تشکر و قدردانی:

به نام آن خدای که نام او راحت روح است و پیغام او مفتاح فتوح است و سلام او در وقت صباح، مومنان را صبوح است و ذکر او مرهم دل مجروح است و مهر او بلانشینان را کشتی نوح است.

برخود لازم می‌دانم که از زحمات و تلاش‌های تمامی معلمانم (اولین آنها پدر و مادرم)، دوستان وهمکاران محترمی که در طی تمامی دوران کار و تحصیل مرا مرهون الطاف خویش ساختند، سپاسگزاری می‌کنم.

شایسته است از زحمات آقای دکتر محمد صدقی استاد راهنمای مهربان و گرانقدرم به خاطر ارشادات علمی در طی دوران تحصیل و همچنین دقت و حوصله بی‌دریغ ایشان که به مطالعه پایان نامه پرداختند تشکر و قدردانی می‌کنم.

از جناب آقای مهندس حسن شکری واحد استاد مشاورم که باخوشرویی تمام در کلیه مراحل اجراء و تدوین پایان نامه مرا یاری نمودند سپاسگزارم.

همچنین جا دارد از تمامی کارکنان و پرسنل موسسه تحقیقات برنج گیلان که امکانات اجرایی این طرح را فراهم نمودند تقدیر و تشکر می‌کنم.

از جناب آقای دکتر رئوف سید شریفی استاد مشاورم، به خاطر تلاش‌های بی‌دریغ ایشان در مراحل تحصیل و رهنمودهای ارزنده‌ای که در تدوین پایان نامه ارزانی داشتند تقدیر و تشکر می‌نمایم.

نام خانوادگی دانشجو: شیرین پور نام: سوگند
عنوان پایان نامه: اثر محلول‌پاشی کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسیمی به عنوان مکمل برعملکرد و اجزای عملکرد برنج هیبرید
استاد(اساتید) راهنما: دکتر محمد صدقی استاد(اساتید) مشاور: مهندس حسن شکری واحد و دکتر رئوف سید شریفی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: زراعت و اصلاح نباتات گرایش: زراعت دانشگاه: محقق اردبیلی دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی:۲۷ / ۷ / ۸۸ تعداد صفحه: ۸۳
کلید واژه‌ها: برنج، پتاسیم، فسفر، محلول‌پاشی، عملکرد و اجزای عملکرد، نیتروژن
چکیده: کارایی مصرف کودهای شیمیایی در شرایط مختلف محیطی تحت تاثیر قرار می‌گیرد با توجه به طول دوره رشد و نیاز غذایی بالا همواره مصرف زیاد انواع کودهای شیمیایی در خاک نیاز است بنابراین ضروری است که با روش‌های مدیریت زراعی مناسب علاوه برافزایش راندمان مصرف کود، موجبات افزایش عملکرد و سایر ویژگی‌های گیاه را فراهم نمود. برای این منظور این آزمایش، جهت ارزیابی مصرف خاکی و محلول‌پاشی کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسیمی به عنوان مکمل بر عملکرد و اجزای عملکرد انجام شد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با استفاده از ۱۳ تیمار در موسسه تحقیقات برنج کشور(گیلان) به اجرا درآمد. مهم‌ترین صفات مورد بررسی در آزمایش، عملکرد دانه، وزن هزاردانه، طول خوشه، تعداد خوشه، شاخص برداشت و کارایی جذب و انتقال عناصر غذایی بود. نتایج آزمایش نشان داد که حداکثر اثر محلول‌پاشی اوره بر عملکرد، در مرحله پنجه‌زنی بدست آمد. در این مرحله، کود اضافی موجب افزایش تعداد گلچه بارور در هر خوشه‌چه شد. به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی به‌ویژه در مراحل اولیه رشد پتانسیل خوبی برای افزایش وزن خوشه داشته باشد. محلول‌پاشی اوره و پتاسیم در مرحله آبستنی موجب افزایش وزن هزاردانه به میزان۱۲ درصد شد. احتمال می‌رود که محلول‌پاشی قبل از گرده‌افشانی با افزایش شاخص سطح برگ در زمان گرده‌افشانی موجب شد که سهم فتوسنتز جاری در پرکردن دانه افزایش پیدا کند. در این آزمایش تعداد و طول خوشه از نظر آماری در سطح احتمال۵٪ معنی‌دارگردید، به‌طوریکه با محلول‌پاشی عناصرغذایی در دو مرحله پنجه‌زنی و بوتینگ موجب افزایش ۱۴درصدی تعداد خوشه گردید به نظرمی‌رسد که تغذیه برگی در مرحله اولیه رشد موجب افزایش تعداد پنجه بارور می‌شود و افزایش وزن سنبله نسبت به وزن ساقه منجر به معنی‌دار شدن طول خوشه می‌گردد. یکی دیگر از صفات مورد بررسی در این آزمایش شاخص برداشت بود که با استفاده از محلول-پاشی در مقایسه با شاهد ۲۵٪ افزایش نشان داد. همچنین در این بررسی کارایی جذب و انتقال عناصر ماکرو در دانه و کاه و کلش تیمارهای محلول‌پاشی شده نسبت به تیمار شاهد اثر معنی‌داری نشان دادند. محلول‌پاشی نیتروژن در دو مرحله پنجه‌زنی و آبستنی بر غلظت آن درکاه و کلش برنج نسبت به شاهد ۱۵ درصد افزایش داشت و در دانه معنی-

دار نبود. به نظر می‌رسد که زمان محلول‌پاشی می‌تواند راه موثری بر جذب نیتروژن دانه باشد. محلول‌پاشی پتاسیم در دو مرحله پنجه‌زنی و آبستنی، جذب و غلظت آن را در دانه ۵۵ درصد و در کاه و کلش۱۸ درصد افزایش داد، ولی محلول‌پاشی با فسفر در مرحله آبستنی، غلظت آن را در اندام‌های گیاهی۵۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. به نظر می‌رسد که نیاز فسفر در اوایل رشد جهت انتقال آن به دانه بیشتر می‌باشد. محلول‌پاشی در مرحله رشدی مناسب می‌تواند موجب برقراری تعادل بین عناصر غذایی و همچنین افزایش غلظت عناصر در دانه و کاه وکلش به عملکرد کمی و کیفی منتهی می‌گردد.

فهرست مطالب

مقدمه..... ۲

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱-کلیات..... ۵

۱-۲-برنج هیبرید..... ۶

۱-۳-مورفولوژی برنج..... ۶

۱-۴-زراعت برنج..... ۸

۱-۴-۱-مراحل رشد برنج..... ۸

۱-۴-۲-عملیات زراعی..... ۹

۱-۴-۳-مواد غذایی معدنی..... ۹

۱-۵-محاسن تغذیه برگی..... ۱۲

۱-۵-۱-جذب پایین عناصر در خاک..... ۱۲

۱-۵-۲-کاهش فعالیت ریشه در طول مرحله زایشی..... ۱۲

۱-۵-۳-غنی‌سازی محصولات کشاورزی..... ۱۳

۱-۶-نحوه جذب و انتقال مواد غذایی از طریق اندام‌های هوایی..... ۱۳

۱-۷-عوامل موثر برجذب و انتقال..... ۱۴

۱-۷-۱-عوامل محیطی..... ۱۴

۱-۷-۲-عوامل گیاهی..... ۱۴

۱-۷-۳-غلظت محلول..... ۱۵

۱-۷-۴-وضعیت تغذیه گیاه و pH مواد مصرفی..... ۱۵

۱-۷-۵-میزان کود و فرم کود مصرفی..... ۱۵

۱-۸-اثر محلول‌پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد..... ۱۶

فصل دوم: مواد و روش

۲-۱-زمان و محل اجرای آزمایش..... ۲۷

۲-۲-رقم مورد کشت..... ۲۷

۲-۳-طرح آزمایشی..... ۲۷

۲-۴-تیمارهای آزمایشی..... ۲۷

۲-۵-مراحل اجرای طرح..... ۲۸

۲-۵-۱-آماده‌سازی زمین..... ۲۸

۲-۵-۲-عملیات کاشت..... ۲۹

۲-۵-۳-عملیات داشت..... ۲۹

۲-۶-محلول‌پاشی..... ۲۹

۲-۷-برداشت..... ۲۹

۲-۸-اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژیک..... ۳۰

۲-۸-۱-تعدادپنجه..... ۳۰

۲-۸-۲-ارتفاع بوته..... ۳۰

۲-۸-۳-طول خوشه..... ۳۰

۲-۸-۴-وزن هزاردانه..... ۳۰

۲-۹-مقدار جذب عناصرغذایی توسط دانه و کاه وکلش ۳۰

۲-۹-۱-اندازه‌گیری درصد نیتروژن..... ۳۱

۲-۹-۲-اندازه‌گیری درصد پتاسیم..... ۳۱

۲-۹-۳-اندازه‌گیری درصد فسفر..... ۳۲

۲-۱۰- اندازه‌گیری پروتئین..... ۳۲

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱-عملکرد اقتصادی..... ۳۵

۳-۲-عملکرد بیولوژیکی..... ۳۶

۳-۳-ارتفاع بوته..... ۳۸

۳-۴-وزن هزاردانه..... ۳۹

۳-۵-طول خوشه..... ۴۰

۳-۶-تعداد خوشه..... ۴۱

۳-۷-شاخص برداشت..... ۴۲

۳-۸-جذب و غلظت نیتروژن و فسفر و پتاسیم در دانه و کاه برنج..... ۴۴

۳-۸-۱-جذب و غلظت نیتروژن..... ۴۴

۳-۸-۲-غلظت و جذب فسفر..... ۴۵

۳-۸-۳-غلظت و جذب پتاسیم..... ۴۷

۳-۹- ارتباط میان پتاسیم دانه و عملکرد دانه..... ۴۸

۳-۱۰- ارتباط میان جذب فسفردانه و عملکرد دانه..... ۴۸

۳-۱۱- ارتباط بین شاخص برداشت و عملکرد دانه..... ۴۹

۳-۱۲- ارتباط بین عملکرد بیولوژیکی و جذب پتاس کاه..... ۵۲

نتیجه‌گیری..... ۵۳

پیشنهاد برای ادامه کار..... ۵۴

منابع..... ۵۵

ضمیمه..... ۶۹

چکیده انگلیسی..... ۸۲

فهرست شکل‌ها

شکل(۳-۱): اثر محلول‌پاشی برعملکرد دانه برنج هیبرید..... ۳۵
شکل(۳-۲): اثر محلول‌پاشی برعملکرد بیولوژیکی برنج هیبرید..... ۳۷
شکل(۳-۳): اثر محلول‌پاشی بر ارتفاع بوته برنج هیبرید..... ۳۸
شکل(۳-۴): اثر محلول‌پاشی بر وزن دانه برنج هیبرید..... ۴۰
شکل(۳-۵): اثر محلول‌پاشی بر طول خوشه برنج هیبرید ۴۱
شکل(۳-۶): اثر محلول‌پاشی برتعداد خوشه برنج هیبرید..... ۴۲
شکل(۳-۷): اثر محلول‌پاشی بر شاخص برداشت برنج هیبرید..... ۴۳
شکل(۳-۸-۱): اثر محلول‌پاشی بر غلظت نیتروژن کاه برنج هیبرید..... ۴۴
شکل(۳-۸-۱): اثر محلول‌پاشی بر جذب نیتروژن کاه برنج هیبرید..... ۴۵
شکل(۳-۸-۲): اثر محلول‌پاشی بر جذب و غلظت فسفر دانه برنج هیبرید..... ۴۶
شکل(۳-۸-۳): اثر محلول‌پاشی بر جذب و غلظت پتاسیم دانه برنج هیبرید..... ۴۷
شکل(۳-۹): ارتباط بین جذب پتاسیم دانه و عملکرد دانه..... ۴۸
شکل(۳-۱۰): ارتباط بین جذب فسفر دانه و عملکرد دانه..... ۴۹
شکل(۳-۱۱): ارتباط بین شاخص برداشت وعملکرد دانه..... ۵۰
شکل(۳-۱۱-۱): ارتباط بین جذب پتاسیم دانه و جذب نیتروژن دانه..... ۵۰
شکل(۳-۱۲): ارتباط بین عملکرد بیولوژیکی و جذب پتاسیم کاه..... ۵۲

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به مادرم

که صدایم را از دور، در مهربانی، در دلتنگی، در خستگی، در هزار همهمه دنیا یکه و تنها می‌شناسد

تقدیم به آقای مهندس شایگان ادیبی

که بی‌تردید طلوع تمام مهربانی‌هاست و مصداق بی‌بدیل تبلور نور و رنگ. ممنون که هستی و نفس می‌کشی

مقدمه. هدف و اهمیت موضوع

مقدمه

برنج (*Oryza sativa*)، یکی از محصولات استراتژیک کشور می‌باشد که بعد ازگندم بیشترین سطح کشت را به خود اختصاص داده است، حدود دو سوم کالری مورد نیاز جمعیت قاره آسیا را تامین می‌کند و منبع اصلی پروتئین می‌باشد. براساس آمارهای موجود به دلیل ازدیاد جمعیت میزان مصرف برنج نیز افزایش یافته است. به دلیل عدم تامین نیاز تولیدات داخلی، نیاز به واردات و خروج ارز در سال‌های آتی، کشت ارقام پرمحصول را افزایش خواهد یافت. نیاز روز افزون بشر به مواد غذایی و محدودیت منابع تولید و ضرورت اقتصادی بودن تولید، آلودگی محیط زیست بر اثر مصرف بی‌رویه و ناآگاهانه کودهای شیمیایی از جمله مشکلاتی هستند که باید با روش‌های مناسب آنها را حل کرد. این امر می‌تواند از طریق اصلاح رقم، بهینه‌سازی عملیات زراعی و همچنین کنترل علف‌های هرز، بیماری‌ها، حشرات و بهبود حاصلخیزی خاک حاصل شود. تکنولوژی برنج هیبرید، یک پیشرفت بزرگ و بدیع در کشاورزی است که می‌تواند تولید برنج را نسبت به گذشته بیشتر افزایش دهد و سبب امنیت غذایی کشور گردد. ارقام هیبرید برنج تحت شرایط برابر حدود ۲۰-۱۵٪ نسبت به ارقام سنتی عملکرد بیشتری دارند. از این رو این فناوری می‌تواند برای شکستن رکورد عملکرد فعلی مورد استفاده قرار گیرد (بستاویسی، ۱۹۹۸). اعمال روش‌های مناسب به‌زراعی از جمله رعایت اصول مصرف کودی راه دستیابی به افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. نیاز برنج به عناصر غذایی متنوع است و با توجه به پتانسیل حاصلخیزی خاک شالیزارها، کمبود این عناصر به نسبتی که مورد نیاز برنج است، باید در اختیار آن قرار داده شود. در مقابل مصرف کودهای شیمیایی در خاک، این عناصر غذایی می‌توانند به صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها و اندام‌های رویشی نیز استفاده شوند که با این روش می‌توان مواد غذایی را در زمان کوتاه در اختیار گیاه قرار داد. درتغذیه گیاه نه‌تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرارگیرد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت نسبت مناسب میان عناصر مصرفی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در روش محلول‌پاشی عناصرغذایی به‌طور مستقیم در اختیار شاخ و برگ گیاه قرار می‌گیرند. این موضوع برای عناصر غیرپویا بسیارمهم است و تولید محصول عاری ازهر نوع آلاینده از جمله نیترات و کادمیم درجهت ارتقای سلامت جامعه را موجب می‌گردد. به‌طور کلی روش تغذیه برگی جهت مبارزه با کمبودهای نهفته به‌ویژه در مورد عناصرغذایی پرمصرف صادق است. این عناصر اغلب توسط ذرات خاک تثبیت می‌شوند و به همین دلیل به ندرت برای ریشه گیاهان قابل جذب می‌باشند و در چنین شرایطی محلول‌پاشی روی برگ به صورت املاح معدنی روش سودمندی است. برنج از جمله گیاهانی است که به نیتروژن و پتاسیم زیادی نیازدارد. نیتروژن مصرفی درخاک تحت شرایط غرقاب درمعرض تغییرات عمده از جمله فرآیند دنیتریفیکاسیون، آبشویی، تصعید و.... قرار دارد که هرکدام از این پدیده‌ها می‌توانند بر کارایی مصرف کود نیتروژنه اثرمنفی داشته باشند. وضعیت جذب پتاسیم به شکل محلول آن درخاک بسیار محدود و فقط ۱تا۲ درصد پتاسیم خاک به‌طور

واقعی قابل دسترس گیاه است. قسمت عمده پتاسیم خاک به صورت تبادلی، غیرتبادلی و تثبیت شده در بین مینـرال‌هـای خاک قرار دارد. از سوی دیگر جذب بخش مهمی از پتاسیم مورد نیاز برنج در زمان کوتاهی از دوره رشد انجـام مـی‌پـذیرد. اگرچه محلول‌پاشی عناصرغذایی فقط بخشی از نیاز گیاه را تامین می‌کند، ولی به نوبه خود بر افزایش عملکـرد مـوثر اسـت. بیشترین تاثیر محلول‌پاشی هنگامی است که برگ‌ها حداکثرسطح را داشته باشند. از آنجا که در مرحله گلدهی سطح بـرگ بیشتر گیاهان زراعی به حداکثر مقدار خود می‌رسد و در این زمان جذب عناصرغذایی بوسیله ریشه کاهش می‌یابد، کـاربرد این روش برای رساندن سریع مواد غذایی به گیاه بیشترین تاثیر را خواهد داشت. در این روش عنصرغذایی بـه طورمسـتقیم وارد اندام هوایی می‌شود و مشکل تثبیت درخاک و کم شدن قابلیت استفاده از آن وجود ندارد. در زراعت بـرنج هیبریـد بـه دلیل طول دوره رشد زیاد و نیاز غذایی بالا همواره به مصرف زیاد انواع کودهـای شـیمیایی در خـاک نیـاز اسـت و شـرایط متفاوت محیطی کارایی مصرف آنها را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد. هدف از این تحقیق بررسی اثر مصرف خاکی و محلـول‌پاشـی کودهای نیتروژنه، پتاسیمی و فسفره بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی جذب و انتقال عناصر در برنج هیبرید می‌باشد.

فصل اول

بررسی منابع

بررسی منابع

۱-۱-کلیات

برنج با نام علمی *Oryza sativa* از قدیمی‌ترین گیاهانی است که در دنیا کشت می‌شود و مبدا پیدایش آن آسیای جنوب شرقی به ویژه کشورهای هند و چین می‌باشد. جنس *Oryza* دارای ۲۲گونه است که ۲۰ گونه آن وحشی و دو گونه آن به نام‌های *O. sativa* و *O. glaberrima* مورد کشت قرار می‌گیرند (وگان، ۱۹۹۴). بین این دو گونه تفاوت‌های مورفولوژیک چندانی وجود ندارد، ولی درصد بالایی از دورگ‌های حاصل از آنها عقیم می‌باشند. *O.sativa* در مناطق گسترده‌ای رشد می‌کند، از جمله در آسیا، شمال و جنوب آمریکا و آفریقا که درحال جایگزین شدن به جای *O.glaberrima* می‌باشد (لینارس، ۲۰۰۲). *O.sativa* از نظر اکولوژی به سه تیپ زراعی ایندیکا، ژاپونیکا و جاوانیکا تقسیم می‌شود که دو تیپ ایندیکا و ژاپونیکا بیشتر از تیپ سوم کشت می‌شوند. وجه تمایز این ارقام سنتی از طریق شکل و اندازه دانه، حساسیت به دما و مقاومت به خشکی می‌باشد (بی نام، ۱۹۹۹). علاوه بر جنس *Oryza* که از مهمترین نژاد برنج وحشی و اهلی قابل کشت در مناطق مختلف جهان می‌باشد، جنس دیگری به نام *Leersia* وجود دارد که شامل برنج‌های علوفه‌ای است و مصرف علوفه‌ای دارد (علیزاده و زمانی، ۱۳۸۴). دامنه پراکنش *O.sativa* ازنظرجغرافیایی در عرض جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی، تا ۳۵ درجه جنوبی می باشد. برنج به شرایط محیطی بسیار سازگار است و می‌تواند در دامنه زیادی از انواع خاک‌ها شامل خاک‌های شور، قلیایی و اسیدی رشد کند و همچنین، به بافت‌های مختلف خاک سازگار باشد (تاکاهاشی، ۱۹۸۴). دما یکی از عوامل محدود کننده عملکرد محصول می‌باشد (مک دونالد، ۱۹۹۴). دمای مناسب برنج در طول دوره رشد ۲۰ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد است. دماهای پایین‌تر از ۱۸ درجه در طول شب موجب تشکیل گرده‌های عقیم در همه ارقام می‌شود (مک دونالد، ۱۹۷۹). همچنین این گیاه یکی از حساس‌ترین غلات به خشکی می‌باشد و آب قابل دسترس در خاک مهم‌ترین عامل تعیین کننده محیطی در پراکنش و عملکرد آن محسوب می‌گردد (اسکوت، ۲۰۰۳). بیشترین تولید برنج جهان مربوط به هند و چین و در حدود ۹۵درصد می‌باشد و در ایران عمده کشت برنج در استان‌های گیلان و مازندران انجام می‌شود که حدود ۷۵درصد تولید کشور را شامل می‌گردد (علیزاده و زمانی،۱۳۸۴). آمار منتشره سازمان خوار و بار جهانی در مورد میزان سطح زیر کشت، تولید و متوسط عملکرد شلتوک جهان طی سال‌های۲۰۰۷ تا ۲۰۰۸ میلادی نشان می‌دهد، که سطح زیر کشت برنج جهان با رشد یک درصدی به ۱۵۵/۸ میلیون هکتار افزایش داشته است. میزان تولید شلتوک نیز با رشد ۲ درصدی از ۶۵۲ میلیون تن به۶۶۷ میلیون تن رسیده است و متوسط عملکرد شلتوک در هکتار نیز از۶۵۱۷۴۲ کیلوگرم به ۶۹۱۶۴۲ افزایش یافته است که ۱۱درصد رشد نشان می‌دهد. با توجه به افزایش سطح زیرکشت اراضی شالیزاری در کشور مهمترین محدودیت پیش رو عدم تامین آب کافی

است. افزایش تولید و متوسط عملکرد برنج در گرو عوامل مختلفی از قبیل شرایط مساعد جوی، تامین آب مورد نیاز اراضی و کاشت ارقام پرمحصول می‌باشد.

۱-۲-برنج هیبرید

رقم هیبرید در واقع اشاره به بذر F1 دارد که به طور مستقیم از تلاقی دو والدی که از نظر ژنتیکی متفاوت هستند، تولید می‌گردد. در این ارقام، صفات کیفی و مفید هر دو والد با هم ترکیب و منتج به پدیده‌ای به نام نیروی هیبریدی یا هتروزیس می‌گردد. در سال ۱۹۷۴ دانشمندان چینی برای ایجاد لاین‌های نرعقیم، ژن نرعقیمی را با موفقیت از ارقام وحشی به ارقام بومی منتقل و ترکیب ساختار برنج هیبرید را مهیا کردند (درستی و همکاران، ۱۳۸۳). این تلاقی بین دو گونه *O.sativa* و*O.rufipogon* صورت گرفته است. *O.sativa* به عنوان والد مادری و *O.rufipogon* رقم وحشی به عنوان والد پدری بکار گرفته شد (سونگ، ۲۰۰۳). کاربرد موفق تکنولوژی هیبرید در چین گزارش شده است. در این کشور برنج هیبرید ۶۰٪ از ۳۳ میلیون هکتار اراضی زیر کشت برنج را به خود اختصاص داده است و در حدود ۲۰٪ از کل برنج دنیا را تولید می‌کند. سطح زیر کشت برنج هیبرید در کشورهای آسیایی طی سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۱ غیر از چین ۸۰۱۰۰۰ هکتار می‌باشد (درستی و همکاران، ۱۳۸۳). رقم هیبرید برخلاف ارقام بومی پاکوتاه و با ویژگی کودپذیری بالا است و عملکرد آن در حدود ۱۵تا۲۰٪ در شرایط یکسان نسبت به ارقام سنتی بیشتر است. از طرف دیگر ارقام برنج هیبرید در شرایط نامناسب خشکی و شوری واکنش بهتری نشان می‌دهند (بستاویسی، ۱۹۹۸).

۱-۳- مورفولوژی برنج

برنج از غلات گرمسیری، از راسته نیام‌داران[1] ، تیره پوآسه[2] ، زیرتیره Oryzoideae، جنس *Oryza* و دارای 2n=24 کروموزوم می باشد. جنس *Oryza* از ۲۲ گونه تشکیل شده است که معروفترین آنها *O.sativa* می باشد (وگان، ۱۹۹۴). برنج گیاهی نیمه آبزی است که درطول مرحله رشد زایشی نیاز آبی آن افزایش می‌یابد. طول دوره رشد برنج به سه دوره رویشی، زایشی و رسیدگی تقسیم می‌شود. طول دوره رویشی آن بسته به رقم ۴۵-۶۵ روز است، طول دوره رشد زایشی ۳۵ روز و دوره رسیدگی آن۳۰روز به طول می‌انجامد (بی نام، ۱۹۹۹). ریشه برنج سطحی و افشان است و حداکثر تا عمق ۲۰تا ۲۵ سانتیمتری خاک نفوذ می کند. ریشه برنج برخلاف سایر غلات دارای یک بافت هدایت کننده هوا بنام

1- Glumiflorea
2 -Poaceae

آئرانشیم است که این بافت اکسیژن را از سایر قسمت‌های گیاه دریافت و بدین وسیله تنفس ریشه را آسانتر می سازد (مک دونالد، ۱۹۷۹). ساقه برنج مانند اغلب غلات ماشوره ای(توخالی) و صاف است و در فواصل مختلف ساقه گره‌های سختی قرار دارد که در آن قسمت ساقه ها توپر هستند. تعداد گره بر روی ساقه ممکن است بین ۱۰ تا ۲۰ عدد تغییر کند. ارقام زودرس برنج دارای گره کمتر نسبت به ارقام دیررس هستند. طول ساقه برنج بسته به رقم حداکثر به ۱۸۰ سانتیمتر می‌رسد (بی نام، ۲۰۰۰). تعداد پنجه ۱۰-۳۰ عدد با توجه به رقم و روش کاشت متغیر است. پنجه ها بصورت متوالی از ساقه اصلی بوجود می آیند. پنجه‌های اولیه از پایین‌ترین گره‌ها ایجاد می‌شوند که خود آنها پنجه های ثانویه را تولید می کنند و پنجه های ثانوی منشأ پنجه های بعدی می باشند (دیداتا،۱۹۸۱). پنجه زدن برنج در مرحله چهار تا پنج برگی گیاه شروع می شود. پنجه ها در ابتدا برای تأمین مواد غذایی خود به ساقه گیاه مادری متکی هستند و این اتکا تا ظهور حداقل سه برگ و چهار تا پنج ریشه ادامه می یابد (دیداتا، ۱۹۸۱). تعداد پنجه با عملکرد دانه بسته به رقم و روش کاشت می تواند ارتباط مثبت و یا منفی داشته باشد (دیداتا،۱۹۸۱). برگ‌های برنج مانند سایر غلات یک در میان و بطور متناوب از هر گره روی ساقه قرار دارند و هر برگ دارای پهنک باریک و بلند است و طول پهنک از برگ‌های پایین بوته به سمت بالا افزایش می یابد (بی نام، ۱۹۸۹). اندازه برگ بین ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر و عرض آن در حدود ۱ تا ۵ سانتیمتر می باشد. تعداد برگ در ارقام زودرس ۱۴ تا ۱۵، در ارقام متوسط رس ۱۶ تا ۱۷ و در ارقام دیررس ۱۸ تا ۱۹ بر روی ساقه اصلی دیده می‌شود (پورصالح،۱۳۷۳؛ بی نام ،۱۹۸۹؛ یوشیدا،۱۹۸۱).

گل آذین برنج بصورت پانیکول و دارای انشعابات فرعی می‌باشد. طول هر خوشه به ۱۳ تا ۲۴ سانتیمتر می رسد. خوشه‌چه برنج از ۳ گلچه بوجود آمده است که۲ گلچه پایینی از بین می روند و فقط گلچه فوقانی باقی می‌ماند. این گلچه بر روی محور کوچکی بنام راکیلا[3] قرار دارد. برنج برخلاف سایر غلات که ۳ پرچم دارند، دارای ۶ پرچم، می‌باشد. هر گل در برنج بوسیله دو زایده بنام لما[4] وپالئا[5] احاطه شده است که لما بزرگتر از پالئا می‌باشد و اغلب به یک ریشک ختم می‌شود (خدابنده ،۱۳۷۶؛ دیداتا ، ۱۹۸۱؛ بی نام ،۱۹۸۹).

گلدهی در برنج از نوک خوشه آغاز شده و به سمت پایین ادامه می یابد. گرده افشانی همزمان با بازشدن گل‌ها در شرایط طبیعی روی می دهد. برنج گیاهی خودگشن است و بین صفر تا ۳ درصد دگرگشنی دارد.

زمان باز شدن گل‌ها ۸ صبح تا ۲ بعدازظهر می‌باشد و گل های گل آذین در یک دوره۷-۱۰روزه باز می‌شوند، ولی یک گل منفرد بین ۳۰ تا ۶۰ دقیقه باز است.

3 - Rachilla
4 - Lemma
5 -Palea

دمای مطلوب برای گرده افشانی برنج ۳۲-۳۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (خدابنده ،۱۳۷۶؛ دیداتا،۱۹۸۱). میـوه در بـرنج از نوع گندمه است. در دانه برنج پوشینه ها(لما و پالئا) به دانه ها متصل و دانه واحدی بنام شلتوک را بوجود می آورند.

۱-۴- زراعت برنج

کشت برنج در ایران به صورت کشت نشایی (احداث خزانه) و کشت مستقیم انجام می‌شود که روش اول در بیشتر نقـاط کشور و روش کشت مستقیم در جنوب کشور (استان خوزستان) رایج است. نشای برنج پس از سپری نمودن رشد اولیه کـه حدود ۲۵ روز در خزانه است، به زمین اصلی انتقال و مابقی رشد آن در مکان جدید ادامـه مـی‌یابـد و بـا گذرانـدن مراحـل رشدی پنجه‌زنی، آبستنی، خوشه‌دهی و مرحله رسیدن دانه کامل می‌شود و در خاتمه نیز بـا عملیـات درو و خرمنکـوبی در کارخانه‌های شالیکوبی به برنج سفید قابل مصرف تبدیل می‌گردد.

۱-۴-۱- مراحل رشد برنج

مراحل زندگی برنج با توجه به فیزیولوژی و تغذیه از زمان جوانه‌زنی تا رسیدگی بسته به الگوی رشد رقم و شرایط محیطـی، ۳ تا ۶ ماه طول می‌کشد. در یک رقم زودرس (۱۲۰روزه)، مرحله رویشـی، مرحلـه زایشـی و مرحلـه رسـیدگی بـه ترتیـب حدود۶۰، ۳۰ و۳۰ روز طول می‌کشد (یوشیدا، ۱۹۸۱). ویژگی مرحله رویشی، پنجه‌زنی فعال، افزایش تدریجی ارتفاع بوته و ظهور برگ است. پنجه‌زنی زمانی آغاز می‌شودکه ساقه اصلی برگ پنجم یا ششم خود را ظاهر کرده باشد. مرحله پنجـه‌زنـی فعال هنگامی است که تعداد پنجه در واحد زمان افزایش می‌یابد. مرحله حداکثر تعداد پنجه، بعد از پنجه‌زنی فعال و زمـانی است که تعداد بوته در گیاه یا در واحد سطح، بسته به دوره رشد رقم، قبل یا بعـد از تشـکیل خوشـه اولیـه حـداکثر باشـد. ویژگی مرحله زایشی، طویل شدن ساقه، کاهش تعداد پنجه، ظهور برگ پرچم، آبستنی، خوشه‌دهی و گلدهی است. تشکیل پانیکول در حدود ۳۰ روز قبل از خوشه‌دهی است. کامل شدن خوشـه‌دهـی ممکـن اسـت ۱۰تـا ۱۵ روز بـه طـول انجامـد. خوشه‌دهی زمانی است که ۵۰٪ خوشه‌ها ظاهر شده باشند. شروع مرحله رسـیدگی درسـت بعـد از لقـاح مـی‌باشـد و بـه ۴ مرحله شیری، خمیری، رسیدگی زرد و رسیدگی کامل تقسیم می‌شود. مدت این مرحلـه بـه شـدت تحـت‌تـاثیر دمـا قـرار می‌گیرد. تفاوت در دوره رشد در اصل به دلیل تفاوت در طول دوره رویشی است. مدت زمان مرحله زایشی به علاوه مرحلـه رسیدگی برای همه ارقام تحت یک شرایط محیطی معین در حدود زیادی یکسان است(قانم و همکاران، ۱۹۹۵).

۱-۴-۲- عملیات زراعی

با توسعه و بهبود عملیات زراعی و درک اصول به‌زراعی می‌توان به استفاده کارآمدتر از نهاده‌ها و افزایش محصول توام با حفظ حاصلخیزی خاک به افزایش درآمد کشاورز نیز کمک کرد. یکی از نکات مهم عملیات زراعی در برنج شامل میزان بذر است که تعداد بوته و پنجه‌زنی را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد در ارقام محلی میزان بذر با توجه به حاصلخیزی خاک ۶۰-۴۰ کیلوگرم در هکتار و در رقم هیبرید ۲۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته می‌شود (احمد و همکاران، ۱۹۷۰). از موارد مهم دیگر خیساندن و جوانه‌دار کردن اولیه بذر است که پس از ۴۸ ساعت در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد حاصل می‌شود. جوانه‌زنی، ظهور غلاف برگ اولیه از پوشش بذر تعریف می‌شود. به نظر می‌رسد که بذر برنج تحت شرایط غیر هوازی جوانه می‌زند. بذور پیش جوانه‌زده در بستر یک خزانه که به خوبی آماده شده باشد، پخش می‌شوند(تاکاهاشی، ۱۹۶۲). سن گیاهچه جهت نشاکاری در زمین اصلی از موارد مهم است که به طور مرسوم با تعداد روز پس از تاریخ جوانه‌زنی یا ظهور غلاف برگ اولیه بیان می‌شود. صرف نظر از رقم و مکان، سن بهینه در همه تاریخ‌های بذرپاشی ۳۰-۲۵ روز است، زیرا بعد از این سن، بوته در خزانه شروع به پنجه‌زنی می‌کند که سبب کاهش عملکرد دانه می‌گردد(بی نام، ۱۹۹۷). تعداد نشا در هر کپه که یکی از عوامل موثر بر رشد برنج است، به فاصله بین بوته‌ها و قدرت پنجه‌زنی رقم بستگی دارد. تعداد بهینه نشا در هر کپه برای اکثر ارقام برنج در خاک‌های حاصلخیز ۴-۳ و در خاک‌های نامناسب ۹ نشا می‌باشد (عبدالرحمان و همکاران، ۱۹۹۰). فاصله کشت عامل مهمی برای رشد برنج نشاکاری شده می‌باشد. فاصله ردیف‌های کمتر ، هزینه نشاکاری را افزایش و احتمال خوابیدگی(ورس) را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر فواصل ردیف‌های بیشتر نیز ممکن است عملکردکمتری تولید کند. کشت نامرتب معمول‌ترین روش استفاده شده در مناطق زیر کشت برنج است، در حالیکه نشاکاری خطی دارای مزایایی از قبیل وجود تراکم بهینه بوته و کاربرد آسان‌تر کودهای سرک و سایر نهاده می‌باشد. در ارقام زودرس به دلیل اینکه مرحله رشد رویشی کوتاهی دارند، کشت متراکم آنها می‌تواند محدودیت کوتاه بودن دوره رویشی را برطرف کند. فاصله بوته‌ها در ارقام زودرس ۱۵×۲۰ و در ارقام تا حدودی دیررس مانند هیبرید ۲۵×۲۵ در نظر گرفته می‌شود(بی نام، ۱۹۹۷).

۱-۴-۳- موادغذایی معدنی

عناصر ضروری، عناصری هستند که بدون آنها گیاهان قادر به تکمیل چرخه زندگی خود نیستند. این عناصر باید در مقدار بهینه و به شکل قابل استفاده گیاه تامین شوند. ۱۶ عنصر ضروری برای گیاهان عالی از جمله برنج به دو گروه عناصر ماکرو و عناصر میکرو تقسیم می‌شوند. عناصر ماکرو (پرمصرف) شامل نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم و گوگرد هستند که برای بهینه کردن تولید به کار می‌روند.

نیتروژن: نیتروژن مهم‌ترین عنصرغذایی برای برنج است، هر چند که واکنش به مصرف نیتروژن به طور عمده بـه وضـعیت حاصلخیزی و شرایط خاک بستگی دارد. مصرف نیتروژن زمانی باید انجام شود که گیاه بیشـترین نیـاز و بـالاترین جـذب را داشته باشد. بالاترین راندمان مصرف کود نیتروژنه زمانی بدست می‌آید که مصرف آن در انتهای پنجه‌زنـی تـا خوشـه‌دهـی باشد. برنج می‌تواند نیتروژن را به صورت آمونیـوم، نیتـرات، اوره و اسـیدآمینه جـذب کنـد. آمونیـوم شـکل عمـده و پایـدار نیتروژن در خاک‌های غرقاب و نیترات شکل عمده آن در خاک‌های غیرغرقاب است (یوشیدا، ۱۹۸۱). در محلولی که هـر دو شکل نیتروژن آمونیومی و نیتراتی وجود داشته باشد، برنج جذب آمونیوم را ترجیح می‌دهد. بسـته بـه pH محلـول، ریشـه برنج، آمونیم را ۵ تا۲۰ برابر سریع‌تر از نیترات جذب می‌کند (همیسا و همکـاران، ۱۹۹۶). زیـادی نیتـروژن در صـورتی کـه مقدار سایر عناصر غذایی کم باشد، دوره رشد گیاه را طولانی‌تر می‌کند و رسیدن محصول را به تاخیر می‌اندازد، زیرا عرضـه نیتروژن با مصرف کربوهیدرات‌ها در سلول‌های رویشی سبب افزایش ضخامت آنها می‌گردد. از طرف دیگر ایـن امـر موجـب افزایش تعداد پنجه‌های غیربارور، کاهش عملکرد دانه، افزایش تعـداد دانـه‌هـای پرنشـده و کـاهش کیفیـت دانـه مـی‌شـود (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۶). کوپر و بلکنی (۱۹۹۰)، با محلول‌پاشی اوره افزایش ۲/۹ درصـدی در پـروتئین دانـه گنـدم را گزارش کردند. لطف‌الهی و ملکوتی (۱۳۷۹) ، با استفاده از محلول‌پاشی اوره در مرحله شیری شـدن گنـدم، افـزایش میـزان پروتئین دانه را گزارش کردند. برای بدست آوردن زمان و مقدار مناسب مصرف این کـود مـی‌تـوان از LCC (بـه ضـمیمه مراجعه شود) استفاده کرد. به طور کلی نیتروژن همه عوامل موثر بر عملکرد را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد. غلظـت نیتـروژن در برگ ارتباط نزدیک با شدت فتوسنتز برگ و تولید بیوماس دارد. حد مطلوب نیتروژن در برگ‌هـای بـرنج در مرحلـه شـروع گلدهی ۲/۶۰ درصد می‌باشد(دوبرمن و فیرهورست، ۲۰۰۰). مصـرف نیتـروژن سـرک موجـب تولیـد حـداکثر وزن خوشـه می‌شود و مقاومت به ورس را نیز از طریق تحت‌تاثیر قرار دادن طول و قطر میانگره‌ها و تجمع ماده خشک در بخـش قاعـده ساقه افزایش می‌دهد. نتایج چند مطالعه تحقیقی نشان داده است که اکثـر ارقـام پابلنـد بـرنج بـه مصـرف نیتـروژن تـا ۹۶ کیلوگرم در هکتار واکنش دادند، در حالیکه ارقام پاکوتاه تا ۱۴۴ کیلوگرم در هکتار واکنش داشتند (تاکاهاشی، ۱۹۶۲).

پتاسیم: پتاسیم از دیرباز به عنوان یک عنصر غذایی ضروری برای گیاه و عاملی در جهت افـزایش تولیـد و بهبـود کیفیـت گیاه شناخته شده است. برخلاف بسیاری از عناصر غذایی ضروری دیگر، پتاسیم با اینکه در گیاهـان بـه مقـدار زیـاد وجـود دارد، ولی از اجزای تشکیل دهنده هیچ کدام از ترکیبات آلی گیاه نمی‌باشد. این عنصر در تمام سلول‌ها و ارگان‌های گیـاهی وجود دارد و در گیاه بسیار متحرک می‌باشد. پتاسیم در برنج بعد از آمونیوم متحرک‌ترین یـون مـی‌باشـد (دیـداتا، ۱۹۸۵). تحرک بالای این عنصر موجب فعال شدن بسیاری از آنزیم‌های موثر بر فرایندهای متابولیکی مهمی چون فتوسـنتز و سـنتز

پروتئین‌ها می‌شود (ون یوکس کول، ۱۹۷۸). یکی دیگر از نقش‌های مهم پتاسیم اثر بر فشار تورمی و در نتیجه افزایش اندازه سلول است (برینگر، ۱۹۸۵). کمبود پتاسیم موجب می‌شود که روزنه‌ها به خوبی وظایف خود را انجام ندهند و تلفات آب از گیاه ممکن است به حد خسارت‌زا برسد، در نتیجه پتاسیم با تنظیم باز و بسته شدن به موقع روزنه‌ها به حفظ آب در گیاه کمک می‌کند (گتینگ، ۱۹۹۰). ملکوتی (۱۳۷۸a) معتقد است پتاسیم در فیزیولوژی و افزایش عملکرد برنج نقش اساسی دارد و این نقش را به افزایش اندازه و وزن دانه، افزایش عملکرد و محصول نسبت به بقیه عناصرغذایی به ویژه نیتروژن و فسفر، افزایش مقاومت به شرایط آب و هوایی نامطلوب (افزایش تحمل به تنش‌ها)، افزایش مقاومت به بیماری‌هایی نظیر بلاست، لکه‌برگی و پوسیدگی ساقه و افزایش استحکام ساقه و در نتیجه کاهش ورس نسبت می‌دهد. کارایی نسبی حاصلخیزی پتاسیم برای دانه، اغلب در مراحل اولیه رشد بالا است، سپس کاهش می‌یابد و دوباره درمراحل بعدی افزایش می‌یابد. به دلیل نیاز برنج به مقادیر زیاد پتاسیم، فراهم بودن پایدار آن تا خوشه‌دهی (زمانی که مرحله زایشی کامل شود) ضروری می‌باشد. تنها حدود ۲۰٪ پتاسیم جذب شده به خوشه‌ها منتقل می‌شود و بقیه آن در بخش‌های رویشی در زمان رسیدگی باقی می‌ماند (بی نام، ۲۰۰۱). واکنش گیاه به مقدار کود مصرفی بستگی به نوع گیاه، سطح عنصر مورد نظر در خاک، ویژگی‌های خاک و سایر عوامل دارد. آزمایش‌های انجام شده در ژاپن نشان می‌دهدکه کاربرد ۱۱۲ کیلوگرم اکسیدپتاسیم در هکتار عملکرد دانه برنج را از ۰/۶ تا ۲/۵۸ تن در هکتار در مناطق مختلف افزایش داده است (بائو، ۱۹۸۵). کمبود پتاسیم موجب افزایش شدت تنفس، افزایش ترشحات ریشه و در نتیجه افزایش فعالیت میکروبی و مصرف اکسیژن و در نهایت افزایش دنیتریفیکاسیون، کاهش آزاد شدن اکسیژن از ریشه‌ها ودر نتیجه افزایش مسمومیت ناشی از Fe^{2+} می‌گردد (یوریو و همکاران، ۱۹۹۰). از عوامل مهم دیگر درجذب پتاسیم، اثرات رقابتی سدیم و کلسیم می‌باشد که موجب کاهش جذب پتاسیم توسط گیاه می‌گردد درنتیجه محلول‌پاشی کود پتاسیم منجر به جذب پتاسیم و افزایش عملکرد می‌گردد (دایور و همکاران، ۱۹۸۵).

فسفر: وظیفه عمده فسفر ذخیره و انتقال انرژی و نگهداری غشای سلولی در حالت طبیعی می‌باشد. فسفر در درون گیاه پویا است و سبب افزایش پنجه‌دهی، توسعه ریشه و گلدهی می‌شود و زمان رسیدگی را نیز بویژه در شرایطی که دما پایین باشد، تسریع می‌کند. برخلاف نیتروژن، ترکیبات فسفری تا حدودی نامحلول هستند و به راحتی از نیمرخ خاک شسته نمی‌شوند. مقدار فسفر خاک بین ۰/۰۲ تا ۰/۵۰ درصد نوسان دارد و میانگین آن ۰/۰۵ درصد است. به همین دلیل، غلظت فسفر در یاخته‌های گیاهی بسیار اندک (حدود ۰/۱۵ درصد) و تقریبا ۰/۱غلظت نیتروژن یا پتاسیم است. برنج با عملکرد دانه هشت تن در هکتار همراه با کاه و کلش، ۲۲ کیلوگرم فسفر در هکتار (معادل ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات‌تریپل)، از