



دانشگاه گیلان

دانشکده علوم کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی اثر نماتد نوک سفیدی برگ

(*Aphelenchoides besseyi*)

روی خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی بذر برنج

از:

سیده زهره اسعدی

استاد راهنما:

دکتر سالار جمالی

دی ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشکده علوم کشاورزی

گروه گیاه پزشکی

(بیماری شناسی گیاهی)

عنوان:

بررسی اثر نماتد نوک سفیدی برگ

*(Aphelenchoides besseyi)*

روی خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی بذر برنج

از:

سیده زهره اسعدی

استاد راهنما:

دکتر سالار جمالی

استادان مشاور:

دکتر فاطمه حبیبی، مهندس صمد صبوری

دی ۱۳۹۲

ای **مادر** از تو هر چه بگویم باز هم کم می آورم  
♥

خوشیدی شدی و از روشنائی ات جان گرفتم و در ناامیدی مانا زم را کشیدی و لبریزم کردی از شوق

اکنون حاصل دستان خسته ات رزم موفقیتم شد

به خودم تبریک می گویم که تو را دارم و دنیا با همه بزرگش مثل تو را

ندارد.....

و تو ای **مادر** ای شوق زیبای نفس کشیدن، ای روح مهربان، هستی ام

تورنگ شادی هایم شدی و عمری حسگی با ربه جان خریدی تا اکنون توانستی طعم خوش

پیروزی را به من بچشانی

پیش از همه

و

پیش از همه

سپاس بیکران پروردگاری را که نعمت تفکر و اندیشیدن را بر آدمی عرضه داشت تا بتواند با کمک این نیروها کائنات را منسخر خود سازد.

خدایی را سپاس که این افتخار را به من ارزانی داشت تا در سایه الطاف خویش از محضر اساتید مجرب و متمم بهره مند گردم و بی شک بدون راهنمایی های ارزنده آن هایتان رساله به انجام نمی رسید لذت بدین وسیله در پایان این فصل از دوران تحصیل و زندگی خود سپاسگزارم به کسانی به ستم که با همراهی خود ادامه این مسیر را برایم میسر نمودند.

از پدر و مادر عزیز و مهربانم که در تمامی مراحل زندگی همراه بهمیشگی من بودند و خانواده بهتر از جانم صمیمانه سپاسگزارم و برایشان بهترین ها را آرزو مندم.

از استاد راهنمای گرانقدر جناب آقای دکتر سالار جلی که با صبر و شکیبایی فراوان و دقت زائد الوصفی، راهنمایی ارزنده ای در جهت بهبود کیفی و تدوین این پایان نامه ارائه فرمودند تشکر و قدردانی می نمایم و از خداوند متعال برای ایشان عزت روز افزون و طول عمر آرزو می نمایم.

از استادان مشاور سرکار خانم دکتر فاطمه حبیبی و جناب آقای مهندس صد صبور که ز تنها به خاطر هر آنچه به نام دانش از ایشان آموختم بلکه به پاس هر آنچه به نام انسانیت از ایشان فرا گرفتم کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر سید علی الهی نیا و جناب آقای دکتر احمد روحی بخش که ز رحمت بازخوانی متن و داوری این پایان نامه را مستقبل شدند سپاسگزارم. همچنین از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر حسن رمضانپور سپاسگزارم.

از اساتید گرانقدر گروه گیاه پزشکی که افتخار ساگر و ایشان را داشته صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

از کارکنان محترم گروه گیاه پزشکی جناب آقای مصطفی خاتمی و جناب آقای کریم خوشنود کمال تشکر را دارم.

در خاتمه از دوست عزیزم خانم لیلا اصفهانی به خاطر کمک های بی دریغش تشکر و قدردانی می نمایم.

سیده زحره اسعدی

دی ۱۳۹۲

عنوان.....	صفحه
چکیده فارسی.....	خ
چکیده انگلیسی.....	د
مقدمه.....	۲
<b>فصل اول: کلیات و مرور منابع.....</b>	<b>۴</b>
۱-۱- برنج.....	۵
۱-۱-۱- اهمیت برنج در جهان و ایران.....	۵
۱-۱-۲- خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی بذر و دانه برنج.....	۶
۲-۱- نمادهای برنج.....	۷
۳-۱- نماد نوک سفیدی برگ برنج.....	۹
۳-۱-۱- تاریخچه و اهمیت نماد نوک سفیدی برگ برنج در جهان و ایران.....	۹
۳-۱-۲- علایم بیماری.....	۱۱
۳-۱-۳- بیمارگر.....	۱۳
۳-۱-۴- زیست شناسی.....	۱۴
۳-۱-۵- مدیریت بیماری.....	۱۶
۴-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده در ایران و جهان.....	۱۷
<b>فصل دوم: مواد و روش‌ها.....</b>	<b>۲۳</b>
۱-۲- نمونه برداری.....	۲۴
۲-۲- استخراج.....	۲۴
۳-۲- تاثیر دما بر فعالیت نماد.....	۲۴
۴-۲- کشت.....	۲۴

۲۴	..... ۲-۴-۱- کشت قارچ
۲۵	..... ۲-۴-۲- آماده‌سازی نماتدها
۲۵	..... ۲-۴-۳- انتقال نماتدها به محیط و نگهداری
۲۵	..... ۲-۴-۴- ثبت نتایج
۲۶	..... ۲-۵- آماده‌سازی مایه تلقیح
۲۶	..... ۲-۶- کاشت میزبان
۲۷	..... ۲-۷- مایه‌زنی
۲۸	..... ۲-۸- بررسی خصوصیات فیزیکی بذر برنج (کیفیت تبدیل)
۲۹	..... ۲-۸-۱- کیفیت ظاهری دانه
۳۰	..... ۲-۹- بررسی خصوصیات بیوشیمیایی دانه برنج
۳۰	..... ۲-۹-۱- کیفیت پخت
۳۰	..... ۲-۹-۱-۱- آمیلوز
۳۲	..... ۲-۹-۱-۲- درجه حرارت ژلاتینی شدن
۳۳	..... ۲-۹-۱-۳- افزایش طول دانه پس از پخت
۳۳	..... ۲-۹-۲- درصد پروتئین
۳۴	..... ۲-۱۰- تجزیه و تحلیل داده‌ها
۳۵	..... فصل سوم: نتایج و بحث
۳۶	..... ۳-۱- نمونه برداری
۳۷	..... ۳-۲- تاثیر دما بر فعالیت نماتد نوک سفیدی برگ برنج در رقم هاشمی
۳۸	..... ۳-۳- تاثیر نماتد بر خصوصیات فیزیکی
۳۸	..... ۳-۳-۱- رطوبت

۳۹	..... ابعاد اصلی..... ۲-۳-۳
۴۰	..... قطر حسابی..... ۳-۳-۳
۴۰	..... قطر هندسی..... ۴-۳-۳
۴۰	..... ضریب کرویت..... ۵-۳-۳
۴۳	..... درصد برنج خرد..... ۶-۳-۳
۴۳	..... درصد برنج سالم..... ۷-۳-۳
۴۵	..... راندمان تبدیل..... ۸-۳-۳
۴۶	..... پوکی دانه..... ۹-۳-۳
۴۷	..... وزن هزار دانه..... ۱۰-۳-۳
۴۸	..... خصوصیات ظاهری دانه..... ۱۱-۳-۳
۴۹	..... تاثیر نماتد بر خصوصیات بیوشیمیایی..... ۴-۳
۴۹	..... کیفیت پخت..... ۱-۴-۳
۴۹	..... آمیلوز..... ۱-۱-۴-۳
۵۰	..... درجه حرارت ژلاتینی شدن..... ۲-۱-۴-۳
۵۱	..... افزایش طول دانه پس از پخت..... ۳-۱-۴-۳
۵۲	..... درصد پروتئین..... ۲-۴-۳
۵۴	..... نتیجه گیری کلی..... ۵-۳
۵۵	..... پیشنهادها..... ۶-۳
۵۶	..... منابع.....



۵	۱-۱- ده کشور برتر تولید کننده برنج در جهان در سال ۲۰۱۲.....
۶	۱-۲- سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد برنج در سه استان برتر در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸.....
۸	۱-۳- فهرست مهم‌ترین نماتدهای انگل گزارش شده از مزارع برنج.....
۲۹	۲-۲- طبقه‌بندی بذر برنج از لحاظ شکل.....
۳۱	۲-۳- طبقه‌بندی برنج براساس میزان آمیلوز.....
۳۱	۲-۴- خصوصیات دانه‌های برنج پس از پخت برنج.....
۳۳	۲-۵- روش نمره‌دهی و ارتباط آن با میزان ژلاتینی شدن دانه برنج.....
۳۶	۳-۱- مناطق نمونه‌برداری شده و تعداد نماتدهای استخراج شده از هر منطقه.....

- شکل ۱-۱ - نقشه پراکنش نماتد نوک سفیدی برنج در جهان..... ۱۱
- شکل ۲-۱ - علایم بیماری نوک سفیدی برگ برنج ناشی از نماتد *Aphelenchoides besseyi* ..... ۱۲
- شکل ۳-۱ - علایم بیماری نوک سفیدی برگ برنج ناشی از نماتد *Aphelenchoides besseyi* ..... ۱۳
- شکل ۴-۱ - *Aphelenchoides besseyi* ..... ۱۵
- شکل ۱-۲ - قطرات حاوی نماتدهای تجمع یافته درب پتری و مستخرج از محیط کشت..... ۲۵
- شکل ۲-۲ - مراحل مختلف کاشت میزبان..... ۲۶
- شکل ۳-۲ - مراحل مایه زنی نماتد به گیاه..... ۲۷
- شکل ۴-۲ - دستگاه فوتو ان لارجر..... ۲۹
- شکل ۵-۲ - مراحل مختلف اندازه‌گیری آمیلوز..... ۳۲
- شکل ۱-۳ - مقایسه میانگین تیمارهای دمایی مورد بررسی در آزمایشگاه..... ۳۸
- شکل ۲-۳ - مقایسه میانگین رطوبت دانه در تیمارهای مختلف در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲..... ۳۹
- شکل ۳-۳ - مقایسه میانگین ابعاد اصلی، قطر حسابی، قطر هندسی و ضریب کرویت در سال ۱۳۹۱..... ۴۱
- شکل ۴-۳ - مقایسه میانگین ابعاد اصلی، قطر حسابی، قطر هندسی و ضریب کرویت در سال ۱۳۹۲..... ۴۲
- شکل ۵-۳ - مقایسه میانگین درصد برنج خرد در تیمارهای مختلف در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲..... ۴۴
- شکل ۶-۳ - مقایسه میانگین درصد برنج سالم در تیمارهای مختلف در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲..... ۴۴
- شکل ۷-۳ - مقایسه میانگین راندمان تبدیل در تیمارهای مختلف در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲..... ۴۵
- شکل ۸-۳ - مقایسه میانگین وزن دانه پوک در تیمارهای مختلف در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲..... ۴۷
- شکل ۹-۳ - مقایسه میانگین وزن هزار دانه در تیمارهای مختلف در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲..... ۴۸
- شکل ۱۰-۳ - تاثیر تیمارها بر طول و عرض دانه سفید در ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲..... ۴۹
- شکل ۱۱-۳ - تاثیر تیمارها بر درصد آمیلوز برنج در ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲..... ۵۰
- شکل ۱۲-۳ - تاثیر تیمارها بر میزان ژلاتینی شدن در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲..... ۵۱

- 
- شکل ۳-۱۳ - تاثیر تیمارها بر میزان ری‌آمدن برنج در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ ..... ۵۲
- شکل ۳-۱۴ - تاثیر تیمارها بر درصد پروتئین در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ ..... ۵۳

## چکیده

بررسی اثر نماتد نوک سفیدی برگ (*Aphelenchoides besseyi*) روی خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی بذر برنج

سیده زهره اسعدی

تعداد کمی از نماتدهای انگل گیاهی به‌عنوان عوامل بذرزاد شناخته شده‌اند. در این بین، نماتد نوک سفیدی برگ برنج، (*Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942)، یکی از مهم‌ترین آن‌ها محسوب می‌شود. این نماتد نه تنها از نظر اقتصادی روی میزبان اصلی خود (برنج) ایجاد خسارت می‌کند، بلکه به‌جهت قابلیت پراکنش وسیع نیز حائز اهمیت است. در این تحقیق، تاثیر جمعیت‌های مختلف نماتد (۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰) بر خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی بذر برنج در دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. نشاء بوته‌ها در گلدان‌هایی به قطر ۲۰ و عمق ۲۵ سانتی‌متر انجام و پنج بوته به هر گلدان اختصاص داده شد. استخراج نماتدها از نمونه‌های جمع‌آوری شده با روش ماتور و لال انجام گرفت. ۲۰ جفت نماتد (نر و ماده) بر قارچ *Alternaria alternata* رشد یافته روی محیط PDA انتقال یافت. پس از سپری شدن چهار هفته از زمان تلقیح، نماتدهای تکثیر یافته استخراج و جمع‌آوری شدند. تلقیح نماتد در مرحله سه تا پنج برگی با استفاده از لوله‌های پلاستیکی در محل غلاف انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش مایه تلقیح، درصد رطوبت (۵/۵۷ و ۵/۱۳)، طول (۱۳/۷ و ۱۰/۵)، ضخامت (۲۱/۴۵ و ۱۵/۰۷)، قطر حسابی (۱۲/۸۷ و ۹/۹۲)، قطر هندسی (۳۳/۶ و ۷/۳۴)، ضریب کرویت (۲۲/۹۱ و ۱۲/۳)، درصد برنج سالم (۹/۲ و ۱۲/۳)، راندمان تبدیل (۹/۹۸ و ۱۰/۴۸) و وزن هزار دانه (۱۰/۱۳ و ۱۶/۱۱) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. درصد خرد برنج (۱۲/۹۶ و ۱۳/۸۴) و وزن پوکی (۵۵/۲۸ و ۵۴/۷) به‌ترتیب در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ( $p < 1\%$ ) در حالی‌که کاهش عرض دانه (۱/۹۴ و ۳/۱۳) معنی‌دار نبود. جمعیت ۱۰۰ نماتد به‌ازای هر گیاه، بر خصوصیات مذکور تاثیر معنی‌داری نداشت، ولی سه جمعیت مورد بررسی دیگر، از تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد برخوردار بودند. نتایج نشان داد که با افزایش مایه تلقیح، درصد آمیلوز و ری‌آمدن به‌طور معنی‌داری ( $p < 1\%$ ) کاهش یافت ولی بر دمای ژلاتینی شدن و درصد پروتیین تاثیر معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج بدست آمده مشخص کرد که کیفیت پخت تیمارها با داشتن مقدار آمیلوز و دمای ژلاتینی شدن متوسط، در حد مطلوب بود هر چند میزان ری‌آمدن و درصد آمیلوز کاهش نشان داد. داده‌ها نشان داد که بیماری نوک سفیدی برنج می‌تواند بر خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی بذر برنج موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: برنج، خصوصیات فیزیکی، کیفیت پخت، *Aphelenchoides besseyi*

**Abstract**

Effect of white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi*) on the physical and biochemical properties of rice seed

S. Zohre Asadi

Only a few plant parasitic nematodes are known to be seed born. Among them, *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942, the causal agent of white tip rice disease, is considered to be one of the most important, not only because of this economic impact on its principal host, rice (*Oryzae sativa* L.), but also due to its world wide distribution. In this study the effect of nematode different populations (0, 100, 300 500 and 700) on the physical and biochemical properties of rice seed was studied in greenhouse condition. The experimental design was completely random design with four replications. The grown seedlings were transplanted to pots ( 20 diameter × 25 depth) and five plants were given to each pot. Nematodes were extracted by Mathur and Lal method. Twenty pairs (female and male) of nematode were transferred to *Alternaria alternata* on PDA culture. The nematodes were harvested four weeks after inoculation and collected. Nematodes were inoculated at the three- five leaf stage in sheaths with plastic tubes. The results showed that with increasing inoculum, moisture content (9.62%, 5.13%), length (13.7%,10.5%), thickness (21.45%,15.07%), arithmetic diameter (12.87%, 9.92%), geometric diameter (33.6%, 7.34%), sphericity (22.91%, 12.3%), head rice percentage (9.2%,12.3%), milling yield (9.98%, 10.48%), weight of 1000 grain (10.13%, 16.11%) were decreased ( $p<1\%$ ) While broken grain (12.96%,13.84%) and unfilled grain (55.28%, 54.7%) were increased significantly in 2012 and 2013, respectively. The decreasing of width (1.94%, 3.13%) were not significantly. The results showed that with increasing inoculum, grain elongation (GE) and amylose content (AC) were decreased ( $p<1\%$ ) significantly. Gelatinization temprature (GT) and protein percentage were decreased non significantly. Their grain cooking quality characteristics of treatments were good with intermediate AC, GT, however the GE and AC were decreased. The data indicated that the white tip disease of rice could be effective on physical and biochemical properties of rice seed

**Keywords:** *Aphelenchoides besseyi*, Cooking quality, Rice, Physical properties.

# مقدمه



برنج یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین غذاهای بشر محسوب می‌شود. سهم بالای برنج به‌عنوان غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان در مقایسه با سایر منابع انرژی، نشان‌دهنده‌ی جایگاه و اهمیت ویژه این محصول در تامین نیاز غذایی بشر می‌باشد. میلیون‌ها نفر در آسیا وابستگی غذایی کامل به آن دارند به‌طوری‌که بیش از ۹۰ درصد برنج دنیا در این قاره پهناور تولید و مصرف می‌شود [Shukla et al., 2003]. دو سوم کالری روزانه مردم در آسیا و یک سوم کالری مورد نیاز مردم در آمریکای لاتین و آفریقا از طریق مصرف برنج تامین می‌شود. سابقه کشت این دانه تغذیه‌ای در ایران به حدود دو هزار سال پیش بر می‌گردد. شواهد نشان می‌دهد که کاشت این محصول پیش از میلاد مسیح و در زمان هخامنشیان رواج داشته است. برنج دومین غله مهم دنیا است که از لحاظ سطح زیر کشت بعد از گندم رتبه دوم، ولی از لحاظ تولید در مرتبه اول گیاهان زراعی می‌باشد. به‌طور تقریبی تمامی برنج تولید شده به‌مصرف غذایی انسان می‌رسد [ارزانی، ۱۳۸۰]. با توجه به اهمیت اقتصادی برنج، شناخت و مبارزه با عوامل محدود کننده تولید آن یک ضرورت می‌باشد. نماتد نوک سفیدی برگ، از نماتدهای مهم بیماری‌زای این محصول است که یکی از عوامل موثر در کاهش محصول برنج محسوب می‌شود. این نماتد برای اولین بار در سال ۱۹۱۵ در کیوشوی ژاپن کشف شد [Kakuta, 1915]. در آن زمان نام "بیماری دانه سیاه" برای آن برگزیده شد. در سال ۱۹۴۱ طغیان بیماری مذکور در ژاپن خسارت قابل توجهی به بار آورد. در سال ۱۹۴۹ مشخص شد که بیماری رویت شده در ایالات متحده شبیه بیماری ناشی از نماتد در ژاپن است [Cralley, 1949]. در ایران اولین بار از خمام و لاهیجان [Kheiri, 1971] و سپس از رشت با خسارت قابل توجه گزارش گردید [اطلاعیان و اخیانی، ۱۳۵۵]. طبق بررسی‌های انجام گرفته، در مزارع برنج تنکابن علائم آلودگی به‌صورت تغییر رنگ انتهای برگ‌ها از سبز به زرد روشن تا سفید که در مرحله بعدی قهوه‌ای و نکروتیک شده، کاهش تعداد خوشه، سفید شدن آن‌ها و پوکی دانه‌ها در تعدادی از مزارع برنج این منطقه مشاهده گردید [تنها معافی و مهدویان، ۱۳۷۲]. این نماتد پراکنش وسیعی در سطح جهان دارد زیرا از طریق بذر به‌سادگی انتشار می‌یابد. با این وجود، اهمیت آن در مناطق، کشورها و نواحی مختلف متفاوت است. حتی در یک ناحیه وقوع و شدت بیماری ممکن است از سالی به سال دیگر متغیر باشد و به‌شدت تحت تاثیر اقدامات زراعی و نوع رقم کشت شده قرار می‌گیرد [Bridge et al., 2005]. استان گیلان یکی از مناطق برنج‌خیز کشور محسوب می‌شود و بررسی‌های انجام گرفته [الهی‌نیا و مهدویان، ۱۳۷۷، Jamali et al., 2006، الهی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۷] نشان‌دهنده‌ی پراکنش وسیع نماتد نوک سفیدی برگ در این استان است. نتایج بسیاری از تحقیقات نشان می‌دهد که در قبال افزایش جمعیت نماتد نوک سفیدی عملکرد محصول کاهش می‌یابد [Latif et al., 1997]، Huang, 1983، Shukla et al., 2003، Tiwari and Khare, 2003، Bridge et al., 2009، Koutroubas et al., 2009، جمالی و همکاران ۱۳۸۸]. به‌نظر می‌رسد این نماتد به‌عنوان یکی از عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محصول می‌تواند بر خواص

فیزیکی و همچنین کاهش کیفیت تبدیل موثر باشد. مشخصات فیزیکی محصولات کشاورزی به منظور طراحی بهینه ماشین‌های فرآوری، کاشت و برداشت و همچنین به منظور کاهش تلفات و حفظ کیفیت محصولات طی عملیات برداشت از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشند. کیفیت دانه در برنج نیز همانند سایر غلات دارای اهمیت فوق‌العاده می‌باشد. از نظر مصرف‌کننده، کیفیت برنج تا حدود زیادی بستگی به خواص پخت، شکل ظاهری و طعم آن دارد. کیفیت پخت و خوراک از مهم‌ترین خصوصیات کیفی برای اکثر مصرف‌کنندگان برنج در دنیا، به‌خصوص کشورهای آسیایی به‌شمار می‌رود. تحقیق حاضر تلاش دارد تا تاثیر نماد نوک سفیدی را بر خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی بذر برنج مورد بررسی قرار دهد.



# فصل اول



کلیات و مرور منابع



موجود سطح انواع واریته‌های شلتوک در کشور در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ حدود ۵۶۴ هزار هکتار برآورد شده که استان مازندران با اختصاص ۳۸/۵ درصد در رتبه‌ی اول و استان‌های گیلان و گلستان به ترتیب با اختصاص ۳۱/۹ و ۹/۹ درصد در رتبه دوم و سوم قرار دارند (جدول ۱-۲) و استان‌های خوزستان و فارس به ترتیب با ۹/۲ و ۳/۲ درصد از سطح زیر کشت رتبه‌های چهارم و پنجم را دارا هستند. پنج استان مزبور به‌طور کلی ۹۳/۲ درصد از اراضی برنج کشور را به خود اختصاص داده‌اند. سهم سایر استان‌های کشور ۶/۷ درصد بوده است [بی‌نام، ۱۳۹۰].

جدول ۱-۲- سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد برنج در سه استان برتر در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸

ردیف	استان	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان تولید (تن)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
۱	مازندران	۲۱۶۶۵۲	۱۲۵۶۹۵	۵۸۰۱/۷
۲	گیلان	۱۷۹۵۷۰	۸۳۷۱۹۴	۴۶۶۲/۲
۳	گلستان	۵۵۵۴۵	۲۹۱۲۴۷	۵۲۴۳/۴

#### ۱-۲-۱- خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی بذر و دانه برنج

کیفیت دانه برنج به‌صورت کیفیت تبدیل، کیفیت ظاهری دانه، کیفیت پخت، کیفیت غذایی، کیفیت خوراک ارزیابی می‌شود. تبدیل، قابلیت تبدیل شلتوک به برنج سفید گفته می‌شود. فرآورده‌های تبدیل شامل برنج سالم، برنج شکسته، پوسته و سبوس است. در طی مراحل تبدیل (پوست‌کنی) ابتدا شلتوک به برنج قهوه‌ای و سپس به برنج سفید تبدیل می‌شود. برنج قهوه‌ای برنج بدون پوسته نیز نامیده می‌شود. وقتی که برنج قهوه‌ای فرآیند تبدیل را طی می‌کند سبوس و جنین از آن جدا شده و برنج سفید باقی می‌ماند. برنج سفید شامل برنج سالم و برنج شکسته است. استحصال هر چه بیش‌تر برنج سالم از مهم‌ترین اهداف کیفیت تبدیل محسوب می‌شود [رحیم‌سروش، ۱۳۸۶]. کیفیت ظاهری دانه یا کیفیت بازار پسندی شامل طول دانه، نسبت طول به عرض، شفافیت دانه، مقدار گچی بودن دانه و تعداد دانه‌های گچی می‌باشد. دانه‌های برنج از نظر اندازه به دانه‌های خیلی بلند (بیش از ۷/۵)، بلند (۷/۵-۶/۱)، متوسط (۶/۶-۵/۱) و کوتاه (۵/۵) میلی‌متر و یا کم‌تر تقسیم می‌شوند. شکل دانه از طریق نسبت طول به عرض دانه تعیین می‌شود. چنان‌چه این نسبت بیش از ۳ باشد، شکل دانه قلمی یا باریک نامیده می‌شود. اگر نسبت طول به عرض دانه بین ۲ تا ۳ باشد، شکل دانه متوسط و در صورتی که ۲ یا

کمتر از ۲ باشد، شکل دانه گرد نامیده می‌شود [Dela and Khush, 2000]. خصوصیات ظاهری از اهمیت خاصی برخوردارند. کیفیت پخت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده پذیرش توسط مصرف‌کننده بوده که تحت تاثیر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه برنج، به‌ویژه اجزای نشاسته قرار می‌گیرد. از برجسته‌ترین این ویژگی‌ها میزان آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن، میزان ثبات یا قوام ژل و ضریب ری‌آمدن (ضریب رعنایی) می‌باشند [Graham, 2002]. از میان صفات فوق، میزان آمیلوز و دمای ژلاتینی شدن تاثیر بیشتری بر کیفیت پخت دارند [Dela and Khush, 2000]. بیش از ۹۰ درصد آندوسپرم دانه برنج را نشاسته تشکیل می‌دهد که از آمیلوز و آمیلوپکتین تشکیل می‌شود. واریته‌های برنج براساس میزان آمیلوز به برنج‌های واکسی (۲۰ تا ۲۵ درصد)، آمیلوز خیلی پایین (۳ تا ۹ درصد)، آمیلوز پایین (۱۰ تا ۱۹ درصد)، آمیلوز متوسط (۲۰ تا ۲۵ درصد) و آمیلوز بالا (بیش از ۲۵ درصد) طبقه‌بندی می‌شوند [Juliano, 1971b; Dela and Khush, 2000]. درجه حرارت ژلاتینی شدن محدوده درجه حرارتی است که در آن مولکول‌های نشاسته به‌طور غیرقابل برگشت در آب گرم شروع به تورم می‌کنند. درجه حرارت ژلاتینی ممکن است پایین (۵۵ تا ۶۹)، متوسط (۷۰ تا ۷۴) و یا بالا (بیش از ۷۴) (سانتی‌گراد) باشد [Dela and Khush, 2000]. چنانچه حرارت ژلاتینی شدن رقمی بالا باشد برنج پخته آن سفت و خشک می‌شود. بر عکس حرارت ژلاتینی پایین، موجب نرمی و چسبندگی شدن برنج پس از پخت می‌شود. ممکن است ارقامی که دارای آمیلوز همسان می‌باشند، درجه حرارت ژلاتینی مختلفی از خود نشان دهند. عواملی چون آب و هوا به‌ویژه حرارت بالا در زمان رسیدن روی حرارت ژلاتینی تاثیر گذاشته و آن را بالا می‌برد [محمد صالحی، ۱۳۶۸].

## ۱-۲- نماتدهای برنج

نماتدها یکی از گسترده‌ترین و متنوع‌ترین گروه‌های جانوران محسوب شده که از نظر تنوع گونه بعد از حشرات در ردیف دوم قرار می‌گیرند. تعداد آن‌ها از ۱۰۰۰۰۰ تا یک میلیون گونه تخمین زده شده که تاکنون بخش بسیار کوچکی از آنها مورد شناسایی قرار گرفته‌اند. نماتدها را می‌توان از نظر نحوه زندگی به دو دسته آزادزی و انگل تقسیم کرد. جنس‌ها و گونه‌های زیادی از نماتدها پارازیت برنج هستند ولی تنها تعدادی از آن‌ها به‌صورت آشکار یا پنهان منجر به کاهش محصول شده‌اند. نماتدها عادات پارازیتی گوناگونی دارند، همگی موجب خسارت مکانیکی و یا اختلال در عملکرد فیزیولوژیکی شده و منجر به کاهش رشد و کاهش محصول می‌گردند. بعضی از گونه‌ها موجب خسارت به کل مساحت مزرعه شده اما بعضی به صورت لکه‌ای خسارت می‌زنند. با این وجود، نماتدهای برنج را به‌راحتی می‌توان بر حسب رفتار تغذیه‌ای در دو گروه تقسیم کرد: پارازیت‌های برگ‌ی که از ساقه و برگ و خوشه تغذیه می‌کنند، و پارازیت‌های ریشه. در حدود ۳۰۰ گونه نماتد متعلق به ۳۵ جنس شناخته