بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و محتوی یون‌ها در گیاه جو بدون پوشینه (*Hordeum sativum* L.)[1]

علیرضا باقری[2] و حسین حیدری شریف‌آباد[3]

چکیده

در بیشتر مناطق ایران رشد و عملکرد غلات به‌دلیل خشکی کاهش پیدا می‌کند. یکی از گیاهان مناسب برای چنین شرایطی گیاه جو معمولی و بدون پوشینه است. چهار ژنوتیپ جو بدون پوشینه (UH3، U46M، EHM81-12 و CM67) در ایستگاه تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید به‌مدت 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 به‌کار برده شدند . تیمارهای آزمایش به‌صورت 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 درگیاه 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 دربین 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 NO3، NH4، Ca، P، K و Mg کاهش یافت. درکل 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

مقدمه و بررسی منابع

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 ۷ـ۳ عدد پنجه است که ٤ عدد از آن‌ها بارور می‌شوند (١٦). 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 ۲۵- ۱۵ سانتی‌متری مشاهده شده است. گوشوارک‌ها در این گیاه به‌طورکامل 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[1] دارای دو تا سه انحنا است. پوشینه‌ها[2] 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، ۷۰ـ٦۰٪ وزن آن می‌باشد. هم‌چنین مقدار اسید آمینه لیزین در دانه این گیاه حتی از ذرت نیز بیشتر است (۲۰).

آلپاسلان و همکارن (۱۹۹۹) در یک آزمایش گلخانه‌ای ٦ 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. هم‌چنین 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 میلی‌مول 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(۱۹۹٦) 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

1 -Rachis
2- Glumels

افزایش نشان می‌دهد پس عملکرد بیولوژیک بیشتر کاهش می‌یابد (۳٤).

آسانا و ویلیام (۱۹٦۵) 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 ٤۲ 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 (۱۹۹٤) 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 (۳٦).

به گزارش باسو و ناوتیال (۲۰۰٤) برخی صفات فیزیولوژیک مانند شاخص سطح مخصوص برگ[1]، راندمان مصرف آب[2] و توانایی ریشه در رسیدن به آب و شاخص برداشت، تحمل گیاه به تنش و میزان عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. آن‌ها مدلی ارایه 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[3] بالاتر است و گیاه متحمل‌تر است (۸).

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°۳٤ و عرض جغرافیایی ′۳ و°۵۹) طی سال‌های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵ انجام گرفت.

ژنوتیپ‌های گیاهی

٤ ژنوتیپ جو بدون پوشینه (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 (۱٦).

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. درآزمایشگاه شروع آزمایش اول تیر و پایان آن اول مرداد ماه بود. خاک مورد آزمایش لومی با ۲٤٪ رس، ٤۵٪ سیلت و ۳۱٪ شن و میزان ماده آلی آن ۱/۵٪ بود . رطوبت نسبی هوا بین ۷۸٪ – ٤۰ در مزرعه و بین ۷۹٪–۵۰ در آزمایشگاه متغیر بود.

در مزرعه، اندازه کرت‌ها، ۲×٤ متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم بوته در هر متر مربع ۵۰۰ بوته بود.

1- SLA
2- WUE
3- RWC

۱۵۰ کیلوگرم NH_4NO_3 و ۱۰۰ کیلوگرم KH_2PO_4 به خاک آزمایش اضافه شد. یک سوم کود نیتروژنه قبل از کاشت، یک سوم در مرحله ساقه دهی 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 bar ۰/۵- (شاهد)، آبیاری بر اساس رطوبت خاک bar ۱/۵- ، آبیاری بر اساس پتانسیل آب خاک bar ۳- و آبیاری در پتانسیل bar۵- .

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 ۱۳۸٤، 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 کرت های اصلی و ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه در کرت های 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 رویشی، زایشی و رسیدگی انجام گرفتند. اندازه‌گیری‌های مرحله رویشی در مرحله پنجه‌زنی و انتهای مرحله ساقه‌دهی[1] 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, به‌مدت ٤٨ ساعت در دمای $70^{o}C$ قرار گرفتند تا وزن خشک به‌دست آید. هم‌چنین تعداد پنجه در گیاه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌های مرحله زایشی نیز در انتهای مرحله گرده‌افشانی[2] انجام شد. ۵ بوته در آزمایش‌های مزرعه ای 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 به‌دست 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 HNO_3 ۷۰٪ و ۱/۵ میلی‌گرم H_2O_2 ۳۰٪ برای هضم به‌مدت ٤٥ دقیقه در داخل آون مایکروویو

1- ZGS= 23 و 32
2 - ZGS=67

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

برای اندازه‌گیری میزان کلر ۱۰۰ میلی‌گرم از نمونه اولیه با ۱۰۰ میلی‌لیتر 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) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن، ۱ گرم از نمونه گیاهی را با KCl ۱ مولار مخلوط کرده واندازه‌گیری به روش میکروکجل دال انجام شد. برای تعیین میزان NH4 و NO3 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 NO3 را کاهش داد. در واقع با افزایش میزان خشکی میزان جذب NO3 روند کاهش کمتری داشت. بین تیمارهای خشکی از نظر جذب این ماده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و فقط تیمار بیشترین مقدار خشکی حداکثر کاهش جذب NO3 را نشان داد. اما افزایش خشکی جذب NH4 را با یک روند مشخص کاهش داد. بین ژنوتیپ‌های مختلف از لحاظ جذب NO3 و NH4 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. فقط ژنوتیپ CM67 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها جذب NO3 بیشتری در تنش خشکی داشت. اثر مقابل بین ژنوتیپ و خشکی نیز معنی‌دار شد. این نتایج در دو سال آزمایش یکسان بودند (جدول۱).

نیتروژن توسط گیاه چه در فرم آنیونی (NO3) و چه به فرم کاتیونی (NH4) قابل جذب است. به نظر بسیاری از محققان که تغذیه گیاهان با NO3 و NH4 به‌صورت توأم عملکرد بیشتری نسبت به تغذیه با فقط یکی از این مواد خواهد داشت (۲). در تنش خشکی و نیز شوری میزان جذب و به‌کارگیری و متابولیسم نیتروژن کاهش می‌یابد. در این که میزان NO3 یا NH4 در شرایط تنش بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند تفاوت نظر وجود دارد(٤٠).

فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برای جذب واسیمیلاسیون نیترات در گیاه بایستی زیاد باشد و از آن‌جایی‌که 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 تراز نوع ATP دارد به‌جای اینکه الکترون فردوکسین در واکنش های نوری فتوسنتزی به NADP یا به نیترات ردوکتاز انتقال پیدا کند صرف فسفریلاسیون چرخه‌ای و تولید ATP می‌شود که چنین امری باعث کاهش اسمیلاسیون نیتروژن در برگ می‌شود. هم‌چنین در گیاهانی که اسیمیلاسیون نیتروژن در برگ آن‌ها متوقف می‌شود، اسیمیلاسیون آن در ریشه نیز کم می‌شود. از طرفی به علت این‌که در شرایط تنش، گیاه انرژی بیشتری صرف غلبه بر تنش می کند پس انرژی کمتری صرف فعالیت‌های حیاتی از جمله اسیمیلاسیون نیترات، که فرآیندی است انرژی خواه، می‌شود و مجموع این اتفاقات باعث کاهش میزان نیترات در شرایط تنش می‌شود.

با خشک شدن خاک، هم مقدار متصاعد شدن آمونیاک و هدر روی آن کم می شود 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 NH4 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 اثرخشکی روی آن معنی‌دار نبود (جدول۱).

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).

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 (٤).

اش و همکاران (۲۰۰۰) مشخص کردند که در شرایط تنش میزان پتاسیم و سدیم و کلر و کلسیم در بافت برگ تغییر می‌یابد (٦). کرامر و همکاران (۱۹۹٤) 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 وهمکاران (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 (۱٤و۱۲).

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

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 به‌خصوص 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 به‌عنوان عنصر مهم در حفظ تمامیت غشا مطرح است، با کاهش جذب آن فعالیت غشا به‌خصوص ATPaseها و ATP synthaseهای غشا تحت تأثیر قرار می‌گیرند (۱٤). در چنین شرایطی جذب فسفر، هم به‌دلیل تجمع کاتیون‌هایی مثل K و NH4 در خاک و اثرات آنتاگونیسمی این عناصر بر فسفر و هم به‌دلیل کمبود تولید NADPH ، به‌عنوان عامل احیاگر در فرایند جذب فسفر، در تنش و نیز به‌دلیل 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 (۱۹۹٤) 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 این‌که میزان پتاسیم و کلسیم بیشتری چه در شرایط تنش ملایم و چه تنش شدید در خود ذخیره می‌کند متحمل‌تر است (۱۳).

پس چنین نتیجه می‌شود که در شرایط تنش خشکی و شوری، میزان سدیم و کلر برگ زیاد می‌شود و به‌دلیل اثر رقابتی سدیم با دیگر کاتیون‌ها، جذب آن‌ها کاهش می‌یابد. مقدار نیترات برگ به‌دلیل کاهش فعالیت نیترات ردوکتاز و میزان فسفر نیز به دلیل کاهش دسترسی در خاک و اختلال در سازوکار غشا کم می‌شود و گیاهی متحمل‌تر 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 معنی‌دار وجود داشت. اثر متقابل خشکی – ژنوتیپ معنی‌دار شد (جدول۳).

از نظر عملکرد دانه[1] بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت و خشکی باعث کاهش میزان عملکرد دانه شد. اثر متقابل خشکی و ژنوتیپ نیز معنی‌دار بود. کمترین عملکرد مربوط به تیمار خشکی۵ bar- و ژنوتیپ UH3 بود و بیشترین مقدار مربوط به تیمار شاهده و ژنوتیپ CM67 (جدول۳).

خشکی باعث کاهش شاخص برداشت شد و فقط بین ژنوتیپ UH3 و CM67 اختلاف وجود داشت. اثر متقابل ژنوتیپ – خشکی معنی‌دار 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 ۱۱/۷٦ عدد در تیمار

1- Grain Yield (GY)

bar۵- رسید. بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر واکنش به خشکی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول۳).

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 (جدول۳).

خشکی وزن هزار دانه را فقط در تیمار خشکی bar۵- 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 حالی‌که در تیمار bar ۵- به ٦۱/۷۵ 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 (جدول۳).

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 ٤/٤٦ به ۲/٦۱ 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).

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 (٤۰). 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 سنبلچه 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 (۲٤). پس تنش در مراحل رویشی نه تنها باعث کاهش سطح برگ و پنجه می‌شود که تعداد سنبلچه و گلچه را هم کاهش می‌دهد. بنابراین ژنوتیپی می‌تواند تحمل به تنش بیشتری داشته باشد که بیشترین تعداد پنجه، سنبله و

سنبلچه را تولید کند. یکی از مزایای اندازه‌گیری چنین صفاتی برای بررسی تحمل به تنش این است که اندازه‌گیری آن‌ها به‌صورت غیر تخریبی بدون آسیب رساندن به گیاه انجام می‌گیرد.

بهترین فاکتور تعیین تحمل واقعی گیاهان به تنش اندازه‌گیری بیوماس آن‌ها 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 واکنش‌های متابولیسمی است و هر عاملی که روی این واکنش‌ها اثر بگذارد (در هر دوره از رشد) باعث کاهش عملکرد می‌شود (۲۱). بنابراین در گیاهان، تحمل به تنش بایستی با واژه تولید بررسی شود (۲۱).

کلارک و همکاران (۱۹۹۰) و رایتلی (۱۹۹٤) 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 (۱۱و ۳۸ و۱۰ و۱۹). 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 می‌توان نتیجه گرفت که به‌دلیل جذب کمتر نیتروژن توسط گیاه، مرگ و میر و میزان باوری پنجه‌ها کاهش یابد. در نتیجه تعداد سنبله در واحد سطح که یکی از اجزای مهم عملکرد است کم می‌شود. تعداد دانه در سنبله که به تعداد گلچه بارور و طول سنبله بستگی دارد و جزء دوم عملکرد دانه را شامل می‌شود نیز در شرایط تنش کاهش می‌یابد.

در واقع پتانسیل تعداد دانه قبل از گلدهی در گیاه تعیین می‌شود (۲٦). از آن‌جایی که در این آزمایش گیاهان به‌طور مداوم در معرض تنش قرار گرفته بودند، پس انتظارمی‌رفت که این جزء کاهش زیادی نشان دهد. جزء سوم عملکرد یا وزن هزاردانه در شرایط خشکی تغییر زیادی نکرد و فقط در تیمار خشکی bar ۳- 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 دانه‌ها می‌رسد پس وزن‌شان تغییر زیادی نمی‌کند. 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 به‌دست آمده توسط زنگ و شانون (۲۰۰۰) می‌باشد (٤۰). از طرفی علاوه بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک نیز کاهش معنی‌دار 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 می‌توان 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 معمولا تغییرپذیری کمتری در گیاه دارند.

در مورد پروتئین دانه نیز نتیجه‌گیری می‌شود که چون تنش باعث افزایش تنفس دانه می‌شود لذا چرخه کربس با سرعت بیشتری به‌کار می‌افتد و در نتیجه مواد حد واسط تولیدی این چرخه مانند آلفا – کتوگلوتاریک که یکی از پیش سازهای اسید آمینه است بیشتر تولید می‌شود. از طرفی افزایش تنفس باعث افزایش کارکرد چرخه‌های پنتوز فسفات و تولید اریتروز – ٤- فسفات و زنجیره گلیکولیز و تولید فسفو انول پایروات می شود. این دو ماده پس

از ورود به چرخه شکمیک اسید، تولید ترکیبات نیتروژن‌دار از جمله اسید آمینه گلیسین، تریپتوفان و... می‌کنند. نتیجه چنین فرایندهایی این است که انرژی بیشتری صرف ساخت پروتئین به نسبت کربوهیدرات می‌شود.

جدول۱- همبستگی بین پتانسیل‌ها و روابط آب در تنش خشکی

	کلسیم	نیترات	آمونیوم	سدیم	پتاسیم	کلر	فسفر	منیزیم	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	پروتئین
کلسیم		۰/۹٦٤	۰/۹٤٤	-۰/۷۵۹	۰/٦۰۷	-۰/۸۸۰	۰/۸۱۳	۰/۸٤	۰/٦۹	۰/۹٤	-۰/٤٤
نیترات			۰/۸۹۰	-۰/٦۲٤	۰/۸۸۸	-۰/٦٦۳	۰/۸۱۳	۰/۵۳	۰/٦	۰/۸۸	۰/۸۰
آمونیوم				۰/۵۳۹	۰/۵٦۲	-۰/۸۸۰	-۰/٦۸۹	۰/۸۱	۰/۹	۰/۹۱	-۰/٤۸
سدیم					۰/۸۱۸	-۰/۸۸۰	-۰/۵٤٤	۰-/۷۳	-۰/۸۵	-۰/۹۲	۰/۳۰
پتاسیم						-۰/۸۸۰	۰/۳۱۵	۰/۷	۰/٤۱	۰/۵۰	-۰/٤
کلر								-۰/۸۹	۰-/۵۹	-۰/۷۹	۰/٤٤
فسفر								۰/۹۸	۰/٦۸	۰/۸۹	-۰/۵۰
منیزیم									۰/۸۷	۰/۸٤	-۰/٤۸
عملکرد دانه										۰/۹۰	-۰/۸۷
عملکرد بیولوژیک											-۰/٦۹
پروتئین											

جدول۲- اثر خشکی برتجمع عناصر در برگ گیاه جو بدون پوشینه

رقم	میزان خشکی bar	No3 mmol/kg	NH4 mmol/kg	Ca mmol/kg	Na mmol/kg	Cl mmol/kg	K mmol/kg	P mmol/kg	Mg mmol/kg
UH3	۰/۵	۱۰۹۵ a	٦۳۱a	۸۰۹ b	٤۱٥k	٥۹٦ h	۲۹۷۱ b	۱۷٦۷cde	۱۸۸۱ c
	۱/٥	۹٤۷b	٥٥۹b	٦٥۸ c	۹۳٤ i	۱۰٦۷ fg	۲۲۱٥ e	۱۸۳۳ c	۱۸۷۳ c
	۳	۸۱۳ c	٤۹۲ ef	٥٤٦ d	۲۳۰۳ g	۳۳۲٤d	۲۰۰٦ efg	۱۷۱٤ ef	۱۸۹۹ c
	٥	٦۹۰ d	٤۲۲g	٤٥۰ e	۳٥٦۹ d	٤۱۲٥ bc	۱٦۳۳ i	۱٤٥۰ i	۱٤٦۷ g
U46M	۰/٥	۱۱۲۹a	٦۳۹a	۸۱٥ b	۳۸۹ k	٦۱۲h	۲۷٤٦ bc	۱۷۲۳ def	۲۱۰۹ b
	۱/٥	۹۷۰ b	۸٤۸bc	٦٥۳ c	۱۱۳۳ h	۱۰۱۹ fg	۲٤۸٤ d	۱۷۳۳ de	۱۸۲۳ cd
	۳	۸۰۳ c	٤۹۹def	٥٤۳ d	۳۰۰۰ f	۲۸۳۳ e	۲۱٥٥ ef	۱٦۱۳ gh	۱۷۹۲ d
	٥	۷۰٦ d	٤۱۳g	٤۳۸ e	٤٦٤۳ c	٤٥٥۲ b	۱۷۳۳ i	۱۳۹۷ i	۱٥٦۷ f
EHM81-12	۰/٥	۱۱۳۸ a	٦۳٦ a	۸۳۹b	٥٥۳j	٦۷۸ h	۲۹۸٥ab	۱۹۰۸ b	۲۳۲۷ a
	۱/٥	۹۸۹ b	٥۳٤bcd	٦٤۲c	۱۱۱۱ h	۱۲۱۱ f	۲٥۸٥ cd	۱۷۹٤ cd	۱۸۳٥ cd
	۳	۸۳٥ c	٤۷٤ f	٥۷٦ d	۳۰۳٥ f	۳٦٤۷ cd	۱۹۳٤ fgh	۱٥۷۳ h	۱۸٤۰cd
	٥	۷۲۰ d	٤۲٤g	٤۳٦ e	٥۰۰۰ a	٥۳٤۹ a	۱۸۳۰ i	۱٤۰۳ i	۱٦۱۷ ef
CM67	۰/٥	۱۱۳٤ a	٦٤۲ a	۸٥٥ a	٤۹۷ j	٦۱۷ h	۳۱۰۹ a	۱۹۹۰ a	۲۳۰۰ a
	۱/٥	۹۹۳b	٥۱٦cde	٦٤۸ c	۱۰٥۲h	۱۱٦٥ fg	۲٥۳۷cd	۱۸۰۹ c	۱۸٤۱ cd
	۳	۸۲٦c	٤۸۷ ef	٥٦۷ d	۳۲۲۷ e	۳٦۹٥ cd	۲۰٥٦ efg	۱٦٥۳ fg	۱۸٦۳ cd
	٥	۷۳۳ d	٤۱۸g	٤٤۳ e	٤۸۷۲ b	٥٤۱۸ a	۱۸۳۳ i	۱٤۳۳ i	۱٦٥۰ e

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

جدول۳- همبستگی برخی از صفات با عملکرد در تنش خشکی

	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در متر مربع	طول سنبله	ارتفاع بوته	میزان پروتئین
عملکرد دانه		۰/۹۱٦	۰/۹۵۵	۰/۹۷۱	۰/٦۹۲	۰/۹۸۸	۰/۳۷۹	۰/۹٤٤	-۰/۳۵۲
عملکرد بیولوژیک			۰/۷۹۵	۰/۸۸۱	۰/٦۰۵	۰/۹۱٤	۰/۲۳٤	۰/۸۹۰	-۰/۲٦۳
شاخص برداشت				/۹۳٤	۰/٦٦۸	۰/۸۸۸	۰/۳٦۸	۰/۸٤۸	-۰/٤۰۵
				۰					
تعداد دانه در سنبله					-۰/٤۱٤	۰/٤۵۵	۰/٤۳۲	۰/۹۳۰	-۰/۲۵۸
وزن هزار دانه						۰/۵۵۵	۰/۱۷۱	۰/۵۰٤	-۰/۱٦۰
تعداد سنبله در متر مربع							۰/۲۵۲	۰/٦۱۳	۰/۱٤۳
طول سنبله								-۰/۱٦۸	۰/۷۰۹
ارتفاع بوته									-۰/۸۲٤
میزان پروتئین									

جدول٤- اثر خشکی برعملکرد و اجزای عملکرد در گیاه جو بدون پوشینه

رقم	میزان خشکی (بار)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر گیاه)	عملکرد دانه (گرم بر گیاه)	شاخص برداشت (%)	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد سنبله در گیاه	میزان پروتئین (میلی گرم بر گرم در وزن خشک)
UH3	۰/۵	۳/۱۲ b	۱/۳۱۷c	٤۰/۸٥a	۳۲/۰۰ d	۱٤/۲ abc	٤۱/٦۷ a	۷٦/٦۷ c	٤/٦ ab	۱۸/٤۲ k
	۱/۵	۲/٦٤ cde	/۷۹٦۷f	۳۰/۳۳ de	۲۳/٦۷ g	۱۰/٦۰ cd	۳۹/۳۳ ab	۷۰/۰۰ e	٤/٤ b	۱۸/۷٥ j
	۳	۲/٤۱ g	۰/٤٤۷g	۱۸/٥۰ gh	۱٥/٥۳ k	۱۳/۲bcd	۳٤/۰۰bc	٦٦/۰۰ g	۳/۸ bc	۱۸/۸۳ ij
	٥	۲/۰۹ h	۰/۲٤۰l	۱۱/۷۷ j	۱۰/۳۷ n	۱۱/۰۰ cd	۲۹/۰۰ d	٦۲/۰۰ h	۳/٦ c	۱۹/٦٥ f
U46M	۰/۵	۳/۲۰b	۱/۳۷۳ c	٤۲/۷۰ a	۳۳/۰۰ c	۱٥/۲۳ab	٤۲/۳۳ a	۷۹/۳۳ b	٤/۷ a	۱۹/۲۹ f
	۱/۵	۲/۷۳ cd	۰/۹۲۰ e	۳۲/۳۷ cd	۲٥/۳۳ f	۱٤/۷٥ bc	٤۰/۳۳ ab	۷۳/۳۳ d	٤/٤ b	۱۹/۰۳ fg
	۳	۲/٤۸ efg	۰/٥۲۰ i	۲۰/۸۷ g	۱٦/۹۰ j	۱٤/۳ abc	۳۷/۰ bc	٦۸/۰۰ f	٤ /۱b	۱۹/٥۰ de
	٥	۲/۱۲۷ h	۰/۲٥۳ l	۱۱/۸۷ j	۱۰/٤۹ n	۱۲/٦۳ bc	۳۰/٦۷ d	٦۱/٥٦ h	۳/۱ d	۱۸/٥۲ b
EHM 81-12	۰/۵	۳/٦٤ a	۱/٤۳۷ b	۳۹/۹۰a	۳٦/۰۰b	۱٥/۲۷ ab	٤۲/٦۷a	۸۰/۰۰ ab	٤/٥ ab	۱۸/۹٥ hi
	۱/۵	۳/۸۸cd	۰/۹٤۰de	۳۳/۷۷bc	۲٦/۳۳ e	۱۰/۱۷ d	۲۷/۸۳ d	۷۳/۰۰ d	٤/۲ b	۱۹/۰۰ gh
	۳	۲/٤٤۳fg	۰/٦۲۰ h	۲٥/۷۳ f	۲۰/۰۷ i	۱۳/٥ bcd	۳٦/۰ bc	٦۸/۲۹ f	۳/۹ bc	۱۹/٥٦ cd
	٥	۲/۱٦۳ h	۰/۳۱۷ k	۱٤/۱۷ ij	۱۲/٤۰ m	۱۱/٦ bcd	۳۰/٦۷ d	٦۱/۰۰ h	۳/٥ cd	۱۹/۸٤ b
CM67	۰/۵	۳/۷۰ a	۱/٥۸۳ a	۳۹/۹۲a	٤۰/۳۳ a	۱٥/٥۲ a	٤۳/۳۳ a	۸۱/۰۰ a	٤/۳ b	۱۸/۸٦ e
	۱/۵	۳/۸۱c	۰/۹۹۷d	۳٥/٦۳b	۲۷/۰۰e	۱٥/۲۳ ab	٤۱/۱۷a	۷۳/٦٦ d	٤٤/ b	۱۹/٥۹ cd
	۳	۲/٦۲def	۰/۷۲۷ g	۲۷/۹۷ ef	۲۱/۱۳ h	۱٤/۸ abc	۳۷/۰ bc	٦۹/۷۳ e	۳/۹ bc	۱۸/۱۸ c
	٥	۲/۱۸۰ h	۰/۳٥۰ k	۱٥/۹۷hi	۱۳/۳۳ l	۱۲/۳٥ bc	۳۱/۳۳ d	٦۲/۲۷ h	۳/۸ bc	۲۰/۱٥ a

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

منابع

۱- الیاس آذر، خ. ۱۳۷۵. خاک‌شناسی عمومی و خصوصی. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۳۹٦ 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.Miezan. 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 uniculm effect in spring wheat (*Triricwn 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 (*Gossympium 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 CO_2 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.