



دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی

گروه آموزشی زراعت و اصلاح نباتات

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش زراعت

عنوان:

**بررسی واکنش ارقام و ژنوتیپ‌های گندم به تنش آبی بعد از گل‌دهی روی
خصوصیات کمی و کیفی زراعی، مرفولوژی و مراحل فنولوژیکی در منطقه اردبیل**

اساتید راهنما:

دکتر احمد توبه

دکتر عبد القیوم قلی پوری

اساتید مشاور:

مهندس غلامرضا امین زاده

دکتر سدابه جهانبخش

پژوهشگر:

حبیب عزتی سامانلو

نام خانوادگی دانشجو: عزتی سامانلو	نام: حبیب
عنوان پایان نامه: بررسی واکنش ارقام و ژنوتیپ‌های گندم به تنش آبی بعد از گل‌دهی روی خصوصیات کمی و کیفی زراعی، مرفولوژی و مراحل فنولوژیکی در منطقه اردبیل	
اساتید راهنما: دکتر احمد توبه	دکتر عبد القیوم قلی پوری
اساتید مشاور: مهندس غلامرضا امین زاده	دکتر سدابه جهانبخش
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی کشاورزی
گرایش: زراعت	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: کشاورزی و منابع طبیعی	تاریخ دفاع: ۹۶/۰۶/۲۹
چکیده:	تعداد صفحات: ۶۳
<p>این مطالعه در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (آلاروق) به منظور بررسی اثرات تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی گندم نان زمستانه انجام گرفت. در یک آزمایش تعداد ۱۱ رقم و لاین امید بخش گندم در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. در مرحله گل‌دهی در ارقام و لاین‌های گندم، آبیاری قطع گردید. نتایج نشان داد در شرایط تنش خشکی آخر فصل، بین لاین‌ها و ارقام گندم این آزمایش به جزء صفات تعداد پنجه کل، تعداد پنجه بارور و شاخص برداشت اختلاف معنی دار وجود داشت. از نظر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی آخر فصل، لاین‌های شماره ۷ و ۴ با میانگین ۶/۶۶ و ۶/۴۴ تن در هکتار جزو لاین‌های برتر از نظر عملکرد دانه بود. همبستگی بین عملکرد دانه با وزن دانه در سنبله در شرایط تنش خشکی مثبت و معنی دار برآورد گردید. عملکرد ارقام و لاین‌های آزمایش نشان داد لاین‌های شماره ۴، ۶، ۷ و ۸ به ترتیب با میزان ۰/۸۶، ۰/۸۷، ۰/۷۳ و ۰/۸۷ متحمل‌ترین لاین‌ها در شرایط تنش خشکی پس از گرده‌افشانی بودند. بر اساس این آزمایش لاین شماره ۷ و شماره ۴، می‌توانند بهترین گزینه در بین تیمارهای این آزمایش باشند.</p>	
کلید واژه‌ها: ارقام گندم، عملکرد، اجزاء عملکرد، خشکی آخر فصل	

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
فصل اول: کلیات پژوهش	
۱-۱- مقدمه	۶
فصل دوم: بررسی منابع	
۱-۲- مفهوم تنش	۱۱
۲-۲- انواع تنش‌های محیطی	۱۱
۳-۲- خشکی	۱۲
۴-۲- واکنش گیاه به تنش خشکی	۱۴
۵-۲- مکانیسم‌های مقاومت گیاه به تنش خشکی	۱۵
۱-۵-۲- گریز یا فرار از خشکی	۱۶
۲-۵-۲- اجتناب	۱۶
۳-۵-۲- تحمل خشکی	۱۷
۴-۵-۲- اجتناب از پساییدگی	۱۸
۵-۵-۲- تحمل به پساییدگی	۱۸
۶-۲- برخی صفات مرتبط با تنش خشکی	۱۹
۱-۶-۲- صفات فنولوژیک مرتبط با خشکی	۱۹
۱-۱-۶-۲- رشد رویشی و طول دوره رویش	۱۹
۲-۱-۶-۲- طول دوره‌ی پر شدن دانه	۲۲
۲-۶-۲- صفات مرفولوژیک مرتبط با مقاومت به خشکی	۲۲
۱-۲-۶-۲- سطح برگ‌ها، مومی بودن سطح برگ‌ها و زاویه برگ‌گی	۲۲
۲-۲-۶-۲- تراکم روزنه	۲۴
۳-۲-۶-۲- ارتفاع بوته	۲۵
۴-۲-۶-۲- تعداد پنجه بارور	۲۶
۵-۲-۶-۲- طول پدانکل یا گردن سنبله	۲۶
۳-۶-۲- صفات فیزیولوژیک مرتبط با مقاومت به خشکی	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
۱-۳-۶-۲- شاخص برداشت	Error! Bookmark not defined.
۲-۳-۶-۲- محتوی آب نسبی برگ RWC	Error! Bookmark not defined.
۷-۲- شاخص‌های مقاومت به خشکی	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
۸-۲- صفات مرتبط با مقاومت به تنش خشکی در گندم	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل سوم: مواد و روش پژوهش	
۱-۳- محل اجرای آزمایش	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۲-۳- مواد گیاهی و طرح آزمایشی
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۳-۳- صفات مورد اندازه گیری
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۴-۳- تجزیه های آماری

فصل چهارم: نتایج و یافته های پژوهش

- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱-۴- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱-۱-۴- ارتفاع بوته
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۲-۱-۴- طول سنبله
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۳-۱-۴- تعداد سنبلچه در سنبله
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۴-۱-۴- تعداد دانه در سنبله
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۴-۱-۵- وزن دانه در سنبله
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۶-۱-۴- تعداد پنجه کل
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۷-۱-۴- تعداد پنجه بارور
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۸-۱-۴- روز از کاشت تا سنبله دهی
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۹-۱-۴- روز از کاشت تا گلدهی
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۰-۱-۴- روز از کاشت تا رسیدگی
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۱-۱-۴- روز از کاشت تا برداشت
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۲-۱-۴- شاخص برداشت
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۳-۱-۴- وزن هزار دانه
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۴-۱-۴- طول پدانکل
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۵-۱-۴- وزن کاه
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۶-۱-۴- عملکرد بیولوژیک
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۱۷-۱-۴- عملکرد دانه
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۲-۴- ضرایب همبستگی صفات ارزیابی شده
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۳-۴- نتیجه گیری
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... ۴-۴- پیشنهادات
- ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**..... فهرست منابع و مآخذ

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۳-۱: شجره و نام ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی در آزمایش.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۱: تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده لاینها و رقم‌های گندم در شرایط خشکی آخر فصل.....	ERROR!
	BOOKMARK NOT DEFINED.
جدول ۴-۲: مقایسه میانگین لاینها و رقم‌های مورد مطالعه گندم از نظر صفات ارزیابی شده.	ERROR! BOOKMARK NOT
	DEFINED.
جدول ۴-۳: ضرایب همبستگی ساده برای صفات مورد ارزیابی شده لاینها و رقم‌های گندم در شرایط خشکی آخر فصل	

فهرست شکل ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۴-۱: میانگین ارتفاع بوته ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۲: میانگین طول سنبله ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۳: میانگین تعداد سنبله در سنبله ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۴: میانگین تعداد دانه در سنبله ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۵: میانگین وزن دانه در سنبله ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۶: میانگین روز از کاشت تا سنبله دهی ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل ...	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۷: میانگین روز از کاشت تا گلدهی ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۸: میانگین روز از کاشت تا رسیدگی ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۹: میانگین روز از کاشت تا برداشت ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۱۰: میانگین وزن هزار دانه ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۱۱: میانگین طول پدانکل ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۱۲: میانگین وزن کاه ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۱۳: میانگین عملکرد بیولوژیک ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
شکل ۴-۱۴: میانگین عملکرد دانه ارقام و لاین‌های گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	

فصل اول:

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید موفق محصولات زراعی در سراسر جهان به حساب می‌آید و این عامل هنگامی ایجاد می‌شود که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در داخل گیاه شده و در نتیجه تولید را کاهش می‌دهند. این کاهش در نتیجه تأخیر یا عدم استقرار گیاه، تضعیف یا از بین رفتن گیاهان استقرار یافته، مستعد شدن گیاه نسبت به حمله بیماری‌ها و آفات گیاهی و تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در سوخت‌وساز گیاهان به وجود می‌آید.

خشکی همچنین یک عامل کاهش‌دهنده عملکرد می‌باشد که این حالت حتی در مواردی که صدمه وارده، مشهود نباشد، صادق است. طبق سناریوهای انجمن بین‌المللی تغییر اقلیم، کاهش در میزان بارندگی و افزایش تبخیر و تعرق از جمله مشکلات پیش رو در آینده کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک خواهد بود (ویل گاس و همکاران، ۲۰۱۰).

ایران در کمربند بیابانی جهان قرار دارد و به‌عنوان منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک منظور شده و از نزولات آسمانی محدودی برخوردار است و بر اساس یک آمار کلی میزان بارندگی آن حدود یک‌سوم میانگین بارندگی دنیا می‌باشد (فرامرزی و همکاران، ۲۰۱۰). متوسط بارندگی در کشور در حدود ۲۵۰ میلی‌متر است که این میزان یک‌سوم متوسط بارندگی در جهان می‌باشد. از سوی دیگر از حدود ۱۸/۵ میلیون هکتار اراضی کشاورزی، ۶/۲ میلیون هکتار (۳۳/۵٪) به کشت دیم اختصاص دارد. در حدود ۱/۲ میلیون هکتار از اراضی زیر کشت دیم بارندگی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر دریافت می‌نمایند. از مجموع حدود ۴۰۰ میلیارد مترمکعب نزولات جوی سالیانه در ایران، رقمی در حدود ۲۸۰ میلیارد مترمکعب آن از طریق تبخیر از سطح آزاد و تعرق گیاهی به هوا برمی‌گردد و بقیه آن مقدار آبی است که در

رودخانه‌ها جاری و در منابع زیرزمینی ذخیره می‌شوند و در واقع بخش اعظم آب‌های ایران به دلایلی مورد بهره‌برداری در کشاورزی قرار نمی‌گیرند.

با توجه به اینکه خشکی از ویژگی‌های بارز جغرافیایی کشور ماست و از این پدیده طبیعی و غیرقابل تغییر راه فراری نیست و از طرفی مصرف منابع انرژی، آب و مواد غذایی به‌طور روزافزونی در جامعه افزایش می‌یابد، لذا بایستی به‌جای تأکید بر معایب ناشی از آن درصدد مقابله با آن کمر همت بسته و به چاره‌اندیشی پردازیم. اتخاذ روش‌هایی چون بهره‌برداری صحیح از آب موجود با استفاده از شیوه‌های صحیح زراعی شامل: کشت گیاهان مقاوم، شناخت ارتباط کمبود آب خاک و رشد محصولات در هر مرحله، بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی و روابط مفید داخلی گیاه در مقابله با تنش، انتقال صفات مطلوب به ارقام پر محصول و سایر مواردی که امکان توسعه هر چه بیشتر کشت گیاهان در مناطق خشک را فراهم می‌کند در این رابطه مثمر و مطلوب خواهد بود.

تأمین مواد غذایی موردنیاز داخل کشور با بهره‌گیری هرچه بیشتر از منابع و امکانات موجود یکی از اهداف مهم و ارزشمند برای ملت ایران می‌باشد. گندم بانام علمی *Triticum aestivum* به‌عنوان اساسی‌ترین محصول در الگوی غذایی ایرانیان از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده به‌طوری‌که همواره در سیاست‌گذاری‌ها محور اصلی بوده است. تولید مواد غذایی به‌ویژه گندم رابطه بسیار نزدیکی با قدرت سیاسی و اقتصادی کشورهای جهان دارد. باوجوداین، افزایش سریع و روزافزون جمعیت و عدم بهره‌گیری از روش‌های بهینه تولید در کشورهای درحال توسعه و توسعه‌نیافته، وابستگی این کشورها را به گندم بیشتر نموده است، به‌نحوی‌که امروزه گندم به‌صورت یکی از اقلام وارداتی بسیاری از کشورهای درحال توسعه می‌باشد. این محصول در سراسر دنیا، در سطحی معادل ۲۲۸ میلیون هکتار کشت می‌شود و در ایران سطح زیر کشت این محصول حدود ۶/۶ میلیون هکتار بوده که حدود ۴/۲

میلیون هکتار آن به صورت دیم و بقیه به کشت گندم آبی اختصاص دارد. از کل ۴/۲ میلیون هکتار سطح زیر کشت گندم دیم بیش از یک میلیون هکتار در مناطق گرمسیر قرار دارد (روستائی و خانزاده، ۱۳۸۳). اهمیت بارندگی در اقتصاد کشاورزی و وابستگی میزان تولید محصول کشاورزی به ویژه محصولات دیم به نزولات جوی و ارائه اطلاعات صحیح در این زمینه جهت چگونگی تولید گندم مهم تلقی می شود. طبق برآوردهای انجام شده در سال زراعی ۷۸-۱۳۷۷ به علت وقوع تنش خشکی حدود ۲/۵ میلیون تن از تولیدات گندم دیم کاهش یافت (روستائی و صادقی، ۱۳۷۸). بخش قابل توجهی از اراضی دیم کشور که از حاصلخیزی بالائی نیز برخوردارند در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر کشور واقع گردیده و در طی خشک سالی های چند سال اخیر خسارات قابل توجهی را متحمل شده اند. لذا تعیین میزان تحمل به خشکی و پایداری در ارقام مورد کشت در منطقه و لاین های پیشرفته گندم موجود در آزمایش ها روش مناسبی است که می تواند به بهبود میزان محصول کمک نموده و در سال های زراعی نامطلوب نیز میزان خسارت را کاهش دهد. ایران به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه از میانگین بارندگی سالیانه معادل یک سوم میانگین بارندگی جهانی برخوردار است. علاوه بر آن میزان تبخیر سالیانه در برخی از نقاط آن ۲۰ تا ۴۰ برابر میزان بارندگی است (رحیمی، ۱۳۷۲). الگوهای بارندگی در این مناطق بسیار نامنظم و غیرقابل پیش بینی بوده و گیاهان ممکن است حتی در دوره بارندگی های معمولی نیز دچار کمبود رطوبت و تنش خشکی بشوند. به طور کلی بخش عمده ایران دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است (کافی و همکاران، ۱۳۷۹). بر اساس برخی گزارش ها میانگین عملکرد گندم در دنیا ۳۰ تا ۶۰ درصد عملکرد قابل حصول است که دلیل اصلی آن کمبود آب می باشد (دلق و همکاران، ۲۰۰۳).

مطالعه اثرات تنش خشکی همیشه از اولویت‌های پژوهشی بوده و باوجود منابع علمی غنی متعدد منتشرشده در این زمینه، هنوز خلأهای زیادی در این مورد وجود دارد و این مطالعه نیز در همین راستا تهیه و اجرا گردیده است.

فصل دوم:

بررسی منابع

۱-۲- مفهوم تنش

از نقطه نظر بیولوژیک هر نوع تغییر در شرایط محیطی که موجب افت فراوان در رشد و توسعه گیاه شود تنش نام دارد (تایز و زایگر، ۱۹۹۱). از نظر فیزیولوژیکی، تنش در واقع نتیجه روند غیرعادی فرایندهای فیزیولوژیک است که از تأثیر یک یا ترکیبی از عوامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود (حکمت شعار، ۱۳۷۲). از دیدگاه زیست‌شناختی به هر نوع شرایطی که با فشار زائد نسبت تولید ماده خشک را در تمام یا قسمتی از نبات، زیر پتانسیل ژنتیکی محدود می‌کند تنش اطلاق می‌شود (جونز و جونز، ۱۹۸۹). تنش‌های محیطی عامل بسیار مهمی در توزیع گونه‌های گیاهی در سطح کره‌ی زمین و کاهنده پتانسیل تولیدات گیاهی محسوب می‌شود. به طوری که در اثر تنش‌ها متوسط عملکرد گیاهان به کمتر از ۱۰-۲۰ درصد پتانسیل واقعی آن‌ها می‌رسد (کافی و مهدوی، ۱۳۷۹).

۲-۲- انواع تنش‌های محیطی

تنش‌های محیطی به طور عام به دوشاخه تقسیم می‌شوند:

الف) تنش‌های زیستی مواردی از قبیل رقابت، حمله‌ی آفات و امراض را شامل می‌شود.

ب) تنش‌های غیر زیستی: اثرات فیزیکی و شیمیایی محیط‌زیست از جمله باد، آب، دما، امواج الکترومغناطیس، شوری، تشعشع و مواد شیمیایی را شامل می‌شود (بگوم و همکاران، ۱۹۹۴، جونز و جونز، ۱۹۸۹ و لویت، ۱۹۸۰). از بین تنش‌های موجود، خسارت وارده به گیاهان در اثر تنش کمبود آب، شوری و دما زیادتر بوده و بیشتر مطالعه شده‌اند (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). مناطق اصلی کشت گندم در دنیا همواره از طریق خشکی تهدید می‌شود و کاهش آب تمامی جنبه‌های رشدی گندم از جوانه‌زنی تا عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (گوستا و چن، ۱۹۸۷). بر این اساس تنشی که در این قسمت مورد بحث قرار می‌گیرد تنش خشکی خواهد بود.

۲-۳- خشکی

خشکی شایع‌ترین تنش محیطی است که حدود ۲۵ درصد سطح زیر کشت را محدود می‌سازد (کریستیانسن و لويس، ۱۹۸۲). به طوری که در این شرایط، میزان تعرق از میزان جذب آب تجاوز می‌کند و میزان آب درون بافت‌ها و سلول‌های گیاهی به شدت کاهش یافته و در نتیجه رشد کاهش یافته و متوقف می‌شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۳۸).

بلوم (۱۹۹۶) اظهار داشته است که خشکی یک تنش چندبعدی است که گیاهان را در سطوح مختلف سازمانی تحت تأثیر قرار می‌دهد.

سیدیک و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که خشکی به عنوان مهم‌ترین فاکتور کنترل‌کننده عملکرد محصولات، تقریباً روی کلیه فرایندهای رشد گیاه تأثیرگذار است.

از نظر فراوانی حدوث تنش خشکی، مناطق خشک و نیمه‌خشک در اولویت قرار می‌گیرند. طبق تعریف آمبرژه مناطقی با بارندگی سالیانه به میزان ۲۵۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر نیمه‌خشک محسوب می‌شوند (آذری کی، ۱۳۸۱). تایز و زایگر (۱۹۹۱) مناطق خشک و نیمه‌خشک را مناطقی دانستند که در آن مناطق مجموع تعرق گیاهی ۵۰ درصد تعرقی است که گیاه در حالت عدم محدودیت آب انجام می‌دهد. در این مناطق آب عامل اصلی محدودکننده رشد گیاه است. واژه خشکی از دیدگاه‌های مختلف تعاریف متفاوتی دارد. از نقطه نظر هواشناسی، به معنی فقدان یا کمبود بلندمدت یا کوتاه‌مدت نزولات جوی می‌باشد (حکمت شعار، ۱۳۷۲). به تعریفی دیگر، خشکی یک دوره بدون بارندگی است که ظرفیت رطوبتی خاک، تقاضای اتمسفری تبخیر و نیز کارایی گیاه را متأثر می‌سازد (جونز، ۱۹۹۲). از نظر هیدرولوژیک بیانگر وضعیتی است که در آن میزان بارندگی و رطوبت موجود در خاک برای رفع نیازهای گیاه، جهت رشد طبیعی رسیدگی و تولید محصول کافی نباشد (کومار و ساچان، ۱۹۸۹). از نظر

زراعی، خشکی وضعیتی است که آب از نظر مقدار و توزیع به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار نمی‌گیرد تا گیاه بتواند

عملکرد بالقوه خود را تولید کند (اسلاینا، ۱۹۸۸). به بیان دیگر، خشکی عبارت از عدم انطباق نزولات آسمانی، با نیازهای گیاه است، که آن را دچار تنش می‌کند و عملکرد را کاهش می‌دهد (مونس، ۱۹۸۸). از نظر فیزیولوژیست‌های گیاهی، خشک‌سالی علاوه بر فقدان بارندگی، حاصل تلاقی تنش‌های محیطی زیر است:

(الف) پایین‌تر بودن رطوبت قابل دسترس خاک، که ریشه‌ها را در تنگنا قرار می‌دهد.

(ب) زیادتر بودن تبخیر که از کمی رطوبت نسبی، دمای زیاد، تابش و بادهای شدید ناشی می‌شود.

(ج) افزایش دمای اندام‌های گیاهی که به تنفس زیاد، صدمه به فرایندهای متابولیکی و ساختمانی منجر می‌شود.

(د) تابش زیاد خورشیدی که به تنفس و اکسیداسیون نوری و سرانجام مرگ برگ‌ها منجر می‌شود.

(ه) لخت شدن خاک بر اثر خشکی که به نحو نامطلوبی رشد ریشه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (ماسته و پاسیورا، ۱۹۸۷).

(و) غیرقابل دسترس شدن مواد غذایی، به ویژه در افق‌های بالای خاک، زیرا این افق‌ها سریع‌تر خشک می‌شوند و از نظر مواد معدنی نیز غنی‌ترین لایه‌ها هستند (گارود و ویلیامز، ۱۹۶۷).

(ز) تجمع نمک در لایه‌ی بالایی خاک و اطراف ریشه‌ها، که به تنش اسمزی و مسمومیت یونی منجر می‌شود (کافی و مهدوی، ۱۳۷۹).

وراثت‌پذیری عملکرد تحت شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد. ژنوتیپ‌های پر محصول منتخب در این شرایط ممکن است در تمام چرخه‌های گزینشی نتوانند صفت پرمحصولی خود را متظاهر سازند، زیرا که بخش قابل توجهی از تغییرات عملکرد، در شرایط تحت تنش خشکی ناشی از محیط می‌باشد، لذا با توجه به کارایی کم این‌گونه برنامه‌های گزینشی برخی از به‌نژادگران از ژنوتیپ‌های زیاد

و آزمایش‌های تکرار دار در چند مکان و سال استفاده می‌کنند تا بتوانند نتایج نسبتاً دقیقی را به دست آورند. نتایج بررسی‌های مشابه در داخل کشور در طی سال‌های اخیر منجر به معرفی ارقامی نظیر چمران، مهدوی، الوند، زرین، زاگرس، نیک نژاد، کوهدشت و آذر ۲ شده است. نتایج تحقیقات مشابه در سایر کشورها و مراکز تحقیقات بین‌المللی مانند ایکاردا و سیمیت نیز همه‌ساله منجر به معرفی ژنوتیپ‌های پر محصول و پایدار برای نقاط مختلف دنیا شده است (روستائی و خانزاده، ۱۳۸۳). با افزایش فواصل آبیاری و ایجاد تنش رطوبتی، صفات رویشی نظیر طول دوره رشد، شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته ارقام سورگوم به نحو معنی‌داری کاهش می‌یابد. همچنین با تأخیر در زمان آبیاری اجزاء عملکرد نظیر تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد و کاهش تجمعی اجزاء عملکرد و بخصوص تعداد دانه در خوشه که همبستگی بسیار بالائی با عملکرد دارد، موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود (رزمی، ۱۳۸۰).

در محیط‌های خشک تنش‌های دیگری از قبیل دمای بالا، تشعشع بالا، کمبود آب و کمبود عناصر غذایی، هم‌زمان با تنش خشکی حادث می‌شوند که فرآیند اصلاح گیاهان برای مقاومت به خشکی را پیچیده‌تر می‌سازند بعلاوه خصوصیات خاک منطقه مانند بافت و ساختمان خاک تعادل این تنش‌ها را تحت تأثیر قرار داده و روند مطالعات را با مشکلات بیشتری روبرو می‌سازد (ویترمور و والی، ۲۰۰۹).

۲-۴- واکنش گیاه به تنش خشکی

واکنش‌های مورفولوژی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهان به کمبود آب، بسته به شدت و طول دوره‌ی تنش و مرحله‌ی رشد گیاه متفاوت است. مرحله بحرانی در رابطه با نوع گیاه و هدف از کشت آن توصیف می‌شود. در مورد گیاهانی که به‌منظور تولید دانه یا میوه کشت می‌شوند، مرحله‌ی زایشی دوره بحرانی است. این دوره مرحله خاصی از نمو گیاه است که گیاه بیشترین حساسیت را نسبت به سایر مراحل نمو به شرایط رطوبتی از خود نشان می‌دهد (هاشمی دزفولی و کوچکی، ۱۳۷۷). بلوم و

همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که در گندم، تعداد دانه در سنبله و میانگین وزن دانه تحت تأثیر خشکی در طی مراحل زایشی و پر شدن دانه تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بسیاری از مطالعات دیگر نشان داده‌اند که گیاهان دانه‌ای خصوصاً دو هفته قبل از گرده‌افشانی به خشکی حساس هستند. تروچ و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که خشکی در طی پر شدن غلاف، عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی را به میزان زیادی کاهش داد. برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که عملکرد دانه ذرت خصوصاً در اوایل دوره‌ی کاکل دهی تا پر شدن دانه به تنش آب حساس است (ریچارد، ۱۹۸۹). همچنین بیشترین حساسیت گیاه سیب‌زمینی به تنش خشکی در دوره رشد و نمو غده گزارش شده است (تروچ و همکاران، ۱۹۹۱). با توجه به اینکه نخستین واکنش‌ها به تنش خشکی، بیشتر واکنش‌های مرتبط با وقایع بیوفیزیکی هستند، بنابراین فرایندهایی که با افزایش حجم سلول در ارتباط هستند، بیشتر از سایر فرایندها به کمبود آب حساسیت نشان می‌دهند و مهم‌ترین تأثیر خشکی بر روی رشد و تورم سلول‌ها می‌باشد (تایز و زایگر، ۱۹۹۱). بر اثر کاهش آب، مقدار آب برگ با توجه به افزایش نسبت تعرق به جذب، تنزل می‌یابد و به تبع آن از تبادلات گازی سطح برگ نیز کاسته شده و در نهایت موجب کاهش عمده در عملکرد می‌شود (بلیتی و همکاران، ۱۹۹۳).

حسین پناهی و همکاران (۱۳۹۰) با ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام متحمل و حساس به خشکی گندم نتیجه گرفتند که حفظ تعداد سنبله بیشتر در واحد سطح و تولید تعداد بالاتر دانه در سنبله جزء مهم‌ترین عوامل برتری رقم متحمل به رقم حساس گندم می‌باشد.

۲-۵- مکانیسم‌های مقاومت گیاه به تنش خشکی

پاسخ نهایی گیاه تحت تنش، بیانگر مقاومت یا حساسیت گیاه است. حدود توانایی حفظ بقای گیاهان و میزان رشد آن‌ها در حضور تنش، مقاومت به تنش گفته می‌شود (جونزو جونز، ۱۹۸۹).

مکانیسم‌های مقاومت به خشکی را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸، بلوم و ریچارد، ۱۹۸۴ و بلوم، ۱۹۸۹):

الف - گریز یا فرار ب- اجتناب ج- تحمل تنش

۲-۵-۱- گریز یا فرار از خشکی

در حالت گریز از خشکی، گیاه دوره‌ی زندگی خود را به هنگام وجود و وفور آب تکمیل می‌کند و در نتیجه از خشکی می‌گریزد (آذری کی، ۱۳۸۱). به عبارت دیگر توانایی یک گیاه را، در رسیدگی و کامل کردن دوره رشد خود قبل از اینکه تنش خشکی به عنوان یک عامل محدودکننده بروز نماید، فرار از خشکی می‌نامند (لویت، ۱۹۸۰). در مواردی که احتمال خشکی در دوره حیات گیاه افزایش یابد، هر چه طول دوره‌ی رشد کوتاه‌تر باشد، عملکرد بیشتر است. بنابراین فرار از خشکی به‌ویژه زودرسی، محاسن زیادی در راستای مقاومت به خشکی دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). گیاهان بیابانی کوتاه عمر، گیاهان یک‌ساله‌ای هستند که چرخه زیستی خود را بعد از ریزش باران در مناطق خشک با طی مراحل جوانه‌زنی و رشد و نمو سریع، آغاز گلدهی و تولید بذر طی می‌کنند. این نوع گیاهان عملاً در معرض خشکی قرار نمی‌گیرند بلکه از خشکی یا کمبود آب در بافت‌های گیاهی خود فرار می‌کنند و مقاومت واقعی به خشکی ندارند (اهدائی، ۱۳۷۳). به عبارت دیگر با این مکانیسم، این گیاهان از مواجه‌شدن با شرایط دشوار دوری می‌کنند (جونز و جونز، ۱۹۸۹ و کورمار و ساچان، ۱۹۸۹).

۲-۵-۲- اجتناب

در حالت اجتناب از خشکی، علیرغم آنکه محیط پیرامون گیاه دارای پتانسیل آب پایینی است، خود گیاه دارای پتانسیل آب بالایی است. بنابراین گیاه مذکور از عواقب تنش خشکی در امان می‌ماند و تورژانس سلولی را ادامه می‌دهد (لویت، ۱۹۸۰). به بیان دیگر، به توانایی یک گیاه برای نگهداری وضعیت آبی بالا و باقی ماندن در این وضعیت در طول مدت خشکی، اجتناب گفته می‌شود (گوپتا و

تول، ۱۹۸۶). اجتناب از تنش معمولاً بر اساس مکانیسمی در گیاه استوار است که به وسیله آن، چنان محیط درونی در گیاه به وجود می‌آید که گویی سلول‌های گیاه با تنش روبرو نشده‌اند (شکیبا، ۱۳۸۲). به منظور جلوگیری از تلفات آب، گیاه زراعی از طریق بستن روزنه‌ها، کاهش جذب تشعشع، کاهش سطح تبخیرکننده یا ترکیبی از هر سه، مقدار تعرق را کاهش می‌دهد. گونه‌های زراعی می‌توانند با افزایش کمبود آب، روزنه‌های خود را مسدود کنند که این موضوع باعث کاهش تعرق می‌شود. این حالت در شرایطی که روزنه‌ها کاملاً مسدود و مقاومت کوتیکولی زیاد است، بیشتر صادق می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). برگ‌های بسیاری از گیاهان دارای مکانیزم‌هایی است که در شرایط محدود بودن آب، تعرق را کم می‌کنند. برای مثال، برخی از گیاهان مانند ذرت می‌تواند سطح برگ را با پیچش برگ کاهش دهند. گیاهان پهن‌برگ دارای مکانیزم‌های دیگری برای کاهش تلفات آب می‌باشند. مثلاً سویا برگ‌های خود را می‌پیچد که کرک‌های نقره‌ای سطح تحتانی برگ‌ها ظاهر شده و می‌تواند نور بیشتری را منعکس کند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۶۹). یکی از راه‌های اجتناب از تنش خشکی از طریق حفظ آب در گیاه، تداوم جذب آب است. لازمه‌ی این عمل، برخوردار بودن گیاه از دو خصوصیت مهم یعنی ریشه‌های عمیق و منشعب و مقاومت کم به جریان آب در داخل گیاه است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲).

۲-۵-۳- تحمل خشکی

تحمل به خشکی به توانایی گیاه به سر پا ماندن در حالت پتانسیل آب پایین بافت‌های آن اشاره دارد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۶۹). به نظر لویت (۱۹۸۰) تحمل به خشکی از دو راه امکان‌پذیر است:

الف) اجتناب از پسابیدگی

ب) تحمل پسابیدگی

۲-۵-۴- اجتناب از پسایدگی

بسیاری از فرایندهای بیوشیمیایی، فیزیولوژیک و مورفولوژیک در گیاه به آماس سلول‌ها در برگ حساس است. بنابراین در شرایط کاهش پتانسیل آب برگ گیاه می‌تواند به‌طور کامل یا نسبی از طریق تنظیم اسمزی، افزایش قابلیت ارتجاع دیواره سلولی یا کاهش اندازه سلول، آماس سلول را به وجود آورد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). کاهش پتانسیل اسمزی سلول در نتیجه افزایش املاح سلول (افزایش غلظت سلول) می‌تواند باعث کاهش پسایدگی سلول شود. این افزایش در املاح سلول که باعث اجتناب از پسایدگی می‌شود، تنظیم اسمزی نامیده می‌شود که آماس سلولی کافی جهت ادامه‌ی رشد را فراهم می‌کند (لویت، ۱۹۸۰). در حال حاضر شواهدی در دست است که تنظیم اسمزی برای بسیاری از گونه‌ها و ارقام زراعی حادث می‌گردد و این امر به‌طور نسبی یا کامل باعث آماس می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲).

۲-۵-۵- تحمل به پسایدگی

وقتی که بافت‌های گیاهی نمی‌توانند از پسایدگی با مکانیسم اجتناب از خشکی دوری کنند، سلول حالت اولیه‌ی خود را از دست‌داده و دچار آب کشیدگی شده و وقایع فیزیولوژیک متعددی در سطح سلولی به وقوع می‌پیوندند (بلوم و همکاران، ۱۹۹۶). شواهد زیادی حاکی از آن است که گونه‌ها و ارقام گیاهان زراعی از نظر استعداد در بقاء و بازیابی رشد در شرایط پسایدگی شدید متفاوت هستند. عوامل مؤثر بر تحمل پسایدگی بافت‌های گیاهی کاملاً بررسی نشده است. در شرایطی که خشکی‌های تصادفی حادث می‌شوند و یا در مواردی که احتمال عدم بارندگی در دوره حیات گیاه افزایش می‌یابد، تحمل به پسایدگی به علت نقش آن در بقای گیاه می‌تواند مهم باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲).

۲-۶- برخی صفات مرتبط با تنش خشکی

صفات متفاوتی ممکن است بر روی مقاومت به خشکی اثر بگذارند. اهمیت این صفات بسته به مرحله زندگی گیاه متفاوت است. مثلاً اگر خشکی در زمان دانه‌بندی گندم اتفاق افتد صفاتی از قبیل تولید ریشه قوی و عمیق، مومی بودن سطح برگ، قدرت پیچش برگ، وجود ریشک، تنظیم فشار اسمزی سلول، بازدهی تعرق، مقاومت به گرما و انتقال مواد ذخیره‌شده در ساقه به دانه قبل از گلدهی اهمیت خود را نشان می‌دهند (اهدائی، ۱۳۷۳). صفات مرتبط با خشکی را می‌توان در سه گروه فنولوژیک، مورفولوژیک و فیزیولوژیک به شرح زیر تقسیم‌بندی کرد:

۲-۶-۱- صفات فنولوژیک مرتبط با خشکی

۲-۶-۱-۱- رشد رویشی و طول دوره رویش

اثرات سوء خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه متفاوت است و بیشترین تأثیر را در مرحله‌ای که گیاه به بیشترین میزان آب نیاز دارد، ایجاد می‌کند (کوچکی، ۱۳۷۶). بنابراین دوره بحرانی گیاه در صورتی که منطبق بر دوره خشکی معمول در منطقه نباشد فرار از استرس خشکی تلقی خواهد شد و تا حد امکان از میزان خسارت وارده کاسته خواهد شد. در غلات محدودیت آب در زمان به سنبله رفتن، گرده‌افشانی و تشکیل دانه اثرات غیرقابل جبرانی بر روی عملکرد دانه می‌گذارد (سرمندیا و کوچکی، ۱۳۶۸). بنابراین زودرسی از صفاتی است که گیاه به وسیله آن می‌تواند از تنش خشکی آخر فصل دوری نماید (بلوم، ۱۹۷۹ و فیشر، ۱۹۷۸). آزمایش‌هایی که بر روی جو انجام‌گرفته نشان داده است که بین عملکرد دانه و تعداد روز تا گلدهی یک همبستگی منفی وجود دارد. بدین معنی که ارقام دارای رشد رویشی کوتاه با فرار کردن از تنش خشکی مرحله گلدهی، عملکرد بالایی را دارند (میشل و همکاران، ۱۹۹۶). البته بین زودرسی و عملکرد بالقوه رابطه معکوس وجود دارد بدین دلیل در برنامه‌های به نژادی نباید دوره‌ی رشد را از مقدار موردنیاز کوتاه‌تر نمود (کوچکی، ۱۳۷۶). عوامل

محیطی نظیر درجه حرارت، میزان رطوبت، طول دوره روشنایی و اثرات متقابل آنها نقش به سزایی در رشد و عملکرد گیاهان زراعی دارند. در میان عوامل فوق آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. کاهش آب در بافت‌های گیاهی موجب تأثیرات سوء زیادی از قبیل کاهش فشار هیدروستاتیک در داخل سلول، کاهش رشد و تقسیم سلولی، به هم خوردن سیستم آنزیمی و اختلالات هورمونی گیاه نظیر افزایش ابسزیک اسید و اتیلن و کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی می‌گردد (تورنر و بیق، ۱۹۸۱).

روش‌های متعددی به منظور ارزیابی مقاومت به خشکی در گیاهان زراعی به کاررفته است. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش وزنی برای اندازه‌گیری آب برگ، تعیین پتانسیل اسمزی برگ در تورژسانس کامل و در تورژسانس صفر (باخیت و احمد، ۱۹۹۴)، اندازه‌گیری درجه حرارت گیاه به عنوان شاخصی برای نشان دادن آب برگ (اج و دوان، ۱۹۹۵)، مقاومت در برابر انتشار گازها، میزان فتوسنتز و تثبیت گاز دی‌اکسید کربن تحت شرایط محدود رطوبتی (چوخ و جولیف، ۱۹۸۶)، تنظیم پتانسیل اسمزی برگ‌ها و اندازه‌گیری کاهش رشد برگ اشاره نمود که این خصوصیات نشان‌دهنده توانایی گیاه در حفظ و نگهداری رطوبت تحت شرایط تنش خشکی می‌باشد (اج و دوان، ۱۹۹۵ و دویر و استوارت، ۱۹۸۶). فعالیت‌های فیزیولوژیکی با کاهش مختصر آب در بافت‌های گیاهی به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار می‌گیرند. در طی آزمایشی شیمشی و همکاران (۱۹۸۲) اظهار داشتند که گیاهان حساس و متحمل، عکس‌العمل‌های کاملاً متفاوتی را نسبت به تنش خشکی نشان می‌دهند. به طوری که گیاهان مقاوم به خشکی، با اتخاذ خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی خاصی نظیر کاهش سطح تبخیر و تعرق کننده، تنظیم حرکت برگ‌ها و روزنه‌ها، گسترش ریشه تا اعماق بیشتری از خاک، تنظیم اسمزی و کاهش طول دوره رشد، قادر هستند تا در شرایط تنش خشکی مقدار آب بیشتری را در بافت‌هایشان ذخیره سازند.

خزاعی و کافی (۱۳۸۱) اعلام کردند که ارقام مختلف گندم در اثر اعمال تنش رطوبتی در دو شرایط گلخانه و مزرعه دارای تفاوت معنی داری در خصوص RWC هستند ولی ارقام مقاوم به خشکی برتری قابل توجهی را در این ارتباط از خود نشان ندادند.

تولید ارقامی با طول دوره رشد کوتاه اگرچه بهترین استراتژی برای مقابله با خشکی است (آرائوس و همکاران، ۲۰۰۲) اما باید در نظر داشت که کوتاه شدن دوره رشد گیاه ممکن است سبب کاهش عملکرد شود و یا در بهترین حالت می تواند عملکرد کنونی را حفظ نماید درحالی که برای برطرف کردن نیاز روزافزون جمعیت در ۲۰ سال آینده لازم است رشد سالیانه گندم از مقدار کنونی ۰/۹ درصد به ۱/۶ درصد افزایش یابد (رینولد و همکاران، ۲۰۰۰).

در بررسی تأثیر تنش خشکی در مرحله رشد رویشی گندم نشان دادند که کاهش دسترسی لاین ها و ارقام به آب سبب کاهش پتانسیل آب و RWC شد. کاهش در میزان RWC متناسب با کاهش پتانسیل آبی بود به نحوی که کمترین میزان کاهش RWC و پتانسیل آبی در شرایط دسترسی کم به آب در رقم آذر-۲ و بیشترین کاهش مربوط به رقم زرین بود. کاهش پتانسیل آبی و RWC گیاه منتج از تجمع متابولیت هایی چون پرولین و کربوهیدرات های محلول بود و همبستگی بین انباشته شدن این مواد و پتانسیل آبی گیاه و RWC منفی و معنی دار بود. همچنین تغییرات صفات مورد بررسی در اثر کاهش دسترسی گیاه به آب کافی معنی دار بود و بیشترین تجمع پرولین مربوط به لاین ۱۶ بود درحالی که بیشترین تجمع کربوهیدرات های محلول مربوط به رقم آذر-۲ و کمترین آن مربوط به لاین شماره ۳۶ بوده است که نشانگر تجمع متابولیت های تنظیم کننده اسمزی و پتانسیل آبی در ارقام متحمل است (نبی زاده و همکاران، ۱۳۸۳).

۲-۱-۶-۲- طول دوره‌ی پر شدن دانه

دوره‌ی پر شدن دانه برحسب مجموع درجه روزهای رشد (GDD) و یا مجموع روزها از دانه‌بندی تا رسیدن فیزیولوژیک بیان می‌شود. شرایط محیطی بر روی طول پر شدن دانه تأثیر می‌گذارد. به طوری که برخی از پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که با افزایش دما این دوره کوتاه می‌شود (هانت و همکاران، ۱۹۹۱). آزمایش‌های مزرعه‌ای انجام گرفته در تگزاس بر روی گندم نشان می‌دهد که به ازای افزایش یک درجه‌ی سانتی‌گراد به میانگین دمای روزانه در مرحله‌ی پر شدن دانه، ۳/۱ روز از طول پر شدن دانه کاسته می‌شود (بروکنر و فروبرگ، ۱۹۸۷). ایشان در آزمایش‌هایی که باهدف ارزیابی تنوع ژنوتیپی ارقام گندم بهاره اجرا کرده بودند گزارش نمودند که بین تاریخ گلدهی و طول دوره پر شدن دانه همبستگی منفی وجود دارد و ژنوتیپ‌هایی که تاریخ گلدهی آن‌ها جلوتر از بقیه می‌باشد دوره پر شدن دانه آن‌ها طولانی‌تر می‌باشد.

۲-۱-۶-۲- صفات مرفولوژیک مرتبط با مقاومت به خشکی

۲-۱-۶-۲-۱- سطح برگ‌ها، مومی بودن سطح برگ‌ها و زاویه برگ‌گی

رشد سلولی از پدیده‌های متکی به تورژانس می‌باشد در ابتدای مرحله رویشی تنش کمبود آب و عدم رشد سلول سبب آهسته‌تر شدن گسترش سطح برگ‌گی می‌شود و کاهش سطح برگ سبب کاهش تعرق و به تبع آن باعث کم شدن بخشی از تلفات آب‌شده و مقداری آب می‌تواند برای مدتی در خاک ذخیره گردد. بنابراین محدود شدن سطح برگ می‌تواند به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های دفاعی گیاه در مقابل خشکی در نظر گرفته شود (راجرام و همکاران، ۱۹۹۶). برگ‌ها اندام اصلی فتوسنتز کننده در گیاه می‌باشند. مساحت برگ به تعداد و اندازه سلول‌های تشکیل‌دهنده برگ بستگی دارد که خود متأثر از میزان نور، مقدار رطوبت و مواد غذایی می‌باشد (بلوم، ۱۹۷۴).

صالحی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کرده است در گندم شاخص‌هایی نظیر میزان نیتروژن و محتوای کلروفیل در واکنش به تنش خشکی افزایش می‌یابند و این واکنش به‌ویژه در برگ‌های پرچمی قابل توجه است.

ماچادو و پائولسین (۲۰۰۱) تغییرات فیزیولوژیکی سریع مانند لوله‌ای شدن برگ‌ها، کاهش سطح برگ و افزایش مقاومت روزنه‌ای را جزء مکانیسم‌های اجتناب از تنش خشکی در گندم معرفی کرده‌اند.

مهم‌ترین تأثیر تنش خشکی محدود کردن میزان توسعه برگ و کاهش نرخ رشد برگ‌ها می‌باشد (بلوم، ۱۹۷۴). این کاهش به دلیل کم شدن میزان تقسیم سلولی و یا طولی شدن سلول‌ها و یا هردوی آن‌ها می‌باشد و می‌تواند تجمع ماده خشک و عملکرد گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار بدهد (هرلر و ون باول، ۱۹۸۷). مطابق گزارش مک‌کری و همکاران (۱۹۷۴) و بورل و همکاران (۲۰۰۰) بیشترین تغییر در سطح برگ تحت تأثیر تنش‌های محیطی مربوط به تغییرات طولی برگ می‌شود و تغییر در میزان عرض برگ سهم کمتری از تغییرات سطح برگ را به خود اختصاص می‌دهد. استات و همکاران (۱۹۷۷) نیز ضمن تأیید این مطلب اظهار می‌دارد که کاهش طول برگ‌های جوان‌تر گیاه سورگوم تحت شرایط تنش خشکی بیش از برگ‌های مسن می‌باشد به طوری که طول برگ پرچم در تیمار عدم آبیاری حدود ۱۱ سانتیمتر نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت در حالی که در برگ هفتم تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد.

بازدهی آب در ارقام گندم و جو برخوردار از برگ‌های باریک بیشتر است (بگوم و همکاران، ۱۹۹۴). البته باید در نظر داشت که بعد از کامل شدن فرایند رشد در گیاه، تنش کمبود آب، باعث افت تورژانس شده و به دنبال آن دیواره‌های سلولی شل شده و محلول داخل سلول‌ها غلیظ می‌گردد و حرکت شیره خام و پرورده در داخل آوندها به‌کندی صورت می‌گیرد و حتی در تنش‌های شدید به حداقل ممکن کاهش می‌یابد و خسارت جدی به گیاه وارد می‌شود (راجرام و همکاران، ۱۹۹۶). تنش

کمبود آب، همچنین می‌تواند از طریق تشدید پیری فیزیولوژیک در برگ‌های مسن‌تر و ریزش آن‌ها، سطح برگ‌ها را کاهش داده و با کاهش تعرقی که از این راه ناشی می‌شود اثرات تنش را کاهش می‌دهد و یا به تأخیر می‌اندازد (گوستا و چن، ۱۹۸۷). ولی کاهش سطح برگ نیز به دلیل نقصان جذب CO₂ سبب پایین آمدن عملکرد می‌شود (بحرانی و هایبلی، ۱۳۷۰). زاویه برگ‌ها بر روی دریافت تشعشع خورشیدی و توزیع آن در جامعه گیاهی اثر می‌گذارد. برگ‌های عمودی که تشعشع کمتری دریافت می‌کنند معمولاً در شرایط کمبود آب دارای وضعیت بهتری هستند (ادمیدس و همکاران، ۱۹۸۹). از دیگر خصوصیات مرتبط با مقاومت به خشکی وجود لایه‌های مومی بنام کوتیکول بر روی بصره برگ است که در مقابل تبدلات گازی مانند مانعی عمل می‌کند. کوتیکول تقریباً شفاف بوده و نور مرئی قادر است از آن عبور کرده و وارد لایه‌های داخلی برگ گردد. کوتیکول مانع تبدلات گازی بین برگ و هوا می‌شود و از این طریق از اتلاف زیاد آب جلوگیری می‌کند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶). وجود موم بر روی برگ یک خصوصیت ژنتیکی است و برخی از گیاهان این قابلیت را دارند که در واکنش به شرایط محیطی از قبیل خشکی و انرژی تشعشعی زیاد، تولید آن را افزایش دهند (بنگستون و همکاران، ۱۹۷۸). این صفت در بسیاری از گیاهان از جمله گندم به‌عنوان یک صفت مرتبط با مقاومت به خشکی شناخته شده است (فیشر و وود، ۱۹۷۹).

۲-۲-۶-۲- تراکم روزنه

مکانیسم‌ها و واکنش‌هایی که گیاهان برای مقابله با تنش خشکی از آن استفاده می‌کنند، تحت تأثیر تعدادی از صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و فنولوژیک قرار می‌گیرند (رحیمی، ۱۳۷۲). مثلاً در اثر کمبود آب تعداد روزنه‌ها در واحد سطح کاهش می‌یابد و این تأثیر، کمبود آب را به تأخیر می‌اندازد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). بسته شدن روزنه‌ها، کاهش تعداد و اندازه روزنه از عواملی هستند که مقاومت در برابر انتقال آب از خاک به هوا را تشکیل می‌دهند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶). اندازه و

تعداد روزنه‌ها تحت کنترل عوامل ژنتیکی هستند و می‌توانند اطلاعات مفیدی را در مورد توانایی گیاه برای مقاومت در مقابل کمبود آب در اختیار بگذارند (آستین و همکاران، ۱۹۹۰). مقصودی در مطالعات خود بر روی واریته‌های گندم بهاره، همبستگی منفی و معنی‌داری بین تعداد روزنه و عملکرد به دست آورده است (نادری و همکاران، ۱۳۷۸). با توجه به موارد فوق، اندازه و فراوانی روزنه‌ها نقش مهمی را در مقاومت کلی گیاه نسبت به انتشار بخار آب و کلیه فرایندهایی را که به نحوی با مصرف آب در گیاه سروکار دارند، ایفا می‌کند. لذا، فراوانی و اندازه روزنه احتمالاً معیار مناسبی در شناسایی و انتخاب واریته‌های مقاوم به خشکی خواهد بود. در گندم و جو تراکم روزنه‌ها از برگ‌های بالایی به طرف برگ‌های پایینی کاهش می‌یابد (مسین و همکاران، ۱۹۷۲) ولی در ارزن عکس این موضوع صادق است (دوبرنز و همکاران، ۱۹۶۹).

۲-۶-۲-۳- ارتفاع بوته

ارتفاع بوته یکی از مهم‌ترین صفات قابل توجه در اصلاح نباتات بوده و اغلب با ویگور گیاهچه و کنترل علف‌های هرز ارتباط دارد (بوداک و همکاران، ۱۹۹۵). رشد طولی ساقه نتیجه فعالیت مریستم‌های واقع در پای میانگره‌هاست. این صفت توسط ژن‌های پاکوتاهی ($Rht1$ ، $Rht2$ و $Rht3$) کنترل و تنظیم می‌شود. ارقام گندم از نظر داشتن صفات مرتبط با ژن‌های پاکوتاهی به سه گروه پابلند (۱۳۰-۱۰۰ سانتی‌متر)، نیمه پاکوتاه (۷۵-۱۰۰ سانتی‌متر) و پاکوتاه (۷۵-۵۰ سانتی‌متر) تقسیم می‌شوند (ریچارد، ۱۹۹۲-ب). با وجود این، پاکوتاهی تحت تأثیر محیط نیز واقع می‌شود (کوچکی و سرمدنی، ۱۳۶۹). با تأمین آب کافی واریته‌های پاکوتاه و نیمه پاکوتاه جدید، به دلیل دارا بودن شاخص برداشت بالا، عملکرد دانه بهتری نسبت به واریته‌های قدیمی و پابلند تولید می‌نمایند (ریچارد، ۱۹۹۲-الف)؛ اما تحت شرایط کمبود آب گیاهان پابلند (۱۰۰ سانتی‌متر به بالا) عملکرد دانه بهتری نسبت به گیاهان پاکوتاه دارند. زیرا وزن خشک قسمت‌های هوایی با کاهش ارتفاع نقصان می‌یابد و شاخص برداشت

بیشتر ارقام پاکوتاه منجر به عملکرد دانه بیشتر در این ارقام نمی‌شود (ریچارد، ۱۹۹۲-الف). به‌علاوه رشد سریع گندم‌های پابلند در مناطق دیم در مراحل اولیه رشد باعث می‌شود که میزان تبخیر از سطح خاک کاسته شود و نسبتی از آب که برای تعرق استفاده می‌شود افزایش یابد و این امر منجر به افزایش کارایی استفاده از آب و درنهایت افزایش مقاومت به خشکی می‌گردد (ریچارد، ۱۹۹۲-ب).

۲-۶-۲-۴- تعداد پنجه بارور

زیادی تعداد پنجه بارور برای تولید عملکرد بیشتر در شرایط محیطی مساعد، یک صفت مطلوب به شمار می‌رود؛ اما این صفت در مناطقی که تنش خشکی قبل از گلدهی اتفاق می‌افتد اغلب عملکرد را کاهش می‌دهد و واریته‌های کم پنجه تحت این شرایط عملکرد بیشتری خواهند داشت، زیرا واریته‌های پر پنجه تعداد زیادی از پنجه‌های خود را در اثر تنش خشکی قبل از گلدهی از دست می‌دهند و سنبله‌های بارور حاصل از آن‌ها نیز، در مقایسه با واریته‌های کم پنجه، دارای تعداد دانه کمتری می‌باشد؛ اما موقعی که خشکی در اواخر دوره رشد اتفاق می‌افتد واریته‌های پر پنجه عموماً عملکرد بهتری تولید می‌نمایند (کاظمی، ۱۳۷۳).

۲-۶-۲-۵- طول پدانکل یا گردن سنبله

مطالعه بر روی ۷۲ ژنوتیپ جو در شرایط مدیترانه‌ای با بارندگی ۱۷۴ تا ۱۹۵ میلی‌متر نشان داده است که ضریب همبستگی بین طول گردن سنبله و عملکرد دانه ۰/۴ و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد (سودو، ۱۹۸۷). زیادی طول پدانکل تحت شرایط تنش با عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته (سودو، ۱۹۸۷ و اسلافر و ساوین، ۱۹۹۴) و از سوی دیگر این صفت با داشتن ذخایر کربوهیدرات‌های محلول در آب از جمله فروکتان و نشاسته، به‌عنوان اندوخته‌های موقت قابل‌انتقال به هنگام پر شدن دانه عمل می‌کند (دویدسون و چوالیر، ۱۹۹۲). برآورد شده است که تحت

Family name: Ezzati Samanlou	Name: Habib
Title of Thesis : The response of wheat cultivars to water stress after flowering crops on quantitative and qualitative characteristics, phenological morphology and steps in Ardabil	
Supervisors: Ahmad Toubeh (Ph.D)	Abdul Qayum Qoli-Puri (Ph. D)
Advisors: Gholamreza Aminzadeh (M.Sc.)	Sudabeh Jahanbakhsh (Ph. D)
Graduate Degree M.Sc.	
Major: Agricultural Engineering	Specialty: Agronomy
University of Mohaghegh Ardabili	Faculty of Agriculture and Natural Resources
Graduation date: 96.6.29	Number of pages: 63
Abstract	
<p>The Aim of the study is to determine of effect miler stress in end of the season performance , component's performance , and some morphological teachers of bread of winter wheat in Ardabil agricultural and natural resources research station from 1394-95 . in one trial 11 variety andomid bakhsh line of wheat . In form of random and full block with 3 repetition of culture. In flowering adage in number's and line's wheat, irrigation. Result showed that in drought stress in end of season, there are significant and positive relative between lines. Variety of wheat of this study except characters of total paw, number of fertile paw, removal index. In terms of performance of seed, in drought stress situation in end of the season, line no 7.4 with average of 6/44, 6/66 t/ha is one of the better lines in terms of seed performance. Correlation between seed performance with seed weight is positive and signification in drought stress in spike.</p> <p>performance of variety and lines treat showed to, line's no 4 , 6 , 7 , 8 is 0/86 , 0/87 , 0/73 , 0/87 and is most durable line in drought stress situation after pollination. Using of this test Line No 7 and No 4 are better selection between treatment of this experiment.</p>	

Summer – 2017



University of Mohaghegh Ardabili

Faculty of Agriculture and Natural Resources

Department of Agronomy and Plant Breeding

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree
of M.Sc. in Agronomy**

Title:

**The response of wheat cultivars to water stress after flowering crops on
quantitative and qualitative characteristics, phenological morphology and
steps in Ardabil**

Supervisors:

Ahmad Toubeh (Ph. D)

Abdul Qayum Qoli-Puri (Ph. D)

Advisors:

Gholamreza Aminzadeh (M.Sc.)

Sudabeh Jahanbakhsh (Ph. D)

By:

Habib Ezzati Samanlou

Summer – 2017