نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۸۹، ص. ۱۰۲۶-۱۰۱۹

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 5, Nov-Des 2010, p. 1019-1026

ارزیابی تحمل به تنش سرما در چند گونه علف چمنی با استفاده از آزمون نشت الکترولیت ها

احمد نظامی[۱]- جواد رضایی[۲*]- بهداد علیزاده[۳]

تاریخ دریافت:۸۹/۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۲۴

چکیده

میزان تحمل علف های چمنی به تنش سرما، یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده کشت آنها در مناطق معتدله می باشد و جهت کشت موفق آنها استفاده از ارقام متحمل به سرما ضروری است. به منظور بررسی میزان تحمل علف های چمنی به تنش یخ زدگی، این مطالعه در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل ۶ نوع علف چمنی و ۱۴ دمای یخ زدگی بودند. جهت ارزیابی میزان تحمل علف های چمنی به تنش سرما از آزمون نشت الکترولیت های برگ و طوقه و تعیین دمای ۵۰ درصد کشندگی استفاده شد. نتایج این بررسی نشان داد که با کاهش دمای یخ زدگی، نشت الکترولیت ها از سلولهای برگ و طوقه بطور معنی داری افزایش یافت و بین علف های چمنی از این نظر اختلاف معنی دار وجود داشت. تاثیر دماهای یخ زدگی بر نشت الکترولیت ها از سلولهای برگ نسبت به طوقه بیشتر بود به طوریکه حداکثر میزان نشت الکترولیت ها از سلول های برگ در دمای ۱۶/۵- درجه سانتیگراد و به میزان ۹۰ درصد مشاهده شد، در حالیکه حداکثر نشت از سلول های طوقه در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد، حدود ۷۶ درصد بود. بر اساس دمای۵۰ درصدکشندگی برگ، علف چمنی برموداگراس و محلات حساس ترین و علف های چمنی استارلت و اکوتیپ یارند متحمل ترین چمن های مورد مطالعه بودند. علف های چمنی مورد مطالعه از نظر میزان و همچنین شاخص LT_{50} نشت الکترولیت ها از سلول های طوقه، اختلاف معنی دار داشتند. بر این اساس علف های چمنی محلات و استارلت به ترتیب بیشترین و کمترین میزان نشت و یارند و محلات به ترتیب بیشترین و کمترین LT_{50} نشت از طوقه را داشتند.

واژه های کلیدی: علف چمنی، تنش یخ زدگی، نشت الکترولیت ها، LT_{50}

مقدمه

در مناطق معتدله وقوع تنش سرما در زمستان، در اغلب مواقع سبب بروز خسارتهای شدید درگیاهان می شود. تاثیر سرما و یخ زدگی در گیاه به شدت سرما، مدت آن و مرحله رشدی گیاه بستگی دارد و در این میان مدت سرما اثر بیشتری نسبت به شدت سرما دارد (۲). تحمل برخی ازگیاهان به سرمای زودرس پاییزه و یا سرمای زمستان سبب بقاء زمستانه و سپس رشد مناسب آنها پس از زمستان میشود. از اینرو تحمل به سرما، اهمیت خاصی در رشد و نمو گیاهانی نظیر علف های چمنی در این مناطق دارد.

در خصوص اختلاف بین گونه ای در تحمل به تنش یخ زدگی انواع چمن ها شواهد متعددی وجود دارد (۸ و۱۳). بطوریکه این تنوع از ۵- درجه سانتی گراد در گیاه فلوراتام[۴] (۱۲) تا ۱۷- درجه سانتی گراد در برموداگراس[۵] (۱۸) متفاوت است. چمن زویسیا[۶] نیز از جمله علف های چمنی متحمل به سرما محسوب میشودکه تحمل به یخ زدگی آن بین ۸- تا ۱۴- درجه سانتی گراد (۱۰ و۲۳) ذکر شده است. گیاه سنتیپدگراس[۷] هم با تحمل نسبی به سرما، دماهای ۱۰- تا ۱۲/۵- درجه سانتی گراد را تحمل میکند.

جهت ارزیابی و شناسایی ارقام متحمل به سرما، وجود یک روش ارزیابی سریع و مؤثر از اهمیت زیادی برخوردار است. در همین راستا پیراس و سارهان (۲۱) بیان نمودند که میزان متحمل به یخ زدگی دربرگ، طوقه و ریشه گندم ازطریق روش نشت الکترولیت ها قابل ارزیابی است. پاول (۱۹) نیز عنوان کرد که تغییردر ساختار غشاء در اثرسرما سبب افزایش نشت الکترولیت ها دراندام های حساس به سرما می گردد.

به طور کلی هنگامی که بافت های گیاه در اثرسرما آسیب

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار، دانشجوی دکتری و کارشناس ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* نویسنده مسئول Email: j_rezai@yahoo.com)

4- Floratam (*Stenotaphrum secundatum*)

5- Bermudagrass

6- Zoysiagrass (*Zoysia spp*)

7- Centipede grass (*Eremochloa ophiuroides* Munro)

می‌بینند، فعالیت غشاء مختل شده و الکترولیت های داخل سلول به خارج از آن نشت می کنند. مطالعات نشان داده که غشاء سلولی، اولین مکان خسارت دراثرتنش سرما است و این تنش باعث تغییرحالت غشاء از کریستال– مایع به حالت جامد– ژل می شود و با این تغییر، فعالیت غشاء مختل می گردد (۱۶ و ۱۷).

گاستا و همکاران (۱۶) تغییر در ساختار غشاء، ترکیب اسید های چرب، تغییرات متابولیکی، تغییر در مقادیر پروتئین، فعالیت های آنزیمی و نشت الکترولیت ها را جزء صدمات تنش یخ زدگی به گیاهان ذکر کرده اند. در علف های چمنی نیز برخی خصوصیات مانند میزان پایداری غشاءهای سلولی (۹)، ترکیب و ذخیره کربوهیدراتها (۱۳) و سنتز پروتئین های تنظیم کننده سرما نقش مهمی را در تحمل به یخ زدگی آنها ایفا می کنند. به همین دلیل اندازه گیری نشت الکترولیت ها از بافت های گیاهی پس از اعمال تنش یخ زدگی، به عنوان یک روش مناسب برای تخمین میزان خسارت سرما (۸ و ۱۱) و ارزیابی تحمل به یخ زدگی در گیاهان مختلف (۱۳، ۱۶ و ۲۲) مورد استفاده قرار گرفته است.

میر عشقی و خلیل زاده (۳)، با انجام تحقیقی بر روی گندم گزارش کردند که ژنوتیپ های متحمل عموماً نشت الکترولیت کمتر و لذا غشاء سیتوپلاسمی پایدارتری نسبت به ژنوتیپ های حساس داشتند. نظامی و همکاران (۴)، تاثیر دماهای ۰، ۴-، ۸-، ۱۲- و ۱۶- درجه سانتیگراد را بر روی ۱۰ رقم کلزا در شرایط کنترل شده مطالعه نمودند. نتایج آنها نشان داد که با افزایش میزان شدت تنش یخ زدگی نشت الکترولیت ها افزایش یافت، با این وجود بین ارقام کلزا از نظر درصد نشت الکترولیت ها تفاوت معنی داری مشاهده شد و رقم اکاپی بیشترین و رقم SLMO46 کمترین میزان نشت الکترولیت ها را داشتند. حاج محمد نیا و همکاران (۱) نیز در مطالعه تاثیر هشت دمای یخ زدگی (شامل۰، ۲-، ۴-، ۶-، ۸-، ۱۰-، ۱۲- و ۱۴- درجه سانتی گراد) بر روی ارقام چغندرقند، نتیجه گرفتند که با کاهش دما، نشت الکترولیت ها از برگ ارقام چغندر قند افزایش یافت.

گاستا و فولر (۱۵) دمایی را که سبب ۵۰ درصد نشت الکترولیت ها از بافت های گیاهی می شود، به عنوان دمای ۵۰ درصد کشندگی[1] (LT_{50}) پیشنهاد کردند. در بررسی نظامی و همکاران (۴) مشاهده شد که بین ارقام کلزای مورد مطالعه از نظر LT_{50} تفاوت معنی داری وجود داشت و LT_{50} کمتر در ارقام کلزا، با نشت سلولی کمتر همراه بود.

هدف از اجرای این آزمایش ارزیابی میزان تحمل چند علف چمنی به تنش یخ زدگی با استفاده از آزمون نشت الکترولیت ها می باشد. در این رابطه LT_{50} این گیاهان تعیین و میزان تحمل به سرمای آنها بر اساس این صفت نیز ارزیابی خواهد شد.

مواد و روش ها

این مطالعه در دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل شش نوع علف چمنی :

Lolium prenne (Var.Yarandi, ecot.yarand), *L. prenne* (Var.Yarandi, ecot.Mahalat), *Festuca arundinacea* (Var. Starlet), *Festuca arundinacea* (Var. Masterpiece), *Poa pratensis* (Var. Meadow grass), *Bermudagrass unhulled* (origin California)

و ۱۴ دمای یخ زدگی (۰، ۱/۵-، ۳-، ۴/۵-، ۶-، ۷/۵-، ۹-، ۱۰/۵-، ۱۲-، ۱۳/۵-، ۱۵-، ۱۶/۵-، ۱۸- و ۱۹- درجه سانتیگراد) بودند.

بذور چمن در اواسط مهرماه درگلدانهایی پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتیمتر کشت شدند. به منظور ایجاد خوسرمایی در شرایط طبیعی گیاهچه ها تا مرحله ۶-۴ برگی در محیط طبیعی رشد کردند و سپس در نیمه اول آذر ماه برای اعمال تیمار یخ زدگی به فریزر ترموگرادیان منتقل شدند. دمای فریزر در شروع آزمایش پنج درجه سانتی گراد بود و پس از قرار دادن نمونه‌ها با سرعت دو درجهٔ سانتی‌گراد در ساعت کاهش یافت. به منظور جلوگیری از پدیده فراسرما و ایجاد هستک یخ در گیاهچه‌ها، در دمای ۳- درجه سانتی گراد بر روی گیاهان، محلول باکتری‌های ایجاد کننده هستک یخ[2] به نحوی پاشیده شد که قشر نازکی از این محلول روی برگ ها را پوشاند. به منظور ایجاد تعادل در دمای محیط آزمایش، گیاهان در هر تیمار دمایی، به مدت یک ساعت نگه داشته و سپس از فریزر خارج شدند و جهت کاهش سرعت ذوب یخ در آنها، بلافاصله به اتاقک با دمای ۲±۴ درجهٔ سانتی‌گراد منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در آن نگهداری شدند.

به منظور تعیین درصد نشت الکترولیتها ابتدا از هر گلدان ۱۵ نمونه برگ کامل و ۵ نمونه طوقه تهیه و پس از شستشو با آب مقطر در ویال حاوی ۵۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر شده قرار گرفتند. ویالها به مدت ۶ ساعت بر روی شیکر قرار گرفته و سپس هدایت الکتریکی هر نمونه با استفاده از دستگاه EC متر مدل جنوی[3] اندازه گیری شد (EC1). برای اندازه گیری نشت کامل الکترولیت‌ها در اثر مرگ سلول، ویال ها در اتوکلاو با دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد و فشار ۱/۲ بار به مدت۲۰ دقیقه قرار گرفتند و پس از ۲۴ ساعت هدایت الکتریکی نمونه ها اندازه گیری شد (EC2). سپس با استفاده از فرمول ۱۰۰× (EC1/ EC2)، درصد نشت الکترولیت‌های هر تیمار محاسبه گردید. درجه حرارت کشنده برای ۵۰ درصد نمونه ها (LT_{50}) بر

1- Lethal temperature

2- Ice Nucleation Active Bacteria

3- Genway

اساس نشت الکترولیت‌ها و با استفاده از رسم نمودار درصد نشت الکترولیت‌های هر تیمار در برابر دماهای یخزدگی تعیین، و سپس با استفاده از طرح کاملاً تصادفی تجزیه آماری گردید (۱۲).

تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزارهای SAS صورت گرفت و برای رسم نمودارها و تعیین LT_{50} از نرم افزار Curve Expert استفاده شد. میانگین‌ها نیز در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD مقایسه شدند.

نتایج و بحث

علف های چمنی از نظر درصد نشت الکترولیت از سلول های برگ و طوقه اختلاف معنی داری ($p<۰/۰۱$) داشتند (جدول ۱). بررسی میانگین داده های حاصل از تاثیر دماهای یخ زدگی بر نشت الکترولیت ها از سلولهای برگ نشان داد که علف چمنی برموداگراس و واریته استارلت به ترتیب دارای بیشینه و کمینه درصد نشت بودند. اما در رابطه با نشت الکترولیت ها از سلولهای طوقه، اکوتیپ محلات بیشینه و واریته استارلت کمینه درصد نشت را داشتند (شکل ۱). وجود اختلاف بین ژنوتیپ های چمن از نظر پاسخ به تنش یخ زدگی را سایر محققین (۸ و۱۳) نیز گزارش کرده اند. تحقیقات برروی گندم نشان داده است که ژنوتیپ های متحمل به سرما عموماً غشاء سیتوپلاسمی پایدارتر و نشت الکترولیت کمتری نسبت به ژنوتیپ های حساس دارند (۳). بنابراین افزایش میزان نشت از گیاه در شرایط تنش یخ زدگی احتمالاً دلیل بر حساسیت آن به تنش سرما می باشد. بر اساس این شاخص به نظر می رسد که واریته استارلت[1] (*Festuca sp.*) نسبت به سایرعلف های چمنی از تحمل بیشتری نسبت به تنش یخ زدگی برخور می باشد.

تاثیر دماهای آزمایشی بر میزان نشت الکترولیت ها از سلول های برگ و طوقه علف های چمنی معنی دار ($p < ۰/۰۱$) بود (جدول ۱) و با کاهش دما به دلیل خسارت ناشی از تنش یخ زدگی بر غشاهای سلولی، میزان نشت مواد درون سلولی افزایش یافت (شکل ۲). در این مطالعه افزایش نشت الکترولیت ها از سلول های برگ و طوقه گیاهان از حدود دمای ۷/۵- درجه سانتیگراد شروع شد و با شدت سرما افزایش یافت. با این حال میزان شیب و حداکثر نشت الکترولیت ها از سلول های برگ بیشتر از سلول های طوقه بود. بطوریکه حداکثر میزان نشت الکترولیت ها از سلول های برگ (حدود ۹۰ درصد) در دمای ۱۶/۵- درجه سانتیگراد اتفاق افتاد، در حالیکه حداکثر نشت الکترولیت ها از سلول های طوقه (معادل ۷۶/۲ درصد) در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد حادث شد (شکل ۲). کاردونا و همکاران (۸) نیز در بررسی تحمل به یخ زدگی برموداگراس نتیجه گرفتند که با کاهش دما درصد نشت الکترولیت از سلول های برگ و طوقه این گیاه افزایش یافت. در آزمایش آنها حداکثر نشت الکترولیت از سلول های طوقه (حدود ۹۰ درصد) در دمای ۱۱- درجه سانتیگراد در حالیکه حداکثر نشت الکترولیت های برگ (حدود ۱۰۰ درصد) در اکوتیپ های مختلف بین ۴- تا ۱۰- درجه سانتیگراد حادث شد. بر این اساس به نظر می رسد که طوقه نسبت به برگ از تحمل بیشتری نسبت به تنش سرما برخوردار باشد.

از نظر حداکثر میزان نشت الکترولیت ها و همچنین دمایی که در آن حداکثر نشت حادث شد نیز بین علف های چمنی مورد مطالعه تفاوت چشمگیری وجود داشت. در علف چمنی برموداگراس (*Bermudagrass sp.*) (اریژین کالیفرنیا) و اکوتیپ محلات (*Lolium sp.*) حداکثر نشت از سلول های برگ زودتر (در دمای بالاتر) از سایر علف های چمنی اتفاق افتاد در حالیکه در سه علف چمنی مسترپیس، یارند و استارلت حداکثر نشت در دماهای کمتری حادث شد (شکل ۳). از سوی دیگر بررسی روند نشت الکترولیت ها در طوقه علف های چمنی نشان داد که به جزء اکوتیپ محلات که در دمای بالاتری حداکثر نشت را داشته است در سایر نمونه ها حداکثر نشت تقریباً به طور مشابه در دماهای کمتری حادث شده است.

کاردونا و همکاران (۷) شیب منحنی نشت الکترولیت ها را به عنوان یکی از نشانه های خسارت ناشی از تنش سرما در گیاهان معرفی و نشان دادندکه نمودار نشت الکترولیت ها در گونه های خوسرما شده از شیب کمتری برخوردار است،در حالیکه این شیب در گونه های خوسرما نشده تندتر بوده است.

بر این اساس و با در نظر گرفتن شیب نشت الکترولیت ها از سلول های برگ، اکوتیپ یارند، استارلت و مسترپیس با داشتن شیب نشت الکترولیت کمتر نسبت به سه علف چمنی دیگر از تحمل نسبی بیشتری نسبت به تنش یخ زدگی برخوردار هستند. در خصوص نشت الکترولیت ها از طوقه نیز نمونه های برموداگراس، مسترپیس و استارلت شیب کمتری نسبت به سه علف چمنی دیگر داشته اند (شکل ۳).

از نظر دمای۵۰ درصد کشندگی (LT_{50}) برگ بر اساس نشت الکترولیت ها، بین علف های چمنی مورد بررسی تفاوت معنی دار ($P\leq ۰/۰۱$) وجود داشت. بر این اساس، علف چمنی برموداگراس و محلات حساس ترین و واریته استارلت و اکوتیپ یارند متحمل ترین علف های چمنی مورد مطالعه می باشند. از نظر LT_{50} نشت طوقه بین علف های چمنی تفاوت معنی داری مشاهده شد. اکوتیپ محلات بالاترین LT_{50} (حساس ترین علف چمنی) را داشت و اکوتیپ یارند، استارلت و برموداگراس کمترین LT_{50} نشت (متحمل ترین علف‌های چمنی) را به خود اختصاص دادند (شکل۴).

شاشیکومار و ناس (۲۴) با انجام آزمایشی بر روی ۸ رقم پنجه مرغی (*Cynodon dactylon*) گزارش کردند که ارقام حساس تر به

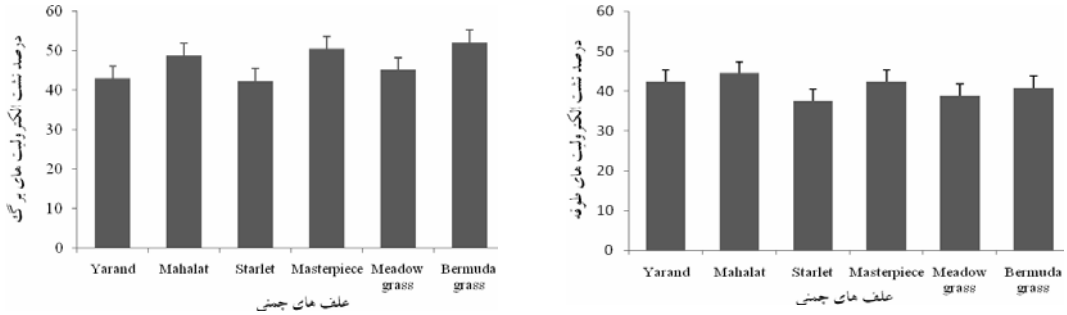
1- Slarlet

سرما، LT_{50} (بر اساس نشت الکترولیت ها) بالاتری نسبت به ارقام مقاوم داشتند. نظامی و همکاران (۵) نیز در بررسی اثر دماهای یخ زدگی ۰، ۳-، ۶-، ۹-، ۱۲- و ۱۵- بر نشت الکترولیت ها در دو توده بومی رازیانه به این نتیجه رسیدند که LT_{50} در طوقه در مقایسه با اندام‌های دیگر پایین‌تر بود، که بیانگر تحمل بیشتر آن به تنش یخ زدگی ذکر شده است.

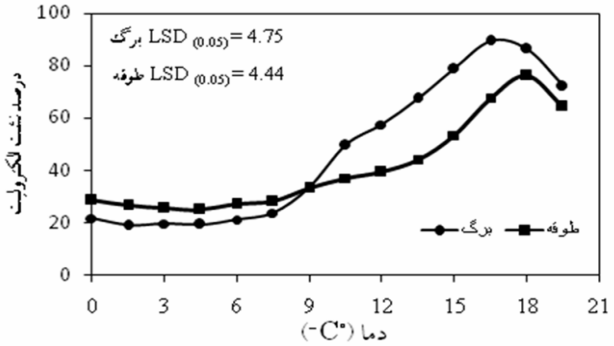
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد نشت الکترولیت از برگ و طوقه علف های چمنی تحت تاثیر دماهای یخ زدگی در شرایط کنترل شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	نشت الکترولیت های برگ		نشت الکترولیت های طوقه	
		میانگین مربعات		میانگین مربعات	
ژنوتیپ	۵	۶۹۸/۹۹	**	۲۷۴/۵۰	**
دما	۱۳	۱۳۶۹۰/۱۴	**	۵۵۰۲/۹۰	**
ژنوتیپ × دما	۶۵	۲۶۸/۸۸	**	۱۵۳/۳۳	**
ضریب تغییرات		۱۵/۳۵		۱۶/۴۴	

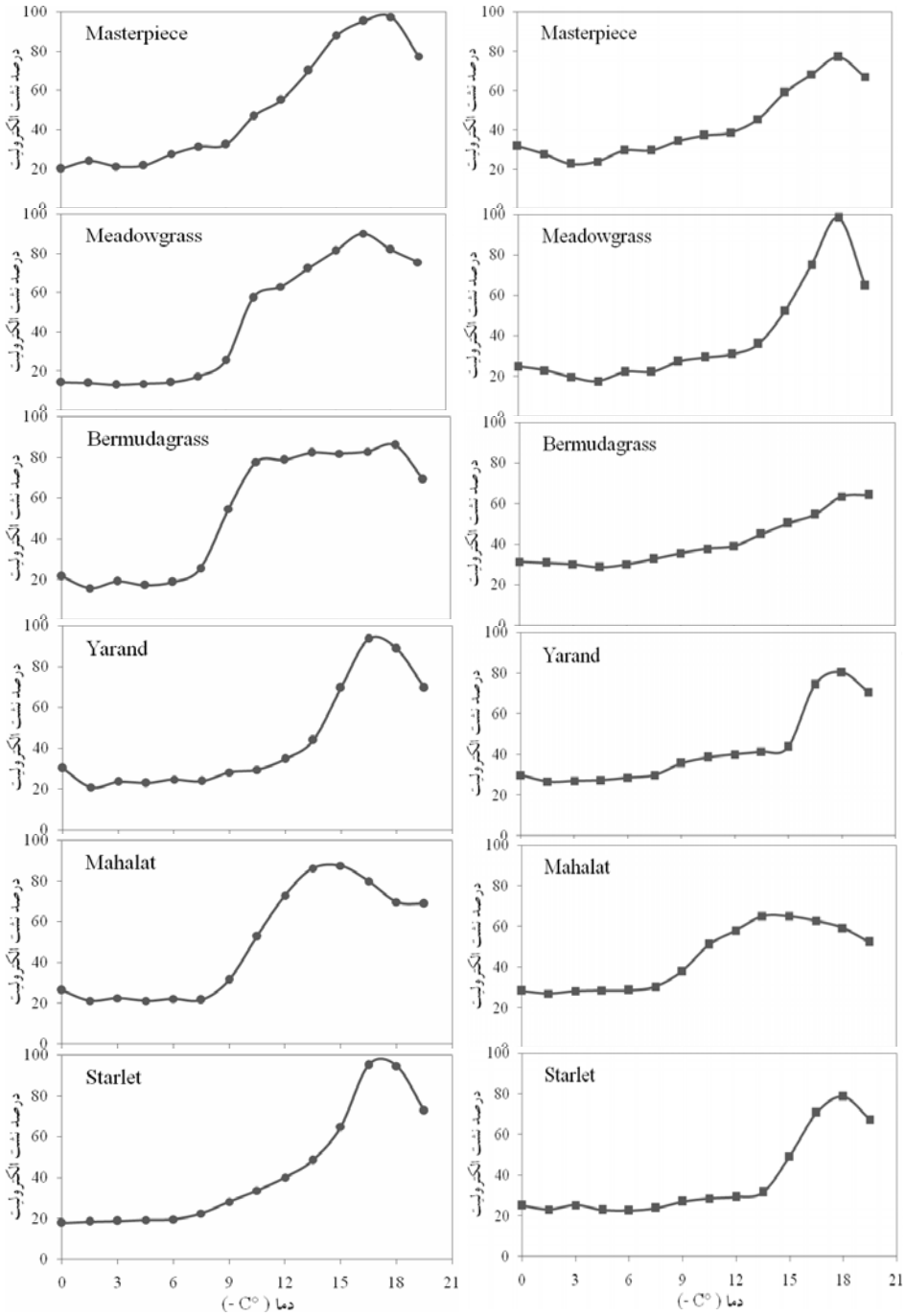
** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد



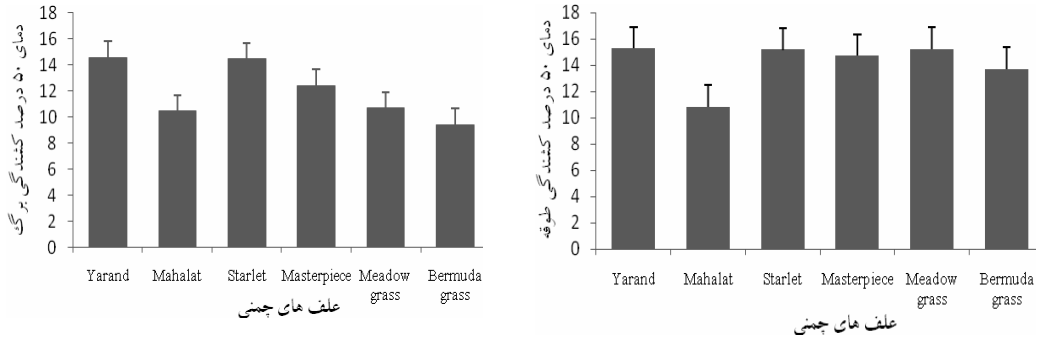
شکل ۱- میانگین درصد نشت الکترولیت ها از سلولهای برگ (چپ) و طوقه (راست) علف های چمنی تحت تاثیر دماهای یخ زدگی در شرایط کنترل شده



شکل۲- تاثیر دماهای یخ زدگی بر میزان نشت الکترولیت از سلول های برگ و طوقه علف های چمنی تحت تاثیر دماهای یخ زدگی در شرایط کنترل شده



شکل ۳- تاثیر دماهای یخ زدگی بر میزان نشت الکترولیت از سلول های برگ (—●—) و طوقه (—■—) علف های چمنی تحت تاثیر دماهای یخ زدگی در شرایط کنترل شده



شکل٤- دمای ۵۰ درصد کشندگی (LT_{50}) بر اساس درصد نشت الکترولیت از سلول های برگ (چپ) و طوقه (راست) تحت تاثیر دماهای یخ زدگی در شرایط کنترل شده

نتیجه گیری

نتایج این بررسی نشان داد که در علف های چمنی مورد مطالعه با کاهش دما، نشت الکترولیت ها از سلولهای برگ و طوقه بطور معنی داری افزایش یافت و بین علف های چمنی از این نظر اختلاف معنی دار وجود داشت. تاثیر دماهای یخ زدگی بر نشت الکترولیت از سلولهای برگ نسبت به طوقه بیشتر بود. از طرف دیگر با توجه به همبستگی بالای موجود بین نشت الکترولیت های برگ و طوقه در شرایط آزمایش حاضر (r =۰/۸۳) و اینکه نمونه گیری از برگ بر خلاف طوقه بصورت غیرتخریبی انجام میشود، بنابراین به نظر میرسد در آزمون نشت الکترولیت های علف های چمنی، بتوان به تنهایی از برگ استفاده کرد. بر اساس شاخص LT_{50} نشت از برگ و طوقه، اکوتیپ محلات حساس ترین و اکوتیپ یارند و استارلت متحمل ترین نمونه ها بودند. از سوی دیگر هر چند علف های چمنی برموداگراس و میدوگراس به دلیل داشتن LT_{50} نشت بالاتر در برگ، در دماهای یخ زدگی بین ۹- تا ۱۱- درجه سانتیگراد ممکن است دچار خسارت یخ زدگی در برگ شوند، ولی به دلیل تحمل یخ زدگی بهتر طوقه احتمالاً قادر خواهند بود که پس از قرار گرفتن در دمای شدیدتر، رشد مجدد داشته باشند. در صورتی که برگ و طوقه دو اکوتیپ یارند و استارلت قادر به تحمل دمای یخ زدگی حدود ۱۵- درجه سانتیگراد می باشند.

منابع

۱- حاج محمدنیا قالیباف ک.، نظامی الف.، و کمندی ع. ۱۳۸۹. بررسی امکان استفاده از شاخص نشت الکترولیت ها در ارزیابی تحمل به سرما در چغندر قند. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۸ (۲) (در دست چاپ).

۲- میان آبادی آ.، موسوی بایگی م.، ثنایی نژاد ح.، و نظامی الف. ۱۳۸۸. بررسی و پهنه بندی یخبندان های زود هنگام پاییزه، دیر هنگام بهاره و زمستانه با استفاده از GIS در استان خراسان رضوی. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۳ (۱) : ۹۰ – ۷۹.

۳- میرعشقی الف.، و خلیل زاده غ. ر. ۱۳۸۱. ارزیابی برخی از صفات فیزیولوژیک مرتبط با مقاومت به سرما در ۲۲ ژنوتیپ گندم نان. چکیده مقالات سومین همایش کاهش ضایعات ناشی از سرما و یخ زدگی گیاهان زراعی و باغی کشور. ص. ۶۱. معاونت زراعت سازمان حفظ نباتات.

۴- نظامی الف.، برزوئی الف. ، جهانی کندری م.، عزیزی م.، و شریف ع. ۱۳۸۶. نشت الکترولیت ها به عنوان شاخصی از خسارت یخ زدگی در کلزا. مجله پژوهش های زراعی ایران. جلد ۵ (۱) : ۱۶۷- ۱۷۵.

۵- نظامی الف.، عزیزی گ.، سیاهمرگویی آ.، شریفی نوری م.، و محمد آبادی ع. الف. ۱۳۸۹. اثر تنش یخ زدگی بر نشت الکترولیت ها در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgar*). مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۸ (۲) (در دست چاپ)

۶- نظامی الف.، و ناقدی نیا ن. ۱۳۸۹. اثر تنش یخ زدگی بر نشت الکترولیت ها در شش رقم گلرنگ. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۸ (۴) (در دست چاپ).

7- Anderson J.A., Taliaferro C.M., and Martin D.L. 1993. Evaluating freeze tolerance of bermudagrass in a controlled environment. Hort. Sci. 28: 955-964.

8- Cardona C.A., Duncan R.R., and Lindstrom O. 1997. Low temperature tolerance assessment in Paspalum. Crop Sci. 37:1283–1291.

9- Cyril J., Duncan R.R., and Baird W.V. 1998. Changes in membrane fatty acids in cold-acclimated turfgrass. Hort. Sci. 33:453-465.
10- Dunn J. H., Bughrara S.S., Warmund M.R., and Fresenburg B.F. 1999. Low temperature tolerance of zoysiagrasses. Hort. Sci. 34: 96-99.
11- Eugenia, M., S. Nunes and Ray Smith G. 2003. Electrolyte leakage assay capable of quantifying freezing resistance in Rose Clover. Crop Sci. 43:1349-1357.
12- Fry J.D., Lang N.S., and Clifton R.G.P. 1991. Freezing resistance and carbohydrate composition of 'Floratam' St. Augustinegrass. Hort. Sci. 26: 1537-1539.
13- Fry J.D., Lang N.S., Clifton R.G.P., and Maier F.P. 1993. Freezing tolerance and carbohydrate content of low-temperature-acclimated and nonacclimated centipedegrass. Crop Sci. 33: 1051-1055.
14- Gudleifsson B.E., Andrews C.J., and Bjornsson H. 1986. Cold hardiness and ice tolerance of pasture grasses grown and tested in controlled environments. Can. J. Plant Sci. 66:601-608.
15- Gusta L.V. and Fowler D.B. 1977. Cold resistance and injury in winter cereals. pp. 159-178. In H. Mussel and R. C. Staples (eds.) Stress physiology in crop plants. John Wiley & Sons. New York.
16- Gusta L.V., Fowler D.B. and Tyler N.J. 1982. Factors influencing hardening and survival in winter wheat. pp. 23-40. In: P.H. Li and A. Sakai (eds), Plant Cold Hardiness and Freezing Stress, Mechanisms and Crop Implications. Vol.2 Academic Press, London.
17- Hana B. and Bischofa J.C. 2004. Direct cell injury associated with eutectic crystallization during freezing . Cryobio. 48:8-21.
18- Ibitayo O.O., Butler J.D., and Burke M.J. 1981. Cold hardiness of bermudagrass and *Paspalum vaginatum* Sw. Hort. Sci. 16: 683-384.
19- Paull R.E. 1981. Temperature induced leakage from chilling–sensitive and chilling-resistant plant. Plant Physiol. 68:149-153.
20- Pearce R. S. 2001. Plant Freezing and Damage. Annals of Botany 87: 417-424.
21- Perras M. and Sarhan F. 1988. Synthesis of freezing tolerance proteins in leaves, crown and roots during cold acclimation of wheat. Plant Physiol. 89:577-585.
22- Rajashekar C.D. Tao, and Li P.H. 1983. Freezing resistance and cold acclimation in turfgrasses. Hort. Sci. 18:91-93.
23- Rogers R.A., Dunn J.H., and Nelson C.J. 1977. Photosynthesis and cold hardening in zoysia and bermudagrass. Crop. Sci. 17:727-732.
24- Shashikumar K. and Nus J. L. 1993. Cultivar and winter cover effects on Bermudagrass cold acclimation and crown moisture content. Crop Sci. 33: 813-817.

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 5, Nov-Des 2010, p. 1019-1026

نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۸۹، ص. ۱۰۲۶-۱۰۱۹

Evaluation of Cold Stress Tolerance in Several Species of Grasses by Electrolyte Leakage Test

A. Nezami [1]– J. Rezaei [*2]- B. Alizadeh[31]

Received: 9-5-2010
Accepted: 15-8-2010

Abstract

The grasses cold tolerance is the most important limiting factor for its cultivation in temperate regions, so using cold tolerant cultivars is essential for grasses successful cultivation. In order to evaluation freezing stress tolerance of several species of grasses, this study was conducted in Agricultural faculty of Ferdowsi University of Mashhad as a factorial complete randomized block design with three replications. Experimental factors included six types of grasses and 14 freezing temperatures. To assess grasses cold tolerance, electrolyte leakage test and LT50 for leaf and crown tissues was used. The results showed that reduction of freezing temperature, increased electrolyte leakage percent from leaf and crown tissues and difference between the grasses was significant. The effect of freezing temperatures on electrolyte leakage from leaf tissue was higher than the crown. Maximum level of electrolyte leakage from leaf tissue (at -16.5 °C) was 90 percent, while the maximum leakage from crown tissue (at -18 °C) was 76 percent. Based on leaf LT50, ecotype Mahalat and Bermudagrass were the most cold sensitive and Starlet and ecotype Yarand were the most cold tolerant grasses. The crown electrolyte leakage and LT50 were different between grasses significantly. Accordingly, crown electrolyte leakage percent was minimum for Starlet and maximum for Mahalat and crown LT50 index was minimum for Mahalat and maximum for Yarand.

Keywords: Grass, Freezing stress, Electrolyte leakage, LT50

1,2,3- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding author Email: j_rezai@yahoo.com)