"مجله علوم زراعي ايران"
جلد چهارم، شماره ۴، ۱۳۸۱

مطالعه بعضي صفات كمي و واكنش ژنوتيپ هاي جو لخت (*Hordeum vulgare* L.) تحت شرايط تنش گرماي انتهايي

Study of some quantitative traits and responses of hull-less barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under terminal heat stress conditions

شاهرخ جهان بين[۱]، زين العابدين طهماسبي سروستاني[۲] و سيد علي محمد مدرس ثانوي[۳]

چكيده

به منظور بررسي اثر تنش گرماي انتهايي بر بعضي صفات كمي و شاخص هاي ارزيابي‌كننده تحمل پنج ژنوتيپ جو لخت (*Hordeum vulgare* L.)، آزمايش مزرعه اي در سال زراعي ۸۰-۱۳۷۹ در گچساران (به عنوان يك منطقه گرمسيري واقع در جنوب استان كهكيلويه و بويراحمد) به صورت كرت هاي خرد شده با طرح پايه بلوك هاي كامل تصادفي در سه تكرار به اجرا در آمد. كرت هاي اصلي آزمايش شامل چهار تيمار تاريخ كاشت در تاريخ هاي ۱۰ آذرماه، ۲۵ آذرماه، ۱۰ دي ماه و ۲۵ دي ماه سال ۱۳۷۹ به نحوي اعمال گرديد، كه در اثر كشت دير هنگام در تاريخ هاي كاشت سوم و چهارم ژنوتيپ هاي جو لخت در مراحل زايشي و پرشدن دانه با تنش گرما مواجه شوند. كرت هاي فرعي آزمايش شامل پنج ژنوتيپ جو لخت به شماره هاي كلكسيون بين المللي **FICC0963** ، **FICC1570** ، **FICC1571** ، **FICC1725** و **FICC2712** بود كه در آزمايشات قبلي از بين ۲۰ ژنوتيپ جو لخت كه از مؤسسه تحقيقات اصلاح و تهيه نهال و بذر كرج تهيه گرديده بود، انتخاب شدند. نتايج اين بررسي نشان داد با تأخير در زمان كاشت و مصادف شدن مرحله پر شدن دانه با درجه حرارت هاي نسبتاً بالا ماده خشك گياه ۱۶%، ارتفاع گياه ۱۹%، عملكرد دانه ۲۳%، شاخص برداشت ۹%، تعداد روز از كاشت تا گلدهي ۱۱%، و تعداد روز از كاشت تا رسيدن فيزيولوژيكي ۱۶% كاهش يافت. كاهش عملكرد عمدتاً به دليل كاهش تعداد سنبله در واحد سطح (۱۲%)، كاهش وزن هزار دانه (۱۶%) و كوتاه تر شدن دوره پر شدن دانه (۳۰%) بود. ژنوتيپ هاي جو لخت در ارتباط با صفات ياد شده اختلاف بسيار معني داري با هم داشتند. بر اساس شاخص تحمل به تنش فرناندز ژنوتيپ **FICC0963** هم در شرايط مطلوب (در اولين تاريخ كاشت) بيشترين عملكرد دانه (۴۲۸۵ كيلو گرم در هكتار) را داشت و هم با تأخير در كاشت و مواجه شدن با شرايط تنش گرما (در تاريخ كاشت چهارم با ۳۳۶۱ كيلو گرم در هكتار) داراي عملكرد بيشتري بود. همچنين بر اساس شاخص حساسيت محيطي (**SSI**) ژنوتيپ مزبور داراي مقاومت بيشتري به تنش گرما بود.

واژه هاي كليدي: جولخت، تنش گرما، شاخص تحمل و شاخص حساسيت.

مقدمه

جو لخت (Hull-less barley) يكي از گياهان خانواده غلات محسوب مي شود كه به منظور استفاده در تغذيه انسان ، دام و طيور توليد مي گردد (بي نام، ۱۳۷۸). در مقايسه با جو معمولي، جو لخت از نظر انرژي قابل متابوليسم برتري معني داري دارد و ارزش غذايي آن در

تاريخ دريافت: ۱۳۸۱/۲/۶ تاريخ پذيرش: ۱۳۸۱/۱۱/۱۴

۱- داتشجوی دوره دکتری رشته زراعت دانشگاه تربیت مدرس

۲ و ۳- استادیاران دانشگاه تربیت مدرس - تهران

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

حد گندم و نزدیک به ذرت می باشد (یعقوب فر و فضائلی، ۱۳۷۸). جو بدون پوشینه عوامل محدودکننده جو معمولی را در تغذیه ندارد و در صد فیبر پایین و پروتئین بالا از محاسن و مزیت ها ی آن می باشد (Anonymous, 1997).

بر اساس اطلاعات موجود مهم ترین عامل محدود کننده در صنعت طیور ایران وابسته بودن بخش اصلی خوراک مورد نیاز آن به خارج از کشور می باشد. نیاز کشور به ذرت دانه ای جهت صنعت طیور و بخش صنایع، حدود ۲/٦ میلیون تن در سال می باشد (بی نام، ۱۳۷۸). در حال حاضر نهادهای اجرایی ذیربط کشور به منظور کاهش واردات ذرت علاوه بر برنامه ریزی در جهت افزایش تولید ذرت در قالب طرح افزایش تولید ذرت دانه ای ، در صدد معرفی محصولی با عناصر غذایی در حد ذرت در ترکیب تغذیه طیور بوده که خوشبختانه با بررسی های به عمل آمده جو بدون پوشینه (لخت) از نظر مواد غذایی شبیه به ذرت می باشد و می تواند در ترکیب جیره غذایی طیور منظور گردد (بی نام ، ۱۳۷۸). با وجود این که ذرت یکی از اقلام عمده در جیره غذایی طیور می باشد اما مصرف آب آن در مقایسه با گیاهانی مثل جو لخت به میزان قابل توجهی زیادتر می باشد و با توجه به ضرورت افزایش کارایی مصرف آب و تنظیم الگوی کاشت مناسب به منظور صرفه جویی در مصرف آب، استفاده از گیاهان جایگزین همچون جو لخت به جای ذرت در تغذیه طیور می تواند از اهمیت ویژه ای بر خوردار باشد. این مزیت محصول جو بدون پوشینه امکان کشت این محصول در مناطق دیم کشور را نیز فراهم می آورد.

درجه حرارت بالا یکی از عوامل مهم محیطی است که رشد و نمو دانه خصوصاً در مرحله بعد از گرده افشانی را تحت تأثیر قرار می دهد. گرمای بالاتر از آستانه عمل گیاه اعمال فیزیولوژیکی را مختل نموده و طول مراحل نمو را کوتاه تر و بنابراین عملکرد را کاهش می دهد. با اعمال تاریخ های کاشت مختلف و اجتناب از دماهای زیاد در اواخر فصل زراعی در غلات دانه ریز می توان اثر درجه حرارت های بالا را بر عملکرد گیاه جو تعدیل نمود (Osteron et al., 1993). در حال حاضر بیشتر گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک گرمسیری اغلب از تنش گرما صدمه می بینند. به نظر می رسد عدم تحمل ارقام در نتیجه فقدان ژن های مناسب سازگاری به تنش گرما و یا عدم موازنه مناسب فعالیت های آنان می باشد. والورک و همکاران (Wallwork et al., 1998) گزارش نمودند درجه حرارت زیاد (تا ̊C ۳۵) در دوره های کوتاه مدت در دوره پُرشدن دانه، عملکرد و کیفیت دانه جو را کاهش می دهد، در این مطالعه سه رقم جو Schooner ، Arapiles و Sloop از جوانه زدن تا رسیدن تحت شرایط محیطی ثابت (̊C ۱٦/ ̊C ۲۱) روئیده شدند و به مدت پنج روز در دوره پرشدن دانه در درجه حرارت زیاد (تا ̊C ۳۵) مورد مطالعه قرار گرفتند، در همه ارقام مورد مطالعه، مهم ترین اثر زیان آور درجه حرارت بالا، کاهش در تجمع نشاسته بود که بیشترین اثر را در کاهش نهایی وزن دانه داشت، واکنش اصلی دانه های جو رقم Arapiles در اثر تیمار گرما کاهش میزان نیتروژن (N) دانه تحت شرایط درجه حرارت زیاد بود.

ساوین و همکاران(Savin et al., 1996) در یک آزمایش مزرعه ای نشان دادند که اِعمال تیمار تنش گرما (̊C ٤۰) به میزان شش ساعت در روز به مدت پنج روز (۱۷ روز بعد از گلدهی) وزن دانه را به میزان ۱٤٪ در جو رقم Schooner و ۲۵٪ در رقم Parwan کاهش داد. در این بررسی در اثر تنش گرما نسبت نشاسته در دانه کاهش و نسبت نیتروژن در دانه افزایش یافت. هم چنین کاهش تعداد ذرات نشاسته بیشتر از کاهش اندازه ذرات نشاسته در نقصان ماده خشک دانه مؤثر بود. ساوین و همکاران (Savin et al., 1997) در مطالعه دیگری گزارش نمودند که دوره های کوتاه مدت درجه حرارت های خیلی زیاد (بیشتراز ̊C ۳۵) در مرحله پُرشدن دانه جو عملکرد و کیفیت دانه را

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

کاهش می دهد. ساوین و نیکولاس (Savin and Nicolas, 1996) نشان دادند تنش درجه حرارت بالا (۴۰ ̊C /۱۵ ̊C) در ۱۵ تا ۲۰ روز بعد از مرحله گرده افشانی وزن دانه ها را پنج درصد در هر دو رقم جو Schooner و Franklin کاهش داد. کاهش وزن دانه در رقم Schooner در اثر کاهش در طول دوره رشد دانه بود در حالی که در رقم Franklin کاهش عملکرد هم در اثر کاهش طول دوره رشد دانه و هم کاهش در سرعت رشد دانه بود. رقم Franklin به تنش گرما حساس تر از رقم Schooner ارزیابی شد.

ساوین و نیکولاس(Savin and Nicolas, 1999) برای تعیین اثر رطوبت و زمان اعمال دوره های کوتاه مدت تنش درجه حرارت بالا (۴۰ ̊C برای شش ساعت در روز به مدت پنج روز متوالی) بر وزن و کیفیت دانه جو رقم Schooner یک آزمایش گلخانه ای انجام دادند. در این آزمایش وزن دانه بیشترین حساسیت را به تنش گرما و تنش رطوبت در اوایل دوره پُر شدن دانه (۱۰ تا ۱۵ روز بعد از گرده افشانی) و کمترین حساسیت را به تنش های بعدی در اواسط دوره پر شدن دانه(۲۰ تا ۲۵ روز بعد از گرده افشانی) و اواخر دوره پُر شدن دانه (۳۰ تا ۳۵ روز بعد از گرده افشانی) نشان داد. در این بررسی کاهش وزن دانه در اثر تنش گرما (به طور متوسط ۱۳٪) بیشتر از اثر تنش رطوبت (به طور متوسط ۶٪) بود.

اثر تنش گرما (۳۰ ̊C /۳۵ ̊C)و رطوبت نسبی پایین (۳۵ ٪) بر عملکرد ۲۰ واریته ولاین جو مورد بررسی قرار گرفت و دامنه نقصان عملکرد از ۷۵ ٪ در ژنوتیپ L25/21 تا حدود ۳۲ ٪ در ژنوتیپ KM939 متغیر و به طور کلی دامنه کاهش عملکرد در ژنوتیپ های مختلف جو از ۸۴٪ تا ۲۴ ٪ متغیر بود، کاهش دوره پُرشدن دانه بر اثر افزایش درجه حرارت موجب کاهش وزن دانه شد (Zemanek, 1990). در مطالعه دیگری که مقایسه عملکرد و اجزای آن در جو، در اسکاتلند و شرق انگلیس مورد بررسی قرار گرفت، گزارش گردید که عملکرد به خوبی از وزن هزار دانه تبعیت کرده و در اسکاتلند بیشتر است، دلیل این امر پایین تر بودن متوسط درجه حرارت شبانه روز در اسکاتلند در دوره پر شدن دانه و در نتیجه تجمع ماده خشک بیشتری در هر دانه گزارش شده است (Ellis and Kirby, 1980).

در خصوص رفتار گیاهان مشابه نظیر گندم نیز تحقیقاتی انجام شده است به طوری که تحمل ۲۴۲ لاین گندم *Triticum durum* L.. و *T. aestivum* L. به درجه حرارت بالا با کاشتن آن ها در سه تاریخ کاشت مورد ارزیابی قرار گرفتند و تغییرات قابل ملاحظه ای در تعداد روز تا ظهور سنبله (Heading)، تعداد ساقه های جانبی و عملکرد دانه مشاهده گردید، پایین بودن متوسط تعداد دانه در سنبله، حاکی از ضرورت تشخیص ارقامی بود که قادر باشند تحت شرایط درجه حرارت بالا عملکرد دانه بیشتری داشته باشند(Sisodia et al., 1979). در همین راستا برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ های مختلف جو در شرایط تنش های محیطی مختلف و نیز تعیین تحمل و حساسیت آن ها شاخص های مختلفی ارائه شده است (Fernandez, 1992; Fischer and Maurer, 1978; Rosielle and Hambline, 1981). روزیلی و هامبلین (Rosielle and Hambline, 1981)شاخص تحمل (TOL) و شاخص میانگین ریاضی عملکرد (MP) را معرفی کردند. شاخص تحمل (TOL) عبارتند از: اختلاف عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط مطلوب و شرایط تنش دار و شاخص میانگین ریاضی عملکرد(MP)، میانگین تولید در شرایط مذکور را بیان می کند. در ارزیابی ژنوتیپ ها با استفاده از شاخص TOL مقدار زیادتر این شاخص نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش می باشد، بنابراین انتخاب ژنوتیپ ها بر اساس مقادیر کمتر شاخص TOL است. با استفاده از شاخص های MP و TOL امکان تفکیک ژنوتیپ هایی که در شرایط تنش دار هم عملکرد نسبی بالاتری دارند نسبت به ژنوتیپ هایی که فقط در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی دارند، وجود دارد. فیشر و مائورر

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

(Fisher and Maurer, 1978) شاخص حساسیت به تنش (SSI) را پیشنهاد نمودند، که مقدار شاخص SSI از رابطه SSI= [1-(YSi/YPi)]/D محاسبه می شود. مقدار D یا سختی محیط نیز از رابطه $D = 1 - (\bar{Y}s/\bar{Y}p)$ محاسبه می شود که در آن $\bar{Y}p$ و $\bar{Y}s$ به ترتیب میانگین عملکرد همه ژنوتیپ ها در شرایط مطلوب و تنش می باشد. مقدار کمتر SSI نشان دهنده تغییرات کمتر عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و در نتیجه پایداری بیشتر آن ژنوتیپ است. با استفاده از شاخص SSI، ژنوتیپ هایی که در شرایط تنش یا بدون تنش به ترتیب عملکردکمتر یا بیشتری دارا هستندنسبت به ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط (تنش دار و بدون تنش) از نظر عملکرد برتری نسبی داشته و عملکرد بالاتری دارند، قابل تمایزند. فرناندز (Fernandez, 1992) شاخص تحمل به تنش(STI) را که از رابطه $STI = (Y_{pi} \times Y_{si})(\bar{Y}_p)^2$ محاسبه می شود، معرفی نمود. ژنوتیپ های پایدارتر بر اساس این شاخص دارای مقادیر بالاتر STI هستند. بنابراین انتظار می رود با استفاده از این شاخص امکان تشخیص ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط، تنش و بدون تنش، از نظر عملکرد برتری نسبی داشته و عملکرد بالایی تولید کنند وجود داشته باشد. نادری و همکاران (۱۳۷۸) شاخص تحمل به تنش تعدیل شده (MSTI) را به صورت شاخص KiSTI محاسبه می شود، معرفی نمودند. مقدار Ki ضریب تصحیح کننده مدل STI است که با توجه به شرایط محیطی منطقه و احتمال بروز شرایط مطلوب و نامطلوب در آن منطقه محاسبه می شود و به صورت وزنی شاخص تحمل به تنش فرناندز را تعدیل می کند. مقدار Ki که با توجه به آزمون های انجام شده به صورت $K_1 = (Y_{pi})^2/(\bar{Y}_p)^2$ و $K_2 = (Y_{pi})^2/(\bar{Y}_p)^2$ به ترتیب برای زیر اقلیم هایی با احتمال بروز شرایط مطلوب زیاد و کم با تحلیل داده های طولانی مدت هواشناسی قابل تعیین است، محاسبه می گردد. مقادیر YPi و YSi به ترتیب عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط مطلوب و تنش و $\bar{Y}_p$ میانگین عملکرد همه ژنوتیپ ها در شرایط مطلوب است . گرمای انتهای فصل، یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده‌عملکرد در پاره ای از شرایط اقلیمی ایران می باشد، بنابراین، با شناخت اثرات گرما بر میزان رشد و نمو و اتخاذ تدابیر لازم و اعمال مدیریت صحیح، می توان شرایط را تا حدودی به نفع گیاه تعدیل نمود (رادمهر، ۱۳۷۶).

هدف از انجام این آزمایش علاوه بر بررسی اثر تنش گرما بر عملکرد و اجزای عملکرد، ارزیابی شاخص های تحمل و حساسیت در ژنوتیپ های جو لخت و در نتیجه توسعه و کسب دانش بیشتری در خصوص رفتارهای فیزیولوژیک این محصول از جنبه های عملکرد و اجزای عملکرد می باشد.

مواد و روش ها

این مطالعه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران (به عنوان یک منطقه گرمسیری واقع در جنوب استان کهکیلویه و بویراحمد که دارای بارندگی در اواخر پاییز و زمستان و بدون بارندگی و یا بارندگی کم در اواخر بهار است) انجام گرفت. در این منطقه معمولاً میانگین درجه حرارت روزانه از ۲۵ $\mathring{C}$ مهر ماه به ۱۰/۵ $\mathring{C}$ در بهمن ماه کاهش می یابد و سپس به ۳۳ $\mathring{C}$ در تیرماه افزایش می یابد (جدول ۱). خاک مزرعه محل اجرای تحقیق دارای بافت لومی رسی سیلتی، pH حدود ۷/۸ و EC حدود ۰/۶ mmhos/cm بود. آزمایش به صورت کرت های خرد شده (اسپلیت پلات) با سه تکرار بود، که در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی اجراء گردید. کرت های اصلی آزمایش چهار تاریخ کاشت شامل ۱۰ آذرماه، ۲۵ آذرماه، ۱۰دی ماه و ۲۵ دی ماه سال ۱۳۷۹ بودند. انتخاب تاریخ های کاشت مذکور علاوه بر توجه به تاریخ کاشت مرسوم منطقه، به این دلیل بود که ژنوتیپ های جو لخت مورد آزمایش در مراحل زایشی و پُر شدن دانه خود با تنش گرما مواجه شوند. کرت های فرعی آزمایش شامل پنج ژنوتیپ جو

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

لخت به شماره های کلکسیون بین المللی FICC0963، FICC1570، FICC1571، FICC1725 و FICC2712 بود، که در آزمایش های قبلی از بین ۲۰ ژنوتیپ جو لخت که از مؤسسه اصلاح بذر و نهال کرج تهیه گردیده بود انتخاب شدند. در این آزمایش کرت های فرعی شامل پنج خط و هر خط به طول پنج متر با فاصله خطوط کاشت ۲۰ سانتیمتر بود. فاصله کرت های فرعی از هم ۵۰ سانتیمتر و فاصله کرت های اصلی از هم دو متر در نظر گرفته شد. مقدار بذر مصرفی برای هر ژنوتیپ بر اساس تراکم ۳۵۰ بذر در هر متر مربع محاسبه و منظور گردید. پس از کشت بذر آبیاری به صورت کرتی انجام شد. برای هر نوبت آبیاری مقدار آب آبیاری با توجه به سطح کرت های آزمایشی و بر اساس اندازه گیری درصد رطوبت حجمی خاک و اعمال ٦٥٪ راندمان کاربرد آب در مزرعه تعیین گردید، به طوری که متوسط عمق آب آبیاری در هر بار هشت سانتیمتر بود و جمعاً پنج بار در طول دوره رشد گیاه آبیاری انجام شد. قبل از کاشت بر اساس آزمون نتایج خاک کودهای پایه شامل ۹۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (P_2O_5) و ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (N) به صورت سوپرفسفات تریپل و اوره (۴۶٪) و حدود ۱۲ کیلوگرم کود روی از منبع سولفات روی به خاک مزرعه اضافه گردید (خمری، ۱۳۷۹). صفات مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از: تعداد روز از کاشت تا گرده افشانی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع گیاه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، با برداشت یک متر از خط وسط هر کرت فرعی اجزای عملکرد از قبیل تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه محاسبه گردید. برای تعیین میزان بیوماس و شاخص برداشت، در زمان رسیدن محصول، مساحتی به میزان یک متر مربع از وسط هر کرت فرعی برداشت گردید. کل ماده خشک اندام های هوایی و دانه پس از قرار گرفتن در دمای $75^{\circ}C$ به مدت ٢٤ ساعت توزین و سپس از تقسیم وزن دانه به کل ماده خشک (بیوماس) شاخص برداشت محاسبه گردید. شاخص های تحمل و حساسیت به گرما بر اساس روش فیشر و مائورر (Fisher and Maurer, 1978)، فرناندز (Fernandez, 1992)، روزیلی و هامبلین (Rosielle and Hambline, 1981) و نادری و همکاران (۱۳۷۸) برآورد گردید. تجزیه واریانس داده ها با استفاده از برنامه نرم افزار آماری SAS انجام گرفت. برای مقایسه میانگین ها از آزمون آماری چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن ماده خشک گیاه

اثر گرما بر وزن ماده خشک گیاه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی در جدول های ۲ و ۳ نشان داده شده است. بین دو تاریخ کاشت اول و دوم (۱۰ و ۲۵ آذرماه) از نظر تجمع ماده خشک تفاوت معنی داری مشاهده نشد. اما تجمع ماده خشک در تاریخ های کاشت بعدی (۱۰ و ۲۵ دی ماه) کاهش یافت. به نظر می رسد که تنش درجه حرارت بالا در مراحل آخر رشد در تاریخ کاشت سوم و چهارم برای گیاه شرایط بحرانی تری به وجود آورده و با افزایش درجه حرارت در اثر تأخیر در کاشت، تجمع ماده خشک گیاه ۲۰٪ کاهش یافت. ژنوتیپ های جو لخت از نظر وزن ماده خشک گیاه به طور بسیار معنی داری با هم اختلاف داشتند. ژنوتیپ FICC1725 کمتر از سایر ژنوتیپ ها ماده خشک تولید کرد. هم چنین اثر متقابل معنی داری بین تاریخ های مختلف کاشت و ژنوتیپ های جو لخت وجود داشت. به بیان دیگر واکنش هر ژنوتیپ نسبت به شرایط محیط متفاوت بوده است، به طوری که کاهش وزن ماده خشک در اثر تنش گرما در ژنوتیپ های FICC1725 و FICC2712 کمتر از ۱۰٪ و ژنوتیپ های FICC1570 و FICC0963 به میزان ١٤٪ و در ژنوتیپ FICC1571

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

به میزان ۳۱٪ بود.

اجزاي عملکرد

الف- تعداد سنبله بارور در واحد سطح

با توجه به این که تعداد سنبله در واحد سطح مهم ترین جزء عملکرد است و در اوایل دوره زندگی گیاه و در مرحله زایشی قبل از گرده افشانی تعیین می شود، از شرایط نامساعد محیطی در اواخر دوره رشد گیاه خسارت چندانی به این جزء عملکرد وارد نخواهد شد. بر طبق نتایج به دست آمده (جدول های ۲ و ٤) هر چند که بین دو تاریخ کاشت آذرماه در مقایسه با دو تاریخ کاشت دی ماه اختلاف معنی داری وجود داشت اما بین تاریخ کاشت اول و دوم در آذر ماه از یک سو و تاریخ کاشت سوم و چهارم در دی ماه از سوی دیگر اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. اگرچه ژنوتیپ های جو لخت از نظر متوسط تعداد سنبله بارور در واحد سطح اختلاف معنی دار وجود داشت، اما اثر متقابل معنی داری بین تیمارهای مختلف تنش گرما از طریق تاریخ کاشت و ژنوتیپ های جو لخت در ارتباط با این خصوصیت وجود نداشت. این امر احتمالاً بیانگر آنست که علاوه بر این که تعداد پنجه های بارور عمدتاً تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی قرار می گیرد، هم چنین پنجه های تولید شده در شرایط نامساعد محیطی تا حدودی قادر به باروری و تولید دانه شده اند. نتایج حاصله با نتایج به دست آمده به وسیله هزهونگ و راجرام (Hezhong and Rageram, 1994) مبنی بر این که در کاشت دیرتر تعداد سنبله بارور در متر مربع کاهش می یابد، مطابقت دارد.

ب- تعداد دانه در سنبله

اثر تنش گرما با اعمال تیمارهای مختلف تاریخ کاشت بر تعداد دانه در سنبله معنی دار نبود (جدول های ۲ و ۵). ولی ژنوتیپ های جو لخت از نظر تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند. بیشترین تعداد دانه در سنبله در ژنوتیپ FICC0963 و کمترین آن در ژنوتیپ FICC2712 به دست آمد. هیچ گونه اثر متقابل معنی داری بین تیمار تاریخ های کاشت و ژنوتیپ های جو لخت در ارتباط تعداد دانه در سنبله وجود نداشت.

پ- وزن هزار دانه

اثر تنش گرما بر وزن هزار دانه معنی دار بود (جدول های ۲ و ٦). بر طبق نتایج به دست آمده با زمان کاشت مناسب وزن هزار دانه افزایش یافت. وزن هزار دانه در تاریخ کاشت چهارم (۲۵ دی ماه) نسبت به تاریخ کاشت اول(۱۰ آذرماه) ۱٦٪ کاهش یافت. در این رابطه نیز الیس و کربای(Ellis and Kirby, 1980)، بلوم و همکاران(Blum et al., 1997) و رادمهرو همکاران (۱۳۷٦) نیز گزارش نمودند که گرما دوره پُر شدن دانه جو و گندم را کاهش داده و این امر منجر به کاهش وزن دانه ها می گردد. ژنوتیپ های جو لخت از نظر وزن هزار دانه رفتارهای متفاوتی از خود نشان دادند. مقایسه میانگین وزن هزار دانه بیانگر آنست که ژنوتیپ FICC2712 بیشترین وزن هزار دانه (۳٦ گرم) و ژنوتیپ FICC1570 کمترین میزان وزن هزار دانه (۲۷ گرم) را داشته است. هیچ گونه اثر متقابل معنی داری بین تاریخ کاشت و ژنوتیپ ها وجود نداشت. نتایج حاصله با گزارشات والورک و همکاران (Wallwork et al, 1998) و ساوین و همکاران (Savin et al., 1996) مطابقت دارد. آن ها در مطالعات خود نشان دادند که مهم ترین اثر زیان آور درجه حرارت بالا کاهش نهایی وزن دانه بود.

عملکرد دانه

اثر تنش گرما بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول های ۲ و ۷). تأخیر در زمان کاشت و اعمال تنش گرما در مرحله پُرشدن دانه، سبب کاهش عملکرد دانه گردید. در توجیه این رفتار گیاه به نظر می رسد افزایش درجه حرارت طول دوره پُر شدن دانه را کاهش و این امر منجر به کاهش وزن دانه گردید. متوسط طول دوره پُر شدن دانه در اولین تاریخ کاشت حدود ٤۰ روز بود، در حالی که در تاریخ های کاشت دوم، سوم و چهارم طول این دوره به ترتیب به ۳۵، ۳۲ و

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

۲۸ روز کاهش یافت. میزان عملکرد دانه ژنوتیپ های جو لخت نسبت به تاریخ های مختلف کاشت حساسیت زیادی نشان دادند. کاهش عملکرد در تاریخ کاشت سوم و چهارم (۱۰ و ۲۵ دی ماه) نسبت به تاریخ کاشت اول و دوم(۱۰ و ۲۵ آذر ماه) ۲۳٪ بود. نتایج حاصله با گزارش های والورک و همکاران (Wallwork et al., 1998)، ساوین و همکاران (Savin et al., 1996) و ساوین و نیکولاس (Savin and Nicolas, 1999) مبنی بر کاهش عملکرد بر اثر تنش گرما مطابقت دارد. ژنوتیپ های جو لخت از نظر عملکرد دانه با یکدیگر اختلاف داشتند. ژنوتیپ FICC0963 نسبت به سایر ژنوتیپ ها در اولین تاریخ کاشت بیشترین عملکرد دانه (٤٢٨٥ kg/ha) را تولید نمود، ولی با تأخیر در تاریخ کاشت و مواجه شدن با تنش گرما عملکرد دانه آن در تاریخ کاشت چهارم به میزان ۳۳۱۱ kg/ha تقلیل پیدا کرد. عملکرد دانه در تاریخ کاشت مطلوب به دلیل عدم مواجه شدن با تنش گرما نسبت به کاشت دیر زیادتر گردید. اثر متقابل معنی داری بین تاریخ های مختلف کاشت و ژنوتیپ های جو لخت در ارتباط با عملکرد دانه وجود نداشت.

شاخص برداشت

تنش گرما بر شاخص برداشت گیاه اثرگذار بود (جدول های ۲ و ۸). برطبق نتایج به دست آمده با تأخیر در تاریخ کاشت و مواجه شدن گیاه با دمای بالاتر شاخص برداشت کاهش یافت. ژنوتیپ های جو لخت از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی دار با هم داشتند. ژنوتیپ FICC0963 نسبت به سایر ژنوتیپ ها بیشترین شاخص (حدود ۳٦٪) را داشت. هیچ گونه اثر متقابل معنی داری بین تاریخ های مختلف کاشت و ژنوتیپ های جو لخت مورد بررسی وجود نداشت که احتمالاً بیانگر واکنش یکنواخت ژنوتیپ های مورد بررسی به تاریخ های مختلف کاشت در ارتباط با شاخص برداشت بوده است.

شاخص هاي ارزيابي كننده تحمل و حساسيت به تنش

مقادیر عملکرد هر ژنوتیپ جو لخت در شرایط مطلوب (YPi) و در شرایط تنش (YSi) و سایر شاخص های ارزیابی مقاومت به تنش گرما در اثر تأخیر در تاریخ کاشت در جدول ۹ نشان داده شده است. با توجه به شاخص تحمل (TOL) به نظر می رسد که ژنوتیپ FICC1570 نسبت به سایر ژنوتیپ ها حساسیت

جدول ۱- کل بارندگی، متوسط حداکثر و حداقل درجه حرارت، رطوبت نسبی و تبخیر در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹

Table 1. Total precipitation, average max. and min. temperature and relative humidity and evaporation for the growing season in 2000-2001

ماه Month		سال Year	درجه حرارت Temperature (C°)		رطوبت نسبی Relative Humidity (%)		تبخیر Evaporation	بارندگی Precipitation
			حداکثر Max.	حداقل Min.	حداکثر Max.	حداقل Min.	($mm\ d^{-1}$)	mm
Oct.	مهر	2000	34	16	47	17	8.7	3
Nov.	آبان	2000	27	12	71	32	4.8	80
Dec.	آذر	2000	19	8	89	42	2.3	85
Jan.	دی	2001	19	4	92	37	2.5	51
Feb.	بهمن	2001	18	4	89	33	2.1	19
Mar.	اسفند	2001	24	6	82	21	3.2	9
Apr.	فروردین	2001	30	10	70	17	5	15
May	اردیبهشت	2001	36	17	40	11	9.8	4
Jun.	خرداد	2001	41	19	29	8	13.6	-
Jul.	تیر	2001	43	22	35	12	13.8	-

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

جدول ۲ – میانگین مربعات عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

Table 2. Mean squares of yield and related traits

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی d.f.	ماده خشک گیاه Dry matter (kg ha^{-1})	عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد سنبله Number of spike per (m^2)	تعداد دانه در یک سنبله Number of grain per ear	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)
Replication(R)	تکرار	2	8275.71 ^{ns}	360.07 ^{ns}	6.945 ^{ns}	221.67^{ns}	9.15 ^{ns}	4.4 ^{ns}
Date of planting(D)	زمان کاشت	3	99843.11**	21835.16**	34.38**	20061**	1.08 ^{ns}	86.44**
Error(a)	خطای a	6	1435.42	334.68	7.644	566.11	5.47	1.53
Genotypes(v)	ژنوتیپ	4	73971.31**	49648.64**	296.97**	67410.83**	405 **	179.3**
V *D	اثر متقابل	12	12378.86*	706.59 ^{ns}	9.96*	456.94 ^{ns}	2.57 ^{ns}	2.53 ^{ns}
Error(b)	خطایb	24	5300.34	609.59	3.327	414.027	3.24	1.79
C.V.	ضریب تغییرات	-	8.11	9.91	9.94	5.61	8.97	4.45

ns, * and ** : Non Significant, significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

جدول ۳- اثر گرما بر ماده خشک گیاه (شاخ و برگ و دانه) (kg / ha) در پنج ژنوتیپ جو لخت

Table 3. Effect of heat stress on total dry matter of five hull-less barley genotypes

ژنوتیپ ها	تاریخ های کاشت Planting dates				میانگین
Genotypes	T_1	T_2	T_3	T_4	Mean
FICC0963	10907 a	11097 a	10207 a	9887 a	10524 B
FICC1570	10917 a	10477 ab	9797 ab	9330 b	10130 B
FICC1571	13363 a	12433 a	10283 b	9217 b	11324 A
FICC1725	9363 a	9543 a	8987 a	8803 a	9174 C
FICC2712	10750 a	10163 a	9813 a	9237 a	9991 B
میانگین Mean	11060 a	10743 a	9817a	9292 a	

حروف مشابه در هر ردیف و درستون میانگین فاقد اختلاف معنی داردر سطح ۵٪ (بر اساس آزمون دانکن)می باشند.

Means in each row and column followed by similar letter(s) are not significantly differnt at the 5% level (Duncan multiple range test).

جدول ٤- اثر گرما بر تعداد سنبله در متر مربع در پنج ژنوتیپ جو لخت

Table 4. Effect of heat stress on number of spike /m2 of five hull-less barley genotypes

ژنوتیپ ها	تاریخ های کاشت Planting dates				میانگین
Genotypes	T_1	T_2	T_3	T_4	Mean
FICC0963	425 a	432 a	387 b	390 b	408 D
FICC1570	620 a	623 a	557 b	560 b	590 A
FICC1571	610 a	610 a	517 b	520 b	564 B
FICC1725	510 a	490 a	437 b	440 b	469 C
FICC2712	497 a	503 a	450 b	430 b	470 C
میانگین Mean	532 a	532 a	469 b	468 b	

حروف مشابه در هر ردیف و در ستون میانگین فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ (بر اساس آزمون دانکن)می باشند.

Means in each row and column followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% level (Duncan multiple range test).

جدول ٥- اثر گرما بر تعداد دانه در یک سنبله در پنج ژنوتیپ جو لخت

Table 5. Effect of heat stress on number of grain per one spike of five hull-less barley genotypes

ژنوتیپ ها	تاریخ های کاشت Planting dates				میانگین
Genotypes	T_1	T_2	T_3	T_4	Mean
FICC0963	31 a	30 a	29 a	30 a	30 A
FICC1570	22 a	21 a	21 a	20 a	21 B
FICC1571	20 a	20 a	20 a	20 a	20 BC
FICC1725	17 b	18 ab	19 ab	21 a	19 C
FICC2712	13 a	14 a	14 a	14 a	14 D
میانگین Mean	21 a	21 a	21 a	21 a	

حروف مشابه در هر ردیف و در ستون میانگین فاقد اختلاف معنی داردر سطح ۵٪ (بر اساس آزمون دانکن)می باشند.

Means in each row and column followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% level (Duncan multiple range test).

جدول ٦- اثر گرما بر وزن هزار دانه در پنج ژنوتیپ جو لخت

Table 6. Effect of heat stress on 1000 grain weight (g) of five hull-less barley genotypes

ژنوتیپ ها	تاریخ های کاشت Planting dates				میانگین
Genotypes	T_1	T_2	T_3	T_4	Mean
FICC0963	33 a	33 a	30 b	29 b	31 B
FICC1570	29 a	28 a	25 b	25 b	27 D
FICC1571	32 a	30 a	27 b	27 b	29 C
FICC1725	30 a	28 ab	27 bc	25 c	27 D
FICC2712	42a	36b	34c	33	36A
میانگین Mean	33 a	31 b	29 c	28 c	

حروف مشابه در هر ردیف و در ستون میانگین فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ (بر اساس آزمون دانکن) می باشند.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

Means in each row and column followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% level (Duncan multiple range test).

جدول ۷- اثر گرما بر عملکرد دانه (kg/ ha) در پنج ژنوتیپ جو لخت

Table 7. Effect of heat stress on grain yield (kg / ha) of five hull-less barley genotypes

ژنوتیپ ها	تاریخ های کاشت Planting dates				میانگین
Genotypes	T1	T2	T3	T4	Mean
FICC0963	4285 a	4136 a	3339 b	3361 b	3781 A
FICC1570	3832 a	3690 a	2993 b	2754 b	3317 A
FICC1571	3735 a	3552 a	3054 b	2829 b	3292 B
FICC1725	2579 a	2528 a	2278 a	2220 a	2401 C
FICC2712	2644 a	2550 a	2214 ab	2014 b	2355 C
میانگین Mean	3415 a	3291 a	2776 b	2636 b	

حروف مشابه در هر ردیف و در ستون میانگین فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ (بر اساس آزمون دانکن) می باشند.

Means in each row and column followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% level (Duncan multiple range test).

جدول۸ - اثر گرما بر شاخص برداشت (٪) در پنج ژنوتیپ جو لخت

Table 8. Effect of heat stress on harvest index (%) of five hull-less barley genotypes

ژنوتیپ ها	تاریخ های کاشت Planting dates				میانگین
Genotypes	T1	T2	T3	T4	Mean
FICC0963	37 a	37 a	33 b	34 ab	36 A
FICC1570	36 a	35 a	31 b	30 b	33 B
FICC1571	28 a	28 a	30 a	31 a	29 A
FICC1725	28 a	27 a	25 a	25 a	26 D
FICC2712	25 ab	25 a	22 ab	22 b	24 E
میانگین Mean	31 a	31 ab	28 b	28 b	

حروف مشابه در هر ردیف و درستون میانگین فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪(بر اساس آزمون دانکن) می باشند.

Means in each row and column followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% level (Duncan multiple range test).

جدول ۹- برآورد شاخص های ارزیابی کننده تحمل به تنش گرما در پنج ژنوتیپ جو لخت

Table 9. Effect of heat stress on tolerance indices of five hull-less barley genotypes

ژنوتیپ ها	Ypi	YSi	MP	GMP	TOL	SSI	STI	K1STI	K2STI
Genotypes	kg/ ha	kg/ ha							
FICC0963	4285	3361	3823	3795	924	0.94	1.23	1.93	1.19
FICC1570	3832	2754	3293	3248	1078	1.23	0.90	1.13	0.58
FICC1571	3735	2829	3282	3250	906	1.05	0.91	1.10	0.75
FICC1725	2579	2220	2400	2393	359	0.61	0.49	0.28	0.21
FICC2712	2644	2014	2329	2307	630	1.03	0.46	0.27	0.16
میانگین Mean	3415	2636	3025	2998	779	0.97	0.80	0.94	0.58

YPi: عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط مطلوب، YSi: عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش، MP: میانگین تولید، GPM: میانگین هندسی تولید، TOL: شاخص تحمل، SSI: شاخص حساسیت به تنش، STI: شاخص تحمل به تنش فرناندز، K1STI و K2STI: به ترتیب شاخص تحمل به تنش تعدیل یافته در شرایط مطلوب و تنش.

YPi , grain yield of each genotype in optimum condition; YSi , grain yield of each genotype in stress condition; MP, mean productivity: GPM, geometric mean productivity; TOL, tolerance index; SSI, stress susceptibility index ; STI, stress tolerance index ; K1STI and K2STI: modified stress tolerance index in optimum and stress conditions respectively.

جدول ۱۰- ماتریس ضرایب همبستگی بین Y_{Pi}، Y_{Si}، STI، K1STI و K2STI

Table 10. Correlation coefficient among some tolerance indices

	Ypi	K2STI	K1STI	STI
K2STI	0.94**			
K1STI	0.97**	0.98**		
STI	0.98**	0.98**	0.99**	
YSi	0.96**	0.99**	0.99**	0.99**

** significant at the 1%level of probability. ** معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

YPi , grain yield of each genotype in optimum condition; YSi , grain yield of each genotype in stress condition; ST1, stress tolerance index;

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

K1ST1 and K2ST1: modified stress tolerance index in optimum and stress conditions respectively.

بیشتری به تنش گرمای آخر فصل دارد (TOL=۱۰۷۸). اگرچه ژنوتیپ FICC1725 به تنش حساسیت کمتری نشان داد (TOL=۳۵۹) ولی عملکرد آن در شرایط مطلوب نیز کمتر از عملکرد سایر ژنوتیپ ها بود. با توجه به این که کمترین مقدار شاخص حساسیت به تنش (SSI) متعلق به ژنوتیپ FICC1725 بود (SSI = ۰/٦۱)، به نظر می رسدکه این ژنوتیپ در شرایط مختلف دارای ثبات عملکرد بیشتری است. از طرف دیگر بر اساس شاخص تحمل به تنش فرناندز ژنوتیپ FICC0963 با STI = ۱/۲۳ و ژنوتیپ های FICC1570 و FICC1571 با STI به ترتیب با ۰/۹۰ و ۰/۹۱ دارای بالاترین شاخص مزبور بودند بر این اساس انتظار می رود هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط تنش دارای عملکرد بیشتری باشند. مقادیر شاخص تحمل به تنش تعدیل یافته فرناندز K_1STI و K_2STI برای ژنوتیپ FICC0963 به ترتیب ۱/۹۳ و ۱/۱۹، برای ژنوتیپ FICC1570 به ترتیب ۱/۱۳ و ۰/۵۸ و برای ژنوتیپ FICC1571 به ترتیب ۱/۱۰ و ۰/۷۵ بود. بنابراین به نظر می رسد ژنوتیپ FICC0963 هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط تنش دارای عملکرد بیشتری است. ضرایب همبستگی بین YPi و YSi و شاخص های STI و K1STI و K2STI در جدول ۱۰ حاکی از آن است که شاخص K1STI با YPi دارای همبستگی بسیار بالا و شاخص K2STI نیز با YSi همبستگی بالایی از خود نشان داد. براساس این نتایج می توان نتیجه گرفت که شاخص های تحمل به تنش تعدیل یافته فرناندز برای انتخاب ژنوتیپ های با عملکرد بالاتر و متحمل تربه تنش مناسب تر می باشد. براساس نتایج حاصل از این آزمایش می توان اظهار نمود که با توجه به تأثیر شرایط محیطی بر طول دوره رشد دانه و در نتیجه تأثیر بر وزن هزار دانه تأخیر در کاشت (تاریخ های کاشت اواسط و اواخر دی ماه) در اثر برخورد مراحل زایشی و نمو دانه با تنش دمای بالاتر موجبات کاهش تعداد دانه در بوته یا واحد سطح، یا کاهش وزن هزار دانه و یا کاهش هر دو فاکتور را فراهم و در نتیجه کاهش عملکرد به دنبال داشته است. هم چنین بر اساس شاخص تحمل به تنش فرناندز ژنوتیپ FICC0963 هم در شرایط مطلوب (kg/ha ٤٢٨٥) و هم در شرایط تنش(kg/ha ٣٣٦١) دارای عملکرد بیشتری بود. با توجه به اهمیت تأمین علوفه مورد نیاز از طریق توسعه و ترویج گیاه جو لخت خصوصاً در دیم زارها انجام تحقیقات گستردتر ازجنبه های مختلف بهزراعی و بهنژادی این گیاه پیشنهاد می گردد.

منابع مورد استفاده References

بی نام. ۱۳۷۸. جو بدون پوشینه و امکان استفاده از آن در خوراک طیور . دفتر نباتات علوفه ای ، معاونت زراعت، وزارت کشاورزی، ٥٦ ص.

خمری، ع. (۱۳۷۹). بررسی تأثیر تنظیم کننده های رشد بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام پابلند جو. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

رادمهر، م. ۱۳۷٦. تأثیر تنش گرما بر فیزیولوژی رشد و نمو گندم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۲۲۵، ۲۰۱ ص.

رادمهر،م.، غ. ل. آینه و ع. کجباف. ۱۳۷٦. اثر تاریخ کاشت بر رشد و عملکرد گندم فلات در شرایط آب و هوائی جنوب خوزستان I – روند تجمع و توزیع مجدد مواد حاصل از فتوسنتز. مجله نهال و بذر، جلد ۱۳، صفحات ۲۲–۳۳.

یعقوب فر، ا. وح. فضائلی. ۱۳۷۸. تعیین انرژی زایی جو بدون پوسته در تغذیه طیور. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ٤٥، صفحات ۱۲۲–۱۲۳.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

نادری، ا.، ا. مجیدی هروان، ا. هاشمی دزفولی، ا. رضائی و ق. نورمحمدی. ۱۳۷۸. تحلیل کارائی شاخص های ارزیابی کننده تحمل گیاهان زراعی به تنشهای محیطی و معرفی یک شاخص جدید. نهال و بذر، جلد ۱۵ صفحات ۳۹۰-۴۰۲.

Anonymous . 1997. Hull-less barley. Utilization Seminar, Proceedings. Red Deer. Alberta Agriculture, 70 p.

Blum, A., B. Sinmena, J. Mayer, G. Golan and L. Shem. 1997. Stem reserve mobilization supports wheat grain filling under stress. Austeralian Journal of Plant Physiology, **21:**771-781.

Ellis, R. P. and E. J. Kirby. 1980. A comparison of spring barley grown in England and in Scotland. Yield and its components. Journal of Agricultural Science, **95:**111-115.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetable and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan, pp. 257-270.

Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. Australian Journal of Agriculture Research, **29:**897–912.

Hezhong, H. V. and S. Rageram. 1994. Differential responces wheat characters to high temperature. Euphytica, **72:**197-203.

Osteron, E. J., S. Ceccarelli, J. M. Peacock and E. J. Van–Osteron. 1993. Yield response of barley to rainfal and temperature in mediterranean environments. Journal of Agricultural Science, **121:**307–313.

Rosielle, A. A. and J. Hambline. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Science, **21:**943-946.

Savin, R. and M. E. Nicolas. 1996. Effect of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. Australian Journal of Plant Physiology, **23:**201-210.

Savin, R., and M. E. Nicolas. 1999. Effect of timing of heat stress and drought on growth and quality of barley grains. Australian Journal of Agricultural Research, **50:**357-364.

Savin, R., P. J. Stone and M. E. Nicolas. 1996. Responses of grain growth and malting quality of barley to short periods of high temperature in field studies using portable chambers. Australian Journal of Agricultural Research, **47:**465-477.

Savin, R., P. J. Stone, M. E. Nicolas and I. F. Wardlaw. 1997. Grain growth and malting of barley 2. Effects of temperature regime before heat stress. Australian Journal of Agricultural Research, **48:**625-634.

Sisodia, N. S., K. P. Singh and R. R. Sheopuria. 1979. Variability for high temperature tolerance in wheat . in:Crop Improvement, Stress Tolerance. Vol. 2,ed. Gupta, U. S., pp 163–188. Oxford– IBH Publishing. New Delhi, India.

Wallwork, M. A. B., S. J. Logue, L. C. MacLeod and C. F. Jenner. 1998. Effect of a period of high temperature during grain filling on the grain growth characteristics and malting quality of three Australian malting barleys. Australian Journal of Agricultural Research, **49:**1287-1296.

Zemanek, M. 1990. Reaction of spring barley varieties to high temperatures after anthesis. In : Crop Improvement Stress Tolerance. Vol. 2 , ed. Gupta, U. S., pp.163–188. Oxford– IBH publishing, New Delhi,

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

India.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

Study of some quantitative traits and responses of hull-less barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under terminal heat stress conditions

S. Jahanbin[1], Z. Tahmasebi Sarvestani[2] and A. M. Modarress[3]

ABSTRACT

In order to study the effect of terminal heat stress on some quantitative traits and tolerance of five hull-less barley genotypes, an experiment was carried out at the Gachsaran, Iran, on a silty clay loam soil, using a split plot experimental design with three replications. Four sowing dates (Dec. 6 and Dec. 21 in 2000, and Jan. 5 and Jan. 20 in 2001) were assigned to main plots and five hull-less barley genotypes (FICC0963, FICC1570, FICC1571, FICC1725 and FICC2712) to subplots. Results indicated that delay in sowing date decreased dry matter (16%), plant height (19%), grain yield (23%), harvest index (9%), numbar of days to flowering (11%) and number of days to physiological maturity (16%). Grain yield reduction was due mainly to reduced spike number per m^2 (12%), 1000 grain weight (16%) and duration of grain filling (30%). Genotypes showed different responses to terminal heat stress and the highest grain yield was obtained from FICC0963. Considering the stress tolerance index (STI), FICC0963 had the highest grain yield under the optimum condition (4285 kg / ha) as well as under terminal heat stress condition (3361 kg / ha). It also performed to be resistant to terminal heat stress conditions, according to stress suseptibility index (SSI).

Keywords: Hull-less barley; Terminal heat stress; Stress tolerance index, Stress suseptibility index.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.4.4.1]

1- Ph.D. Student, Tarbiat Modarres Univ. Tehran, Iran.
2 and 3, Assist. Profs., Tarbiat Modarress Univ. Tehran, Iran.