مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۹ شماره ۳ صفحه های ۱۹۳ تا ۲۰۴ (۱۳۸۷)

بررسی تغییرهای فیزیومورفولوژیک سبزفرش های بومی و خارجی، در تنش خشکی و آبیاری دوباره[۱]

PHYSIOMORPHOLOGICAL CHANGES UNDER DROUGHT STRESS AND REWATERING IN ENDEMIC AND EXOTIC TURFGRASSES

یحیی سلاح ورزی، علی تهرانی فر و علی گزانچیان[۲]

چکیده

کمبود آب در شرایط کنونی یک موضوع بحرانی و حیاتی برای بیشتر کشورهای واقع در مناطق خشک و بیابانی است. این پژوهش به منظور بررسی پاسخ های مورفولوژیک و فیزیولوژیک سبزفرش های بومی و خارجی تحت تنش خشکی، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی نامتعادل در سال ۱۳۸۵ به اجرا درآمد. دو رقم از سبزفرش های خارجی (‘استارلت’[۳] از *Festuca arundinacea* Schreb. و ‘باربال’[۴] از *Lolium perenne* L.) و یک توده بومی (*Festuca arundinacea*) از شهرستان قوچان در شش سطح آبیاری ۱- تنش متوسط (۵۰٪ ظرفیت زراعی)،۲- تنش شدید (۲۵٪ ظرفیت زراعی)، ۳- آبیاری و رشد دوباره از تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی و به همراه سه گروه از گلدان ها ی آبیاری کامل (Fc)[۵] که به عنوان شاهد همزمان با هریک از سه سطح تنش نمونه برداری شدند، تیمارهای این آزمایش را تشکیل می دادند. نتایج نشان داد که توده بومی چمانواش بلند تحت تنش شدید خشکی با ۱۵ برابر افزایش نسبت به شاهد، بیشترین میزان پرولین[۶] را در خود انباشته کرد که در نتیجه آن می توانست با میانگین ۸۱/۲٪ بالاترین مقادیر محتوای نسبی آب برگ را به خود اختصاص دهد. همچنین از نظر نشت الکترولیتی از یاخته ها نیز مشخص شد که سبزفرش های تجاری چمانواش بلند و چچم به ترتیب با ۳۸٪ و ۴۸٪ در مقایسه با توده بومی خسارت بیشتری را متحمل شدند. ویژگی های فیزیولوژیک یاد شده به همراه افزایش ۸۵٪ نسبت ریشه به شاخساره در توده بومی، این سبزفرش را در برابر تنش های شدید خشکی بسیار مقاوم نشان داد.

واژه های کلیدی: بازپروری[۷]، پرولین، تنش خشکی، سبزفرش های بومی نشت الکترولیت.

مقدمه

میزان مصرف آب در سبزفرش ها[۸] در مناطق خشک و نیمه خشک همواره از میزان بارندگی های سالیانه تجاوز می کند (۹). در حقیقت کمبود آب آبیاری برای این دسته از سبزفرش ها، از بزرگترین مشکلات پیش روی صنعت چمن کاری در این مناطق به شمار می رود. کارو و همکاران[۹] (۷) بیان کردند که استفاده از گونه ها و رقم های مقاوم به خشکی می تواند یک برنامه مدیریتی مفید برای کاهش نیازهای آبی در

۱- تاریخ دریافت: ۸۷/۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۷/۹/۲۰

۲- به ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد و استادیار مرکز تحقیقات منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، جمهوری اسلامی ایران.

۳- ‘Starlet’ ۴- ‘Barbal’ ۵- Field capacity ۶- Proline ۷- Recovery

۸- Turfgrasses ۹- Carrow *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

سبزفرش های چمنی باشد. در این زمینه تیره گندم سانان[1] در ایران با ۳۹۷ گونه از ۱۱۵ جنس تنوع ژنتیکی بالایی را شامل می شود (۲). گزانچیان و همکاران (۱۰) نیز برخی از سبزفرش های بومی مناطق خشک و نیمه خشک را به عنوان سبزفرش های مقاوم به خشکی در ایران معرفی کردند. بنابراین به نظر می رسد که این سبزفرش ها پتانسیل لازم برای استفاده در فضاهای سبز مناطق خشک و نیمه خشک را داشته باشد. هرچند که اندازه گیری میزان رشد یا وزن خشک هر یک از اندام های هوایی و زیرزمینی به تنهایی تحت شرایط تنش می تواند معیاری از مقاومت به خشکی را در اختیار بگذارد، ولی همواره اندازه گیری نسبت بخش زیرزمینی به شاخساره[2] یا شاخساره به بخش زیرزمینی برای دریافتن چگونگی پاسخ گیاهان به تنش خشکی معیار مناسبتری است (۱۹). از سوی دیگر، به طور معمول ارزیابی پاسخ های سبزفرش های چمنی به کمی رطوبت خاک بدون توجه به پاسخ های فیزیولوژیک آن ها انجام می گیرد. در حالی که تغییرهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی زیادی در هنگام وقوع تنش خشکی در گونه های مختلفی از سبزفرش ها دیده می شود (۱۴). در این زمینه از محتوای نسبی آب[3] به عنوان شاخصی مناسب از وضعیت آب برگ ها یاد می شود که در صورت پیشرفت تنش خشکی، کاهش یافته و سبب تغییرهایی در غشاء یاخته ای و در نتیجه افزایش نشت الکترولیتی از یاخته ها می گردد (۹).

در حقیقت نشت الکترولیتی نیز می تواند به عنوان یک شاخص مناسب دیگر از چگونگی آسیب های وارده به یاخته های برگی در طی دوره تنش خشکی مطرح باشد (۹). در واقع از آنجا که تنش خشکی با شروع یک تنش اکسیداتیو[4] همراه می باشد، بنابراین در طی آن تولید و ذخیره گروه های سمی و مخرب اکسیژن آزاد افزایش می یابد (۱۳). در نتیجه تحت شرایط خشکی به سرعت چربی های غشاء پراکسیده گردیده و پایداری غشاء یاخته ها از بین می رود (۲۴). سینکلر و لودلو[5] (۲۱) مقدار مناسب محتوای نسبی آب برگ، برای گیاهان را معادل ۸۵ تا ۹۵٪ بیان کردند، به عقیده این افراد در این حالت جذب آب توسط ریشه با میزان تلفات آب به وسیله تعرق برابری می کند، بنابراین گیاه می تواند کارایی طبیعی خود را ادامه دهد اما بیشتر وقت ها، زمانی که محتوای نسبی آب برگ به کمتر از ۵۰٪ برسد به تدریج کارکردهای فیزیولوژیک گیاه مختل می شود و در پایان مرگ یاخته رخ خواهد داد (۱). لودلو[6] (۱۶) سازوکارهای های مقاومت به خشکی را بر اساس محتوای نسبی آب برگ، به سه دسته تقسیم کرد: (الف) گیاهانی که تحت تنش خشکی، محتوای نسبی آب کمتر از ۲۵٪ را نشان دهند دارای مکانیزم تحمل بوده، (ب) آن هایی که محتوای نسبی آب بیشتر از ۵۰٪ دارند دارای سازوکار گریز از خشکی می باشند و (پ) چنان چه بین این دو مقدار باشد به صورت میانه عمل خواهند کرد. از سوی دیگر در پژوهش های فراوان صورت گرفته تحت شرایط خشکی، اسید آمینه پرولین همواره به عنوان یک ترکیب فعال اسمزی مطرح می باشد که قادر است پتانسیل اسمزی را کاهش داده و فشار از دست رفته آماس را جبران کند (۳، ۱۹، ۲۲). بنابراین پژوهش حاضر به منظور بررسی پاسخ های مورفولوژیک و فیزیولوژیک سبزفرش های بومی و خارجی و همچنین شناسایی سازوکار مقاومت آن ها تحت سطوح مختلف تنش خشکی انجام پذیرفت.

مواد و روش ها

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی نامتعادل به اجرا در آمد. سه سبزفرش شامل رقم 'استارلت' از چمانواش بلند، رقم 'باربال' از چچم و یک توده بومی چمانواش بلند از شهرستان قوچان به همراه آبیاری در ۶ سطح شامل ۱- تنش متوسط (۵۰Fc٪)، ۲- تنش شدید (۲۵ Fc٪)،

۱- Poaceae ۲- Root shoot ratio (R/S) ۳- Relative water content (RWC) ۴- Oxidative stress
۵- Sinclair and Ludlow ۶- Ludlow

Archive of SID

www.SID.ir

۳- رشد دوباره از تیمار Fc ۲۵٪ و سه گروه از گلدان ها ی آبیاری کامل (Fc) که به عنوان شاهد هم زمان با هر یک از سه سطح تنش نمونه برداری می شدند، تیمارهای این آزمایش را تشکیل دادند. در این پژوهش، به علت بررسی هم زمان و دقیق تر گیاهان تنش یافته با گیاهان شاهد در کل دوره آزمایش، از سه تیمار شاهد به جای یک تیمار استفاده گردید. سه تیمار شاهد از نظر وضعیت رطوبتی در دوره آزمایش به طور کامل مشابه، ولی به لحاظ زمان نمونه برداری، ویژگی های رشدی و مورفولوژیکی متفاوت بودند. تعداد تکرارها برای سطوح آبیاری کامل ۳ و برای سطوح تنش و رشد دوباره ۴ در نظر گرفته شد.

بذرهای توده بومی چمانواش[۱] که از دامنه کوه های شهرستان قوچان واقع در خراسان شمالی جمع آوری شده بودند، به همراه بذرهای رقم های خارجی (‘استارلت’ و ‘باربال’) در لوله های پی وی سی[۲] به عمق ۶۰ سانتی متر و قطر ۱۰ سانتی متر کاشته شدند. در دوره استقرار به مدت ۹۰ روز آبیاری به شکلی انجام گرفت که خروج آب از زهکش گلدان ها قابل مشاهده بود. بنابراین بدین طریق تمامی گلدان های مورد آزمایش در این دوره همواره در وضعیت ظرفیت زراعی قرار داشتند.

در مدت انجام این آزمایش دمای شب و روز گلخانه به ترتیب در حد ۲۲ و ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی در محدوده ۴۰-۳۰٪ و حداقل شدت نور نیز برابر ۸۰۰ میکرو مول در مترمربع در ثانیه[۳] تنظیم گردید. ویژگی های آب و خاک مورد استفاده در این پژوهش به ترتیب در جدول های ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱- تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در این آزمایش.

Table 1. Chemical analysis of irrigation water used in this experiment.

هدایت الکتریتی EC	pH	کربنات CO_3^{2-}	بی کربنات HCO_3^-	کلر Cl^-	سولفات SO_4^{2-}	کلسیم Ca^{2+}	منیزیم Mg^{2+}	سدیم Na^+	پتاسیم K^+
میکروموس بر سانتی متر ($\mu mos\ cm^{-1}$)		میلی اکی والان در لیتر ($meq\ l^{-1}$)							
650	7.5	0	3.65	4.02	0.22	1.60	2.15	4.40	0.05

تنش خشکی

بر اساس آزمایش های مقدماتی انجام گرفته، مشخص شد که هر ۱۰۰ گرم خاک خشک مورد استفاده در این آزمایش در وضعیت ظرفیت زراعی محتوی ۱۸/۱ گرم آب بود (شکل ۱).

از سوی دیگر از آنجا که وزن هر یک از گلدان ها به همراه زهکش آن و وزن خاک مورد نظر در داخل هر گلدان به ترتیب برابر ۱۴۰۰ و ۷۰۰۰ گرم بود، وزن مجموع یک گلدان به همراه محتویات آن در تیمارهای مختلف به شرح زیر محاسبه شد.

الف) وضعیت ظرفیت زراعی (مکش ۰/۳۳- بار) $(18\% \times 7000) + 8400 = 9660\ g$

ب) وضعیت ۵۰٪FC (مکش ۳/۱- بار) $50\%\ (18\% \times 7000) + 8400 = 9030\ g$

ج) وضعیت ۲۵ ٪FC (مکش ۱۲/۴- بار) $25\%\ \ (18\% \times 7000) + 8400 = 8715\ g$

۱- Native tall fescue ۲- Polyvinyl chloride (PVC) ۳- $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک این آزمایش.

Table 2. Soil physicochemical characteristics of this experiment.

شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	نیتروژن N	کربن آلی OC	تراکم density	مس Cu	منیزیم Mg	سدیم Na	پتاسیم K	pH	هدایت الکتریکی EC
درصد (%)				گرم بر سانتی متر مکعب ($g\ cm^{-3}$)		میلی گرم بر کیلوگرم ($mg\ kg^{-1}$)					دسی زیمنس بر متر ($ds\ m^{-1}$)
51.7	22.5	25.8	0.25	3.4	2.65	3.2	1.4	2.1	350	8	0.98

بنابراین به وسیله وزن کردن روزانه تمامی گلدان ها در ساعت ۹ صبح، وضعیت رطوبتی آن ها مشخص گردید. بدین ترتیب کم شدن رطوبت گلدان های شاهد با اضافه نمودن آب به صورت روزانه و رساندن آن ها به حد ظرفیت زراعی، جبران می شد. ولی در مورد سایر گلدان ها (تیمارهای تنش) پس از رسیدن به وضعیت رطوبتی مورد نظر، نمونه برداری صورت می گرفت. در تیمار آبیاری دوباره[۱] نیز گلدان ها پس از رسیدن به وزن تقریبی ۸۷۱۵ گرم (وضعیت ۲۵٪ ظرفیت زراعی) دگربار به مدت ۱۴ روز آبیاری شدند تا رطوبت خاک، جهت انجام بازپروری و رشد دوباره گیاهان، به سطح شاهد (ظرفیت زراعی) بازگردد.

نمونه برداری

نمونه برداری تخریبی از تیمارهای شاهد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب و هم زمان با گیاهان تنش یافته در وضعیت ۵۰٪Fc، تنش یافته در وضعیت ۲۵٪ Fc و گیاهان بازپروری شده پس از آبیاری دوباره، بر اساس جدول ۳ انجام گرفت. گیاهان جهت بررسی و اندازه گیری زیست توده کل[۲] و همچنین نسبت وزنی ریشه به شاخساره در هر مرحله، از لو له های پی وی سی خارج و به دو بخش ریشه و اندام هوایی تقسیم شدند.

برای این منظور گلدان ها ابتدا روی یک سطح شیبدار قرار گرفته و به آرامی به گونه ای شسته می شدند که ریشه ها به صورت کامل و با حداقل آسیب دیدگی از خاک خارج گردند. در نهایت وزن خشک آن ها اندازه گیری شد (۱۵).

به طوری که FW[۳]، DW[۴] و TW[۵]به ترتیب نشانگر وزن تر، خشک و آماس نمونه های برگی تهیه شده است. در این پژوهش، جهت تعیین پایداری غشاء یاخته های برگی از شاخص نشت الکترولیت استفاده گردید. نشت الکترولیتی[۶] با استفاده از معادله زیر و از روش بلوم و ابرکن[۷] (۶) که توسط مارکوم[۸] (۱۷) اصلاح شده بود، محاسبه شد.

$$EL[6] = (C_i/C_s) \times 100$$

در این معادله C_i و C_s به ترتیب هدایت الکتریکی اولیه[۹] و ثانویه[۱۰] می باشند. اسید آمینه پرولین در برگ ها نیز، با استفاده از روش بیتز و همکاران[۱۱] (۵) ارزیابی گردید. تجزیه آماری داده های به دست آمده از

۱- Rewatering ۲- Total biomass ۳- Fresh weight ۴- Dry weight ۵- Turgid weight
۶- Electrolyte leakage ۷- Blum and Ebercon ۸- Marcum ۹- Initial conductivity
۱۰- Secondary conductivity ۱۱- Bates *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

صفات اندازه گیری شده و همچنین مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ توسط نرم افزار SAS (6.12) انجام گردید.

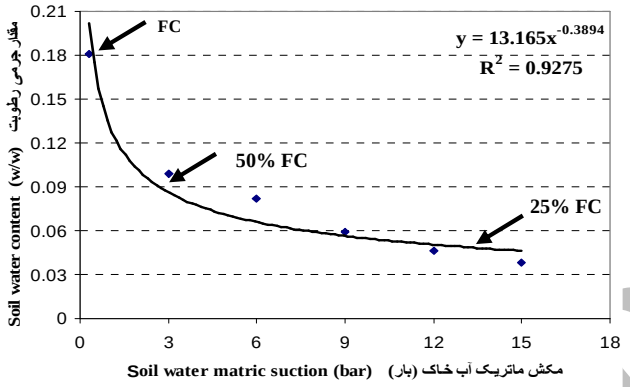

Fig. 1. Soil water characteristic curve used in this experiment.

شکل ۱- منحنی ویژگی های آب خاک مورد استفاده در این آزمایش.

جدول ۳- زمان دقیق نمونه برداری از سبزفرش های مورد آزمایش در سطوح مختلف آبیاری.

Table 1. The exact time of sampling from the used turfs in different levels of irrigation.

Day after the start of experiment	روز پس از شروع آزمایش		سطح آبیاری Irrigation level		مرحله نمونه برداری Sampling phase	
چمانواش بومی Native fescue	چچم Perennial ryegrass	چمانواش تجاری Commercial fescue				
8	9	8	50%FC	۵۰٪ ظرفیت زراعی	First	اول
15	19	17	25%FC	۲۵٪ ظرفیت زراعی	Second	دوم
29	33	31	Rewatering	آبیاری دوباره	Third	سوم

برای بررسی وضعیت آب گیاه از اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ که بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود استفاده گردید (۴).

$$RWC = (FW-DW)/(TW-DW) \times 100$$

نتایج و بحث

زیست توده کل و نسبت وزنی ریشه به شاخساره

نتایج این آزمایش نشان داد که اثرهای اصلی و برهمکنش گونه و سطوح آبیاری بر وزن کل ماده خشک گیاه معنی دار بود. با کاهش رطوبت خاک تا حد ۲۵٪ ظرفیت زراعی وزن کل ماده خشک در گونه های تجاری چمانواش بلند و چچم به ترتیب برابر ۱۰/۶ و ۳۲/۱٪ نسبت به شاهد ۲ کاهش نشان دارد، در حالی که در تمام طول مدت انجام آزمایش تنها تغییرهای اندکی در میزان های این صفت برای توده بومی چمانواش بلند مشاهده شد (جدول ۴).

اثر سطوح آبیاری مورد آزمایش و همچنین اثر برهمکنش گونه در سطوح آبیاری بر نسبت ریشه به شاخساره معنی دار شد. در زمان رخداد تنش شدید خشکی این نسبت به میزان ۴۵ و ۸۷٪ نسبت به شاهد ۲ به

Archive of SID

www.SID.ir

ترتیب برای چمانواش تجاری و توده بومی آن افزایش نشان داد (جدول ۴). در مورد چچم نیز هرچند که تحت شرایط خشکی شدید نسبت ریشه به شاخساره در مقایسه با شرایط تنش متوسط (Fc ۵۰٪) افزایش یافت ولی هرگز مقدار آن حتی به سطح اولیه اش در قبل از تنش نیز نرسید (جدول ۴). بنابراین با توجه به ثبات نسبی وزن کل ماده خشک و افزایش مشخص نسبت ریشه به شاخساره در سبزفرش های جنس چمانواش بلند و به ویژه توده بومی آن به نظر می رسد که افزایش وزن خشک ریشه این سبزفرش ها در شرایط خشکی می تواند عامل موثر این تغییرها باشد. در صورتی که کاهش وزن خشک شاخساره آن ها در چنین شرایطی سهم کمتری را در افزایش نسبت مذکور داشت. بر اساس نظر لومیس و همکاران[۱] (۱۵) تنش خشکی رشد شاخساره را کم، و در نتیجه به رشد ریشه نزدیک تر می کند. بنابراین نسبت ریشه به شاخساره به سمت یک میل خواهد کرد. از این نظر گیاهان مختلف پاسخ های متفاوتی را در برابر تنش خشکی از خود نشان می دهند. در این پژوهش نیز چنان که مشخص است یکی از ساز و کارهای مهمی که سبزفرش های جنس چمانواش را در افزایش جذب آب و جلوگیری از تنش خشکی توانا می سازد، همین نسبت کمتر شاخساره به ریشه هاست.

محتوای نسبی آب برگ

نتایج تجزیه و تحلیل آماری برای صفت محتوای نسبی آب، بیانگر این است که تفاوت میان گونه های سبزفرش و همچنین اثر تنش خشکی بر این صفت بسیار معنی دار بود. اما اثرهای برهمکنش آن ها در هیچ یک از سطوح معنی داری، اختلافی را نشان نمی دهد. در این پژوهش، تا مرز ۵۰٪ ظرفیت زراعی به علت عدم افت محتوای نسبی آب برگ (شکل ۲)، وضعیت مورفولوژیک و کارکردهای فیزیولوژیک سبزفرش ها دچار اختلال نشد (جدول ۵). بنابراین تنش متوسط (Fc ۵۰٪) را به علت عدم کاهش محتوای نسبی آب، حداقل در کوتاه مدت نمی توان برای سبزفرش های مورد آزمایش خسارت زا توصیف نمود. در این پژوهش تیمار شدید خشکی با حدود ۵۰٪ کاهش نسبت به شاهد ۲ بیشترین میزان کاهش آب برگ را طی مدت آزمایش نشان داد (جدول ۵). از طرف دیگر در بین چمن فرش های مورد آزمایش نیز توده بومی چمانواش بلند با میانگین ۸۱/۲٪، بالاترین میزان محتوای نسبی آب را داشت (جدول ۶). بنابراین به احتمال محتوای نسبی آب برگ بالاتر در توده بومی باعث می شود که رشد عمومی سبزفرش (۸، ۲۱) و نشت الکترولیتی (۱۴) از آن در مقایسه با سبزفرش های تجاری به نسبت کمتری انجام شود. از آنجا که در هر سه سبزفرش مورد آزمایش، محتوای نسبی آب برگ بین ۲۵ تا ۵۰٪ است (شکل۲)، بنابراین بر اساس تقسیم بندی لودلو (۱۶)، این گیاهان باید دارای مکانیزم حد واسط اجتناب و تحمل باشند. ولی چنانکه از نتایج این پژوهش و پژوهش های دیگر (۹، ۲۳) بر می آید، به نظر می رسد که تقسیم بندی لودلو (۱۶) بر اساس گیاهان مقاوم صورت گرفته است، زیرا این گیاهان می توانند از طریق صفات برتر ریشه و یا تنظیم اسمزی بهتر، به ترتیب مکانیزم های اجتناب و تحمل را نشان دهند. در واقع گونه تجاری چمانواش و به ویژه توده بومی آن در این دسته از گیاهان مقاوم قرار می گیرند. این دو سبزفرش می توانند با افزودن بر نسبت ریشه به شاخساره و محتوای پرولین خود (جدول ۴) به ترتیب جنبه هایی از هر دو مکانیزم اجتناب و تحمل را با هم نشان دهند. در مقابل گونه تجاری چچم تحت تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی بدون هیچ پاسخ خاصی به تنش خشکی (افزایش نسبت ریشه به شاخساره و یا محتوای پرولین)، با از دست دادن سریع محتوای آب برگ خود (شکل ۲)، به سمت مرگ (افزایش نشت الکترولیتی) پیش می رفت (جدول ۴).

۱- Loomis *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

نشت الکترولیتی

داده های حاصل از این پژوهش نشان داد که اثرهای اصلی و برهمکنش گونه و تنش خشکی بر درصد نشت الکترولیتی از غشاء یاخته ها معنی دار است. گونه چچم با میانگین ۱۵/۱٪ بیشترین میزان نشت الکترولیتی از یاخته ها را دارا بود (جدول ۶). از طرف دیگر تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی نیز با میانگین ۳۷/۸٪ و با بیش از ۶ برابر افزایش نسبت به شاهد ۲ بالاترین مقادیر را در بین تمامی سطوح آبیاری به خود اختصاص داد (جدول ۵).

مطابق با نتایج این پژوهش اینز و مونتاگو[۱] (۱۳) نیز نشان دادند که بیشترین میزان نشت یونی از غشاء یاخته های برگی در پایین ترین سطوح آبیاری اتفاق می افتد. رقم اصلاح شده چمانواش بلند و توده بومی آن در هنگام وقوع تنش شدید خشکی به ترتیب، با ۲۷/۹ و ۳۸/۲٪ در مقایسه با رقم اصلاح شده چچم با ۴۸٪، نشت الکترولیتی کمتری را نشان دادند (جدول ۴).

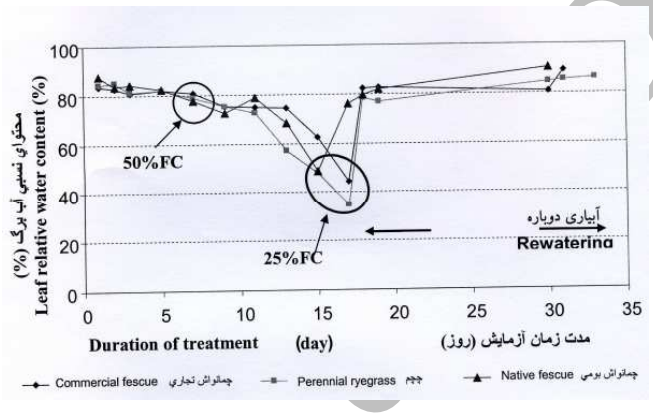

Fig. 2. Changes of leaf relative water content in commercial and native turfs.

شکل ۲- تغییرهای محتوای نسبی آب برگ در سبزفرش های تجاری و بومی.

نتایج مربوط به دیگر صفات اندازه گیری شده نیز نشان می دهد که توده بومی چمانواش بلند با حفظ پایداری غشاء، توانسته است نتایج بهتری را از نظر محتوای نسبی آب و میزان پرولین برگ ها داشته باشد (جدول ۴). وانگ و هوآنگ[۲] (۲۴) نیز عنوان داشتند که گونه های گیاهی مقاوم به خشکی توانایی بیشتری در حفظ سلامت غشاء، تنظیم یون ها و در نتیجه تعادل آب یاخته ای (آماس) دارا می باشند.

محتوای پرولین

اختلاف میان گونه ها، اثر تنش خشکی و همچنین اثر برهمکنش گونه و تنش خشکی در مورد محتوای پرولین برگ ها بسیار معنی دار بود. در پژوهش حاضر بیشترین تجمع پرولین محلول حداقل با ۱۴ برابر افزایش نسبت به شاهد ۲ در شدیدترین تیمار خشکی (Fc ۲۵٪) به دست آمد (جدول ۵). در واقع تجمع پرولین در اثر تنش خشکی یک واکنش عمومی است که به علت سنتز پرولین در بافت (۲۰)، ممانعت از اکسیداسیون پرولین و جلوگیری از شرکت پرولین در ساخت پروتئین ها صورت می گیرد (۱۸). در این پژوهش توده بومی چمانواش بلند در تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی با ۱۵ برابر افزایش نسبت به شاهد ۲ در مقایسه با سبزفرش های اصلاح شده و تجاری مقادیر بالاتری از پرولین را در خود ذخیره کرده است (جدول ۴).

۱- Inze and Montagu ۲- Wang and Huang

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- اثر برهمکنش نژادگان و سطوح آبیاری بر ویژگی های مورد اندازه گیری.

Table 4. Interaction effects of genotypes and irrigation levels on measured characteristics.

ژنوتیپ genotype	چمانواش تجاری Commercial fescue						چچم (Perennial ryegrass)						توده بومی چمانواش Native fescue					
	تنش متوسط Mid stress		تنش شدید Severe stress		رشد دوباره Regrowth		تنش متوسط Mid stress		تنش شدید Severe stress		رشد دوباره Regrowth		تنش متوسط Mid stress		تنش شدید Severe stress		رشد دوباره Regrowth	
سطوح آبیاری Irrigation levels	شاهد ۱ Control 1	۵۰٪ظرفیت زراعی 50%FC	شاهد ۲ Control 2	۲۵٪ظرفیت زراعی 25%FC	شاهد ۳ Control 3	ابیاری دوباره Rewatering	شاهد ۱ Control 1	۵۰٪ظرفیت زراعی 50%FC	شاهد ۲ Control 2	۲۵٪ظرفیت زراعی 25%FC	شاهد ۳ Control 3	ابیاری دوباره Rewatering	شاهد ۱ Control 1	۵۰٪ظرفیت زراعی 50%FC	شاهد ۲ Control 2	۲۵٪ظرفیت زراعی 25%FC	شاهد ۳ Control 3	ابیاری دوباره Rewatering
زیست توده کل (گرم در گلدان) Total biomass ($g\ pot^{-1}$)	5.14† ± 0.07	5.02 ± 0.11	5.09 ±0.07	4.59 ± 0.11	5.35 ±0.07	4.96 ± 0.11	5.19 ± 0.02	4.55 ± 0.25	5.19 ± 0.02	3.52 ± 0.25	5.28 ± 0.02	4.02 ± 0.25	4.79 ± 0.05	4.87 ±0.08	4.86 ± 0.05	4.16 ±0.08	4.97 ± 0.05	5.01 0.08 ±
نسبت ریشه به بخش هوایی Root/Soot ratio	0.67 ± 0.04	0.51 ± 0.09	0.60 ± 0.04	0.88 ± 0.09	0.54 ± 0.04	0.78 ± 0.09	0.82 ± 0.04	0.58 ± 0.03	0.75 ± 0.04	0.72 ± 0.03	0.65 ± 0.04	0.67 ± 0.03	0.51 ± 0.01	0.60 ± 0.08	0.49 ± 0.01	0.92 ± 0.08	0.45 ± 0.01	0.68 0.08 ±
محتوای نسبی آب RWC (%)	85.52 ± 0.41	80.57 ± 11.90	84.11 ± 0.41	44.22 ± 11.90	84.65 ± 0.41	89.05 ± 11.90	84.68 ± 0.30	78.64 ± 13.89	83.75 ± 0.30	34.59 ± 13.89	84.63 ± 0.30	85.94 ± 13.89	84.44 ± 0.35	82.20 ± 11.09	87.39 ± 0.35	48.49 ± 11.09	87.36 ± 0.35	90.36 11.09 ±
نشت الکترولیت EL (%)	3.46 ± 0.07	7.85 ± 8.30	3.65 ± 0.07	38.21 ± 8.30	3.73 ± 0.07	11.36 ± 8.30	6.37 ± 0.10	13.49 ± 9.90	6.55 ± 0.10	48.02 ± 9.90	6.44 ± 0.10	13.95 ± 9.90	4.74 ± 0.21	9.27 ± 5.75	5.49 ± 0.21	27.92 ± 5.75	5.10 ± 0.21	6.91 5.75 ±
پرولین (میکرومول بر گرم وزن خشک) Proline ($\mu mol\ g^{-1}DW$)	1.03 ± 0.01	4.25 ± 2.70	1.04 ± 0.01	14.55 ± 2.70	1.07 ± 0.01	6.48 ± 2.70	0.89 ± 0.02	2.58 ± 1.93	0.80 ± 0.02	10.17 ±1.93	0.87 ± 0.02	7.72 ± 1.93	1.01 ± 0.01	3.21 ± 3.64	1.05 ± 0.01	16.50 ± 3.64	1.05 ± 0.01	4.68 3.64 ±

† میانگین ± خطای استاندارد.

† Mean ± SE.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین ویژگی های مورد اندازه گیری در بین سطوح آبیاری به کار رفته.

Table 5. Mean comparison of measured characteristics among used irrigation levels.

سطح Level		زیست توده کل (گرم در گلدان) Total biomass ($g\ pot^{-1}$)	نسبت ریشه به شاخساره Root/shoot ratio	محتوای نسبی آب RWC (%)	نشت الکترولیت EL (%)	پرولین (میکرومول بر گرم وزن خشک) Proline ($\mu mol\ g^{-1}\ DW$)
تنش متوسط Mid stress	شاهد ۱ Control 1	5.04 ab†	0.67 bc	86.30 ab	4.78 c	0.97 d
	۵۰٪ ظرفیت زراعی 50 %FC	4.82 ab	0.59 cd	80.66 c	10.04 b	3.35 c
تنش شدید Severe stress	شاهد ۲ Control 2	5.05 ab	0.61 cd	84.86 b	5.12 c	0.96 d
	۲۵٪ ظرفیت زراعی 25 %FC	4.26 c	0.86 a	42.36 d	37.85 a	13.74 a
رشد دوباره Re-growth	شاهد ۳ Control 3	5.20 a	0.55 d	85.66 b	5.00 c	1.00 d
	بازیافت Recovery	4.67 bc	0.72 b	88.57 a	10.51 b	6.29 b

† Means in each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level using DMRT.

† در هر ستون میانگین های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نمی باشند.

بنابراین به نظر می رسد که این سبزفرش بومی در شرایط خشکی شدید می تواند با سنتز و تجمع پرولین که یک ترکیب فعال اسمزی است، به صورت بهتری محتوای آب برگ خود را حفظ کرده (جدول ۴) و درنتیجه کاهش آماس یاخته ای که در چنین شرایطی رخ می دهد را جبران کند. آسپینال و پالگ[۱] (۳) و پدرول و همکاران[۲] (۱۸) نیز با پژوهش بر محتوای نسبی آب برگ، آماس یاخته ای و غلظت پرولین نتایج مشابهی به دست آوردند. بنابراین افزایش چشمگیر اسید آمینه پرولین، تحت تنش های شدید خشکی و همچنین افت سریع آن پس از ۱۴ روز آبیاری دوباره به ویژه در توده بومی چمانواش بلند (جدول ۴) می تواند بیانگر نقش تعیین کننده آن در حفظ محتوای نسبی آب و در نتیجه ایجاد مقاومت به خشکی باشد.

۱- Aspinall and Paleg ۲- Pedrol *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- مقایسه میانگین ویژگی های مورد اندازه گیری در بین نژادگان ها.

Table 6. Mean comparison of measured characteristics among genotypes.

سطح Level	زیست توده کل (گرم در گلدان) Total biomass (g pot^{-1})	نسبت ریشه به شاخساره Root/shoot ratio	محتوای نسبی آب RWC (%)	نشت الکترولیت EL (%)	پرولین (میکرومول بر گرم وزن خشک) Proline (µmol g^{-1}DW)
چمانواش تجاری (Commercial fescue)	5.00 a†	0.68 a	75.55 b	10.38 b	5.27 a
چچم (Perennial ryegrass)	4.54 b	0.70 a	78.31 b	15.15 a	4.28 b
چمانواش بومی (Native fescue)	4.86 a	0.64 a	81.21 a	9.45 b	5.09 a

† Means in each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level using DMRT.

† در هر ستون میانگین های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نمی باشند.

رشد دوباره پس از سپری شدن خشکی

توده بومی چمانواش بلند پس از ۱۴ روز آبیاری دوباره به سرعت نسبت ریشه به شاخساره خود را معادل ۲۶٪ در مقایسه با شرایط تنش شدید کاهش داد. ولی همچنان نسبت به شاهد ۳ در این زمان با ۵۱/۱٪ افزایش مقدار بالاتری را دارد. از طرف دیگر در دو سبزفرش تجاری مورد آزمایش تفاوت معنی داری در نسبت ریشه به شاخساره بین تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی و رشد دوباره از آن، مشاهده نگردید (جدول ۴).

در مورد محتوای نسبی آب برگ نیز به خوبی مشخص است که سبزفرش های مورد آزمایش پس از انجام آبیاری دوباره در همان روز اول پس از تنش، توانستند محتوای نسبی آب خود را به سطح شاهد برسانند (شکل ۲). گزانچیان و همکاران (۱۱) بیان کردند که رشد دوباره از تیمار تنش با توانایی هر چه بیشتر جذب آب در اثر آبیاری پس از یک دوره خشکی همبستگی دارد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که یاخته های برگی پس از اعمال تنش خشکی، همچنان ظرفیت خود را در جذب آب و ایجاد آماس حفظ می کنند.

در این پژوهش کاهش نشت الکترولیتی از تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی تا آبیاری دوباره باعث شد که مقادیر نشت الکترولیتی در تمامی سبزفرش ها به سطح اولیه شاهد برسد (جدول ۴). وانگ و هوانگ (۲۴) نیز در این زمینه نشان دادند که پایداری غشاء یاخته ها در کنتاکی بلوگراس[۱] پس از رفع تنش، دوباره به حالت اولیه باز می گردد. از آنجا که نشت الکترولیتی در اثر تخریب غشا و خروج یون ها اتفاق می افتد بنابراین برای رشد

۱- Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.)

Archive of SID

www.SID.ir

دوباره سبزفرش ها بازسازی غشا و کاهش نشت الکرولیتی ضروری می باشد. هرچند که به نظر می رسد سرعت بازیافت این صفت نسبت به محتوای نسبی آب برگ کمتر است (جدول ۴).

در این پژوهش تنها توده بومی چمانواش بلند به دنبال بهبود وضعیت آبی برگ ها توانست، با کاهش سریع محتوای پرولین خود تا سطح شاهد زمینه را برای رشد و نمو دوباره فراهم نماید. محتوای پرولین برگ برای رقم تجاری چمانواش بلند، گونه چچم و توده بومی چمانواش بلند هنگام آبیاری دوباره، به ترتیب برابر ۵۵/۵٪ ، ۱۹/۲٪ و ۷۱/۸٪ نسبت به تیمار تنش شدید خشکی کاهش یافت (جدول ۴). در این زمینه وایت و همکاران[۱] (۲۵) گزارش کردند که بازپروری چمانواش بلند از تنش خشکی به پتانسیل اسمزی پایین آن قبل از تنش و حفظ طولانی مدت آماس در تنش بستگی دارد.

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده در این پژوهش به خوبی نشان داد که تنش خشکی در سطوحی بالاتر از ۵۰٪ ظرفیت زراعی تاثیر چندانی بر اکثر پارامترهای فیزیومورفولوژیک مورد مطالعه ندارد. بنابراین کاهش مقادیر آبیاری تا حدی که به گیاه تنش و خسارت وارد نشود را می توان یکی از مهمترین راهکارهای مدیریتی برای مقابله با بحران کم آبی در فضای سبز و کاهش تولید (رشد شاخساره) و عملیات سرزنی در چمن ها دانست.

توده بومی چمانواش بلند توانست با داشتن محتوای پرولین بیشتر در شرایط تنش شدید خشکی، پتانسیل اسمزی خود را پایین نگه دارد و بدین ترتیب کمترین مقدار نشت یون ها و تخریب غشاء را در این شرایط نشان دهد. مجموع این عوامل به همراه نسبت بالای ریشه به شاخساره، سبب حفظ محتوای نسبی آب بالاتر در این سبزفرش شد. در نهایت، با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می رسد که برخی از سبزفرش های بومی ایران می توانند منابع ژنتیکی مناسبی جهت اصلاح و افزایش مقاومت سبزفرش های چمنی، در شرایط خشکی را فراهم آورند.

منابع

REFERENCES

۱. کافی، م.، م. لاهوتی، ا. زند، ح.ر. شریفی، و م. گلدانی. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۷۹ ص. (برگردان).

۲. مظفریان، و. ۱۳۷۵. فرهنگ نامهای گیاهان ایران: لاتین، انگلیسی، فارسی. انتشارات فرهنگ معاصر. ۶۷۱ ص.

3. Aspinall, D. and I.G. Paleg. 1981. Proline accumulation: physiological aspects. In: I.G. Paleg, and D. Aspinall. (eds.). Physiology and Biochemistry of Drought resistance. Academic Press. Sydney. 205-241.
4. Barrs, H.D. and P.E. Weaterley. 1962. A reexamination of the relative turgidity techniques for the estimating water deficit in leaves. Aust. J. Biol. Sci. 15:413-428.
5. Bates, L.S., R.P. Waldren and L.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil 39:205-207.
6. Blum, A. and A. Ebercon. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Sci. 21:43-47.

۱- White *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

7. Carrow, R.N. and R.R. Duncan. 2003. Improving drought resistance and persistence in turf-type tall fescue. Crop Sci. 43:978-984.
8. Fu, J. and B. Huang. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. Environ. Exp. Bot. 45:105-114.
9. Fu, J., J. Fry and B. Huang. 2004. Minimum water requirements of four turfgrasses in the transition zone. Hort. Sci. 39:1740-1744.
10. Gazanchian, A., N.A. Khosh Kholgh Sima, M.A. Malboobi and E. Majidi Heravan. 2006. Relationships between emergence and soil water content for perennial cool-season grasses native to Iran. Crop Sci. 46:544-553.
11. Gazanchian, A., M. Hajheidari, N.A. Khosh Kholgh Sima and G.H. Salkadeh. 2007. Proteome response of *Elymus elongatum* to sever water stress and recovery. J. Exp. Bot. 58:291-300.
12. Huang, B., J.D. Fry and B. Wang. 1998. Water relations and canopy characteristics of tall fescue cultivars during and after drought stress. Hort. Sci. 33:837-840.
13. Inze, D. and M. Van Montagu. 1995. Oxidative stress in plants. Curr. Opin. Biotechnol. 6:153-158.
14. Jiang, Y. and B. Huang. 2002. Protein alternations in tall fescue in response to drought stress and abscisic acid. Crop Sci. 42:202-207.
15. Loomis, R.S. 1971. Agricultural productivity. Ann. Rev. Plant Physiol. 22:431-468.
16. Ludlow, M.M. 1989. Strategies in response to water stress. In: Kreeb, H.K., Richter, H., Hinkley, T.M. (eds.). Structural and Functional Response to Environmental Stresses: Water Shortage. SPB Academic Press. The Netherlands. 269–281.
17. Marcum, K.B. 1998. Cell membrane theromotability and whole-plant heat tolerance of Kentucky bluegrass. Crop Sci. 38:1214-1218.
18. Pedrol, N., P. Ramos and M.J. Riegosa. 2000. Phenotypic plasticity and acclimation to water deficits in velvet-grass: a long-term greenhouse experiment. Changes in leaf morphology, photosynthesis and stress-induced metabolites. Plant Physiol. 157:383-393.
19. Qian, Y.L., J.d. Fry and W.S. Upham. 1997. Rooting and drought avoidance of warm-season turfgrass and tall fescue in Kansas. Crop Sci. 37:905-910.
20. Schonfeld, M.A., R.C. Johnson, B.F. Carver, and D.W. Mornhinweg. 1988. Water relation in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Sci. 28:526-531.
21. Sinclair, T.R. and M.M. Ludlow. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Aust. J. Plant Physiol. 12:213-217.
22. Singh, B.B. and D.P. Gupta. 1983. Proline accumulation and relative water content in soyabean (*Glycine max*) varieties under water stress. Ann. Bot. 52:109-110.
23. Thomas, H. and A.R. James. 1993. Freezing tolerance and solute changes in contrasting genotypes of *Lilium perenne* L. acclimated to cold and drought. Ann. Bot. 72:249-254.
24. Wang, Z. and B. Huang. 2004. Physiological recovery of Kentucky bluegrass from simultaneous drought and heat stress. Crop Sci. 44:1729-1736.
25. White, R.H., M.C. Engelke, S.J. Morton and B.A. Rummele. 1992. Competitive turgor maintenance in tall fescue. Crop Sci. 32:251-256.

Archive of SID

www.SID.ir