Archive of SID

تأثیر تنش خشکی بر رشد ریشه و توزیع ماده خشک بین ریشه و بخش هوایی در ارقام مقاوم و حساس گندم

حمیدرضا خزاعی[1]، محمد کافی[2]

[1] استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، [2] دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

به منظور بررسی میزان رشد ریشه و اختصاص مواد به بخش هوایی و ریشه در شرایط تنش رطوبت در گندم، دو آزمایش مستقل با استفاده از ارقام الوند و یک کراس روشن (مقاوم) ، C -۷۳-۵ و زرین (نیمه مقاوم) و نوید (حساس) در شرایط تنش خشکی و عدم تنش به صورت طرح بلوکهای کاملاً تصادفی و با چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. کشت بذور در کیسه های پلاستیکی حاوی شن شسته صورت گرفت. با طراحی یک سیستم آبیاری قطره ای کیسه های شن آزمایش شرایط مطلوب همیشه در وضعیت مرطوب قرار داشتند و در آزمایش تنش رطوبت در هنگام بروز علایم تنش، آبیاری به مدت یک ساعت با همان سیستم آبیاری قطره ای صورت می گرفت. در شرایط مطلوب در بین ارقام از نظر تعداد برگ تفاوت معنی داری وجود نداشت ولی در شرایط تنش خشکی ارقام مقاوم تعداد برگ بیشتری داشتند. در شرایط تنش رطوبت ارقام مقاوم کمترین و ارقام متوسط و حساس به خشکی بیشترین سطح برگ را تولید نمودند. در شرایط مطلوب رقم یک کراس روشن کمترین وزن خشک بخش هوایی را داشت در صورتی که شرایط تنش، رقم حساس به خشکی نوید پایین ترین وزن خشک بخش هوایی را به خود اختصاص داد. در شرایط تنش رطوبت علیرغم عدم وجود اختلاف معنی دار بین ارقام مورد بررسی از نظر طول ریشه، ارقام مقاوم در مقایسه با ارقام حساس طول ریشه بیشتری داشتند. در شرایط مطلوب و تنش رطوبت رقم الوند بیشترین وزن خشک ریشه را داشت. در هر دو آزمایش رقم مقاوم به خشکی الوند بیشترین و رقم حساس نوید کمترین نسبت ریشه به بخش هوایی را دارا بودند. در مجموع به نظر می رسد در شرایط تنش رطوبت، ارقام مقاوم به خشکی از سطح برگ کمتر و تعداد برگ بیشتر ، طول و وزن خشک ریشه بیشتر و از نسبت ریشه به بخش هوایی بالاتری در مقایسه با ارقام حساس به خشکی برخوردار هستند.

واژه های کلیدی : *گندم، تنش خشکی، ریشه و نسبت ریشه به بخش هوایی (R/S)*

مقدمه

در دنیا بخش قابل توجهی از زراعت گندم در نواحی صورت می گیرد که گیاهان حداقل در دوره هایی از فصل رشد با کمبود آب قابل دسترس مواجه هستند. تأثیر کمبود آب خاك به مرحله رشد، تداوم و شدت تنش بستگی دارد (۶و۴). یک راه غلبه بر چنین مشکلاتی سازگار کردن ، اصلاح و انتخاب گیاه برای این گونه شرایط است (۵). ارقام گندم از نظر تحمل خشکی متفاوت هستند و یک عامل مؤثر در این ارتباط چگونگی توسعه سیستم ریشه ای آنهاست (۱۵).

علیرغم مشکلات مطالعه ریشه، اثرات کمبود آب خاك بر رشد ریشه و مکانیزم جذب آب در گندم توسط تعدادی از محققین مورد بررسی قرار گرفته است (۱۰ ،۹و۲) به نظر می رسد بدون توجه به شرایط خشکی یا مرطوب بودن خاك، حداکثر سیستم ریشه گیاه که به صورت ماده خشک یا طول ریشه بیان می شود به صورت ژنتیکی کنترل شده و در مرحله گرده افشانی به حداکثر خود

www.SID.ir

Archive of SID

می رسد (۱۳و۷). در گندم کاهش رشد ریشه در ۴۰ سانتیمتری بالای پروفیل خاك در طی دوره خشکی ، بدون جبران رشد ریشه در لایه های زیرین توسط ویرو باراکلوگ (۱۸) گزارش شده است.

بررسی ها نشان داده اندکه در برخی موارد که بخشی از ریشه در معرض کمبود آب قرار می گیرد، توسعه برگها بدون هیچ تغییری در وضعیت آب برگ، کاهش پیدا می کند. مشخص شده است که این اثر غیر هیدرولیکی در رشد برگ توسط یک پیام شیمیایی که از ریشه منشاء می گیرد واز طریق آوندهای چوبی به بخش هوایی انتقال پیدا می کند، القاء می گردد(۱۱و۳). درنواحی نیمه خشک، گندم در طی فصل رشد بایک خشکی فزاینده روبرو است. دراین شرایط ممکن است بخشی از سیستم ریشه عرضه آب به گیاه را از نواحی عمیق تر انجام دهد، در صورتی که بقیه ریشه توسط خاك خشک احاطه شده است. اگر علائم مربوط به ریشه درتحت چنین شرایطی فعال باشند، ریشه های قرار گرفته در خاك خشک با وجود عرضه آب کافی از ریشه های عمیق تر ممکن است علائمی منتشر کنند که سبب کاهش رشد برگها شوند که بنظر می رسد این واکنش به عنوان یک راهبرد سازگاری به خشکی مفید باشد، زیرا یک رشد مهار نشده می تواند باعث تخلیه سریع آب خاك شود که این شرایط منجر به خشکی شدید در مرحله رسیدن دانه ها خواهد شد(۱۶).

یک راه بهبود عملکرد گندم اصلاح توزیع ماده خشک در بین بخش هوایی و ریشه است (۱۹و۱۷). صدیق و همکاران (۱۴) ۹ رقم گندم که در طی ۱۰۰ سال گذشته در استرالیا معرفی شده اند را مورد بررسی قرار دادند. این محققین دریافتند که ارقام جدید عملکرد دانه، شاخص برداشت وکارآیی مصرف آب بالاتری در مقایسه با ارقام قدیمی دارند. تمام ارقام مورد بررسی رشد بخش هوایی ویا عمق ریشه یکسانی داشتند، اما وزن ماده خشک وتراکم ریشه در عمق صفر تا ۴۰ سانتیمتری خاك در بین آنها متفاوت بود. ارقام قدیمی در مقایسه با ارقام جدید ماده خشک ریشه بیشتری درعمق ۴۰ سانتیمتری خاك داشتند. جهت بهبود توانایی سازگاری به خشکی ممکن است متناسب کردن توزیع وتجمع ماده خشک در بین ریشه وبخش هوایی مفید باشد. بازده زراعت دیم تا حدزیادی به نزولات جوی بستگی دارد اما امروزه آبیاری تکمیلی در نواحی نیمه خشک می تواند یک روش بهینه سازی توزیع رطوبت خاك بوده واختصاص ماده خشک به ریشه ونهایتا افزایش تولید محصول را باعث شود (۱۲و۸).

هدف از این تحقیق بررسی میزان رشد ریشه وتوزیع ماده خشک در بین ریشه وبخش هوایی در دو شرایط رطوبتی مطلوب وتنش خشکی در بین ارقام مختلف گندم که در دامنه ای از میزان مقاومت به خشکی قرار داشتند، بوده است.

مواد وروشها

این تحقیق به صورت دو آزمایش مستقل در سال زراعی ۸۰-۷۹ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهداجرا شد. ۵ رقم گندم هگزاپلوئید معمولی (*Triticum aestivum L.*) در این آزمایشات مورد استفاده قرار گرفتند. بر مبنای تحقیقات گذشته(۱) وبراساس شاخص تحمل تنش[1] (*STI*) که ارقام رابر اساس ثبات عملکرد در دو شرایط تنش وعدم تنش خشکی انتخاب میکند، دو رقم مقاوم (الوند وبک کراس روشن)، دو رقم متوسط (زرین و C-۷۳-۵) و یک رقم حساس (نوید) به خشکی بودند.

هر دو آزمایش هم زمان و در یک واحد گلخانه بصورت طرح بلوك کامل تصادفی وبا چهار تکرار اجرا شدند. در هر دو آزمایش کاشت بذور در کیسه های پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتیمتر وطول ۱۰۰ سانتیمتر که از شن شسته شده پر شده بودند صورت گرفت. کیسه ها طوری استقرار پیدا کردند که از حالت عمود ۱۵ درجه انحراف داشتند در این حالت با قرار گرفتن ریشه ها در یک سمت کیسه پلاستیکی امکان اندازه گیری فراهم می شد. برای نگهداری کیسه های پلاستیکی، نگهدارنده های فلزی طراحی و نصب شد. در تاریخ ۱۰ بهمن ماه ۱۳۸۰ در هر یک از کیسه های پلاستیکی

1- Stress Tolerance Index

www.SID.ir

Archive of SID

سه عدد بذر در سمتی که مجاور محل اتکاء کیسه پلاستیکی بود، در عمق ۱/۵ سانتیمتر کشت شده، بذور پس از سبز شدن به یک عدد تنک شدند.

در آزمایش عدم تنش رطوبت یک سیستم آبیاری قطره ای به گونه ای طراحی شد که در هر یک از کیسه های پلاستیکی یک قطره چکان قرار داشت. با این روش کیسه های پلاستیکی آزمایش شرایط مطلوب، همیشه در وضعیت مرطوب قرار داشتند. در آزمایش تنش رطوبت در هنگام بروز علایم تنش رطوبت و لوله ای شدن برگها بخصوص در صبح، آبیاری به مدت یک ساعت با استفاده از یک سیستم آبیاری قطره ای مشابه آزمایش قبل صورت می گرفت. هر دو آزمایش به صورت هفتگی با محلول هوگلند کوددهی شدند. در گلخانه درجه حرارت تحت کنترل و دارای دامنه ۳±۱۳/۳±۲۴ روز و شب بود. متوسط رطوبت نسبی ۷۰٪ و گیاهان از نور طبیعی بدون هیچ نور اضافی استفاده می کردند.

در هر دو آزمایش از روز پنجم پس از کاشت هر پنج روز عمق نفوذ ریشه اندازه گیری شد. لازم به ذکر است کیسه های پلاستیکی شفاف بوده و در طی دوره رشد برای جلوگیری از تابش نور به ریشه ها اقدام لازم صورت گرفته بود. پس از گذشت ۴۰ روز از جوانه زنی بذور، که گیاهان دارای دو پنجه بودند کیسه های پلاستیکی شکافته شده و برای جداسازی ریشه ها از بستر شن، شستشو توسط آب تحت فشار صورت گرفت. سپس بخش هوایی و ریشه تفکیک و تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک بخش هوایی، طول نهایی ریشه و وزن خشک ریشه اندازه گیری و ثبت شد.

تجزیه و تحلیل آماری نتایج دو آزمایش به صورت مستقل و با استفاده از برنامه های آماری *SAS* و *SPSS(10)* صورت گرفت و مقایسه میانگین ها نیز به روش دانکن انجام شد. ضرایب همبستگی توسط برنامه *Prism 2.0* تعیین شد.

نتایج و بحث

در شرایط مطلوب رطوبتی در پایان دوره آزمایش در بین ارقام مورد بررسی از نظر تعداد برگ تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۱) به طوری که دو رقم الوند و نوید که در دو سوی دامنه مقاومت تا حساسیت به خشکی قرار داشتند از نظر تعداد برگ از شرایط یکسانی برخوردار بودند. در آزمایش تنش رطوبت رقم بک کراس روشن (مقاوم به خشکی) برتری معنی داری از نظر تعداد برگ نسبت به سایر ارقام داشت (جدول ۱)؛ در این آزمایش هر چند بین رقم الوند (مقاوم به خشکی) و ارقام زرین، C-۷۳-۵ و نوید تفاوت معنی داری وجود نداشت ولی این رقم از نظر تعداد برگ رتبه دوم را پس از بک کراس روشن به خود اختصاص داد. در مجموع در آزمایش تنش خشکی روند تعداد برگ در پایان دوره از سمت ارقام مقاوم به حساس دارای روند نزولی بود.

در شرایط مطلوب رقم مقاوم الوند بیشترین سطح برگ را تولید نمود و این در حالی است که در بین ارقام متوسط و حساس در این شرایط و در پایان دوره آزمایش از نظر تعداد برگ تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۱)؛ در شرایط تنش رطوبت رقم بک کراس روشن کمترین سطح برگ را دارا بود.

جدول ۱- تعداد برگ در گیاه و سطح برگ در پایان دوره آزمایش در ارقام مختلف کندم در دو شرایط آزمایش تنش و عدم تنش رطوبت

رقم	سطح برگ(سانتیمتر مربع)		تعداد برگ در هر گیاه	
	تنش رطوبت	عدم تنش	تنش رطوبت	عدم تنش
الوند	٤/٦٤ab	٤٦/٦٢a	۳/۷۵b	۷/۵۰a
بک کراس روشن	۳/۲۸b	١٤/٦٨c	۵/۵۰a	۷/۰۰a
زرین	۵/۰۱ab	٢٢/٩٦bc	۳/۵۰ b	۸/۲۵a
C-۷۳-۵	٦/٤٥a	٣٠/٨٢ab	۳/۵۰ b	٦/٧٥a
نوید	۵/۹۹a	٣٦/٦٨ab	۳/۰۰ b	۷/۵۰a

حروف مشابه در هر یک از ستونها نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- وزن خشک بخش هوایی و ریشه در پایان دوره آزمایش در ارقام مختلف گندم در دو شرایط تنش و عدم تنش رطوبت

رقم	وزن خشک ریشه (گرم در گیاه)		وزن خشک بخش هوایی (گرم در گیاه)	
	تنش رطوبت	عدم تنش	تنش رطوبت	عدم تنش
الوند	۰/۱۱۵a	۰/۲۹۱a	۰/۱۲۸ab	۰/۴۰۴a
بک کراس روشن	۰/۱۲۲a	۰/۱۷۸b	۰/۱۲۶ab	۰/۲۹۵a
زرین	۰/۸ab	۰/۲۸۷ab	۰/۱۳۵ab	۰/۴۰۴a
C-۷۳-۵	۰/۱۰۱	۰/۲۶۹ab	۰/۱۴۶a	۰/۳۵۹a
نوید	۰/۰۶۸b	۰/۲۴۷ab	۰/۱۰۱b	۰/۳۸۸a

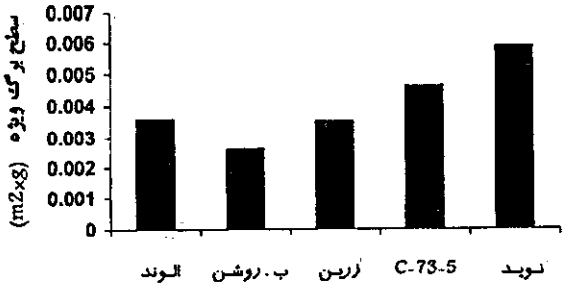
حروف مشابه در هر یک از ستونها نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

در تحت شرایط تنش رطوبت ارقام مقاوم کمترین و ارقام متوسط و حساس بیشترین سطح برگ را تولید نمودند (جدول ۱). به عبارت دیگر روند سطح برگ در شرایط تنش رطوبت از سمت ارقام مقاوم به حساس دارای روند افزایشی بود. به نظر می رسد که در شرایط تنش رطوبت ارقام مقاوم علیرغم داشتن تعداد برگ بیشتر با تولید برگهای کوچکتر در مجموع سطح برگ کمتری در مقایسه با ارقام حساس تولید نمودند که این می تواند یک استراتژی مقاومت به خشکی از طریق کاهش تلفات آب و همچنین سایه اندازی تلقی شود.

در آزمایش عدم تنش رطوبت هر چند رقم بک کراس روشن کمترین وزن خشک بخش هوایی را داشت اما بین ارقام مورد بررسی از این نظر تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). در این شرایط ارقام الوند و زرین در پایان دوره آزمایش از وزن خشک بخش هوایی یکسانی برخوردار بودند. در شرایط تنش خشکی رقم نوید (حساس) کمترین وزن خشک بخش هوایی را داشت و در بین سایر ارقام در این شرایط از نظر وزن خشک بخش هوایی تفاوت معنی داری ملاحظه نشد (جدول ۲). هر چند ارقام زرین و C-۷۳-۵ که از نظر مقاومت به خشکی در گروه متوسط قرار داشتند بیشترین وزن خشک بخش هوایی را دارا بودند.

ولکمار (۱۶) گزارش کرده است که اگر تنها بخشی ازسیستم ریشه در گندم در معرض تنش خشکی قرار گیرد، میزان رشد برگها کاهش خواهد یافت و این کاهش رشد برگها در پاسخ به تنش خشکی در منطقه ریشه ارتباط نزدیکی با وضعیت آب برگها دارد. این محقق اظهار داشته است که در مراحل اولیه رشد گندم در شرایط تنش خشکی کاهش رشد بخش هوایی عمدتا ناشی از وضعیت آب برگها و توانایی جذب آب سیستم ریشه است و بعید به نظر می رسد در این شرایط پیام شیمیایی موثری جهت ممانعت از رشد برگها به بخش هوایی منتقل شده باشد.

در شکل (۱) سطح برگ ویژه ارقام گندم در شرایط تنش خشکی نشان داده شده است. از آنجایی که سطح برگ ویژه شاخصی از ظرافت برگ است و معیاری از وزن مخصوص یا نازکی نسبی برگ محسوب می شود به نظرمی رسد که در این آزمایش ارقام مقاوم به خشکی در مقایسه با رقم حساس نوید از ضخامت برگ بیشتری برخوردار هستند.



شکل ۱- سطح برگ ویژه ارقام مختلف گندم در پایان دوره آزمایش در شرایط تنش خشکی

www.SID.ir

Archive of SID

معمولاً تلفات از کوتیکول نسبتاً کم است، ولی در شرایط کمبود رطوبت قابل دسترس همین مقدار اندك می تواند نقش مؤثری به خصوص در مراحل بحرانی رشد گیاه داشته باشد و لذا باید به عنوان یک هدف این تلفات را به حداقل خود کاهش داد. تحقیقات نشان داده است (۱۴) که کوتیکول ضخیمتر و مومی تر باعث کاهش این تلفات می شود. شاید بتوان گفت مشخصه داشتن برگهای ضخیمتر در شرایط تنش خشکی یک ویژگی قابل توجه است که باید در انتخاب ارقام مقاوم به خشکی گندم مورد توجه قرار گیرد.

در آزمایش عدم تنش رطوبت رقم الوند (مقاوم) بیشترین وزن خشک ریشه را داشت (جدول ۲). بین ارقام بک کراس روشن، زرین، C-۷۳-۵ و نوید تفاوت معنی داری مشاهده نشد. نکته جالب توجه اینکه در شرایط مطلوب رقم مقاوم بک کراس روشن کمترین وزن خشک بخش هوایی و همچنین ریشه را در بین ارقام دارا بود و این در حالی است که دیگر رقم مقاوم به خشکی (الوند) در همین شرایط آزمایش بیشترین وزن خشک بخش هوایی و ریشه را داشت. لذا به نظر می رسد مکانیزم مقاومت به خشکی در این دو رقم مقاوم باید متفاوت باشد. در شرایط تنش رطوبت ارقام مقاوم به خشکی بیشترین و رقم حساس به خشکی کمترین وزن خشک ریشه را دارا بود و ارقام متوسط نیز از این نظر در وضعیت حد واسط قرار داشتند.

مین و همکاران (۹) و ویروبارکلوگ (۱۸) پیشنهاد نموده اند که درگندم در شرایط تنش خشکی وزن خشک ریشه زیاد در مراحل اولیه رشد می تواند به عنوان یک معیار انتخاب ارقام مقاوم به خشکی مورد استفاده قرار گیرد.

در آزمایش عدم تنش رطوبت بین ارقام بک کراس روشن (مقاوم)، C-۷۳-۵ (متوسط) و نوید (حساس) از نظر طول نهایی ریشه تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۳) و ارقام الوند (مقاوم) و زرین (متوسط) بیشترین طول ریشه را دارا بودند. روند حداکثر عمق ریشه در پایان دوره آزمایش به گونه ای بود که در شرایط مطلوب ارقام با مقاومت به خشکی بیشتر، طول ریشه بیشتری نیز داشتند. در شرایط تنش خشکی ارقام مقاوم در مقایسه با رقم حساس نوید از طول ریشه بیشتری در پایان دوره برخوردار بودند هر چند که از نظر آماری تفاوت در بین ارقام معنی دار نبود.

آسنگ و همکاران (۲) گزارش کردند که در گندم در شرایط آبیاری مطلوب طول نهایی ریشه بیشتر از شرایط تنش خشکی است. این محققین اظهار نمودند که در شرایط تنش خشکی ارقام مقاوم به خشکی از طول ریشه بیشتری برخوردار هستند.

عمق ریشه در ارقام مختلف گندم در دو آزمایش تنش و عدم تنش رطوبت در روزهای پس از کاشت در شکل (۲) نشان داده شده است. در شرایط مطلوب، بجز در دو تاریخ اول اندازه گیری که رقم بک کراس روشن برتر بود، در سایر تاریخهای اندازه گیری رقم الوند بیشترین عمق ریشه را به خود اختصاص داده بود. در فاصله ۳۵ تا ۴۰ روز پس از کاشت رقم زرین که از پایین ترین رتبه برخوردار بود به سرعت خود را به رقم برترین (الوند) رساند به طوری که در پایان دوره آزمایش هر دو رقم عمق ریشه یکسانی داشتند. جالب توجه اینکه رقم زرین در این شرایط بیشترین تعداد برگ را در بین ارقام داشت ولی از سطح برگی کمتر از نصف سطح برگ رقم الوند برخوردار بود ولی در پایان دوره این دو رقم از وزن خشک بخش هوایی یکسانی بهره می بردند (جدول ۱ و ۲).

در شرایط تنش رطوبت از نظر عمق ریشه در مراحل اولیه رقم زرین و در مراحل میانی و انتهایی دوره آزمایش برتری از آن رقم الوند بود (شکل ۲). نکته قابل توجه اینکه رقم زرین در پایان دوره آزمایش در شرایط تنش خشکی نیز مشابه به شرایط مطلوب یک جهش قابل توجه از نظر طول ریشه از خود نشان داد و در وضعیتی بالاتر از رقم الوند قرار گرفت. البته، در پایان دوره در شرایط تنش رطوبت علیرغم نوسانات بین ارقام مورد بررسی از نظر طول ریشه این تفاوتها از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۳). به نظر می رسد ارقام مقاوم به خشکی از سرعت اولیه بیشتری برخوردار هستند. تعدادی از محققین (۱۴، ۹و۲) نیز گزارش کرده اند توانایی یک ژنوتیپ گندم در رشد سریع ریشه در مراحل اولیه احتمالا یک عامل موثر در مقاومت به خشکی است و حتی در ارقام

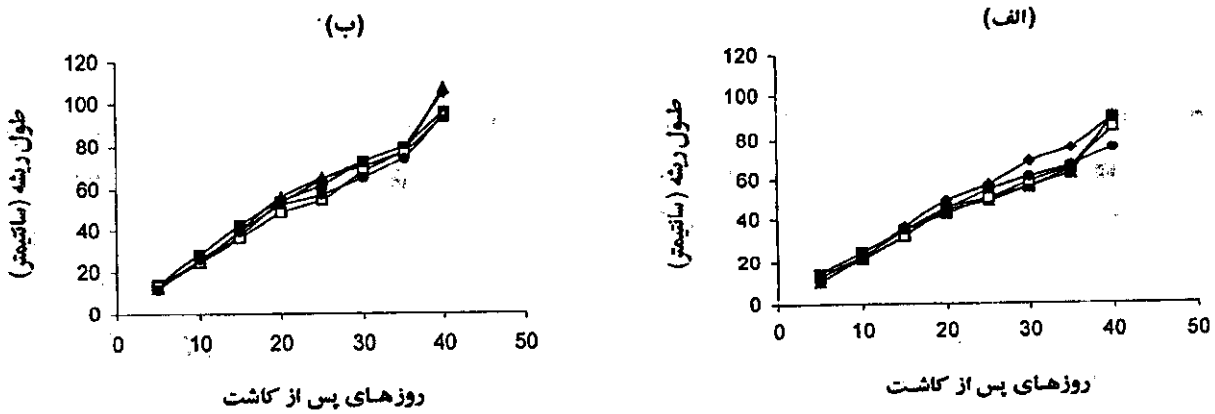
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- طول نهایی ریشه و نسبت ریشه به بخش هوایی (R/S) در پایان دوره آزمایش در ارقام مختلف گندم در دو شرایط تنش و عدم تنش رطوبت

رقم	R/S		طول نهایی ریشه (سانتیمتر)	
	تنش رطوبت	عدم تنش	تنش رطوبت	عدم تنش
الوند	۰/۱۱۵a	۰/۲۹۱a	۸۹/۰۰c	۱۰۴/۲۵a
بک کراس روشن	۰/۰۶۱b	۰/۰۸۹bc	۸۹/۰۰a	۹۷/۰۰b
زرین	۰/۰۳۶ac	۰/۰۹۵c	۸۹/۷۵a	۱۰۶/۷۵a
C-۷۳-۵	۰/۰۲۵cd	۰/۰۶۷bc	۸۵/۲۵a	۹۳/۲۵b
نوید	۰/۰۱۳d	۰/۰۴۹c	۸۰/۵۰a	۹۴/۵۰b

حروف مشابه در هر یک از ستونها نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

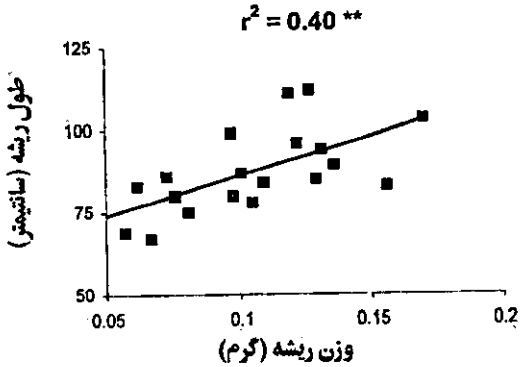


شکل ۲- عمق ریشه در روزهای بعد از کاشت در ارقام گندم در دو آزمایش الف) عدم تنش و ب) تنش رطوبت
◆ الوند، ■ بک کراس روشن، ▲ زرین، □ C- 73-5، ● نوید

حساس به خشکی در شرایط تنش آب رشد سریع ریشه می تواند منجر به عملکرد دانه بالا در این شرایط شود.

اما در شرایط تنش خشکی یک همبستگی بسیار معنی دار بین طول و وزن خشک ریشه مشاهده شد (شکل ۲). در شرایط تنش خط همبستگی طول و وزن خشک ریشه از شیب تندی برخوردار نبود.

به عبارت دیگر افزایش قابل توجه در وزن خشک ریشه منجر به افزایش مشابهی در عمق ریشه نشده بود. دو احتمال در این



شکل ۳- همبستگی بین وزن خشک ریشه و طول نهایی ریشه در ارقام گندم در شرایط تنش رطوبت

www.SID.ir

Archive of SID

خصوص وجود دارد. اول اینکه افزایش وزن خشک ریشه در نتیجه افزایش قطر ریشه بوده است و دوم اینکه افزایش وزن خشک ریشه صرف گسترش جانبی و تولید ریشه های ثانویه شده است ، که با توجه به نظر دیگر محققین (۱۶ ،۸و۷) فرض دوم محتمل تر به نظر می رسد که این خود نیاز به بررسی های تکمیلی دارد.

در شرایط عدم تنش رطوبت رقم الوند (مقاوم) بیشترین و رقم نوید (حساس) کمترین نسبت ریشه به بخش هوایی (R/S) را داشتند (جدول ۳)۰ در تحت آزمایش تنش رطوبت نیز رقم الوند بالاترین و رقم نوید پایین ترین R/S را دارا بودند. در هر دو شرایط آزمایش میزان اختصاص ماده خشک به ریشه در ارقام مقاوم بیشتر از ارقام حساس بود. لذا به نظر می رسد این اختصاص بیشتر ماده خشک به ریشه در ارقام مقاوم یک مکانیزم محتمل در مقاومت به خشکی بوده که به عنوان یک صفت می تواند در انتخاب ارقام مقاوم به خشکی مورد استفاده قرار گیرد. البته پیشنهاد مشابهی توسط برخی از محققین (۱۴ ،۸و۳) در همین رابطه مطرح شده است.

در شرایط تنش رطوبت، ارقام مقاوم با وجود داشتن تعداد برگ بیشتر، با تولید برگهای کوچکتر در مجموع سطح برگ کمتری تولید نمودند. ارقام مقاوم به خشکی از سطح ویژه برگ کمتر و برگهای ضخیمتر، طول وزن خشک ریشه بیشتر و از نسبت R/Sبالاتری در مقایسه با رقم حساس به خشکی برخوردار بودند که این ویژگی ها می تواند در انتخاب ارقام گندم مقاوم به خشکی مورد توجه قرار گیرد.

فهرست منابع

۱- خزاعی، ح. ۱۳۸۱. اثر تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک ارقام مقاوم و حساس گندم و معرفی مناسبترین شاخص های مقاومت به خشکی. پایان نامه دکتری (دانشگاه فردوسی مشهد).

2- Asseng, S., J. t. Ritchie, A.J.M. Smucker, and M.J.Robertson. 1998. Root growth and water uptake during water deficit and recovering. Plant and Soil. 201: 265-273.

3- Blackman, P.G., and W.J. Davies. 1985. Root to shoot communication in maize plants of the effects of soil drying. J.Exp. Bot. 36: 39-48.

4- Boyer, J. S. 1982. Plant productivity and environment. Science. 218: 443-448.

5- Briggle, L. W., and b. C. Curtis. 1987. Wheat worldwide. P. 4-13. Wheat and Wheat Improvement. 2nd ed (Heyne, EG). Agron-Monogr. 13. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

6- Hsiao, T.C., and K.J. Bradford. 1983. Limitations to efficient water use in crop production. ASA, CSA, and SSSA, Madison, WI.

7- Kaetterer, T., A.C. Hansson, and O. Andren. 1993. Wheat root biomass and nitrogen dynamics-effects of daily irrigation and fertilization. Plant Soil. 151: 21-30.

8- Li, M. F., X. L. Liu, and S.Q.Li. 2001. Effects of early soil water distribution on the dry matter partitioning between roots and shoots of winter wheat. Agric. Water. Manag. 49: 163-171.

9- Main, M.A.R., E.D. Nafziger, F. L. Kolb, and R. H. Teyker. 1993. Root growth of wheat genotypes in hydroponic culture and in the green house under different soil moisture regimes. Crop Sci. 33: 283-286.

10- Meyer, W. S., C. S. Tan, H. D. Barrs, and R.C.G. Smith. 1990. Root growth and water uptake by wheat during drying of undisturbed and repacked soil in drainage lysimeters. Aust. J. Agric. Res. 41: 253-265.

11- Munns, R. 1992. A leaf elongation assay detects an unknown growth inhibitor in xylem sap from wheat and barley. Aust. J. Plant. Physiol. 19: 127-135.

12- Niu, J.Y.T. Gan, J.W. Zhang, and Q.F. Yang. 1998. Post-an thesis dry matter accumulation and redistribution in spring wheat mulched with plastic film.

www.SID.ir

Archive of SID

Crop Sci. 38: 1562-1568.

13- Robinson, M.J., S. Fukai, M.M. Ludlow, and G.L. Hammer. 1993. Water extraction by grain sorghum in a sub-humid environment. II. Extraction in relation to root growth. Field Crop Res. 33: 99-112.

14- Siddigue, K.H.M., R.K. Belford, and D. Tennant. 1990. Root/shoot ratio of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in a Mediterranean environment. Plant and Soil. 121: 89-98.

15- Turner, N.C. 1986. Crop water deficit: A decade of progress. Adv. Agron. 39: 1-51.

16- Volkmar, K. M. 1997. Water stressed nodal roots of wheat: efects on leaf growth. Aust. J. Plant. Physiol. 24: 49-56.

17- Weiner, J. 1990. Plant population ecology in agriculture. In: Ronald, C., Carrol, et al. (Eds), Agroecology. McGraw- Hill, New York, pp.235-261.

18- Weir, A. H, and P.B. Barraclough. 1986. The effect of drought on the root growth of winter wheat and on its water uptake from a deep loam. Soil Use Manage. 2: 91-96.

19- Zhao, S.K., F.M. Li, and D.Y. Zhang. 1997. Crop production is a population process. Acta Ecol. Sin. 17: 100-104.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of drought stress on root growth and dry matter partitioning between roots and shoots of winter wheat

H.R. Khazaie and M. Kafi

Abstract

Root characteristics of wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes are wildely believed to be important in tolerating water deficit. In order to investigate root growth and dry matter partitioning of five wheat cultivars differing in drought resistance, two separate experiments were conducted under well watered and moisture stress conditions using controlled environments at greenhouse, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. A randomized complete block design with four replications and five wheat genotypes (Alavand, B.C. Roshan, C-73-5, Zarin and Navid) was used for each experiment. Genotypes did not differ in leaf number and leaf area under well watered conditions . Under water deficit conditions, resistant genotypes produced a greater number of leaves per plant and susceptible genotypes produced a lager leaf area per plant compared to other genotypes. Both shoot dry wieght and root length for the drought resistant genotypes were significantly higher compared to the rest of others. Root dry weight and root/shoot ratio for the drought resistant genotypes were greater than the more sensitive genotypes, regardless of watering regime.

Key words: wheat, drought stress, root/shoot ratio

Contribiution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

www.SID.ir