

واکنش عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی تعدادی از ژنوتیپ‌های ماش

(*Vigna radiate* L.) به تنش خشکی

مجید رفیعی شیروان^۱ و محمدرضا اصغری پور^۲

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان نظیر ایران می‌باشد. در این بررسی که در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد، پاسخ عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک ۸ ژنوتیپ ماش شامل Berken, MY-17, MD 15-2, Ilag S6A, D45-6, Kopergaon Jalagon 17 تحت تأثیر ۵ سطح خشکی (۰/۳، -۳، -۶، -۹ و -۱۲ بار) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. اعمال تنش خشکی پس از مرحله گیاهچه متناسب با سطوح پتانسیل خشکی که با استفاده از منحنی رطوبتی خاک اعمال شده بود، انجام شد. در این مطالعه ارتفاع گیاه، طول و تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد برگ، تعداد گل و وزن غلاف در طول دوره رشد گیاه اندازه‌گیری گردید. تمام پارامترهای ذکر شده در مراحل اولیه تنش بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از خود نشان دادند. با گذشت زمان اثرات خشکی بروز کرد و این پارامترها در پایان فصل رشد بین سطوح خشکی نیز تفاوت معنی‌دار داشتند. برتری سطح بدون تنش (۰/۳ بار) در طول فصل رشد در مورد این پارامترها همواره برقرار بود. از آن‌جا که تعداد گل تعیین‌کننده تعداد دانه و در نتیجه عملکرد می‌باشد به نظر می‌رسد پارامتر مطلوبی در ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط تنش باشد. اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده در پایان فصل رشد نیز بین سطوح خشکی، ژنوتیپ‌ها و اثرات متقابل آن‌ها تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در مورد همه پارامترهای اندازه‌گیری شده در پایان فصل یک روند نزولی در راستای افزایش پتانسیل منفی مشاهده شد. برتری سطح بدون تنش خشکی ۰/۳ بار در این پارامترها نیز 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. در تنش‌های شدیدتر خشکی، وزن غلاف، دانه و شاخص برداشت به حداقل رسید. بین ژنوتیپ‌ها نیز در این مرحله تنوع زیادی مشاهده شد. اما ژنوتیپ‌های Berken, MY-17 و Kiloga در میان سایر ژنوتیپ‌ها از شاخص‌های رشدی بالاتری برخوردار بودند. بعضی از ژنوتیپ‌ها هم مثل Ilag S6A, D45-6 و MD 15-2 به شرایط تنش پاسخ بهتری نشان دادند و در این شرایط شاخص‌های رشدی آن‌ها کمتر تحت تأثیر تنش قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: ماش، تنش خشکی، عملکرد، خصوصیات مورفولوژیکی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱/۲۴

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، azadpajooresh@yahoo.com

۲- مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان، moas@uoz.ac.ir

مقدمه و بررسی منابع

خشکی عمده‌ترین عامل محدود کننده تولید محصولات زراعی در دنیا است (۷). یکی از راه‌حل‌های مناسب برای مقابله با تنش خشکی در مناطق خشک تهیه و استفاده از ارقام متحمل به خشکی می‌باشد (۹). ماش^۱ از جمله گیاهان خانواده بقولات است که در حال حاضر در قسمت‌های مختلف دنیا کشت می‌شود و نقش بسزایی را در تغذیه مردم کشورهای در حال توسعه دارد (۳، ۱۱). تولید سالیانه ماش در جهان حدود ۱/۲ میلیون تن تخمین زده می‌شود که از سطحی معادل ۳ میلیون هکتار برداشت می‌شود. بررسی‌ها در ایران نشان می‌دهد که سطح زیر کشت ماش با حدود ۲۵ تا ۳۰ هزار هکتار در میان لگوم‌های دانه‌ای مقام پنجم را داراست. ماش در مناطق مرکزی، جنوب شرقی و جنوب غربی ایران کشت می‌شود. تولید سالیانه ماش در ایران حدود ۱۵ هزار تن تخمین زده می‌شود (۱۶). ماش به طور کلی برای نواحی مرطوبی با نزولات سالیانه بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر مناسب نیست (۱۳)، رطوبت بالا در طول فصل رشد بیماری‌های شاخ و برگ را افزایش داده و در طول دوره رسیدگی غلاف ممکن است به پوسیدگی دانه‌ها و یا حتی جوانه‌زنی دانه‌ها درون غلاف منجر شود، زیرا دانه‌های ماش دوره خواب ندارند (۵). وارما و راثو^۲ (۱۹۷۵) گزارش کردند عملکردهای دانه، وزن خشک گره و مقدار نیتروژن گیاهان ماش در آزمایشات گلدانی در سطوح بالای رطوبت کاهش می‌یابد (۲۶). هم‌چنین احمد و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند، شرایط غرقاب

موجب کاهش شدید فتوسنتز و کارایی استفاده از آب گیاه ماش در شرایط گلخانه‌ای می‌شود، اما بر روی هدایت روزنه‌ای، میزان تعرق و غلظت ABA تأثیری نداشت (۴). آزمایشات در خصوص زمان آبیاری بر اهمیت اجتناب از تنش خشکی بلافاصله پیش از و در طول دوره گل‌دهی برای به‌دست آوردن عملکردهای بهینه، تأکید دارند (۱۰، ۱۴، ۲۳).

پانا و سینگ (۱۹۹۳) گزارش که کردند بیشترین کارایی استفاده از آب در شدیدترین تیمار خشکی به‌دست آمد، اما شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، بیوماس، عملکرد دانه و شاخص برداشت با افزایش شدت تنش کاهش یافت (۱۹). در این مطالعه آبیاری در ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به لحاظ اقتصاد و تولید آب نسبت به شدت پایین‌تر تنش (آبیاری در ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) سودمندتر بود. برخی از نتایج آزمایشی نشان می‌دهد که ماش نمی‌تواند برخلاف باور عمومی خشکی را تحمل کند. در تایوان نیاز آبی ماش ۳/۲ میلی‌متر در روز محاسبه شد، که معادل نیاز آبی ذرت و سویا است (۱۰). در فیلیپین نیاز آبی روزانه ماش بین ۴ تا ۵ میلی‌متر در روز، بسته به درجه حرارت، تشعشع خورشیدی و میزان تبخیر و تعرق گزارش شده است (۲۰).

اکثر مطالعات انجام شده در مورد واکنش ماش به خشکی بر مبنای مقایسه ماش در تحمل به خشکی با محصولات دیگر و هم‌چنین خسارت رطوبت زیاد بر روی رشد گیاه متمرکز می‌باشد و گزارشات اندکی مبنی بر تأثیرات منفی خشکی بر روی عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی در دسترس است. شناخت تأثیرات کمبود آب بر رشد ماش جهت کاهش

1. *Vigna radiate* L.
2. Varma and Rao

دانه در عمق ۲-۱ سانتی متری با فواصل یکسان کشت شد، و به همه گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی آب داده شد. تنش خشکی بعد از ظهور اولین جفت برگ اعمال گردید. 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. سپس به صورت روزانه گلدان‌ها وزن شده و در صورت کمتر بودن وزن گلدان‌ها از حد معین و براساس منحنی رطوبتی خاک، میزان آب مورد نیاز جهت تامین پتانسیل مورد نظر، به هر گلدان اضافه گردید (۱). درون همه گلدان‌ها به میزان یکسان (۲ کیلوگرم) خاک ریخته شد. در طول دوره آزمایش دمای حداقل گلخانه ۱۱ درجه سلسیوس و دمای حداکثر ۲۸ درجه سلسیوس بود. در طی آزمایش بسته به زمان در هر یادداشت برداری پارامترهای طول گیاه، تعداد برگ، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، تعداد گل و غلاف اندازه‌گیری شدند. در پایان دوره آزمایش نیز فاکتورهای ارتفاع نهایی، وزن خشک اندام‌های هوایی، تعداد و وزن غلاف، تعداد و وزن دانه اندازه‌گیری گردید.

محاسبات آماری و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و Excel انجام شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد. تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده در طول آزمایش در زمان تجزیه و تحلیل بر اساس واحد تک بوته تعریف شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

اختلاف بین طول نهایی بوته‌های ماش بین سطوح خشکی ($p < 0/01$) و بین ژنوتیپ‌ها ($p < 0/05$)

خسارت تنش خشکی بر روی تولید ماش نیازمند مطالعه و تحقیق بیشتری است و انجام مطالعات بیشتر در این خصوص ضروری است. به همین منظور و با توجه به موارد ذکر شده این آزمایش با هدف، شناخت مطلوب‌ترین محدوده از سطوح تنش خشکی برای انجام مطالعات در رابطه با ماش، شناسایی خصوصیات مرتبط با تنش خشکی در ماش، تعیین بهترین پارامترها به عنوان شاخص‌های برتر متحمل به تنش خشکی در ماش، شناخت خصوصیات مشترک در ژنوتیپ‌های ماش به عنوان شاخص‌های مقاوم به تنش خشکی و تعیین همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده و در نهایت شناخت نسبی و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در شرایط گلخانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این طرح در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در این آزمایش ۸ ژنوتیپ ماش شامل: **Kopergaon Jalagon 17**، **Berken MY-17**، **MD 15-2**، **Ilag S6A**، **D45-6** و **Kiloga** مورد مطالعه قرار گرفتند. بذور مورد نیاز در این آزمایش از کلکسیون دانه حبوبات پژوهشکده گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه گردیدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد و تیمارها شامل پتانسیل آب در ۵ سطح خشکی (۳/۰، -۳، -۶، -۹، -۱۲ بار) و ژنوتیپ‌ها در ۸ سطح ذکر شده در بالا بودند.

تاریخ کاشت پنجم تیر و تاریخ برداشت و پایان آزمایش پانزدهم مهر سال ۱۳۸۶ بود. برای انجام آزمایش از گلدان‌هایی با قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. در هر گلدان تعداد ۳ عدد

بدون تنش مشاهده شد. در این زمان حداقل تعداد شاخه‌های جانبی در شرایط تنش خشکی حدود ۱/۵ شاخه و در شرایط ظرفیت زراعی بیشترین تعداد معادل ۳/۵ شاخه مشاهده شد (نمودار ۳). ژنوتیپ‌های MY-17، MD 15-2 و Berken بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی و Jalagon 17 کمترین تعداد شاخه‌های جانبی را در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش دارا بودند. حدود تغییرات تعداد شاخه‌های جانبی در مراحل اولیه اعمال تنش (۲۰ روز پس از کاشت) در میان ژنوتیپ‌ها به ازای تک بوته بین ۱/۴-۰/۱ بود، و در اواخر فصل رشد این دامنه بین ۳-۱ بود (نمودار ۴). از آنجایی که شاخه‌های جانبی می‌توانند تعیین‌کننده تعداد برگ‌ها و در نتیجه میزان فتوسنتز باشند، بررسی این شاخص در شرایط تنش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در سایر تحقیقات نیز اثرات تعداد شاخه‌های جانبی در سطوح تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفته و روند نزولی تعداد شاخه جانبی در پتانسیل‌های منفی گزارش شده است (۱۵). از طرفی همبستگی مثبتی بین تعداد شاخه‌های جانبی با عملکرد دانه در نخود تحت شرایط تنش خشکی گزارش شده است (۲۱). بنابراین شاید بتوان از این شاخص در ماش در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بهره برد.

طول شاخه‌های جانبی

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 تا ۶ سانتی‌متر بود و در

معنی‌دار شد، اما در مورد اثرات متقابل اختلافات معنی‌دار نشد. بیشترین ارتفاع معادل ۴۳ سانتی‌متر در پتانسیل ۰/۳- بار و کمترین ارتفاع گیاه معادل ۲۹ سانتی‌متر در پتانسیل ۱۲- به دست آمد (نمودار ۱). Berken با ارتفاعی معادل ۳۹ سانتی‌متر و D45-6 با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین ارتفاع بودند. البته اختلافات طول نهایی بین بسیاری از ژنوتیپ‌ها معنی‌دار نبود (نمودار ۲). در بین مراحل یادداشت برداری در مراحل اولیه اعمال تنش اختلافات بین ژنوتیپ‌ها مشهودتر بود، اما در پایان فصل رشد اختلافات بین سطوح خشکی نمایان‌تر 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 ظاهر شد. در تمام دوره رشد در پتانسیل ۰/۳- بار (ظرفیت زراعی) بیشترین طول مشاهده شد.

ارتفاع گیاه یکی از صفاتی است که به شدت به عوامل محیطی وابسته است. در بررسی سایر محققین بر روی سایر حبوبات کاهش طول در پتانسیل‌های منفی بالاتری گزارش شده است (۱۲). هر گاه کاه و کلش گیاه ماش به عنوان علوفه مصرف شود، شاید این فاکتور در شرایط تنش خشکی اهمیت بیشتری پیدا کند. اما این شاخص از لحاظ دیررس‌تر شدن گیاه و تداخل مرحله پرشدن دانه با شرایط خشکی، مناسب نمی‌باشد.

تعداد شاخه‌های جانبی

در روزهای اولیه پس از کاشت اختلافات تعداد شاخه‌های جانبی بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود ($p < 0/01$). در حدود ۶۰ روز پس از کاشت اختلافات تعداد شاخه‌های جانبی بین سطوح تنش خشکی پدیدار شد، و از این مرحله برتری سطح

تعداد برگ مشاهده شد که علت آن ممکن است ریزش برگ در بروز اثر تنش در این محدوده زمانی باشد.

تقریباً یک روند کاهشی در تعداد برگ تحت سطوح تنش خشکی مشاهده شد که این روند نزولی در سایر تحقیقات در ارتباط با حبوباتی نظیر نخود و سایر گیاهان مثل یونجه و برنج گزارش شده است (۱۵، ۹، ۲). از آنجا که تعداد برگ می‌تواند تعیین‌کننده کل سطح برگ و میزان فتوسنتز کل بوده و در نهایت بر عملکرد تأثیر بگذارد بنابراین اگر ژنوتیپ‌هایی در شرایط تنش خشکی از تعداد برگ بالاتری برخوردار باشند، می‌توانند در شرایط تنش خشکی عملکرد دانه بالاتری هم تولید کنند. البته، باید به نسبت افزایش تعرق نیز توجه شود زیرا با افزایش برگ میزان تعرق نیز افزایش می‌یابد. سینگ^۱ (۱۹۸۷) و لپورت^۲ و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که در شرایط خشکی برگ‌ها کوچک‌تر و تعداد آن‌ها کمتر می‌شود. کاهش تعداد برگ در زمان تنش می‌تواند به علت پیری زود رس بوده و عاملی برای کاهش تعرق و رسیدگی زودتر گیاه در شرایط تنش خشکی باشد (۱۵، ۲۲).

تعداد گل

ظهور گل در تیمارهای مختلف از ۳۵ تا ۵۰ روز بعد از کاشت آغاز شد و در ۷۵ تا ۸۰ روز پس از کاشت حداکثر تعداد گل مشاهده شد و در ۷۰ روز پس از کاشت برتری سطح بدون تنش کاملاً مشهود بود (نمودار ۹). حداکثر تعداد گل در شدیدترین حالت تنش (۱۲-بار) در ۵۵ روز پس از کاشت دیده شد. این موضوع توسط سایر محققین نیز گزارش

اواخر فصل رشد در پتانسیل ۱۲- بار کمترین طول شاخه‌های جانبی معادل ۱۳ سانتی‌متر و در پتانسیل ۳۰/۳- بار بیشترین طول شاخه‌های جانبی معادل ۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد (نمودار ۵). ژنوتیپ‌های MD 15-2 و Ilag S6A بیشترین طول شاخه‌های جانبی و D45-6 کمترین طول شاخه‌های جانبی را در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش دارا بودند (نمودار ۶). بنابراین، بین ژنوتیپ‌ها از نظر طول شاخه‌های جانبی تنوع وجود دارد و با توجه به شرایط محیطی می‌توان از این تنوع در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بهره برد.

از آنجا که ممکن است گیاه دارای تعداد زیادی شاخه جانبی با طول کم باشد، نوعی خطا در بررسی پارامتر تعداد شاخه جانبی به وجود می‌آید و در این زمان اهمیت تعداد شاخه‌های جانبی بیشتر از اندازه واقعی برآورد می‌گردد. به همین دلیل شاخص طول شاخه‌های جانبی به عنوان پارامتر مکمل تعداد شاخه‌های جانبی اهمیت پیدا می‌کند و به همراه تعداد شاخه‌های جانبی می‌تواند به عنوان شاخصی برای انتخاب ارقام متحمل به خشکی نقش داشته باشد.

در مراحل اولیه اعمال تنش اختلافات تعداد برگ بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود ($p < 0/01$). این موضوع می‌تواند به دلیل اختلاف ذاتی ژنوتیپ‌ها باشد. اما در مراحل پایانی آزمایش بین سطوح خشکی و اثرات متقابل هم، از نظر تعداد برگ تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (نمودار ۷). برتری سطح فاقد تنش نسبت به سطوح دیگر در مراحل انتهایی کاملاً مشهود بود. ژنوتیپ MY-17، بیشترین تعداد برگ و ژنوتیپ‌های D45-6 و Kopergaon کمترین تعداد برگ را دارا بودند (نمودار ۸). حدود ۷۰-۵۵ روز پس از کاشت در کلیه ژنوتیپ‌ها روند نزولی در

حدود ۳۸۶ میلی‌گرم بود. سایر سطوح نیز با میانگین وزنی ۱۸۰ میلی‌گرم در یک تراز قرار گرفتند (نمودار ۱۱).

در محیط گلخانه از مرحله بررسی تعداد غلاف به بعد سایر پارامترها نتایج مناسبی نداشت، چون علاوه بر اثرات تنش خشکی، کمبود مواد غذایی محیط سبب شد که تشکیل دانه و غلاف با مشکل مواجه گردد. با این وجود باز در مورد سطوح خشکی، برتری سطح بدون تنش در مورد وزن غلاف مشاهده شد. در مورد وزن غلاف و روند نزولی آن تحت پتانسیل‌های منفی‌تر گزارشاتی از سایر محققین نیز وجود دارد (۱۰).

نتیجه‌گیری کلی

همه پارامترها در مراحل اولیه اعمال تنش بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از خود نشان دادند و با گذشت زمان اثرات خشکی اهمیت خود را نشان داد. این پارامترها در پایان فصل رشد نیز بین سطوح خشکی تفاوت معنی‌دار داشتند. برتری سطح بدون تنش در طول فصل رشد همواره برقرار بود. بین ژنوتیپ‌ها در مورد هر پارامتر تنوع زیادی مشاهده شد. تسریع در گل‌دهی 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 و از طرفی سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده از این مرحله به بعد تحت تأثیر محیط و شرایطی نظیر حجم کم گلدان قرار گرفتند، به نظر می‌رسد این فاکتور پارامتر مطلوبی در ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط تنش باشد. اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده در پایان فصل رشد بین سطوح خشکی، ژنوتیپ‌ها و اثرات متقابل آن‌ها

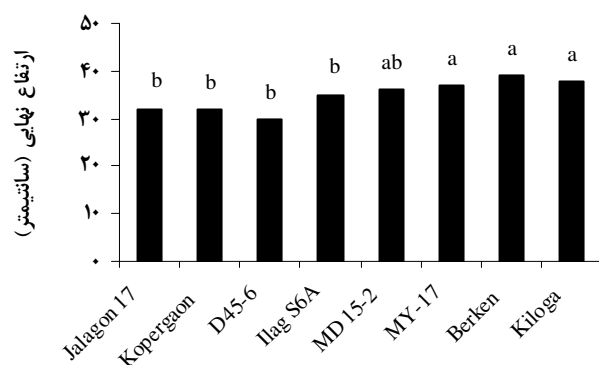
شده است (۷). بیشترین اختلافات تعداد گل بین ژنوتیپ‌ها در ۵۵ روز پس از کاشت مشاهده شد که در این مرحله ژنوتیپ MY-17 بیشترین تعداد گل و Jalagon 17 و Kopergaon کمترین تعداد گل را دارا بودند. البته، در ۷۰ روز پس از کاشت اثر تنش معنی‌دار بود. ژنوتیپ D45-6 کمترین تعداد گل را داشت (نمودار ۱۰). تفاوت بین ژنوتیپ‌ها می‌تواند علاوه بر اثر تنش مربوط به ویژگی‌های ژنتیکی آن‌ها باشد زیرا حداکثر تعداد گل ژنوتیپ‌های مختلف ماش در زمان‌های متفاوت پس از کاشت ظاهر شد.

از آن‌جا که تعداد گل تعیین‌کننده تعداد غلاف و در نهایت تعداد دانه می‌باشد، بررسی این پارامتر در شرایط تنش اهمیت ویژه‌ای دارد. در شرایط گلخانه‌ای با توجه به میزان کم خاک مورد آزمایش 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 نیز گزارش شده است (۱۰، ۱۳). در بعضی از پژوهش‌ها مرحله گل‌دهی در شرایط تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین فاکتور مؤثر بر عملکرد مطرح شده است (۱۷). تنوع بین ژنوتیپ‌ها در زمان گل‌دهی در شرایط تنش خشکی نیز گزارش گردیده است بنابراین می‌توان از این تنوع تحت پتانسیل‌های مختلف خشکی در انتخاب ارقام متحمل به تنش خشکی بهره برد (۶).

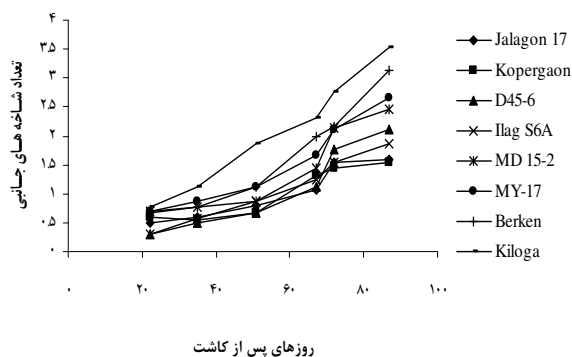
وزن غلاف

اختلافات وزن غلاف تنها بین سطوح خشکی معنی‌دار شد ($p < 0.01$) و بین ژنوتیپ‌ها و اثرات متقابل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بالاترین وزن غلاف مربوط به سطح ۰/۳- بار با وزن میانگین

برای تحمل به تنش، پتانسیل ۳- تا ۶- بار بود. از این پتانسیل به بعد وزن غلاف، دانه و شاخص برداشت به حداقل رسید. بین ژنوتیپ‌ها در این مرحله نیز تنوع زیادی مشاهده شد. ژنوتیپ‌های MY-17، Berken و Kiloga در میان سایر ژنوتیپ‌ها از شاخص‌های رشدی بالاتری برخوردار بودند، بعضی از ژنوتیپ‌ها هم مثل D45-6، IilagS6A، MD15-2 به شرایط تنش پاسخ بهتری دادند و در این شرایط شاخص‌های رشدی آن‌ها کمتر تحت تأثیر تنش قرار گرفت.

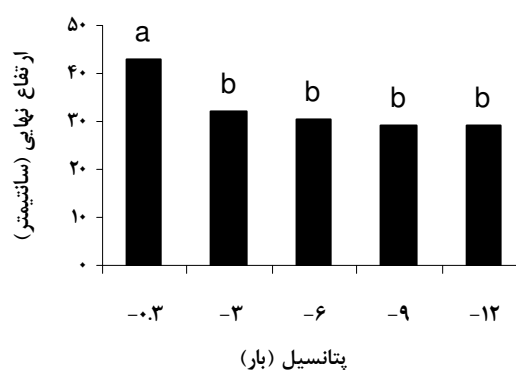


نمودار ۲- اختلاف ارتفاع نهایی ژنوتیپ‌های مختلف ماش تحت آزمایش تنش خشکی.

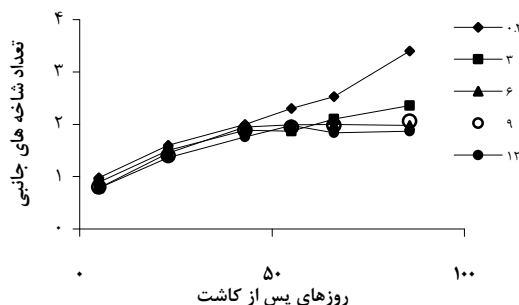


نمودار ۴- تعداد شاخه‌های جانبی ژنوتیپ‌های مختلف ماش در طول دوره رشد تحت آزمایش تنش خشکی

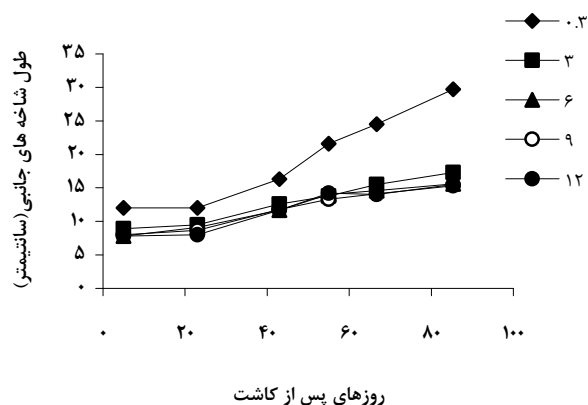
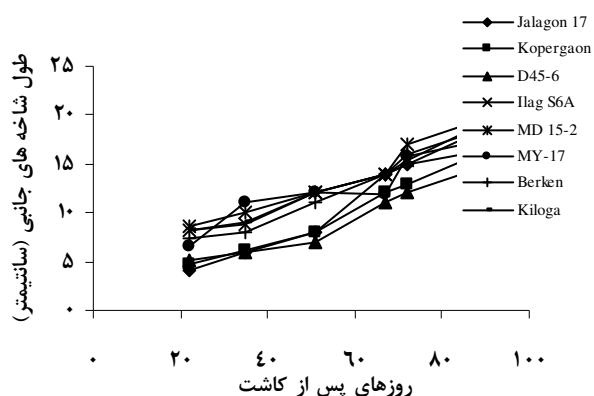
معنی‌دار شدند. البته به دلیل شرایط محیطی و حجم کم گلدان‌ها پارامترهای وزن دانه، وزن غلاف و شاخص برداشت به خوبی تأثیر خود را نشان ندادند. در مورد پارامترهای اندازه‌گیری شده در پایان فصل نیز تعداد نهایی غلاف، وزن خشک اندام‌های هوایی از شاخص‌های ارجح در این مرحله بودند. در مورد همه پارامترهای اندازه‌گیری شده در پایان فصل یک روند نزولی در راستای افزایش پتانسیل منفی مشاهده شد. با توجه به نتایج آزمایش می‌توان گفت که بهترین محدوده تنش خشکی برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها



نمودار ۱- ارتفاع نهایی بوته‌های ماش در سطوح مختلف تنش خشکی (LSD برابر ۳/۲).

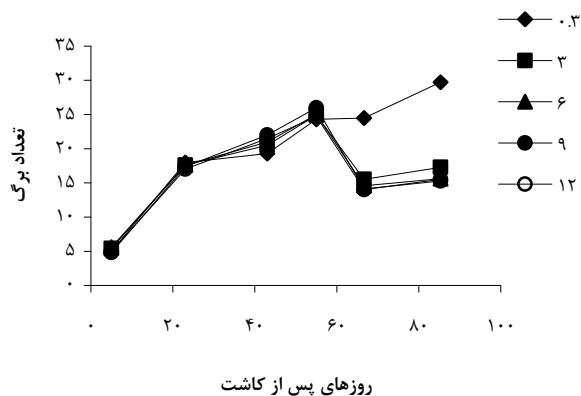
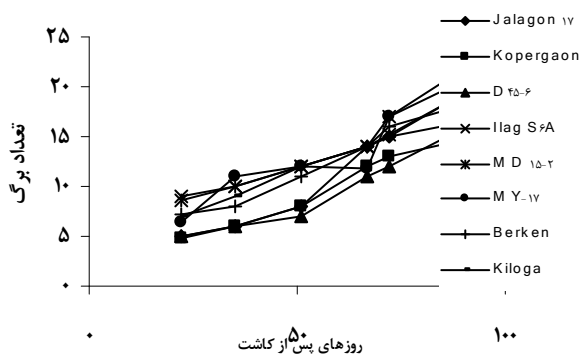


نمودار ۳- تعداد شاخه‌های جانبی ماش در سطوح مختلف خشکی در طول دوره رشد



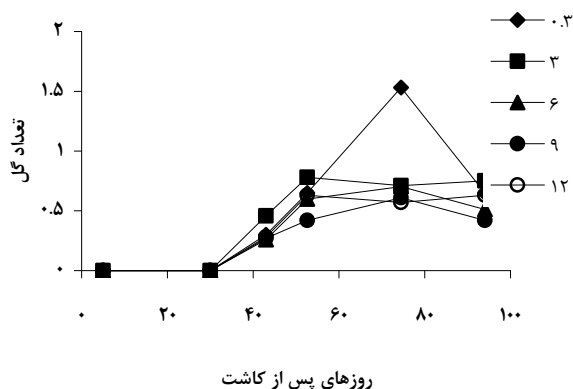
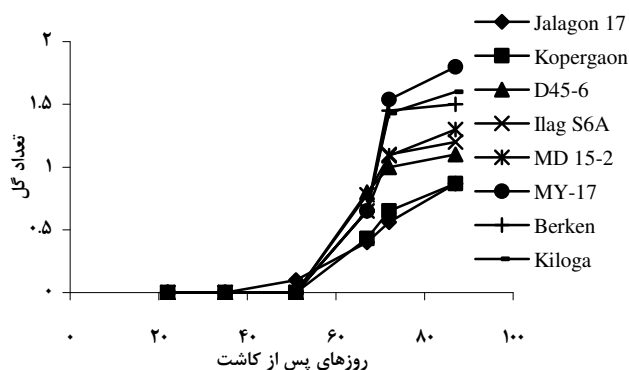
نمودار ۶- طول شاخه‌های جانبی ژنوتیپ‌های مختلف ماش در طول دوره رشد تحت آزمایش تنش خشکی

نمودار ۵- طول شاخه‌های جانبی ماش در سطوح مختلف خشکی در طول دوره رشد



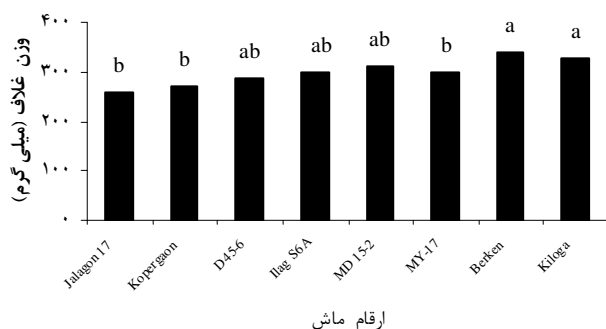
نمودار ۸- تعداد برگ ژنوتیپ‌های مختلف ماش در طول دوره رشد تحت آزمایش تنش خشکی

نمودار ۷- تعداد برگ بوته‌های ماش در سطوح مختلف خشکی طی طول دوره رشد

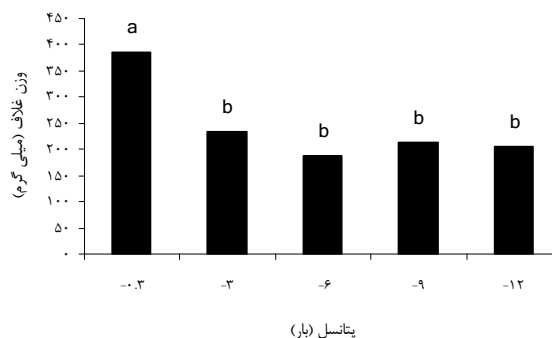


نمودار ۱۰- تعداد برگ ژنوتیپ‌های مختلف ماش در طول دوره رشد تحت آزمایش تنش خشکی

نمودار ۹- تعداد گل بوته‌های ماش در سطوح مختلف خشکی طی طول دوره رشد



نمودار ۱۲- اختلاف وزن غلاف ژنوتیپ‌های مختلف ماش تحت آزمایش تنش خشکی



نمودار ۱۱- وزن غلاف بوته‌های ماش در سطوح مختلف تنش خشکی (LSD برابر ۷۶)

جدول ۱- تجزیه واریانس ارتفاع نهایی بوته و وزن غلاف

میانگین مربعات «MS»			منابع تغییر
وزن غلاف	ارتفاع نهایی بوته	درجه آزادی	
۲۹۷۲۷/۰۹ ^{n.s}	۳۴۲۳/۳ ^{n.s}	۳	تکرار (R)
۹۶۰۶۸۰/۵ ^{**}	۱۰۴۳۷۹/۷ ^{**}	۴	تیمارهای سطوح خشکی (فاکتور A)
۷۵۲۵۰۶/۴ ^{ns}	۹۳۸۷۲/۳ [*]	۷	تیمارهای ارقام (فاکتور B)
۴۹۹۲۳/۹ ^{n.s}	۵۲۴۴/۳ ^{n.s}	۲۸	برهمکنش (A×B)
۳۲۶۵۴/۹	۳۷۴۶/۱	۱۱۷	اشتباه تیمارها
-	-	۱۵۹	کل (Total)

n.S: غیر معنی‌دار. *: معنی‌دار در سطح ۵٪. **: معنی‌دار در سطح ۱٪.

منابع

- ۱- صالحی، معصومه. ۱۳۷۶. اثر افزایش CO₂ و تنش‌های شوری، خشکی و نیتروژن بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گندم بهاره. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ۹۵ صفحه.
- ۲- ظریف کتابی، حمید و علیرضا کوچکی. ۱۳۷۸. تأثیر تنش خشکی بر رشد و برخی خصوصیات چند گونه یونجه یکساله در شرایط گلخانه. مجله علوم و صنایع کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۱۴: ۱-۴۹.
3. Agrawal, S. K., Behl, N. K., and Moolani, M. K. 1976. Response of summer mung to levels of phosphorus and irrigation under different dates of planting. *Indian Journal of Agronomy* 21: 290-291.
4. Ahmed, S., Nawata, E., and Sakuratani, T. 2006. Changes of endogenous ABA and ACC, and their correlations to photosynthesis and water relations in mungbean (*Vigna radita* L.) during water logging. *Environmental and Experimental Botany* 57: 278-284.
5. Amirshahi, M. C. 1978. Mungbean breeding, production, and utilization in Iran. *Proceeding 1st International Mungbean Symposium, Los Banos*. pp. 233-235.
6. Anonymous. 1978. Mungbean Report. 1975. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan. 72 Pp.

7. Bashandi, M. M., and Poehlman, J. M. 1974. Photoperiod response in mungbean (*Vigna radiate* L.). *Euphytica*, 23: 691-697.
8. Bangal, D. B., Birari, B. M., and Patil, K. G. 1988. Root characters: the important criteria for drought resistance in wheat. *Journal of Maharashtra Agriculture*, 13:242 – 243.
9. Boonjung, H., S. Fukai. 1996. Effects of soil water deficit at different growth stage on rice growth and yield under upland conditions. 1. Growth during drought. *Field Crops Research*, 48: 37-45.
10. Chiang, M. V., and Hubbell, J. N. 1978. Effect of irrigation on mungbean yield. *Proceeding of 1st International Mungbean Symposium, Los Banos*, 93-96.
11. Dhingra, K. K., Dhillon, M. S., Grewal, D. S., and Sharma, K. 1991. Performance of maize and mungbean intercropping in different planting patterns and row orientation. *Indian Journal of Agronomy* 36: 207-212.
12. Eser, D., Ukur, A., and Adak, M. S. 1991. Effect of seed size on yield and yield components in chickpea. *International Chickpea Newsletter*. 25: 13-15.
13. Jain, H. K., and Mehra, K. L. 1980. Evolution, adaptation, relationships, and uses of the species of *Vigna radiate* L. in India. pp. 459-468. In: Summerfield, R. J., and Bunting, A. H. (eds.). *Advances in legume science*. Vol. 1, *Proceeding of International Legume Conference, Royal Botanic Gardens, Kew, Ukraine*.
14. Jana, P. K., Das, N. R., and Sen, H. 1975. Effect of P, spacing, and irrigation on the grain yield of mung after rice bean. *Indian Journal of Agronomy*, 20: 374.
15. Leport, L., Turner, N. C., French, R. J., Tennant, D., Thomson, B. D., and Siddique, K. H. M. 1998. Water relation, gasexchange, and growth of cool-season grain legumes in a Mediterranean-type environment. *European Journal of Agronomy*. 9: 295-303.
16. Morton, F., Smith, R. E., Poehlman, J. M. 1992. *The Mungbean*. University of Puerto Rico, Mayaguez Campus.
17. Mungomery, V. E., Byth, D. E., and Williams, R. J. 1972. Environmental effects and varietal performance of cowpea (*Vigna sinensis*) and mungbean (*Vigna radiate* L.) accessions in south-eastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 12: 523-527.
18. Mwale, S. S., Azam-Ali, S. N., and Massawe, F. J. 2007. Growth and development of bambara groundnut in response to soil moisture. 1. Dry matter and yield. *European Journal of Agronomy* 26: 345–353.
19. Pannu, R. K., and Singh, D. P. 1993. Effect of irrigation on water use, water-use efficiency, growth and yield of mungbean. *Field Crops Research* 31: 87-100.
20. PCARR. 1977. *The Philippines recommends for mung in 1977*. Philippine Council for Agriculture and Resources Research, 62 pp.
21. Sheldrake, A. R., and Saxena, N. D. 1979. The growth and development of chickpea under progressive moisture stress. In: Mussel, H., and Staples, R. C. (eds.): *Stress physiology in crop plants*. Pp. 12-74. Wiley–Interscience, NewYork.
22. Singh K. B. 1987. Chickpea breeding. In: Saxera, M. C., and Singh, K. B. (eds). *The chickpea C. A. B. international*, Wallingford, U.K. Pp. 127-142.
23. Singh, A., and Bhardwaj, R. B. L. 1975. Effect of irrigation and row spacing on summer mung. *Indian Journal of Agronomy* 20: 185-187.
24. Sivakumar M. V., and Singh, P. 1987. Response of chickpea cultivars to water stress in a semi-arid environment. *Experimental Agriculture* 23: 53-61.
25. Thomas, M. J., Robertson, S., and Fukai, M. B. 2004. The effect of timing and severity of water deficit on growth, development, yield accumulation and nitrogen fixation of mungbean. *Field Crops Research* 86: 67–80.
26. Varma, N. K., and Rao, N. S. S. 1975. Effect of different levels of soil moisture on growth, yield and some physiological aspects of nodulation in green-gram. *Indian Journal of Agricultural Science* 45: 11-16.