

ارزیابی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد میوه بامیه (*Abelmoschus esculentus*)

حمداله اسکندری^{۱*} و اشرف عالی‌زاده امرایی

دانشیار گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

ehamdollah@gmail.com

مریی گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

aalizadehamraee@gmail.com

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی، رشد و عملکرد میوه بامیه در آزمایشگاه و مزرعه انجام شد. این تحقیق در مرحله آزمایشگاه به صورت فاکتوریل دو عاملی بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه کشاورزی دانشگاه پیام نور خوزستان اجرا شد. عامل اول آماده‌سازی بذر (شامل تیمار شاهد و آماده سازی بذر با استفاده از آب و نیترات پتاسیم) و عامل دوم تنش خشکی (شامل پتانسیل‌های ماتریک ۰/۳ - ۰/۶ - ۰/۹ - و ۱/۲ - مگاپاسکال) بود. نتایج نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر بامیه در شرایط بدون تنش و با پیش‌تیمار آبی بود. با افزایش شدت تنش درصد جوانه‌زنی بذر بامیه کاهش یافت به طوری که در تیمار بدون آماده‌سازی، با کاهش پتانسیل ماتریک از اولین به سومین سطح درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی، ۷۲/۳ درصد کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که تیمار بذر با آب، در شرایط تنش خشکی و غیر تنش خشکی باعث بهبود درصد جوانه‌زنی شد. آزمایش مرحله مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمار دور آبیاری بر مبنای زمان لازم برای ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر اعمال گردید. نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که افزایش دور آبیاری، تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد میوه بامیه را کاهش داد به طوری که افزایش فاصله آبیاری از سطح اول به سطوح دوم، سوم و چهارم به ترتیب ۹٪، ۲۶٪ و ۳۱ درصد عملکرد میوه را کاهش داد. لذا برای تولید بهینه محصول بامیه، گیاه نباید در طول دوره رشد با تنش خشکی مواجه گردد و دور آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر توصیه می‌شود. با این حال، با توجه به اینکه در سطح دوم آبیاری درصد کاهش عملکرد چشمگیر نبود، ممکن است با توجه به مسائل اقتصادی مزرعه بتوان سطح دوم آبیاری را نیز توصیه نمود که این موضوع به تحقیقات بیشتر نیاز دارد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری محدود، پیش‌تیمار بذر، تجمع ماده خشک، تشت تبخیر، دور آبیاری.

۱- آدرس نویسنده مسئول: تهران، گروه علمی کشاورزی دانشگاه پیام نور.

*- دریافت: بهمن ۱۳۹۵ و پذیرش: تیر ۱۳۹۶

مقدمه

یکی از حساس‌ترین مراحل زندگی گیاهان زراعی، مرحله جوانه‌زنی بذر است. این دوره نقش بسیار مهمی را در رشد و تولید نهایی گیاه خواهد داشت. چنانچه در مرحله جوانه‌زنی، گیاه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گیرد، جبران آن امکان‌پذیر نبوده، در حالی که در بسیاری از مناطق، بذر در مرحله جوانه‌زنی با تنش‌های محیطی مواجه می‌شوند. به طوری که در زمین‌های شور و خشک، حساس‌ترین مرحله رشد گیاه مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه است (ریاضی و شریف‌زاده، ۱۳۸۸). گیاه بامیه تنش محدود خشکی را در مراحل رشد رویش تحمل می‌کند (الطاف و همکاران، ۲۰۱۵). به‌منظور رویش کامل بذر، آماده‌سازی قبل از کاشت لازم است تا در آن بذر اجازه جذب آب پیدا کند تا فرایند متابولیکی قبل از جوانه زنی فعال شود ولیکن خروج ریشه از بذر اتفاق نیافتد. در این حالت، به دلیل اینکه بذر بخشی از مراحل جوانه‌زنی را طی کرده، زمانی وارد مزرعه می‌شود زودتر جوانه می‌زند (رحمان و همکاران، ۲۰۱۶) و تحریک شروع فرایند متابولیکی جوانه‌زنی بذر با ایجاد بستر مناسب بذر باعث افزایش جوانه زنی و بهبود ظهور گیاهچه می‌شود (قاسمی گل‌عدانی و اسماعیل‌پور، ۲۰۰۸؛ راجپار و همکاران، ۲۰۰۶). در گوجه‌فرنگی مشاهده شد که استفاده از محلول‌های نمکی مانند نیتراپتاسیم، بر جوانه زنی و ظهور گیاهچه در مزرعه تأثیر مثبت دارد (ناکائونه و همکاران، ۲۰۱۲). در شرایط غیرتنش، اثرات پیش‌تیمار بر جوانه‌زنی بذر بامیه مثبت گزارش شده است (عزیزی و چهارزی، ۱۳۹۰). از عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد بامیه، تراکم پایین ناشی از جوانه‌زنی و استقرار نامناسب گیاهچه‌ها تحت شرایط نامطلوب محیطی از جمله تنش خشکی عنوان شده است (شارما و همکاران، ۲۰۱۴). در این مورد، گزارش شده است که پیش‌تیمار بذر می‌تواند اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه بامیه را کاهش دهد (پراویسیا و جیارام، ۲۰۱۵).

بامیه (*Abelmoschus esculentus*) گیاهی یک ساله از خانواده پنیرکیان (Malvaceae) می‌باشد که منشأ اصلی آن آفریقا بوده و از آنجا به خاورمیانه انتشار یافته است (ترابیان و همکاران، ۱۳۹۴) و دانه‌های بامیه دارای مقدار قابل توجهی روغن و پروتئین می‌باشد و میزان اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری موجود در میوه بامیه قابل توجه بوده و قابل مقایسه با سویا می‌باشد (فاریند و همکاران، ۲۰۰۷). میوه بامیه حاوی برخی ویتامین‌های مهم از جمله A، B و C، عناصر معدنی و فیبر است که موسیلاژ موجود در آن در کاهش کلسترول خون نقش مهمی دارد (ترابیان و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین میوه بامیه از نظر کربوهیدرات نیز غنی می‌باشد (آدکیا و همکاران، ۲۰۱۷).

کاهش منابع آب مصرفی در طول سال‌های اخیر امکان کاشت برخی از گیاهان زراعی مانند برنج را کاهش داده است و موجب گسترش سطح زیر کشت گیاه بامیه را به‌عنوان کشت تابستانه در شرق خوزستان تبدیل شده است. نظر به اینکه در منطقه خوزستان، مراحل رشد رویشی بامیه با مرحله گلدهی و شیرگی گندم انطباق دارد کشاورزان بعضاً ترجیح می‌دهند که آب آبیاری را به گندم اختصاص داده و گیاه بامیه با کاهش آبیاری مواجه گردد. بامیه یک ریشه اصلی عمیق تولید می‌کند و در عمق‌های کم خاک نیز دارای ریشه‌های سطحی متراکم است. به همین دلیل می‌تواند تا حدودی تنش خشکی را تحمل کند، در عین حال مصرف آب توسط این گیاه بالا می‌باشد (قناد و همکاران، ۲۰۱۴). به همین دلیل برای دستیابی به عملکرد مطلوب در بامیه، نیاز است در طول دوره رشد، آب کافی برای آن فراهم شود (عبدالقادر و همکاران، ۲۰۱۰). بسته به نوع رقم، کمبود آب می‌تواند علاوه بر تأخیر در گلدهی، از تشکیل میوه در بامیه جلوگیری کند و باعث افت شدید عملکرد شود (آناوها و همکاران، ۲۰۱۵). لذا به بررسی بیشتر واکنش گیاه بامیه به تنش خشکی نیاز است.

خشکی اجرا گردید تا ضمن بررسی اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه، امکان احتمالی کاهش اثرات تنش خشکی با استفاده از پیش‌ تیمار بذر ارزیابی شود. از طرف دیگر، عکس‌العمل رشد (برخی شاخص‌های رشد) و عملکرد میوه بامیه به فواصل مختلف آبیاری نیز بررسی شود تا حد کاهش احتمالی آبیاری در بامیه مشخص شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی، رشد و عملکرد بامیه در دو محیط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای انجام شد. آزمایش پیش‌ تیمار جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه بامیه به‌منظور کاهش تأثیر تنش خشکی در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اول پیش‌ تیمار آماده‌سازی بذر شامل شاهد، آماده سازی بذر با استفاده از آب و آماده سازی بذر با استفاده از نیترات پتاسیم و عامل دوم پتانسیل شامل پتانسیل‌های ماتریک ۰/۳، -۰/۶، -۰/۹ و -۱/۲ مگاپاسکال بود که ناشی از تنش خشکی بود.

قبل از انجام آزمایش، درصد رطوبت بذور با استفاده از آون (دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت) اندازه‌گیری شد که حدود ۱۲ درصد به دست آمد. جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بامیه (به مدت ۱۴ روز) در دو شرایط رشدی شامل شاهد (آب مقطر) و تنش خشکی (شبه سازی شده با استفاده از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در پتانسیل‌های ماتریک ۰/۳، -۰/۶، -۰/۹ و -۱/۲ مگاپاسکال) مورد ارزیابی قرار گرفت. پتانسیل ماتریک با استفاده از رابطه‌ی زیر تعیین شد (میشل و کافمن، ۱۹۷۳):

$$\Psi_s = -(1.18 \times 10^{-2}) C - (1.18 \times 10^{-4}) C^2 + (2.67 \times 10^{-4}) CT + (8.39 \times 10^{-7}) C^2 T \quad (1)$$

که در آن:

Ψ_s پتانسیل ماتریک بر حسب مگاپاسکال، C غلظت بر حسب گرم و T دما بر حسب درجه سانتی‌گراد است.

رشد و نمو فرایند زیستی گیاه است که می‌توان آن را بر حسب افزایش ماده خشک و تخصیص آن بین اندام‌های مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار داد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۴). استون و همکاران (۲۰۰۱) در ذرت مشاهده کردند که تنش خشکی در مراحل ابتدایی رشد، شاخص سطح برگ را کاهش می‌دهد. کنان و گنکوگلان (۲۰۰۴) نیز به این نتیجه رسیدند که در چغندر قند بیشترین شاخص سطح برگ در شرایط آبیاری کامل به دست می‌آید و با افزایش تنش خشکی شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد. جفریز و مکرون (۲۰۰۸) نتیجه مشابهی در مورد کاهش سطح برگ سیب زمینی تحت شرایط تنش خشکی گزارش دادند. کاهش سطح برگ ناشی از تنش خشکی به کاهش آماس سلولی، اختلال در فتوسنتز و ریزش زودهنگام برگ‌ها نسبت داده شده است (یاری و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین تحت شرایط تنش خشکی تجمع ماده خشک در گیاه کاهش پیدا می‌کند (هسینی و همکاران، ۲۰۰۹). در لوبیای معمولی (قاسمی گلعدانی و مردفر، ۲۰۰۸) به کاهش ماده خشک تولید شده تحت شرایط تنش خشکی اشاره شده است. کاهش عملکرد میوه بامیه تحت تأثیر افزایش فاصله آبیاری با کاهش رشد (تجمع ماده خشک) و شاخص سطح برگ بامیه در شرایط کمبود آب مرتبط است (باقی‌زاده و همکاران، ۲۰۰۹). گزارش شده است که بسته به نوع رقم، تنش خشکی می‌تواند تا ۸۲ درصد، سطح برگ در بامیه را کاهش دهد (کاسواران، ۲۰۱۲). کاهش ارتفاع بوته بامیه در شرایط تنش خشکی نیز گزارش شده است (سانکار و همکاران، ۲۰۰۷).

در منطقه خوزستان، زمان کاشت بامیه (اسفندماه) با گلدهی و گرده‌افشانی گندم، به‌عنوان محصول اصلی منطقه، هم‌زمان است. در این صورت، با توجه به حساس بودن مرحله‌ی رشدی گندم، ممکن است برخی نوبت‌های آبیاری ترجیحاً به گندم اختصاص یابد و در نتیجه، بامیه با تنش کمبود آب مواجه شود. بر این اساس، پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی رشد بامیه به تنش

زنی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴ روز قرار داده شدند. بذوری که ریشه آن‌ها به اندازه دو میلی‌متر رشد کرده بود به‌عنوان بذور جوانه‌زده در نظر گرفته شدند. در انتهای آزمون جوانه‌زنی، درصد بذور جوانه‌زده، طول ریشه، طول ساقچه‌چه و وزن خشک گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد.

آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه‌ای واقع در شرق خوزستان، شهرستان رامهرمز با عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۶ دقیقه، طول جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۶ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۰ متر اجرا گردید. منطقه دارای اقلیم گرم و خشک، با متوسط بارندگی سالیانه ۲۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۲۵/۶ درجه سانتی‌گراد بود. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول یک درج شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

K (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	N (mg.kg ⁻¹)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds.m ⁻¹)	مواد آلی (درصد)	بافت خاک	عمق خاک (cm)
۲۱۰	۸/۹	۳/۸	۷/۶	۱/۸۵	۰/۴۸	لوم-شنی	۰-۳۰

بذور با تراکم بالا کشت شدند تا از سبز شدن آن‌ها اطمینان حاصل شود. پس از استقرار گیاهچه‌ها، کرت‌ها تا تراکم مورد نظر تنک شدند. سپس ۷۵ کیلوگرم در هکتار N به کرت اضافه و تمام واحدهای آزمایشی به‌طور یکنواخت آبیاری شدند. آبیاری‌های بعدی مطابق تیمارهای مورد نظر انجام شد.

برای تجزیه و تحلیل رشد بامیه تحت شرایط تنش خشکی، در طول فصل و طی هفت مرحله، شاخص سطح برگ (LAI) و تجمع ماده خشک (DMA) اندازه‌گیری شدند. بدین منظور، پس از حذف دو ردیف کناری و دو بوته از ابتدا و انتهای هر ردیف به‌عنوان اثر حاشیه، بوته‌ها از دو ردیف به روش تخریبی برداشت شدند. نمونه‌ها در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین شدند. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ (LAI)، سه برگ از وسط هر بوته

نمونه بذور به سه ریز نمونه تقسیم شدند. یکی از این ریز نمونه‌ها به‌عنوان شاهد (بدون پرایمینگ) و دو ریز نمونه دیگر تحت پیش‌تیمار آماده‌سازی با استفاده از آب و نترات پتاسیم قرار گرفتند. در پیش‌تیمار با آب، بذور در آب مقطر به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد درون انکوباتور قرار گرفتند. در پیش‌تیمار با استفاده از نترات پتاسیم، بذور در محلول ۵۰۰ ppm نترات پتاسیم در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت قرار داده شدند. بعد از اعمال پیش‌تیمارهای آماده‌سازی، نمونه‌های بذور سه بار با استفاده از آب مقطر شستشو داده و سپس به رطوبت اولیه قبل از اعمال پیش‌تیمارهای آماده‌سازی (۱۲ درصد) برگردانده شدند (ایسا، ۲۰۰۳).

سه تکرار ۵۰ عددی از بذور بامیه بین کاغذ دولایه جوانه‌زنی در یک کیسه پلاستیکی در دستگاه جوانه

زمین مورد نظر هم‌زمان با کشت گندم (در پاییز) با استفاده از گاوآهن شخم زده شد و تا اسفندماه به‌صورت آیش باقی گذاشته شد. قبل از کاشت بامیه، عناصر غذایی N، P₂O₅ و K₂O (هر کدام به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار) به خاک اضافه شد و با کمک دیسک کاملاً با خاک مخلوط گردید. در ادامه توسط فاروئر، پشته‌ها ایجاد و کرت‌ها به‌صورت دستی آماده شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمار آزمایشی، فاصله آبیاری بود که بر اساس مدت زمان لازم برای تبخیر ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A اعمال شد. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول چهار متر بافاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر (میری، ۱۳۸۵) بود. کاشت بذور بامیه (رقم محلی طلایی) در ۱۰ اسفند ماه ۱۳۹۴ انجام پذیرفت.

انتخاب و سطحی معادل ۴ سانتی متر مربع از آن جدا و وزن خشک آن محاسبه گردید. سپس با توجه به وزن خشک تمام برگ‌های هر بوته و با استفاده از تناسب، شاخص سطح برگ برای هر کرت محاسبه شد.

برای تعیین معادله ریاضی که بتواند تغییرات وزن خشک را نسبت به روزهای بعد از کاشت بیان کند، با استفاده از نرم افزار کامپیوتری SPSS معادله زیر برای پیش بینی تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به روزها بعد از کاشت مورد استفاده قرار گرفت:

$$DM = a+bt+ct^2+dt^3 \quad (2)$$

در این معادله:

DM، وزن خشک اندام‌های هوایی به‌عنوان متغیر وابسته، t روز بعد از کاشت به‌عنوان متغیر مستقل و a، b، c و d ثابت‌های معادله می‌باشند. در نهایت، ارتفاع بوته، وزن تک میوه، تعداد میوه در بوته و عملکرد بیولوژیکی و عملکرد میوه بامیه از دو ردیف میانی در اولین چین نیز اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه

نتایج نشان داد که اثر متقابل دوگانه بین پتانسیل ماتریک و پیش‌تیمار بذریه در مرحله درصد جوانه‌زنی وجود داشت ولی صفات وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه اثر متقابل وجود نداشت (جدول ۲). اثر پرایمینگ و پتانسیل ماتریک بر وزن خشک گیاهچه به ترتیب در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد معنی‌دار بود. اثر پتانسیل ماتریک بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار شد لیکن اثر پیش‌تیمار و اثر متقابل پیش‌تیمار × پتانسیل ماتریک معنی‌دار نشد (جدول ۲).

همچنین نتایج نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذریه بامیه در شرایط بدون تنش (سطح صفر پتانسیل ماتریک) و با پیش‌تیمار آبی بود که به ترتیب ۸/۱ و ۲۲/۳ درصد بیشتر از جوانه‌زنی در تیمارهای شاهد و پیش‌تیمار با نیترات پتاسیم بود (جدول ۳). در کلیه تیمارهای آماده‌سازی بذریه، با کاهش پتانسیل ماتریک (افزایش شدت تنش) درصد جوانه‌زنی بذریه بامیه کاهش یافت. به طوری که در تیمار بدون آماده‌سازی، با افزایش پتانسیل ماتریک از اولین به سومین سطح (بالترین سطحی که جوانه‌زنی انجام گرفت) درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی ۷۲/۳ درصد کاهش یافت (جدول ۳). پیش‌تیمار بذریه با آب، نه تنها در شرایط غیر تنش باعث بهبود درصد جوانه‌زنی شد، بلکه اثرات تنش خشکی را نیز کاهش داد، چرا که در کلیه سطوح پتانسیل ماتریک درصد جوانه‌زنی در تیمار پیش‌تیمار آبی بیشتر از تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) بود. اگر چه در سطح اول پتانسیل ماتریک (بدون تنش) درصد جوانه‌زنی بذریه پیش‌تیمار شده با نیترات پتاسیم نسبت به تیمار شاهد کمتر بود ولی در سطوح بالاتر تنش، پیش‌تیمار با نیترات پتاسیم باعث کاهش اثرات تنش شد (جدول ۳).

بیشترین وزن خشک گیاهچه بامیه با اعمال پیش‌تیمار آبی مشاهده شد (شکل ۱) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد (بدون پیش‌تیمار) بود. وزن خشک گیاهچه بامیه با اعمال پیش‌تیمار آبی حدود ۳۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (شکل ۱). اگر چه پیش‌تیمار با نیترات پتاسیم باعث افزایش وزن خشک گیاهچه در مقایسه با تیمار شاهد شد، ولی تفاوت آن‌ها معنی‌دار نبود. کاهش پتانسیل ماتریک با کاهش وزن خشک گیاهچه بامیه همراه بود (جدول ۴). به طوری که در بالاترین سطح تنش، جوانه‌زنی صورت نگرفت و به تبع آن وزن خشک گیاهچه نیز صفر بود. با افزایش سطح تنش از تیمار شاهد (بدون تنش) تا آخرین سطحی که گیاهچه رشد کرد، وزن خشک گیاهچه حدود ۹۵ درصد کاهش پیدا کرد. با این حال تا اولین سطح تنش، وزن خشک

گیاهچه بامیه تفاوت معنی‌داری پیدا نکرد که می‌تواند به این معنی باشد که از نظر وزن خشک گیاهچه، بامیه می‌تواند تنش‌های مختصر را تحمل نماید (جدول ۴). کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه بامیه در کلیه سطوح تنش مشاهده شد، به طوری که با افزایش تنش از تیمار شاهد (بدون تنش) به بالاترین سطحی از تنش که در آن جوانه‌زنی انجام شد، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب حدود ۹۵ و ۹۷ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه بامیه در شرایط تنش خشکی و شوری

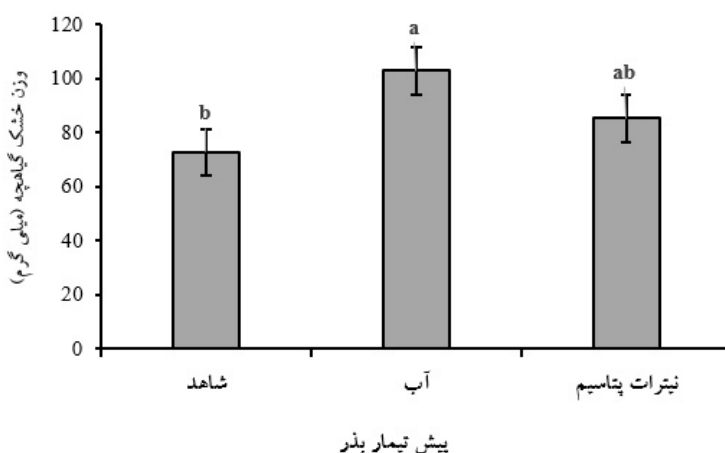
منبع تغییر		درجه آزادی		میانگین مربعات	
پیش تیمار	پتانسیل ماتریک	پیش تیمار×پتانسیل ماتریک	خطا	ضریب تغییرات (درصد)	
۲	۴	۸	۴۵	۲۱/۸۸	۲۱/۸۲
۱۳۴۴/۱۴**	۲۳۳۱۹/۰۶**	۴۴۵/۲۶*	۲۵۴/۳۳	۶۵۷۱ ^{NS}	۶۰/۳۳
۶۹۱۷/۰۸*	۱۴۹۲۱۶/۴۸**	۳۱۰۴/۷۷ ^{NS}	۱۹۵۴/۹۲	۵۷/۴۳ ^{NS}	۵۷/۴۷ ^{NS}
۳۸۱۲/۹۰**	۲۵/۲۶ ^{NS}	۲۱/۸۲	۲۶/۹۸	۲۸/۰۱	۲۸/۰۱

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ NS غیر معنی دار

جدول ۳- مقایسه میانگین‌ها در مورد اثر پیش تیمار بر درصد جوانه‌زنی بذر بامیه در شرایط تنش خشکی.

پیش تیمار بذر		پتانسیل ماتریک (MPa)	
پیش تیمار آب	پیش تیمار نیترات	بدون پیش تیمار (شاهد)	پتانسیل
۹۴/۳ ^a	۷۳/۳ ^c	۸۶/۷ ^b	صفر
۶۸/۰ ^d	۵۸/۷ ^d	۳۲/۷ ^{ef}	-۰/۳
۳۲/۷ ^{ef}	۲۴/۰ ^e	-	-۰/۶
۹/۳ ^g	-	-	-۰/۹
-	-	-	-۱/۲

بر اساس آزمون دانکن حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌داری (در سطح احتمال پنج درصد) می‌باشد



شکل ۱- تأثیر پیش تیمار بر وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) حاصل از جوانه‌زنی بذر بامیه بر اساس آزمون دانکن، حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار (در سطح احتمال پنج درصد) می‌باشد

جدول ۴- تأثیر پتانسیل ماتریک بر برخی خصوصیات جوانه‌زنی بامیه

پتانسیل ماتریک (MPa)	وزن خشک گیاهچه (mg)	طول ساقه‌چه (mm)	طول ریشه‌چه (mm)
صفر	۱۹۰/۲a	۳۴/۲a	۴۱/۲a
-۰/۳	۱۷۹/۹a	۱۲/۷b	۲۱/۸b
-۰/۶	۴۸/۳b	۲/۴c	۹/۴c
-۰/۹	۹/۹bc	-/۲۲c	۲/۸d
-۱/۲	-	-	-

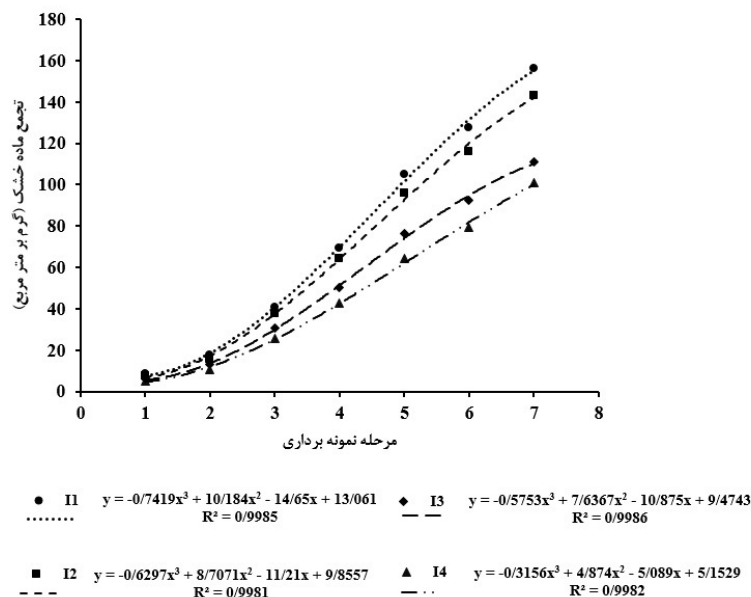
بر اساس آزمون دانکن، حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار (در سطح احتمال پنج درصد) می‌باشد

گلیکول اثر سمی بر بذره‌های بامیه نداشت، چرا که با حذف پلی‌اتیلن گلیکول، تمامی بذور جوانه زدند. نتایج سایر تحقیقات نشان داده است که مولکول‌های پلی اتیلن گلیکول وارد بذور نمی‌شوند (مهرا و همکاران، ۲۰۰۳).

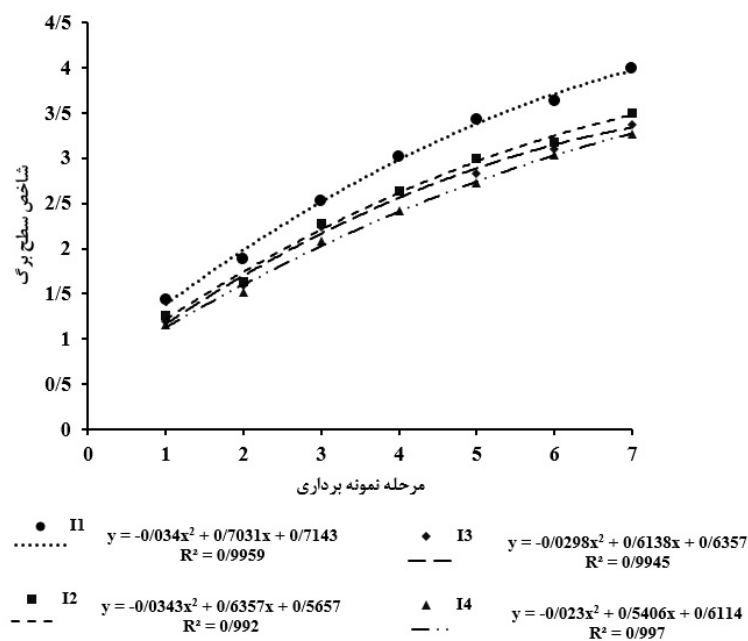
شاخص‌های رشد

تغییرات تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ در کلیه سطوح آبیاری از روند مشابهی تبعیت کرد. در کلیه سطوح آبیاری، با افزایش رشد بامیه میزان تجمع ماده خشک و سطح برگ نیز افزایش یافت (شکل ۲ و ۳). بیشترین و کمترین تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ بامیه به ترتیب در فواصل آبیاری ۷۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر مشاهده شد. در مراحل اولیه رشد، اختلاف بین سطوح آبیاری از نظر شاخص‌های DMA و LAI کم بود ولی با بیشتر شدن عمر گیاه، اختلاف سطوح مختلف آبیاری از نظر شاخص‌های رشد بیشتر شد. به‌طور کلی، تنش خشکی با کاهش شاخص‌های رشد بامیه همراه بود (شکل ۲ و ۳) به‌طوری که با افزایش فاصله آبیاری از ۷۰ به ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر جمعی از تشت تبخیر، شاخص سطح برگ به ترتیب ۱۲/۲، ۱۶ و ۱۹ درصد و تجمع ماده خشک ۹، ۲۷/۶ و ۳۷/۵ درصد کاهش پیدا کردند (جدول ۵).

آماده‌سازی، عملکرد بذر در طول جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه را بهبود بخشید. در چغندر قند نتایج مشابهی در مورد بهبود جوانه‌زنی در شرایط تنش با اعمال پیش‌ تیمار بذر گزارش شده است (تورتون و پاول، ۱۹۹۲). از طرف دیگر، پیش‌ تیمار بذر بامیه با آب نتایج بهتری نسبت به پیش‌ تیمار با نیترات پتاسیم داشت. این برتری می‌تواند به این دلیل باشد که بذرها در آب به مدت بیشتری در مقایسه با نیترات پتاسیم قرار گرفتند (کاسیرو و همکاران، ۲۰۰۴). در این مورد مشاهده شد که عملکرد جوانه‌زنی آفتابگردان با افزایش مدت پیش‌ تیمار بهبود یافت (آکینولا و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به اینکه در تحقیق حاضر اثرات مثبت نیترات پتاسیم بر جوانه‌زنی بذر بامیه در شرایط تنش خشکی مشاهده شد، می‌توان نتیجه گرفت که تجمع نیترات پتاسیم در جنین در طول آماده‌سازی بذر، بر جنین اثر سمی ندارد (دمیر و همکاران، ۱۹۹۹) و مانعی برای جوانه‌زنی آن محسوب نمی‌شود. درصد جوانه‌زنی کمتر بذور در پتانسیل‌های آبی برابر، نشان می‌دهد که پلی اتیلن گلیکول (به‌عنوان شبیه‌ساز تنش خشکی) باعث کاهش جوانه‌زنی بذر بامیه شد که این نتایج با یافته‌های به دست آمده در نخود (موریلو-آمدور و همکاران، ۲۰۰۲) و هندوانه (دمیر و همکاران، ۱۹۹۹) همخوانی دارد. در این گیاهان مشاهده شد که تنش‌های خشکی می‌تواند با کاهش جذب آب، جوانه‌زنی را کاهش دهد. نتایج همچنین نشان داد که پلی اتیلن



شکل ۲- روند تغییرات تجمع ماده خشک (گرم) بامیه در مراحل مختلف رشد تحت فواصل مختلف آبیاری



شکل ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ بامیه در مراحل مختلف رشد تحت فواصل مختلف آبیاری

جدول ۵- تأثیر فاصله آبیاری بر میانگین شاخص‌های رشد بامیه در طول دوره رشد

فاصله آبیاری	شاخص سطح برگ	تجمع ماده خشک (گرم بر متر مربع)
I ₁	۲/۸۵ ^d	۷۵/۰ ^a
I ₂	۲/۵ ^d	۶۸/۳ ^b
I ₃	۲/۴ ^{bc}	۵۴/۳ ^c
I ₄	۲/۳ ^c	۴۶/۹ ^d

I₁, I₂, I₃ و I₄ به ترتیب آبیاری پس از زمان لازم برای تخمیر ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تخمیر جمعی از تست تخمیر بر اساس آزمون دانکن، حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی-دار (در سطح احتمال پنج درصد) می‌باشد

جدول ۶- تجزیه واریانس عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد میوه بامیه در چین اول در فواصل مختلف آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ارتفاع بوته	تعداد میوه در بوته	وزن تک میوه
تکرار	۲	۱۲/۵۲ ^{NS}	۱/۲۷ ^{NS}	۰/۰۳ ^{NS}
آبیاری	۳	۲۰۰/۱۰ ^{**}	۱۳/۴۱ ^{**}	۶/۹ ^{NS}
خطا	۶	۱۳/۰۴	۳/۶۹	۲/۴۲
ضریب تغییرات (%)		۳/۵۵	۱۹/۵۳	۱۹/۱۷
				۲/۷۹
				۳/۱۳

جدول ۷- مقایسه میانگین در مورد اثر فواصل آبیاری بر عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد میوه بامیه در چین اول

فاصله آبیاری	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد میوه در بوته	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
I ₁	۱۱۳/۱a	۲۱/۱۹a	۳۷۰۴a	۵۴۶۸a
I ₂	۱۰۱/۲b	۱۶/۸۴b	۳۳۸۱b	۴۸۵۲b
I ₃	۹۲/۲c	۱۱/۹۴c	۲۷۴۰c	۳۹۲۴c
I ₄	۸۰/۶d	۷/۳۷d	۲۳۳۱d	۳۳۴۱d

I₁, I₂, I₃ و I₄ به ترتیب آبیاری بعد از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر؛ بر اساس آزمون دانکن حروف متفاوت در هر

ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

عملکرد و اجزاء عملکرد بامیه

نتایج نشان داد که اثر فاصل آبیاری بر عملکرد بیولوژیکی و عملکرد بامیه و هم چنین صفات مرتبط با عملکرد بامیه شامل ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته، ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی دار بود ولی بر وزن تک میوه اثر معنی داری نداشت (در سطح یک درصد) (جدول ۶). با افزایش فاصله آبیاری کلیه صفات مورد نظر کاهش داشتند، به طوری که بیشترین عملکرد میوه بامیه در سطح اول آبیاری ۷۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر بود که به ترتیب ۹، ۲۸ و ۳۹ درصد بیشتر از سطوح دوم، سوم و چهارم آبیاری شد (جدول ۷). فاصله آبیاری بر وزن تک میوه (در سطح یک درصد) تأثیر معنی داری نداشت که نشان می دهد عملکرد میوه بامیه بر اساس تعداد میوه در واحد سطح (تعداد میوه در بوته) تعیین می شود.

عملکرد میوه بامیه تحت تأثیر تنش خشکی ناشی از کاهش تعداد میوه در بوته (و نه وزن میوه) بود (جدول ۶ و ۷). بر این اساس، می توان نتیجه گرفت که بامیه تولید زایشی خود را بر مبنای تعداد مخزن (تعداد میوه) و نه ظرفیت مخزن (اندازه میوه) تعیین می کند. در نهایت می توان کاهش عملکرد بامیه تحت شرایط افزایش فاصله آبیاری را به کاهش میوه در بوته که خود ناشی از کاهش رشد (نمود یافته در تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک) بود، نسبت داد. برای تولید مطلوب در بامیه نیاز است که گیاه در طی مراحل رشد و تولید میوه با کمبود آب مواجه نشود. بر این اساس، آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر به عنوان برنامه آبیاری مناسب برای بامیه قابل توصیه می باشد.

نتیجه گیری

کاهش عملکرد میوه بامیه با افزایش دور آبیاری از سطح اول (آبیاری بر اساس زمان لازم برای ۷۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر) به سطح دوم (آبیاری بر اساس زمان لازم برای ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر)، سوم

گزارش شده است که با در شرایط تنش خشکی فراهمی مواد فتوسنتزی کاهش می یابد و در نتیجه رشد (تجمع ماده خشک، شکل ۲) و توانایی گیاه برای تولید نیز کاهش پیدا می کند (اسکندری، ۱۳۸۸). این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. از طرف دیگر، کاهش

دوم (آبیاری بر اساس زمان لازم برای ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) نسبت به سطح اول چشمگیر نبود، این امکان وجود دارد که در شرایط کمبود آب در دسترس بتوان سطح دوم را نیز به‌عنوان دور مناسب آبیاری بامیه توصیه نمود. از آنجا که این موضوع تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله مسائل اقتصادی قرار دارد، نیاز است امکان افزایش فاصله آبیاری با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

(آبیاری بر اساس زمان لازم برای ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) و چهارم آبیاری (آبیاری بر اساس زمان لازم برای ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) به ترتیب حدود ۲۶، ۳۱ و ۳۱ درصد کاهش یافت. بر این اساس، از این پژوهش نتیجه گرفته می‌شود که در صورت دسترسی کافی به منابع آب، بهترین برنامه آبیاری برای دستیابی به بالاترین عملکرد بامیه، آبیاری بر اساس زمان لازم برای ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر است. با این حال، با توجه به اینکه میزان کاهش عملکرد میوه بامیه در سطح

فهرست منابع

۱. اسکندری، ح. ۱۳۸۸. تأثیر آبیاری محدود بر صفات زراعی فیزیولوژیک و کیفیت محصول ارقام کنجد. پیام نامه دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.
۲. ترابیان، ع.، و، ر، صفاری و ع.، ا، مقصودی مود. ۱۳۹۴. تأثیر آبیاری با پساب بر عملکرد و کیفیت بامیه. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. شماره ۱۵: ۳۷-۴۵.
۳. ریاضی، ا. و شریف‌زاده، ف. ۱۳۸۸. اریابی جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده ارزن در پاسخ به دمای پایین. علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ۴۰. شماره ۲: ۵۳-۶۶.
۴. عزیزی، م. و م، چهارزی. ۱۳۹۰. اثر پرایمینگ بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بامیه. مجموعه مقالات هفتمین همایش ملی علوم باغبانی، اصفهان، ایران.
۵. کوچکی، ع.، ا، زند، م، بنایان اول، پ، رضوانی مقدم، ع، دامغانی، م، جامی الاحمدی. و س. ر، وصال. ۱۳۸۴. اکوفیزیولوژی گیاهی (جلد اول، ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۶. میری، خ. ۱۳۸۵. اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد بامیه در ایران‌شهر. نهال و بذر. جلد ۲۲. شماره ۳: ۳۶۹-۳۷۹.
۷. یاری، پ.، ا، ح، کشتکار. و ع، سپهری. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر تنش رطوبتی بر رشد و عملکرد گلرنگ بهاره. فناوری تولیدات گیاهی. شماره ۲: ۱۱۷-۱۰۱.
8. Abd El-Kader, A.A., S.M. Shaaban and M.S. Abd El-Fattah. 2010. Effect of irrigation levels and organic compost on okra plants (*Abelmoschus esculentus* L.) grown in sandy calcareous soil. *Agric. Biol. J. North Am.* 1 (3): 225-231.
9. Adekiya, A.O., T.M. Agbede., C.M. Aboyeji and O. Dunsin. 2017. Response of okra and soil properties to different mulch materials in different cropping seasons. *Sci. Hort.* 217: 209-216.
10. Akinola, J.O., A. Larbi., G. O. Farinu and A. A. Odunsi. 2000. Seed treatment methods and duration effects on germination of wild sunflower. *Exp. Agric.* 36: 63-69.
11. Altaf, R., Hussain, K. and Maryam, U. 2015. Effect of different levels of drought on growth, morphology and photosynthetic pigments of lady finger. *World. J. Agric. Sci.* 11(4), 198-201.
12. Anyaoha, C.O., U. Orkpeh and T.A. Fariyike. 2015. The effects of drought stress on flowering and fruit formation of five okra genotypes in south-west Nigeria. *Continental. J. Agric. Sci.* 9: 28-33.

13. Baghizadeh, A., M. Ghorbanli., H.M. Rezaie and H. Mozafari. 2009. Evaluation of interaction effect of drought stress with ascorbate and salicylic acid on some of physiological and biochemical parameters in okra. *Res. J. Biol. Sci.* 4(4): 380-387.
14. Caseiro, R., M. A. Bennett and J. Marcos-Filho. 2004. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. *Seed. Sci. Technol.* 32: 365-375.
15. Demir, I and H. A. Van De Venter. 1999. The effect of priming treatments on the performance of watermelon (*Citrillus lanatus*) seeds under temperature and osmotic stress. *Seed. Sci. Technol.* 27: 871-875.
16. Farinde, A.J., O.K. Owolarafe and O.I. Ogungbemi. 2007. An overview of production, processing, marketing and utilization of okra in Egbedore Local Government Area of Osun State, Nigeria. *Int. J. Agric. Eng* 7: 1-17.
17. Ghannad, M., H. Madani and H.H. Darvishi. 2014. Responses of okra crop to sowing time, irrigation interval and sowing methods in Shahrood region. *Int. J. Agric. Crop. Sci.* 7 (10): 676-682.
18. Ghassemi-Golezani, K and R. A. Mardfar. 2008. Effects of limited irrigation on growth and grain yield of common bean. *J. Plant. Sci.* 3: 230-235.
19. Hessini, K., J. Pablo Martinez, M. Gandour, A. Albouchi, A. Soltani and C. Abdelly, 2009. Effect of water stress on growth, osmotic adjustment, cell wall elasticity and water-use efficiency in *Spartina alterniflora*. *Environ. Exp. Bot.*, 67: 312-319.
20. ISTA. 2003. International Seed Testing Association, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd ed.
21. Jeffries, R.A. and D. K. Mackerron. 2008. Response of potato genotypes to drought. 2. Leaf area index, growth and yield. *Annual. Applied. Bio.* 122: 105-112.
22. Kennan, V and C. Gencoglan. 2004. The effect of water deficit on yield and yield components of sugar beet. *Turkish. J. Agric. Forest.* 28: 163-172.
23. Kusvuran, S. 2012. Influence of drought stress on growth ion accumulation and antioxidative enzymes in okra genotypes. *Int. J. Agric. Biol.* 14: 401-406.
24. Mehra, V., J. Tripathi and A. A. Powel. 2003. Aerated hydration treatment improves the response of *Brassica juncea* and *Brassica campestris* seeds to stress during germination. *Seed. Sci. Technol.* 31: 57-70.
25. Michel, B. E and M. R. Kaufman. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol carbowax 6000 compared with mannitol as a suppressant of cucumber hypocotyls elongation. *Plant. physiol.* 45: 507 - 509.
26. Murillo-Amador, B., R. Lopez-Aguilar., C. Kaya., J. Larrinaga-Mayoral and A. Flores-Hernandez, A. 2002. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *J. Agron. Crop. Sci.* 188: 235-247.
27. Nakaune, M., A. Hanada., Y. G. Yin., C. Matsukura., S. Yamaguchi and H. Ezura. 2012. Molecular and physiological dissection of enhanced seed germination using short-term low-concentration salt seed priming in tomato. *Plant. Physiol. Biochem.* 52: 28-37.
28. Pravisya, P and K.M. Jayaram. 2015. Priming of okra seeds with liquid phosphobacterium: an approach to mitigate drought stress. *Tropic. Plant. Res.* 2(3): 276-281.
29. Raahman, I, S. Ali., I. Rahman., M. Adnan., M. Ibrahim., N. Saleem and A. Khan. 2016. Effect of seed priming on growth parameters of okra. *Applied. Biol.* 5: 165-171.
30. Rajpar, I., Y. M. Khanif and A. A. Memon. 2006. Effect of seed priming on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under non-saline conditions. *Int. J. Agric. Res.* 1: 259-264.
31. Sankar, B., C. Abdul Jaleel, P. Manivannan, A. Kishorekumar, R. Somasundaram and R. Panneerselvan, 2007. Drought-induced biochemical modifications and proline metabolism in *Abelmoschus Esculentus* (L.) Moench. *Acta. Bot. Croatica*, 66: 43-56.

32. Sharma, A.D., S.V.S. Rathore., K. Srinivasan and R.K. Tyagi. 2014. Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield in okra. *Sci. Hort.* 165: 75-81.
33. Stone, P.J., D. R. Wilson., P. Jamieson and R. N. Gillespie. 2001. Water deficit effects on corn: Canopy development. *J. Agron.* 52: 115-126.
34. Thornton, J.M. and A. A. Powell. 1992. Short term aerated hydration for the improved of seed quality on *Brassica oleracea*. *Seed. Sci. Res.* 2: 41-49.