

بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و محتوی یون‌ها در

گیاه جو بدون پوشینه (*Hordeum sativum* L.)^۱

علیرضا باقری^۲ و حسین حیدری شریف‌آباد^۳

چکیده

در بیشتر مناطق ایران رشد و عملکرد غلات به دلیل خشکی کاهش پیدا می‌کند. یکی از گیاهان مناسب برای چنین شرایطی گیاه جو معمولی و بدون پوشینه است. چهار ژنوتیپ جو بدون پوشینه (U46M، UH3، EHM81-12 و CM67) در ایستگاه تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید به مدت دو سال (۱۳۸۴ و ۱۳۸۳) در دو آزمایش جداگانه برای بررسی میزان تحمل آن‌ها به خشکی مورد بررسی قرار گرفتند در آزمایش تنش خشکی چهار تیمار شامل آبیاری پس از رسیدن پتانسیل آب خاک به ۰/۵bar- (شاهد)، آبیاری پس پتانسیل ۱/۵- بار، ۳- و ۵- بار به کار برده شدند. تیمارهای آزمایش به صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اعمال شدند. تیمارهای خشکی در کرت‌های اصلی و ارقام در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. فاکتورهای مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از عملکرد، اجزای عملکرد و محتوی یونی ساقه. نتایج آزمایش نشان داد که تعداد دانه و سنبله در گیاه کاهش معنی‌داری در شرایط تنش داشتند و وزن دانه و حساسیت کمتری داشت. عملکرد دانه و بیولوژیک نیز در شرایط تنش کاهش نشان دادند و در بین ژنوتیپ‌ها رقم UH3 کمترین و رقم GM67 بیشترین مقدار عملکرد دانه و بیولوژیک را نشان دادند. تفاوت مقدار عملکرد بیولوژیک به تعداد پنجه و سنبله در گیاه و کاهش سطح برگ و ارتفاع مرتبط بود. کاهش عملکرد دانه به تعداد سنبله کمتر در گیاه و تعداد دانه در سنبله کمتر ربط داشت. پروتئین دانه در شرایط تنش خشکی افزایش یافت. تنش، میزان سدیم و کلر برگ را افزایش داد ولی مقدار NO_3 ، NH_4 ، Ca ، P ، K و Mg کاهش یافت. در کل رقم UH3 کمترین و رقم CM67 بیشترین مقدار عملکرد را داشتند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد، جو بدون پوشینه، ژنوتیپ

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۸۶/۶/۳۰

۱- این مقاله قسمتی از رساله نویسنده اول در دوره دکتری رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران می‌باشد.

۲- دانشجوی رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد واحد اقلید.

۳- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج

باقری، ع. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای...

مقدمه و بررسی منابع

هم چنین شوری باعث افزایش مقدار لیپوپروتئین و تحمل روزنه‌ای شد (۳).

دمیرال و همکاران (۲۰۰۵) اثر شوری را روی جو بررسی کردند و مشخص کردند که میزان سدیم و کلر در ریشه ژنوتیپ‌های متحمل کمتر بود ولی مقدار آن‌ها در برگ بیشتر بود (۱۵).

رشید و همکاران (۱۹۹۹) اثر محیط کشت حاوی ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مول بر لیتر مکعب NaCl را روی ریشه گیاهچه و جذب یون در گیاهچه گندم مورد بررسی قرار دادند. رشد و وزن خشک برگ و ساقه در اثر شوری کاهش پیدا کرد. میزان سدیم و کلر در برگ و ساقه گیاهان در اثر شوری افزایش یافت اما مقدار افزایش آن در برگ بیشتر بود. با افزایش رشد، میزان سدیم و کلر بافت‌ها نیز افزایش پیدا کرد (۳۱).

لایدی و سیز (۱۹۹۷) میزان جذب انتخابی پتاسیم، جذب و عدم جذب سدیم و کلر، نسبت نیترات به کلرید، مقدار تنظیم اسمزی و تجمع محلول‌های آلی را از صفات مهم فیزیولوژیک ایجاد کننده تحمل در گیاهان دانستند (۲۵).

ساوین و همکاران (۱۹۹۶) اعلام کردند که گرچه برخی از اجزای عملکرد در غلات در مرحله رویشی تعیین می‌شود ولی مرحله واقعی تولید دانه بین خوشه‌دهی و رسیدگی است و کوتاه شدن این مرحله باعث کاهش عملکرد می‌شود. در تنش خشکی و دمای زیاد طول این دوره و دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد و عملکرد کم می‌شود (۳۳).

شلدارک و ساکسنا (۱۹۷۹) اعلام کردند که تنش خشکی باعث کاهش میزان عملکرد بیولوژیک و اقتصادی در گیاه نخود می‌شود. اما شاخص برداشت

جو بدون پوشینه گیاهی است از خانواده غلات که اخیراً از لحاظ ژنتیکی روی آن زیاد کار شده است. این گیاه دو تیپ پاییزه و بهاره دارد که نوع بهاره به سرما حساس است و عملکرد کمتری دارد. جو بدون پوشینه اصولاً گیاهی با قابلیت تولید ۳-۷ عدد پنجه است که ۴ عدد از آن‌ها بارور می‌شوند (۱۶). ریشه افشان، پرپشت و با قابلیت تنفس کم است و عمق ریشه‌دهی تا ۱/۵ متر خاک گزارش شده است. بیشترین تراکم ریشه‌ها در عمق ۱۵-۲۵ سانتی متری مشاهده شده است. گوشوارک‌ها در این گیاه به‌طور کامل کشیده‌اند و از روی یکدیگر عبور می‌کنند و زبانک بزرگ چسبیده به برگ و با شکل نامنظم است. ساقه سبز ترد و شکننده و ارتفاع آن زیاد است. دم گل آذین کشیده است و محور اصلی سنبله دارای دو تا سه انحنا است. پوشینه‌ها در هنگام رسیدگی و برداشت از دانه جدا می‌شوند و به‌همین دلیل به آن جو لخت یا بدون پوشینه می‌گویند. دانه حاوی مقادیر زیادی بتا-گلوکان، و استرول می‌باشد. دانه اسیدفنولیک و فیبر زیادی ندارد ولی از لحاظ پروتئینی غنی است و مقدار نشاسته، ۷۰-۶۰٪ وزن آن می‌باشد. هم چنین مقدار اسید آمینه لیزین در دانه این گیاه حتی از ذرت نیز بیشتر است (۲۰).

آلپاسلان و همکاران (۱۹۹۹) در یک آزمایش گلخانه‌ای ۶ ژنوتیپ برنج را در چهار سطح شوری مورد آزمایش قرار دادند. در آن آزمایش، شوری باعث کاهش رشد شد و میزان عناصر سدیم و کلر در بافت‌های گیاه افزایش و مقدار پتاسیم کاهش یافت.

اهداف این آزمایش عبارت بودند از: اندازه گیری میزان عناصر غذایی جذب شده توسط گیاه در شرایط عادی و مقایسه آن با تنش و تعیین همبستگی بین عناصر و عملکرد.

مواد و روش‌ها

مکان آزمایش

این آزمایش در مزرعه کشاورزی، گلخانه و آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید (طول جغرافیایی ۷' و ۳۴° و عرض جغرافیایی ۳' و ۵۹°) طی سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ انجام گرفت.

ژنوتیپ‌های گیاهی

۴ ژنوتیپ جـ و بدون پوششینه (CM67, EHM81, UHM7, UH3) از مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شدند. قابل ذکر است ژنوتیپ CM67 به‌عنوان یکی از ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در کشور مصر کشت و کار وسیعی دارد (۱۶).

این آزمایش به دو صورت مزرعه‌ای و آزمایشگاهی طی دو سال انجام گرفت. در مزرعه، آزمایش از اول آبان شروع و تا پایان خرداد ادامه یافت. در آزمایشگاه شروع آزمایش اول تیر و پایان آن اول مرداد ماه بود. خاک مورد آزمایش لومی با ۲۴٪ رس، ۴۵٪ سیلت و ۳۱٪ شن و میزان ماده آلی آن ۱/۵٪ بود. رطوبت نسبی هوا بین ۷۸٪ - ۴۰٪ در مزرعه و بین ۷۹٪ - ۵۰٪ در آزمایشگاه متغیر بود. در مزرعه، اندازه کرت‌ها، ۲×۴ متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم بوته در هر متر مربع ۵۰۰ بوته بود.

افزایش نشان می‌دهد پس عملکرد بیولوژیک بیشتر کاهش می‌یابد (۳۴).

آسانا و ویلیام (۱۹۶۵) اعلام کردند که با افزایش ۵ درجه دما یا خشکی در طی دوره پر شدن دانه عملکرد گندم ۱۵٪ کاهش می‌یابد. آن‌ها بهترین دما در دوره پر شدن دانه را بین ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند (۵).

به گزارش شیلینگ و همکاران (۲۰۰۳) اگر دوره پر شدن دانه ۴۲ روز طول بکشد (میانگین ۷ سال آزمایش) میزان عملکرد، بالای میانگین چند سال خواهد بود و میزان پروتئین ۱۰/۵٪ و یکسانی اندازه دانه‌ها ۹۰٪ می‌شود. آن‌ها اعلام کردند که اثر رطوبت بر پروتئین نسبت به اثر دما روی پروتئین بیشتر است. رطوبت کمتر از دما دوره پر شدن دانه و عملکرد را کاهش داد (۳۵).

سایلینگ و همکاران (۱۹۹۴) اعلام کردند که تنش خشکی بعد از گلدهی تعداد سنبله و دانه در سنبله را کم می‌کند و در مراحل انتهایی رشد حتی ممکن است باعث کاهش وزن دانه‌ها شود (۳۶).

به گزارش باسو و ناوتیال (۲۰۰۴) برخی صفات فیزیولوژیک مانند شاخص سطح مخصوص برگ^۱، راندمان مصرف آب^۲ و توانایی ریشه در رسیدن به آب و شاخص برداشت، تحمل گیاه به تنش و میزان عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. آن‌ها مدلی ارائه کردند که براساس آن عملکرد برابر بود با میزان تعرق ضرب در راندمان تعرق ضرب در شاخص برداشت. هرچه شاخص سطح مخصوص برگ کم‌تر باشد آب بیشتری در برگ نگهداری می‌شود پس محتوای آب نسبی^۳ بالاتر است و گیاه متحمل‌تر است (۸).

1- SLA
2- WUE
3- RWC

رویشی، زایشی و رسیدگی انجام گرفتند. اندازه‌گیری‌های مرحله رویشی در مرحله پنجه‌زنی و انتهای مرحله ساقه‌دهی^۱ برگرفته از زادوکس (۱۹۸۳) انجام شدند (۳۹). ۵ گیاه از هر پلات در آزمایش‌های مزرعه‌ای برداشت شده و برگ و ساقه آن‌ها جدا شد و پس از اندازه‌گیری سطح برگ با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل LI-3000 Area Meter, LI – ساخت کشور آمریکا، Walzco به مدت ۴۸ ساعت در دمای C ۷۰^o قرار گرفتند تا وزن خشک به دست آید. هم‌چنین تعداد پنجه در گیاه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌های مرحله زایشی نیز در انتهای مرحله کرده‌افشانی^۲ انجام شد. ۵ بوته در آزمایش‌های مزرعه‌ای برداشت شدند. برای هر مرحله، برگ، ساقه و سنبله آن‌ها جدا شد و اندازه‌گیری‌های سطح برگ و وزن خشک تک تک اندام‌ها جداگانه انجام گرفت.

پس از رویت علایم رسیدگی، بوته‌ها از وسط کرت برداشت شده و وزن خشک، وزن هزار دانه، تعداد سنبله و دانه در سنبله و طول سنبله اندازه‌گیری شد. قابل ذکر است تعداد سنبله در متر مربع از ضرب تعداد بوته در واحد سطح در تعداد پنجه بارور در هر گیاه به دست آمد.

اندازه‌گیری یونها

بافت‌های گیاهان که در داخل آون خشک شده بودند، پودر شده و از الک ۰/۵ میلی‌متری عبور داده شدند و غلظت املاح داخل آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان سدیم، منیزیم، کلسیم و پتاسیم، ۲۰۰ میلی‌گرم از بافت برگ یا ساقه با ۲ میلی‌گرم HNO₃ ۷۰٪ و ۱/۵ میلی‌گرم H₂O₂ ۳۰٪ برای هضم به مدت ۴۵ دقیقه در داخل آون مایکروویو

۱۵۰ کیلوگرم NH₄NO₃ و ۱۰۰ کیلوگرم KH₂PO₄ به خاک آزمایش اضافه شد. یک سوم کود نیتروژنه قبل از کاشت، یک سوم در مرحله ساقه‌دهی و یک سوم در مرحله غلاف روی به خاک اضافه شد.

تنش خشکی در مزرعه

تیمارهای تنش خشکی روی چهار ژنوتیپ جو بدون پوشینه اعمال گردید. تیمارها عبارت بودند از: آبیاری بر اساس تخلیه رطوبت خاک تا ۰/۵ bar – (شاهد)، آبیاری بر اساس رطوبت خاک ۱/۵ bar –، آبیاری بر اساس پتانسیل آب خاک ۳ bar – و آبیاری در پتانسیل ۵ bar –.

قابل ذکر است مرحله ساقه‌دهی ابتدای اردیبهشت ماه اتفاق افتاد که بارندگی قابل ملاحظه‌ای در این ماه صورت نگرفته بود. در سال ۱۳۸۳ پس از مرحله ساقه‌دهی ۸/۵ میلی‌متر و در سال ۱۳۸۴، ۳ میلی‌متر بارندگی صورت گرفته بود. به‌منظور جلوگیری از ایجاد خطا سایه‌بان‌های سیاری از جنس پلاستیک بالای کرت‌هایی که تیمار تنش در آن‌ها اعمال شده بود کشیده می‌شد تا آب باران به‌داخل آن‌ها نفوذ نکند. فواصل بین کرت‌ها نیز ۱ متر در نظر گرفته شده بود تا آب کرت‌های مجاور به داخل یکدیگر نشت نکند. آزمایش به‌صورت اسپلت پلات انجام گرفت تیمارهای اعمال خشکی یا قطع آبیاری در کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. طرح آزمایش بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. تیمارهای آبیاری پس از سبز شدن بذرها اعمال شدند.

نمونه‌برداری

تحمل گیاهان به تنش به دوره رشد آن‌ها بستگی دارد (۲۷). بنابراین اندازه‌گیری‌ها در دوره‌های رشد

بیشتری در تنش خشکی داشت. اثر مقابل بین ژنوتیپ و خشکی نیز معنی دار شد. این نتایج در دو سال آزمایش یکسان بودند (جدول ۱).

نیترژن توسط گیاه چه در فرم آنیونی (NO_3) و چه به فرم کاتیونی (NH_4) قابل جذب است. به نظر بسیاری از محققان که تغذیه گیاهان با NO_3 و NH_4 به صورت توأم عملکرد بیشتری نسبت به تغذیه با فقط یکی از این مواد خواهد داشت (۲). در تنش خشکی و نیز شوری میزان جذب و به کارگیری و متابولیسم نیترژن کاهش می یابد. در این که میزان NO_3 یا NH_4 در شرایط تنش بیشتر تحت تأثیر قرار می گیرند تفاوت نظر وجود دارد (۴۰).

فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برای جذب واسیمیلایون نیترات در گیاه بایستی زیاد باشد و از آنجایی که این آنزیم برای فعالیت به عواملی مانند جذب مولیبدن، فعالیت فتوسنتزی گیاه و وجود انرژی کافی احتیاج دارد پس در شرایط تنش که گیاه احتیاج به انرژی بیشتر و مستقیم تر از نوع ATP دارد به جای اینکه الکترون فردوکسین در واکنش های نوری فتوسنتزی به NADP یا به نیترات ردوکتاز انتقال پیدا کند صرف فسفریلاسیون چرخه ای و تولید ATP می شود که چنین امری باعث کاهش اسمیلاسیون نیترژن در برگ می شود. هم چنین در گیاهانی که اسمیلاسیون نیترژن در برگ آنها متوقف می شود، اسمیلاسیون آن در ریشه نیز کم می شود. از طرفی به علت این که در شرایط تنش، گیاه انرژی بیشتری صرف غلبه بر تنش می کند پس انرژی کمتری صرف فعالیت های حیاتی از جمله اسمیلاسیون نیترات، که فرآیندی است انرژی خواه، می شود و مجموع این اتفاقات باعث کاهش میزان نیترات در شرایط تنش می شود.

(مدل CM-Crop NC) قرار گرفتند. سپس با آب مقطر خالص حجم آن به ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. میزان سدیم و فسفر، توسط روش اسپکترومتر انتشار پلاسما (مدل LIBERTY 200, Varian Australa Ptyltd) و پتاسیم توسط دستگاه فتومتر شعله ای (فلیم فتومتر مدل ELEX6361, EPPERDORF, Germany) اندازه گیری شد.

برای اندازه گیری میزان کلر ۱۰۰ میلی گرم از نمونه اولیه با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر تقطیر شد و یک ساعت به هم زده شد سپس صاف شده و توسط کروماتوگراف یونی (مدل LC 20 -1- Oionen, CA 9.4086, USA) اندازه گیری شد.

برای اندازه گیری میزان نیترژن، ۱ گرم از نمونه گیاهی را با ۱ KCl مولار مخلوط کرده و اندازه گیری به روش میکروکجل دال انجام شد. برای تعیین میزان NH_4 و NO_3 نیز از تکنیک تقطیر با بخار طبق روش برمنر و مولوانی (۱۹۸۲) استفاده شد (۹).

نتایج و بحث

میزان عناصر در تنش خشکی

خشکی میزان جذب NO_3 را کاهش داد. در واقع با افزایش میزان خشکی میزان جذب NO_3 روند کاهش کمتری داشت. بین تیمارهای خشکی از نظر جذب این ماده اختلاف معنی داری وجود نداشت و فقط تیمار بیشترین مقدار خشکی حداکثر کاهش جذب NO_3 را نشان داد. اما افزایش خشکی جذب NH_4 را با یک روند مشخص کاهش داد. بین ژنوتیپ های مختلف از لحاظ جذب NO_3 و NH_4 اختلاف معنی داری مشاهده نشد. فقط ژنوتیپ CM67 نسبت به سایر ژنوتیپ ها جذب NO_3

تجمع سدیم و کلر در بافت بیشتر به علت جذب بیشتر توسط ریشه و تخلیه بیشتر از آوند چوب به برگ است. هر چه قدرت جذبی ریشه بیشتر باشد مقدار این دو ماده در بافت بیشتر می‌شود. پس اندازه گیری میزان سدیم و کلر به‌طور غیر مستقیم بیان کننده قدرت تحمل به تنش بیشتر و عواملی از قبیل قدرت جذب ریشه است (۲۹). جذب متفاوت سدیم می‌تواند از روی نسبت‌های K^+/Na^+ و Ca^+/Na^+ اثر داشته باشد و غلظت یون‌ها در گیاه نتیجه جذب انتخابی و غیر انتخابی یون‌ها توسط غشای سلولی و میزان تخلیه توسط آوند چوب است و کانال‌های متفاوتی در غشا برای جذب انتخابی و غیر انتخابی عناصری مانند K و Na مشخص شده است (۴).

اش و همکاران (۲۰۰۰) مشخص کردند که در شرایط تنش میزان پتاسیم و سدیم و کلر و کلسیم در بافت برگ تغییر می‌یابد (۶). کرامر و همکاران (۱۹۹۴) بیان کردند که میزان پتاسیم و کلسیم و نسبت های آن‌ها با سدیم ارتباط بسیار زیادی با تحمل به شوری دارد (۱۳). افزایش نسبت پتاسیم و کلسیم به سدیم از سمیت یون‌ها کم می‌کند. افزایش چنین نسبتی باعث می‌شود که غلظت سدیم کم شده و از مسمومیت آن کاسته شود (۳۲).

کوئین و همکاران (۲۰۰۳) و کرامر و همکاران (۱۹۹۱) اعلام کردند مقدار منیزیم بافت در تنش شوری کاهش زیادی نشان می‌دهد ولی جذب فسفر در تنش شوری در گیاه جو تحت تأثیر قرار نگرفت (۱۴ و ۱۲).

جذب پتاسیم در شرایط شوری به علت رقابت با سدیم کاهش می‌یابد. جذب بیشتر سدیم در گیاه باعث افزایش بار مثبت می‌شود که این بار مثبت

با خشک شدن خاک، هم مقدار متصاعد شدن آمونیاک و هدر روی آن کم می‌شود و هم به علت خشک شدن خاک و افزایش pH محلول خاک، میزان جذب آن کاهش می‌یابد. با خشک شدن خاک رقابت کاتیون‌ها برای جذب نیز زیاد می‌شود که این امر جذب NH_4 را کم می‌کند (۱).

خشکی روی جذب کلسیم توسط گیاه اثری نداشت. هم‌چنین بین واریته‌ها از نظر جذب کلسیم و غلظت کلسیم گیاه تفاوتی وجود نداشت. اما اثر متقابل بین خشکی و واریته در برخی سطوح معنی‌دار شد. با افزایش خشکی میزان سدیم و کلر برگ افزایش یافت. هر چه میزان خشکی بیشتر شد. غلظت کلر و سدیم بافت‌ها افزایش یافت. ژنوتیپ $CM67$ بیشترین مقدار کلر و سدیم را در بافت خود ذخیره کرده بود. هم‌چنین غلظت منیزیم بافت‌ها در تنش خشکی کاهش یافت. خشکی ابتدا غلظت پتاسیم بافت را زیاد کرد، اما در حد زیاد باعث کاهش پتاسیم بافت برگ شد. با افزایش خشکی میزان فسفر نیز کاهش یافت. بین ژنوتیپ‌ها از نظر میزان منیزیم، فسفر و پتاسیم تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، اما اثر متقابل بین ژنوتیپ و خشکی معنی‌دار بود. نتایج برای دو سال آزمایش یکسان بود، به‌جز در مورد پتاسیم که در سال دوم اثر خشکی روی آن معنی‌دار نبود (جدول ۱).

یکی از روش‌های بررسی میزان تحمل بافت‌ها، میزان عناصر موجود در آن‌ها به‌خصوص غلظت سدیم و کلر است (۱۰۰). میزان سدیم جذب شده یکی از بهترین فاکتورهای بررسی میزان تحمل است زیرا کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (۲۸).

شرایط تنش ملایم و چه تنش شدید در خود ذخیره می‌کند متحمل تر است (۱۳).

پس چنین نتیجه می‌شود که در شرایط تنش خشکی و شوری، میزان سدیم و کلر برگ زیاد می‌شود و به دلیل اثر رقابتی سدیم با دیگر کاتیون‌ها، جذب آن‌ها کاهش می‌یابد. مقدار نیترات برگ به دلیل کاهش فعالیت نیترات ردوکتاز و میزان فسفر نیز به دلیل کاهش دسترسی در خاک و اختلال در سازوکار غشا کم می‌شود و گیاهی متحمل تر است که کاهش جذب کاتیون‌ها، نیترات و جذب سدیم و کلر در آن کمتر باشد.

عملکرد و اجزای آن در تنش خشکی

تنها تیمار خشکی ۵bar- باعث کاهش عملکرد بیولوژیک شد و از این لحاظ فقط بین ژنوتیپ‌های UH3 و CM67 اختلاف معنی دار وجود داشت. اثر متقابل خشکی - ژنوتیپ معنی دار شد (جدول ۳).

از نظر عملکرد دانه^۱ بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی دار وجود داشت و خشکی باعث کاهش میزان عملکرد دانه شد. اثر متقابل خشکی و ژنوتیپ نیز معنی دار بود. کمترین عملکرد مربوط به تیمار خشکی ۵ bar- و ژنوتیپ UH3 بود و بیشترین مقدار مربوط به تیمار شاهده و ژنوتیپ CM67 (جدول ۳).

خشکی باعث کاهش شاخص برداشت شد و فقط بین ژنوتیپ UH3 و CM67 اختلاف وجود داشت. اثر متقابل ژنوتیپ - خشکی معنی دار بود و بیشترین شاخص برداشت در تیمار شاهد و ژنوتیپ UH3 دیده شد.

خشکی تعداد دانه در سنبله را تا ۰/۳ مقدار شاهد کاهش داد. با افزایش خشکی تعداد دانه در سنبله از ۳۵/۳۳ عدد در تیمار شاهد به ۱۱/۷۶ عدد در تیمار

توسط جذب بیشتر کلر جبران می‌شود (۳۷). در واقع بر طبق نظریه دو حاملی، اولین حامل در شرایطی که غلظت کاتیون‌ها در بیرون غشا کم باشد فعالیت می‌کند و پتاسیم را جذب می‌کند. اما حامل دوم در شرایطی که غلظت کاتیون در بیرون سلول زیاد باشد فعالیت می‌کند (۳۷). در شرایط تنش به خصوص شوری، غلظت کاتیون سدیم در خارج سلول بیشتر است بنابراین حامل دوم بر حامل اول غلبه می‌کند و جذب سدیم نسبت به پتاسیم بیشتر می‌شود. اما گیاهانی مانند جو این قابلیت را دارند که تا حد شوری متوسط، میزان پتاسیم بافت‌های خود را حفظ کنند. اما در تیمار شوری زیاد بالاخره میزان سدیم بر پتاسیم غلبه کرده و جذب پتاسیم کاهش زیاد نشان می‌دهد (۱۲).

مشابه چنین شرایطی برای منیزم کلسیم نیز وجود دارد و چون کلسیم به عنوان عنصر مهم در حفظ تمامیت غشا مطرح است، با کاهش جذب آن فعالیت غشا به خصوص ATPase ها و ATP synthase های غشا تحت تأثیر قرار می‌گیرند (۱۴). در چنین شرایطی جذب فسفر، هم به دلیل تجمع کاتیون‌هایی مثل K و NH4 در خاک و اثرات آنتاگونیسمی این عناصر بر فسفر و هم به دلیل کمبود تولید NADPH، به عنوان عامل احیاگر در فرایند جذب فسفر، در تنش و نیز به دلیل غیر متحرک بودن فسفر در خاک و کاهش رشد و فعالیت ریشه در نواحی خشک خاک و کاهش دسترسی به فسفر، کاهش می‌یابد.

کرامر و همکاران (۱۹۹۴) بیان کردند که هر چه یک گیاه میزان کاتیون‌های غیر سدیمی مثل کلسیم و پتاسیم بیشتری در بافت‌های خود داشته باشد به شرایط تنش متحمل تر است. ژنوتیپ CM67 به دلیل این که میزان پتاسیم و کلسیم بیشتری چه در

در بین غلات و ژنوتیپ‌های مختلف آن‌ها، تحمل به تنش در مراحل مختلف رشد متفاوت است و اثرات تنش در مراحل متفاوت متغیر خواهد بود (۴۰). هرچه یک گیاه در مراحل رشد رویشی توان عملکردی یا عملکرد بیولوژیک بیشتری داشته باشد یعنی پنجه بیشتری تولید کند و سطح برگ و ارتفاع بیشتری داشته باشد عملکرد بیشتری خواهد داشت و هر گیاهی که در شرایط تنش، رشد رویشی بیشتری داشته باشد تحمل بیشتری نسبت به تنش دارد (۷).

ژنوتیپ‌های حساس، تعداد پنجه کم و رشد رویشی کم در شرایط تنش خواهند داشت (۳۰). وقتی شوری از ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر یا ۵۰ میلی مول NaCl افزایش می‌یابد و یا هر گاه خشکی بیشتر از ۲- بار می‌شود، تعداد پنجه در اکثر ژنوتیپ‌ها کاهش می‌یابد (۱۷). پس افزایش تحمل به تنش در غلاتی مانند گندم و جو مستلزم افزایش ظرفیت پنجه دهی و تولید بیولوژیک بیشتر است (۲۲).

گرچه عملکرد نهایی پس از گرده افشانی تعیین می‌شود، اما عملکرد دانه در حین رشد و نمو نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۸). تعداد دانه در فاصله بین ظهور خوشه تا گلدهی و وزن دانه در زمان بین گرده‌افشانی تا رسیدگی تعیین می‌شود، اما تعداد گلچه و سنبلیچه در گیاه که روی تعداد دانه اثر می‌گذارد معمولاً قبل از گرده افشانی در فاصله زمانی بین ساقه دهی و گلدهی تعیین می‌شود. در واقع پتانسیل عملکرد در این مرحله تعیین شده و اجزای عملکرد در مراحل بعدی تکمیل می‌شوند (۲۴). پس تنش در مراحل رویشی نه تنها باعث کاهش سطح برگ و پنجه می‌شود که تعداد سنبلیچه و گلچه را هم کاهش می‌دهد. بنابراین ژنوتیپی می‌تواند تحمل به تنش بیشتری داشته باشد که بیشترین تعداد پنجه، سنبله و

bar-۵ رسید. بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر واکنش به خشکی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳).

از نظر طول سنبله بین ژنوتیپ‌ها تفاوت وجود نداشت. اما تیمار bar-۵ باعث کاهش طول سنبله شد. بیشترین طول سنبله در تیمار شاهد و مقدار آن ۱۵/۰۵ سانتی‌متر بود (جدول ۳).

خشکی وزن هزار دانه را فقط در تیمار خشکی bar-۵ کاهش داد و بین ژنوتیپ‌ها نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. اثر متقابل در سطوح بالای خشکی معنی‌دار شد (جدول ۳).

از نظر ارتفاع، خشکی اثر کاهنده روی جو بدون پوشینه نداشت. ارتفاع گیاه در تیمار شاهد ۷۹/۲۵ سانتی‌متر بود. در حالی که در تیمار bar-۵ به ۶۱/۷۵ سانتی‌متر رسید. ژنوتیپ UH3 ارتفاع کمتری داشت و بین باقی ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. خشکی باعث افزایش پروتئین دانه شد و بین ژنوتیپ‌ها نیز در این مورد تفاوت معنی‌دار وجود داشت. ژنوتیپ UH3 کم‌ترین و ژنوتیپ CM67 بیشترین میزان پروتئین را داشت (جدول ۳).

بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد سنبله بارور در گیاه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما خشکی اثر کاهشی روی تعداد سنبله بارور در گیاه گذاشت. با افزایش خشکی تعداد سنبله بارور از ۴/۶۶ به ۲/۶۱ در واحد تک بوته رسید (جدول ۳). بین دو سال مورد آزمایش در عملکرد و اجزای آن تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد.

مشخص شده است که عملکرد نهایی گندم و جو از طریق تعداد خوشه و تعداد دانه در گیاه و وزن دانه‌ها تعیین می‌شود. تعداد خوشه در گیاه با تعداد پنجه در گیاه ارتباط دارد که در مراحل ابتدایی رشد تعیین می‌شود (۲۷).

گیاهان به طور مداوم در معرض تنش قرار گرفته بودند، پس انتظار می رفت که این جزء کاهش زیادی نشان دهد. جزء سوم عملکرد یا وزن هزاردانه در شرایط خشکی تغییر زیادی نکرد و فقط در تیمار خشکی ۳ bar - کاهش نشان داد. این امر نشان دهنده تحمل بیشتر این جزء به تنش خشکی است. در واقع با کاهش تعداد دانه، اسیمیلات بیشتری به بقیه دانه ها می رسد پس وزن شان تغییر زیادی نمی کند. اما در تنش شوری کاهش وزن هزاردانه بیشتر بود، پس وزن هزار دانه در شرایط شوری بیش از خشکی تحت تأثیر قرار گرفت. این نتیجه بر خلاف نتیجه به دست آمده توسط زنگ و شانون (۲۰۰۰) می باشد (۴۰). از طرفی علاوه بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک نیز کاهش معنی دار نشان داد که این امر به کاهش تعداد پنجه بارور، سطح و تعداد برگ و ارتفاع بوته ارتباط داشت. اما عملکرد دانه کاهش نسبی بیشتری داشت که این امر باعث کاهش شاخص برداشت شد. در واقع می توان گفت که تنش خشکی و شوری روی اجزای عملکرد دانه اثر بیشتری نسبت به اجزای عملکرد بیولوژیک می گذارند. یکی از دلایل این امر این است که اجزای عملکرد بیولوژیک معمولاً تغییر پذیری کمتری در گیاه دارند.

در مورد پروتئین دانه نیز نتیجه گیری می شود که چون تنش باعث افزایش تنفس دانه می شود لذا چرخه کربس با سرعت بیشتری به کار می افتد و در نتیجه مواد حد واسط تولیدی این چرخه مانند آلفا - کتوگلو تاریک که یکی از پیش سازهای اسید آمینه است بیشتر تولید می شود. از طرفی افزایش تنفس باعث افزایش کارکرد چرخه های پنتوز فسفات و تولید اریتروز - ۴ - فسفات و زنجیره گلیکولیز و تولید فسفو انول پایرووات می شود. این دو ماده پس

سنبلچه را تولید کند. یکی از مزایای اندازه گیری چنین صفاتی برای بررسی تحمل به تنش این است که اندازه گیری آن ها به صورت غیر تخریبی بدون آسیب رساندن به گیاه انجام می گیرد.

بهترین فاکتور تعیین تحمل واقعی گیاهان به تنش اندازه گیری بیوماس آن ها است (۲۹). کاهش بیوماس ارتباط زیادی به کاهش تعداد پنجه، سطح برگ و ارتفاع گیاه دارد (۲۰). مشابه چنین تغییراتی در این آزمایش مشاهده شد و نتایج تحقیقات گذشته را تأیید کرد. ابراهیم (۱۹۹۹) بیان کرد که عملکرد، نتیجه اثر واکنش های متابولسمی است و هر عاملی که روی این واکنش ها اثر بگذارد (در هر دوره از رشد) باعث کاهش عملکرد می شود (۲۱). بنابراین در گیاهان، تحمل به تنش بایستی با واژه تولید بررسی شود (۲۱).

کلارک و همکاران (۱۹۹۰) و رایتلی (۱۹۹۴) و کمپبل و همکاران (۱۹۹۷) و هیور و پلات (۱۹۸۹) مشخص کردند که تنش باعث تحت تأثیر قرار گرفتن میزان پروتئین شده و درصد پروتئین در شرایط تنش افزایش می یابد (۱۱ و ۳۸ و ۱۰ و ۱۹). در این آزمایش مشاهده شد که در تنش خشکی میزان پروتئین و درصد آن و در تنش شوری فقط درصد پروتئین افزایش یافت.

در کل می توان نتیجه گرفت که به دلیل جذب کمتر نیتروژن توسط گیاه، مرگ و میر و میزان باوری پنجه ها کاهش یابد. در نتیجه تعداد سنبله در واحد سطح که یکی از اجزای مهم عملکرد است کم می شود. تعداد دانه در سنبله که به تعداد گلچه بارور و طول سنبله بستگی دارد و جزء دوم عملکرد دانه را شامل می شود نیز در شرایط تنش کاهش می یابد.

در واقع پتانسیل تعداد دانه قبل از گلدهی در گیاه تعیین می شود (۲۶). از آنجایی که در این آزمایش

جدول ۲- اثر خشکی بر تجمع عناصر در برگ گیاه جو بدون پوشینه

Mg mmol/kg	P mmol/kg	K mmol/kg	Cl mmol/kg	Na mmol/kg	Ca mmol/kg	NH4 mmol/kg	No3 mmol/kg	میزان خشکی bar	رقم
۱۸۸۱ c	۱۷۶۷cde	۲۹۷۱ b	۵۹۶ h	۴۱۵k	۸۰۹ b	۶۳۱a	۱۰۹۵ a	۰/۵	UH3
۱۸۷۳ c	۱۸۳۳ c	۲۲۱۵ e	۱۰۶۷ fg	۹۳۴ i	۶۵۸ c	۵۵۹b	۹۴۷b	۱/۵	
۱۸۹۹ c	۱۷۱۴ ef	۲۰۰۶ efg	۳۳۲۴d	۲۳۰۳ g	۵۴۶ d	۴۹۲ ef	۸۱۳ c	۳	
۱۴۶۷ g	۱۴۵۰ i	۱۶۳۳ i	۴۱۲۵ bc	۳۵۶۹ d	۴۵۰ e	۴۲۲g	۶۹۰ d	۵	
۲۱۰۹ b	۱۷۲۳ def	۲۷۴۶ bc	۶۱۲h	۳۸۹ k	۸۱۵ b	۶۳۹a	۱۱۲۹a	۰/۵	U46M
۱۸۲۳ cd	۱۷۳۳ de	۲۴۸۴ d	۱۰۱۹ fg	۱۱۳۳ h	۶۵۳ c	۸۴۸bc	۹۷۰ b	۱/۵	
۱۷۹۲ d	۱۶۱۳ gh	۲۱۵۵ ef	۲۸۳۳ e	۳۰۰۰ f	۵۴۳ d	۴۹۹def	۸۰۳ c	۳	
۱۵۶۷ f	۱۳۹۷ i	۱۷۳۳ i	۴۵۵۲ b	۴۶۴۳ c	۴۳۸ e	۴۱۳g	۷۰۶ d	۵	
۲۳۲۷ a	۱۹۰۸ b	۲۹۸۵ab	۶۷۸ h	۵۵۳j	۸۳۹b	۶۳۶ a	۱۱۳۸ a	۰/۵	EHM81-12
۱۸۳۵ cd	۱۷۹۴ cd	۲۵۸۵ cd	۱۲۱۱ f	۱۱۱۱ h	۶۴۲c	۵۳۴bcd	۹۸۹ b	۱/۵	
۱۸۴۰cd	۱۵۷۳ h	۱۹۳۴ fgh	۳۶۴۷ cd	۳۰۳۵ f	۵۷۶ d	۴۷۴ f	۸۳۵ c	۳	
۱۶۱۷ ef	۱۴۰۳ i	۱۸۳۰ i	۵۳۴۹ a	۵۰۰۰ a	۴۳۶ e	۴۲۴g	۷۲۰ d	۵	
۲۳۰۰ a	۱۹۹۰ a	۳۱۰۹ a	۶۱۷ h	۴۹۷ j	۸۵۵ a	۶۴۲ a	۱۱۳۴ a	۰/۵	CM67
۱۸۴۱ cd	۱۸۰۹ c	۲۵۳۷cd	۱۱۶۵ fg	۱۰۵۲h	۶۴۸ c	۵۱۶cde	۹۹۳b	۱/۵	
۱۸۶۳ cd	۱۶۵۳ fg	۲۰۵۶ efg	۳۶۹۵ cd	۳۲۲۷ e	۵۶۷ d	۴۸۷ ef	۸۲۶c	۳	
۱۶۵۰ e	۱۴۳۳ i	۱۸۳۳ i	۵۴۱۸ a	۴۸۷۲ b	۴۴۳ e	۴۱۸g	۷۳۳ d	۵	

اعداد هرستون با حروف متفاوت در سطح ۱٪ با هم اختلاف معنی داری دارند.

جدول ۴- اثر خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد در گیاه جو بدون پوشینه

میزان پروتئین (میلی گرم بر گرم در وزن خشک)	تعداد سنبله در گیاه	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن هزار دانه (گرم)	طول سنبله (سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت (%)	عملکرد دانه (گرم بر گیاه)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر گیاه)	میزان خشکی (بار)	رقم
۱۸/۴۲ k	۴/۶ ab	۷۶/۶۷ c	۴۱/۶۷ a	۱۴/۲ abc	۳۲/۰۰ d	۴۰/۸۵a	۱/۳۱۷c	۳/۱۲ b	۰/۵	UH3
۱۸/۷۵ j	۴/۴ b	۷۰/۰۰ e	۳۹/۳۳ ab	۱۰/۶۰ cd	۲۳/۶۷ g	۳۰/۳۳ de	۰/۷۹۶۷f	۲/۶۴ cde	۱/۵	
۱۸/۸۳ ij	۳/۸ bc	۶۶/۰۰ g	۳۴/۰۰bc	۱۳/۲bcd	۱۵/۵۳ k	۱۸/۵۰ gh	۰/۴۴۷g	۲/۴۱ g	۳	
۱۹/۶۵ f	۳/۶ c	۶۲/۰۰ h	۲۹/۰۰ d	۱۱/۰۰ cd	۱۰/۳۷ n	۱۱/۷۷ j	۰/۲۴۰l	۲/۰۹ h	۵	
۱۹/۲۹ f	۴/۷ a	۷۹/۳۳ b	۴۲/۳۳ a	۱۵/۲۳ab	۳۳/۰۰ c	۴۲/۷۰ a	۱/۳۷۳ c	۳/۲۰b	۰/۵	U46M
۱۹/۰۳ fg	۴/۴ b	۷۳/۳۳ d	۴۰/۳۳ ab	۱۴/۷۵ bc	۲۵/۳۳ f	۳۲/۳۷ cd	۰/۹۲۰ e	۲/۷۳ cd	۱/۵	
۱۹/۵۰ de	۴/۱b	۶۸/۰۰ f	۳۷/۰ bc	۱۴/۳ abc	۱۶/۹۰ j	۲۰/۸۷ g	۰/۵۲۰ i	۲/۴۸ efg	۳	
۱۸/۵۲ b	۳/۱ d	۶۱/۵۶ h	۳۰/۶۷ d	۱۲/۶۳ bc	۱۰/۴۹ n	۱۱/۸۷ j	۰/۲۵۳ l	۲/۱۲۷ h	۵	
۱۸/۹۵ hi	۴/۵ ab	۸۰/۰۰ ab	۴۲/۶۷a	۱۵/۲۷ ab	۳۶/۰۰b	۳۹/۹۰a	۱/۴۳۷ b	۳/۶۴ a	۰/۵	EHM 81-12
۱۹/۰۰ gh	۴/۲ b	۷۳/۰۰ d	۲۷/۸۳ d	۱۰/۱۷ d	۲۶/۳۳ e	۳۳/۷۷bc	۰/۹۴۰de	۳/۸۸cd	۱/۵	
۱۹/۵۶ cd	۳/۹ bc	۶۸/۲۹ f	۳۶/۰ bc	۱۳/۵ bcd	۲۰/۰۷ i	۲۵/۷۳ f	۰/۶۲۰ h	۲/۴۴۳fg	۳	
۱۹/۸۴ b	۳/۵ cd	۶۱/۰۰ h	۳۰/۶۷ d	۱۱/۶ bcd	۱۲/۴۰ m	۱۴/۱۷ ij	۰/۳۱۷ k	۲/۱۶۳ h	۵	
۱۸/۸۶ e	۴/۳ b	۸۱/۰۰ a	۴۳/۳۳ a	۱۵/۵۲ a	۴۰/۳۳ a	۳۹/۹۲a	۱/۵۸۳ a	۳/۷۰ a	۰/۵	CM67
۱۹/۵۹ cd	۴/۴/ b	۷۳/۶۶ d	۴۱/۱۷a	۱۵/۲۳ ab	۲۷/۰۰e	۳۵/۶۳b	۰/۹۹۷d	۳/۸۱c	۱/۵	
۱۸/۱۸ c	۳/۹ bc	۶۹/۷۳ e	۳۷/۰ bc	۱۴/۸ abc	۲۱/۱۳ h	۲۷/۹۷ ef	۰/۷۲۷ g	۲/۶۲def	۳	
۲۰/۱۵ a	۳/۸ bc	۶۲/۲۷ h	۳۱/۳۳ d	۱۲/۳۵ bc	۱۳/۳۳ l	۱۵/۹۷hi	۰/۳۵۰ k	۲/۱۸۰ h	۵	

اعداد هر ستون با حروف متفاوت در سطح ۱٪ با هم اختلاف معنی دار دارند

منابع

- ۱- الیاس آذر، خ. ۱۳۷۵. خاک‌شناسی عمومی و خصوصی. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۳۹۶ صفحه.
- 2- Ali, A., T. C. Tucker, T. L. Thompson, and M. Salim. 2001. Effect of salinity and mixed ammonium and nitrate nutrition on the growth and nitrogen utilization of barley. *J. Agron. and Crop Sci.* 186:233-228.
- 3- Alpaslan, M. A. Cunes, and S. Taban. 1999. Salinity resistance of certain rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Turkish J. of Botany.* 23:499-506.
- 4- Amtmann. A., and D. Sanders. 1999. Mechanisms of Na- uptake by plant cell. *Adv. Bot. Res.* 29: 75-112.
- 5- Asana, R. O., and R. F. Williams. 1965. The effect of temperature stress on grain development in wheat. *Aust. J. Agric. Sci.* 16:1-13.
- 6- Asch, D. M., K. Dorffling, and K. Miezian. 2000. Leaf K/Na ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice. *Euphytica.* 113: 109-118.
- 7- Ashraf, M., and A. Waheed. 1993. Screening of local exotic accessions of lentil (*Lens culinaris* Medic.) for salt tolerance at two growth stages.
- 8- Basu, M. S., and P.C. Nautiyal. 2004. Improving water use efficiency and drought tolerance in groundnut by trait based breeding programs in India. *Indian farming.* 54:24-27.
- 9- Bremner, J. M., and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen – total. In: A. L. Page., R.H. Miller, and O. R. Keeney (eds): *Methods of Soil analysis, Part 2.* Ned. Edn. Agron. Monogr.9. pp 595 – 624. ASA and SSSA, Madison.
- 10- Campbell, C. A., F. Selles, R. P. Zentner, B. G. McConkey, R. C. Mckenzie, and S. A. Drandt. 1997. Factors influencing grain N Concentration of hard red spring wheat in the semiarid prairie. *Can. J. Plant Sci.* 77:53-61.
- 11- Clarke, J. M., C. A. Campbell, H. W. Cutforth, R. M. Depauw, and G. E. Winkleman. 1990. Nitrogen and phosphorus uptake, translocation and utilization efficiency of wheat in relation to environment and cultivar yield and protein levels. *Can. J. Plant Sci.* 70:965-977.
- 12- Cramer, G. R., E. Epstein, and A. Lauchli. 1991. Effect of sodium, potassium and calcium on salt – stressed barley. II. Element analysis. *Physiol. Planta.* 81:187-292.
- 13- Cramer, G. R., G. J. Alberico, and C. Schmidt. 1994. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Aust. J. Plant Physiol.* 21: 675-692.
- 14- Cuin, T. A., A. J. Miller, and R. A. Leigh. 2003. Potassium activities in cell compartments of salt -grown barley leaves. *J. Exp. Bot.* 54: 657-661.
- 15- Demiral, M. A., M. Aydin, and A. Yorulmaz. 2005. Effect of salinity on growth, chemical composition and antioxidative enzyme activity of two malting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Turk. J. Biol.* 29:117-123.
- 16-El-Sayed, A. A. 2002. Improvement of food hull - less barley in Egypt. Paper presented in the food earley workshop organization by ICARDA and FAO, 14-17 January 2002. Hammamet, D. Tunisia (in press).
- 17- Eugene, V. M., M. L. Scott, E. Leland, and M. G. Catherine. 1994. Tiller development in salt-stressed wheat. *Crop Sci.* 34: 1594-1603.
- 18- Evans, L. T., L. F. Wardlaw, and R. A. Fischer. 1975. The pattern of grain set within ears of wheat. *Aust. J. Biol. Sci.* 25:1-8.
- 19- Heuer, B., and Z. Plaut. 1989. Photosynthesis and osmotic adjustment of two sugar beet cultivars grown under saline conditions. *J. Exp. Bot.* 40:437-440.
- 20- Holtekjolen, A. K, C. Kinits, and S. H. Knutsent. 2006. Flavonal and bound phenolic acid content in different barley varieties *J. Agric. Food Chem.* 54:2253-2260.

- 21- Ibrahim, A. H. 1999. Control of growth of sorghum plants grown under stress conditions. Ph.D Thesis Fac. Sci. , Mansura Univ. Egypt.
- 22- Islam, T. M., R. H. Sedgley. 1981. Evidence for a unculm effect in spring wheat (*Triticwn aestitivum* L.) in a mediterranean environment. Euphytica. 30: 277-282.
- 23- Jones, H. G. 1992. Plants and Microclimate. A Quantities Approach to Environmental Plant Physiology, 2nd edn. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- 24- Kirby, E. M. 1988. Analysis of leaf, stem and ear growth in wheat from terminal spikelet stage to anthesis. Field Crop Res. 18: 127-140.
- 25- Leidi, F. O., J. F. Saiz. 1997. Is salinity tolerance related to Na accumulation in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedlings. J. Plant and Soil. 190: 67-75.
- 26- Ludlow, M. M., F. J. Santamaria, and S. Fukai. 1990. Contribution of osmotic adjustment to grain yield of *Sorghum biocolor* L. Moench under water limited conditions. I. Water stress after anthesis. Aust. J. Agric. Res. 41:67-78.
- 27- Mass, E. V., and J. A. Poss. 1989. Salt sensitivity of cowpea at various growth stages. Irri. Sci. 10: 313-320.
- 28- Munns. R. 2003. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. Plant Cell Environ. 16:15-24.
- 29- Munns, R., R.A. Hare., R. A. James, and G. J. Rebetzke,. 2000. Genetic variation for improving the salt tolerance of durum wheat. Aust. J. Agric. Res. 51: 69-74.
- 30- Nicolas, M. E., R. Munns, A. B. Samarakoon, and R.M. Gifford. 1994. Elevated CO₂ improves the growth of wheat under salinity. Aust. J. Plant Physiol. 20: 349-360.
- 31- Rashid, A., R. H. Qureshi, P. A. Hollington, and R. G. Cogn Jones. 1999. Comparative responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to salinity at the seedling stage, J. Agron and crop Sci. 182:199-207.
- 32- Regnel, Z. 1992. The role of calcium in salt toxicity. Plant Cell Environ. 15: 625-632.
- 33- Savin, R., P. J. Stone , and M. E. Nicolas. 1996. Responses of grain growth and malting quality of barley to short period of high temperature in field studies using portable chamber. 47:465-477.
- 34- Sheldarke, A. R., and N. P. Saxena, 1979. Growth and development of chickpeas under progressive moisture stress. Pages 63-483 in stress physiology of crop plants. (Massell, H., and R. C. Staples) New York, USA. Willey.
- 35- Schelling, K., K. Born, C. Weissteiner, and W. Kuhbauch. 2003. Relationships between yield and quality parameters of malting barley (*Hordeum vulgare* L.) and phenological and meteorological data. J. Agron. and Crop Sci.189:113-122.
- 36- Sieling, K., O. Christen, H. Richter-Harder, and H. Hanus. 1994. Effects of temporary water stress after anthesis on grain yield and yield components in different tiller categories of two spring wheat varieties. J. Agron. and crop Sci. 173:32-40.
- 37- Taize, L., and E. Zeiger. 2006. Plant physiology. Sinauer associated Inc.4th Edn. p690.
- 38- Wrigley, C.W. 1994. Developing better strategies to improve grain quality for wheat. Anst. J. Agric. Res. 52: 60-70.
- 39- Zadoks, J, C. 1983. An integrated disease and pest – managment scheme, EMPIRE, for Wheat. CIBA Foundation Symposium. 97:116-129.
- 40- Zeng, L., and M. C. Shannon. 2000. Effects of salinity on grain yield and yield components of rice at different seedling densities. Agron. J. 192: 418-423.
- 41- Zhu, G. Y., J. M. Kinett, and S. Lutts. 2001. Characterizations of rice (*Oryza sativa* L.) F3 populations selected for salt resistance. I. Physiological behaviour during vegetative growth. Euphytica. 121: 250-263.