

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - دانشکده مهندسی زراعی

گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم

پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

عنوان پایان نامه

تأثیر زمان برداشت، بر روی خصوصیات فیزیکی و گرمایی وارپته های
برنج دانه بلند کم محصول و پرمحصول

تحقیق و نگارش:

فرزاد صالحیان

استاد راهنما:

دکتر سید جعفر هاشمی

استاد مشاور:

مهندس حمید آقاگل زاده

شهریور ۱۳۹۳

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی

امضاء	سمت	مرتبه‌ی علمی	نام و نام خانوادگی
	استاد راهنما	استادیار	سید جعفر هاشمی
	استاد مشاور	مربی	حمید آقاگل زاده
	داور	استادیار	سید رضا موسوی
	داور	دانشیار	سید رضا طباطبایی
	نماینده تحصیلات تکمیلی	استادیار	دکتر غلامی

کلیه حقوق مادی مرتبت بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری می باشد.

خداوند را سپاس می‌گوییم که به من فرصت داد تا عمر خود را در راه تحصیل علم و دانش سپری کنم و همواره استادانی دلسوز و فرزانه بر سر راهم قرار داد تا در راه دراز و بی پایان علم جویی، راهنما و تسکین آتش سیری ناپذیرم باشند. به امید آنکه به یاد خورشید تابان راهم، شمع کوچکی بر سر راه تشنگان دیگر باشم.

با تشکر از:

راهنمای دلسوز و فرزانه، مشوق راه علم

استاد ارجمند

دکتر سید جعفر هاشمی

و مهندس آفا گل زاده

دو خورشید تابان زندگیم

مادر و پدرم

مایه پرفروغ زندگیم

همسرم

و همه کسانی که از گذشته تا کنون، مرا در راه رسیدن به اهدافم یاری نموده اند.

تقدیم به تمام آزاد مردانی که نیک می اندیشند و عقل و منطق را پیشه خود نموده و جز

رضای الهی و پیشرفت و سعادت جامعه، هدفی ندارند.

دانشمندان، بزرگان، و جوانمردانی که جان و مال خود را در حفظ و اعتلای این مرز و بوم فدا

نموده و مینمایند .

چکیده

ضایعات پس از برداشت یکی از مسائل و مشکلات اساسی است که نه تنها در فرآیند تبدیل، بلکه در مزرعه و زمان برداشت نامناسب نیز به وجود می‌آید. زمان بهینه برداشت می‌تواند ضایعات محصول را در مزرعه و همچنین در مرحله تبدیل کاهش دهد. این تحقیق در مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز برای ارزیابی اثر زمانهای مختلف برداشت بر روی خواص فیزیکی، مکانیکی و گرمایی دو رقم برنج کم‌محصول هاشمی و پرمحصول گوهر انجام شد. زمان برداشت برای هاشمی و گوهر به ترتیب ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از نشاکاری در نظر گرفته شد. برداشت محصول ۵ روز قبل از زمان تعیین شده شروع و تا مرحله ریزش محصول ادامه پیدا کرد. ۹ مرحله برای هر یک از ارقام برداشت انجام شد.

نتایج نشان داد که اثر زمان برداشت، رقم و اثر متقابل زمان×رقم بر روی کمیت‌های میزان دانه‌های سالم، نیم‌دانه و خرده نیم‌دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. نتایج همچنین نشان می‌دهد که اثر زمان برداشت و رقم بر روی میزان دانه‌های ترک‌دار، دانه‌های گچی، راندمان تبدیل و درجه تبدیل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است اما اثر متقابل زمان×رقم بر روی کمیت‌های یاد شده تأثیر معنی‌دار ندارد. اثر زمان برداشت و رقم بر روی درجه سختی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و اثر متقابل زمان×رقم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. همچنین اثر زمان برداشت بر روی درجه سفیدی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است ولی اثر رقم و اثر متقابل زمان×رقم اثر معنی‌داری ندارد. اثر زمان برداشت و رقم بر روی مدت زمان پخت، نسبت آبگیری و ضریب انبساط طولی و حجمی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است اما اثر متقابل زمان×رقم بر روی این کمیت‌ها اثر معنی‌دار ندارد.

کلمات کلیدی: زمان برداشت، ضایعات، رقم هاشمی، رقم گوهر

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فصل اول- مقدمه و هدف	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- اهداف پژوهش	۴
فصل دوم- پیشینه تحقیق و مرور منابع	۵
۱-۲- جایگاه برنج در جهان	۶
۲-۲- جایگاه برنج در ایران	۶
۳-۲- معرفی گیاه برنج	۶
۴-۲- طبقه بندی ارقام مختلف برنج	۹
۱-۴-۲- طبقه بندی ارقام برنج از نظر تیپ اقلیمی	۹
۱-۴-۲-۱- نوع ایندیکا	۹
۱-۴-۲-۲- نوع ژاپونیکا	۹
۱-۴-۲-۳- نوع جاوانیکا	۹
۲-۴-۲- طبقه بندی ارقام برنج از نظر گیاهشناسی	۹
۱-۲-۴-۲- برنج دانه بلند	۹
۲-۲-۴-۲- برنج دانه متوسط	۹
۳-۲-۴-۲- برنج دانه کوتاه	۹
۳-۴-۲- طبقه بندی ارقام برنج ایرانی	۹
۱-۳-۴-۲- گروه صدری	۹
۲-۳-۴-۲- گروه چمپا	۱۰
۳-۳-۴-۲- گروه گرده	۱۰
۴-۳-۴-۲- ارقام پرمحصول	۱۰

- ۱۰ ۵-۲ عوامل مؤثر بر ضایعات برنج
- ۱۱ ۱-۵-۲ ضایعات قبل از برداشت
- ۱۱ ۲-۵-۲ ضایعات هنگام برداشت
- ۱۲ ۳-۵-۲ عوامل پس از برداشت
- ۱۲ ۶-۲ مراحل تبدیل برنج
- ۱۲ ۷-۲ خشک کردن
- ۱۳ ۱-۷-۲ انواع خشک کن برنج
- ۱۳ ۱-۱-۷-۲ خشک کن های بستر عمیق
- ۱۳ ۲-۱-۷-۲ خشک کن بستر خوابیده
- ۱۳ ۳-۱-۷-۲ خشک کن استوانه ای ستونی
- ۱۳ ۴-۱-۷-۲ خشک کن بستر سیال
- ۱۳ ۵-۱-۷-۲ خشک کن جریان مداوم
- ۱۴ ۶-۱-۷-۲ خشک کن های بستر نازک
- ۱۴ ۸-۲ اثرات کاهش رطوبت
- ۱۵ ۱-۸-۲ تغییر در خصوصیات فیزیکی
- ۱۵ ۱-۱-۸-۲ ضریب اصطکاک داخلی
- ۱۵ ۲-۱-۸-۲ تخلخل
- ۱۵ ۲-۸-۲ تغییر در خصوصیات شیمیایی
- ۱۶ ۹-۲ میزان رطوبت
- ۱۶ ۱-۹-۲ رطوبت زمان برداشت
- ۱۷ ۲-۹-۲ رطوبت تعادلی

- ۱۷ ۱-۲-۹-۲ معادلات مربوط به محاسبه رطوبت تعادلی
- ۱۹ ۱۰-۲- تبادل رطوبتی
- ۲۰ ۱۱-۲- ساختمان شکاف و ترک
- ۲۱ ۱-۱۱-۲ عوامل به وجود آورنده ترک
- ۲۱ ۱-۱-۱۱-۲ اختلاف دمای بین هوای خشک کن (سطح) و مرکز دانه
- ۲۱ ۲-۱-۱۱-۲ رطوبت نسبی هوا در خشک کن
- ۲۱ ۳-۱-۱۱-۲ دمای بالای خشک کن
- ۲۱ ۴-۱-۱۱-۲ مدت زمان فرآیند خشک کردن
- ۲۱ ۵-۱-۱۱-۲ رابطه دما و زمان خشک کردن
- ۲۱ ۶-۱-۱۱-۲ جذب مجدد رطوبت سطحی توسط دانه پس از خشک شدن
- ۲۲ ۷-۱-۱۱-۲ شکسته شدن خط دمای انتقال شیشه‌ای
- ۲۲ ۲-۱۱-۲ روش‌های تشخیص ترک
- ۲۳ ۱۲-۲- دمای انتقال شیشه‌ای
- ۲۵ ۱۳-۲- معیارهای بررسی خواص کیفی دانه برنج
- ۲۵ ۱-۱۳-۲ کیفیت تبدیل
- ۲۵ ۲-۱۳-۲ اندازه دانه
- ۲۵ ۳-۱۳-۲ ظاهر دانه
- ۲۵ ۴-۱۳-۲ کیفیت پخت
- ۲۶ ۱-۴-۱۳-۲ درصد آمیلوز
- ۲۶ ۲-۴-۱۳-۲ درجه حرارت ژلاتینی
- ۲۶ ۳-۴-۱۳-۲ آزمون قوام ژل نشاسته
- ۲۶ ۴-۴-۱۳-۲ طول شدن دانه

۲۷	..... فصل ۱۴- جمع‌بندی فصل
۲۸	..... فصل سوم- مواد و روش‌ها
۲۹	..... ۱-۳- تهیه ارقام برنج
۲۹	..... ۱-۱-۳- رقم هاشمی
۲۹	..... ۱-۲-۳- رقم گوهر
۲۹	..... ۲-۳- برداشت محصول از مزرعه
۳۱	..... ۳-۳- سنجش رطوبت شلتوک
۳۱	..... ۴-۳- ریشک زنی شلتوک هاشمی
۳۲	..... ۵-۳- سنجش میزان ترک، دانه‌های گچی و درجه سختی دانه‌ها
۳۳	..... ۶-۳- خشک کردن
۳۳	..... ۷-۳- پوست کنی
۳۴	..... ۸-۳- سفیدکنی
۳۴	..... ۹-۳- اندازه‌گیری درجه سفیدی
۳۵	..... ۱۰-۳- جدا کردن دانه‌های سالم و شکسته
۳۶	..... ۱۱-۳- تعیین زمان پخت
۳۷	..... ۱۲-۳- تعیین نسبت آگیری
۳۷	..... ۱۳-۳- تعیین انبساط طولی و انبساط حجمی
۴۰	..... فصل چهارم- نتایج و بحث
۴۱	..... ۱-۴- اثر زمان برداشت و رقم برنج بر خواص فیزیکی، مکانیکی و گرمایی
۴۴	..... ۱-۱-۴- میزان ترک
۴۵	..... ۲-۱-۴- میزان دانه‌های گچی
۴۶	..... ۳-۱-۴- درجه سختی دانه‌های برنج
۴۷	..... ۴-۱-۴- درجه سفیدی

۴۸	..... ۵-۱-۴ راندمان تبدیل
۴۹	..... ۶-۱-۴ درجهٔ تبدیل
۵۰	..... ۷-۱-۴ میزان دانه‌های سالم، خرده نیم‌دانه و نیم‌دانه
۵۲	..... ۸-۱-۴ مدت زمان پخت
۵۲	..... ۹-۱-۴ نسبت آبگیری
۵۳	..... ۱۰-۱-۴ ضریب انبساط طولی و حجمی
۵۵	..... فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادات
۵۶	..... ۱-۵ نتیجه گیری
۵۷	..... ۲-۵ پیشنهادات
۵۸	..... مراجع و منابع

فهرست شکل‌ها و جداول

- جدول ۱-۲- سطح زیر کشت و تولید شلتوک و برنج سفید در جهان و تعدادی از کشورهای عمده تولید کننده در سال ۲۰۱۳ میلادی (FAO, 2014) ۷
- جدول ۱-۳- تاریخ برداشت و رطوبت زمان برداشت هاشمی و گوهر ۲۸
- جدول ۱-۴- تجزیه واریانس اثر عوامل زمان برداشت و رقم برنج بر خواص فیزیکی، مکانیکی و گرمایی ۴۲
- جدول ۲-۴- تجزیه میانگین اثر عوامل زمان برداشت و رقم برنج بر خواص فیزیکی، مکانیکی و گرمایی ۴۳
- شکل ۱-۲- اجزاء تشکیل دهنده شلتوک ۸
- شکل ۲-۲- مراحل ایجاد شکاف و ترک در برنج ۲۰
- شکل ۳-۲- نمودار دمای انتقال شیشه‌ای بر حسب رطوبت برنج (پردون، ۱۹۹۹) ۲۴
- شکل ۱-۳- دستگاه ریشک زن (سمت راست)-رطوبت سنج مقاومت الکتریکی (سمت چپ) ۳۱
- شکل ۲-۳- ترک سنج چشمی (سمت راست)- صفحه طبقه بندی دانه (سمت چپ) ۳۲
- شکل ۳-۳- سختی سنج عقربه‌ای ۳۲
- شکل ۴-۳- آون آزمایشگاهی ۳۳
- شکل ۳-۵- پوست کن غلتکی ۳۳
- شکل ۳-۶- سفیدکن ترکیبی عمودی ۳۴
- شکل ۳-۷- سفیدسنج دیجیتالی ۳۵
- شکل ۳-۸- دستگاه بوجار ۳۵
- شکل ۳-۹- اجاق برقی ۳۶
- شکل ۳-۱۰- نمونه قبل از فشردن (سمت راست)، نمونه پس از فشردن شده (سمت چپ) ۳۶
- شکل ۳-۱۱- عکس نمونه‌های برنج (سمت راست)، عکس تحلیل شده در فضای نرم افزار Matlab (سمت چپ) ۳۸
- شکل ۱-۴- میزان ترک ارقام هاشمی و گوهر ۴۴
- شکل ۲-۴- میزان دانه‌های گچی ارقام هاشمی و گوهر ۴۶
- شکل ۳-۴- درجه سختی ارقام هاشمی و گوهر ۴۷
- شکل ۴-۴- درجه سفیدی ارقام هاشمی و گوهر ۴۷
- شکل ۴-۵- راندمان تبدیل ارقام هاشمی و گوهر ۴۸
- شکل ۴-۶- درجه تبدیل ارقام هاشمی و گوهر ۴۹
- شکل ۴-۷- درصد دانه‌های سالم ارقام هاشمی و گوهر ۵۰
- شکل ۴-۸- درصد خرده نیم‌دانه ارقام هاشمی و گوهر ۵۱
- شکل ۴-۹- درصد نیم‌دانه ارقام هاشمی و گوهر ۵۱
- شکل ۴-۱۰- مدت زمان پخت ارقام هاشمی و گوهر ۵۲
- شکل ۴-۱۱- نسبت آبگیری ارقام هاشمی و گوهر ۵۳
- شکل ۴-۱۲- ضریب انبساط طولی ارقام هاشمی و گوهر ۵۴
- شکل ۴-۱۳- ضریب انبساط حجمی ارقام هاشمی و گوهر ۵۴

فصل اول

مقدمه و هدف

برنج از قدیمی‌ترین گیاهانی است که در دنیا کشت شده و مبدأ پیدایش آن جنوب شرقی آسیا بخصوص کشورهای هند و چین می‌باشد و پس از گندم بیشترین سطح زیرکشت اراضی زراعی جهان را به خود اختصاص داده و نقش چشمگیری در تغذیه مردم جهان دارد (زمانی و علیزاده، ۱۳۸۶). برنج غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان را تشکیل می‌دهد و با وجود اینکه تقریباً در همه قاره‌ها کشت می‌شود ولی بیشتر غذای مردم فقیر آسیا و آفریقا محسوب می‌شود. در ایران اما مصرف برنج با افزایش سطح رفاه عمومی افزایش می‌یابد. در سالهای دور کشت برنج تقریباً به صورت انحصاری در استانهای شمالی کشور صورت می‌گرفته و در مناطق دیگر کشور به صورت غذایی رسمی و در مجالس و میهمانی‌های بزرگ و اعیادی مانند نوروز به مصرف می‌رسیده و به همین دلیل هنوز هم لباس فاخری که برای میهمانی‌ها در نظر گرفته شده باشد به عنوان لباس "پلوخوری" مشهور است (معاونت پژوهش‌های اقتصادی مرکز تحقیقات استراتژیک مجمع تشخیص مصلحت نظام، مرداد ۱۳۸۶).

برنج به عنوان یک محصول مهم و استراتژیک سهم عمده‌ای را در سبد تغذیه خانوار ایرانی به خود اختصاص داده است. طی دو دهه اخیر میزان مصرف سرانه برنج و الگوی مصرف و تغذیه مردم تغییر کرده است بطوری که مصرف سرانه برنج از ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم به ۳۸ تا ۴۰ کیلوگرم افزایش یافته است. با توجه به رشد روز افزون تقاضای این محصول در کشور راهکارهایی برای افزایش عملکرد محصول با کشت ارقام پرمحصول، کشت راتون و نیز قدم‌هایی برای افزایش عملکرد تبدیل شالی با روی آوردن به سمت مکانیزاسیون برداشته شده است (اشتواد و همکاران، ۱۳۸۹). در این بین با بالا رفتن هزینه تولید بخصوص هزینه کارگری که نزدیک به ۴۷٪ درصد کل هزینه‌های تولید برنج در کشور را به خود اختصاص می‌دهد، اهمیت حرکت به سمت مکانیزه شدن مراحل کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت را بیش از پیش نمایان می‌سازد (اشتواد، ۱۳۹۰).

برنج بعد از گندم به عنوان مهم‌ترین ماده غذایی در ایران محسوب می‌شود و هر ساله سطح وسیعی از اراضی کشور به کشت این محصول با ارزش اختصاص می‌یابد (رفیعی، ۱۹۹۹). برنج در حین تولید دارای درصد ضایعات بالایی است. به وجود آمدن ضایعات معلول عواملی است که شناخت این علت‌ها می‌تواند راهگشای بسیاری از مشکلات باشد. شناخت عوامل ایجاد ضایعات با بررسی وضع موجود و شناسایی کاستی‌ها قدم اول در ایجاد کاهش مشکلات بخش تولید برنج خواهد بود. بررسی و شناسایی مراحل بحران‌زا و عامل ایجاد شکست و ضایعات در برنج به مسایلی چون خصوصیات رقم، ژنتیک، شرایط محیطی رشد، آب، خاک، کود، مسایل کاشت، داشت و برداشت بستگی دارد. حاصل جمع عوامل نام برده، خود را در مرحله تبدیل شلتوک به برنج سفید نشان می‌دهد. با شناسایی و کنترل این عوامل می‌توان درصد ضایعات برنج و شکست را به صورت قابل توجهی کنترل کرد. مقایسه سیستم‌های تبدیل موجود، سیستم‌های مورد استفاده در ممالک پیشرفته برنج‌خیز و تطابق شرایط کاری آنها می‌تواند عامل مهمی در تشخیص نابسامانی‌های تولید باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد بنا به دلایلی میزان درصد خرد و کاهش کیفیت تبدیل برنج در چند سال اخیر رو به افزایش بوده است و این زنگ خطری برای کشاورزی استانهای برنج‌خیز کشور است.

تولید هر محصول کشاورزی در مزرعه و پس از تولید در خارج از آن دارای ضایعات زیادی است که این ضایعات شامل برنج هم می شود. برنج در فرآیند (کاشت، داشت و برداشت) و پس از تولید (مراحل تبدیل و مصرف) ضایعات فراوانی دارد. عملیات تولید برنج بر خلاف سایر محصولات کشاورزی در مزرعه به پایان نمی رسد بلکه فرآوری محصول تولید شده و پرداختن آن در کارخانه های شالیکوبی به عنوان آخرین مرحله تولید برنج محسوب می شود. در طی مراحل تولید برنج مقداری از دانه ها شکسته و خرد می شود. از آنجایی که برنج هر چه سالمتر باشد و درصد خرد آن کمتر باشد از بازار پسندی بیشتری برخوردار است، لذا بررسی زیان حاصل از خرد شدن برنج و اهمیت آن در اقتصاد زارعین برنج کار می تواند، در جلب توجه هر چه بیشتر سیاست گزاران بخش کشاورزی جهت اصلاح ساختار موجود و بهبود کیفیت برنج مؤثر باشد.

ضایعات برنج به دو نوع کمی و کیفی تقسیم می شوند. منظور از ضایعات کمی در تولید و تبدیل شلتوک به برنج سفید مقدار محصولی است که غیر قابل استفاده و یا دور از دسترس می باشد. ضایعات کمی از مرحله مصرف بذر برای تهیه نشاء تا مرحله تبدیل شلتوک وجود دارند. بطور کلی در ضایعات کمی میزان اتلاف نهاده ها و محصول تولیدی که از دست رفته مطرح می شود اما ضایعات کیفی آن قسمت از محصول است که از انتفاع خارج نشده باشد بلکه از کیفیت آن کاسته شده و دچار افت قیمت گردیده است. ضایعات کیفی عمدتاً در نتیجه تأثیر شیوه های کشت و کار و خرمنکوبی، خشک کردن و عملیات تبدیل بروز می کند.

از عوامل مهم بروز ضایعات در مرحله برداشت می توان به استفاده نادرست از کمباین برداشت و رطوبت زمان برداشت اشاره کرد. مهمترین علت کاهش کمیت و کیفیت برنج در هنگام برداشت به رطوبت زمان برداشت بستگی دارد (سیبنمورگن و همکاران، ۲۰۰۷). این رطوبت برای رقم های مختلف متفاوت خواهد بود. علاوه بر رطوبت، مکان و زمان برداشت جزء عواملی هستند که بر عملکرد نهایی محصول اثر می گذارند (کین و سیبنمورگن، ۲۰۰۵). رطوبت زیاد محصول در هنگام برداشت و همچنین جذب مجدد رطوبت توسط دانه های درو شده می تواند شکاف هایی را در دانه بوجود بیاورد که این شکاف ها در مرحله تبدیل باعث افزایش مقدار خرده برنج در محصول نهایی گردد.

گروه کشاورزی ایالات متحده در سال ۱۹۷۳ زمان صحیح برداشت محصول برنج را هنگامی عنوان نمود که همه دانه های قسمت بالای خوشه کاملاً رسیده اند و دانه های پایین خوشه در مرحله خمیری سفت قرار دارند. تحقیقات نشان داده که هیچگاه تمام محصول یک مزرعه در یک زمان نمی رسد و در عین حال دانه های یک خوشه نیز دارای رطوبت متفاوتی می باشند به طوری که دانه های بالایی نسبت به دانه های پایینی خوشه همواره رطوبت خود را سریع تر از دست می دهند و شیره آنها شروع به سفت شدن می کنند. بنابراین تعیین مناسب ترین زمان برای برداشت محصول عملی دقیق و دشوار است.

۱-۲- اهداف پژوهش

با توجه به ضایعات زیاد برنج در ایران و معطوف بودن توجه به سمت کارخانجات شالیکوبی و عدم توجه به سایر عوامل بروز ضایعات، بررسی اثرات زمان برداشت بر خواص کمی و کیفی محصول برنج و انتخاب زمان بهینه برداشت با توجه به شاخص های کمی و کیفی محصول و پارامترهای محیطی برداشت برای رقم پرمحصول گوهر و رقم محلی هاشمی هدف اساسی این تحقیق می باشد. بنابراین اهداف این تحقیق بطور کلی عبارتند از:

الف) بررسی اثر زمان های مختلف برداشت بر درجه سختی، میزان ترک و میزان دانه های گچی.

ب) بررسی اثر زمان برداشت بر راندمان تبدیل، درجه تبدیل و میزان دانه های سالم.

پ) بررسی اثر زمان برداشت بر خواص گرمایی زمان پخت، نسبت آگیری، ضریب انبساط طولی و ضریب انبساط حجمی.

فصل دوم

پیشینه تحقیق و مرور منابع

۲-۱- جایگاه برنج در جهان

اسامی کشورهای عمده تولیدکننده برنج در جهان و میزان سطح زیر کشت و تولید تقریبی آن بر اساس گزارش سازمان خواروبار جهانی (FAO) در جدول (۲-۱) مشاهده می‌شود. بطور کلی سطح زیر کشت برنج در جهان در سال ۲۰۱۳ میلادی ۱۶۱,۶۲۶ هزار هکتار است که تولید شلتوک معادل ۷۱۶,۸۴۴ هزار تن داشته است. در بررسی کشورهای عمده تولیدکننده برنج جهان طبق جدول (۲-۱) مشاهده می‌شود که از نظر سطح زیر کشت به ترتیب کشورهای هند، چین، اندونزی، بنگلادش و تایلند مقامهای اول تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند، این در حالی است که بر اساس میزان تولید شلتوک و برنج سفید کشورهای چین، هند، اندونزی، بنگلادش و ویتنام در مقامهای اول تا پنجم قرار گرفته‌اند. نسبت تولید به سطح زیرکشت محصول را عملکرد گویند که از لحاظ عملکرد برنج کشورهای استرالیا، مصر، ایالات متحده آمریکا، اروگوئه و پرو در مقامهای اول تا پنجم قرار دارند. کشور استرالیا با اینکه از نظر سطح زیر کشت در رتبه پنجاه و سوم و از نظر تولید شلتوک در رتبه سی و ششم قرار دارد اما از نظر تولید در واحد سطح در مقام اول قرار می‌گیرد که بیانگر رعایت اصول کشاورزی نوین در این کشور است.

۲-۲- جایگاه برنج در ایران

بر اساس آمار منتشر شده در سال ۲۰۱۳ ایران در بین کشورهای تولیدکننده برنج در جهان دارای سطح زیر کشت ۶۰۰ هزار هکتار، میزان تولید شلتوک ۲,۵۵۰ هزار تن و عملکرد ۴/۲۵ تن در هکتار است که از لحاظ سطح زیر کشت رتبه بیست و ششم و تولید شلتوک رتبه بیست و چهارم و میزان عملکرد رتبه سی‌ام را در جهان داراست. ایران یکی از عمده‌ترین وارد کنندگان برنج دنیاست و در سال ۲۰۱۳ با میزان واردات ۱۷۰۰ هزار تن پس از چین، نیجریه و فیلیپین در مقام چهارم بیشترین واردات برنج دنیا قرار دارد.

۲-۳- معرفی گیاه برنج

برنج گیاهی یکساله، علفی و ساقه آن همانند گندم بند بند و توخالی و دارای ۸ تا ۱۲ گره در طول ساقه می‌باشد و ارتفاع آن به ۱/۵ متر هم می‌رسد. برنج گیاهی است با تنوع ژنتیکی و توان سازگاری زیاد از جنس *Oryza* که در جهان دارای ۲۳ گونه بوده که فقط ۲ گونه *Oryza.Sativa* در آسیا، اروپا، آمریکا، ایران و *Oryza.glabrima* با قدمت و تنوع ژنتیکی کمتر در جنوب آفریقا کشت می‌گردد. انواع برنج‌های زراعی ایران از گونه *Oryza.Sativa* بوده که برای ادامه رشد به آب زیاد نیاز دارد و مبدأ آن هندوستان و چین و دارای ۳ تیپ ایندیکا، ژاپونیکا و جاوانیکا می‌باشد.

جدول ۲-۱- سطح زیر کشت و تولید شلتوک و برنج سفید در جهان و تعدادی از کشورهای عمده تولید کننده در سال ۲۰۱۳ میلادی (FAO, 2014)

کشور	سطح زیر کشت (۱۰۰۰ هکتار)	میزان تولید شلتوک (۱۰۰۰ تن)	تولید برنج سفید (۱۰۰۰ تن)	متوسط عملکرد (تن بر هکتار)
جهان	۱۶۱,۶۲۶	۷۱۶,۸۴۴	۴۸۰,۷۱۹	۴/۴۳
هند	۴۴,۰۰۰	۱۵۹,۰۱۶	۱۰۶,۰۰۰	۳/۶۱
چین	۳۰,۶۰۰	۲۰۵,۷۱۴	۱۴۴,۰۰۰	۶/۷۲
اندونزی	۱۲,۱۶۰	۵۹,۳۷۰	۳۷,۷۰۰	۴/۸۸
بنگلادش	۱۱,۸۲۰	۵۲,۲۰۵	۳۴,۸۰۰	۴/۴۲
تایلند	۱۰,۹۰۰	۳۱,۰۶۸	۲۰,۵۰۰	۲/۸۵
ویتنام	۷,۷۸۰	۴۴,۴۸۰	۲۷,۸۰۰	۵/۷۲
میانمار	۷,۰۶۵	۱۸,۹۸۴	۱۲,۱۵۰	۲/۶۹
فیلیپین	۴,۸۹۰	۱۹,۳۶۵	۱۲,۲۰۰	۳/۹۶
کامبوج	۳,۰۵۰	۷,۶۵۶	۴,۹۰۰	۲/۵۱
پاکستان	۲,۷۶۰	۱۰,۰۵۱	۶,۷۰۰	۳/۶۴
برزیل	۲,۴۵۰	۱۲,۵۰۰	۸,۵۰۰	۵/۱۰
نیجریه	۲,۳۰۰	۴,۰۴۸	۲,۵۵۰	۱/۷۶
ژاپن	۱,۵۹۰	۱۰,۵۷۷	۷,۷۰۰	۶/۶۵
آمریکا	۱,۱۵۴	۹,۶۶۱	۶,۸۱۱	۸/۳۷
ایران	۶۰۰	۲,۵۵۰	۱,۶۸۳	۴/۲۵
استرالیا	۱۰۰	۹۸۵	۶۹۰	۹/۸۵
مصر	۷۹۵	۷,۱۰۱	۴,۹۰۰	۸/۹۳
پرو	۴۰۰	۳,۰۴۳	۲,۱۰۰	۷/۶۱
اوروگوئه	۱۸۳	۱,۴۶۰	۱,۰۲۲	۷/۹۸