بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی
پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی زراعت

تأثیر نیتروژن بر رشد، غلظت عناصر معدنی و عملکرد کمی و کیفی ارقام برنج در کشت مجدد

نگارنده : رحمان براری

استاد راهنما
دکتر مصطفی حیدری

استاد مشاور
دکتر الهیار فلاح

شهریور ۱۳۹۶

شماره : ۴۲۴
تاریخ : ۱۳۹۶/۷/۲۴

بسمه‌تعالی

دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای **رحمان براری** با شماره دانشجویی ۹۴۰۳۵۲۴ رشته **کشاورزی** گرایش **زراعت** تحت عنوان : **تأثیر نیتروژن بر رشد، غلظت عناصر معدنی و عملکرد کمی و کیفی ارقام برنج در کشت مجدد** که در تاریخ ۱۳۹۶/۰۶/۲۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: عالی خوب...) ☐ **مردود** ☐

نوع تحقیق: **نظری** ☐ **عملی** ■

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	مصطفی حیدری	دانشیار	
۲- استاد راهنمای دوم	-	-	
۳- استاد مشاور	الهیار فلاح	استادیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	شاهرخ قرنجیک	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	احمد غلامی	دانشیار	
۶- استاد ممتحن دوم	مهدی برادران فیروزآبادی	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: محمدرضا عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصره : در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم به:

زیباترین نقش های عالم، هستی و صفا بخش محفل گرم خانواده که به هر چه رسیده ام در سایه دعاهایشان بوده است.

اسطوره ایمان و استقامت پدر بزرگوارم و تندیس محبّت، مادر مهربانم

دست های توانایشان را می بوسم،

و یاور روزهای سخت زندگی، همسر صبور و فداکارم که ایثارش سختی دوران تحصیل را بر من آسان نمود

و عزیزترینم مهیار پوینده آتی وادی علم و ادب

تشکر و قدردانی

"من لم یشکر المخلوق، لم یشکر الخالق "نبی اکرم (ص)

سپاس خدای را که سخنوران در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان حق او را گزاردن نتوانند. خداوند بزرگ و رب کریم را سپاسگزارم که فرصتی دیگر به من عنایت فرمود تا بیش از پیش بدانم که هیچ نمی دانم و تمام دستاوردهای دوران تحصیل را حاصل لطف و کرم او می دانم که هیچگاه لطفش را از من دریغ نکرد و عاجزانه خواستار استمرار محبت بی پایان آن خالق یکتا می باشم. اذعان دارم که این پایان نامه

باهمه‌ی کاستی‌ها و نقصان در آن، بدون مشیت الهی، کمک و همراهی اساتید ارجمندم که بنده را در مراحل مختلف تحقیق یاری نمودند به انجام نمی‌رسید.

در آغاز بر خود واجب می‌دانم که در جایگاه تقدیر از مقام شامخ استاد و معلم، صمیمانه‌ترین مراتب قدردانی را از استاد گرانقدر و ارزشمندم جناب آقای دکتر مصطفی حیدری که در طول تحقیق بر فعالیت‌های اینجانب نظارت داشتند و همواره از دانش، تجربه و تعهد کم نظیرشان بهره‌مند گشتم قدردانی کنم. از استاد مشاور جناب آقای دکتر الهیار فلاح به پاس زحمات بی‌دریغ و دلسوزانه‌شان که همواره در طول اجرای تحقیق، تهیه و اتمام پایان نامه، راهنما و راهگشایم بوده و از محضرشان بهره علمی وافر را برده ام، مراتب سپاسگزاری خود را بیان می‌دارم. همچنین از مجموعه همکاران معاونت مؤسسه تحقیقات برنج مازندران به خاطر حمایت‌ها و زحمات زیادی که در جهت پیشبرد پایان نامه متقبل شدند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

رحمان براری

شهریور ۹۶

تعهد نامه

اینجانب **رحمان براری** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **زراعت** دانشکده **کشاورزی** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **تأثیر نیتروژن بر رشد، غلظت عناصر معدنی و عملکرد کمی و کیفی ارقام برنج در کشت مجدد** تحت راهنمائی **دکتر مصطفی حیدری** متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

.

تاریخ

امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده :

یکی از ظرفیت‌های افزایش تولید برنج در مازندران را می توان به قابلیت کشت مجدد برنج بعد از برداشت اول آن اشاره نمود. از اینرو به منظور بررسی تأثیر نیتروژن بر رشد، غلظت عناصر معدنی و عملکرد کمی و کیفی سه رقم برنج در کشت مجدد، آزمایشی بصورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵در مزرعه معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور مازندران (آمل) اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ارقام برنج طارم هاشمی، بینام و کوهسار به عنوان عامل اصلی و مقادیر کود نیتروژن در چهار سطح ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به عنوان عامل فرعی در نظرگرفته شد. نتایج نشان داد تیمار کودی نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، تعداد پنجه، شاخص سطح برگ (***LAI***)، سرعت رشد محصول(***NAR***) و مقدار کلروفیل برگ در مرحله گلدهی داشت. در بین ارقام، رقم طارم هاشمی نسبت به ارقام بینام و کوهسار از شرایط بهتری برخودار بود. تیمار کودی نیتروژن همچنین در مرحله رسیدگی تأثیر معنی داری بر صفات ارتفاع بوته، تعداد خوشه، عملکرد و اجزای عملکرد دانه و نیز عملکرد بیولوژیکی داشت. در این مرحله، رقم کوهسار نسبت به ارقام بینام و طارم هاشمی از برتری بیشتری برخودار بود. غلظت نیتروژن، درصد پروتئین و صفات کیفی همچون درصد آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن دانه تحت تأثیر تیمار کودی نیتروژن قرارگرفت اما مقادیر فسفر، پتاسیم و صفت قوام ژل دانه تحت تأثیر نیتروژن قرار نگرفت. در بین ارقام، رقم هاشمی از وضعیت بهتری نسبت به دو رقم دیگر از لحاظ درصد نیتروژن، درصد پروتئین، قوام ژل و دمای ژلاتینه شدن دانه برخودار بود. عملکرد برنج با افزایش مصرف نیتروژن بهبود یافت. بنابراین برای رقم کوهسار میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، برای ارقام طارم هاشمی و بینام میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی : برنج، شاخص‌های رشد، نیتروژن، عملکرد، غلظت عناصر، کشت مجدد.

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه:

مقایسه شاخص‌های رشد ارقام کوهسار، طارم هاشمی و بینام در سطوح مختلف نیتروژن درکشت مجدد برنج

هفدهمین همایش ملی برنج کشور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، بهمن ۱۳۹۵

تأثیر نیتروژن بر غلظت عناصر دانه و عملکرد شلتوک ارقام مختلف در کشت مجدد برنج

کنفرانس بین المللی کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی در هزاره سوم، دانشگاه فنی گرجستان و شرکت پیشگامان نوین، رشت، خرداد ۱۳۹۶

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول کلیات ۱

مقدمه ۲

کشت مجدد و اهمیت آن ۳

۱-۱- اهمیت و تاریخچه برنج ۶

۱-۲- وضعیت کشت و تولید برنج در جهان ۸

۱-۳- وضعیت کشت و تولید برنج در ایران ۱۰

۱-۴- گیاه شناسی برنج ۱۴

۱-۵- طبقه بندی برنج ۱۴

۱-۵-۱- طبقه بندی گونه *O. Sativa* از لحاظ خواص ظاهری ۱۴

۱-۵-۱-۱- تیپ ایندیکا ۱۵

۱-۵-۱-۲- تیپ ژاپونیکا ۱۵

۱-۵- ۱-۳- تیپ جاوانیکا ۱۵

۱-۶- مورفولوژی برنج ۱۶

۱-۷- طبقه بندی بر اساس تقسیم بندی *FAO* ۱۹

۱-۷-۱- طبقه بندی از لحاظ نسبت طول به قطر آنها ۱۹

۱-۷-۲ - طبقه بندی از لحاظ اندازه دانه ۲۰

۱-۷-۳- طبقه بندی از نظر وزن هزار دانه ۲۰

۱-۸- کیفیت برنج ۲۰

۱-۹- تقسیم بندی بر اساس خصوصیات کیفی ۲۰

۱-۹-۱- خصوصیات فیزیکی ۲۱

۱-۹-۲- خصوصیات شیمیایی ۲۱

۱-۱۰- خصوصیات برنج پخته ۲۳

۱-۱۱- خصوصیات مربوط به ارزش غذایی ۲۳

۱-۱۲- طبقه بندی برنج بر اساس میزان آمیلوز ۲۳

۱-۱۳- طبقه بندی برنج بر اساس میزان عطر و طعم ۲۴

۱-۱۴- طبقه بندی برنج های ایران از لحاظ خواص ظاهری ۲۴

۱-۱۴-۱- برنج های گروه صدری ۲۴

عنوان **صفحه**

۱-۱۴-۲- برنج های گروه چمپا ۲۴
۱-۱۴-۳- برنج‌های گروه گرده ۲۵
۱-۱۴-۴- ارقام اصلاح شده ۲۵
۱-۱۵- مراحل رشد و فنولوژی برنج ۲۵
۱-۱۵-۱- مرحله رویشی ۲۶
۱-۱۵-۱-۱- مرحله جوانه زدن تا سبز شدن ۲۶
۱-۱۵-۱-۲- مرحله رشد گیاهچه ای و پنجه زنی ۲۶
۱-۱۵-۱- ۳- مرحله طویل شدن ساقه ۲۷
۱-۱۵-۲- مرحله زایشی ۲۷
۱-۱۵-۲-۱- تشکیل خوشه تا آبستنی ۲۸
۱-۱۵-۲-۲- توسعه و ظهور خوشه ۲۸
۱-۱۶- گلدهی ۲۸
۱- ۱۷- مرحله رسیدگی ۲۸
۱- ۱۸- فیزیولوژی برنج ۲۹
۱-۱۹- سازگاری اکولوژیکی برنج ۳۰
۱-۲۰- نیازهای غذایی برنج ۳۰
۱- ۲۱- اشکال مختلف نیتروژن ۳۲
۱-۲۱-۱- آمونیوم تبادلی (NH_4^+) ۳۲
۱-۲۱-۲- نیترات ($N\overline{O_3}$) ۳۲
۱-۲۱-۳- آمونیوم تثبیت شده ۳۲
۴-۲۱-۱- اکسید نیتروژن ۳۲
فصل دوم بررسی منابع ۳۳
۲-۱- تأثیر نیتروژن در گیاه ۳۴
۲-۲- نیتروژن عنصر اصلی در کشت مجدد برنج ۳۷
۲- ۳- زمان مصرف کود نیتروژن و مدیریت مصرف آن ۳۸
۲- ۴- اثر نیتروژن بر صفات کمی ۳۹
۲- ۵- اثر نیتروژن بر صفات کیفی ۴۶
۲- ۶- اثر نیتروژن بر شاخص‌های رشد ۴۷

عنوان **صفحه**

۲- ۷- اثر نیتروژن بر رقم ۵۱

فصل سوم مواد و روش‌ها ۵۳

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش ۵۴

۳-۲- خصوصیات آب و هوایی منطقه ۵۴

۳-۳- مشخصات خاک محل آزمایش ۵۵

۳- ۴- معرفی و خصوصیات ارقام مورد استفاده ۵۶

۳- ۴- ۱- رقم کوهسار ۵۶

۳- ۴- ۲- رقم طارم هاشمی ۵۷

۳-۴-۳- رقم بینام ۵۷

۳- ۵- مشخصات آماری طرح ۵۸

۳- ۶- آماده سازی زمین ۵۸

۳- ۷- نمونه برداری و ارزیابی صفات ۵۹

۳- ۷- ۱- تعیین صفات مورفولوژیک ۵۹

۳- ۷- ۲- تعیین عملکرد و اجزای عملکرد ۶۰

۳-۷-۳- میزان کلروفیل برگ در مرحله گلدهی ۶۰

۳- ۷- ۴- محاسبه شاخص سطح برگ لحظه‌ای (***LAI***) ۶۱

۳- ۷- ۵- محاسبه سرعت رشد محصول لحظه ای(***CGR***) ۶۱

۳- ۷- ۶- محاسبه سرعت جذب خالص لحظه‌ای(***NAR***) ۶۱

۳- ۸- تعیین صفات کیفی ۶۲

۳- ۹- اندازه گیری درصد میزان آمیلوز از طریق دستگاه اسپکتروفتومتر ۶۳

۳- ۱۰- اندازه گیری درجه حرارت ژلاتینی شدن ۶۴

۳- ۱۱- اندازه گیری قوام ژل ۶۵

۳- ۱۲- اندازه گیری مقدار عناصر در دانه (***N.P.K***) ۶۵

۳- ۱۲- ۱- اندازه گیری نیتروژن دانه ۶۶

۳- ۱۲- ۲ - اندازه گیری فسفر دانه به روش کالریمتری ۶۷

۳-۱۲-۳- اندازه گیری پتاسیم به روش نشر شعله ای ۶۸

۳- ۱۳- تجزیه و تحلیل داده های آماری طرح ۶۸

فصل چهارم نتایج و بحث ۶۹

۴- ۱- صفات مورفولوژیک در مرحله گلدهی ۷۰

عنوان **صفحه**

۴- ۱- ۱- ارتفاع گیاه ۷۰
۴- ۱- ۲- تعداد پنجه ۷۱
۴- ۱- ۳- وزن خشک برگ ۷۲
۴-۱-۴- وزن خشک خوشه ۷۳
۴- ۱- ۵- وزن خشک ساقه ۷۳
۴- ۱- ۶- عملکرد بیولوژیک ۷۴
۴- ۲- شاخص‌های رشد در مرحله گلدهی ۷۶
۴- ۲- ۱- شاخص سطح برگ لحظه‌ای (***LAI***) ۷۶
۴- ۲- ۲- سرعت رشد محصول لحظه‌ای (***CGR***) ۷۸
۴- ۲- ۳- سرعت جذب خالص لحظه‌ای(***NAR***) ۷۹
۴-۲-۴- مقدار کلروفیل برگ (***SPAD***) ۸۰
۴- ۳- صفات مورفولوژیک در مرحله رسیدن ۸۱
۴- ۳- ۱- ارتفاع بوته ۸۱
۴- ۳- ۲- تعداد خوشه در مترمربع ۸۱
۴- ۳- ۳- طول خوشه ۸۲
۴-۳-۴- عملکرد بیولوژیک ۸۳
۴- ۳- ۵- تعداد دانه پر ۸۴
۴- ۳- ۶- تعداد دانه پوک ۸۵
۴- ۳- ۷- تعداد کل دانه ۸۷
۴- ۳- ۸- وزن هزار دانه ۸۸
۴- ۳- ۹- عملکرد دانه ۹۰
۴- ۳- ۱۰- شاخص برداشت ۹۲
۴-۴- مقدار عناصر معدنی در دانه ۹۳
۴- ۴- ۱- نیتروژن ۹۳
۴- ۴- ۲- فسفر ۹۴
۴- ۴- ۳- پتاسیم ۹۵
۴-۴-۴- درصد پروتئین ۹۶
۴- ۵- صفات کیفی ۹۷
۴- ۵- ۱- دمای ژلاتینه شدن ۹۷

عنوان **صفحه**

۴- ۵- ۲- درصد آمیلوز دانه ۹۸
۴- ۵- ۳- غلظت ژل ۹۹
۴- ۶- نتیجه گیری ۱۰۱
۴- ۷- پیشنهادات ۱۰۲
منابع ۱۱۳

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- درصد توزیع سطح زیر کشت شلتوک در استان های کشور در سال زراعی ۹۴-۹۳ ..... ۱۲
شکل ۱- ۲- درصد توزیع میزان تولید شلتوک در استان های کشور در سال زراعی ۹۴-۹۳ ..... ۱۲
شکل ۱- ۳- اندام رویشی بوته برنج ۱۷
شکل ۱- ۴- اندام زایشی برنج ۱۸
شکل ۱- ۵- بخش‌های مختلف دانه برنج ۱۹
شکل ۱- ۶- مراحل فنولوژی گیاه برنج ۲۹
شکل ۳- ۱- مراحل تبدیل شلتوک به برنج سفید ۶۲
شکل ۲-۳- آماده سازی نمونه برای آزمون آمیلوز و دستگاه اسپکتروفوتومتر برای اندازه گیری آمیلوز ۶۳
شکل ۳- ۳- تغییرات دانه برنج در محلول قلیا ۶۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- وضعیت تولید شلتوک کشورهای مختلف از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ میلادی ۱۳

جدول ۱-۲- میزان تولید شلتوک و سطح زیر کشت برنج در جهان و ده کشور عمده تولیدکننده برنج ۱۳

جدول ۱-۳- روند جذب مواد غذایی در مراحل مختلف رشد تا رسیدن در برنج ۳۱

جدول ۱- ۴- حد مطلوب درصد عناصر غذایی در خاک، برگ، کاه و دانه برنج ۳۱

جدول ۳-۱- داده های هواشناسی مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در یک دوره ۶ ماهه ۵۵

جدول ۳- ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قبل از کاشت در قطعه آزمایشی ۵۶

جدول ۴- ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه و وزن خشک ساقه، برگ و خوشه در مرحله گلدهی تحت تأثیر کود نیتروژن و رقم ۱۰۳

جدول ۴- ۲- مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، و وزن خشک ساقه، برگ و خوشه در ارقام مختلف برنج در مرحله گلدهی ۱۰۳

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، وزن خشک ساقه، برگ و خوشه در سطوح مختلف نیتروژن در مرحله گلدهی ۱۰۴

جدول ۴-۴- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رشد و مقدار کلروفیل برگ در مرحله گلدهی تحت تأثیر کود نیتروژن و رقم ۱۰۴

جدول ۴- ۵- مقایسه میانگین مربعات صفات شاخص‌های رشد و مقدار کلروفیل برگ در ارقام مختلف برنج در مرحله گلدهی ۱۰۵

جدول ۴- ۶- مقایسه میانگین مربعات صفات شاخص‌های رشد و مقدار کلروفیل برگ در سطوح مختلف نیتروژن در مرحله گلدهی ۱۰۵

جدول ۴-۷- نتایج تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، تعداد خوشه، طول خوشه، وزن خشک ساقه، خوشه و عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدن تحت تأثیر کود نیتروژن و رقم ۱۰۶

جدول ۴-۸- مقایسه میانگین مربعات ارتفاع بوته، تعداد خوشه، طول خوشه، وزن خشک ساقه، خوشه و عملکرد بیولوژیک در ارقام مختلف برنج در مرحله رسیدن ۱۰۶

جدول ۴-۹- مقایسه میانگین مربعات ارتفاع بوته، تعداد خوشه، طول خوشه، وزن خشک ساقه، خوشه و عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف نیتروژن در مرحله رسیدن ۱۰۷

جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در مقادیر مختلف نیتروژن بر طول خوشه و وزن خشک خوشه در مرحله رسیدن ۱۰۷

جدول ۴- ۱۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد، شاخص برداشت، آمیلوز، غلظت ژل و دمای ژلاتینه شدن تحت تأثیرکود نیتروژن و رقم ۱۰۸

جدول ۴- ۱۲- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌برداشت، آمیلوز، غلظت ژل و دمای ژلاتینه شدن در ارقام مختلف برنج در مرحله رسیدن ۱۰۹

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱۳- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد، شاخص برداشت، آمیلوز، غلظت ژل و دمای ژلاتینه شدن در سطوح مختلف نیتروژن در مرحله رسیدن ۱۰۹

جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در مقادیر مختلف نیتروژن بر صفات عملکرد، آمیلوز، غلظت ژل و دمای ژلاتینه شدن در مرحله رسیدن ۱۱۰

جدول ۴- ۱۵- نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر معدنی و درصد پروتئین تحت تأثیرکود نیتروژن و رقم ۱۱۱

جدول ۴- ۱۶- مقایسه میانگین مربعات غلظت عناصر معدنی و درصد پروتئین در ارقام مختلف برنج ۱۱۱

جدول ۴- ۱۷- مقایسه میانگین مربعات غلظت عناصر معدنی و درصد پروتئین در سطوح مختلف نیتروژن ۱۱۲

جدول ۴- ۱۸- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در مقادیر مختلف نیتروژن بر غلظت عناصر و درصد پروتئین ۱۱۲

فصل اول

کلیات

مقدمه:

افزایش سالانه ۱/۵٪ جمعیت جهان به گونه ای است که پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۰ میلادی جمعیت دنیا به حدود ۸ میلیارد و در سال ۲۰۵۰ میلادی به حدود ۱۱ میلیارد نفر برسد. سهم عمده این رشد جمعیت مربوط به کشورهای آفریقایی، آسیایی و آمریکایی لاتین می‌باشد که در حال حاضر از تراکم جمعیت و کمبود غذا رنج می‌برند. در نتیجه مسئلهٔ غذا مشکل بزرگی است که در این منطقه و از جمله کشور ما مطرح خواهد بود.

محصولات زراعی از اهمیت بسیار بالایی در تأمین غذای جمعیت جهان برخوردار هستند با توجه به محدودیت زمین و آب برای افزایش سطح زیر کشت تنها راه حل برای تأمین مواد غذایی بیشتر جهت تغذیه جمعیت کشور، استفاده از فناوری‌های مختلف است(یزدی صمدی ۱۳۷۹). افزایش تولیدات کشاورزی برای رفع نیاز غذایی بشر از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید در واحد سطح امکان پذیر است.

در سال‌های اخیر افزایش تولید در بخشهای مختلف کشاورزی مرهون تلاش مسئولان و محققان بخش کشاورزی، افزایش توانمندی کشاورزان با روش‌های نوین تولید، استفاده معقولانه از نهاده‌ها بوده است. با این حال وضعیت کنونی کماکان مطلوب نبوده و با توجه به برنامه‌های دولت و پیش بینی در سند چشم انداز ایران ۱۴۰۰ در زمینه کشاورزی ناگزیر به تلاش و تولید بیشتر هستیم.

در کشاورزی پایدار که هدف مسئولان و متخصصان کشاورزی است، سعی می‌شود ضمن اقتصادی کردن امر تولید از طریق استفاده بهینه از کودهای شیمیایی، مصرف معقولانه سموم و آفت کش‌ها و افزایش مواد آلی خاک‌ها، حفاظت از محیط زیست که متعلق به نسل‌های کنونی و آتی بوده و ضامن سلامت یکایک افراد جامعه می‌باشد نیز در نظر گرفته شود. توجه به کیفیت محصولات تولیدی با عنایت به استانداردهای امروزی و باقی ماندن در صحنه رقابت‌های بین المللی اجتناب ناپذیر می باشد و از مواردی است که در پایداری سیستم‌های کشاورزی نقش اساسی دارد.

مصرف صحیح و متناوب کودها (شیمیایی، حیوانی، کمپوست گیاهی یا کود سبز) مهم‌ترین و اساسی ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش میزان عملکرد محصولات کشاورزی است (ملکوتی ۱۳۷۸).

کشت مجدد برنج در استان مازندران یکی از راه‌های افزایش تولید می‌باشد که در سال‌های اخیر سطح آن رو به گسترش است. اما در بعضی از سال‌ها به علت شرایط نامساعد محیطی خسارت بر ارقام بومی برنج زیاد می‌باشد. امکان کشت دو یا سه بار برنج در سال در مناطق گرمسیری وجود دارد. اما فصل رشد برای زراعت برنج در استان مازندران در بعضی از سال‌ها مانع تولید دو محصول برنج می‌شود. مصرف بی‌رویه کودها، سموم شیمیائی و دیگر نهاده‌های تولید نه تنها منجر به افزایش هزینه تولید شده بلکه باعث تخریب منابع تولید و محیط زیست و در بعضی موارد حتی باعث کاهش عملکرد در درازمدت گردیده است. آمار غیررسمی سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران حاکی از کشت مجدد ارقام بینام، طارم هاشمی و محلی در سطحی بالغ بر ۳۰ هزار هکتار در استان مازندران در سال ۱۳۹۴ می‌باشد.

طول دوره رشد گیاه برنج در کشت مجدد در استان مازندران ممکن است تا آبان ماه ادامه یابد و در نتیجه امکان برخورد با سرمای زودرس پاییزه وجود دارد. تأخیر در رسیدن محصول ناشی از هوای سرد و بارندگی شدید باعث مشکلات متعددی در برداشت محصول شده و تهیه زمین را برای کاشت محصول بعدی نیز با مشکل روبرو می‌کند.

کشت مجدد و اهمیت آن:

یکی از ظرفیت‌های افزایش تولید برنج در مازندران را می توان به قابلیت کشت مجدد برنج بعد از برداشت اول آن اشاره نمود، به ویژه اینکه در طی سال‌های اخیر با تغییراتی که در مدیریت زمان کشت و کار ارقام محلی و زودرس انجام گردیده، سبب شده است تا امکان دوبار کشت برنج یا به عبارت دیگر کشت مجدد برنج در مازندران فراهم شود به طوری که در سال ۱۳۹۱ سطح زیر کشت

مجدد برنج در مازندران حدود ۲۰ هزار هکتار بوده است، و هر ساله این سطح روبه افـزایش مـی باشـد (مأخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران). در عین حال پیش‌بینی کشت مجدد برنج برای سـال ۱۳۹۶- ۱۳۹۵ حدود ۳۵ هزار هکتار است. با این وجود مطالعه معدودی در زمینه معرفی ارقام مناسب برنج جهت کشت مجدد برنج از سالیان قبل جهت کشت در مناطق سـرد و یـا کشـت مجـدد بـرنج در استان مازندران انجام شد که منجر به معرفی رقم اوندا شد. در طی سالیان اخیر نیز با ادامـه مطالعـات در مؤسسه تحقیقات برنج در مازندران رقم زودرس دیگری بـه نـام کوهسـار کـه بـا شـجره ***HSC55*** و انتخابی از خزانه مشاهده ای بین المللی بـرنج معتدلـه (***IRTON***) بـوده اسـت، بـا عملکـرد و کیفیـت نسبتا" مطلوب با ویژگی تحمل نسبی به سرما جهت کشت مجدد و یا کشت در مناطق کوهستانی کـه طول دوره رشد برنج کوتاه می باشد (یه و همکاران، ۲۰۰۴) معرفی شد. در عین حال در کشـت و کـار هر رقم برای تولید محصول مناسب و مطلـوب بایسـتی بهتـرین مـدیریت‌هـای زراعـی ارائـه و توسـط کشاورزان بکار گرفته شود فلذا انجام مطالعات توسعه مدیریت‌های زراعی از جمله، بهترین زمان کاشت مجدد و همچنین مناسب‌ترین میزان مصرف کود نیتروژن به عنوان مهمترین عنصر غـذایی پرمصـرف در تولید محصول برنج می‌تواند در این رابطه کمک فراوانی نماید.

برنج با نام علمی(*Oryza sativa .L*) از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی دنیا بـه حسـاب آمـده کـه مبـدأ اولیه آن از قاره پهناور آسیا و از کشورهای هندوستان و برمه می‌باشد (خدابنده، ۱۳۷۲، واکـا، ۱۹۹۸). این گیاه زراعی مهم در تغذیه انسان نقش بسزایی دارد. برنج به لحاظ داشـتن مـوادی چـون نشاسـته، قند، ویتامین‌های مختلف از جمله: ویتامین های *B1* و *B2* ، مواد کانی و اسید چـرب از ارزش غـذایی بالایی برخوردار می‌باشد، همچنین رقم گلدن رایس حاوی ژن بتاکاروتن (ویتامین آ) می‌باشد که بدین لحاظ می تواند از به دنیا آمدن نوزادان نابینا جلوگیری نماید (ایری،۲۰۰۴). اولین منطقه کشـت وکـار آن در نیجریه مرکزی بوده و درحال حاضر در تمام قاره‌های جهان کشت مـی‌شـود (خدابنـده، ۱۳۷۲). بیش از ۹۵ درصد تولید برنج جهان به قـاره آسـیا مربـوط مـی شـود. سـطح زیرکشـت بـرنج در دنیـا ۱۵۳۲۵۶۶۰۵ هکتار با تولید شلتوک ۶۰۸۴۹۶۲۸۴ میلیون تن است (فائو، ۲۰۱۴).

برنج در بین کلیه محصولات زراعی دارای بالاترین ارزش ناخالصی بوده و به عنوان غذای اصلی مردم کشور ما نیز محسوب می‌شود بدین دلیل کشاورزان به زراعت این محصول به ویژه در استانهای مازندران و گیلان که از لحاظ شرایط اکولوژیکی و اقلیمی برای زراعت این گیاه مناسب است روی آورده‌اند. ۷۵/۳۲ درصد از اراضی زیر کشت برنج درکشورمان در استان‌های مازندران، گیلان و گلستان می باشد.

رشد مصرف برنج در کشورهای درحال توسعه (۲/۸ درصد در سال) نسبت به کشورهای توسعه یافته (۱/۴درصد در سال) سریع‌تر بوده است. متوسط مصرف سرانه برنج درکشورمان در سال، ۳۸- ۳۶ کیلوگرم بوده در حالی‌که این مقدار در استان گیلان ۶۳ کیلوگرم است. بررسی مقدار مصرف سرانه برنج در ایران در سالهای اخیر نشان می‌دهد که از رشد فزاینده‌ای حتی در بین خانوارهای روستایی برخوردار است. افزایش مصرف سرانه برنج نیاز عرضه بیشتر آن را می‌طلبد از طرفی با روند رو به رشد جمعیت در ایران و محدودیت‌های منابع تولید با افزایش مصرف سرانه برنج در کشور مواجه خواهیم شد که در این صورت به واردات برنج بیش از آمار فعلی (حدود یک میلیون تن) نیاز پیدا خواهیم کرد. طی ۱۰۰سال گذشته برنج از طریق روشهای متداول به نژادی اصلاح شده است و در نتیجه آن ۶۰ درصد از اراضی زیرکشت جهان را ارقام پرمحصول به خود اختصاص داده‌اند. به‌طوری که اکثر کشورهای آسیایی با استفاده از ارقام پرمحصول و با بکارگیری تکنولوژی مدیریت منابع و گیاه از جمله: مدیریت صحیح کنترل علفهای هرز از نظر تولید برنج خودکفا شده‌اند (کوچکی و همکاران ،۱۳۷۶).

با توجه به مسائل مطرح شده **هدف از اجرای این طرح** عبارتند از:

۱- تعیین نیاز کودی نیتروژنه برای ارقام برنج کوهسار، طارم هاشمی و بینام در کشت مجدد برنج

۲- بررسی شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج کوهسار، طارم هاشمی و بینام درکشت مجدد

۳- تعیین غلظت عناصر معدنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ارقام برنج کوهسار، طارم هاشمی و بینام در کشت مجدد

۴- بررسی تأثیر نیتروژن بر صفات کیفی درصد آمیلوز، دمای ژلاتینی‌شدن و غلظت ژل در کشت مجدد برنج

۱-۱- اهمیت و تاریخچه برنج:

به عقیده تئوفراست و آریستوبل، کشت برنج از ۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در بابل و شوش رایج بوده است و یونانی‌ها و ترک‌ها کشت آن را از ایرانیان آموختند. برخلاف نظرات بالا بسیاری نیز زادگاه اولیه برنج را قاره آفریقا می‌شمارند و معتقدند که کشت برنج در اسپانیا پس از اسکندر مقدونی و در ایالات متحده از سال ۱۶۵۰ میلادی آغاز گردیده است. تاریخ کشاورزی نشان می‌دهد که در زمان هخامنشیان در ایران برنج کشت می‌شد و در دوره اشکانیان در گیلان، مازندران مرسوم بوده و در زمان ساسانیان در قسمتی از ایران مانند: کاشمر و تاشکند برنج زارهای وسیعی وجود داشت (پیردشتی و نصیری، ۱۳۸۵).

پروفسور ام- جی- میسون عقیده دارد، کشت برنج در ایران از اوایل قرن اول میلادی شروع شده است، اگرچه شلتوک در ایران، اوایل قرن اول میلادی کشت می‌شده است، لیکن گسترش آن در سطح وسیع به احتمال زیاد از قرن ششم تا هفتم میلادی آغاز گردیده است (قاسم زمانی، ۱۳۸۶). برنج با داشتن قدرت سازگاری بالا از عرض جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی و تا ارتفاع ۲۵۰۰ متری از سطح دریا کشت می‌شود. این گیاه در شرایط ۳۰ متر پایین‌تر از سطح دریا در کرالای هند و بیش از ۳۰۰۰ متر ارتفاع از دریا در نپال و بوتان نیز کشت می‌گردد. برنج در مناطقی که بارندگی بیش از ۳۰۰۰ میلی‌متر و یا کمتر از ۵۰ میلی متر در طول فصل رشد داشته باشد کشت می‌شود. برنج بعد از گندم، مهم‌ترین و قدیمی‌ترین محصول زراعی بوده و عمده ترین ماده غذایی کشورهای درحال توسعه به شمار می رود. امروزه برنج در آسیا، آفریقا، اروپا، آمریکای شمالی و جنوبی و اقیانوسیه کشت

می‌شود. برنج یکی از مهم‌ترین غلات جهان می‌باشد که منحصرا" به منظور مصرف انسان کشت می‌شود و ماده غذایی بسیار ارزشمندی دارد که در عین حال مهم‌ترین محصول غلّه در کشورهای در حال توسعه و غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان بوده و پس از گندم پرمصرف‌ترین محصول کشاورزی به شمار می‌آید. گندم و برنج جمعا" حدود ۴۰ درصد انرژی مصرفی انسان را تشکیل داده‌اند (نورمحمدی و همکاران،۱۳۷۶). به طور کلی حدود ۹۵ درصد برنج دنیا در کشورهای درحال توسعه و ۹۲ درصد آن در آسیا تولید می‌شود.

جمعیت جهان در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰، ۲۰۵۰ به ترتیب به ۷، ۸ و ۹/۴ میلیارد نفر خواهد رسید که ۸۲ درصد درکشورهای درحال توسعه زندگی خواهند کرد. پیش‌بینی می‌شود که از این تعداد ۱/۲میلیارد نفر در مناطق توسعه یافته و ۸/۲ میلیارد درکشورهای درحال توسعه باشند، بنابراین جهان باید غذای ۱۰ میلیارد نفر را پس از گذشت تقریبا" ۴۰ تا۵۰ سال در قاره‌های آسیا و آفریقا تأمین کند (اسوامیناتان، ۲۰۰۶).

از دانه و کاه برنج برای پارچه‌بافی (تهیه آهار پارچه)، تهیه نشاسته، روغن مرغوب از سبوس و تهیه کاغذ، کارتن، طناب و پوشش سقف خانه استفاده می‌شود (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). دانه برنج که در تغذیه انسان مورد استفاده قرار می‌گیرد دارای حدود ۷/۷ درصد پروتئین، ۷۵/۲ درصد مواد غیر نیتروژن، ۰/۴درصد چربی، ۲/۲ درصد سلولز و ۰/۵درصد خاکستر می‌باشد. از نظر ارزش غذایی و میزان کالری تولیدی، برنج در مقایسه با سایر مواد غذایی مورد مصرف انسان برتری داشته و ضریب هضم مواد آلی دانه بدون پوسته در حدود ۹۲ درصد و ضریب هضم پروتئین آن در حدود ۸۶ درصد می‌باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶).

برنج یکی از مهمترین محصولات جهان و غذای اصلی بیشتر مردم آسیا است که ۶۰-۳۵ درصد کالری روزانه را برای نزدیک به سه میلیون نفر مصرف کننده فراهم می‌کند (لیو و همکاران،۲۰۱۰ و یانگ و زانگ،۲۰۱۰). از آنجایی که شرایط سازگاری برنج نسبت به عوامل محیطی بسیار بالاست، انسان در تغییر زندگی این گیاه موفق بوده است. برنج به عنوان یک ماده غذایی بسیار ارزشمند نقش بسیار

حساسی را در سبد غذائی مردم جهان دارد از این رو نه تنها غذای اصلی مردم آسیا محسوب می‌شود بلکه دوسوم جمعیت جهان را از این محصول مهم مواد غذایی برای معیشت زندگی خود استفاده می کنند. با توجه به این امر مهم که جمعیت کنونی جهان بیش از ۷/۳ میلیارد نفر می‌باشد و تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۸ میلیارد نفر خواهد رسید لذا انتظار می‌رود که تقاضا برای استفاده از این محصول هرساله به میزان ۳درصد افزایش پیدا کند.

تاکنون حدود ۱۵۰میلیون هکتار از اراضی دنیا به کشت برنج اختصاص دارد، با توجه به تحقیقاتی که انجام شده است سالانه حدود ۱۰ تا ۳۵ میلیون هکتار از اراضی قابل کشت جهت محصولات زراعی در دنیا از بین می رود. از این رو حدود ۹۰ درصد از شالیزارهای جهان در قاره آسیا قرار دارد و به همین میزان ۹۰ درصد برنج جهان در این قاره تولید می‌گردد، بنابراین تولید این محصول از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در ایران کشت برنج به طور عمده در دو استان شمالی کشور یعنی مازندران و گیلان انجام می‌گیرد که حدود ۷۵ درصد اراضی زیرکشت این محصول را به خود اختصاص می‌دهند. ارقام مختلف برنج با توجه به نیازی که به عناصر غذائی دارند، متنوع بوده و هر کدام بر اساس شرایط محیطی متفاوت نیاز غذایی متفاوت دارند (ملکوتی و کاووسی،۱۳۸۳).

غالبا" مقادیر جذب شده از خاک برای رشد مناسب برنج کافی نیست و لذا می بایست از کود استفاده شود (سلیمانی وامیری،۱۳۸۳). در صورت نیاز به کود به طور متوسط حدود ۲۵درصد افزایش عملکرد بوجود آمده که این نشان دهنده اهمیت فراوان کود در جهت افزایش تولید این محصول است (فلاح وسعادتی،۱۳۷۶).

۱-۲- وضعیت کشت و تولید برنج در جهان:

بر اساس آمار سازمان خواروبار کشاورزی (فائو)، طی سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۱ میلادی، سطح زیر کشت و تولید شلتوک در جهان به ترتیب با متوسط نرخ رشد سالانه ۰/۷ و ۱/۷درصد از ۱۵۲ میلیون هکتار و ۵۹۸ میلیون تن به ۱۶۳میلیون هکتار و ۷۲۰ میلیون تن رسید. متوسط عملکرد نیز با

برخورداری از متوسط نرخ رشد سالانه ۱درصد بـه ۴۴۱۰ کیلـوگرم در هکتـار در سـال ۲۰۱۲ رسـیده است. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که طی دوره مورد بررسـی، سـطح زیـر کشـت شـلتوک در جهـان تقریبا" ثابت بوده و تولید آن با افزایش عملکرد، افزایش یافته است.

در بین کشورهای عمده تولید کننده شلتوک در سـال ۲۰۱۲، دو کشـور چـین و هنـد در مجمـوع بـا اختصاص سهم ۴۵ درصدی سطح زیر کشت و ۵۰ درصد تولید محصـول، بیشـترین شـلتوک جهـان را تولید نمودند. بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب متعلق به کشور چین بـا متوسـط ۶۸۳۳ کیلـوگرم شلتوک در هکتار و کشور تایلند با متوسط ۳۰۰۰ کیلـوگرم شـلتوک در هکتـار بـود. بـر اسـاس آمـار سازمان خواروبار کشاورزی (فائو)، سطح زیر کشت برنج در جهان حـدود ۱۶۳ میلیـون هکتـار و تولیـد سالانه آن در حدود ۷۴۲ میلیون تن است، که قاره آسیا بـا سـطح زیـر کشـت ۱۴۳ میلیـون هکتـار و میزان تولیدی معادل ۶۶۷ میلیون تن را به خود اختصاص داده است. متوسط عملکرد برنج در جهان و قاره آسیا به ترتیب ۳/۸ و ۳/۹ تن در هکتار است. بیشترین عملکرد برنج متعلق بـه کشـور اسـترالیا بـا ۱۰/۱تن در هکتار که پس از آن به ترتیب کشورهای ژاپن و چین بـا میـزان ۶/۴ و ۶/۳ تـن در هکتـار قرار می گیرند. پایین ترین عملکرد این محصول مربوط به کشور هنـد اسـت کـه برابـر بـا ۲/۱ تـن در هکتار بر آورد شده است. مصرف سرانه برنج در آسیا از ۱۵۸ تـا ۲۰۵ گـرم در روز اسـت (اسـوامیناتان، ۲۰۰۶). از طرف دیگر تولید شلتوک در قاره آسیا از ۲۴۰ میلیون تن در سـال ۱۹۶۶ بـه ۶۶۷ میلیـون تن در سال ۲۰۱۴ رسید (فائو، ۲۰۱۴).

ده کشور عمده تولید کننده شلتوک در جهان جمعا" ۱۳۲میلیـون هکتـار برابـر بـا ۸۵ درصـد از کـل سطح زیرکشت برنج جهان را به خود اختصاص داده اند (فائو، ۲۰۱۴). در سال ۲۰۱۴ بیشـترین سـطح کشت برنج مربوط به کشور هندوستان با ۴۳۸۵۵ هـزار هکتـار و پـس از آن کشـور چـین بـا سـطحی معادل ۳۰۵۷۱ هزار هکتار می باشد. در مجموع این دو کشور سطحی معادل ۷۵/۵ میلیون هکتار را به خود اختصاص داده اند که حدود ۴۸/۵ درصد سـطح زیـر کشـت بـرنج در جهـان را شـامل مـی شـود (آنونی‌موس، ۲۰۱۴).

بر اساس آمار موسسهٔ بین المللی تحقیقات برنج در سال ۲۰۱۴ علی‌رغم سهم عمده تولید توسط کشورهای آسیایی، این قاره عمده‌ترین وارد کننده برنج بوده است. قاره آفریقا با تولیدی معادل ۳۱/۱۹۵ میلیون تن شلتوک (۳ درصد) مقام دوم را داشته و آمریکای جنوبی، شمالی، مرکزی، اروپا و اقیانوسیه به ترتیب با سطح زیرکشت ۳/۴، ۰/۴، ۱/۳، ۱/۹درصد و تولید ۲/۸، ۱/۹، ۰/۵۷، ۰/۴۲درصد در مقام سوم تا ششم جهان قرار دارند. بر اساس گزارش سازمان خواروبار کشاورزی (فائو) در سال ۲۰۱۴ و آمار ایران در سال ۱۳۹۳، از ۱۳میلیون هکتار زمین‌های زراعی کشور که ۵۰ درصد آن کشت آبی بوده است، حدود ۴/۵ درصد آن به کشت برنج اختصاص یافته است.

۱-۳- وضعیت کشت و تولید برنج در ایران:

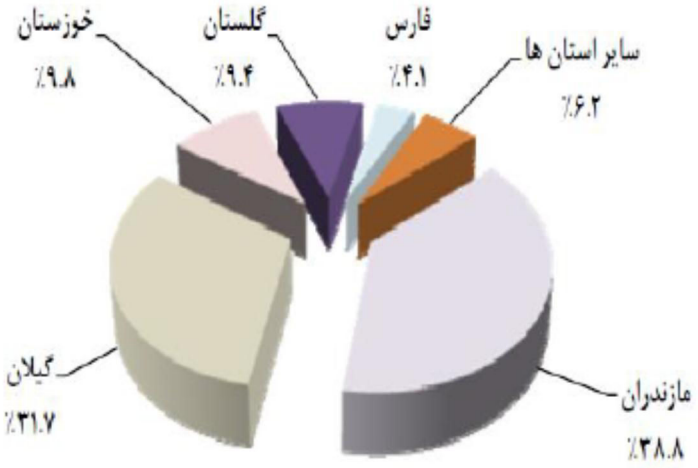
برنج در ایران به لحاظ نقشی که در الگوی مصرف و تأمین غذای مورد نیاز جامعه به عهده دارد از اهمیت خاصی برخوردار است. این محصول به دلیل پوشش دادن فعالیت ۳۵۱۰۰۰ خانواده بهره بردار که ۱۲/۶درصد بهره برداری کشاورزی را در برمی‌گیرند و نیز ایجاد اشتغالی که برای سایر فعالیتهای بخش صنعت و خدمات در تبدیل و آماده سازی و توزیع آن نموده، اهمیت آن را دوچندان می نماید. با بررسی سطح برداشت شلتوک کشور طی سال‌های ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲ مشاهده می‌شود که متوسط سطح برداشت شلتوک طی دوره ۳۶ ساله حدود ۵۲۴ هزار هکتار می‌باشد. سطح برداشت شلتوک از ۳۰۰ هزار هکتار در سال ۱۳۵۷ با متوسط نرخ رشد سالیانه ۱/۸۳درصد به ۵۶۵ هزار هکتار در سال ۱۳۹۲رسیده است، همچنین میزان تولید طی این دوره ۲۰۴۲ هزارتن می باشد که میزان تولید از ۷۴۱ هزار تن در سال ۱۳۵۷ با متوسط نرخ رشد سالیانه ۳/۴۸ درصد به ۲/۴۵ میلیون‌تن در سال ۱۳۹۲رسیده است. بر اساس نتایج آخرین آمار در سال ۱۳۹۴سطح کشت انواع واریته های برنج در کشور حدود ۵۳۰ هزار هکتار برآورد شده است که استان مازندران ۳۸/۵ درصد از اراضی زیرکشت برنج کشور را به خود اختصاص داده است و استان گیلان نیز با ۳۰/۵ درصد اراضی برنجکاری کشور درجایگاه دوم قرار گرفته است، دو استان مذبور مجموعا" ۶۹ درصد از سطح انواع شلتوک کشور را دارا

هستند. استانهای خوزستان،گلستان و فارس به ترتیب با ۱۰/۱، ۸/۹ و ۴/۸ درصد از کشت اراضی برنج کشور رتبه های سوم تا پنجم را دارا هستند، پنج استان مذبور جمعا" ۹۲/۸ درصد اراضی برنج کشور را به خود اختصاص داده اند. سهم سطح زیر کشت سایر استانهای برنج‌کار کشور ۷/۲ درصد بوده است (اداره کل آمار و اطلاعات کشاورزی،۱۳۹۴). میزان تولید انواع گونه های مختلف برنج کشور حدود ۲/۹۳ میلیون تن برآورد شده است که ۳۹/۷۲ درصد آن توسط کشاورزان مازندرانی و ۲۹/۷۱ درصد آن توسط برنجکاران گیلانی تولید شده است. در این دو استان ساحلی ۶۸/۲ درصد تولید برنج کشور بدست آمده است. سه استان خوزستان،گلستان و فارس به ترتیب با ۱۰/۲، ۹ و۵/۷ درصد سهم در تولید شلتوک کشور مقام‌های سوم تا پنجم را به خود اختصاص داده اند. شایان ذکر است که شالیکاران پنج استان اشاره شده ۹۳/۱ درصد شلتوک کشور را تولید کرده‌اند (اداره کل آمار و اطلاعات کشاورزی،۱۳۹۴). متوسط عملکرد انواع گونه‌های شلتوک کشور ۴۴۳۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. استان‌های اصفهان و کردستان به ترتیب با راندمان تولید ۵۵۱۴ و ۲۱۶۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد را به خود اختصاص داده‌اند (اداره کل آمار و اطلاعات کشاورزی،۱۳۹۴). خودکفائی در تولید برنج از اهداف راهبردی کشور می‌باشد ولی هزینه بالای تولید و خشکسالی‌هایی که ما با آن مواجه هستیم، سطح زیر کشت را کاهش داده و تغییر کاربری را موجب شده است (فائو، ۲۰۱۴). تولید برنج در دنیا که ۹۰ درصد آن در آسیا صورت می‌گیرد، از مقدار ۵۴۵ میلیون تن در سال۲۰۰۰، به ۶۶۷ میلیون تن در سال ۲۰۱۴ رسیده است. تولید ایران نیز از میزان ۱/۹ میلیون تن در سال۲۰۰۰ به ۲/۳ میلیون تن در سال ۲۰۱۴ رسیده است (فائو، ۲۰۱۴).

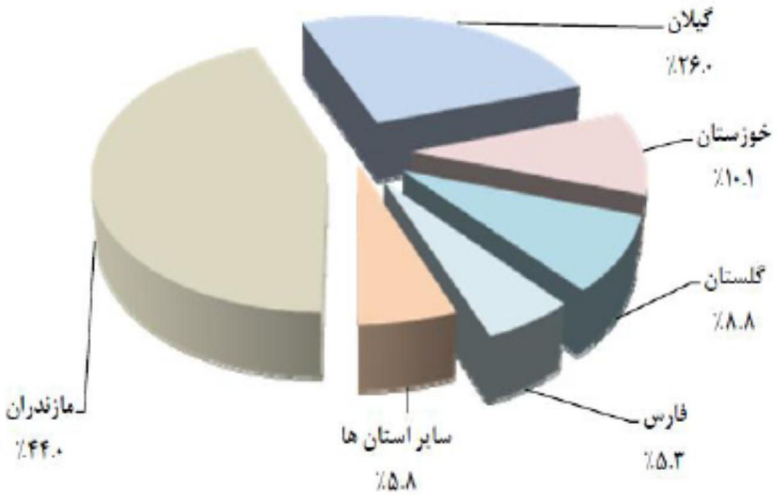
طبق آمارنامه جهاد کشاورزی برای سال زراعی ۹۲-۹۱ سطح زیر کشت انواع واریته های شلتوک در کشور ۵۶۵ هزار هکتار برآورد شده است که معادل ۴/۷ درصد کل سطح برداشت محصولات زراعی و ۶/۴ درصد سطح برداشت غلات می‌باشد. مازندران با دارا بودن سهم ۳۸/۸ درصدی از سطح برداشت اراضی زیرکشت برنج مقام نخست کشور را به خود اختصاص داده است و استان گیلان با ۳۱/۷ درصد

از اراضی شالیکاری کشور مقام دوم را دارا است. همچنین، استان‌های خوزستان، گلستان و فارس رتبه سوم تا پنجم کشت برنج را به خود اختصاص دادند (شکل۱-۱).

میزان تولید شلتوک در سال زراعی ۹۲-۹۱، ۲/۴۵ میلیون تن برآورد شده است که ۳/۶ درصد میزان تولید کل محصولات زراعی و ۱۴/۹درصد کل میزان تولید غلات را شامل می‌شود. از میزان تولید شالی‌کاران مازندرانی با ۴۴ درصد بیشترین میزان تولید شلتوک کشور را تولید کرده و گیلان نیز با ۲۶ درصد مقام دوم تولید شلتوک در کشور را دارا است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۱- درصد توزیع سطح زیر کشت شلتوک در استان های کشور در سال زراعی ۹۴-۹۳



شکل ۱- ۲- درصد توزیع میزان تولید شلتوک در استان های کشور در سال زراعی ۹۴-۹۳

جدول ۱-۱- وضعیت تولید شلتوک کشورهای مختلف از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ میلادی (هزار تن)

سال	جهان	آسیا	ایران	چین	اندونزی	ژاپن	کره	فیلیپین	پاکستان	تایلند
۲۰۰۹	۶۸۶۹۲۸	۶۲۱۳۲۳	۲۲۵۳	۱۹۸۶۸۱	۶۴۳۹۸	۱۰۵۹۲	۷۰۲۲	۱۶۲۶۶	۱۰۳۳۴	۳۲۱۱۶
۲۰۱۰	۷۰۱۶۴۹	۶۳۴۳۶۶	۳۰۱۲	۱۹۷۲۱۲	۶۶۴۶۹	۱۰۶۰۴	۵۸۱۰	۱۵۷۷۲	۷۲۳۵	۳۴۴۰۹
۲۰۱۱	۷۲۱۴۴۵	۶۵۳۲۹۲	۱۸۹۳	۲۰۲۶۶۷	۶۵۷۵۶	۱۰۵۰۰	۵۶۱۵	۱۶۶۸۴	۶۱۶۰	۳۶۱۲۸
۲۰۱۲	۷۳۳۲۵۶	۶۶۳۲۶۵	۲۳۶۰	۲۰۵۹۳۶	۶۹۰۵۶	۱۰۶۵۴	۵۴۰۵	۱۸۰۳۲	۵۵۳۵	۳۸۰۰۰
۲۰۱۳	۷۳۸۰۸۹	۶۶۸۸۲۴	۲۴۵۰	۲۰۵۲۰۱	۷۱۲۷۹	۱۰۷۵۸	۵۶۳۱	۱۸۴۳۹	۶۷۹۸	۳۶۷۶۲
۲۰۱۴	۷۴۰۹۵۶	۶۶۷۲۵۸	۲۶۰۰	۲۰۸۲۳۹	۷۰۸۴۶	۱۰۵۴۹	۵۶۳۷	۱۸۹۶۷	۷۰۰۵	۳۲۶۲۰

منبع: ***IRRI, 2014***

جدول ۱-۲- میزان تولید شلتوک و سطح زیر کشت برنج در جهان و ده کشور عمده تولید کننده برنج در سال ۲۰۱۴

کشور	میزان تولید (واحد تن)	سطح زیر کشت (واحد هکتار)
جهان	۷۴۰۹۵۵۰۰۰	۱۶۳۲۴۶۰۰۰
چین	۲۰۸۲۳۹۰۰۰	۳۰۸۷۱۰۰۰
هند	۱۵۷۲۰۰۰۰۰	۴۳۴۰۰۰۰۰
اندونزی	۷۰۸۴۶۰۰۰	۱۳۷۹۷۰۰۰
بنگلادش	۵۲۲۳۱۰۰۰	۱۱۸۲۰۰۰۰
ویتنام	۴۴۹۷۴۰۰۰	۷۸۱۶۰۰۰
میانمار	۲۶۴۲۳۰۰۰	۶۷۹۰۰۰۰
تایلند	۳۲۶۲۰۰۰۰	۱۰۸۳۴۰۰۰
ژاپن	۱۰۵۴۹۰۰۰	۱۵۷۵۰۰۰
فیلیپین	۱۸۹۶۷۰۰۰	۴۷۳۹۰۰۰
ایران	۲۶۰۰۰۰۰	۵۹۰۰۰۰

منبع: ***IRRI, 2014***

۱-۴- گیاه شناسی برنج:

برنج یکی از گیاهان مهم تیره غلات از راسته غلاف‌داران (*Glumiflowerae*)، خانواده گندمیان (*Graminae*)، زیر تیره *Oryzoideae*، جنس *Oryza* و دارای ۲۴= ۲n کروموزوم می‌باشد. جنس *Oryza* از ۲۵ گونه تشکیل شده که معروف‌ترین آن *O.Sativa* می‌باشد. *O.sativa* با *O.glaberrima* از نظر گیاه‌شناسی تفاوت‌هایی دارد به طوری که در *O.glaberrima* خوشه‌های ثانویه وجود ندارد و تنها به صورت یک‌ساله است (*IRRI, 1989a*). برنج یک گیاه زراعی یکساله که از کاشت تا برداشت بستگی به رقم به ۸۰ تا ۲۷۰ روز زمان نیاز دارد. این گیاه مخصوص مناطق گرمسیری است که معمولا" در آب به عمل می‌آید و تا رسیدن حدود ۸ تا ۱۲۰ هزار متر مکعب آب در هکتار نیاز دارد(قائمی، ۱۳۶۸). برنج دارای ارقام زودرس (۱۳۰ تا ۱۴۰روز)، متوسطرس (۱۵۰تا۱۶۰روز) و ارقام دیررس (۱۷۰تا ۱۸۰روز) می‌باشد.

برنج گیاهی است که در دمای کمتر از ۱۲درجه سانتی‌گراد جوانه نمی‌زند و در دمای ۱۳تا ۱۵درجه سانتی‌گراد می‌تواند رشد نماید. مناسب‌ترین درجه حرارت برای رشد برنج ۲۵تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است(عبدالهی مبرهن، ۱۳۷۶).

۱-۵- طبقه بندی برنج:

۱-۵-۱- طبقه بندی گونه *O. Sativa* از لحاظ خواص ظاهری:

در مورد طبقه بندی برنج تحقیقات وسیعی صورت گرفته است. *O. sativa* دارای تیپ‌های زراعی مختلفی است که در قاره‌های آسیا، اروپا و امریکا کاشته می‌شود. پراکندگی *O.sativa* منجر به توسعه سه نژاد بوم جغرافیایی، هندی *Indica* ، ژاپنی *Japonica* و جاوه ای *Javanica or sinica* شده است و از نظر ویژگی‌های گیاه‌شناسی به سه تیپ اکولوژی تقسیم می‌شوند (مجتهدی، ۱۳۸۴).

۱-۵-۱-۱- تیپ ایندیکا:

از گروه‌های گرمسیری برنج می‌باشد و در مقابل خشکی، بیماری‌ها و آفات مقاوم و دارای ارقام مختلفی از نظر زمان رسیدن و رویش است. این تیپ دارای برگ‌های پهن و روشن می‌باشد، تعداد پنجه کم و ارتفاع بوته بلند است. این گروه شامل برنج‌هایی با دانه دراز و ساقه‌های بلند می‌باشد که در برابر ریزش دانه حساس هستند. محصول دانه کم ولی کیفیت بالایی دارند و محصول کاه زیاد است و شلتوک آن ریشک ندارد. مقدار آمیلوز دانه ۳۲-۱۶ درصد می‌باشد (*IRRI, 1989b*). به عنوان نمونه برنج‌های صدری و طارم رشتی ایران در این گروه قرار دارند.

۱-۵-۱-۲- تیپ ژاپونیکا:

این گروه که به برنج‌های ژاپنی معروف هستند، گیاهانی کم پنجه با ارتفاع کم و ساقه کوتاه هستند، همچنین در مقابل سرما نیز مقاوم می‌باشند. دانه‌ها کوچک، گرد و محصول دانه خوب تا خیلی‌خوب و محصول کاه آن بسیار کم است و شکل شلتوک ریشک‌دار است. در برابر ریزش دانه مقاوم و دارای پانیکول فشرده می‌باشد. مقدار آمیلوز دانه در این نوع برنج ۲۰-۱۰ درصد است. در کشورهای چین، ژاپن، و کشورهای اروپایی کشت می‌شود (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶؛ پورصالح، ۱۳۷۳؛ *IRRI, 1989b*).

۱-۵- ۱-۳- تیپ جاوانیکا:

از گروه‌های حدواسط برنج است. این نوع برنج در کشورهای اندونزی، فیلیپین، تایوان و ژاپن کشت می شود (خدابنده،۱۳۷۴). برنج‌های سنتی و دیم به این گروه تعلق دارند و از خصوصیات آنها این است که کم پنجه می‌زنند و ساقه‌های بلند و دارای برگ های پهن سبز روشن دارند. در برابر ریزش دانه مقاوم هستند و مقدار آمیلوز در دانه آنها، ۲۵-۲۰ درصد می باشد. گروه برنج‌های چمپای ایران در این دسته قرار دارند.

۱-۶- مورفولوژی برنج:

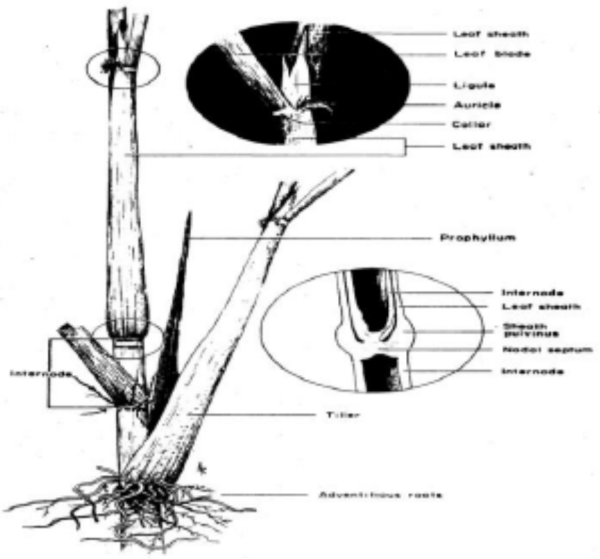
ریشه برنج سطحی و افشان بوده و حداکثر تا عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متری خاک نفوذ می‌کند(اخوت و وکیلی،۱۳۷۶). در برنج ریشه‌ها فیبری بوده و ریشه‌های کوچکتری به نام ریشه‌چه تولید می‌کنند (*IRRI,1989a*). ریشه برنج بر خلاف سایر غلات در خود یک بافت هدایت کننده هوا به نام آئرانشیم دارد که این بافت اکسیژن را از سایر قسمت‌های گیاه گرفته و بدین وسیله تنفس ریشه را آسان‌تر می‌سازد (پورصالح، ۱۳۷۳ و محمدی، ۱۳۷۷). عمق ریشه‌ها تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیط بوده و رشد آن در مرحله خوشه دهی به حداکثر می‌رسد (یوشیدا،۱۹۸۱).

برنج دارای سه نوع ریشه، شامل: ریشه جنینی اولیه، ریشه نابجا و ریشه‌های مویین می‌باشد. ریشه‌های جنینی از بذر منشاء گرفته و عمل جذب آب و موادغذایی را در ابتدای رشد گیاه به عهده دارند. ریشه‌های نابجا از گره پایین ساقه و ریشه‌های اولیه منشاء می‌گیرند و عمده جذب توسط این ریشه‌ها صورت می‌گیرد (اسمیت،۲۰۰۳).

برگ‌های برنج مانند تمام گیاهان تیره غلات یک در میان و به طور متناوب در روی ساقه قرار دارند و هر برگ از پهنک، غلاف، زبانک و گوشوارک تشکیل شده است (شکل ۱-۳). برگها در ارقام برنج از نظر طول، عرض، ضخامت، سطح، رنگ، زاویه و سن پهنک‌ها با یکدیگر اختلاف دارند (*IRRI.1989a*). اندازه برگ معمولا"۵۰ تا۶۰ و عرض آن در حدود ۱ تا ۵ سانتی‌متر می‌باشد. برگ‌ها کشیده و دارای رگبرگ‌های موازی بوده و بدون دمبرگ است و قاعده برگ پهن‌تر از سایر نقاط آن می‌باشد و قسمتی از ساقه گیاه و یا تمام آن را احاطه کرده که آنرا غلاف یا نیام می‌نامند. بالاترین برگ که در زیر خوشه یا پانیکول قرار دارد، برگ پرچم نام دارد و نقش مهمی در پر شدن دانه دارد (اسمیت، ۲۰۰۳).

ساقه برنج افراشته، تو خالی و استوانه ای شکل و نرم می باشد (شکل ۱-۳). در روی ساقه تعدادی میانگره که ممکن است بین۱۰ تا۲۰ عدد متغیر باشد، وجود دارد. واریته‌های زودرس معمولا" میانگره‌های کمتری نسبت به واریته‌های دیررس دارند و سرعت رشد ساقه در آن‌ها سریع‌تر می‌باشد.

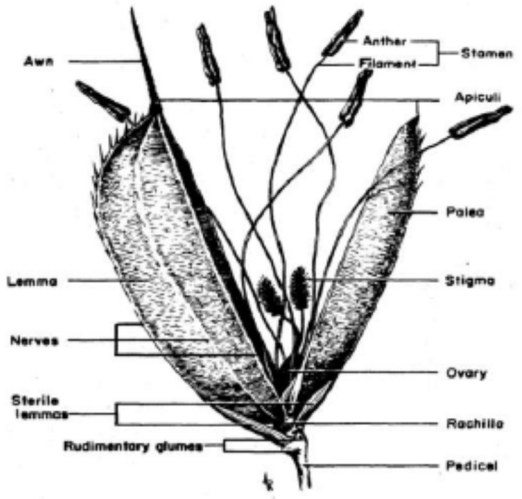
ارتفاع گیاه نیز از ۶۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر متغیر بوده و پنجه ها از ساقه اصلی به صورت متناوب ظاهر می‌گردند. کشت انبوه و متراکم، ازت زیاد، رطوبت بالا و عمق زیاد آب موجب طویل‌شدن میانگره‌ها می‌شوند(سلیمانی و امیری،۱۳۸۳).



شکل ۱-۳- اندام های رویشی بوته برنج

پنجه‌ها به جوانه‌هایی گفته می‌شود که در صورت مساعد بودن شرایط آب و هوایی تبدیل به ساقه می‌شوند (مؤدب شبستری و مجتهدی، ۱۳۶۹). به طور کلی پنجه‌های نخستین منشاء پنجه‌های دومین هستند و پنجه‌های دومین خود منشاء پنجه‌های سومین و به همین ترتیب بقیه ظاهر می‌شوند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۳ و *IRRI,1989a*). استعداد پنجه زدن یکی از مهمترین صفات یک رقم برنج است. ایجاد طرح اولین پنجه تحت تأثیر محیط قرار ندارد ولی ظهور و رشد آن بسیار تحت تأثیر عواملی از قبیل: مقدار نیتروژن، تشعشع خورشیدی و دما قرار می‌گیرد. قدرت تولید پنجه در برنج خیلی زیاد بوده و به طوری که هر بوته برنج معمولا" ۴ تا ۵ پنجه تولید می‌کند. گل آذین در برنج به صورت خوشه‌ای (پانیکول) بوده و دارای انشعابات فرعی می‌باشد که حاوی سنبلچه‌های تک‌گلچه ای است. مهم‌ترین اجزای گل آذین عبارتند از: محور خوشه، انشعابات اولیه و ثانویه، محور خوشچه یا

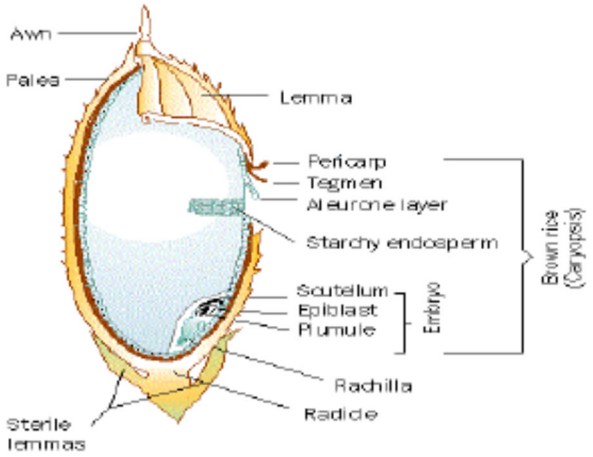
دمگل و خوشچه. طول هر خوشه به ۲۰ تـا ۳۰ سـانتی‌متـر مـی‌رسـد و از ۳۰ تـا ۲۰۰ عـدد خوشـچه تشکیل شده است. یک خوشه ممکن است دارای ۱۵۰ -۱۰۰ بذر باشـد (یوشـیدا،۱۹۸۱). گـل در بـرنج دارای شش پرچم و در قاعده گل ساختمان شفاف و غشایی وجود دارد که لودیکول نامیده مـی‌شـود و به امر لقاح کمک می‌کند. مادگی شامل: کلاله، خامه و تخمـدان مـی‌باشـد، کلالـه پرماننـد بـوده کـه دانه‌های گرده روی آن قرار می‌گیرند. پالئا و لما توسعه‌یافته برنج به رنگ زرد، صورتی یا سیاه بسته بـه رقم می باشد. گل‌ها عموما" خودگشن می‌باشد.



شکل ۱-۴- اندام زایشی برنج

میوه در گیاه برنج از نقطه نظر گیاه شناسی گندمه می‌باشد. در دانه برنج پوشینه‌ها به دانه‌ها چسـبیده و دانه واحدی به نام شلتوک را بوجود می‌آورد. دانه بـرنج تـک لپـه‌ای بـوده و غنـی از نشاسـته اسـت. پوسته ۲۰ درصد وزن شلتوک را شامل مـی‌شـود و دارای عناصـری چـون نیتـروژن، سـیلیس، فسـفر، کلسیم، منیزیم، روی، مس، منگنز، آهن، گوگرد و غیره است. در زیر پوسـته پریکـارب قهـوه‌ای رنگـی قرار دارد. در زیر سبوس لایه کم‌رنگ‌تری با همان ترکیب وجود دارد که جلا نامیده می‌شود. وزن هـزار دانه برنج در ارقام مختلف بین ۴۰-۲۰ گـرم متغیـر مـی‌باشـد (سـلیمانی و امیـری لاریجـانی، ۱۳۸۳؛ *IRRI, 1989a*). دانه برنج از مواد مختلفـی تشـکیل شـده اسـت کـه مهمتـرین آن نشاسـته و قنـد می‌باشد. در برنج ۷۳-۷۰ درصد نشاسته، ۳-۲ درصد مواد ازته، ۳-۱ درصـد چربـی، ۵-۴ درصـد همـی

سلولز، ۸-۷ درصد پروتئین و انواع ویتامین B و مـواد معـدنی شـامل: پتـاس، منیـزیم، آهـن و اسـید فسفریک وجود دارد (اسمیت،۲۰۰۳). جنین بذر برنج بسـیار کوچـک مـی‌باشـد و در حفـره کـوچکی متصل به قسمت پایین لما قرار دارد که شامل جوانه اولیـه و ریشـه اولیـه، مزوکوتیـل، اپـی پلاسـت و اسکوتلوم (لپه) می‌باشد. جنین از نظر مواد غذایی، پروتئین، ویتامین‌هـای تیـامین(B_1) و ریبـوفلاوین (B_2) غنی است (پیردشتی ۱۳۷۸و *IRRI 1989*).



شکل ۱-۵- بخش های مختلف دانه برنج

۱-۷- طبقه بندی بر اساس تقسیم بندی *FAO*:

۱-۷-۱- از لحاظ نسبت طول به قطر آنها:

الف - گروه برنج‌های دانه بلند که نسبت طول آنها بیش از ۳ برابر قطر آنهاست.

ب - گروه برنج‌های دانه متوسط که نسبت طول به قطر آنها بین ۲/۴ تا ۳ می‌باشد.

ج - گروه برنج‌های دانه قطور که نسبت طول به قطر آنها بین ۲ تا ۲/۳ می‌باشد.

د- گروه برنج‌های دانه گرد که نسبت طول به قطر آنها کمتر از ۲ می‌باشد.

۱-۷-۲ - از لحاظ اندازه دانه:

الف - برنج‌های با دانه خیلی طویل که اندازه آنها بیش از ۷ میلی متر است.

ب - برنج‌هایی با دانه طویل که اندازه دانه آنها بین ۷-۶ میلی متر است.

ج - برنج‌هایی با دانه متوسط که اندازه دانه آنها بین ۵/۹۹-۵ میلی متر است.

د - برنج‌هایی با دانه کوتاه که اندازه دانه آنها کمتر از ۵ میلی متر است.

۱-۷-۳- از نظر وزن هزار دانه:

الف - برنج‌هایی که دارای دانه خیلی درشت می‌باشند و وزن هزار دانه آنها بیش از ۲۸ گرم می‌باشد.

ب - برنج‌هایی که به انواع دانه درشت معروف بوده و وزن هزار دانه آنها بین ۲۲ تا ۲۸ گرم است.

ج - برنج‌هایی با دانه کوچک که وزن هزار دانه آنها کمتر از ۲۲ گرم است (توسلی لاریجانی، ۱۳۷۴و خدابنده، ۱۳۷۲).

۱-۸- کیفیت برنج:

در اکثر محصولات کشاورزی کیفیت از اهمیت خاصی برخوردار است. از آنجا که معیارهای تعیین کننده کیفیت از کشوری به کشور دیگر متفاوت است، ارزیابی دقیق کیفیت دانه برنج بر اساس یک استاندارد بین المللی مشکل است. تجربیات نشان داده است که تولید محصول با هدف افزایش کمیت بدون توجه به کیفیت یا استقبال مصرف کنندگان روبرو نشده است. کیفیت برنج تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، شرایط محیطی و فرآیندهای تبدیل قرار می‌گیرد (کوش،۲۰۰۲).

۱-۹- تقسیم بندی بر اساس خصوصیات کیفی:

خصوصیات کیفی در برنج به چهار دسته: ۱- خصوصیات فیزیکی، ۲- خصوصیات شیمیایی، ۳- خصوصیات برنج پخته و ۴- خصوصیات مربوط به ارزش غذایی تقسیم می‌شوند (ناتانیل و همکاران،۲۰۱۳).

۱-۹-۱- خصوصیات فیزیکی:

خصوصیات فیزیکی شامل راندمان تبدیل، شکل، اندازه، درجه سفیدی، شفافیت، میـزان گچـی، درصد برنج سالم و میزان برنج شکسته می‌باشد.

یکنواختی در اندازه و شکل اولین، اولین عامل در تأیید کیفیت محسوب می‌شود. انتخـاب رقـم از نظـر شکل و اندازه از شخصی به شخص دیگر متفاوت است. بعضی مصرف کنندگان دانه‌های کوتاه و گـرد را ترجیح داده و برخی دانه‌های متوسط و بعضی دانه‌های ممتاز باریک و بلند را ترجیح می‌دهند. عمومـا" در ایران و شبه قاره هند دانه‌های بلند ترجیح داده می‌شود. در جنوب شـرقی آسـیا تقاضـا بـرای دانـه متوسط بیشتر است و در نواحی معتدل دانه گرد و کوتاه را ترجیح می‌دهند (سینگ،۲۰۰۰).

ظاهر عمومی دانه برای قضاوت در مورد کیفیت و بـازار پسـندی آن مهـم اسـت کـه شـامل سـفیدی، شفافیت و میزان گچی بودن آن می‌باشد (آدیر و همکاران،۱۹۶۶). شـفافیت یـک فـاکتور مطلـوب در انتخاب کیفیت برنج و گچی بودن یک ویژگی غیرقابل قبول می‌باشد. گرانول‌هـای نشاسـته در نـواحی گچی از تراکم کمتری برخوردار هستند و در هنگام تبدیل ضعیف بوده و راحت‌تر شکسته می‌شوند.

۱-۹-۲- خصوصیات شیمیایی:

خصوصیات شیمیایی شامل: میزان آمیلـوز، قـوام ژل و درجـه حـرارت ژلاتینـه شـدن مـی باشـد. دانه‌های برنج از مواد مختلفی تشکیل شده که مهم‌ترین آن‌ها نشاسته و قند می‌باشد. نشاسـته ترکیـب اصلی برنج آسیاب شده می‌باشد که حدود ۹۰ درصد از وزن خشک دانه را تشکیل می‌دهد که بـه طـور غیرمستقیم بر کیفیت پخت و مصرف تأثیرگذار است (خدابنده،۱۳۷۴). وجود دو جزء مرکـب نشاسـته (آمیلوز و آمیلوپکتین) برنج در وهله اول سبب کیفیت‌های متنوع در پخت شـده و تغییـرات آمیلـوز در یک رقم موجب پخت خاص همان رقم خواهد شد. یعنی اگر برنجی کـم آمیلـوز باشـد پختـه آن لـزج، چسبنده و لعاب‌دار، یا بر عکس برنج با آمیلوز بالا، سفت و خشک می‌شود (بلاکنی و همکاران،۱۹۹۴).

مقدار آمیلوز به میزان زیادی بر کیفیت پخت و خوراک تأثیر دارد. آمیلوز نه تنها مسئول میـزان نرمـی یا سختی برنج پخته می‌باشد بلکه بر میزان چسبندگی آن نیز تأثیر دارد. همه این خصوصیات عـواملی هستند که در پذیرش رقم توسط مصرف کننده مهم می‌باشند. تعیـین درجـه حـرارت ژلاتینـی شـدن نشاسته آندوسپرم نیز یک آزمایش مهم برای تعیین کیفیت پخت در برنج می‌باشد. درجه حرارتـی کـه نیاز است گرانول‌های نشاسته به طور برگشت ناپذیری متورم شوند، درجه حرارت ژلاتینی‌شدن نامیـده می‌شود. دامنه تغییرات آن از ۵۵ تا ۷۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. دمای ژلاتینه یک عامل مهم کیفـی است که ارتباط با مدت زمان پخت و ماهیت برنج پختـه دارد. بـیش از ۷۴ درجـه سـانتی‌گـراد دمـای ژلاتینه بالا، ۷۴-۷۰ درجه سانتی‌گراد دمای ژلاتینه متوسط و ۶۹-۵۵ درجه سانتی‌گراد دمای ژلاتینـه پایین می‌باشد. مصرف کنندگان ایرانی دمای ژلاتینه شدن متوسط را می‌پسندند.

اندازه‌گیری قوام ژل تکمیل کننده آزمون آمیلوز است. قوام ژل نشان دهنـده میـزان حرکـت ژل بـرنج پخته می باشد (کامپانگ،۱۹۷۳). در نمونه‌هایی با میزان آمیلوز مشابه بـیش از ۲۵ درصـد دامنـه‌هـای متفاوتی از قوام ژل مشاهده شده است. قوام ژل در بـرنج‌هـایی بـا درصـد آمیلـوز کمتـر از ۲۴ درصـد معمولا" نرم یا متوسط هستند. اکثر مصرف‌کنندگان ایرانی قوام ژل متوسط را مـی پسـندند. قـوام ژل برنج به سه دسته قوام ژل سخت، قوام ژل متوسط و قوام ژل نرم تقسیم می شود (حبیبی،۱۳۹۲).

در دانه برنج ویتامین‌های مختلفی وجود دارد که عبارتند از: ویتامین A ۴۲۰۰-۱۴۰۰ واحـد، تیـامین ۱/۸-۱ میلی‌گرم، ریبوفلاوین ۲/۶-۱/۸ میلی‌گرم (ویتامین B_2) و نیاسین ۱۲/۱۸ میلی‌گرم.

برابر تحقیقات انجام یافته به علت پایین بودن مواد فیبری، وجود اسید آمینه لیـزین، عـدم حساسـیت انسان به ویژه کودکان به نشاسته برنج، قابلیت جذب بالا و تبدیل آن به انرژی قابل جـذب و همچنـین حامل بسیار مناسب عناصر کم مصرف، برنج از برتری قابل توجهی نسبت به غلات دیگر برخوردار است (هردر و پالاکپک، ۱۹۸۵).

۱-۱۰- خصوصیات برنج پخته:

این دسته از خصوصیات شامل: طول پس از پخت، نسبت طویل‌شدن، عطر، سختی، چسبندگی و قوام، انبساط حجم پس از پخت، میزان آب و مدت زمان پخت می‌باشد.

دانه بعضی از ارقام پس از پخت افزایش طول بیشتری از خود نشان می‌دهند. افزایش طول بدون افزایش ضخامت یک فاکتور مثبت در کیفیت برنج می‌باشد. برنج‌های باسماتی هند و دم سیاه ایران ۱۰۰ درصد در هنگام پخت انبساط طولی دارند(گراهام،۲۰۰۲).

۱-۱۱- خصوصیات مربوط به ارزش غذایی:

خصوصیات مربوط به ارزش غذایی شامل میزان پروتئین، کربوهیدرات ها، ویتامین و املاح معدنی می‌باشد(جولیانو، ۱۹۸۵).

۱-۱۲- طبقه بندی برنج بر اساس میزان آمیلوز:

واکسی (۲ - ۰ ٪)، خیلی پایین (۹ - ۳ ٪)، پایین (۲۰ -۱۰ ٪)، متوسط (۲۵ - ۲۰ ٪) و بالا (۳۳- ۲۵ ٪) (کومار و کوش،۱۹۸۶).

برنج‌های واکسی پس از پخت کاملا" چسبنده بوده فاقد انبساط حجمی هستند. برنج‌های آمیلوز متوسط پس از پخت دانه نرم بوده و تا ساعت‌ها پس از پخت نیز نرم می‌مانند. برنج‌های آمیلوز بالا، پس از پخت کاملا" از هم جدا شده و در اثر سرد شدن، خشک و سخت می‌گردند. برنج آمیلوز متوسط در ایران ترجیح داده می‌شود (حبیبی،۱۳۹۲).

مقدار پروتئین برنج سفید از ۵ تا ۱۶درصد متغیر بوده و تحت تأثیر شرایط محیط قرار می‌گیرد (گوستافسون، ۱۹۸۴).

گفته می‌شود ارقام زودرس نسبت به ارقـام دیـررس پـروتئین بـالاتری دارنـد (دانانـد ودیلـی، ۱۹۸۲). محدودیت اصلی تغذیه‌ای برنج، پایین بودن میزان پروتئین آن است ولی در میان غلات پـروتئین آن از کیفیت بالایی برخوردار است.

۱-۱۳- طبقه بندی برنج بر اساس میزان عطر و طعم :

الف - برنج‌های معطر که دارای درصد بالایی از ترکیب اصلی عطرآگین می‌باشند.

ب - برنج‌های غیرمعطر که تنها حاوی ppm ۰/۰۰۶- ۰/۰۰۴ از ترکیـب اصـلی عطـرآگین مـی‌باشـند (توسلی‌لاریجانی، ۱۳۷۴و محمدی، ۱۳۷۷).

۱-۱۴- طبقه بندی برنج های ایران از لحاظ خواص ظاهری:

۱-۱۴-۱- برنج های گروه صدری:

این گروه از مرغوب‌ترین برنج‌های ایران است و دارای ارزش تجارتی بسیار بالایی مـی‌باشـند. در این گروه، برنج‌ها دارای شلتوک بلند و باریک بوده و دانـه‌هـا نسـبتا" طویـل و طـول دانـه بـیش از ۷ میلی‌متر است. دوره رشد برنج‌های صدری از ۱۵۰ تا ۱۶۵روز متغیر است. برنج‌های این گروه در مقابـل بیماری‌ها، آفات و ورس یا خوابیدگی بسیار حساس هستند. مقاومت این بـرنج‌هـا نسـبت بـه کـم آبـی نسبتا" کم و عملکردشان نیز نسبت به انواع دیگر کمتـر اسـت. بـرنج‌هـای گـروه صـدری دارای ارقـام مختلف طارم محلی، طارم دیلمانی، سـنگ طـارم، سـالاری، دمسـیاه، دم زرد، صـدری‌معمـولی، بـرنج امیری، برنج اربابی و موسی طارم می‌باشد.

۱-۱۴-۲- برنج های گروه چمپا:

برنج‌های این گروه دارای انواع زودرس و دیررس می‌باشد. طول دوره رشد برنج‌های چمپا از ۱۲۰تـا ۱۳۰روز متغیر است. طول دانه این گروه بین ۵ تا ۷ میلی‌متر متغیر بـوده کـه در انـواع زودرس طـول دانه بیشتر است. سازگاری برنج چمپا در مقابل آفات و کم‌آبی نسبت به گروه صدری بیشتر اسـت. ایـن

گروه دارای انواع برنج رسمی، چمپای سیاه، چمپای سفید، آگوله، بینام، سرد چمپا و گرم چمپا می‌باشد.

۱-۱۴-۳- برنج‌های گروه گرده:

برنج‌های این گروه عملکرد بیشتری نسبت به گروه صدری و چمپا داشته ولی ارزش تجاری و خصوصیات پخت و طعم کمتری دارد. ارقام این گروه دارای مقاومت زیادی در مقابل آفات و کم‌آبی هستند و شامل: انواع گرده مولایی‌خوزستان، گرده زنجان، گرده شیراز، گرده لاهیجان و گرده مولایی می‌باشد (اخوت و وکیلی ۱۳۷۶).

۱-۱۴-۴- ارقام اصلاح شده:

از سال ۱۳۳۶ عملا" کار اصلاح برنج در ایران با وارد نمودن ارقام و انتخاب از توده‌های بومی و تلاقی‌ها آغاز گردید و استان‌های گیلان و مازندران به طور عمده و در ۱۴ استان دیگر کشور، کار بر روی اصلاح برنج پیگیری شد، که ارقام اصلاح و معرفی شده توسط دو ایستگاه تحقیقات برنج گیلان و مازندران تا این زمان به نام‌های زیر می باشند:

آمل۱، آمل ۲، آمل ۳، گیل۱، گیل۲، گیل۳، گیل۴، هراز، بینام، سپیدرود، خزر، سنگرجو، طارم، حسن سرا، نعمت، ندا، کوهسار.

۱-۱۵- مراحل رشد و فنولوژی برنج:

طول دوره رشد گیاه برنج ۶-۳ ماه از جوانه‌زنی تا بلوغ طول می‌کشد که به رقم و محیطی که تحت آن رشد می‌کند بستگی دارد. در طول این دوره، رشد برنج در دو مرحله رشد متوالی کامل می‌شود. از نظر زراعی دوره رشد به سه مرحله تقسیم می‌شود: رویشی، زایشی و رسیدگی (یوشیدا، ۱۹۸۱).

۱-۱۵-۱- مرحله رویشی:

مرحله رشد رویشی به دوره جوانه زنی تا ظهور خوشه‌های آغازین گفته می‌شود. این مرحله با فعالیت پنجه زنی، افزایش تدریجی در ارتفاع گیاه و ظهور برگ در زمانهای منظم مشخص می‌شود (یوشیدا ۱۹۸۱).

۱-۱۵-۱-۱- مرحله جوانه زدن تا سبز شدن:

بذرهای برنج با بیرون آمدن ریشه چه از داخل کولئوریز جوانه می‌زند. درجه حرارت مساعد برای جوانه زنی بذر برنج ۳۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل درجه حرارت ۱۲-۱۰ و حداکثر ۴۰-۳۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در شرایط حرارتی مناسب جوانه‌زنی ۲ تا ۴ روز به طول می‌انجامد. بذر برنج در نور و تاریکی جوانه می‌زند یعنی برای جوانه زنی نیاز به نور ندارد. وقتی که دانه در یک محیط محتوی اکسیژن، نظیر خاکی با زهکشی خوب جوانه بزند، در این صورت ریشه‌چه که ریشه اولیه را در جنین می‌پوشاند، زودتر ازکلئوپتیل ظاهر می‌شود. ولی اگر بذر در آب جوانه بزند در این صورت ساختمان لوله‌ای کلئوپتیل که برگ‌های جنینی را می‌پوشاند زودتر از کلئوریزا خارج می‌شود (دی‌داتا، ۱۹۸۱).

۱-۱۵-۱-۲- مرحله رشد گیاهچه‌ای و پنجه زنی :

در مناطق حاره، اولین برگ معمولا" سه روز بعد از کاشت بذرهای جوانه‌دار شده ظاهر می‌شود. مرحله رشد گیاهچه‌ای شامل: جوانه‌زدن و ظهور اولین پنجه است. در طول این مرحله گیاهچه توسط ریشه‌های بذری توسعه پیدا کرده و اکثر اندوخته‌های آندوسپرم را مصرف می‌کند. تا روز دهم بیشتر از دو برگ باید توسعه پیدا کند. ریشه‌های نابجای ثانویه که به صورت سیستم ریشه‌ای افشان شکل می‌گیرد سریعا" جایگزین ریشه های بذری می‌شود (یوشیدا،۱۹۸۱). پنجه‌ها در ابتدا برای تأمین مواد غذایی به ساقه اصلی متکی هستند و زمانی‌که گیاه دارای سه برگ و ۴ تا ۵ ریشه شد، خودکفا گردیده و به تدریج وارد پنجه‌زنی فعال می‌شود. پنجه زنی فعال مرحله‌ای است که میزان پنجه زنی با

افزایش تعداد پنجه در واحد زمانی به حداکثر برسد. مرحله حداکثر تعـداد پنجـه متعاقـب پنجـه زنـی فعال بوده و مرحله‌ای است که تعداد پنجه هر بوته در هر متر مربع حداکثر بـوده کـه قبـل یـا بعـد از ظهور جوانه اولیه خوشه بر حسب طول دوره رشد یک رقم، اتفاق می‌افتد. تعداد پنجه‌هـا تقریبـا" یـک ماه پس از انتقال به زمین به حداکثر می‌رسد (سلیمانی و امیری،۱۳۸۳).

مرحله پنجه‌زنی تا زمان تشکیل‌خوشه، یعنی زمانی که گیاه ۸ تـا ۹ بـرگ دارد، ادامـه مـی‌یابـد. البتـه تعدادی از پنجه‌های تولیدی پیش از رسیدن به مرحله گـل‌دهـی یـا قبـل از رسـیدگی کامـل از بـین می‌روند که از بین رفتن پنجه‌ها به وضعیت تغذیه‌ای گیـاه، تـابش خورشـید، رقابـت و درجـه حـرارت بستگی دارد (دی داتا،۱۹۸۱).

۱-۱۵-۱- ۳- مرحله طویل شدن ساقه:

این مرحله قبل از تشکیل خوشه آغاز شده و در ارقـام دیـررس معمـولا" در اواخـر پنجـه‌زنـی رخ می‌دهد، نشاء به ساقه رفته و گره‌هـا مشـخص مـی‌باشـند و در ابتـدای طویـل شـدن سـاقه، حـداکثر پنجه‌زنی هم اتفاق می‌افتد (جورج و همکاران، ۱۹۹۲).

۱-۱۵-۲- مرحله زایشی:

مرحله رشد زایشی با طویل شدن ساقه، کاهش تعداد پنجه‌ها، ظهور برگ پـرچم، خوشـه‌دهـی تـا گلدهی ادامه دارد. از نظر زراعی معمولا" خوشه‌دهی در زمانی که ۵۰ درصد خوشه‌ها خارج مـی‌شـوند، معین می‌گردد (یوشیدا، ۱۹۸۱). این مرحله از تشکیل اولین خوشـه آغـازین در انـدازه میکروسـکوپی آغاز می‌گردد (معین و همکاران، ۱۳۶۲).

۱-۱۵-۲-۱- تشکیل خوشه تا آبستنی:

تشکیل خوشه معمولا" ابتدا از ساقه اصلی شروع شده و پس از آن پنجه ها شروع به تشکیل خوشه می‌کنند. اگر آب عامل محدود کننده باشد خوشه‌دهی ممکن است به تأخیر افتد. این امر اغلب در کشت مستقیم و در خاک خشک رخ می‌دهد (یوشیدا،۱۹۸۱).

۱-۱۵-۲-۲- توسعه و ظهور خوشه:

در طول توسعه خوشه، سنبلچه ها شروع به تمایز می‌کنند و خوشه به سمت درون و بالای غلاف برگ پرچم گسترش می‌یابد. وقتی طول خوشه به ۵ سانتی متر برسد آغازین خوشه سنبلچه متمایز شده و تعداد آن تعیین می‌شود. درطول تشکیل اولین بخش از مرحله زایشی هر نوع تنشی که به گیاه اعمال شود، می توان اثر نامطلوبی روی عملکرد بگذارد (سلیمانی و امیری،۱۳۸۳).

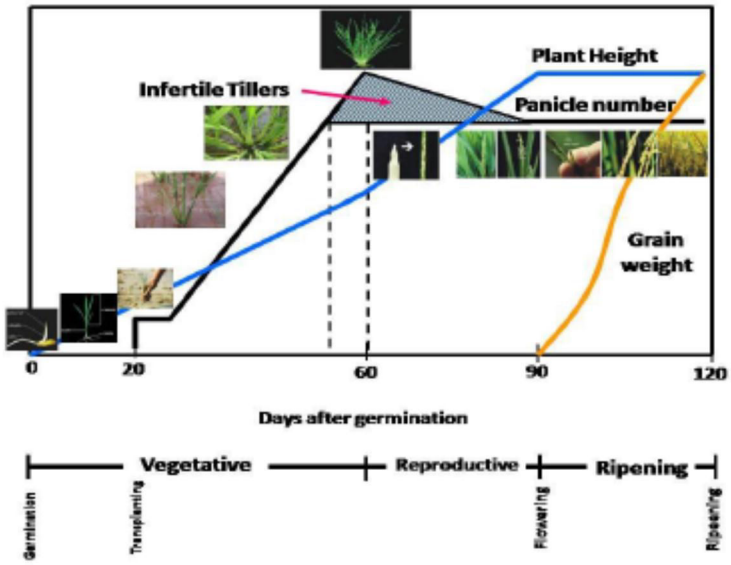
۱-۱۶- گلدهی:

در این مرحله پرچم ها ازگلچه بیرون آمده و عمل گرده افشانی صورت می‌گیرد. در این مرحله کلاله ها به صورت پرهای باز شده پذیرای گرده های آزاد شده می‌باشند. بعد از گرده افشانی گلها بسته می‌شوند. دمای مطلوب برای گرده افشانی۳۲-۳۲درجه سانتی‌گراد، حداقل ۱۳-۱۰درجه سانتی‌گراد و حداکثر تقریبا" ۶۰ درجه سانتی‌گراد است. زمان باز شدن گل‌ها ۸ صبح الی ۲ بعدازظهر بوده و گلهای گل آذین در یک دوره ۷ تا ۱۰ روزه باز می‌شوند (هاشمی‌دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴).

۱-۱۷- مرحله رسیدگی:

این مرحله از گلدهی تا رسیدگی کامل ادامه دارد. مرحله رسیدگی (از شروع گلدهی تا رسیدن) بسته به رقم در مناطق حاره، حدود ۲۵ تا ۳۵ روز و در مناطق معتدله ۴۵ تا ۶۰ روز به طول می‌انجامد (دی داتا،۱۹۸۱). دوره رسیدگی شامل سه مرحله است: مرحله شیری که در این مرحله دانه

محتوی ماده سفیدرنگی است که با فشار دادن خارج می‌شود. در مرحله خمیری دانه بخش شیری دانه ابتدا به صورت خمیری نرم و سپس به صورت خمیری سخت تبدیل می‌شود. این مرحله ۱۴ روز بعد از گرده افشانی می‌باشد و مرحله رسیدن دانه که به رنگ دانه در خوشه شروع به تغییر از سبز به زرد می‌کند. این مرحله حدود ۳۰ روز بعد از گرده افشانی (بسته به رقم محیط) است. مرحله رسیدن دانه وقتی کامل می‌شود که ۹۰ تا ۱۰۰ درصد دانه‌ها کامل شده و متمایل به زرد شود. مرحله پرشدن دانه و رسیدن آن معمولا" در حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود (یوشیدا، ۱۹۸۱).



شکل ۱- ۶- مراحل فنولوژی گیاه برنج

۱-۱۸- فیزیولوژی برنج:

برنج گیاهی است که به گروه فتوسنتزی C_3 تعلق دارد. در برنج احیای Co_2 توسط آنزیم ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز صورت می‌گیرد و نخستین فرآورده نهایی آن اسید ۳- فسفوگلیسیریک می‌باشد که در نتیجه این عمل سیکل کالوین انجام گرفته و سرانجام نشاسته در دانه‌های برنج جمع می‌گردد. در برنج تنفس نوری نیز صورت می‌گیرد که عامل تصاعد Co_2 در نور می‌باشد (اخوت و

وکیلی، ۱۳۷۶). مقدار فتوسنتز خالص در واحد سطح برنج در مقایسه با سایر گونه‌ها C_3 نسبتا" بیشتر است.

۱-۱۹- سازگاری اکولوژیکی برنج:

برنج محصول عمده مناطق گرمسیری مرطوب می‌باشد و در منطقه‌ای کشت می‌شود که مقدار بارندگی سالانه حداقل ۱۰۰۰ میلی‌متر باشد. از نظر عرض جغرافیایی در بیشتر نقاط دنیا از استوا تا ۴۵ درجه شمالی و تا ۴۵ درجه عرض جنوبی این محصول به خوبی رشد می‌کند. نکته قابل توجه این است که طبق گزارش‌های پژوهشی، برنج می‌تواند بیشترین عملکرد را در یک آب و هوای مدیترانه‌ای و نه در محیطی گرمسیری که بطور وسیعی کشت می‌شود، تولید نماید. تنها عامل محدود کننده کشت و کار برنج سرما می‌باشد. گیاه برنج به دمای بالا، رطوبت زیاد و مقدار کافی آب در طول دوره رویش نیاز دارد (مجنون حسینی،۱۳۸۳).

۱-۲۰- نیازهای غذایی برنج:

نیتروژن پرمصرف‌ترین عنصر مورد نیاز برنج و یکی از عوامل اصلی افزایش میزان محصول است. کمبود نیتروژن درخاک یا پایین بودن مقدار آن از حد مورد نیاز، سبب ناهماهنگی در رشد، ارتفاع کوتاه گیاه و تعداد پنجه‌ها کمتر از حد استاندارد می‌شود، همچنین برگ‌ها در برخی موارد به زردی و لکه‌دار شدن می‌گذارند.

در زمینه نیاز گیاه برنج به نیتروژن در شالیزارهای استان مازندران با توجه به تحقیقات گسترده‌ای که صورت گرفت بهترین زمان مصرف کود اوره ۲ بار (موقع کشت و مرحله پنجه دهی) و یا سه بار (موقع کشت + مرحله پنجه دهی+ مرحله سنبله جوان) نشان داده است. گیاه برنج برای تولید یک تن محصول معمولا" ۱۹ تا ۲۱ کیلوگرم نیتروژن جذب می‌نماید. با توجه به تلفات متعددی که برای نیتروژن در شرایط شالیزاری رخ می‌دهد راندمان نیتروژن مصرفی در شالیزار معمولا" ۳۰ تا ۵۰ درصد

بوده و در بسیاری موارد کمتر است. عنصر پتاسیم به مقدار زیادی مشابه نیتروژن توسط گیاه برنج جذب می‌شود (فلاح و سعادتی، ۱۳۷۶).

بر اساس بررسی دقیق که در ژاپن به عمل آمده برای تولید هر تن محصول شلتوک در حدود ۱۶/۸کیلوگرم نیتروژن و ۳/۸ کیلوگرم فسفر و ۲۱/۹ کیلوگرم پتاس از زمین برداشت می‌شود (مؤدب شبستری و مجتهدی، ۱۳۶۹).

با عنایت به آزمایش‌های متعدد انجام شده حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک‌های شالیزاری، برگ، کاه و کلش و دانه برنج در جدول گنجانده شده است (دوبرمن و فرهورت، ۲۰۰۰).

جدول ۱-۳- روند جذب مواد غذایی در مراحل مختلف رشد تا رسیدن در برنج

مراحل رشد و نمو	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)
از کاشت تا ابتدای ساقه زدن	۲۹/۰۷	۲۹/۳۴	۴۰/۸۴
در مرحله ساقه زدن	۵۷/۳۲	۴۲/۴۱	۹۱/۴۱
در مرحله خوشه رفتن و گل دهی	۷۹/۹۸	۷۴/۸۲	۹۸/۴۵
در مرحله تشکیل دانه	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۱-۴- حد مطلوب درصد عناصر غذایی در خاک، برگ، کاه و دانه برنج

نام عنصر غذایی	خاک	برگ	ساقه (کاه و کلش)	دانه برنج
نیتروژن	۲/۰ درصد > مواد آلی	۲/۶۰ درصد	۰/۶۵ درصد	۱/۱۰درصد
فسفر	۱۰ میلی گرم در کیلوگرم	۰/۲۰ درصد	۰/۱۰ درصد	۰/۲۲ درصد
پتاسیم	۲۵۰میلی‌گرم در کیلوگرم	۱/۸۰ درصد	۱/۴۰ درصد	۰/۳۶ درصد
روی	۲ میلی گرم در کیلوگرم	۳۰ میلی گرم در کیلوگرم		
آهن	۱۰ میلی گرم در کیلوگرم	۱۰۰ میلی‌گرم‌در کیلوگرم		
منگنز	۵ میلی گرم در کیلوگرم	۸۰ میلی گرم در کیلوگرم		
مس	۱ میلی گرم در کیلوگرم	۱۰ میلی گرم در کیلوگرم		
بور	۱ میلی گرم در کیلوگرم	۴۰ میلی گرم در کیلوگرم		

۱- ۲۱- اشکال مختلف نیتروژن :

۱-۲۱-۱- آمونیوم تبادلی (NH_4^+):

بیشتر نیتروژن موجود، در خاکهای احیاء در آب محلول بوده و یا بر روی کمپلکس‌های تبادلی جذب شده است. آمونیوم تبادلی نشان دهنده شکلی از نیتروژن است که به سهولت از سطوح خارجی ذرات خاک به وسیله عصاره گیر مناسب به طور مثال کلرید پتاسیم ۲ نرمال استخراج می‌شود و تجمع آن بدین دلیل است که معدنی شدن نیتروژن آلی بعد از مرحله تشکیل آمونیوم در فقدان اکسیژن پیشرفت نمی‌کند چون تبدیل میکروبی آمونیوم به نیترات نیاز به اکسیژن دارد (دی داتا، ۱۹۸۱).

۱-۲۱-۲- نیترات ($N\overline{O}_3$):

درخاک‌های غرقاب نیترات از طریق دنیتریفیکاسیون، آبشویی و جذب توسط گیاه سریعا" ناپدید می‌گردد (دی‌داتا،۱۹۸۱).

۱-۲۱-۳-آمونیوم تثبیت شده:

آمونیوم تثبیت شده درخاک‌ها، تحت عنوان نیتروژن نگهداری شده درساختمان لایه‌ای کانی‌های سیلیکاتی بحث می‌گردد. نیتروژن در این حالت نه در آب قابل حل بوده و نه به سهولت قابل تبادل می‌باشد و ۱۴ تا ۷۸ درصد کل نیتروژن بعضی از خاک‌های حاره ای را شامل می‌گردد (دی‌داتا،۱۹۸۱).

۱-۲۱-۴- اکسید نیتروژن:

اکسید نیتروژن می‌تواند درخاک غرقاب تشکیل گردد. در نتیجه کمبود اکسیژن و جایگزینی اکسیژن به عنوان یک گیرنده نهایی الکترون در تنفس تعداد زیادی از بی‌هوازی‌های اختیاری به شکل نتیروژن در می‌آید (دی‌داتا،۱۹۸۱).

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- تأثیر نیتروژن در گیاه:

در چند دهه گذشته، افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح زمین و در واحد زمان به دلیل مدیریت بهتر تولید، بهبود ژرم‌پلاسم و مصرف بیشتر کودها بوده است. تا حدود ۵۰ درصد تولید جهانی محصولات مربوط به استفاده از کودهای تجاری است. رشد محصولات، تا حد زیادی وابسته به عرضه نیتروژن، چه از خاک و یا اضافه کردن به عنوان کود است. اگر عرضه نیتروژن ناکافی باشد رشد مطلوب حاصل نمی‌شود. میزان نیتروژن مورد نیاز به نوع گیاه، غلظت و توزیع نیتروژن در بافت گیاه، عملکرد مورد انتظار، نیتروژن خاک، آبشویی و ... بستگی دارد. در زراعت برنج معمولا" به ازای هر یک تن محصول برنج حدود ۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیاز است. نیتروژن یک عنصر ضروری برای رشد گیاه و تولید محصول است. با افزایش مصرف نیتروژن افزایشی خطی در عملکرد دانه دیده می‌شود. نیتروژن یکی از عناصر بسیار مهم برای برنج بوده و در صورت کمبود مانع رشد شده و عملکرد کاهش می‌یابد. همچنین مصرف بیش از اندازه سبب رشد بی‌رویه و در نتیجه خوابیدگی، بیماری بلاست، شیت بلایت و افزایش شیوع آفات را به دنبال دارد (اکبری و مؤمنی،۱۳۹۴).

با توجه به این که نیتروژن نقش قابل ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد گیاهان دارند، سالانه میلیون‌ها تن از کودهای نیتروژنی برای تولید محصولات مختلف کشاورزی در سراسر جهان مصرف می‌شود. از طرف دیگر مصرف بیش از حد نیتروژن موجب آسیب‌های زیست محیطی، افزایش گرمایش جهانی و نهایتا" آسیب به سلامتی انسان می‌شود، در واقع فقط ۳۰ تا ۴۰ درصد نیتروژن اضافه شده به خاک به مصرف گیاه می‌رسد و مابقی از طریق رواناب و آبشویی، تصعید آمونیومی و دنیتریفیکاسیون از دسترس گیاه خارج شده و محیط زیست را آلوده می‌کند (اکبری و مؤمنی،۱۳۹۴).

نیتروژن عنصری ضروری برای ساخت اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، نوکلئوتیدها و کلروفیل است. نیتروژن به رشد سریع گیاه (افزایش ارتفاع و تعداد پنجه گیاه)، افزایش اندازه برگ، تعداد دانه

در خوشه، درصد دانه‌های پر در هر خوشه و مقدار پروتئین دانه کمک می‌کند. بنابراین نیتروژن تمامی مشخصه‌های مؤثر بر عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (فلاح ،۱۳۹۵).

یون‌های آمونیوم و نیترات، اشکال اصلی قابل جذب نیتروژن توسط گیاه می‌باشند، بخش عمده نیتروژن آمونیومی جذب شده، وارد ترکیبات آلی ریشه‌ها می‌شود درحالی که نیتروزن نیتراته دارای تحرک بیشتری در آوند چوبی می‌شود. نیتروژن نیتراته همچنین به حفظ تعادل کاتیون- آنیون در گیاه و تنظیم فشار اسمزی کمک می‌کند. نیتروژن نیتراته به عنوان یکی از عناصر غذایی گیاه، برای اینکه بتواند وظایف ضروری خود را انجام دهد باید تحت عمل آنزیم‌های نیترات و نیتریت ردوکتاز به آمونیوم احیاء شود. نیتروژن در سرتاسر دوره رشد مورد نیاز است اما بیشترین نیاز به این عنصر بین مراحل اولیه تا اواسط پنجه‌زنی تا ظهور سنبله جوان وجود دارد. عرضه کافی نیتروژن، در طی مرحله رسیدن برای تأخیر در پیری برگ، حفظ سطح فتوسنتز در طی پرشدن دانه و افزایش مقدار پروتئین دانه ضروری است. نیتروژن در داخل گیاه متحرک است و از آنجائی که نیتروژن از برگ‌های پیر به برگ‌های جوان‌تر انتقال می‌یابد، علائم کمبود ابتدا در برگهای پیرتر ظاهر می‌شود (اکبری و مؤمنی،۱۳۹۴).

اگر بین نیاز گیاه به نیتروژن در مراحل مختلف رشد و مصرف این کود هماهنگی نباشد، نه تنها عملکرد بالا حاصل نخواهد شد، بلکه با توجه به وجود تبخیر و شستشوی زیاد نیتروژن در شالیزارها، این عنصر می‌تواند از دسترس گیاه خارج شود و باعث آلودگی‌های زیست محیطی گردد (فرجی و همکاران، ۱۳۷۹).

در بسیاری از گیاهان از جمله برنج رشد و عملکرد محصول بطور معنی‌داری با استفاده از منابع کودی NO_3^- و NH_4^+ افزایش پیدا می‌کند. واکنش مثبت عملکرد دانه‌ای و کاه به افزایش دسترسی NO_3^- از صفر تا ۵۰ درصد ثابت شده است (گیان و همکاران، ۲۰۰۴).

مقدار نیتروژن برگ معمولا" با شدت فتوسنتز همبستگی نزدیکی دارد. کود نیتروژنه مصرف شده به صورت سرک موجب افزایش شدت فتوسنتز گیاه خواهد شد. با کاشت برنج در محلولهای غذایی،

مشخص شده که برنج نیتروژن را بصورت آمونیوم و نیترات جذب می‌کند و شکل آمونیومی نیتروژن، مهمترین و پایدارترین شکل نیتروژن در خاکهای غرقابی است (آنچنی و همکاران، ۱۹۹۳).

برنج‌های هیبرید، نیتروژن معدنی مخصوصا" نیترات را طی مراحل رشد، نسبت به دیگر واریته‌ها بیشتر جذب کرده که مصرف نیتروژن به شکل نیترات در مراحل بعدی رشد ممکن است منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد شود (ملکوتی و کاووسی،۱۳۸۳).

بطور مثال برنج هیبرید ***Chong-Huas*** بیشترین واکنش را نسبت به نیتروژن داشته که آن را با بالاترین مقدار عملکرد نشان می‌دهد (یوشیدا و همکاران، ۱۹۹۲).

مقادیر مصرف کود نیتروژن و زمان مصرف آن یکی از مهمترین فاکتورهای صحیح مدیریتی در تولید محصول برنج می‌باشد (قودوس،۱۹۸۱; بهار و ددتا،۱۹۷۷)، زیرا نیتروژن سبب رشد، افزایش پنجه زنی و وزن خشک اندام‌های هوائی گیاه و تسریع در رشد مجدد گیاه و در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه می شود (فینچوم و اوات،۱۹۷۱).

عملکرد نهایی شلتوک در محصول برنج، عموما" با استفاده از اجزای تشکیل دهنده عملکرد که شامل: تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و تعداد دانه پر در خوشه و اجزای دیگر تا حدودی قابل استفاده و پیشگویی است (سیادت و همکاران، ۱۳۸۳).

نیتروژن در جذب کربوهیدرات‌ها در بقایای ساقه اصلی گیاه نقش دارد، به طوری که سبب افزایش ذخیره درصد بالائی از نشاسته و قند در بقایای ساقه اصلی می‌شود (گوش و چاتری،۱۹۷۹; دت و پترسون،۱۹۸۳).

اجزای عملکرد در برنج مستقل از یکدیگر نیستند و افزایش در یک جزء با مقدار معین اغلب موجب کاهش در یکی از اجزای دیگر می‌شود. به عبارت دیگر در یک عملکرد مطلوب تمامی اجزاء باید موازنه مناسبی نسبت به هم داشته باشند (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴).

استعداد پنجه‌زدن یکی از مهمترین صفات واریته‌ای است. تشکیل طرح اولیه پنجه تحت تـأثیر محـیط قرار می‌گیرد که مهمترین این عوامل مقدار نیتروژن می‌باشد کـه همبسـتگی مثبـت و معنـی‌داری بـا تعداد پنجه در گیاه دارد (امام و نیک نژاد، ۱۳۷۳).

درآزمایش بلندمدت درکشت متوالی (***LTCC***)کـارایی بیشـتر اسـتفاده از نیتـروژن بـا کـاهش میـزان نیتروژن به کار رفته در کاشت و مقدار بیشتر سرک پاشی بدست آمد (دوبرمن،۲۰۰۰).

۲-۲- نیتروژن عنصر اصلی در کشت مجدد برنج:

نیتروژن مهمترین نهاده تولید و محدودکننده‌ترین عنصر غذائی در تولید برنج در گستره جهـانی است و نیاز گیاه برنج به دیگر عناصر غذایی پرمصرف عمدتا" به عرضه و فراهمی نیتروژن بستگی دارد. واکنش برنج نسبت به نیتروژن بسیار بیشتر از پتاسـیم و فسـفر اسـت. یکـی از تنگناهـای کلیـدی در مصرف کودها در همه محصولات زراعی، از جمله برنج با سیستم آبیاری ویژه (غرقـاب دائـم)، رانـدمان مصرف پایین عنصر غذایی بخصوص نیتروژن می‌باشد. رانـدمان پـایین کودهـای نیتروژنـی در شـالیزار تبعات زیست محیطی و هزینه‌ای بسیار بالائی را در بردارد (فلاح،۱۹۹۵) مـن‌جملـه ورود نیتـرات بـه آب‌های زیرزمینی و آلودگی آب شرب شهرها و روستاها، به خطر انداختن سلامت جامعه در اثر سـیکل هیدرولوژیکی کوتاهی که در شمال کشور وجود دارد و نیز با توجه به قیمت بالای کود نیتروژنـه باعـث زیان اقتصادی برای کشاورز و نهایتـا" هـدردادن سـرمایه کشـور مـی‌گـردد، لـذا محققـان بـه دنبـال راهکارهایی برای افزایش هرچه بیشتر راندمان استفاده از کودهای نیتروژن توسط گیاه برنج می‌باشـند. اگر ما بتوانیم حتی ۱۰درصد راندمان استفاده از کود را افزایش دهیم از لحاظ ابعاد اقتصادی و زیسـت محیطی، با توجه به سطح وسیع شالیزارهای استان، که بالغ بر۲۰۰ هـزار هکتـار اسـت، کـاری بسـیار ارزشمند و ذیقمت انجام داده‌ایم (اکبری و مؤمنی،۱۳۹۴).

۲- ۳- زمان مصرف کود نیتروژن و مدیریت مصرف آن:

به طور معمول شالیکاران و کشاورزان، کودهای نیتروژن را به یک‌باره قبل از کاشت و یا در فواصل زمانی به‌طور دلخواه و طبق عرف منطقه و یا فواصل زمانی ثابت توصیه شده توسط محققین مصرف می نمایند. به این ترتیب که کود نیتروژن را به‌صورت پایه در زمان نشاءکاری و در مراحل فعال گیاه (پنجه دهی، تشکیل سنبله‌جوان و گلدهی) مصرف می‌نمایند. در مورد مصرف کود نیتروژن به صورت پایه، با توجه به اینکه ریشه نشاء جوان هنوز قدرت کافی برای جذب نیتروژن را در زمان نشاءکاری ندارد اتلاف نیتروژن مصرف شده در این زمان بیشتر خواهد بود. بنابراین به نظر می‌رسد که زمان بهتر برای مصرف کود پایه چند روز بعد از نشاءکاری (معمولا" ۷روز بعد از نشاءکاری) باشد که به علت استقرار گیاه و افزایش فعالیت ریشه، توان جذب نیتروژن آن بیشتر خواهد بود (اکبری و مؤمنی،۱۳۹۴).

در مورد زمان مصرف کود نیتروژن هنوز جنبه‌های مجهول و مبهم زیادی وجود دارد. با معرفی ارقام پرمحصول برنج چالش بین نیتروژن و محیط زیست بیشتر رخ می‌دهد. رسیدن به سقف تولید منطقه‌ای ارقام پرمحصول، در گرو کاربرد مقدار بالای نیتروژن در شالیزار است. کاربرد بیشتر کود نیتروژنی در خاک، لاجرم هدررفت بیشتری درپی خواهد داشت. لذا دستیابی به مناسب‌ترین شیوه‌ها در کاربرد نیتروژن از نظر انطباق زمانی کاربرد با نیاز مقطعی هماهنگ و متناظر آن می‌تواند بیشترین خوش‌بینی را در چالش مذکور به نفع تولید برانگیزد (پنگ،۱۹۹۳). از این نظر مدیریت مناسب مصرف کودهای نیتروژنه در شالیزار از جمله در کشت مجدد برنج از الزامات اصلی تولید برنج به شمار می‌آید. از آنجایی که نیتروژن برگ گیاه، ذخیره نیتروژنی کل را از تمام منابع دریافتی منعکس می‌نماید لذا می‌تواند نشانگر خوبی از فراهمی نیتروژن برای گیاه در هر زمان در طول فصل رشد باشد. در ضمن توصیه‌های کودی جاری نمی‌توانند تنوع زیاد موجود در بین مزارع مختلف از نظر مقدار نیتروژن خاک و تغییرات دینامیکی آن در طول فصل رشد را لحاظ نمایند. بنابراین توصیه کودی یکنواخت در سطح زمین نمی تواند صحیح باشد زیرا ذخیره غذایی موجود در مزارع برنج بسیار

متفاوت است و گیاه برنج به مقدار متفاوتی کود با توجه به ذخیره موجود در خاک و مقدار مورد نیاز گیاه، نیاز دارد. کلروفیل متر یا ***SPAD*** یک وسیله ساده و قابل حمل و نقل بوده که قادر به تعیین میزان سبزینه برگ یا مقدار کلروفیل برگ‌ها می باشد. نوعی رابطه خطی با ضریب همبستگی زیاد بین قرائت کلروفیل متر و غلظت نیتروژن(N) در برگ وجود دارد. لیکن این رابطه در مراحل مختلف رشد گیاه و یا با واریته و شرایط محیطی و زراعی تغییر می‌کند (اکبری و مؤمنی،۱۳۹۴).

۲- ۴- اثر نیتروژن بر صفات کمی:

به دلیل کم بودن طول عمر نیتروژن در خاک و همچنین به علت غرقاب بودن و شرایط غیر هوازی بودن خاک شالیزار، باعث می‌شود قسمتی از نیتروژن بصورت آمونیاک درآمده و به راحتی متصاعد شود، که باید آن را در بیش از یک مرحله، به موقع و به اندازه کافی به خاک افزود (اخوت و وکیلی،۱۳۷۶).

انتخاب نوع کود نیتروژنه بستگی به نحوه کشت و زمان مصرف دارد. بسیاری از کشاورزان کود را در دو یا سه نوبت مصرف می‌کنند. قسمتی از آن در زمان تهیه زمین و یا کمی پس از کاشت و مابقی به صورت سرک و در مراحل مختلف رشد استفاده می‌کنند (اخوت و وکیلی،۱۳۷۶).

ملکوتی و کاووسی (۱۳۸۳) اعلام کردند که برای داشتن عملکرد ۵ تا ۷ تن میزان کود نیتروژنه در دامنه ۸۰ تا ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار است که عواملی مثل ژنوتیپ، ظرفیت ذخیره سازی نیتروژن خاک، مدیریت آب، روش استقرار و نوع کود مصرفی می‌تواند مؤثر باشد.

مصطفوی‌راد و طهماسبی سروستانی (۱۳۸۲) با بررسی ۳ سطح کود نیتروژنه بر ژنوتیپ‌های برنج نتیجه گرفتند که عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها و سطوح مختلف کود نیتروژنه تفاوت‌های معنی‌داری دارد و افزایش عملکرد را می‌توان به عواملی مثل: طول خوشه، تعداد دانه، تعداد انشعابات اولیه و ثانویه خوشه و شاخص برداشت بالاتر نسبت داد. در این آزمایش بیشترین عملکرد در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بدست آمد.

نوذری (۱۳۸۰) با کاربرد چهار سطح کود نیتروژنه (۰، ۷۵، ۱۲۵ و ۱۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره) و سه تراکم بوته بر روی عملکرد و اجزای عملکرد برنج هیبرید ***H178*** اعلام کرد که اثرات نیتروژن بر روی عملکرد معنی‌دار است و استعمال کود نیتروژنه تا ۱۲۵کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد شده (۴۲۸۵/۹ کیلوگرم در هکتار) و بعد از آن عملکرد کاهش می‌یابد.

همچنین نحوی و همکاران (۱۳۸۴) با کاربرد ۴ سطح نیتروژن (۰، ۷۴، ۱۲۵و ۱۷۵کیلوگرم در هکتار) گزارش دادند که در مقدار ۱۲۵ کیلوگرم، برنج هیبرید ***GRH_1*** بیشترین عملکرد را دارد.

از مقدار کود نیتروژنه داده شده در خاک۴۰ درصد جذب گیاه، ۲۰ درصد جذب ذرات خاک و ۴۰ درصد از طریق آبشویی و تبخیر از دست می‌رود. به حداقل رساندن نیتروژن از دست رفته و استفاده حداکثر از نیتروژن مصرف شده از موارد مهم عملیات زراعی است.

در اثر کود نیتروژنه عملکرد ارقام اصلاح شده بیش از ارقام سنتی بدون در نظر گرفتن فصل کاشت یا میزان مصرف شده، افزایش پیدا می‌کند (محمدی،۱۳۷۷).

در مطالعه‌ای با بررسی سه سطح کود نیتروژنه (۱۰۵، ۱۳۵ و ۱۶۵کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر روی یک رقم برنج هیبرید زودرس گزارش شد که کاربرد ۱۳۵کیلوگرم نیتروژن‌خالص در هکتار به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد می‌شود (سوورس، ۱۹۹۴).

بتال و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که افزایش مقدار نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۶۰کیلوگرم در هکتار به طور قابل توجهی ارتفاع نشاء، طول‌خوشه، تعداد دانه در خوشه و عملکرد دانه و کاه را افزایش می‌دهد، درحالی‌که تعداد خوشه در مترمربع، وزن خوشه و شاخص برداشت، زیاد قابل توجه نیست، اما وزن هزاردانه کم می‌شود.

مصطفوی‌راد و طهماسبی سروستانی (۱۳۸۲) با کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد سه ژنوتیپ برنج گزارش دادند که تعداد دانه در خوشه در برنج تحت تأثیر ژنوتیپ و مقادیر مختلف کود نیتروژنه قرار می‌گیرد.

یوشیدا و همکاران (۱۹۸۳) گزارش نمودند که درصد خوشه‌چه و برخی صفات مانند: وزن هزاردانه و تعداد خوشه در مترمربع نقش مهمی در افزایش عملکرد دانه ارقام جدید برنج که قابلیت عملکرد بالایی دارند خواهد داشت.

به علاوه بررسی‌ها نشان می‌دهد که ظرفیت مخزن نقش مهمی در تخصیص ماده خشک اندام‌های هوایی به خوشه‌ها دارد. خوشه‌های پرشده در برنج تابع عواملی نظیر: اقلیم، نوع خاک و کود نیتروژنه می‌باشد. درصد خوشه‌چه‌های پرشده در حدود ۸۵ درصد عادی تلقی می‌شود. پایین بودن درصد خوشه‌چه‌های پر معمولا" ناشی از تأثیر عوامل اقلیمی در مرحله تقسیم کاهشی و گلدهی در طول دوره رسیدگی و عدم تغذیه کافی گیاه است.

نوذری (۱۳۸۰) گزارش داد که مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر درصد دانه‌های پر درخوشه برنج هیبرید ***H178*** در سطح ۱درصد معنی‌دار است. بنابراین سطوح بالای نیتروژن موجب تولید مواد فتوسنتزی بیشتری می‌شود که این‌عمل می تواند به علت افزایش غلظت کلروفیل برگ و افزایش تعداد پنجه در واحد سطح باشد.

یوشیدا (۱۹۸۱) اعلام کرد که وزن دانه به همراه چند جزء دیگر نقش مهمی در افزایش عملکرد دانه ارقام جدید برنج که قابلیت تولید عملکرد بالایی را دارند، دارد. عده‌ای از محققین متذکر شدند که کود نیتروژن بخصوص نیترات تعداد خوشه‌ها و به ویژه وزن هزار دانه را افزایش می‌دهد که در این حالت تعداد دانه در هر خوشه کاهش می‌یابد (گیان و همکاران، ۲۰۰۴).

نتانوس و کوتروباس در سال۲۰۰۲ با بررسی تجمع و انتقال نیتروژن و ماده خشک برنج در ارقام تیپ ژاپنی در منطقه مدیترانه‌ای نشان دادند که بخشی از تجمع نیتروژن و ماده خشک بوسیله گیاه برنج تا مرحله گرده افشانی به طول دوره پرشدن دانه ارتباط دارد. عملکرد دانه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با راندمان انتقال نیتروژن و ماده خشک داشته است، آنها همچنین پیشنهاد کردند که قدرت مخزن دانه می تواند راندمان انتقال را تضمین نماید.

مطالعات نشان می‌دهد کاربرد کود نیتروژن بصورت تقسیط می‌تواند قابلیت دسترسی این عنصر را در مراحل مختلف رشد در گیاه افزایش دهد. البته کاربرد تقسیطی کود نیتروژن در زراعت برنج بسیار معمول است (ساها و همکاران،۱۹۹۸).

فرجی و همکاران (۱۳۷۹) با بررسی اثر تقسیط کود نیتروژنه بر روی دو رقم برنج اعلام کردند که نحوه تقسیط نیتروژن دارای اثر معنی‌داری روی عملکرد و اجزای عملکرد محصول می‌باشد و در هر رقم بیشترین میزان عملکرد در تیمار مصرف نیتروژن بصورت ۵۰ درصد در مرحله پایه و ۵۰ درصد در مرحله پنجه زنی بدست آمد.

همچنین فتحی و سیادت (۱۳۷۷) گزارش کردند که عملکرد دانه با مصرف نیتروژن بصورت تقسیط در مقایسه با کاربرد یک‌جا و یک‌باره آن افزایش داشته است و تقسیط کود نیتروژن در افزایش عملکرد ارقام محلی و هم اصلاح شده مؤثر است.

در مطالعه‌ای که توسط مبصر و همکاران (۱۳۸۴) انجام شد، گزارش گردید که عملکرد دانه تحت تأثیر سال در سطح احتمال یک‌درصد و تقسیط کود نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است. آنها همچنین گزارش کردند که هر چند مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری نداشته است ولی کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار بدون مصرف کود نیتروژن است که برابر ۳۰۶۳/۹ کیلوگرم در هکتار بود زیرا عدم مصرف کود نیتروژن موجب کاهش اجزای عملکرد تعداد پنجه درکپه، تعداد پنجه های بارور در کپه، تعداد خوشه در مترمربع، تعداد کل خوشه‌چه در خوشه و درصد خوشه‌چه‌های پرشده می‌شود و همچنین سبب افزایش تعداد خوشه‌چه‌های پرنشده در هر خوشه می‌گردد. بیشترین عملکرد برای تیمار کودی با مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۵۳۳۴/۱ کیلوگرم در هکتار) بدست آمده است. زیرا مصرف کود نیتروژن تا ۶۹ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش برخی اجزای عملکرد دانه مانند: تعداد پنجه در کپه، تعداد پنجه های بارور در کپه و تعداد خوشه در متر مربع خواهد شد. همچنین فلاح (۱۹۹۵) نتیجه گرفت که عملکرد دانه برنج در کرت‌های بدون مصرف کود نیتروژن از ۲۳۶۴ تا ۴۹۱۷ کیلوگرم در هکتار و در کرت‌هایی که به آنها

کود نیتروژن اضافه شده از ۳۷۳۷ تا ۵۱۷۱ کیلوگرم در هکتار متغیر بوده است و عملکرد دانه برنج با جذب نیتروژن ارتباط بسیار بالایی دارد.

یوشیدا و همکاران (۱۹۸۲) بیان کرده اند که عملکرد دانه برنج در رقم ***Peka*** با به کار بردن ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت ولی در سطوح۶۰، ۹۰و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه به شدت کاهش پیدا کرد اما در رقم ***IR8*** با افزایش کاربرد نیتروژن از ۳۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه روند افزایش داشت.

سینگ و همکاران (۲۰۰۲) در آزمایش خود گزارش نمودند که عملکرد دانه برنج با تقسیط ۱۲۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار در طی سه مرحله (۳۳/۳۳٪ زمان نشاکاری + ۳۳/۳۳٪ در اواسط پنجه دهی+ ۳۳/۳۳٪ در مرحله خوشه آغازین) برای دو رقم ***PR106*** و ***PR111*** تفاوت معنی‌داری بین ارقام وجود داشت.

ساها و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کرده اند که بین تیمارهای تقسیط کود نیتروژن از نظر عملکرد دانه تفاوت آماری وجود نداشت.

سعادتی و فلاح (۱۳۷۴) در نتیجه آزمایشی که انجام دادند اشاره داشتند که حداکثر عملکرد دانه برنج برای تیمار T_1 مصرف ۵۰٪ کود اوره در مرحله ظهور خوشه جوان + ۵۰٪ بقیه در مرحله غلاف کامل بدست آمد. فرجی و همکاران (۱۳۹۱) دریافتند که بیشترین عملکرد دانه برنج در دو رقم آمل۳ و ***LD183*** مربوط به تیمار مصرف نیتروژن به صورت۵۰٪ در مرحله پایه و ۵۰٪ در مرحله پنجه‌زنی به دست آمده است و کمترین عملکرد در تیمار مصرف نیتروژن به‌صورت۵۰٪ در مرحله پایه و۵۰٪ در مرحله گلدهی حاصل می‌گردد. در مورد نحوه اثر نیتروژن بر عملکرد دانه در برنج تحقیقات متعددی انجام شده است. به طورکلی با افزایش مقدار نیتروژن تا یک حد معین عملکرد دانه به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد (بیندرا و همکاران،۲۰۰۰; گویلر و گورو،۱۹۹۰; اوهنیشی و همکاران،۱۹۹۹). افزایش تعداد خوشه در واحد سطح عامل افزایش عملکرد برنج در اثر مصرف کودهای نیتروژن است. نیتروژن تعداد سنبلچه در خوشه را افزایش می دهد. تشکیل سنبلچه ها به مقدار زیادی بوسیله جذب

نیتروژن و دسترسی به کربوهیدارت ها در طول مرحله زایشی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (ساها و یاماگوشی،۱۹۹۸). درصد دانه‌های پرشده با افزایش مقدار نیتروژن به بالاتر از یک مقدار مشخص کاهش می‌یابد (ساها و یاماگوشی،۱۹۹۸; کالیتا و همکاران،۱۹۹۵). وزن هزار دانه در برنج یکی از پایدارترین خصوصیات رقم به شمار می‌رود (کالیتا و همکاران،۱۹۹۵; گویلر و گورو،۱۹۹۰) که معمولا" تحت تأثیر عوامل محیطی و زراعی قرار نمی‌گیرد اما یوشیدا (۱۹۸۱) معتقد است که کود نیتروژن به دلیل افزایش مقدار ماده خشک و دوام سطح برگ باعث افزایش وزن هزاردانه می‌شود.

رضایی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که افزایش یا کاهش عملکرد برنج ناشی از بکارگیری نیتروژن بیش از ۶۰ کیلوگرم در هکتار غیر قابل توجه بوده و از نظر آماری معنی‌دار نیست.

گزارشات دیگری همچنین نشان داد که بکارگیری نیتروژن بیش از نیاز برنج باعث رشد رویشی بیش از حد و کاهش رشد زایشی و در نتیجه افت عملکرد می‌شود (بلدر و همکاران،۲۰۰۵).

کاظمی پشت مساری و همکاران (۱۳۸۶) مشاهده نمودند که مقادیر مختلف کود نیتروژن بر صفاتی مانند: عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، شاخص برداشت، تعداد پنجه بارور و کل ماده خشک تأثیر دارد.

اوهینشی و همکاران (۱۹۹۹) با بررسی یکی از ارقام برنج متداول در شمال‌شرقی تایلند حداکثر عملکرد با مصرف نیتروژن به صورت تقسیط در مراحل آغاز خوشه، خوشه‌دهی و رسیدگی بدست آوردند. از طرفی عملکرد بالای برنج با تأمین مقدار مناسب نیتروژن امکان‌پذیر و صفاتی که باعث افزایش عملکرد می‌شوند نیز همبستگی خوبی با مقدار نیتروژن دارند.

صیادی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثر کود زیستی و شیمیائی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم شیرودی گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۰۰کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت و افزایش مصرف نیتروژن همچنین سبب افزایش معنی‌دار تعداد پنجه بارور در متر مربع و تعداد دانه در خوشه گردید.

فلاح (۱۳۹۴) در آزمایش مزرعه‌ای به منظور تأثیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کوهسار، طارم‌هاشمی و بینام در کشت مجدد به این نتیجه دست یافت که، اثر رقم و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد در سطح ۵ و ۱درصد معنی دار بود. افزایش عملکرد رقم کوهسار در مقایسه با ارقام طارم هاشمی و بینام ناشی از افزایش تعداد دانه پر و وزن هزار دانه در کشت مجدد بود. با افزایش مصرف نیتروژن، تعداد خوشه در کپه و دانه پر در خوشه افزایش یافت و در نتیجه میزان عملکرد نسبت به شاهد ۳۵ درصد بود و حداکثر عملکرد در تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد.

مبصر و همکاران (۱۳۸۴) به منظور بررسی اثرات مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد برنج رقم طارم هاشمی دریافتند که بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که علت آن افزایش تعداد پنجه و پنجه‌های بارور در کپه و نیز تعداد خوشه در متر مربع بوده، همچنین عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار تقسیط کود نیتروژن در تیمارهای ۳۳/۳۳٪ ابتدای نشاکاری + ۳۳/۳۳ ٪ مرحله ظهور خوشه آغازین + ۳۳/۳۳٪ در مرحله خوشه دهی کامل و ۲۵٪ در ابتدای نشاکاری + ۲۵٪ ابتدای پنجه زنی + ۲۵٪ مرحله ظهور خوشه آغازین + ۲۵٪ در مرحله خوشه‌دهی کامل در حداکثر بود که به علت افزایش در برخی از اجزای عملکرد مانند: تعداد کل خوشه‌چه در هر خوشه و درصد خوشه‌چه‌های بارور و همچنین کاهش تعداد خوشه‌چه پر نشده در خوشه بوده است.

یوسف‌تبار درزی (۱۳۹۰) به منظور بررسی تقسیط کود نیتروژن بر پرشدن دانه در برنج هیبرید ***GRH1*** گزارش نمود که مقادیر مختلف کود نیتروژن بر صفات اندازه گیری شده همچون تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، درصد دانه پر و پوک، وزن هزار دانه و عملکرد نهائی اثر معنی‌دار داشته و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین سطوح مختلف تقسیط کود نیتروژن نیز اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان داد.

اکبری و مؤمنی (۱۳۹۱) در بررسی زمان مناسب نشاءکاری و میزان مصرف کود نیتروژن در کشت مجدد برنج رقم کوهسار در مازندران دریافتند که اثر اصلی تاریخ نشاءکاری بر صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، شاخص برداشت خوشه، تعداد دانه پر در خوشه و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد و

ارتفاع بوته، سطح برگ پرچم، تعداد سنبلچه‌های پوک در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار شد، همچنین اثر میزان نیتروژن بر صفت تعداد پنجه بارور در بوته در سطح احتمال یک‌درصد و برهمکنش تاریخ نشاءکاری و کود نیتروژن نیز بر صفات تعداد پنجه بارور در بوته و شاخص برداشت در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار شد.

موسوی و همکاران (۱۳۸۸) در آزمایشی با هدف بررسی تأثیر مقادیر کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم برنج دریافتند که سطوح کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر طول‌خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه و شاخص برداشت نداشته است اما صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه در مترمربع، تعداد خوشه در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۱۲/۷، ۳۲/۶، ۸۴/۵ و ۶۱/۶ درصد افزایش یافت. تأثیر رقم نیز بر صفات مورفولوژیکی درسطح یک درصد معنی‌دار بود و رقم خزر با بیشترین میانگین تولید، بیشترین تولید دانه را به‌خود اختصاص داد.

کاظمی پشت‌مساری و همکاران(۱۳۸۹) در آزمایشی به منظور بررسی تأثیر مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر میزان انتقال مجدد ماده خشک در ارقام مختلف برنج به این نتایج دست یافتند که مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر مقدار انتقال مجدد ماده خشک کل اندام‌های هوایی، ساقه و برگها به غیر از برگ پرچم اثر معنی‌دار داشته و بیشترین مقدار انتقال مجدد در سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد.

۲- ۵- اثر نیتروژن بر صفات کیفی:

اثرات نیتروژن و چگونگی تقسیط آن تأثیر زیادی روی صفات کیفی در دانه ها و تجمع نیتروژن در اندام‌های گیاه دارد نیتروژنی که از خاک جذب می شود بالاخره به صورت آمونیوم در می‌آید. این یون و مقدار مواد هیدروکربنه با یکدیگر ترکیب شده و اسیدهای آمینه را می سازند. بنابراین هر چه مقدار عرضه نیتروژن بیشتر باشد مقدار بیشتری پروتئین تولید و در نتیجه برگ‌ها بزرگ‌تر شده و

سطح کربن‌گیری را بیشتر افزایش می‌دهد. ساخت مواد هیدروکربنه از طرفی با افزایش نیتروژن زیاد می‌شود و از طرف دیگر مصرف آن برای ساخت پروتئین بیشتر می‌گردد (سالاردینی، ۱۳۶۶).

کومورا (۱۹۹۸) اظهار کرد که در برنج، مصرف زیاد و غیرمعقول کودهای معدنی بویژه نیتروژن، سبب کاهش کیفیت دانه برنج می‌گردد به گونه‌ای که مقادیر نیتروژن در دانه افزایش یافته (افزایش پروتئین) ولی میزان فسفر آن کاهش می‌یابد، انتقال بیشتر نیتروژن به دانه سبب کاهش شیشه‌ای دانه شده و لذا قدر مطلق وزن یا جرم دانه کاهش یافته که منجر به کاهش عملکرد در واحد سطح نیز می‌شود. متخصصین برنج، عملکرد و پروتئین را در چندین لاین با استفاده از کنترل کود نیتروژن، افزایش داده‌اند (هایاشی، ۱۹۶۶). وقتی که مصرف کود به سطح مناسبی رسید مقدار پروتئین و عملکرد هر دو افزایش یافت. نتایج دیگر اثرات متقابل بین میزان و زمان مصرف نیتروژن را روی پروتئین آشکار ساخت. مصرف ۱۲۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار و مصرف آن در۷- ۵ روز قبل از تشکیل خوشه، بیشترین مقدار پروتئین را برای دو رقم ***IR26*** و ***IR8*** داده است. لذا وجود نیتروژن کافی و عمل تقسیط کافی آن روی کیفیت دانه مؤثر واقع می‌شود. عمل تقسیط به واسطه افزایش مقدار پروتئین کیفیت دانه را بهبود می‌بخشد.

۲- ۶- اثر نیتروژن بر شاخص‌های رشد:

واتسون در سال ۱۹۴۷ واژه شاخص سطح برگ (***LAI***) را این طور تعریف نموده است. نسبت سطح برگ (یک سطح) محصول به سطح زمین که روی آن سایه می‌اندازد. چون تشعشع خورشید به طور یکنواختی روی سطح زمین پخش می‌شود لذا شاخص سطح برگ یک معیار تقریبی از مساحت برگ‌ها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آن ها قابل دسترس می‌باشد.

اوهنیشی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند میزان نیتروژن جذب شده‌ی گیاه در مرحله تشکیل و ظهور خوشه ارتباط خطی و نزدیکی با شاخص سطح برگ دارد (R2=۰/۹۶۹) به طوری که افزایش شاخص سطح برگ از طریق نیتروژن جذب شده محدود می‌شود.

یوشیدا (۱۹۸۱) حداکثر شاخص سطح برگ را اندکی قبل از مرحله خوشه‌دهی اعلام نمـود و بـالاترین شاخص سطح برگ را در ۶ روز بعد از تشکیل مریستم خوشه (۵۹ روز بعد نشـاء) بـه دسـت آورد. ایـن موضوع می‌تواند به علت مصرف بالاتر کود نیتروژن در اواسط مرحله پنجه زنی و افزایش تعداد پنجـه و توسعه سطح برگ باشد.

در آزمایش هیرماث و پاتل (۱۹۹۸) استفاده از کود نیتروژن بـه همـراه کـود سـبز منجـر بـه افـزایش شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول شد. در مرحله پر شـدن دانـه‌هـا افـزایش فتوسـنتز خـالص معمولا" تا آنجا که ظرفیت مخزن اجازه می‌دهد می تواند منجر به افزایش عملکرد گـردد. بنـابراین در چنین شرایطی افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش درصد دانه‌های پر شده خواهـد بـود. در طـی ایـن مرحله افزایش غلظت نیتروژن برگ موجب افزایش فتوسنتز خالص می‌گردد اما بر تعداد پنجه در واحد سطح اثری ندارد (سالاکینکوپ و رمکس،۱۹۹۹).

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شاخص سطح برگ در شرایط مختلف محیطی، پیری بـرگ مـی‌باشـد. پیری برگ در قبل از مرحله گلدهی رخ می‌دهد. با افـزودن کـود نیتـروژن، کشـیدگی و طویـل شـدن سلول و تقسیم سلولی افزایش می‌یابد و این احتمالا" در شاخص بزرگی از برگ و بالاترین ارتفاع گیـاه نتیجه می‌گردد. همچنین با شرایط نیتـروژن، سـبب تـأخیر دوره پیـری زود هنگـام بـرگ مـی‌گـردد، بنابراین منجر به افزایش شاخص برگ می‌شود که مرتبط با محصول بالا است. نتایج مشـابه‌ای توسـط ال- روینی (۲۰۰۲) وال باتال و سیرین (۲۰۰۴) مشاهده شد.

سینگ و همکاران (۱۹۹۸) گزارش نمودند که در ارقام پرمحصول برنج، حداکثر سرعت رشـد محصـول حدود ۲۱ تا ۳۴ گرم بر متر مربع در روز می باشد. سرعت رشد محصول به مفهوم تجمع مـاده خشـک در واحد سطح زمین و زمان است و برحسب گـرم در متـر مربـع سـطح زمـین در روز بیـان مـی‌شـود (رحیمیان و همکاران، ۱۳۷۵).

برای اندازه‌گیری سرعت رشد محصول در جامعه گیاهی، در فواصـل زمـانی کـم نمونـه بـرداری کـرده (برداشت محصول) و افزایش ماده خشک در فاصله بین دو نمونه‌گیری را محاسـبه مـی‌کنـیم. سـرعت

رشد محصول معمولا" بر اساس گرم در مترمربع (سطح زمین) در روز بیان می‌گردد. ایده‌آل آن است که وزن خشک تمام بافت‌های زنده گیاهان منطقه نمونه برداری اندازه‌گیری گردد. اما به علت اشکالاتی که غالبا"در نمونه‌برداری از ریشه وجود دارد، لذا در برخی از مطالعات وزن خشک ریشه‌ها در محاسبه سرعت رشد محصول منظور نمی‌گردد. سرعت رشد جامعه گیاهی (***GGR***) در هر گونه معمولا" به میزان دریافت تشعشع نور خورشید بستگی دارد (رحیمیان و همکاران، ۱۳۷۵).

سرعت رشد نسبی عبارت است از سرعت افزایش ماده خشک نسبت به کل ماده خشک یا محصول وقتی سطح برگ افزایش می یابد، برگهای بالایی روی برگهای پایین‌تر سایه می اندازند و در این حالت رشد محصول بر اساس سطح برگ یا سطح زمینی که برگ‌ها روی آن سایه می اندازند مشخص می‌شود (رحیمیان و همکاران، ۱۳۷۵).

پیردشتی (۱۳۷۸) کاهش غیرخطی سرعت رشد نسبی در طی مراحل رشد برنج را تحت تأثیر نیتروژن گزارش نمود. منحنی تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای مختلف کود نیتروژن متفاوت است. هنرنژاد(۱۳۸۱) نیز تأثیر نیتروژن بر سرعت رشد نسبی برنج را غیر معنی‌دار اعلام کرد. نتایج نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سرعت رشد نسبی در روزهای مختلف نشاکاری وجود داشت.

نوربخشیان و رضائی (۱۳۷۸) گزارش دادند که در برنج سرعت رشد نسبی(***RGR***) و سرعت رشد محصول(***CGR***) همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه دارد.

پیردشتی (۱۳۷۷) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر نقل وانتقال مجدد نیتروژن و شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج نشان داد که ***RGR*** با عملکرد دانه همبستگی منفی دارد. در شرایط نامساعد محیطی ارقام از نظر سرعت رشد نسبی تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند که می تواند مهم باشد.

ماده خشک در ۱۵ روز قبل از برداشت کاهش می‌یابد که احتمالا" از حدد ۱۵ روز بعد از گلدهی، به دلیل انتقال نیتروژن از برگ به سوی خوشه و دانه‌های در حال پرشدن بعد از مرحله گلدهی می‌باشد که نهایتا" این امر باعث افزایش هورمون‌های بازدارنده رشد و افزایش نسبت میزان اسیدآبسیزیک به

سیتوکنین‌ها و کاهش دوام برگ ها، افزایش مرگ بافت‌های گیاهی ریـزش بـرگ‌هـای پـایینی بوتـه و افزایش سرعت تنفس به علت سایه انـدازی و زوال نـوری مـی‌شـود (اوهنیشـی و همکـاران، ۱۹۹۹ ؛ نورمن و همکاران،۱۹۹۲؛ دینگ کوهن و همکاران،۱۹۹۱).

اوهنیشی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ در مرحله تشـکیل خوشه ارتباط نزدیکی با جذب نیتروژن در این مرحله دارد. آن‌ها بیان کردند که میزان جذب نیتـروژن، افزایش شاخص سطح برگ را در پی‌خواهد داشت و تولید مـاده خشـک بـا افـزایش سـطح بـرگ را از طریق زوال نوری محدود می‌شود. کود نیتروژن علاوه بر تأثیرگذاری بر تجمع ماده خشک درگیـاه کـه بیانگر افزایش وزن‌گیاه در واحد زمان می‌باشد بر شاخص‌هـای رشـد، از قبیـل شـاخص سـطح بـرگ و سرعت رشد محصول نیز مؤثر است (رحیمیان و همکاران، ۱۳۷۵).

نصیری (۱۳۷۲) گزارش نمود هنگامی که برگ‌های پرچم در واریته‌های مختلـف قطـع شـدند، مقـدار نیتروژن موجود در دانه کاهش پیدا کرد. این مسأله نشان دهنده اهمیت برگ پرچم در انتقال نیتروژن برای نمو دانه می‌باشد. مرادی (۱۳۷۴) با بررسی اثـر تـراکم بوتـه و کـود نیتروژنـه گـزارش نمـود کـه افزایش کود نیتروژن سبب افزایش بسیار معنی‌دار تعداد پنجه گردید. بـه طـوری کـه میـانگین تعـداد پنجه در کپه از ۹/۷۸ عدد در سطح کودی صـفر بـه ۱۹/۷۸ در سـطح کـودی ۱۳۵کیلـوگرم نیتـروژن خالص در هکتار افزایش یافت. حداکثر تعداد پنجه در هرکپه زمانی بدست آمد که بیشترین مقدار کود و کمترین تراکم (بیشترین فاصله بین بوته‌ها) اعمال گردید.

اوساکای و همکاران (۱۹۹۵) در آزمایشی به طور مداوم دانه درحال رشـد غـلات را پـس از گـل‌دهـی حذف کردند و توزیع ماده خشک و نیتروژن را در پایـان مرحلـه گـل‌دهـی انـدازه‌گیـری کردنـد. ایـن محققین مشاهده کردند که در غلات به جز ذرت، صـرف‌نظـر از ایـن کـه مخـزن حـذف شـده، مقـدار نیتروژن در برگ‌ها کاهش یافت و به ساقه‌ها منتقل گردید.

۲- ۷- اثر نیتروژن بر رقم:

بالی و همکاران (۱۹۹۲) گزارش دادند که ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت بـه تـاریخ‌هـای مختلف کاشت مخصوصا" کشت با تأخیر به خود نشان دادند. در آزمایشی با قرار دادن ۱۲ واریته بـرنج در تاریخ‌های کشت مختلف چنین نتیجه‌گیری شد که بعد از انتقال نشاء ۴ واریته بالاترین عملکـرد، ۵ واریته کمترین و ۳ واریته عملکرد مشابهی تولید نمودند که این نشان‌دهنده متفاوت بودن عکس‌العمل واریته‌ها نسبت به تاریخ کاشت می‌باشد.

سینگ و همکاران (۱۹۹۶) با بررسی ۲۰ ژنوتیپ برنج در ***IRRI*** حداکثر عملکرد دانه (۷۷۰۰ کیلـوگرم در هکتار) را در سطح کودی ۲۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آوردند.

در آزمایش مصطفوی راد و همکاران (۱۳۸۲) تعداد پنجه‌های بارور در ژنوتیپ‌هـای مختلـف و سـطوح مختلف کود نیتروژن، تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۱درصد داشتند به عبارت دیگر با افزایش مقـدار نیتروژن تعداد پنجه بارور افزایش یافت، همچنین با بررسی بر روی ژنوتیپ‌هـای مختلـف بـرنج اظهـار داشتند که عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن هزار دانه (گرم) دارد.

کومار و پراساد (۲۰۰۴) با کاربرد سه منبع نیتروژن (فرم‌های مختلف اوره) و سـه سـطح نیتـروژن بـر روی دو رقم برنج (رقم هیبرید ***PRH_3*** و رقم***PUSA834***) گزارش دادند غلظـت پـایین‌تـر نیتـروژن در برنج هیبرید در مراحل اولیه رشد منجر به تجمع خیلی سریع مـاده خشـک مـی‌شـود و ممکـن اسـت غلظت نیتروژن در برنج هیبرید نسبت به ارقام پرمحصـول متـداول کمتـر باشـد کـه در نتیجـه نشـان دهنده جذب نیتروژن در این ارقام است.

مهدوی (۱۳۸۳) با مقایسه ۸ رقم اصلاح شده و ۲ رقم محلی اعلام کرد که ارقام بومی بـا ارتفـاع بوتـه بیشتر قابلیت پنجه‌زنی کمتری نسبت به ارقام اصلاح شده دارند و در نتیجه عملکرد کمتری دارند.

بطورکلی در ارقام هیبرید به علت استعداد بالای واریته‌ای در تولید پنجه‌هـای بـارور، درصـد بـالایی از پنجه‌های تولیدی خوشه‌های بارور تولید می‌کنند (نوذری،۱۳۸۰).

رامالینگهام و همکاران (۱۹۹۳) با بررسی ۲۰ ژنوتیپ پر محصول برنج گزارش دادند کـه بـرای داشـتن عملکرد بالا در برنج، بوته باید دارای طول خوشه زیاد، تعداد دانه پر بیشتر و ساقه‌هـای اصـلی و فرعـی طویل بوده باشد. تجزیه علیت عملکرد و اجزای آن در لاین‌های پیشرفته برنج آپلند نشان می‌دهـد کـه تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه رسیده در خوشه، وزن خوشه و طـول آن بـه ترتیـب بیشـترین اثرات مستقیم را بر عملکرد دانه در برنج دارد (هنرنژاد، ۱۳۸۱).

انرژی کم خورشیدی و درجات بـالای حـرارت بـرای شـاخص برداشـت زیـان آورنـد. ایـن امـر نشـان می‌دهدکه چرا واریته های پابلند حاره‌ای مانند ***Peta*** والدین‌های مشـابه، کـاهش قابـل ملاحظـه‌ای در طول فصل مرطوب به فصل خشک نشان می‌دهند به همین دلیل تولید دانه در نقاط معتدله برای یـک واریته معین از کارایی بیشتری برخوردار است زیرا شاخص برداشت در نقاط معتدله بـرای یـک واریتـه معین از کارایی بیشتری برخوردار است زیرا شاخص برداشت آن بالاتر است. در مراحل تشکیل خوشـه دما مؤثرترین عامل بر تشکیل دانه در واریته‌های زودرس نسبت به واریته‌هـای دیـررس مـی‌باشـد کـه دارای راندمان تشکیل خوشچه بیشتری هستند و یکی از علل فیزیولوژیکی برای توانایی تولید خوشچه در این واریته‌ها مقدار نیتروژن بیشتر غلاف در مرحله تشکیل خوشه می‌باشد (آکیتا، ۱۹۸۹).

گلدهی اگر در دمای بالا صورت گیرد موجب عقیمی درصد زیادی از گلها می‌گردد در چنـین منـاطقی یکی از شیوه‌های اصلاحی، گلدهی زود در اوایل صبح می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش:

به منظور بررسی اثرات نیتروژن بر رشد، غلظت عناصر معدنی و عملکرد کمی و کیفی ارقام برنج در کشت مجدد، آزمایشی در مزرعه مرکز معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور مازندران (آمل) با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۳/۷ متر از سطح دریا، به صورت اسپیلت‌پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵ اجرا گردید.

۳-۲- خصوصیات آب و هوایی منطقه:

از نظر طبقه بندی رژیم حرارتی، شهر آمل جزء مناطق معتدل و مرطوب، و براساس طبقه‌بندی اقلیمی دارای اقلیم مدیترانه‌ای می‌باشد که تابستانی مرطوب با درجه حرارت بالا و بارندگی کم و زمستانی با نزولات فراوان دارد. بررسی داده‌های اقلیمی در یک دهه اخیر نشان می‌دهد که میزان متوسط بارندگی ده ساله در طی ۱۳۹۴-۱۳۸۴ در این منطقه ۶۹۹ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت برای ده سال، ۱۷ درجه سانتی‌گراد بود. متوسط رطوبت نسبی ده ساله در شش ماه اول سال ۷۸ درصد، میانگین ساعات آفتابی طی ده سال در شش ماه اول سال ۱۷۹ ساعت و میانگین تبخیر در شش ماه اول سال ۱۹۴/۴۴ میلی‌متر بوده است. جدول (۳-۱) تعدادی از پارامترهای هواشناسی را در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران در سال ۱۳۹۵و زمان اجرای آزمایش نشان می‌دهد.

جدول ۳-۱- داده های هواشناسی مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور- آمل در یک دوره ۶ ماهه از تیر تا آذر سال ۱۳۹۵ (منبع: ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی آمل)

ماه	میانگین دما (سانتی گراد)	میانگین حداکثر دما (سانتی گراد)	میانگین حداقل دما (سانتی گراد)	میانگین رطوبت نسبی (درصد)	مجموع ساعات آفتابی (ساعت)	مجموع تبخیر (میلی متر)	بارش زراعی (میلی متر)
تیر	۲۶/۵	۳۰/۷	۲۲/۳	۷۹	۲۰۳	۱۳۰/۲	۷۱۸/۸
مرداد	۲۷/۸	۳۳/۱	۲۲/۵	۷۶	۲۳۲/۵	۱۴۲/۳	۷۳۰/۲
شهریور	۲۶/۳	۳۱/۰	۲۱/۶	۶۵	۱۹۳	۱۱۳/۹	۸۱۸/۷
مهر	۲۰/۳	۲۵/۲	۱۵/۴	۷۹	۱۵۸	۸۳/۵	۱۴۹/۶
آبان	۱۴/۶	۱۸/۵	۱۰/۶	۸۲	۹۰/۹	۳۷/۵	۲۳۴/۴
آذر	۷/۵	۱۵/۱	۲/۳	۸۰	۱۳۴/۸	۲۴/۳	۳۵۲/۴

۳-۳- مشخصات خاک محل آزمایش :

جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، قبل از اجرای آزمایش، اقدام به نمونه برداری از خاک مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر در چند نقطه و مخلوط نمودن نمونه‌ها و تهیه نمونه مرکب گردید. آنالیز خاک در آزمایشگاه خاکشناسی انجام شد و نتایج آن در جدول ۳-۲ بیان گردید. مناسب‌ترین pH برای رشد برنج از ۶/۵- ۵/۵ می‌باشد، شوری خاک یا هدایت الکتریکی (EC) مطلوب برنج می‌بایست کمتر از دو دسی زیمنس بر مترمربع باشد، چنانچه شوری از ۳ دسی زیمنس بر مترمربع بیشتر شود باعث کاهش رشد گیاه برنج خواهد شد.

جدول ۳-۲ - خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قبل از کاشت در قطعه آزمایشی معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور ۱۳۹۵- آمل

عمق خاک (cm)	pH	هدایت الکتریکی EC (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی خاک (درصد)	نیتروژن کل خاک (درصد)	فسفر قابل جذب ppm	پتاس قابل جذب ppm	اندازه ذرات خاک			بافت خاک
							رس (درصد)	سیلیت (درصد)	شن (درصد)	
۰-۳۰	۶/۵	۱/۳	۳/۴	-	۱۱/۵	۱۲۰	۲۷	۴۶	۲۷	سیلتی لومی

۳- ۴- معرفی و خصوصیات ارقام مورد استفاده:

۳- ۴- ۱- رقم کوهسار:

رقم کوهسار از ارقام جدیدی است که در مازندران و گیلان کشت می‌شود. از خصوصیات مورفولوژی این رقم می‌توان به ارتفاع بوته به ۹۸ سانتی متر، تعداد ۱۴پنجه در هر کپه، ۱۸ سانتی متر طول خوشه اشاره کرد. به دلیل زودرس بودن (طول دوره رشد از بذرپاشی تا برداشت حدود ۹۵ روز)، مقاومت به سرما، با کیفیت و عملکرد مناسب، دارای عطر و طعم بوده و از کیفیت پخت مناسبی برخوردار می‌باشد. از نظر شکل دانه متوسط ولی از لحاظ کیفیت هم ردیف با رقم معرفی شده فجر می‌باشد. همچنین این رقم نسبت به آفات کرم برگ‌خوار، کرم ساقه خوار، بیماری بلاست و شیت بلایت مقاوم ولی نسبت به بیماری پوسیدگی ساقه کمی حساس است. از نظر میزان محصول حدود ۱/۵ تن بیشتر از طارم درکشت اول و حدود ۲ تن بیشتر از طارم درکشت مجدد برنج می‌باشد.

۳- ۴- ۲- رقم طارم هاشمی:

از ارقام برنج صدری بوده که در حال حاضر بیشترین سطح زیر کشت را بین ارقام بومی و کیفی شمال کشور داشته و حتی در مناطق سردسیر نیز بیشترین سطح زیر کشت را در بین کشاورزان به خود اختصاص داده است. دارای شکل ظاهری مناسب، بازارپسندی مناسب و پخت خوب می‌باشد. طول دوره رشد این رقم ۹۵-۹۰ روز بوده که بسته به شرایط دمایی هر منطقه تا چند روز نوسان دارد و میزان عملکرد شلتوک آن ۳۸۰۰ تا ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

طول دانه کشیده و قلمی بوده و پس از پخت دانه ها کاملا" از هم جدا شده و کیفیت مطبوع برنج ایرانی را دارد. طول دانه خام ۷/۲ تا ۷/۸ میلی متر بوده و پس از پخت ۱۳/۱ میلی متر که نشان دهنده قدکشیدن این رقم می باشد. میزان آمیلوز بین ۱۸تا ۲۱ درصد و درجه حرارت ژلاتینی شدن ۴/۲ می‌باشد.

۳-۴-۳- رقم بینام:

از ارقام برنج‌های گروه چمپا بوده، طول دوره رشد برنج‌های این دسته از ۱۲۰ تا ۱۳۰ روز متغیر است. طول دانه این رقم بین ۶ تا ۷ و عرض دانه آن بین ۲ تا ۳ میلی‌متر متغیر بوده که در انواع زودرس طول دانه بیشتر است. رنگ دانه این رقم کمی شفاف‌تر از صدری و طارم با عطر دانه متوسط می‌باشد. سازگاری برنج بینام در مقابل آفات و کم آبی نسبت به گروه صدری بیشتر است. این برنج بعد از پخت نرم و خوش‌خوراک می‌ماند و به دلیل شکل و فرم دانه برنج که پس از پخت تقریبا" گرد و متورم می‌شود، از بازارپسندی زیادی برخوردار نیست و بیشتر در استان‌های شمالی کشور(گیلان و مازندران) کشت می‌شود.

۳-۵- مشخصات آماری طرح:

این آزمایش در مزرعه معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور، مازندران (آمل) در سال زراعی ۱۳۹۵ به صورت اسپیلت‌پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت. ارقام برنج طارم هاشمی، بینام و کوهسار به عنوان عامل اصلی و کود نیتروژنه (از منبع اوره) در چهار سطح به مقدار صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل فرعی لحاظ گردید. کود نیتروژن در سه تقسیط اعمال گردید. در این آزمایش فاصله کاشت ۲۰ ×۲۰ سانتی متر مربع در نظر گرفته شد.

۳- ۶- آماده سازی زمین:

جهت اجرای آزمایش، عملیات تهیه خزانه در دهه سوم تیرماه انجام و بعد از نشاکاری در تاریخ ۱۳۹۵/۵/۲۳ کرت‌ها آبیاری شدند. مبارزه با علف‌های هرز با سم علف کش بوتاکلر، ۴ روز بعد از نشاءکاری و سپس بصورت وجین دستی طی دو نوبت، ۱۵ و ۳۰ روز بعد از نشاءکاری انجام گردید.

مزرعه محل انجام آزمایش در کشت اول زیر کشت برنج بود و در اوایل مرداد ماه سال ۱۳۹۵ کاه وکلش باقیمانده از کشت اول توسط کارگر از زمین خارج و یک هفته مزرعه را غرقاب نموده و سپس به وسیله روتاری و تراکتور مزرعه را شخم زده و در اواسط مرداد ماه ۱۳۹۵ عملیات کامل شخم، ماله کشیدن و تسطیح انجام گردید. کود فسفر به فرم سوپرفسفات تریپل به مقدار۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود پتاسیم به فرم سولفات پتاسیم به مقدار۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت مصرف شد و بعد از آن زمین به سه تکرار که هر تکرار دارای ۱۲ کرت با طول و عرض ۴ × ۳ متر مربع بود، تقسیم گردید. نشاکاری در تاریخ ۱۳۹۵/۵/۲۳ انجام و به صورت ۲ کپه در بوته انجام شد. $\frac{1}{3}$ کود نیتروژن به صورت پایه یک روز قبل از نشاءکاری، $\frac{1}{3}$ بعدی ۲۰ روز بعد از نشاءکاری و $\frac{1}{3}$ سرک دوم کود نیتروژن ۴۰ روز بعد از نشاءکاری به کرت‌ها داده شد.

برای مبارزه با علف‌های هرز در کشت مجدد از وجین دستی استفاده شد که به فاصله ۱۵ روز بعد از نشاءکاری وجین اول و ۱۵ روز بعد وجین دوم صورت گرفت، آبیاری در۳۰ روز اول کاملا" غرقاب بود

ولی بعدا" به ازای هر چند روز کرت‌ها روزی یک بار آبیاری شد. برای کنترل بیماری بلاست در مرحله قبل از گلدهی یک بار سمپاشی صورت گرفت، ضمنا" برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج از سم دیازینون (گرانول ۵ درصد) استفاده گردید.

۳- ۷- نمونه برداری و ارزیابی صفات:

۳- ۷- ۱- تعیین صفات مورفولوژیک:

به منظور ارزیابی صفات مورفولوژی نمونه برداری‌های مختلف در زمان گلدهی و رسیدگی برای صفاتی همچون: ارتفاع بوته، تعداد پنجه در زمان گلدهی و تعداد خوشه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی انجام شد. برای اندازه گیری ارتفاع بوته، در هر تکرار برای هر تیمار در مرحله گلدهی با خط‌کش بلند از ابتدای ساقه تا نوک بلندترین برگ بوته و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی از ابتدای ساقه تا نوک بلندترین خوشه بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد و سپس میانگین آن‌ها محاسبه گردید. همچنین برای محاسبه تعداد پنجه در مرحله گلدهی، به طور تصادفی۴ کپه (بوته) در هر کرت انتخاب و شمارش شده، سپس برای دانستن تعداد پنجه در مترمربع، چون نشاءکاری به صورت ۲۰×۲۰ بوده، در ۲۵ کپه به مترمربع تبدیل و سپس میانگین گرفته شد. محاسبه تعداد خوشه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی نیز به مانند تعداد پنجه بوده با این تفاوت که به جای تعداد پنجه از تعداد خوشه استفاده می شود.

برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک در مرحله گلدهی (به دلیل سنجش بیوماس کل و یا ماده خشک کل)، از هر کرت ۴ بوته بطور تصادفی برداشت و کف بر شده، اندام بالازمینی آن‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و توزین گردیدند، سپس تبدیل به میزان ماده خشک در متر مربع شد.

۳- ۷- ۲- تعیین عملکرد و اجزای عملکرد:

در مرحله رسیدگی، از هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و کلیه اندازه‌گیری‌ها شامل: طول خوشه، وزن خوشه، تعداد کل دانه، تعداد دانه پر و پوک و وزن هزار دانه با انتخاب ۵ خوشه از هر بوته انجام شد. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیز در مرحله رسیدگی برداشت یک متر مربع با سه تکرار از هر تیمار برداشت شد. بعد از کف‌بر کردن بوته ها جهت بدست آوردن عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدگی در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد خشک شده و با ترازو توزین گردیدند. در نهایت عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه (رطوبت ۱۴درصد)، به این صورت که ۵ مترمربع از وسط هر کرت برداشت شد، سپس خرمنکوبی کرده و نمونه شلتوک را با دستگاه رطوبت‌سنج مدل(***Kett Japan***) اندازه‌گیری کرده، سپس با توجه به فرمول:

۸۶/ (درصد رطوبت نمونه – ۱۰۰) × محصول نمونه = عملکرد محصول در رطوبت ۱۴٪

در نهایت به هکتار تبدیل شد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید.

۳-۷-۳- میزان کلروفیل برگ در مرحله گلدهی:

جهت تعیین میزان سبزینگی (کلروفیل) برگ در مرحله گلدهی ابتدا دستگاه کلروفیل متر (***SPAD*** مدل مینولتا) را کالیبره کرده و به طور تصادفی از هر کرت ۴ کپه و از هر کپه یک برگ که بالغ‌ترین برگ بود را انتخاب و در سه نقطه ابتدا، وسط و انتهای برگ میزان سبزینگی سنجش و عددی قرائت شد که متوسط آن عدد میانگین آن برگ در آن کپه بود، به همین ترتیب این عمل برای ۳ کپه دیگر نیز انجام گردید و متوسط ۴ کپه یک عدد در کرت بدست آمد که در تجزیه آماری به عنوان میزان سبزینگی (کلروفیل) موجود در برگ محاسبه گردید.

۳- ۷- ۴- محاسبه شاخص سطح برگ لحظه‌ای(*LAI*)[۱]:

برای محاسبه سطح برگ از دستگاه تعیین سطح برگ (***Leaf Area Meter LI-31000, LI-COR, Lincoln, NE***) استفاده شد، بدین منظور ۴ کپه در هر کرت برداشت و برگ از ساقه جدا گردید، سطح برگ با دستگاه فوق الذکر سنجش و تبدیل به متر مربع گردید و در نهایت شاخص سطح برگ که همان مساحت سطح برگ در واحد سطح زمین به (متر مربع) است، محاسبه گردید.

۳- ۷- ۵- محاسبه سرعت رشد محصول لحظه‌ای(*CGR*)[۱]:

سرعت رشد محصول میزان افزایش ماده خشک جامعه گیاهی در واحد زمان در واحد سطح نسبت به وزن خشک قبلی است که به نوعی این شاخص کارایی رشد را نشان می‌دهد که از رابطه ذیل محاسبه گردید:

$$CGR= Ln\ (W_2) - Ln\ (W_1) / T_2 - T_1 \qquad (۱-۳)$$

در این اندازه‌گیری شاخص ***CGR*** لحظه‌ای سنجش، و فرض شد که وزن خشک اولیه صفر است و فقط وزن خشک ثانویه را داریم، ***CGR*** لحظه‌ای به وزن خشک ثانویه در زمان در تعداد روز از نشاءکاری تا زمان نمونه گیری را می‌گویند (پنگ،۱۹۹۶ ; سرمدنیا و کوچکی،۱۳۷۳).

۳- ۷- ۶- محاسبه سرعت جذب خالص لحظه‌ای(*NAR*)[۱]:

سرعت جذب خالص میزان مقدار ماده خشک تولید شده جامعه گیاهی در واحد سطح برگ در واحد زمان نسبت به وزن خشک قبلی است که به نوعی این شاخص کارایی فتوسنتزی برگ‌ها را نشان می‌دهد که از رابطه ذیل محاسبه گردید:

$$NAR= (W_2) - (W_1) / T_2 - T_1\ (lnLA_2 - lnLA_1/LA_2 - LA_1) \qquad (۲-۳)$$

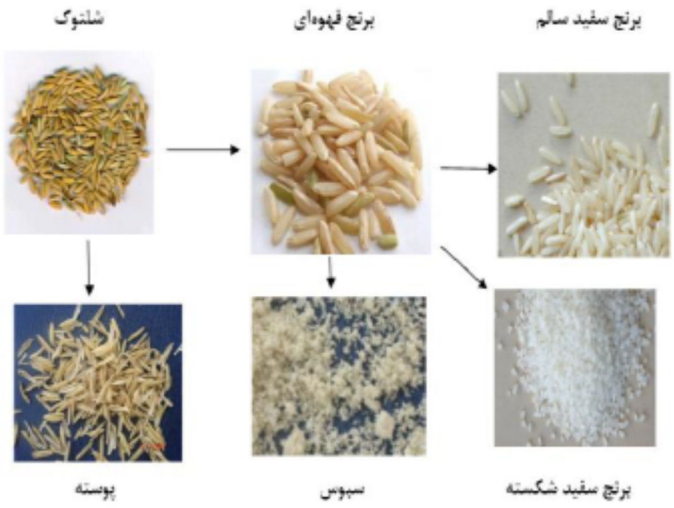
---

۱ - Leaf Area Index
۱ - Relative Growth Rate
۱ – Net Assimilation Rate

در این اندازه‌گیری شاخص ***NAR*** لحظه‌ای سنجش، و فرض شد که وزن خشک اولیه صفر است و فقط وزن خشک ثانویه را داریم، ***NAR*** لحظه‌ای به وزن خشک ثانویه در زمان در تعداد روز از نشاءکاری تا زمان نمونه گیری را می‌گویند (پنگ،۱۹۹۶ ; سرمدنیا و کوچکی،۱۳۷۳).

۳- ۸- تعیین صفات کیفی:

کیفیت تبدیل با اندازه گیری راندمان تبدیل، درصد برنج سالم و درجه تبدیل سنجیده می‌شود. برای اندازه‌گیری فاکتورهای تبدیل نمونه‌ها پس از ورود به آزمایشگاه، رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری و با آون رطوبت نمونه‌ها به ۱۱درصد رسانده می‌شود. سپس مقدار ۲۵۰ گرم شلتوک از هر نمونه برنج با دستگاه پوست‌کن و سفیدکن شرکت ساتاکه ژاپن تبدیل به برنج قهوه ای و برنج سفیدشده و توزین شدند (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱- مراحل تبدیل شلتوک به برنج سفید

راندمان تبدیل، میزان برنج سفیدی است که از یک واحد مشخص شلتوک به دست می‌آید که از تقسیم وزن برنج سفید به وزن شلتوک اولیه‌ای که به دستگاه داده شد به دست می‌آید. درجه تبدیل معیار اندازه‌گیری لایه سبوس برداشته شده از برنج قهوه‌ای و از تقسیم وزن برنج سفید به برنج قهوه‌ای به دست می‌آید. درصد پوسته از نسبت وزن پوسته به وزن شلتوک اولیه و درصد سبوس از نسبت وزن

سبوس به وزن شلتوک اولیه به دست آمدند. برنج سالم و خرده نیز پس از جداسازی دانه‌های خرده و سالم در نمونه برنج سفید و توزین آن با ترازوی حساس اندازه گیری می‌شود (دانه‌های کوچک تر از سه چهارم دانه سالم به عنوان خرده محسوب می شوند). درصد برنج سالم و خرده به ترتیب از تقسیم وزن برنج سالم و خرده بر میزان شلتوک اولیه بدست آمده و مجموع آن دو برابر راندمان تبدیل می‌باشد.

درصد آمیلوز با استفاده از روش کالرومتریک در طول موج ۶۲۰ نانومتر با تشکیل کمپلکس ید - نشاسته اندازه‌گیری می‌شود (جولیانو،۱۹۸۵).

الف ب

شکل ۳-۲- الف: آماده سازی نمونه برای آزمون آمیلوز ب: دستگاه اسپکتروفوتومتربرای اندازه‌گیری آمیلوز

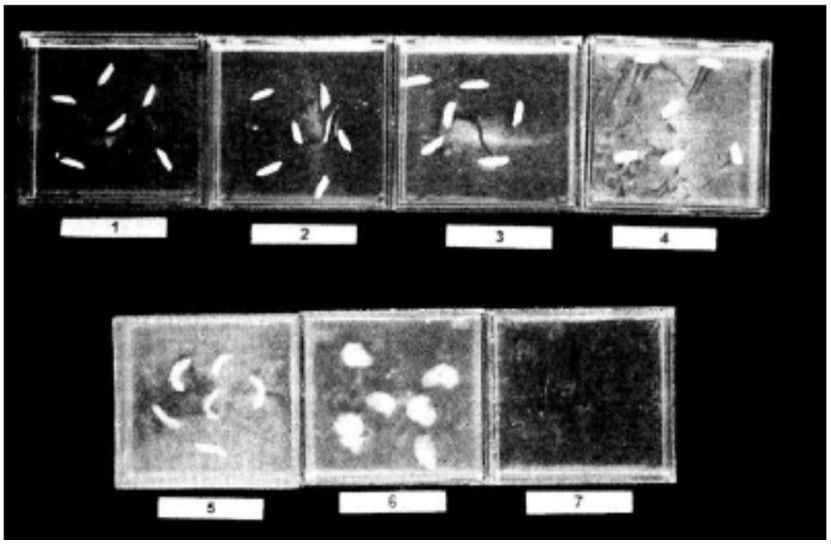
۳- ۹- اندازه گیری درصد میزان آمیلوز از طریق دستگاه اسپکتروفتومتر:

جهت اندازه گیری درصد آمیلوز نمونه را آرد کرده، ۱۰۰ میلی‌گرم آرد برنج داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته و در ۱ میلی‌لیتر اتانول حل می‌گردد و سپس نشاسته با استفاده از ۹ میلی‌لیتر سود ۱ نرمال با قرار دادن در حمام آب جوش جهت ژلاتینی شدن نشاسته حرارت داده می‌شود. آن‌گاه به مدت ۱ ساعت سرد شده و با آب مقطر به حجم رسانده می‌شود. در مرحله بعد ۵ میلی لیتر از محلول

آماده شده را داخل بالن حجمی دیگری ریخته به آن ۱ میلی‌لیتر محلول یک مولار اسیداستیک و دو میلی لیتر محلول ید اضافه کرده با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده می‌شود. (شکل ۳-۲ الف). با توجه به این که نشاسته در مجاورت ید به رنگ آبی در می‌آید پس از ۲۰ دقیقه میزان جذب نمونه توسط اسپکتروفوتومتر مدل(***Spectronic 20 GENESYS TM***) (شکل ۳-۲ ب) در طول موج ۶۲۰ نانومتر خوانده می شود (جولیانو، ۱۹۸۵).

۳- ۱۰- اندازه گیری درجه حرارت ژلاتینی شدن:

دمای ژلاتینه نیز با مقیاس پخش در قلیا اندازه گیری شد. هدف از این آزمون تعیین نمره ژلاتینه شدن دانه برنج در محلول هیدروکسید پتاسیم به مدت ۲۳ ساعت می‌باشد. از هر رقم ۶ دانه کامل و بدون شکستگی انتخاب در دو تکرار در ظرف‌های پتری دیش قرار داده می‌شوند. دو رقم شاهد با نمره ژلاتینی مشخص (فجر با دمای ژلاتینه شدن هفت و خزر با دمای ژلاتینی ۴/۵) در هر آزمون در نظر گرفته می‌شود. ۱۰ میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم ۱/۷درصد به نمونه ها اضافه شده و سپس در داخل آون در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۳ ساعت قرار داده می‌شوند. محدوده نمره‌دهی برای نمونه‌ها از ۱ تا ۷ بر اساس شکل (۳-۳) می باشد. (لیتل و همکاران، ۱۹۵۸).



شکل ۳-۳- تغییرات دانه برنج در محلول قلیا

۳- ۱۱- اندازه گیری قوام ژل:

غلظت ژل بر پایه قوام برنج سفید در هیدروکسید پتاسیم ۰/۲ نرمال است. قوام ژل نشان‌دهنده میزان حرکت ژل برنج پخته می‌باشد و یا تعیین طول حرکت ژل در صفحه افقی به مدت نیم الی یک ساعت تعیین می‌شود. جهت اندازه گیری غلظت ژل نیز ۱۰۰ میلی‌گرم آرد مربوط به نمونه با رطوبت ۱۲درصد داخل لوله‌های آزمایش ۱۰۰×۱۳ میلی‌متری وزن می شود. نمونه‌هایی با قوام ژل نرم، متوسط و سخت (کاظمی، خزر و سپیدرود) به عنوان شاهد در کنار نمونه‌های آزمایش مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. ۰/۲ میلی‌لیتر محلول برموتیمول و دو میلی لیتر محلول هیدروکسید پتاسیم ۰/۲ نرمال به لوله‌های آزمایش اضافه کرده با ورتکس به خوبی هم زده می‌شود. سپس نمونه‌ها در حمام آب‌جوش به مدت هشت دقیقه قرار داده می‌شود (آب داخل حمام آب جوش نباید از نصف بلندی لوله‌ها بیشتر باشد) و باید مواظب بود تا هنگام جوشش، محتوی لوله های آزمایش از دوسوم بلندی این لوله‌ها تجاوز نکند. سپس نمونه‌ها به مدت پنج دقیقه در دمای اتاق خنک شده و به مدت ۱۵ دقیقه در آب یخ قرار داده می‌شوند. در نهایت میزان حرکت ژل روی کاغذ میلی‌متری پس از یک ساعت ثبت می‌شود. (کامپانگ،۱۹۷۳).

۳- ۱۲- اندازه گیری مقدار عناصر در دانه (*N.P.K*):

آماده سازی نمونه شامل: شستشو، خشک و آسیاب کردن می‌باشد. دانه برنج ابتدا با آب معمولی سپس با اسید هیدروکلریک ۰/۱ مول و سپس دوباره با آب مقطر شستشو گردید. سپس نمونه دانه برنج به مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد خشک و آسیاب شد. نمونه آسیاب شده از الک ۰/۵ میلی‌متری عبور داده شد و میزان جذب عناصر غذایی آن (نیتروژن، فسفر، پتاسم) اندازه گیری شد. از نمونه دانه‌های برنج آماده شده به ترتیب زیر برای سنجش عناصر عصاره‌گیری شد.

مراحل انجام عصاره گیری:

۱) هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک - اسید سالیسیلیک- آب اکسیژنه:

جهت تعیین مقدار عنصر نیتروژن در دانه، پس از قرار گرفتن دانه در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به آزمایشگاه منتقل و جهت تعیین نیتروژن با روش هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک، اسیدسالیسیلیک و آب اکسیژنه و با استفاده از دستگاه کجلدال صورت می‌گیرد (واهینگ و همکاران،۱۹۸۹).

۳- ۱۲- ۱- اندازه گیری نیتروژن دانه:

ابتدا ۰/۳ گرم نمونه دانه با دقت ۰/۰۰۱گرم توزین و به لوله‌های هضم (بالن ژوژه ۱۰۰میلی‌لیتر) منتقل شد، سپس ۲/۵ میلی‌لیتر از مخلوط اسیدها اضافه و ۲۴ ساعت به حال خود قرار داده شد. لوله‌ها بعد از این مدت به مدت ۲ ساعت تا ۱۸۰درجه سانتی‌گراد حرارت دید و سپس بعد از خنک شدن ۳ بار و هر بار ۱ میلی‌لیتر آب اکسیژنه به لوله‌ها اضافه شد، مجددا" لوله‌ها روی هیتر تا ۳۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳ ساعت گذاشته تا عصاره بیرنگ شد. عصاره در بالن به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانیده شد و از آن ۵ میلی‌لیتر گرفته و به بالن تقطیر منتقل می‌کنیم. میزان ۲ میلی‌لیتر از محلول هیدروکسید سدیم اضافه کرده و قیف دهانه بالن تقطیر را با آب می شوئیم تا حجم محلول۲۰ میلی‌لیتر گردد. بالن را به کمک بخار آب حرارت داده بعد از ظهور اولین قطره تقطیر عمل به مدت n دقیقه (۳-۴- ۵ یا ۶ دقیقه) ادامه دهید محلول حاصل از تقطیر در۱۰ میلی‌لیتر اسیدبوریک حاوی ۱۰ قطره اندیکاتور جذب می شود. ۰/۵ دقیقه قبل از پایان عمل تقطیر ارلن محتوی اسیدبوریک را اندکی پائین آورده تا انتهای مبرد با بخار آب شسته شود. اسیدبوریک حاوی آمونیاک را با اسید سولفوریک ۰/۰۰۵ مول تا تغییر رنگ محلول از سبز به صورتی تیتر کنید (واهینگ و همکاران،۱۹۸۹). میزان درصد نیتروژن در نمونه خشک دانه از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$N\%=0.56\times t\times (a-b)\times V/M\times 100/D.M \qquad (۳-۳)$$

T = غلظت اسید مصرفی جهت تیتراسیون بر حسب مول در لیتر

A = میزان اسید مصرفی جهت نمونه بر حسب میلی لیتر

B= میزان اسید مصرفی جهت شاهد بر حسب میلی لیتر

۳- ۱۲- ۲ - اندازه گیری فسفر دانه به روش کالریمتری:

مقدار ۵ سی‌سی از محلول عصاره حاصل از هضم به روش ۱ را به داخل بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتر ریخته و ۵ سی‌سی به آن محلول آمونیوم مولیبدات - وانادات اضافه کرده و به حجم می‌رسانیم. سپس میزان جذب را با دستگاه اسپکتروفوتومتر با طول موج ۴۷۰ نانومتر می خوانیم (واهینگ و همکاران،۱۹۸۹). میزان فسفر در نمونه خشک گیاه بر حسب گرم درصد از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$P = a\times b\times V/2000W\times 100/D.M \qquad (۴-۳)$$

a = مقدار فسفر نمونه

b = مقدار فسفر شاهد

V= حجم نهایی محلول

W= وزن نمونه خشک گیاه

۳-۱۲-۳- اندازه گیری پتاسیم به روش نشر شعله ای:

محلول حاصل از عصاره‌گیری به را به نسبت ۹+۱ با کلرور سزیم(Cs) رقیق کرده و جذب را با دستگاه فلیم فوتومتر و در طول موج ۷۶۶/۵ نانومتر برای پتاسیم می‌خوانیم (چاپمن و پرات،۱۹۶۱).

$$K = A \times b \times V/1000W \times 100/D \ .M \qquad (۳-۵)$$

۳- ۱۳- تجزیه و تحلیل داده های آماری طرح:

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار ***SAS 9.2*** و مقایسه میانگین اثرات متقابل از نرم افزار ***Mstat-c*** و با استفاده از آزمون ***LSD***[۱] در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید. ضمنا" برای رسم نمودارهای اثرات متقابل از نرم افزار ***Excel*** استفاده شد.

[۱] - Least Significant Difference

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴- ۱- صفات مورفولوژیک در مرحله گلدهی:

۴- ۱- ۱- ارتفاع گیاه:

ارتفاع گیاه یکی از فاکتورهای مهم مورفولوژیک گیاه برنج و از صفاتی است که عمدتا" ژنتیکی بوده و تحت تأثیر شرایط محیطی نیز قرار می‌گیرد. ساقه محکم و کوتاه از خصوصیات مورفولوژیکی است که نقش زیادی در عملکرد بالای برنج داشته و باعث می‌شود که برنج مقاومت بیشتری در مقابل ورس داشته و مصرف زیاد نیتروژن را تحمل کند (یوشیدا،۱۹۸۱).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱) نشان می‌دهد که در مرحله گلدهی اثر رقم و نیتروژن در سطح یک‌درصد معنی‌دار و اثر متقابل رقم و نیتروژن بر ارتفاع بوته در این مرحله رشدی غیرمعنی‌دار بود. جدول مقایسه میانگین ارتفاع بوته در ارقام مختلف (۴- ۲) نشان داد که رقم طارم‌هاشمی با میانگین ۱۰۹/۹۵ سانتی‌متر بیشتر از ارتفاع بوته در ارقام بینام و کوهسار بوده است. همچنین جدول مقایسه میانگین ارتفاع بوته در مقادیر مختلف نیتروژن (۴- ۳) نشان می‌دهد که اثر نیتروژن بر روی ارتفاع بوته فقط در تیمار شاهد نسبت به سایر سطوح معنی‌دار است چون در تیمار شاهد ارتفاع بوته ۹۲/۰۷ سانتی‌متر بوده ولی در بقیه سطوح ارتفاع افزایش پیدا کرده ولی معنی‌دار نبوده است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که کود نیتروژن تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته داشته است به طوری که با افزایش مقادیر نیتروژن از صفر به ۹۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش غیرمعنی‌دار بوده است. به نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن از طریق افزایش دوام و شاخص سطح برگ باعث شده است تا شرایط مطلوب‌تری برای استفاده از نور خورشید و تولید مواد فتوسنتزی فراهم گردد و در نتیجه افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته را به دنبال داشته باشد. بیندرا و همکاران (۲۰۰۰) و مانان و همکاران (۱۹۸۲) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

همچنین تحقیقات نحوی و همکاران (۱۳۸۴) نشان داده است که افزایش مصرف نیتروژن در برنج اثر معنی داری بر ارتفاع بوته داشته است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

۴-۱-۲- تعداد پنجه:

پنجه یکی از اجزای مهم گیاه در تعیین میزان عملکرد گیاه می‌باشد. این صفت عمدتا" به نوع رقم برنج بستگی دارد. در بعضی از موارد تحت تأثیر محیط نیز قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱) نشان می‌دهد که در مرحله گلدهی اثر نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار و اثر رقم و اثر متقابل رقم در نیتروژن بر تعداد پنجه در این مرحله غیرمعنی‌دار بود. جدول مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن بر تعداد پنجه (۴- ۳) نشان می‌دهد که فقط تعداد پنجه در تیمار شاهد معادل ۲۶۴ پنجه در مترمربع بوده که نسبت به بقیه کمتر و معنی‌دار می‌باشد ولی با افزایش مقادیر نیتروژن، در بین سطوح کودی ۳۰، ۶۰ و۹۰ کیلوگرم در هکتار تعداد پنجه افزایش داشته و روند آن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی باشد، فلذا فقط در تیمار ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن تعداد پنجه معادل۳۵۱/۵۶ در مترمربع بوده که نسبت به تیمار شاهد تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده شده است. نتایج این آزمایش با یافته‌های فاگریا و بالگیار (۲۰۰۲) که گزارش کردند ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در هر بوته، تعداد خوشه در برنج با مصرف نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت، مطابقت دارد. لادها و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند با بکار بردن کود نیتروژن، تعداد پنجه‌ها در برنج افزایش یافت و مقدار نیتروژن اندام هوایی گیاه همبستگی کمی با تعداد پنجه‌ها در مراحل حداکثر پنجه‌زنی و گلدهی داشتند. دلیل آن را می‌توان چنین توجیه کرد که افزایش مصرف کود نیتروژن موجب ازدیاد رشد رویشی از جمله: تعداد پنجه درکپه و به تبع آن افزایش تعداد پنجه مؤثر درکپه می‌شود. استعداد پنجه زدن یکی از مهمترین صفات واریته‌ای در گیاه برنج است. تشکیل طرح اولیه پنجه تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد که یکی از عوامل مهم آن، مقدار نیتروژن می‌باشد که همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد پنجه در گیاه دارد (امام و نیک نژاد، ۱۳۷۳).

پنجه‌زنی اثر تعیین کننده روی گل آذین‌ها در هر گیاه و در نتیجه روی پتانسیل تولید خواهد داشت و به نوعی عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به این صورت که هر چه تعداد پنجه‌ها در یک واحد ثابت از سطح زمین افزایش پیدا کند و در نهایت از حد معینی تجاوز کند اندازه سنبله و در نهایت تعداد

دانه ها در هر سنبله کاهش می‌یابد. تعداد پنجه ها بسته به واریته و فاصله کاشت بین بوته هـا و سـایر عملیات زراعی تغییر می‌کند (شارما و سینگ،۱۹۹۹).

از جمله مواد غذایی مهم برای پنجه زنی، نیتروژن می‌باشد. وقتـی گیـاه مقـادیر بـالایی از نیتـروژن را استفاده می‌کند پنجه‌زنی زیاد می‌شود و مقادیر زیـاد نیتـروژن در اوایـل رشـد گیاهـان زراعـی باعـث افزایش پنجه‌دهی شده که بسیاری از آنها مخصوصا" غـلات قبـل از کامـل شـدن رشـد گیـاه از بـین می‌روند و البته در برخی منابع نیز گفته شد که مصرف به موقع نیتروژن در غلات باعث افزایش بقایای پنجه‌های بارور در هر گیاه می‌شود.

۴- ۱- ۳- وزن خشک برگ:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱) نشان می‌دهد کـه در مرحلـه گلـدهی اثـر رقـم و نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار و اثر متقابل رقم در نیتروژن بر وزن خشک برگ در ایـن مرحلـه غیرمعنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین صفات در ارقام مختلف (۴- ۲) نشان می‌دهد کـه وزن خشـک بـرگ در واحـد مترمربع در رقم کوهسار معادل ۱۲۷/۴۴ گرم بر مترمربع بوده که نسبت به رقم طارم‌هاشمی معنـی‌دار نمی‌باشد ولی دو رقم کوهسار و طارم‌هاشمی نسبت به بینـام تفـاوت معنـی‌داری در سـطح ۵٪ دارنـد.

همچنین جدول مقایسه میانگین وزن خشک‌برگ در مقادیر مختلف نیتروژن (۴- ۳) نشان می‌دهد کـه میانگین کمترین وزن خشک برگ مربوط به تیمار عدم مصرف کـود نیتـروژن بـه وزن۸۴/۴۰ گـرم در مترمربع و میانگین بیشترین وزن خشک برگ مربوط به مصرف ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به وزن ۱۳۲/۴۰ گرم در مترمربع می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که کود نیتروژن تأثیر مثبتی بر وزن خشک بـرگ داشـته اسـت به طوری که با افزایش مقادیر نیتروژن از صفر به ۹۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش در وزن خشـک بـرگ قابل مشاهده بوده است.

۴-۱-۴- وزن خشک خوشه:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱) نشان می‌دهد کـه در مرحلـه گلـدهی اثـر رقـم در سطح پنج درصد معنی‌دار، اثر نیتروژن و اثر متقابل رقـم در نیتـروژن بـر وزن خشـک خوشـه در ایـن مرحله غیرمعنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین صفات در مرحله گلدهی در ارقام مختلف (۴- ۲) نشان می‌دهد که رقـم بینـام معادل ۸۳/۰۳ گرم در مترمربع بیشـترین وزن خشـک خوشـه هـا و رقـم کوهسـار بـا ۵۶/۳۲ گـرم در مترمربع کمترین وزن خشک را دارا بوده است.

بدیهی است ارقام مختلف دارای وزن خشک خوشه متفاوت هستند که ناشـی از انـدازه خوشـه، تعـداد خوشه در واحد سطح و مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به خوشه هستند.

کومار و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که وزن خشک خوشه برنج در تیمار ۱۶۰ کیلـوگرم نیتـروژن در هکتار ۴۱ درصد به علت افزایش سنتز کلروفیل، پروتئین و قند نسـبت بـه شـاهد افـزایش نشـان داده است.

۴- ۱- ۵- وزن خشک ساقه:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱) نشان می‌دهد کـه در مرحلـه گلـدهی اثـر رقـم و نیتروژن در سطح یک‌درصد معنی‌دار و اثر متقابل رقم و نیتروژن بر وزن خشک سـاقه در ایـن مرحلـه غیرمعنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در ارقام مختلف (۴- ۲) نشان می‌دهد که رقم طـارم‌هاشـمی با میانگین ۳۹۳/۵۲ گرم بر مترمربع بیشترین وزن خشک ساقه و رقـم کوهسـار بـا میـانگین ۲۵۶/۴۷ گرم بر مترمربع کمترین وزن خشک سـاقه را داشـته اسـت. همچنـین جـدول مقایسـه میـانگین وزن خشک ساقه در مقادیر مختلف نیتروژن (۴- ۳) نشان می‌دهد که میانگین کمترین وزن خشـک سـاقه مربوط به تیمار شاهد به وزن ۲۶۵/۲۸ گرم در مترمربع و میانگین بیشترین وزن خشک سـاقه مربـوط

به مصرف ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به وزن ۳۷۸/۲۳ گرم در مترمربع می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که کود نیتروژن تأثیر مثبتی بر وزن خشک برگ داشته است، طوری که با افزایش مقادیر نیتروژن از صفر به ۹۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش در وزن خشک برگ قابل مشاهده بوده است.

محققان زیادی بیان داشتند که مصرف نیتروژن باعث افزایش تعداد پنجه در واحد سطح شده و در نتیجه وزن خشک‌برگ افزایش می‌یابد. رقم کوهسار دارای برگ پهن‌تر و بلندتر از ارقام بومی بینام و طارم‌هاشمی است.

نتایج مطالعات رضوانی و همکاران(۲۰۰۸) بر روی چغندرقند در آزمایشی با پنج سطح کود نیتروژن (صفر،۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) نشان دادند که بالاترین عملکرد اندام هوایی مربوط به مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن نیز مربوط به تیمار عدم کاربرد و۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. فراوانی نیتروژن خاک، سبب تحریک تولید برگ‌های جدید از ناحیه مریستم انتهایی ساقه و جوانه‌های جانبی برگ‌های مسن و سرانجام افزایش عملکرد اندام‌های هوایی می‌گردد.

۴- ۱- ۶- عملکرد بیولوژیک:

نتایج جدول تجزیه واریانس(۴- ۱) نشان می‌دهد که در مرحله گلدهی اثر رقم و نیتروژن در سطح یک‌درصد تأثیر معنی‌دار اما اثر متقابل رقم در نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود. جدول(۴- ۲) مقایسه میانگین اثر رقم بر عملکرد بیولوژیک بیانگر آن است که بیشترین عملکرد بیولوژیک به مقدار۵۷۷/۱۱ گرم بر مترمربع مربوط به رقم طارم‌هاشمی و کمترین آن مربوط به رقم کوهسار به مقدار ۴۴۰/۱۳ گرم بر مترمربع می باشد.

همچنین جدول مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک (۴- ۳) نشان می‌دهد با افزایش مقادیر نیتروژن، عملکرد بیولوژیک در این مرحله افزایش و تفاوت آماری نیز در بین سطوح کودی صفر، ۳۰، ۶۰ و۹۰ کیلوگرم در هکتار وجود داشت. به طوری که کمترین عملکرد بیولوژیک در

این مرحله مربوط به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن به مقدار ۴۱۰/۲۹ کیلوگرم در هکتـار و بیشـترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار کودی ۹۰ کیلوگرم به مقدار ۵۸۴/۵۶ کیلوگرم در هکتار بود.

فرجی و همکاران (۱۳۷۹) اعلام نمودند ارقام پرمحصول برنج نسبت به کود نیتـروژن واکـنش زیـادی نشان می‌دهند زیرا به ورس مقاوم بوده و پاکوتاه هستند و دارای ساقه ضخیم، قدرت پنجه زنـی بـالا و برگ‌های ایستاده، سبز تیره با کارآیی مصرف نور بالایی هسـتند و ایـن ارقـام بـه ازاء میـزان نیتـروژن دریافتی ماده خشک زیادی تولید می‌کنند همچنین مشخص شده مصرف زیاد نیتروژن موجب افزایش وزن خشک در زمان خوشه‌دهی می شود.

امینی و همکاران (۱۳۸۲) اعلام کردند که تولیـد مـاده خشـک بـالا در مرحلـه ظهـور خوشـه نشـانگر ظرفیت فتوسنتزی بالای آنهاست بنابراین ارقام اصلاح شده برنج با دارا بودن کارایی فتوسنتزی بیشـتر نسبت به ارقام بومی ظرفیت تولید ماده خشک بالاتری خواهند داشت.

هارلی در طی آزمایشی در سال ۲۰۰۲ بیان کرد گلدهی زودتر در غلات می توانـد نمـود گـل آذیـن و شاخص برداشت را محدود نماید ولی تأخیر در گلدهی ممکن است حتی شدیدا" تجمع ماده خشـک را کاهش دهد.

عرفانی و نصیری با بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر در ارقام برنج در سـال ۱۳۷۹ اعلام کردند در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی عملکرد ماده خشک به مقدار کمی کاهش می‌یابد که این امـر به علت زرد و غیرفعال شدن برگ‌ها و انتقال مواد به صورت انتقال مجدد به ریشـه و خوشـه و نهایتـا" ریزش می‌باشد همچنین تجمع ماده خشک در مرحله پایانی دلیل بر افزایش عملکرد اقتصادی نیسـت زیرا همواره مواد ساخته شده به دانه منتقل نمی‌شود.

۴- ۲- شاخص‌های لحظه‌ای رشد در مرحله گلدهی:

۴- ۲- ۱- شاخص سطح برگ لحظه‌ای(LAI):

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۴) نشان می‌دهد که در مرحله گلدهی اثر رقم و نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار ولی اثر متقابل رقم و نیتروژن غیر معنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین صفات شاخص‌های رشد در ارقام مختلف (۴- ۵) نشان می‌دهد که رقم کوهسار با میانگین ۳/۳۱ بیشترین سطح برگ و رقم بینام با ۲/۲۷ کمترین سطح برگ را دارا بودند. همچنین جدول مقایسه میانگین صفات شاخص‌های رشد در مقادیر مختلف نیتروژن (۴- ۶) نشان می‌دهد، که میانگین کمترین سطح برگ مربوط به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن به میزان ۲/۳۵ و میانگین بیشترین سطح برگ مربوط به مصرف ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به میزان ۳/۳۴ می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که کود نیتروژن تأثیر مثبتی بر اندازه سطح برگ داشته است به طوری که با افزایش مقادیر نیتروژن از صفر به ۹۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش در سطح برگ قابل مشاهده بوده است.

سطح برگ بیان کننده نسبت سطح برگ به زمین اشغال شده توسط گیاه می باشد اگر چه سطح برگ به عنوان عاملی در افزایش میزان عملکرد رقم مهم است اما به عنوان عامل اصلی تعیین کننده عملکرد نیست زیرا میزان عملکرد هر رقم به روابط دوجانبه منبع و مخزن بستگی دارد. با توجه به روند تغییرات سطح برگ در دو مرحله پنجه‌زنی و گلدهی مشاهده می‌شود که روند تغییرات سطح برگ ابتدا به صورت افزایشی و تا کمی قبل از خوشه‌دهی به بالاترین مقدار خود رسیده و بعد از آن به علت پژمردگی برگهای پایینی و ریزش آنها سطح برگ کاهش خواهد یافت. در برنج که گیاهی رشد محدود است حداکثر سطح برگ در مرحله گرده افشانی صورت می‌گیرد چرا که در گیاهان رشد محدود معمولا" با شروع رشد زایشی، رشد رویشی کم شده و یا حتی متوقف می‌گردد (اصفهانی، ۱۳۷۷; فتحی، ۱۳۷۸).

تحقیقات امینی (۱۳۸۲) در همین زمینه نشان داد که فتوسنتز ناخالص یک پوشش گیاهی با افـزایش شاخص سطح برگ به صورت منحنی وار افزایش یافته چراکه با افزایش شاخص سطح برگ بـرگ‌هـای پایین بیشتر در سایه قرار می‌گیرند لذا میانگین فتوسنتز همه برگ‌ها کاهش می یابد.

فتحی و سیادت (۱۳۷۷) با بررسی تولید خالص فتوسنتز در برنج نشان دادند که با افزایش سطح بـرگ تنقس به صورت خطی افزایش نمی یابد بلکه این افزایش به صورت منحنی است و در نتیجـه شـاخص سطح برگ مطلوبی برای یک سرعت رشد محصول وجود ندارد.

از عوامل محیطی، نیتروژن بیشترین تأثیر را بر روی برگ دارد معمولا" افزایش مقدار نیتـروژن، سـطح برگ و فعالیت فتوسنتز را افزایش می‌دهد بنابراین باعـث افـزایش مقـدار تثبیـت دی اکسـیدکربن در گیاهان زراعی می‌شود.

یوشیدا و همکاران (۱۹۷۶) نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار نیتـروژن، سـطح بـرگ گیاهـان زراعـی افزایش می‌یابد. بطور کلی مصرف کود نیتروژن از طریق اندازه و طول عمر برگ ها و ازدیاد شاخه‌دهـی موجب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود.

بیندرا و همکاران در سال ۲۰۰۰ با انجام تحقیقی در برنج اعلام کردند که در ساختمان سـایه انـداز در سطوح گوناگون نیتروژن نیز تفاوت‌هایی وجود دارد و کاربرد کود نیتروژن بیش از اندازه معمـول بـرگ پرچم را بزرگ‌تر کرده که موجب افزایش مشارکت نسبی این برگ شده که نشان دهنده تسریع پیـری غلاف و پهنک در برگ‌های پایینی بوته‌هایی که کود نیتروژن زیادی دریافت کردند، می‌باشد.

وادا و همکاران درسال ۱۹۹۶ معتقد بودنـد کـه دادن کودهـای نیتروژنـی در مرحلـه گـل‌دادن مقـدار پروتئین خام دانه برنج را افزایش و پروتئین‌های دانه، با درجات مختلف تحت تأثیر آن قرار مـی‌گیرنـد. توصیه می‌شود که مؤثرترین زمان مصرف کودهای نیتروژنی برای افزایش سطح برگ موقع نشاءکاری و آغاز تشکیل‌خوشه می‌باشد.

۴- ۲- ۲- سرعت رشد محصول لحظه‌ای(CGR):

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۴) نشان می‌دهد که در مرحله گلدهی اثر رقم و نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار و اثر متقابل رقم در نیتروژن بر روی سرعت رشد محصول غیرمعنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین اثر رقم بر سرعت رشد محصول (۴- ۵) نشان داد که تیمارها در گروه آماری مختلف قرار گرفتند و بین ارقام تفاوت آماری وجود داشت، طوری‌که رقم طارم‌هاشمی به مقدار ۱۱/۸۳ گرم بر مترمربع در روز بیشترین سرعت رشد محصول و رقم بینام با ۱۰/۸۷ گرم بر مترمربع در روز کمترین سرعت رشد محصول را داشته است.

نتایج جدول مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن بر سرعت رشد محصول (۴- ۶) نشان داد که با افزایش مقادیر نیتروژن، سرعت رشد محصول افزایش یافت و تفاوت آماری نیز در بین سطوح کودی ۰، ۳۰، ۶۰ و۹۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شده است، طوری‌که کمترین سرعت رشد محصول مربوط به تیمار شاهد معادل ۸/۳۷ گرم بر مترمربع در روز و بیشترین سرعت رشد محصول مربوط به تیمار کودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۱۳/۰۷ گرم بر مترمربع در روز بود.

دیوتا و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه ساختمان هندسی و مشخصه‌های رشد ارقام برنج درمنطقه بنگلادش اظهار داشتند که عملکرد دانه در برنج با شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص همبستگی مثبتی دارد.

انتانوس و کوتروباس (۲۰۰۲) اظهار داشتند، ارقامی از برنج که شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشدنسبی و سرعت جذب‌خالص بالاتری دارند روند رشد بهتر و نیز عملکرد بالاتری خواهند داشت.

۴- ۲- ۳- سرعت جذب خالص لحظه‌ای(NAR):

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۴) نشان می‌دهد که در مرحله گلدهی اثر رقم بر سرعت جذب خالص در سطح یک‌درصد و اثر نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل رقم در نیتروژن بر سرعت جذب‌خالص در مرحله گلدهی غیرمعنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین صفات شاخص‌های رشد در ارقام مختلف (۴- ۵) نشان می‌دهد که رقم بینام با میانگین ۰/۲۱گرم بر مترمربع در روز کمترین سرعت جذب‌خالص و رقم کوهسار با ۰/۳۰گرم بر مترمربع در روز بیشترین سرعت جذب‌خالص درگیاه را داشته اند. نتایج جدول مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن بر سرعت جذب خالص (۴- ۶) نشان داد که با افزایش مقادیر نیتروژن، سرعت جذب‌خالص کاهش یافت و تفاوت آماری نیز در بین سطوح کودی ۰، ۳۰، ۶۰ و۹۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شده است، به طوری‌که کمترین سرعت جذب‌خالص مربوط به تیمار کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن به میزان ۰/۲۴ گرم بر مترمربع در روز و بیشترین سرعت جذب‌خالص مربوط به تیمار شاهد به میزان ۰/۲۸ گرم بر مترمربع در روز می‌باشد.

سرعت جذب‌خالص عبارتست از مقدار ماده خشک تولید شده در واحد سطح برگ در واحد زمان که شباهت خیلی زیادی به ***CGR*** دارد. مقدار جذب خالص تخمینی از فتوسنتز خالص برگ است. مقدار جذب خالص زمانی در حداکثر مقدار خود است که تمامی برگ‌ها به طور کامل تابش خورشیدی را دریافت کنند. شکل منحنی ***NAR*** به صورت نزولی است و با افزایش سن گیاه، به علت سایه اندازی برگ‌ها روی هم و پیر شدن برگ‌ها، فتوسنتز خالص برگ کم می‌شود.

کلارک و سیمپسون (۱۹۷۸) نشان دادند که مقدار ***NAR*** در اواخر دوره رشد گیاه و در هنگام پرشدن دانه ها اندکی افزایش می‌یابد. در شاخص سطح برگ بالا، افزایش تنفس موجب کاهش سرعت رشد محصول و همچنین سرعت جذب‌خالص می‌شود. در مقادیر بالاتر کود، تشکیل پنجه های جدید تا انتهای دوره رشد ادامه داشت ولی این پنجه‌های جوان به مرحله باروری نرسیده و در سایه پنجه‌های بالایی قرار می‌گیرند در این شرایط میزان تنفس آنها بیشتر از میزان فتوسنتزشان بوده و این امر

موجب کاهش فتوسنتز خالص گیاه می‌شود. البته یوشیدا (۱۹۸۱) مطلوب بودن شاخص سطح برگ را در برنج مورد سئوال قرار داده و معتقد است که تنفس پوشش گیاهی با افزایش فتوسنتز خالص به صورت خطی و با افزایش شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد (پنگ، ۲۰۰۰; یوشیدا،۱۹۸۱).

بنا به اظهار نظر غیور و کرم زاده(۱۳۸۱)، میزان جذب خالص با گذشت زمان ثابت نمی‌ماند و با افزایش سن گیاه یک افت نزولی در رشد و تکامل نشان می‌دهد و این افت نسبی در محیط نامناسب و تنش خشکی تسریع می‌شود.

۴-۲-۴- مقدار کلروفیل برگ (*SPAD*):

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۴) نشان می‌دهد که اثر نیتروژن در مرحله گلدهی بر مقدار کلروفیل برگ درسطح یک‌درصد معنی‌دار و بر رقم و اثر متقابل رقم در نیتروژن غیرمعنی‌دار بوده است. جدول مقایسه میانگین صفات شاخص‌های رشد و مقدار کلروفیل برگ در مرحله گلدهی (۴- ۶) نشان می‌دهد که با افزایش مقادیر مختلف کود نیتروژن مقدار کلروفیل برگ افزایش داشته است به این صورت که در تیمار شاهد نسبت به سه سطح دیگر اختلاف معنی‌دار مشاهده شده، ولی بین سطوح ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌دار نداشته است.

در یک بررسی تانگ و همکاران (۲۰۰۰) اعلام داشتند از آنجائی که نیتروژن می تواند باعث افزایش میزان کلروفیل برگ شود مقادیر کلروفیل‌متر در مراحل بعد از افزایش‌کود سرک در برنج افزایش می‌یابد. همچنین سینگ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که مصرف نیتروژن بر مقادیر قرائت شده از کلروفیل متر، میزان نیتروژن بر حسب وزن و سطح برگ بخصوص در ۹ روز بعد از تشکیل مریستم خوشه در مرحله گلدهی تأثیر چشمگیری در برنج دارد. علاوه بر این پنگ و همکاران (۱۹۹۳) در همین رابطه با انجام آزمایشی بیان داشتند که یکی از نتایج کمبود نیتروژن کاهش سنتز غلظت کلروفیل متر در برگهای گیاه برنج می باشد. خوشه چه‌ها یک مخزن قوی برای نیتروژن می باشند،

این موضوع باعث تخلیه بیشتر نیتروژن و کاهش میـزان نیتـروژن و نهایتـا" کـاهش میـزان کلروفیـل می‌گردد.

۴- ۳- صفات مورفولوژیک در مرحله رسیدن:

۴- ۳- ۱- ارتفاع بوته:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۷) نشان می‌دهد که در مرحله رسیدن اثـر رقـم در سطح یک درصد و اثر نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده ولی ارتفاع بوته در مرحله رسیدن بـر اثر متقابل رقم در نیتروژن غیر معنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین ارتفاع بوته در ارقام مختلف (۴- ۸) نشان مـی‌دهـد کـه رقـم بینـام بـا ارتفـاع ۱۱۳/۹۴ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع بوته و رقم کوهسار با ۹۷/۱۳ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوتـه را دارا می باشند. جدول مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن بر ارتفاع بوته در مرحلـه رسـیدن (۴- ۹) نشـان می‌دهد که با افزایش مصرف نیتروژن ارتفاع بوته افزایش یافـت و تفـاوت آمـاری نیـز در بـین سـطوح کودی ۰، ۳۰، ۶۰ و۹۰ کیلوگرم در هکتار بوجود آمد، به طوری‌که کمترین ارتفاع بوته در ایـن مرحلـه مربوط به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن بـه طـول۹۹/۷۰ سـانتی‌متـر و بیشـترین ارتفـاع مربـوط بـه تیمار۶۰ کیلوگرم در هکتار به طول ۱۰۸/۵۰سانتی‌متر بود.

رحمان و همکاران (۲۰۰۷) بیان نمودند که تعداد نشاء و سطوح نیتروژن به طور معنی‌داری بـر ارتفـاع بوته و رشد گیاه برنج مؤثر بود.

۴- ۳- ۲- تعداد خوشه در مترمربع:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۷) نشان می‌دهد که در مرحله رسـیدن اثـر رقـم و نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار، اما بر اثر متقابل رقم و نیتروژن غیرمعنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین تعداد خوشه در ارقام مختلف (۴- ۸) نشان می‌دهد که رقم کوهسار با تعداد خوشه ۳۴۴ عدد در مترمربع بیشترین خوشه و رقم طارم‌هاشمی با ۲۷۵ عدد کمترین تعداد خوشه را دارا می‌باشند. جدول مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن بر تعداد خوشه در مرحله رسیدن (۴- ۹) نشان می‌دهد که با افزایش مصرف نیتروژن تعداد خوشه افزایش داشته است و تفاوت آماری نیز در بین سطوح کودی ۰، ۳۰، ۶۰ و۹۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شده، طوری که کمترین تعداد خوشه در این مرحله مربوط به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن به تعداد ۲۵۷/۶۶ خوشه و بیشترین آن مربوط به تیمار کودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار به تعداد ۳۳۱ خوشه می‌باشد.

این آزمایش با یافته‌های بتال و همکاران (۲۰۰۴) که نشان داد، افزایش مقدار نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به طور قابل توجهی ارتفاع نشاء، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و عملکرد دانه و کاه را در برنج را افزایش می‌دهد، مطابقت دارد.

۴- ۳- ۳- طول خوشه:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۷) نشان می‌دهد که در مرحله رسیدن اثر رقم بر طول خوشه در سطح یک‌درصد و اثر متقابل رقم در نیتروژن بر طول خوشه در سطح پنج درصد معنی‌دار، ولی اثر نیتروژن غیرمعنی‌دار بود. جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژن در مرحله رسیدن (۴- ۱۰) نشان می‌دهد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار در تیمار سطح ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن مصرف شده طول خوشه کمتر از بقیه و در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن بیشتر از همه است، اما با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم طول خوشه در رقم کوهسار افزایش نیافت. در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم‌هاشمی، در تیمار شاهد طول خوشه نسبت به بقیه بیشتر و در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن کمتر بوده است، اما با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم طول خوشه در رقم طارم‌هاشمی افزایش یافت. همچنین جدول (۴- ۱۰) نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و

رقم بینام، در تیمار شاهد طول خوشه کمتر از بقیه و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن نسبت به بقیه بیشتر است، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن طول خوشه افزایش یافت.

طول خوشه جزء اجزاء عملکرد نمی‌باشد ولی بررسی منابع نشان می‌دهد که با افزایش طول خوشه عملکرد افزایش و یا همبستگی مثبت دارد به همین دلیل برای معرفی رقم طول خوشه مهم می‌باشد.

لطیفی و همکاران (۱۳۷۷) گزارش دادند که در گندم طول سنبله بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی ابتدای فصل رشد است و مصرف ۵۰ درصد کود نیتروژن در مرحله کاشت برای تشکیل حداکثر طول سنبله کافی است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که طول خوشه مستقیما" در محاسبه عملکرد نقش ندارد ولی به عنوان یکی از صفات ارزیابی عملکرد مورد توجه قرار می‌گیرد (حسینی ایمنی، ۱۳۸۲).

خزایی (۱۳۸۸) گزارش کرد طول خوشه در برنج از نظر آماری تحت تأثیر تقسیط نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت. مبصر (۱۳۸۳) دریافت که طول خوشه در برنج از نظر آماری تحت تأثیر متقابل سال و مقادیر نیتروژن (تقسیط نیتروژن) در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت و وزن هزار دانه از نظر آماری تحت تأثیر سال و تقسیط نیتروژن قرار نگرفت.

دوبرمن و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که طول خوشه در برنج نشاءکاری شده و همچنین در کشت مستقیم برنج بر عملکرد برنج، به علت انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت خوشه‌چه مؤثر است.

۴-۳-۴- عملکرد بیولوژیک:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۷) نشان می‌دهد که در مرحله رسیدن اثر نیتروژن در سطح یک‌درصد معنی‌دار ولی اثر رقم و اثر متقابل رقم در نیتروژن غیرمعنی‌دار بود. جدول مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن (۴- ۹) نشان می‌دهد که با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد بیولوژیک افزایش یافت و تفاوت آماری نیز در بین سطوح کودی ۰، ۳۰، ۶۰ و۹۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد، طوری‌که کمترین عملکرد بیولوژیک در این مرحله مربوط به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن

معادل ۶۴۵/۸۶ کیلوگرم در هکتار و بیشترین آن مربوط به تیمار کودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۹۱۱/۸۰ کیلوگرم در هکتار بود.

شفر و همکاران (۲۰۰۶) بیان نمودند که حداکثر مقدار عملکرد بیولوژیک در برنج با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک برای تیمار شاهد حاصل شد.

قیصری و همکاران (۲۰۰۹) اثر معنی دار آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک در برنج را نیز گزارش دادند و بیان نمودند که کمترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به اثر تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و آبیاری کامل (۹۸۹۹ کیلوگرم در هکتار) بدست می‌آید.

۴- ۳- ۵- تعداد دانه پر:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۱) نشان می‌دهد که اثر رقم و نیتروژن و همچنین اثر متقابل رقم در نیتروژن در سطح یک‌درصد معنی‌دار بوده است. جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژن در مرحله رسیدن (۴- ۱۴) نشان می‌دهد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار در تیمار شاهد تعداد دانه پر کمتر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن بیشتر است، اما با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم تعداد دانه پر در خوشه در رقم کوهسار افزایش یافت. در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم هاشمی، در تیمار شاهد تعداد دانه پر کمتر و در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن بیشتر می باشد، اما با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم تعداد دانه پر در خوشه در رقم طارم‌هاشمی کاهش یافت. همچنین جدول (۴- ۱۴) نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم بینام، در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن تعداد دانه پر کمتر از بقیه و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن بیشتر است، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن تعداد دانه پر در خوشه افزایش یافت.

تعداد دانه پر یکی از اصلی‌ترین اجزای عملکرد در برنج می‌باشد. تعداد دانه جزء مهمی از عملکرد و شاخصی از قدرت مخزن است. درصد دانه‌های پرشده به عوامل محیطی، شرایط تغذیه‌ایی و فتوسنتز

گیاه پس از گلدهی بستگی دارد (چوباچی و همکاران،۱۹۸۶). فیزیولوژیست‌های برنج معتقدند که چنانچه در یک خوشه مجموع کل دانه‌ها بیش از ۸۵ درصد آنها پر شده باشد مخزن عامل محدودکننده و اگر کمتر از ۸۰ درصد آنها پر شده باشد منبع عامل محدودکننده و اگر بین ۸۰ تا ۸۵ درصد دانه‌ها رسیده باشد توازن خوبی بین منبع و مخزن وجود دارد (ردی،۱۹۹۶).

پنگ (۲۰۰۰) با بررسی تعیین رابطه اجزای عملکرد با عملکرد در چند رقم برنج دریافت که عملکرد با متوسط تعداد دانه پر موجود درخوشه، تعداد کل‌دانه موجود در خوشه، تعداد پنجه بارور در هر بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بوده و بیشترین تأثیر بر روی عملکرد را به‌طور مستقیم تعداد دانه‌پر در خوشه دارد که می‌توان به عنوان معیاری جهت انتخاب ارقام و لاین‌های پرمحصول برنج استفاده کرد.

فتحی و همکاران طی آزمایشی در سال ۱۳۷۷ نشان دادند که رقم و مقادیر کود نیتروژن بر روی درصد دانه پر شده اثر معنی‌داری داشته ولی عامل تقسیط تأثیر معنی‌داری ندارد، آنها نشان دادند که ضریب همبستگی این صفت با عملکرد دانه در سطح یک‌درصد مثبت و معنی‌دار بود و بیانگر این نکته است که تعداد دانه پر بیشتر در خوشه نشان دهنده تخصیص بهتر مواد فتوسنتزی از کل ماده خشک تولید شده به دانه‌هاست.

گیلانی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۲ گزارش دادند که عملکرد دانه با تعداد دانه‌های پرشده در خوشه همبستگی مثبت دارد و این صفت می‌تواند برای اصلاح عملکرد دانه در بوته با گزینش تعداد دانه‌های پر بیشتر در خوشه به خوبی مورد استفاده قرار گیرد.

۴- ۳- ۶- تعداد دانه پوک:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۱) نشان می‌دهد که اثر رقم در سطح یک‌درصد و اثر نیتروژن در سطح پنج‌درصد و همچنین اثر متقابل رقم در نیتروژن در سطح یک‌درصد معنی‌دار بوده است.

جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف مصرف کـود نیتـروژن در مرحلـه رسـیدن (۴- ۱۴) نشان می‌دهد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار در تیمـار ۶۰ کیلـوگرم مصـرف کـود نیتروژن تعداد دانه پوک کمتر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن بیشتر است، لذا با افـزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم شاهد بیشترین تعداد دانه پوک در خوشه بـوده ایـم. در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم هاشمی، در تیمار ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن تعداد دانه پوک کمتر و در تیمار شاهد از همه بیشتر می‌باشد، لذا بـا افـزایش میـزان مقـادیر مصـرف کـود نیتـروژن در رقـم طارم‌هاشمی افزایش تعداد دانه پوک را داشـته‌ایـم. همچنـین جـدول (۴- ۱۴) نشـان داد کـه در اثـر متقابل نیتروژن و رقم بینام، در تیمار شاهد تعداد دانه‌پر کمتر از بقیه و در تیمار ۹۰ کیلـوگرم مصـرف کود نیتروژن بیشتر است، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن تعداد دانه‌پوک در خوشه رقم بینـام افزایش یافت.

کمبود مواد فتوسنتزی می‌تواند یکی از عوامل کاهش باروری دانه‌ها باشد که یکی از دلایل کمبود مواد فتوسنتزی کاهش میزان فتوسنتز و تولید زیست توده است و همچنین کاهش ظرفیت اختصاص مـواد فتوسنتزی از منبع به مخزن می‌تواند عامل دیگری برای محدودیت و باروری دانه‌ها باشد از طرف دیگر کاربرد بیش از حد نیتروژن میوه نشینی برنج را به طـور غیرمسـتقیم از طریـق مداخلـه در بـاز شـدن بساک و ریزش گرده ها کاهش می‌دهد (نورمن و همکاران،۱۹۹۲; ویرمانی، ۲۰۰۲). موقعی که مقـدار زیادی نیتروژن در محیط موجود باشد گیاه پر توان‌تر مـی‌شـود و میـوه‌نشـینی کمـی دارنـد اگـر ایـن گیاهان به محیطی که دارای تناسب نیتروژن متناسبی است انتقال داده شوند میوه‌نشینی زیاد می‌شود اگر انتقال به محیطی با سطح نیتروژن کم صورت پذیرد مجددا" آنها میـوه کمـی تولیـد مـی‌کننـد. از طرف دیگر نیز گفته شده که ارقامی که تعداد دانه بیشتری تولیـد کردنـد تعـداد دانـه پـر کمتـری در خوشه داشتند.

امینی و همکاران در پی انجام آزمایشـی در سـال ۱۳۸۲ اعـلام کردنـد کـه بـرنج هیبریـد ***GRHI*** بـا میانگین ۶۹/۹۹ دانه پوک بیشترین دانه پوک را در بین ارقام مورد آزمایش دارا بود.

علاوه بر آن نحوی در سال ۱۳۸۴ گزارش کرد کـه تعـداد دانـه هـای پـوک در ارقـام دیـررس بیشـتر می‌باشد، همچنین فرجی و میرلوحی نیز در طی گزارش دیگری در سال ۱۳۷۷ همین نتیجه را بدست آوردند.

۴- ۳- ۷- تعداد کل دانه:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۱) نشان می‌دهد که اثر رقم و نیتـروژن و همچنـین اثر متقابل رقم در نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است.

جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژن در مرحلـه رسـیدن (۴- ۱۴) نشان می‌دهد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار، تعداد دانـه کـل در خوشـه در تیمـار شاهد از همه کمتر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه بیشـتر اسـت، لـذا بـا افـزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم تعداد دانه کـل در خوشـه در رقـم کوهسـار افـزایش یافت. در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم‌هاشمی نشان داد که تعداد دانـه کـل، در تیمـار ۹۰ کیلـوگرم کود نیتروژن از همه کمتر و در تیمار ۶۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه بیشتر می‌باشـد، لـذا بـا افزایش میزان مقادیر مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم تعدا دانه کل در رقـم طـارم هاشـمی کاهش یافت. همچنین جدول (۴- ۱۴) نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم بینام، تعداد دانه کل در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه کمتر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کـود نیتـروژن از همه بیشتر است، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتـروژن تعـداد دانـه کـل در خوشـه رقـم بینـام افزایش یافت.

سینگ و شارما (۱۹۸۷) دریافتند که تعداد بیشتر دانه ها در هر خوشه برنج در میزان بـالاتر نیتـروژن، احتمالا" بخاطر موقعیت بهتر نیتروژن گیاه در طول دوره رشد خوشه می‌باشد.

(ماکوسود،۱۹۹۸) دان کاتز واذولو (۱۹۷۷) ویبل (۱۹۶۵) دریافتند که هوای ابری تعداد خوشه چـه در واحد سطح را در برنج کاهش می‌دهد، هرچند تفاوت زیادی بین واریته ها دیده نمی‌شود.

ساها و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند که تعداد کل دانه برنج در هر خوشه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تقسیط کود نیتروژن قرار گرفت، همچنین گزارش کردند که با مصرف کود نیتروژن در اوایل رشد گیاه برنج، تعداد کل دانه افزایش یافت.

گرین فیلد و همکاران (۱۹۹۸) سطوح مختلف کود نیتروژن را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه تحقیق آنها نشان داد که میزان تولید دانه برنج با افزایش مقدار نیتروژن افزایش یافت. تعداد دانه پر بیشتر در خوشه نشان دهنده تخصیص بهتر مواد فتوسنتزی از کل ماده خشک تولید شده به دانه‌هاست.

۴- ۳- ۸- وزن هزار دانه:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۱) نشان می‌دهد که اثر رقم و نیتروژن به ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار ولی بر اثر متقابل رقم در نیتروژن غیرمعنی‌دار بوده است. جدول مقایسه میانگین صفات در ارقام مختلف (۴- ۱۲) نشان می‌دهد که رقم طارم‌هاشمی با ۲۱/۶۰ گرم کمترین و رقم کوهسار با ۲۷/۰۷ گرم بیشترین وزن هزار دانه را دارا می‌باشند. جدول مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن بر وزن هزار دانه در مرحله رسیدن (۴- ۱۳) نشان می‌دهد که با افزایش مصرف نیتروژن وزن هزار دانه افزایش داشته است و تفاوت آماری نیز در بین سطوح کودی ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شده، طوری که کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتارکود نیتروژن به میزان ۲۳/۵۸ گرم و بیشترین آن مربوط به تیمارکودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۲۵/۳۹ گرم می‌باشد.

یکی از اجزاء تعیین کننده عملکرد بالا در گیاه برنج وزن هزار دانه می باشد که این صفت غالبا" ژنتیکی می‌باشد، که در واریته‌های مختلف فرق دارد و مقدار آن بیشتر متأثر از شرایط دوره رسیدگی نیز می‌باشد، شرایط محیطی ممکن است موجب تغییراتی بین ۲۰ تا ۳۰ درصد وزن هزار دانه شوند و در شرایط نامساعد آب و هوایی از قبیل کاهش یا افزایش درجه حرارت، رطوبت نسبی، تغذیه نیز وزن هزاردانه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. از طرفی چون اندازه دانه در برنج توسط پوسته کنترل می‌شود به

همین علت تغییرات وزن هزار دانه زیاد نیست. وزن هزار دانه یکی از اجزاء عملکرد می‌باشد کـه نشـان دهنده اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه هاست (تورنر و جوند،۱۹۹۱).

یوشیدا (۱۹۸۱) اعلام کرد که وزن دانه به همراه چند جزء دیگر نقش مهمی در افزایش عملکـرد دانـه ارقام جدید برنج که قابلیت تولید عملکرد بالایی را دارند، دارد. عـده‌ای از محققـین متـذکر شـدند کـه کود نیتروژن بخصوص نیترات تعداد خوشه‌ها و به ویژه وزن هزار دانه در برنج را افزایش می‌دهدکـه در این‌حالت تعداد دانه در هر خوشه کاهش می‌یابد (گیان و همکاران، ۲۰۰۴).

بتال و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزایش مقـدار نیتـروژن از ۱۰۰ بـه ۱۶۰ کیلـوگرم ازت در هکتار وزن ۱۰۰۰ دانه در برنج کم می‌شود.

ماتسوشیما (۱۹۸۰) گزارش کرد که وزن هزار دانه برنج در یـک ژنوتیـپ بـا وجـود اعمـال تیمارهـای کودی نیتروژن تغییرات معنی‌داری نداشت. گیاهانی که مقادیر بیشتری نیتروژن جذب کرده‌انـد تعـداد خوشه زیادتری نیز تولید می‌کنند.

کامورو و همکاران (۱۹۹۸) اظهار نمودند که وزن هزاردانـه بـرنج در بـین تیمارهـای کـودی (از عـدم مصرف نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) متفاوت نبوده و متوسط وزن هزار دانه بـرای همـه تیمارها در هر دو سال ۳۰/۳ گرم بود. بنابراین افزایش تراکم بوته بر سـایر اجـزای عملکـرد نیـز مـؤثر است.

ژنگ و شانون (۲۰۰۰) دریافتند که با افزایش تراکم از ۴۰۰ بوته به ۷۰۰ بوته در مربع وزن هـزار دانـه در گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت.

برخلاف سایر غلات عملکرد بیشتر در برنج از طریق افزایش اندازه دانه بسیار محدود است زیـرا از نظـر فیزیولوژیکی رشد دانه توسط پوست دانه محدود می‌شود و در اغلب مناطق وزن هزاز دانه برنج یکـی از پایدارترین خصوصیات واریته‌ها به شمار می‌رود (سـرمدنیا وکـوچکی، ۱۳۷۳.گـرین فیلـد و همکـاران ،۱۹۹۸ و ود و همکاران، ۱۹۹۸).

یوشیدا (۱۹۸۳) بیان داشت که سایه اندازی زیاد قبل از خوشه‌دهی اندازه پوسته بـرنج را تغییـر و وزن هزار دانه را از ۲۶ گرم به ۲۱ گرم در ۲۸ درجه سانتی گراد کاهش داد. شرایط آب و هوایی تا حـدودی بر وزن هزار دانه تأثیر می‌گذارد. بطور مثال در یک آزمایش در ژاپن با افزایش دمای متوسـط روزانـه از ۲۲ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد، وزن هزار دانه از ۳۴ گرم به ۲۱ گرم در برنج کاهش یافت.

۴- ۳- ۹- عملکرد دانه:

عملکرد دانه یکی از مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی در گیاهان به شمار می‌رود. نتایج حاصـل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۱) نشان می‌دهد که اثر رقـم و نیتـروژن، همچنـین اثـر متقابـل رقـم در نیتروژن در سطح یک‌درصد معنی‌دار بوده است. جدول مقایسه میانگین اثرات متقابـل ارقـام و مقـادیر مختلف مصرف کود نیتروژن در مرحله رسیدن (۴- ۱۴) نشان می‌دهد کـه در اثـر متقابـل نیتـروژن و رقم کوهسار، عملکرد دانه در تیمار شاهد از همه کمتر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتـروژن از همه بیشتر است، لذا با افزایش مقادیر کود نیتروژن در این رقم میـزان عملکـرد دانـه افـزایش داشـته است. در جدول اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم هاشمی، در تیمار شاهد عملکرد دانـه از همـه کمتـر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن از همه بیشتر می باشد، لذا با افزایش مقادیر مصرف کـود نیتـروژن در رقم طارم هاشمی افزایش عملکرد دانه را داشته‌ایم. همچنین جدول (۴- ۱۴) نشان داد کـه در اثـر متقابل نیتروژن و رقم بینام، در تیمار شاهد عملکرد دانه کمتر از بقیه و در تیمار ۹۰ کیلـوگرم مصـرف کود نیتروژن بیشتر از همه است، لذا با افزایش مقـادیر کـود نیتـروژن عملکـرد دانـه افـزایش یافـت و بیان‌گر این موضوع است که افزایش مقادیر کود نیتروژن رابطه‌ای مستقیم با افزایش عملکرد در ارقـام فوق داشته است.

عملکرد برآیند عواملی مانند: طول دوره رشـد گیـاه، سـرعت، مـدت و ارتبـاط بسـیاری از فرآینـدهای حیاتی در مراحل نمو گیاهی است و هیچ فرآیندی به تنهـایی کلیـد دسترسـی بـه حـداکثر پتانسـیل عملکرد را در اختیار نمی‌گذارد. بدیهی است که عملکرد با اجزای عملکرد به طـور مسـتقیم در ارتبـاط

می‌باشد بنابراین می‌توان گفت که عملکرد اگرچه به پتانسیل ژنتیکی هر رقم بستگی دارد ولی کـاملا" تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (فرجی و همکاران،۱۳۷۷; رام و پراساد،۱۹۸۵). کود نیتروژن با تأثیرگذاری بر اجزای عملکرد برنج و صفت‌های مؤثر بر عملکرد موجبـات افـزایش عملکـرد را باعـث می‌گردد اما از نظر نحوه تأثیرگذاری نیتروژن بر این صفت‌ها گزارش‌های متفاوتی توسط محققین ارائـه شده است.

در تحقیقی با کشت مجدد برنج و مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه از طریـق تـأثیر روی افزایش تعداد پنجه، طول خوشه و تعداد دانه پرشده افزایش یافته اسـت. ولـی در فصـل خشـک، عکس‌العمل به نیتروژن مصرفی، عملکرد دانه را محدود کرده است. در چنین حالـت بهتـر اسـت بـرای رسیدن به عملکردهای بیشتر تحت شرایط برنج در فصل تابستان ارقام زودرس، دوره رسیدگی (حـدود ۱۱۰-۹۰ روز) با پتانسیل عملکرد بالا انتخاب شود (سینگ و بهاتا چاریا،۱۹۸۹).

نوذری (۱۳۸۰) کاهش عملکرد دانه برنج را در سطح کودی بالاتر را این گونه توجیه کرد کـه شـاید در کاهش عملکرد در سطوح کودی بالاتر از ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بـه علـت کـاهش فتوسـنتز برگهای پایین و به علت سایه‌اندازی باشد که فعالیت فیزیولوژیک ریشه را کاهش داده و این امر سـبب کاهش فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها می‌شود. در نتیجه در طی این عمل مقـدار شـیره پـرورده‌ای کـه در طی دوره پر شدن دانه به خوشه می‌رسد کاهش یافته و عملکرد کمتر می‌شود.

مرادی (۱۳۷۴) در گزارشی ارائه نمود که در کشت مستقیم برنج رقم محلی عنبر بوی قرمـز، عملکـرد دانه این رقم تا سطح ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار افزایش و پس از آن تدریجا" کاهش یافت. این آزمایش بـا نتـایج یافتـه‌هـای مـرادی(۱۳۷۴)، ردی(۱۹۹۲)، حسـینی(۱۳۸۲)، گـوهری(۱۳۷۳)، نوربخشیان(۱۳۷۹) و حاتمی(۱۳۸۱) مطابقت دارد.

سینگ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند، تقسیط ۱۲۰ کیلوگرم نیتـروژن در هکتـار بـه صـورت یـک سوم در زمان نشاءکاری+ یک سوم در اوایل پنجه زنی+ یک سوم در مرحله ظهور خوشـه‌هـای آغـازین باعث افزایش عملکرد دانه در برنج گردید.

فلاح (۱۹۹۵) نتیجه گرفت که عملکرد دانه برنج در کرت‌های بدون مصرف کود نیتروژن برابر ۲۳۶۴ کیلوگرم در هکتار و در کرت‌هایی که کود نیتروژن مصرف شد تا ۴۹۱۷ کیلوگرم در هکتار رسید که ارتباط بسیار بالای مصرف کود نیتروژنه و عملکرد را نشان می‌دهد.

ژاگ و همکاران (۲۰۰۸) نشان داده اند که بکار بردن کود نیتروژن بیشتر در اوایل مراحل رشد بازده مصرف نیتروژن را در برنج بهبود می‌بخشد و جذب نیتروژن و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد.

سابدی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که عملکرد دانه با افزایش نیتروژن افزایش می‌یابد و حداکثر عملکرد دانه با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست می‌آید. با توجه به اینکه رشد و نمو گیاه و عملکرد آن وابسته به فرآیند فتوسنتزی است، نیتروژن می تواند اثر مستقیمی بر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ داشته باشد. به طورکلی میزان نیتروژن از طریق تعیین ظرفیت عملکرد دو مرحله نمو رویشی و اوایل مرحله زایشی و نیز از طریق شیره پرورده تولید شده و افزایش سطح برگ بر عملکرد برنج تأثیر می‌گذارد.

نورمحمدی (۱۳۸۴) بیان کرد برنج زمانی به‌خوبی رشد می‌کند و محصول تولید نماید که مواد غذایی را به صورت مطلوب داشته باشد. برنج نمی‌تواند مواد غذایی اصلی (پرمصرف) را به مقدار زیاد جذب کند و این امر به آن جهت است که در دانه برنج مواد پروتئینی کمتری وجود دارد. مقدار جذب آن‌ها به وسیله گیاه به ازاء هر کیلوگرم می‌تواند برابر ۱۰ تا ۱۵ گرم نیتروژن، ۴ تا ۸ گرم P_2O_5 و ۲ تا ۴ گرم K_2O باشد.

نوربخشیان و پیردشتی (۲۰۰۳) گزارش کردند تعجیل و تأخیر در کاشت نسبت به تاریخ کاشت مطلوب هر منطقه، هر دو موجب کاهش عملکرد برنج می‌شود.

۴- ۳- ۱۰- شاخص برداشت:

شاخص برداشت عبارت است از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک، که یکی از خصوصیات ژنتیکی و ثابت یک رقم می‌باشد. طی آزمایشات مختلف محققین به این نتیجه رسیدند که

این شاخص می‌تواند تحت تأثیر عملیات زراعی و بخصوص مصرف کود نیتروژن قرار گیرد. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۱) نشان می‌دهد که اثر نیتروژن بر روی شاخص برداشت در سطح پنج درصد معنی‌دار ولی بر اثر رقم، و اثر متقابل رقم در نیتروژن غیرمعنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن بر شاخص برداشت (۴- ۱۳) نشان می‌دهد که با افزایش مقادیر مصرف نیتروژن شاخص برداشت افزایش داشته و تفاوت آماری نیز در بین سطوح کودی ۰، ۳۰، ۶۰ و۹۰ کیلوگرم در هکتار وجود دارد، طوری‌که کمترین شاخص برداشت مربوط به تیمار شاهد به میزان ۳۱/۲۳ درصد و بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن به میزان ۳۷/۹۰ درصد می‌باشد.

در گزارشی (محدثی، ۱۳۸۰؛ مرادی، ۱۳۷۶و یوشیدا،۱۹۸۳) اثر کود نیتروژن بر تراکم بوته در عملکرد و اجزاء عملکرد را برنج بررسی کردند، نتایج آنها نشان داد که هر چند اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف کود نیتروژن وجود داشت اما بیشترین شاخص برداشت مربوط به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن بود.

گیلانی و همکاران (۱۳۸۲) اظهار داشتند بین سنین مختلف نشاء برنج از نظر شاخص برداشت تفاوت بسیار معنی‌داری وجود دارد به طوری که نشاء ۴۵ روزه با ۵۲/۷۴ درصد و نشاء ۲۵ روزه با ۴۳/۱۵ درصد به ترتیب از بیشترین و کمترین شاخص برداشت برخوردار بودند.

۴-۴- مقدار عناصر معدنی در دانه:

۴- ۴- ۱- نیتروژن:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۵) نشان می‌دهد که اثر رقم و اثر متقابل رقم در نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار و اثر نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است.

جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژن بر مقدار عناصر معدنی در دانه (۴- ۱۸) نشان داد که تیمارهای مختلف در گروه‌های آماری مختلف قرار گرفته‌اند، در

اثر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار در تیمار شاهد از همه کمتر و در تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن دانه از همه بیشتر است، اما با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم مقدار نیتروژن دانه در رقم کوهسار کاهش یافت. در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم‌هاشمی نشان داده شد که در تیمار ۳۰ و ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن بیشترین مقدار نیتروژن دانه در رقم طارم‌هاشمی و در تیمار ۶۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن کمترین مقدار نیتروژن دانه را داشته‌ایم. در اثر متقابل نیتروژن و رقم بینام، در تیمار شاهد نیتروژن دانه از همه بیشتر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن، نیتروژن دانه از همه کمتر می باشد، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم مقدار نیتروژن دانه در رقم بینام کاهش یافت.

ثابت شده است که نیتروژن و پتاسیم محلولپاشی شده به سرعت به قسمتهای جوان گیاه منتقل می‌شود. با وجود این که برگهای تیمار شده دارای بیشترین مقدار از عنصر جذب شده هستند، ولی سطحی از برگ که در تماس مستقیم با قطرات محلول است، بیشترین غلظت عنصر را دارد (یاماگوچی و همکاران، ۱۹۷۸).

۴- ۴- ۲- فسفر:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۵) نشان می‌دهد که اثر رقم و اثر متقابل رقم در نیتروژن به ترتیب در سطح یک‌درصد و پنج درصد معنی‌دار ولی بر اثر نیتروژن غیرمعنی‌دار بوده است. جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژن بر مقدار عناصر معدنی در دانه (۴- ۱۸) نشان داد که بین تیمارهای اعمال شده در رقم کوهسار اختلاف معنی دار وجود ندارد، لذا در تیمار شاهد و مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن بیشترین مقدار فسفر در دانه و در تیمار ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن میزان فسفر دانه از بقیه کمتر است، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن مقدار فسفر دانه در رقم کوهسار کاهش یافت. در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم هاشمی نشان داده شده است که در تیمار شاهد و تیمار ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن شاهد کمترین

میزان فسفر دانه بوده و در تیمار ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن مقدار فسفر دانه بیشتر می‌باشد، ضمنا" تفاوت آماری معنی داری بین آنها مشاهده نشده است. همچنین جدول (۴- ۱۸) نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم بینام، تیمار شاهد از همه کمتر و مقدار فسفر دانه در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه بیشتر است، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم مقدار فسفر دانه در رقم بینام افزایش یافت.

ژنگ و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که غلظت فسفر، رشد و عملکرد دانهٔ برنج در شرایط غرقاب بیشتر از شرایط غیرغرقاب بود.

در آزمایش فریدونی (۲۰۱۰) با کاربرد سه سطح ۰، ۸۰ و۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تأثیر نیتروژن بر غلظت فسفر و پتاسیم معنی‌دار نگردید. همچنین با افزایش میزان مصرف نیتروژن از صفر به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار، پروتئین دانه از ۱۰/۰۴ به ۱۱/۵۷درصد افزایش یافت.

۴- ۴- ۳- پتاسیم:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۵) نشان می‌دهد که اثر رقم و اثر متقابل رقم در نیتروژن به ترتیب در سطح یک‌درصد و پنج درصد معنی‌دار ولی اثر نیتروژن غیرمعنی‌دار بوده است.

جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژن بر مقدار عناصر معدنی در دانه (۴- ۱۸) نشان داد که اثر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار در تیمار ۶۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن پتاسیم دانه از همه کمتر و در تیمار شاهد از همه بیشتر است، اما با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم مقدار پتاسیم دانه در رقم کوهسار کاهش یافت. در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم هاشمی، مشاهده شد که در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن مقدار پتاسیم دانه و در تیمار ۶۰ کیلوگرم بیشترین میزان پتاسیم دانه وجود دارد، لذا با افزایش میزان مقادیر مصرف کود نیتروژن مقدار پتاسیم دانه در رقم طارم‌هاشمی کاهش یافت. همچنین جدول (۴- ۱۸) نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم بینام، در تیمار شاهد میزان پتاسیم در دانه از همه

بیشتر و در تیمار ۶۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه کمتر می‌باشد، اما با افزایش مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم مقدار پتاسیم دانه در رقم بینام افزایش یافت.

پتاسیم در برنج نقش‌های متعددی به عهده دارد که از آن جمله می‌توان به افزایش وزن و اندازه دانه، افزایش واکنش به سایر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و فسفر، ایجاد مقاومت در برابر شرایط نامساعد اقلیمی، بیماریها، آفات و افزایش استحکام ساقه اشاره کرد (ملکوتی،۱۹۹۹).

متوالی و همکاران در سال (۲۰۰۲) با بررسی مقایسه مصرف خاکی و محلولپاشی پتاسیم در شرایط تنش شوری بر برنج مشاهده کردند که تعداد پنجه، عملکرد شلتوک، کاه وکلش و همچنین، نسبت دانه به کاه وکلش به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و مصرف پتاسیم در همه تیمارهای پیش‌بینی شده موجب افزایش غلظت پتاسیم در اندام‌های گیاهی و مقاومت آنها در شرایط تنش گردید.

محققان با تحقیق بر روی گوجه فرنگی، کتان و ارزن دریافتند که با افزایش مقدار مصرف پتاسیم، غلظت پتاسیم در این گیاهان افزایش یافت (المشیله و عربی،۲۰۰۴; حیدری و جمشیدی،۲۰۱۰).

نتایج پژوهش نشان داد که کاربرد سولفات پتاسیم تأثیری بر مقدار نیتروژن دانه برنج نداشت، در حالی‌که به طور معنی‌داری روی فسفر و پتاسیم تأثیر داشت (بروجی و همکاران، ۲۰۰۰).

۴-۴-۴- درصد پروتئین:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۵) نشان می‌دهد که اثر رقم و اثر متقابل رقم در نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار و اثر نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است.

جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژن بر غلظت عناصر معدنی در دانه (۴- ۱۸) نشان می‌دهد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار میزان پروتئین دانه در تیمار شاهد از همه کمتر و در تیمار ۶۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه بیشتر است، اما با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم میزان پروتئین دانه در رقم کوهسار کاهش یافت. در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم‌هاشمی نشان داده شد که در تیمار ۳۰ و ۹۰ کیلوگرم مصرف

کود نیتروژن میزان پروتئین از همه بیشتر و در تیمار ۶۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه کمتر می‌باشد، همچنین جدول (۴- ۱۸) نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم بینام، در تیمار شاهد بیشترین میزان پروتئین در دانه و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه کمتر است، اما با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم مقدار پروتئین در دانه برنج رقم بینام کاهش یافت.

صادقی و بحرانی (۲۰۰۲) گزارش دادند که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر تا ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، میزان پروتئین دانه افزایش یافت. همچنین، در پژوهشی با کاربرد نیتروژن در سویا جذب عناصر غذایی و محتوای پروتئین دانه با کاربرد سطوح بالاتر نیتروژن افزایش یافت. نشاسته و پروتئین دو جزء اصلی آندوسپرم در تعیین کیفیت برنج می‌باشند و همه فاکتورهای کیفیت شامل: تبدیل، پخت، ظاهر و ارزش غذایی مرتبط با میزان آمیلوز، پروتئین و عکس‌العمل این دو می‌باشند (ولریل و جولیانو، ۱۹۷۸).

میزان پروتئین ذخیره‌ای در آندوسپرم دانه جهت بهبود پخت لازم است، چون واکنش نشاسته پروتئین می‌تواند مانع ژلاتینه شدن نشاسته و از هم گسیختن ساختمان پروتئین هنگام پخت و افزایش ویسکوزیته برنج شود (کامران و وانگ،۲۰۰۵; یو و همکاران،۲۰۰۸).

۴- ۵- صفات کیفی:

۴- ۵- ۱- دمای ژلاتینه شدن :

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۱) نشان می‌دهد که اثر رقم، نیتروژن و اثر متقابل رقم در نیتروژن در سطح یک‌درصد معنی‌دار بوده است. جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف کود نیتروژن (۴- ۱۴) نشان می‌دهد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار دمای ژلاتینه شدن در تیمار شاهد از همه کمتر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه بیشتر است، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۶۰ کیلوگرم شاهد دمای ژلاتینه شدن کاهش

یافت. این جدول نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم‌هاشمی، در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن دمای ژلاتینه‌شدن از همه بیشتر و در تیمار ۶۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه کمتر است، لذا با افزایش میزان مقادیر مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم دمای ژلاتینه‌شدن در رقم طارم‌هاشمی کاهش یافت. همچنین جدول (۴- ۱۴) نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم بینام، در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن دمای ژلاتینه‌شدن از همه بیشتر و در تیمار ۶۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه کمتر است، لذا با افزایش مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن دمای ژلاتینه‌شدن در رقم بینام کاهش یافت.

درجه حرارتی که مورد نیاز است تا گرانول‌های نشاسته به طور برگشت ناپذیری متورم شوند درجه حرارت ژلاتینی نامیده می‌شود و دامنه تغییرات آن از ۵۵ تا ۷۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (حبیبی،۱۳۹۲). دمای ژلاتینی ارتباط با مدت زمان و ماهیت برنج پخته داشته ولی با بافت برنج پخته همبستگی ندارد (سینگ و همکاران،۲۰۰۰). در ارزیابی‌های کیفی برنج، نمره‌های ۳ تا ۵ محدوده مطلوب برای درجه حرارت ژلاتینه‌شدن می‌باشد و بسیاری از ارقام بومی و خوش‌کیفیت ایرانی در این محدوده قرار می‌گیرند. دمای ژلاتینه‌شدن بالا سبب می‌شود که برنج پخته شده سفت و خشک شود و دمای ژلاتینه‌شدن کم موجب نرمی و چسبنده شدن برنج پس از پخت می‌شود. برنج‌های با دمای ژلاتینه‌شدن پایین و متوسط نسبت به برنج های با دمای ژلاتینی شدن بالا، به آب و زمان کم‌تری برای پخت نیاز دارند که این یک ویژگی مطلوب است (کسائی و همکاران، ۲۰۰۵).

بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق ارقام مورد استفاده در آزمایش در تمام تیمارهای الگوی کاشت دارای دمای ژلاتینه‌شدن متوسط و مطلوبی بود.

۴- ۵- ۲- درصد آمیلوز دانه:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۱) نشان می‌دهد که اثر رقم، نیتروژن و اثر متقابل رقم در نیتروژن در سطح یک‌درصد معنی‌دار بوده است.

جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف کود نیتروژن (۴- ۱۴) نشان داد که در اثـر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن میزان آمیلوز از همه کمتر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه بیشتر اسـت، لـذا بـا افـزایش میـزان مصـرف کـود نیتروژن در این رقم میزان آمیلوز دانه افزایش یافت. این جـدول نشـان مـی‌دهـد کـه در اثـر متقابـل نیتروژن و رقم طارم هاشمی، در تیمار ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن میزان آمیلوز از همه کمتر و در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه بیشتر است، لذا با افزایش مقادیر مصرف کود نیتروژن در رقم طارم‌هاشمی میزان آمیلوز کاهش یافت. همچنین جدول (۴- ۱۴) نشان داد که در اثر متقابل نیتـروژن و رقم بینام، در تیمار شاهد میزان آمیلوز از همه بیشتر و در تیمار۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتـروژن از همه کمتر بوده است، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم میزان آمیلوز در رقم بینام کاهش یافت. آمیلوز فاکتور اصلی تعیین کننـده کیفیـت رقـم اسـت و تفـاوت در میـزان آن اساسا" به نوع رقم و شرایط محیطی وابسته می‌باشد (احمد و همکاران،۲۰۰۹).

نتایج به دست آمده توسط سایر محققین (محمدیان روشن و همکاران، ۲۰۱۱ و رحیمـی پطـرودی و همکاران، ۲۰۱۲) نیز نشان داد که صفت کیفی درصد آمیلوز تحت تـأثیر هـیچ یـک از سـطوح کـود نیتروژن مصرفی معنی‌دار نشد.

ساندهو و همکاران (۲۰۱۵) نیز با بررسی دو ساله خصوصیات کیفی بـرنج گـزارش کردنـد کـه درصـد آمیلوز در هیچ یک از سال‌های زراعی تحت تأثیر تراکم‌هـای مختلـف کاشـت (۲۱، ۲۷ و ۳۳ کپـه در مترمربع) قرار نگرفت.

۴- ۵- ۳- غلظت ژل:

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴- ۱۱) نشان می‌دهد که اثر رقم و اثر متقابـل رقـم در نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار و اثر نیتروژن بر غلظت ژل غیرمعنی‌دار بوده است.

جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و مقادیر مختلف کود نیتروژن (۴- ۱۴) نشان می‌دهد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم کوهسار، غلظت ژل در تیمار ۳۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه کمتر و در تیمارهای ۶۰ و۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه بیشتر است، لذا با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن مقدار غلظت ژل نیز افزایش یافت. این جدول نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم طارم هاشمی، تیمار شاهد میزان غلظت ژل کمتری نسبت به تیمارهای دیگر دارد و تیمار ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن غلظت ژل بیشتری را به خود اختصاص داده است، لذا با افزایش مقادیر مصرف کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار میزان غلظت ژل کاهش یافت. همچنین جدول (۴- ۱۴) نشان داد که در اثر متقابل نیتروژن و رقم بینام، تیمار ۶۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن میزان غلظت ژل از همه کمتر و در تیمار ۹۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن از همه بیشتر است، لذا با افزایش مقادیر کود نیتروژن در سطح ۹۰ کیلوگرم میزان غلظت ژل در رقم بینام افزایش یافت.

غلظت ژل شاخصی از بافت برنج پخته است و در شرایطی که ارقام آمیلوز یکسان دارند ارقامی با غلظت ژل نرم بافت برنج پخته بهتری دارند (سینگ و همکاران،۲۰۰۰).

توسلی (۱۹۹۶) در بررسی‌های خود گزارش نمود که غلظت ژل با درجه حرارت ژلاتینه شدن همبستگی منفی معنی‌دار و با عطر و طعم دانه رابطه مثبت و معنی‌دار دارد. با تجزیه علیت مشخص گردید که میزان آمیلوز اثر مثبت زیاد و اثر مستقیم منفی و زیاد از طریق غلظت ژل روی عملکرد دانه داشته و درجه حرارت ژلاتینه شدن اثر مستقیم منفی روی عملکرد دانه داشت. اثر غیرمستقیم این صفت روی عملکرد دانه از طریق غلظت ژل منفی و زیاد و از طریق میزان آمیلوز مثبت و قابل توجه بود.

۴- ۶- نتیجه گیری:

نتایج این پژوهش نشان داد که عکس‌العمل ارقام نسبت به نیتروژن متفاوت بوده و ارقام مختلف برنج در کشت مجدد، هر چند روند رشدی مشابه داشتند ولی میزان شاخص‌های رشد نسبت به هم متفاوت بود. در بین ارقام مورد مطالعه در این طرح، رقم کوهسار ارتفاع بوته کمتری نسبت به ارقام طارم‌هاشمی و بینام داشته و میزان عملکرد رقم کوهسار بیشتر از ارقام بینام و طارم‌هاشمی بود. همچنین درصد پروتئین دانه رقم کوهسار کمتر از ارقام طارم‌هاشمی و بینام بوده است، لذا با افزایش مصرف کود نیتروژن به علت تحریک رشد رویشی، صفات زراعی ارتفاع بوته، تعداد خوشه در واحد سطح، وزن خشک کل و عملکرد، افزایش یافت. غلظت نیتروژن دانه در تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژنه) معادل ۱/۶۱ درصد بود که نسبت به سه سطح کودی کمتر و تفاوت معنی‌دار آماری داشت ولی با افزایش مصرف نیتروژن، میزان درصد نیتروژن دانه تفاوت معنی‌داری نیافت. قوام یا غلظت ژل با مصرف نیتروژن روند افزایشی معنی‌داری داشت. ارقام از نظر درصد آمیلوز تفاوت دارند. میزان آمیلوز کوهسار بیشتر بود. با افزایش مصرف نیتروژن، تعداد دانه پر در خوشه و عملکرد افزایش معنی‌داری یافت. در ترکیب تیماری کمترین عملکرد معادل ۱۴۳۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم طارم‌هاشمی در کرت شاهد بود و بیشترین عملکرد مربوط به رقم کوهسار در تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که معادل ۳۳۲۷ کیلوگرم در هکتار بود. البته در هر سه رقم با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد افزایش یافت و بیشترین عملکرد هم در سطح مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد.

۴- ۷- پیشنهادات:

۱- برای رسیدن به نتایج دقیق‌تر پیشنهاد می‌شود آزمایش دو یا سه ساله و در چند مکان انجام گیرد.

۲- تاریخ نشاکاری در آزمایش نیمه دوم مرداد بود، پیشنهاد می‌شود در آزمایشی، اثر تاریخ کاشت و نیتروژن با ارقام فوق بررسی شود.

۳- با داشتن آمار هواشناسی و پارامترهای رشد، پیشنهاد می‌شود در قالب پروژه مدلینگ هم بررسی شود.

پیوست

جدول ۴-۱- نتایج تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، وزن خشک برگ، خوشه، ساقه و عملکرد بیولوژیک در مرحله گلدهی تحت تأثیر کود نیتروژن و رقم

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	ارتفاع بوته	تعداد پنجه	وزن خشک برگ	وزن خشک خوشه	وزن خشک ساقه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۲۵/۳۲^{ns}	۱۲۴۰/۱۱^{ns}	۱۰۱۳/۲۷^{ns}	۲۳۴/۲۴^{ns}	۳۴۷۲/۴۷^{ns}	۹۵۸۶/۵۷^{ns}
رقم	۲	۹۱۸/۴۸**	۶۲۰/۷۸^{ns}	۵۵۵۲/۹۸**	۲۱۸۶/۵۹*	۵۶۵۰۵/۴۳**	۵۶۵۶۳/۵**
(خطای a)	۴	۱۵۴/۴۲	۱۱۰۲/۴۰	۳۰۳/۱۵	۱۶۶/۹۰	۲۷۲۵/۰۹	۶۰۵۷/۶۸
نیتروژن	۳	۳۸۹/۴۱**	۱۱۶۰۷/۲۶*	۳۷۲۸/۱۳**	۶۶۰/۴۷^{ns}	۲۱۳۱۷/۳۶**	۵۲۴۲۰/۳۳**
رقم × نیتروژن	۶	۱۸/۳۶^{ns}	۱۶۴۹/۳۷^{ns}	۶۲۳/۶۴^{ns}	۴۹۰/۷۴^{ns}	۳۷۹۷/۹۶^{ns}	۷۶۹۹/۵۲^{ns}
(خطای b)	۱۸	۲۸/۴۱	۲۷۰۶/۷۵	۳۱۹/۹۲	۴۷۸/۱۷	۲۵۵۹/۳۰	۶۴۶۸/۵۸
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۲۵	۱۶/۹۲	۱۶/۲۵	۳۱/۸۳	۱۵/۴۶	۱۵/۹۰

ns ، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۴- ۲- مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، وزن خشک برگ، خوشه، ساقه و عملکرد بیولوژیک در ارقام مختلف برنج در مرحله گلدهی

صفات / رقم	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد پنجه (در متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع)	وزن خشک خوشه (گرم در متر مربع)	وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)
کوهسار	۹۲/۴۷^{b}	۳۱۲/۱۷^{a}	۱۲۷/۴۴^{a}	۵۶/۲۲^{b}	۲۵۶/۴۷^{c}	۴۴۰/۱۳^{b}
طارم هاشمی	۱۰۹/۹۵^{a}	۲۹۹/۱۷^{a}	۱۱۶/۷۴^{a}	۶۶/۸۶^{b}	۳۹۳/۵۲^{a}	۵۷۷/۱۱^{a}
بینام	۱۰۱/۸۱^{ab}	۳۱۱/۰۰^{a}	۸۶/۰۰^{b}	۸۳/۰۳^{a}	۳۳۱/۳۲^{b}	۵۰۰/۳۵^{ab}
LSD5%	۱۴/۰۸	۳۷/۶۳	۱۹/۷۳	۱۴/۶۴	۵۹/۱۷	۸۸/۲۲

***: در هر ستون میانگین‌های دارای‌حداقل یک‌حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، وزن خشک برگ، خوشه، ساقه و عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف نیتروژن در مرحله گلدهی

نیتروژن ($kg\ ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد پنجه (در متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع)	وزن خشک خوشه (گرم در متر مربع)	وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)
۰	۹۲/۰۷^{b}	۲۶۴^{b}	۸۴/۴۰^{c}	۶۰/۶۱^{a}	۲۶۵/۲۸^{c}	۴۱۰/۲۹^{c}
۳۰	۱۰۱/۵۲^{a}	۳۰۲/۸۹^{ab}	۱۰۵/۴۲^{b}	۶۲/۲۹^{a}	۳۱۴/۹۵^{bc}	۴۸۲/۶۶^{bc}
۶۰	۱۰۵/۷۴^{a}	۳۱۱/۳۳^{ab}	۱۱۸/۰۱^{ab}	۷۷/۹۹^{a}	۳۴۹/۹۵^{ab}	۵۴۵/۹۵^{ab}
۹۰	۱۰۶/۳۰^{a}	۳۵۱/۵۶^{a}	۱۳۲/۴۰^{a}	۷۳/۹۲^{a}	۳۷۸/۲۳^{a}	۵۸۴/۵۶^{a}
LSD5%	۵/۲۷	۵۱/۵۲	۱۷/۷۱	۲۱/۶۶	۵۰/۱۰	۷۹/۶۵

*** : در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک‌حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۴- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رشد لحظه‌ای و مقدار کلروفیل برگ در مرحله گلدهی تحت تأثیر کود نیتروژن و رقم

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	شاخص سطح برگ لحظه‌ای (LAI)	سرعت رشد محصول لحظه‌ای (CGR)	سرعت جذب خالص لحظه‌ای (NAR)	مقدار کلروفیل برگ
تکرار	۲	۰/۰۵^{ns}	۱/۵۹^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۲۴۰۵۸/۴۳**
رقم	۲	۳/۳۹ **	۲/۹۹**	۰/۰۲۶**	۲۳۶۴/۶۹^{ns}
(خطای a)	۴	۰/۱۰۹	۰/۲۷	۰/۰۰۰۸	۱۰۲۸/۴۴
نیتروژن	۳	۱/۴۸**	۳۷/۶۷**	۰/۰۰۳۳^{ns}	۲۴۴۲۳/۰۲**
رقم × نیتروژن	۶	۰/۰۹۵^{ns}	۰/۷۳^{ns}	۰/۰۰۰۹^{ns}	۲۸۱/۰۶^{ns}
(خطای b)	۱۸	۰/۱۲۸	۰/۳۵	۰/۰۰۱۱	۱۸۷۹/۱۹
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۵/۵۰	۵/۲۵	۱۳/۵۰	۹/۸۸

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۴- ۵- مقایسه میانگین مربعات صفات شاخص‌های رشد لحظه‌ای و مقدار کلروفیل برگ در ارقام مختلف برنج در مرحله گلدهی

صفات / رقم	شاخص سطح برگ لحظه‌ای	سرعت رشد محصول لحظه‌ای(گرم بر متر مربع در روز)	سرعت جذب خالص لحظه‌ای(گرم بر متر مربع در روز)	مقدار کلروفیل برگ (میکرو مول در متر مربع)
کوهسار	۳/۳۱^{a}	۱۱/۰۹^{b}	۰/۳۰۲^{a}	۴۲۲/۴۴^{a}
طارم هاشمی	۲/۹۶^{a}	۱۱/۸۳^{a}	۰/۲۵۴ ^{b}	۴۴۸/۱۱^{a}
بینام	۲/۲۷^{b}	۱۰/۸۷^{b}	۰/۲۰۹ ^{c}	۴۴۵/۱۳^{b}
LSD5%	۰/۳۷	۰/۵۹	۰/۰۳	۳۶/۳۵

***: در هر ستون میانگین‌های دارای‌حداقل یک‌حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۶- مقایسه میانگین مربعات صفات شاخص‌های رشد لحظه‌ای و مقدار کلروفیل برگ در سطوح مختلف نیتروژن در مرحله گلدهی

نیتروژن ($kg\ ha^{-1}$)	شاخص سطح برگ	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز)	سرعت جذب خالص (گرم بر متر مربع در روز)	مقدار کلروفیل برگ (میکرو مول در متر مربع)
۰	۲/۳۵^{c}	۸/۳۷^{d}	۰/۲۸۱^{a}	۳۶۴/۶۵ ^{b}
۳۰	۲/۷۹^{bc}	۱۱/۳۶^{c}	۰/۲۶۴^{b}	۴۳۹/۵۶ ^{a}
۶۰	۲/۹۱^{ab}	۱۲/۲۳^{b}	۰/۲۳۷^{b}	۴۷۱/۹۶^{a}
۹۰	۳/۳۴^{a}	۱۳/۰۷^{a}	۰/۲۵۵^{ab}	۴۷۸/۰۷^{a}
LSD5%	۰/۴۴	۰/۵۸۴	۰/۰۳۳	۴۲/۹۳

***: در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک‌حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۷- نتایج تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، تعداد خوشه، طول خوشه، وزن خشک ساقه، خوشه و عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدن تحت تأثیر کود نیتروژن و رقم

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	ارتفاع بوته	تعداد خوشه	طول خوشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک خوشه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۵۱/۲۸^{ns}	۸۰۰/۳۳^{ns}	۵/۱۴*	۱۱۴۵/۱۰^{ns}	۲۸۵۶/۴۷^{ns}	۲۵۸۲/۴۴^{ns}
رقم	۲	۸۴۸/۲۱**	۱۶۶۲۵/۰۸**	۱۸/۱۳**	۲۰۷۷/۷۲^{ns}	۱۲۲۲۴/۹۲**	۱۱۲۶۲/۱۵^{ns}
(خطای a)	۴	۵/۴۷	۹۰۳/۷۹	۱/۹۹	۵۰۶۰/۸۴	۸۲۷/۸۷	۲۶۷۳/۹۵
نیتروژن	۳	۱۴۷/۲۹*	۹۹۰۶/۱۰**	۰/۲۳^{ns}	۳۰۰۳۷/۷۶*	۳۱۳۵۵/۰۵**	۱۱۴۰۱۲/۵۵**
رقم × نیتروژن	۶	۱۱/۱۵^{ns}	۴۹۳/۴۹^{ns}	۱/۹۶*	۶۲۰۱/۷۸^{ns}	۶۰۰۱/۹۱*	۱۳۵۳۴/۲۱^{ns}
(خطای b)	۱۸	۴۰/۶۹	۱۵۰۹/۴۲	۰/۶۲	۶۲۸۳/۴۱	۱۷۴۹/۹۵	۶۵۵۹/۳۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۶/۰۵	۱۲/۸۹	۳/۵۸	۱۵/۷۲	۱۵/۰۴	۱۰/۳۵

ns ، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۴-۸- مقایسه میانگین مربعات ارتفاع بوته، تعداد خوشه، طول خوشه، وزن خشک ساقه، خوشه و عملکرد بیولوژیک در ارقام مختلف برنج در مرحله رسیدن

صفات / رقم	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد خوشه (در مترمربع)	طول خوشه (سانتی متر)	وزن خشک ساقه (گرم درمتر مربع)	وزن خشک خوشه (گرم در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)
کوهسار	۹۷/۱۳^{c}	۳۴۴/۰۰^{a}	۲۱/۴۵^{a}	۵۰۴/۸۶^{a}	۳۱۲/۷۴^{a}	۸۱۷/۶۰^{a}
طارم هاشمی	۱۰۵/۳۰^{b}	۲۷۵/۰۸^{b}	۲۱/۸۲^{a}	۵۱۷/۰۰^{a}	۲۴۹/۸۷^{b}	۷۶۶/۸۷^{a}
بینام	۱۱۳/۹۴^{a}	۲۸۴/۱۷^{b}	۲۰/۵۳^{b}	۴۹۰/۷۳^{a}	۲۷۱/۷۷^{b}	۷۶۲/۴۶^{a}
LSD5%	۲/۶۵	۳۴/۰۷	۱/۶۰	۸۰/۶۴	۳۲/۶۱	۵۸/۶۱

***: در هر ستون میانگین‌های دارای‌حداقل یک‌حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۹- مقایسه میانگین مربعات ارتفاع بوته، تعداد خوشه، طول خوشه، وزن خشک ساقه، خوشه و عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف نیتروژن در مرحله رسیدن

نیتروژن ($kg\ ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد خوشه (در مترمربع)	طول خوشه (سانتی متر)	وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع)	وزن خشک خوشه (گرم در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)
۰	۹۹/۷۰^{b}	۲۵۷/۶۶^{b}	۲۱/۷۹^{a}	۴۴۵/۸۰^{b}	۲۰۰/۰۸^{c}	۶۴۵/۸۶^{c}
۳۰	۱۰۵/۶۰^{ab}	۲۹۳/۷۸^{ab}	۲۱/۸۵^{a}	۴۶۶/۱۲^{b}	۲۸۳/۶۴^{b}	۷۴۹/۷۷^{bc}
۶۰	۱۰۸/۵۰^{a}	۳۲۲/۹۴^{a}	۲۱/۹۵^{a}	۵۳۶/۵۴^{ab}	۲۸۵/۲۶^{b}	۸۲۱/۸۰^{ab}
۹۰	۱۰۸/۰۳^{a}	۳۳۰/۹۳^{a}	۲۲/۱۵^{a}	۵۶۸/۲۸^{a}	۳۴۳/۵۲^{a}	۹۱۱/۸۰^{a}
LSD5%	۶/۳۲	۳۸/۴۸	۰/۷۸	۷۸/۵۰	۴۱/۴۳	۸۰/۲۱

***: در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک‌حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در مقادیر مختلف نیتروژن بر طول خوشه و وزن خشک خوشه در مرحله رسیدن

تیمار	طول خوشه (سانتی متر)	وزن خشک خوشه (گرم در مترمربع)
V_1N_0	۲۲/۰۷^{bcd}	۱۷۷/۲^{f}
V_1N_1	۲۳/۵۰^{a}	۳۰۱/۶^{bcd}
V_1N_2	۲۲/۰۰^{bcd}	۳۶۳/۵^{ab}
V_1N_3	۲۲/۲۳^{abcd}	۴۰۸/۸^{a}
V_2N_0	۲۳/۴۷^{a}	۲۱۴/۳^{ef}
V_2N_1	۲۱/۸۰^{cd}	۲۴۱/۷^{def}
V_2N_2	۲۲/۸۷^{abc}	۲۲۳/۹^{ef}
V_2N_3	۲۳/۱۷^{ab}	۳۱۹/۵^{bc}
V_3N_0	۱۹/۸۳^{e}	۲۰۸/۷^{ef}
V_3N_1	۲۰/۲۳^{e}	۳۰۷/۶^{bcd}
V_3N_2	۲۱/۰۰^{de}	۲۶۸/۵^{cde}
V_3N_3	۲۱/۰۷^{de}	۳۰۲/۳^{bcd}

*** در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (بر اساس آزمون LSD).**

*** N_3,N_2,N_1,N_0 : مقادیر نیتروژن ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار و V_3,V_2,V_1 ارقام برنج به ترتیب کوهسار،طارم هاشمی و بینام**

جدول ۴- ۱۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد، شاخص برداشت، آمیلوز، غلظت ژل و دمای ژلاتینه شدن تحت تأثیرکود نیتروژن و رقم

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	دانه پر	دانه پوک	تعداد کل دانه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	میزان آمیلوز	غلظت ژل	دمای ژلاتینه شدن
تکرار	۲	۷۶/۸۵^{ns}	۳/۸۶^{ns}	۱۰۳/۴۹^{ns}	۲/۲۱^{ns}	۸۷۸۸۹/۱۹*	۳۳/۱۸۷^{ns}	۰/۰۲۹^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}
رقم	۲	۵۱۶۹/۴۱**	۷۶/۱۴**	۶۴۵۱/۷۴**	۹۱/۰۵**	۸۲۳۸۲۴/۱۹**	۷۳/۱۱^{ns}	۲/۰۰۵**	۹۸۰/۷۷**	۱/۱۶**
(خطای a)	۴	۹۱/۷۰	۱۰/۵۳	۸۲/۵۴	۲/۶۳	۵۳۱۵۳/۹۵	۲۷/۸۷	۰/۰۲۶	۲/۱۹	۰/۰۵۹
نیتروژن	۳	۳۵۱/۵۱**	۴۵/۱۱*	۴۰۷/۴۵**	۶/۳۳*	۲۷۶۹۲۶۹/۵۲**	۹۰/۸۷*	۰/۸۳**	۱۳/۷۰^{ns}	۰/۳۰۵**
رقم × نیتروژن	۶	۲۰۷/۰۸**	۶۲/۶۸**	۲۵۴/۰۳**	۱/۶۵^{ns}	۱۰۴۹۱۲/۴۹**	۴۷/۴۱^{ns}	۱/۲۲**	۱۱/۲۶**	۰/۱۵**
(خطای b)	۱۸	۲۱/۱۳	۱۲/۷۷	۳۹/۳۹	۱/۶۱	۲۳۰۸۱/۵۸	۲۷/۵۰	۰/۱۱	۱/۲۷	۰/۰۱۸
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۲۶	۱۲/۷۷	۵/۴۷	۵/۲۵	۶/۴۳	۱۴/۸۴	۱/۵۸	۲/۶۷	۲/۳۹

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- ۱۲- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت، آمیلوز، غلظت ژل و دمای ژلاتینه شدن در ارقام مختلف برنج در مرحله رسیدن

صفات / رقم	تعداد دانه پر (درخوشه)	تعداد دانه پوک (در خوشه)	تعداد کل دانه (درخوشه)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	میزان آمیلوز (درصد)	غلظت ژل (میلی متر)	دمای ژلاتینه شدن (درجه سانتی گراد)
کوهسار	۱۱۰/۴۳^{a}	۲۹/۷۰^{a}	۱۴۰/۱۳^{a}	۲۷/۰۷^{a}	۲۶۶۳/۵۸^{a}	۳۷/۶۲^{a}	۲۱/۱۳^{a}	۳۵/۱۷^{c}	۵/۳۱^{b}
طارم هاشمی	۷۰/۰۸^{c}	۲۴/۶۷^{b}	۹۴/۷۵^{c}	۲۱/۶۰^{c}	۲۱۷۹/۵۰^{b}	۳۲/۷۱^{a}	۲۰/۳۲^{c}	۳۸/۸۳^{b}	۵/۸۸^{a}
بینام	۸۱/۸۲^{b}	۲۷/۳۷^{ab}	۱۰۹/۱۸^{b}	۲۳/۷۵^{b}	۲۲۴۷/۷۵^{b}	۳۵/۶۷^{a}	۲۰/۶۹^{c}	۳۵/۱۷^{a}	۵/۸۰^{a}
LSD5%	۱۰/۸۵	۳/۶۸	۱۰/۳۰	۱/۸۴	۲۶۱/۳۳	۵/۹۸	۰/۱۸	۱/۶۸	۰/۲۷

***: در هر ستون میانگین‌های دارای‌حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۱۳- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد، شاخص برداشت،آمیلوز، غلظت ژل و دمای ژلاتینه شدن درسطوح مختلف نیتروژن درمرحله رسیدن

نیتروژن ($kg\ ha^{-1}$)	تعداد دانه پر (در خوشه)	تعداد دانه پوک (در خوشه)	تعداد کل دانه (در خوشه)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	میزان آمیلوز (درصد)	غلظت ژل (میلی متر)	دمای ژلاتینه شدن (درجه سانتی گراد)
۰	۷۸/۶۸^{c}	۲۸/۲۰^{ab}	۱۰۶/۸۸^{c}	۲۳/۷۳^{b}	۱۶۰۸/۲۲^{c}	۳۱/۲۳^{b}	۲۱/۱۳^{a}	۴۱/۶۷^{bc}	۵/۴۹^{b}
۳۰	۸۹/۱۱^{ab}	۲۴/۶۷^{c}	۱۱۳/۷۸^{b}	۲۳/۵۸^{b}	۲۳۸۳/۴۴^{b}	۳۷/۹۰^{a}	۲۰/۵۹^{b}	۴۰/۶۷^{c}	۵/۸۲^{a}
۶۰	۸۸/۵۱^{b}	۲۶/۳۰^{bc}	۱۱۴/۸۱^{ab}	۲۳/۸۶^{b}	۲۵۲۹/۴۴^{b}	۳۴/۴۳^{ab}	۲۰/۷۱^{b}	۴۲/۵۵^{ab}	۵/۵۲^{b}
۹۰	۹۳/۴۸^{a}	۲۹/۸۱^{a}	۱۲۳/۲۹^{a}	۲۵/۳۹^{a}	۲۹۳۳/۳۳^{a}	۳۷/۷۷^{a}	۲۰/۴۲^{b}	۴۳/۵۵^{a}	۵/۸۲^{a}
LSD5%	۴/۵۵	۳/۴۵	۶/۲۲	۱/۲۶	۱۵۰/۴۷	۵/۱۹	۰/۳۲	۱/۱۱	۰/۱۳

*** : در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک‌حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در مقادیر مختلف نیتروژن بر صفات عملکرد ،آمیلوز، غلظت ژل و دمای ژلاتینه شدن در مرحله رسیدن

تیمار	تعداد دانه پر (در خوشه)	تعداد دانه پوک (در خوشه)	تعداد کل دانه (در خوشه)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان آمیلوز (درصد)	غلظت ژل (میلی متر)	دمای ژلاتینه شدن (درجه سانتی گراد)
V_1N_0	۸۸/۶۰^{c}	۳۳/۲۰^{ab}	۱۲۱/۸^{c}	۱۷۱۷^{f}	۲۱/۱۰^{bc}	۳۵/۶۷^{e}	۴/۹۷^{f}
V_1N_1	۱۱۷/۷^{ab}	۲۶/۰۷^{cdef}	۱۴۳/۷^{b}	۲۵۵۰^{cd}	۲۰/۶۰^{cd}	۳۱/۶۷^{f}	۵/۳۷^{de}
V_1N_2	۱۱۱/۵^{b}	۲۳/۰۷^{def}	۱۳۴/۶^{b}	۳۰۶۰^{b}	۲۱/۳۳^{b}	۳۶/۶۷^{e}	۵/۲۷^{e}
V_1N_3	۱۲۳/۹^{a}	۳۶/۴۷^{a}	۱۶۰/۴^{a}	۳۳۲۷^{a}	۲۱/۵۰^{ab}	۳۶/۶۷^{e}	۵/۶۳^{c}
V_2N_0	۶۶/۹۳^{g}	۲۷/۶۷^{bcde}	۹۴/۶۰^{efg}	۱۴۳۳^{g}	۲۰/۳۳^{d}	۳۷/۳۳^{de}	۵/۸۰^{c}
V_2N_1	۷۲/۰۳^{fg}	۲۱/۴۰^{f}	۹۳/۴۳^{fg}	۲۲۷۴^{e}	۲۰/۵۳^{d}	۳۸/۶۷^{d}	۶/۳۰^{b}
V_2N_2	۷۰/۹۰^{fg}	۲۲/۰۷^{cdef}	۹۷/۹۷^{efg}	۲۲۱۰^{e}	۲۰/۳۰^{d}	۴۰/۶۷^{c}	۵/۷۰^{c}
V_2N_3	۷۰/۴۷^{fg}	۲۲/۵۳^{ef}	۹۳/۰۰^{g}	۲۸۰۱^{bc}	۲۰/۱۰^{de}	۳۸/۶۷^{d}	۵/۷۳^{c}
V_3N_0	۸۰/۵۰^{de}	۲۳/۷۳^{def}	۱۰۴/۲^{de}	۱۶۷۴^{fg}	۲۱/۹۷^{a}	۵۲/۰۰^{b}	۵/۷۰^{c}
V_3N_1	۷۷/۶۳^{ef}	۲۶/۵۳^{cdef}	۱۰۴/۲^{def}	۲۳۲۶^{de}	۲۰/۶۳^{cd}	۵۱/۶۷^{b}	۶/۸۰^{a}
V_3N_2	۸۳/۱۰^{cde}	۲۸/۷۷^{bcd}	۱۱۱/۹^{cd}	۲۳۱۹^{de}	۲۰/۵۰^{d}	۵۰/۳۳^{b}	۵/۶۰^{cd}
V_3N_3	۸۶/۰۳^{cd}	۳۰/۴۳^{bc}	۱۱۶/۵^{c}	۲۶۷۲^{c}	۱۹/۶۷^{e}	۵۵/۳۳^{a}	۶/۱۰^{b}

*** در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (بر اساس آزمون LSD).**

*** N_3,N_2,N_1,N_0 : مقادیر نیتروژن به ترتیب ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار و V_3,V_2,V_1 ارقام برنج به ترتیب کوهسار، طارم هاشمی و بینام**

جدول ۴-۱۵- نتایج تجزیه واریانس مقدار عناصر معدنی و درصد پروتئین تحت تأثیرکود نیتروژن و رقم در مرحله رسیدن

منابع تغییرات	درجه آزادی(df)	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	پروتئین
تکرار	۲	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱۲^{ns}	۰/۰۲۲^{ns}	۰/۱۲^{ns}
رقم	۲	۰/۶۶**	۰/۰۱۱**	۰/۰۸۰*	۲۵/۸۵**
خطای a	۴	۰/۰۳۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۵۴	۱/۲۸
نیتروژن	۳	۰/۰۶۲*	۰/۰۰۱۵^{ns}	۰/۰۲۹^{ns}	۲/۴۰*
رقم* نیتروژن	۶	۰/۲۶۵**	۰/۰۰۲۵*	۰/۱۴**	۱۰/۳۲**
خطای b	۱۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱۱	۰/۰۱۶	۰/۵۳
ضریب تغییرات(٪)	-	۶/۶۸	۱۲/۲۰	۳/۰۱	۶/۷۳

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین مربعات مقدار عناصر معدنی و درصد پروتئین در ارقام مختلف برنج در مرحله رسیدن

صفات / رقم	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	پروتئین (درصد)
کوهسار	۱/۴۸^{b}	۰/۲۶^{b}	۴/۱۹^{b}	۹/۲۷^{b}
طارم هاشمی	۱/۹۵^{a}	۰/۲۴^{b}	۴/۲۳^{ab}	۱۲/۱۹^{a}
بینام	۱/۷۶^{b}	۰/۳۱^{a}	۴/۳۵^{a}	۱۱/۰۱^{a}
LSD5%	۰/۲۰	۰/۰۲۳	۰/۰۸۴	۱/۲۸

***: در هر ستون میانگین‌های دارای‌حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین مربعات مقدار عناصر معدنی و درصد پروتئین در سطوح مختلف نیتروژن در مرحله رسیدن

نیتروژن (Kg/ha)	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	پروتئین (درصد)
۰	۱/۶۱^{b}	۰/۲۵۵^{a}	۴/۲۷^{ab}	۱۰/۰۹^{b}
۳۰	۱/۷۳^{a}	۰/۲۶۳^{a}	۴/۱۷^{b}	۱۰/۸۳^{a}
۶۰	۱/۸۰^{a}	۰/۲۷۰^{a}	۴/۲۶^{ab}	۱۱/۱۶^{a}
۹۰	۱/۸۰^{a}	۰/۲۸۵^{a}	۴/۳۱^{a}	۱۱/۲۰^{a}
LSD5%	۰/۱۱۴	۰/۰۳۲	۰/۱۲۷	۰/۷۲۱

***: در هر ستون میانگین‌های دارای‌حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری به روش LSD ندارند.**

جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در مقادیر مختلف نیتروژن بر مقدار عناصر و درصد پروتئین

تیمار	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	میزان پروتئین (درصد)
V_1N_0	۱/۲۰^{f}	۰/۲۸^{b}	۴/۳۳^{bc}	۷/۴۸^{f}
V_1N_1	۱/۲۵^{f}	۰/۲۸^{b}	۴/۲۶^{bcd}	۷/۷۷^{f}
V_1N_2	۱/۹۴^{b}	۰/۲۵^{bc}	۳/۹۸^{ef}	۱۲/۱۲^{b}
V_1N_3	۱/۵۶^{e}	۰/۲۵^{bc}	۴/۱۸^{cde}	۹/۷۲^{e}
V_2N_0	۱/۷۶^{bcd}	۰/۲۲^{c}	۴/۰۸^{def}	۱۱/۰۲^{bcd}
V_2N_1	۲/۱۷^{a}	۰/۲۲^{c}	۳/۹۵^{f}	۱۳/۶۱^{a}
V_2N_2	۱/۶۹^{cde}	۰/۲۷^{bc}	۴/۵۵^{a}	۱۰/۵۳^{cde}
V_2N_3	۲/۱۷^{a}	۰/۲۶^{bc}	۴/۳۴^{abc}	۱۳/۶۱^{a}
V_3N_0	۱/۸۸^{bc}	۰/۲۷^{bc}	۴/۴۱^{ab}	۱۱/۷۷^{bc}
V_3N_1	۱/۷۸^{bcd}	۰/۳۰^{ab}	۴/۳۲^{bc}	۱۱/۱۱^{bcd}
V_3N_2	۱/۷۴^{cde}	۰/۲۹^{b}	۴/۲۵^{bcd}	۱۰/۸۵^{cde}
V_3N_3	۱/۶۷^{de}	۰/۳۵^{a}	۴/۴۰^{ab}	۱۰/۲۸^{de}

*** در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (بر اساس آزمون LSD).**

*** N_3,N_2,N_1,N_0 : مقادیر نیتروژن به ترتیب ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار و V_3,V_2,V_1 ارقام برنج به ترتیب کوهسار، هاشمی و بینام**

منابع

منابع:

۱- اخوت م، وکیلی د، (۱۳۷۶)،"**کاشت، داشت و برداشت برنج**". انتشارات دانشگاه تهران، ص ۵۰۶.

۲- اداره کل آمار و اطلاعات، (۱۳۹۴)، "**آمار نامه کشاورزی**". معاونت برنامه ریزی و بودجه وزارت کشاورزی، نشریه شماره ۰۱، تهران، ایران.

۳- اصفهانی م، (۱۳۷۷)،"**مقدمه‌ای بر اکولوژی و فیزیولوژی برنج**" (ترجمه). انتشارات دانشگاه گیلان.

۴-اکبری ر، مؤمنی ع، (۱۳۹۴)، پایان نامه ارشد:"بررسی زمان مناسب نشاکاری و میزان مصرف کود نیتروژن در کشت مجدد برنج رقم کوهسار در مازندران"، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر.

۵- امام ی، نیک‌نژاد م، (۱۳۷۳)، "**مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و اکولوژی عملکرد گیاهان زراعی**". انتشارات دانشگاه شیراز.

۶- پورصالح م، (۱۳۷۳)،"**غلات (گندم، جو، برنج، ذرت)**". چاپ دوم، انتشارات صفار، ص ۱۴۴.

۷- پیردشتی ه ، (۱۳۷۷)، پایان نامه ارشد:"بررسی تاریخ کاشت بر نقل و انتقال مجدد نیتروژن و شاخص های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج"،دانشگاه تربیت مدرس.

۸- توسلی لاریجانی ف، (۱۳۸۵)، "تکنیک های مدرن ارزیابی کیفیت برنج در مؤسسه بین المللی تحقیقات برنج (IRRI)"، انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور (آمل)، ص۶۰.

۹- حاتمی ح، (۱۳۸۱)،"بررسی اثرات تاریخ کاشت، فواصل کاشت و کود نیتروژنه بر روی شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد برنج"، گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران - آمل.

۱۰- خدابنده ن، (۱۳۷۲)،"**غلات**". چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران. ص۵۰۶.

۱۱- خدابنده ن، (۱۳۷۴)،"**زراعت غلات**". چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران. ص ۴۱۵.

۱۲- رحیمیان ح، بنایان م، (۱۳۷۵)،"**مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات**". انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد. ص ۲۹۸.

۱۳- رحیمی پطرودی ا، رحمانی م، مبصر ح ر و مدنی ح، (۱۳۹۱)،"تأثیر نیتروژن بر ارتفاع و زمان کاشت شبدر برسیم بر عملکرد و کیفیت دانه برنج"، مجله تحقیقات غلات، شماره دوم، ص۱۶۳-۱۴۹.

۱۴- رضایی م، امیری ا، معتمد م ک، (۱۳۹۰)،"اثر آبیاری تناوبی و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم محلی هاشمی درگیلان"، نشریه زراعت(پژوهش و سازندگی)، شماره۹۳. ص۵۷-۶۷.

۱۵- رضوانی س م، نوروزی ا، آذری ک و جعفری ا م، (۱۳۹۳)،" تعیین یک مدل مناسب برای استفاده بهینه از کود نیتروژن در آبیاری فارو"، مجله چغندرقند، شماره۲۹. ص ۶۹- ۵۶.

۱۶- زمانی ق، علیـزاده م، (۱۳۸۶)،**"خصوصیات و فرآوری ارقام مختلف بـرنج ایـران"**، انتشـارات پلک. مشهد، ص ۵۰.
۱۷- سالار دینی ع، (۱۳۶۶)،**"حاصلخیزی خاک"**، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۱۹۴.
۱۸- سرمدنیا غ، کوچکی ع، (۱۳۶۹)،**"فیزیولوژی گیاهان زراعـی"**، انتشـارت دانشـگاه مشـهد، ص ۱۳۶.
۱۹- سرمدنیا غ،کوچکی ع، (۱۳۷۳)،**"فیزیولوژی گیاهان زراعـی"**، چـاپ چهـارم. انتشـارات جهـاد دانشگاهی، مشهد، ص ۳۸۹.
۲۰- سعادتی ن، فلاح، (۱۳۷۴)، "بررسی تأثیر زمان مصرف کود اوره در عملکرد و ارتفاع بوته رقم طارم"، معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور(آمل)، مازندران. صفحات ۱- ۴۵.
۲۱- سلیمانی ع، امیری لاریجانی ب، (۱۳۸۳)،**"اصول به زراعی برنج"**، انتشارات آرویج، ص ۳۰۳.
۲۲- سیادت، ع، فتحی ق، صادق زاده حمایتی س، (۱۳۸۳)."مطالعه تأثیر تاریخ کاشت روی عملکرد و اجزای عملکرد شلتوک سه رقم برنج"، **مجله علوم کشاورزی ایران"**، جلد ۳۵، شـماره ۱، ص ۲۳۴-۲۲۷.
۲۳- عبدالهی مبرهی ش، (۱۳۷۶)، پایان نامه ارشد: "تعیین پایداری عملکـرد لایـن هـای پیشـنهادی برنج"، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
۲۴- عرفانی ع، نصیری م، (۱۳۷۹)، گزارش پژوهشی:"بررسی بعضی از خصوصیات مورفولـوژیکی مـؤثر در عملکرد برنج"، معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران.
۲۵- غیور ا و کرم زاده س،(۱۳۸۱)،**"فیزیولوژی گیاهی"**، انتشارات سنجش آموزش کشور، ۲۴۲.
۲۶- فتحی ق، (۱۳۷۸)، **"رشد و تغذیه گیاهان زراعی"**، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۲۷- فتحی ق، سیادت س ع، (۱۳۷۷)،"بررسی اثر تقسیط کود ازته بر روند رشد عملکرد دانـه دو رقـم بومی و اصلاح شده برنج در شرایط خوزستان"، خلاصه مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتـات ایران، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ۱۳-۹ شهریور. صفحه ۵۴۲.
۲۸- فرجی ه، سـیادت ع، فتحـی ق و گیلانـی ع، (۱۳۷۷)،"بررسـی اثـر تقسـیط کـود نیتـروژن روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم اصلاح شده در شرایط محیطـی اهـواز"، پنجمـین کنگـره علـوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.
۲۹- فرجی ه، اصفهانی م، کاوسی م، نحوی م، ربیعی ب، (۱۳۹۱)،" اثر مقـادیر و نحـوه تقسـیط کـود نیتروژن بر شاخص‌های رشد و عملکرد برنج رقم خزر"، مجلـه علـوم گیاهـان زراعـی ایـران، دوره ۴۳. شماره ۲. صفحات ۳۲۳-۳۳۳.
۳۰- فرجی ه، سیادت ع، فتحی ق، گیلانی ع، (۱۳۷۹)،"بررسی اثر تقسیط کود نیتروژنه روی عملکـرد و اجزاء عملکرد دانه دو رقم برنج اصلاح شده در شـرایط محیطـی اهـواز"، ششـمین کنگـره زراعـت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه مازندران، ص ۳۴۴، بابلسر.

۳۱- فلاح ا، (۱۳۹۵)، "تأثیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کوهسار، طارم هاشمی و بینام در کشت مجدد برنج"، چهاردهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه گیلان، رشت.
۳۲- فلاح و، سعادتی ن، (۱۳۷۶)، "مدیریت مصرف کود در شالیزار مازندران"، انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران - آمل.
۳۳- کاظمی پشت مساری ح، پیردشتی ه، بهمنیار م ع و نصیری م، (۱۳۸۶)، "مطالعه تأثیر مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد ارقام مختلف برنج"، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۵. صفحات ۶۸-۷۷.
۳۴- کوچکی ع، (۱۳۷۶)، "**فیزیولوژی گیاهان زراعی**". انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص۴۸۶.
۳۵- لطیفی ن، محمد دوست ح، (۱۳۷۷)،"بررسی اثر زمان و مقدار کود نیتروژن بر روی عملکرد دانه سه رقم گندم در شرایط دیم"، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، سال پنجم، شماره اول و دوم، صفحات ۸۸-۸۲.
۳۶- گیلانی ع، سیادت ع، و ق. فتحی،(۱۳۸۲)،"تأثیر تراکم و سن نشاء بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه سه رقم برنج در شرایط خوزستان"، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳(۲) : ۴۲۷-۴۳۸.
۳۷- مبصر ح م، نورمحمدی ق، فلاح م، درویش ف و مجیدی ا، (۱۳۸۴)،" اثرات مقادیر و تقسیط نیتروژن بر عملکرد دانه برنج رقم طارم هاشمی"، مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی، سال یازدهم، شماره۳. صفحه ۱۰۹-۱۲۰.
۳۸- مجتهدی ع، (۱۳۸۴)، "**زراعت و اصلاح برنج**"، چاپ اول. انتشارات شورای مالی تحقیقات کشاورزی، ایران.
۳۹- محمدیان روشن ن، تارنگ ا، مرادی م، بزرگی ح ر، (۱۳۹۰)،"تعیین بهترین مکان کاشت و سطوح کود نیتروژن برای افزایش عملکرد کیفی و کمی در لاین امید بخش برنج"، مجله علوم زراعی، شماره پنجم، صفحات ۱۴۷- ۱۳۵.
۴۰- محمدیان روشن ن، امیری ا، مرادی م، صادقی س م، (۱۳۹۰)،"تأثیر سرعت و زمان تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و خصوصیات زراعی برنج (رقم هاشمی)"، مجله علوم زیستی، شماره پنجم، صفحات ۱۴۱- ۱۳۳.
۴۱- محمدی خ، (۱۳۷۷)، پایان نامه ارشد:"بررسی کشت مستقیم برنج به روش خشکه کاری"، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت.
۴۲- مرادی ف، (۱۳۷۴)، گزارش پژوهشی:"بررسی اثر متقابل تراکم بوته و کود نیتروژن در کشت نشایی"، مؤسسه تحقیقات برنج مازندران.
۴۳- مصطفوی راد م، طهماسبی سروستانی ز، (۱۳۸۲)،"ارزیابی اثرات کود نیتروژنه بر عملکرد، اجزاء عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک در سه ژنوتیپ برنج"، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، سال دهم، شماره دوم، صفحات ۳۱-۲۱.

۴۴- معین م، کریمی پور کاشانی ع، (۱۳۶۲)، **"اصول مقدماتی زراعت برنج"**، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ص۲۶۱.
۴۵- ملکوتی م ج، کاووسی م، (۱۳۸۳)، "تغذیه متعادل برنج"، انتشارات سنا، ص۲۱۶.
۴۶- مؤدب شبستری م، مجتهدی م، (۱۳۶۹)، **"فیزیولوژی گیاهان زراعی"**، چاپ اول، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ص۳۴۹.
۴۷- مهدوی ف، (۱۳۸۳)، پایان نامه ارشد:"مطالعه شاخص های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی رشد در ارقام جدید و قدیم برنج"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مازندران.
۴۸- نحوی م، اله قلی پور م، قربانپور م، مهرگان ح، (۱۳۸۴)، "تأثیر فاصله کشت و مقادیر کود نیتروژن در برنج هیبرید GRHI"، مجله پژوهش و سازندگی، جلد ۱۷، شماره ۶۶ ، ص ۳۸-۳۳.
۴۹- نصیری م، (۱۳۷۲)، پایان نامه ارشد: "اهمیت برگ پرچم در عملکرد برنج"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۵۰ - نصیری و همکاران(۱۳۹۱)، "معرفی رقم جدید برنج با نام کوهسار جهت کشت در مناطق کوهستانی و کشت مجدد"، پانزدهمین همایش ملی برنج کشور.
۵۱ - نوذری ش، (۱۳۸۰)، پایان نامه ارشد:"بررسی اثرات سطوح مختلف ازت و تراکم های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج هیبرید (H178)"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان. ۱۰۷ صفحه.
۵۲ - نوربخشیان ج، رضایی ع، (۱۳۷۸)، "مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه در ارقام برنج"، مجله علوم زراعی ایران، ص ۶۵-۵۵.
۵۳ - نورمحمدی ق، سیادت ع، کاشانی ع، (۱۳۷۶)، **"زراعت غلات"**، جلد اول، نشر دانشگاه شهید چمران، اهواز، ص۳۵۴.
۵۴ - هاشمی دزفولی ا، کوچکی ع، بنایان اول م، (۱۳۷۴)، **"افزایش عملکرد گیاهان زراعی"**، انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد، ص ۲۸۷.
۵۵ - هنرنژاد ر، (۱۳۸۱)، "بررسی همبستگی بین برخی از صفات کمی برنج (*Oryza sativa*) با عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت"، مجله علوم زراعی ایران، جلد چهارم، شماره ۱، صفحات ۳۵-۲۵.
۵۶- یزدی صمدی ب، (۱۳۷۹)، "بیوتکنولوژی و امنیت غذایی"ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه مازندران، بابلسر، ص۴.

57. Aguilar, M. and D, Guru.1990. **Effect of applied before seeding nitrogen fertilization on rice yield components Cahiers Options Mediterranennes**.15:53 - 46.
58. Ahmad S., Zia-Ul-Haq M., Ali H., Ahmad A., Khan M.A., Khaliq T., Husnain Z., Hussain A., Hoogenboom G. 2009. **Morphological and quality parameters of Oryza sativa L. as affected by population dynamics, nitrogen fertilization and irrigation regimes**. Pakistan Journal of Botany, 41(3): 1259 - 1269.
59. Akita. S. 1989. **Progress in Irrigated rice research international rice research institute**, 3Th edn, Los Banos, Philippines.

60. Ancheny, L. X. Jinming, and Y. Xiaoe. 1993. **Effect of nitrogen Supply on absorption of ammonium and nitrate by convention and hybrid rice during reproductive growth in N.** J. barrow (l'd J. Plant Nutrition from Genetic Engineering to Field Practice. 537-540, Rluwer -Acadmic Publishers.
61. Bahar, F. A., and S. K. De Datta. 1977. **Prospects of increasing total rice Production through rationing**. Agronomy Journal. 96: 536 - 540.
62. Bali, A. S, K. N. singh. And G.M. khan .1992. **Effect of transplanting dates in promising genotypes *(Oryza sativa)* under Kashmir valley conditions**. Indian Journal of Agricultural. 37 (4): 85 - 86.
63. Belder, P., Spiertz, J.H.J., Bouman, B.A.M., Lu, G., & Tuong, T.P. (2005) **Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water-saving irrigation**. Field Crop Research.93: 169 - 185.
64. Bindra, A.D., B.D. Kalia and S. Kumar. 2000. **Effect of N-levels and dates of transplanting on growth, yield and yield attributes of scented rice**. Advances in Agricultural resrarch in India.10: 45- 48.
65. Cagampang G.B. 1973. **A gel consistency test for eating quality of rice**. Journal of the Science of Food and Agriculture, 24(12): 1589-1594.
66. Chapman, H.D., and P.F. Pratt .1961 method of analysis for soils, plants and waters. University of California.Division of agricultureal Sciences.
67. Chubachi, T.I, Asano and Oikawa, t.1986. **The diagnosis of nitrogen nutrition of rice plant (Sasanishki) using chlorophyll meter**. Japan Journal Soil Science. Plant Nutrition.57 (20):190 - 193.
68. Clarke, J. M. and G. M. Simpson. 1978a. Growth analysis of Brassica napus cv. Tower. Canadian. Journal Plant Science. 58: 587-595.
69. Dat. T., and W.L. Peterson.1983. **performace of near Isoganic Genotype of Rice differing in growth duration Carbon rate partitioning during Lilling**. Journal Crop Science .23.243 - 264.
70. Dedata, S.K.1981.**Principles and practices of rice production. John Wily and sons. New York Agronomic and plant breeding criteria**. Advances in Agronomy 28:361- 405
71. Dingkuhn, M. H. F. Schnier, S. K. Dedatta, K. Droffiing, and C. lavcllana, 1991. **Relationships between repelling-phase productivity and crop duration, canoy photosynthesis, and senescence ill Trans planted direct-seeded Lowland rice, I Growth dynamics**. Field Crops Reaserch Science: 223-234
72. Doberman, A. T. Fairhurst. 2000. **Rice nutrient disorders a d nutrient management, Imenatipnal Rice Research Institute (lRRI) Handbook Series Los Banos, Philippines**.
73. Dunand, R. and R. Dilly. 1982. Rice growth analysis, 74 Annual Progress Report Rice Examinant Station Crowley Louisiana, 159 - 172.
74. EI-Batal, M. H. Abel, A. El-Gawad, and A. EI-Set, Abd EI-Aziz. 2004. **Eniconazote application as antilodging for rice plants fertilized with high nitrogen rate Zagazig**, Journal Agriculture, Re5. J I: 473- 490.
75. El-Rewainy, 1. M. O. 2002. **Title effect of different nitrogen fertilizer source 011 yield and some agricultural characters in rice**, Ph. D. Thesis, Fac.
76. Fallah, V., and Valizadeh, G.R. (2004)" **Study on the effect of urea foliar spraying at different growth stages on Sabalan wheat grain yield and protein concentration**" Iranian Journal Soil Water Science.18:1.10-19.
77. Fallah, V.M.1995. Nitrogen supplying capacity of Iranian rice soils. Ph.D. Thessis. Up1B los banos. Phillippines.

78. FAOSTAT. 2005. Rice production. Available from http:// www.faostat.org.
79. Flinchum, W. T., and N. S. E Vatt. 1972. **The effect of nitrogen on the stubble crop rice production in texas**. Consolidated PR 3105. Sep. 1972.
80. George. S. S. Hameed, and P. B. Usha. 1992. **Influence of resource constrains transplanting, NPK fertilizer application, plant density and chemical of Manual weed contract on yield of wetland rice**. 29(2): 151-153.
81. Gheysari, M.S., Mirlatifi, M., Bannayan, M., Homaee, M., and Hoogenboom, G. (2009)" **Interaction of water and nitrogen on Maize for silage"** Agriculture Water Managment, 96:809 - 821.
82. Ghosh, D. C. and B. N. Chatterjee. 1979. **Growth of rice in lowlying situation with submergence up to 40 and 100cm by mind August**. Indian Journal Agriculture Science. 49 (9). 689 -702.
83. Green field, S. M., K. S. Fisher, and N. G. Dowling, 1998. Sustainability of rice the Global food. 7th end. Los Banos. Philippines.
84. Gustafsoon, J. P. 1984. Gene manipulation in plant Improvement, is" stadler Genetices symposium. pp: 79 - 86.
85. Herder. T. and C. Pa1acpac. 1985. **Tire amylose and the amylopectin contentes of rice and their inffuences on tire cooking quality of the rice, proceeding of The Indian**.
86. Hayashi, K.1966. **Efficiencies of solar energy conversion in rice varieties as affected by plating density, Bull National Institute of Agricultural Science**.23:64-74
87. Hirmase, C. and G. Patel. 1998. **Nitrogen uses efficiency of irrigated tropical rice established by broadcast wet seeding and Trans planting**. Fertilizer Research.45:123-134.
88. IRRI. (International Rice Resersh Institute).1989a. Rice races, plant types and varietal improvement. 2nd edn. Los banos. Philippines.
89. IRRI. 1989b. Rice races, plant types and varietal improvement. 2nd edn. Los banos. Philippines.
90. IRRI. 2004. www.IRRI.org.Islam, M.S., Sh. Peng, R.M. Visperas, and N. Ereful. 2007. Lodging- related morphological traits of hybrid rice in a tropical irrigated Ecosystem.
91. Juliano, B. O. 1985. Rice chemistry and technology. Second Eddition IRRI.
92. Kalita, U., N.J. Ojha and M.C. Talukdar. 1995. **Effect of levels and time of potassium application on yield and yield attributes of upland rice**. Journal of potassium Research. 11: 203-206.
93. Kamuru, F., Albrecht, S.L., Allen, L.H., and Shanmugan, K.T. (1998)." **Drymatter and nitrogenaccumulation in rice inoculated with a nitrogenase derepressed mutant of anabaena variabilis"**. Agronomy Journal. 90:529-535.
94. Kasai M., Ohishi K., Shimada A., Hatae K. 2001. **Taste property of cooked rice based on an analysis of the Cooke rice extracts**. Journal of Cookery Science of Japan, 34(4): 373-379.
95. Kumar, D., A. Swarup and V. Kumar. 1996. **Influence of levels and methods of N application on the yield and nutrition of rice in a sodic soil**. Journal Indian Society Soil Science. 44: 259-263.
96. Ladha J.K., Trirol, A. Pader.G.C. Punzalan, E. Castillo, u. singh, and K. Reddy.1998. **Nondestructive estimation of shoo nitrogen in different rice genotypes**. Agronomy Journal. 90:33 - 40.
97. Little R.R. Hilder G.B. and Dawson. E. h. 1958. **Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice**. Cereal Chemistry, 35:111-126.

98. Manin. F. N. Cauda. 1982. **Effect of showing date, nitrogen fertilizer plant density Agricola**. 9(3): 85-95.
99. Matsushima, S.1980. **Rice cultivation for the millions Diagnosis of rice cultivation and techniques of yield increases**. Japan Science Society press Tokyo.
100. Mobasser, H.R., A. Ghanbari Malidareh, and A.H. Sedghi. 2008. **Effect of silicon application to nitrogen rate and spliting on agronomical characterstics of rice (*Oryza sativa L.*)**. Silicon in Agriculture Conference. Wild Coast Sun, South Africa, 26-31 October.
101. Norrnan, R. J., D. Gunido, B.r. wells and C. E. Wilson.IR, 1992. **Seasonal accumulation and partitinning of nitrogen in rice**, American Journal. 56: 1521 - 1527.
102. Ntanos, D. A. and S. D. Koutroubas. 2002. **Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions**. Field Crops Research, 74: 93-101.
103. Ohnishi, M. T. Homma, K. Supapoj, N. H. Tak ano, and S. Yamamoto. 1999. **Nitrogen management and cultivar effects 011 rice yield and nitrogen use efficiencey ill northeast Thai aye**, Field Crops Research. 64: 109-120.
104.Osaki, M. Yamada, S. and Tadano, T., 1995, **Effect OJ sink mall imulation Oil nitrogen accumulation and distribution among orans OJ grantine and leguminosae**, 47: 33- 44.
105. Peng, S. 2000. **Single-leaf and canopy photosynthesis of rice. In: Redesigning rice photosynthesis to increase yield**. J.E. Sheehy, P.L. Mitchell and B. Hardy. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
106. Peng, S., Garcia, F.C., Laza, R.C., Cassman, K.G.1993.**Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meters' estimation of rice leaf nitrogen concentration.** Agronomy Journal. 85:987-990.
107. Ram, P. and R.N. prasad. 1985**. Efficiency of time of potassium application in wetland rice on Haplaquent of Meghalaya**. Indian Journal Agricultural Science, 6:266 - 270.
108. Raun W.R. and G.V. Johnson. 1999. **Improving nitrogen use efficiency for cereal production.** Agronomy Journal, 91: 357-363.
109. Reddy, D.S.1996**. Effect of nitrogen and plant population on yield and yield components of java rice under recommended irrigation practice**, Madras Agriculture Journal, 73:321-324.
110. Saha, A.R.K sarkar. and Y. Yamagishi 1998.**Effect of time of nitrogen application on spikelet differention and degeneration of rice Bot Bull Acad**. Crop Science. 39 :199 - 123.
111. Salakincop, L. and C. Remkes. 1999. **Relationship between leaf photosynthesis and nitrogen conternt of field-grown rice in the tropics**. Crop Science.35: 1627-1630.
112. Sharma, A.K., and P.C. Gptta. 1991. **Response of rainfed upland rice (Oryza sativa) to nitrogen fertilization at different levels of weed Management in foothills**. Indian Journal Agronomy. 37 (3): 563-565.
113. Sharma, A.R.and D.P. Singh and Mamel, C.1999. (Eds) Crop yield, physiology and processes. Springer, Berlin, pp.109-168.
114. Singh, B., Y. Singh, J.K. Ladha, K.F. Bronson, V. Balasubramination, Y. singh, and C.S. Khind. 2002. **Chlorophyll meter and leaf color chart-based nitrogen management for rice and wheat in northwestern India**. Agronomy Journal. 94: 821-829.

115. Sheafer, C.C., Halgerson, J.L., and Jung, H.G. 2006. **Hybrid and N fertilization effect corn silage yield and quality.** Journal Agronomy and Crop Science.192: 278 - 283.
116. Sheehy J.E., Mitchell P., Allen L. and Ferrer A.B. 2006. **Mathematical consequences of using various empirical expressions of crop yield as a function of temperature**. Field Crops Research, 98:216 - 221.
117. Tang W. and WU. Qingfa 2000. **Effect of sowing Density and fertilizer application on Hybrid carly rice culyvar Zhegiang Nongue Kexue**. No .6 :269 - 273.
118. Turner.F.T. And M.F. Jund. 1991. **Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice**. Australlia Journal Expert Agriculure. 34:1001-1005.
119. Virmani, S, S.2002.Hybrid rice breedindg. Intrnational rice research institute. Manling Philippines.
120. Wahing. I, W. Van, V.J.G. Houba, J.J. Van der lee. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7, plant analysis procedure. Wageningen Agriculture University.
121. Yamaguchi, 1.1978. **Respiration and the grath efficiency in relatin to crop productivity**: Journal Fac Agriculture Hokhaido University. 59: 59-129.
122. Ye, C., Fukai, S., Reinke, R., Godwin, I., Snell, P. and J. Basnayake. 2004. **Screening rice genetic resources for cold tolerance at different growth stages**.4th International Crop Science congress. Australia.
123. Yoshida, S., Forno, D.A. Cock, J.H., and Gomez, K.A. 1976. **Laboratory manual for physiological studies of rice**. Los Banos (Philippines) International Rice Research Institute.
124. Yoshida, S. 1981. **Fundamentals of crop science. International Rice Research Institute(IRRI).**
125. Yoshida, S. 1983. **Rice symposium on potential productivity of field crops under different environment.** International Rice Research Institute 103-129
126. Yoshida, S. 1984. **Rice (discusses typics of physiology. As they relate to productivity). IRRI.** Los Banos Leguna Philippines 269p.
127. Zhavg, A., Rouzi, S., and Wang, H. (2008). " **Optimizing yield, water requirments, and water prodactivity of aerobic rice for the North China plain**" Irrigation Science.26(6): 459 - 474
128. Zheng, L., and M.C. Shanon. 2000. **Effect of salinity on grain yield and yield components of rice at different seedling densities**. Agronomy Journal. 92: 418 - 423.

Effect of nitrogen on growth, mineral ions concentration and qualitative and quantitative yield of rice varieties in replant

Abstract:
One of the potential of increasing rice production in Mazandaran can be the ability to replant rice after its cited first rice crop harvest. Therefore, in order to investigate the effect of nitrogen on growth, concentration of mineral elements and quantitative and qualitative yield of three rice varieties in replant, split plot experiment, in a randomized complete blocks design with three replications in was carreied out in the field of deputy of the Rice Research Institute rice of Mazandaran (Amol) in 2016.
The treatments experiment to include of TaromHashemi, Binam and Koohsar rice varieties as the main factor and nitrogen fertilizer at four levels of 0, 30, 60 and 90N kg/ha of urea source as a subplot.
The results showed that nitrogen fertilizer treatments had a significant effect on traits of the plant height, tiller number and growth indicators such as Leaf Area Index (LAI), Net Assimilation Rate (NAR) and chlorophyll content of leaf, which was measured at flowering stage. In the between of varieties, TaromHashemi status was better than Binam and Koohsar varieties.
Nitrogen fertilizer treatments also had a significant effect on traits of the plant height, number of panicle, yield and grain yield components, as well as biological yield in the physiological maturity stage. At this stage, Koohsar cultivar was command more preference toward Binam and TaromHashemi varieties.
Nitrogen concentration, protein percentage and qualitative traits such as amylose percentage and grain gelatinization temperature were affected by nitrogen, but concentration of phosphorus, potassium and trait gel of consistency grain was not affected by nitrogen. In the three varieties, TaromHashemi variety was better than the other two varieties in terms of nitrogen percentage, protein percentage, gel of consistency and grain gelatinization temperature. Rice yield improved with increasing nitrogen consumption.
Therefore, for the Koohsar cultivar, 90 kg/ha of Net-Nitrogen is carried out three times in a 15-day interval, and for TaromHashemi and Binam varieties, 60 kg/ha of Net-Nitrogen is recommended for three times in 20 days' intervals.

Key words: rice, replant, nitrogen, growth indicators, yield, elements concentration.

Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

MSc Thesis in Agriculture
Agronomy

Effect of nitrogen on growth, mineral ions concentration and qualitative and quantitative yield of rice varieties in replant

By: Rahman Barari

Supervisor
Mostafa Haidari

September 2017