ارزیابی پاسخ ژنوتیپ‌های نخود کابلی (*Cicer arietinum* L.) به تاریخ کاشت

سیدکریم موسوی[۱] و پیام پزشکپور[۱]

چکیده

به منظور بررسی پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف نخود (*Cicer arietinum* L.) به تاریخ کاشت و ارزیابی تأثیر تنش خشکی انتهای فصل رشد بر بعضی صفات کمّی و شاخص‌های تحمل این گیاه زراعی، آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات دیم کوهدشت (منطقه‌ای نیمه گرمسیری در جنوب غربی استان لرستان) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. کرت‌های اصلی شامل سطوح تاریخ کاشت (پاییزه، زمستانه و بهاره) و کرت‌های فرعی شامل سه ژنوتیپ نخود (ILC_{482}، توده محلی گریت و هاشم) بود. با تأخیر در زمان کاشت و مصادف شدن مرحله پر شدن دانه با تنش خشکی و درجه حرارت‌های نسبتاً بالا در انتهای فصل رشد، تولید زیست‌توده و عملکرد دانه نخود به ترتیب به میزان ۶۶ و ۸۹ درصد کاهش یافت. کاهش عملکرد عمدتاً به دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته (۶۰ درصد) و کاهش وزن صد دانه (۳۲ درصد) بود. بر اساس شاخص تحمل به تنش فرناندز توده محلی گریت هم در شرایط مطلوب (کشت زمستانه) بیشترین عملکرد دانه (۱۴۶۴/۳ کیلوگرم در هکتار) را داشت و هم در مواجهه با شرایط تنش خشکی و درجه حرارت بالا (کشت بهاره) دارای بیشترین عملکرد (۳۰۲ کیلوگرم در هکتار) بود.

واژه‌های کلیدی: نخود کابلی، تنش خشکی، شاخص تحمل و شاخص حساسیت

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) با ۷۰۰۰۰۰ هکتار تقریباً ۶۴ درصد سطح زیر کشت حبوبات را در ایران به خود اختصاص داده است. میانگین عملکرد جهانی نخود، ۸۲۰ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم ایران ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار است (۱۷). تفاوت عملکرد بالقوه ژنتیکی و عملکرد واقعی در درجه اوّل به عوامل تنش‌زای محیطی مربوط می‌شود (۱۴) البته در این بین نقش مسائل به‌زراعی را نیز نمی‌توان نادیده گرفت. سکسینا و همکاران (۳۷) از بین عوامل مختلف تنش مانند بیماریها، آفات، علف‌های‌هرز، خشکی، غرقابی، شوری و سرما، عامل خشکی را به تنهایی مسبب ۴۵ درصد کاهش عملکرد محصول نخود دانسته‌اند. سلیم و سکسینا (۳۹) نیز خشکی را مهمترین تنش غیر زنده برای گیاه نخود بر شمرده‌اند.

کرامر (۲۵) تنش خشکی را نبود یا کمبود بارندگی در مقطعی از زمان بر شمرده که موجب کاهش رشد گیاه و محصول اقتصادی می‌شود. کمبود آب در مراحل مختلف رشد، فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه را محدود می‌نماید و عملکرد را کاهش می‌دهد (۲۱). تنش خشکی به شرایطی اطلاق می‌شود که بر اثر آن میزان آب درون بافتی و سلولی گیاه به شدت کاهش می‌یابد و روند رشد دچار رکود می‌شود. سینگ و همکاران (۴۲) مقاومت به خشکی را به حالتهای فرار از خشکی، اجتناب از خشکی (زود به گل

[۱]- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان

رفتن و جذب بهینه آب از خاک از طریق سیستم ریشه‌ای گسترده) و تحمل خشکی (ادامه متابولیسم در شرایط پتانسیل آب کم در بافت گیاهی) تقسیم‌بندی نمودند. گیاهان از طریق مکانیسم‌های دیگری نظیر بستن روزنه‌ها، ضخیم‌تر کردن کوتیکول، کاهش سطح تعرق‌کننده، افزایش وزن و طول ریشه، افزایش برخی از پروتیین‌ها، بالا نگه داشتن شدت فتوسنتز، کاهش تنفس و تنظیم اسمزی نیز در برابر خشکی مقاومت می‌کنند (۲۶).

خسارت ناشی از تنش خشکی در گیاهان متحمل از میزان مورد انتظار کمتر است. در این حالت، با وجود مواجهه سلول‌های گیاه با کمبود آب، پروتوپلاسم آنها خشکی را تحمل می‌کند و گیاه به زندگی خود ادامه می‌دهد (۲). مقاومت گیاهان به خشکی به میزان رطوبت خاک و ژنوتیپ گیاه بستگی دارد. بدین‌ترتیب که در مقدار معینی از رطوبت خاک، ممکن است پتانسیل عملکرد یک ژنوتیپ بیشتر از ژنوتیپ های دیگر باشد. بر این اساس، مقاومت به خشکی در گیاهان به مجموعه‌ای از مکانیسم‌ها و واکنش‌های پیچیده‌ای اطلاق می‌شود که گیاه در صورت مواجه شدن با کمبود آب، توانایی رشد و نمّو موفقیت‌آمیز خود را تا حدودی حفظ می‌کند (۵).

مقاومت به خشکی با میزان عملکرد گونه‌های گیاهی در ارتباط است (۳۰). گیاهان و ارقام زراعی مقاوم به خشکی در شرایط تنش خشکی و در سالهای کم باران تولید بیشتری دارند و در عین حال از عوامل محیطی مناسب در سالهای پرباران حداکثر استفاده را به عمل می‌آورند.

درجه حرارت بالا یکی از عوامل مهم محیطی است که رشد و نمّو دانه را به ویژه در مرحله بعد از گرده‌افشانی تحت تأثیر قرار می‌دهد. گرمای بالاتر از آستانه تحمل گیاه، اعمال فیزیولوژیکی را مختل و طول مراحل نمّو را کوتاه‌تر می‌کند و در نتیجه آن عملکرد را کاهش می‌دهد. در حبوبات سرمادوست با انتخاب تاریخ‌های کاشت مناسب و اجتناب از دماهای زیاد در اواخر فصل رشد می‌توان اثر درجه حرارت‌های بالا را بر عملکرد گیاه تعدیل نمود (۴۰).

در کاشت‌های دیر هنگام، تنش خشکی انتهای فصل همراه با افزایش درجه حرارت در مرحله رسیدگی که اغلب به بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد باعث تأثیر نامطلوب روی دوره پرشدن دانه نخود می‌شود (۲۳ و ۴۴).

کشت‌های پاییزه و انتظاری به انطباق فنولوژی نخود با درجه حرارت و رژیم رطوبتی مطلوب کمک می‌کند، همچنین مرحله قبل از گلدهی طولانی‌تر می‌شود و گیاه فرصت بیشتری برای رشد رویشی پیدا می‌کند. دوره رشد رویشی گیاه در این شرایط با کاهش درجه حرارت و طول روز آغاز می‌شود. بعلاوه دوره زایشی نیز طولانی‌تر و با شرایط حرارتی و رطوبتی مناسب‌تری نسبت به کشت بهاره مواجه می‌شود.

در ارزیابی کشت‌های زمستانه و بهاره چندین لاین نخود متحمل به سرما طی ۱۰ سال (۱۹۸۳ تا ۱۹۹۳) در کشورهای سوریه و لبنان، با شرایط آب‌وهوایی مدیترانه‌ای، میانگین عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در کشت بهاره به ترتیب ۲۴۹۲ و۹۹۴ کیلوگرم در هکتار و در کشت زمستانه به ترتیب ۴۲۴۹ و ۱۶۸۶ کیلوگرم در هکتار بود (۳۴).

سکسینا (۳۴) با مطالعه پنج تاریخ کاشت از ۲۱ آبان تا ۲۴ اسفند در تل‌حدیه سوریه نشان داد که طول هر یک از مراحل فنولوژی گیاه شامل کاشت تا سبز شدن، سبز شدن تا گلدهی و گلدهی تا رسیدگی، در هر تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کاشت بعدی بیشتر بود. توکر و کاگیرگان (۴۳) پاسخ به تنش خشکی ۶۴ لاین نخود را در دو محیط بدون تنش (کشت زمستانه) و محیط دارای تنش (کشت بهاره) در شرایط دیم مورد ارزیابی قرار دادند. عملکرد لاین‌ها در محیط بدون تنش (کشت زمستانه) به میزان ۵۳ درصد بیشتر از عملکرد آنها در محیط دارای تنش (کشت بهاره) بود. در این آزمایش لاین Flip 92-154c بهترین لاین متحمل به

تنش خشکی بود. لازم به ذکر است که منطقه یاد شده دارای زمستان‌های نسبتاً ملایم بدون خطر یخبندان شدید است. هدلی و آمبروس (۲۰) عملکرد گیاهان نخود کاشته شده در آبان را بیش از عملکرد نخود کاشته شده در فروردین گزارش دادند. بررسی آنها نشان داد افزایش عملکرد تا حد زیادی به دلیل بیشتر بودن تعداد گره‌های بارور در کاشت پاییزه بود و از طرفی با توجه به کاهش دوره رشد رویشی، شاخص سطح برگ و تولید زیست‌توده در کشت دیرهنگام عملکرد نیز کاهش یافت (۳۱). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که رشد رویشی و زایشی گیاهان تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرد. تأخیر در کاشت سبب کاهش شاخص سطح برگ و تداوم سطح برگ و در نهایت سبب کاهش عملکرد می‌شود (۸). پایین بودن تعداد دانه در بوته در شرایط تنش، حاکی از ضرورت معرفی ارقامی است که قادر باشند تحت شرایط درجه حرارت بالا عملکرد دانه بیشتری داشته باشند (۲۴).

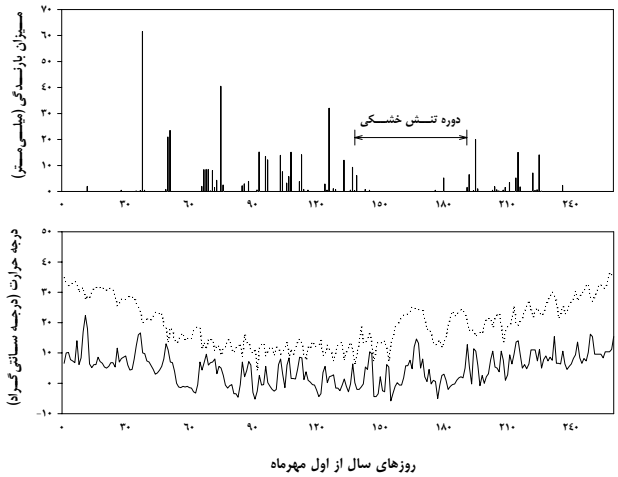
خشکی و درجه حرارت بالای انتهای فصل، یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده عملکرد نخود در پاره‌ای از شرایط اقلیمی ایران است. بنابراین با شناخت اثرات خشکی بر میزان رشد و نمّو نخود و اتخاذ تدابیر لازم و اعمال مدیریت صحیح، می‌توان شرایط را تا حدودی به نفع این گیاه زراعی تعدیل نمود. هدف از انجام این آزمایش علاوه بر بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد، ارزیابی شاخص‌های تحمل و حساسیت در ارقام نخود و در نتیجه توسعه و کسب آگاهی بیشتر در خصوص رفتارهای فیزیولوژیک این گیاه زراعی در شرایط تنش است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم کوهدشت (منطقه‌ای نیمه گرمسیری واقع در جنوب غربی استان لرستان) اجرا شد. در این منطقه معمولاً میانگین درجه حرارت روزانه از ۱۹ درجه سانتی‌گراد در مهرماه به ۶/۳ درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه کاهش و سپس به ۲۳ درجه سانتی‌گراد در خرداد افزایش می‌یابد (شکل ۱). خاک مزرعه محل اجرای آزمایش دارای بافت لومی با pH=۷/۸ بود. آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات دیم کوهدشت به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. کرت‌های اصلی شامل سطوح تاریخ کاشت (۲۰ آذر، ۲ بهمن و ۶ فروردین) و کرت‌های فرعی شامل سه ژنوتیپ نخود (ILC_{482}، توده محلی گریت و هاشم) بود. انتخاب تاریخ‌های کاشت به نحوی صورت گرفت که علاوه بر توجه به تاریخ کاشت مرسوم منطقه، ژنوتیپ‌های نخود مورد آزمایش در مراحل زایشی و پر شدن دانه با تنش خشکی و درجه حرارت بالا مواجه شوند. هر کرت آزمایشی شامل ده خط کاشت به طول ۶ متر با فاصله خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر بود. برای تحقق تراکم ۵۰ بوته در متر مربع، فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت برابر ۶/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

قبل از کاشت براساس نتایج آزمون خاک و تعیین حد بحرانی عناصر ، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به خاک مزرعه اضافه شد.

به منظور تعیین صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد دانه هم‌زمان با برداشت، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعداد غلاف در هر بوته، تعداد دانه در هر غلاف و وزن صد دانه بود. به منظور تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، سطحی معادل ۳ متر مربع از هر کرت برداشت شد. بوته‌های برداشت شده، برای خشک شدن، به مدت چند روز در برابر آفتاب قرار گرفتند و پس از آن توزین شدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از برنامه‌های آماری SAS و MSTATC انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.



شکل ۱ - مقدار بارندگی و درجه حرارت حداقل و حداکثر طی روزهای سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ از اول مهرماه

شاخص‌های تحمل و مقاومت به تنش خشکی: برای ارزیابی پاسخ رقم‌های مختلف نخود در شرایط تنش‌های محیطی مختلف و نیز تعیین تحمل و حساسیت آنها شاخص‌های مختلفی ارائه شده است (۱۸، ۱۹ و ۳۲). روزیلی و هامبلین (۳۲) شاخص تحمل[1] (TOL) و شاخص میانگین ریاضی عملکرد[2] (MP) را معرفی کردند. شاخص تحمل (TOL) عبارت است از اختلاف عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط مطلوب و شرایط تنش‌دار و شاخص میانگین ریاضی عملکرد (MP)، میانگین تولید در شرایط مذکور را بیان می‌کند. در ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص TOL مقدار زیادتر این شاخص نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش است، بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌ها براساس مقادیر کمتر شاخص TOL صورت می‌گیرد. تعیین ژنوتیپ‌هایی که علاوه بر شرایط بهینه در شرایط تنش هم عملکرد نسبی بالاتری دارند با استفاده از شاخص‌های MP و TOL امکان‌پذیر است. فیشر و مائورر (۱۹) شاخصی را برای ارزیابی حساسیت به تنش ارائه دادند:

$$SSI = \frac{1-\left(\frac{Y_{si}}{Y_{pi}}\right)}{D}$$

که در آن SSI شاخص حساسیت به تنش[3]، Y_{si} عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش، Y_{pi} عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط بدون تنش و D معرف سختی محیط است که بر مبنای رابطه زیر برآورد می‌شود:

$$D = 1-\left(\frac{\overline{Ys}}{\overline{Yp}}\right)$$

که در آن $\overline{Y}_p$ و $\overline{Y}_s$ به ترتیب میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب و تنش است. مقدار کمتر SSI نشان‌دهنده تغییرات کمتر عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و در نتیجه پایداری بیشتر آن است. با استفاده از شاخص SSI ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش یا بدون تنش به ترتیب عملکرد کمتر یا بیشتری دارند نسبت به ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط (تنش و بدون تنش) از نظر عملکرد برتری نسبی دارند، شناسایی می‌شوند. فرناندز (۱۸) نیز شاخص تحمل تنش[4] (STI) را معرفی کرد.

1 - Stress tolerance
2 - Mean productivity
3 - Stress susceptibility index
4 - Stress tolerance index

$$STI = \left(Y_{pi} \times Y_{si}\right)\left(\overline{Y}_p\right)^2$$

ژنوتیپ‌های پایدارتر دارای مقادیر STI بالاتری هستند. بنابراین انتظار می‌رود این شاخص امکان تشخیص ژنوتیپ‌هایی را فراهم آورد که در هر دو محیط، تنش و بدون تنش،از نظر عملکرد برتری نسبی دارند.

نادری و همکاران (۹) شاخص تحمل به تنش تعدیل شده (MSTI) را معرفی نمودند که به صورت شاخص KiSTI محاسبه می‌شود، Ki ضریب تصحیح‌کننده 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 تعدیل می‌کند.

مقدار Ki با توجه به آزمون‌های انجام شده به صورت $K_1=(Y_{pi})^2/(Y_p)^2$ و $K_2 =(Y_{pi})^2/ (Y_p)^2$ به ترتیب برای زیراقلیم‌هایی با احتمال بروز شرایط مطلوب زیاد و کم (بر مبنای تحلیل داده‌های طولانی مدت هواشناسی) محاسبه می‌گردد. مقادیر Y_{pi} و Y_{si} به ترتیب عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط مطلوب و تنش و Y_p میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب است.

نتایج و بحث

وزن خشک نخود: بین دو تاریخ کاشت اول و دوم (۲۰ آذر و ۲ بهمن) از نظر مجموع ماده خشک تولیدی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول‌های ۱ و ۲)، اما میزان تولید ماده خشک در تاریخ کاشت تأخیری (۶ فروردین) به طور معنی‌داری کاهش یافت. به نظر می‌رسد که درجه حرارت بالا در مراحل آخر رشد همراه با کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد در تیمار تنش خشکی (تاریخ کاشت سوم) برای گیاه نخود شرایط بحرانی به وجود آورد. بر اثر تأخیر در کاشت، تولید ماده خشک نخود ۶۶ درصد کاهش یافت. خیرخواه و همکاران (۴) افزایش طول دوره رشد نخود در کشت پاییزه و زمستانه را عامل تولید زیست‌توده بالاتر دانسته‌اند. نتایج مطالعات دیگر (۱۲ و ۳۶) نیز نشان داده است که تولید ماده خشک در کشت‌های زمستانه نسبت به بهاره افزایش معنی‌داری یافته که علت آن، رشد رویشی بیشتر گیاه بر اثر بهبود نسبی شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت طی دوره رشد رویشی بوده است. همان‌طور که قبلاً ذکر شد افزایش دوره رشد رویشی گیاه در کشت‌های پاییزه و زمستانه نسبت به بهاره و انطباق آن با رژیم‌های حرارتی و رطوبتی مناسب‌تر باعث می‌شود تا تاج‌پوشه[1] گیاه زراعی بزرگتر شود (۴۱) و لذا تولید ماده خشک افزایش یابد (۱۲، ۲۸ و ۳۸).

ارقام نخود از نظر تولید ماده خشک با هم اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). بیشترین تولید ماده خشک مربوط به توده محلی گریت بود که البته تفاوت معنی‌داری با رقم ILC_{482} نداشت؛ رقم هاشم کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها ماده خشک تولید کرد (جدول ۲). استفاده مناسب‌تر توده محلی گریت و ژنوتیپ ILC_{482} از رطوبت خاک و شرایط حرارتی به دلیل زودرسی و فرم رشد نیمه گسترده و عدم امکان استفادهٔ رقم هاشم از رطوبت و دمای مناسب محیط به دلیل دیررسی آن عامل تفاوت معنی دار در تولید ماده خشک این ژنوتیپ‌ها بوده است (۱ و ۷). در ارزیابی یوسفی و همکاران (۱۰) نیز ارقام نخود دیم عملکرد بیولوژیکی متفاوتی داشتند.

همچنین از نظر تولید ماده خشک اثرمتقابل معنی‌داری بین تاریخ کاشت و رقم نخود وجود داشت (جدول ۱). مقایسه تولید ماده خشک ارقام در کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه نشان داد که کاهش ماده خشک ناشی از تنش خشکی در ژنوتیپ ILC_{482} ۷۳ درصد، در توده محلی گریت ۵۱ درصد و در رقم هاشم ۵۵ درصد بود. این موضوع گویای پاسخ متفاوت ارقام به تغییر تاریخ کاشت است.

1 - Canopy

جدول ۱- میانگین مربعات تولید ماده خشک، عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

منابع تغییرات	ماده خشک	عملکرد دانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه
زمان کاشت	۸۰۰۶۰۴۷/۲۵۹**	۳۱۸۲۶۴۰/۱۱۱**	۲۶۶/۳۲**	۰/۲۲۹*	۲۶۹/۵**
ژنوتیپ	۱۵۴۹۷۴۵/۰۹۶*	۳۷۲۵۰۷/۷۸**	۱۸/۶۶*	۰/۳۱۳*	۷۸۸/۷**
اثر متقابل	۶۳۹۹۸۶/۸۲*	۲۰۲۱۱/۷۲^{ns}	۱/۴۶^{ns}	۰/۳۵۹*	۲۳۷/۵**
ضریب تغییرات	۳۱/۶۵	۲۷/۱	۳۱/۴۶	۲۳/۷۳	۴/۶۶

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

عملکرد دانه: تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه نخود معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد در کشت زمستانه یا به عبارتی شرایط بدون تنش (۱۲۸۹/۸۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن در کشت بهاره (۱۴۴ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. کاهش عملکرد دانه نخود در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش ۸۷ درصد بود. نتایج حاصله با گزارش‌های گلدانی و همکاران (۸)، پرسا و همکاران (۳)، اوزدمیر و کراداوات (۲۹)، سینگ و همکاران (۴۱) و الیادیس (۲۲) مبنی بر کاهش عملکرد بر اثر تنش خشکی مطابقت دارد. آولد و همکاران (۱۲) گزارش داده‌اند تأخیر در کاشت منجر به کاهش ۳۴ درصدی عملکرد دانه نخود شد. ساویتری و همکاران (۳۳) و کیتینگ و کوپر (۲۴) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر رقم ILC_{482} گزارش دادند در تمام مناطق مورد بررسی عملکرد کشت زمستانه بیش از دو برابر کشت بهاره بود و علت آن را طولانی بودن دوره رشد رویشی، تأمین رطوبت، افزایش شاخص سطح برگ، تداوم سطح برگ و جذب تشعشع فعال فتوسنتزی در دوره رشد زایشی عنوان کرده‌اند.

جدول ۲، مقایسه میانگین تولید ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) سه ژنوتیپ نخود در تاریخ‌کاشت‌های مختلف

ژنوتیپ‌ها	تاریخ کاشت			میانگین
	پاییزه	انتظاری	بهاره	
ILC_{482}	۳۰۵۰/۶۷ ab	۲۷۴۲ abc	۸۲۰/۶۷ e	۲۲۰۴/۴۴ a
توده محلی گریت	۲۳۰۲ abcd	۳۳۷۶/۶۷ a	۱۱۳۳/۳۳ de	۲۲۷۰/۶۷ a
هاشم	۱۸۰۲ cde	۱۹۴۴ bcde	۸۱۷/۳۳ e	۱۵۲۱/۱۱ b
میانگین	۲۳۸۴/۸۹ a	۲۶۸۷/۵۶ a	۹۲۳/۷۷۸ b	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف یا در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ ٪ هستند.

تأخیر در کاشت از طریق کاهش طول دوره رشد و تنش خشکی و حرارتی در مرحله پر شدن دانه، سبب کاهش عملکرد دانه گردید. در توجیه این رفتار به نظر می‌رسد افزایش درجه حرارت طول دوره پر شدن دانه را کاهش و این امر منجر به کاهش وزن دانه می‌گردد. متوسط طول دوره پرشدن دانه در اوّلین تاریخ کاشت حدود ۳۸ روز بود، در حالی که در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم طول این دوره به ترتیب به ۳۵ و ۲۷ روز کاهش یافت.

متوسط عملکرد دانه نخود در کشت زمستانه به طور معنی‌داری بیشتر از کشت پاییزه بود (جدول ۳). حدوداً طی دوره زمانی دو ماهه از نیمه بهمن تا اواسط فروردین میزان بارش منطقه کمتر از ۱۰ میلی‌متر بود (شکل ۱). به نظر می‌رسد مواجه شدن مراحل اولیه رشد زایشی نخود در کشت پاییزه با دوره تنش خشکی یاد شده از جمله عوامل کاهش عملکرد نخود در تاریخ کاشت اوّل (۲۰ آذر) در مقایسه با تاریخ کاشت دوم (۲ بهمن) بوده است. کشت زمستانه در دوره وقوع چنین تنش رطوبتی هنور در مراحل اولیه رویشی بود و به تبع آسیب کمتری از تنش دیده است. البته احتمال می‌رود که وجین دیرهنگام علف‌های‌هرز در فصل بهار نیز بیشتر به نفع کشت زمستانه بوده زیرا احتمال می‌رود که تا آن زمان کشت پاییزه آسیب بیشتری از تداخل علف‌های‌هرز دیده باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) سه ژنوتیپ نخود در تاریخ‌کاشت‌های مختلف

ژنوتیپ‌ها	تاریخ‌های کاشت			میانگین
	پاییزه	انتظاری	بهاره	
ILC_{482}	۱۰۸۲/۳۳ ab	۱۴۲۸/۶۷ a	۱۳۰ c	۸۸۰/۳۳ a
توده محلی گریت	۱۱۳۷/۳۳ ab	۱۴۶۴/۳۳ a	۳۰۲ c	۹۶۷/۸۹ a
هاشم	۷۵۸/۶۷ b	۹۷۶/۶۷ b	۰ c	۵۷۸/۴۴ b
میانگین	۹۹۲/۷۸ b	۱۲۸۹/۸۹ a	۱۴۴ c	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف یا در ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند

ژنوتیپ‌های نخود از نظر عملکرد دانه با یکدیگر اختلاف داشتند. توده محلی گریت با ۹۶۷/۸۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و رقم هاشم با ۵۷۸/۴۴ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. توده محلی گریت در کشت انتظاری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بیشترین عملکرد دانه (۱۴۶۴/۳۳ کیلوگرم در هکتار) را داشت. بالا بودن عملکرد توده محلی گریت احتمالاً به علت سازگاری بیشتر با شرایط محیطی و عملکرد کمتر رقم هاشم به علت دیررسی و عدم سازگاری آن با شرایط آب و هوایی بوده است. عملکرد دانه بیشتر در توده محلی گریت نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها را فلاح و همکاران (۷) برای شرایط آب و هوایی خرم آباد لرستان نیز گزارش داده‌اند.

اجزای عملکرد نخود

تعداد غلاف در بوته: تعداد غلاف در هر بوته نخود به طور کاملاً معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۱ و ۴). تعداد غلاف در بوته در کاشت‌های ۲۰ آذر و ۶ فروردین ماه (شرایط تنش) به ترتیب ۲۱ و ۹۰ درصد کمتر از کشت زمستانه (بدون تنش) بود. احتمالاً وجود شرایط مناسب محیطی از لحاظ رطوبت و درجه حرارت در کشت زمستانه منجر به باروری تعداد گل و به تبع آن تشکیل تعداد غلاف بیشتری شده است. گزارشهای متعددی (۱۲، ۲۴ و ۳۶) در مورد افزایش تعداد غلاف در گیاه در کشت زمستانه نسبت به کشت بهاره ارائه شده است. اگب (۱۱) و گلدانی و همکاران (۸) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر تعداد غلاف در بوته نخود اظهار داشته‌اند که تأخیر در کاشت منجر به کاهش معنی‌دار تعداد غلاف‌ها شد. نتایج حاصل از بررسی برخی محققین (۲۴ و ۲۹) حاکی از دو برابری تعداد غلاف در هر بوته گیاهان کاشته شده در زمستان در مقایسه با کشت در بهار است.

جدول ۴، مقایسه میانگین تعداد غلاف در هر بوته سه ژنوتیپ نخود در تاریخ‌کاشت‌های مختلف

ژنوتیپ‌ها	تاریخ‌های کاشت			
	پاییزه	انتظاری	بهاره	میانگین
ILC_{482}	۱۰/۷۹ ab	۱۳/۶۲ a	۱/۷ c	۸/۷۱ a
توده محلی گریت	۸/۵۹ b	۱۰/۹۷ ab	۱/۵۴ c	۷/۰۴ ab
هاشم	۷/۵۸ b	۹/۹۳ ab	۰/۰ c	۵/۴۸ b
میانگین	۸/۹۹ b	۱۱/۵۱ a	۱۰/۸۲ c	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف یا در ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند

بیشترین و کمترین تعداد غلاف در هر بوته به ترتیب در ارقام ILC_{482} و هاشم به دست آمد. بررسی اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در هر بوته به ترتیب برای ارقام ILC_{482} در کشت زمستانه و رقم هاشم در کشت بهاره به دست آمد. ارتباط تعداد غلاف بیشتر در رقم ILC_{482} و توده محلی گریت با تیپ رشدی نیمه گسترده و شاخه‌دهی زیاد آنها و نیز ارتباط تعداد غلاف کمتر در رقم هاشم با دیررس بودن آن را فلاح و همکاران (۷) و احسانزاده (۱) نیز گزارش داده‌اند. در این آزمایش مرحله رشد زایشی نخود در کشت بهاره با شرایط تنش خشکی و درجه حرارت نسبتاً بالا (وقوع درجه حرارت حداکثر روزانه تا ۳۰ درجه سانتی) مواجه شد (شکل ۱). پژوهش‌ها نشان داده است که وقوع درجه حرارت بالا خصوصاً در مرحله رشد زایشی موجب کاهش تعداد گلهای بارور و در نهایت تعداد غلاف می‌شود (۳۵). همچنین محققان معتقدند که گیاه نخود در مرحله گلدهی و اوایل تشکیل غلاف نسبت به تنش رطوبتی بسیار حساس است و هرگونه تنش رطوبت در این مرحله باعث عقیم شدن گلها و عدم تکامل دانه‌ها می‌شود (۳ و ۲۹).

تعداد دانه در غلاف: تعداد دانه در غلاف در کشت تأخیری (شرایط تنش) به طور معنی‌داری کمتر از دو تاریخ کاشت دیگر بود (جدول ۱ و ۵). تعداد کم دانه در غلاف در کشت بهاره با عدم گلدهی مناسب و به موقع ارقام و مواجه شدن رشد زایشی آنها با شرایط گرم و خشک آخر فصل رشد ارتباط دارد. چنین نتیجه‌ای را فلاح و همکاران (۷) و احسانزاده (۱) گزارش داده‌اند. برخی محققین (۱۱، ۱۳ و ۱۵) گزارش کرده‌اند که در کشت زمستانه تعداد دانه در غلاف افزایش یافته است. دئور و همکاران(۱۶) تاثیر تاریخ‌های کاشت مختلف را بر عملکرد چهار رقم نخود بررسی و مشاهده کردند که تعداد دانه در گیاه با تأخیر در کاشت کاهش می‌یابد.

جدول ۵، مقایسه میانگین تعداد دانه در هر غلاف سه ژنوتیپ نخود در تاریخ‌کاشت‌های مختلف

ژنوتیپ‌ها	تاریخ‌های کاشت			
	پاییزه	انتظاری	بهاره	میانگین
ILC_{482}	۰/۹۵ ab	۰/۹۸ ab	۰/۶۱ b	۰/۸۵ a
توده محلی گریت	۰/۸ ab	۰/۹۱ ab	۱/۰۵ a	۰/۸ a
هاشم	۰/۹۱ ab	۰/۹۳ ab	۰/۰ c	۰/۶۱ b
میانگین	۰/۸۸۹ a	۰/۹۴۴ a	۰/۵۵۶ b	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف یا در ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند

ارقام نخود از نظر تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در غلاف برای رقم ILC_{482} و کمترین آن برای رقم هاشم به دست آمد (جدول ۵). مونتیت (۲۷) اظهار داشته که ظاهراً طول دوره رشد بر تعداد دانه در غلاف تاثیرگذار است، به طوری‌که با افزایش طول دوره رشد، مرحله غلاف‌دهی تا پرشدن دانه نیز طولانی‌تر می‌شود در نتیجه تعداد دانه در هر غلاف افزایش می‌یابد. در رقم هاشم به دلیل گلدهی در زمان نامناسب و مواجه شدن رشد زایشی آن با شرایط گرم و خشک آخر فصل رشد، تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر شرایط تنش قرار گرفت. چنین نتیجه‌ای را فلاح و همکاران (۷) و احسان زاده (۱) نیز گزارش داده‌اند. تعداد دانه در غلاف در سایر ژنوتیپ‌ها به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت. معنی‌داری اثرمتقابل رقم و تاریخ کاشت گویای پاسخ متفاوت ارقام به تغییر تاریخ کاشت است؛ رقم هاشم به دلیل دیررسی در کشت بهاره اصلاً به بذر ننشت در حالی که دو رقم دیگر در کشت بهاره نیز حداقل تولیدی داشتند.

وزن صد دانه: وزن صد دانه نخود نیز به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول‌های ۱و ۶). حداکثر وزن صد دانه نخود در شرایط بدون تنش تحقق یافت. متوسط وزن صد دانه نخود در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش ۳۲ درصد کاهش یافت. دئور و همکاران (۱۶) ، اوزدمیر و کاراداوت (۲۹) و گلدانی و همکاران (۸) نیز گزارش نموده‌اند که خشکی و درجه حرارت بالا دوره پر شدن دانه (مدت انتقال مواد به دانه) نخود را کاهش می‌دهد و این امر منجر به کاهش وزن دانه‌ها می‌شود.

جدول ۶، مقایسه میانگین وزن صد دانه (گرم) سه ژنوتیپ نخود در تاریخ‌کاشت‌های مختلف

ژنوتیپ‌ها	تاریخ‌های کاشت			میانگین
	پاییزه	انتظاری	بهاره	
ILC_{482}	۲۵/۹۳ b	۲۷/۳۷ b	۲۶/۲۷ b	۲۶/۵۲ b
توده محلی گریت	۳۶/۷۰ a	۳۷/۵۰ a	۳۶/۳۳ a	۳۶/۸۴ a
هاشم	۲۷/۳۷ b	۲۷/۱۰ b	--	۲۷/۲۴ b
میانگین	۳۰/۰۰ a	۳۰/۶۵ a	۲۰/۸۶ b	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف یا در ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ (براساس آزمون دانکن) می‌باشند.

میانگین وزن صد دانه ذکر شده برای رقم هاشم مربوط به کشت‌های پاییزه و زمستانه است زیرا این رقم در کشت بهاره اصلاً به بذر ننشت.

ژنوتیپ‌های نخود از نظر وزن صد دانه رفتارهای متفاوتی از خود نشان دادند (جدول ۱). مقایسه میانگین وزن صد دانه نخود بیانگر آن است که توده محلی گریت بیشترین وزن صد دانه (۳۶/۸۴ گرم) را داشت و اختلاف آن با دو رقم دیگر معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج حاصل با گزارش‌های پرسا (۳)، دئور و همکاران (۱۶) و ساکی‌نژاد (۶) مطابقت دارد. کم بودن وزن صد دانه رقم هاشم به دیررس بودن آن و کمی مواد فتوسنتزی برای پرشدن دانه‌ها در آخر فصل رشد مربوط است. فلاح و همکاران (۷) و احسانزاده (۱) نیز نتیجه‌گیری مشابهی داشته‌اند. در توده محلی گریت زودرسی نسبی سبب گلدهی و دانه‌بندی در وضعیت حرارتی و رطوبتی مناسب‌تری شد و همین امر افزایش وزن صد دانه آن نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها را در پی داشته است.

شاخص‌های ارزیابی تحمل و حساسیت به تنش

مقادیر عملکرد هر ژنوتیپ نخود در شرایط مطلوب (Y_{pi}) و در شرایط تنش (Y_{si}) و سایر شاخص‌های ارزیابی مقاومت به تنش خشکی ناشی از تأخیر کاشت در جدول ۷ نشان داده شده است. با توجه به شاخص تحمل (TOL) به نظر می‌رسد که ژنوتیپ ILC_{482} نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها حساسیت بیشتری به تنش خشکی آخر فصل داشته‌است (TOL=۱۲۹۸). اگرچه رقم هاشم به تنش حساسیت کمتری نشان داد (TOL =۹۷۶/۶۶) ولی عملکرد آن در شرایط مطلوب نیز کمتر از عملکرد سایر ژنوتیپ‌ها بود. با توجه به این که کمترین مقدار شاخص حساسیت به تنش (SSI) متعلق به توده محلی گریت بود (SSI=0.232)، به نظر می‌رسد که این ژنوتیپ در شرایط مختلف دارای ثبات عملکرد بیشتری بوده است. از طرف دیگر توده محلی گریت با STI=۰/۲۶۵ دارای بالاترین مقدار شاخص تحمل به تنش فرناندز بود، که گویای بالا بودن عملکرد دانه این توده محلی نخود در شرایط مطلوب و همچنین در شرایط تنش است. بیشترین مقادیر شاخص تحمل به تنش تعدیل یافته فرناندز K_1STI و K_2STI به توده محلی گریت اختصاص داشت. بنابراین توده محلی گریت هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط تنش دارای عملکرد بیشتری بوده است.

جدول ۷، برآورد شاخص‌های ارزیابی‌کننده تحمل به تنش خشکی برای سه ژنوتیپ نخود

ژنوتیپ	Ypi kg/ha	Ysi kg/ha	MP	GMP	TOL	SSI	STI	K_1STI	K_2STI
ILC_{482}	۱۴۲۸	۱۳۰	۷۷۹	۴۳۰/۸۵	۱۲۹۸	۱/۰۳	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۰۱
توده محلی گریت	۱۴۶۴	۳۰۲	۸۸۳	۶۶۴/۹۲	۱۱۶۲	۰/۲۳۲	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۰۲
هاشم	۹۷۶/۶۷	۰	۴۸۸/۳۳	۰	۹۷۶/۶۶	۱/۱۲۶	۰	۰	۰
میانگین	۱۲۸۹/۳	۱۴۴	۷۱۶	۴۳۰/۸۸	۱۱۴۵/۳	۰/۷۹	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۰۱

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 فرنادز، K_1STI و K_2STI به ترتیب شاخص تحمل به تنش تعدیل یافته در شرایط مطلوب و تنش.

ضرایب همبستگی بین Ypi و Ysi و شاخص‌های STI و K_1STI وK_2STI حاکی از همبستگی بالای شاخص K_1STI با ypi (R=۰/۷۴۷) و شاخص K_2STI با ysi (R=۰/۸۲۳) بود. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که شاخص‌های تحمل به تنش تعدیل یافته فرناندز برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالاتر و متحمل‌تر به تنش مناسب‌ترند.

قدردانی

از همکاری دانشجویان رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد خانم‌های مهندس حسن‌پور، فارابی، بازگیر، بهرامی، فرهادیان و جعفری که در اجرای این طرح پژوهشی زحمات فراوانی متحمل شدند، کمال تشکر و قدردانی را دارد.

منابع

۱- احسانزاده، پ. ۱۳۸۲. مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد چهار ژنوتیپ نخود در تراکمهای مختلف بوته و دو روش کاشت تحت شرایط دیم الیگودرز در استان لرستان، مجله دانش کشاورزی، شماره ۳ جلد ۱۳ صفحات ۱۵-۳۰.

۲- اهدایی، ب. ۱۳۷۲. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.

۳- پرسا، ح .، ا . نظامی، ع. باقری ، ع . ا. محمدآبادی . ج رستگار . ۱۳۸۲. تأثیر تاریخ کشت های پاییزه و زمستانه بر خصوصیات مورفولوژیک ، عملکرد و اجزای عملکرد نخود در شرایط فاریاب در خراسان (نیشابور) مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره دوم ، صفات ۵۱-۶۴.

۴- خیرخواه ، م .، ع . باقری . ، م . نصیری محلاتی و ا. نظامی . ۱۳۸۱ . به گزینی در ژرم پلاسم نخود کابلی (*Cicer arietinum*) برای کاشت انتظاری در شرایط آب و هوایی مشهد . مجله علوم و صنایع کشاورزی جلد ۱۶ ، شماره ۱ . صفحات ۱۷۳ تا ۱۷۹ .

۵- رستمی، م.ع. و ب، یزدی صمدی. ۱۳۷۰. ارزیابی مقاومت به خشکی و عکس العمل ارقام یونجه در شرایط عادی و تنش رطوبت خاک . مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۲، شماره های ۳ و ۴ : ۲۳-۹.

۶- ساکی‌نژاد، ط. ۱۳۷۶. مطالعه اثر تاریخ‌های مختلف کشت بر عملکرد و روند رشد ارقام نخود زراعی در شرایط کشت دیم در منطقه گریت خرم‌آباد لرستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

۷- فلاح، س. ۱۳۸۱. مطالعه رشد ، عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم نخود زراعی در تراکم های مختلف و تحت دو سطح رطوبتی در خرم آباد لرستان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه صنعتی اصفهان .

۸- گلدانی ، م.ع . باقری و ا . نظامی . ۱۳۷۹. تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد . مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ، شماره اول ، ص ۲۳-۳۳ .

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

۱۰- یوسفی، ب .، چ . کاظمی اربط، ف. رحیم زاده خوئی و م. مقدم. ۱۳۷۶. تجزیه علیت و بررسی تنوع ژنتیکی ارقام نخود زراعی تحت دو سطح رطوبت . مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۸ شماره ۴ صفحات ۱۴۷-۱۶۱.

11- Ageeb, O.A.A. 1974. Effect of sowing date on the grain yield of *Cicer arietinum* L. In: Annual Report Hudeida Agricultural Research station . Ed. Damer. Sudan.

12- Auld, D.L., B.L. Bettis, J.E. Crock and K.D. Kephart. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence and seed yield of chickpea. Agron. J. 80: 909-914.

13- Bahl, P.N., K. P. Singh , and D. Singh. 1984. Evaluation of tall chickpea genotypes for normal and late sowing. Indian J. Agric. Sci. 54: 110-113.

14- Bidinger, F.R., V. Mahalakshmi and G. D.P. RAO. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet [*Pennisetum americanum* (L.). leeke] . II. Estimation of genotype response to stress. Aust. J. Agric. Res. 38: 49-59.

15- Dahiya, B.S., K.R. Gupta, and F. Waldia 1983. Adaptaion of chickpea varieties to late sowing. Indian J. Agric. Sci. 53: 673-677.
16- Deore, B.P., R.W. Bharud, and V.N. Khorde. 1989. Physiological basis for yield differnces in chickpea under different seeding periods. In: ٌAnnuals of plant physiology 43:432ٌ . Field Crops Abstract 43.1740.
17- FAO. 2004. FAO Year Book. FAO Publication.
18- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In : Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetable and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan, pp. 257-270.
19- 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.
20- Hedley, C.L., and M. J. Ambrose. 1981. Designing leafless plants for improving yields at the dried pea crop. Agron. J. 34: 255-277.
21- Hohm, R. 2000. Irrigation management of barley. http:// www.agric. aov. ab ca/crops/barley.
22- Iliadis, C. 2001. Evaluation of six chickpea varieties for seed yield under autumn and spring sowing. J. Agric. Sci. (camb.) 137: 439-444.
23- Johansen. B., Baldev. Brouwer, J.B. Erskine, W., Jermyn, W.A., Li-juan, L. Malik. B.A., Ahad Miah, A., Slim, S. N. 1994. Biotic and abiotic stresses constraining productivity of cool season food legumes in Asia, Africa and Oceania , In: Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes, Eds. F.J. Muehlbauer and W.J. Kaiser, Kluwer Academic Pub . printed the Netherlands, p: 175-194.
24- Keatinge, J. D. H., and P. J. M. Cooper. 1981. Physiological and moisture use studies on growth and development of winter sown chickpeas. In: Ascochyta Blight and winter sowing of chickpeas (eds. M. C. Saxena and K. B. Singh). ICARDA. Aleppo. Syria. PP. 141-157.
25- Kramer, P.J. 1983. Water Relations of Plants . Academic press. PP. 342-451.
26- Levitt. J. 1980. Respones of Plant to Environment Stresses, Water, Radiation, Salt and other Stresses. 2nd ed. Voll. II. Academic Press. New York.
27- Monteith, J. L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. Phylosophical Transactions of the Royal Society of London. 281: 277-294.
28- Otoole, N., F.L. Stoddard, and L. OBrien. 2001. Screening of chickpea for adaption to autumn sowing. J. Agron. Crop Sci. 186: 193-207.
29- Ozdemir, S. and U. Karadavut. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. Turk. J. Agric. 27: 345-352.
30- Passioura, J.B. 1983. Roots and drought resistance. Agric. Water Manage., 7:265-280.
31- Prasad, V. V.S., R.K. Pandey and M.C. Saxena. 1978. Physiological analysis of yield variain among (*Cicer arietinum* L.) genotypes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (eds) The Chickpea. C.A.B. International, U.K. pp. 173.
32- Rosielle, A.A. and J. Hambline. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Science, 21: 943-946.
33- Savithri, K.S., P. S. Ganapathy, and S. K. Sinha. 1980. Sensivity of low temperature in germination and fruit set in *Cicer aretinum*. In: K.B. Singh and M. C Saxena (eds) The Chichpea. C.A.B.International, U. K. pp. 173.

34- Saxena, M. C. 1984. Agronomic studies on winter chickpea. In: Ascochyta Blight and winter sowing of chickpeas (Eds. M. C .Saxena and K. B. Singh) pp. 123-139. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, the Hague, The Netherlands.

35- Saxena, M. C. Saxena, N. P. and Mohamad, A. K. 1988. High temperature stress. In: World Crops: cool season food legumes (eds. R.J. Summer field) pp. 845-856. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

36- Saxena, M.C. 1980. Recent advances in chickpea agronomy . In: procp. of the First International Workshop on Chickpea Improvement. PP. 89-96.1979, ICRISAT, India. In: Ascochyta Blight and winter sowing of chickpeas (Eds. M.C. Saxena and K.B. Singh) pp. 125.1984. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Ntherlands.

37- Saxena, N. P., C. Johansen, M. C. Saxena and S.N. Silim. 1993. Selection for drought and salinity tolerance in cool-season food legumes. In: K. B. Singh and M. C. Saxena (Eds.), Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes. John Wiley and Sons, Chichester, U.K. pp. 245-270.

38- Siddique, K.H. M.,S. P. Loos, K.L. Regan and R.L. Jettner. 1999. Adaptation and seed yield of cool season grain legumes in Mediterranean environments of south –western Australlia. Australion J. Agric. Res. 50: 375-387.

39- Silim, S.N. and M.C. Saxena. 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the mediterranean basin. II. Factors influencing yield under drought. Field Crops Research, 34:137-146.

40- Singh, K. B. and M. C. Saxena. 1996. Winter chickpea in mediterranean type environments. A Techichical Bulletin. ICARDA, Aleppo, Syria, Viit39pp.

41- Singh, K. B., Malhotra, R.S., Saxena, M. C. and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region . Agron. J. 89:112-118.

42- Singh, K.B., M. Omar, M.C. Saxena, and C.Johansen, 1997. Screening for drought resistance in spring chickpea in the Mediterranean region J. Agron. Crop Sci. 178:227-235.

43- Toker, M. I. Cagiran .1996. Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions Turk J. Agriculture and Forestry, 22 (1998): 615-621.

44- Wery, J. 1990. Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implications in plant breeding, In: M. C. saxena, J. I. Cubero and J. wery. (Eds). Present status and future prospect of chickpea crop production and improvement in the mediterranean countries, option, spain: CIHEAM, Mediterraneans, serie A: seminaires Mediterraneans: No: 9. Zarogoza, Spain.

Evaluation of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to sowing date

S. K. Mousavi[1], P. Pezeshkpour[1]

Abstract

In order to study the effect of terminal drought stress on some quantitative traits and tolerance of three kabuli chickpea genotypes, an experiment was carried out at Kohdasht, Iran, on a loam soil using, a split plot experimental design with three replications. Three sowing dates (autumn, winter and spring) were assigned to main plots and three Kabuli chickpea genotypes (ILC_{482}, Greet and Hashem) to sub plots. Results indicated that delay in sowing date decreased dry matter (66%), and grain yield (89%). Grain yield reduction was mainly due to reduced number of pod/plant (60%), 100 seed weight (32%). Considering the stress tolerance index (STI) Greet had the highest grain yield under the optimum condition (1464 kg/ha) as well as under terminal drought stress condition (302 kg/ha). It also performed to be resistant to terminal drought stress and height temperature conditions, according to stress susceptibility index (SSI).

Keywords: Kabuli chickpea, terminal drought stress, stress tolerance index, stress susceptibility index

1- Agricultural, and Natural Resources Research Center of Lorestan