اثر تنش خشکی و هیدروپرایمینگ بذر بر برخی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گونه *Cymbopogon olivieri* (Boiss.) Bor

قاسمعلی دیانتی تیلکی *[۱]، محمد پیچند [۲] و سید احسان ساداتی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۳ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۸/۲۰

چکیده

خشکی یکی از مهم‌ترین عواملی است که مقدار تولید *Cymbopogon olivieri* را محدود می‌کند. هدف از این مطالعه ارزیابی اثر تنش خشکی و هیدروپرایمینگ بذر روی صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و بیوشیمیایی گونه *C. olivieri* بود. طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح خشکی (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و هیدروپرایمینگ در چهار سطح زمانی (شاهد یا صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) در چهار تکرار و ۳۰ عدد بذر در هر تکرار انجام شد. بذرها در گلدان‌های پلاستیکی و در گلخانه رشد کردند. همه گلدان‌ها با آب مقطر آبیاری شدند. بعد از ۴۰ روز خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{ver.16}$ تجزیه و تحلیل شدند. تعیین اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها با استفاده از ANOVA و مقایسه بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن ($P<۰/۰۵$) انجام شدند. نتایج نشان داد که افزایش تنش خشکی سبب کاهش معنی‌داری در صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیکی *C. olivieri* شد. بالاترین مقدار صفات فتوسنتز، تعرق، محتوی نسبی آب برگ، کلروفیل a، b و ab در گونه *C. olivieri* در هیدروپرایمینگ بذر ۴۸ (و ۷۲ ساعت) تحت تاثیر تیمار خشکی ملایم (۲۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی- هیدروپرایمینگ- صفات مرفولوژی- صفات فیزیولوژی- *Cymbopogon olivieri*.

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس

*: نویسنده مسئول: dianatig@modares.ac.ir

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس

۵- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

مقدمه

یکی از عوامل مهم اقلیمی که بر توزیع و پراکنش گیاهان در سرتاسر جهان موثر است و می‌تواند باعث تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه شود کمبود آب در دسترس است (۱۱). گیاهان در طی زندگی با انواع تنش‌های محیطی مواجه می‌شوند، که این تنش‌ها شانس نمو و بقای گیاهان را محدود می‌کنند و گیاهان مجبور به انجام مراحل اساسی رشد خود در مدت زمان کوتاه‌تر می‌شوند. در برخی نقاط هم که شرایط برای رشد مناسب است، افزایش تراکم و تعداد گیاهان عامل ایجاد رقابت برای گیاهان در به دست آوردن مواد غذایی، آب و نور است (۲۳).

تنش‌های محیطی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده الگوی پراکنش گیاهان در سطح جهان می‌باشند و تنش خشکی نیز به سهم خود تعیین‌کننده بخشی از این پراکنش می‌باشد. تنش خشکی نه‌تنها باعث تقلیل رشد و کم شدن وزن گیاه می‌شود، بلکه رشد قسمت‌های مختلف گیاه را تغییر می‌دهد. در اثر خشکی دیواره‌های سلولی ضخیم‌تر و چوبی شده و میزان کوتین افزایش می‌یابد (۲۰). کشور ایران با توجه به متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر، در زمره کشورهای فقیر به لحاظ برخورداری از آب است. بر اساس آمار موجود حدود ۸۰ درصد از مساحت کره زمین در محدوده خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و کشور ما ایران نیز در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد، به‌طوری که بیش از ۹۰ درصد از سطح آن در معرض خشکی می‌باشد (۲۲). تنش خشکی اغلب جوانه‌زنی بذر را در شرایط مزرعه‌ای کاهش داده و منجر به کاهش استقرار گیاه می‌شود (۳۱).

یکی از راه‌های بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها در شرایط رطوبت کم و همچنین دمای پایین پرایمینگ می‌باشد (۲۱). امروزه پرایمینگ بذر به‌طور گسترده و توسعه یافته، جهت اصلاح میزان جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهچه در گستره زیادی از گیاهان زراعی استفاده می‌شود (۳۰). هیدروپرایمینگ شامل خیساندن بذور در آب برای یک دوره زمانی و به‌دنبال آن خروج بذرها از آب و خشکاندن آن‌ها می‌باشد. در این روش به بذرها اجازه داده می‌شود تا جایی آب جذب کنند که ریشه‌چه ظاهر نشود (۷). در روش هیدروپرایمینگ، بذور با آب خالص و بدون استفاده از هیچ گونه ماده شیمیایی تیمار می‌شوند که این نوع پرایمینگ بسیار ساده و ارزان بوده و مقدار جذب آب از راه مدت زمان تماس بذر با آب کنترل می‌شود (۹ و ۱۵).

جنس *Cymbopogon* از طایفه *Andropogoneae* زیر خانواده *Panicoideae* و خانواده گندمیان است. گونه *Cymbopogon olivieri* دارای ویژگی‌هایی نظیر بندهای محور گل آذین با لبه‌های مژه‌دار، سنبلچه‌های بدون پایک به طول چهار تا پنج میلی‌متر است. این گونه گیاهی یکی از گونه‌های مهم در مراتع جنوب کشور می‌باشدکه از نظر حفاظت خاک و تولید علوفه دامی نقش به‌سزایی دارد. این گیاه دارای ارزش علوفه‌ای قابل‌توجهی در مناطق گرم و خشک است هنگامی که گندمیان یکساله به انتهای مراحل چرخه رشد می‌رسند گونه مورد مطالعه به رشد خود ادامه می‌دهد و می‌تواند در تأمین علوفه دام‌ها نقش به‌سزایی داشته باشد (۸). برخی مطالعات نشان داده است که تنش ناشی از کمبود آب سبب کاهش رشد قسمت‌های مختلف گیاه اعم از ریشه‌ها و اندام‌های هوایی، وزن خشک، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز، تعرق و کاهش کلروفیل می‌شود (۴۴). تاثیر تنش خشکی روی دو گونه (*Cymbogon pendulus* و *C. nardus*) نشان داد که این تنش سبب کاهش پارامترهای مورفولوژیکی هر دو گونه از جمله رویش ارتفاعی، طول، سطح و وزن برگ شده است (۳۸). راهبردهای مقاومت به خشکی را در گندمی‌ها، توسعه سیستم ریشه در عمق، کاهش تبخیر و تعرق در برابر خشکی ذکر کردند، کاهش آبیاری تا حد ۳۰ درصد ظرفیت زراعی در طی ۱۰ روز، موجب کاهش توان بالقوه آبی برگ از ۰/۵- تا ۰/۸۷ مگاپاسکال در گیاه *Phaseolus vulgaris* گردید (۱۸).

بررسی‌ها نشان دادند گندمی‌های متحمل به تنش خشکی دارای بقای بیشتر برگ‌ها و پنجه‌ها در فصل خشکی، کاهش تعرق و جذب آب بیشتر از خاک می‌باشند (۳۵ و ۴۳). بررسی‌ها نشان داد که با کاهش محتوای نسبی آب برگ، میزان هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز و فرآوری CO_2 کاهش پیدا می‌کند (۲۵). گزارش کردند که کاهش هدایت روزنه‌ای در حد متوسط باعث کاهش فتوسنتز در

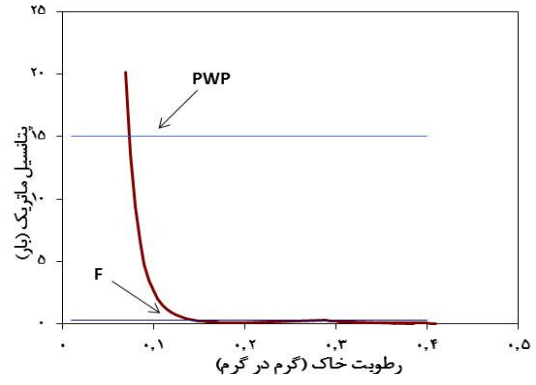
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

اثر محدودیت ناشی از بسته شدن روزنه‌ها می‌شود ولی در شرایط تنش شدید و کاهش شدید هدایت روزنه‌ای بازیابی فتوسنتز به سختی اتفاق می‌افتد (۱۶). بررسی شاخص‌های رشد برخی گونه‌های گیاهی دارویی (مریم گلی، بومادران، اسفرزه، همیشه بهار و بابونه) با سطوح مختلف خشکی شاهد، ۷۵ درصد، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی انجام شد و با اعمال تیمار خشکی مشاهده کردند که همه گونه‌ها رشد و شادابی خود را در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی حفظ کردند که بهترین عملکرد را مریم گلی و بومادران داشتند (۲۶). بررسی اثر هیدروپرایمینگ در ارقام مختلف جو نشان دادند که هیدروپرایمینگ علاوه بر تسریع جوانه‌زنی، توسعه بهتر اندام‌های هوایی و زیرزمینی را موجب شده و باعث استقرار بهتر و زودتر گیاهچه‌ها شده است (۲۱). هدف از این آزمایش، بررسی امکان استفاده از تیمارهای مختلف هیدروپرایمینگ بذر در شرایط گلخانه بر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بذرهای *C. olivieri* تحت تنش خشکی بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام شد و تیمارها شامل هیدروپرایمینگ در ۴ مدت زمان مختلف (شاهد، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) و تیمارهای تنش خشکی تحت تأثیر چهار سطح آبیاری شامل شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، تنش ملایم (۷۵ درصد ظرفیت زراعی)، تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) قرار گرفتند. بذور مورد نیاز آزمایش و همچنین خاک مورد استفاده در گلدان از مراتع اطراف شهر بندرعباس (سرچاهان) جمع‌آوری شد. که مشخصات آن به شرح (جدول ۱) می‌باشد. برای انجام آزمایش از گلدان‌هایی با قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر حاوی ۲ کیلوگرم خاک استفاده و در هر گلدان تعداد ۳۰ عدد بذر با قوه نامیه ۹۸ درصد در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ شدند و بذرهای بدون پرایمینگ (شاهد) در ۴ تکرار در عمق یک سانتی‌متری با فواصل یکسان کشت و به همه گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی آب داده شد. بذور قبل از کاشت، توسط قارچ‌کش بنومیل (۲ در هزار) ضدعفونی شدند (۱۵). تنش خشکی پس از مرحله سه برگی شدن نهال‌ها اعمال شد. برای تعیین میزان آب مورد نیاز هر گلدان در هر آبیاری، در ابتدای آزمایش منحنی رطوبتی خاک مورد استفاده که رابطه بین پتانسیل آب خاک و رطوبت را مشخص می‌کند (شکل ۱)، از طریق فرمول (۳۹) ترسیم گردید. در این ارتباط، برای ظرفیت زراعی (FC) وزن مرجع که مجموعی از وزن خاک خشک داخل گلدان، وزن گلدان، وزن پلاستیک و وزن آب (برای پتانسیل در نقطه FC) تعیین شده تا میزان آبی که به هر گلدان داده شد (با توجه به FC مورد نظر) با وزن مرجع مطابقت داشته است. در ادامه گلدان‌ها به‌صورت روزانه وزن می‌شدند و در صورت کمتر بودن وزن گلدان‌ها از حد معین و بر اساس منحنی رطوبتی خاک، میزان آب مورد نیاز جهت تأمین پتانسیل مورد نظر به هر گلدان اضافه می‌شد. در طول دوره آزمایش دمای حداقل گلخانه ۱۸ و دمای حداکثر ۲۸ درجه سانتی‌گراد بود. در طی آزمایش و در هر یادداشت‌برداری صفات مورفولوژیکی از قبیل وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه و درصد زنده‌مانی بذور، صفات فیزیولوژیکی شامل سرعت فتوسنتز، سرعت تعرق، کارایی مصرف آب فتوسنتزی و همچنین صفات بیوشیمیایی شامل کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل ab ارزیابی شد.



شکل ۱- منحنی مشخصه رطوبت خاک در آزمایش تنش خشکی بذور *C. olivieri*

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	نوع بافت	وزن مخصوص ظاهری خاک (g/cm^3)	ظرفیت زراعی (٪)	نقطه پژمردگی (٪)
۷/۹۶	۰/۲۰۳	۱۶	۲۴	۶۰	لومی-شنی	۱/۵۳	۱۴/۵	۷/۵

در پایان دوره رشد، بخش هوایی گیاهان از محل یقه برداشت و ریشه نیز از خاک جدا شد. وزن تر بخش هوایی و ریشه بعد از برداشت با ترازو (دقت ۰/۰۰۱± گرم) توزین شد. برای تعیین وزن خشک بخش هوایی و ریشه، نمونه‌ها در داخل دستگاه خشک‌کن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و ۷۲ ساعت نگهداری شدند. سپس وزن خشک آن‌ها با ترازو (دقت ۰/۰۰۱± گرم) تعیین گردید. به‌منظور بررسی زنده‌مانی در هر یک از تیمارهای تنش خشکی نسبت تعداد نهال‌های باقی‌مانده در پایان بررسی (S) به نهال‌های اولیه (جوانه‌زده) در هر تیمار (SI) به صورت درصد زنده‌مانی (SP) منظور و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (۶).

$$SP = (S/SI) \times 100$$

برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژی نهال‌ها از جمله نرخ فتوسنتز خالص (A) و کارایی تعرق (E)، در یک روز آفتابی (اواخر اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳) و در هوای آزاد، تحت شرایط طبیعی دما، نور و رطوبت نسبی هوا (ساعت ۱۰/۳۰-۹) بعد از ۴۰ روز تنش اندازه‌گیری انجام شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژی فتوسنتز و تعرق گیاه با استفاده از دستگاه gas exchange مدل +lcp اندازه‌گیری شد (۴۱). برای این منظور از هر تکرار ۶-۳ برگ از بالغ‌ترین و توسعه‌یافته‌ترین برگ از قسمت‌های بالای نهال انتخاب شد (۴۵). برای اندازه‌گیری مقدار نسبی آب (RWC[1]) از هر نهال سه برگ سالم و توسعه یافته از یک پنجم بالایی تاج هر نهال انتخاب، پس از توزین (FW) به مدت ۲۴ ساعت در شرایط تاریکی در داخل آب مقطر قرار داده می‌شوند که به اندازه نیاز، آب جذب نموده و به حالت آماس (SW) در آیند. آنگاه برگ‌های آماس شده با کاغذ صافی خشک شده و توزین گردیدند. آنگاه با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا خشک شوند. وزن برگ‌ها پس از خشک شدن نیز اندازه‌گیری شد (DW) و میزان نسبی آب (RWC) از رابطه (۴۶) بصورت زیر مشخص شد:

$$RWC = [(FW-DW)*100]/ [SW-DW]$$

برای اندازه‌گیری محتوای کلروفیل ۰/۱ گرم برگ (برگ‌های بالغ و توسعه یافته) از هر تیمار انتخاب شد. نمونه‌ها پس از توزین داخل لوله آزمایش‌هایی که برای جلوگیری از ورود نور با استفاده از فویل آلومینیومی پوشیده شده بودند، قرار گرفتند. سپس به هر نمونه سه میلی‌لیتر دی متیل فرمامید (N,N Dimethylformamide (DMF)) اضافه و درب لوله‌ها با استفاده از پارافیلم بسته شد (به‌علت سمیت شدید دی متیل فرمامید اضافه کردن آن به نمونه‌ها در زیر هود آزمایشگاه انجام شد). سپس نمونه‌ها به‌مدت سه روز در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از این مدت، با استفاده از دستگاه الایزا، جذب نمونه‌ها در سه طول موج ۶۴۷, ۶۶۴ و ۷۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (۳۴). ابتدا میزان جذب در طول موج ۶۴۷ و ۶۶۴ نانومتر به ترتیب از میزان جذب در طول موج ۷۵۰ نانومتر کم شد. سپس با استفاده از فرمول (۳۴) میزان کلروفیل a و b، میزان کلروفیل کل و نسبت کلروفیل a به b محاسبه شد.

(1) $Chl\ a = 12.00\ A^{663.8} - 3.11\ /A^{646.8}$
(2) $Chl\ b = 20.78\ A^{646.8} - 4.88\ A^{663.8}$
(3) $Chl\ a + b = 17.67A^{646.8} + 7.12\ A^{663.8}$

برای بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ و اعمال تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیکی گونه *C. olivieri* از آزمون مکرر در زمان استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش توسط نرم افزار SPSS (Ver. 16) و رسم نمودار با نرم افزار Excel صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

[1] Relative Water Content

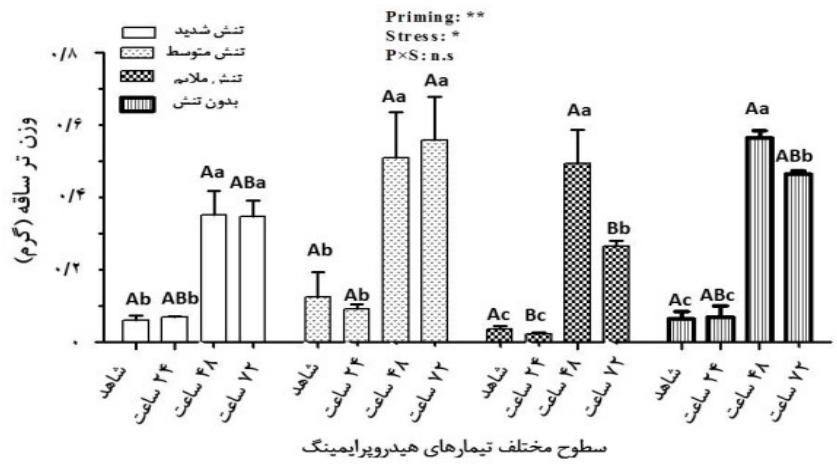
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

نتایج

نتایج به‌دست آمده برای گونه *C. olivieri* در شرایط گلخانه نشان می‌دهد که تیمار سطوح مختلف زمان‌های هیدروپرایمینگ سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار در پارامترهای وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک ریشه (P<۰/۰۱) شد ولی بر پارامتر درصد زنده‌مانی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تیمار تنش خشکی نیز سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار در وزن تر ساقه (P<۰/۰۵) و وزن تر ریشه (P<۰/۰۱) شد ولی بر پارامترهای وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و درصد زنده‌مانی تأثیر معنی‌دار نداشت. اثر متقابل تیمار پرایمینگ و تنش خشکی در هیچ کدام از پارامترها اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌های وزن تر و خشک ساقه گونه مورد مطالعه نشان داد که در تمامی سطوح تنش بجز تنش شدید بیشترین وزن تر و خشک ساقه مربوط به تیمار ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ بود (شکل ۲ و شکل ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف پرایمینگ و خشکی بر برخی صفات مورفولوژیکی گونه *C. olivieri*

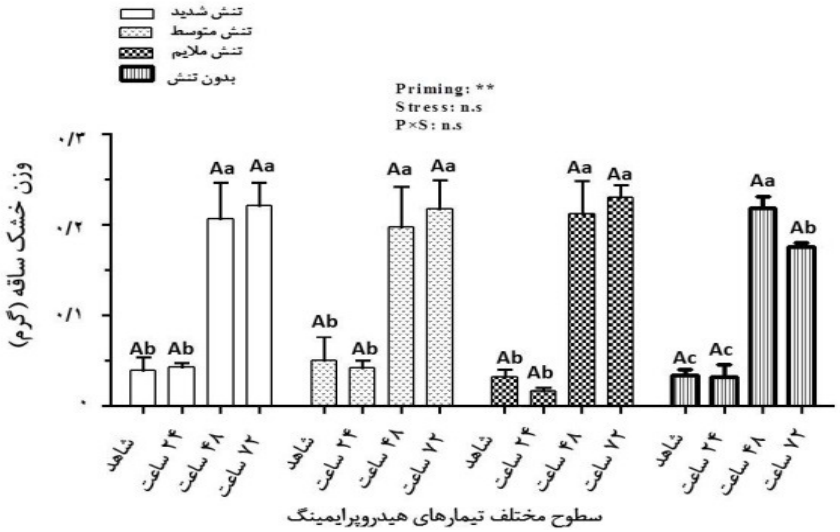
صفات	خطا	پرایمینگ		خشکی		پرایمینگ × خشکی	
		df	P-value	df	P-value	df	P-value
وزن خشک ساقه (گرم)	۰/۰۴۹	۳	۰/۰۰۰ *	۳	۰/۸۶۲	۹	۰/۸۶۹
وزن تر ساقه (گرم)	۰/۳۲۲	۳	۰/۰۰۰ *	۳	۰/۰۱۳*	۹	۰/۲۷۶
وزن خشک ریشه (گرم)	۰/۱۰۹	۳	۰/۰۰۰ *	۳	۰/۵۳۱	۹	۰/۳۹۱
وزن تر ریشه (گرم)	۱/۹۱۴	۳	۰/۰۰۰ *	۳	۰/۰۰۱*	۹	۰/۱۳۷
زنده‌مانی (درصد)	۲۳۸۵۸/۹۳۶	۳	۰/۴۱۰	۳	۰/۲۸۹	۹	۰/۸۹۸



شکل ۲- مقایسه میانگین وزن تر ساقه در زمان‌های مختلف هیدروپرایمینگ و تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی .حروف کوچک سطوح مختلف تنش خشکی در هر سطح زمان هیدروپرایمینگ و حروف بزرگ مختلف نشان از تفاوت معنی دار سطوح مختلف زمان هیدروپرایمینگ در هر سطح از تنش خشکی می باشد.

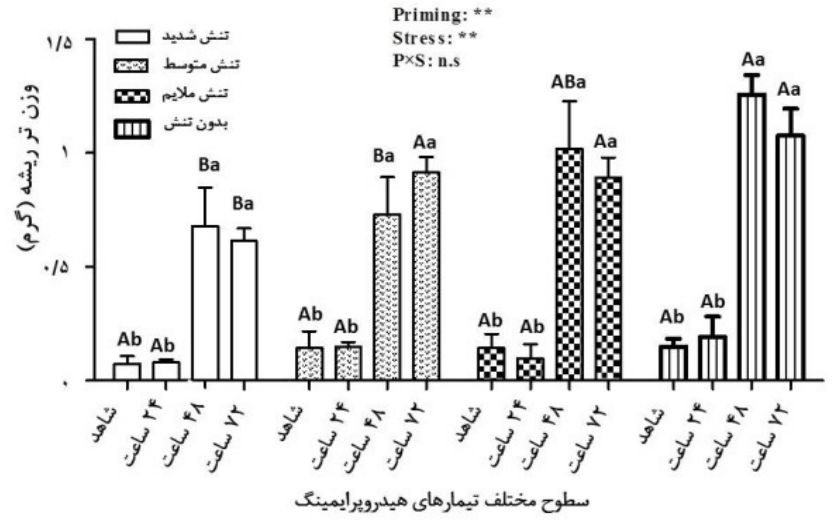
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]



شکل ۳- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در زمان‌های مختلف هیدروپرایمینگ و تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی حروف کوچک سطوح مختلف تنش خشکی در هر سطح زمان هیدروپرایمینگ و حروف بزرگ مختلف نشان از تفاوت معنی دار سطوح مختلف زمان هیدروپرایمینگ در هر سطح از تنش خشکی می باشد.

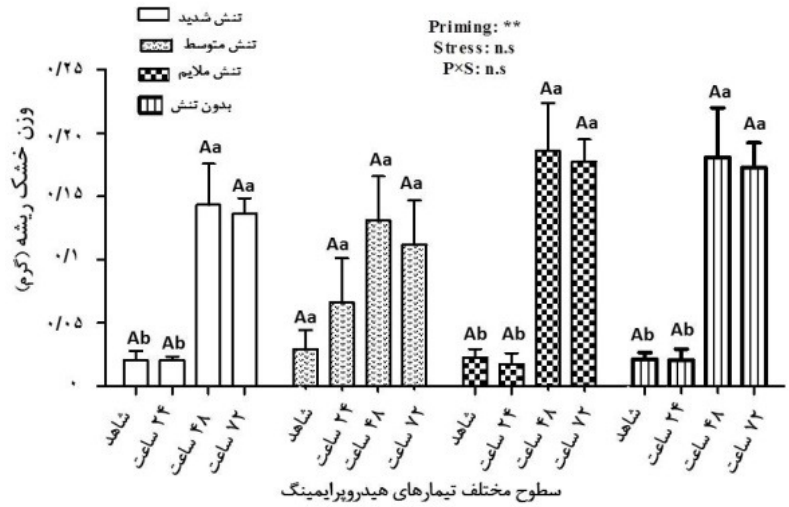
شکل (۴) نشان می‌دهد که بیشترین وزن تر ریشه در تمامی سطوح تنش مربوط به تیمار ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ است. مقایسه میانگین داده های وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه در تمامی سطوح تنش خشکی مربوط به تیمار ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ بوده است (شکل ۵). مقایسه میانگین داده های درصد زنده‌مانی نشان داد که کمترین میزان درصد زنده‌مانی در تنش خشکی شدید با ۷۲ ساعت هیدروپرایمنگ بود. بالاترین میزان زنده‌مانی با تیمار بدون تنش (شاهد) با ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ مشاهده شد (شکل ۶).



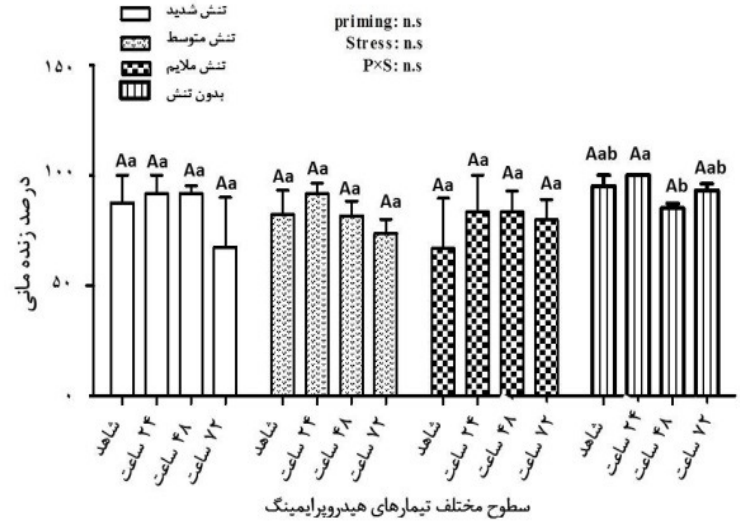
شکل ۴- مقایسه میانگین وزن تر ریشه در زمان‌های مختلف هیدروپرایمینگ و تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی حروف کوچک سطوح مختلف تنش خشکی در هر سطح زمان هیدروپرایمینگ و حروف بزرگ مختلف نشان از تفاوت معنی دار سطوح مختلف زمان هیدروپرایمینگ در هر سطح از تنش خشکی می باشد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]



شکل ۵- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه در زمان‌های مختلف هیدروپرایمینگ و تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی حروف کوچک سطوح مختلف تنش خشکی در هر سطح زمان هیدروپرایمینگ و حروف بزرگ مختلف نشان از تفاوت معنی دار سطوح مختلف زمان هیدروپرایمینگ در هر سطح از تنش خشکی می باشد.



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های درصد زنده‌مانی در زمان‌های مختلف هیدروپرایمینگ و تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی حروف کوچک سطوح مختلف تنش خشکی در هر سطح زمان هیدروپرایمینگ و حروف بزرگ مختلف نشان از تفاوت معنی دار سطوح مختلف زمان هیدروپرایمینگ در هر سطح از تنش خشکی می باشد.

نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان‌دهنده معنی‌داری سطوح مختلف زمان هیدروپرایمینگ بر فتوسنتز اول دوره در سطح ۱ درصد و عدم معنی‌داری تعرق اول دوره شد (جدول ۳). همچنین نتایج آنالیز واریانس دوطرفه نشان‌دهنده معنی‌داری سطوح مختلف زمان هیدروپرایمینگ بر فتوسنتز و تعرق پایان دوره و مقدار نسبی آب (RWC) در سطح ۱ درصد و معنی‌داری تیمار تنش خشکی برای پارامتر فتوسنتز پایان دوره، تعرق پایان دوره و مقدار نسبی آب (RWC) در سطح ۱ درصد شد. همچنین اثر متقابل سطوح مختلف هیدروپرایمینگ در خشکی برای پارامتر تعرق پایان دوره در سطح ۱ درصد معنی‌دار و برای پارامتر فتوسنتز پایان دوره و مقدار نسبی آب (RWC) غیر معنی‌دارشد (جدول ۴). میزان فتوسنتز

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

و تعرق در دو نوبت (قبل از شروع تنش و انتهای تنش) در هر یک از تیمارها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. اثر پرایمینگ در سطح ۱ درصد برای پارامتر فتوسنتز معنی‌دار و همچنین اثر زمان اندازه‌گیری برای پارامتر تعرق در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد ولی اثر مدت زمان اندازه‌گیری در پرایمینگ برای هیچ‌کدام از پارامترهای فتوسنتز و تعرق معنی‌دار نشد (جدول ۵). میزان فتوسنتز در دوره قبل تنش در طول مدت زمان هیدروپرایمینگ افزایش نشان داد به‌طوری‌که بیشترین مقدار فتوسنتز مربوط به تیمار ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ بود (شکل ۷). در دوره بعد تنش، با کاهش سطوح زمان پرایمینگ، از میزان فتوسنتز نهال‌های *C. olivieri* در هر یک از سطوح تنش خشکی کاسته شده است. بالاترین میزان فتوسنتز در پایان دوره را نهال‌های بدون تنش (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) با ۷۲ ساعت پرایمینگ و پایین‌ترین میزان این مشخصه را تیمار بدون پرایمینگ با تنش خشکی شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) نشان دادند (شکل ۸). میزان تعرق در طول مدت زمان هیدروپرایمینگ در دوره قبل تنش کاهش یافت و بیشترین مقدار تعرق مربوط به تیمار بدون پرایمینگ بود (شکل ۹). همچنین در طول دوره بعد از تنش نیز با افزایش سطوح زمان پرایمینگ، از میزان تعرق نهال‌های *C. olivieri* در هر یک از سطوح تنش خشکی کاسته شده است. بیشترین میزان تعرق در پایان دوره در تیمار بدون تنش و بدون پرایمینگ و کمترین میزان تعرق در پایان دوره، در تنش خشکی متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) با ۲۴ ساعت پرایمینگ مشاهده شد (شکل ۱۰). مقدار نسبی آب (RWC) در برگ‌های نهال‌های *C. olivieri* نشان داد که با افزایش تنش خشکی از مقدار نسبی آب برگ کاسته شده است. بیشترین مقدار نسبی آب برگ در تیمار زمان پرایمینگ ۷۲ ساعت - بدون تنش (شاهد) مشاهده شد. همچنین کمترین مقدار نسبی آب در تیمار بدون پرایمینگ - تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) مشاهده شد (شکل ۱۱). نتایج آنالیز واریانس دو طرفه نشان‌دهنده معنی‌داری تنش خشکی برای پارامترهای کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل ab در سطح ۱ درصد و عدم معنی‌داری کلیه پارامترها برای تیمار پرایمینگ شد و همچنین اثر متقابل پرایمینگ در تنش خشکی برای کلیه پارامترها معنی‌دار نشد (جدول ۶). مقایسه میانگین کلروفیل برگ نهال‌های تحت تنش *C. olivieri* نشان داد که بالاترین میزان کلروفیل a را تیمار شاهد (بدون تنش) در مدت زمان ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ و کمترین میزان کلروفیل a را تنش خشکی شدید - ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ نشان داد. بیشترین میزان کلروفیل b در پایان دوره را نهال‌های شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) - ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ و کمترین میزان را نهال‌های تحت تنش شدید – بدون پرایم و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ نشان دادند. بیشترین میزان کلروفیل ab نیز در تیمار بدون تنش – ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ و کمترین آن در نهال‌های تحت تنش خشکی شدید – ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ و بدون پرایم مشاهده شد (شکل‌های ۱۲ تا ۱۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی نهال‌های *C. olivieri* تحت تیمار هیدروپرایمینگ

		پرایمینگ		
صفات	خطا	df	MS	P-value
فتوسنتز اول دوره(قبل از اعمال تنش)	۰/۰۰۹	۳	۰/۳۵۷	۰/۰۰۰ *
تعرق اول دوره(قبل از اعمال تنش)	۰/۰۳۹	۳	۰/۰۷۳	۰/۱۴۷

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی نهال‌های *C. olivieri* تحت تیمار هیدروپرایمینگ و تنش خشکی

صفات	خطا	پرایمینگ		خشکی		پرایمینگ × خشکی	
		d.f.	P-value	d.f.	P-value	d.f.	P-value
فتوسنتز پایان دوره (بعد از اعمال تنش)	۰/۰۱۳	۳	۰/۰۰۰ *	۳	۰/۰۰۱ *	۹	۰/۸۳۴
تعرق پایان دوره(بعد از اعمال تنش)	۰/۰۰۲	۳	۰/۰۰۷ *	۳	۰/۰۰۰ *	۹	۰/۰۰۰ *
RWC	۸۰/۷۵۷	۳	۰/۰۰۰ *	۳	۰/۰۰۰*	۹	۰/۸۲۶

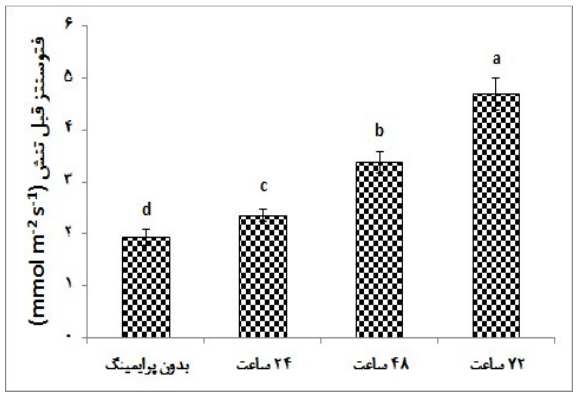
جدول ۵- نتایج تأثیر هیدروپرایمینگ و اعمال تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیکی گونه *C. olivieri* با استفاده از آزمون مکرر در زمان

منابع تغییرات	فتوسنتز ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)			تعرق ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)		
	df	MS	P	df	MS	p
بین گروه‌ها						
پرایمینگ	۳	۰/۱۲۳	۰/۰۰۱**	۳	۰/۰۱۹	۰/۱۳۱
خطا	۸	۰/۰۰۸		۸	۰/۰۰۸	
داخل گروه‌ها						
زمان	۱	۰/۰۰۶	۰/۵۱۴	۱	۲/۰۴۲	۰/۰۰۰**
زمان × پرایمینگ	۳	۰/۰۱۳	۰/۴۳۴	۳	۰/۰۱۱	۰/۳۹۱
خطا (زمان)	۸	۰/۰۱۲		۸	۰/۰۰۹**	

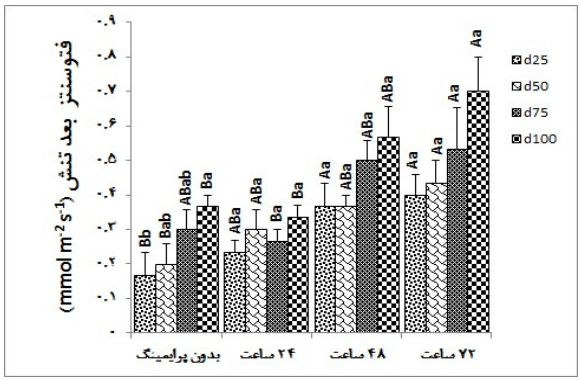
* اعداد گزارش شده مرتبط با *P*-value می‌باشد، ** معنی‌داری در سطح ۱٪

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی نهال‌های *C. olivieri* تحت تیمار هیدروپرایمینگ و تنش خشکی

صفات	خطا	پرایمینگ		خشکی		پرایمینگ × خشکی	
		d.f.	P-value	d.f.	P-value	d.f.	P-value
کلروفیلa	۲۱/۰۷۱	۳	۰/۰۶۶	۳	۰/۰۰۰*	۹	۰/۹۰۹
کلروفیل b	۴/۹۵۳	۳	۰/۱۰۹	۳	۰/۰۰۰*	۹	۰/۶۲۷
کلروفیل ab	۳۰/۹۴۴	۳	۰/۰۸۶	۳	۰/۰۰۰*	۹	۰/۹۹۸



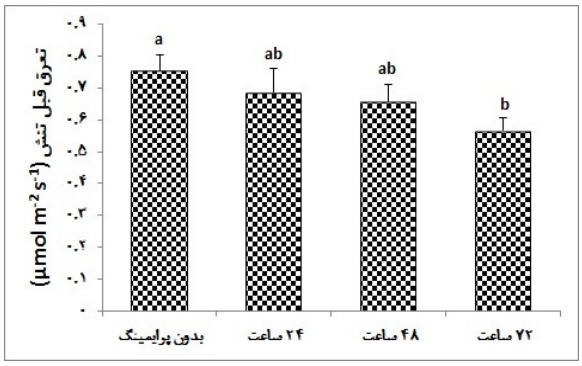
شکل ۷- مقایسه فتوسنتز خالص قبل از تنش تیمار سطوح مختلف هیدروپرایمینگ نهال‌های *C. olivieri*



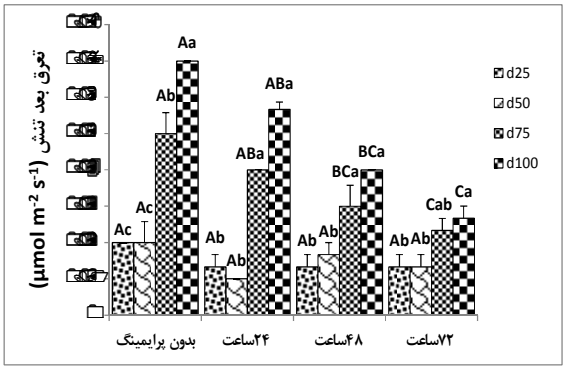
شکل ۸- مقایسه فتوسنتز خالص تیمار سطوح مختلف هیدروپرایمینگ در سطوح مختلف خشکی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

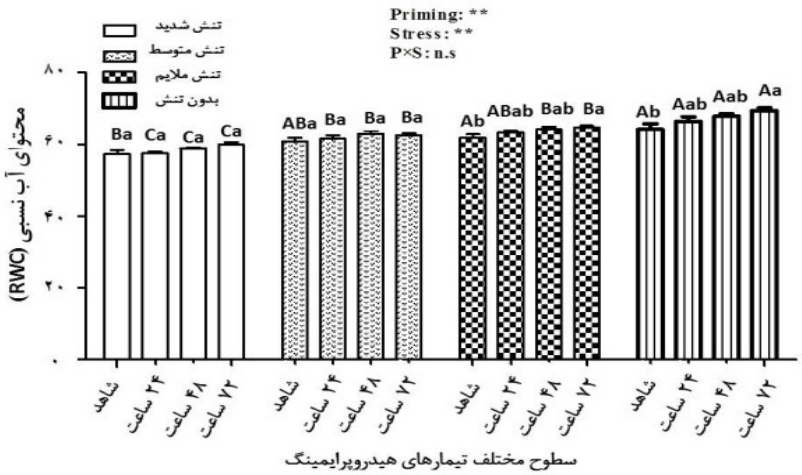
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]



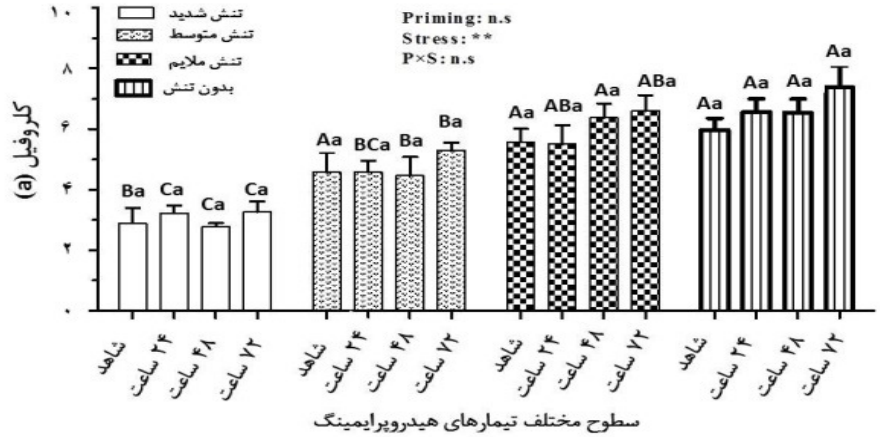
شکل ۹- مقایسه تعرق قبل از تنش تیمار سطوح مختلف هیدروپرایمینگ نهال‌های *C.olivieri*



شکل ۱۰- مقایسه تعرق بعد از تنش تیمار سطوح مختلف هیدروپرایمینگ در سطوح مختلف خشکی.



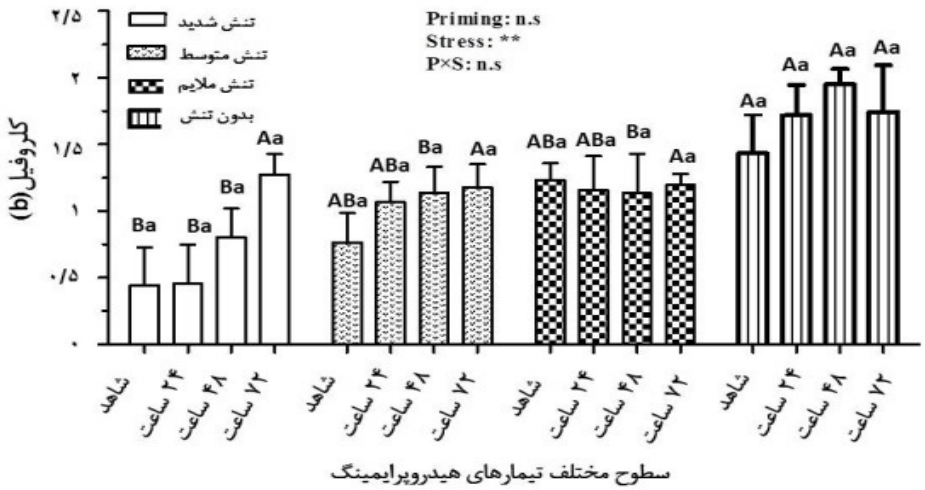
شکل ۱۱- مقایسه میانگین RWC در تیمار سطوح مختلف هیدروپرایمینگ در سطوح مختلف خشکی نهال‌های *C. olivieri*



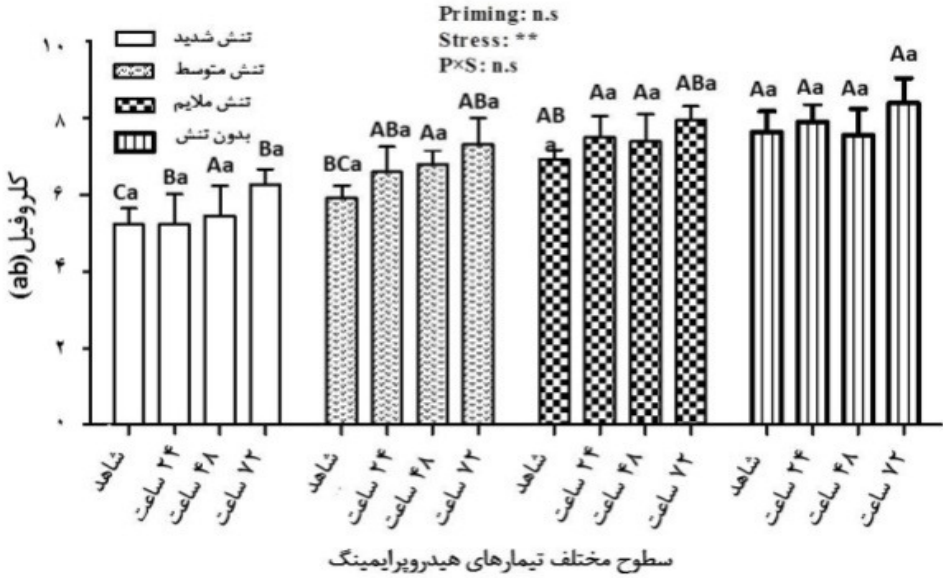
شکل ۱۲- مقایسه میانگین کلروفیل a در تیمار سطوح مختلف هیدروپرایمینگ در سطوح مختلف خشکی نهال‌های *C. olivieri*

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]



شکل۱۳- مقایسه میانگین کلروفیل b در تیمار سطوح مختلف هیدروپرایمینگ در سطوح مختلف خشکی نهال‌های *C. olivieri* حروف کوچک سطوح مختلف تنش خشکی در هر سطح زمان هیدروپرایمینگ و حروف بزرگ مختلف نشان از تفاوت معنی دار سطوح مختلف زمان هیدروپرایمینگ در هر سطح از تنش خشکی می باشد.



شکل۱۴- مقایسه میانگین کلروفیل ab در تیمار سطوح مختلف هیدروپرایمینگ در سطوح مختلف خشکی نهال‌های *C. olivieri* حروف کوچک سطوح مختلف تنش خشکی در هر سطح زمان هیدروپرایمینگ و حروف بزرگ مختلف نشان از تفاوت معنی دار سطوح مختلف زمان هیدروپرایمینگ در هر سطح از تنش خشکی می باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

وزن تر و خشک ساقه و ریشه

نتایج نشان داد که افزایش تنش خشکی سبب کاهش وزن تر و خشک ساقه در تمام سطوح هیدروپرایمینگ شده است، به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک ساقه در تمامی سطوح تنش خشکی مربوط به تیمار ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ بوده به جز تیمار بدون تنش (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) که مربوط به هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت بود و کمترین وزن خشک ساقه نیز مربوط به تیمار ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ در تمام سطوح تنش خشکی بوده به جز تیمار تنش شدید

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

(۲۵ درصد ظرفیت زراعی) که مربوط به تیمار بدون پرایم بوده است. از اثرات آشکار تنش خشکی، کاهش وزن خشک بخش هوایی گراس‌ها به شمار می‌رود. در واقع در اکثر گراس‌ها پاسخ مذکور، به‌عنوان یک سازوکار مناسب جهت سازگاری با شرایط تنش شدید گزارش شده است (۵). محققین گزارش کردند که کاهش وزن خشک گیاهان به‌خصوص وزن خشک برگ در شرایط تنش خشکی به علت کم شدن آسیمیلاسیون کربن در برگ‌ها است و میزان کاهش این صفت بسته به گونه گیاهی متفاوت بوده است(۱۳). نتایج نشان داد که افزایش تنش خشکی سبب کاهش وزن تر و خشک ریشه در تمام سطوح هیدروپرایمینگ شده است، به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک ریشه در تمامی سطوح تنش خشکی مربوط به تیمار ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ و کمترین وزن خشک ریشه در تیمار بدون تنش (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش ملایم (۷۵ درصد ظرفیت زراعی) مربوط به هیدروپرایمنگ ۲۴ ساعت و در تنش خشکی متوسط و شدید مربوط به تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) بود. همچنین بیشترین وزن تر ریشه در تمامی سطوح تنش خشکی مربوط به تیمار ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ بوده به جز تیمار تنش خشکی متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) که مربوط به هیدروپرایمینگ ۷۲ ساعت بوده است. در کل بیشترین مقدار وزن تر ریشه در تیمار بدون تنش بود که نشان دهنده تأثیر آب در رشد، تقسیم سلول‌ها و غذاسازی گیاه می‌باشد (۱۰). کمترین وزن تر ریشه نیز در تمامی سطوح تنش خشکی مربوط به تیمار بدون پرایم (شاهد) به جز سطح تنش خشکی ملایم که مربوط به هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت بوده است. در این تحقیق کاهش وزن تر و خشک ریشه تحت تنش خشکی مشاهده شد، این نتایج با نتایج برخی محققان مطابقت داشت (۱۷). کاهش وزن خشک ریشه گراس‌ها تحت شرایط تنش خشکی را گزارش کردند (۱۸). سایر نتایج نیز نشان می‌دهد که با افزایش سطح تنش خشکی در *Aeluropus lagopoides* وزن تر ریشه و ساقه نسبت به گیاهان شاهد کاهش پیدا می‌کند. در واقع با پیشرفت تنش خشکی همچنان که فتوسنتز برگ کاهش پیدا می‌کند، رشد ریشه به طور اجتناب ناپذیری کاهش می‌یابد. بنابراین، رشد و نمو ریشه در شرایط خشکی نسبت به شرایط فراهمی رطوبت، خصوصاً در گیاهان حساس به خشکی، کاهش می‌یابد. مطابق با نتایج این تحقیق محققین دیگر نیز بیان کردند که وزن خشک ریشه گراس‌ها تحت شرایط خشکی کاهش می‌یابد (۲۹).

زنده‌مانی

با افزایش تنش خشکی، کاهش زنده‌مانی در نهال‌های تحت تنش رخ داد به‌طوری‌که کمترین میزان زنده‌مانی متعلق به نهال‌های تحت تنش خشکی شدید با ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ و تنش خشکی ملایم بدون هیدروپرایمینگ بود. همچنین بالاترین زنده‌مانی را نهال با تیمار بدون تنش (شاهد) با ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ نشان داد. میانگین زنده‌مانی در تیمارهای بدون تنش (شاهد) بیشتر از سطوح تنش خشکی دیگر است. کاهش زنده‌مانی نهال‌های تحت تنش خشکی را می‌توان با کاهش جذب عناصر اولیه رشد که سبب ضعف استقرار نهال‌ها شده است مرتبط دانست (۴۰).

محتوای نسبی آب (RWC)

عامل دیگری که بیانگر قابلیت آب در گیاه است، محتوای نسبی آب (RWC) می‌باشد. هر چقدر قابلیت آب در گیاه کاهش یابد، مقدار نسبی آب نیز تقلیل می‌یابد، هر چند این رابطه خطی نبوده و برای هر گیاه متفاوت است (۴). محتوای نسبی آب برگ نشان دهنده رابطه بین صفات فیزیولوژیکی و سطح تحمل به خشکی است (۱۴). مطالعه آشکار ساخت که با افزایش تنش خشکی از میزان محتوای نسبی آب برگ کاسته شده است (۱۹). بررسی‌های به‌عمل آمده نشان داد، محتوی نسبی آب برگ در همه تیمارها بالاتر از ۵۰ درصد بوده و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. برخی عنوان نمودند هر اندازه نقصان آب خاک با پیشرفت تنش خشکی افزایش یابد، اصولاً از محتوای آب برگ گراس‌ها کاسته می‌شود(۴۲). در این تحقیق نیز تیمار بدون پرایم در تنش خشکی شدید با ۱۲/۰۵ درصد کاهش نسبت به تیمار ۷۲ ساعت پرایم در تیمار بدون تنش (شاهد)، کمترین مقدار RWC را طی مدت آزمایش نشان داد. محققین یکی از مهمترین عوامل حفظ بقاء در شرایط تنش را قدرت بالای گیاه در حفظ آب سلولی می‌دانند. مقدار بالای RWC به معنی توانایی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

برگ در حفظ مقادیر بیشتر آب در شرایط تنش خشکی است. هر عامل فیزیولوژیکی در گیاهان که در حفظ آب گیاه نقش داشته باشد، می‌تواند یکی از عوامل موثر در معرفی گونه‌ها باشد (۱و ۳۷).

فتوسنتز و تعرق

رشد و فتوسنتز گیاهان تحت تأثیر شرایط محیطی مختلف از جمله تنش خشکی قرار می‌گیرد. توانایی زنده ماندن گیاه، رشد، نمو و فتوسنتز در تنش‌های محیطی به پتانسیل ژنتیکی گیاه وابستگی زیادی دارد که به صورت پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مولکولی خود را نشان می‌دهد. کاهش میزان فتوسنتز در انتهای دوره با افزایش میزان تنش خشکی در کلیه سطوح را می‌توان به عوامل محدود کننده روزنه‌ای نسبت داد، بدین صورت که گیاهان در پاسخ به کاهش مقدار آب در دسترس، روزنه‌های خود را برای جلوگیری از دست دادن آب می‌بندند، بستن روزنه‌ها خود منجر به مختل شدن فرآیند جذب CO_2 و در نهایت فرآیند فتوسنتز می‌شود. در این مطالعه نیز تنش خشکی منجر به کاهش نرخ فتوسنتز و تعرق در نهال‌های *Cymbopogon olivieri* شده است. در تحقیق حاضر، به منظور کاهش اثرات مخرب تنش خشکی از تیمارهای هیدروپرایمینگ با سطوح زمانی مختلف استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال هیدروپرایمینگ باعث افزایش نرخ فتوسنتز در تیمارهای تنش خشکی شده است. نتایج مربوط به فتوسنتز در نهال‌ها قبل از تنش خشکی نشان داد که با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ، فتوسنتز افزایش پیدا کرد. بالاترین میزان فتوسنتز در تیمار ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ مشاهده شد. کاهش میزان تعرق با افزایش مدت زمان پرایمینگ در دوره قبل تنش و همچنین در سطوح مختلف تنش خشکی را می‌توان به جلوگیری از دست دادن آب درون برگ نسبت داد. افزایش تعرق در نهال‌های بدون پرایمینگ در تنش خشکی شدید می‌تواند ناشی از قدرت جذب بیشتر آب از خاک توسط ریشه و در نتیجه بهبود محتوای آب برگ در این سطوح باشد (۳). متناسب با تغییرات در مقدار فتوسنتز، مقدار تعرق برگ‌ها با افزایش شدت تنش به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. با توجه به کاهش میزان فتوسنتز به موازات کاهش میزان تعرق، تنش خشکی میزان فتوسنتز را همراه با کاهش میزان تعرق از طریق عوامل قابل برگشت روزنه‌ای کاهش می‌دهد، اما در شرایط شدیدتر تنش، عوامل غیر روزنه‌ای نیز مزید بر علت شده و اثر نامطلوب تنش عموماً غیر قابل برگشت می‌گردد.

محتوای کلروفیل

یکی از علائم استرس‌های محیطی در گیاهان، کاهش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی است. این کاهش به ژنوتیپ گیاه و میزان مقاومت آن بستگی دارد (۱۲). میزان فتوسنتز در پاسخ به تنش خشکی تحت تأثیر عوامل روزنه‌ای (بسته شدن روزنه) و غیر روزنه‌ای (نقص در فرآیندهای متابولیکی) محدود شده و در کل میزان کلروفیل کاهش می‌یابد (۲۷). نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که در اثر تنش خشکی میزان کلروفیل کاهش پیدا کرده است. بالاترین مقدار کلروفیل a و ab مربوط به تیمار ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ در تنش خشکی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) و در کلروفیل b مربوط به تیمار ۴۸ ساعت بود. هیدروپرایمینگ بذور می‌تواند در گیاهان، محتوای کل کلروفیل، محتوای کلروفیل a و b و میزان فتوسنتز را افزایش دهد و از این طریق قدرت منبع و فراهمی فتواسیمیلات‌ها را افزایش داده و در نهایت بهبود عملکرد را در بر داشته باشد (۳۶). در توجیه افزایش عملکرد ناشی از هیدروپرایمینگ همچنین می‌توان به استقرار سریع و مطلوب گیاهان اشاره داشت (۹). در این تحقیق کاهش مقدار کلروفیل a، b و ab در سطوح تنش خشکی شدید مشاهده شد. بررسی تغییرات رنگدانه‌های فتوسنتزی در پاسخ به تنش خشکی نشان داد که با افزایش شدت تنش به‌طور معنی‌داری از میزان رنگدانه‌های کلروفیل a و کلروفیل b کاسته شد. نسبت مقدار کلروفیل b به مقدار کلروفیل a در تنش خشکی شدید در تیمار ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. با افزایش تنش خشکی، مقدار کلروفیل کاهش یافت که این موضوع با نتایج برخی محققین مطابقت داشت (۲). کاهش میزان کلروفیل a، b و ab تحت تنش خشکی را می‌توان ناشی از رقابت آنزیم گلوتامیل کیناز (آنزیم کاتالیز کننده پرولین) در مواجهه با تنش آب از آنزیم گلوتامات لیگاز (اولین آنزیم بیوسنتز کلروفیل) دانست که باعث می‌شود پیش‌ساز گلومات

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

بیشتر به مصرف پرولین برسد و در نهایت بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه شود (۳۲). کاهش کلروفیل که به عنوان عامل محدود کننده غیر روزنه‌ای فتوسنتز محسوب می‌شود در تنش خشکی شدید به دلیل افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز اتفاق می‌افتد(۲۸). به نظر می‌رسد که افزایش شاخص کلروفیل در اثر تنش ملایم، در اثر افزایش وزن مخصوص برگ و افزایش تعداد سلول در واحد وزن برگ بوده باشد، اما در تنش‌های شدید با وجود افزایش وزن مخصوص برگ، افزایش تخریب کلروفیل، منجر به کاهش شاخص کلروفیل گردید (۲ و ۲۴). در شرایط بدون تنش (شاهد) محتوای کلروفیل برگ در سطح بالایی قرار داشت که با نتایج محققین مطابقت داشت (۳۳). تیمار هیدروپرایمینگ تحت تنش خشکی تأثیر چشمگیر و موثری در جوانه‌زنی بذر گونه *Cymbopogon olivieri* در شرایط گلخانه داشت. بیشترین نتایج مثبت مربوط به تیمار ۴۸ و ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ بود. نتایج اعمال تنش خشکی در گلخانه نشان داد که فاکتورهای مورد بررسی (مورفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمیایی) با اعمال تنش خشکی در همه تیمارهای هیدروپرایمینگ روند نزولی داشتند. نهال‌هایی که در سطوح زمانی ۴۸ و ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ شده بودند اغلب فاکتورهای اندازه‌گیری شده در سطوح آبیاری ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی از وضعیت مناسب‌تری برخوردار بودند.

References

1. Abdalla, M.M. & N.H. El-Khoshiban, 2007. The influence of Water Stress on Growth, Relative Water Content Photosynthetic Pigments, Some Metabolic and Hormonal Contents of Two *Triticium aestivum* cultivars. Journal of Applied Sciences Research, 3(12): 2062-2074.
2. Ahmadi, A. & A. Siosemardeh, 2004. Effects of water stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and proline in four wheat cultivars adapted to conditions of different climatic. Journal of Agricultural Sciences, 35(3): 753-763. (In Persian)
3. Ahmadi, A. & A. Siosemardeh, 2005. Investigation on the Physiological Basis of Grain Yield and Drought Resistance in Wheat: Leaf Photosynthetic Rate, Stomata Conductance and Non-Stomata Limitations. International Journal of Agriculture and Biology, 7(5): 807-811.
4. Alizadeh, A., 2005. Soil, Water, Plant relationship, Imamreza University, 470 pp.
5. Amiard, V., A.M. Bertrand, J.P. Billard, C. Huault, F. Keller & M.P. Prudhomme, 2003. Fructans, But not the Sucrosyl-Galactosides, Raffinose and Loliose, are Affected by Drought Stress in Perennial grass. Plant Physiology, 132(4): 2218-2229.
6. Anonymous 1999. Forest Condition in Europe. Results of the 1997. Crown Condition Survey. Technical Report prepared by Federal Research Center for Forestry and Forest Products, Brussels.
7. Arif, M., 2005. Effect of Seed Priming on Emergence Yield and Storability of Soybean. PhD Thesis, NWFP Agriculture University, Peshawar.
8. Asadpour, R. & M.A. Soltanipour, 2009. Investigation some of ecological characteristics of *Cymbopogon olivieri* in Hormozgan province. Watershed Research, 82(1): 59-64. (In Persian)
9. Ashraf, M. & M.R. Foolad, 2005. Pre-Sowing Seed Treatment-a Shotgun Approach to Improve Germination, Plant Growth, and Crop Yield under Saline and None-Saline Conditions. Advances in Agronomy, 88(1): 223-271.
10. Bakhshi Khaniki, G.R., S. Javadi, P. Mehdikhani & D.Tahmasebi, 2011. Investigation of drought stress effect on some quantity and quality characteristics of new eugenics sugar beet genotypes. New Cellular and Molecular Biotechnology Journal, 1(3): 65-74. (In Persian)
11. Cellier, F., G.Conejero, J. Breitler, & F. Casse, 1998. Molecular and physiological response to water deficit in
12. drought-tolerant and drought-sensitive lines of sunflower. Plant Physiology, 116: 319-328.
13. Colom, M.R. & C. Vazzana, 2001. Drought Stress Effects on Three Cultivars of *Eragrostis curvula*: Photosynthesis and Water Relations. Plant Growth Regulation, 34(2): 195-202.
14. Delfine, S., F. Loreto, P. Pinelli, R. Tognetti & A. Alvino, 2005. Isoprenoids Content and Photosynthetic Limitations in Rosemary and Spearmint Plants under Water Stress. Agriculture, Ecosystems and Environment, 106(2): 243-252.
15. Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita & S.M.A. Basra, ۲۰۰۹. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management, In Sustainable Agriculture, 153-188.
16. Farooq, M., S.M.A. Basra, I. Afzal & A. Khaliq, 2006. Optimization of Hydropriming Techniques for Rice Seed Invigoration. Seed Science and Technology, 34(2): 507-512.
17. Flexas, J., J. Bota, J. Cifre, M.J. Escalona, J. Galmes, J. Gulias, E.K. Lefi, S.F. Martinez Canellas, M.T. Moreno, M. Ribas-Carbo, D. Riera, B. Sampol & H. Medrano, 2004. Understanding Down-Regulation of Photosynthesis under Water Stress: Future Prospects and Searching For Physiology Tools for Irrigation Management. Annals of Applied Biology, 144(3): 273-283.
18. Herralde, F.D., C. Biel, R. Save, M.A. Morales, A. Torrecillas, J.J. Alarcon & M.J. Sanchez-Blanco, 1998. Effect of Water and Salt Stress on the Growth, Gas Exchange and Water Relations in Argyranthemum Coronopifolium Plants. Plant Science, 139(1): 9-17.
19. Huang, B., R.R. Duncan & R.N. Carrow, 1997. Drought Resistance Mechanisms of Seven Warm Season Turfgrasses under Surface Soil Drying. Shoot Response, 37(6): 1858-1863.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]

20. Huang, C., G. Hu, F. Li, Y. Li, J. Wu & Zhou X., 2013. NbPHAN, a MYB Transcriptional Factor, Regulates Leaf Development and Effects Drought Tolerance in *Nicotiana benthamiana*. Physiologia Plantarum,149(3): 297–309.
21. Jones, H.G., N.C. Turner & P.J. Kramer, 1980. Interaction and Integration of Adaptive Responses to Water Stress: The Implications of an Unpredictable Environment. Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress., 353-365.
22. Judi, M., F.Sharifzadeh, 2006. Investigation the effects of hydropriming in barley cultivars. Desert, 11, 99-109. (In Persian)
23. Kafi, M., A. Borzooei, M. Salehi, A. Kamandi, A. Maasoomi & J. Nabati, 2010. Physiology of environmental stresses in plants. Jahad University Publication, Mashhad, 502p. (In Persian)
24. Larcher, W., 2000. Temperature Stress and Survival Ability of Mediterranean Sclerophyllous Plants. Plant biosystems, 134(3): 279-295.
25. Larsson, E.H., J.F. Bornman & H. Aspe, 1998. Influence of UV-B Radiation and CO_{2+} on Chlorophyll Fluorescence, Growth and Nutrient Content in *Brassica napus*. Journal of Experimental Botany, 49(323): 1031-1039.
26. Lawlor, D.W. & G. Cornic, 2002. Photosynthetic Carbon Assimilation and Associated Metabolism in Relation to Water Deficits in Higher Plants. Plant, Cell and Environment, 25(2): 275-294.
27. Lebaschy M.H. & E. Sharifi Ashoorabadi, 2004. Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. 20(3): 249-261.(In Persian)
28. Mafakheri, A., A. Siosemardeh, B. Bahramnejad, P.C. Struik & Y. Sohrabi, 2010. Effect of Drought Stress on Yield, Proline and Chlorophyll Contents in Three Chickpea Cultivars. Australian Journal of Crop Science, 4(8): 580-585.
29. Majumdar, S., S. Ghosh, B.R. Glick & E.B. Dumbroff, 1991. Activities of Chlorophyllase, Phosphoenolpyruvate Carboxylase and Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase in the Primary Leaves of Soybean During Senescence and Drought. Physiologia Plantarum, 81: 473–480.
30. Marcum, K.B., M. Pessarakli & D.M. Kopec, 2005. Relative Salinity Tolerance of 21 Turf-Type Desert Saltgrasses Compared to Bermudagrass. HortScience, 40(3): 827-829.
31. McDonald, M.B., 2000. Seed Priming. in: Black M., Bewley J.D. (Eds.), Seed Technology and Its Biological Basis, Sheffield Academic Press, Sheffield, UK, pp. 287–325.
32. Moradi, A., F.Sharifzadeh, R.Tavakol Afshari & R. Maali Amiri, 2010. Seed priming effects on germination and seedling growth of tall wheat grass (*Agropyron elongatum*) under control and drought stress conditions. Rangeland, 4(3): 462-473. (In Persian)
33. Navari-Izzo, F., M.F. Quartacci & R. Izzo, 1990. Water-Stress Induced Changes in Protein and Free Amino Acids in Field Grown Maize and Sunflower. Plant Physiology and Biochemistry, 28(4): 531-537.
34. Paknejad, F.M., H.R. Nasri, Tohidi Moghadam, H. Zahedi & M. Jami Alahmad, 2007. Effects of Drought Stress on chlorophyll fluoresence parameters chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. Journal of Biological Sciences, 7(6): 841-847.
35. Porra, R.J., W.A. Thompson & P.E. Kriedemann, 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy, Biochimica et Biophysica Acta, 975(3): 384-394.
36. Ramos, M.L.G., A.J. Gordon, 1999. Effect of water stress on nodule physiology and biochemistry of a drought tolerant cultivar of common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Annuals of Botany, 83: 57-63.
37. Roy, N.K. & A.K. Srivastava, 2000. Adverse Effect of Salt-Stress Conditions on Chlorophyll Content in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Leaves and Its Amelioration Through Pre-Soaking Treatments. Indian Journal of Agriculture Science, 70(11): 777-778.
38. Sanchez-Rodriguez, E., M. Rubio-Wilhelmi, L.M. Cervilla, B. Blasco, J.J. Rios, M.A. Rosales, L. Romero & J.M. Ruiz, 2010. Genotypic Differences in Some Physiological Parameters Symptomatic for Oxidative Stress under Moderate Drought in Tomato Plants. Plant Science, 178(1): 30–40.
39. Sangwan, N.S. & A.H.A. Farooqi Bansal, 1994. Interspecific Variation in Physical and Metabolic Responses in Five Species of *Cymbopogon* to Water Stress. Plant Growth Regulation, 34: 3-21.
40. Saxton, K.E., W. Rawls, J.S. Romberger & R.I. papendick, 1986. Estimating Generalized Soil-Water Characteristics From Texture. Soil Science Society of America Journal, 50(4): 1031-1036.
41. Shao, H.B., L.Y. Chu, C.A. Jaleel & C.X. Zhao, 2008. Water-Defici Stress-Induced Anatomical Changes in Higher Plants. Comptes Rendus Biologies, 331(3): 215-225.
42. Taiz, L., E. Zeiger, 2010. Plant Physiology, Fift Edition, 782 p.
43. Tehranifar, A., Y. Selahvarzi, A. Gazanchian & H. Arooei, 2009. Drought resistance mechanisms of native and commercial turfgrasses under drought stress. Journal of Horticultural Science, 23(1): 1-9. (In Persian)
44. Volaire, F., G. Conejero & F. Leliever, 2001. Drought Survival and Dehydration Tolerance in *Dactylis glomerata* and *Poa bulbosa*. Functional Plant Biology, 28(8): 743-754.
45. Wang, W. X., B. Vinocur, O. Shoseyov & A. Altman, 2001. Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: physiological and molecular considerations. Acta Horticulture, 560: 285-293.
46. Xiao-ling, X. & W.Zhi-min, 2001. Effect of heat stress during grain filling on photosynthetic characteristics of different green organs in winter wheat, plant, 5: 561-565.
47. Yang, Y., Q. Liu, C. Han, Y.Z. Qiao, X.Q. Yao & H.J. Yin, 2007. Influence of water stress and low irradianceon morphological and physiological characteristicsof *Picea asperata* seedlings. Photosynthetica, 45(4): 613-619.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.1.0]