

کتابخانه
موسسه تحقیقات برنج کشور

وزارت کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران

نشریه علمی:

اثر عوامل محیطی بر رشد برنج

تهیه و تنظیم:

علی محدثی

واحد انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور - معاونت مازندران

شماره ثبت در مرکز اطلاعات و اسناد مدارک علمی کشاورزی

۷۹,۵۵۰
۷۹,۹۱

پاییز ۱۳۷۹

عنوان: نشریه علمی - اثر عوامل محیطی بر رشد برنج

تهیه و تنظیم: علی محدثی

ناشر: واحد انتشارات معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران

ویراستار: اللهیار فلاح - معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران

تایپ: واحد کامپیوتر معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران

تاریخ انتشار: تابستان ۱۳۷۹

شمارگان: ۱۵ نسخه

نشانی ناشر: مازندران - آمل - موسسه تحقیقات برنج کشور معاونت مازندران.

صندوق پستی ۱۴۵ دور نویس ۳۳۰۳۷-۱۲۲۲۲-۰-تلفن ۲۲۵۴-۲۲۲۶۴-۵۲۲۶۴-۱۲۲۲۶۴-۰

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۱	۱ - حرارت
۲	۱-۱ - جوانه زدن
۳	۱-۲ - رشد نشاء
۳	۱-۳ - رشد ریشه و ساقه
۴	۱-۴ - پنجه دهی
۴	تکته
۴	۱-۵ - توسعه برگ و میان گره
۵	۱-۶ - تشکیل جوانه اولیه خوشه و توسعه آن
۶	۱-۷ - کاهش تعداد خوشکها
۶	۱-۸ - تلقیح و باز شدن پرچمها
۷	۱-۹ - رسیدن
۸	۱-۱۰ - ریزش
۹	۱-۱۱ - طول دوره رشد
۱۱	۲ - رطوبت
۱۷	۳ - تشعشع خورشید و نور
۱۹	۴ - طول روز
۱۹	۵ - خاک و عامل موثر در آن
۲۲	منابع مورد استفاده

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اثر عوامل محیطی بر رشد برنج

علی محدثی کارشناس ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن معاونت مازندران

مقدمه :

برنج غذای بیش از نصف مردم دنیا را تشکیل میدهد و غذای اصلی میلیونها نفر از انسانهای قاره آسیا، افریقا و امریکای لاتین میباشد. این همان مناطقی هستند که رشد افزایش جمعیت در آن بالاست و لزوم افزایش تولید برنج برای تغذیه مخصوصاً در مناطق فوق الذکر شایان اهمیت و توجه است. برای دستیابی به محصول بالا در درجه اول شناخت عوامل افزایش تولید ضروری است. از آنجائیکه شرایط سازگاری برنج نسبت به عوامل محیطی بسیار بالاست و انسان هم در تغییر محیط زندگی این گیاه موفق بوده است برنج میتواند در نقاط مختلف و شرایط آب و هوایی گوناگون رشد نموده و محصول دهد. برنج از نظر عرض جغرافیایی در بیشتر نقاط دنیا کشت میشود کشت برنج از شمال شرقی چین در عرض ۵۳ درجه شمالی و سوماترای مرکزی تا اولز جنوبی در استرالیا در عرض ۳۵ درجه جنوبی کشت، همچنین از ارتفاع زیر سطح دریا در کرالای هند تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر بالای سطح دریا در کشمیر و نپال کشت میشود. بیشترین و عمدهترین مناطق کشت این گیاه نزدیک دریا است. در ایران در اغلب استانها که منبع آب مطمئنی برای آبیاری وجود داشته باشد برنج کشت میشود اما رایجترین مناطق کشت این گیاه استانهای گیلان و مازندران میباشد که نزدیک ۸۰٪ سطح زیر کشت کل کشور را تشکیل میدهد. از لحاظ سازگاری و تولید محصول برنج، عوامل محیطی مختلفی مانند حرارت، رطوبت، تشعشع خورشید و نور، طول روز، خاک و عوامل موثر در آن و غیره دخالت دارند که در زیر به قسمتهای مختلف آن میپردازیم :

۱ - حرارت :

رژیم درجه حرارت نه تنها بر طول دوره رشد مؤثر است بلکه بر الگوی رشد گیاه برنج نیز اثر دارد. طول فصل رویش، میانگین درجه حرارت، جمع درجه حرارت، دامنه و الگوی توزیع و تغییرات روزانه یا ترکیب اینها، همگی ممکن است به مقدار زیادی با عملکرد همبستگی داشته باشند (۱۰) از آنجائیکه عامل محدودکننده رشد برنج سرماست به همین دلیل کشت آن در مناطق سرد سیر امکانپذیر نبوده و بیشتر در مناطق نیمه گرمسیر بعمل میآید در مناطقی که در سرتاسر دوره رشد، درجه حرارت بالاتر از ۲۰ درجه باشد کشت آن موفقیت آمیز است. در مناطق معتدله^۱ درجه حرارت از عوامل مؤثر در کشت، و کار برنج میباشد و شروع فعالیت رشد و نمو موقعی است

که درجه حرارت از ۱۳ درجه بالاتر باشد. اثرات درجه حرارت (گرما و سرما) در طی مراحل مختلف رشد برنج از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در کشورمان در اکثر مناطق در اوایل فصل، سرما سبب خساراتی مخصوصاً به خزانه‌های زودکشت می‌گردد. بطوریکه در بعضی مواقع زارعین مجبور به احداث دیواره خزانه می‌گردند.

اثر سرما در برنج بستگی به نوع رقم و مرحله‌ای از رشد، که گیاه دچار سرما زدگی میشود، مدت زمان سرمزدگی و وضعیت فیزیولوژیکی گیاه دارد. مقاومت به سرما در یک مرحله از رشد برای ارقام مختلف متفاوت است. وقتی رقمی مثلاً در مرحله نشاء به سرما مقاوم یا متحمل است باین معنی نیست که در مرحله تشکیل جوانه اولیه خوشه و یا مراحل دیگر نیز میتواند مقاوم یا متحمل باشد اگر گیاه بمدت ۷ روز در آب سرد ۱۲ درجه قرار گیرد سبب زرد شدن برگها و حتی مرگ گیاه میشود. اگر رشد برنج بر اثر عوامل فیزیولوژیکی یا تغذیه کم و یا شرایط رشد نامناسب ضعیف باشد از سرما خسارت بیشتری میبیند. اثر سرما در رشد برنج پدیده بسیار پیچیده‌ای است (۱).

در برنج بجز برای کوتاه شدن ساقه که اثرش بر میزان محصول کاملاً روشن نیست بقیه واکنشهای قابل رویت نسبت به سرما میتواند بشدت میزان محصول را کاهش دهد.

شدیدترین اثر سرما بر میزان محصول معمولاً در مرحله رشد جنسی میباشد. گزارش شده که در ژاپن همواره کاهش محصول با سرمای بیموقع در مرحله رشد جنسی همراه بوده است. سرما در مراحل مختلف رشد برنج بشرح زیر بر روی گیاه برنج اثر میگذارد.

۱-۱- جوانه زدن :

سرما جوانه زدن را بتأخیر می‌اندازد و در بعضی موارد از جوانه زنی جلوگیری می‌کند. در کشت مستقیم سبب ضعیف شدن گیاه و نقصان میزان محصول می‌گردد. خوشبختانه اغلب مناطق سرما خیز بذر جوانه زده را می‌باشند و از خزانه‌ها با پوشش نایلونی جهت جلوگیری از خسارت سرما استفاده می‌نمایند. حداقل درجه حرارت مورد نیاز برای جوانه زدن بین ۱۰-۱۳ سانتیگراد است. در حرارت بالاتر بذرها نسبت به حرارت پایین‌تر سریعتر جوانه دار میشوند. در حرارت بین ۱۶ تا ۳۸ درجه بذرها بطور یکسان و خوب جوانه دار میشوند. اپتیمم درجه حرارت برای جوانه زدن بین ۳۰ تا ۳۵ درجه است در حالیکه ماکزیمم درجه حرارت ۴۲ تا ۴۴ درجه میباشد در حرارت بین ۴۱ تا ۵۵ درجه جوانه زدن صورت نمی‌گیرد (۱). حدود تغییرات درجه حرارت احتمالاً به

علت اختلاف بین ارقام است اوکا گزارش داد که می‌نیمم درجه حرارت مورد نیاز جوانه دار شدن برای ارقام در مناطق با عرض جغرافیایی بالاتر کمتر از ارقام در مناطق با عرض جغرافیایی پایین‌تر میباشد (۱۱ درجه در مقابل ۱۷ درجه) بهر حال این بدان معنی نیست که ارقام مناطق معتدله لزوماً در حرارت پایین میتوانند جوانه دار شوند (۱). بعضی از ارقام مناطق حاره مقاومتشان نسبت به سرما بیش از ارقام مناطق معتدله است بعنوان مثال (IR8) که رقمی مخصوص مناطق حاره است در مقایسه با فوجی زاکا^{۱۵} که رقمی ژاپنی است میتواند در حرارت پایین‌تر جوانه دار شود (۱). همچنین گزارشات موجود از ابری حاکی از آن است که درجه حرارت ۱۳ درجه سانتیگراد و کمتر از آن بر درصد جوانه زنی رقم IR667-98 و جین میونگ که یک رقم متحمل به سرماست را به ترتیب به اندازه ۶۰ و ۷۵ درصد کاهش داد.

۲-۱ - رشد نشاء :

نشاءها به آب سرد خیلی حساس هستند. آب ۱۲ درجه سانتیگراد سبب زرد شدن برگها و در بعضی موارد سبب مرگ نشاء میگردد. در بعضی از ارقام زرد شدن بسرعت صورت میگیرد و از نوک یا از رگبرگها شروع شده و به سایر قسمت‌های برگ سرایت میکند. چنانچه بعلت سرمای آب، بالا رفتن آب از گیاه بآهستگی صورت گیرد سریعاً سبب پیچیدگی برگهای سبز شده و آنها را خشک میکند. ارقامی که ابتدا قهوه‌ای و سپس زرد و بعد پیچیده میشوند حساسترین آنها هستند در حالیکه ارقامیکه فقط در نوک برگها قهوه‌ای میشوند متحمل‌ترین میباشند.

۳-۱ - رشد ریشه و ساقه :

رشد ریشه از بذر جوانه زده بستگی به روش کشت، بذریاشی در شرایط خشک، مرطوب یا غرقابی دارد چون روشهای مختلفی برای تهیه خزانه اعمال میگردد. این روشها بر روی رشد ریشه‌های اولیه اثر بیشتری دارد. ریشه و ساقه واکنشهای مختلفی نسبت به حرارت دارند. بنظر می‌رسد که حرارت ۲۵-۳۰ درجه، درجه حرارت ایتیمم برای استقرار مؤثر گیاه برنج در خاک است البته این برای بذوری است که قبلاً جوانه دار شده و در آب پاشیده میشوند. خروج جوانه ساقه از آب ۳۰ درجه خیلی سریع است ولی توسعه مستقیم ریشه و نفوذ آن در خاک در حرارت پایین‌تر بهتر صورت میگیرد. درجه حرارت مناسب برای ریشه بندی گیاه نشاء شده بین ۲۸-۳۱ درجه است. ایتیمم درجه حرارت برای تقسیمات سلول ۲۵ درجه است نسبت رشد ریشه به ساقه بستگی بدرجه حرارت هوا و آب دارد و در آب ۲۳ درجه رشد ریشه بیشتر از رشد ساقه و در آب ۲۸-۲۵ درجه رشد ساقه بیشتر

از رشد ریشه است (۱). حرارت بیشتر از ۴۰ درجه برای رشد برنج مناسب نیست زیرا در صورتیکه حرارت زیاد باشد موجب بالا رفتن درجه حرارت خاک میشود و زیادی حرارت در خاک بخصوص در زمینهایی که خوب زهکشی نشده ایجاد هیدروژن سولفور می کند که اثر آن جلوگیری از رشد ریشه است (۲).

۱-۴ - پنجه دهی :

تولید پریمودیای خوشه تحت تأثیر محیط نمیشود. اما سبز شدن و رشد و نمو آن تحت تأثیر عواملی چون میزان ازت، نور و درجه حرارت قرار دارد مهمترین این عوامل ازت گیاه می باشد. جهت پنجه زنی فعال، میزان ازت باید بالاتر از $3/5\%$ در ساقه باشد و در $2/5\%$ پنجه زدن متوقف شده و در کمتر از $1/5\%$ پنجه ها از بین می روند (Ishizuka, Tsnka, 1963) برای حداکثر پنجه دهی درجه حرارت آب ۱۶-۱۵ درجه سانتیگراد در شب و ۳۱ درجه سانتیگراد در روز باشد. اما درجه حرارت مناسب پنجه زنی شب و روز، ۳۱ درجه سانتیگراد می باشد. ایتیم درجه حرارت برای پنجه دهی ۲۵-۳۲ درجه است. اگر چه درجه حرارت بالا (۱۸-۲۸ درجه) نسبت پنجه دهی را افزایش می دهد ولی طول دوره پنجه دهی کوتاه می شود و در نتیجه تعداد نهایی پنجه در موقع درو با افزایش درجه حرارت کاهش می یابد. بعنوان مثال می توان پنجه دهی رقم IR8 را در لوس بانیوس (با درجه حرارت بالا) و لاترنیداد (جایی که هوا سرد است) مورد نظر قرار داد که در مناطق گرمسیر لوس بانیوس فیلیپین نسبت پنجه دهی سریعاً افزایش می یابد در حالیکه دوره پنجه دهی در لاترنیداد کوتاه است. حداکثر تعداد پنجه در لاترنیداد بمراتب بیش از لوس بانیوس است همچنین تعداد پنجه های نهایی با تعداد خوشه در موقع برداشت در منطقه لاترنیداد بیشتر از لوس بانیوس است. هوای خنک قطعاً به تعداد خوشه های بیشتر در واحد سطح منتج خواهد شد ولی درصد پنجه های نازا در موقع برداشت در لاترنیداد همیشه بیشتر از لوس بانیوس بوده است (۱).
نکته :

در ارقام مقاوم به سرما امکان بدست آوردن محصول بالا در مناطق سردتر بیش از مناطق گرمسیر است .

۱-۵ - توسعه برگ و میان گره :

شاخص سطح برگ (LAI) یا کل مساحت برگ نسبت به مساحت زمین بر اساس قانون بهره مرکب افزایش می یابد، کمی پیش از گل دادن به حداکثر مقدار خود رسیده و سپس با سایه دار شدن برگهای پایین کاهش می یابد. افزایش LAI توسط دو عامل صورت می گیرد. افزایش تعداد پنجه ها و افزایش اندازه برگها، افزایش تعداد پنجه ها در ارقام پر پنجه و افزایش اندازه برگها در ارقام کم پنجه عمدتاً به افزایش LAI کمک می کند از بین عوامل

محیطی، مواد از ته اثر شایانی در افزایش تعداد پنجه‌ها و اندازه برگها و در نتیجه LAI دارد و این اثر در زمان قبل از تشکیل خوشه اولیه بیشتر می‌باشد همینطور هم در بعضی از ارقام افزایش درجه حرارت در رشد برگ اثر چشمگیری دارد نسبت ظهور برگها با افزایش درجه حرارت از ۱۶ درجه به ۳۶ درجه سریعتر می‌شود، در مراحل اولیه در تعیین نسبت ظهور برگها درجه حرارت خاک یا آب مؤثرتر از درجه حرارت هوا می‌باشد. چون در این مرحله قسمت اصلی برگ به سطح خاک نزدیک است و یا اینکه هم سطح آب است. در طول دوره طویل شدن برگ درجه حرارت پایین (۱۳-۱۸ درجه) سبب کوتاه شدن برگ و ساقه می‌گردد عرض برگ رقم IR8 که در کشت لاترینیداد گردیده کم و بیش مثل منطقه لوس بانیوس است.

بهر حال کوتاهی غلاف برگ، پهنک برگ و میان‌گره بعلت سرما، سبب کوتاه شدن ارقام برنج می‌شود که در مناطق سرد کشت می‌گردند. کوتاهی غلاف و پهنک برگ می‌تواند شکل گیاه را در شرایط توزیع برگ و غیره تحت تأثیر قرار دهد. برگها تودرتو بوده یا اینکه بیکدیگر چسبیده هستند از این جهت در داخل سایه‌انداز گیاه توزیع نور ضعیف‌تر است.

کوتاهی ساقه ممکن است چندین علت داشته باشد. اگر اولین میانگره بحد کافی قد نکشد خوشه بطور کامل از غلاف برگ پرچم خارج نمی‌شود. قسمت‌های خارج نشده خوشه سبب پوکی بیش از حد شده و کار خرمکوبی را مشکل می‌کند اولین میانگره رقم IR8 که در لاترینیداد کاشته شده از غلاف برگ پرچم کوتاهتر است در این حالت خوشه‌ها کاملاً بیرون نمی‌آیند و این امر می‌تواند سبب کاهش میزان محصول گردد چون خوشه‌ها بطور معمول و آزادانه نمی‌توانند باز شوند. در لوس بانیوس خوشه‌های IR8 معمولاً بطور کامل بیرون می‌آیند.

۱-۶ - تشکیل جوانه اولیه خوشه و توسعه آن :

در طول دوره تشکیل جوانه اولیه خوشه تا آخر مرحله گل کردن در برنج حساسترین مرحله نسبت سرما می‌باشد. در طی دوره تغییر شکل و توسعه خوشه سرما سبب کاهش تعداد دانه در خوشه و افزایش پوکی مخصوصاً در دانه‌های بالای خوشه و نهایتاً نقصان میزان محصول می‌گردد. سرما در دوره رشد جنسی تغییرات فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی زیر را بوجود می‌آورد :

۱ - جلوگیری از انتقال مواد غذایی از بافت‌های پرچم به سلول‌های در حال توسعه‌گرده (کاهش این انتقال در ارقام حساس بیشتر از ارقام مقاوم می‌باشد).

۲ - دانه‌گرده کمی به مادگی می‌چسبد. مقاومت ارقام نسبت به آبیاری با آب سرد با تعداد دانه‌های گرده بر

روی مادگی همبستگی مثبت دارد.

۳- پرچمهای کوچکتر.

۴- دانه‌های گرده غیر مؤثر.

۵- کاهش تعداد پرچمها و همچنین کاهش در توسعه ارگانهای مادگی (۱)

۱-۷- کاهش تعداد خوشکها :

گزارش شده آب سردی که بتوسعه خوشه صدمه می‌زند بین ۱۳ تا ۱۲ درجه است بدیهی است که پوکی پدیده ایست که تحت تأثیر سرما قرار دارد. بهر حال بین ارقام مختلف تفاوت زیادی ملاحظه می‌گردد و این نوید بزرگی است برای اینکه بتوان ارقام مقاوم به سرما را در مرحله ظهور جوانه خوشه^۱ بدست آورد.

۱-۸- تلقیح و باز شدن پرچمها :

تلقیح یا باز شدن خوشه‌چه‌ها معمولاً "یکروز بعد از سرکشیدن یا خروج خوشه‌ها صورت می‌گیرد. تلقیح معمولاً از ۸/۵ صبح شروع شده تا ۵/۵ بعد از ظهر بستگی به شرایط آب و هوایی ادامه می‌یابد اگر درجه حرارت بالا باشد تلقیح از صبح زود شروع می‌گردد. اگر آسمان ابری باشد هنگامیکه درجه حرارت هوا افت می‌کند نیز باهستگی کم می‌گردد. در تحت شرایط طبیعی اپتیمم بین ۲۷/۵-۳۲/۵ حداکثر روز ۱۷/۵-۲۲/۵ حداقل شبانه می‌باشد. پایین‌ترین درجه‌ای که در آن تلقیح صورت می‌گیرد ۲۲/۲ درجه و بالاترین آن ۳۸/۹ درجه می‌باشد (۱). برای IR8 حداقل درجه حرارت روزانه که در آن تلقیح صورت می‌گیرد ۲۲ درجه است. در لاترنی‌داد حداکثر و حداقل درجه حرارت در موقع گل کردن زیر درجه حرارت اپتیمم می‌باشد.

حرارت پایین و ثابت در لاترنی‌داد که معمولاً با رطوبت بالا همراه است معلوم گردیده که برای اشباع تلقیح را بعقب می‌اندازد بنابراین در لاترنی‌داد هم درجه حرارت پایین و هم درصد رطوبت نسبی بالا، علت پوکی بیش از حد رقم IR8 بوده است (۸۲٪ در این منطقه در مقابل ۸٪ در منطقه لوس بانیوس در فصل خشک).

سرما (۱۰-۱۷ درجه) در طی مدت تلقیح پوکی را افزایش می‌دهد. درجه پوکی بستگی به شرایط رشد و نمو گیاه قبل از گل کردن دارد. برنجی که قبل از ظهور خوشه از سرما صدمه بیند در طی مدت گل کردن قدرت ندارند و در مقایسه با برنجهایی که تحت شرایط مناسب رشد می‌کنند پوکی بیشتری نشان می‌دهند رقم IR8 در منطقه لاترنی‌داد یا هر منطقه مشابه آن که درجه حرارت در طول دوره گل دهی بطور ثابت پایین است میزان محصول

خیلی کم تولید می‌کند و این مسئله در ایران هم صدق می‌کند و رقمهایی که در حدود ۱۴-۷ روز قبل از ظهور خوشه سرما ببینند دانه‌های نوک خوشه به صورت پنبه‌ای در آمده و اصلاً دانه نمی‌بندد که به آن پنبه‌ای شدن برنج گفته می‌شود و طریق مبارزه با آن تغییر زمان کاشت برنج است. در ضمن امکان سنجش مشکل سرما در مناطق مخصوص در دوره تلقیح آسان است. در جاهاییکه سرما مسئله ساز است یک بررسی در حرارت روزانه یا ماکزیمم درجه حرارت در طول خوشه دهی ایده نسبتاً خوبی بدست می‌دهد.

۹-۱ رسیدن :

درجه حرارت هوا هر چه پایین‌تر باشد طول دوره رسیدن طولانیتر خواهد بود در تحت شرایط آب و هوایی منطقه گرمسیری طول دوره رسیدن بین ۳۰-۳۵ روز است در حرارت‌های پایین‌تر این مدت ممکن است ۶۰ روز نیز طول بکشد. حداقل درجه حرارت مورد نیاز برای رسیدن ۱۳-۱۴ درجه است. بین میزان محصول در واحد سطح و متوسط درجه حرارت روزانه در طول دوره رسیدن همبستگی منفی وجود دارد. در حرارت پایین طولانی شدن مرحله رسیدن منتج باین می‌گردد که در انتهای مرحله رسیدن بیشترین مقدار کربوهیدرات در دانه ذخیره شود. همچنین در طول دوره رسیدن پایین بودن درجه حرارت در کاهش مصرف کربوهیدرات در تنفس مؤثر است در شرایط تروپیک بین درجه حرارت در موقع رسیدن و میزان محصول همبستگی مثبت وجود دارد و این بدان علت است که درجه حرارت بالا با تشمع بیشتر خورشید همراه می‌باشد. در طی دوره رسیدن، برنج مقاومترین گیاه نسبت به سرما می‌باشد. سرما در طی دوره رسیدن موجب شکم سفیدی می‌شود. حساسیت یک رقم نسبت به سرما در موقع رسیدن با میزان شکم سفیدی تعیین می‌گردد. همچنین مطالعات دیگر نشان داده‌اند که دمای زیاد شب نمو و رسیدگی بذور برنج را تسریع کرده و نسبت تولید دانه‌های گچی را افزایش می‌دهد دمای پایین شب دانه‌های سفید شیرین برنج را که ما خواستار آن هستیم افزایش می‌دهد در ضمن در کالیفرنیا آب آبیاری در مرحله گیاهچه‌ای برنج که معمولاً از چاه و جریان‌ات سطحی تأمین می‌شود دارای درجه حرارتی برابر ۱۸ درجه سانتیگراد است و ممکن است تا ۱۱ درجه سانتیگراد نیز کاهش یابد. موقعی که درجه حرارت آب کمتر از ۲۰ درجه سانتیگراد باشد گیاهانی که نزدیکتر به محل خروج آب از منبع باشند آهسته‌تر از گیاهانی که دورتر واقعند به مرحله رسیدگی می‌رسند و بدین ترتیب بعلت عدم یکنواختی در برداشت باعث کاهش کیفیت محصول می‌شود. راسن گزارش کرد که در کالیفرنیا متوسط درجه حرارت بحرانی آب برای رشد عادی برنج رقم کالرو ۲۰/۵ درجه سانتیگراد بود (۲۲). درجه حرارت‌های ۳ درجه کمتر از این باعث تأخیر ۳۰ روزه‌ای بیش از ۱۶۰ روز

معمولی در دوره رسیدگی گیاه می‌گردد.

مقدار کل حرارت مورد نیاز برنج از زمان تولید جوانه تا رسیدن در مورد واریته‌های مختلف متفاوت و بشرح زیر است (۲):

واریته‌های خیلی زودرس ۲۱۰۰ درجه سانتیگراد

واریته‌های زودرس و متوسط رس ۲۴۰۰-۳۵۰۰ درجه سانتیگراد

واریته‌های دیررس ۳۵۰۰-۴۵۰۰ درجه سانتیگراد

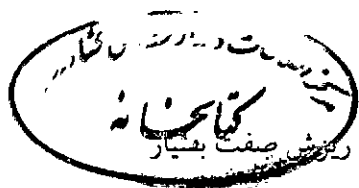
از آنجائیکه نیاز برنج به حرارت در مراحل مختلف رشد متفاوت است عکس العمل گیاه برنج نیز به حرارت متفاوت خواهد بود لذا اعداد و ارقامی که برای مراحل مختلف رشد گیاه در یک منطقه مناسب تلقی می‌شود ممکن است برای منطقه دیگر نامناسب باشد به عنوان مثال در عرضهای شمالی، برنج زمانی کشت می‌شود که درجه حرارت پایین است در حالی که برای پنجه زنی، اپتیمم درجه حرارت در ژاپن ۳۴ درجه سانتیگراد گزارش شده است. (Matsuo 1995) که این اپتیمم درجه حرارت در نقاط شمالی هرگز تأمین نمی‌شود و در عرض‌های پایین (مناطق استوایی) بیشترین درجه حرارت در زمان کاشت فراهم می‌شود که تا زمان رسیدگی به کندی کاهش می‌یابد. دامنه تغییرات روزانه حرارت به ارتفاع و مجاورت یک برکه بزرگ آب (دریاچه، دریا، اقیانوس) بستگی دارد.

عملکردهای بالاتر در مناطق معتدله نسبت به مناطق حاره‌ای عموماً "به درجات پایین حرارت در طول دوره رسیدگی (پر شدن دانه) نسبت داده شده است این امر بخاطر اینست که زمان پر شدن دانه بواسطه درجات پایین حرارت طولانیتر شده و زمان بیشتری را برای پر شدن دانه فراهم می‌کند (۴).

۱-۱۰ - ریزش :

ارقام برنج وقتی خارج از فصل کشت می‌شوند ریزش بیشتری دارند و ارقامی که در عرض جغرافیایی بالاتر کشت می‌شوند نسبت به عرض جغرافیایی پایین‌تر ریزش بیشتری دارند. در عرضهای بالا هوا سردتر است و این فاکتور سبب ریزش زیاد می‌گردد (۱).

در لوس بانوس بعضی از ارقام وقتی در ماههای سرد درو می‌شوند ریزششان بیشتر می‌باشد. IR8 که در لاترینیداد کشت گردیده در موقع درو در ماه جولای همان مقدار ریزش دارد که در لوس بانوس در ماه ژانویه با درصد ریزش بالا درو فوق العاده مشکل است چون بردن خوشه‌ها سبب ریزش می‌گردد. جابجایی دسته‌های



درو شده در اینحالت فوق العاده مشکل است چون مقدار زیادی از دانه می‌ریزد. مقاومت به ریزش صفت بسیار مهمی است بخصوص با عرض جغرافیایی بالا، چون در این مناطق خوشه یکی-یکی بریده می‌شوند و خشک شده بصورت دسته هایی انبار می‌گردند.

تأثیر مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی حرارت بر روی ریزش شناخته شده نیست بهرحال بین ارقام در مقاومتشان نسبت به ریزش بر اثر سرما تفاوت وجود دارد. برای کشت در مناطق سرد ارقامی که دارای مقاومت به ریزش باشند از اهمیت خاصی برخوردارند.

۱-۱۱ - طول دوره رشد

سرما طول دوره رشد را طولانی می‌کند. این طولانی شدن در محدوده حرارتی ۱۵-۳۲ درجه است در لاترینیداد موقع درو IR8 در مقایسه با لوس بانوس ۷۰ روز به تأخیر می‌افتد در صورتیکه IR8 رقمی است غیر حساس به نور. این تأخیر در رسیدن منحصرأ در اثر سرما می‌باشد. گل دهی خیلی نامنظم است و بآهمبستگی صورت می‌گیرد بهمین جهت در موقع درو هنوز خوشه هایی دیده می‌شوند که تازه از غلاف بیرون آمده‌اند طولانی شدن دوره رشد و یا تأخیر در سرکشیدن بعلت سرما یک دلیل مهم دارد و آن اینست که اگر درجه حرارت از حرارت بحرانی پایین‌تر باشد خوشه دهی بتأخیر می‌افتد. در مناطق معتدله در جاهائیکه برنج فقط یک بار در سال کشت می‌شود ۲ روز یا بیشتر تأخیر در سرکشیدن ممکن است نسبت پوکی زیاد و در نتیجه نقصان محصول گردد. درجه حرارت‌های زیر ایتیمم در طول رشد برنج و یا در ارتفاعات زیاد (که حرارت پایین است) و نیز درجه حرارت‌های بالا در اقلیم‌های خشک و غیره سبب کاهش عملکرد برنج می‌شوند بنابراین از حرارت به دو بخش اثر درجه حرارت پایین و اثر درجه حرارت بالا تقسیم می‌گردد خسارتهای ناشی از درجه حرارت پایین یک مشکل اصلی تولید برنج در کشورهای حاره‌ای و زیر حاره‌ای است برای مثال در نقاطی از شمال هند (که حدود ۱/۸ میلیون هکتار به کشت برنج اختصاص می‌یابد) زمان کوتاه زراعی (وجود طول رویش کوتاه) و نوسانات درجه حرارت بطور نامناسب روی تولید برنج در این نقاط تأثیر می‌گذارند و در مناطق معتدله نیز خسارت ناشی از سرما عامل اصلی محدودکننده رشد برنج و کاهش طول فصل رویش می‌باشد به عنوان مثال در کره درجه حرارت پایین اغلب سبب کاهش عملکرد برنج می‌شود.

در کالیفرنیا نیز خسارت ناشی از سرما عبارتند از (۱۲):

۱ - کاهش رشد گیاهچه و کاهش استقرار بدلیل آب خنک (۱۸ درجه یا کمتر)

۲- عقیمی به دلیل درجه حرارت خنک شبانه قبل از خوشه دهی (کمتر از ۱۵ درجه به مدت ۱۴-۱۰ روز (Rutyer and peterson 1979) لذا به همان نسبت که درجه حرارت محیط در رشد و نمو برنج مؤثر است درجه حرارت آب نیز در رشد برنج اهمیت بسزایی دارد لکن اهمیت درجه حرارت بیش از درجه حرارت آب است.

انواع متداول خسارت وارد ناشی از درجه حرارت پایین عبارتند از: (Kanada and Beachell 1974) (۲)

۱- جوانه زنی ناقص

۲- کاهش رشد و تغییر رنگ گیاهچه‌ها

۳- توقف یا کاهش رشد رویشی بدلیل کاهش ارتفاع یا پنجه

۴- تأخیر در خوشه دهی

۵- خروج پانیکولهای ناقص و غیر کامل

۶- طولانی شدن دوره گل دهی بدلیل خوشه دهی نامنظم

۷- فساد خوشه

۸- رسیدگی نامنظم

۹- عقیمی

۱۰- تشکیل دانه‌های غیر نرمال که این اثرات نهایتاً منجر به کاهش عملکرد می‌گردد.

اثر درجه بالای حرارت برای نقاطی مانند پاکستان و بخشهای حاره‌ای افریقا برای تولید دانه برنج بحرانی است (Sato ۱۹۶۷) درصد بالایی از عقیمی و خوشه‌چهای خالی در گیاه برنج را بدلیل حرارت بالا در مصر گزارش کرده است. در نقاط جنوبی ایران درجه حرارت بالا به همراه شوری، دو مشکل اساسی در تولید برنج محسوب می‌شوند (۱۲). حساسترین مرحله رشد به حرارت زیاد مرحله خوشه دهی یا گل دهی ذکر شده است. (yoshida and sataka 1978) رابطه نزدیکی بین بارور شدن خوشچه، تعداد روزهای قبل و یا بعد از گل دهی، وقتی که گیاه برنج به مدت ۵ روز متوالی در معرض درجه بالای حرارت قرار گیرد وجود دارد در یک تحقیق باروری خوشه‌چه در زمانی که گیاه به مدت ۴ ساعت در درجه حرارت ۳۵ درجه نگه داشته شده و زمانی که ۵۵٪ تقلیل یافته است و زمانی که حرارت به ۴۱ درجه

درجه حرارت بحرانی^۱، حداکثر (نقطه بحرانی حرارت زیاد) وجود دارد. داشتن درجه حرارت روزانه ۳۵-۴۱ درجه سانتی گراد و یا بالاتر در مناطق نیمه خشک و در طول ماههای گرم در مناطق حاره‌ای آسیا امری متداول است. در این نقاط یک رقم حساس به حرارت زیاد، ممکن است عقیمی بالایی در دانه‌ها نشان دهد که عمده این عقیمی بواسطه حرارت زیاد در هنگام گل دهی ناشی می‌شود (Sataka and yoshida 1977) به همین دلیل دو صفت مهم برای تحمل به حرارت زیاد، در ارقام برنج را ریزش خوب دانه‌های گرده و گرده افشانی و لقاح در اوایل صبح می‌دانند (۱۲). حرارت زیاد شبانه نیز برای برنج مناسب نبوده و موجب دیررسی آن می‌شود علت این مسئله آن است که چون تنفس گیاه در شبهای گرم زیاد می‌شود هیدراتهای کربن که در طول روز تشکیل شده‌اند تجزیه و سبب پایین آمدن مقدار محصول می‌گردد.

بطور کلی مقاومت به سرما در اوایل دوره رشد و مقاومت به درجات بالای حرارت در اواسط و یا اواخر دوره رشد از اهمیت زیادی برخوردار است.

۲- رطوبت :

برنج از نظر اکولوژیکی و دامنه زیستی در رابطه با رطوبت در بین گیاهان زراعی دارای خصوصیت منحصر بفردی از نظر روابط با آب است. این گیاه می‌تواند در خاکهای غرقابی و با کمبود اکسیژن رشد کند و با حفرات گازی یا ایرانشیم که در ریشه‌های خود تولید می‌کند و با ارتباط این ایرانشیم‌ها با ایرانشیم‌های برگ و ساقه اکسیژن مورد نیاز برای ریشه‌ها را تأمین می‌کند این موضوع باعث شده است که برنج بتواند در شرایط غرقابی (اراضی پست و غیر غرقابی یا دیم و اراضی مرتفع) رشد کند برنج مخصوص مناطق پست بیشترین تولید را دارد و به خاکهای غیر قابل نفوذ و به عمق آب ۵ تا ۲۰ سانتیمتر نیاز دارد. برنج مناطق مرتفع کاملاً وابسته به بارندگی است و معمولاً عملکردی حدود نصف برنج مناطق پست را دارد و بنظر می‌رسد با پیدایش ارقام مقاوم به خشکی عملکرد آن افزایش یابد.

یکی از مشخصه‌های خاص برنج، وجود ارقام شناور غرقاب می‌باشد. این ارقام با افزایش موقت ارتفاع آب تا ۶ متر ساقه‌های گیاه طویل شده و دانه‌ها روی چنین ساقه‌هایی تشکیل می‌شوند. و عمل اصلی ریشه برنج بسته به سیستمهای مختلف مدیریت آب متغیر است در شرایط آپلند ریشه‌ها باید اول آب را جذب کنند و سپس مواد غذایی را تأمین کنند و در نهایت بخشهای هوایی را حمایت نماید در شرایطی که گیاه برنج در آب کشت می‌شود

۱-Critical temperature

ریشه‌های آن برای تغییر الویت‌ها در طول فصل مورد نیاز است در اوایل ریشه‌ها جهت تأمین آب به عمق نفوذ می‌کنند. در مراحل بعدی با شروع باران‌های موسمی و تأمین آب فراوان ریشه‌ها بعنوان یک لنگرگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. ریشه‌هایی که از گره‌های ساقه خارج می‌شوند و در آب شناور هستند نیز آب و مواد غذایی جذب می‌کنند. ریشه‌های برنج در شرایط غرقابی تحت تأثیر عمل نشاءکاری قرار می‌گیرند. ریشه‌ها باید سریعاً بعد از نشاء رشد خود را باز یابند و مواد غذایی را برای گیاه تأمین کنند جذب آب مسئله‌ای نیست زیرا گیاهچه‌ها در مزارع غرقابی نشاء می‌شوند. در امریکا برنج بصورت کشت مستقیم و در شرایط غرقابی صورت می‌گیرد. البته در قسمتهای جنوبی ایالات متحده کشت برنج ۲ تا ۴ هفته اول رشد آن شبیه شرایط آبلند است. در طول این دوره کوتاه که غرقابی صورت نمی‌گیرد گیاهچه‌ها عمدتاً وابسته به رطوبت موجود خاک می‌باشند. البته در این شرایط ممکن است آبیاری غرقابی نیز صورت گیرد. گیاهچه‌ها یک سیستم ریشه‌ای نسبتاً عمیق جهت تأمین آب و مواد غذایی بوجود می‌آورند. پس از غرقابی یک سیستم گسترده ریشه در نزدیک سطح خاک تولید می‌شود و این ریشه‌ها عمدتاً مواد غذایی را تأمین می‌کنند. در کالیفرنیا برنج بصورت مستقیم در آب کشت می‌شود و یک لایه ۱۰ سانتیمتری آب در طول فصل رشد برای گیاه تأمین می‌شود. در این شرایط ریشه‌ها در نزدیک سطح خاک جهت جذب عناصر غذایی و ایجاد لنگرگاه برای گیاه تشکیل می‌شوند.

همچنین مدیریت آبیاری قرار دادن بذر، اکسیژن موجود و درجه حرارت همه بر جوانه زنی و خروج ریشه موثر هستند ولی اثرات متقابل آنها بسیار پیچیده هستند در یک منطقه خاص عملیات زراعی مناسب آن منطقه بکار گرفته می‌شود. در این بخش تشخیص عوامل خاص مؤثر بر جوانه زنی و اثرات متقابل آنها در مناطق مختلف مورد نظر است.

کوردان بسته به وضع آب خاک دو نوع سبز شدن را مشخص نمود. در خاکهایی که زهکشی خوبی دارند اول غلاف ریشه چه خارج می‌شود ولی در شرایط غرقابی اول غلاف ساقه چه و سپس غلاف ریشه چه خارج می‌شود و جوانه زنی به تأخیر می‌افتد. در شرایط غرقابی اگر اکسیژن کافی باشد جوانه زنی صورت می‌گیرد (۱۸). بدون توجه به غلظت اولیه اکسیژن آب مقدار اکسیژن محلول خاک در ظرف ۳۸ ساعت بعد از غرقابی می‌تواند به صفر برسد. این موضوع با تجربه تولید کنندگان برنج هماهنگی دارد زیرا آنها معتقدند برای اینکه گیاهچه‌ها خوب مستقر شوند بستر بذر قبل از غرقابی باید خشک باشد (خوب تهیه شود) و پس از غرقابی بلافاصله بذریابی با هوایما صورت گیرد. وجود مواد آلی زیاد در خاک باعث افزایش فعالیت‌های تنفسی اجزاء زنده خاک می‌شود و

مصرف اکسیژن را بالا می برد. تجزیه مواد آلی در غیاب اکسیژن می تواند منجر به تشکیل سولفید هیدروژن شده و رشد ریشه ها را متوقف سازد. بدین ترتیب نباید کود سبز را قبل از اینکه وقت کافی برای پوسیده شدن قبل از غرقابی داشته باشد. زیر خاک نمود در اینجا سؤال مطرح می شود که برای استقرار گیاه در شرایط غرقابی آیا آب جاری خوب است یا آب راکد اصولاً در ابتدا تصور می شود که آب جاری بهتر است ولی چپمن و میکلسون مشاهده کردند که مقدار اکسیژن محلول و توزیع روزانه آن در شرایط مزرعه برای آب جاری و راکد یکسان است (۲ تا ۱۸ قسمت در میلیون بسته به زمان در طی روز) (۸). آب گرم اکسیژن محلول کمتری در مقایسه با آب سرد دارد ولی حتی در درجه حرارت حدود ۳۵ درجه سانتیگراد غلظت اکسیژن آب غرقابی برای مدت ۱۵ تا ۱۷ ساعت در طی روز در حد هوای اشباع یا بالاتر از آن بود. هوای اشباع اکسیژن کافی برای جوانه زنی و تشکیل ریشه ها تأمین می کند. البته غلظت اکسیژن محلول در آب راکد در غیاب اکسیژن حاصل از فتوسنتز برای رشد عادی ریشه های جانبی گیاهچه های شناور در آب کافی نیست. رشد جلبک سبز در خصوص گیاهچه های برنج باعث افزایش خالص اکسیژن محلول در آب اطراف گردید (۹).

آب مورد نیاز گیاه در درجه اول از خاک بواسطه عمل جذب توسط ریشه ها تأمین می شود. کمتر از ۵٪ آب جذب شده توسط گیاه مصرف شده و بقیه از طریق تعرق از برگهای گیاه به اتمسفر رفته و هدر می رود. کنترل آب در مراحل اولیه رشد گیاه اثر مهمی روی علفهای هرز دارد حتی با عمق آب ۵ سانتیمتر گراسها بطور جدی کنترل می شوند (۱۲ و ۲).

مجموعه آب هدر رفته در نتیجه تعرق گیاهها و تبخیر سطحی به عنوان تبخیر و تعرق^۱ شناخته شده و مصرف آبی گیاه گویند. میزان نیاز^۲ گیاه برنج به آب بسته به مرحله رشد، طول دوره رشد، نوع خاک و توپوگرافی زمین متفاوت است در اکثر نقاط حاره ای میزان مصرف آب گیاه (Et) در طول فصل مرطوب ۴-۵ میلیمتر و در طول فصل خشک ۶-۷ میلیمتر در روز است که همان نیاز گیاه به آب در روز خواهد بود میزان مصرف آب گیاه (Et) بر اساس تشعشع خورشید توسط Tomar and otooole در سال ۱۹۶۹ اینگونه تخمین زده شد.

$$Et = 0.9 + 1.15RS$$

Et = تبخیر و تعرق (مصرف آب گیاه بر حسب میلیمتر در روز)

RS = تشعشع خورشید (کالری بر سانتیمتر مربع در روز)

و همچنین

$$Et = 1/2 \times EP$$

$$\frac{Et}{EP} = 1/2$$

$EP =$ مقدار تبخیر از تشک تبخیر

نسبت $\frac{Et}{EP}$ بسته به گیاه، عرض جغرافیایی و مراحل رشد گیاه متفاوت بوده و در مرحله نشاء کمترین و در مرحله پنجه زنی و خوشه دهی ماکزیمم است (۱۲).

بعلاوه گیاه در ۲۰ روز قبل از خوشه دهی و تا حدود ۱۰ روز بعد از خوشه دهی به استرس آب حساس است. در این میان نباید رطوبت نسبی را از نظر دور داشت زیرا اثر خشک کنندگی هوا عامل عمده ای است که احتیاجات آبی گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد بعنوان مثال رقم IR20 در شرایط مزرعه در فصل خشک کشت گردید و چهار رژیم تنش بر آن اعمال گردید در حالی که تنش رطوبت نبود (غرقابی دائم) عملکرد ۶ تن در هکتار، در حالی که تنش اولیه اعمال شد (آبیاری برای مدت ۳۰ روز از شروع تشکیل خوشه ها تا درست بعد از گلدهی انجام نشد) عملکرد ۱/۲ تن و بالاخره در حالی که تنش دیر ادامه داده شد (آبیاری بعد از تشکیل خوشه ها انجام نشد) عملکرد ۰/۸ تن در هکتار بود. این موضوع حاکی از آن است که مراحل پنجه زنی و شروع تشکیل خوشه ها به تنش زیاد حساس هستند.

گیاه یک سیستم هدایت کننده آب بین خاک و هوا است. در رطوبت نسبی ۴۷ درصد مجموع اختلافات انرژی آبی که به داخل گیاه وارد می شود و در داخل گیاه و در خارج آن دارد بین ۰/۱ تا ۵ اتمسفر در خاک و حدود ۱۰۰۰ اتمسفر در هوا است. (ریچارد زو وادلیق ۱۹۵۲) (۳).

در آزمایشی ملاحظه گردید که پتانسیل آب ۱۵ سانتی بار برای کاهش عملکرد کافی است (۱۳). قسمتی از کاهش عملکرد ناشی از تنش آب می تواند بعلت تلفات ازت در اثر دنیتریفیکاسیون در شرایط خشکی و رطوبت متناوب باشد. پرادهان و همکاران (۱۹) ملاحظه کردند هنگامیکه پتانسیل آب خاک ۲- سانتی بار یا کمتر بود تعداد پنجه ها کاهش یافت. در شرایطی که حداقل یک غرقابی ۳ سانتیمتری انجام نشد ارتفاع گیاه و وزن خشک بخشهای هوایی کاهش یافت و تا رسیدن پتانسیل آب خاک به ۱۰۰۰- سانتی بار به کاهش خود ادامه داد. شارما و همکاران (۲۰) ملاحظه کردند که با کاهش رطوبت خاک متوسط تعداد برگها در هر گیاه افزایش یافت ولی سطح هر برگ تا حدود ۵۰٪ کاهش یافت و در نتیجه ۶۰ روز پس از نشاءکاری وزن خشک بخشهای هوایی کاهش یافت.

داس و جات) (۱۱) اثر غرقابی، غرقابی متناوب و عدم غرقابی را به تجمع ماده خشک بخشهای هوایی مطالعه کردند و ملاحظه کردند که بجز در طول ۴۰ تا ۱۰۰ روز پس از نشاءکاری که در رفتار غرقابی وزن خشک بخشهای هوایی تا ۱/۳ برابر بیشتر از رفتار غرقابی متناوب یا بدون غرقابی بدون وزن خشک بخشهای هوایی مشابه بود. در آزمایشی که روی رقم IR5 صورت گرفت این رقم که بمدت ۳۴ روز رشد معمولی داشت تحت تنش قرار داده شد. تنش آب باعث ایجاد مقاومت هایی برابر ۶، ۱۰ و ۲۶ ثانیه در هر سانتیمتر شد و این مقاومت ها جذب CO₂ و سرعت فتوسنتز را به ترتیب تا ۴۸، ۱۸ و ۱۲ میلی گرم CO₂ بر دسیمتر مربع در ساعت کاهش داد (۱۷). یکی دیگر از جنبه های تنش آب تجمع پرولین در رابطه با افزایش تنش است. در موردی که تنش از صفر به حالت شدید افزایش داده شد محتوای پرولین در برگهای رقم IR747 B2-6 از ۵۰ به ۷۰۰۰ میکروگرم در هر گرم وزن تازه افزایش یافت. به همین ترتیب با افزایش پتانسیل آب در یک محلول غذایی با استفاده از پلی اتیلن گلیکول مشاهده شد که محتوای پرولین قسمتهای برگ که در محلول هایی با پتانسیلهای صفر، -۲، -۴، -۸، -۱۶- بار قرار داده شد به ترتیب برابر ۶۰، ۵۷، ۸۰، ۱۴۰ و ۱۳۰ میکروگرم در هر گرم وزن تازه بود (۱۸).

رطوبت نسبی اثر قابل ملاحظه ای بر تبخیر و تعرق و بنابراین نیاز آبی گیاهان دارد (۳). در حرارت ثابت، تغییرات رطوبت هوا از طریق تغییر دادن اختلاف فشار بخار^۱ آب بین برگ و هوا بر تعرق اثر می گذارد (کرامر، ۱۹۶۹) رطوبت پایین هوا توأم با حرارت زیاد مشکلات تأمین آب کافی برای گیاهان را افزایش می دهد (۳). رطوبت نسبی به علت تأثیر بر تعرق، یک عامل مهم تعیین کننده راندمان مصرف آب (WUE) به شمار می آید (۳).

رطوبت نسبی زیاد، کمبود رطوبت خاک را جبران و رطوبت نسبی کم، کمبود رطوبت خاک را بیشتر نمایان می سازد (ترانکولینی ۱۹۶۳).

هر چه رطوبت نسبی کمتر باشد تبخیر و تعرق زیادتر و راندمان مصرف آب کمتر خواهد بود در صورتیکه رطوبت خاک کافی باشد رطوبت هوای نسبتاً کم جهت تشکیل بذر در بسیاری از گیاهان زراعی مناسب است. برای مثال وقتی دسترسی به آب خاک محدود کننده نبود تشکیل بذر گندم در رطوبت نسبی ۶۰ درصد نسبت به رطوبت نسبی ۸۰ درصد بیشتر بود. (کمپل و همکاران، ۱۹۶۹) وقتی رطوبت نسبی زیاد است دانه های گرده ممکن است بخوبی از پرچمها جدا نشوند (کافهمن ۱۹۷۲).

رطوبت نسبی در طول دوره زندگی گیاه برنج بخصوص در زمان گل دهی بسیار موثر است (۲۰۱۰) بطوریکه مناسبترین رطوبت هوا برای گل دادن ۸۰ - ۷۰ درصد بوده و رطوبت کمتر از ۴۰٪ و بیشتر از ۹۵٪ گل دهی متوقف می شود (۲). علت توقف گل دهی در رطوبت نسبی زیاد، بدلیل جدا نشدن دانه های گرده از پرچمها و در رطوبت نسبی بسیار کم بدلیل پایدگی^۱ زیاد دانه های گرده و یا کلاله اثر سوننی بر تلقیح (Fertilization) بجای میگذارد. البته در بعضی از مناطق مانند مصر و کالیفرنیا که مقدار رطوبت نسبی خیلی کم است کشت برنج با موفقیت توأم است و نژادهای قابل کشت در این مناطق بخوبی در مقابل کمبود رطوبت مقاومت نموده و رشد می نمایند (۲).

اثرات رطوبت نسبی در مناطق حاره عموماً با اثرات انرژی خورشید و حرارت ترکیب می شود متوسط رطوبت نسبی قبل از برداشت از روندی متضاد با تشعشع خورشیدی برای همان پر بود پیروی می کند (زیرا هر چه تشعشع خورشید و درجه حرارت افزایش یابد میزان رطوبت نسبی کاهش می یابد) بنابراین وجود همبستگی معکوس بین رطوبت نسبی و عملکرد دانه اهمیتی ندارد. افزایش رطوبت نسبی اغلب سبب افزایش و شیوع بیماری بلاست نیز می گردد بر این اساس اثرات بالای رطوبت نسبی اغلب بوسیله رژیم حرارتی شب، که سبب دوره طولانی شبنم میگردد، اختلاط حاصل میکنند (۱۲).

محققین در مرکز بین المللی تحقیقات برنج (۲۲) ملاحظه کردند که از هر ۵ رقم پر برگ ۴ رقم آن که دارای نسبت های کم انتقال نور بودند علائم تنش آب را بروز دادند در حالیکه ارقامی که نسبت های بالای انتقال نور داشتند (ارقامی که پر برگ نبودند و برگ های آنها از نوع ایستاده بود) علائم شدید کمبود آب را بروز ندادند بنابراین بنظر می رسد که برگهای پراکنده شده در مقاومت به خشکی برنج سهمی ندارند. تفاوت وزن خشک برگ ارقام نیز نقشی در تفاوت مقاومت به خشکی آنها ندارد.

شواهد موجود حاکی از آن است که پیچش برگها در واکنش به نقش آب می تواند بعنوان یک خصوصیت مطلوب در مقاومت به خشکی باشد (۱۷). یوشیدا اشاره کرده است که اندازه برگ و شکل آن با مقاومت لایه مرزی ارتباط نزدیک دارد (۲۳). این لایه با افزایش سرعت باد کاهش می یابد و در حرکت و ورود و خروج آب از برگها موثر واقع می شود. بسته به شرایط محیطی و رقم عرض برگهای برنج از ۰/۵ - ۲/۵ سانتیمتر متفاوت است. بنابراین در حالتی که سرعت باد یک سانتیمتر در ثانیه باشد مقاومت لایه مرزی برای برگهایی که ۰/۵ تا ۲

سانتیمتر عرض دارند از $0/92$ تا $1/83$ ثانیه بر سانتیمتر و در حالتی که سرعت باد 100 سانتیمتر در ثانیه باشد از $0/09$ تا $0/18$ ثانیه بر سانتیمتر متفاوت است. چون مقاومت روزنه‌ای برگهای برنج در شرایط بدون تنش بطور متوسط 3 تا 5 ثانیه بر سانتیمتر است، یوشیدا به این نتیجه رسیده که عرض برگ تنها در سرعت های کم باد بر سرعت تعرق موثر است.

زاویه برگ از طریق اثر بر درجه حرارت برگ بر سرعت تعرق موثر است. اگر روزنه ها باز باشند برگهای آویزان دارای درجه حرارت بیشتر و سرعت بیشتر تعرق در مقایسه با برگهای راست میباشند (۲۳). در مواردی که درجه حرارت برگ از حد بحرانی 48 درجه سانتیگراد بیشتر شود سلولهای برگ از بین می‌روند و باعث سوختن آن می‌شوند (۲۳). درجه حرارت زیاد باعث سفید شدن نوک برگها، کاهش پنجه زنی، عقیمی و کاهش پر شدن دانه ها نیز می‌شوند هنگامیکه برنج در معرض تنش $10/8$ - بار قرار گیرد مقاومت روزنه‌ای آن از $2/2$ تا $29/3$ ثانیه بر سانتیمتر افزایش می‌یابد و باعث می‌شود که درجه حرارت برگ افزایش یابد.

۳ - تشعشع خورشید و نور :

با توجه باینکه در ارتباط با این موضوع در بحث‌های دیگر هم مطالبی ذکر شد در اینجا فقط بطور خلاصه مبحث نور و تشعشع خورشید بحث می‌شود.

انرژی قابل استفاده در زمین جهت فتوسنتز را خورشید تأمین می‌نماید به جز انرژی اتمی و احتمالاً انرژی زمینی گرمایی، هر منبع انرژی مورد مصرف بشر به طور مستقیم یا غیر مستقیم نتیجه تابش خورشید است. خورشید یگانه منبع انرژی جهت رشد و نمو گیاهان است. اهمیت انرژی خورشیدی در کشاورزی مناطق حاره‌ای مدتهاست که شناخته شده است (Best 1962) بر اساس روش (Dewlts 1958) متوسط تشعشع روزانه خورشید قابل دسترس در طول فصل سال در مناطق حاره‌ای معادل 1 و $0/5$ برابر کمتر از تشعشع قابل دسترسی در مناطق معتدله مانند ایتالیا، اسپانیا و استرالیا می‌باشد ولی بخاطر وابسته بودن آن به بارندگی، کشاورزانی که برنج دیم کشت می‌کنند در مناطق حاره‌ای زمانی که شدت نور خورشید پایین است باید کشت خود را انجام دهند. (چون آب عامل محدود کننده است) به عبارت دیگر جایی که آب قابل دسترسی باشد برنج در فصول خشک هم می‌تواند کشت شود در چنین شرایطی بواسطه شدت بالاتر تشعشع خورشیدی عملکرد دانه از فصول مرطوب بالاتر خواهد بود ولی چون در این نقاط محدودیت آبی عامل اصلی کاهش عملکرد هست لذا عملکردهای برنج

در فصول مرطوب بالاتر است) (۱۲).

نور زیاد یکی از عوامل مهم باروری برنج است در مناطق با نور کمتر محصول و کیفیت برنج کمتر از مناطق با نور بیشتر است. نور پراکنده نیز سبب می‌گردد که طول بوته برنج بلندتر از حد معمول گردیده ساقه‌ها باریک و برگها نیز کوچک و به رنگ سبز روشن متمایل گردند که در این شرایط جذب ازت کمتر صورت گرفته و مقدار تولید و همچنین سرعت رشد ریشه نیز کاهش یافته و در نتیجه نسبت کربن به ازت (C/N) در اندامهای در خلال رشد برنج کاهش و گیاه حساس به ورس می‌گردد (۲).

در شرایطی که درجه حرارت و آب محدود باشد تشعشع خورشید بر عملکرد برنج بسیار مؤثر است برای مثال در هندوستان و فیلیپین در فصل خشک که آسمان صاف است عملکرد برنج همیشه بیشتر می‌باشد. استانسِل یک دوره ۴۲ روزه بحرانی آفتاب را بصورت ۲۱ روز قبل از خوشه دهی و ۲۱ روز بعد از آن برای برنج در تکزاس مشخص نمود (۲۱). نامبرده اشاره کرد که کاهش طول روز در اواخر تابستان باعث محدودیت عملکرد راتون Ratoon یا عملکرد محصول دوم برنج در تکزاس می‌شود. همچنین دوره بحرانی تشعشع خورشیدی برای برنج از مرحله تشکیل خوشه تا حدود ۱۰ روز قبل از رسیدگی می‌دانند (Stansel, 1975, stonsel etal,) 1965 همبستگی زیادی بین تشعشع خورشیدی و عملکرد دانه برای یک دوره ۴۵ روزه قبل از برداشت (از مرحله خوشه دهی تا رسیدگی دانه) در مناطق حاره‌ای وجود دارد (De data and Zarata 1970) به علاوه وجود یک رابطه نزدیک بین عملکرد دانه و تشعشع خورشید در طول یک دوره ۳۰ روزه از اواخر دوره رشد گیاه توسط Moomaw et. al 1967 گزارش شده است. همچنین در مورد برنج مشخص شده است که تعداد خوشه در هکتار همبستگی ضعیفی با میزان تشعشع دارد. در حالی که تعداد دانه در هکتار تا آخرین مرحله رشد گیاه بشدت نسبت به تشعشع حساس است. البته باید به این نکته نیز توجه داشت که اقلیمهای دارای میزان تشعشع ورودی بالا در صورت عدم وجود امکان آبیاری معمولاً با کمبود آب مواجه خواهند بود که این خود می‌تواند محدود کننده تولید باشد در حالیکه مناطقی که انرژی ورودی به آنها کمتر است وضعیت مطلوبتری دارند.

ضمناً تحقیقات ایری (IRRI) نشان داد افزایش در ماده خشک از هنگام خوشه دهی تا برداشت همبستگی زیادی با عملکرد دانه دارد. (Dedatte etal 1968)

این آزمایشات نشان می‌دهند که مقدار انرژی خورشیدی دریافتی از شروع تشکیل خوشه تا رسیدگی گیاه برای تجمع ماده خشک در طول این دوره اهمیت اساسی دارد این امر ممکن است نتایج Murate 1968، مبنی بر

تجمع نشاسته در برگها و ساقه‌ها در حدود ۱۰ روز قبل از خوشه دهی را تشریح کند (۱۲). تجمع نشاسته در دانه در یک دوره ۳۰ روزه بعد از خوشه دهی وکل پیرو د ۶۰ روزه قبل از رسیدگی، ممکن است به عنوان یک دوره مهم تولید دانه تلقی شود (Murata, 1966, Yoshida and Ahn, 1968).

۴ - طول روز :

به دلیل وجود فتوسنتز در گیاهان زراعی طول روز فاکتور محیطی مهمی محسوب می‌شود. بعلاوه طول روز، مدت دریافت نور بوسیله گیاهان را نیز مشخص می‌سازد. طول روز در واقع زمان بین طلوع تا غروب آفتاب است و بر حسب عرض جغرافیایی و فصل سال تغییر می‌کند. برنج گیاهی روز کوتاه است یعنی انتقال از مرحله رویشی به زایشی در روزهای کوتاه که با نقصان طول روز تسریع می‌شود بوجود می‌آید. در ضمن رقمهایی مانند IR8 نیز می‌باشند که غیر حساس به طول روز (نور) می‌باشند. همچنین برنج نیز مانند سایر گیاهان به یک دوره اصلی رویش گیاه (تعداد روزهای بین کاشت تا گلدهی) یا BVP که همان دوره‌ای که گیاه قبل از اینکه بتواند به تحریک فتوسنتز پاسخ دهد باید پشت سر بگذارد نیاز دارد برای مثال BVP ارقام مختلف برنج از زمان جوانه زنی بین ۱۰ تا ۶۳ روز متغیر بوده و طول این دوره بوسیله دو ژن کنترل می‌شود (۶).

۵ - خاک و عامل مؤثر در آن :

برنج در نقاط مختلف دنیا و در انواع خاکها به عمل می‌آید و از نظر خصوصیت‌های خاک بی تفاوت است برنج در دامنه وسیعی از pH خاک از حدود ۴/۵ - ۸ رشد می‌کند (۱۵، ۱۴، ۱۲، ۱۰ و ۲) ولی مناسبترین pH برای برنج بین ۵/۵ تا ۶/۵ است. برنج معمولاً در خاکهایی که دارای ۴۰-۶۰ درصد رس، همراه با مواد آلی پوسیده و کاملاً حاصلخیز باشند بیشترین محصول را تولید می‌کند بطور کلی بهترین زمین‌ها اراضی لیمون و رسی است چنین خاکهایی بسیار مناسب از نظر نگهداری رطوبت خاک و تهویه بوده و برای این گیاه ضرورت دارد (۱۴، ۱۲، ۱۰ و ۲). بطور کلی برنج احتیاج به تهویه خاک ندارد. به همین دلیل در داخل آب کشت می‌شود ولی باید عمق خاک به اندازه کافی باشد. خاکهای شور برای کشت برنج زیاد مناسب نیست زیرا برنج به نمک حساس است ولی مقاومت گیاه در سنین مختلف در برابر شوری متفاوت است هر قدر برنج پیرتر شود مقاومت آن در مقابل شوری زیادتر می‌شود (۲) آزمایشات مختلف نشان دادند که حداکثر حساسیت گیاه برنج به نمک در مرحله گیاهچه‌ای و گل دهی است (۱۴).

نمک در دوره رشد رویش تعداد پنجه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در مرحله رشد زایش بر روی تعداد

سنبلچه‌ها مؤثر واقع می‌شود. با افزایش شوری گل دهی به تأخیر می‌افتد. حساسیت به شوری علاوه بر مراحل رشد به گونه گیاهی بستگی دارد. بعنوان مثال ارقام IR36 , IR42 به شوری مقاومند (۱۵). پیرسون مقاومت به نمک را در مراحل مختلف رشد برنج بررسی کرده و معتقد است که بر اساس عملکرد دانه هیچ یک از ارقام برنج به شوری مقاوم نیستند. کانن، مگاوا و همکاران (۷)، علت مقاومت بعضی از ارقام برنج به شوری را به وجود نوعی مکانیسم دفع یون نسبت می‌دهند. گوتیاویدادو و برنج را گیاهی نیمه مقاوم به نمک می‌دانند معذالک فاجریا عقیده دارد که بر مبنای کاهش ماده خشک، گونه‌های برنج را می‌توان به مقاوم، نیمه مقاوم و نیمه حساس طبقه‌بندی نمود (۷). یکی از اثرهای سوء شوری بر گیاه کاهش رشد می‌باشد، که اغلب با رنگ پریدگی و سوختگی حاشیه برگ ظاهر می‌شود، کاهش رشد برنج در اثر شوری خاک توسط محققین متعددی گزارش شده است. جاوید و خان کاهش محصول برنج در اثر شوری را نتیجه کاهش رشد می‌دانند. برنشتاین و هایوارد مشاهده نمودند که شوری خاک رشد و نمو قسمت هوایی اکثر گیاهان را بیش از ریشه محدود می‌کند. محققین متعددی گزارش کرده‌اند که شوری خاک باعث برهم زدن تعادل عناصر غذایی برنج می‌گردد. اگر EC خاک ۳ میلی موس بر سانتیمتر یا کمتر باشد برنج کاهش رشد ندارد ولی بازای هر واحد افزایش در شوری (EC) رشد به مقدار ۱۲٪ کاهش می‌یابد (۴).

فاجریا (۷) مهمترین فاکتورهای مؤثر در مقاومت نسبی برنج به نمک را گونه گیاه، درجه حرارت محیط، ترکیب نمک، مرحله رشد و نمو گیاه، سطح شوری، حاصلخیزی خاک و طریقه کشت معرفی می‌نماید.

مس و هفمن (۷) غلظت کل نمکهای محلول و باجوا غلظت سدیم محلول و نسبت جذب سدیم را مجموعاً در کاهش عملکرد برنج مؤثر می‌دانند. هرلر (۷) در یک مطالعه گلخانه‌ای بر روی برنج رقم کالرو تأثیر فشار اسمزی حاصل از نمک محلول را عامل اصلی در کاهش عملکرد برنج می‌دانند، نتیجه مشابهی نیز توسط راتو و همکاران ارائه شده است. بعضی از محققین با کاشت برنج در محیط شور مشاهده کردند که با افزایش شوری، غلظت فسفر و پتاسیم در اندامهای هوایی کاهش یافته حال آنکه غلظت سدیم افزایش می‌یابد، بطوریکه یک همبستگی معنی دار منفی بین میزان سدیم در محلول خاک و رشد قسمت هوایی برنج وجود دارد.

اوتا و تاسو (۷) بین غلظت سدیم و کلر در برگ برنج و میزان این عنصر در محلول خاک رابطه خطی مثبت بدست آوردند. با منوشی و میدا مقدار سدیم اندام هوایی برنج را شاخص مناسبتری جهت ارزیابی مقاومت نسبی برنج به شوری می‌دانند. بررسیهایی که در انستیتو بین المللی تحقیق برنج (IRRI) صورت گرفته نشان می‌دهد که

تأثیر سوء شوری بر برنج در خاکهای فاقد کلسیم و منیزیم در مقایسه با خاکهای گچی بیشتر بوده است. هاتزن و مونز (۷) مشاهده نمودند که کلسیم با جلوگیری از جذب و انتقال سدیم و کلر به اندام هوایی و افزایش جذب پتاسیم، در کاهش اثر سوء شوری مؤثر می باشد.

پالفی (۷) عقیده دارد که سدیم در جذب آمونیوم، سولفات و کلرید در جذب فسفات توسط برنج ایجاد اختلال می نمایند. شارما (۷) معتقد است که شوری خاک باعث کاهش جذب عناصر ضروری مخصوصاً پتاسیم توسط برنج می گردد.

بال و چتویایا و شیموز (۷) مشاهده نمودند که در برنج تأثیر سوء کلرید سدیم بیشتر از سولفات سدیم است، در حالیکه در نیشکر تأثیر سولفات سدیم و در لوبیا تأثیر هر دو نمک مساوی گزارش شده است. مطالعات محدودی در رابطه با اثر شوری بر میزان پرولین و قندهای احیاء کننده در برنج صورت گرفته است، ولی استیوات (۷) عقیده دارد که پرولین یک عامل تنظیم فشار اسمزی در اکثر گیاهان در شرایط شور بحساب می آید. باندیوپانندی و دات گزارش می کنند که با افزایش شوری خاک میزان املاح آلی در برنج افزایش می یابد. اسوتسپار میرکدو مشاهده نمودند که کلرید سدیم سبب افزایش غلظت پرولین در برنج می شود و مقاومت برنج به شوری را به توانائی تطابق اسمزی گیاه در جذب منظم یون از محیط شور نسبت می دهند. ونگ و سایرین (۷) تراکم پرولین در گیاه برنج را با زیادی سدیم مرتبط می دانند.

منابع مورد استفاده:

- ۱ - اشراقی، احمد ۱۳۶۶. اثر سرما در رشد و نمو گیاه برنج نشریه شماره ۱۶ مرکز اسناد و مدارک علمی و تحقیقاتی کشاورزی
- ۲ - خدآبنده، ناصر ۱۳۶۸. زراعت غلات، انتشارات مرکز نشر سپهر - تهران
- ۳ - سرمدنیا، غلامحسین و عوض کوچکی، ۱۳۶۶ - جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۴ - عرفانی، رحمان ۱۳۷۴. بررسی اثرات ازت و تاریخ کاشت نشاء بر روی رشد و عملکرد برنج. پایان نامه فوق لیسانس دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۵ - کوچکی، عوض، حسینی، محمد و نصیری محلاتی، مهدی ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد
- ۶ - کوچکی، عوض - نصیری محلاتی، مهدی ۱۳۷۵. اکولوژی گیاهان زراعی (جلد اول) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد
- ۷ - نتایج بررسی و مطالعه اثر شوری آب آبیاری در عملکرد ارقام مختلف برنج، ۱۳۷۶ - مؤسسه تحقیقات خاک و آب - نشریه فنی شماره ۷۳۹

8 - Chapman, A.L. and D.S. Mikkelson, 1963. Crop sci. 3, 392-397

9 - Chapman, A.L. and M.L. Petersen, 1962. Crop sci. 2, 391-395.

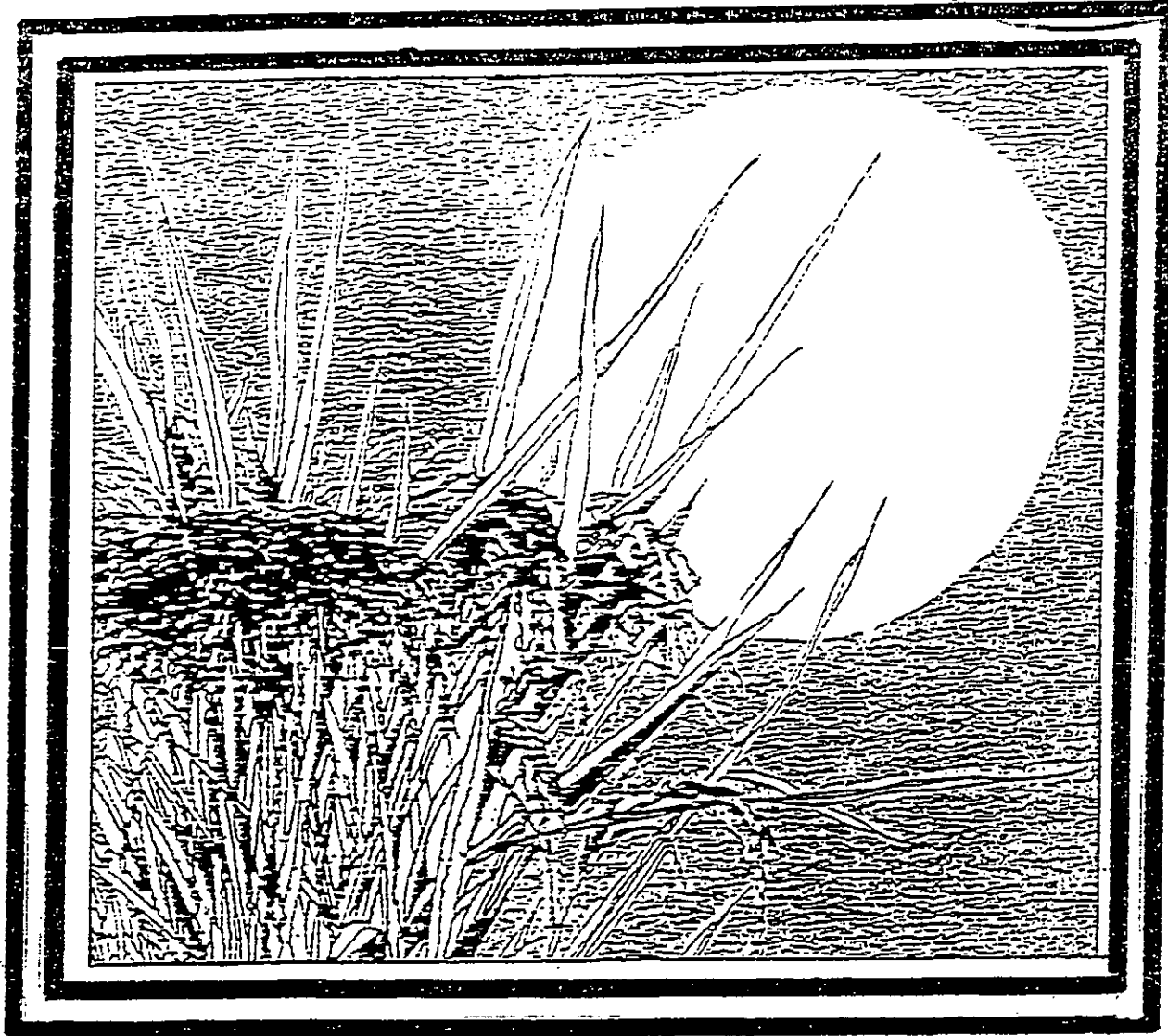
10 - Chatterjee, B.N. and S. Maiti, 1985. Principles and practices of rice growing.

11 - Das, D.K. and R.L. Jat, 1977. Agron, J. 69(2). 197-200.

12 - Dedatta, S.K. 1981. Principles and practices of rice production. International rice research Institute. The Philippines.

13 - Dedatta, S.K. W.P. 1975. Ability, and G.N. Kalwar, Water management in Philippines irrigation system: Research and operations, IRRI, Losbanos, Philippines. pp. 19-36.

- 14 - Grist, D.H.1986.Rice (Sixth edition)
- 15 - Gustafson, J.P.1984. Gene manipulation in plant improvement .(16 th stadler genetics symposium)
- 16 - IRRI, Annual Report, IRRI, Los Banos, philippines, 1973, pp.55.
- 17 - IRRI, Annual Report, IRRI, Los Banos, philippines, 1973, pp.52-53.
- 18 - Kordan, H.A. 1974. J. Appl. Ecol. 11(2),685-690.
- 19 - Pradhan S.K. , S.B. Varada, and S. Kar,1973. plant Soil 38(3),501-507.
- 20 - Sharma B.M., M.S. Gangwar, and B.P. Childyal,1975. El Riso 24(1).31-35.
- 21 - Raney F.C.1959. Calif rice res. Symp. Proc. Albany, Calif., pp.20-23, through T.H. Hohanson and M.D. Miller, rice in the united state: Varieties and production Agric, Handbook No.289. USDA
- 22 - Stansel J.W.1975. Effective utilization of sunlight in six decades of rice research in texas, Res. Monogr.4, Texas Agric.Exp. Stn., college station, texas. pp .43-50
- 23 - Yoshida S. 1975. factors that limit the growth, in major research in upland rice, IRRI, Los Banos philippines, pp.46-71.



انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور - معاونت مازندران - آمل

۱۹۷۱