دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان

طراحی و روش ساخت دروگر قابل حمل برنج

اساتید راهنما

دکتر حسین نوید

دکتر محمدرضا علیزاده

استاد مشاور

دکتر حمیدرضا قاسم زاده

پژوهشگر

نسار محمدی بانه

بهمن ۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

نام خانوادگی دانشجو: محمدی بانه **نام دانشجو:** نسار

عنوان پایان نامه: طراحی و روش ساخت دروگر قابل حمل برنج

استادان راهنما: دکتر حسین نوید و دکتر محمدرضا علیزاده
استادان مشاور: دکتر حمیدرضا قاسم زاده

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی ماشین‌های کشاورزی **گرایش:** مکانیک ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه: تبریز **دانشکده:** کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** ۱۳۸۹ **تعداد صفحه:** ۱۲٤

کلید واژه ها: ، برداشت دستی برنج، برداشت مکانیکی برنج، دروگر برنج، Brush Cutter

چکیده:

برنج یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی مردم در بیشتر کشورهای درحال توسعه است. در ایران برداشت برنج معمولا با استفاده از ابزارهای دستی نظیر داس و داره صورت می‌گیرد. این روش برداشت علاوه بر افزایش چشمگیر تلفات دانه، برای جلوگیری از تاخیر در عملیات، افزایش نیروی کارگری مورد نیاز در زمان برداشت را طلب می‌کند. بنابراین برای برداشت سریع با کمترین درصد ضایعات، مکانیزه شدن برداشت برنج ضروری است. برای این منظور یک دروگر قابل حمل برای چهار رقم برنج شامل فجر، خزر، بینام و هاشمی طراحی شد. این دستگاه از سیستم برش ضربه‌ای بهره می‌گیرد و دارای یک تیغه مدور و مضرس با قطر ۲۴ سانتی‌متر، ضخامت ۲ میلی‌متر و تعداد ۱۲۴ دندانه می‌باشد. این دستگاه از یک موتور چهارزمانه احتراق داخلی و سبک وزن برای تامین توان استفاده کرده و از طریق یک شفت که در انتهای آن یک جعبه دنده مخروطی وجود داشت توان را به تیغه انتقال می‌دهد. انتظار می‌رود استفاده از این دستگاه کوچک و کم وزن سبب کاهش تلفات برداشت، افزایش سرعت کار، بالا بردن راندمان برداشت و سهولت کار برای کشاورزان شود.

فهرست مطالب

مقدمه ۱ ..... ۱

فصل اول

۱-۱- برداشت و اهمیت آن ۸
۱-۲- انواع روش‌های برداشت و مقایسه آن‌ها ۸
۱-۳- اصول برش ۱۱
۱-۳-۱- مولفه‌های نیروی برشی ۱۲
۱-۴- انواع مکانیزم‌های برش ۱۳
۱-۴-۱- برش‌دهنده‌های نوع رفت و برگشتی ۱۴
۱-۴-۱-۱- سینماتیک نوار برش ۱۶
۱-۴-۱-۲- متعادل سازی برش‌دهنده‌های نوع رفت و برگشتی ۱۷
۱-۴-۲- مکانیزم‌های برشی دوار ۱۹
۱-۴-۲-۱- مدل کردن ساقه علوفه به عنوان تیر ۱۹
۱-۴-۲-۲- خواص ساقه ۲۱
۱-۴-۲-۳- مدل کردن ساقه به عنوان یک ذره ۲۲
۱-۴-۲-۴- پیش‌بینی حداقل سرعت برش ۲۴
۱-۴-۳- سرعت بحرانی یک بشقاب دورانی مضرس ۲۴
۱-۴-۴- پایداری تیغه مدور مضرس ۲۵
۱-۴-۵- اثرات نیروهای گریز از مرکز ۲۶
۱-۴-۶- برش‌دهنده‌های نوسانی ۲۷
۱-۵- اندازه‌گیری نیرو و انرژی ۲۹

۱-۶- مطالعه پارامترهای موثر در برش ضربه‌ای ۳۵
۱-۷- طراحی سیستم‌های برشی در ماشین‌های برداشت ۳۹
۱-۸- بررسی پارامترهای عملکردی براش‌کاترها ۴۸

فصل دوم

۲-۱- اصول سیستم برشی مورد استفاده در دستگاه ۵۲
۲-۲- ویژگی‌های ساقه ارقام مورد مطالعه ۵۴
۲-۳- تعیین متغیرهای اصلی در برش ضربه‌ای ۵۶
۲-۳-۱ محاسبه ممان اینرسی ساقه ارقام مورد مطالعه ۵۹
۲-۳-۲- مدول الاستیسیته ۶۰
۲-۳-۳- تعیین ارتفاع برش ۶۰
۲-۴- محاسبه سرعت محیطی تیغه ۶۱
۲-۵- انرژی برشی و توان مورد نیاز ۶۲
۲-۵-۱- محاسبه انرژی مورد نیاز برای برش یک ساقه ۶۴
۲-۵-۲- توان تلف شده ۶۴
۲-۵-۳- محاسبه توان مصرفی دروگر ۶۶
۲-۶- طراحی دندانه ۶۶
۲-۷- انتخاب موتور ۶۹
۲-۸- طراحی اجزا مکانیکی ۷۱
۲-۸-۱- سینماتیک انتقال توان ۷۱
۲-۸-۲- انتخاب چرخدنده ۷۱

۲-۸-۳- طراحی چرخدنده مارپیچی مخروطی..... ۷۲
۲-۸-۳-۱- انتخاب گام چرخدنده‌ها..... ۷۲
۲-۸-۳-۲- محاسبه زوایای مخروط گام چرخدنده‌ها..... ۷۳
۲-۸-۳-۳- محاسبه مشخصات هندسی چرخدنده‌ها ۷۳
۲-۸-۴- محاسبه نیروهای چرخدنده ۷۵
۲-۸-۵- انتخاب یاتاقان‌ها..... ۷۷
۲-۸-۶- محاسبه طول شفت..... ۷۷
۲-۸-۷- بررسی عکس‌العمل یاتاقان‌ها..... ۷۸
۲-۸-۸- نمودار نیروها و گشتاورهای وارد برشفت..... ۸۰
۲-۸-۹- انتخاب کمترین قطر لازم برای شفت..... ۸۱
۲-۸-۱۰- کد طراحی ASME برای محاسبه قطر یکنواخت شفت..... ۸۵
۲-۸-۱۱- محاسبه فرکانس طبیعی شفت..... ۸۸
۲-۸-۱۱-۱- محاسبه نیروهای عمودی ناشی از وزن پینیون و شفت روی شفت..... ۹۲
۲-۸-۱۲- انتقال گشتاور از شفت به پینیون..... ۹۶
۲-۸-۱۳- طراحی یاتاقان..... ۹۸
۲-۸-۱۳-۱- طراحی یاتاقان ساده در محل اتصال شفت به موتور ۹۶
۲-۸-۱۳-۲- طراحی یاتاقان مجاور پینیون..... ۱۰۰
۲-۸-۱۳-۳- مواد یاتاقان..... ۱۰۴
۲-۸-۱۴- طراحی چرخدنده و محور متصل به تیغه..... ۱۰۴

۲-۸-۱۴-۱- محاسبه نیروهای چرخدنده..... ۱۰۴
۲-۸-۱۴-۲- محاسبه نیروهای وارد بر شفت متصل به تیغه..... ۱۰۵
۲-۸-۱۴-۳- نمودار نیروها و لنگرهای وارد بر محور..... ۱۰۸
۲-۸-۱۴-۴- محاسبه قطر متصل به تیغه..... ۱۰۸
۲-۸-۱۵- طراحی هزار خار در ناحیه شفت حامل چرخدنده..... ۱۰۹
۲-۸-۱۶- طراحی یاتاقان واقع در نقطه E..... ۱۰۹
۲-۸-۱۷- طراحی یاتاقان واقع در نقطه G ۱۱۱
۲-۹- طراحی مکانیزم ردیف‌کن ساقه‌های بریده شده..... ۱۱۲
فصل سوم
۳-۱- سرعت برش تیغه و توان مورد نیاز برای ارقام مورد مطالعه..... ۱۱۶
۳-۲- تیغه طراحی شده..... ۱۱۶
۳-۳- موتور..... ۱۱۶
۳-۴- شفت طراحی شده ۱۱۶
۳-۵- مکانیزم ردیف کن..... ۱۱۷
۳-۶- حمل دستگاه توسط اپراتور..... ۱۱۷
۳-۷- وزن دستگاه..... ۱۱۷
منابع..... ۱۲۱
چکیده انگلیسی..... ۱۲۸

فهرست جداول

جدول ۱-۱: تعداد کارگر مورد نیاز برای عملیات برداشت محصول در روش‌های مختلف..... ۹

جدول ۱-۲: هزینه‌های کل برداشت یک هکتار مزرعه شالیزاری در روش‌های مختلف..... ۱۰

جدول ۱-۳: خواص مکانیکی واریته‌های هاشمی و علی کاظمی ۳۲

جدول ۲-۱: میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برای ویژگی‌های فیزیکی چهار رقم مورد مطالعه..... ۵۵

جدول ۲-۲: ممان اینرسی محاسبه شده ساقه‌های برنج ارقام مورد مطالعه..... ۶۰

جدول ۲-۳: مقدار سرعت محاسبه شده برای ارقام مورد مطالعه..... ۶۲

جدول ۲-۴: انرژی مورد نیاز برای برش ساقه ارقام مورد مطالعه..... ۶۴

جدول ۲-۵: توان مصرفی دروگر هنگام برش ساقه‌های ارقام مورد مطالعه..... ۶۶

جدول ۲-۶: محاسبه تعداد دندانه بشقاب برای هر رقم برنج..... ۶۸

جدول ۲-۷: توان مصرفی برای بشقاب با قطر ۲۴ سانتی‌متر..... ۷۰

جدول ۲-۸: ضریب قابلیت اطمینان..... ۸۲

جدول ۲-۹: مقادیر a و b متناظر با فاکتور پرداخت سطحی..... ۸۵

جدول ۲-۱۰: فرمول هزارخارهای تخت تحت SAE..... ۹۶

جدول ۲-۱۱: پارامترهای عملکردی برای مواد یاتاقان در روانکاری مرزی در دمای اتاق..... ۹۹

جدول ۲-۱۲: ضرایب شعاعی و بار جانبی برای یاتاقان های ساچمه‌ای تک‌ردیفه شیار- عمیق..... ۱۰۲

جدول ۲-۱۳: میانگین ارتفاع بوته و طول خوشه برای ارقام مورد مطالعه..... ۱۱۲

جدول ۳-۱: مشخصات موتور Honda GX35..... ۱۱۶

جدول ۳-۲: وزن دستگاه و اجزای آن..... ۱۱۷

مقدمه

برنج یکی از غلات اساسی و مهم مورد مصرف انسان است و نقش اساسی در تامین مواد غذایی مردم ایران و جهان دارد. حدود ۹۵ درصد از برنج تولید شده در جهان، در کشورهای در حال توسعه تولید و مصرف می‌شود (فائو ۲۰۰۰). در سال ۱۹۹۶ برنج توسط ۵/۸ میلیارد نفر در ۱۷۶ کشور دنیا مصرف شده است (فائو ۲۰۰۰). گیاه برنج متعلق به گونه Oryza از خانواده Gramineae، راسته Glumiflorae، رده Monocotyledoneae و بخش Angiospermae است. گیاه برنج ممکن است به عنوان یک گیاه علفی یک ساله توصیف شود که دارای ساقه‌های گره‌دار، توخالی و مدور است و دارای ۸ تا ۱۲ گره در طول ساقه بوده و ارتفاع آن به ۱/۵ متر هم می‌رسد. امروزه بیشترین واریته کشت شده متعلق به گونه O.sativa L است. گونه دیگری که برای مصرف غذایی کشت می‌گردد O.glaberrima است. سطح زیر کشت این گونه بسیار اندک بوده و بیش‌تر در بخش مرکزی غرب آفریقا کشت می‌شود. بومی‌سازی گونه O.sativa برای تطابق با رژیم‌های دمایی در طول فصل رشد منجر به تولید واریته‌های ایندیکا، ژاپونیکا و bulu (یا ژاوانیکا) شده است. واریته‌های متداول ایندیکا تحمل کمی به دماهای پایین یا سرد دارند و به طور گسترده در نواحی گرمسیری رشد می‌کنند. این واریته‌ها ساقه‌های بلند و سنگینی داشته و دارای برگ‌های بلند به رنگ سبز روشن است. بسیاری از واریته‌های ایندیکا تحمل قابل توجهی به خشکی داشته و در مقابل حشرات و بیماری‌ها مقاوم هستند. معمولا واریته‌های متداول ایندیکا دارای دانه‌های متوسط- بلند و بلند هستند. واریته‌های ژاپونیکا دارای مقاومت بالاتری به دمای کم هستند اما در مقایسه با واریته ایندیکا مقاومت کمتری به بیماری‌ها و حشرات دارند. واریته‌های متداول ژاپونیکا نسبت به واریته‌های متداول ایندیکا دارای برگ‌های سبزتر و عمودتر هستند. آنها مقاومت بیشتری به خوابیدگی داشته و حساسیت آنها به نیتروژن بیش‌تر است. دانه واریته‌های متداول ژاپونیکا معمولا کوتاه و عریض هستند. واریته‌های bulu معمولا در نواحی مرتفع در اندونزی، فیلیپین و ماداگاسکار که دما در طول فصل رشد پایین است کشت می‌شوند. این واریته‌ها از نظر مورفولوژیکی مشابه واریته‌های ژاپونیکا هستند اما برگ‌های پهن‌تر و کرکی‌تری دارند (چانگ و همکاران، ۱۹۶۵).

تحت شرایط مناسب، گیاه ممکن است بیش از یک سال رشد کند. برنج یک گیاه آبزی است و از معدود گیاهانی است که می‌تواند در یک زمین برای چند سال متوالی بدون به وجود آمدن مشکل جدی کشت شود. برنج می‌تواند در گستره وسیعی از خصلت‌های اسیدی و قلیایی خاک رشد کند. قابلیت برنج برای رشد تحت

گستره وسیعی از اسیدیته خاک ممکن است به این دلیل باشد که زیر سطح آب pH اسید خاک افزایش و خاصیت قلیایی آن کاهش می‌یابد. برگ‌های برنج نسبتا پهن و مسطح بوده و دارای خوشه انتهایی[1] است.

طول گیاه

اندازه گیاه برنج از موتان قد کوتاه با طول ۰/۳ تا ۰/۴ متر تا واریته‌های شناور با طول بیش از ۷ متر تقسیم-بندی می‌شود. اما طول اکثر واریته‌های تجاری بین ۱ تا ۲ متر قرار دارد. اندام‌های گیاهی شامل ریشه، ساقه، برگ‌ها و اندام‌های گل‌دهی می‌باشد (چانگ و همکاران، ۱۹۶۵).

ساقه

ساقه بنددار برنج که کالم[2] نامیده می شود، از مجموعه‌ای از گره‌ها و میان گره‌ها تشکیل شده است. گره در-برگیرنده برگ و جوانه است. جوانه در محور بین دیواره گره‌ای و پایه بالشتک غلاف برگ[3] جای می‌گیرد. ریشه-های الحاقی در محور و در پایه میان گره ظاهر می‌شوند. دیواره درون گره دو میان گره مجاور را به هم وصل می کند. میان‌گره رسیده توخالی بوده و سطح خارجی آن صاف است. دیواره گره و میان‌گره ممکن است دارای رنگ‌های متفاوتی باشد. میان‌گره‌های یک ساقه دارای طول مختلف بوده و این طول معمولا از پایین‌ترین میان-گره تا بالاترین میان گره افزایش می‌یابد. پایین‌ترین میان‌گره در پایه ساقه کوتاه، ضخیم و سفت‌تر از میان گره-های بالایی است. میان‌گره ها هم چنین دارای اندازه سطح مقطع متفاوتی بوده و پایین‌ترین آنها دارای قطر و ضخامت بیشتری هستند.

میزان تولید جهانی برنج در سال ۲۰۰۴ در حدود ۶۱۰ میلیون تن گزارش شده است. در ۱۱۴ کشور برنج کشت می‌شود که در بیش از ۵۰ کشور، میزان تولید سالانه آن ۱۰۰ هزار تن یا بیشتر می‌باشد. سطح زیر کشت این گیاه زراعی در ایران در حدود ۶۳۰ هزار هکتار با تولید سالیانه سه میلیون و دویست هزار تن می‌باشد (فائو، ۲۰۰۴). بیشترین سطح زیر کشت برنج کشور (حدود ۷۵ درصد) در دو استان گیلان و مازندران است (حسن جانی و همکاران، ۱۳۸۶). کشاورزان پس از رسیدن دانه‌ها به علت بارندگی آخر فصل در اولین فرصت اقدام به برداشت می‌کنند. چون به دلیل باران‌های شهریور ماه علاوه بر ریزش دانه‌ها کیفیت محصول نیز کاهش می‌یابد. از طرفی امکان ورس ساقه‌های برنج نیز وجود دارد و در این حالت دانه‌ها قبل از برداشت از خوشه جدا شده و درصد ضایعات بیش‌تر می‌شود. ورس ساقه‌ها باعث تماس خوشه‌ها با زمین شده و ریزش دانه‌ها بیشتر می‌شود.

[1] terminal panicle
[2] culm
[3] sheath pulvinus

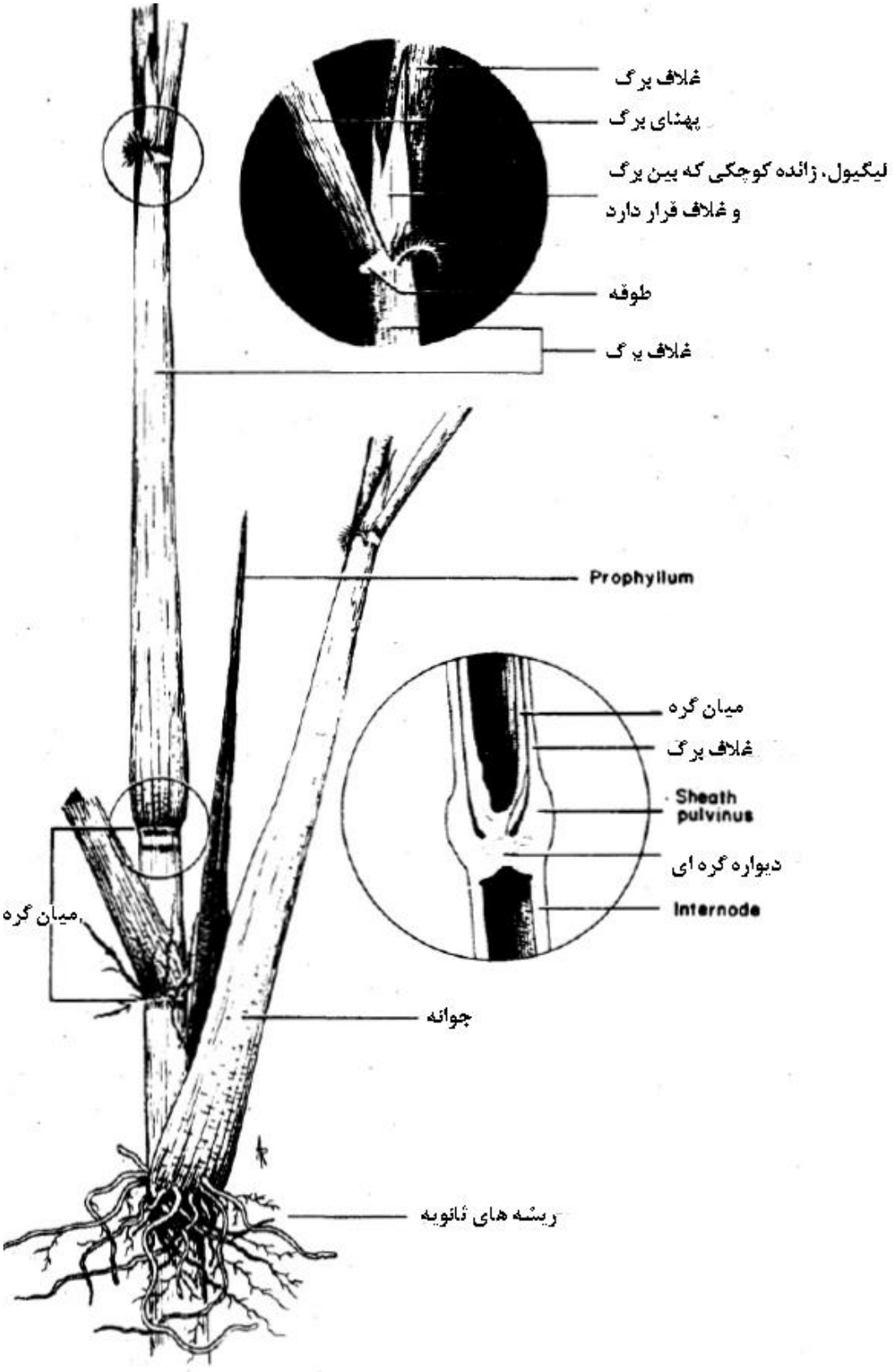
هم‌چنین هنگام برداشت ساقه‌های ورس شده به علت تردد کارگران درصد ضایعات بیش‌تر است. در این شرایط تعداد کارگر مورد نیاز برای برداشت این مزارع بیشتر بوده و دستمزد کارگران در زمان برداشت حتی تا دو برابر نیز می رسد.

در ایران برنج بیشتر در استان‌های مازندران، گیلان، فارس و گرگان کشت می‌شود که درصد سطح زیرکشت آن در این نواحی به ترتیب برابر با ۴۶/۷۸٪، ۴۴/۷۲٪، ۴/۸۱٪ و ۳/۶۶ ٪ است (فائو، ۲۰۰۰). انواع برنج زراعی ایران از گونه O.sativa بوده که برای ادامه رشد به آب زیاد نیاز دارد و مبدا آن هندوستان و چین و دارای سه تیپ ایندیکا، ژاپونیکا و جاوانیکا می‌باشد.

ارقام پرمحصول (اصلاح شده برنج)

ارقام پر محصول برنج از تلاقی انواع دانه بلند مرغوب با ارقام غیر کیفی مقاوم، به منظور دستیابی به عملکرد بالا به وجود می‌آید که در اثر این عمل کیفیت مطلوب تقویت و معایب آن حذف گردیده است. این نوع برنج‌ها در هیچ یک از طبقه بندی‌های رایج دنیا قرارنداشته و دارای دانه‌های بلند تا متوسط، مقاوم به ورس و خوابیدگی و از خاصیت کود پذیری عالی برخوردار و به طور کلی در اثر ترکیب بین تیپ‌های ایندیکا و ژاپونیکا به دست آمده و برنج‌های پرمحصول ایران نیز در این طبقه قرار دارند. از برنج‌های پرمحصول دانه بلند می‌توان خزر، سپید رود، طارم عسگری، ندا، نعمت، هراز، آمل۲و۳، انواع چرام و یاسوج را نام برد واز نوع دانه متوسط پرمحصول از سازندگی و زاینده رود و از دانه کوتاه پرمحصول می‌توان گروه ۳۴۶ و فوجی مینوری ۱۷۲ را نام برد.

گرچه محصول برنج در ایران از لحاظ قدمت کشت، دانش تجربی کشاورزان برنج کار و تنوع مصرف دارای سابقه درخشانی است اما امروزه از لحاظ بهره‌مندی از تکنولوژی‌های جدید در جهت کشت مکانیزه و افزایش کیفیت محصول به دست آمده در مقایسه با سایر محصولات زراعی و باغی از جایگاه مطلوبی برخوردار نیست. نیل به خودکفایی محصول برنج در کشور جز با افزایش سطح زیر کشت، افزایش عملکرد در واحد سطح و کاهش ضایعات مقدور نمی‌باشد. افزایش سطح زیر کشت در کشوری مثل ایران که مشکل کم آبی یکی از مسائل گریبانگیر در آن محسوب می‌گردد چندان توجیه پذیر نخواهد بود، مگر آنکه اقدام به اصلاح و تولید ارقام مقاوم به کم آبی و خشکی گردد. شرایط کشت برنج به خاطر خصوصیات فیزیولوژیکی این گیاه، شرایط خاک مزرعه و شرایط ماشینی متفاوت از شرایط کشت اغلب محصولات زراعی است.



شکل ۱-۱. اجزا مختلف ساقه برنج، جوانه اولیه و ثانوی

هنگامی که محصولاتی هم چون گندم و جو به طور کامل می‌رسند و آماده برداشت می‌شوند، رشد ساقه گیاه متوقف و رطوبت قسمت ساقه و برگ به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. اما در برنج علیرغم اینکه قسمت دانه رسیده و آماده برداشت است، قسمت ساقه آن هنوز به رشد سبزینه‌ای خود ادامه داده و دارای درصد بالایی از رطوبت است. وجود رطوبت زیاد در قسمت ساقه گیاه مشکلاتی را در فرایند خرمنکوبی ایجاد خواهد نمود. ورس یا خوابیدگی برنج در زمان برداشت یکی از معضلات اساسی برداشت محصول با استفاده از کمباین‌ها است. ورس محصول در زمان برداشت از یک طرف سبب می‌گردد تا مقداری از خوشه‌ها از دسترس قسمت دروکننده کمباین خارج شده و به صورت ضایعات کمی ظاهر شوند و از طرفی دیگر سبب کاهش ظرفیت مزرعه‌ای کمباین می‌گردد. هرچه طول گیاه کوتاه تر باشد میزان ورس آن کم‌تر و در نتیجه امکان برداشت مکانیزه آن مهیاتر خواهد بود. به علت رشد غیر یکنواخت طول گیاه، خوشه ها از لحاظ موقعیت قرارگیری ناهمگن بوده در نتیجه در زمان برداشت برای جلوگیری از خارج شدن خوشه‌ها از دسترس واحد دروکننده ارتفاع دروی واحد دروکننده باید بیش از حد کاهش داده شود. این عمل تغذیه بیش از حد ساقه گیاه به داخل واحد خرمنکوبی شده و در نتیجه بیش باری، افزایش توان مصرفی و افزایش احتمال گیرکردن کاه و کلش در قسمت کوبنده کمباین را در پی خواهد داشت.

نکته مهم برداشت برنج در استان گیلان سرعت برداشت محصول است. شرایط آب و هوایی و اقلیم استان گیلان به نحوی است که در اوایل شهریور، کشاورزان همزمان با رسیدن محصول با باران‌های موسمی طولانی مدت که در مواردی ۱۰ تا ۱۵ روز ادامه می‌یابد مواجه هستند. لذا حتی با یک روز تاخیر در برداشت زیان مالی زیادی به کشاورزان وارد می‌شود. باران‌های طولانی مدت نه تنها باعث ریزش و ورس محصول می‌شوند بلکه پس از اتمام بارندگی نیز به دلیل باتلاقی بودن زمین و خیس بودن خوشه‌ها امکان رفتن به داخل مزرعه وجود نداشته و تا خشک شدن نسبی خوشه‌ها برداشت امکان‌پذیر نیست. از طرفی قیمت نهایی محصول پس از بارندگی به علت فعال شدن رنگدانه‌ها و قرمز شدن برنج سفید تا نصف کاهش می‌یابد. همچنین خشک کردن شلتوک مشکل است و در صورتی که رطوبت شلتوک کم نشود به علت کوتاه بودن دوره خواب بذر امکان جوانه زدن شلتوک و فعالیت قارچ‌ها در انبار و هدر رفتن کل محصول وجود دارد. در زمان خشک کردن شلتوک نیز، این عمل در زمان کوتاه و با درجه حرارت زیاد صورت می‌گیرد و موجب شکستن و خرد شدن برنج سفید می-شود.

با وجود اینکه تولید برنج به دلیل روش‌های بهبود یافته کشاورزی افزایش یافته است اما روش های برداشت آن هنوز ابتدایی است. برداشت دستی برنج نیازمند ۲۵٪ از کل نیروی کاری مورد نیاز است (مانجوناتا و

همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به عملکرد محصول، ۱۲۰ تا ۲۵۰ نفر ساعت – هکتار برای برش، دسته بندی و پشته سازی یک هکتار از مزرعه برنج با استفاده از برداشت دستی مورد نیاز است (ندیم، ۱۹۸۳). برنج اصولا محصولی است که در زمین‌های مرطوب کشت می‌شود از این رو ماشین‌های برداشت و انتقال به طور گسترده در زمین-های پراکنده و کم درآمد استفاده نمی‌شوند. در این مناطق برنج بیشتر به صورت دستی برداشت می‌شود. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که گرچه استقبال کشاورزان برای برداشت مکانیزه برنج کم است، ولی در صورت وجود دروگرهای ارزان قیمت حدود ۷۰ درصد کشاورزان به علت صرفه‌جویی در وقت، هزینه و کاهش ضایعات برداشت مکانیزه را ترجیح می‌دهند (اهامد، ۱۹۹۳). در برداشت دستی، ساقه‌های برنج توسط کارگران با داس درو شده و روی باقیمانده ساقه‌ها قرار داده می‌شود تا خشک شود. سپس جمع آوری و به صورت توده در آمده و توسط دستگاه خرمنکوب، شلتوک برنج از خوشه جدا شده و به انبار منتقل می‌شود (اخگری، ۱۳۸۳). برداشت برنج در زمین‌های کوچک، معمولا به صورت دستی و با داس انجام می‌شود و کشاورزان مجبورند برای برش محصول خم شده و شرایط سخت کاری را تحمل کنند. استفاده از کمباین مستلزم یکپارچه کردن اراضی کشاورزی است و در مناطقی که زمین‌های کشاورزی وسعت کمی دارند استفاده از دروگر مناسب‌تر است. در مناطقی که به علت پلکانی بودن مزارع امکان استفاده از کمباین یا دروگرهای عریض و سنگین وزن وجود ندارد روش دستی مناسب‌تر خواهد بود. اما در صورت وجود دروگری که قابل حمل بوده و به کارگیری آن در مزارع پلکانی امکان-پذیر باشد سرعت کار افزایش و تعداد کارگر مورد نیاز کاهش یافته و از این رو هزینه نهایی برداشت محصول نیز کاهش خواهد یافت. در سال‌های اخیر تولیدکنندگان برنج در ایران از ماشین‌های برداشت وارداتی یا دروگرهای طراحی شده به صورت تجربی استفاده می‌کنند که برای ارقام ایرانی و شرایط مزرعه‌ای آن مناسب نبوده و در نتیجه کشاورزان رغبت کم‌تری به استفاده از این تجهیزات نشان می‌دهند. بنابراین یک نیاز اساسی برای طراحی و ساخت بهتر تجهیزات وجود دارد. یک دروگر کوچک و کم‌هزینه می‌تواند به کاهش این مشکلات کمک کند.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- برداشت و اهمیت آن

برداشت یکی از عملیات مزرعه‌ای مهم در هر محصول دانه‌ای است و عبارت است از فرایند برش ساقه هنگامی که محصول از نظر فیزیولوژیکی به درجه‌ای رسیده باشد که بیشترین محصول و با بهترین کیفیت حاصل شود. برداشت محصول در یک مرحله مناسب از رسیدگی، تلفات مزرعه‌ای را کمینه کرده و بنابراین عملکرد محصول را افزایش می‌دهد. برای حصول بیشترین بازده، برداشت باید در یک زمان مناسب انجام شود. تحقیقات نشان داده‌اند که تاخیر در برداشت و کاهش محتوای رطوبت دانه منجر به افزایش قابل توجه تلفات مزرعه‌ای و کاهش کیفیت آن می‌شود. (مایکل و اوجها، ۱۹۸۷).

برداشت محصولات زراعی به عنوان یک عمل پرزحمت شناخته شده که به کارگر زیادی نیاز دارد. بر طبق تحقیقات، حدود ۳۴۰ نفر-ساعت در هکتار برای برش و دسته بندی محصول برنج و گندم (پاندی و دوانانی، ۱۹۸۱) و ۲۰۰-۱۷۰ نفر- ساعت در هکتار برای برش محصول برنج مورد نیاز است(مایکل و اوجها، ۱۹۸۷).

۱-۲- انواع روش‌های برداشت و مقایسه آنها

حسن جانی و همکاران (۱۳۸۶)، روش های مختلف برداشت در استان گیلان را ارزیابی کردند. این تحقیق در سال ۱۳۸۴ در مناطق مختلف استان گیلان به مدت یک سال زراعی انجام شد. طرح تحقیقاتی برای مقایسه روش‌های مختلف برداشت در قالب بلوک‌های کاملا تصادفی با سه تیمار (روش های برداشت) و چهار تکرار (مناطق مختلف استان) روی رقم خزر اجرا شد. مناطق مورد ارزیابی شامل: رودسر و آستانه اشرفیه در شرق، تالش در غرب و سنگر در جنوب استان گیلان و روش‌های مختلف برداشت شامل دستی، برداشت با دروگر و برداشت با کمباین بودند. در برداشت دستی ساقه‌ها توسط کارگران با داس درو شده و روی باقیمانده ساقه‌ها قرار داده می شود تا خشک شوند. سپس جمع‌آوری و به صورت توده درآمده و و توسط دستگاه خرمنکوب، شلتوک برنج از خوشه جدا شده و به انبار منتقل شد. در برداشت با دروگر از دروگر خودگردان مدل رخشاد ۱۲۰ ساخت ایران استفاده شد. ساقه‌های درو شده توسط دروگر به صورت حصیر بر روی ساقه‌های باقی‌مانده ریخته شده و پس از خشک شدن توسط کارگران جمع‌آوری و سپس خرمنکوبی شد. در برداشت با کمباین از کمباین هدفید مدل RX1400 ساخت شرکت دایدونگ کره استفاده شد. در هر منطقه پس از انتخاب مزارع هر سه روش برداشت در شرایط یکسان مقایسه شدند و خصوصیاتی نظیر ظرفیت موثر مزرعه‌ای، درصد ضایعات مرحله

درو، درصد ضایعات مرحله جمع‌آوری، درصد ضایعات کل، هزینه‌های برداشت و تعدادکارگر مورد نیاز اندازه گیری شد. ضایعات مربوط به مرحله برداشت از شروع درو تا قبل از مرحله جمع آوری محصول را شامل می‌باشد که در دو مرحله قبل از شروع برداشت و پس از خاتمه مرحله دروی محصول اندازه گیری شد. نتایج نشان دادند که تفاوت سه روش برداشت از نظر ظرفیت مزرعه‌ای موثر، ضایعات مرحله درو، ضایعات مرحله جمع‌آوری، تعداد کارگر مورد نیاز و هزینه‌ها معنی‌دار بود. ظرفیت مزرعه‌ای موثر مربوط به برداشت با دروگر بیشترین مقدار (۰/۲۸ هکتار در ساعت) و کم‌ترین آن مربوط به برداشت به روش دستی (۰/۰۰۷ هکتار در ساعت) و ظرفیت مزرعه‌ای موثر کمباین (۰/۰۹۹ هکتار در ساعت) بود. سرعت پیشروی دروگر ۳/۱۳ کیلومتر در ساعت و راندمان مزرعه ای آن ۸۳ و برای کمباین سرعت پیشروی و راندمان مزرعه ای به ترتیب ۱/۹۳ و ۷۶/۵۳ درصد برآورد شد. ضایعات کل در برداشت با دروگر بیشترین (۳/۰۵ درصد) و برداشت با کمباین کمترین مقدار (۱/۹۲ درصد) بود. ضایعات در مرحله درو در برداشت با دروگر ۱/۱۷۰ و در برداشت دستی ۱/۰۱۵ درصد بود. در برداشت با کمباین ضایعات مرحله درو به تنهایی قابل محاسبه نبود. در برداشت با کمباین ضایعات مرحله جمع‌آوری صفر است. ضایعات در برداشت دستی در مرحله جمع آوری ۱/۱۳۰ درصد و کمتر از ضایعات برداشت با دروگر (۱/۹ درصد) بود. در برداشت با ماشین حاشیه مزرعه باید به روش دستی برداشت می‌شد و به تعدادی کارگر نیاز بود. بیشترین تعداد کارگر مورد نیاز مربوط به درو مزرعه در روش دستی با ۱۴۰/۸ و کمترین آن مربوط به دروگر با ۳/۶۳ (نفر ساعت در هکتار) بود. در برداشت دستی برای جمع‌آوری محصول ۶۰ و در برداشت با دروگر ۵۰ نفر ساعت در هر هکتار کارگر نیاز بود. در برداشت با کمباین برای جمع‌آوری محصول به کارگری نیازی نبوده و این مرحله توسط دستگاه انجام می‌شود. بیشترین تعداد کارگر مورد نیاز مربوط به روش دستی با ۲۰۰/۸ و کم ترین مربوط به برداشت با کمباین با ۱۵/۱ نفر ساعت در هر هکتار بود.

جدول۱-۱: تعداد کارگر(نفر ساعت در هر هکتار) مورد نیار برای عملیات برداشت محصول در روش های مختلف

شرح عملیات	برداشت دستی	برداشت با دروگر	برداشت با کمباین
درو حاشیه مزرعه	-	۵/۰۰	۵/۰
درو مزرعه	۱۴۰/۸	۳/۶۳	۱۰/۱
جمع‌آوری محصول	۶۰/۰	۵۰/۰۰	-
کل	۲۰۰/۸	۵۸/۶۰	۱۵/۱

در روش دستی ۷۳/۷ درصد تعداد کارگر مورد نیاز مربوط به مرحله درو بود. در روش برداشت با دروگر ۸۵/۳ درصد تعداد کارگر مورد نیاز مربوط به مرحله جمع‌آوری محصول بود. کمترین تعداد کارگر در روش‌های مختلف برداشت در روش برداشت با کمباین بود. زیرا بیشتر عملیات برداشت توسط دستگاه انجام شده و تنها برای درو حاشیه مزرعه و انتقال گونی‌های پر شده به بیرون از کمباین به کارگر نیاز است. بیشترین هزینه ها مربوط به هزینه کارگری در برداشت دستی می‌باشد. به طوری که ۷۲/۵ درصد از کل هزینه های برداشت دستی مربوط به هزینه کارگر در مرحله درو ۲۵/۹ درصد نیز مربوط به مرحله جمع آوری بود. حتی با احتساب هزینه‌های ماشین، هزینه‌های برداشت به روش دستی ۲/۲۴ برابر برداشت با دروگر و ۱/۹۵ برابر برداشت با کمباین بود. هزینه‌های ثابت و متغیر کمباین بیشتر از دروگر بود. در مرحله درو و جمع‌آوری بیشترین هزینه‌ها مربوط به روش دستی و کم‌ترین مربوط به برداشت با کمباین بود. ظرفیت مزرعه‌ای موثر برداشت با دروگر بیشتر از سایر روش‌ها بوده و نشان می‌دهد تلفات زمانی در هنگام کار با دروگر کمتر است و دروگر با سرعت و راندمان بیشتری قادر به برداشت یک هکتار مزرعه می‌باشد. ضایعات کل در برداشت با کمباین کمتر از روش دستی و دروگر بود و بیشترین مقدار ضایعات کل مربوط به برداشت با دروگر بود. ضایعات مرحله درو و جمع‌آوری محصول نیز در برداشت با دروگر بیشتر از سایر روش‌ها بود. درصد ضایعات در برداشت دستی کمتر از دروگر و بیشتر از کمباین بود. ضایعات در برداشت با دروگر ۱/۵۸ و در روش دستی حدود ۰/۸۵ برابر بیشتر از برداشت با کمباین بود. یکی از دلایل زیاد بودن ضایعات در مرحله برداشت با دروگر، وزن دروگر و فرورفتن آن در زمین های مرطوب است که موجب خستگی راننده و غیریکنواختی در ارتفاع برش و عرض کار می شود. استفاده از دروگر در زمین های باتلاقی که دارای زهکش مناسب نیستند موجب افزایش درصد ضایعات می شود.

جدول ۱-۲: هزینه های کل برداشت (هزار ریال) یک هکتار مزرعه شالیزاری در روش های مختلف

شرح عملیات	برداشت دستی	برداشت با دروگر	برداشت با کمباین
برداشت حاشیه مزرعه	-	۶۰/۰۰	۶۰
مرحله درو	۲۱۸۴/۲	۵۸۳/۶۹	۱۰۵۰
جمع آوری محصول	۷۸۰/۰	۵۳۵/۰۰	-
هزینه های ناشی از ضایعات	۵۱۰/۰	۵۸/۰۰	۲۴
هزینه های ثابت و متغیر ماشین	-	۱۰۸/۹۷	۴۴۵
کل	۳۰۱۵/۲	۱۳۴۵/۶۶	۱۵۳۹

علیزاده (۲۰۰۳) تلفات برنج را برای روش‌های مختلف برداشت مقایسه و ارزیابی کرد. او در تحقیق خود یک دروگر ساخته شده محلی با محرک پاورتیلر و یک دروگر خودگردان را تحت شرایط مزرعه‌ای آزمایش کرده و نتایج را با روش برداشت دستی مقایسه کرد. نتایج نشان داد که اختلاف بین تلفات دانه در مراحل درو و انتقال در سه روش معنی‌دار بود. تلفات دانه برای برداشت دستی حداقل و برابر ۱۲/۹٪ بود. دروگر خودگردان بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای را به مقدار ۰/۲۹۴ هکتار در ساعت داشته و برای دروگر با محرک پاورتیلر برابر ۰/۲۳۸ هکتار در ساعت و روش دستی ۰/۰۰۷۸ هکتار در ساعت بود. نیروی کاری مورد نیاز در برداشت مکانیکی ۶/۸ نفر – ساعت در هکتار در مقایسه با ۱۱۸/۴ نفر- ساعت در هکتار برای روش دستی بود. هزینه برداشت مکانیکی ۵۳٪ نسبت به برداشت دستی کم‌تر بود.

۱-۳- اصول برش:

کونیگر (۱۹۵۳) اصول برش مواد گیاهی را مطالعه کرده و بیان کرد جداسازی مکانیکی توسط فرایند برش در یک مکان از قبل تعیین شده و معین صورت می‌گیرد حال اینکه در له‌شدگی، سطوح شکست متعددی معمولا به طور تصادفی گسترش می‌یابند. در تمامی حالات فرایند برش هنگامی که لبه چاقو اولین تماس را با ماده ایجاد می‌کند شروع می‌شود. در طول حرکت پیوسته تیغه، نیروهای تماسی و تنش‌ها افزایش می‌یابد و یک الگوی تنش درون ساقه به وجود می‌آید تا هنگامی که شرایط شکست در ساقه به وجود آید. چانسلر (۱۹۸۸) بیان می‌کند که مواد بیولوژیکی که معمولا تحت برش قرار می‌گیرند در دو دسته متداول تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. مواد غیر فیبری که دارای خواص یک شکل و یکنواخت در تمام جهات در زمان برش هستند، سلول‌های این مواد معمولا به وسیله مایع داخل آن منبسط می‌شوند.
۲. مواد فیبری با استحکام کششی بالا که در یک جهت عمومی قرار گرفته و با مواد با استحکام نسبتا کم به همدیگر اتصال می‌یابند.

برای برش مواد بیولوژیکی از دو نوع تیغه صاف و مضرس استفاده می‌شود. عمل برش یا با استفاده از یک المان برشی نظیر داس، داره، برش دهنده‌های دورانی و یا نوسانی و یا با به کارگیری المان‌های برش دوتایی که در برش دهنده‌های رفت و برگشتی به کار می‌رود صورت می‌گیرد. سیستم‌های برشی که از یک واحد برش دهنده با سرعت خطی یا دورانی زیاد و یا ثابت نسبت به ماشین استفاده می‌کنند در برش موادی که دارای ساقه‌های ضخیم بوده و در خمش نسبتا قوی هستند و یا روی یک سطح ثابت نظیر چوب یا زمین که به عنوان یکی دیگر از المان‌های برشی عمل می‌کنند قابل به‌کارگیری هستند. در تمامی فرایندهای برش، خواه برش