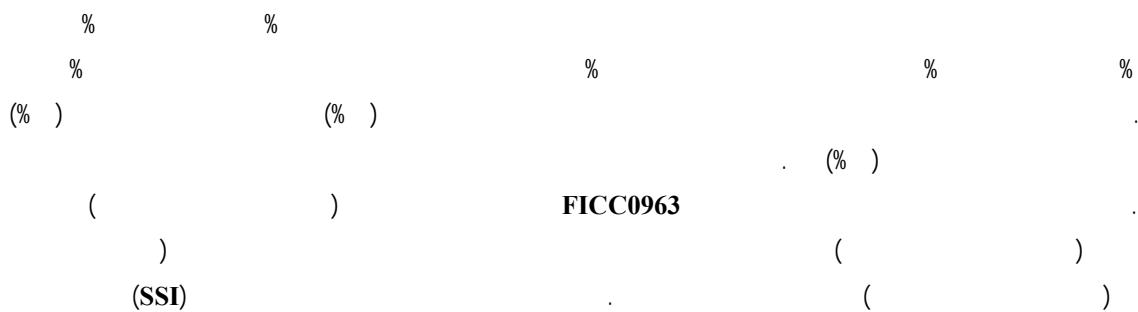


(*Hordeum vulgare* L.)

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

) ( *Hordeum vulgare* L.)

FICC2712 FICC1725 FICC1571 FICC1570 FICC0963



انسان ، دام و طیور تولید می گردد (بی نام، ۱۳۷۸). در مقایسه با جو معمولی، جو لخت از نظر انرژی قابل متابولیسم برتری معنی داری دارد و ارزش غذایی آن در

جو لخت (Hull-less barley) یکی از گیاهان خانواده غلات محسوب می شود که به منظور استفاده در تغذیه

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۱/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۲/۶

۱- داشجیوی دوره دکتری رشته زراعت دانشگاه تربیت مدرس

۲ و ۳- استادیاران دانشگاه تربیت مدرس - تهران

اجتناب از دماهای زیاد در اواخر فصل زراعی در غلات دانه ریز می توان اثر درجه حرارت های بالا را برعکس کرد گیاه جو تعديل نمود (Osteron et al., 1993). در حال حاضر بیشتر گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک گرسنگی اغلب از تنفس گرمای صدمه می بینند. به نظر می رسد عدم تحمل ارقام در نتیجه فقدان ژن های مناسب سازگاری به تنفس گرمای یا عدم موازنی مناسب فعالیت های آنان می باشد. والورک و همکاران (Wallwork et al., 1998) گزارش نمودند درجه حرارت زیاد (تا ۳۵°C) 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 (21°C/16°C) روئیده شدند و به مدت پنج روز در دوره پُرشدن دانه در درجه حرارت زیاد (تا 35°C) 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 گرمای 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 اعمال تیمار تنفس گرمای (40°C) به میزان شش ساعت در روز به مدت پنج روز (روز بعد از گلدهی) وزن دانه را به میزان ۱۴٪ در جو رقم Schooner و ۲۵٪ در رقم Parwan کاهش داد. در این بررسی در اثر تنفس گرمای 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 (بیشتر از 35°C) در مرحله پُرشدن دانه جو عملکرد و کیفیت دانه را

حد گندم و نزدیک به ذرت می باشد (یعقوب فرو و فضائلی، ۱۳۷۸). جو بدون پوشینه عوامل محدود کننده جو معمولی را در تغذیه ندارد و در صد فیبر پایین و پروتئین بالا از محسن و مزیت های 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 ۲/۶ 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 برخوردار 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 افشاری را تحت تأثیر قرار می دهد. گرمای بالاتر از آستانه عمل گیاه اعمال فیزیولوژیکی را مختلف نموده و طول مراحل نمو را کوتاه تر و بنابراین عملکرد را کاهش می دهد. با اعمال تاریخ های کاشت مختلف و

عملکرد به خوبی از وزن هزار دانه تبعیت کرده و در اسکاتلندر بیشتر است، دلیل این امر پایین تر بودن متوسط درجه حرارت شبانه روز در اسکاتلندر 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 نظری گندم نیز تحقیقاتی انجام شده است به طوری که تحمل ۲۴۲ لاین گندم بالا با کاشتن آن ها در سه تاریخ کاشت مورد ارزیابی قرار گرفته و تغییرات قابل ملاحظه ای در تعداد روز تا ظهور سنبله (Heading)، تعداد ساقه های جانی 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 ژنتیکی 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 Hamblin, 1981) و شاخص تحمل (TOL) (Rosielle and Hamblin, 1981) و شاخص میانگین ریاضی عملکرد (MP) (Rosielle and Hamblin, 1981) را معرفی کردند. شاخص تحمل (TOL) عبارتند از: اختلاف عملکرد یک ژنتیپ در شرایط مطلوب و شرایط تنش دار و شاخص میانگین ریاضی عملکرد (MP)، میانگین تولید در شرایط مذکور را بیان می کند. در ارزیابی ژنتیپ ها با استفاده از شاخص TOL مقدار زیادتر این شاخص نشانه حساسیت ژنتیپ به تنش می باشد، بنابراین انتخاب ژنتیپ ها بر اساس مقادیر کمتر شاخص TOL است. با استفاده از شاخص های MP و TOL امکان تفکیک ژنتیپ هایی که در شرایط تنش دار هم عملکرد نسبی بالاتری دارند نسبت به ژنتیپ هایی که فقط در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی دارند، وجود دارد. فیشر و مائورر

کاهش می دهد. ساوین و نیکولاوس (Savin and Nicolas, 1996) نشان دادند تنش درجه حرارت بالا ( $15^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$ ) در ۱۵ تا ۲۰ روز بعد از مرحله گرده افشنانی وزن دانه ها را Franklin و Schooner پنج درصد در هر دو رقم جو 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 Schooner به تنش گرما حساس تر از رقم Franklin ارزیابی شد.

ساوین و نیکولاوس (Savin and Nicolas, 1999) برای تعیین اثر رطوبت و زمان اعمال دوره های کوتاه مدت تنش درجه حرارت بالا ( $40^{\circ}\text{C}$  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 پر شدن دانه (۱۰ تا ۱۵ روز بعد از گرده افشنانی) و کمترین حساسیت را به تنش های بعدی در اواسط دوره پر شدن دانه (۲۰ تا ۲۵ روز بعد از گرده افشنانی) و اواخر دوره پر شدن دانه (۳۰ تا ۳۵ روز بعد از گرده افشنانی) 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 ( $30^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}$ ) و رطوبت نسبی پایین (۳۵٪) بر عملکرد ۲۰ واریته و لاین جو مورد بررسی قرار گرفت و دامنه نقصان عملکرد از ۷۵٪ در ژنتیپ KM939 تا حدود ۳۲٪ در ژنتیپ L25/21 به طور کلی دامنه کاهش عملکرد در ژنتیپ های مختلف جو از ۸۴٪ تا ۲۴٪ متغیر بود، کاهش دوره پر شدن 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 اسکاتلندر و شرق انگلیس مورد بررسی قرار گرفت، گزارش گردید که

مطلوب و تنش و  $\bar{Y}_p$  میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب است. گرمای انتهای فصل، یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده عملکرد در پاره‌ای از شرایط اقلیمی ایران می‌باشد، بنابراین، با شناخت اثرات گرمای بر میزان رشد و نمو و اتخاذ تدابیر لازم و اعمال مدیریت صحیح، می‌توان شرایط را تا حدودی به نفع گیاه تعديل نمود (رادمهر، ۱۳۷۶).

هدف از انجام این آزمایش علاوه بر بررسی اثر تنش گرمای بر عملکرد و اجزای عملکرد، ارزیابی شاخص‌های تحمل و حساسیت در ژنوتیپ‌های جو لخت و در نتیجه توسعه و کسب دانش بیشتری در خصوص رفتارهای فیزیولوژیک این محصول از جنبه‌های عملکرد و اجزای عملکرد می‌باشد.

این مطالعه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران (به عنوان یک منطقه گرمسیری واقع در جنوب استان کهکیلویه و بویراحمد که دارای بارندگی در اوخر پاییز و زمستان و بدون بارندگی و یا بارندگی کم در اوخر بهار است) انجام گرفت. در این منطقه معمولاً میانگین درجه حرارت روزانه از  $25^{\circ}\text{C}$  مهر ماه به  $10/5^{\circ}\text{C}$  در بهمن ماه کاهش می‌یابد و سپس به  $33^{\circ}\text{C}$  در تیرماه افزایش می‌یابد (جدول ۱). خاک مزرعه محل اجرای تحقیق دارای بافت لومی رسی سیلی، pH حدود ۷/۸ و EC حدود  $0/6\text{ mmhos/cm}$  بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) با سه تکرار بود، که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجراه گردید. کرت‌های اصلی آزمایش چهار تاریخ کاشت شامل ۱۰ آذرماه، ۲۵ آذرماه، ۱۰ دی ماه و ۲۵ دی ماه سال ۱۳۷۹ بودند. انتخاب تاریخ‌های کاشت مذکور علاوه بر توجه به تاریخ کاشت مرسوم منطقه، به این دلیل بود که ژنوتیپ‌های جو لخت مورد آزمایش در مراحل زایشی و پُر شدن دانه خود با تنش گرمای مواجه شوند. کرت‌های فرعی آزمایش شامل پنج ژنوتیپ جو

(Fisher and Maurer, 1978) شاخص حساسیت به تنش (SSI) را پیشنهاد نمودند، که مقدار شاخص SSI از رابطه  $\text{SSI} = [1 - (\bar{Y}_{si}/\bar{Y}_{pi})]/D$  محاسبه می‌شود. مقدار D یا سختی محیط نیز از رابطه  $D = 1 - \bar{Y}_s/\bar{Y}_p$  محاسبه می‌شود که در آن  $\bar{Y}_p$  و  $\bar{Y}_s$  به ترتیب میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب و تنش می‌باشد. 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، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش یا بدون تنش به ترتیب عملکرد کمتر یا بیشتری دارا هستند نسبت به ژنوتیپ‌هایی 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  $STI = (\bar{Y}_{pi} \times \bar{Y}_{si}) / (\bar{Y}_p)^2$  محاسبه می‌شود، معرفی نمود. ژنوتیپ‌های پایدارتر بر اساس این شاخص دارای مقادیر بالاتر STI هستند. بنابراین انتظار می‌رود با استفاده از این شاخص امکان تشخیص ژنوتیپ‌هایی 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 تعديل شده (MSTI) را به صورت شاخص KiSTI محاسبه می‌شود، معرفی نمودند. مقدار  $K_{iSTI}$  ضریب تصحیح کننده مدل STI است که با توجه به شرایط محیطی منطقه و احتمال بروز شرایط مطلوب و نامطلوب در آن منطقه محاسبه می‌شود و به صورت وزنی شاخص تحمل به تنش فرناندز را تعديل می‌کند. مقدار  $K_i$  که با توجه به آزمون‌های انجام شده به صورت  $K_2 = (\bar{Y}_{pi})^2 / (\bar{Y}_p)^2$  و  $K_1 = (\bar{Y}_{pi})^2 / (\bar{Y}_p)^2$  به ترتیب برای زیر اقلیم‌هایی با احتمال بروز شرایط مطلوب زیاد و کم با تحلیل داده‌های طولانی مدت هواشناسی قابل تعیین است، محاسبه می‌گردد. مقادیر YSi و YPi به ترتیب عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط

شاخص برداشت محاسبه گردید. شاخص های تحمل و حساسیت به گرما بر اساس روش فیشر و مائورر (Fisher and Maurer, 1978)، فرنانز دندر (Fernandez, 1992) و هامبلین (Rosuelle and Hambline, 1981) 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.

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 تنفس 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 تنفس گرما در ژنوتیپ های FICC1725 و FICC1712 کمتر از ۱۰٪ و ژنوتیپ های FICC1570 و FICC0963 و در ژنوتیپ FICC1571 به میزان ۱۴٪ و در ژنوتیپ

لخت به شماره های کلکسیون بین المللی FICC0963، 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 کاشت 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 ۶۵٪ راندمان کاربرد آب در مزرعه تعیین گردید، به طوری که متوسط عمق آب آبیاری در هر بار هشت سانتیمتر بود و جملاً 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 افشاری، 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 هزار دانه 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 ۲۴ ساعت توزین و سپس از تقسیم وزن دانه به کل ماده خشک (بیوماس)

به میزان ۳۱٪ بود.

متقابل معنی داری بین تیمار تاریخ های کاشت و ژنتیپ های جو لخت در ارتباط تعداد دانه در سنبله وجود نداشت.

اثر تنش گرما بر وزن هزار دانه معنی دار بود (جدول های ۲ و ۶). 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) ۱۶٪ کاهش یافت. در این رابطه نیز الیس و کربای (Ellis and Kirby, 1980)، بلوم و همکاران (Blum et al., 1997) و رادمهر و همکاران (1376) 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. ژنتیپ های جو لخت از نظر وزن هزار دانه رفتارهای متفاوتی از خود نشان دادند. مقایسه میانگین وزن هزار دانه بیانگر آنست که ژنتیپ FICC2712 بیشترین وزن هزار دانه (۳۶ گرم) و ژنتیپ FICC1570 کمترین میزان وزن هزار دانه (۲۷ گرم) را داشته است. هیچ گونه اثر متقابل معنی داری بین تاریخ کاشت و ژنتیپ 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.

اثر تنش گرما بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول های ۲ و ۷). تأخیر در زمان کاشت و اعمال تنش گرما در مرحله پُر شدن 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 ۴۰ روز بود، در حالی که در تاریخ های کاشت دوم، سوم و چهارم طول این دوره به ترتیب به ۳۵، ۳۲ و

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 افشاری 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 ۴) 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 ژنتیپ 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 ژنتیپ های جو لخت در ارتباط با این خصوصیت وجود نداشت. این امر احتمالاً بیانگر آنست که علاوه بر این که تعداد پنجه های بارور عمدهاً 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.

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

نداشت.

تنش گرما بر شاخص برداشت گیاه اثر گذار 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 ۳۶٪) 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.

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

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 والسورک 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 (۴۲۸۵ 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

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

Table 1. Total precipitation, average max. and min. temperature and relative humidity and evaporation for

the growing season in 2000-2001

| ماه<br>Month | سال<br>Year | درجه حرارت<br>Temperature (C°) |                |                   |                   | رطوبت نسبی<br>Relative Humidity (%) |                | تبخیر<br>Evaporation<br>(mm d <sup>-1</sup> ) | بارندگی<br>Precipitation<br>mm |
|--------------|-------------|--------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|----------------|---|--------------------------------|
|              |             | Max.<br>حداکثر.                | Min.<br>حداقل. | حداکثر.<br>حداقل. | حداکثر.<br>حداقل. | Max.<br>حداکثر.                     | Min.<br>حداقل. |   |                                |
| 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           | -   |                                |

## جدول ۲ - میانگین مربuat عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

Table 2. Mean squares of yield and related traits

| S.O.V.              | منبع تغییرات | درجه آزادی<br>d.f. | ماده خشک گیاه<br>Dry matter<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | عملکرد دانه<br>Grain yield<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | شاخص برداشت<br>Harvest index (%) | تعداد سنبله<br>Number of spike per<br>(m <sup>2</sup> ) | تعداد دانه در یک سنبله<br>Number of grain<br>per ear | وزن هزار دانه<br>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)            | a خطای       | 6                  | 1435.42   | 334.68   | 7.644                            | 566.11  | 5.47   | 1.53                                   |
| Genotypes(v)        | ژنتیپ        | 4                  | 73971.31 **   | 49648.64 **  | 296.97 **                        | 67410.83 **   | 405 **   | 179.3 **                               |
| V * D               | اثر مقابل    | 12                 | 12378.86 *  | 706.59 ns  | 9.96 *                           | 456.94 ns   | 2.57 ns  | 2.53 ns                                |
| Error(b)            | b خطای       | 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.  
\* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns

### 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<br>Genotypes | تاریخ های کاشت |                |                |                | میانگین<br>Mean |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|                        | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |                 |
| 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                | 11060 a        | 10743 a        | 9817a          | 9292 a         |                 |

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

Table 4. Effect of heat stress on number of spike /m<sup>2</sup> of five hull-less barley genotypes

| ژنوتیپ ها<br>Genotypes | تاریخ های کاشت |                |                |                | میانگین<br>Mean |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|                        | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |                 |
| 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                | 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 ۵- 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<br>Genotypes | تاریخ های کاشت |                |                |                | میانگین<br>Mean |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|                        | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |                 |
| 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                | 21 a           | 21 a           | 21 a           | 21 a           |                 |
| Mean                   |                |                |                |                |                 |

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 ۶- 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<br>Genotypes | تاریخ های کاشت |                |                |                | میانگین<br>Mean |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|                        | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |                 |
| 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                | 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.

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<br>Genotypes | تاریخ های کاشت<br>Planting dates |        |         |        | میانگین<br>Mean |
|------------------------|----------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|
|                        | T1                               | T2     | T3      | T4     |                 |
| 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<br>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).

### جدول ۸- 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<br>Genotypes | تاریخ های کاشت<br>Planting dates |       |       |       | میانگین<br>Mean |
|------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-----------------|
|                        | T1                               | T2    | T3    | T4    |                 |
| 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<br>Mean        | 31 a                             | 31 ab | 28 b  | 28 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 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<br>Genotypes | Y <sub>Pi</sub><br>kg/ ha | Y <sub>Si</sub><br>kg/ ha | MP   | GMP  | TOL  | SSI  | STI  | K1STI | K2STI |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 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<br>Mean        | 3415                      | 2636                      | 3025 | 2998 | 779  | 0.97 | 0.80 | 0.94  | 0.58  |

Y<sub>Pi</sub>: عملکرد گرما ژنوتیپ در شرایط مطلوب، Y<sub>Si</sub>: عملکرد گرما ژنوتیپ در شرایط تنش، MP: میانگین تولید، GPM: میانگین هندسی تولید، TOL: شاخص تحمل، SSI: شاخص حساسیت به تنش، STI: شاخص تحمل به تنش فرناندرز، K1STI و K2STI: به ترتیب شاخص تحمل به تنش تعديل یافته در شرایط مطلوب و تنش.

Y<sub>Pi</sub>, grain yield of each genotype in optimum condition; Y<sub>Si</sub>, 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 K2STI و K1STI، STI، Y<sub>Si</sub> و Y<sub>Pi</sub>

Table 10. Correlation coefficient among some tolerance indices

|                 | Y <sub>Pi</sub> | K2STI  | K1STI  | STI    |
|-----------------|-----------------|--------|--------|--------|
| K2STI           | 0.94**          |        |        |        |
| K1STI           | 0.97**          | 0.98** |        |        |
| STI             | 0.98**          | 0.98** | 0.99** |        |
| Y <sub>Si</sub> | 0.96**          | 0.99** | 0.99** | 0.99** |

\*\* significant at the 1%level of probability.

Y<sub>Pi</sub>, grain yield of each genotype in optimum condition; Y<sub>Si</sub>, grain yield of each genotype in stress condition; STI, stress tolerance index;

K1STI and K2STI: modified stress tolerance index in optimum and stress conditions respectively.

جدول ۱۰ حاکی از آن است که شاخص K1STI با دارای همبستگی بسیار بالا و شاخص K2STI نیز با همبستگی بالایی از خود نشان داد. براساس این نتایج می توان نتیجه گرفت که شاخص های تحمل به تنفس تعديل یافته فرناندز برای انتخاب ژنوتیپ های با عملکرد بالاتر و متتحمل تر به تنفس 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 اوخر دی ماه) در اثر برخورد مراحل زایشی و نمو دانه با تنفس 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 تنفس فرناندز ژنوتیپ FICC0963 هم در شرایط مطلوب (۴۲۸۵ kg/ha) و هم در شرایط تنفس (۳۳۶۱ kg/ha) 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 گستردن تر از جنبه های مختلف بهزراعی و بهترزادی این گیاه پیشنهاد می گردد.

بیشتری به تنفس گرمای آخر فصل دارد ( $TOL=1078$ ). اگرچه ژنوتیپ FICC1725 به تنفس حساسیت کمتری نشان داد ( $TOL=359$ ) ولی عملکرد آن در شرایط مطلوب نیز کمتر از عملکرد سایر ژنوتیپ ها بود. با توجه به این که کمترین مقدار شاخص حساسیت به تنفس (SSI) متعلق به ژنوتیپ FICC1725 بود ( $SSI = 0/61$ ), به نظر می رسد که این ژنوتیپ در شرایط مختلف دارای ثبات عملکرد بیشتری است. از طرف دیگر بر اساس شاخص تحمل به تنفس 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 تنفس دارای عملکرد بیشتری باشند. مقادیر شاخص تحمل به تنفس تعديل یافته فرناندز K<sub>1</sub>STI و K<sub>2</sub>STI 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 FICC0963 ۰/۷۵ بود. بنابراین به نظر می رسد ژنوتیپ هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط تنفس دارای عملکرد بیشتری است. ضرایب همبستگی بین YPi و YSi و شاخص های STI و K1STI و K2STI در

## References

- بی نام. ۱۳۷۸. جو بدون پوشینه و امکان استفاده از آن در خوراک طیور. دفتر نباتات علوفه ای، معاونت زراعت، وزارت کشاورزی، ۵۶ ص.
- خرمی، 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. ۱۳۷۶. تأثیر تنفس گرمای بر فیزیولوژی رشد و نمو گندم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۲۲۵، ۲۰۱ ص.
- رادمهر، م، غ. ل. آینه و ع. کجبا. ۱۳۷۶. اثر تاریخ کاشت بر رشد و عملکرد گندم فلات در شرایط آب و هوایی جنوب خوزستان I - روند تجمع و توزیع مجدد مواد حاصل از فتوستز. مجله نهال و بذر، جلد ۱۳، صفحات ۲۲-۲۳.
- یعقوب فر، ا. وح. فضائلی. ۱۳۷۸. تعیین انرژی زایی جو بدون پوسته در تغذیه طیور. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۴۵، صفحات ۱۲۲-۱۲۳.

- نادری، ا.، ا. مجیدی هروان، ا. هاشمی دزفولی، ا. رضائی و ق. نورمحمدی. ۱۳۷۸. تحلیل کارائی شاخص‌های ارزیابی کننده تحمل گیاهان زراعی به تشخیص محیطی و معرفی یک شاخص جدید. نهال و بذر، جلد ۱۵ صفحات ۴۰۲-۳۹۰.
- 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. *Australasian 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 responses 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 rainfall and temperature in mediterranean environments. *Journal of Agricultural Science*, **121**:307-313.
- Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 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,

”مطالعه بعضی صفات کمی و ارزیابی...”

India.

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

S. Jahanbin<sup>1</sup>, Z. Tahmasebi Sarvestani<sup>2</sup> and A. M. Modarress<sup>3</sup>

### 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%), number 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<sup>2</sup> (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 susceptibility index (SSI).

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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-09-09]  
[DOI: 10.1001.1.15625540.1381.4.4.1]

---

1- Ph.D. Student, Tarbiat Modares Univ. Tehran, Iran.

2 and 3, Assist. Profs., Tarbiat Modares Univ. Tehran, Iran.