دانشکده علوم کشاورزی

ارزیابی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی مقاومت به شوری ژنوتیپ های گندم

پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت

سیده نسیبه سیدیان

اساتید راهنما

دکتر یوسف فیلی زاده
دکتر علیرضا مرشدی

اساتید مشاور

دکتر علاءالدین کردنائیج
دکتر حشمت امیدی

1389

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع 1

1-1-مقدمه 2

1-2-تاریخچه گندم 4

1-3-خصوصیات گیاه شناسی 4

1-4-تنش شوری و اثرات آن بر گیاه 5

1-4-1-اثرات شوری روی مرحله زایشی 6

1-5-بررسی تنش شوری با استفاده از شاخص های مقاومت به شوری 7

1-5-1-ارتفاع بوته 7

1-5-2-شاخص برداشت 7

1-5-3- تنش شوری و عملکرد گندم 8

1-5-4-تنش شوری و اجزای عملکرد 9

1-5-5-تنش شوری و وزن دانه 10

1-5-6-تنش شوری و درجه حرارت کانوپی (CTD): 11

1-5-7-تنش شوری و هدایت روزنه ای 13

1-5-8-تنش شوری و محتوای کلروفیل 15

1-5-9-تنش شوری و میزان فلوئورسانس کلروفیل 17

1-5-10-تنش شوری و جذب و انتقال عناصر غذایی 19

1-5-11-تنش شوری و محتوای نسبی آب 23

1-6- تأثیر تنش شوری روی جوانه زنی بذور 24

فصل دوم: مواد و روشها 26

2-1- مشخصات محل انجام آزمایش 27

2-2- شرایط اقلیمی منطقه آزمایش 27

2-3- مشخصات خاک محل اجرای طرح 28
2-4- خصوصیات طرح آزمایشی و نحوه اجرای آزمایش 28
2-4-1- آزمایشات مزرعه ای 29
2-4-1-1- آزمایش اول: 29
2-4-1-2- آزمایش دوم: 29
2-4-2-آزمایش گلخانه ای: 30
2-4-3- آزمایش بذری 31
2-4-3-1- بررسی شاخص های جوانه زنی ارقام 31
2-5- روش اندازه گیری صفات: 31
2-5-1- ارتفاع بوته 31
2-5-2- ماده خشک کل (بیومس): 32
2-5-3- عملکرد بیولوژیک 32
2-5-4-عملکرد دانه 32
2-5-5- اجزای عملکرد 32
2-5-6- شاخص برداشت 32
2-5-7- اندازه گیری دمای کانوپی با استفاده از دوربین مادون قرمز 32
2-5-8- اندازه گیری سدیم و پتاسیم 32
2-5-8-1- روش کار با دستگاه فلیم فتومتری 33
2-5-8-2- اندازه گیری غلظت کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری 33
2-5-9- اندازه گیری فلوئورسانس کلروفیل برگ ها 34
2-5-10- اندازه گیری میزان کلروفیل 35
2-5-11- محاسبه محتوای نسبی آب برگ (RWC) 35
2-6- تجزیه های آماری 35
فصل سوم: نتایج و بحث 37
3-1- بررسی دمای کانوپی کل ارقام موجود در مزرعه 38
3-2- بررسی دمای کانوپی ارقام مقاوم و حساس مورد مطالعه 43

3-3- نتایج عکس العمل ژنوتیپ های گندم به تنش شوری در شرایط گلخانه 47
3-3-1- ارتفاع گیاه: 47
3-3-2- وزن خشک اندام هوایی 47
3-3-3- عملکرد و اجزاء عملکرد 48
3-3-3-1- تعداد سنبله در واحد سطح 48
3-3-3-2- تعداد سنبلچه در سنبله 49
3-3-3-3- تعداد دانه در سنبله 49
3-3-3-4- وزن هزار دانه 50
3-3-4- محتوای نسبی آب 51
3-3-5- میزان کلروفیل 52
3-3-6- میزان فلوئورسانس کلروفیل 53
3-3-7- میزان سدیم 55
3-3-8- میزان پتاسیم 56
3-3-9- میزان کلسیم 57
3-3-10- میزان منیزیم 58
3-3-11- نسبت پتاسیم به سدیم 58
3-4- نتایج عکس العمل ژنوتیپ های گندم در شرایط مزارع کرج و یزد 64
3-4-1- تجزیه واریانس صفات در شرایط مزارع کرج و یزد 64
۳-4-2- میزان تغییر صفات مختلف در اثر تنش شوری 67
3-5- بررسی روند تغییرات برخی از صفات در آزمایشات مزرعه ای و گلخانه ای 70
3-5-1- محتوای نسبی آب برگ 70
3-5-2- میزان کلروفیل 70
3-5-3- میزان فلوئورسانس کلروفیل 71
3-6- نتایج عکس العمل ژنوتیپ های گندم به تنش شوری در شرایط آزمایشگاه 73
3-6-1- درصد جوانه زنی و متوسط زمان جوانه زنی 73
3-6-2- وزن خشک ریشه‌چه 75
3-6-3- وزن خشک ساقه چه 75

3-6-4- طول ریشه چه و ساقه چه 75
3-7- نتیجه گیری 80
3-8- پیشنهادات..... 80
منابع: 82

فهرست تصاویر

عنوان صفحه

تصویر 3-2: دمای کانوپی چند رقم حساس و مقاوم 40

تصویر 3-3: دمای کانوپی لاین های دابل هاپلوئید در مقایسه با دمای کانوپی 108 رقم گندم 40

تصویر 3-4: تصویر حاصل از دوربین مادون قرمز مربوط به دمای کانوپی رقم مقاوم بم 41

تصویر 3-5: تصویر حاصل از دوربین مادون قرمز مربوط به دمای کانوپی رقم مقاوم اکبری 43

تصویر 3-6: تصویر حاصل از دوربین مادون قرمز مربوط به دمای کانوپی رقم مقاوم سیستان 44

تصویر 3-7: تصویر حاصل از دوربین مادون قرمز مربوط به دمای کانوپی رقم حساس تجن 44

تصویر 3-8: تصویر حاصل از دوربین مادون قرمز مربوط به دمای کانوپی رقم حساس مرودشت 45

تصویر 3-9: تصویر حاصل از دوربین مادون قرمز مربوط به دمای کانوپی رقم حساس سیستان 45

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل 3-1: تنوع دمای کانوپی 48 لاین دابل هاپلوییید و 108 رقم گندم 41

شکل 3-2: متوسط دمای کانوپی ارقام مورد بررسی 45

شکل 3-3: مقایسه محتوای نسبی آب برگ ارقام در شرایط مزرعه و گلخانه 72

شکل 3-4: مقایسه میزان کلروفیل برگ ارقام در شرایط مزرعه و گلخانه 72

شکل 3-5: مقایسه میزان فلوئورسانس کلروفیل برگ ارقام در شرایط مزرعه و گلخانه..... 72

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول 2-1- مشخصات اقلیمی مزارع تحقیقاتی 27

جدول 2-2- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش 28

جدول 3-1- متوسط دمای کانوپی 108 رقم گندم بر حسب درجه سانتیگراد 42

جدول3- 2- تجزیه واریانس آزمایش بررسی اثر سطوح تنش شوری بر ویژگیهای مرفولوژیک ارقام گندم در گلخانه 60

جدول3- 3- تجزیه واریانس آزمایش بررسی اثر سطوح تنش شوری بر ویژگیهای فیزیولوژیک ارقام گندم در گلخانه 60

جدول3-4- مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم بر ویژگیهای مورفولوژیک گندم 61

جدول3-5- مقایسه میانگین اثرات اصلی شوری بر ویژگیهای مورفولوژیک گندم 61

جدول3-6-مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم بر ویژگیهای فیزیولوژیک گندم 62

جدول3-7-مقایسه میانگین اثرات اصلی شوری بر ویژگیهای فیزیولوژیک گندم 62

جدول3-8- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و شوری بر ویژگی های زراعی گندم در گلخانه 63

جدول3-9- جدول تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده در شرایط مطلوب و تنش 66

جدول3-10- درصد تغییر صفات مختلف در شرایط تنش شوری 69

جدول3-11-تجزیه واریانس شاخص های جوانه زنی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری 77

جدول3-12- مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم بر شاخص های جوانه زنی گندم 78

جدول3-13- مقایسه میانگین اثرات اصلی شوری بر شاخص های جوانه زنی گندم 78

جدول 3-14- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و شوری بر شاخص های جوانه زنی 79

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

1-1-مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی است که حدود 56 درصد انرژی و50 درصد پروتئین مردم دنیا را تامین کرده و غذای بخش بزرگی از جمعیت های مختلف پراکنده در قاره‌ها را شامل می‌شود. در شرایط فعلی رسیدن به ظرفیت واقعی تولید گیاهان زراعی به‌دلیل دخالت عوامل محدود کننده آسان نیست. تنش‌های محیطی یکی از عوامل محدودکننده تولید، افزایش سطح زیر کشت و پراکندگی گونه‌های زراعی و غیر زراعی در اقلیم‌های مختلف محسوب می‌شوند. در پاسخ به تغییرات محیط، قابلیت گیاه به عنوان یک موجود زنده غیرمتحرک در تغییر دادن متابولیسم درونی برای سازگاری به شرایط محیطی امری ضروری است.

حدود 75 درصد سطح کره زمین شامل آب‌های شور اقیانوسی، دریایی و خلیجی می‌باشد و بخش قابل توجهی از زمین‌های کشاورزی در معرض شور شدن قرار دارند (برسفورد[1] و همکاران، 2001). شوری یکی از تنش‌های اصلی و شایع درگیاهان زراعی بوده که باعث کاهش عملکرد گیاهان و پایین آمدن توان باروری آنها در نواحی وسیعی از سطح زمین می‌شود (علیزاده و همکاران، 1386).

سازگاری به شرایط نامساعد محیطی نقش مهمی در قابلیت گیاه برای تحمل به تنش‌های محیطی دارد. فرآیندهای سازگاری، بیشتر گیاهان را برای بقای طولانی در برابر عوامل نامساعد محیطی توانا می‌سازد. اصلاح گیاهان برای افزایش مقاومت به تنش، بالا بردن روش‌های دفاعی و فرآیندهای سازگاری همراه با اطلاع از اثرات آن در فیزیولوژی گیاه ضروری است (ابادیا[2] و همکاران، 1999).

بیش از 5000 رقم گندم بومی در بانک ژن موسسه اصلاح نهال و بذر کرج موجود می‌باشد. در سالهای اخیر اقداماتی برای ارزیابی تحمل به شوری این ارقام انجام گرفته است. ارزیابی تحمل به شوری این

[1] Beresford

[2] Abadia

ارقام قدمی مهم برای شناسایی گونه‌های متحمل به شوری در راستای برنامه‌های به نژادی ارقام گندم می-باشد.

روش مناسب ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های گندم در برنامه‌های به نژادی دارای اهمیت زیادی می‌باشد. از آنجا که شوری برای رشد گیاه ایجاد تنش می‌کند، عوامل کمی مؤثر در رشد و عملکرد را می-توان اندازه‌گیری کرد. کاهش رشد و عملکرد شاخص‌های اساسی تنش شوری هستند (سیدیک[1] و همکاران، 2008). روش ارزیابی تحمل به شوری بیوشیمیایی، آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و مزرعه‌ای می‌باشند. این روش‌ها با توجه به مکان اجرا و نوع گیاه دارای معایب و محاسن مشخصی می‌باشند.

در گذشته معیار عملکرد، شاخص اصلی در میزان توان تحمل گیاهان مختلف به شوری محسوب می‌شد. با توجه با اینکه عوامل تأثیرگذار بر عملکرد متنوع و دارای ساختار پیچیده مرفولوژیک-فیزیولوژیک می‌باشند، گیاه تحت تأثیر چندین فرآیند اساسی (متابولیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی) قرار می‌گیرد که ژنتیک و عامل درونی این فرآیندها و ارتباط دقیق آنها با تولید گیاهان نامعلوم است (بلوم[2]، 1989). پژوهش‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که ارقام گیاهان زراعی مختلف تحت فشار تنش‌های طبیعی بوده و گیاه اجزا سازگاری را در اندام‌های مختلف ایجاد کرده است. بیشتر گیاهان اصلاح شده فاقد صفاتی هستند که بقاء ارقام بومی و قدیمی را در طبیعت تضمین می‌نماید (خواجه پور، 1373). بررسی‌های انجام گرفته نشان داد که ارزیابی ژنوتیپی در شرایط مطلوب و محیط‌های با شرایط دشوار همراه با انتخاب برای صفات مورفوفیزیولوژیکی باعث افزایش عملکرد می‌گردد (بلوم، 1983).

[1] Siddique

[2] Blum

1-2-تاریخچه گندم

گندم (*Triticum aestivum* L.) از تیره غلات (Poaceae) است و مناطق اولیه اهلی شدن و کاشت گندم در بین النهرین، سوریه و غرب ایران گزارش شده است (بهنیا، 1373؛ نورمحمدی و همکاران، 1380).

1-3-خصوصیات گیاه شناسی

گندم گیاهی است دارای ریشه افشان که ریشه‌های فرعی آنها به طور جانبی و عمیق گسترش می-یابند. این ریشه‌ها دو نوع و شامل ریشه‌های اولیه و ریشه‌های نابجا بوده که پس از ظهور اولین برگ از میان گره‌های زیر خاک منشعب می‌شوند. واریته‌های مقاوم به خشکی در مقایسه با واریته‌های حساس، ریشه‌های دارای انشعاب بیشتری دارند. قسمت یقه گیاه که ناحیه بین ریشه‌ها و برگ‌هاست، دارای بافت‌های مریستمی می‌باشد که این بافت‌ها ریشه و برگ تولید می‌کنند. این ناحیه مهم‌ترین قسمت برای غلات زمستانه محسوب شده و از بین رفتن آن منجر به مرگ گیاه می‌گردد.

برگ گندم از دو جزء اصلی غلاف و پهنک طویل و باریک تشکیل شده است. محل تلاقی غلاف با پهنک برگ غشاء زبانه مانندی است که به آن لیگول یا گوشواره می‌گویند. این بخش موجب استحکام ساقه و مانع نفوذ رطوبت بین غلاف و ساقه می‌شود. ساقه غلات دارای تعدادی میان گره توخالی است که به‌وسیله گره ها به هم متصل می‌شوند. بعضی گونه ها دارای میان گره توپر هستند. گندم علاوه بر ساقه اصلی، تعداد زیادی ساقه ثانویه یا پنجه تولید می‌کند. هر پنجه بارور دارای یک سنبله و هر سنبله دارای تعدادی سنبلچه است که هر کدام حاوی 2 الی 9 گل می‌باشند. گل‌ها دارای یک مادگی یا تخمدان تک برچه ای و سه پرچم می‌باشد که در داخل دو براکته یعنی لما و پالئا قرار دارند. در بعضی از واریته‌ها لما تبدیل به ریشک می‌شود. ریشک‌ها در حقیقت پهنک برگ تغییر شکل داده هستند که تنها رگبرگ اصلی

آن باقی مانده است. ریشک‌ها در شرایط نامساعد نقش فیزیولوژیکی مهمی را در جلوگیری از تبخیر و تعرق برگ و افزایش فتوسنتز ایفا می‌نمایند (بهنیا، 1373).

1-4-تنش شوری و اثرات آن بر گیاه

جاری شدن آب روی سطح خاک موجب حل و داخل شدن نمک‌های مختلف سدیم، کلسیم، منیزیم، کلر، سولفات، کربنات و تعدادی دیگر از عناصر و ورود آنها به درون رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها می‌شود. فرآیندهای زمین‌شناسی نیز به حل شدن پوسته زمین و آزاد نمودن مقدار قابل ملاحظه-ای از عناصر شورکننده آب و خاک به داخل اقیانوس‌ها کمک می‌نماید. آب و نمک‌های حل شده برای رشد گیاهان ضروری بوده، اما غلظت بالای این یون‌ها در آب و خاک به خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک باعث تجمع نمک شده که به عنوان یک پدیده عمومی شوری تلقی می‌گردد.

شوری خاک به دلیل جلوگیری از جذب آب و عناصر به درون گیاه، یکی از مهم‌ترین محدودیت-های رشد گیاهان زراعی محسوب می‌شود و مشکل بزرگ کشاورزی آبی است (اشرف و هریس[1]، 2004). وحید[2] و همکاران (1998) نشان دادند که مسمومیت ناشی از شوری به مراتب زیان‌بارتر از اثرات اسمزی آن است.

تفاوت اصلی اثرات شوری و اندازه‌گیری تحمل به آن نسبت به سایر تنش‌ها به دلیل تنوع موجود در مراحل مشخص رشد می‌باشد. گیاهان تکثیری با بذر، به‌دلیل تأثیر غیرمستقیم شوری روی تراکم در مرحله جوانه‌زنی با این تنش حساس می‌باشند. یون‌های موجود در خاک یا آب آبیاری قادر به تحریک و

[1] Ashraf and Harris

[2] Vahid

بازدارندگی در جوانه‌زنی می‌باشند. تنش شوری بیشتر باعث تأخیر در جوانه‌زنی، کاهش سرعت جوانه‌زنی، کاهش درصد جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می شود (اشرف و هریس، 2004) .

تلاش‌های انجام گرفته برای ارزیابی تحمل به شوری گونه‌ها، بر اساس تحمل در مرحله جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه بیشتر موفقیت‌آمیز نبوده و ارتباطی بین تحمل به این تنش در مراحل مختلف رشد مشاهده نگردید. مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی گیاهان و ارقام مختلف تفاوت زیادی با هم دارد و بیشتر تحت تأثیر فشار اسمزی و سمیت نمک می‌باشد. کاهش پتانسیل آب، سرعت جذب بذر را تحت تأثیر قرار داده و با منفی شدن بیشتر آن درصد جوانه‌زنی به طور چشمگیری کاهش می‌یابد (مانز[1]، 2002).

1-4-1-اثرات شوری روی مرحله زایشی

شوری در هنگام ورود گیاه به مرحله زایشی، بسیاری از فرآیندهای تأثیرگذار بر عملکرد دانه را دچار اختلال می نماید و به نمو زایشی گیاه صدمه وارد می‌سازد. شوری باعث کاهش دانه‌بندی برنج و تولید تعداد کمتری دانه در ذرت می‌شود. اثر شوری بر مراحل رشد زایشی گیاهان به شرح زیر خلاصه می‌شود:

1- تسریع در نمو جوانه انتهایی، کاهش در تعداد سنبلچه و تعداد دانه در هر خوشه

2- کاهش قدرت زنده ماندن دانه گرده

3- کاهش در جوانه زدن دانه گرده، باروری و پر شدن دانه (نورمحمدی و همکاران، 1380)

تنش شوری باعث کوچک شدن اندازه و تعداد خوشه‌چه در غلات و در نتیجه کاهش تعداد دانه در سنبله می‌گردد. تنش شوری در طول گلدهی و قبل از پرشدن دانه غلات، نسبت به مراحل مختلف تنش در رشد رویشی، بیشتر باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود. بیشترین اثرات شوری بر عملکرد گندم در مرحله پرشدن دانه مشاهده گردید (اشرف و هریس، 2004).

[1] Munns

1-5-بررسی تنش شوری با استفاده از شاخص‌های مقاومت به شوری

اصلاح گیاهان برای مقاومت به شوری در بسیاری از برنامه‌های اصلاحی مورد مطالعه قرار گرفته است، اما موفقیت در این زمینه محدود بوده است. پیشرفت و توسعه ژنتیکی برای تحمل تنش در گیاهان زراعی نیازمند تشخیص فرآیندهای فیزیولوژیک مناسب تحمل تنش است.

1-5-1-تنش شوری و ارتفاع بوته

ارتفاع بوته تحت اثر عوامل محیطی مختلف نظیر حاصلخیزی خاک، رطوبت، میزان ازت، تعداد بوته در واحد سطح و سایر عوامل محیطی می‌باشد. در ساقه یک گیاه بالغ مواد ذخیره‌ای به صورت کربوهیدرات‌هایی از نوع ساکارز و الیگوساکاریدها انبار می‌گردد و فعالیت ذخیره‌سازی در زمان باز شدن گل‌ها و قبل از شروع دانه‌بندی که سطح برگ به حداکثر می‌رسد و رشد ریشه و ساقه به حداقل تقلیل می-یابد به اوج می‌رسد. کاهش ارتفاع و تعداد پنجه ناشی از تنش توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده است. اوستین[1] (1989) نشان داد که وجود ذخایر بیشتر ماده سازی در ساقه و مصرف آنها در هنگام پر شدن دانه‌ها در شرایط تنش نیز ممکن است نقش داشته باشد.

1-5-2-تنش شوری و شاخص برداشت

در غلات، شاخص برداشت (HI^{2}) یا نسبت وزن دانه به کل عملکرد ماده خشک اندام هوایی در دهه گذشته افزایش یافته و به عنوان معیاری جهت گزینش ارقام پرمحصول غلات به کار می‌رود (شاکل[3] و همکاران، 1982). یکی از خصوصیات دیگر که توسط برخی محققین جزء مکانیسم‌های تحمل در نظر گرفته شده، جابه‌جایی آسیمیلات‌ها می‌باشد. شاخص برداشت تحت تاثیر مخزن زایشی و میزان دوام تسهیم

[1] Austin

[2] Harvest Index

[3] Shackel

آسیمیلات‌ها به این مخزن قرار می‌گیرد (بلوم، 1989) . شاخص برداشت عامل اصلی افزایش عملکرد دانه در گندم از طریق به‌نژادی است (سیدیک و همکاران، 1989). به نظر می‌رسد که اتخاذ روش‌هایی که شاخص برداشت را افزایش دهد باعث افزایش بیشتر عملکرد آنها خواهد شد (کافی و استوارت، 1377). از طرفی گیونتا[1] و همکاران (1995) بیان کردند که غلات برای تولید عملکرد بالا در شرایط تنش، نیاز به تولید عملکرد ماده خشک اندام هوایی بیشتری (شاخص برداشت پایین‌تر) نسبت به شرایط مناسب دارند.

1-5-3- تنش شوری و عملکرد گندم

عملکرد دانه بستگی به تعادل تولید مواد، به وسیله منبع و مصرف آنها با مقصد فیزیولوژیک دارد و ممکن است به وسیله هر دو محدود گردد. برای دستیابی به رقمی که بتواند بالاترین عملکرد را در بین توده-های مختلف گندم به دست آورد، ارزیابی عملکرد منطقی‌ترین راه می باشد (ناتارجان[2] و همکاران، 2005).

مطالعات زیادی روی وراثت پذیری عملکرد صورت گرفته است که نشان می‌دهد این صفت کمی، توارث پیچیده‌ای دارد و قابلیت توارث آن در حد پایین تا متوسط است (آراس[3]، 1989). به عبارت دیگر ظرفیت توارثی گیاه از نظر عملکرد شدیداً تحت تأثیر عوامل محیطی بوده که به دقت قابل برآورد نمی‌باشد. بنابراین اصلاح یا انتخاب ارقام با عملکرد بالا به خصوص در پروژه‌هایی که بخشی از ارزیابی به صورت مشاهده‌ای و از روی ظاهر گیاه انجام می‌گیرد مشکل است. همچنین گزینش برای عملکرد بالا، به طور غیرمستقیم و با توجه به بعضی از خصوصیات ظاهری گیاه انجام می‌گیرد. این صفات اجزای عملکرد بوده و

---

[1] Giunta

[2] Natarajan

[3] Arraus

برای هر گیاه متفاوت هستند. اجزای عملکرد نسبت به عملکرد دارای قابلیت توارث بالاتری بوده و انتخاب بر مبنای آنها مؤثرتر است (خان[1] و همکاران، 2003).

سیلبربوش و لیپس[2] (1991) نشان دادند که تحت تنش شوری، کاهش تعداد ساقه بارور در هر بوته گندم موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود.

1-5-4-تنش شوری و اجزای عملکرد

عملکرد دانه در گیاهان زراعی توسط نسبت‌های مختلفی از اجزاء عملکرد مشخص می‌شود. تعدادی از اجزاء عملکرد در شرایط تنش به زمان و شدت تنش بستگی دارد (75).

اجزاء عملکرد در غلات به شکل رابطه مقابل بیان می شود: $Y=a\times b\times c\times d$

Y= عملکرد دانه در واحد سطح a= تعداد بوته در واحد سطح

b= تعداد پنجه های بارور در هر بوته (تعداد سنبله) c= تعداد دانه در سنبله

d= وزن تک دانه

طول سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله در گندم تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد. تعداد سنبلچه‌ها و پنجه‌های بارور در تنش‌های شوری کاهش می‌یابد و عمل لقاح مختل شده، در نتیجه تعداد دانه کاهش می‌یابد (فرانکوئیز[3] و همکاران، 1994؛ ماس و گریو[4]، 1995؛ اسکات[5] و همکاران، 1992).

---

[1] Khan

[2] Silberbush and Lipps

[3] Francois

[4] Mass and Grieve

[5] Scott

تنش شوری با تأثیر بر اجزای عملکرد باعث کاهش عملکرد دانه گندم می‌شود. آزمایشات بررسی اثرات تنش شوری بر عملکرد گندم نشان داد که با افزایش شوری، اجزای عملکرد نظیر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاهش یافت (پسرکلی[1] و همکاران، 1991؛ راگاو و پال[2]، 1994؛ سالیمان[3] و همکاران، 1994). نتایج یک آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که تنش شوری اثرات متفاوتی بر اجزای عملکرد گندم نشان داد (ماس و گریو، 1995).

تحقیقات فرانکوئیز و همکاران (1994) نشان داد که شوری تنها آن قسمت از اجزای عملکرد موجود در ساقه اصلی گندم را تحت تأثیر قرار دادکه در شرایط این تنش به وجود آمده بودند. عملکرد دانه گندم هنگامی که تنها بخشی از فصل رشد با آب شور آبیاری شود، به طور معنی‌داری بیش از هنگامی است که گندم در تمام فصل رشد با آب شور آبیاری شده بود. مهم‌ترین عامل تعیین کننده عملکرد دانه در هر بوته، تعداد پنجه‌های بارور در هر بوته است. بنابراین، کاهش ساقه‌دهی تأثیری معنی‌دار بر عملکرد نهایی دارد. آنها همچنین مشاهده کردند که با افزایش شوری، تعداد کل ساقه‌ها در هر بوته کاهش یافت.

رویو و آبیو[4] (2003) عنوان کردند هیچ یک از صفات طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر شوری قرار نمی‌گیرد.

1-5-5-تنش شوری و وزن دانه

تأثیر تنش شوری بر وزن دانه، به زمان اعمال تنش و غلظت نمک در محیط رشد بستگی دارد. اعمال تنش و غلظت نمک در مراحل اولیه نمو گیاه، به علت کوتاه شدن دوره پر شدن دانه، تأثیر بیشتری بر

---

[1] Pessarakli

[2] Raghav and pal

[3] Soliman

[4] Royo and Abio

کاهش وزن دانه در هر سنبله می‌گذارد (156). پرویز[1] و همکاران (2003) در مطالعه فرآیند تحمل به شوری کولتیوارهای گندم نشان دادند که وزن خشک ریشه و اندام هوایی در تمام آنها کاهش می‌یابد. همچنین وزن هزاردانه چندان تحت تأثیر شوری قرار نمی‌گیرد (رویو و آبیو، 2003).

1-5-6-تنش شوری و درجه حرارت کانوپی (CTD[2]):

کاهش آب خاک و پایین آمدن آب گیاه باعث نقصان تعرق و بالا رفتن دمای برگ می‌گردد. اندازه‌گیری دمای کانوپی می‌تواند نشان دهنده سریع تنش شوری باشد (کلوتنبرگ و بیگر[3]، 1992). همزمان با اندازه‌گیری درجه حرارت کانوپی، درجه حرارت محیط نیز به صورت لحظه‌ای با دماسنج دیجیتال باید اندازه‌گیری شده و تفاوت آنها به عنوان کاهش درجه حرارت کانوپی منظور می‌شود (رینولدز[4]، 2001).

کاربرد درجه حرارت پوشش گیاهی، در مطالعات تنش خشکی و شوری به دلیل آن است که تعداد نسبتاً زیادی سنجش در زمانی کوتاه انجام می‌شود از دقت بالاتری در مقایسه با سایر روش‌ها برخوردار است (هاملین[5] و همکاران، 2003). اندازه‌گیری درجه حرارت کانوپی روشی آسان برای نشان دادن پاسخ متابولیکی و فیزیولوژیکی گیاهان به محیط می‌باشد. علاوه بر این اندازه‌گیری دمای کانوپی برای تشخیص و تمایز ژنوتیپ‌های گندم مقاوم به تنش از ژنوتیپ‌های غیر مقاوم به تنش مورد استفاده قرار می‌گیرد. اطلاعات مورد نیاز می‌بایست در بهترین زمان نمونه‌گیری به دست آمده باشد تا بیشترین احتمال برای تخمین تفاوت ژنوتیپ‌ها به دست آید (بالوتا و پین[6]، 2006).

---

[1] Parviz

[2] Canopy Temprature Depession

[3] Kluitenberg and Bigger

[4] Reynolds

[5] Hamlyn

[6] Balota

کیفیت دماسنج‌های مادون قرمز برای ارزیابی تحمل به تنش ژنوتیپ‌ها به دقت و سرعت آنها بستگی دارد. اندازه‌گیری سریع، امکان یادداشت برداری گسترده در دوره زمانی کوتاه را میسر می‌سازد و از بروز اشتباهاتی ناشی از اثرات تغییرات روزانه یا شرایط آب و هوایی اجتناب می‌شود. بیشتر اندازه‌گیری‌های درجه حرارت کانوپی در ظهر خورشیدی، یا زمانی که حداکثر تفاوت ژنوتیپ ها مورد انتظار است انجام می‌شود. برای کاهش تأثیرات زاویه خورشید بهتر است زاویه رو به جنوب انتخاب شود (ترنر[1]، 1986). تحقیقات نشان داده نمونه گیری در شب هم می‌تواند برای بهترین پیش‌بینی عملکرد بر پایه CTD مفید باشد.

دوربین مادون قرمز توزیع فراوانی دمای برگ را در سرتاسر ناحیه مورد نظر نشان می‌دهد. یک دماسنج مادون قرمز، بیشتر از 70000 پیکسل (کوچکترین واحد گرافیکی روی صفحه مانیتور) دارد و هر پیکسل دارای اطلاعات دمایی تصویری با حساسیت 0/1 درجه سانتی‌گراد است. بنابراین دوربین مادون قرمز، ظرفیت بزرگی به عنوان ابزار نمایشگر سریع تنش خشکی در مزارع است (ایناگاکی و ناکیت[2]، 2007).

اندازه‌گیری CTD در آزمایشات مختلف در شمال غربی مکزیک در مرکز تحقیقات بین المللی گندم و ذرت (سیمیت[3]) انجام گرفت. در برخی موارد که همبستگی فنوتیپی CTD با عملکرد دانه مثبت بود، نتایج نشان داد که دمای کانوپی کمتر از دمای هوا می‌باشد. محققان کاربرد دماسنج مادون قرمز را برای مزارع گندم آبی توسعه داده و تخمین زده اند که وقتی سایر متغیرها ثابت باشد متناسب با افزایش هدایت روزنه‌ای، CTD هم افزایش می‌یابد. کمبود فشار بخار اثر عمده‌ای روی CTD داشته، در حالی که تشعشع خالص، دمای هوا و سرعت باد اثرات کمتری دارند (ترنر، 1986).

---

[1] Turner

[2] Inagaki and Nachit

[3] CIMMYT