به نام خدا

با یاد

خدا

براي خدا

دانشکده کشاورزی
گروه زراعت و اصلاح نباتات

ارزیابي تحمل خشکي در ژنوتیپ هاي برنج
(*Oryza sativa* L.)

اساتید راهنما:
دکتر مجید شکرپور
دکتر علی مومنی

استاد مشاور:
مهندس رحمان عرفانی مقدم

توسط
فاطمه عرفانی مقدم

دانشگاه محقق اردبیلی
بهار ۱۳۸۹

تقديم به

پدر و مادرم

دو نمونه ايثار و مهرباني

و عمري...
آنچه كه در دل بود
اظهار آن مشكل بود

تقدير و تشكّر
قال المعصوم(ع) :
«من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق»
كسي كه از خلق خدا سپاسگزاري نكند، خداي را سپاس نخواهد گذاشت.
حمد و سپاس خداي را كه آغاز همه اوست و انجام همه نيز بدو. و درايت آغاز و انجام همه اوست. اوست كه هر نهاني در نظرش عيان و هر غيبي در كنف علم او مي كند به شهادت اذعان.
لازم مي دانم از اساتيد راهنماي بزرگوار ، آقايان دكتر مجيد شكرپور و دكتر علي مومني كه مرا در تهيه و تدوين اين رساله ياري نموده و با نقطه نظرات ارزشمند خود گره از

مشكلاتم برداشته‌اند و طريق تحقيق را بر بايسته هاي علمي

نام خانوادگي دانشجو: عرفاني مقدم نام: فاطمه

برايم آشكار نمودند، سپاسگزاري نمايم. همچنين از استاد مشاور آقاي مهندس عبدالرّحمن عرفاني كه ضمن راهگشايي‌ها و هموارکردن مسير اجراء تحقيق مرا در ادامه فعّاليت، مشوق راه بوده‌اند صميمانه تشكّر نمايم. از آقايان دكتر سيد سيامك علوي‌كيا و دكتر اميد سفاليان كه زحمت بازخواني و نقد پايان‌نامه را تقبل كرده‌اند كمال تشكر را دارم. از معاونت محترم موٴسسه برنج كشور، جناب آقاي مهندس مهدي نصيري و همكارانش كه در اجراي اين رساله از هيچ كمكي دريغ نكردند و تمام مساعي خود را در اجراي درست اين پژوهش بكار گرفته‌اند، بسيار سپاسگزارم و نيز لازم مي دانم از خانم‌ها رعنا عرفاني، نرگس عرفاني و آقاي مهندس احمد عرفاني و همه كساني كه مرا در اجراي اين رساله يار و مددكار بودند، كمال تشكّر را نمايم. همچنين از همه اساتيد، معلمان و دوستان دوران تحصيلم كه راهنما و همراه راهم بودند بسيار سپاسگزارم.

حقّا كه پاس داشتن زحمات ديگران موجب استمرار ارتباط و حيات است.

الهي تو در ازل ما را برگرفتي و كسي نگفت كه بردار، اكنون كه بر گرفتي نه بگذار، و در سايه لطف تو خود ميدار.

فاطمه عرفاني
ارديبهشت ۱۳۸۹

عنوان: ارزيابي تحمل خشكي در ژنوتيپ هاي برنج (*Oryza sativa* L.)

اساتيد راهنما: دكتر مجيد شكرپور- دكتر علي مومني
اساتيد مشاور: مهندس رحمان عرفاني مقدم

مقطع تحصيلي: كارشناسي ارشد رشته: اصلاح نباتات
گرايش: اصلاح نباتات
دانشگاه: محقق اردبيلي تاريخ فارغ التحصيلي: ۱۳۸۹/۲/۱۱ تعداد صفحه: ۱۰۶

واژه هاي كليدي: برنج، تحمل خشكي، تجزيه به عاملها، ، تجزيه خوشه اي، شاخصهاي گزينش

چكيده

به منظور بررسي تحمل خشكي واريته هاي مختلف برنج آزمايشي در سال زراعي ۱۳۸۷ درمركز تحقيقات برنج معاونت مازندران (آمل) در شرايط مزرعه بصورت طرح كرتهاي خرد شده در قالب طرح بلوك كامل تصادفي با دو تكرار در سه سطح تنش خشكي (عدم تنش(شاهد)، تنش در مراحل رويشي و زايشي) انجام شد. نتايج تجزيه واريانس نشان داد كه ژنوتيپها در همه صفات مورد مطالعه، شاخصهاي مقاومت به خشكي در كليه سطوح در سطح احتمال ۱% اختلاف معني داري داشتند. ژنوتيپهاي كادوس، ۱۵ و شفق در سطح شاهد، ژنوتيپهاي ساحل و كادوس در تنش مرحله زايشي و ژنوتيپ-هاي درفك، تابش و نعمت در تنش مرحله رويشي برترين ژنوتيپها از نظر عملكرد دانه بودند. از نظر شاخصهاي مقاومت به خشكي ژنوتيپهاي دانيال، نعمت و ساحل ژنوتيپهاي متحمل و ژنوتيپهاي دمسياه و ۳۰ حساس به تنش در هر دو مرحله رشدي گياه بودند. در تجزيه به عاملها براي صفات مورفولوژيك سه عامل اول بيشترين سهم (۶۵/۹%) را در توجيه تغييرات دادهها داشتند. بر اين اساس تابش، دانيال،كادوس، ۸۶۰۸، ساحل، نعمت، ۸ و ندا برترين و دمسياه و ۳۰ حساسترين بودند. تجزيه خوشه اي در هر سه سطح آبياري ژنوتيپهاي را در سه گروه قرار داد كه ارقام كادوس، ۸ و نعمت در هر سه شرايط آبياري در گروههايي قرار گرفتند كه عملكرد دانه بيشتري نسبت به بقيه ژنوتيپها داشتند. اين نتايج حاكي از آن است كه اين ژنوتيپها ثبات عملكرد بهتري در محيطهاي مختلف داشتند. در اين مطالعه بين ارقام مورد بررسي تنوع ژنتيكي خوبي از نظر كليه صفات مورد بررسي مشاهده گرديد. بنابراين ميتوانند به عنوان منبع ژنتيكي در برنامه هاي گزينش و اصلاح براي مقاومت به خشكي در برنج مورد استفاده قرار گيرند.

فهرست مطالب

۱- مقدمه و مروري بر تحقيقات گذشته ۲
۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- مروري بر تحقيقات گذشته ٤
۱-۲-۱- برنج وگياهشناسي آن ٤
۱-۲-۲- اكوسيستمهاي كشت برنج ٤
۱-۳- تنش ٥
۱-۳-۱- تنش خشكي ٦
۱-۳-۲- تنش خشكي در برنج ۷
۱- ۳- ۲- ۱- انواع خشكي در برنج.....
.....
۷
۱- ۳- ۲- ۲- تاثير خشكي بر صفات مورفوفيزيولوژيكي موثر بر عملكرد دانه برنج.....۹
۱-۳-۳- مكانيزمهاي مقاومت به خشكي ۱۰
۱-٤- صفات مرتبط با مقاومت به خشكي ۱۳
۱-٥- روشهاي اندازه گيري تنش خشكي ۱٥
۱-٦- شاخصهاي مقاومت به خشكي ۱٦
۱-٦-۱- شاخص پاسخ به خشكي(DRI) ۱۷
۱-٦-۲- شاخص ميانگين حسابي عملكرد(MP)..... ۱۷
۱-٦-۳- شاخص ميانگين هندسي عملكرد(GMP)..... ۱۷
۱-٦-٤- شاخص تحمل(TOL)..... ۱۸
۱-٦-٥- شاخص تحمل تنش(STI)..... ۱۸
۱-٦-٦- شاخص حساسيت به تنش(SSI)..... ۱۹
۱- ٦- ۷- شاخص ميانگين هارمونيك (HM) ۱۹
۱-۷- مطالعات مقاومت به خشكي در برنج ۲۰
۱-۸- هدف و ضرورت تحقيق ۲٤
۲- مواد و روش تحقيق..... ۲٦
۲-۱- موقعيت جغرافيايي و زمان اجراي آزمايش ۲٦
۲-۲- ويژگيهاي آب و هوايي منطقه ۲٦
۲-۳- مواد گياهي و نوع طرح آزمايشي ۲۷
۲-٤- مراحل اجراي آزمايش ۲۷
۲-٥- صفات مورد مطالعه ۲۸
۲- ٦- تجزيه آماري داده ها ۲۹
۳- نتايج و بحث.....
.....
.....۳۲
۳-۱- تجزيه واريانس داده ها ۳۲
۳- ۲- مقايسه ميانگين داده ها ۳٤
۳-۲- ۱-تاثير خشكي روي صفات مورد مطالعه ٤۲
۳-۳- بررسي پارامترهاي ژنتيكي در صفات مورد بررسي ... ٤٦
۳-٤- همبستگي‌هاي فنوتيپي ٤۹
۳-٥- ارزيابي ژنوتيپ‌ها بر اساس شاخص‌هاي مقاومت به خشكي٥٥

۳-٦-تجزیه به عاملها براي صفات مورفولوژیک ۷۲
۳- ۷- تجزیه خوشهاي ارقام مورد مطالعه بر اساس صفات مورفولوژیک ۷۷
نتیجه‌گیري کلي..... .... ۹۱
پیشنهادات..... .... ۹۳
منابع مورد استفاده..... .... ۹٤

فهرست جداول

جدول ۲- ۱- اطلاعات هواشناسي مربوط به ٦ ماهه اول سال زراعي ۱۳۸۷..... ۲٦
جدول۳- ۱- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی در ارقام برنج مورد مطالعه ۳۳
جدول۳- ۲- تجزیه واریانس صفت عملکرد بیولوژیک در ارقام برنج مورد مطالعه ۳٤
جدول ۳-۳- مقایسه میانگین ژنوتیپها از نظر صفات مورفولوژیک مورد بررسي ۳٥
جدول ۳-٤- مقایسه میانگین سطوح تنش ۳۷
جدول ۳- ٥- درصد کاهش میانگین صفات در اثر تنش خشکي . ٤٥
جدول ۳- ٦- برآورد اجزاي واریانس، ضرایب تنوع و وراثت پذیري عمومي صفات مورد مطالعه ٤۸
جدول ۳- ۷- همبستگي فنوتیپي صفات در شرایط شاهد ٥۲
جدول ۳- ۸- همبستگي فنوتیپي صفات در تنش مرحله رویشي ٥۳
جدول ۳- ۹- همبستگي فنوتیپي صفات در تنش مرحله زایشي ٥٤

جدول ۳-۱۰- تجزیه واریانس شاخص‌هاي مقاومت به خشکي و عملکرد تحت تنش مرحله رویشي ۵۹
جدول ۳-۱۱- تجزیه واریانس شاخص‌هاي مقاومت به خشکي و عملکرد تحت تنش مرحله زایشي ۵۹
جدول ۳- ۱۲- مقادیر شاخص‌هاي مقاومت به خشکي در تنش مرحله رویشي ۶۰
جدول ۳- ۱۳- مقادیر شاخص‌هاي مقاومت به خشکي در تنش مرحله زایشي ۶۲
جدول ۳- ۱۴- ضرایب همبستگي بین شاخص‌هاي مقاومت به خشکي و عملکرد تحت تنش مرحله رویشي ۶۴
جدول ۳- ۱۵- ضرایب همبستگي بین شاخص‌هاي مقاومت به خشکي و عملکرد تحت تنش مرحله زایشي ۶۵
جدول ۳- ۱۶- مقادیر ویژه و بردارهاي حاصل از تجزیه به مولفه هاي اصلي براي شاخص‌هاي مقاومت به خشکي در شرایط تنش مرحله رویشي ۶۸
جدول ۳- ۱۷ - مقادیر ویژه و بردارهاي حاصل از تجزیه به مولفه هاي اصلي براي شاخص‌هاي مقاومت به خشکي در شرایط تنش مرحله زایشي ۶۸
جدول ۳- ۱۸ - ماتریس ضرایب عامل‌ها بعد از چرخش واریماکس ۷۵
جدول ۳- ۱۹ - تجزیه چند متغیره بر اساس گروه‌هاي حاصل از تجزیه خوشه‌اي صفات مورفولوژیک در سطوح مختلف آبی.....
.....
.....۸۴
جدول ۳- ۲۰ - میانگین، انحراف از میانگین کل، درصد انحراف از میانگین کل و انحراف استاندارد میانگین‌ها در سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌اي براي صفات مورفولوژیک ژنوتیپ‌هاي برنج در تنش مرحله رویشي ۸۵
جدول ۳- ۲۱ - میانگین، انحراف از میانگین کل، درصد انحراف از میانگین کل و انحراف استاندارد میانگین‌ها در سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌اي براي صفات مورفولوژیک ژنوتیپهاي برنج در تنش مرحله زایشي ۸۷
جدول ۳- ۲۲ - میانگین، انحراف از میانگین کل، درصد انحراف از میانگین کل و انحراف استاندارد میانگین‌ها در سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌اي براي صفات مورفولوژیک ژنوتیپ‌هاي برنج در شرایط شاهد ۸۹

فهرست اشكال

شكل ١- ١- اكوسيستم هاي كشت برنج (IRRI, 1984).....
.....٥
شكل ١-٢- علل كاهش عملكرد برنج (ويداسكي و اتول، ١٩٩٠).....
.....٧
شكل ١-٣- اجزاي تاثيرگذار بر عملكرد تحت شرايط تنش خشكي (فوكاي و كوپر، ٢٠٠١) ١٣
شكل ١-٤- ارتباط ميان صفات اوليه، ثانويه، صفات تركيبي مربوط به مقاومت خشكي، صفات تركيبي گياه و صفات مربوط به فنولوژي (كاموشيتا وهمكاران، ٢٠٠٨) ١٥
شكل ٢-١- ميزان بارندگي و متوسط درجه حرارت در فصل كشت برنج در سال ١٣٨٧ ..... ٢٧
شكل ٢-٢- نمايي از مزرعه آزمايشي در روز دوم پس از نشا٢٨
شكل ٣-١- نمودار تغييرات ژنوتيپها از نظر عملكرد در بوته در شرايط شاهد، تنش مرحله رويشي، تنش مرحله زايشي .. ٣٩
شكل ٣- ٢- نمودار تغييرات ژنوتيپها از نظر تعداد دانه در خوشه در شرايط شاهد، تنش مرحله رويشي، تنش مرحله زايشي.....
.....
.....٤٠
شكل ٣- ٣- نمودار تغييرات ژنوتيپها از نظر ارتفاع بوته در شرايط شاهد، تنش مرحله رويشي، تنش مرحله زايشي .. ٤١
شكل٣- ٤- نمودار سه بعدي جهت تعيين ارقام مقاوم به خشكي بر اساس شاخص GMP..... ٦٦
شكل ٣- ٥- نمودار سه بعدي جهت تعيين ارقام مقاومت به خشكي بر اساس شاخص STI..... ٦٧

شکل۳- ٦- نمودار اسکري در تجزيه مولفه ها در تنش مرحله رويشي..... ٦٩..
شکل۳- ۷- نمودار اسکري در تجزيه مولفه ها در تنش مرحله زايشي..... ٦٩....
شکل۳- ۸- نمودار باي پلات شاخص هاي تحمل به خشکي بر اساس اولين و دومين مولفه اصلي براي تنش مرحله رويشي..... ....۷۰
شکل۳- ۹- نمودار نمودار باي پلات شاخص هاي تحمل به خشکي بر اساس اولين و دومين مولفه اصلي براي تنش مرحله زايشي .۷۰
شکل ۳- ۱۰- نمودار پراکنش ژنوتيپها بر اساس مولفه اول و دوم در تنش مرحله رويشي ۷۱
شکل ۳- ۱۱- نمودار پراکنش ژنوتيپها بر اساس مولفه اول و دوم در تنش مرحله زايشي ۷۱
شکل ۳- ۱۲- نمودار اسکري نشان دهنده وضيعت عاملهاي بزرگتر از يک ۷٦
شکل ۳- ۱۳- نمودار سهبعدي پراکنش رقمها بر اساس سه عامل اول ۷٦
شکل ۳- ۱٤- گروهبندي ژنوتيپهاي برنج بر اساس صفات مورفولوژيک به روش وارد در شرايط تنش مرحله رويشي. . ۸۱
شکل ۳- ۱٥- گروهبندي ژنوتيپهاي برنج بر اساس صفات مورفولوژيک به روش وارد در شرايط تنش مرحله زايشي .. ۸۲
شکل ۳- ۱٦- گروهبندي ژنوتيپهاي برنج بر اساس صفات مورفولوژيک به روش وارد در شرايط تنش مرحله شاهد ... ۸۳

فصل اول
مقدمه و مروري بر تحقيقات گذشته

۱- ۱- مقدمه

از زماني كه انسان پا به عرصه وجود نهاد از عملي غير آگاهانه تا عملي آگاهانه و هدفدار كه خداوند عليم در او به وديعه گذاشته است براي رفع گرسنگي و بقاي خويش همواره كوشيده است و هر بار كه نيرويي فزونتر يافته، گام هاي بلندتري در جهت رفع نياز خويش برداشته است تا جايي كه از خاك به افلاك و از ثري به ثريا گام نهاد. اكثريت مردم جهان در شرايطي زندگي مي‌كنند كه اغلب اوقات آن را مي‌توان شرايط زندگي توأم با ناكامي ناميد. براي بيشتر اين مردم گرسنگي دور از انتظار نبوده و كمبود غذا هميشه محتمل، و فراواني آن يك رويياست. هر روز هزاران نفر از

مردم جهان در اثر سوء تغذيه و يا گرسنگي تلف مي شوند. در سال ۱۹۶۳ رئيس جمهوري وقت آمريكا، كندي، در سخنراني خود در كنگره جهاني تغذيه بر جدي بودن مسئله غذا در جهان چنين تاكيد مي‌كند: " نبرد بر عليه گرسنگي بشر در واقع نبرد براي آزادي است. هيچ نيرويي در دنيا بدين اهميت نيست زيرا صلح و پيشرفت در جهاني كه نيمي از افراد آن نيم سير و نيمي ديگر گرسنه هستند ميسر نيست". جواهر لعل نهرو نخست وزير فقيد هند نيز بر اين مسئله چنين تاكيد مي‌كند :" مسخره است كه با انسان در حال مرگ از فرهنگ سخن بگويي. گرچه در عمل علوم و فنون كشاورزي ظرفيت آن را دارد كه براي مردم دنيا فراواني به ارمغان آورد ليكن نبرد عليه گرسنگي ساليان دراز حتي نسل ها ادامه مي‌يابد". نياز جهاني به كشاورزي بويژه توليد مواد غذايي به طور روزافزون بيشتر مي‌گردد. پيش‌بيني نزديك شدن جمعيت كره زمين به مرز ۱۰ ميليارد نفر تا نيمه قرن حاضر، نياز فوق را روشن‌تر مي‌سازد. افزايش توليد از طريق گسترش سطح زير كشت و يا افزايش توليد در واحد سطح امكان‌پذير مي‌باشد. نظر به محدوديت اراضي قابل كشت و منابع آبي قابل استفاده، توجه به امر پژوهش در اصلاح و توسعه گياهان برتر از نظر بازده كمي و كيفي و روش‌هاي مديريتي مطلوب در جهت حفظ و ايجاد تعادل بين توليد و نياز مواد غذايي از اهميت ويژه‌اي برخوردار است. ميزان توليد گياهان تحت تاثير روابط پيچيده بين گياه و محيط قرار مي‌گيرد (براي، ۱۹۹۷). تخمين زده مي‌شود جمعيت جهان در سال ۲۰۳۰ به ۸/۹ ميليارد نفر برسد بنابراين كشاورزي بايد پاسخگوي تامين غذاي اين جمعيت رو به رشد باشد (فائو، ۲۰۰۲).

برنج پس از گندم دومين غله مهم و غذاي اصلي بيش از يك سوم جمعيت جهان است (ديويد، ۱۹۹۱). بيش از ۹۰ درصد برنج جهان در آسيا توليد و مصرف مي‌شود كه ۶۰ درصد جمعيت جهان در آن زندگي مي‌كنند (كاش، ۱۹۹۷). توليد برنج جهان در سال ۲۰۰۷، ۶۵۰ ميليون تن بوده است كه از اين مقدار ۳/۵ ميليون تن در ايران توليد شده است. براي تامين تقاضاي برنج در سال ۲۰۲۵، توليد آن بايد به ۸۵۰ ميليون تن در

جهان برسد (فائو، ۲۰۰۷). ايران با بارش متوسط ۲۴۰ ميليمتر در سال، در زمره مناطق خشک و نيمه‌خشک جهان طبقه‌بندي مي‌شود (زينالي خانقاه و همکاران، ۱۳۸۳). خشکي از عمده خطرات جدي براي توليد موفق محصولات زراعي بخصوص برنج در جهان است که مي‌تواند در هر زمان طي فصل رشد رخ دهد. اين گياه سازگاري نسبتاً کمي به شرايط محدوديت آبي دارد و به شدت به کمبود آب حساس است (لفيت و همکاران،۲۰۰۴). از اينرو، پايداري و بهبود عملکرد در شرايط تنش آبي از اهداف مهم به‌نژادي برنج محسوب مي‌شود. بهبود ژنتيکي عملکرد تحت تنش خشکي، در عمل مشکلات زيادي را براي به‌نژاد گران فراهم کرده است. مهمترين مساله، شناسايي ژنوتيپ‌هايي است که از عملکرد خوبي در شرايط کمبود آب برخوردار باشند.

۱- ۲- مروري بر تحقيقات گذشته

۱- ۲- ۱- برنج وگياهشناسي آن

برنج گياهي است از خانواده غلات و با نام جنس *Oryza* كه داراي دو گونه مهم زراعي مي‌باشد. گونه *Oriza glaberrima* كه از غرب آفريقا منشا گرفته و در همان مناطق نيز رشد مي‌كند وگونه *Oriza sativa* كه منشا آن آسيا بوده و رشد آن در همه كشورها امكان‌پذير است (كاش، ۱۹۹۷). در حال حاضر به دليل عملكرد كم، مشكلات مربوط به خرمن‌كوبي و آسياب كردن *O. glaberrima* تقريباً بطور كامل با *O. sativa* جايگزين شده است (لاينازر، ۲۰۰۲).

۱- ۲- ۲- اكوسيستم‌هاي كشت برنج

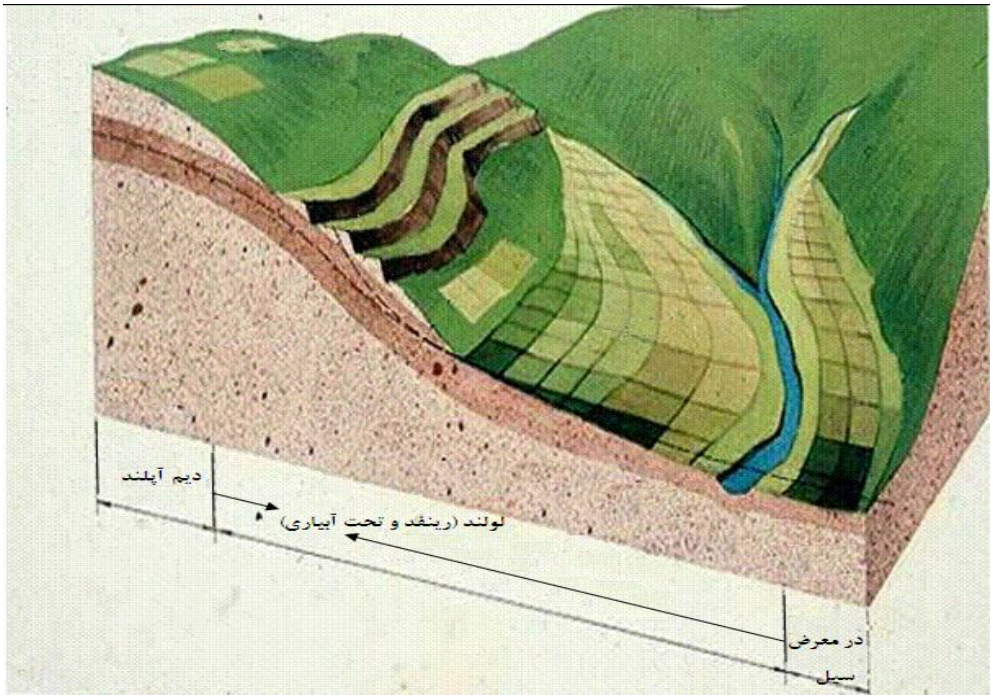
برنج در شرايط رشدي متفاوتي رشد مي‌كند. پولمن و اسليپر (۱۹۹۵) اكوسيستم‌هاي كشت برنج را به چهار گروه طبقه بندي كردند (شكل ۱-۱ (IRRI[1], 1984)):

- كشت تحت آبياري[۲]
- كشت ديم لولند[۳]
- كشت ديم آپلند[٤]
- كشت در معرض سيل و غرقاب[٥]

كشت لولند شامل دو نوع كشت تحت آبياري و كشت ديم لولند مي‌باشد. تقريباً ۵۵ درصد مناطق زير كشت برنج تحت آبياري هستند و ۷۵ درصد توليد برنج از اين مناطق بدست مي‌آيد. مناطق ديم لولند ۱۷ درصد از توليد برنج دنيا را بر عهده دارند. در اين مناطق كشت در اراضي پست انجام مي‌شود و آبياري آن از طريق نزولات جوي يا بالا آمدن آب رودخانه‌ها صورت مي‌گيرد. ۱۲ درصد از مزارع زير كشت برنج جهان در گروه اكوسيستم آپلند يا ديم قرار مي‌گيرند. آب مورد نياز اين نوع كشت از طريق بارندگي تامين مي‌شود.

---

[1]- International Rice Research Institute 2- irrigated [3]- rainfed lowland [4]- rainfed upland
[5]- deep-water



شکل ۱- ۱- اکوسیستم‌هاي کشت برنج (IRRI, 1984)

خاك اين مناطق به طور طبيعي از زهكشي خوبي برخوردار است و قادر به نگهداري آب نيستند. مناطق آپلند ۴/۵ درصد از توليد برنج جهان را بر عهده دارند. برنج در اكوسيستم در معرض سيل و غرقاب در دلتاهاي رودخانه‌هاي جنوب و جنوب شرقي آسيا كشت مي‌شوند كه ۸ درصد از اراضي برنج به اين نوع كشت اختصاص دارد. به طوري كه ۳/۵ درصد توليد برنج دنيا را بر عهده دارند. عمق آب ايستابي در اين سيستم بين ۵۰ سانتيمتر تا بيش از ۳ متر روي سطح خاك متغير مي‌باشد .

۱- ۳- تنش

به هر عاملي كه مراحل متابوليك طبيعي يك گياه را متوقف كند يا به طور زيان آوري تسريع نمايد تنش گفته مي‌شود (گوير و همكاران، ۱۹۹۶). لويت (۱۹۸۰) تنش را نتيجه روند غيرعادي فرآيندهاي فيزيولوژيكي دانست كه از تاثير يك يا تركيبي از عوامل زيستي و محيطي حاصل مي‌شود. تنش داراي توان آسيب رساني است كه بصورت نتيجه يك متابوليسم غير عادي روي داده و ممكن است به صورت افت رشد، مرگ كامل گياه و يا مرگ بخشي از گياه بروز كند

(جهان بين، ۱۳۸۲). لويت (۱۹۸۰) اين عوامل محدودكننده رشد گياه را تنش‌هاي محيطي ناميد و آن‌ها را به دو دسته تنش‌هاي زيستي و غير زيستي تقسيم نمود. نشان داده شده است كه تنش‌هاي محيطي موجب كاهش عملكرد تا ۷۰ درصد در مقايسه با شرايط مطلوب مي‌شوند (بوير، ۱۹۸۲). از اين‌رو ثبات و پايداري عملكرد در مقابل تغييرات محيطي از با ارزش‌ترين صفات اصلاحي به شمار مي‌رود.

۱- ۳- ۱- تنش خشكي

خشكي يكي از مهمترين تنش هاي غير زنده در توليد موفق محصولات زراعي در سراسر جهان بخصوص كشورهاي در حال توسعه از جمله ايران است. كرامر (۱۹۸۰) خشكي را به عنوان نبود يا كمبود رطوبت در مراحل حساس رشد گياه تعريف نموده است. ويتز (۱۹۷۱) خشكي را دوره‌اي كه كمبود آب چه به صورت حاد چه به صورت مزمن رشد گياه را تحت تأثير قرار مي‌دهد و مانع رشد طبيعي آن مي‌شود، تعريف نمود. گيبس (۱۹۷۵) خشكي را به مفهوم عدم توازن بين عرضه و تقاضاي آب براي گياه تلقي مي‌كند. از نظر يک اصلاح‌گر، به كمبود آب مورد نياز گياه كه موجب كاهش عملكرد مي‌شود و يا يک دوره عدم بارندگي يا آبياري كه رشد گياه را تحت تأثير قرار مي‌دهد خشكي گفته مي‌شود (فوكاي و كوپر، ۱۹۹۵).

اصلاح ژنتيكي براي افزايش تحمل خشكي موضوع بسيار مهمي در اصلاح نباتات بوده و تشخيص و ارزيابي ژنوتيپ‌هاي مقاوم به خشكي، فرايندي بسيار سخت و زمان‌گير است. تحمل خشكي يک خصوصيت پيچيده بوده و ساز و كارهاي ژنتيكي و فيزيولوژيكي مربوط به آن نيز به خوبي شناخته نشده است. همچنين پلي‌ژني[1] بودن اين صفت و كنترل مقاومت به خشكي توسط تعداد زيادي ژن و همچنين وابستگي آن به زمان و شدت تنش و اثرات متقابل ژنوتيپ و محيط[2] آن را در رديف دشوارترين مسايل در مطالعات اصلاحي ژنتيكي قرار داده است (جوردن و همكاران، ۱۹۸۳؛ كيم و همكاران، ۱۹۸۳؛ آنكوندا، ۲۰۰۲). واكنش گياهان به خشكي مجموعه‌اي از تغييرات ژنتيكي، بيوشيميايي و فيزيولوژيكي از قبيل بيان ژن، تجمع

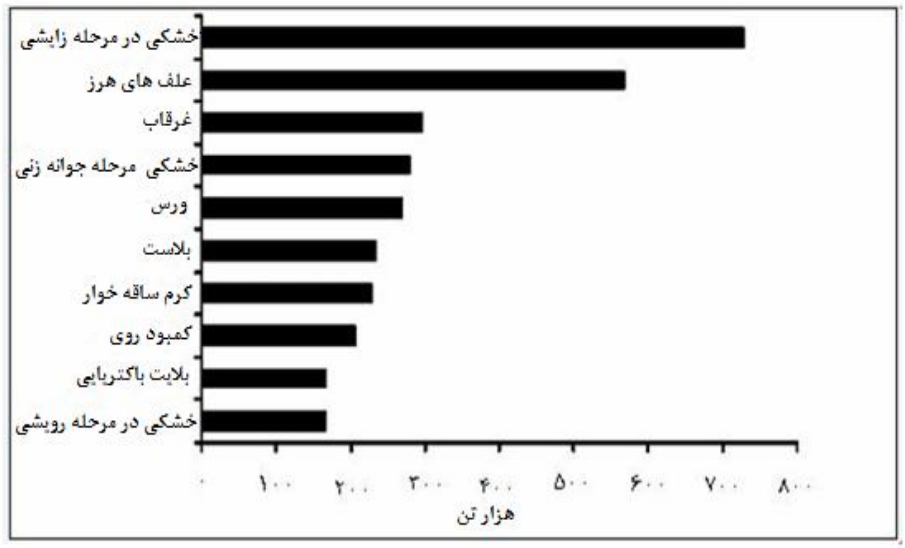
[1]- polygene

[2]- genotype × environment interaction

پروتئين‌هاي اختصاصي، تغيير غلظت يون‌ها و بسته شدن روزنه-ها را شامل مي‌گردد (نگوين و همكاران، ۱۹۹۷).

۱- ۳- ۲- تنش خشكي در برنج

از خصوصيات برجسته تكاملي برنج نيمه‌آبزي بودن آن است به طوري كه اين گياه در حدود ۱/۵۷۸ كيلومتر مكعب در طي دوره رشد خود آب مصرف مي كند. اين مقدار ۳۰ درصد آب شيرين جهان است در نتيجه سازگاري نسبتاً كمي با شرايط محدوديت آبياري دارد و به شدت به تنش خشكي حساس است (لفيت و همكاران، ۲۰۰۴). اهميت نسبي اين مشكل از طريق تجزيه و تحليل پارامترهاي كاهش دهنده عملكرد برنج در شكل (۱-۲) نشان داده شده است (وايداسكي و اتول، ۱۹۹۰). اتول (۲۰۰۴) كاهش جهاني توليد برنج در اثر خشكي را هر ساله ۱۸ ميليون تن گزارش كرده است كه اين مقدار معادل ۴ درصد كل توليد برنج جهان است.



شكل ۱-۲- علل كاهش عملكرد برنج (ويداسكي و اتول، ۱۹۹۰)

۱- ۳- ۲- ۱- انواع خشكي در برنج

با توجه به اينكه خشكي در چه مرحله و چه مدت از رشد گياه رخ دهد فوكاي و همكاران (۲۰۰۱) سه الگوي تنش خشكي

را در برنج ارائه دادند: تنش خشكي ابتدا[1] ، اواسط[2] و انتهاي فصل[3]. تنش ابتداي فصل يا زود هنگام اغلب موجب تأخير در بذر پاشي يا نشا در زمين اصلي مي‌شود. كاهش عملكرد در اثر اين نوع خشكي حداقل است (اين نوع خشكي طي رشد رويشي و بعد از استقرار گياه اما قبل از حداكثر پنجه‌دهي رخ مي‌دهد) و نتيجه آن كاهش در تعداد پنجه است (جونگدي، ۲۰۰۶). غربال ژرم‌پلاسم براي خشكي ابتداي فصل كه طي مرحله رويشي اتفاق مي‌افتد مشكل‌تر است بطوريكه توانايي ژنوتيپ‌ها براي بازيابي از تنش مهمتر از مقاومت به خشكي طي دوره تنش است (فوكاي و همكاران، ۱۹۹۹). اگر خشكي در ابتداي فصل رشد بعد از استقرار گياه رخ دهد توانايي گياه براي بازيابي دوباره از تنش خشكي بعد از شروع آبياري، به مقدار حفظ سطح برگ تحت تنش و ظرفيت پنجه‌دهي بعد از تنش خشكي مرتبط است (لايلي و فوكاي، ۱۹۹۴). خشكي اواسط فصل (كه ميان مراحل پنجه‌دهي و گلدهي اتفاق مي‌افتد) علي‌رغم اينكه علايم خشكي از قبيل لوله‌اي شدن برگ را به طور آشكار نشان نمي‌دهد اما به شدت موجب كاهش عملكرد مي‌شود. كاهش فتوسنتز و گسترش برگ‌ها از پيامدهاي اين نوع خشكي است (فوكاي وهمكاران، ۲۰۰۱). خشكي در مرحله پنجه دهي ارتفاع گياه و طول برگ را كاهش داده، لوله‌اي شدن و خشك شدن برگ را نيز تحريك مي‌كند (CRRI, 1978). وقتي گياه در مرحله رشد رويشي قرار دارد، براي توليد ماده خشك، گسترش و توسعه سطح برگ و توليد پنجه، ميزان آب مصرفي متناسب با تعرق است. در اغلب گياهان وقتي ظرفيت آب خاك به ۳۰ درصد هم مي‌رسد تبادلات گازي و تعرق همچنان بصورت معمول انجام مي‌شود. اما در برنج از حدود ۷۰ درصد آب موجود در خاك، كاهش خطي تبادلات گازي شروع مي‌شود كه اين امر نشان‌دهنده حساسيت بالاي برنج به تنش آبي است. در پي تنش آبي موثر ترين پاسخ گياه، ابتدا كاهش تعرق و بدنبال آن كاهش رشد برگ و ساقه است كه بشدت به وضعيت آبي گياه حساس هستند (لايلي و فوكاي، ۱۹۹۴). وقتي خشكي طي مراحل انتهايي فصل رشد روي مي‌دهد (شروع گلدهي و بويژه طي گلدهي) باروري

1- early drought stress 2- intermittent drought stress 3- late drought stress

خوشه‌چه کاهش یافته و این عامل اصلي کاهش عملکرد است (لیو و همکاران، ۲۰۰۶). کاهش باروري خوشه‌چه به علت اختلال درمرحله میوز گامتوفیت بساک است (ساینی و ستگیت، ۲۰۰۰). تنش آبي القاي گل و تولید دانه گرده را تحت تاثیر قرار می‌دهد و متعاقب آن منجر به کاهش باروري و نهایتاً کاهش عملکرد می‌شود (گیائو و همکاران، ۲۰۰۷). فنولوژي مناسب براي فرار از خشکي انتهاي فصل و پتانسیل عملکرد زیاد تحت شرایط خوب آبیاري، ویژگی‌هاي مهمي براي واریته‌هاي سازگار با کشت دیم لولند هستند. بعلاوه وقتي خشکي در انتهاي فصل رخ می‌دهد توانایي بیشتر حفظ پتانسیل آب برگ ، یکي از صفات مطلوب به شمار می‌رود. ژنوتیپ‌هایي که با مناطق داراي خشکي انتهاي فصل سازگار شده‌اند داراي شاخص برداشت بیشتر و ارتفاع متوسط و ماده خشک کمتر در مقایسه با واریته‌هاي معمول موجود تحت شرایط خوب آبیاري می‌باشند. ترکیب این صفات، پتانسیل عملکرد بالا تحت شرایط مطلوب را تضمین خواهد کرد و موجب مقاومت به خشکي انتهاي فصل خواهد شد (فوکاي و همکاران،۱۹۹۹).

۱- ۳- ۲- ۲- تاثیر خشکي بر صفات مورفوفیزیولوژیکي موثر بر عملکرد دانه برنج

تنش خشکي، گسترش برگ، پنجه‌دهي و فتوسنتز را محدود می‌کند (کرامر و بویر، ۱۹۹۵). همه این عوامل منجر به کاهش تجمع ماده خشک و عملکرد دانه تحت تنش خشکي می‌شود (کومار و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج تحقیقات مستاجران و رحمتي (۲۰۰۹) نیز نشان داد که با کاهش رطوبت خاک، تعداد پنجه در بوته کاهش یافت. لنسراز و همکاران (۲۰۰۴) نیز اظهار داشتند که ارتفاع گیاه تحت تاثیر تنش خشکي قرار می‌گیرد اما عملکرد گیاه را چندان تحت تاثیر قرار نمی‌دهد. فوکاي و همکاران (۱۹۹۹) معتقدند مدت، شدت و زمان وقوع تنش مرتبط با گلدهي است و هر مطالعه موفقیت‌آمیزي براي مقاومت به خشکي بخصوص خشکي انتهاي فصل نیازمند حداقل کردن اثر تاریخ گلدهي می‌باشد. تاریخ گلدهي یک عامل تعیین‌کننده در عملکرد دانه و اجزاي آن است به طوري که برنج ۷ تا ۱۲ روز بعد از ۵۰ درصد گلدهي به کمبود آب بسیار حساس است. اگر الگوي آب قابل پیش‌بیني باشد،

انتخاب بر اساس تاريخ گلدهي كه با دوره كمبود آب همزمان نباشد، شيوه موثري در بهبود تحمل به خشكي خواهد بود. تنش خشكي اواسط فصل كه قبل از گلدهي اتفاق مي افتد معمولاً موجب تاخير در زمان گلدهي مي‌شود (لفيت و همكاران، ۲۰۰۳). اما اگر شدت تنش در مرحله رويشي زياد نباشد تاثير زيادي در تاريخ گلدهي ندارد (فوكاي و همكاران،۱۹۹۹). ژنوتيپ-هاي با تاخير زياد در زمان گلدهي با كاهش زياد عملكرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه پر شده مواجه مي‌گردند. اين كاهش عملكرد به علت افزايش زياد عقيمي خوشه‌چه مي-باشد. تاخير در زمان گلدهي مي‌تواند با وضعيت آب درونی گياه و فشار تورژسانسي كه براي خارج شدن پانيكول نياز است مرتبط باشد (پنتوان و همكاران، ۲۰۰۲). ساييني و شئوران (۱۹۹۶) گزارش كردند كه تغييرات سطوح كربوهيدرات و فعاليت آنزيم‌ها با تجمع نشاسته در دانه گرده مرتبط است. اين ذخاير موجب باروري خوشه‌چه مي‌شوند. وقوع تنش خشكي طي مرحله زايشي عقيمي خوشه‌چه را اقزايش داده در نتيجه از اين طريق موجب كاهش عملكرد دانه مي‌شود. تعداد خوشه‌چه يک عامل تاثيرگذار تحت تنش خشكي است (لنسراز و همكاران، ۲۰۰۴). شاخص برداشت[1] (HI) كه نسبت عملكرد دانه به عملكرد بيولوژيک است بازده انتقال مواد غذايي از بافت رويشي به بافت زايشي را نشان مي‌دهد. در شرايط تنش خشكي حفظ عملكرد دانه به طور عمده از طريق حفظ زمان گلدهي و به دنبال آن حفظ شاخص برداشت انجام مي‌گيرد (لنسراز و همكاران، ۲۰۰۴). پتانسيل آب برگ[2] (LWP) در برنج صفتي است كه بخوبي قدرت سازگاري گياه با محيط‌هاي كم آب را نشان مي‌دهد و با عملكرد دانه و كاهش عقيمي سنبلچه مرتبط است. لاين‌هايي كه قادر به حفظ LWP تحت شرايط محدود آبياري و در پي آن قادر به حفظ پتانسيل آب خوشه[3] (PWP) هستند مي‌توانند از طريق پايين آوردن درصد عقيمي سنبلچه از كاهش عملكرد دانه جلوگيري كنند (جونگدي و همكاران،۲۰۰۲).

---

[1] - Harvest Index [2] - Leaf Wate Potential [3] - Panicule Water Potential
4- escape 5- avoidance 6- tolerance