مقاله پژوهشی **شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9**

پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو گونه *Festuca arundinaceae* Schreb. و *Dactylis glomerata* L. به سرمای ۴ درجه سانتی‌گراد

سحر قربانپور[۱]، قاسمعلی دیانتی تیلکی*[۲] و محمدعلی علیزاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۲ - تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۳/۰۴

چکیده

سرما یکی از عوامل محدودکننده بقا و رشد بوده و نقش مهمی در توزیع و پراکنش اکولوژیکی موجودات دارد. در تحقیق حاضر اثر تیمار سرما بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو گونه *Festuca arundinaceae* و *Dactylis glomerata* در قالب آزمایش فاکتوریل مورد بررسی قرار گرفت. پس از تهیه بذور و کشت آن‌ها در گلدان و رشد قابل قبول نهال‌ها در گلخانه تعداد ۱۰ تکرار از هر گونه به مدت دو هفته تحت تاثیر سرمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. ۱۰ تکرار نیز در شرایط بدون تنش (شاهد) قرار داده شدند. پس از گذشت دو هفته نهال‌های سرمادیده به شرایط عادی گلخانه برای ادامه روند تحقیقات بازگردانده شدند. نتایج نشان داد که تیمار سرما باعث کاهش میزان زی‌توده هوایی و زیرزمینی هردو گونه شد. تیمار سرما باعث افت سیستم فتوسنتزی و هدایت روزنه‌ای و دمای برگ در گونه‌های مورد مطالعه شد. میزان فتوسنتز در *F. arundinaceae* در شاهد با ۰/۱۰ مول/$^{-۲}$متر/$^{-۱}$ثانیه بیشتر از تیمار سرما با ۰/۰۸۰ مول/$^{-۲}$متر/$^{-۱}$ثانیه بود. و در *D. glomerata* نیز میزان فتوسنتز در شاهد با ۰/۰۷۸ مول/$^{-۲}$متر/$^{-۱}$ثانیه بیشتر از تیمار سرما با ۰/۰۴۵ مول/$^{-۲}$متر/$^{-۱}$ثانیه بود. میزان کلروفیل a، b و کل در تیمار سرما کاهش و نشت الکترولیت‌ها در هر دو گونه تحت تیمار سرما افزایش یافت. با توجه به نقش مهم این دو گونه مرتعی در احیا و اصلاح مرتع، آگاهی از تاثیر سرما بر خصوصیات فیزیولوژی و مورفولوژی آن‌ها می‌تواند در تعیین آمادگی مرتع و ظرفیت مرتع و چرای دام در راستای مدیریت بهتر مراتع کشور بسیار مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: تیمار سرما، فیزیولوژیء فتوسنتز، کلروفیل، مورفولوژی.

[۱] - کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

[۲] - دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

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

[۳] - دانشیار پژوهش، بخش بانک ژن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]

مقدمه

گیاهان برای رشد بهینه به محدوده دمایی خاصی احتیاج دارند و خارج شدن از این محدوده بعنوان یک تنش محسوب می‌شود. مشاهده شده است که وقتی گیاه در معرض دماهای بین صفر تا ۱۵درجه سانتیگراد قرار گیرد تغییرات فیزیولوژیکی به‌وجود می‌آید (۳۷). کاهش دما به‌طور کلی یک استرس عمده است که در توزیع و تولید گیاهان نقش داشته و می‌تواند بر سوخت و ساز اندام‌های گیاه و همچنین فیزیولوژی آن‌ها اثر منفی بگذارد (۵). اکثر گیاهان در محدوده عادات رشدی طبیعی خود در معرض تغییرات دمایی، شامل تغییرات فصلی و دوره‌ای قرار می‌گیرند که ممکن است تنفس، فتوسنتز و رشد آن‌ها را محدود نماید (۸). از دیگر صدمات حاصل از سرما می‌توان آسیب به غشای سلولی (نشت الکترولیت) و کاهش تنفس سلولی اشاره کرد (۴۲). تنش‌ها از مهم‌ترین فاکتورهای محدود کننده فتوسنتز در گیاهان می‌باشند (۷). لپورت[1] و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که ۵۰ تا ۸۰ درصد کاهش عملکرد گیاهان در برابر تنش در اثر محدودیت در فتوسنتز می‌باشد و تنش سرما سبب می‌شود که بیشترین خسارت به غشاهای کلروپلاستی و فتوسنتز و همچنین راندمان گیاه وارد آید (۲۰). سرما نه تنها سبب کاهش جوانه‌زنی می‌شود، بلکه به دنبال آن سبب کاهش رشد گیاهچه و کاهش میزان تجمع ماده خشک در آنها می‌گردد (۴۳). قرار گرفتن طولانی مدت یک گیاه در معرض سرما سبب کاهش چشم‌گیر کلروفیل گردیده و افزایش میزان EL از مهمترین شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تغییر شکل غشاء سلولی می‌باشد (۳۳). اسلامی و همکاران (۲۰۱۰) طی تحقیقی که بر روی گیاهچه‌های ذرت انجام دادند دریافتند که محتوای کلروفیل گیاه در شرایط تنش سرما کاهش پیدا می‌کند. همچنین بیان نمودند که ساخت و تخریب کلروفیل از فرآیندهای حساس به دما می‌باشند. همچنین تنش سرما به طور جدی روند فتوسنتز را در گیاهان تحت تاثیر قرار می‌دهد و درجه تاثیر آن با درجه مقاومت گیاه به سرما در ارتباط می‌باشد (۱۵ و ۳۸). قرار گرفتن طولانی مدت یک گیاه در معرض سرما سبب کاهش چشم‌گیر کلروفیل می‌گردد. و افزایش میزان EL و MDA از مهمترین شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تغییر شکل غشای سلولی می‌باشند (۲۴، ۳۹ و ۳۴).

فستوکا پابلند (*Festuca arundinaceae* Schreb.) با نام انگلیسی Tall fescus مشهور است. فستوکا پابلند گیاهی چندساله با ریشه اصلی ضخیم و عمیق بوده، که این موضوع به وضعیت چمنی آن کمک می‌کند. همچین این گیاه ساقه زیرزمینی کوتاهی دارد (۱۸) و به عنوان گراس چمنی و علوفه‌ای در مراتع مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین فسکیوی بلند از پتانسیل بالایی برای تولید علوفه به صورت زراعی و مرتع برخوردار است (۹ و ۱۹). آندرا و مارتینیلو[2] (۲۰۰۶) دامنه درجه حرارت این گونه را برای رشد مطلوب ۲۴-۱۶ درجه سانتی‌گراد توصیه نموده‌اند. درجه حرارت ۳۳ درجه سانتی‌گراد موجب اختلال و توقف رشد این گونه می شود.

علف باغ (*actylis glomerata* L.) گونه‌ای چندساله از تیره گندمیان است، این جنس در ایران تنها یک گونه داشته و ارزش علوفه‌ای بسیار بالایی دارد (۳۰). نام متداول انگلیسی این گونه *Orchard grass* و *Cock's foot* می‌باشد. این گیاه با فرم بیولوژیک چمنی عموما به عنوان گونه همراه در ترکیب تیپ‌های گیاهی مراتع و چمن‌زارها گسترده شده است به واسطه این خصوصیات توانسته در برنامه‌های مدیریتی مورد توجه قرار بگیرد (۲۸). علف باغ در دمای °C ۱۲-۲۲ رشد نموده و دمای بهینه رشد این گونه °C ۲۱ است (۱۸).

هدف از تحقیق حاضر این است که عکس‌العمل گونه‌های مورد مطالعه را در برابر تیمار سرما مورد ارزیابی قرار دهد و تغییرات خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی آن‌ها را در برابر این تنش محیطی بررسی کند. چرا که نغییرات ناشی از عوامل محیطی در مرتع می‌تواند در راستای مدیریت صحیح و اصولی مرتع کمک کند. کاربرد عینی این تحقیق در نگارش طرح‌های مرتعداری و تعیین زمان ورود و خروج دام به مرتع مشهود بوده و از آنجایی که سرما در مرتع می‌تواند یکی از عوامل مهم تاخیر در رویش گیاهان و آمادگی آن برای چرا باشد لذا آگاهی از اطلاعات مربوط به عوامل تاثیرگذار بر مورفولوژی و فیزیولوژی گیاهان که به

[1]- Leport

[2]- Andera and Martiniello

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]

شدت تحت تاثیر دمای مجیط قرار می‌گیرد و بررسی اثرات دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بر گیاهان مورد مطالعه بسیار حایز اهمیت است. در این تحقیق برآن هستیم که اثرات دمای ۴ درجه سانتی‌گراد را بر دو گونه مذکور بررسی کنیم.

مواد و روش‌ها

بذر گونه‌های مرتعی *F. arundinaceae* و *D. glomerata* از بانک ژن بذر موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور واقع در تهران– کرج تهیه شد که منشأ جمع‌آوری بذور از مراتع شمال کشور، مرتع پشتکوه که در ۱۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان ساری و ۴۰ کیلومتری شهر کیاسر در بخش چهاردانگه ساری بوده است. میانگین بارش سالانه منطقه ۳۰۰ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالانه ۸/۵ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است. میزان بیشینه دما در فصل تابستان در این منطقه ۲۱ درجه سانتی‌گراد و کمینه دما در فصل زمستان ۲ درجه سانتی‌گراد است. این منطقه غالبا زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم دارد. در ۴ ماه از سال دمای زیر ۱۰ درجه گزارش شده است. که شامل سه ماه زمستان (دی، بهمن، اسفند) و یک ماه بهار (فروردین) است.

ابتدا جهت بررسی قابلیت زیستی بذور گونه‌های مرتعی *Festuca arundinaceae* و *Dactylis glomerata* آزمون تترازولیوم انجام شد (۱۶). با شمارش بذرها بر اساس رنگ‌پذیری، قابلیت زیستی آن‌ها به میزان ۹۸ درصد مشخص شد. قبل از اقدام به کشت، بذور با هیپوکلرید سدیم ٪۲۰ ضدعفونی شدند و تعداد ۱۲۵۰ عدد بذر در پتری‌دیش به‌مدت ۲ هفته جهت شکست خواب در درجه حرارت ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰-۸۰ درصد در ژرمیناتور قرار گرفتند. سپس بذرهای این گونه برای کشت و مطالعه آماده شدند. در هر گلدان به میزان ۳ کیلوگرم خاک استفاده شد. بافت خاک مورد استفاده لومی شنی (۱۰٪ رس، ۳۴٪ سیلت، ۵۶٪ شن) با اسیدیته ۸ و هدایت الکتریکی ۰/۲۱۱ (DS/M) بود. میزان آبیاری برای تمام گلدان‌ها یکسان و برحسب ظرفیت زراعی تعیین گردید. پس از دو هفته از کاشت بذور در گلدان‌ها در گلخانه و رشد کافی گیاهچه‌ها به‌تعداد ۱۰ تکرار به منظور انجام تیمار سرما (درجه حرارت ۴ درجه سانتیگراد) برای مدت ۲ هفته به دستگاه فیتوترون منتقل شدند (۲). و تعداد۱۰ تکرار در گلخانه باقی ماندند (شاهد). به‌منظور بررسی تاثیر سرما بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گونه مورد مطالعه، کشت در گلخانه انجام گرفت. گیاهچه‌هایی که بدین طریق تحت تاثیر تیمار سرمایی قرار گرفتند به گلخانه بازگردانده شده و به رشد خود تا انتهای مرحله فنولوژی (رشد رویشی) ادامه دادند.

جدول ۱: معرفی برخی مشخصه‌های خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	رطوبت خاک (درصد)	ظرفیت زراعی (FC) (درصد)	نقطه‌ی پژمردگی (PWP) (درصد)
۸	۰/۲۱۱	۱۰	۳۴	۵۶	لومی- شنی	۱/۴۱	۱۴/۸۵	۱۴/۵	۵/۴

شکل ۱: نمایی از گلدان‌های خارج شده از فیتوترون

شکل ۲: نمایی از گلدان‌های شاهد که در محیط بیرون بودند

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]

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 با دقت (۰/۰۰۱ ± گرم) توزین شد. برای تعیین وزن خشک بخش هوایی و ریشه، نمونه‌ها در داخل دستگاه خشک‌کن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت نگه‌داری شدند. سپس وزن خشک آن‌ها با ترازو با دقت (۰/۰۰۱ ± گرم) تعیین گردید.

برای اندازه‌گیری طول رشد گیاهچه‌ها و همچنین ریشه از خط‌کش استفاده شد. سطح برگ با استفاده از نرم افزار Image J محاسبه شده و سطح ویژه برگ نیز از رابطه (۱) به‌دست آمد (۴).

رابطه (۱)
$$SLA = \frac{\text{سطح برگ}}{\text{وزن خشک برگ}}$$

پارامترهای فیزیولوژیکی شامل فتوسنتز، تعرق گیاه، هدایت روزنه‌ای و دمای برگ با استفاده از دستگاه Gas Exchange مدل LCP+ اندازه‌گیری شدند (۴۰). برای اندازه‌گیری مشخصه‌های کلروفیل و نشت الکترولیت علوفه کف‌بر شده گلدان‌ها به وسیله ازت مایع منجمد و سپس پودر گردید و تا انتهای مراحل آزمایش در یخچال با دمای ۲۱- درجه نگهداری شد.

سنجش میزان کلروفیل a، b و کل

ابتدا ۰/۳ گرم برگ سبز فریز شده در دمای ۸۰- درجه وزن شده و سپس با اضافه کردن نیتروژن مایع پودر شد و با اضافه کردن ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در دمای ۴ درجه و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه با استفاده از سانتریفیوژ مدل 263HK ساخت شرکت Hermle آلمان سانتریفیوژ شد. پس از جمع‌آوری عصاره‌ی شفاف بالایی، یک بار دیگر نیز ۵ میلی‌لیتر استون اضافه و عمل سانتریفیوژ تکرار شد. نهایتا با اندازه‌گیری حجم عصاره بدست آمده، میزان جذب نوری در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر به وسیله‌ی دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد. میزان کلروفیل کل، a و b به ترتیب با استفاده از روابط (۲)، (۳)، (۴) بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ محاسبه شد (۶).

رابطه (۲) $$\text{Chlorophyll a (mg/g)} = (12.7 \times 663\ A - 2.69 \times 645\ A) \times V/1000W$$

رابطه (۳) $$\text{Chlorophyll b (mg/g)} = (22.9 \times 665\ A - 4.86 \times 643\ A) \times V/1000W$$

رابطه (۴) $$\text{Chlorophyll a + b (mg/g)} = (8.02 \times 663\ A - 20.20 \times 645\ A) \times V/1000W$$

V: حجم عصاره به‌دست آمده W: وزن برگ سبز A: میزان جذب در طول موج مورد نظر

سنجش نشت الکترولیت

در اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی از برگ‌های کاملا سالم بخش میانی ساقه استفاده شد. ۸۰ میلی‌گرم برگ پس از برش افقی، به لوله آزمایش حاوی ۱۰ سی سی آب مقطر انتقال یافت. جهت جذب بهتر آب با استفاده از پمپ خلاء هوای درون محیط خارج شده و لوله‌های آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه شیکر قرار گرفتند. سپس میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها (Ec_1) با استفاده از دستگاه Ec متر اندازه‌گیری شد. محتوی لوله آزمایش پس از قرارگیری در حمام آب گرم، بار دیگر در دستگاه شیکر قرار گرفته و بلافاصله میزان هدایت الکتریکی (Ec_2) تعیین شد. و در نهایت میزان شاخص خسارت بر اساس رابطه (۵) محاسبه گردید (۳۵).

$$I = \frac{Ec1}{Ec2} \times 100 \quad (۵)$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{Ver.17}$ صورت گرفت و به منظور مقایسه‌ی میانگین ها از آزمون Two way Anowa استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که دو گونه در مورد طول نهال، نسبت وزن خشک به تر ساقه در سطح ۰/۰۱ و در نسبت وزن خشک به تر ریشه در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار داشتند. در دو گونه مورد مطالعه تیمار سرما بر طول نهال در سطح ۰/۰۵ و بر طول ریشه در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار گردید. و در مورد بقیه مشخصات مورفولوژی اعمال تیمار سرما ۴ درجه سانتی‌گراد نتوانست تاثیر معنی‌داری بگذارد. اثر متقابل گونه در تیمار نیز در نسبت وزن خشک

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]

به تر ریشه و سطح برگ در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار شد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها در گونه *Festuca arundinaceae* نشان داد که تیمار سرما اثر معنی‌داری بر طول گیاهچه، سطح برگ و سطح ویژه برگ داشته است. به طوری که طول گیاهچه‌ها در تیمار شاهد با ۵۹۱/۲۴ میلی‌متر بیشتر از نمونه‌های سرمایده با ۴۷۵/۷۱ میلی‌متر است. سطح برگ در تیمار سرما با ۹/۲۷ سانتی‌متر مربع ببیشتر از شاهد با ۸/۳۳ سانتی‌متر مربع بوده و سطح ویژه برگ در نمونه‌های سرمایده با ۰/۲۱ بیشتر از شاهد با ۰/۱۶ است. همچنین تیمار سرما سبب افزایش نسبت وزن خشک به تر ساقه شده است در مقایسه میانگین‌های گونه *Dactylis glomerata* مشاهده می‌شود که تیمار سرما تاثیر معنی‌داری بر هیچ یک از صفات اندازه‌گیری نداشت. اما نسبت وزن خشک به تر ساقه و رشه و همچنین سطح ویژه برگ تحت تیمار سرما افزایش پیدا کردند (جدول ۳).

جدول ۲: تجزیه واریانس خصوصیات مورفولوژیکی دو گونه *Festuca arundinaceae* و *Dactylis glomerata* تحت تیمار سرما

		میانگین مربعات						
منبع تغییرات	درجه آزادی	طول نهال	طول ریشه	نسبت طول ریشه به ساقه	نسبت وزن خشک به تر ساقه	نسبت وزن خشک به تر ریشه	سطح برگ	سطح ویژه برگ
گونه	۱	۴۶۴۱۴/۲۸ **	۴۰۸۳/۳۳ ns	۰/۰۲۴ ns	۰/۰۱۶ **	۰/۲۴*	۰/۲۹۱ ns	۶/۵۹ *
تیمار	۱	۶۳۰۰/۰۰*	۵۲۰۸/۳۳ **	۰/۰۱۳ ns	۰/۰۱۲ *	۰/۰۰۲ ns	۰/۲۵۵ ns	۶۹/۷۴ ns
گونه*تیمار	۱	۱۲/۵۷ ns	۴۰۸/۳۳ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۱۳ *	۰/۵۶۸ *	۴/۶۷ ns
خطا	۸	۱۳/۶۷	۱۴۵۷/۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۴۹۴	۳/۶۷

*در سطح ۰/۰۵ و **در سطح ۰/۰۱ دارای اختلاف معنی‌دار و ns به معنی عدم معنی داری می باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژی در گونه *Festuca arundinaceae* و *Dactylis glomerata* تحت تیمار سرما

		طول گیاهچه (میلی‌متر)	طول ریشه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه به ساقه	نسبت وزن خشک به تر ساقه	نسبت وزن خشک به تر ریشه	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	سطح ویژه برگ
فستوکا	شاهد	۵۲۱/۴۹ a	۳۶۳/۳۳ a	۰/۶۴ a	۰/۲۱ a	۰/۲۳ a	۸/۲۳ a	۰/۱۶ a
	تیمار سرما	۴۷۵/۷۱ b	۳۲۳/۳۳ a	۰/۶۴ a	۰/۲۷ a	۰/۲۱ a	۹/۲۷ b	۰/۲۱ b
داکتیلیس	شاهد	۴۴۴/۲۸ a	۳۵۳/۳۳ a	۰/۶۹ a	۰/۳۳ a	۰/۲۶ a	۸/۶۰ a	۰/۲۶ a
	تیمار سرما	۴۱۰ a	۳۰۰/۳۳ a	۰/۷۶ a	۰/۴۲ a	۰/۱۷ a	۷/۴۰ a	۰/۴۶ a

بین میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از نظر آماری ($P\leq0.05$) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی دو گونه مورد مطالعه نشان می‌دهد که گونه‌ها در دمای برگ، هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز و نشت الکترولیت دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشند. همچنین تیمار سرما بر همه صفات اندازه‌گیری شده بجز نشت الکترولیت در سطح ۰/۰۵ تاثیر معنی‌دار داشته است. و اثر متقابل دو گونه در هیچ یک از صفات معنی‌دار نگردید (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های گونه *Festuca arundinaceae* نشان داد که تیمار سرما بر همه صفات اندازه‌گیری شده به‌جز کلروفیل کل و نشت الکترولیت اثر معنی‌دار دارد و سبب کاهش تمامی خصوصیات فیزیولوژیکی به غیر از دمای برگ و نشت الکترولیت شده است در گونه *Dactylis glomerata* نیز تمامی صفات اندازه‌گیری شده تحت تاثیر معنی‌دار تیمار سرما قرار گرفتند. دمای برگ و نشت الکترولیت در این گونه به طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد و بقیه صفات مورد بررسی کاهش پیدا کردند (جدول ۵).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]

جدول ۴: تجزیه واریانس خصوصیات فیزیولوژیکی دو گونه *Festuca arundinaceae* و *Dactylis glomerata* تحت تیمار سرما

		میانگین مربعات								
منبع تغییرات	درجه آزادی	دی اکسید کربن	دمای برگ	تعرق	هدایت روزنه‌ای	فتوسنتز	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	نشت الکترولیت
گونه	۱	۴۸/۴۵ ns	۰/۷۳۶ **	۳/۲۱۴ ns	۰/۰۰۳ **	۰/۰۰۶ **	۴/۵۰ ns	۰/۸۳ ns	۷۵/۹۶ ns	۱۷۲۸/۵۷ **
تیمار	۱	۱۳۴۹/۸۳ **	۰/۵۴۳ **	۰/۰۰۹ **	۰/۰۰۹ **	۰/۰۰۶ **	۱۰۹/۳۳ **	۱۹/۵۵ **	۴۲۱/۶۷ **	۶۰۳/۵۷ ns
گونه*تیمار	۱	۲/۸۲ ns	۰/۰۰۱ ns	۰۰/۰ ns	۰۰/۰ ns	۰۰/۰ ns	۰/۴۴ ns	۱/۰۲ ns	۵۵/۸۹ ns	۵۸۵/۱۴ ns
خطا	۲۴	۲۸/۷۹	۰/۰۳۴	۰۰/۰	۰۰/۰	۰۰/۰	۳/۴۱	۱/۱۷	۴۵/۵۹	۲۰۳/۱۳

* در سطح ۰/۰۵ و ** در سطح ۰/۰۱ دارای اختلاف معنی‌دار و ns به معنی عدم معنی داری می باشد

جدول۵- مقایسه میانگین‌های صفات فیزیولوژیکی در گونه *Festuca arundinaceae* و *Dactylis glomerata* تحت تیمار سرما

		دی اکسید کربن برگ	دمای برگ (درجه سانتی‌گراد)	تعرق (مول/مترمربع-۱ثانیه)	هدایت روزنه‌ای (مول/مترمربع-۱ثانیه)	فتوسنتز (مول/مترمربع-۱ثانیه بر گرم بافت تر)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	کلروفیلb (میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم)	نشت الکترولیت (درصد)
فستوکا	شاهد	۳۶۲/۳۵ a	۳۲/۵۰ a	۰/۱۵ a	۰/۰۹۱ a	۰/۱۰ a	۱۱/۹۸ a	۵/۹۱ a	۲۲/۱۸ a	۱۰۲ /۲۸ a
	تیمار سرما	۳۴۹/۱۰ b	۳۲ /۷۹ b	۰/۱۱ b	۰/۰۶۲ b	۰/۰۸۰ b	۷/۷۸ b	۳/۸۶ b	۱۱/۶۰ a	۱۰۳/۲۴ a
داکتیلیس	شاهد	۳۶۰/۳۶ a	۳۲/۱۸ a	۰/۱۴ a	۰/۰۷۷ a	۰/۰۷۸ a	۱۰/۹۳ a	۵/۱۸ a	۱۶/۰۶ a	۱۱۰/۴۲ a
	تیمار سرما	۳۴۵ /۸۴ b	۳۲/۴۵ b	۰/۱۱ b	۰/۰۳۵ b	۰/۰۴۵ b	۷/۲۳ b	۳/۹۰ b	۱۱/۱۳ b	۱۷ b

بین میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از نظر آماری ($P\leq0.05$) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج به‌دست آمده اعمال تیمار سرما بر دو گونه مورد مطالعه باعث ایجاد واکنش‌های متفاوتی در خصوصیات مورفولوژیکی شد. به‌طوری که در گونه *F. arundinaceae* تیمار سرما موجب شد تا برخی خصوصیات مورفولوژیکی در این گونه به‌جز نسبت طول ریشه به ساقه که مشابه بودند و سطح برگ و سطح ویژه برگ که نسبت به تیمار شاهد افزایش داشتند، روند کاهشی داشته باشد. بررسی خصوصیات اولیه رشد این گونه در اکوتیپ‌های مختلف نشان داد که طول گیاهچه تحت تیمار سرما کاهش یافت و نتایج بین تیمار شاهد و سرما در سن ۱۵ و ۳۵ روزگی نهال مشابه بود. و تفاوت معنی‌داری نیز بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه مشاهده نگردید (۳). هانسون و مورس برگر[1] (۱۹۸۸) نیز بیان می‌دارند رشد برگ‌های جدید تا ۳۰ درجه سلسیوس ادامه یافته و بعد از آن کاهش می‌یابد و دماهای زیر ۱۰ درجه سلسیوس و بیش از ۳۰ درجه سلسیوس باعث کاهش چشم‌گیر عملکرد علوفه می‌گردد. میزان سطح برگ در تیمار سرما بیشتر از شاهد به‌دست آمد که این نتیجه با نتایج به دست آمده از تحقیقات ماتریلو و آندرا[2] (۲۰۰۶) مطابقت دارد. همچنین طبق تحقیقات انجام شده توسط علیزاده و جعفری (۲۰۱۰) که تاثیر سرمادهی بر خصوصیات رشد و جوانه‌زنی گونه *Dactylis glomerata* در پنج اکوتیپ انجام شد در محیط گلخانه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه به ساقه، نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه و در شاهد بیشتر از تیمار سرما بود که با نتایج ما در این تحقیق مطابقت داشت. همچنین دمای پایین سبب کاهش وزن خشک گیاهچه، کاهش طول ریشه و افزایش سطح برگ‌های فوقانی می‌گردد (۱۳ و ۲۷). قابل ذکر است که میزان سطح برگ در این گونه تحت تیمار سرما مانند گونه *F. arundinaceae* افزایش داشت. این بخش از نتایج با نتایج تحقیق سامبو[3] (۱۹۶۵) مطابقت دارد. این محقق رقابت رشد سه گونه گراس مناطق استرالیا (*Dactylis glomerata L* و *Festuca arundinaceae Schreb.* و *Phalaris tuberose L.*) را مطالعه کرد و نتیجه تحقیق او ثابت نمود که افزایش سطح برگ گونه‌ها منتج به علوفه زیاد آنها می‌گردید. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق با تحقیقات گان و فارار (۲۰۰۲) مطابق دارد. آن‌ها در تحقیق خود اثر افزایشی دما را به میزان ۴ درجه سلسیوس بر سطح برگ مطالعه نموده و به این نتیجه

[1]- Hanson and Mauersberger
[2]- Martiniello and Andrea
[3]- Sambo

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]

رسیدند که افزایش دما روزانه باعث این می‌شود که سطح برگ و وزن خشک گیاه افزایش یابد. نتایج حاصل از کار با نتایج قمری زارع و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت که روی تاثیر سرما بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی یونجه مطالعه کرده و به این نتیجه رسیدند که بیشترین ارتفاع و وزن خشک علوفه یونجه یکساله مربوط به فضای گلخانه با شرایط عادی بود. در رابطه با نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل صفات فیزیولوژیکی نتایج حاکی از آن بود که برخی خصوصیات تحت تاثیر تنش‌های وارده از طرف محیط به طرز چشم‌گیری تحت تاثیر قرار می‌گیرند. گونه‌های *F. arundinaceae* و *D. glomerata* با افزایش میزان دمای برگ و کاهش هدایت روزنه‌ای، تعرق، دی اکسید کربن و همچنین فتوسنتز روبه‌رو بودند. یکی از مهمترین فاکتورهایی که می‌تواند فعالیت فتوسنتزی را دچار نقصان کند دمای پایین است. سرما نه تنها سبب کاهش جوانه‌زنی می‌شود، بلکه به دنبال آن سبب کاهش رشد گیاهچه و کاهش میزان تجمع ماده خشک در آنها می‌شود. مراحل اول و آخر (جذب اولیه و شروع فتوستز) مراحل بسیار حساس به تنش سرما معرفی شده‌اند (۲۹). کاهش فتوسنتز القا شده به‌وسیله دمای پایین یک پاسخ شناخته شده در گیاهان می‌باشد که دلیل این امر می‌تواند آسیب ناشی از دست دادن آب پروتوپلاسم باشد (۴۱). به این صورت که در شرایط نتش‌زا میزان هدایت روزنه‌ای دچار کاهش می‌شود تا از هدر رفت آب از درون سلول جلوگیری کند که تبعات این واکنش سبب کاهش ورود دی اکسید کربن که ماده اولیه فتوسنتز است می‌شود. در نتیجه میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد (۱ و ۱۱). قابل ذکر است که نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج آورده شده از دیگر محققان مطابقت دارد. اندازه‌گیری دمای برگ شاخص مناسبی برای تعیین تنش است. این تکنیک بر این پایه استوار است که تعرق سطح برگ را خنک می‌کند. حدود یک سوم تا نیمی از انرژی خورشیدی که جذب گیاه می‌شود برای تعرق مصرف می‌گردد (۲۳). به عبارتی واکنش‌های آنزیمی و فرایندهای غشایی و فتوسنتز تحت تأثیر دما قرار می‌گیرند (۲۱). تنش سرما یا سرمازدگی، موجب آسیب‌دیدگی اندام‌های حساس گیاه در اثر کاهش ناگهانی دما در طول فصل رویش می‌شود که می‌تواند در دماهای بالاتر از صفر (۰ تا ۵) اتفاق بیفتد. در این دامنه دمایی، هسته یخی در سلول تشکیل نمی‌شود. تاثیر منفی که سرما بر کلروپلاست و فتوسنتز دارد سبب کاهش توان فتوسنتزی و اختلال در انتقال الکترون از فتوسیستم دو به یک و گیرنده اصلی الکترون ($NADPH^{+}$) شده که در نهایت الکترون به مولکول اکسیژن منتقل می‌شود و در این زمان است که بالا بودن میزان کلروفیل باعث افزایش میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود. طبق نتایج به‌دست آمده در بخش تجزیه بیوشیمیایی تنش سرما سبب نشت مواد شیمیایی درون سلول‌های گیاهی شده است. اما این نشت به میزان ناچیز بوده است. و نشت الکترولیت در هر دو گونه مورد مطالعه معنی‌دار نبوده است (۳۱). به‌طور کلی میزان آسیب به گونه *F. arundinaceae* کمتر از گونه *D. glomerata* می‌باشد و این امر گویای این مطلب است که مقاوت به دمای پایین در گونه مذکور بیشتر است و سازوکارهای مقاومت به سرما در آن قوی‌تر است. ویژگی‌هایی مانند سطح برگ بیشتر، روزنه‌های بیشتر و افزایش ورود دی اکسید کربن به سیستم فتوسنتزی گیاه سبب مقاومت بیشتر ای گیاه می‌گردد. تغییر در فنولوژی گیاهان یکی از حساس‌ترین و قابل مشاهده‌ترین پاسخ گیاهان به تغییرات آب و هوایی است که در امر مدیریت مراتع بسیار حائز اهمیت می‌باشد. گونه‌هایی که حساسیت به سرمای کمتری دارند آسیب کمتری می‌بینند. مقاومت گیاهان در برابر سرما متفاوت است، ضمن این که اندام‌های گیاه نیز از نظر تحمل به سرما درجات متفاوتی دارا می‌باشند (۱۲). بررسی‌ها بر روی تعدادی از اکوتیپ‌های این گیاه نشان داده که واکنش آن نسبت به سرما متفاوت بوده و لذا موفقیت کشت این گیاهان مستلزم استفاده از ارقام متحمل به سرما می‌باشد (۲۵). بررسی وسیع‌تر در مورد خصوصیات رشدی و تحمل به سرمای اکوتیپ‌های این گیاه در شرایط کاشت پاییزه ضروری است. در رابطه با گونه‌های مورد مطالعه با توجه به محدوده پراکنش وسیع آن‌ها می‌توان چنین گفت که گونه‌های *F. arundinaceae* و *D. glomerata* در برابر سرما واکنش نشان دادند. و دامنه این واکنش‌ها نشان‌دهنده استراتژی این گیاهان در برابر کاهش دما می‌باشد تا بتوانند آن را تحمل کنند. اما سرمای ۴ درجه نمی‌تواند این گیاهان را از بین ببرد. با توجه به نقش بسیار مهم این دو گونه مرتعی در

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]

امر احیاء و اصلاح مراتع کشور نیاز به تحقیقات گسترده و دقیق‌تر می‌باشد زیرا اعمال سرمای ۴ درجه سانتی‌گراد سبب بروز واکنش در این دو گونه مرتعی در سطوح مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گردید. همانطور که در ابتدای مقاله گفته شد بازه دمایی مطلوب جهت رشد گیاهان مورد مطالعه بسیار بالاتر از دمای اعمال شده بر آن‌ها در این تحقیق می‌باشد و این مسئله گویای آن است که ورود سرمای زودهنگام در مرتع می‌تواند بر روی خصوصیات این گیاهان و آمادگی آن‌ها برای چرا تاثیر گذار بوده و روی زمان ورود و خروج دام از مرتع تاثیر بگذارد. از این رو اطلاعات به‌دست آمده از این تحقیق بسیار کاربردی می‌باشد.

References

1. Ahmadi, A.S. & D. A. Baker., 2000. Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress Conditions in wheat Plant. Iranian Journal of Agricultural Science, 31(4): 825-813. (In Persian)
2. Alizadeh, M.A., 2010. Evaluation of seed germination characteristiscs and seedling growth on five ecotypes of (Festuca arundinaceae) in response to cold treatment. Iranian Journal of Rangelands and forests Plant Breeding and Genetic Research Seedling, 18(1):142-133. (In Persian)
3. Alizadeh, M. & A.A. Jafari., 2010. The effect of Cold Treatment on germination characteristiscs and vegetatative traits in five ecotypes of (Dactylis glomerata) in germinator and greenhouse. Iranian Journal of Range and Desert Research, 17(1): 126-115. (In Persian)
4. Arias, D., J. Calvo Alvarod & A. Dohren Busch, 2007. Calibration of LAI 2000 Index and Assessment of Its Relationship Whit Stand Prodactivity in Six Native and Introduced Tree Species In Costarica. J. Forest Ecology Management, 247(7-3): 185-193.
5. An, F., G. Li., Q.X. Li, K. Carvalho, L.J. Ou & W. Chen, 2016. The Comparatively Proteomic Analysisin Response to Cold Stress in Cassava Plantlets. Journal of Plant MolBiol Report, 34(6):1095-1110.
6. Arnon, D.I., 1949. Photosynthesis by isolated chloroplast, Iv, Central concept and comparison of three photochemical reactions. Journal of Biochemistry an Biophysics Acta, 20: 440-446.
7. Bradford, K.J. & T.C. Hsiao., 1982. Physiological responses to moderate water stress. J. Physiological plant ecology, 2: 263-324.
8. Boyer, J.S., 1982. J. Plant productivity and environment. Science, 218 (4571): 443-448.
9. Bouton, J.H. & A.A. Hopkins., 2003. Commercial Applications of Endophytic Fungi. In: White J.F., Bacon C.W., Hywel –Jones N.L., Spatafora T.W., (Eds), Evolutionary Biology. Journal of Chemistry, Biocontrol, and Cultural Impacts. Marcel Dekker Publishers, New York, 495-516.
10. Eslami, E.S., M. Behdani & M. Jamiol Ahmadi, 2010. The effect of external application of glycine betaine on increasing cold tolerance in maize seedlings". Journal of Crop Research, 6(8): 939-945.
11. Ghorbanpoor, S., G. Dianati Tilaki & M. Alizadeh, 2019. Effect of cold treatment on leaf quality forage of Festuca arundinaceae Scherab and Dactylis glomerata L species in vegetative growth stage. Rangeland, 13: 368-375. (In Persian)
12. Farhad, I.S.M., S.K. Bhowmik & A.H.M. Amir Faisal, 2015. Effect of variety and planting time on the productivity of fenugreek in coastal area. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 11(3): 164-168. (In Persian)
13. Gholami, M., A. Danesh Shahraki, E. Asadi, P. Tahmasbi & H. Shirmardi, 2019 The effects of Pre-chill and gibberellic acid on seed dormancy, germination and plant growth Indices of Smyrnium cordifolium BOISS. Rangeland, 13(4): 571-583. (In Persian)
14. Gunn, S. & J.F. Farrar., 2002. Effects of a 4°C Increase Temperature in on Partitioning of Leaf Area and Dry Mass, Root Respiration and Carbohydrates. Journal of Functional Ecology, 13: 12-2.
15. Jones, M.N., N.C.Turner & C.B. Osmond, 1981. Mechanism of drought resistance. In: L. G. Paleg and A. Aspinal (Eds.). The physiology and biochemistry of drought resistance. Journal of plants. Academic press: 15-35.
16. ISTA, 1985. International Rules For Seed Testing. Seed Sci, Technol. 13: 299-513
17. Hanson, D. & K. Mauersberger., 1988. Laboratory studies of the nitric acid trihy drate: Im plications for the south polar stratosphere. Journal of Geophysical Research Letters, 15(8): 855-858.
18. Heidari Dari, H., 2011. Fodder plants (Wheat germ). Publications of the Research Institute of Forests and Rangelands of the Country, 12: 181-206. (In Persian)
19. Hoveland, C., 2005. Origin and History of Tall Fescue. In: Fribourg. H.A., Hannaway, D.B. (Eds), Tall Fesue On Line Monograph. Oregon State University, 366p (Chapter 1).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]

20. Kingston-Smith, A.H., J. Harbinson & J. Williams, 1997. Effect of chilling on carbon assimilation, enzyme activation, and photosynthetic electron transport in the absence of photoinhibition in maize leaves. Journal of Plant Physiology, 114: 1039- 1046.
21. Lambers, H., F. Stuart Chapin and T.L. pones, 2008. Plant physiological Ecology.
22. Leport, L., N.C.Turner, R.J. French, M.D. Barr, R. Duda, S.L. Davies, D.F.Tennant & K.H.M. Siddique, 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought. J. mediterranean-type environment. European Agronomy, 11: 279–291.
23. Lesani, H. & M. Mujtahedi., 2008. Basics of Plant Physiology. (Translation), Tehran University Press. (In Persian)
24. Liu, M., Z. Zhang, H. Gao, C. Yang, X. Fan & D. Cheng, 2014. Effect of leaf dehydration duration and dehydration degree on PSII photochemical activity of papaya leaves. Journal of Plant Physiol Biochem, 82: 85-89.
25. Majidi, M.M., 2010. Evaluation of seed yield and yield components in Iranian landraces and foreign varieties of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). Iranian Journal of Field Crop Science, 41(1): 32-47. (In Persian).
26. Martiniello, P. & E.D. Andrea., 2006. Cool-Season Turf Grass Species Adaptability In Medit erranean Environments and Quality Traits of Varieties. Journal of Europ Agronomy, 25: 234-242.
27. Motamedi, J., N. Ahmadzadeh, A. Alijanpoor & E. Shydai karkaj, 2019. Ecological and morphological characteristics of Verbascum speciosum Schrader. in the mountainous rangelands of Sahand. Rangeland, 13(1): 76-89. (In Persian)
28. Moghimi, J., 2005. Introduction of some important species of rangelands suitable for development and improvement. Aaron Publication, Iran, 669 p. (In Persian)
29. Mir Mohammadi, A. & M. Meybodi., 2000, Physiological and racial aspects of cold and frost stresses of crops. Golben Publications, Isfahan. 223p. (In Persian)
30. Mozaffarian, M., 1999. Culture of the Names of Iranian Plants. Forests and Rangelands of the Country. 566 P. (In Persian)
31. Patterson, W.R. & T.L. Poulos., 1995. Crystal structure of recombinant pea cytosolic ascorbate peroxidase. Biochemistry, 34: 4331-4341.
32. Qomri Zare, A., M. Jabloli & M. FathiPour, 2004. Effect of cold on some physiological and morphological characteristics of genotypes of alfalfa alfalfa. Medicago sativa. Iranian Journal of Genetic Research and Plant Improvement, 12(3): 241-229. (In Persian)
33. Rayegani, B., H. Arzani, E. Heydari, M.M. Alamdarloo & Moghadami, 2019.Application of remote sensing to assess climate change effects on plant productivity and phenology (Case study area: Tehran Province). Rangeland, 13(3):460-450. (In Persian)
34. Romo, J.T. & L.E. Edleman., 2005. Use of Degree Days In Multiple-Temperature Experiment. J. Range Management, 48(5): 410-416.
35. Popov, V.N., I.V. Orlova, N.V. Kipaikina, T.S. Serebriiskaya, N.V. Merkulova, A.M. Nosov, T.I.T. runova, V.D. Tsydendambaev & D.A. Los, 2005. The effect of tobacco plant transformation with a gene for acyl- lipid P9-desaturase from Synechococcus vulcanus on plant chilling tolerance. Russian Journal of Plant Physiol, 52: 664–668.
36. Sambo, E.Y., 1985. Comparative Growth Of The Auistralial Temprature Pasture Grasses; Phalaria TuberosaL., Dactylis glomerata L. and Festuca arundinacea Schreb. Journal of New Phytologist, 93(1): 89-104.
37. Seppanen, C.M. & A.S. Csallany., 2002. Formation of 4-hydroxynonenal, a toxic aldehyde, J. of soybean oil at frying temperature American Oil Chemists' Society, 79(10): 1033-1038.
38. Shinozaki, K., K.Yamaguchi-Shinozaki & M. Seki, 2003. Regulatory Network of Gene Expression In the Drought and Cold Stress Responses. Journal of Plant Biology, 6(5): 410.
39. Shu, S., Y. Tang, Y. Yuan, J. Sun, M. Zhong & S. Guo, 2016. The role of 24-epibrassinolide in the regulation of photosynthetic characteristics and nitrogen metabolism of tomato seedlings under a combined low temperature and weak light stress. Journal of Plant Physiol Biochem, 107: 344-353.
40. Taiz, L. & E. Zeiger., 2010. Gibberellins Regulators of Plant Height and Seed Germination. Plant Physiology. (5 thed), Sinauer Associates. Sunderland, MA.
41. Thomashow, M.F., 1999. Plant cold tolerance: freezing tolerance genes and regul atory mechanisms. J. Plant Physiol Plant Mol Biol, 50: 571-599.
42. Xiaofu, Z., C. Silin., W.U. Hui & XU. Hongwei, 2017. Effects of Cold Stress on the Photosynthesis and Antioxidant System of Rhododendron chrysanthum Pall, Jilin Provincial Key Laboratory of Plant Resource Science and Green Production, Jilin Normal University, 1-10 pp.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]

43. Yadegari, L.Z., R. Heidari & J. Carapetian, 2007. "The influence of cold acclimation on proline, malondialdehyde (MDA), total protein and pigments contents in soybean (Glycine max) seedlings". Iranian Journal of Biological Sciences, 7: 1436-1441. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-10-14]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.12.9]