می‌گیرد. متشکل از یک شاسی (ستونی چهار گوش و توخالی از جنس چوب، فلز و غیره)، تسمه‌ای بی انتها (از جنس لاستیک یا الیاف مصنوعی و نخی)، دو پولی انتهایی، نیرو محرکه و تعدادی پیاله می‌باشد. در اثر چرخش تسمه بی‌انتها، پیاله‌ها یکی پس از دیگری در منتهاالیه پایینی نقاله که به‌صورت انبار کوچکی از محصول است، وارد محصول شده مقداری را با خود برداشته به سمت بالا می‌برند. در این نوع نقاله‌ها، پیاله‌ها در زمان نفوذ در داخل دانه‌ها جهت برداشتن آنها (به‌ویژه زمانی‌که سرعت آنها نیز زیاد باشد)، ضربه‌ای به محصول وارد نموده تا حدودی سبب شکسته شدن آنها می‌گردند. در صورتیکه سرعت آنها نسبتا پایین باشد،

چنین مشکلی وجود نخواهد داشت. در صنایع شالیکوبی از این نوع نقاله‌ها بیشتر در داخل خشک‌کن‌های نوع گردشی، انتقال شلتوک، برنج قهوه‌ای و برنج سفید از یک دستگاه به دستگاهی دیگر استفاده می‌گردد. محدودیت استفاده از این نوع نقاله‌ها این است که از آنها برای حمل برنج بسته‌بندی شده و همچنین برای جابجا نمودن سبوس برنج نمی‌توان استفاده نمود.

شکل ۹۵ – نمونه‌ای از نقاله پیاله‌ای و اجزای آن

۳) **نقاله مارپیچی؛** نقاله‌ای بسیار ساده و ارزان است که برای حمل مواد در راستاهای افقی، مایل و عمودی می توان از آن استفاده نمود. عامل انتقال مواد در اینگونه نقاله‌ها، یک مارپیچ دوار است که در داخل یک لوله واقع شده است. محور این مارپیچ از دو انتها روی یاتاقان هایی قرار می‌گیرد. در این نوع

نقاله‌ها، طول هر مارپیچ معمولاً از ۵ متـر تجـاوز نمـی نمایـد. ظرفیت حمل آنها به قطر و سرعت دورانی مـارپیچ، نـوع مـواد حمل شونده، محتوی رطوبت و غیره بستگی دارد. از این نقالـه در داخل برخی خشک‌کنهـا و کمبـاین‌هـا و بوجارهـا اسـتفاده می‌گردد.

شکل ۹۶ – نمونه‌ای از نقاله نوع مارپیچی

٤) **نقاله‌های نیوماتیکی؛** نقاله‌هایی هـستند کـه بـرای انتقـال مواد، از جریان هوا کمک می گیرنـد. از ایـن نقالـه هـا جهـت انتقال موادی همچون دانه‌ها، علوفـه‌هـا، مـواد پـودری و غیـره استفاده می‌گردد. به‌خاطر انعطاف پذیر بودن کانـال‌هـای انتقـال مواد در امتدادهای مختلف و همچنین به‌خاطر قابـل حرکـت و جابجایی بودن آنها، کاربرد وسیعی دارند. در مقایـسه بـا سـایر نقاله‌ها، توان مصرفی و همچنین میزان سایش اجزای آنها بسیار بالا بوده برای جابجا نمودن مواد سـبک وزن همچـون سـبوس نرم و پوست برنج مورد اسـتفاده قـرار مـی‌گیرنـد. ولـی بـرای جابجـا نمـودن شـلتوک و بـرنج سـفید مـورد اسـتفاده قـرار نمی‌گیرند.

۹-۱۲- نیم‌جوش نمودن شلتوک (Parboiling)

پدیده‌ای فزیکی – شیمیایی است که به منظور ژلاتینی نمودن نشاسته موجود در شلتوک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در طی این فرآیند شکل کریستالی نشاسته به صورت نامنظم در خواهد آمد. این فرآیند در طی سه مرحله صورت می گیرد.

۱) خیساندن

شلتوک در داخل آب با دمای بین ۳۰ تا ٦۰ درجه قرار داده می‌شود و رطوبت جذب می‌نماید، تا حدی که محتوی رطوبت آن به ٢٤ تا ٤٥ درصد برسد. هرچه دمای آب بیشتر باشد، شدت جذب رطوبت نیز افزایش می‌یابد و بالعکس. لازم به ذکر است که افزایش دمای آب بیشتر از محدوده مذکور سبب پختن برنج می‌گردد.

۲) جوشاندن

عمل جوشاندن عمدتاً با استفاده از بخار دادن صورت می‌گیرد. زیرا بخار دادن نقش مهمی را در ژلاتینی نمودن نشاسته شلتوک و همچنین استریل نمودن آن با دمای ثابت دارد. عمل بخار دهی ممکن است به‌صورت تحت فشار (بین ۱ تا ۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) یا بدون فشار صورت گیرد. دمای بخار آب نیز نقش بسیار مؤثری را در رنگ برنج تولیدی خواهد داشت. به همین منظور دمای آنرا حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد یا اندکی بیشتر در نظر می‌گیرند. مدت زمان

بخاردهی نیز متناسب با حجم شلتوک می‌باشد، به‌طوریکه برای مخزن‌های کوچک شلتوک در حدود ۲ تا ۳ دقیقه و برای مخازن بزرگ شلتوک (بین ٦ تا ۸ تن) در حدود ۲۰ تا ۳۰ دقیقه زمان نیاز است.

۳) خشک نمودن شلتوک

معمولاً برنج جوشانده دارای ٤٥ تا ۵۰ درصد رطوبت می‌باشد. در این صورت پس از بخار دادن شلتوک (جوشاندن)، به‌منظور آماده‌سازی آن جهت تبدیل یا نگهداری در انبار، نیاز است تا محتوی رطوبت آن حدود ١٤ درصد و حتی کمتر از آن کاهش داده شود. سرعت کاهش رطوبت شلتوک یا شدت خشک نمودن آن نقش مهمی را برنج تولیدی خواهد داشت. چنانچه عمل خشک کردن شلتوک جوشانده شده خیلی کند صورت بگیرد، ممکن است منجر به فراهم شدن زمینه رشد میکروارگانیسم‌ها و حتی گندیدگی آن گردد. علاوه برآن، شدت خشک نمودن زیاد نیز سبب افزایش شدید درصد شکستگی دانه‌ها خواهد شد.

بررسی‌ها نشان دادند که گرچه برای خشک نمودن برنج جوشانده شده می‌توان از روش‌های مختلف همچون خشک نمودن در زیر سایه، در زیر آفتاب، استفاده از خشک‌کن و همچنین وزش باد نسبتاً گرم می توان اقدام نمود ولی خشک کردن آن در زیر سایه (آن‌هم در هوای آزاد) بهترین روش

خواهد بود، زیرا کمترین مقدار شکستگی دانه (کمتر از ۱ درصد) را در پی خواهد داشت.

۹-۱۲-۱- مزایای نیم‌جوش نمودن شلتوک

۱) عمل پوست‌کنی شلتوک در زمان تبدیل به سهولت انجام خواهد گرفت. زیرا در طی این فرآیند پوست برنج به‌صورت دو تکه از هم باز می‌شود.

۲) در اثر این فرآیند (با رعایت نکات فنی و اصولی) استحکام مکانیکی دانه‌ها افزایش یافته در نتیجه در زمان تبدیل درصد شکستگی کاهش خواهد یافت.

۳) در طی این فرآیند مقداری از ویتامین، پروتئین و روغن موجود در سبوس برنج جذب قسمت داخلی آن می‌گردد.

٤) به‌خاطر برخورداری از استحکام کافی، در دوران انبارداری در مقابل حشرات مقاوم‌تر خواهد بود.

۹-۱۲-۲- معایب نیم جوش نمودن شلتوک

۱) مدت زمان لازم جهت پختن برنج افزایش می‌یابد (انرژی و زمان بیشتری باید صرف گردد) . علاوه بر آن در اثر افزایش زمان پختن ممکن است طعم و بافت غذای حاصله تغییر یابد.

۲) فرآیند حرارتی که بر روی برنج صورت می‌گیرد ممکن است منجر به از دست رفتن برخی آنتی‌اکسیدان‌ها و در نتیجه ایجاد طعم نامطلوب گردد.

۳) در اثر افزایش درصد رطوبت، انرژی حرارتی بسیار زیادی جهت خشک نمودن آن با استفاده از خشک‌کن‌ها نیاز خواهدبود.

٤) عمل سفیدکنی برنج قهوه‌ای حاصل به سختی صورت خواهد گرفت زیرا سبوس نرم به بدنه برنج سفید می‌چسبد، همچنین به علت افزایش درصد میزان چربی موجود در قسمت سبوس نرم، احتمال گیر نمودن سبوس در داخل سفیدکن افزایش می‌یابد.

۵) هزینه تمام شده جهت انجام این فرآیند و سپس تبدیل برنج به مقدار زیادی افزایش خواهد یافت.

فصل دهم– صنایع جانبی برنج

۱۰-۱- مقدمه

کلیه قسمت‌های گیاه برنج اعم از ساقه، سبوس نرم، پوست، دانه شکسته و سالم برای مصارف مختلف استفاده می‌گردند. دانه برنج که به عنوان مهمترین قسمت این گیاه به مصرف انسان می رسد، در کشورهای مختلف به دو صورت عمده برنج سفید شده یا برنج قهوه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در زیر به اجمال به برخی از موارد استفاده از دانه برنج و سایر اجزای این گیاه اشاره می‌گردد:

۱۰-۲- مصارف برنج

۱۰-۲-۱- مصرف دانه برنج بصورت برنج سفید شده

۱) **پلو؛** قابلیت هضم و جذب آسان برنج سبب گردیده که در وعده‌های مختلف غذایی اغلب خانوار ایرانی و سایر کشورها

(به ویژه کشورهای جنوب شرق آسیا که تولید کننده اصلی آن می‌باشند) به عنوان یک غذای اصلی مورد استفاده قرار گیرد که عمدتاً بصورت پلو مصرف می‌گردد.

۲) **تهیه انواع کنسرو، برنج نیم‌پز و پخته منجمد؛** به‌منظور صرفه‌جویی در وقت و سهولت در تهیه و آماده نمودن برنج، آن‌را به‌صورت کنسرو همراه با سایر افزودنی‌ها از قبیل؛ سبزیجات، قارچ، کشمش و غیره و حتی بصورت برنج‌نیم‌پز به عنوان غذایی نیمه‌آماده و برنج پخته منجمد شده به بازار عرضه می‌نمایند. لازم به ذکر است که برنج نیم‌پز را پس از چند دقیقه گرم نمودن می‌توان مصرف نمود.

۳) **تنقلات؛** برای تهیه انواع تنقلات همچون برنج بوداده، چیپس، اسنک و غیره نیز می‌توان از برنج استفاده نمود.

شکل ۹۷ – انواع تنقلات بدست آمده از برنج

٤) **سوپ؛** به دو صورت سوپ خشک و مرطوب مورد استفاده قرار می‌گیرند. سوپ‌های مرطوب را پس از گرم نمودن و سوپ‌های خشک را پس از افزودن کمی آب و گرم نمودن

می‌توان استفاده نمود.

شکل ۹۸ - انواع سوپ تولید شده از برنج (خشک و تر)

۵) آرد؛ برای تهیه انواع شیرینی و کیک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۹۹- آرد برنج بسته‌بندی شده

۶) ماکارونی و انواع رشته‌ها؛

شکل ۱۰۰ - انواع ماکارونی و رشته‌های تولید شده از برنج

۱۰-۲-۲- استفاده از برنج قهوه‌ای به‌جای برنج سفید

در برخی از کشورهای جنوب شرق آسیا در بازارها به‌جای برنج سفید، برنج قهوه‌ای عرضه می‌گردد و مصرف کننده متناسب با میل و ذائقه شخصی با استفاده از دستگاه‌های سفیدکن کوچک آشپزخانه‌ای یا سفیدکن‌های نسبتاً درشت‌تر که در سوپر مارکت‌ها مستقر می‌گردند، اقدام به سفید نمودن برنج می‌نمایند. در این حالت مقدار زیادی سبوس همراه برنج سفید خواهد بود. از برنج قهوه‌ای نیز همانند برنج سفید برای تهیه انواع سوپ، ماکارونی، رشته، آرد و غیره می‌توان استفاده نمود.

شکل ۱۰۱ – نمونه‌ای از سفیدکن آشپزخانه‌ای

۱۰-۳- صنایع جانبی برنج

امکان استفاده از سایر اجزای گیاه برنج همچون پوست خارجی، سبوس نرم، کاه، و غیره برای مصارف گوناگون سبب ایجاد صنایع متعدد جانبی می‌گردد که در زیر به برخی از این موارد اشاره می‌گردد:

۱) **پوست خارجی؛** می‌توان در تهیه مصالح ساختمانی (بتن سبک و مسلح)، کاغذ، کارتن، مقوا، تخته های صنعتی، نئوپان، سنباده و در بستر مرغداری‌ها و دامداری‌ها از آن استفاده نمود. علاوه بر آن در صنایع واکس سازی، رنگ‌سازی (تهیه پولیش فلزات)، الکل‌سازی، و از خاکستر آن در شیشه سازی نیز می‌توان استفاده نمود.

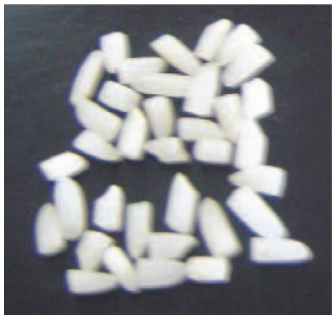
شکل ۱۰۲ - تصویری از پوست خارجی برنج

۲) سبوس نرم؛ در تهیه روغن‌های صنعتی و خوراکی و نیز بسیاری از لوازم آرایشی و بهداشتی گران قیمت استفاده می‌گردد. در ایران متاسفانه به علت عدم دسترسی به تکنولوژی جهت انجام فرآوری‌های مناسب، این ماده گرانبها فقط جهت تولید خوراک دام و طیور مصرف می‌گردد.

شکل ۱۰۳ - تصویری از سبوس نرم برنج

۳) خرده برنج؛ از خرده برنج نیز میتوان برای تهیه مواد آرایشی، الکل صنعتی، آرد و غیره استفاده نمود که در نهایت

ارزش افزوده‌ای به مراتب بیشتر از خرده برنج خواهد داشت. در برخی مناطق ایران برنج‌های شکسته درشت را جهت تهیه غذا و دانه‌های شکسته ریز و خیلی ریز را جهت تهیه خوراک دام و طیور استفاده می‌نمایند.



شکل ۱۰۴ - تصویری از دانه‌های شکسته برنج

۵) ساقه برنج؛ برای تولید کاغذ، مقوا، کارتن، انواع صنایع دستی، خوراک دام، پرورش انواع قارچ‌ها و غیره می‌توان از آن استفاده نمود. علاوه بر آن، در صورت خرد و سپس مخلوط نمودن با خاک می‌تواند به عنوان کود آلی برای زمین مورد استفاده قرار گیرد.

شکل ۱۰۵ - ساقه برنج پس از خرمنکوبی (کاه)

منابع

۱- آقاگل‌زاده، حمید و همکاران. ۱۳۸۵. تاثیر خرده مالکیت بر روند مکانیزاسیون برنج ایران. اولین همایش ملی نظام بهره برداری خرد و دهقانی.معاونت ترویج و نظام‌های بهره‌برداری وزارت جهاد کشاورزی.

۲- آقاگل زاده، حمید و همکاران. ۱۳۸۱. ارائه راهکارهای اساسی جهت کشت مکانیزه برنج در اراضی تسطیح ویکپارچه سازی شده. اولین سمینار تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری کشور، ۲۰ تا ۲۱ آذر. دانشگاه آزاد اسلامی قائمشهر.

۳- آقاگل زاده، حمید و همکاران. ۱۳۸۱. مقایسه بکارگیری ماشین آلات کشت برنج در اراضی سنتی ویکپارچه شده. اولین سمینار تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری کشور، ۲۰ تا ۲۱ آذر. دانشگاه آزاد اسلامی قائمشهر.

٤- آقاگل‌زاده، حمید. ۱۳۸٤. طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین درجه بندی برنج متناسب با ارقام ایرانی. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان مازندران.

۵- آقاگل‌زاده، حمید. همکاران. ۱۳۸۳. ضرورت و نحوه ایجاد لایه سخت خاک در پروژه‌های تسطیح و یکپارچه سازی شالیزاری. اولین کارگاه آموزشی مبانی طراحی در تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری. ۲۸ تیرماه. دانشگاه گیلان.

٦- آقاگل‌زاده، حمید و همکاران. ۱۳۸۳. ارائه الگویی مناسب جهت

مکانیزه نمودن برنج، همخوان با شرایط موجود در کشور. یازدهمین همایش ملی برنج کشور. ۱۹ تا ۲۰ بهمن. سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین.

۷- آقاگل‌زاده، حمید و همکاران. ۱۳۸۳. مشخصات فنی ماشین‌های مورد نیاز برای کشت مکانیزه برنج. یازدهمین همایش ملی برنج کشور. ۱۹ تا ۲۰ بهمن. سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین.

۸- آقاگل‌زاده، حمید و همکاران. ۱۳۸۳. همسوسازی طراحی یکپارچه سازی مزارع شالیزاری با جنبه‌های ماشینی در کشت مکانیزه برنج. یازدهمین همایش ملی برنج کشور. ۱۹ تا ۲۰ بهمن. سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین.

۹- سلیمانی، عبدالله. امیری لاریجانی، بهمن. ۱۳۸۳. اصول بهزراعی برنج. ناشر آویج.

۱۰- کاتالوگ‌های تجاری شرکت‌های؛ کوبوتا، میتسوبیشی، ساتاکه، سانکیو، یانمار، خزر الکتریک، بادله و غیره.

۱۱- منصوری راد، داود. ۱۳۸٤. تراکتورها و ماشینهای کشاورزی. جلد دوم. چاپ هشتم. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

۱۲- هاشمی سلیمانی، سید جعفر. ۱۳۷٤. ضایعات در خشک‌کن‌ها و نحوه کاهش آنها. انتشارات مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز.

۱۳- هاشمی، بهنام. ۱۳۷٦. بررسی علمی و فنی خشک‌کن های هوا فشرده نوع بستر خوابیده. انتشارات مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز.

14. Kiyoshi, Kaga. Soil compaction in agricultural land development. 1991. Asian institute of technology.

15. M, Koike. et all . Introduction to Japanese Agr. machinery. 1994. E31 – E40.

16. Masakazu, Mizutani. Advanced paddy field engineering, 1999. Shizan – sha . Sience and technology.

17. Koga, Yasumasa. 1988. Farm machinery. Vol. (II). Tsukuba International Agricultural training Center. JICA.

18. Rice Transplanter. 2000. Tsukuba International Agricultural training Center. JICA.

19. Operator's manual of Kubota Combine (Model AX85 – U). Kubota Corporation.

20. Operator's manual of Kubota Reaper (Model TR120). Kubota Corporation.