

ارزیابی تحمل به سرما در منابع ژنتیکی گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله در اقلیم سرد

Evaluation of cold-tolerance in genetic resources of some annual forage crops under cold climatic conditions

محمد رضا عباسی^{۱*}، عبدالناصر مهدی پور^۲، حمیدرضا شریفی^۳، علیرضا بهشتی^۳

۱. استادیار پژوهش در بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد (نگارنده مسئول).
۲. محقق در بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد.
۳. دانشیار پژوهش در بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۹ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2019.121331.1274

چکیده

عباسی، م. ر.، مهدی پور، ع.، شریفی، ح. ر.، بهشتی، ع.، ارزیابی تحمل به سرما در منابع ژنتیکی گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله در اقلیم سرد
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۲ - شماره ۰۳ - پایاند ۱۲۴ پائیز ۹۸: ۱۷-۰۱

استفاده از تنوع ژنتیکی در منابع گیاهان زراعی یکی از راه کارهای مهم در راستای کشاورزی پایدار است. به منظور شناسایی ژرم پلاسماهای علوفه‌ای متحمل به سرما، تعداد ۱۲۴ توده در قالب ۴۰ گونه و ۹ جنس از گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله حاصل آزمایش‌های قبلی از جنس‌های شبدر (*Trifolium spp*)، یونجه یک‌ساله (*Medicago spp*)، اسپرس (*Onobrychis spp*)، ماشک (*Vicia spp*)، شبدر شیرین (*Melilotus spp*)، لولیوم (*Lolium spp*)، بروموس (*Bromus spp*)، خلر (*Lathyrus cicero*) و فالاریس (*Phalaris tuberosa*) انتخاب شده و در مزرعه پژوهشی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جلگه رخ (خراسان رضوی) در قالب آزمایش مقدماتی در سال ۱۳۹۵ مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طی استقرار گیاه در زمین، صفات درصد رویش بذور در کرت، درصد پوشش سبز سطح کرت در پاییز و بهار، میزان رشد در پاییز و بهار، ارتفاع گیاه در گلدهی و تحمل به سرما ارزیابی گردید. وجود ۶۸ روز یخبندان و کمینه دمای $17/4^{\circ}\text{C}$ - نشان از وقوع تنش سرما داشت. نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر صفات مورد ارزیابی بین جنس‌ها وجود دارد. جنس‌های لولیوم و بروموس از متحمل‌ترین نمونه‌ها در بین باریک برگ‌های علوفه‌ای و کل ژرم پلاسماها بودند. در لگوم‌های علوفه‌ای جنس شبدر شیرین متحمل‌ترین جنس به تنش سرما بود. اگرچه جنس‌های ماشک، خلر و شبدر ایرانی قادر به تحمل سرما نبودند، ولی با توجه به تولید پوشش سبز مناسب تا قبل از وقوع سرما و حفظ این پوشش تا بهار سال بعد روی زمین از نظر کشاورزی حفاظتی مفید بودند.

واژه های کلیدی: تنش سرما، لگوم‌های علوفه‌ای، باریک برگ‌های علوفه‌ای

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: m.abbasi@areeo.ac.ir

مقدمه

دما بر فرایندهای فیزیولوژیکی، ساختار و توسعه سلول‌های گیاهی مؤثر است. اثرات منفی کاهش دما بر کلیه فرایندهای گیاهی از جمله ساختار سلول‌های گیاهی مشخص شده است. اثر منشأ گیاهان در تحمل آن‌ها به سرما انکارناپذیر است. به طوری که گیاهانی با منشأ عرض‌ها و ارتفاعات بالای جغرافیایی تحمل بیشتری به سرما در مقایسه با گیاهانی با منشأ عرض‌های پایین جغرافیایی دارند. این پدیده از طریق سازش گیاهان به نوسانات دما و توانایی بقاء گیاه در دماهای نامساعد محیطی حادث می‌شود. در بیش از ۳۳ درصد از اراضی دنیا احتمال وقوع سرما وجود دارد و ۱۱ درصد از این مناطق در معرض یخبندان قرار دارند، بنابراین در اغلب مناطق معتدله کره زمین رشد و نمو گیاهان تحت تأثیر سرما قرار می‌گیرد. دماهای پایین اغلب رشد و عملکرد محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و باعث تلفات قابل توجهی در این مورد می‌شوند. از طرفی بایستی توجه داشت که تحمل گیاهان به سرمازدگی دماهای صفر تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد (و یخ‌زدگی) دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد متفاوت است (Hassanfard et al., 2016). زمانی که گیاهان در معرض تنش سرمایی قرار می‌گیرند یک سری از وقایع در آن‌ها شروع می‌شود که باعث تحمل بهتر آن‌ها به شرایط محیطی می‌گردد. این پدیده به سخت شدن گیاه معروف است. تنش‌های محیطی از جمله سرما، در گیاهان تغییراتی در بیان ژن، متابولیسم، فیزیولوژی و مورفولوژی به وجود می‌آورند. این تغییرات

باعث تحمل و سازگاری گیاه به شرایط تنش می‌شوند. چنین تغییراتی، با افزایش یا کاهش بیان ژن‌ها، کاهش یا توقف رشد، تغییر در ترکیبات لپیدی غشا، ترکیبات محلول‌های سازگار (مثل پرولین، گلیسین بتائین، پلی‌اول‌ها و قندهای محلول) و افزایش آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی سلول همراه می‌باشند. لذا چنین تغییراتی باعث تحمل به تنش‌های محیطی در گیاه شده و به‌عنوان عناصر فعال در تحمل به تنش‌های محیطی به‌خصوص تنش سرما محسوب می‌شوند. در مواجهه با تنش سرمایی، بیوسنتز غشاها و پروتئین‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند. تولید پروتئین‌های کوچک مولکول و قرارگیری آن‌ها در دیواره سلولی باعث جلوگیری از تشکیل بلور و یخ‌زدگی دیواره سلولی می‌گردد. ژن‌های این پروتئین‌ها در پاسخ گیاه به شرایط سرمایی فعال می‌شوند. همچنین یکی از واکنش‌های متابولیکی متداول در سلول‌ها در پاسخ به تنش‌های محیطی اکسیداسیون اسیدهای چرب در غشاهای سلولی است. محصولات حاصل از فرایندهای اکسیداسیون اسیدهای چرب در مجموع اکسی‌لیپین نامیده می‌شوند که به‌طور عمده توسط آنزیم لیپوکسیژناز، آلن اکسید سینتاز و آلن اکسید سیکلاز کاتالیز می‌شوند. محصولات اولیه فعالیت آنزیم لیپواکسیژناز، هیدروپروکسیدهای اسید چرب می‌باشند که از نظر واکنشی فعال بوده و قادر به تولید رادیکال‌های آزاد و خسارت به غشا هستند. با این حال این هیدروپروکسیدها به‌طور سریع تبدیل به گروهی از اکسی‌لیپین‌های پایدار شده که می‌توانند فعالیت‌های فیزیولوژیکی متعددی

lupulina)، شبدر سفید (*T. repens*)، یونجه ترانکاچولا (*M. truncatulata*) و یونجه اسکوتالاتا (*M. scutellata*) به ترتیب نزولی متحمل به سرما بوده‌اند (Brandsaeter et al., 2000). در تحقیقی دیگر بعد از سه سال روی لگوم‌های علوفه‌ای در ایکاردا گونه ماشک گل خوشه‌ای *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* Ace. 683 مرطوب و متحمل به سرما معرفی شده است (Keatinge et al., 1991).

در سال‌های گذشته منابع ژنتیکی مناسبی از گیاهان علوفه‌ای از جمله لگوم‌های علوفه‌ای و باریک برگیان علوفه‌ای (Abbasi, 2009; Abbasi et al., 2012; Abbasi et al., 2017) از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری و ویژگی‌های مختلف زراعی-مورفولوژیکی آن‌ها بررسی شده است (Abbasi, 2012; Abbasi et al., 2011; Alizadeh & Sadeghzadeh, 2010). قابل ذکر است این منابع ژنتیکی تا ارتفاع ۳۲۰۰ متری از سطح دریا جمع‌آوری شده بودند. همچنین در برخی از موارد تحمل برخی از این منابع ژنتیکی جمع‌آوری شده نسبت به سرما در شرایط دیم (Alizadeh & Sadeghzadeh, 2010) و یا شوری (Abbasi et al., 2018) بررسی شده بود. لذا وجود تنوع برای تحمل به سرما در منابع ژنتیکی گیاهان علوفه‌ای کشور همانند آنچه در سایر کشورها (Abberton & Marshall, 2005; Rhodes et al., 1994; Ates et al., 2014; Duc et al., 2015) به دست آمده است دور از انتظار نیست. از طرفی وجود تنوع در منابع ژنتیکی گیاهان علوفه‌ای کشور در صفاتی همانند

در سلول داشته باشند. از جمله مسیر اکسی لیپین در گیاهان منجر به تولید اسید جاسمونیک شده که به دلیل نقش هورمونی آن، تنظیم‌کننده مهم پاسخ به محرک‌های درونی و بیرونی سلول است. به طوری که بسیاری از پاسخ‌های دفاعی و نموی گیاهان با میزان فعالیت ژن‌های این مسیر در سطح رونویسی و ترجمه تنظیم می‌شود. تحقیقات نشان داده که جاسمونات‌ها به طور غیر مستقیم موجب بیان برخی از ژن‌های دفاعی در گیاهان می‌شوند (Moolai-Amiri et al., 2015; Buchanan et al., 2105).

دسترسی به گونه‌ها و کولتیوارهای دارای سختی زمستانه کافی یکی از نیازهای مهم برای توسعه و گسترش سیستم‌های زراعی در میکروکلیمای محلی مناطق سرد هستند. تغییرپذیری در عواملی همانند رطوبت و حاصل خیزی خاک، رشد و سخت شدن گیاه جوان، وقوع پاتوژن‌ها و آفات، پوشش یخ و برف و چرخه‌های انجماد و ذوب یخ به شدت بر پیچیدگی الگوی خسارت و صدمه زمستانه در محصولات زراعی تأثیر دارند. وجود چنین پیچیدگی‌ای، تشخیص اختلافات کوچک بین گونه‌ها و کولتیوارها در توانایی‌شان به سخت شدن را مشکل می‌سازد (Brandsaeter et al., 2000). لذا یکی از اولویت‌های تحقیقاتی در مناطق سرد، ارزیابی تحمل به سرما در گونه‌ها و ارقام زراعی است. در این راستا در گونه‌های مختلف علوفه‌ای نشان داده شده است که گیاهان ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa*)، شبدر شیرین (*Melilotus officinalis*)، شبدر لاکی (*Trifolium incarnatum*)، یونجه لوپولینا (*M.*

مواد و روش‌ها

در بیستم مرداد ۱۳۹۵ تعداد ۱۲۴ توده در قالب ۴۰ گونه و ۱۰ جنس از گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله حاصل از آزمایش‌های قبلی که دارای منشأ مرتفع بوده و یا تحمل نسبی به سرما و خشکی داشتند (جدول ۱) در مزرعه ایستگاه تحقیقات جلگه رخ کشت شدند. آزمایش در قالب آزمایش مشاهده‌ای هر توده روی دو خط به طول دو متر و به فاصله ۵۰ سانتیمتر از یکدیگر اجرا گردید. شاهد شبر ایرانی (*T. resupinatum*) از نوع یک چین (۲۵ توده، با منشأ کردستان) و جو (*Hordeum vulgare*) رقم جلگه (از تیپ Facultative) بود. در هر بلوک (۱۶ تایی) سه شاهد کشت گردید. فاصله بین بلوک‌ها یک متر و فاصله گیاه روی خط پنج سانتیمتر در نظر گرفته شد. قبل از کشت بذور لگوم‌ها توسط کاغذ سمباده خراش داده شدند تا خواب بذور که در این گیاهان عمدتاً وابسته به پوشش بذر است شکسته شود. در هر بلوک ۱۳ کرت کشت گردید. آبیاری در دو آب اولیه به فاصله یک هفته و سپس تا شروع سرما در چهارم آبان هر ۱۵ روز یک‌بار آبیاری و یک آبیاری هم در اوایل اردیبهشت انجام شد. وجین به‌طور دستی و در مجموع دو وجین یکی در مهر دیگری در فروردین صورت گرفت. اولین سرمای مؤثر با ماندگاری ده روز متوالی دمای زیر صفر (تا منهای ۱۷/۴ سانتی‌گراد) در اول آذر حادث گردید (جدول ۲). لذا در هفدهم آذرماه واکنش نمونه‌ها به سرما ارزیابی شد. داده‌های هواشناسی در جدول ۲ ارائه گردیده است. از آبان ماه تا اسفندماه مجموعاً

زودرسی، نسبت بالای برگ به ساقه، سطح پوشش بالا و عملکرد علوفه بالا در سال‌های گذشته در مناطق معتدلی همانند کرج و مشهد مشخص شده است (Abbasi, 2009, 2012;). لذا بررسی توده‌های گزینش‌شده از این آزمایش‌ها در شرایط سرد، منابع ژنتیکی پر پتانسیل را برای چنین مناطقی مشخص می‌نماید و در نتیجه با بهره‌برداری از این تنوع ژنتیکی در سیستم‌های مختلف کشاورزی به پایداری کشاورزی نزدیک‌تر خواهیم شد. به‌کارگیری تنوع گونه‌ای در محصولات زراعی یکی از اصول کشاورزی پایدار است. در مناطق سرد به دلیل سرمای زودرس پاییزه، برای استقرار بهتر گیاهان، کشت لگوم‌ها باید تا ۲۰ مرداد و کشت غلات تا پایان شهریورماه انجام شود. از طرفی به دلیل نیاز آبی بالا در برخی از گیاهان علوفه‌ای مرسوم همانند ذرت، به‌کارگیری آن‌ها با توجه به کمبود عمومی منابع آبی اقتصادی نیست. با توجه به این که بیشتر بارش‌ها در محدوده پاییز و ابتدای بهار حادث می‌شود، لذا کشت گیاهانی که بتوانند با استفاده از نزولات طبیعی و همچنین تحمل به سرما تولید مناسبی داشته باشند یکی از نیازهای مهم تحقیقاتی مناطق خشک و سرد است. در این راستا منابع ژنتیکی گیاهان علوفه‌ای موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران از جنس‌های یونجه، اسپرس، خلر، ماشک، شبر، شبر شیرین، لولیوم و بروموس که منشأ مناطق مرتفع یا عرض‌های بالای جغرافیایی داشتند، برای ارزیابی در شرایط سرد مورد مطالعه قرار گرفتند.

شدند. محاسبات آماری توسط نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج

داده‌های هواشناسی (جدول ۲) نشان داد که تنش سرما در منطقه حادث شده است؛ بنابراین بعد از حدوث تنش سرما ارزیابی نمونه‌ها نسبت به سرما انجام گردید. محاسبه پارامترهای آماری تمایل به مرکز و پراکندگی در صفات مختلف نشان داد تنوع مناسبی برای صفات ارزیابی شده از جمله تحمل به سرما در نمونه‌ها وجود دارد (جدول ۴). لذا می‌توان انتظار داشت ژرم‌پلاسم‌های مناسب با اهداف آزمایش در مجموعه وجود داشته باشند. از لحاظ تحمل به سرما ژرم‌پلاسم‌ها از خیلی متحمل با نمره ۱ تا نمونه‌های خیلی حساس با نمره ۹ متغیر بودند. همچنین درصد پوشش سبز سطح کرت (در تاریخ ۹۶/۲/۳) از صفر تا ۱۰۰ درصد متغیر بود. میزان رشد نمونه‌ها (در این تاریخ) در کرت از نمره صفر تا ۹ تغییر می‌کرد. نمره یک که بیانگر تحمل به سرما در نمونه‌ها است و همچنین درصد پوشش سبز کرت ۱۰۰٪ (در تاریخ ۹۶/۲/۳)، نشان‌دهنده وجود نمونه‌های متحمل به سرما در بین منابع ژنتیکی ارزیابی شده بود (جدول ۴).

جهت تعیین واکنش جنس‌ها نسبت به شرایط منطقه، میانگین صفات مرتبط در هر جنس محاسبه شد و در جدول ۴ نشان داده شده است. جنس بروموس با نمره میانگینی برابر با ۲/۴ بیشترین تحمل به سرما در تاریخ ۹۵/۹/۱۷ را نشان داد. همچنین جنس‌های لولیوم و جو نیز با نمره پنج تحمل متوسطی نشان دادند. همچنان که مشاهده می‌شود تمامی نمونه‌های جنس‌های

۶۸ روز دمای زیر صفر و یخبندان وجود داشت. کمترین دمای مطلق ۱۷/۴- درجه سانتی‌گراد در چهارم آذرماه حادث شد. همچنین میانگین کمینه روزانه در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند زیر صفر و متوسط بیشینه روزانه در ماه‌های آذر، دی و بهمن زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد بوده است که نشان‌دهنده وقوع مناسب تنش سرما در منطقه بوده است. از طرفی ۱۸ روز بارندگی، به میزان ۹۵/۲ میلی‌متر بارش از آبان ماه تا اسفند ماه وجود داشت (جدول ۲).

در طی استقرار گیاه در زمین، صفات درصد سبز شدن بذور در کرت، درصد پوشش سبز سطح کرت، میزان رشد گیاه و تحمل به سرما در نمونه‌های کشت شده ارزیابی گردیدند (جدول ۳) (IPGRI, 1984, 1991).

آماره‌های توصیفی جامعه محاسبه گردیدند. تجزیه واریانس یک‌طرفه و همچنین گروه‌بندی جنس‌های مختلف برای صفات مختلف بر اساس آزمون دانکن انجام شد. در این تجزیه‌ها توده‌های موجود در یک جنس به‌عنوان تکرار در آن جنس در نظر گرفته شدند. قابل ذکر است که جنس‌های فالاریس، خلر و جو به دلیل داشتن یک توده از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها حذف شدند. به‌عبارت‌دیگر مجموعاً ۱۲۱ توده در قالب هفت جنس در تجزیه استفاده شدند. همچنین از آنجا که ۱۷ گونه از ۳۸ گونه دارای فقط یک توده بودند و امکان مقایسه گونه‌ها با یکدیگر وجود نداشت، لذا فقط جنس‌ها با یکدیگر مقایسه شدند. مقادیر در جدول مقایسه میانگین، بعد از رسیدن به دو و کسر نیم واحد از حاصل محاسبه شده توسط گزارش

جدول ۱- منشأ و تعداد توده منابع ژنتیکی گیاهان علوفه‌ای استفاده شده در هر گونه در این تحقیق

Table 1. The origin and number of accessions per species used in the experiment

گونه Species	تعداد توده No. of accession	منشأ Origin
<i>Bromus Danthoniae</i>	2	خراسان و ایلام Khorassan, Iilam
<i>Bromus diandrus</i>	1	آلمان Germany
<i>Bromus madritensis</i>	1	آلمان Germany
<i>Bromus secalinus</i>	1	ایران Iran
<i>Lathyrus cicera</i>	1	آلمان Germany
<i>Lolium rigidum</i>	4	چهارمحال و بختیاری و خراسان Chaharmahal va bakhtiari, Khorassan
<i>Lolium temulentum</i>	2	ایران Iran
<i>Medicago littoralis</i>	1	مازندران Mazandaran
<i>Medicago minima</i>	4	مازندران و کرمانشاه Mazandaran, Kermanshah
<i>Medicago noena</i>	1	کرمانشاه Kermanshah
<i>Medicago orbicularis</i>	5	گلستان و لرستان Golestan, Kermanshah
<i>Medicago polymorpha</i>	3	لرستان و مازندران Lorestan, Mazandaran
<i>Medicago radiata</i>	5	کرمانشاه، آذربایجان غربی، همدان و کردستان Kermanshah, Azarbajjan gharbi, Hamedan, Kordestan
<i>Medicago rigidula</i>	8	کرمانشاه، همدان و مازندران Kermanshah, Hamedan, Mazandaran
<i>Medicago scutellata</i>	1	لرستان Lorestan
<i>Melilotus indicus</i>	9	خراسان و خوزستان Khorassan, Khuzestan
<i>Melilotus officinalis</i>	8	خراسان Khorassan
<i>Onobrychis caput-galli</i>	3	کرمانشاه Kermanshah
<i>Onobrychis crista-galli</i>	5	کرمانشاه، لرستان و فارس Kermanshah, Lorestan
<i>Onobrychis pulchella</i>	1	خراسان Khorassan
<i>Phalaris tuberosa</i>	1	خراسان

گونه Species	تعداد توده No. of accession	منشأ Origin
		Khorassan
<i>Trifolium arvense</i>	4	آذربایجان غربی و لرستان Azarbaijanganharbi, Lorestan
<i>Trifolium campestre</i>	4	فارس، همدان و آذربایجان شرقی Fars, Hamedan, Azarbaijansharghi
<i>Trifolium clusii</i>	1	همدان Hamedan
<i>Trifolium dasyurum</i>	1	همدان Hamedan
<i>Trifolium diffusum</i>	1	آذربایجان غربی Azarbaijanganharbi
<i>Trifolium echinatum</i>	4	آذربایجان غربی و شرقی Azarbaijanganharbi, Azarbaijansharghi
<i>Trifolium hirtum</i>	4	آذربایجان غربی و کرمانشاه Azarbaijanganharbi, Kermanshah
<i>Trifolium lappaceum</i>	3	آذربایجان غربی و شرقی و کرمانشاه Azarbaijanganharbi, Azarbaijansharghi, Kermanshah
<i>Trifolium leucanthum</i>	1	کرمانشاه Kermanshah
<i>Trifolium purpureum</i>	1	کرمانشاه Kermanshah
<i>Trifolium resupinatum</i>	7	آذربایجان شرقی و غربی، کردستان و فارس Azarbaijansharghi Va Gharbi, Kordestan, Fars
<i>Trifolium scabrum</i>	2	کرمانشاه و آذربایجان غربی Azarbaijanganharbi, Kermanshah
<i>Trifolium spadiceum</i>	1	کرمانشاه Kermanshah
<i>Trifolium spomosum</i>	1	کرمانشاه Kermanshah
<i>Trifolium tomentosum</i>	1	کرمانشاه Kermanshah
<i>Vicia ervilia</i>	6	ایران Iran
<i>Vicia sativa</i>	14	همدان، چهارمحال، فارس، لرستان، ایلام و مرکزی Fars, Hamedan, Lorestan, Iilam, Markazi

جدول ۲- ویژگی های هواشناسی ایستگاه تحقیقات جلگه رخ در پاییز و زمستان ۱۳۹۵

Table 2. Climatological parameters from October 2015 to March 2016 at Jolge-Rokh research station

پارامتر هواشناسی Climatological parameters	اسفند March	بهمن February	دی January	آذر December	آبان November	مهر October	مجموع Total
Absolute minimum temperature (دمای کمینه مطلق (°C)	-13.2	-14.8	-10.0	-17.4	-2.40	3.20	-
Absolute maximum temperature (دمای بیشینه مطلق (°C)	18.4	12.4	16.2	17.4	22.2	31.6	-
Mean of minimum temperature (متوسط کمینه دما (°C)	-1.10	-3.10	-4.20	-3.60	3.50	8.50	-
Mean of maximum temperature (متوسط بیشینه دما (°C)	10.1	5.80	8.40	7.90	16.6	23.2	-
No. of precipitation days تعداد روزهای بارشی	3.00	9.00	2.00	3.00	1.00	0.00	18.0
No. of freezing days تعداد روزهای یخبندان	14.0	16.0	17.0	17.0	4.00	0.00	68.0
Total precipitation (مجموع بارش (mm)	7.30	76.9	1.30	3.30	6.40	0.00	95.2

مقایسه دانکن مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۷). در صفت درصد رویش بذور تا تاریخ ۹۵/۶/۱۷، کمترین درصد رویش در جنس اسپرس با دو درصد و بیشترین درصد رویش بذر در جنس بروموس با ۸۸/۶ درصد دیده شد. در این صفت جنس ها در سه گروه قرار گرفتند (جدول ۷). با توجه به اینکه خواب در بذور لگوم های علوفه ای عمدتاً مربوط به پوشش بذر آنها است و برای شکستن آن از خراش دهی توسط کاغذ سمباده استفاده گردید. لذا عدم رویش مناسب بذور این گیاهان می تواند به دلیل عدم اجرای مناسب خراش دهی باشد. از نظر صفت درصد پوشش کرت (در تاریخ ۹۵/۸/۳) کمترین مقدار در جنس شبدر

جو، خلر و ماشک بعد از زمستان از بین رفتند و هیچ نمونه زنده ای برای ارزیابی در بهار باقی نماند (جدول ۵). هرچند پوشش خشک شده این گیاهان بر سطح خاک باقی ماند که می تواند از نظر کشاورزی حفاظتی مناسب باشد. قابل ذکر است نمونه های شاهد نیز از بین رفتند، لذا در طول آزمایش توده ها نسبت به یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج تجزیه واریانس یک طرفه برای جنس های مختلف در صفات مورد بررسی نشان داد که تفاوت معنی داری در سطح یک درصد برای تمامی صفات به ویژه تا قبل از سرما بین جنس ها وجود داشت (جدول ۶).

همچنین میانگین هر صفت در جنس توسط

جدول ۳- صفات ارزیابی شده منابع ژنتیکی گیاهان علوفه‌ای در آزمایش

ردیف	صفت	معیار ارزیابی	روش ارزیابی	ملاحظات
Row	Trait	Evaluation criterion	Method of evaluation	Remarks
1	درصد رویش بذور در کرت Percentage of emerged seedlings per plot	برآورد چشمی Visual estimation	بر اساس تخمینی از درصد بذور سبز شده در کرت Based on the estimation of percentage of emerged seedlings per plot	در سوم آبان (۷۳ روز بعد از کشت) 73 days after sowing
2	تعداد بوته در کرت Number of plants per plot	شمارش Counting	بر اساس تخمینی از درصد سطح سبز کرت Based on the estimation of percentage of green cover per plot	در سوم آبان (۷۳ روز بعد از کشت) 73 days after sowing
3	درصد سبز سطح کرت Percentage of green cover per plot	برآورد چشمی Visual estimation	بر اساس تخمینی از درصد سطح سبز کرت Based on the estimation of percentage of green cover per plot	۲۷ فروردین (۲۴۷ روز بعد از کشت) انجام شد 247 days after sowing
4	میزان رشد Growth rate	نمره دهی Scales of scoring	۱- خیلی کم ۵- متوسط ۹- خیلی زیاد 1= very low, 5= intermediate, 9=very high	در سوم آبان (۷۳ روز بعد از کشت) و سوم اردیبهشت سال ۱۳۹۶ (۲۵۳ روز بعد از کشت) انجام شد 73 days after sowing 253 days after sowing
5	تحمل به سرما Cold tolerance	نمره دهی Scales of scoring	۱- کاملاً متحمل (بدون خسارت و بافت‌ها کاملاً سبز هستند) ۵- متوسط ۹- کاملاً حساس (تمامی بافت‌های گیاه خسارت دیده و زرد شده‌اند) 1= completely tolerant (no damage, all plant organs are green), 5= intermediate, 9= completely susceptible (all plant organs are damaged and are yellow)	در تاریخ ۱۷ آذر یعنی ۸۷ روز بعد از کشت ارزیابی انجام شد. The evaluation was performed 87 days after sowing
6	ارتفاع ساقه اصلی در گلدهی Stem height at the flowering	سانتی‌متر cm		

جدول ۴- آماره های توصیفی صفات ارزیابی شده در منابع ژنتیکی گیاهان علوفه ای برای تنش سرما در ایستگاه تحقیقات جلگه رنج

صفات و پارامترها	ارتفاع گیاه در گلدهی	میزان رشد در اردیبهشت	پوشش سبز کرت در فروردین	تحمل به سرما (۱) متحمل تا ۹ حساس)	میزان رشد در آبان (۱) خیلی زیاد) ۹ تا ۱ خیلی کم تا ۹	تعداد گیاه در کرت	پوشش سبز کرت در آبان	درصد رویش پندر
Traits and parameters	Plant height at flowering (cm)	Growth rate in May (1= very low, 9= very high)	Green cover per plot in April (%)	Cold tolerance (1= tolerant, 9= susceptible)	Growth rate in November (1= very low, 9= very high)	No. of plants per plot	Green cover per plot in November (%)	Emerged seedlings (%)
میانگین	22.2	11.0	13.0	7.20	3.00	35.7	36.5	33.8
Mean	22.2	11.0	13.0	7.20	3.00	35.7	36.5	33.8
خطای استاندارد	2.80	3.20	2.50	0.90	0.70	3.60	4.10	3.50
Standard error	2.80	3.20	2.50	0.90	0.70	3.60	4.10	3.50
نما	29.00	8.00	100	8.00	1.00	100	40.00	5.00
Mod	29.00	8.00	100	8.00	1.00	100	40.00	5.00
انحراف معیار	19.80	19.50	29.20	8.40	7.40	38.50	37.30	34.10
Standard deviation	19.80	19.50	29.20	8.40	7.40	38.50	37.30	34.10
کمینه	2	2	2	1	1	1	1	2
Minimum	2	2	2	1	1	1	1	2
بیشینه	63	9	100	9	9	100	100	100
Maximum	63	9	100	9	9	100	100	100

با حذف جنس‌های یونجه یک‌ساله و اسپرس دلیل درصد پوشش ناچیز) و بیشترین مقدار در جنس بروموس با ۹۴/۴ درصد پوشش سبز در کرت دیده شد (جدول ۷). با حادث شدن سرما در اوایل آذر ۱۳۹۵ در تاریخ ۱۷ آذر ارزیابی تحمل به سرما در نمونه‌ها انجام شد. در این صفت جنس‌ها به سه گروه تقسیم شدند. جنس بروموس با میانگین نمره ۲/۴ متحمل‌ترین جنس به سرما و ماشک با ۷/۱ نمره حساس‌ترین نمونه به سرما بود (جدول ۷). بعد از سپری شدن سرما و در بهار درصد سبز کرت (در تاریخ ۲۷ فروردین ۹۶) و میزان رشد نمونه‌ها (در تاریخ ۹۶/۲/۳) ارزیابی گردید. در این صفات جنس ماشک با صفر درصد سطح سبز کرت در پایین‌ترین گروه قرار گرفت و جنس بروموس با ۸۶/۱ درصد سطح سبز کرت در بالاترین گروه قرار گرفت (جدول ۷). از لحاظ میزان رشد گیاه (در تاریخ ۹۶/۲/۳) نمونه‌ها به سه گروه تقسیم شدند به طوری که ماشک بدون رشد در پایین‌ترین گروه و جنس بروموس با میانگین ۷/۱ نمره در بالاترین گروه قرار گرفت (جدول ۷).

جنس‌های ماشک و خلر به دلیل رشد زیادشان تا زمان سرما و گلدهی، تحملشان نسبت به سرما کم شده بود و نتوانستند سرمای منطقه را تحمل نمایند. هرچند که پوششی که روی زمین ایجاد کرده بودند تا بهار سال بعد به صورت خشک‌شده باقی مانده بود که می‌تواند از نظر خاک‌ورزی و کشاورزی حفاظتی مفید واقع شود. در این جنس میانگین تحمل به سرما در گونه *V. sativa* بیشتر از *V. ervilia* بود. لذا توده‌های 44TN00047 و 44TN00041 و

جدول ۵ - میانگین صفات ارزیابی شده به تنگنکی جنس در منابع ژنتیکی گیاهان علوفه‌ای

Table 5. The means and standard deviations for the evaluated traits of each genus of legume plants

Genus	درصد رویش بذر Emerged seedlings (%)	میزان رشد در آبان (۱ خنثی کم تا ۹ خنثی زیاد) Growth rate in November (1= very low, 9= very high)	تحمل به سرما (۱ متحمل تا ۹ حساس) Cold tolerance (1= tolerant, 9= susceptible)	میزان رشد در اردیبهشت Growth rate in May (1= very low, 9= very high)
<i>Bromus</i>	89.60	6.30	2.40	7.10
<i>Hordeum</i>	75	9	5	0
<i>Lathyrus</i>	95	7	7	0
<i>Lolium</i>	75.20	7.40	5.00	5.30
<i>Medicago</i>	12.80	0.60	4.60	0.10
<i>Melilotus</i>	41.90	3.1	6.90	3
<i>Onobrychis</i>	2	0.3	-	0
<i>Phalaris</i>	30	7	5	4
<i>Trifolium</i>	16.90	1.10	5.80	0.07
<i>Vicia</i>	36.50	5.50	7.10	0

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه برای صفات مختلف در جنس های گیاهان علوفه ای

Table 6. Results of one-way ANOVA for different traits among different forage crop genera

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	درصد رویش بذر Emerged seedlings (%)	پوشش سبز کرت در آبان Green cover per plot in November (%)	تعداد گیاه در کرت No. of plants per plot	میزان رشد در آبان Growth rate in November	تحمل به سرما Cold tolerance	پوشش سبز کرت در فروردین Green cover per plot in April (%)	میزان رشد در اردیبهشت Growth rate at flowering in May	ارتفاع گیاه در گلدهی Plant height
Between Groups	6	155**	156**	70.1**	7.40**	6.40**	129**	7.50**	60.6**
Within Groups	114	4.10	5.10	7.60	0.10	0.50	2.50	0.20	2.30
Total	120								

** : معنی داری در سطح احتمال ۱٪

** : is significant at 1% probability level

شبدر گونه های *T. diffusum*، *T. campestre*، *T. hirtum* و *T. scabrum*، *T. lappaceum*، *echinatum* درجاتی از تحمل بالا به سرما (از نمره ۲ تا ۵) را نشان دادند ولی با وجود اینکه تعداد ۱۰ تا ۱۰۰ عدد گیاه در هر کرت نیز سبز شده بود ولی میزان رشد پایین با نمرات ۱ تا ۲ (در تاریخ ۹۵/۸/۳) نشان دادند. لذا هیچ کدام از این نمونه ها سرماهای بعدی را تاب نیاوردند و تمامی آن ها در بهار سال بعد از بین رفته بودند و در مزرعه وجود نداشتند. در خصوص هفت توده موجود در گونه *T. resupinatum* نیز در هر دو فرم زراعی و وحشی آن، باینکه تا قبل از سرما تا ۱۰۰ درصد پوشش سبز در کرت را نشان دادند و در ارزیابی تحمل به سرما درجاتی از نمره ۶ در یک توده ی وحشی (50TN01054) تا نمره ۹ در یک توده ی زراعی (50TN01514) یک چین نشان دادند، ولی هیچ کدام از آن ها در بهار سال بعد در مزرعه به طور سبز وجود نداشتند. نتایج نشان دادند که تمامی بروموس ها به ویژه شماره 10TN00012 دارای بیشترین رشد و تحمل به سرما و گونه *B. diandrus* با شماره

همچنین 44TN00005 با نمره ۶ در مقایسه با بقیه توده ها تحمل بیشتری به سرما نشان دادند. همچنین این نمونه ها درصد مناسبی از پوشش سبز کرت و میزان رشد (با نمره ۸) تا قبل از سرما را نشان دادند. البته توده آخری میزان رشد با نمره ۴ را نشان داد. در بین لگوم ها فقط گونه های یک ساله جنس شبدر شیرین درجاتی از تحمل به سرما را نشان دادند و تا بهار سال بعد در مزرعه به طور سبز باقی ماندند. در این جنس نمونه ها در هر دو گونه *M. indicus* و *M. officinalis* درجاتی از تقریباً حساس به سرما (با نمره ۷) در ۸ توده تا کاملاً حساس (با نمره ۹) را نشان دادند. در گونه *M. officinalis* دو توده با ۷۵ درصد پوشش سبز کرت در بهار و همچنین میزان رشد (با نمره ۸) جز بهترین منابع بودند. در میان توده ها و گونه های جنس یونجه باینکه درجاتی از تحمل به سرما با نمرات ۳ و ۴ در هفت توده از گونه های *M. rigidula* و *M. polymorpha* با تعداد ۳ تا ۳۱ گیاه سبز شده در هر کرت دیده شد، ولی فقط یک توده در بهار سال بعد با میزان رشد با نمره ۲ در مزرعه باقی مانده بود. در جنس

شناسایی 10TN00039 کمترین تحمل را در بین نمونه‌های جنس بروموس داشتند.

بحث

تجزیه واریانس یک طرفه و در پی آن مقایسه میانگین نمونه‌ها برای صفات مختلف زراعی مورفولوژیکی یکی از روش‌های گروه‌بندی در مطالعه تعداد زیاد مواد ژنتیکی است. این روش در تحقیقات قبلی نیز برای تجزیه و مقایسه میزان رشد و برآورد مشاهده‌ای عملکرد علوفه در جنس‌های لولیوم، فالاریس، پوآ، آگروستیس، بروموس و داکتلیس استفاده شده است (Abbasi, 2013). جداول ۴، ۵ و ۷ نشان دادند که تحمل به سرما در برخی از ژرم‌پلاسم‌های مورداستفاده در این تحقیق وجود دارد. بیشترین تحمل به سرما در جنس‌های بروموس، لولیوم و شبدر شیرین دیده شد. از طرفی تحقیقات قبلی در جاتی از تحمل به سرما در برخی از لگوم‌های علوفه‌ای بکار برده شده در این مطالعه در شرایط مزرعه (Abbasi *et al.*, 2017; Alizadeh & Sadeghzadeh, 2010; Amini Dehaghi & Modarres Sanavy, 2003) را نشان داده‌اند. قابل ذکر است که تمامی نمونه‌های جنس‌های جو، خلر (*Lathyrus*)، اسپرس و ماشک مورداستفاده در این تحقیق، بعد از زمستان از بین رفتند و هیچ نمونه زنده‌ای برای ارزیابی در بهار باقی نماند. این که در جو نیز چنین اتفاقی افتاد به دلیل کشت زودهنگام این گیاه از تاریخ کشت مرسوم آن در منطقه بود. چون تمامی نمونه‌ها در نیمه دوم مردادماه کشت شدند لذا با به ساقه رفتن جو و در یک نمونه از توده‌های لولیوم (*L. temulentum*) این گیاهان از حالت پنجه خارج شده و نتوانستند

جدول ۷- گروه‌بندی میانگین صفات مختلف بر اساس روش داکن در جنس‌های مختلف گیاهان علوفه‌ای

Table 7. Duncan's grouping for the traits of different genera of forage crops

جنس Genus	تعداد تکرار (توده) در جنس Replications (no. of accessions per genus)	درصد رویش بذر Emerged seedlings (%)	پوشش سبز کرت در پوشش سبز کرت در		تعداد بوته در کرت No. of seedlings per plot	تحمل به سرما (۱) متحمل تا ۹ حساس) Cold tolerance (1=tolerant, 9=susceptible)	پوشش سبز کرت در فوروردین Green cover per plot in April (%)	میزان رشد در اردیبهشت (۱) خیلی کم تا ۹ خیلی زیاد) Growth rate in May (1=very low, 9=very high)	ارتفاع گیاه در گلدهی Plant height at flowering (cm)
			آبان Green cover per plot in November (%)	آبان Green cover per plot in November (%)					
<i>Bromus</i>	5	88.6 ^a	94.4 ^a	100 ^a	2.4 ^b	86.1 ^a	7.09 ^a	41.3 ^a	
<i>Lolium</i>	6	75.2 ^a	88.0 ^a	78.6 ^a	5 ^{ab}	57.9 ^b	5.28 ^a	35.9 ^a	
<i>Medicago</i>	28	12.8 ^c	0 ^d	14.5 ^b	4.6 ^b	0.05 ^d	0.10 ^c	0.7 ^c	
<i>Melilotus</i>	17	41.9 ^b	43.1 ^b	26.7 ^b	6.9 ^a	27.2 ^c	3 ^b	16.6 ^b	
<i>Onobrychis</i>	9	2 ^c	0 ^d	0.64 ^c	-	0 ^d	0 ^c	0 ^c	
<i>Trifolium</i>	28	16.9 ^c	4.9 ^d	20.3 ^b	5.8 ^{ab}	0.34 ^d	0.07 ^c	1.2 ^c	
<i>Vicia</i>	20	36.5 ^b	21.3 ^c	36.0 ^b	7.1 ^a	0 ^d	0 ^c	0 ^c	

Similar letter(s) in each column are not significant at 5% probability level

حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

و به ساقه نرفتند. این گیاهان بیشترین تحمل به سرما و همچنین بیشترین رشد رویشی در بهار سال بعد را نشان دادند. از جمله توده های، 14TN00072، 14TN00038، 14TN00052، 10TN00012، 14TN00054، 10TN00049، 10TN00036.

دوم زیرگروه باریک برگ هایی که تا قبل از سرما به ساقه رفته همانند جوی زراعی و توده KC126013 از گونه *L. temulentum* این گروه اگرچه در سرما تاب نیاورده ولی پوشش ایجاد شده در قبل از سرما تا بهار سال بعد در مزرعه به صورت مالچ مرده باقی ماند که از نظر کشاورزی حفاظتی برای حفظ پوشش خاک مفید است. با توجه سیاست های کشاورزی حفاظتی و تغییر اقلیم، چنین گیاهانی برای توسعه در زمین هایی که آیش می مانند برای جلوگیری از ایجاد ریزگردها و همچنین تقویت خاک مورد نیاز می باشند. این تحقیق وجود چنین گیاهانی را نشان داد. البته با برداشت علوفه این گیاهان در قبل از سرما و باقی ماندن ریشه و قسمتی از ساقه گیاه پوشش مناسبی روی خاک ایجاد خواهد شد که می تواند از نظر اقتصادی هم توجه داشته باشد.

۲- لگوم های متحمل به سرما: در این گروه گونه های یک ساله از جنس شبدر شیرین از جمله *M. officinalis* و *M. indicus* قرار گرفتند. این مواد اگرچه تا رسیدن فصل سرما رشد مناسب رویشی داشته و خسارتی با نمراتی بیش از ۷ با رسیدن اولین تنش سرمای نشان دادند، ولی توانستند سرما را تحمل نموده و در بهار سال بعد با درصد سبزی کورت بیش از ۵۰ درصد و میزان

سرمای فصل زمستان را تحمل نمایند. البته این موضوع در مورد برخی از ماشک ها نیز صادق بود، چون برخی از آنها با داشتن رشد مناسب قبل از سرما به گل رفتند و لذا با آمدن سرما نتوانستند تنش را تحمل نموده و از بین رفتند. لذا اینکه بیشتر گونه های موجود در جنس های شبدر، اسپرس و یونجه در این تحقیق نتوانستند سرمای منطقه جلگه رخ را تحمل نمایند و یا اساساً رشد مناسبی تا شروع سرما نداشتند با وجود اینکه برخی از آنها دارای منشأ مناطق سرد آذربایجان و یا ارتفاعات بالا (حدود ۲۰۰۰ متری از سطح دریا) بودند، به دلیل تاریخ کشت نامناسب بوده است. این رفتار همچنین می تواند ناشی از سختی بذر لگوم های ذکر شده باشد (Abbasi et al., 2017; Abbasi, 2009)، زیرا که اساساً به دلیل وجود سختی بذر نتوانسته بودند در زمان مناسب سبز شوند و لذا نسبت به سرمای حادث شده در اوایل آذر پدیده سخت شدن^۱ (Annicchiarico et al., 2015) در آنها صورت نگرفته بود. هرچند که جهت برداشتن سختی بذر این گیاهان قبل از کشت، پوسته آنها توسط کاغذ سمباده خراش داده شد، ولی احتمالاً مقدار خراش کافی نبوده است. لذا در تحقیقات بعدی به این نکته بایستی توجه شود.

با توجه به تاریخ کشت و نتایج تحقیق، مواد مورد بررسی در این آزمایش را به گروه های زیر می توان تقسیم نمود:

۱- گروه باریک برگ ها: که خود دارای دو زیرگروه است یکی شامل بروموس ها، لولیوم ها و فالاریس که تا زمان سرما در حالت پنجه بوده

1- Hardening

می‌شود:

الف- تاریخ‌های کشت متفاوت در برخی از نمونه‌ها بررسی گردد تا بهترین نتیجه حاصل شود. در این خصوص توجه ویژه به خراش دهی پوشش بذور لگوم‌های وحشی ضروری است تا رویش بذور دچار تأخیر نگردد.

ب- استفاده از منابع متحمل پیشنهاد شده در این تحقیق در تناوب سیستم‌های کشت برای منطقه انجام شود تا امکان بهبود تنوع محصولی در منطقه میسر گردد.

ج- ارزیابی منابع متحمل حاصل از این تحقیق در سایر مناطق سرد کشور با تأکید بر سیستم کشت کشاورزی حفاظتی صورت پذیرد. د- تولید علوفه مناسب و برداشت آن در قبل از سرما و باقی ماندن ریشه و قسمتی از ساقه گیاه پوشش مناسبی روی خاک ایجاد خواهد کرد که می‌تواند از نظر اقتصادی و کشاورزی حفاظتی توجیه داشته باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق قسمتی از طرح تحقیقاتی شماره ۹۵۱۴۷-۰۳-۴۳-۲ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی است. لذا نویسنده بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از روسای محترم موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی (بانک ژن گیاهی ملی ایران)، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، بخش تحقیقات علوم زراعی باغی و ایستگاه تحقیقات جلگه رخ به جهت فراهم کردن بستر مناسب انجام تحقیق ابراز می‌دارد.

رشد بیش از هفت نمره در مزرعه سطح خوبی از پوشش سبز را نشان دادند، از جمله توده‌های 58TN00025، 58TN00047، MahNo313، 58TN00182، 58TN00140، 58TN00223، 58TN00181 و 58TN00190.

۳- لگوم‌های علوفه‌ای با درصد پوشش و

میزان رشد مناسب تا قبل از سرما ولی حساس به سرما: همانند ماشک‌ها، خلر، شبدرهای وحشی و برخی از توده‌های شبدر ایرانی، این توده‌ها با فرار سیدن سرما خسارت زیادی نشان دادند و اساساً در بهار سال بعد هیچ گیاه سبزی در مزرعه باقی نماند. البته، فقط پوشش ایجاد شده در سطح خاک که ساقه‌های خشک گیاه بود تا بهار سال بعد به صورت خشک شده باقی ماندند که می‌تواند از نظر خاک‌ورزی و کشاورزی حفاظتی مفید باشد. از جمله توده‌های 44TN00041، 44TN00047 و 44TN00005.

۴- لگوم‌های علوفه‌ای با ایجاد درصد

پوشش سبز کم و حساس به سرما: از جمله اکثر شبدرها، یونجه‌ها و اسپرس‌ها، این مواد از نظر ایجاد مالچ مرده نیز دارای اهمیت نبودند. علت اصلی چنین واکنشی، به عدم جوانه‌زنی در زمان مناسب برمی‌گردد. چون اکثر این توده‌ها دارای منشأ مناطق مرتفع و عرض‌های شمالی کشور بودند (بنابراین به‌طور طبیعی باید به سرما متحمل بوده باشند)، لذا عدم رویش به موقع بذر باعث عدم ایجاد پدیده سخت شدن در گیاه شده و لذا نتوانستند سرمای منطقه را تحمل نمایند. این مواد بایستی با توجه به این موضوع در تحقیقات آتی مورد نظر قرار گیرند.

لذا برای بهره‌برداری از این تحقیق پیشنهاد

References

- Abbasi, M.R. 2013. Characterization of forage yield potential and morpho-phenological traits in genetic resources of several forage grasses. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 21(20): 270-281. (In Persian)
- Abbasi, M.R. 2012. Genetic diversity in Iranian sainfoin germplasms with emphasis on agronomic traits. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 20(1): 160-171 (In Persian).
- Abbasi, M.R. 2009. Genetic diversity of clover genetic resources held by National Plant Gene Bank of Iran with emphasis on agronomic traits. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 17(1): 70-87. (In Persian)
- Abbasi, M. R., Hosseini, S., and Pourakbar, L. 2017. Coumarin variation in Iranian biennial *Melilotus* genetic resources and its relationship with agromorpho-phenological traits. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 20(2), 89-98.
- Abbasi, M. R., Hosseini, S., and Pourakbar, L. 2018. Differential response to salt stress within and among Iranian *Melilotus* species. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49 (2): 1-20, 248-267.
- Abbasi., M.R., Mirakhorli, A., Mahdipur, A., Hasanzadeh, A., Kanani, R.A., Alitabar, H., Mokhatarpur, H., Safaei, H., Fathi, A., Khakizad, G.H.R., Nadali, F., Nakhaei, A., Kamaledin M., Abbasi, S., Dadfar, G.H., Hajgholizadeh, G.H.R., Taheriun, S., Safari, A., Hamzenejad, G.H.R., Abaduz, M., Zamanian, Jahanbani, F., Samani, M., and Darkhal, H. 2012. Seed collection and centers of diversity of *Trifolium* genetic resources in Iran. *Electronic Journal of Plant Production*, 5 (4): 191-204.
- Abbasi, M.R., Zamanian, M., and Nadali, F. 2011. New pre-breeding genetic resources of Iranian wild clovers for using in agronomic systems. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 18(2): 305-317. (In Persian)
- Abberton, M.T., and Marshall A. H. 2005. Progress in breeding perennial clovers for temperate agriculture. *The Journal of Agricultural Science*, 143 (2-3):117-135.
- Alizadeh, K., and Sadeghzadeh, B. 2010. Cold tolerance of Iranian annual medic species under cold dryland condition. *Journal of Food Agriculture Environment*, 8(2): 386-390.
- Amini Dehaghi, M., and Modarres Sanavy, S.A.M. 2003. Effect of root-zone temperature on morphology, growth and development, yield, and yield

- component of annual medics. *Australian journal of agricultural research*, 54: 917-921.
- Annicchiarico, P., Barrett, B., Brummer, E.C., Julier, B., and Marshall, A.H. 2015. Achievements and challenges in improving temperate perennial forage legumes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34: 327-380.
- Ates, S., Feindel, D., Moneim, A. E.I., and Ryan, J. 2014. Annual forage legumes in dry-land agricultural systems of the West Asia and North Africa regions: Research achievements and future perspective. *Grass and Forage Science*, 69:17-31
- Brandsæter, L.O., Smeby, T., Tronsmo, A.M., and Netland, J. 2000. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in northern regions: II. Frost resistance study. *Crop Science*, 40(1): 175-181.
- Buchanan, B.B., Gruissem, W., and Jones, R.L. eds., 2015. *Biochemistry and molecular biology of plants*. John Wiley & Sons.
- Duc, G., Agrama, H., Bao, S., Berger, J., Bourion, V., De Ron, A.M., Gowda, C.L.L., Mikic, A., Millot, D., Singh, K.B., Tullu, A., Vandenberg, A., Vaz Patto, M.C., Warkentin, T.D., Zong, X. 2015. Breeding annual grain legumes for sustainable agriculture: new methods to approach complex traits and target new cultivar Ideotypes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34:381-411 doi:10.1080/07352689.2014.898469
- Hassanfard A., Nezami A., and Nabati, J. 2016. Study of cold tolerance in plants using electrolyte diffusion and lasting in controlled conditions. 4th Conference on Applied Research in Agricultural Science, Tehran, Iran.
- IPGRI. 1984. Forage legume descriptors. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute.
- IPGRI. 1991. Annual medic descriptors. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute.
- Keatinge, J. D. H., Ali, A., Roidar Khan, B., Abd El Moneim, A. M., and Ahmad, S. 1991. Germplasm evaluation of annual sown forage legumes under environmental conditions marginal for crop growth in the Highlands of West Asia. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 166(1): 48-57.
- Maali-Amiri, R., Sadeghzadeh, B., and Farayedi, Y. 2015. Metabolic change of oxylipin pathway in cold responses of chickpea plants. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 8(1): 95-110.
- Rhodes, I., Collins, R.P., and Evans, D.R. 1994. "Breeding white clover for tolerance to low temperature and grazing stress." *Euphytica*, 77 (3):239-242

Evaluation of cold-tolerance in genetic resources of some annual forage crops under cold climatic conditions

M. R. Abbasi^{1*}, A. Mahdipur², H. R. Sharifi³, A. R. Beheshti³

1. Assistant Professor in: Seed and Plant Improvement Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan-e Razavi; Agricultural- Research-Education & Extension Organization (AREEO); Mashhad, Iran .(Corresponding author)
2. Researcher in: Seed and Plant Improvement Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan-e Razavi; Agricultural- Research-Education & Extension Organization (AREEO); Mashhad, Iran
3. Associate Professor in: Seed and Plant Improvement Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan-e Razavi; Agricultural- Research-Education & Extension Organization (AREEO); Mashhad, Iran

Received: April 2018 - Accepted: June 2019 - DOI: 10.22092/aj.2019.121331.1274

Extended Abstract

Abbasi, M. R., Mahdipur, A., Sharifi, H. R., Beheshti, A. R., Evaluation of cold-tolerance in genetic resources of some annual forage crops under cold climatic conditions
Applied Research in Field Crops Vol 32, No. 03, 2019- Page: 01-03: 01-17(in Persian)

Introduction

Temperature influences plant physiological processes, cellular structure and development. Habitat from which plants originate has undeniable effects on plant tolerance to cold temperatures. Plants from higher latitudes exhibit more tolerance to cold stress than plants from lower latitudes. When plants are exposed to cold stress, a sequence of events is triggered inside them, leading to an improved tolerance to the environmental condition. This phenomenon is known as plant hardening. Having access to winter-hardened species and cultivars is one of the important necessities for the development of crop production systems in local microclimates of cold regions. Utilizing genetic diversity in crop plant resources is an important approach towards achieving sustainable agriculture. Diversity in Iran's forage germplasm for traits such as early maturity, high ratio of leaf to stem, dense ground cover and high yield has been shown in temperate regions such as Karaj and Mashhad (Abbasi, 2009, Abbasi *et al.*, 2017). Testing a selection of these germplasm accessions can determine their potential for growing under

Email address of the corresponding author: m.abbasi@areeo.ac.ir

water-limited conditions in cold regions. Hence, different genera and species of legumes from national plant gene bank of Iran originated from high latitudes were used to be evaluated under cold growing conditions.

Materials and Methods

A total of 124 annual-forage accessions from 40 species and 10 genera were selected based on the previous research works and were planted in an experimental field at Jolge-Rokh agricultural research station. The number of accessions in each genus included *Trifolium* (36 accessions), annual medics (28 accessions), *Onobrychis* (9 accessions), *Vicia* (21 accessions), *Melilotus* (17 accessions), *Lolium* (6 accessions), *Bromus* (5 accessions), and *Phalaris* (1 accession), *Lathyrus* (1 accession) and barley (1 accession). Each accession was planted in two 2-meter long rows spaced 50 cm apart using an augmented experimental design. Some of the traits characterized in this study from autumn to spring included growth rate in spring and autumn, cold-tolerance score, plant height etc (IPIGRI, 1984). Statistical descriptive parameters were determined for the evaluated traits. One-way ANOVA (analysis of variance) and Duncan's multiple tests were performed on data of each trait. The analyses were carried out by SPSS 15.

Results and Discussion

Meteorological data showed that there were a total of 68 days of freezing temperatures in the region from November till March. The lowest absolute temperature recorded was - 17.4 °C in December. Also, the mean of daily minimum temperature for December, January, February and March was below zero and the mean of daily maximum temperature for December, January and February was -10 °C, indicating the occurrence of cold stress in the region. The results of one-way ANOVA analysis for the investigated genera and species showed that there were significant differences among their traits at 1 % probability level, particularly prior to cold stress. *Lolium and Bromus* were the most tolerant species among the narrow-leaved forages and the tested germplasm. Among forage legumes, sweet clover exhibited the highest tolerance to cold temperatures. Although the species vicia, *Lathyrus* and Iranian clover were not tolerant to cold, they were found to be beneficial in terms of soil conservation and sustainability due to the production of proper vegetative cover prior to the cold spell, which lasted till the spring of the next year. Based on the results of this investigation, the studied species and genera can be classified into the following groups:

1- Cold-tolerant forage grasses including accessions of *Lolium*: 14TN00072, 14TN00038, 14TN00052, 14TN00054 and accessions of *Bromus*: 10TN00049, 10TN00012, 10TN00036, 10TN00039, and 10TN00026.

2- Cold-susceptible forage grasses such as accessions: KC126013 (L.

temulentum) and barley. Although this group was sensitive to cold, they produced good vegetative cover on ground before the occurrence of cold, which can be used as mulch for soil protection throughout the year.

3- Cold-tolerant legumes, such as accessions of *Melilotus*: 58TN00025, 58TN00047, MahNo313, 58TN00182, 58TN00223, 58TN00140, 58TN00181, 58TN00080, and 58TN00190

4- Cold-susceptible forage legumes: they were categorized into two groups, one group produced good vegetative cover on ground before the cold spell such as accessions 44TN00047, 44TN00041, and 44TN00005, and the other group failed to produce enough vegetative cover on ground such as some accessions of annual medics, *Onobrychis*, and *Trifolium*.

Keywords: Cold stress, forage legumes, forage grasses

References

- Abbasi, M.R. 2009. Genetic diversity of clover genetic resources held by National Plant Gene Bank of Iran with emphasis on agronomic traits. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 17(1): 70-87. (In Persian).
- Abbasi, M. R., Hosseini, S., and Pourakbar, L. 2017. Coumarin variation in Iranian biennial *Melilotus* genetic resources and its relationship with agromorphophenological traits. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 20(2), 89-98.
- IPGRI. 1984. Forage legume descriptors. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute.