اثرات تنش خشکی روی برخی خصوصیات مورفولوژیک تعدادی از ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط گلخانه

علی معصومی[۱] - محمد کافی[۲] – احمدنظامی[۳] - سید حسین حسینی[۴]

چکیده

پایین بودن عملکرد نخود در کشور، اغلب به دلیل کشت ارقام کم محصول و حساسیت آن به تنش‌های مختلف محیطی می باشد. تنش خشکی به عنوان مهمترین تنش در کاهش عملکرد نخود مطرح شده است. این تحقیق با هدف بررسی تحمل به خشکی ۹ ژنوتیپ نخود (MCC101 ، MCC174 ، MCC276 ، MCC477 ،MCC327 ، MCC476 ، جم ، کرج ۳۱- ۶۰ – ۱۲ و ILC482) در ۵ سطح خشکی (۰/۳ - ، ۳- ، ۶- ، ۹- ، ۱۲- بار) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در سال ۱۳۸۲ تحت شرایط گلخانه‌ای انجام شد. اعمال تنش خشکی پس از مرحله گیاهچه‌ای، متناسب با سطوح پتانسیل خشکی و منحنی رطوبتی خاک مورد نظر انجام شد. در این آزمایش صفاتی از قبیل ارتفاع گیاه، طول و تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ، تعداد گل و غلاف در طول دوره رشد گیاه اندازه‌گیری شد. که همه آنها در مراحل اولیه اعمال تنش بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از خود نشان دادند . با گذشت زمان بروز اثرات خشکی، در پایان فصل رشد این صفات بین سطوح خشکی نیز تفاوت معنی‌دار داشتند. برتری سطح بدون تنش (۰/۳- بار) در طول فصل رشد در مورد این صفات همواره برقرار بود. در مورد هر صفت، بین ژنوتیپ‌ها تنوع زیادی دیده شد. تسریع درگلدهی و غلاف‌دهی در شرایط تنش نسبت به شرایط عدم تنش در اکثر ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. از آنجا که تعداد گل تعیین‌کننده تعداد دانه و در نتیجه عملکرد می‌باشد، می‌تواند پارامتر مطلوبی در ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط تنش باشد. با توجه به تنوع پاسخ ژنوتیپ‌ها در محدوده پتانسیل ۳- تا ۶- بار می‌توان این بازه را به عنوان بهترین محدوده ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای تحمل به تنش، تحت شرایط این آزمایش ذکر کرد. در تنش‌های شدیدتر خشکی، وزن غلاف، دانه و شاخص برداشت به حداقل رسید. بین ژنوتیپ‌ها در این مرحله نیز تنوع زیادی مشاهده شد اما ژنوتیپ‌های MCC477 ، MCC276 و ILC482 درمیان سایر ژنوتیپ‌ها از شاخص‌های رشدی بالاتری برخوردار بودند، بعضی از ژنوتیپ‌ها هم مثل MCC101 و MCC174 به شرایط تنش پاسخ بهتری دادند ودر این شرایط شاخص های رشدی آنها کمتر تحت تاثیر تنش قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: نخود (*Cicer arietinum* L.)، تنش خشکی، خصوصیات مورفولوژیک.

مقدمه

در بسیاری از مناطق دنیا، تنش‌های زیستی و غیرزیستی محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان هستند و به همین دلیل تفاوت‌های قابل توجهی بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه محصولات زراعی دیده می‌شود، که در درجه اول اختلاف بین عملکرد بالقوه ژنتیکی و عملکرد بالفعل به عوامل تنش محیطی مربوط می‌شود (۶). در بین گیاهان زراعی، خانواده حبوبات نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی جوامع بشری، چه از لحاظ کمی و چه از نظرکیفی، بویژه در کشورهای در حال توسعه آسیایی، آفریقایی و آمریکای لاتین دارند. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، حبوبات از جمله گیاهانی هستند که بیشتر در خاکهای نه چندان حاصلخیز و اراضی حاشیه‌ای کشت می شوند (۱). در بین کشورهای تولید کننده نخود،

۱و۴- دانشجوی کارشناسی ارشد ، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲و۳– اعضاء هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

ایران از نظر سطح زیر کشت پس از هندوستان در مقاوم دوم قرار دارد، در صورتی که از نظر عملکرد در واحد سطح به همراه کشور تانزانیا با تولید ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در آخرین رده قرار می‌گیرد(۱۸). پایین بودن عملکرد نخود درکشور، غالباً به دلیل کشت ارقام کم محصول وحساسیت آن به تنش‌های محیطی مختلف می باشد و تنش خشکی به عنوان مهمترین تنش غیر زنده در کاهش عملکرد این گیاه مطرح شده است (۳). محققین اصلاح نباتات و فیزیولوژیست‌های گیاهی بر این باورند که در اصلاح ارقام سازگار برای مناطق خشک و نیمه خشک، ابتدا باید صفات موثر در افزایش عملکرد دانه تحت شرایط کم آبی را شناخت و علاوه بر عملکرد دانه، آنها را بعنوان معیارهای انتخاب مورد استفاده قرار داد (۲). نخود از جمله گیاهانی است که از لحاظ ساختار مورفوفیزیولوژیکی، دارای تنوع ژنتیکی غنی است که می‌توان از تنوع موجود در جهت انتخاب و اصلاح ارقام مقاوم به تنش‌های محیطی، بخصوص تنش خشکی سود جست و به ارقام متناسب با شرایط محیطی منطقه و دارای عملکرد کمی و کیفی بالا دست یافت(۱۷ و ۲۶). هدف از انجام این آزمایش نیز بررسی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، شاخص‌های مرتبط با تنش خشکی در نخود و در نهایت شناسایی بهترین محدوده تنش برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل بود.

سیواکومار و همکاران (۲۳) بین خصوصیات مورفولوژیکی در گیاهان و تنش خشکی روابطی را گزارش کرده‌اند، به طور مثال تفاوت‌های ژنوتیپی در تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه و همچنین همبستگی زیاد و مثبت بین تعداد شاخه‌های ثانویه و عملکرد دانه در نخود تحت شرایط تنش خشکی گزارش کرده‌اند.ساکسنا و همکاران (۱۹)گزارش کرده‌اند که ژنوتیپ‌های نخود دارای رشد ریشه زیاد و شاخه‌دهی بیشتر به تنش خشکی مقاوم‌ترند و از آنجا که تفاوت‌های ژنتیکی برای این خصوصیات در مراحل اولیه رشد گیاه قابل تشخیص است، آنها ژنوتیپ‌های مورد نظر را با بهره‌گیری از محیط کشت ماسه‌ای گزینش نمودند. در منابع ایکاردا نیز از پارامترهای رشدی مهم در انتخاب ارقام متحمل به خشکی ، تشکیل گل و غلاف در شرایط تنش ذکر شده است (۱۳).

مواد وروش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و در سال ۱۳۸۲ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام شدو تیمارها شامل پتانسیل آب در ۵ سطح خشکی (۰/۳ - ، ۳- ، ۶- ، ۹- ، ۱۲- بار) وژنوتیپهای نخود در ۹ سطح به شرح ذیل بودند. در این آزمایش ۹ ژنوتیپ نخود شامل : MCC101 ، MCC174 ، MCC276 ، MCC477 ، MCC327 ، MCC476 ، جم ، کرج ۳۱- ۶۰ – ۱۲ و ILC482 مورد مطالعه قرار گرفتند. انتخاب این ژنوتیپ ها براساس اهمیت نسبی آنها در مطالعات گذشته انجام گرفت، سه نمونه اول در شرایط دیم شمال خراسان سازگاری مناسبی از خود نشان داده بودند (۸)، سه ژنوتیپ دوم تحمل به سرمای خوبی در شرایط مزرعه داشته اند (۷) و سه ژنوتیپ انتهایی نیزبه عنوان ژنوتیپ های رایج کشور، مورد استفاده می باشند. بذور مورد نیاز آزمایش از کلکسیون بذر حبوبات دانشکده کشاورزی مشهد تهیه شد. تاریخ کاشت، پنجم مرداد و تاریخ برداشت و پایان آزمایش پانزدهم آبان سال ۱۳۸۲ بود. برای انجام آزمایش از گلدانهایی با قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی متر حاوی ۲ کیلوگرم خاک استفاده و در هر گلدان تعداد ۳ بذر در عمق یک سانتیمتری با فواصل یکسان کشت و به همه گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی آب داده شد. بذور قبل از کاشت، توسط قارچ کش بنومیل (۲در هزار) ضدعفونی شدند. تنش خشکی پس از مرحله گیاهچه‌ای اعمال شد. برای تعیین میزان آب مورد نیاز هر

گلدان در هر بار آبیاری، در ابتدای آزمایش منحنی رطوبتی خاک مورد نظر مشخص گردید، جهت انجام این کار از دستگاه صفحات فشاری استفاده شد. بدین صورت که نمونه ای از خاک مورد استفاده در آزمایش را در دستگاه صفحات فشاری قرار داده و پتانسیل‌های مختلف بر آن اعمال گردید و بعد از هر بار اعمال پتانسیل، وزن نمونه خاک اندازه‌گیری شد واز طریق وزنی مقدار آب موجود در خاک آن پتانسیل آب مشخص گردید و از این طریق منحنی رطوبتی خاک مورد نظر رسم شد. در ادامه گلدانها به صورت روزانه وزن می‌شدند و در صورت کمتر بودن وزن گلدانها از حد معین و بر اساس منحنی رطوبتی خاک، میزان آب مورد نیازجهت تامین پتانسیل مورد نظر به هر گلدان اضافه می‌شد (۴ و ۵).

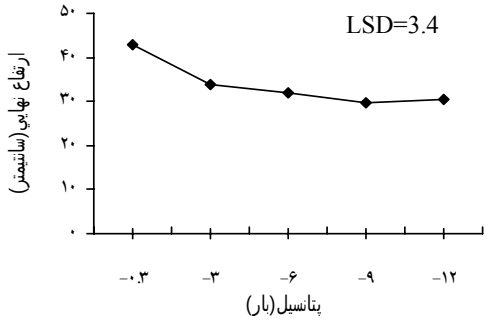
در طول دوره آزمایش دمای حداقل گلخانه ۱۱ ودمای حداکثر ۲۸ درجه سانتی گراد بود. در طی آزمایش و در هر یادداشت برداری صفاتی از قبیل طول گیاه، تعداد برگ، تعداد شاخه جانبی وطول آنها، تعداد گل و غلاف اندازه-گیری شدند. برای نشان دادن چگونگی توزیع غلاف‌ها درطول بوته، در زمان برداشت، تعداد غلاف‌ها در پنج ارتفاع ۱۰-۰، ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰، ۴۰-۳۰ و ۴۰ < سانتیمتری شمارش شد.

محاسبات آماری و رسم نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزارهای SPSS و Excel انجام شد. جهت مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. تمام صفات اندازه‌گیری شده در طول آزمایش در زمان تجزیه و تحلیل بر اساس واحد تک بوته تعریف شدند، به عبارت دیگر تمام داده‌های جداول و اشکال مربوط به تک بوته می-باشند.

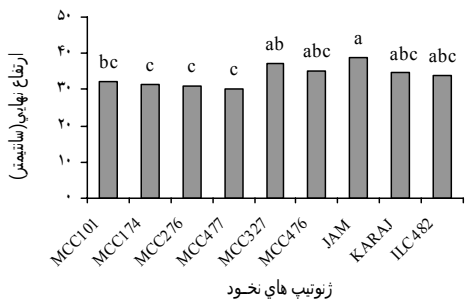
نتایج وبحث

ارتفاع گیاه

اختلاف بین ارتفاع نهایی بوته‌های نخود بین سطوح خشکی ($p<0.01$) و بین ژنوتیپ‌ها($p<0.05$) معنی‌دار بود، اما در مورد اثرات متقابل، اختلافات معنی‌دار نبودند. در پتانسیل ۰/۳- بار بیشترین ارتفاع بوته معادل ۴۳ سانتیمتر و در پتانسیل ۹- و ۱۲- کمترین ارتفاع گیاه معادل ۲۹ سانتیمتر مشاهده شد یعنی با منفی‌تر شدن پتانسیل رطوبتی روند نزولی در ارتفاع گیاه دیده شد (شکل ۱). بین ژنوتیپ‌ها، جم با ارتفاعی معادل ۳۹ سانتیمتر و MCC477 با ارتفاع ۳۰ سانتیمتر به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع را دارا بودند، البته بین بسیاری از ژنوتیپ‌ها اختلافات ارتفاع نهایی بوته معنی‌دار نبود (شکل ۲). در بین مراحل یادداشت‌برداری در مراحل اولیه اعمال تنش، اختلافات بین ژنوتیپ‌ها مشهودتر بود اما در پایان فصل رشد اختلافات بین سطوح خشکی نمایان تر شد. در مراحل اولیه رشد به علت عدم تنش خشکی اختلافات ذاتی بین ژنوتیپها بروز کرد اما با گذشت زمان و اعمال تنش، اثرات سطوح خشکی نیز علاوه بر خصوصیات ژنتیکی ظاهر شد. در تمام دوره رشد در پتانسیل ۰/۳- بار (ظرفیت زراعی) بیشترین ارتفاع بوته مشاهده شد. ارتفاع گیاه یکی از صفاتی است که بشدت به عوامل محیطی وابسته است، ایزر و همکاران (۱۰) در تحقیق خود روی نخود، کاهش ارتفاع بوته در پتانسیل‌های منفی‌تر را گزارش کردند. البته در مورد ارتباط پتانسیل عملکرد و ارتفاع گیاه نخود نتایج واضحی گزارش نشده است، گرچه بوته‌های با ارتفاع بیشتر اغلب دیررس تر بوده و عملکرد بیولوژیک بیشتری تولید می‌کنند. از طرفی وجود همبستگی بین ارتفاع بوته و توسعه ریشه در نخود گزارش شده است (۹، ۱۰ و ۱۶).



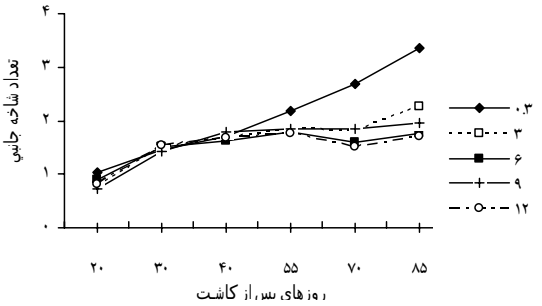
شکل ۱. اختلاف ارتفاع نهایی بوته های نخود در سطح مختلف خشکی



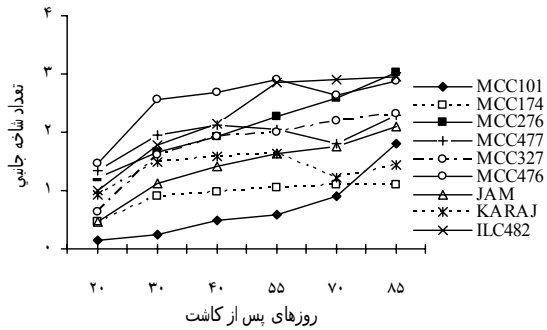
شکل ۲- اختلاف ارتفاع نهایی ژنوتیپ های مختلف نخود تحت تنش خشکی. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ در صد تفاوت معنی داری ندارند.

تعداد و طول شاخه‌های جانبی

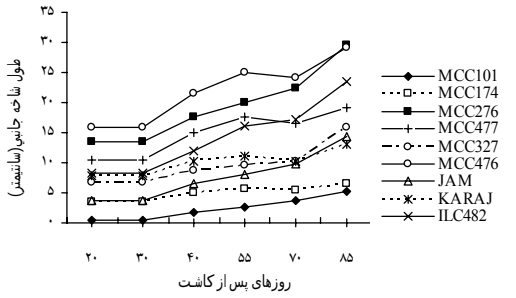
در روزهای اولیه پس از کاشت، اختلافات تعداد شاخه-های جانبی بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود ($p<0.01$).در حدود ۶۰ روز پس ازکاشت اختلافات تعداد شاخه های جانبی بین سطوح تنش خشکی پدیدار شد و از این مرحله برتری سطح بدون تنش مشاهده شد، در این زمان حداقل تعداد شاخه های جانبی در شرایط تنش خشکی حدود ۱/۵ ودر شرایط ظرفیت زراعی بیشترین تعداد معادل ۳/۵ مشاهده شد (شکل۳). ژنوتیپ‌های MCC477 ، MCC476 و MCC276 بیشترین تعداد شاخه جانبی وژنوتیپ MCC101 کمترین تعداد شاخه جانبی را در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش دارا بودند. حدود تغییرات تعداد شاخه جانبی در مراحل اولیه اعمال تنش (۲۰ روز پس از کاشت) در میان ژنوتیپ‌ها به ازای تک بوته بین ۱/۴ - ۱/ ۰ بود ودر اواخر فصل رشد این محدوده بین ۳ - ۱ بود(شکل۴). در صورتی که گیاه دارای تعداد زیادی شاخه جانبی باشد ولی طول آنها کوچک باشد نوعی خطا در بررسی صفت تعداد شاخه جانبی بوجود می آید و در این زمان اهمیت تعداد شاخه جانبی بیشتر از اندازه واقعی برآورد می‌گردد، به همین دلیل شاخص طول شاخه‌های جانبی به عنوان صفت مکمل تعداد شاخه جانبی اهمیت پیدا می کند و به همراه تعداد شاخه‌های جانبی می تواند به عنوان شاخصی برای انتخاب ژنوتیپ متحمل به خشکی نقش داشته باشد. اختلافات طول شاخه‌های جانبی از مراحل ابتدایی تا پایان یادداشت برداری بین سطوح خشکی و ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود. در طول دوره رشد در پتانسیل ۰/۳ - بار (ظرفیت زراعی) بیشترین طول شاخه‌های جانبی مشاهده شد. بین سطوح تنش خشکی در مراحل اولیه رشد، محدوده تغییرات طول شاخه‌های جانبی بین ۱۱-۶ سانتیمتر بود و در اواخر فصل رشد درپتانسیل ۱۲- بار کمترین طول شاخه جانبی معادل ۱۳ سانتیمتر و در پتانسیل ۰/۳ - بار بیشترین طول شاخه جانبی معادل ۳۰ سانتیمتر مشاهده شد(شکل ۵). ژنوتیپ‌های MCC476 و MCC276 بیشترین طول شاخه‌های جانبی و MCC101 کمترین طول شاخه‌های جانبی را در بین ژنوتیپ-های مورد آزمایش دارا بودند، طول شاخه‌های جانبی ژنوتیپ MCC101در ابتدا و پایان دوره رشد به ترتیب معادل ۰/۵ و ۵ سانتیمتر و در MCC476 معادل۱۶ و ۲۹ سانتیمتر بود(شکل۶).بنابراین بین ژنوتیپ‌ها از نظر طول شاخه‌های جانبی تنوع وجود دارد لذا با توجه به شرایط محیطی می‌توان از این تنوع در انتخاب ژنوتیپ های برتر بهره برد. از آنجایی که شاخه‌های جانبی می توانند تعیین کننده تعداد برگها و در نتیجه میزان فتوسنتز باشند بررسی این صفت در شرایط تنش از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در سایر تحقیقات نیز اثرات تعداد شاخه‌های جانبی در سطوح تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفته است و روند نزولی تعداد شاخه جانبی در پتانسیل‌های منفی تر گزارش شده است. از طرفی سیواکومار و همکارانش همبستگی مثبتی بین تعداد شاخه‌های جانبی با عملکرد دانه در نخود تحت شرایط تنش خشکی گزارش کردند(۲۳). بنابراین شاید بتوان از این شاخص در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بهره برد.



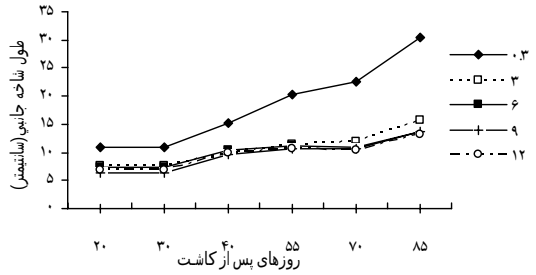
شکل۳- تعداد شاخه های جانبی در سطوح مختلف خشکی در طول دوره رشد.



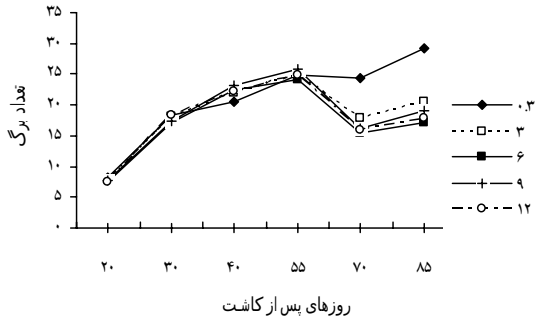
شکل٤- تعداد شاخه های جانبی ژنوتیپ های مختلف نخود در طول دوره رشد تحت تنش خشکی.



شکل٦- طول شاخه های جانبی ژنوتیپ های مختلف نخود در طول دوره رشد تحت تنش خشکی



شکل۵- طول شاخه های جانبی در سطوح مختلف خشکی در طول دوره رشد

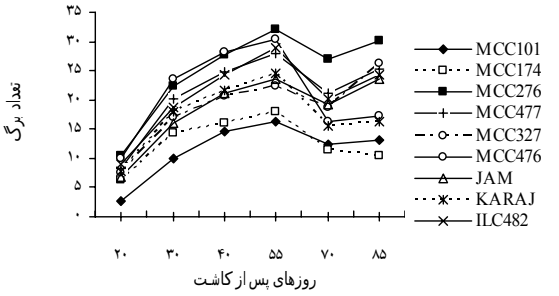


شکل۷- تعداد برگ بوته های نخود در سطوح مختلف خشکی طی طول دوره رشد

تعداد برگ

در مراحل اولیه اعمال تنش، اختلافات در تعداد برگ بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود ($p<0.01$)، این موضوع می تواند به دلیل اختلاف ذاتی ژنوتیپ ها باشد، اما در مراحل پایانی آزمایش بین سطوح خشکی و اثرات متقابل هم، از نظر تعداد برگ تفاوت معنی‌دار مشاهده شد(شکل ۷ و ۸). برتری سطح فاقد تنش نسبت به سطوح دیگر در مراحل انتهایی کاملاً مشهود بود(شکل ۷). ژنوتیپ‌های MCC276 ، MCC5477 و MCC476 بیشترین تعداد برگ و ژنوتیپ‌های MCC101 و MCC174 کمترین تعداد برگ را دارا بودند(شکل۸). حدود ۷۰- ۵۵ روز پس از کاشت، در کلیه ژنوتیپ‌ها روند نزولی در تعداد برگ مشاهده شد که علت آن ممکن است

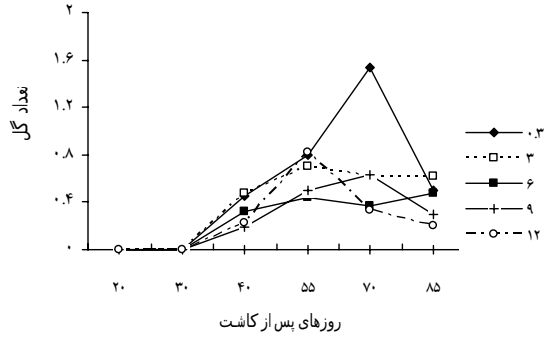
بروز اثرات تنش و فرآیند گلدهی در این محدوده زمانی باشد که سبب ریزش برگها شد (شکل۸). سینگ و لپورت (۱۵ و۲۲) گزارش کردند که در شرایط خشکی، برگها کوچکتر وتعداد آنها کمتر می شود. شلدراک و همکاران (۲۱) بیان کرده‌اند که کاهش تعداد برگ در زمان تنش می‌تواند به علت پیری زودرس، عاملی برای کاهش تعرق و رسیدگی زودتر گیاه در شرایط تنش خشکی باشد.



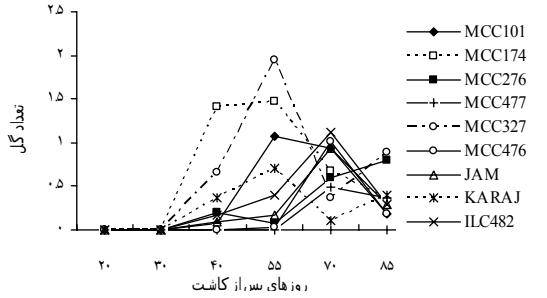
شکل۸- تعداد برگ ژنوتیپ های مختلف نخود در طول دوره رشد تحت تنش خشکی

تعداد گل

در ۵۵ تا ۷۰ روز پس از کاشت، حداکثر تعداد گل مشاهده شد که در ۷۰ روز پس از کاشت برتری سطح بدون تنش کاملاً مشهود بود(شکل ۹). حداکثر تعداد گل در شدیدترین حالت تنش(۱۲- بار) در ۵۵ روز پس از کاشت دیده شد که این پدیده شاید جلو افتادن مرحله فنولوژیکی را نشان دهد، این موضوع توسط برخی محققین نیز گزارش شده است(۱۹). بیشترین اختلافات تعداد گل بین ژنوتیپ‌ها در ۵۵ روز پس از کاشت مشاهده شد که در این مرحله ژنوتیپ‌های MCC327 ، MCC174 و ILC482 بیشترین تعداد گل و MCC477 و MCC476 کمترین تعداد گل را دارا بودند، البته در ۷۰ روز پس ازکاشت که اثر تنش معنی-دار بود ژنوتیپ کرج کمترین تعداد گل را داشت(شکل ۹). تفاوت بین ژنوتیپ‌ها می‌تواند علاوه بر اثر تنش مربوط به ویژگیهای ژنتیکی آنها باشد زیرا حداکثر تعداد گل ژنوتیپ-های مختلف نخود در زمانهای متفاوت پس از کاشت ظاهر شد(شکل۱۰). از آنجا که تعداد گل تعیین کننده تعداد غلاف و در نهایت تعداد دانه می باشد بررسی این پارمتر در شرایط تنش اهمیت ویژه ای دارد. در شرایط گلخانه ای و با توجه به حجم کم خاک، شاید این پارامتر از تعداد غلاف ، دانه و وزن آنها مهمتر باشد زیرا به علت کوچک بودن حجم گلدان و ضعیف بودن خاک در طول آزمایش، ریزش تعداد زیادی از گلها مشاهده شد. روند نزولی تعداد گل در شرایط خشکی به وسیله سایر محققین گزارش شده است(۲۱ و ۲۵). فرح و گلموند در پژوهش‌های خود مرحله گلدهی در شرایط تنش خشکی را بعنوان مهمترین فاکتور موثر بر عملکرد مطرح کردند (۱۱ و۱۲). تنوع بین ژنوتیپ‌ها در زمان گلدهی در شرایط تنش خشکی نیز توسط لاولور (۱۴) گزارش شده است، بنابراین می توان از این تنوع تحت پتانسیل‌های مختلف خشکی در انتخاب ژنوتیپ متحمل به تنش خشکی بهره برد.



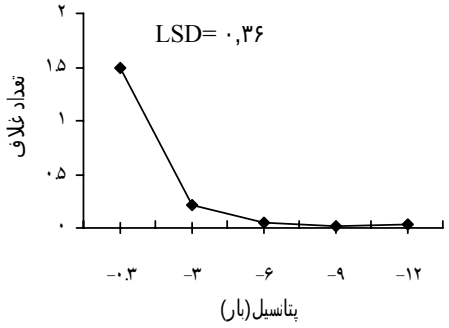
شکل۹- تعداد گل بوته های نخود در سطوح مختلف خشکی طی دوره رشد



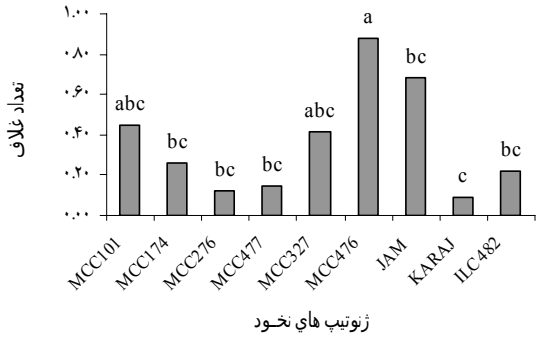
شکل۱۰- تعداد گل ژنوتیپ های مختلف نخود در طول دوره رشد تحت تنش خشکی

تعداد غلاف

تعداد نهایی غلاف بین سطوح خشکی و اثرات متقابل آنها در سطح یک درصد و بین ژنوتیپ ها در سطح ۵ درصد معنی دار شد، بطوریکه تعداد نهایی غلاف با افزایش سطوح تنش خشکی روند نزولی داشت (شکل ۱۱). از لحاظ تعداد نهایی غلاف ژنوتیپ های MCC476، MCC327 و MCC101 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشتند (شکل۱۲). در ارتباط با اثرات متقابل که تعداد غلاف ژنوتیپ ها را در سطوح مختلف خشکی به طور مجزا بررسی می کند، مشاهده شد که در اکثر ژنوتیپ ها در شرایط تنش بالا غلافی تشکیل نشده بود، البته چندین ژنوتیپ مثل MCC327، جم و کرج در سطوح پتانسیل منفی‌تر هم (۶- بار) غلاف داشتند (جدول۱). اختلافات توزیع غلاف در ارتفاعات مختلف گیاه نیز معنی دار شد ($p<0.01$). در ارتفاع ۳۰-۲۰ سانتی متری بیشترین تعداد و در ارتفاع ۱۰-۰ کمترین تعداد غلاف مشاهده شد (جدول۲). قرار گرفتن غلاف در ارتفاعات مختلف گیاه شاید از جنبه برداشت مکانیزه اهمیت داشته باشد و ژنوتیپ‌های پا بلند که غلافها در قسمتهای بالای گیاه قرار دارند از این جنبه اهمیت بیشتری دارند. مطالعه مرحله غلاف دهی و به طور کلی مرحله گلدهی تا پر شدن دانه از اهمیت ویژه ای برخودار است زیرا در اکثر مناطق کشت نخود، این مرحله با تنش خشکی همراه می‌شود. تعداد غلاف به عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد می باشد که می‌تواند تعیین کننده تعداد دانه و در نهایت عملکرد دانه باشد.در تحقیقات انجام شده توسط لپورت (۱۵) و سلطانی و همکاران (۲۴) اثرات خشکی بر تعداد غلاف بررسی شده است و گزارش شده که تعداد غلاف در شرایط خشکی با روند نزولی روبرو بوده است. بعضی از محققین نظیر سراج (۱۵ و ۲۰) در شرایط کمبود آب بین تعداد غلاف و ماده خشک همبستگی بالایی گزارش کرده اند، گر چه ممکن است عملکرد ماده خشک بالا همراه با تولید ماده خشک بالا نباشد. بعضی از محققین یکی از پارامترهای رشدی مهم در انتخاب ژنوتیپ متحمل به خشکی را تشکیل غلاف در شرایط تنش ذکر کرده اند (۱۵).



شکل۱۱- تعداد غلاف بوته های نخود در سطوح مختلف تنش خشکی



شکل۱۲- اختلاف تعداد غلاف ژنوتیپ های مختلف نخود تحت تنش خشکی. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ در صد تفاوت معنی داری ندارند.

جدول۱- تعداد غلاف در ژنوتیپ‌هاي مختلف نخود در سطوح مختلف خشکي. (LSD=۰/۹۸).

ژنوتیپ	سطوح مختلف خشکی(بار)				
	-۰/۳	-۳	-۶	-۹	-۱۲
MCC101	۲/۲۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
MCC174	۱/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۰۰	۰/۰۰
MCC276	۰/۵۰	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
MCC477	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
MCC327	۱/۷۵	۰/۰۰	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۰۰
MCC476	۴/۲۵	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
جم	۲/۵۰	۰/۶۲	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۵
کرج	۰/۰۰	۰/۳۷	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰
ILC482	۰/۷۵	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۰

جدول۲-تعداد غلاف زنوتیپ‌های نخود در ارتفاعات مختلف بوته و سطوح مختلف خشکی. (LSD =۰/۵۵۷).

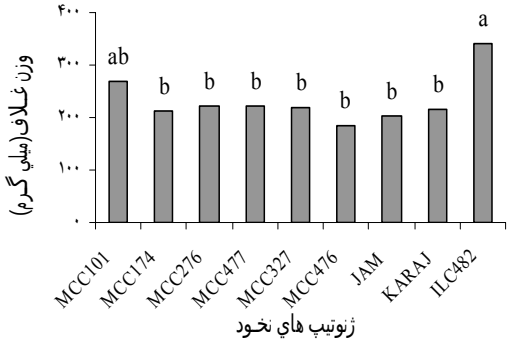
سطوح خشکی	تعداد غلاف در ارتفاعات مختلف گیاه (سانتیمتر)				
	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	>۴۰
-۰/۳	۰/۰۰	۰/۱۴	۱/۵۸۹	۲/۱۷	۱/۵۰
-۳	۰/۰۰	۰/۵۳	۲/۰۳	۱/۱۷	۰/۴۲
-۶	۰/۰۰	۰/۴۷	۱/۵۳	۱/۳۳	۰/۱۷
-۹	۰/۰۰	۰/۶۴	۱/۴۴	۱/۱۱	۰/۰۸
-۱۲	۰/۰۰	۰/۵۰	۱/۶۴	۱/۱۴	۰/۱۴

وزن غلاف

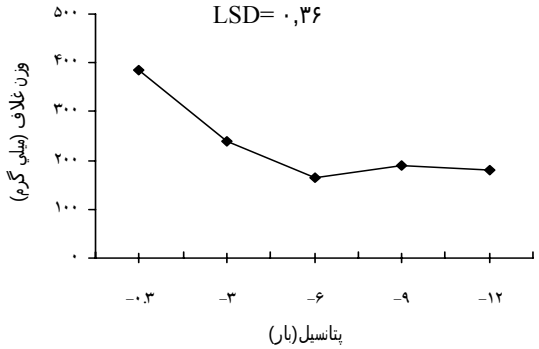
اختلافات موجود بین وزن غلاف ها، تنها بین سطوح خشکی معنی دار بودند ($p<0.01$) و بین ژنوتیپ ها و اثرات متقابل تفاوت معنی داری مشاهده نشد. بالاترین وزن غلاف مربوط به سطح تنش ۰/۳- بار با وزن میانگین حدود ۳۸۶ میلی‌گرم بود وسایر سطوح تنش نیز با میانگین وزنی ۱۸۰ میلی‌گرم در یک ردیف قرار گرفتند(شکل ۱۳).در محیط گلخانه از مرحله بررسی تعداد غلاف به بعد، سایر صفات نتایج مناسبی نداشتند چون علاوه بر اثرات تنش خشکی، کمبود مواد غذایی محیط سبب شد که تشکیل دانه و غلاف با مشکل مواجه گردد، با این وجود در مورد سطوح خشکی، برتری سطح بدون تنش در مورد وزن غلاف مشاهده شد. در مورد وزن غلاف و روند نزولی آن تحت پتانسیل‌های منفی تر گزارشاتی از سایر محققین وجود دارد (۱۹).

به طور کلی می‌توان گفت که اجرای آزمایش اعمال تنش خشکی در محیط گلخانه به دلیل وجود امکانات تعیین دقیق پتانسیل و تنوع روش‌ها، ساده‌تر از محیط طبیعی است اما به هر حال این محیط شرایط مصنوعی برای گیاه ایجاد می‌کند و ممکن است نتایج واقعی حاصل نشود. در ارتباط با صفاتی که در طول دوره رشد گیاه اندازه‌گیری شد می‌توان گفت که همه صفات در مراحل اولیه اعمال تنش بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از خود نشان دادند و با گذشت زمان اثرات خشکی خود را نشان داد و این صفات در پایان فصل رشد بین سطوح خشکی نیز تفاوت معنی‌دار داشتند. از

آنجا که تعداد گل‌های بارور تعیین‌کننده تعداد دانه و در نتیجه عملکرد می‌باشد و از طرفی سایر صفات اندازه گیری شده از این مرحله به بعد تحت تاثیر محیط وشرایطی نظیر حجم کم گلدان قرار گرفتند، لذا به نظر می‌رسد پارامتر مطلوبی در ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط تنش باشد. برتری سطح تنش خشکی ۰/۳- بار در مورد همه صفات مشاهده شد. با توجه به نتایج آزمایش می‌توان گفت که بهترین محدوده تنش خشکی برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای تحمل به تنش، پتانسیل ۳- تا ۶- بار بود، از این پتانسیل به بعد مقدار پارامتر ها به حداقل خود رسیدند. بین ژنوتیپ‌ها نیز تنوع زیادی مشاهده شد اما ژنوتیپ‌های MCC477، MCC276 و ILC482 درمیان سایر ژنوتیپ‌ها از شاخص‌های رشدی بالاتری برخوردار بودند، بعضی از ژنوتیپ‌ها هم مثل MCC101 و MCC174 به شرایط تنش پاسخ بهتری دادند و در این شرایط صفات اندازه‌گیری شده در رابطه با آنها کمتر تحت تاثیر تنش قرار گرفتند. ژنوتیپ MCC174(تیپ دسی) گرچه در طول فصل رشد از لحاظ صفات رشدی در سطح پایین قرار می‌گرفت اما از نظر تعداد گل، تعداد دانه و غلاف از خود برتری نشان داد. بنابراین در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل نباید تنها به یک صفت توجه کرد بلکه باید بسته به شرایط محیطی چندین صفت را در ارزیابی متحمل به تنش مورد توجه قرار داد. در جدول ۳ سطوح معنی‌داری در رابطه با همه صفات اندازه‌گیری شده در طول آزمایش ذکر شده است.



شکل ١٤- اختلاف وزن غلاف ژنوتیپ های مختلف نخود تحت تنش خشکی. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک،در سطح احتمال ۵ در صد تفاوت معنی داری ندارند.



شکل ۱۳- وزن غلاف بوته های نخود در سطوح مختلف تنش خشکی

جدول۳- سطوح معنی داری بین صفات اندازه گیری شده نخود در طول فصل رشد.

	روزهای پس از کاشت	سطوح تنش	ژنوتیپ	اثر متقابل
ارتفاع گیاه (سانتیمتر)	۲۰	⋆	⋆⋆	ns
	۳۰	⋆⋆	⋆	ns
	۴۰	⋆⋆	⋆	ns
	۵۵	ns	ns	ns
	۷۰	⋆⋆	ns	ns
	۸۵	⋆⋆	⋆⋆	⋆⋆
تعداد برگ	۲۰	ns	⋆⋆	ns
	۳۰	ns	⋆⋆	⋆
	۴۰	ns	⋆⋆	⋆⋆
	۵۵	ns	⋆⋆	⋆⋆
	۷۰	⋆⋆	⋆⋆	⋆⋆
	۸۵	⋆⋆	⋆⋆	⋆⋆
تعداد شاخه جانبی	۲۰	ns	⋆⋆	ns
	۳۰	ns	⋆⋆	⋆⋆
	۴۰	ns	⋆⋆	⋆
	۵۵	ns	⋆⋆	⋆⋆
	۷۰	⋆⋆	⋆⋆	⋆⋆
	۸۵	⋆⋆	⋆⋆	⋆⋆
طول‌شاخه‌جانبی(سانتیمتر)	۳۰	⋆⋆	⋆	ns
	۴۰	⋆⋆	⋆⋆	⋆⋆
	۵۵	⋆⋆	⋆⋆	⋆⋆
	۷۰	⋆⋆	⋆⋆	⋆⋆
	۸۵	⋆⋆	⋆⋆	⋆⋆
تعداد گل	۴۰	ns	⋆⋆	ns
	۵۵	ns	⋆⋆	ns
	۷۰	⋆⋆	⋆	ns
	۸۵	ns	⋆⋆	ns

* تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد ؛ ** تفاوت معنی‌دار در سطح ۱درصد

قدردانی: در پایان از کلیه پرسنل گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشهد که ما را در فراهم کردن مواد آزمایشی یاری کردند، از جناب آقای مهندس حجت بدلیل کمک فراوان ایشان در تهیه بذور مورد نیاز و همچنین از آقایان اکرمی و یعقوبی که در اجرای این آزمایش به ما کمک کردند تشکر می کنیم.

منابع

۱- باقری ع. ، ا. نظامی ، ع. گنجعلی و م. پارسا. ۱۳۷۶. زراعت واصلاح نخود. (ترجمه). ترجمه جهاد دانشگاهی مشهد.
۲- سرمدنیا غ. و ع. کوچکی. ۱۳۶۹. جنبه‌های فیزیولوژیک زراعت دیم. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳- باقری ع. ، الف .نظامی ، م. سلطانی .۱۳۷۹. اصلاح حبوبات سرمادوست برای تحمل به تنش ها .(ترجمه). انتشارات سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.

٤- صالحی م. اثر افزایش CO2 و تنش‌های شوری، خشکی و نیتروژن بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گندم بهاره. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

٥- کانونی، ه. ۱۳۷۷. بررسی و تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در ارقام نخود تحت شرایط دیم استان کردستان. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج.

٦- کوچکی ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۲. زراعت حبوبات. جهاد دانشگاهی مشهد.

۷- نظامی، ا. و ع. باقری. ۱۳۸۰. ارزیابی کلکسیون نخود مشهد برای تحمل به سرما در شرایط مزرعه. مجله علوم و صنایع کشاورزی جلد ۱۵ (۲): ۱۶۲- ۱۵۵.

۸- نوری، ا. ۱۳۷۹. بررسی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietium*) به تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در مرحله جوانه زنی و گیاهچه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

9- Brown S. C., P. J. Gregorye, P. J. M. Cooper, and J. D. H. Keatinge. 1989. Root and shoot growth and water use of chickpea (*Cicer arietinum*) growth in drought Conditions: Effects of sowing date and genotype. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 113: 41-49.

10- Eser D., A. Ukur, and M. S. Adak. 1991. Effect of seed size on yield and yield components in chickpea. International Chickpea Newsletter. 25:13-15.

11- Farah S. M., A.Arar and D. E. Miller 1988. Water and the irrigation management of pea, Lentil, faba bean and chickpea crops. In: R. J. Summerfield. (Ed.),World Crops: Cool Season Food Legumes. Kluwer, The Netherlands.

12- Gelmond H. 1978. Problem in crop seed germination in crop physiology (Ed.). U. S.Gupta, Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi pp:1-78

13- ICARDA. 2000. Chickpea International Drought Tolerance Nursery. 2000. 5pp.

14- Lawlor H. J., K. H. M. Siddique R. H. Sedgley, and N. Thurling. 1998. Improvement of cold tolerance and insect resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and the use of AFLPs for the identification of molecular markers for these traits. Acta Hort. 461: 185-192.

15- Leport, L., N. C. Turner, R. J. French, M. D. Barr, R. Duda, S. L. Davies, D. Tennant, K H. M. Siddique. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy. 11: 279-291.

16- Minchin F. R., R. J. Summerfiled, P. Hadley. and E. H. Roberts. 1980. Growth, longevity and nodulation of roots in relation to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum*). Experimental Agriculture 16:241-261.

17- Morgane, J. M., B.Rodriguez-Maribona, and E. J. Knights. 1991. Adaptation to water-deficit in chickpea breeding lines by osmoregulation: relationship to grain yields in the field. Field Crops Research. 27: 61-70.

18- Sabaghpour S. H., E. Sadeghi, and M. Rajinders. 2003. Present status and future prospects of chickpea cultivation in Iran. International chickpea conference. January 20-22, 2003. Indira Gandhi Agricultural University, Raipur Chattisgarh, India.

19- Saxena N. P., S. C. Sethi, L. Krishnamurthy and M. P. Haware 1995. Physiological approaches to genetic enhancement of drought resistance in chickpea. In: International congress on integrated studies on drought tolerance of higher plants. Interdrought, Aug. 1995. Montpellier, France.

20- Serraj R., L. Krishnamurthy, J. Kashiwagi, J. Kumar, S. Chandra and J.H. Crouch. 2004. Variation in root traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown under terminal drought. Field Crops Research. 88: 115-127.

21- Sheldrake A. R. and N. D. Saxena. 1979. The growth and development of Chickpea under progressive moisture stress. In: Mussel H. and R. C. Staples (Eds.). Stress physiology in crop plants. pp. 12-74. Wiley – Intrescience, New York.

22- Singh K. B. 1987. Chickpea breeding. In: Saxena M. C. and K. B. Singh (Eds.). The Chickpea C.A.B. International, Wallingford, U.K. pp. 127-142.

23- Sivakumar M.V., and P. Singh. 1987. Response of chickpea cultivars to water stress in a semi-arid environment. Experimental Agriculture. 23: 53-61.

24- Soltani A., F. R. Khooie, K. Ghassemi-Golezani, M. Moghaddam. 2000. Thresholds for chickpea leaf expansion and transpiration response to soil water deficit. Field Crops Research. 68: 205-210.

25- Soltani, A., F. R. Khooie, K. Ghassemi-Golezani. 2001. A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. Agricultural Water Management. 49: 225-237

26- Wery, J. 1990. Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implications in plant breeding. Options Mediterraneanes – Series Seminaries. 9: 77-85.

Effects of drought stress on morphological traits in chickpea (*Cicer arientinum* L.) genotypes in greenhouse

A.Maasomi, M. Kafi, A. Nezami and S.H. Hosseini[1]

Abstract

This research was conducted in a research greenhouse at the College of Agriculture in Ferdowsi University of Mashhad to investigate the impact of five drought levels (-0.3, -3, -6, -9 and -12 bar) on physiological and morphological characteristics of nine chickpea genotypes including MCC101, MCC174, MCC276, MCC477, MCC327, MCC476, JAM, Karaj12-60-31and ILC482. The experiment used 5×9 factorial laid out in randomized complete design with 4 replications. The genotypes were exposed to drought stress 10 days after emergence. Some traits were measured during growth season (including plant height, leaf number, flower and pod number, length and number of lateral branch) that all of them shown significant differences in the first stage of stress between genotypes and then the effects of drought were appeared. In majority of genotypes reduction in the flowering and podding time were observed. Flower number is a favor parameter in the assessment of drought tolerance genotypes. Most measured traits imposed significant differences in all levels of drought stress, genotypes and interaction of them at the end of growth season. The highest amount of all measured parameters were observed in the field capacity (-0.3 bar). Among the levels of water potential tested -3 and -6 bar were the best treatment for evaluating drought stress of chickpea genotypes. Pod and seed weight did not form in heavy drought stress. Among genotypes tested ILC482, MCC276 and MCC 477 were the best genotypes in terms of responsing to drought stress.

Keywords: Chickpea, drought stress, morphological traits.

1- Contribution from College of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad