

لا اله الا الله



دانشگاه سبزگیان

دانشکده علوم پایه

گروه زیست شناسی

(گرایش فیزیولوژی گیاهی)

عنوان:

بررسی تاثیر سموم حشره کش، علف کش و قارچ کش بر برخی پارامترهای مورفولوژیکی،  
آناتومیکی و فیزیولوژیکی برنج رقم هاشمی

از:

زهرا الماسی

استاد راهنما:

دکتر منصور افشار محمدیان

استاد مشاور:

دکتر محمد شکرزاده لموکی

\*\*\*

اسفند ۱۳۹۲

ماحصل آموختہ ٹیم را تقدیم می کنم بہ خانوادہ ام کہ مہر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی من است

تقدیم بہ ہمہ می ہمہ می زندگی ام، مادر عزیزم.

تقدیم بہ او کہ نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا از مردانگی اش... پدرم، اکنون حاصل دستان خستہ ات رفر

موفقیتتم شدہ

بہ کسانی کہ عشقان آرامش بخش من است، خواهران و برادرانم

و تقدیم بہ تمام فکر ہا و دست ہائی کہ مراد این کاریاری کردند...

## پاسکزاری

از استاد دانشمند و پرمایه ام جناب آقای دکتر منصور افشار محمدیان که از محضر پر فیض ایشان، بهره‌مند شده‌ام و از مساعدت های بی‌شائبه‌ی استاد ارجمند و فریبنده جناب آقای دکتر محمد شکرزاده لموکی نهایت سپاس و تشکر را دارم. از اساتید نکته‌بین و نکته‌سنج جناب آقای دکتر داوود نخشی و سرکار خانم دکتر بخت سرمد که زحمت بازخوانی و داوری پایان نامه را بر عهده داشتند تشکر می‌کنم. از تمامی اساتید گروه فیزیولوژی گیاهی که در محضرشان علم و ادب آموختم پاسکزارم. از سرکار خانم هایمیدی، مادی، لطیفی و جناب آقایان دکتر شادپور، دکتر محمدخواه که از کمک ایشان بهره‌مند شدم، پاسکزارم. خدای را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر و مادری فدکار نسیم ساخته تا در سایه درخت پربار وجودشان بیایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. از خواهران و برادران عزیز و دوست داشتنی ام پاسکزارم.

از کارکنان موسسه تحقیقات برنج کشور، جناب آقایان دکتر محمدی، مهندس شگری، دکتر عبادی و جناب آقای رهبر بسیار پاسکزارم.

باسپاس بی‌دریغ خدمت دوستان گران‌بایه ام خانم های سارا اسماعیلی، نسرین محسنی، نکلیانیازی، نرجس محمدی و مانده مادی زاده که مرا صمیمانه و مشفقانه یاری داده اند و برای آنها از درگاه پروردگار متعال بهترینها را آرزو دارم.

زحر الماسی

## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
ذ	چکیده فارسی.....
ر	چکیده انگلیسی.....
۱	<b>فصل اول</b> .....
۲	۱-۱- برنج.....
۲	۱-۱-۱- تاریخچه و اهمیت.....
۲	۱-۱-۱-۱- تاریخچه ی زراعت برنج در ایران.....
۳	۲-۱-۱- مشخصات گیاه شناسی.....
۳	۳-۱-۱- ریخت شناسی گیاه برنج.....
۳	۱-۳-۱-۱- برگ.....
۳	۲-۳-۱-۱- ساقه.....
۴	۳-۳-۱-۱- پنجه.....
۴	۴-۳-۱-۱- پانیکول.....
۴	۵-۳-۱-۱- گل.....
۴	۶-۳-۱-۱- ریشه.....
۴	۱-۶-۳-۱-۱- ساختمان داخلی ریشه ی برنج (آناتومی ریشه).....
۶	۴-۱-۱- مراحل رشد و نمو برنج.....
۶	۱-۴-۱-۱- مراحل رشد رویشی.....
۷	۱-۱-۴-۱-۱- جوانه زنی بذر.....
۷	۲-۱-۴-۱-۱- خروج گیاهچه.....
۷	۳-۱-۴-۱-۱- پنجه دهی.....
۸	۴-۱-۴-۱-۱- مرحله ی رکود رویشی.....
۸	۲-۴-۱-۱- مرحله ی زایشی.....

۸-۱-۴-۱-۱-۱	تولید پانیکول.....	۸
۸-۱-۴-۲-۱-۱	طویل شدن میانگره.....	۸
۹-۱-۴-۳-۱-۱	تمایز پانیکول.....	۹
۹-۱-۴-۴-۱-۱	خوشه دادن.....	۹
۹-۱-۴-۵-۱-۱	شکوفایی یا گل دهی.....	۹
۹-۱-۴-۳-۱-۱	مرحله‌ی رسیدگی.....	۹
۱۰-۲-۱-۱	عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان.....	۱۰
۱۰-۲-۱-۱	نیتروژن.....	۱۰
۱۱-۲-۲-۱	فسفر.....	۱۱
۱۱-۳-۲-۱	پتاسیم.....	۱۱
۱۲-۳-۱-۱	آفت کش‌ها.....	۱۲
۱۳-۱-۳-۱-۱	تاریخچه‌ی آفت کش‌ها.....	۱۳
۱۴-۲-۳-۱-۱	طبقه‌بندی آفت کش‌ها.....	۱۴
۱۴-۱-۲-۳-۱-۱	طبقه‌بندی آفت کش‌ها براساس عملکرد.....	۱۴
۱۵-۲-۳-۱-۱	طبقه‌بندی آفت کش‌ها براساس منشا و مواد شیمیایی.....	۱۵
۱۷-۳-۲-۳-۱-۱	دiazینون.....	۱۷
۱۸-۴-۲-۳-۱-۱	بوتاکلر.....	۱۸
۱۸-۵-۲-۳-۱-۱	تری‌سیکلازول.....	۱۸
۱۹-۳-۳-۱-۱	سود و زیان آفت کش‌ها.....	۱۹
۱۹-۱-۳-۳-۱-۱	مزایای آفت کش‌ها.....	۱۹
۲۰-۲-۳-۳-۱-۱	زیان آفت کش‌ها.....	۲۰
۲۲-۴-۳-۱-۱	باقی مانده آفت کش‌ها.....	۲۲
۲۲-۵-۳-۱-۱	حداکثر حد باقی مانده.....	۲۲
۲۳-۴-۱-۱	مروری بر پژوهش‌های انجام شده.....	۲۳
۲۶-۵-۱-۱	هدف از تحقیق.....	۲۶
۲۷-۲-۲-۱-۱	<b>فصل دوم - مواد و روش‌ها</b> .....	۲۷
۲۸-۱-۲-۱-۱	موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های آب و هوایی محل انجام پژوهش.....	۲۸
۲۸-۲-۲-۱-۱	ویژگی‌های خاک.....	۲۸
۲۹-۳-۲-۱-۱	چگونگی اجرای آزمایش.....	۲۹
۳۱-۴-۲-۱-۱	تیمارهای مورد آزمایش.....	۳۱
۳۲-۵-۲-۱-۱	چگونگی نمونه‌برداری.....	۳۲
۳۲-۶-۲-۱-۱	سنجش میزان جذب عناصر معدنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم.....	۳۲
۳۲-۱-۶-۲-۱-۱	تجزیه‌ی گیاهی با استفاده از اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه.....	۳۲
۳۲-۲-۶-۲-۱-۱	اندازه‌گیری میزان جذب نیتروژن.....	۳۲

۳۳	۲-۶-۳- اندازه‌گیری میزان جذب پتاسیم.....
۳۴	۲-۶-۴- اندازه‌گیری میزان جذب فسفر.....
۳۵	۲-۶-۵- اندازه‌گیری پروتئین.....
۳۵	۲-۷-۷- مطالعات آناتومیکی ساختمان ریشه با استفاده از میکروسکپ نوری.....
۳۵	۲-۷-۱- تثبیت برش‌گیری و رنگ‌آمیزی نمونه.....
۳۶	۲-۷-۲- روش ساخت معرف سبز متیل.....
۳۶	۲-۷-۳- روش ساخت معرف قرمز کنگو.....
۳۶	۲-۷-۴- مطالعه‌ی میکروسکپی و عکس‌برداری.....
۳۶	۲-۸-۸- اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژیکی.....
۳۶	۲-۸-۱- طول ریشه.....
۳۶	۲-۸-۲- ارتفاع بوته.....
۳۷	۲-۸-۳- تعداد پنجه.....
۳۷	۲-۸-۴- وزن هزار دانه.....
۳۷	۲-۸-۵- عملکرد دانه.....
۳۷	۲-۸-۶- وزن خشک بوته.....
۳۷	۲-۹-۹- تعیین باقی‌مانده‌ی آفت‌کش.....
۳۷	۲-۹-۱- مواد مورد نیاز.....
۳۷	۲-۹-۲- دستگاه‌های مورد نیاز.....
۳۷	۲-۹-۳- آماده‌سازی نمونه‌های گیاهی.....
۳۸	۲-۹-۴- مشخصات دستگاه کروماتوگرافی گازی.....
۳۸	۲-۱۰-۱- ردیابی فلزات سنگین.....
۳۹	۲-۱۱- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها.....
۴۰	<b>فصل سوم - نتایج.....</b>
۴۱	۳-۱- نتایج بخش فیزیولوژیکی.....
۴۲	۳-۱-۱- اثر سموم بر جذب نیتروژن (N) در مراحل مختلف.....
۴۲	۳-۱-۱-۱- در برگ.....
۴۳	۳-۱-۱-۲- در ساقه.....
۴۳	۳-۱-۱-۳- در دانه.....
۴۴	۳-۱-۲- اثر سموم بر جذب فسفر (P) در مراحل مختلف.....
۴۴	۳-۱-۲-۱- در برگ.....
۴۵	۳-۱-۲-۲- در ساقه.....
۴۶	۳-۱-۲-۳- در دانه.....
۴۷	۳-۱-۳- اثر سموم بر جذب پتاسیم (K) در مراحل مختلف.....
۴۷	۳-۱-۳-۱- در برگ.....

۴۸	۱-۳-۲- در ساقه.....
۴۹	۱-۳-۳- در دانه.....
۵۰	۱-۳-۴- اثر سموم بر میزان پروتئین دانه.....
۵۱	۲-۳- نتایج بخش آناتومیکی.....
۵۱	۱-۲-۳- اثر سموم بر ضخامت پوست ریشه.....
۵۲	۲-۲-۳- اثر سموم بر قطر استوانه‌ی مرکزی ریشه.....
۵۳	۳-۲-۳- اثر سموم بر قطر آوند چوب.....
۵۴	۴-۲-۳- اثر سموم بر قطر آوند آبکش.....
۵۵	۲-۳-۵- اثر سموم بر ضخامت نوار کاسپاری (آندودرم) ریشه.....
۵۶	۳-۳- نتایج بخش مورفولوژیکی.....
۵۶	۱-۳-۳- اثر سموم بر ارتفاع بوته.....
۵۷	۲-۳-۳- اثر سموم بر طول ریشه.....
۵۸	۳-۳-۳- اثر سموم بر تعداد پنجه در بوته.....
۵۹	۴-۳-۳- اثر سموم بر وزن هزار دانه.....
۶۰	۳-۳-۵- اثر سموم بر عملکرد دانه.....
۶۱	۳-۳-۶- اثر سموم بر وزن خشک بوته.....
۶۲	۳-۴- نتایج بخش باقی‌مانده‌ی سموم.....
۶۲	۳-۴-۱- باقی‌مانده‌ی سم دیازینون.....
۶۳	۳-۴-۲- باقی‌مانده‌ی سم تری‌سیکلازول.....
۶۴	<b>فصل چهارم - بحث.....</b>
۶۵	۴-۱- اثر سموم بر فیزیولوژی گیاه.....
۶۹	۴-۲- اثر سموم بر آناتومی ریشه.....
۷۲	۴-۳- اثر سموم بر مورفولوژی گیاه.....
۷۷	۴-۴- باقی‌مانده‌ی سموم.....
۷۹	۴-۵- نتیجه‌گیری کلی.....
۸۰	۴-۶- پیشنهادات.....
۸۱	<b>منابع.....</b>
۹۰	<b>ضمائم.....</b>



## فهرست جداولها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۸.....	جدول ۱-۲ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.....
۳۱.....	جدول ۲-۲ خصوصیات رقم هاشمی .....
۹۰.....	جدول ضمیمه ۱. مقایسه میانگین اثر سموم بر میزان جذب نیتروژن در مراحل و بخش‌های مختلف .....
۹۱.....	جدول ضمیمه ۲. مقایسه میانگین اثر سموم بر میزان جذب فسفر در مراحل و بخش‌های مختلف .....
۹۲.....	جدول ضمیمه ۳. مقایسه میانگین اثر سموم بر میزان جذب پتاسیم در مراحل و بخش‌های مختلف .....
۹۳.....	جدول ضمیمه ۴. مقایسه میانگین اثر سموم بر میزان پروتئین دانه.....
۹۴.....	جدول ضمیمه ۵. مقایسه میانگین اثر سموم بر ضخامت بافت‌های مختلف ریشه.....
۹۵.....	جدول ضمیمه ۶. مقایسه میانگین اثر سموم بر صفات مورفولوژیکی .....

## فهرست شکل‌ها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
شکل ۱-۱- برش عرضی ریشه‌ی برنج.....	۵
شکل ۱-۲- بزرگنمایی برش عرضی استوانه‌ی مرکزی ریشه‌ی برنج.....	۶
شکل ۱-۳- ساختار دیازینون.....	۱۷
شکل ۱-۴- ساختار بوتاکلر.....	۱۸
شکل ۱-۵- ساختار تری‌سیکلازول.....	۱۹
شکل ۱-۲- آماده‌سازی زمین و کرت‌بندی.....	۳۱
شکل ۱-۳- تغییرات میزان جذب نیتروژن در برگ تحت تاثیر سموم مختلف در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج.....	۴۱
شکل ۲-۳- تغییرات میزان جذب نیتروژن در ساقه تحت تاثیر سموم مختلف در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج.....	۴۲
شکل ۳-۳- تغییرات میزان جذب نیتروژن در دانه‌ی سفید و با شلتوک برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۴۳
شکل ۴-۳- تغییرات میزان جذب فسفر در برگ تحت تاثیر سموم مختلف در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج.....	۴۴
شکل ۵-۳- تغییرات میزان جذب فسفر در ساقه تحت تاثیر سموم مختلف در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج.....	۴۵
شکل ۶-۳- تغییرات میزان جذب فسفر در دانه‌ی سفید و با شلتوک برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۴۶
شکل ۷-۳- تغییرات میزان جذب پتاسیم در برگ تحت تاثیر سموم مختلف در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج.....	۴۷
شکل ۸-۳- تغییرات میزان جذب پتاسیم در ساقه تحت تاثیر سموم مختلف در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج.....	۴۸
شکل ۹-۳- تغییرات میزان جذب پتاسیم در دانه‌ی سفید و با شلتوک برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۴۹
شکل ۱۰-۳- تغییرات درصد پروتئین در دانه‌ی سفید و با شلتوک رقم هاشمی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۰
شکل ۱۱-۳- تغییرات ضخامت پوست ریشه‌ی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۱
شکل ۱۲-۳- برش عرضی ریشه‌ی برنج رقم هاشمی، بافت پوست، $\times 10$ .....	۵۱
شکل ۱۳-۳- تغییرات قطر استوانه‌ی مرکزی ریشه‌ی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۲
شکل ۱۴-۳- برش عرضی ریشه‌ی برنج رقم هاشمی، بافت استوانه‌ی مرکزی، $\times 40$ .....	۵۲
شکل ۱۵-۳- تغییرات قطر آوند چوب ریشه‌ی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۳
شکل ۱۶-۳- برش عرضی ریشه‌ی برنج رقم هاشمی، آوند چوب، $\times 40$ .....	۵۳
شکل ۱۷-۳- تغییرات قطر آوند آبکش ریشه‌ی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۴
شکل ۱۸-۳- برش عرضی ریشه‌ی برنج رقم هاشمی، آوند آبکش، $\times 40$ .....	۵۴
شکل ۱۹-۳- تغییرات ضخامت نوار کاسپاری ریشه‌ی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۵
شکل ۲۰-۳- برش عرضی ریشه‌ی برنج رقم هاشمی، نوار کاسپاری (آندودرم)، $\times 40$ .....	۵۵
شکل ۲۱-۳- تغییرات ارتفاع بوته‌ی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۶
شکل ۲۲-۳- تغییرات طول ریشه‌ی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۷
شکل ۲۳-۳- تغییرات تعداد پنجه در بوته برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۸
شکل ۲۴-۳- تغییرات وزن هزار دانه برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۵۹
شکل ۲۵-۳- تغییرات عملکرد دانه‌ی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۶۰
شکل ۲۶-۳- تغییرات وزن خشک بوته‌ی برنج تحت تاثیر سموم مختلف.....	۶۱
شکل ۲۷-۳- پیک مربوط به استاندارد ppm 100 حشره‌کش دیازینون با زمان بازیابی حدود ۱۵/۴۱ دقیقه.....	۶۲

- شکل ۳-۲۸- پیک حشره‌کش دیازینون در نمونه‌های سم‌پاشی شده ..... ۶۲
- شکل ۳-۲۹- پیک مربوط به استاندارد ۱۰۰ ppm قارچ‌کش تری‌سیکلزول با زمان بازیابی حدود ۱۵/۷۶ دقیقه ..... ۶۳
- شکل ۳-۲۸- پیک مربوط به نمونه‌های سم‌پاشی شده با قارچ‌کش تری‌سیکلزول ..... ۶۳

بررسی تاثیر سموم حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش بر برخی پارامترهای مورفولوژیکی، آناتومیکی و فیزیولوژیکی  
برنج رقم هاشمی  
زهرا الماسی

### چکیده

برنج یکی از مهم‌ترین محصولات غذایی در سرتاسر جهان می‌باشد. این محصول زراعی همانند سایر محصولات زراعی در مراحل رشد خود در معرض حمله‌ی آفات و حشرات قرار می‌گیرد و می‌تواند بر کیفیت و بازده محصول موثر باشد. امروزه امنیت غذایی یکی از مسائل مهم زندگی بشری است. استفاده‌ی فراوان از آفت‌کش‌ها در مزارع برنج مشکلاتی را به وجود می‌آورد. به منظور بررسی تاثیر سموم حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش بر برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی (جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و درصد پروتئین دانه)، آناتومیکی (ضخامت پوست، آندودرم، استوانه مرکزی، آوند چوب و آوند آبکش ریشه) و مورفولوژیکی (ارتفاع گیاه، طول ریشه، تعداد پنجه، وزن هزار دانه، عملکرد، وزن خشک بوته) بخش‌های مختلف گیاه برنج (*Oryza sativa* L.) رقم هاشمی و هم چنین میزان باقی‌مانده‌ی سم دیازینون و تری‌سیکلازول، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل با ۴ تیمار و در ۳ تکرار انجام شد. نمونه برداری‌ها از بوته‌ها، پس از دوره‌ی کارنس هر آفت‌کش در هر مرحله‌ی رشدی با انتخاب تصادفی ۴ بوته‌ی کامل از هر کرت انجام شد. نتایج نشان داد که هیچ یک از سموم بر صفات فیزیولوژی، آناتومی و مورفولوژی بررسی شده اثر معنی‌داری در مقایسه با کنترل نداشت، که این احتمالاً به دلیل استفاده از سموم در حد مجاز و توصیه شده می‌باشد. هم چنین نتایج نشان داد میزان باقی‌مانده‌ی سم دیازینون در دانه‌ی سفید رقم محلی هاشمی ۰/۳ ppm و باقی‌مانده‌ی سم تری‌سیکلازول زیر حد تشخیص بود. میزان باقی‌مانده‌ی نهایی سم دیازینون، از حد مجاز ۰/۱ ppm تعیین شده توسط کدکس کم‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: دیازینون، بوتاکلر، تری‌سیکلازول، رقم هاشمی برنج، مورفولوژی، فیزیولوژی، آناتومی

**Effects of insecticide, herbicide and fungicide on some of morphological, anatomical and physiological parameters of rice, cultivar of Hashemi**

Zahra Almasi

**Abstract**

Rice is one of the most important crops in the world. Like other crop, rice is vulnerable in growth stages attacking by pests and insects, it can affect the quality and quantify of yield. Food security is one of the important issues of human life today. Excessive usage of pesticides in paddy rice creates numerous problems. In order to evaluation the effects of insecticide, herbicide and fungicide on some of physiological parameters (nitrogen, phosphorus and potassium uptake and percentage of garin protein), anatomical (epiderm, derm, central cylinder, xylem and phloem of root) and morphological (plant height, root length, number of tiller, 1000-grain weight, grain yield and dry mass of hill) in different parts of rice plant, local variety of Hashemi, this experiment was carried out in a factorial design at randomized complete block design with 4 treatments and 3 replications. After currency period of the pesticide, 4 randomly selected plants were collected in each stage from each plot. The results indicated that none of the pesticides did not effected the examined physiological, anatomical and morphological parameters compared with the control that is probably due to the use of pesticides in the permitted and recommended limits. Also, the results showed that residue of Diazinon in the white grian of Hashemi, local variety was .03 ppm and residue of Tricyclazole was lower than limit of detection. The final residues of Diazinon was lower than recommended limit determinated by codex.

**Key words:** Diazinon, Butachlor, Tricyclazole, rice cultivar Hashemi, morphology, physiology, anatomy

# فصل اول

## مقدمه



(مازندران و گیلان) کشت گردیده و در زمان اشکانیان، جانگ‌کی‌ین، سفیر و سردار چین (۱۲۶ سال قبل از میلاد مسیح) به کشت برنج در تاکستان و سرزمین پارت‌ها و کلد، اشاره کرده است. به نظر می‌رسد کشت برنج در استان‌های شمالی ایران به وسیله‌ی پارت‌ها در ۲۰۰۰ سال پیش معمول بوده است (قربانی، ۱۳۸۸).

### ۱-۱-۲- مشخصات گیاه‌شناسی

برنج از گیاهان مهم تیره‌ی غلات است که جنس و گونه‌های متنوعی دارد (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶). برنج از تیره‌ی غلات (*Poaceae*)، زیر تیره‌ی *Pooideae*، قبیله‌ی *Oryzaceae* و جنس *Oryza* می‌باشد (Tripathi et al., 2012). جنس *Oryza* دارای ۲۰ گونه‌ی وحشی و ۲ گونه‌ی زراعی *Oryza sativa* و *Oryza glaberrina* می‌باشد. *Oryza sativa* در همه‌ی جای جهان رشد می‌کند، در حالی که *Oryza glaberrina* در غرب آفریقا از حدود ۳۵۰۰ سال پیش کشت داده می‌شود (یحیی امام، ۱۳۸۲؛ Pareja et al., 2011).

برنج گیاهی است تک لپه، خودگشن، یکساله، دارای سیستم ریشه‌ی گسترده و افشان و گل‌آذین آن به صورت خوشه‌ی مرکب است. برنج گیاهی است نیمه آبی و تا زمان رسیدن، حدود ۲۰-۸ هزار متر مکعب در هکتار آب احتیاج دارد. زراعت برنج تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر از سطح دریا به ویژه در نواحی حاره و نیمه حاره متمرکز است و نیاز حرارتی آن از دیگر غلات بیشتر است (خدابنده، ۱۳۷۷).

### ۱-۱-۳- ریخت‌شناسی گیاه برنج

#### ۱-۳-۱-۱- برگ

برگ برنج شامل غلاف و پهنک است که در محل اتصال آن‌ها یک زبانک و یک گوشوارک وجود دارد. پهنک برگ ساختمان نیزه‌ای داشته و دارای یک رگبرگ میانی با رگبرگ‌های جانبی کوچک و بزرگ موازی در طرفین است. پهنک برگ با توسعه و نمو خود، اندام اصلی برای فتوسنتز و تعرق گیاه محسوب می‌شود. در ساقه‌ی اصلی ۱۴ تا ۱۷ برگ تولید می‌شود (اصفهان‌ی و همکاران، ۱۳۸۸).

#### ۱-۳-۱-۲- ساقه

ساقه‌ی برنج توخالی، بند بند و استوانه‌ای شکل و نرم به نام سوفار می‌باشد. در امتداد ساقه، جداره‌های سخت و توپوری است که گره نام دارد. تعدا گره‌های روی ساقه ۲۰-۱۰ عدد می‌باشد. وارپته‌های زودرس معمولاً گره‌های کم‌تری نسبت به وارپته‌های



دیپرس دارند و سرعت رشد ساقه در آن‌ها سریع‌تر است. ارتفاع بوته‌ی برنج ۱۵۰-۵۰ سانتی‌متر متغیر بوده و گاهی به ۲۰۰ سانتی‌متر می‌رسد (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶).

#### ۱-۳-۱-۱- پنجه

از لحاظ گیاه‌شناسی، انشعابات از جوانه‌های جانبی ساقه، پنجه نامیده می‌شود. هر پنجه از محور برگ واقع روی هر یک از گره‌های ساقه رشد می‌کند (اصفهانی و همکاران، ۱۳۸۸). گیاه برنج در طول خزانه ۲-۱ پنجه تولید می‌نماید. این پنجه در مراحل اولیه‌ی رشد، برای تامین مواد غذایی خود، از ساقه‌ی اصلی استفاده می‌کنند و پس از ظهور حداقل ۳ برگ و ۴ ریشه مستقل می‌شوند (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶).

#### ۱-۳-۱-۱- پانیکول

پانیکول‌ها که بخش بالایی گیاه برنج واقع بر آخرین میانگره هستند، گل‌آذین گیاه برنج را تشکیل می‌دهند. پانیکول‌ها از انشعابات اولیه‌ای تشکیل می‌شوند که روی آن‌ها انشعابات ثانویه‌ای قرار گرفته‌اند که خود دارای خوشه‌چه‌ها می‌باشند. تعداد انشعابات اولیه و ثانویه به نوع گونه و رقم بستگی دارد.

#### ۱-۳-۱-۱- گل

گل از اندام‌های جنسی نر (بساک‌های محتوی گرده) و ماده (تخمدان) تشکیل شده است. برنج گیاهی خودگشن بوده و لقاح در آن از طریق گرده‌ی همان گل اتفاق می‌افتد (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶).

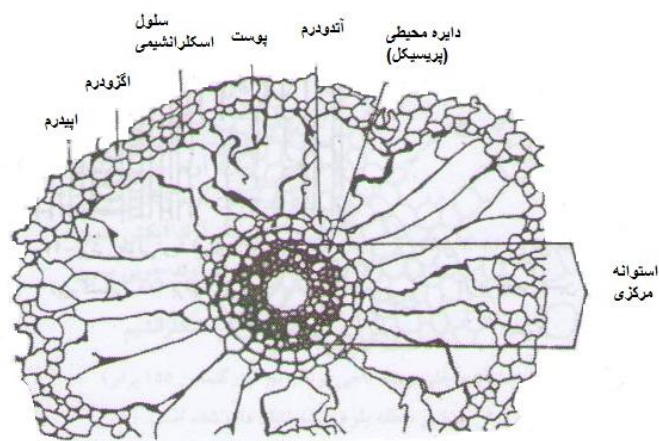
#### ۱-۳-۱-۱- ریشه

ریشه اندامی است که در جذب آب و عناصر غذایی، سنتز هورمون‌های گیاهی، آمینواسیدها و اسیدهای آلی دخالت دارد. مرفولوژی و فیزیولوژی ریشه ارتباط نزدیکی با رشد و نمو بخش‌های هوایی گیاهان دارد (Yang et al., 2012; Gowda et al., 2011). برنج گیاهی است یک ساله و علفی که دارای ریشه‌ی افشان، سطحی، قوی و به رنگ سفید می‌باشد. سیستم گسترده‌ی ریشه‌ی برنج بستگی به وارپته، حاصل خیزی خاک، بافت و تهویه‌ی خاک دارد (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶).

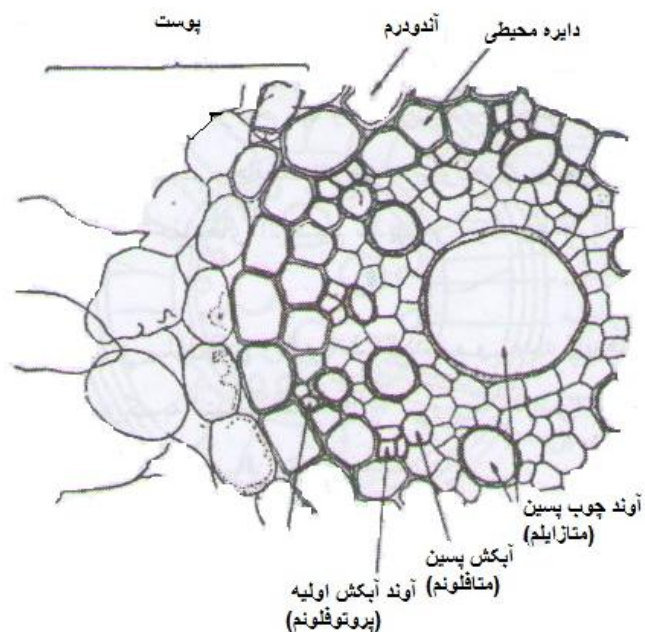
## ۱-۱-۳-۶-۱ ساختمان داخلی ریشه برنج (آناتومی ریشه)

برش عرضی ریشه‌ی برنج در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. بقایای اپیدرم که تا حدودی پاره شده‌اند، در خارجی‌ترین بخش قابل مشاهده است. دومین لایه (اگزودرم) با دیواره‌ی سلولی چوب پنبه‌ای، نقشی مشابه با اپیدرم ایفا کرده و همراه با سلول‌های کوچک اسکلرانشیمی لایه‌ی حفاظتی اطراف ریشه را تشکیل می‌دهد. پوست که شامل ۸ تا ۱۰ لایه‌ی سلولی است تقریباً ناپدید شده و به صورت زائده‌هایی در مقطع عرضی دراز و کشیده با دیواره‌های عمودی در فواصل ثابت به چشم می‌خورد. قسمت بیرونی پوست که فاقد سیتوپلاسم است، حفره‌های آئرانشیم (حفره‌های هوا) نامیده می‌شوند، ولی داخلی‌ترین لایه‌ی پوست بدون تغییر باقی می‌ماند. آندورم لایه‌ای از سلول‌های گرد و تقریباً هم اندازه است که به صورت حلقه‌ای، استوانه‌ی مرکزی را احاطه می‌کند.

ساختمان داخلی استوانه‌ی مرکزی در شکل ۱-۲ نشان داده شده است. خارجی‌ترین لایه، دایره‌ی محیطی (پریسیکل) نامیده می‌شود که معمولاً شامل لایه‌ای از سلول‌ها با دیواره‌ی ضخیم است. آوند چوبی اولیه به صورت پراکنده در بخش‌هایی که دایره‌ی محیطی قطع شده به وجود می‌آید. در سمت داخل آوند چوبی اولیه، آوند چوبی پسین واقع شده که بزرگ‌تر از آوند چوبی اولیه است. آوند آبکش اولیه از عناصر غربالی که مقطع عرضی لوزی دارند، تشکیل شده و در هر طرف این عناصر سلول‌های همراه به چشم می‌خورند. آوند آبکش پسین در بخش داخلی‌تر ریشه وجود دارد و دارای عناصر غربالی بوده که از سرتاسر آن‌ها، مواد متابولیکی هورمون‌ها، مواد غذایی موجود در آندوسپرم و مواد پرورده از شاخساره‌ها به ریشه‌ها منتقل می‌شوند. (اصفهانی و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل ۱-۱- برش عرضی ریشه‌ی برنج (اصفهانی و همکاران، ۱۳۸۸)



شکل ۱-۲- برش عرضی استوانه‌ای مرکزی ریشه‌ی برنج (اصفهانی و همکاران، ۱۳۸۸)

#### ۱-۴-۱-۱- مراحل رشد و نمو برنج

طول دوره‌ی رویش ارقام برنج با توجه به وارپته و محیط، دارای محدوده‌ای بین ۱۱۰ تا ۱۵۰ روز از جوانه زنی تا رسیدن است. رشد گیاه برنج از نظر زراعی می‌تواند به سه مرحله تقسیم شود:

۱- رشد رویشی (جوانه زنی تا تولید پانیکول)

۲- رشد زایشی (تولید پانیکول تا خوشه دهی)

۳- پرشدن دانه و رسیدن یا بلوغ (خوشه دهی تا رسیدن)

#### ۱-۴-۱-۱-۱- مراحل رشد رویشی

رشد رویشی توسط پنجه‌زنی و افزایش تدریجی در ارتفاع گیاه و ظهور برگ با فواصل منظم، مشخص می‌شود. طول مدت این مرحله، طول دوره‌ی رشد وارپته‌ها را معین می‌کند. بعضی از وارپته‌های خیلی زودرس هستند یعنی مرحله‌ی رشد رویشی

کوتاهی دارند. در حالی که بعضی از وارپته‌ها نیز مرحله‌ی زایشی کوتاهی دارند (عظیم‌زاده و عظیم‌زاده، ۱۳۹۰؛ Rice Production Handbook, 2000).

#### ۱-۱-۴-۱-۱- جوانه‌زنی بذر

جوانه‌زنی هنگامی اتفاق می‌افتد که پوشش بذر، آب کافی جذب کرده و به صورت نرم و قابل ارتجاع درآمدن باشد. کلئوریزا (غلافی که ریشه‌چه یا ریشه‌ی جنینی اولیه را می‌پوشاند) به آرامی طویل شده و ریشه‌چه از میان این پوشش بیرون آمده و در خاک مستقر می‌شود. غلاف ساقه‌چه (کلئوپتیل) نیز طویل می‌شود. این امر در طی دو روز و هنگامی که دما بین ۲۱ تا ۳۶ درجه‌ی سانتی‌گراد است، انجام می‌شود. در دماهای پایین‌تر یا بالاتر از حد مطلوب، جوانه‌زنی مدت بیش‌تری به طول خواهد انجامید. جوانه‌زنی در محدوده‌ی دمایی ۱۰ تا ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد انجام می‌شود، ولی دمای مطلوب برای جوانه‌زنی حدود ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است (عظیم‌زاده و عظیم‌زاده، ۱۳۹۰؛ Rice Production Handbook, 2000).

#### ۱-۱-۴-۱-۲- خروج گیاهچه

خروج گیاهچه هنگامی به وقوع می‌پیوندد که اولین میانگره که مزوکوتیل نامیده می‌شود طویل شده و انتهای غلاف ساقه‌چه را به سطح خاک هدایت می‌کند (عظیم‌زاده و عظیم‌زاده، ۱۳۹۰). این مرحله دوره‌ای در حدود ۱۴ روز می‌باشد که به دنبال جوانه‌زنی اتفاق می‌افتد و در طی آن گیاهچه‌های جوان از ذخیره‌ی غذایی اندوسپرم تغذیه می‌کنند. در این مرحله هر ۳ تا ۴ روز یک برگ تولید می‌شود و هم‌چنین در طی این مرحله گیاهچه ریشه‌ها را تولید می‌کند (Rice Production Handbook, 2000).

#### ۱-۱-۴-۱-۳- پنجه‌دهی

مرحله‌ای که در طی آن گیاهچه پنجه‌ها را تولید می‌کند. پنجه‌دهی معمولاً در مرحله‌ی پنج‌برگی هنگامی که اولین پنجه از جوانه‌ی محوری دومین برگ روی ساقه قابل مشاهده بود، آغاز می‌گردد. فرآیند پنجه‌دهی هنگام پدیدار شدن ششمین برگ ادامه می‌یابد و پنجه‌ی دوم از جوانه‌ی محوری سومین برگ بیرون می‌آید. فرآیند پنجه‌دهی به طور هم‌زمان با تولید برگ‌های بیش‌تر روی ساقه‌ی اصلی ادامه می‌یابد. در طی این دوره، ریشه‌های ثانویه تا زمان غرقاب کردن به رشد به طرف پایین ادامه می‌دهند (عظیم‌زاده و عظیم‌زاده، ۱۳۹۰).