مقاله پژوهشی

اثر سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر برخی صفات فیزیولوژیک و رشدی گیاه لمون-گراس (*Cymbopogon citratus*)

غلامرضا نظرنژاد[۱]، محمودرضا تدین[۱*]، عبدالرزاق دانش شهرکی[۱]، عبدالحمید حاجبی[۲]

[۱] گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۲] مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، هرمزگان، ایران

(تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۱۲/۰۱، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۳/۱۷)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و تاریخ کاشت بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیک و رشد گیاه لمون‌گراس (*Cymbopogon citratus*)، آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های یک بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار، با سطوح مختلف آبیاری شامل (۱۰۰٪ آبیاری کامل به‌عنوان شاهد، ۷۵ و ۵۰ ٪ آبیاری کامل) و سه سطح تاریخ کاشت شامل ۲۰ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۱۰ خردادماه در منطقه رهدار رودان در استان هرمزگان در سال ۱۳۹۹ اجرا شد. در این پژوهش شاخص‌های رشد شامل LAI (شاخص سطح برگ)، CGR (سرعت رشد محصول)، NAR (سرعت جذب خالص)، LAD (دوام سطح برگ)، ارتفاع بوته، عملکرد تر و خشک بوته به‌همراه میزان کلروفیل a، کلروفیلb، کلروفیل کل، کاروتنوئیدها، کربوهیدرات محلول و پرولین مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج پژوهش نشان داد تیمار سطوح مختلف آبیاری بر روی تمامی صفات مورد مطالعه در سطح ۱ ٪ معنی‌دار بوده است. هم‌چنین تیمارهای تاریخ کاشت بر روی کلروفیل کل، کاروتنوئیدها، کلروفیل a و کلروفیل b، کربوهیدرات محلول و پرولین معنی‌دار شده ولی تأثیری بر ارتفاع بوته، عملکرد تر و خشک بوته نداشته است. از طرفی برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت باعث تغییر معنی‌دار صفات کلروفیل کل، کاروتنوئیدها، کلروفیل a و کربوهیدرات محلول شده است. تیمار خشکی ۵۰ ٪ باعث کاهش سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص و دوام سطح برگ لمون‌گراس شد؛ ولی تیمارهای تاریخ کاشت تأثیری بر صفات فیزیولوژیکی گیاه لمون‌گراس نداشتند. از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که لمون‌گراس گیاهی است که نسبت به تنش ملایم مقاوم ولی نسبت به تنش شدید حساس است.

کلمات کلیدی: ارتفاع بوته، تنش کم‌آبی، سرعت جذب خالص، گیاه صنعتی

مقدمه

لمون‌گراس (*Cymbopogon citratus*)، گیاهی چندساله از خانواده *Poaceae* و از جنس Cymbopogon است که معمولاً در مناطق گرمسیری و استوایی رشد می‌کند (Punam *et al.*, 2012). این گیاه در هند، برزیل، کنگو، تانزانیا، تایلند، بنگلادش، ماداگاسکار، گواتمالا، چین کشت می‌شود (Baby *et al.*, 2016). همچنین در آمریکای جنوبی، استرالیا، اروپا و آمریکای شمالی و در تمام مناطقی که تا ارتفاع ۴۲۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارند توسعه پیدا کرده است (Manzoor *et al.*, 2013). لمون گراس گیاهی بلند با برگ‌های راه‌راه و با

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mrtadayon@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

لبه‌های ناهموار است. به خاطر رایحه دودی، شیرین، علفی و لیمویی‌اش شناخته شده است. این گیاه دارای ویژگی آرام بخش است. در هند از آن به‌عنوان آرام‌بخش برای سیستم عصبی مرکزی و از شاخساره آن به‌عنوان علوفه استفاده می‌کنند (Lizana *et al*., 2006).

زیست‌توده گیاه لمون‌گراس برای استخراج اسانس، به‌عنوان محصولی طبیعی با کاربرد گسترده در صنایع غذایی، دارویی، عطرسازی، مواد آرایشی و سموم دفع‌آفات سازگار با محیط زیست، بخار، تقطیر و استفاده می‌شود (Jogalah *et al*., 2012). در برخی منابع برای لمون‌گراس ویژگی‌های دارویی مختلفی از جمله ضدآمیب، ضدباکتری، ضداسهال، ضدفیلاریا، ضدقارچ و ضدالتهاب گزارش شده است (Karkala and Bhushan, 2014). چای لمون‌گراس ضداضطراب و بیماری‌های تنفسی را بهبود می‌بخشد، هم‌چنین از اسانس آن در تولید دهان‌شویه‌های مختلف استفاده می‌شود (De Lima *et al*., 2020).

خشکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد تنش غیرزیستی است که رشد و بهره‌وری گیاهان را در سطح جهانی محدود می‌کند (Michaletti *et al*., 2018). گیاهان به‌دلیل بی‌تحرکی نمی‌توانند از تنش خشکی فرار کنند و رشد و عملکرد آن‌ها تحت تأثیر شرایط خشکی محیط قرار می‌گیرد (Lanari *et al*., 2018). با افزایش گرم‌شدن کره زمین و پراکنش نامنظم بارش‌ها، نسبت زمین‌های در معرض خشک‌سالی دائماً در سرتاسر کره خاکی رو به افزایش است. خشک‌سالی معمولاً به دوره‌های طولانی مدت کاهش بارندگی نسبت به میانگین زمانی گفته می‌شود که همراه با اتلاف مداوم آب در اثر تبخیر یا تعرق در محیط بوده و میزان دسترسی گیاهان به آب کاهش می‌یابد (Mishra and Cherkauer, 2010).

با تنش آبی، صفات مرتبط با رشد قسمت‌های ریشه‌ای و هوایی گیاه مانند سطح برگ، ارتفاع بوته و میزان ماده خشک و تر گیاهان به‌شدت کاهش می‌یابد و منجر به کاهش شدید رشد، عملکرد و کیفیت محصول تولیدی گیاهان زراعی می‌شود (Moinuddin *et al*., 2012). گیاهان در معرض تنش خشکی مقادیر بیشتری از متابولیت‌های ثانویه را در بافت‌های خود تولید می‌کنند (Selmar, 2008). و روش‌های متفاوتی را برای مقابله با تنش خشکی از طریق واکنش‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ایجاد می‌کنند. اولین تغییر قابل مشاهده تنش، تأثیر بر زیست‌توده گیاه است که درنتیجه عملکرد گیاهان را محدود می‌کند (احسان‌زاده و نوری، ۱۳۸۶).

کمبود آب در گیاه، فشار عادی آماس سلولی را مختل می‌کند و کاهش تورژسانس مانع رشد و بزرگ‌شدن سلول شده که کاهش سطح برگ را به‌همراه داشته و درنهایت باعث کاهش رشد گیاه می‌شود (Jogalah *et al*., 2012).

Baher و همکاران (۲۰۰۲) عنوان داشتند وزن خشک و تر مریم‌گلی تحت کمبود شدید آب به‌ترتیب ۷۴ و ۲۶ ٪ کاهش یافت. همچنین کاهش در ارتفاع بوته و وزن تر و خشک مرزه نیز گزارش شده است. تحت تنش شدید آب، ارتفاع ساقه ۳۱ ٪ و تجمع وزن تر و توده خشک به‌ترتیب ۵۰ و ۵۵ ٪ کاهش یافت. همچنین تنش خشکی متوسط و شدید وزن خشک ریشه را در ذرت به‌ترتیب به میزان ۴/۸ و ۹/۷ ٪ نسبت به تیمار شاهد کاهش دادند (آفرینش و همکاران، ۱۳۹۴).

از آنجا که گیاه لمون‌گراس در چند سال اخیر وارد مناطق جنوبی کشور و به‌ویژه استان هرمزگان شده و در سطح محدود، اما رو به توسعه اقدام به کاشت آن شده است، اطلاعات اندکی در زمینه نیازهای اکولوژیکی و به‌ویژه در وهله نخست تاریخ کاشت و نحوه سازگاری و تحمل آن به تنش‌های محیطی به‌ویژه خشکی در کشور وجود دارد و از آنجا که احتمالاً این گیاه می‌تواند در شرایط جنوب کشور استقرار یابد؛ هدف از انجام این پژوهش، مطالعه و بررسی بهترین تاریخ کاشت و واکنش گیاه لمون‌گراس به تنش خشکی و تعیین دامنه تحمل این گیاه به تنش خشکی بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر صفات فیزیولوژیک، رشد و عملکرد گیاه لمون گراس (*Cymbopogon citratus*) به‌صورت کرت‌های یک بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

جدول ۱- نتایج آنالیز خاک

نام نمونه	عمق	هدایت الکتریکی dS/M	واکنش گل اشباع pH	کربن آلی %	فسفر قابل جذب mg/kg	پتاسیم قابل جذب mg/kg	شن	لای	رس
خاک	۰-۳۰	۱/۲۸۱	۸/۱۷	۰/۳۷۸	۱۷/۱۸	۲۳۶/۰	۵۸	۳۰	۱۲

تکرار و شامل سطوح مختلف آبیاری شامل (۱۰۰٪ آبیاری کامل به‌عنوان شاهد، ۷۵ و ۵۰٪ آبیاری کامل) و سه سطح تاریخ کاشت شامل: ۲۰ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۱۰ خرداد ماه ۱۳۹۹ در منطقه رهدار رودان در استان هرمزگان با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۹ دقیقه و عرض ۲۷ درجه و ۴۰ دقیقه و با ارتفاع ۵۶۵ متر از سطح دریا اجرا شد.

سطوح مختلف آبیاری (۱۰۰٪ آبیاری کامل کامل به‌عنوان شاهد، ۷۵ و ۵۰٪ آبیاری کامل) در کرت‌های اصلی و سه سطح تاریخ کاشت (۲۰ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۱۰ خردادماه) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نمونه‌ای از خاک مزرعه جهت تعیین بافت خاک، هدایت الکتریکی، pH و درصد عناصر غذایی به آزمایشگاه ارسال شد و براساس نتایج آزمایش کوددهی انجام گرفت (جدول ۱). سپس زمین مورد نظر در اول بهار شخم زده شد و پس از تسطیح، کرت‌ها در ابعاد ۶×۶ متر آماده کشت شدند. جهت کاشت گیاه به‌دلیل امکان رشد از طریق اندام‌های رویشی، از روش تقسیم و کاشت پنجه استفاده شد. پنجه‌های قطع‌شده از گیاه بالغ به طول ۱۰ سانتی‌متر از مزارع منطقه به تعداد کافی تهیه و در سه تاریخ کاشت متفاوت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۱۰۰سانتی‌متر فاصله بین ردیف دست کاشت شدند.

آبیاری تا مرحله دو برگی (BBCH۱۲) مطابق با نیاز آبی گیاه انجام گرفت و اعمال تیمارهای تنش خشکی از مرحله سه برگی (BBCH۱۳) شروع شد. به‌منظور تعیین زمان آبیاری، رطوبت خاک با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج مدل SM300 ساخت شرکت Delta-T انگلیس به‌صورت روزانه سنجش شد. با استفاده از این دستگاه میزان رطوبت خاک، تعقیب و زمان رسیدن به حد پایینی رطوبت سهل‌الوصول (θ_{MAD}) از رابطه ۱ فرشی و همکاران (۱۳۸۲) و عمق آب آبیاری براساس کمبود رطوبت خاک مطابق با رابطه ۲ فرشی و همکاران (۱۳۸۲) محاسبه و اعمال شد. تیمارهای ۷۵ و ۵۰٪ به‌ترتیب به میزان ۷۵ و ۵۰٪ آب مصرفی تیمار شاهد آب دریافت کردند.

رابطه ۱

$$\theta_{MAD} = \theta_{FC} - (\theta_{FC} - \theta_{PWP}).MAD$$

رابطه ۲

$$d = (\theta_{FC} - \theta_{Soil}).D$$
$$V = d \times A \times 1000$$

در این روابط θ_{FC} رطوبت حجمی در ظرفیت زراعی مزرعه (m/m)، θ_{PWP} رطوبت حجمی در نقطه پژمردگی دائم (m/m)، MAD ضریب تخلیه مجاز (-)، d عمق آب مورد نیاز (m)، D عمق مؤثر ریشه گیاه (m)، θ_{soil} رطوبت خاک پیش از آبیاری (m/m)، A سطح کرت (m^2)، V حجم آب آبیاری (L) است.

دو هفته بعد از اعمال سطوح مختلف آبیاری و به فاصله هر چهار هفته یکبار، تعداد چهار بوته از هر کرت به شکل تصادفی و رعایت اثر حاشیه‌ای جدا شده، ارتفاع بوته‌ها توسط متر اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری و پس از برداشت گیاه، وزن تر کل بوته توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شدند، بوته‌ها بلافاصله درون کیسه‌های پلاستیکی برچسب‌دار ریخته شد و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه برگ‌های هر بوته با دقت جدا، وزن و شمارش شدند سطح برگ پس از عکس‌برداری از برگ‌ها با نرم‌افزار Digimizer محاسبه و شاخص سطح برگ از تقسیم سطح برگ به‌دست آمده به سطح زمین اشغال‌شده، محاسبه شدند (گاردنر و میشل، ۱۳۸۶). به‌منظور بررسی چگونگی تغییرات وزن خشک در گیاه، برگ‌ها و سایر اجزای مختلف گیاه به‌طور جداگانه در پاکت مقوایی اتیکت‌دار ریخته و به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

گرفتند تا نمونه‌ها خشک شوند (Wright *et al.*, 1996). پس از آن، وزن خشک برگ و سایر اجزای گیاه با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و یاداشت‌برداری شدند. علاوه بر آن در مرحله آخر نمونه‌برداری، ۱۰۰گرم از بافت تازه برگ گیاه به آزمایشگاه منتقل و میزان رنگیزه‌ها شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها اندازه‌گیری شدند.

به‌منظور اندازه‌گیری غلظت کلروفیل برگ (رابطه‌های ۳ و ۴) از روش پیشنهادی Wellburn (۱۹۹۴) و برای کاروتنوئیدهای برگ (رابطه ۵) از روش پیشنهادی نصیبی (۱۳۸۲)، استفاده شد. بدین صورت که ۰/۲۵ گرم از بافت تازه برگ را که با مقداری نیتروژن مایع در یک هاون چینی به‌طور همگن ساییده شد، سپس توزین و با مقدار ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ مخلوط شد. سپس مخلوط حاصل در فالکون قرار داده و به‌مدت ۲۰ دقیقه به‌شدت هم‌زده شد و سپس از کاغذ صافی واتمن عبور داده و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر شدت جذب محلول در طول موج‌های ۴۸۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت و مقدار کلروفیل a، b و کاروتنوئید با استفاده از روابط زیر محاسبه شد.

رابطه ۳

$$Chl\ a= [12.7\ (D_{663}) - 2.59\ (D_{645})]\times[V/W\times1000]$$

رابطه ۴

$$Chl\ b = [22.9\ (D_{645}) - 4.69\ (D_{663})]\times[V/W\times1000]$$

رابطه ۵

$$Car = (1000\ D480 - 1.8\ Chl\ a - 85/02\ Chl\ b)/1$$

در روابط فوق D_{663} مقدار جذب نوری در طول‌موج ۶۶۳ نانومتر، D_{645} مقدار جذب نوری در طول‌موج ۶۴۵ نانومتر، D_{480} مقدار جذب نوری در طول‌موج ۴۸۰ نانومتر، V حجم نهایی نمونه، W وزن نمونه تازه برگ برحسب گرم است.

جهت اندازه‌گیری پرولین ابتدا ۰/۱گرم از نمونه برگ به همراه ۱۰ میلی‌لیتر اسید ۵-سولفو سالیسیلیک ۳ درصد در هاون کوبیده و در ۴۰۰۰ دور به‌مدت ۱۰ دقیقه ساتریفیوژ شد. سپس به ۲ میلی‌لیتر از این محلول، ۲ میلی‌لیتر اسید گلاسیال استیک و ۲ میلی‌لیتر اسید نین‌هیدرین اضافه و به‌مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شد. ۴ میلی‌لیتر تولوئن به این نمونه اضافه و درنهایت میزان جذب نوری در ۵۲۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. میزان پرولین استخراجی براساس میکرومول بر گرم از جدول استاندارد بدست آمد (Bates *et al.*, 1973).

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول برگ با استفاده از فنل و اسید سولفوریک میزان نور جذبی در طول‌موج ۴۸۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. در این روش در ابتدا ۱۰۰ میلی‌گرم از بافت آسیاب شده گیاه را وزن نموده و به آن ۲۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر اضافه شد. این عصاره به‌مدت ۶۰ دقیقه در حمام آب جوش (بن‌ماری) قرار داده شد. پس از آن عصاره با سانتریفوژ صاف شده و حجم نهایی محلول باقیمانده به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. ۲ میلی‌لیتر از این عصاره را درون یک لوله آزمایش ریخته و به آن ۱ میلی‌لیتر فنول ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ افزوده شد، سپس به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر طول‌موج ۴۸۵ نانومتر خوانده شد. درنهایت میزان کربوهیدرات استخراجی براساس جدول استاندارد بدست آمد (Kochert, 1978).

برای اندازه-گیری شاخص سطح برگ (LAI) و سرعت رشد محصول (CGR) از روش Imam و Niknejad (۲۰۱۱)، سرعت جذب خالص (NAR) از روش گاردنر و میشل (۱۳۸۶) و دوام سطح برگ (LAD) از روش Sobhani و Hamidi (۲۰۱۴) استفاده شد.

رابطه ۶

$$LAI = LA / GA$$

رابطه ۷

$$CGR = DW_F - DW_P / GA(T_F - T_P)$$

رابطه ۸

$$NAR = CGR / LAI$$

رابطه ۹

$$LAD = (LAI_1+LAI_2)(t_2-t_1)/2$$

که در معادلات فوق LA سطح برگ، t زمان، W وزن گیاه (ماده خشک)، t_1 زمان اولیه، t_2 زمان ثانویه، Dw تغییرات وزن گیاه در فاصله زمانی t_1 و t_2، LAI_1 شاخص سطح برگ اولیه، LAI_2 شاخص سطح برگ ثانویه، DWf وزن خشک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

نهایی، DWp وزن خشک در مرحله قبل، GA سطح زمین اشغال‌شده توسط گیاه و Tf زمان مرحله پایانی است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9.1 و برای انجام مقایسات میانگین‌ها، از آزمون LSD در سطوح احتمال ۱ و ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) تیمارهای سطوح مختلف آبیاری بر تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده است. هم‌چنین تیمارهای تاریخ کاشت بر صفات کلروفیل کل، کاروتنوئیدها، کلروفیل a و کلروفیل b معنی‌دار شده، ولی تأثیری بر ارتفاع بوته، عملکرد تر و خشک بوته نداشته است. از طرفی برهم‌کنش سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت باعث معنی‌دارشدن صفات کلروفیل کل، کاروتنوئیدها و کلروفیل a شده است.

ارتفاع بوته: براساس نتایج جدول ۲ تجزیه واریانس داده-ها، اثر سطوح مختلف آبیاری و اثر برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و سطوح مختلف آبیاری بر ارتفاع بوته لمون‌گراس معنی‌دار نبوده است. براساس نتایج جدول ۳، بیشترین میزان ارتفاع بوته در تنش شاهد (۱۰۰٪) به میزان ۱۱۲/۱۱۱سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته در تنش کم آبیاری (۵۰٪) به میزان ۸۷/۷۷۸ سانتی‌متر بوده است از این‌رو، تنش ۵۰٪ آبیاری، باعث کاهش ۲۱٪ ارتفاع بوته لمون‌گراس شده است.

کاهش ارتفاع بوته لمون‌گراس با افزایش شدت تنش خشکی را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به‌علت کمی رطوبت خاک و کاهش تولید مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای تأمین بخش‌های در حال رشد گیاه و نهایتاً عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع بوته نسبت داد (برادران و همکاران، ۱۳۹۲). ارتفاع بوته وابسته به تعداد و طول گره است که با توجه به کاهش تعداد و طول گره در شرایط خشکی، از ارتفاع گیاه کاسته می‌شود (نباتی و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۹). نتایج نشان داده که تیمارهای کمبود آب باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه شده است.این نتایج با نتایج برخی از پژوهش‌های صورت گرفته بر روی گیاهان دیگر مطابقت دارد از جمله وزن خشک و تر در مریم‌گلی تحت کمبود شدید آب به‌ترتیب ۷۴ و ۲۶ درصد کاهش یافت. کاهش در ارتفاع بوته و همچنین وزن تر و خشک در مرزه نیز مشاهده شد. تحت تنش شدید، ارتفاع ساقه ۳۱ ٪ کاهش یافت و تجمع وزن تر و توده خشک به‌ترتیب ۵۰ و ۵۵ ٪ کاهش یافت (Baher *et al*., 2002).

نتایج بدست آمده از پژوهش Soleymani و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که آبیاری طبیعی، منجر به افزایش ارتفاع بوته در گیاه گلرنگ شده؛ اما در شرایط کم آبی، گیاه گلرنگ دارای کمترین ارتفاع بوته شده است (Omidi *et al*., 2012). Rabbani و Emam (۲۰۱۲) نیز کاهش ۱۰/۲ ٪ ارتفاع ذرت را در اثر تنش خشکی در مرحله رشد رویشی گزارش کردند. این نتایج با پژوهش‌های دیگر مانند کاهش ارتفاع بوته در هیبرید جدید ذرت (Hajibabayi and Azizi, 2013) و کاهش ارتفاع بوته برنج تحت تأثیر خشکی (Ahmadikhah and Marufinia, 2016) نیز مطابقت دارد.

عملکرد تر و خشک بوته: براساس نتایج جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سطوح مختلف آبیاری و اثر بر همکنش تیمارهای تاریخ کاشت و سطوح مختلف آبیاری بر روی عملکرد تر و خشک بوته لمون‌گراس معنی‌دار نبوده است. جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌ها اثر معنی‌داری تیمارهای تنش خشکی بر عملکرد تر و خشک بوته لمون‌گراس را در سطح ۱٪ نشان می‌دهد. براساس داده‌ها جدول ۳، بیشترین میزان عملکرد تر بوته در تیمار شاهد شاهد (۱۰۰٪) به میزان ۴۳۷۸۶/۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد تر بوته در تنش کم آبیاری (۵۰٪) به میزان ۳۶۵۷۳/۳ کیلوگرم در هکتار بوده است. هم‌چنین بیشترین میزان عملکرد خشک بوته در تیمار آبیاری شاهد (۱۰۰٪) به میزان ۱۴۲۱۸/۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد خشک بوته در تنش کم آبیاری (۵۰٪) به میزان ۱۰۴۸۷/۹ کیلوگرم در هکتار بوده است. لذا تنش ۵۰ درصد آبیاری باعث کاهش ۱۶/۴۷٪ عملکرد تر و کاهش ۲۶/۲۳٪ عملکرد خشک بوته لمون‌گراس شده است. Zhao و همکاران (۲۰۰۶) در گزارشی عنوان داشتند وزن تازه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

جدول ۲- تجزیه واریانس داده‌ها اثر سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر صفات مورد بررسی گیاه لمون‌گراس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	عملکرد تر بوته	عملکرد خشک بوته	کلروفیل کل
تکرار (R)	۲	۲/۸ ns	۳۰۳۴۵/۹*	۱۶۳۸/۴*	۰/۲۵ns
خشکی (A)	۲	۱۳۶۴/۵**	۱۱۸۲۷۵۸/۹**	۳۲۳۷۵۱/۶**	۱۴۴۱۹۸/۰۰**
خطای (A)	۴	۱۴/۱	۲۴۷۰/۶	۹۹/۹	۰/۲۵
تاریخ کاشت (B)	۲	۱۹/۴ns	۱۲۶۵۳/۸ns	۱۵۹۳/۸ns	۱۰۴۹/۰۰**
اثر برهم‌کنش A×B	۴	۱۱/۸ns	۸۳۸۷/۰ns	۸۵۲/۰ ns	۲۳۶/۰۰**
خطای آزمایش	۱۲	۲۹/۰	۱۲۵۷۸/۹	۱۰۹۹/۲	۰/۲۰
ضریب تغییرات	C.V%	۵/۳	۲/۸	۲/۷	۰/۱

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ادامه جدول ۲-

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئیدها	کربوهیدرات محلول	پرولین
تکرار (R)	۲	۰/۰۰۴ns	۰/۳۴ns	۰/۸**	۰/۰۰۹ns	۰/۰۰۲ns
خشکی (A)	۲	۲۹۶۶/۲۰۰**	۴۲۹/۰۰**	۸۰۱۷۷۲۴۷۰/۰**	۳۱۸/۰۶۵**	۶۳/۸۵۴**
خطای (A)	۴	۰/۰۵۰	۰/۳۸	۰/۸	۰/۰۱۴	۰/۰۷۳
تاریخ کاشت (B)	۲	۱۲/۲۰۰**	۶/۲۸**	۲۲۸۷۸۰۲۰/۰**	۲/۷۸۵**	۰/۱۵۹**
اثر برهم‌کنش A×B	۴	۱/۵۰۰**	۱/۰۲ns	۳۳۸۵۰۳۰/۰**	۰/۶۱۸**	۰/۰۱۵ns
خطای آزمایش	۱۲	۰/۰۲۵	۰/۳۵	۰/۹	۰/۰۲۲	۰/۰۱۱
ضریب تغییرات	C.V%	۰/۳	۲/۵	۷/۲	۲/۱	۱/۸

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر صفات مورد بررسی لمون‌گراس

صفت سطوح مختلف آبیاری	ارتفاع بوته	عملکرد تر بوته	عملکرد خشک بوته	کلروفیل کل	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئیدها	کربوهیدرات محلول	پرولین
	cm	kg/ha		µg/mg				µmol/g	
۱۰۰٪ آبیاری	۱۱۲a	۴۳۷۸۶a	۱۴۲۱۸a	۰/۰۵۵۲a	۰/۰۲۴۴a	۰/۰۳۸۱a	۱/۵۵۱۷a	۱/۹۵c	۳/۰۰c
۷۵٪ آبیاری	۱۰۳b	۳۹۵۴۴b	۱۱۷۵۷b	۰/۰۴۰۹b	۰/۰۱۷۹b	۰/۰۲۳۳b	۱/۱۷۸۰b	۵/۷۳b	۷/۰۸b
۵۰٪ آبیاری	۸۷c	۳۶۵۷۳c	۱۰۴۸۷c	۰/۰۳۰۰c	۰/۰۱۳۰c	۰/۰۱۷۰c	۰/۹۶۱۷c	۱۳/۶۰a	۷/۰۸a

میانگین‌های موجود در هر ستون حداقل دارای یک حرف، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

و خشک گیاه تحت شرایط محدودکننده آب به‌شدت کاهش می‌یابد. اثر تنش خشکی بر عملکرد گیاهانی مانند لمون‌گراس که کل اندام هوایی آن‌ها به‌عنوان محصول اقتصادی برداشت می‌شود به این موضوع بستگی دارد که چه مقدار از ماده خشک تولیدی به‌عنوان ماده بیولوژیک (عملکرد اقتصادی) به اندام‌های هوایی اختصاص یافته و برداشت شود. وقتی تمام

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

اندام هوایی گیاه زراعی، کل عملکرد را تشکیل می‌دهند، اثرات تنش خشکی بر عملکرد، شبیه اثرات آن بر کل رشد گیاه است و تنش خشکی یک عامل کاهش‌دهنده عملکرد است (معاونی و چنگیزی، ۱۳۸۶). Liu و همکاران (۲۰۲۰) نیز در گزارشی مشابه، عنوان داشتند وزن تر گندم زمستانه، تحت رژیم کم آبیاری شدید به‌طور معنی‌داری کمتر از وزن تر تحت تیمارهای شاهد و تنش متوسط بود.

کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها: براساس جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سطوح مختلف آبیاری بر روی کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. همچنین اثرات بر همکنش سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت اثری معنی‌داری بر کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها داشتند. براساس جدول ۵ بر همکنش تیمارها، بیشترین و کمترین میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها در تیمار شاهد و تاریخ‌های کاشت ۲۰ و ۳۰ اردیبهشت و تیمار ۵۰٪ آبیاری کامل و تاریخ‌های کاشت ۱۰ خرداد به‌ترتیب به میزان ۰/۰۲۴۷ و ۰/۰۱۲۹ میکروگرم بر میلی‌گرم برای کلروفیل a، به میزان ۰/۰۳۲۲ و ۰/۰۱۶۲ میکروگرم بر میلی‌گرم برای کلروفیل b و میزان ۱/۶۱۹ و ۰/۹۰۱ میکروگرم بر میلی‌گرم برای کاروتنوئیدها بدست آمده است. Jain و همکاران (۲۰۱۰) در گزارشی عنوان داشتند که غلظت کلروفیل a در گیاهان تحت تنش خشکی، نسبت به کلروفیل b بیشتر بود. کاهش نسبت کلروفیل a/b در گونه *Brassica* در شرایط خشک‌سالی نیز توسط Ashraf وMehmood (۱۹۹۰)گزارش شده است. Ashraf و همکاران (۱۹۹۴) نیز گزارش کردند که تنش خشکی غلظت کلروفیل b را بیشتر از کلروفیل a کاهش می‌دهد که باعث افزایش نسبت کلروفیل a / b شده است. آن‌ها گزارش کردند که تحت تنش خشکی، این نسبت در ارقام حساس گندم بیشتر بوده است اگرچه، چنین رابطه‌ای، در پژوهش حاضر مشاهده نشد. از طرفی Estill و همکاران (۱۹۹۱) بیان داشتند که این تفاوت به‌دلیل تغییر درسیستم‌های فتوسنتزی در جهت نسبت کمتر PSII/ PSI تحت تنش خشکی رخ می‌دهد.

برخی از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که یکی از علائم معمول تنش اکسیداتیو کاهش محتوای کلروفیل است که ممکن است نتیجه تخریب کلروفیل یا ناشی از کمبود سنتز کلروفیل یا تغییر ساختار غشای تیلاکوئید باشد (Reynolds *et al*., 2005; Fu and Huang, 2001). در واقع، تنش آب می‌تواند باعث افزایش و شدت تنش اکسیداتیو شود. مهار فعالیت فتوسنتزی و عدم تعادل بین جذب نور و استفاده از آن، همچنین کاهش پتانسیل آب برگ را می‌توان به اثر خشکی نسبت داد. حساسیت این رنگیزه به افزایش تنش‌های محیطی، به‌ویژه خشکی گزارش شده است (Khaleghi *et al*., 2012). کاروتن‌ها این توانایی را دارند که اشکال مختلف اکسیژن فعال و کلروفیل سه‌گانه (کل، a و b) را که درنتیجه تحریک کمپلکس‌های فتوسنتزی توسط نور تولید می شوند، سم‌زدایی کنند. از نظر ویژگی آنتی‌اکسیدانی، کاروتنوئیدها می‌توانند به یکی از چهار روش شامل: واکنش با محصولات پراکسیداسیون چربی برای پایان‌دادن به واکنش‌های زنجیره‌ای، از بین‌بردن اکسیژن فعال و اتلاف انرژی به‌صورت گرما، واکنش با مولکول‌های سه‌گانه یا کلروفیل تحریک‌شده برای جلوگیری از تشکیل فتوسیستم‌ها و یا با اتلاف انرژی تحریک‌شده اضافی از طریق چرخه زانتوفیل نقش حفاظتی داشته باشند (Miguel, 2010).

کلروفیل کل: براساس نتایج جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌ها اثر سطوح مختلف آبیاری بر کلروفیل کل در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است هم‌چنین براساس نتایج جدول ۳، بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار شاهد (۱۰۰٪) به میزان ۰/۰۵۵۲ میکروگرم بر میلی‌گرم و کمترین کلروفیل کل بوته در تنش کم آبیاری (۵۰٪) به میزان ۰/۰۳۰۰ میکروگرم بر میلی‌گرم بوده است. نتایج نشان می‌دهد با افزایش تنش خشکی از آبیاری کامل به تنش ۵۰٪ آبیاری، کاهش محتوی کلروفیل کل در گیاه لمون‌گراس رخ داده است. کمبود آب باعث تجزیه کلروفیل شده و گلوتامات که پیش‌ماده کلروفیل و پرولین است در اثر این تنش به پرولین تبدیل شده و درنتیجه از محتوی کلروفیل کاسته می‌شود (Lawlor and Cornic, 2002). همچنین خشکی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

به رنگیزه‌های فتوسنتزی و غشاهای تیلاکوئید (Anjum *et al.*, 2011) و از طریق ایجاد تغییرات منفی در رنگیزه‌های فتوسنتزی، به ماشین فتوسنتزی گیاه آسیب می‌رساند (Fu and Huang, 2001) و عملکرد آنزیم‌های مهم فتوسنتزی را مختل می‌کنند (Monakhova and Chernyadev, 2002). گزارش شده است که اثر رژیم‌های متفاوت آبیاری، بر میزان کلروفیل a، b، کل وپرولین معنی‌دار بوده است به‌نحوی‌که بیشترین مقدار برای پارامترهای کلروفیل a، b و کل از ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی و کمترین مقدار آنها از تیمار آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت زراعی بدست آمد (خراسانی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵).

از طرفی براساس جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌ها تاریخ کاشت و اثر تاریخ کاشت و برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر محتوی کلروفیل کل در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. همچنین براساس نتایج جدول ۵ اثر بر همکنش تیمارها، بیشترین و کمترین میزان محتوی کلروفیل کل، به‌ترتیب در تیمار شاهد و تاریخ کاشت ۳۰ اردیبهشت و تیمار ۵۰٪ آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۱۰ خرداد به میزان ۰/۰۵۵۶ و ۰/۰۲۰۹ میکروگرم بر میلی‌گرم مشاهده شده است.

کربوهیدرات محلول: براساس جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سطوح مختلف آبیاری، تاریخ کاشت و برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر روی کربوهیدرات کل در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. براساس جدول ۵ تجزیه واریانس داده‌ها بیشترین میزان کربوهیدرات کل در تیمار ۵۰٪ آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت به میزان ۱۴/۵۲ میکرومول بر گرم ماده تر و کمترین میزان کربوهیدرات کل در تیمار شاهد و تاریخ کاشت ۱۰ خرداد به میزان ۱/۷۵ میکرومول بر گرم ماده تر بدست آمده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد افزایش تنش خشکی باعث افزایش کربوهیدرات کل در گیاه لمون‌گراس شده است. آرزمجو و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند که با بالارفتن سطح تنش خشکی تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه در گیاه بابونه، بر میزان تجمع دو تنظیم‌کننده اسمزی (کربوهیدرات و پرولین) افزوده شده است. همچنین تجمع قندهای محلول در شرایط تنش خشکی در گیاه (igeonpea) توسط Subbaro و همکاران (۲۰۰۰) گزارش شده است. نتایج این بخش از پژوهش با گزارش علی‌احمدی و سی‌وسه‌مرده (۱۳۸۳)، قلی‌پور و عبادی (۱۳۹۶) و رضایی‌فر و همکاران (۱۳۹۷) در گندم مطابقت دارد. کربوهیدرات‌های محلول در سلول‌های تحت تنش خشکی به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی، محافظت‌کننده از سلول، ذخیره‌کننده کربن و سم‌زدایی عمل می‌کنند (Parvaiz and Satyawati, 2008).

پرولین: براساس جدول ۲تجزیه واریانس داده‌ها اثر سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر روی میزان پرولین در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. براساس جدول ۳ مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین و کمترین مقدار پرولین به‌ترتیب در تنش ۵۰٪ آبیاری کامل به میزان ۸/۰۱ میکرومول بر گرم ماده تر و تیمار شاهد به میزان ۳ میکرومول بر گرم ماده تر بدست آمده است. همچنین براساس جدول ۴ مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین مقدار پرولین در تاریخ کاشت ۱۰ خرداد به میزان ۶/۱۸ میکرومول بر گرم ماده تر بدست آمده است. گزارش‌ها نشان می‌دهد که پرولین مسئول از بین‌بردن ROS و سایر رادیکال‌های آزاد است (Okuma *et al.*, 2004). در شرایط تنش خشکی، پرولین در حفاظت از پتانسیل اسمزی، حذف رادیکال‌های آزاد و ROS، حفظ مولکول‌های بزرگ از دناتوره شدن و تنظیم pH سلولی نقش دارد. همچنین پرولین به‌عنوان منبع نیتروژن و کربن برای گیاهان در معرض تنش شدید عمل می‌کند و تحمل گیاه را در برابر تنش را افزایش می‌دهد (Amini *et al.*, 2015). در گیاهان، سطوح پرولین درون سلولی در طول تنش تا ۱۰۰ برابر می‌تواند افزایش یابد(Verbruggen and Hermans, 2008).

در این پژوهش مشاهده شد که با افزایش شدت تنش خشکی میزان پرولین در گیاه افزایش یافت این یافته با پژوهش‌های بی‌همتا و همکاران (۱۳۹۵) در لوبیا و درویژه و همکاران (۱۳۹۶) در بابونه آلمانی مطابقت دارد. اعتقاد بر این است که تجمع مولکول‌های آلی با وزن مولکولی کوچک طی دوره‌های طولانی‌مدت کمبود آب، تأثیر مثبتی بر تورم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر صفات مورد بررسی لمون‌گراس

صفت تاریخ کشت	ارتفاع بوته	عملکرد تر بوته	عملکرد خشک بوته	کلروفیل کل	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئیدها	کربوهیدرات محلول	پرولین
	cm	kg/ha		µg/mg				µmol/g	
۲۰ اردیبهشت	۱۰۲^{a}	۴۰۳۹۶^{a}	۱۲۲۹۶^{a}	۰/۰۴۲۸^{a}	۰/۰۱۸۸^{a}	۰/۰۲۴۳^{a}	۱/۲۸۶۲^{a}	۷/۵۸^{a}	۵/۹۲^{b}
۳۰ اردیبهشت	۱۰۱^{a}	۳۹۸۰۸^{a}	۱۲۱۳۴^{a}	۰/۰۴۲۶^{b}	۰/۰۱۸۵^{b}	۰/۰۲۴۰^{a}	۱/۲۱۷۲^{b}	۷/۲۰^{b}	۶/۰۰^{b}
۱۰ خرداد	۹۹/۴^{a}	۳۹۶۹۸^{a}	۱۲۰۳۲^{a}	۰/۰۴۰۸^{c}	۰/۰۱۸۰^{c}	۰/۰۲۲۷^{b}	۱/۱۸۸۰^{c}	۶/۴۹^{c}	۶/۱۸^{a}

میانگین‌های موجود در هر ستون حداقل دارای یک حرف، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر صفات مورد بررسی

صفت سطوح مختلف آبیاری×تاریخ کشت		ارتفاع بوته cm	عملکرد تر بوته kg/ha	عملکرد خشک بوته kg/ha	کلروفیل کل µg/mg	کلروفیل a µg/mg	کلروفیل b µg/mg	کاروتنوئیدها µg/mg	کربوهیدرات محلول µmol/g	پرولین µmol/g
۱۰۰ ٪ آبیاری	۲۰ اردیبهشت	۱۱۴^{a}	۴۴۴۰۱^{a}	۱۴۴۲۹^{a}	۰/۰۵۵۶^{b}	۰/۰۲۴۷^{a}	۰/۰۳۰۹^{b}	۱/۶۱۹^{a}	۲/۱۲^{g}	۲/۹۲^{b}
	۳۰ اردیبهشت	۱۱۳^{a}	۴۳۶۴۱^{a}	۱۴۱۹۶^{a}	۰/۰۵۶۹^{a}	۰/۰۲۴۷^{a}	۰/۰۳۲۲^{a}	۱/۵۴۹^{b}	۱/۹۸^{gh}	۲/۹۹^{b}
	۱۰خرداد	۱۰۸^{ab}	۴۳۳۱۶^{a}	۱۴۰۲۶^{a}	۰/۰۵۳۳^{c}	۰/۰۲۴۰^{b}	۰/۰۲۹۴^{c}	۱/۴۸۷^{c}	۱/۷۵^{h}	۳/۱۱^{b}
۷۵ ٪ آبیاری	۲۰ اردیبهشت	۱۰۵^{ab}	۳۹۵۲۲^{b}	۱۱۸۰۹^{b}	۰/۰۴۲۱^{d}	۰/۰۱۸۴^{c}	۰/۰۲۳۸^{d}	۱/۲۲۷^{d}	۶/۱۲^{d}	۶/۹۱^{c}
	۳۰ اردیبهشت	۱۰۱^{b}	۳۹۰۳۱^{b}	۱۱۵۱۵^{b}	۰/۰۴۰۶^{e}	۰/۰۱۸۱^{d}	۰/۰۲۳۵^{d}	۱/۱۳۱^{e}	۵/۷۹^{e}	۷/۰۱^{c}
	۱۰خرداد	۱۰۳^{b}	۴۰۰۷۷^{b}	۱۱۹۴۷^{b}	۰/۰۴۰۰^{f}	۰/۰۱۷۳^{e}	۰/۰۲۲۷^{d}	۱/۱۷۶^{f}	۵/۲۸^{f}	۶/۹۱^{c}
۵۰ ٪ آبیاری	۲۰ اردیبهشت	۸۷/۶^{c}	۳۷۲۶۴^{c}	۱۰۶۵۱^{c}	۰/۰۳۰۶^{g}	۰/۰۱۳۲^{f}	۰/۰۱۷۵^{e}	۱/۰۱۲^{g}	۱۴/۵۲^{a}	۷/۹۳^{a}
	۳۰ اردیبهشت	۸۹/۰^{c}	۳۶۴۲۲^{c}	۱۰۳۸۲^{c}	۰/۰۳۰۳^{h}	۰/۰۱۳۰^{g}	۰/۰۱۷۳^{e}	۰/۹۷۲^{h}	۱۳/۸۵^{b}	۸/۰۱^{a}
	۱۰خرداد	۸۶/۶^{c}	۳۶۰۳۲^{c}	۱۰۴۳۰^{c}	۰/۰۲۰۹^{i}	۰/۰۱۲۹^{g}	۰/۰۱۶۲^{f}	۰/۹۰۱^{i}	۱۲/۴۴^{c}	۸/۱۱^{a}

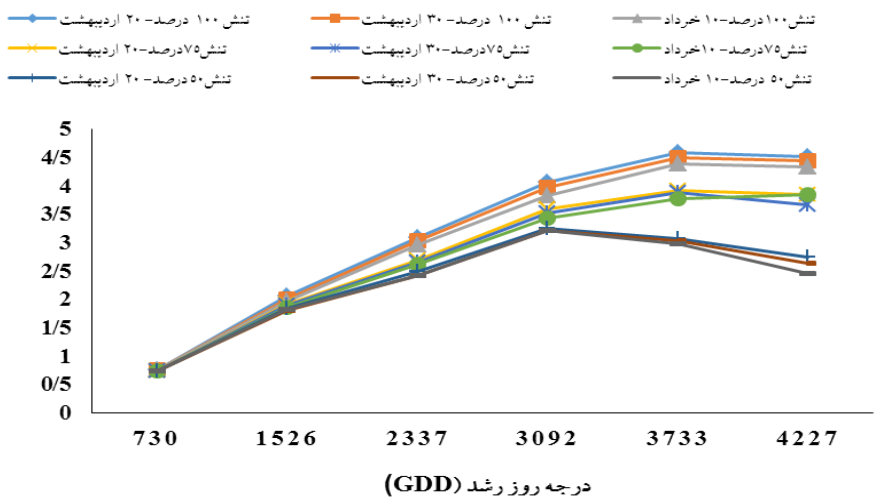
میانگین‌های موجود در هر ستون حداقل دارای یک حرف، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

سلولی در طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی دارد. عملکرد اسمولیت‌های جمع‌شده به‌عنوان منبع انرژی، پاک‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد و تثبیت‌کننده‌های پروتئینی بدون تداخل در خصوصیات بیوشیمیایی مولکول‌های اطراف است. بیشترین میزان پژوهش بر روی میزان پرولین و گلیسین بتائین به‌عنوان اسمولیت در گیاهان در زمان تنش خشکی انجام گرفته است. بقا و بازیابی گیاه در زمان خشکی به استراتژی‌های اتخاذشده در برابر تنش اکسیداتیو و کارایی تجمع اسمولیت بستگی دارد (Prathyusha and Chaitanya, 2019).

صفات رشدی گیاه لمون‌گراس، شاخص سطح برگ (LAI): در این مطالعه بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار شاهد آبیاری و ۵۰٪ خشکی بود(نمودار ۱). از طرفی تاریخ کاشت‌های متفاوت تأثیری بر شاخص سطح برگ در هیچ کدام از سطوح مختلف آبیاری نشان ندادند. فرآیندهای توسعه برگ تحت تأثیر هرگونه کمبود جزئی آب است، بنابراین اگرچه کمبود آب اثر کمی بر میزان ظهور برگ دارد اما بطور قابل توجهی کل سطح برگ را از طریق کاهش توسعه و افزایش پیری برگ‌ها کاهش می‌دهد (احسان‌زاده و نوری اظهر، ۱۳۸۶). این پدیده نشان می‌دهد که با افزایش تنش آبیاری و هم‌زمان با تکمیل رشد رویشی گیاه، کمبود آب باعث تأثیر بر کارکردهای فیزیولوژیکی شده و گیاه تأثیر آن را از طریق کاهش سطح برگ نشان می‌دهد. تنش خشکی، عمدتاً رشد برگ را با کاهش پتانسیل آب محدود می‌کند (Hsiao and Xu, 2000). Ouzuni Douji و همکاران (۲۰۰۸) در گزارشی عنوان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

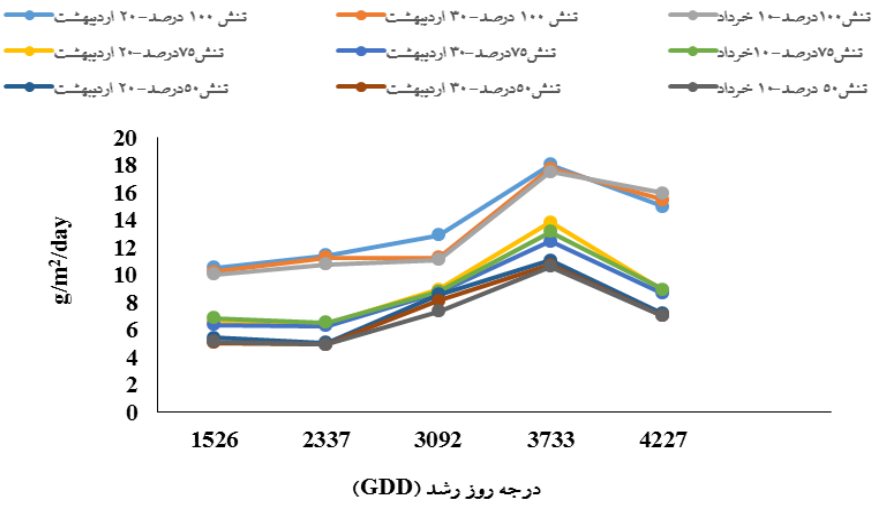


نمودار ۱- شاخص سطح برگ تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت

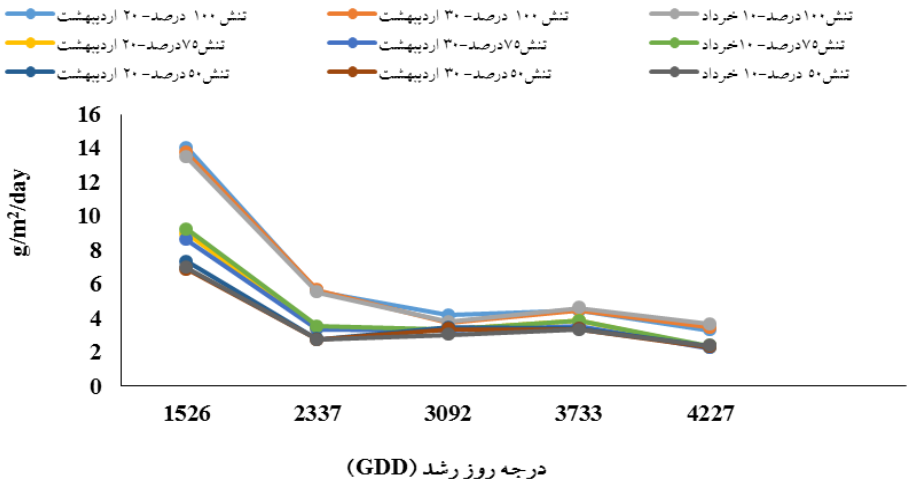
داشتند که توسعه کند سطح برگ، باعث توسعه ضعیف پوشش گیاهی و جذب کمتر تابش خواهد شد که درنهایت کاهش سرعت رشد گیاه را به‌دنبال خواهد داشت. توسعه و گسترش سطح برگ در گیاهان زراعی به عوامل مختلفی مانند دما، تراکم بوته در واحد سطح، میزان عناصر غذایی در دسترس و ویژگی‌های ریخت‌شناسی ژنوتیپ‌ها بستگی دارد که این عوامل، باعث به‌وجود آمدن تفاوت‌هایی در شاخص سطح برگ می‌شوند. آماس سلولی کم، کاهش تقسیم سلولی و کاهش هدایت روزنه‌ای یا بسته‌شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و رشد گیاه را به‌همراه دارد که از عوامل ثانویه کاهش سطح برگ قلمداد می‌شوند (Nohong and Nompo, 2015).

سرعت رشد محصول (CGR): در این مطالعه سرعت رشد محصول (نمودار ۲) در مراحل اولیه به‌دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد پائین جذب نور خورشید توسط گیاه کم بود، اما با ادامه نمو گیاه لمون‌گراس میزان آن افزایش یافت. این افزایش در میزان سرعت رشد محصول را می‌توان به بالا-بودن میزان شاخص سطح برگ آنها نسبت داد که با تولید مواد فتوسنتزی بیشتر، باعث افزایش سرعت رشد گیاه شده است. مطابق با نمودار ۱ بیشترین میزان سرعت رشد محصول، مربوط به تیمار شاهد و در مرحله چهارم نمونه‌برداری اتفاق افتاده است و دلیل آن را می‌توان به بالاتربودن شاخص سطح برگ (نمودارهای ۱ و ۲) به‌دلیل فراهمی آب قابل دسترس گیاه نسبت داد. ضمن اینکه میزان سرعت رشد محصول، تحت تأثیر تنش آبیاری ۷۵ و ۵۰٪ کاهش معنی‌داری داشته است. در همه سطوح مختلف آبیاری، از مرحله چهارم نمونه‌برداری نمودار سرعت رشد محصول در گیاه لمون‌گراس نزولی شده است. نواب‌پور و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی بر روی گندم گزارش کردند نسبت ماده خشک تخصیص‌یافته به اندام‌ها نشان داد که در تمامی ارقام مورد مطالعه، در آغاز نمونه‌برداری ۷۰ ٪ از ماده خشک تجمع‌یافته مربوط به برگ‌ها و ۳۰ ٪ مربوط به ساقه بوده است؛ اما در طی دوره رشد این نسبت تغییریافته و با افزایش وزن خشک ساقه از وزن خشک برگ کاسته شده است. از آنجایی که آسیمیلاسیون گیاه در شرایط تنش رطوبتی به میزان زیادی توسط دو عامل اصلی سطح برگ و فتوسنتز در هر واحد سطح برگ کنترل می‌شود، تنش رطوبتی با کاهش سطح برگ سبز موجب کاهش سطح فتوسنتزکننده و درنتیجه کاهش تولید ماده خشک می‌گردد (نادری و همکاران، ۱۳۹۹). یکی از دلایل دیگر کاهش سرعت رشد محصول، در شرایط تنش آبی افزایش تنفس و کاهش فتوسنتز (Ghassemi-Golezani and Mardfar, 2008) و توسعه سلول، کاهش آسیمیلاسیون کربن و به‌دنبال آن اثرگذاری بر تسهیم کربن نیز از جمله عوامل تأثیرگذار بر CGR در طی تنش کمبود آب گزارش شده است (Lizana *et al.*, 2006).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]



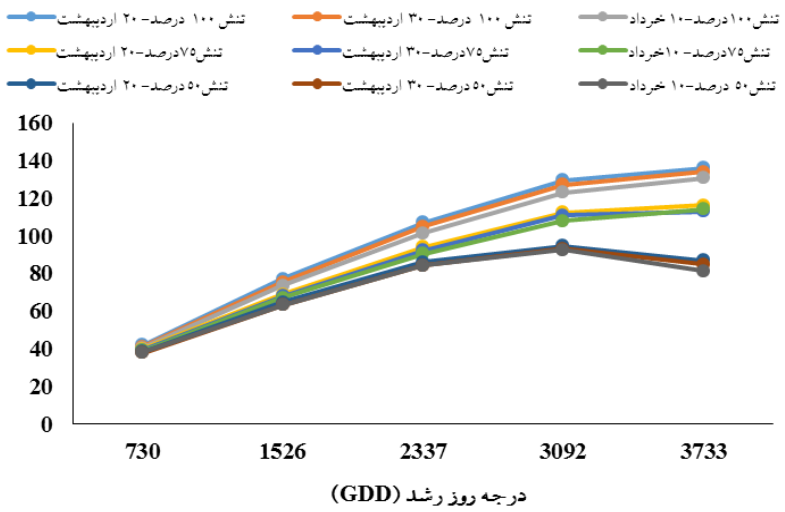
نمودار ۲- سرعت رشد محصول تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت



نمودار ۳- سرعت جذب خالص تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت

سرعت جذب خالص (NAR): نتایج این پژوهش نشان داد سطوح مختلف آبیاری سرعت جذب خالص گیاه لمون-گراس را کاهش داد (نمودار ۳). در مراحل ابتدایی رشد این میزان در سطح بالاتری قرار داشت؛ ولی با ادامه رشد گیاه این مقدار رو به کاهش گذاشت که می‌تواند به‌دلیل افزایش سطح برگ در گیاه لمون‌گراس باشد که به‌دلیل ویژگی پنجه‌زنی و تولید برگ زیاد و به شکل نیمه‌افراشته و مایل، با ادامه رشد گیاه، برگ‌های پایینی در سایه برگ‌های بالاتر قرار گرفته و در-نتیجه، از دریافت تابش مستقیم خورشید محروم شده و مواد آسیمیلات کمتری تولید کرده که درنهایت منجر به کاهش سرعت جذب خالص (فتوسنتز خالص گیاه) در مراحل انتهایی رشد گیاه لمون‌گراس شده است. میزان جذب خالص با گذشت زمان ثابت نمی‌ماند و با افزایش سن گیاه یک افت نزولی در رشد و تکامل نشان می‌دهد و این افت نسبی در محیط نامناسب و تنش خشکی و کمبود آب تسریع می‌شود (غیاث‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج پژوهشگران در در مورد سایر گیاهان نیز نشان داده است که تنش خشکی منجر به کاهش آسمیلاسیون خالص می‌شود (کرمی و همکاران، ۱۳۹۸).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]



نمودار ۳- دوام سطح برگ تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تاریخ کاشت

دوام سطح برگ (LAD): این مطالعه نشان داد که دوام سطح برگ گیاه لمون‌گراس تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری قرار گرفته است به‌نحوی‌که بیشترین کاهش دوام سطح برگ در تنش ۵۰٪ آبیاری کامل رخ داده است (نمودار ۴). از طرفی تیمارهای تاریخ کاشت اثری بر دوام سطح برگ نداشته است. در تنش ۵۰٪ آبیاری با کمترین مقدار دوام سطح برگ، کاهش دوام سطح برگ از مرحله پنجم نمونه‌برداری نسبت به مرحله قبل شروع و نزولی شده است. با کاهش میزان آبیاری، حداکثر دوام سطح برگ کاهش یافت. نتایج سایر پژوهشگران نیز نشان داد تنش خشکی باعث تسریع سرعت زوال و پیری برگ‌ها شده است (نظامی و همکاران، ۱۳۹۶). با توسعه کانوپی گیاه و سایه‌اندازی برگ‌ها میزان دوام سطح برگ کاهش پیدا می‌کند این پدیده با تشدید تنش آبی تحت تأثیر بیشتری قرار می‌گیرد. LAD ویژگی است که از LAI نشات می‌گیرد و از آنجا که محیط تنش، LAI را از طریق کاهش رشد و توسعه و افزایش پیری برگ‌ها تحت تأثیر قرار می‌دهد لذا انتظار می‌رود LAD نیز به‌واسطه محیط تنش کاهش یابد (احسان‌زاده و نوری اظهر، ۱۳۸۶).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنش خشکی بر رشد، نمو و عملکرد گیاه لمون‌گراس تأثیر منفی داشته و باعث کاهش شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی آن شده است. تنش خشکی ۵۰٪ آبیاری کامل، باعث کاهش شاخص‌های فیزیولوژیکی و رشدی گیاه لمون‌گراس شد از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که گیاه نسبت به خشکی شدید حساس است. از طرفی هیچ کدام از تاریخ‌های کشت در منطقه مورد آزمایش (۲۰، ۳۰ خرداد و ۱۰ اردیبهشت) طی مدت زمانی شش ماهه این پژوهش تأثیری بر عملکرد گیاه نداشت از این‌رو می‌توان این گیاه را در دامنه زمانی چندهفتگی در منطقه مورد آزمایش کشت کرد بدون آن‌که با کاهش عملکرد مواجه شود که یک مزیت مثبت برای توسعه این گیاه در منطقه به حساب می‌آید و امکان کاشت آن از تاریخ کشت ۲۰ اردیبهشت فراهم است.

منابع

احسان‌زاده، پ. و نوری‌اظهر، ج. (۱۳۸۶) بررسی روابط برخی شاخص‌های رشد و عملکرد ۵ هیبرید ذرت در دو رژیم آبیاری در منطقه اصفهان. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۱: ۲۶۱-۲۷۲.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

احمدی، ع. و سی‌وسه‌مرده، ع. (۱۳۸۳) اثر تنش خشکی بر کربوهیدرات‌های محلول، کلروفیل و پرولین در چهار رقم گندم سازگار با شرایط متفاوت اقلیمی ایران. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۵: ۷۵۳-۷۶۳.

آرزمجو، ا.، حیدری، م. و قنبری، ا. (۱۳۸۹) اثر تنش خشکی و نوع کود بر عملکرد وکیفیت بابونه آلمانی. مجله علوم زراعی ایران ۱۲: ۱۰۰-۱۱۱.

آفرینش، ع.، فتحی، ق.، چوگان، ر.، سیادت، س، ع.، عالمی سعید، خ. و اشرفی‌زاده، س. ر. (۱۳۹۴) بررسی اثر تنش خشکی بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک هیبریدهای متحمل به خشکی ذرت (*Zea mays* L.). نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۱۸: ۲۰۴-۱۹۵.

برادران، ر.، فنایی، ح. و سرگزی، م. (۱۳۹۲) بررسی اثر تراکم بوته و رژیم‌های مختلف رطوبتی بر صفات کمی و کیفی آفتابگردان درمنطقه سیستان. نشریه یافته‌های نوین کشاورزی سال ۷: ۲۲۷.

بی‌همتا، م. ر.، بروجردنیا، م.، عالمی سعید، خ. و عبدوسی، و. (۱۳۹۵) اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول، نشت الکترولیت‌ها و محتوای آب نسبی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) فصل‌نامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز۲۹: ۲۳-۴۱.

خراسانی‌نژاد، س.، مظفری، س. و گرگینی شبانکاره، ح. (۱۳۹۵) اثرمقادیرآبیاری براساس درصد ظرفیت زراعی و کاربرد اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea* L.). نشریه تولید گیاهان زراعی ۹: ۱۷۵-۱۵۳.

درویژه، ح.، زواره، م. و قاسم‌نژاد، م. (۱۳۹۶) تأثیر محلولپاشی پرولین بر ویژگی‌های بیوشیمیایی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) در شرایط تنش آبی. تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی ۴: ۳۵-۶۰.

رضایی‌فر، ز.، فلاحی، س. و قلی‌نژاد، ا. (۱۳۹۷) تأثیر تنش خشکی و اشعه ماورای بنفش (UV-C) بر سیستم آنی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی در سه رقم گندم (*Triticum aestivum* L.).

غیاث‌آبادی، م.، خواجه‌حسینی، م. و محمدآبادی، ع. ا. (۱۳۹۳) بررسی اثر تاریخ نشاکاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد علوفه ذرت در منطقه مشهد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۱۲: ۱۴۵-۱۳۷.

فرشی، ع.، سیادت، ح.، دربندی، ص.، انصاری، م.، خیرابی، ج.، میرلطیفی، م.، سلامت، ع. و سادات میری، م. ح. (۱۳۸۲) مدیریت آب آبیاری در مزرعه. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. چاپ اول.

قلی‌پور، س. و عبادی، ع. (۱۳۹۶) مطالعه تغییرات متابولیت‌های سازگاری و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت ارقام مختلف گندم تحت تنش رطوبتی.نشریه فرآیند کارکرد گیاهی ۱۹: ۲۳۲-۲۱۹.

کرمی، ث.، پیکرستان، ب. و بساکی، ط. (۱۳۹۸) تأثیر تنش قطع آبیاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد دانه کنسروی هیبریدهای ذرت شیرین و فوق شیرین (*Zea mays* L. var. Saccharata). نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی ۳۲: ۵۳-۴۰.

گاردنر پی‌پرس، آر. ب. و میشل راجر، ال. (۱۳۸۶) فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمه کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. ح. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

معاونی، پ. و چنگیزی، م. (۱۳۸۶) مبانی فیزیولوژی گیاهان زراعی در شرایط خشک و شور. انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی اراک.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

نادری، ا.، ذاکرنژاد، س.، هاشمی دزفولی، س. ا. ح.، لک، ش. و علوی فاضل، م. (۱۳۹۹) ارزیابی اثر رژیم‌های آبیاری بر شاخص‌های رشد هیبریدهای ذرت در فصل‌های بهار و تابستان در ااقلیم گرم و خشک خوزستان. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز ۴۸: ۲۵-۴۵.

نباتی، ج. و رضوانی‌مقدم، پ. (۱۳۸۹) اثر فواصل آبیاری بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ۱۴۱: ۱۸۶-۱۷۹.

نصیبی، ف. (۱۳۸۲) اثر باندهای مختلف اشعه ماوراءبنفش بر برخی از پارامترهای رشد و القا تنش اکسیداتیو در گیاه کلزا (*Brassica napuse* L.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهید باهنر کرمان. ایران.

نظامی، ا.، کریم‌زاده سورشجانی، ه.، کافی، م. و تدین، م. ر. (۱۳۹۶) بررسی کارایی مصرف نور و شاخص‌های رشدی ژنوتیپ‌های لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط کم آبیاری. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۱۶: ۵۲۵.

نواب‌پور، س.، لطیفی، ن.، حسینی، س. ح. و کاظمی، گ. (۱۳۹۰) ارزیابی عملکرد دانه با توجه به تغییرات اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد در گندم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۴: ۱۷۳-۱۵۷.

Ahmadikhah, A. and Marufinia, A. (2016) Effect of reduced plant height on drought tolerance in rice. Biotech 6: 221.

Amini, S., Ghobadi, C. and Yamchi, A. (2015) Proline accumulation and osmotic stress: an overview of *P5CS* gene in plants. Journal of Plant Molecular Breeding 3: 44-55.

Anjum, S. A., Xie, X. Y., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C. and Lei, W. (2011) Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research 6: 2026-2020.

Ashraf, M. and Mehmood, S. (1990) Response of four Brassica species to drought stress. Environmental and Experimental Botany 30: 93-100.

Ashraf, M. Y., Azmi, A. R., Khan A. H. and Ala, S. A. (1994) Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat. Acta Physiological Plantarum 16: 185-191.

Baby, P., Skaria, P. P., Joy, S., Mathew, and Mathew, G. (2016) Lemongrass. Handbook of Spices.

Baher, Z. F., Mirza, M., Ghorbanli, M. and Rezaii, M. B. (2002) The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavour and Fragrance Journal 17: 275-277.

Bates, S., Waldern, R. P. and Teare, E. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Journal of Energy Conversion Management 39: 205-207.

De Lima, D. A. N., Pelegrini, B. B, Uechi, F. A. A.,Varago, R. C., Pimenta, B. B., Kaneshima, A. M., de Souza Kaneshima, E. N., da Costa Souza, P., Pedroso, R. B. and Silveira, T. G. V., et al. (2020) Evaluation of antineoplasic activity of zingiber officinale essential oil in the colorectal region of wistar rats. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention 21: 2141-2147.

Estill, K., Delany, R. H., Smith, W. K. and Ditterline, R. L. (1991) Water relations and productivity of alfalfa leaf chlorophyll variants. Crop Science 31: 1229-1223.

Fu, J. and Huang, B. (2001) Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. Environmental and Experimental Botany 45: 105-114.

Ghassemi-Golezani, K. and Mardfar, R. A. (2008) Effects of limited irrigation on growth and grain yield of common bean. Journal of Plant Science 3: 230-235.

Hajibabayi, M. and Azizi, F. (2013) The effect of irrigation regimes on morphophysiological characteristics and yield of forage maize hybrids. Journal of Crop Physiology - Islamic Azad University, Ahvaz Branch 22: 89.

Hsiao, T. C. and Xu, L. K. (2000) Sensitivity of growth of root versus leaves to water stress; biophysical analysis and relation to water transport. Journal Experimental of Botany 51: 1595-1616.

Imam, Y. and Niknejad, V. (2011) An Introduction to the Physiology of Crop Yield. Shiraz University Press.

Jain, M., Tiwary, S. and Gadre, R. (2010) Sorbitol-induced changes in various growth and biochemical parameters in maize. Plant Soil Environment 56: 263-267.

Jogalah, S., Govind, S. R. and Tran, L. S. (2012) System biology based approaches toward understanding drought tolerance in food crops. Critical Review Biotechnology 33: 23-39.

Karkala, M. and Bhushan, B. (2014) Review on pharmacological activity of *Cymbopogon citratus*. International Journal of Herbal Medicine 1: 5-7.

Khaleghi, E., Arzani, K., Moallemi, N. Barzegar, M. (2012) Evaluation of chlorophyll content and chlorophyll fluorescence parameters and relationships between chlorophyll a, b and chlorophyll content index under water stress in *Olea europaea* cv. Dezful. World Academy of Science, Engineering and Technology 68: 1154-1157.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

Kochert, G. (1978) Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: Hand Book of Physiological Methods. Cambridge University Press.

Lanari, V., Silvestroni, O., Palliotti, A. and Sabbatini, P. (2018) Plant and leaf responses to cycles of water stress and re-watering of '*Sangiovese'grapevine*. Folia Horticulture 30: 27-38.

Lawlor, D. W. and Cornic, G. (2002) Photosynthetic cabon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant, Cell and Environment 25: 275-294.

Liu, L., Zhao, W., Shen, Q.,Yang, J., Han, X., Tian, F. and Wu, F. (2020) Effects of water stress on photosynthesis, yield, and water use efficiency in winter wheat. Water 12: 2127.

Lizana, C., Wentworth, M., Martinez, J. P., Villegas, D., Meneses, R., Murchie, E. H., Pastenes, C., Lercari, B., Vernieri, P., Horton, P. and Pinto, M. (2006) Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress. I. Effect of drought on yield and photosynthesis. Journal of Experimental Botany 57: 685-697.

Manzoor, F., Naz, N., Malik, S. A., Arshad, S. and Siddiqui, B. (2013) Chimical composition of essential oils derived from eucalyptus and lemongrass and their antitermitic activities angainst *Microtermes mycophagus* (Desneux). Asian Journal of Chemistry 25: 2405.

Michaletti, A., Naghavi, M. R., Toorchi, M., Zolla, L. and Rinalducci, S. (2018) Metabolomics and proteomics reveal drought-stress responses of leaf tissues from spring-wheat. National Center for Biotechnology Information. Science Report 8: 5710-5718.

Miguel, M. G. (2010) Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: A short review. Molecules 15: 9252-9287.

Mishra,V. and Cherkauer, K. A. (2010) Retrospective droughts in the crop growing season: implications to corn and soybean yield in the Midwestern United States. Agricultural Forest Meteorology 150: 1030-1045.

Moinuddin, M., Khan, M. and Naeem, M. (2012) drought Stress Effects on Medicinal and Aromatic Plants and the Possible Stress Amelioration by Mineral Nutrition. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, Global Science Books.

Monakhova, O. F. and Chernyadev, I. I. (2002) Protective role of kartolin-4 in wheat plants exposed to soil drought. Applied Biochemistry and Microbiology 38: 373-380.

Nohong, B. and Nompo, S. (2015) Effect of water stress on growth, yield, proline and soluble sugars contents of Signal grass and Napier grass species. American-Eurasian Journal of sustainable agriculture 9: 14-21.

Okuma, E., Murakami, Y., Shimoishi, Y., Tada, M. and Murata, Y. (2004) Effects of exogenous application of proline and betaine on the growth of tobacco cultured cells under saline conditions. Soil Scince Plant Nutriation 50: 1301-1305.

Omidi, A. H., Khazaei, H., Monneveux, P. and Stoddard, F. (2012) Effect of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Field Crop 17: 10-15.43.

Ouzuni Douji, A. A., Esfahani, M., Samizadeh Lahiji, H. A. and Rabiei, M. (2008) Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous flowers and petalled flowers rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Field Crops Research 9: 400-328. (In Persian).

Punam, P., Kumar, R., Sharma, S. and At, D. (2012) The effect of organic management treatment on the productivity and quality of lemon grass (*Cymbopogon citratus*). Journal of Organic Systems 7.

Parvaiz, A. and Satyawati, S. (2008) Salt stress and phyto-biochemical responses of plants a review. Soil and Environment 54: 89-99.

Prathyusha, I. V. S. N. and Chaitanya, K. V. (2019) Effect ofwater stress on the physiological and biochemical responses of two different Coleus (Plectranthus) species. Biologia Futura 70: 312-322.

Rabbani, J. and Emam, Y. (2012) Yield response of maize hybrids to drought stress at different growth stages. Journal of Crop Production and Processing 1: 65-78. (In Persian).

Reynolds, M. P., Kazi, A. M. and Sawkins, M. (2005) Prospects for utilizing plant adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought and salinity prone environments. Annals of Applied Biology 146: 239-259.

Selmar, D. (2008) Potential of salt and drought stress to increase pharmaceutical significant of secondary compounds in plants. Landbauforschung-vTI Agriculture and Forestry Research 58: 139-144.

Sobhani, A. and Hamidi, H. (2014) Effect of different amounts of potassium on yield and growth indices of potatoes in Mashhad climate. Scientific-Research Journal of Crop Ecophysiology 27: 356-341.

Soleymani, A., Shahrajabian, M. H., Hosseini Far, S. H. and Naranjani, L. (2011) Morphological traits, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment 9: 249-251.

Subbaro, G., Nam, N. H., chauhan, Y. S. and Johansen, C. (2000) Oosmotic adjustment, water relation and carbohydrate remobilization in pigeonpea under water deficits. Journal of Plant Physiology 157: 651-659.

Verbruggen, N. and Hermans, C. (2008) Proline accumulation in plants: A review. Amino Acids 35: 753-759.

Wellburn, A. R. (1994) The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. Journal of Plant Physiology 144: 307-313.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

Wright, P. R., Morgan, J. and Jessop, R. S. (1996) Comparative adaptation of canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*B. juncea* L.) to soil water deficits. Plant water relations and growth. Field Crops Research 42: 1-13.

Zhao, T. J., Sun, S., Liu, Y., Liu, J. M., Liu, Q.,Yan, Y. B., et al. (2006) Regulating the drought-responsive element (DRE)-mediated signaling pathway by synergic functions of trans inactive and trans inactive DRE binding factors in *Brassica napus*. Journal of Biological Chemistry 281: 10752-10759.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]

The effect of different levels of irrigation and planting date on some physiological and growth traits of *Cymbopogon citratus*

Gholam Reza Nazarnejad[1], Mahmoud Reza Tadayon[1*], Abdorazagh Danesh Shahraki[1] and Abdolhamid Hajebi[2]

[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[2] Agricultural Research, Education and Extension Organization of Hormozgan (AREEO), Hormozgan, Iran
(Received: 20/02/2022, Accepted: 07/06/2022)

Abstract

In order to investigate the effect of dehydration stress and planting date on some physiological indices and growth of *Cymbopogon citratus*, a field experiment in the form of a split plot in a randomized complete block design with 3 replications, including 3 levels of different irrigation (100% full irrigation as a control, 75 and 50% full irrigation) and 3 levels of planting date including 20 May, 30 May and 10 June in Rahdar Rudan area in Hormozgan province in 1399. In this study, physiological growth traits including LAI (leaf area index), CGR (crop growth rate), NAR (net uptake rate), LAD (leaf area durability), plant height, wet and dry plant yield along with chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll , carotenoids, soluble carbohydrates and proline were examined. The results showed that drought treatment was significant in all the studied traits at the level of 1%. Also, planting date was significant in total chlorophyll, carotenoids, chlorophyll a, chlorophyll b, soluble carbohydrates and proline but did not have any effect on plant height, wet and dry plant yield. On the other hand, the interaction between drought and planting date had caused significant changes in total chlorophyll, carotenoids and chlorophyll a and soluble carbohydrates. Drought treatment reduced leaf area, crop growth rate, net uptake rate and leaf area of Lemongrass grass by 50%, but the treatments of planting date had no effect on the physiological traits of Lemongrass plant growth. Therefore, it can be concluded that Lemongrass is a plant that is resistant to mild stress but sensitive to severe stress.

Keywords: Dehydration stress, Net uptake rate, Plant height, Industrial-medicinal plant

Corresponding author, Email: mrtadayon@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.1.8]