

## Evaluation of drought resistance of grass and clover mixtures to introduce cover plants with lower maintenance

Elham Saeedipooya<sup>1</sup> | Ali Tehranifar<sup>\*2</sup> | Gholam Ali Gazanchian<sup>3</sup> |  
Fatemeh Kazemi<sup>4</sup> | Mahmoud Shoor<sup>5</sup>

1. Ph.D. of Ornamental Plants, Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [es.saeedipooya@gmail.com](mailto:es.saeedipooya@gmail.com)
2. Corresponding Author, Professor, Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [tehranifar@um.ac.ir](mailto:tehranifar@um.ac.ir)
3. Associate Prof., Dept. of Agricultural and Natural Resources Research Center, Mashhad, Iran. E-mail: [agazanchi@yahoo.com](mailto:agazanchi@yahoo.com)
4. Associate Prof., Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [fatemeh.kazemi@um.ac.ir](mailto:fatemeh.kazemi@um.ac.ir)
5. Associate Prof., Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [shoor@ferdowsi.um.ac.ir](mailto:shoor@ferdowsi.um.ac.ir)

### Article Info

#### Article type:

Full Length Research Paper

#### Article history:

Received: 12.25.2020

Revised: 05.26.2021

Accepted: 06.29.2021

#### Keywords:

Clover,  
Cover plant,  
Greenhouse,  
Mixed,  
Sport

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** Eco-lawn is a mixture of grass and broad leafy plants to create a diverse species composition. In fact, it is low input lawn that requires less watering, fertilizing, herbicide and mowing. It resists to invasion of weeds, which helps conserve natural resources and reduce pollutants.

**Material and Methods:** This experiment was done in greenhouse at Ferdowsi university of Mashhad to explore the effects of water stress (85, 65, 45 and 25% of FC) on shoot and root reactions of grass-clover mixtures. It was done in a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications. Treatments were six mixtures of *Festuca arundinacea* and *micro clover* (FM), *Lolium perenne* and *micro clover* (LM), *Lolium perenne* and *Trifolium repens* (LT), *F. arundinacea* and *L. perenne* and *micro clover* (FLM), *F. arundinacea*, *L. perenne*, *micro clover* and *T. repens* (FLTMM). Traits of height, leaf width, tiller number, fresh and dry weight of shoot and root, root surface, Mean diameter root, total root length, root volume were measured.

**Results:** The results showed that in the competition between 6 types of mixed grass-clover, the highest and the lowest height were for LT mixed with mean of 5.89 cm and FLTMM mixed with average of 5.02, respectively. In terms of fresh and dry weights of shoots, FLTMM and LT had the highest and FM had the lowest production weight. Also 65% FC stress had no significant effect on plant height and significant difference was observed at 45 and 25% FC levels. The effect of 25% FC on leaf width and tiller number was significant and 45% FC of stress intensity had no significant effect on fresh and dry weight of aerial parts of grasses. In terms of underground organs, the highest fresh and dry weight of roots belonged to FLTMM and LM and then FM. But the lowest fresh and dry weight of roots produced by LT grass with 38.68 and 9.52 gr/ pot, respectively. In terms of different levels of drought stress, in mild stress of 65% FC, the amount of fresh and dry weight of roots increased compared to the level of 85% by 20.93% and 9.54%. But in 45% FC stress, drought stress led to a decrease

---

in fresh and dry weight of root production. So that, in severe stress of 25% FC, in compared to 85% stress, the rate of fresh and dry root weights loss were 52.64 and 54.87%, respectively.

**Conclusion:** It can be concluded that all mixtures except LT were superior in root traits than commercial sport turf (S), while FLTMs were the best blended especially for aerial parts traits than others.

---

Cite this article: Saeedipooya, Elham, Tehranifar, Ali, Gazanchian, Gholam Ali, Kazemi, Fatemeh, Shoor, Mahmoud. 2022. Evaluation of drought resistance of grass and clover mixtures to introduce cover plants with lower maintenance. *Journal of Plant Production Research*, 28 (4), 105-122.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JOPP.2021.17623.2630

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---

## ارزیابی مقاومت به خشکی مخلوط‌های چمن و شبدر، به منظور معرفی گیاهان پوششی با نیاز مراقبتی کم‌تر

الهام سعیدی پویا<sup>۱</sup> | علی تهرانی فر<sup>۲\*</sup> | غلامعلی گزانچیان<sup>۳</sup> | فاطمه کاظمی<sup>۴</sup> | محمود شور<sup>۵</sup>

۱. دکتری تخصصی گیاهان زینتی، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران. رایانامه: [es.saeedipooya@gmail.com](mailto:es.saeedipooya@gmail.com)
۲. نویسنده مسئول، استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران. رایانامه: [tehranifar@um.ac.ir](mailto:tehranifar@um.ac.ir)
۳. دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی طروق خراسان رضوی، ایران. رایانامه: [agazanchi@yahoo.com](mailto:agazanchi@yahoo.com)
۴. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران. رایانامه: [fatemeh.kazemi@um.ac.ir](mailto:fatemeh.kazemi@um.ac.ir)
۵. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران. رایانامه: [shoor@ferdowsi.um.ac.ir](mailto:shoor@ferdowsi.um.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	<b>سابقه و هدف:</b> چمن‌های با نیاز مراقبتی پایین شامل مخلوطی از چمن با یکسری گیاهان برگ پهن برای ایجاد یک ترکیب متنوع گونه‌ای است. در واقع نوعی چمن‌های کم‌هزینه هستند که میزان نهاده‌ها از جمله آبیاری، کوددهی، علف کش و چمن‌زنی در آن‌ها کاهش یافته باشد و در مقابل هجوم علف‌های هرز استقامت کند، که این امر موجب حفظ منابع طبیعی و کاهش آلاینده‌ها می‌شود.
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۵	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۵	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۸	
واژه‌های کلیدی: شبدر، گلخانه، گیاه پوششی، مخلوط چمن، ورزشی	<b>مواد و روش‌ها:</b> با هدف بررسی پاسخ رشدی اندام هوایی و زیرزمینی مخلوط‌های چمن و شبدر به تنش خشکی در مقایسه با چمن مخلوط تجاری، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد، در قالب آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار: ترکیب فستوکا + میکروشبدر (FM)، لولیوم + ریز شبدر (LM)، لولیوم + شبدر سفید (LT)، فستوکا ارون‌دیناسه + لولیوم پرنه + ریز شبدر (FLM)، فستوکا ارون‌دیناسه + لولیوم پرنه + ریز شبدر + شبدر سفید (FLT) در مقایسه با چمن مخلوط تجاری (S) با ۴ سطح تنش خشکی شامل ۲۵، ۴۵، ۶۵ و ۸۵ درصد ظرفیت زراعی و با ۳ تکرار انجام شد. صفات ارتفاع، عرض برگ، تعداد پنجه، وزن تر و خشک اندام هوایی، سطح ریشه، میانگین قطر ریشه، مجموع طول ریشه، حجم ریشه و وزن تر و خشک ریشه مورد ارزیابی قرار گرفت.
	<b>یافته‌ها:</b> نتایج نشان داد که در رقابت بین ۶ نوع مخلوط چمن و شبدر، بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع به ترتیب مربوط به مخلوط LT با میانگین ۵/۸۹ سانتی‌متر و مخلوط FLT با میانگین ۵/۰۲ بود. از نظر وزن تر و خشک اندام هوایی، FLT و LT بیش‌ترین و FM کم‌ترین مقادیر وزن تولیدی را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین تنش ۶۵ درصد ظرفیت زراعی، تأثیر

معنی‌داری بر روی ارتفاع گیاهان نگذاشت و اختلاف معنی‌دار در سطوح ۴۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. تنش ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به صورت معنی‌داری عرض برگ و تعداد پنجه‌ها را تحت تأثیر قرار داد و شدت تنش تا حد ۴۵ درصد ظرفیت زراعی نتوانست به‌طور معنی‌داری اثر منفی بر روی وزن تر و خشک اندام هوایی چمن مخلوط‌ها بگذارد. از نظر اندام‌های زیرزمینی، بیش‌ترین مقادیر وزن تر و خشک ریشه مربوط به چمن‌های FLTM و LM و سپس FM بود. اما کم‌ترین مقادیر وزن تر و خشک تولیدی ریشه مربوط به چمن LT به ترتیب با مقادیر ۳۸/۶۸ و ۹/۵۲ گرم در گلدان مشاهده گردید. از نظر سطوح مختلف تنش خشکی، در تنش ملایم ۶۵ درصد ظرفیت زراعی میزان وزن تر و خشک ریشه نسبت به سطح ۸۵ درصد به میزان ۲۰/۹۳ و ۹/۵۴ درصد افزایش نشان داد اما از تنش ۴۵ درصد ظرفیت زراعی به بعد، تنش خشکی منجر به کاهش میزان وزن تر و خشک تولیدی ریشه گردید به‌طوری‌که در تنش شدید ۲۵ درصد میزان کاهش وزن تر و خشک ریشه نسبت به تنش ۸۵ درصد به‌ترتیب معادل ۵۲/۶۴ و ۵۴/۸۷ درصد بود.

**نتیجه‌گیری:** به‌طور کلی تمام مخلوط‌های چمن و شبدر به‌جز LT از نظر صفات ریشه برتر از چمن تجاری اسپورت (S) بودند در حالی‌که از نظر صفات اندازه‌گیری شده اندام هوایی برترین چمن مخلوط، FLTM بود.

استناد: سعیدی پویا، الهام، تهرانی‌فر، علی، گزانچیان، غلامعلی، کاظمی، فاطمه، شور، محمود (۱۴۰۰). ارزیابی مقاومت به خشکی مخلوط‌های

چمن و شبدر، به‌منظور معرفی گیاهان پوششی با نیاز مراقبتی کم‌تر. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۸ (۴)، ۱۰۵-۱۲۲.

DOI: 10.22069/JOPP.2021.17623.2630



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## مقدمه

آبیاری، کوددهی، سرزنی و علف‌کش از اقدامات لازم و ضروری برای داشتن چمنی با کیفیت بالاست. به دلیل کاهش منابع آبی و افزایش نگرانی زیست‌محیطی در مورد استفاده از کودها و علف‌کش‌ها در چمن، نیاز به کاهش هزینه‌ها در نگهداری چمن بیش از پیش احساس می‌شود. بیش‌تر چمن‌های رایج مورد استفاده به نهاده‌های زیادی برای حفظ کیفیت قابل قبول احتیاج دارند. از این‌رو تلاش برای گسترش توسعه ارقامی از چمن با قابلیت تحمل بیش‌تر، نسبت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌تواند به کاهش آبیاری و کاربرد کم‌تر ترکیبات شیمیایی کمک کند (۱۱). یکی از این راهکارها که سودمندتر از یافتن ارقام مقاوم چمن است، ترکیب کردن ارقام مقاوم چمن با گیاهان پوششی است، که علاوه بر پایداری فضای سبز، بحث مقاومت بیش‌تر و نیاز مراقبتی پایین در آن‌ها مطرح باشد (۵). چمن‌های با نیاز مراقبتی پایین شامل مخلوطی از چمن با یکسری گیاهان پوششی برای ایجاد یک ترکیب متنوع گونه‌ای است که دوستدار گرده‌افشانهاست و قادر به تامین نیتروژن خود می‌باشد. در واقع چمن‌های با نیاز مراقبتی پایین نوعی چمن‌های کم‌هزینه هستند. با توجه به تعریف چمن‌های کم‌هزینه، که به چمن‌هایی اطلاق می‌گردد که میزان نهاده‌ها از جمله آبیاری، کوددهی، علف‌کش و چمن‌زنی در آن‌ها کاهش یافته باشد و در مقابل هجوم علف‌های هرز استقامت کنند، که این امر به حفظ منابع طبیعی و کاهش آلاینده‌ها کمک می‌کند (۹، ۲۲).

چمن‌های کم‌هزینه، نیاز آبی و نگهداری کم‌تری دارند و مراقبت معمول از چمن‌های با نیاز مراقبتی پایین حاوی رایگراس چندساله، میکروشبدر و بومادران شامل ۱-۲ بار سرزنی در ماه و آبیاری در جوئن، جولای و آگوست (اواسط خرداد تا اواسط

شهریورماه) و عدم نیاز به کوددهی است. در بین شبدرها، شبدر سفید نسبت به شرایط نامساعد محیطی مقاوم‌ترین شبدر بوده و نسبت به سرما و چرای مفرط دام (مترادف با پاخوری) مقاوم بوده و در نواحی مرطوب و خنک بهترین رشد را دارد (۱۵). این گیاه از منظر محیط زیست نه تنها در افزودن میزان نیتروژن خاک و کاهش نیاز به استفاده از کودهای نیتروژنه در فضای سبز تأثیرگذار است (۱۶، ۳۰)، بلکه حتی قابلیت تأثیرگذار آن در پالایش خاک‌های آلوده به جیوه نیز گزارش شده است (۲۲). اما ریز شبدرها ارقامی از شبدر سفیداند که دارای برگ‌های کوچک‌ترند. شبدرها و ریز شبدرها گیاهان سودمندی هستند که نیتروژن هوا را جذب کرده و به خاک می‌دهند. حتی ریز شبدر قادر به تحمل سرزنی‌های نزدیک بهم می‌باشد.

مطالعات (۸) روی تجزیه میکروبی خاک در کشت ترکیبی شبدر سفید و چمن علف باغ<sup>۱</sup> نشان داد که این نوع کشت ترکیبی می‌تواند باعث بهبود عملکرد و بهره‌وری گیاهان و افزایش فعالیت ریزجانداران خاک شود که علت این امر را بهبود روند تثبیت نیتروژن ناشی از کشت شبدر دانستند. آزمایشی در دانشگاه زابزیک کشور چک انجام شد که در آن از مخلوط دو کولتیوار ریز شبدر *Pirouette* و *Pipolina* و ارقام برگ ریز *Klement* و *Luke* در مخلوط چمنی حاوی ۳۰ درصد رایگراس چندساله، ۲۰ درصد کتاکای بلوگراس، ۳۰ درصد فستوکا روبرا رقم مکینا و ۲۰ درصد رقم سیندرلا استفاده شد. نتایج آزمایش‌های ایشان نشان می‌دهد که مخلوط چمنی فوق در ترکیب با ریز شبدر *Pipolina* بهتر از سایرین توانست ارتفاع خود را در سطح کوتاه‌تری نگاه دارد هم‌چنین دارای کوچک‌ترین برگ و بهترین ارزیابی کیفی بصری بود (۱۶). از نظر پوشش‌دهی کرت،

1- *Dactylis glomerata*

خشک چمن بیان داشتند. هم‌چنین پژوهش‌گران (۱۴) نشان دادند که وجود شبدر سفید در چمن موجب افزایش وزن خشک تولیدی چمن گردید. در نتیجه با توجه به آنچه ذکر گردید هدف از انجام این پژوهش، بررسی قابلیت جایگزینی چمن‌های رایج با چمن‌های مخلوط حاوی گیاه شبدر است که به عنوان یکی از نزدیک‌ترین گیاهان پوششی از نظر کاربردی و ارزش زیبایی‌شناختی به چمن معرفی می‌شود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد، با هدف ارزیابی پاسخ رشدی اندام هوایی و زیرزمینی مخلوط‌های چمن و شبدر به جای چمن مخلوط تجاری، در قالب آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار مخلوط چمن و شبدر: ترکیبات فستوکا + ریز شبدر (FM)، لولیوم + ریز شبدر (LM)، لولیوم + شبدر سفید (LT)، فستوکا اروندیناسه + لولیوم پرنه + ریز شبدر (FLM)، فستوکا اروندیناسه + لولیوم پرنه + ریز شبدر + شبدر سفید (FLTM) در مقایسه با چمن مخلوط تجاری (S) و ۴ سطح تنش خشکی شامل ۲۵، ۴۵، ۶۵ و ۸۵ درصد ظرفیت زراعی با ۳ تکرار انجام شد. چمن مخلوط تجاری اسپورت از شرکت (NAK-Nederland) با نسبت ترکیب بذری اشاره شده در جدول ۱ تهیه شد. در این مرحله از گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۹ سانتی‌متری استفاده گردید که تک تک گلدان‌ها قبل کشت، توزین شده و وزن آن‌ها یادداشت شد.

تفاوت خاصی در ترکیب مخلوط چمن و شبدر فوق با ۴ رقم شبدر نبود. اما از نظر غلبه شبدر بر چمن، این غالبیت بیش‌تر در ترکیب چمن مخلوط با شبدر سفید Klement مشاهده شد (۱۶). هم‌چنین این پژوهش‌گران بیان داشتند که استفاده از ارقام برگ ریز که در واقع نوعی شبدر سفید علوفه‌ای هستند دارای رشد بلندتر و تهاجمی‌تری نسبت به ریز شبدرها است که خود به خاطر نیاز به سرزنی زیاد، نوعی نقطه ضعف محسوب می‌شود. با توجه به این‌که شبدر، نیتروژن مورد نیاز چمن اطراف خود را تامین می‌کند در صورتی‌که میزان استفاده از شبدر بسیار کم باشد، نمی‌توان کیفیت مطلوب را بدون به‌دست آوردن کود نیتروژنه تامین کرد. استفاده از نسبت وزنی ۵ درصد شبدر در مخلوط بذری باعث پوشش‌دهی ۷۹ و ۸۵ درصدی در انواع شبدر علوفه‌ای می‌شود این در حالی است که برای ریز شبدر Pipolina و Piroutte این مقدار به ترتیب به ۵۶ و ۱۹ درصد کاهش می‌یابد (۱۶). مطالعه‌ای در آلمان برای بررسی ترکیب میکروشبدر با چمن مخلوط انجام شد تا نقش عملیات کوددهی نیتروژن را در شرایط پاخوری و عدم پاخوری بر کیفیت و ترکیب چمن و ریز شبدر بسنجند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که مصرف زیاد کود نیتروژن باعث کاهش غلبه شبدر در مخلوط‌ها می‌گردد و استفاده از کود نیتروژن را در زمان استفاده از ریز شبدر در مخلوط‌ها باید حذف و یا تقلیل داد (۳۴). مطالعات (۶) نشان داد که ترکیب چمن مخلوط فصل سرد و ریز شبدر می‌تواند، چمن مخلوطی با ارزیابی بصری قابل‌قبول و مقاوم ایجاد کند که نیاز به کود نیتروژن کم‌تری دارد و کشت ریز شبدر با چمن را عاملی در جهت افزایش ارزیابی بصری و وزن

جدول ۱- میزان ترکیب مخلوط‌های گندمیان- شبدر.

**Table 1. Amount of grass-clover mixtures (clover lawn).**

نام معمولی Common name	مخفف Abbreviation	میزان بذر مصرفی در مترمربع Seed amount (m <sup>2</sup> )
95% <i>Festuca arundinacea</i> and 5% <i>Trifolium repens</i> var. Pipolina	FM	35.8
95% <i>Lolium perenne</i> and 5% <i>Trifolium repens</i> var. Calway	LT	46.3
95% <i>Lolium perenne</i> and 5% <i>Trifolium repens</i> var. Pipolina	LM	45.8
47.5% <i>Festuca arundinacea</i> , 47.5% % <i>Lolium perenne</i> , 5% <i>Trifolium repens</i> var. Pipolina	FLM	40.4
47.5% <i>Festuca arundinacea</i> , 47.5% % <i>Lolium perenne</i> , 2.5 % <i>Trifolium repens</i> var. Calway, 2.5 % <i>Trifolium repens</i> var. Pipolina	FLTM	40.7
Commercial mixture (sport) (NAK-Nederland): consisting 10% <i>Lolium perenne</i> NERUDA 1 DK, 10% <i>Lolium perenne</i> STRAVINSKY NL, 25% <i>Festuca arundinacea</i> TOMCAT 1 DK, 11% <i>Festuca arundinacea</i> MASTERPIECE NL and 44% <i>Festuca arundinacea</i> APACHENL NL.	S	39

پس از کشت، روی بذر با میزان کمی ماسه پوشانده شد. آبیاری گلدان‌ها در ابتدا در دو نوبت صبح و بعد از ظهر انجام شد.

سپس از میزان مشخصی گراویه خشک در ته گلدان به منظور زهکشی بهتر خاک استفاده گردید. پس از آن با حجم مشخصی (۷۷۶۰ گرم) خاک لومی شنی پر گردید (مشخصات خاک در جدول ۲ آورده شده).

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مورد استفاده.

**Table 2. Physicochemical characteristics of soil.**

شوری خاک EC (ds/m)	اسیدیته pH	درصد رس Clay (%)	درصد سیلت Silt (%)	درصد شن Sand (%)	بافت Texture
1.5	7.72	4.16	28	67.84	لومی شنی Sandy Loam

داخل گلدان انجام شد. به منظور شروع کار تنش خشکی در گلدان‌ها، ابتدا ظرفیت زراعی خاک به روش وزنی اندازه‌گیری شد بدین ترتیب که ۵ عدد گلدان کوچک را توزین و داخل آن‌ها را با خاک مشابه خاک گلدان‌های کشت شده پر کرده، سپس گلدان و خاک آن را توزین کرده و در مجموع وزن هر گلدان با خاک داخل آن ۵۰۰ گرم بود. سپس تمام پنج گلدان را پر از آب نموده به طوری که آب اضافی از ته گلدان‌ها خارج گردید و خاک به حد اشباع

شرایط محیطی گلخانه کنترل شده، با دمای روز و شب به ترتیب حدود ۲۱ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد و طول روز حدود ۱۴-۱۳ ساعت بود. به منظور تقویت گیاهان در گلدان در دو نوبت کوددهی با کود کامل به نسبت ۲۰:۲۰:۲۰ با نام تجاری ملسپری<sup>۱</sup> به میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان استفاده شد. در طی رشد گیاهان، چندین نوبت سرزنی با قیچی تا ارتفاع مشخصی برای تمامی گیاهان

1- Melspray

رسید. در این حالت یک نایلون مشکی روی گلدان‌ها کشیده تا مانع تبخیر و تعرق گشته و پس از گذشت ۴۸ ساعت، هر دو ساعت یکبار گلدان‌ها را توزین کرده و وزن آن‌ها را یادداشت نموده تا زمانی که وزن گلدان‌ها در دو تا سه نوبت اندازه‌گیری ثابت گشت، که نشانگر رسیدن خاک به حد ظرفیت زراعی یا نقطه FC است. میزان رطوبت موجود در خاک در حالت ظرفیت زراعی محاسبه شد که معادل ۳/۹۵ گرم بود. تنش به مدت ۳۲ روز اعمال گردید. بنابراین توزین گلدان‌ها هر روز انجام شد و وزن گلدان‌ها قبل و بعد آبیاری به طور کاملاً منظم ثبت گشت. بدین ترتیب، نقصان رطوبتی خاک با اضافه نمودن آب، به درصدهای ظرفیت زراعی مد نظر، رسانده شد.

#### صفات اندازه‌گیری شده

**ارتفاع:** این صفت با خطکش به سانتی‌متر از سطح خاک گلدان تا ارتفاع بلندترین قسمت گیاه روی ۵ نمونه در داخل هر گلدان و در طی ۴ نوبت در طی تنش اندازه‌گیری شد و میانگین چهار نوبت تجزیه گردید.

**عرض برگ:** به وسیله کولیس به میلی‌متر محاسبه شد که از پنج نمونه گیاهی در گلدان استفاده و میانگین آن‌ها ثبت گردید. با توجه به استفاده از ترکیب گونه‌های مختلف، نمونه گیاهی از گیاه غالب گرفته شد.

**تعداد پنجه:** بدین منظور پس از این‌که گلدان‌ها تخریب شد پنج نمونه جدا و تعداد پنجه‌های آن‌ها شمارش گردید.

**وزن تر اندام هوایی:** پس از تخریب گلدان‌ها، قسمت هوایی را از قسمت زیرزمینی گیاه در آزمایشگاه باغبانی جدا کرده و کل اندام هوایی با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ توزین گردید.

**وزن خشک اندام هوایی:** بدین‌منظور، اندام هوایی گیاهان در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ توزین گردید.

**وزن تر اندام زیرزمینی (ریشه‌ها):** پس از تخریب گلدان‌ها، کل ریشه‌های گیاهان موجود در گلدان را جدا و سپس با ترازو توزین شد.

**وزن خشک اندام زیرزمینی (ریشه‌ها):** ریشه‌های گیاهان در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ توزین گردید.

**سطح ریشه:** به‌منظور اندازه‌گیری سطح ریشه از دستگاه اسکنر ریشه در پژوهشکده گیاهی دانشگاه فردوسی استفاده گردید و سطح ریشه با پخش کردن کامل ریشه (Win DIAS Image Analysis) بر روی صفحه اسکنر به میلی‌متر مربع محاسبه گردید.

**میانگین قطر ریشه:** این صفت نیز با دستگاه اسکنر (Win DIAS Image Analysis) اندازه‌گیری شد.

**مجموع طول ریشه:** برای محاسبه این صفت نیز از دستگاه اسکنر ریشه (Win DIAS Image Analysis) استفاده شد.

**حجم ریشه:** بدین منظور از استوانه مدرج استفاده شد که با حجم مشخصی از آب پر و سپس کل ریشه را درون آب استوانه مدرج فرو کرده و میزان حجم ثانویه آب را یادداشت نموده، تفاضل حجم ثانویه از اولیه آب داخل استوانه مشخص‌کننده میزان حجم ریشه می‌باشد.

**تجزیه و تحلیل آماری:** به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار JMP8 استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و جهت رسم نمودار از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید.



**نتایج و بحث**

گشت. هم‌چنین اثر متقابل تنش خشکی و نوع مخلوط چمن و شبدر، تنها بر صفت عرض برگ معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) شد و بر سایر صفات اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱).

نتایج جدول تجزیه واریانس، نشان می‌دهد که اثر نوع چمن بر ارتفاع، عرض برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی در سطح احتمال ۱ درصد ( $P < 0.01$ ) معنی‌دار شد. اثر تنش خشکی علاوه بر صفات فوق بر تعداد پنجه نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندام هوایی گیاهان مورد مطالعه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی.

**Table 3. Analysis of variance of aerial parts of studied plants under different drought stress**

وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	تعداد پنجه Number of tillers	عرض برگ Leaf width	ارتفاع Height	درجه آزادی df	
55.468**	919.535**	0.107 <sup>ns</sup>	1.168**	1.248**	5	مخلوط چمن و شبدر Mixture of grass & clover
464.992**	4824.236**	0.448**	3.293**	34.519**	3	تنش خشکی Drought stress
22.496 <sup>ns</sup>	220.259 <sup>ns</sup>	0.077 <sup>ns</sup>	0.304*	0.274 <sup>ns</sup>	15	تنش * مخلوط Stress * Mixture
13.814	228.126	0.102	0.131	0.267	48	خطا Error

<sup>ns</sup>, \* و \*\* به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.  
<sup>ns</sup>, \*, \*\* Non significant and significant at 5% and 1% probability level, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ریخت‌شناسی اندام هوایی مخلوط‌های چمن و شبدر.

**Table 4. Mean comparison of morphological traits of aerial parts of Mixtures of grass & clover.**

وزن خشک اندام هوایی (گرم / گلدان) Shoot dry weight (gr/plot)	وزن تر اندام هوایی (گرم / گلدان) Shoot fresh weight (gr/plot)	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	مخلوط چمن و شبدر Mixture of grass & clover
11.76 <sup>d</sup>	40.90 <sup>c</sup>	5.46 <sup>b</sup>	FM
12.78 <sup>bcd</sup>	44.72 <sup>bc</sup>	5.73 <sup>ab</sup>	FLM
17.22 <sup>a</sup>	61.28 <sup>a</sup>	5.02 <sup>c</sup>	FLTM
12.40 <sup>cd</sup>	50.46 <sup>abc</sup>	5.85 <sup>ab</sup>	LM
15.69 <sup>ab</sup>	62.27 <sup>a</sup>	5.89 <sup>a</sup>	LT
15.00 <sup>abc</sup>	55.90 <sup>ab</sup>	5.55 <sup>ab</sup>	S

FM = ترکیب فستوکا ارون‌دیناسه + ریز شبدر، FLM = فستوکا ارون‌دیناسه + لولیوم پرنه + ریز شبدر، FLTM = فستوکا ارون‌دیناسه + لولیوم پرنه + ریز شبدر، LM = لولیوم پرنه + ریز شبدر، LT = لولیوم پرنه + شبدر سفید، S = مخلوط چمن اسپورت تجاری.

ستون‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری مطابق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

FM = *F. arundinacea* + micro clover, FLM = *F. arundinacea* + *L. perenne* + micro clover, FLTM = *F. arundinacea* + *L. perenne* + *T. repens* + micro clover, LM = *L. perenne* + micro clover, LT = *L. perenne* + *T. repens* S = sport commercial mixture. Numbers followed by the same letter are not significantly different (P < 0.05).

**ارتفاع:** در بین مخلوط‌های چمن و شبدر مورد مطالعه، بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع به ترتیب مربوط به چمن مخلوط LT با میانگین ۵/۸۹ سانتی‌متر و چمن مخلوط FLTM با میانگین ۵/۰۲ بود (جدول ۴). در رابطه با سطوح تنش خشکی، بدیهی است با افزایش شدت تنش، میزان رشد گیاه از نظر ارتفاع کاهش چشمگیری یافت به طوری که از ۶/۴۷ در آبیاری ۸۵ درصد FC به حدود ۳/۵۵ سانتی‌متر در آبیاری ۲۵ درصد FC رسید که این میزان معادل ۴۵/۱۳ درصد کاهش میزان ارتفاع می‌باشد (جدول ۵).

با افزایش یافتن تنش خشکی، مقادیر ارتفاع گیاهان نسبت به تیمار شاهد (سطح آبیاری کامل یا ۱۰۰ درصد) کاهش قابل‌ملاحظه‌ای نشان داد. این کاهش می‌تواند تحت‌تأثیر تخصیص بیش‌تر زیست‌توده تولیدی گیاه به سمت ریشه‌ها (۱) و یا در اثر کاهش بازدهی فتوسنتز باشد که توسط ورا و همکاران (۳۳) نیز گزارش شده است. هم‌چنین کمبود آب در گیاهان می‌تواند سبب اختلالات فیزیولوژیکی، هم‌چون کاهش فتوسنتز و تنفس شود (۷). کمبود آب، موجب کاهش تورژسانس سلولی شده و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلولی به خصوص در ساقه و برگ‌ها را به‌دنبال خواهد داشت. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم‌آبی روی گیاه را می‌توان از روی کاهش ارتفاع یا اندازه کوچک‌تر برگ‌ها تشخیص داد (۴). از این نقطه‌نظر، کاهش معنی‌دار رشد گیاه با تشدید تنش خشکی در این آزمایش، با یافته‌های محسن‌زاده و همکاران (۲۳) و آلوارز و همکاران (۲) مطابقت دارد. در مطالعه حاضر نتایج بیانگر اختلاف موجود در بین گیاهان است، که این تنوع به دلیل مکانیسم‌های سازگاری مختلف در بین گونه‌های مختلف می‌باشد و با نتایج ریچی و همکاران (۲۷)، فو و همکاران (۱۰) و رحمان و همکاران (۲۵) مطابقت دارد.

**عرض برگ:** در بین مخلوط‌های مورد مطالعه، ترکیب FM با عرض ۱/۳۲ میلی‌متر بیش‌ترین و مخلوط‌های LM (۰/۶۲) و LT (۰/۵۵) میلی‌متر کم‌ترین عرض برگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). اثر تنش خشکی بر عرض برگ، منجر به بسته شدن طولی برگ و کاهش عرض برگ شد به طوری که این روند کاهش به صورت کاملاً منظم از ۸۵ درصد FC با میانگین ۱/۲۷ میلی‌متر به ۰/۳۲ میلی‌متر در ۲۵ درصد FC رسید (جدول ۵). هم‌چنین اثر متقابل بین نوع چمن و تنش خشکی بیانگر این امر است که بیش‌ترین عرض برگ مربوط به چمن مخلوط FM در هر دو سطح تنش ۸۵ و ۶۵ درصد FC بود که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند و با تشدید تنش، پاسخ تمامی ترکیبات چمنی، بسته شدن برگ‌ها به صورت طولی بود. به طوری که کم‌ترین عرض برگ در تنش ۲۵ درصد در چمن FLM مشاهده گردید (شکل ۱).

کاهش عرض برگ به دلیل لوله‌ای شدن و پیچش برگ تحت شرایط تنش خشکی توسط سلاح‌ورزی و همکاران (۲۸) در توده بومی و رقم وارداتی تال فسکیو و گزانجیان و همکاران (۱۱) در گیاه *Elymus elongatum* و هم‌چنین توسط بیات (۵) بر روی توده‌های مختلف آگروپایرون و مهدوی و همکاران (۲۱) بر روی گونه‌های بومی چمن‌ها گزارش شده است. در نتیجه، پژوهش‌های ایشان این‌گونه بیان گردید که با کاهش رطوبت خاک به حد ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، میزان لوله‌ای شدن برگ‌ها افزایش یافته که بدین ترتیب برگ، محتوی رطوبت نسبی خود را حفظ نمود. این پاسخ گیاه به تنش خشکی از طریق مکانیسم اجتناب، باعث کاهش هدررفت آب برگ‌ها شده و از افت بیش‌تر کیفیت گیاه در صورت تداوم تنش خشکی جلوگیری می‌کند. طبق نتایج پژوهش‌گران دیگر (۳۵) در شرایط تنش

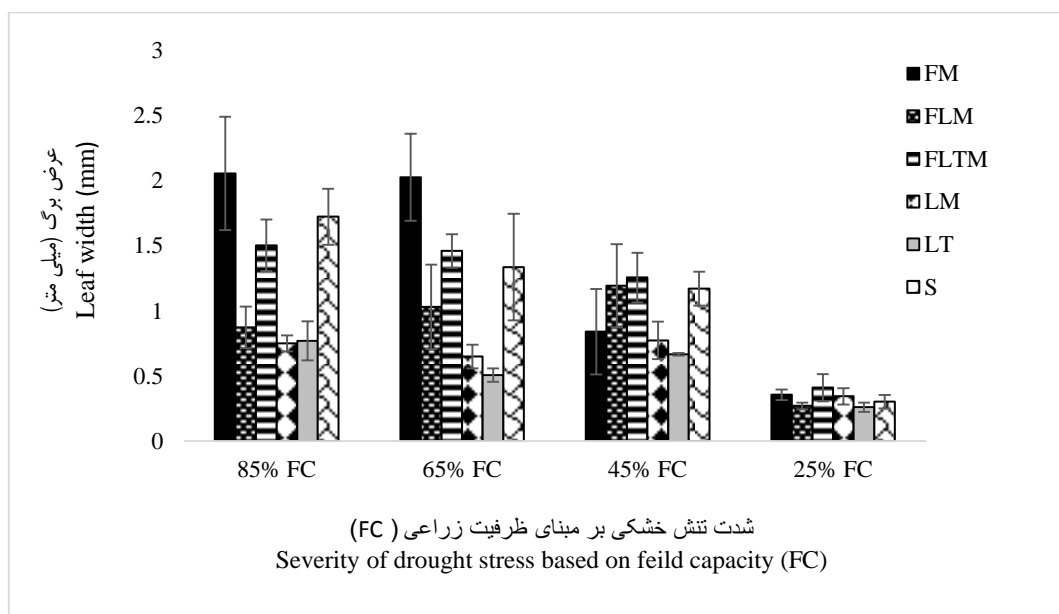
خشکی میزان سنتز هورمون ABA در ریشه افزایش یافته و به برگ‌ها جهت لوله‌ای شدن منتقل می‌گردد. این عمل موجب حفظ بیش‌تر محتوی آب برگ (۳۱)، کاهش خسارت تابش نوری به سطح برگ (۳) و تنش‌های اکسیداتیو (۲۶) تحت تنش خشکی می‌گردد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات ریخت‌شناسی اندام هوایی مخلوط‌های چمن و شبدر تحت تنش خشکی.

**Table 5. Mean comparison of morphological traits of aerial parts of mixtures of grass & clover under drought stress.**

تنش خشکی	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد پنجه	وزن تر اندام هوایی (گرم / گلدان)	وزن خشک اندام هوایی (گرم / گلدان)
Shoot dry weight (gr/plot)	Height (cm)	Number of tillers	Shoot fresh weight (gr/plot)	Shoot dry weight (gr/plot)
85	6.47 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	64.74 <sup>a</sup>	17.60 <sup>a</sup>
65	6.46 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	60.30 <sup>a</sup>	16.38 <sup>a</sup>
45	5.85 <sup>b</sup>	0.3 <sup>a</sup>	56.78 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>
25	3.55 <sup>c</sup>	0 <sup>b</sup>	28.52 <sup>b</sup>	6.59 <sup>b</sup>

ستون‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری مطابق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ( $P < 0.05$ ).



**Fig. 1. The interaction effect of drought stress and mixtures of grass & clover on Leaf width. The error bars represent standard errors of the means.**

FM= ترکیب فستوکا اروندیناسه + ریز شبدر، FLM= فستوکا اروندیناسه+ لولیوم پرنه+ ریز شبدر، FLTM= فستوکا اروندیناسه + لولیوم پرنه+ ریز شبدر، LM= لولیوم پرنه+ ریز شبدر، LT= لولیوم پرنه+ شبدر سفید، S= مخلوط چمن اسپورت تجاری  
 FM= *F. arundinacea*+ micro clover, FLM= *F. arundinacea*+ *L. perenne*+ micro clover, FLTM= *F. arundinacea* + *L. perenne*+ *T. repens*+ micro clover, LM= *L. perenne*+ micro clover, LT= *L. perenne*+ *T. repens*  
 S= sport commercial mixture

نتیجه سطح فتوسنتزکننده کم و تولید مواد زنده نیز به حداقل می‌رسد (۱۳). کیم و همکاران (۱۹) بیان نمودند که در بسیاری از چمن‌های مقاوم به خشکی، کاهش رشد بخش هوایی و افزایش وزن ریشه در جهت پاسخ به تنش اتفاق می‌افتد و در واقع رشد کم‌تر بخش هوایی تحت شرایط خشکی باعث انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به ریشه شده و در نتیجه، ریشه‌ها عمیق‌تر و بنابراین مقاومت به خشکی بیش‌تر می‌گردد.

**اثرات تنش خشکی بر صفات ریخت‌شناسی اندام زیرزمینی:** مطابق جدول ۶، اختلاف بین چمن‌ها از نظر وزن تر ریشه در سطح احتمال یک درصد ( $P < 0/01$ ) و از نظر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۵ درصد ( $P < 0/05$ ) معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر تنش خشکی بر مقادیر وزن تر و خشک ریشه و حجم ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد و اثرات متقابل تنش و چمن بر هیچ‌یک از صفات اثر معنی‌داری نشان نداد.

**وزن تر و خشک ریشه:** در بین چمن‌های مورد مطالعه، بیش‌ترین مقادیر وزن تر ریشه مربوط به چمن‌های FLTM و LM بود در صورتی‌که در مورد وزن خشک ریشه علاوه بر این دو چمن، FM هم بیش‌ترین مقادیر وزن خشک را به خود اختصاص دادند که تفاوت معنی‌داری بینشان مشاهده نشد. اما کم‌ترین مقادیر وزن تر و خشک تولیدی ریشه مربوط به چمن LT به ترتیب با مقادیر ۳۸/۶۸ و ۹/۵۲ گرم در گلدان بود (جدول ۷). اما از نظر سطوح مختلف تنش خشکی، در تنش ملایم ۶۵ درصد میزان وزن تر و خشک ریشه نسبت به سطح ۸۵ درصد به میزان ۲۰/۹۳ و ۹/۵۴ درصد افزایش نشان داد اما از تنش ۴۵ درصد به بعد، تنش خشکی منجر به کاهش میزان وزن تر و خشک تولیدی ریشه گردید. به‌طوری‌که در تنش

**تعداد پنجه:** تعداد پنجه تنها تحت تأثیر تنش خشکی معنی‌دار شد به‌طوری‌که در تنش ۲۵ درصد پنجه‌زنی در تمام گیاهان مورد مطالعه، صورت نگرفته بود. از سویی دیگر از نظر تعداد پنجه، تفاوتی بین سطوح مختلف ۸۵، ۶۵ و ۴۵ درصد FC نبود (جدول ۵).

**وزن تر و خشک اندام هوایی:** در بین چمن‌های مورد مطالعه، از نظر وزن تر و خشک اندام هوایی، FLTM و LT بیش‌ترین و FM کم‌ترین مقادیر وزن تولیدی را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). اما از نقطه‌نظر سطوح تنش، با تشدید یافتن تنش خشکی، روند کاهش در وزن تر و خشک اندام هوایی چمن‌ها مشهود بود اما این اختلاف تا سطح تنش ۴۵ درصد معنی‌دار نبود اما در تنش ۲۵ درصد افت شدیدی در میزان وزن تر و خشک اندام هوایی مشاهده گردید که معادل ۵۷/۸۹ درصد کاهش در وزن تر و ۶۲/۱۲ درصد کاهش، در وزن خشک تولیدی نسبت به سطح تنش ۸۵ درصد FC است (جدول ۵). در مطالعه‌ای (۳۲) چنین بیان شده که تنش خشکی شدید در حد ۲۵ درصد ظرفیت زراعی باعث کاهش شاخص‌های رشدی از جمله وزن خشک اندام هوایی در گراس‌های چمنی تال فسکیو بومی و تجاری و لولیوم پرنه شد. تنش خشکی باعث کاهش رشد گیاه و به‌دنبال آن کاهش سطح برگ و سطح تعرق گیاه گردید که اولین سازوکار گیاه برای مقابله با خشکی است. در اثر کاهش سطح برگ، سطح جذب نور خورشید و به‌دنبال آن سطح فعال فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد که نهایتاً منجر به کاهش تولید ماده خشک می‌گردد (۱۷). کمبود آب باعث کاهش شدید سرعت رشد نسبی گیاه می‌شود و تقریباً بلافاصله بعد از ایجاد کمبود، رشد کم و به‌دنبال آن کاهش شدید مقدار پروتئین و سایر مواد پیش می‌آید. در اثر تقلیل آبیاری، کاهش در آماس سلولی بروز نموده و در

ارزیابی مقاومت به خشکی مخلوط‌های چمن و شبدر ... / الهام سعیدی پویا و همکاران

افزایش وزن خشک ریشه چمن لولیوم پرنه و تشدید تنش در حد ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، موجب کاهش وزن خشک ریشه آن نسبت به شرایط آبیاری در حد ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی گردید.

شدید ۲۵ درصد میزان کاهش وزن تر و خشک ریشه نسبت به تنش ۸۵ درصد به ترتیب معادل ۵۲/۶۴ و ۵۴/۸۷ درصد بود (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های حسینی و همکاران (۱۸) مطابقت دارد که تنش خشکی ملایم ۷۵ درصد ظرفیت زراعی موجب

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات اندام زیرزمینی مخلوط‌های چمن و شبدر تحت تأثیر تنش خشکی.

Table 6. Analysis of variance of Mixtures of grass & clover roots under different drought stress.

سطح ریشه Root surface	مجموع طول ریشه Total root length	میانگین قطر ریشه Mean diameter root	حجم ریشه Root volume	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	درجه آزادی df	
1.24E+13 <sup>ns</sup>	2.21E+12 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>	509.722 <sup>ns</sup>	65.746*	2704.573**	5	مخلوط چمن و شبدر Mixture of grass & clover
1.71E+13 <sup>ns</sup>	6.13E+12 <sup>ns</sup>	0.007 <sup>ns</sup>	4336.111**	377.186**	8714.237**	3	تنش خشکی Drought stress
1.43E+13 <sup>ns</sup>	1.30E+12 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>	208.056 <sup>ns</sup>	14.723 <sup>ns</sup>	672.295 <sup>ns</sup>	15	تنش * مخلوط Stress* Mixture
1.46E+13	2.72E+12	0.003	321.181	26.206	366.280	48	خطا Error

<sup>ns</sup>, \*, \*\* به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.  
<sup>ns</sup>, \*, \*\* Non significant and significant at 5% and 1% probability level, respectively.

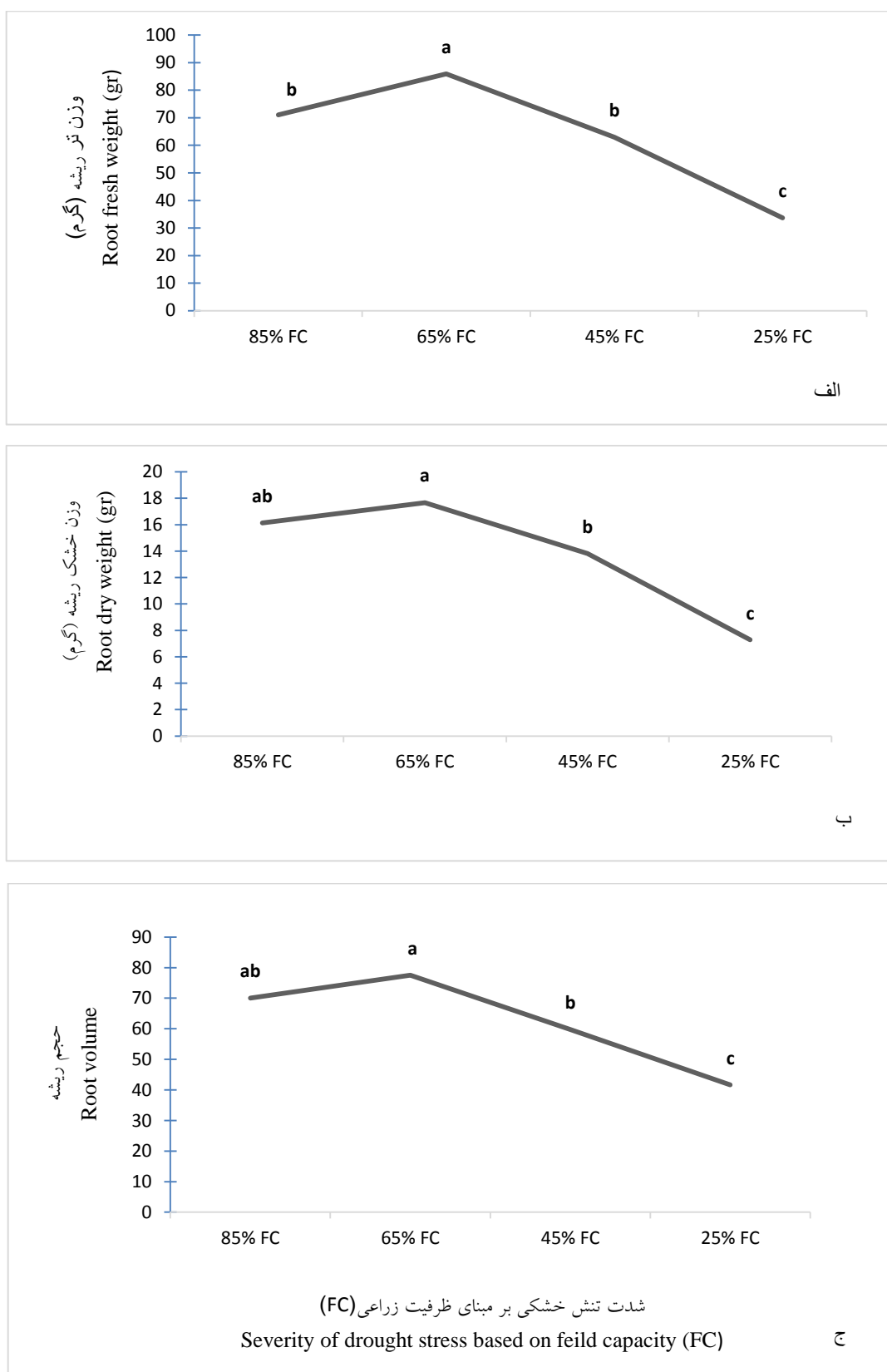
جدول ۷- مقایسه میانگین صفات ریخت‌شناسی اندام زیرزمینی مخلوط‌های چمن و شبدر تحت تنش خشکی.

Table 7. Mean comparison of morphological traits of roots of Mixtures of grass & clover under drought stress.

وزن خشک ریشه (گرم / گلدان) Root dry weight (gr/plot)	وزن تر ریشه (گرم / گلدان) Root fresh weight (gr/plot)	
14.46 <sup>a</sup>	62.81 <sup>b</sup>	FM
13.14 <sup>ab</sup>	62.56 <sup>b</sup>	FLM
16.32 <sup>a</sup>	82.95 <sup>a</sup>	FLTM
15.19 <sup>a</sup>	74.18 <sup>ab</sup>	LM
9.52 <sup>b</sup>	38.68 <sup>c</sup>	LT
13.73 <sup>ab</sup>	59.39 <sup>b</sup>	S

FM= ترکیب فستوکا ارون‌دیناسه + ریز شبدر، FLM= فستوکا ارون‌دیناسه + لولیوم پرنه + ریز شبدر، FLTM= فستوکا ارون‌دیناسه + لولیوم پرنه + شبدر سفید + ریز شبدر، LM= لولیوم پرنه + ریز شبدر، LT= لولیوم پرنه + شبدر سفید، S= مخلوط چمن اسپورت تجاری. ستون‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، از نظر آماری مطابق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

FM= *F. arundinacea*+ micro clover, FLM= *F. arundinacea*+ *L. perenne*+ micro clover, FLTM= *F. arundinacea* + *L. perenne*+ *T. repens*+ micro clover, LM=*L. perenne*+ micro clover, LT=*L. perenne*+*T. repens* S= sport commercial mixture. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05).



شکل ۲- نمودار اثر تنش خشکی بر وزن تر و خشک و حجم ریشه‌های مخلوط‌های چمن و شبدر.

Fig. 2. The effect of drought stress on fresh and dry weight and volume of roots of mixtures of grass & clover.

ریشه برای فستوکا ارون‌دیناسه روند افزایشی داشت این در حالی است که میزان افزایش وزن خشک ریشه در تنش شدید، نسبت به سطح شاهد برای آگروپایرون بیش از فستوکا بود و از سویی دیگر لولیوم پرنه پاسخی کاملاً متفاوت نشان داد و با تشدید تنش خشکی وزن تر و خشک ریشه آن، به شدت دچار تنش شده و کاهش یافتند.

**حجم ریشه:** این صفت تنها تحت تأثیر سطوح تنش قرار گرفت و بین چمن‌های مورد مطالعه از نظر حجم تولیدی ریشه در گلدان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). با افزایش ملایم تنش خشکی از ۸۵ به ۶۵ درصد، مطابق شکل ۲، حجم تولیدی ریشه به میزان ۱۰/۷۱ درصد افزایش یافت اما سطوح بالاتر تنش از ۶۵ به ۴۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی منجر به کاهش میزان حجم تولیدی ریشه در گلدان به ترتیب معادل ۱۴/۶۸ و ۴۰/۴۸ درصد نسبت به شرایط ۸۵ درصد FC گردید (شکل ۲).

**میانگین قطر ریشه، مجموع کل طول ریشه و سطح ریشه:** این صفات هیچ‌یک تحت تأثیر نوع مخلوط چمن و شبدرهای مورد مطالعه و سطوح تنش قرار نگرفتند (جدول ۶). اما در مطالعه‌ای (۲۹) با بررسی اثر تنش خشکی بر سه گونه فستوکا ارون‌دیناسه، لولیوم پرنه و آگروپایرون بومی چنین بیان نمود که واکنش هر گونه نسبت به سطوح تنش خشکی متفاوت بود به طوری که در فستوکا با تشدید تنش از شاهد به حد ۲۵ درصد ظرفیت زراعی افزایش طول ریشه دیده شد که پاسخ آگروپایرون هم مشابه بود و حتی میزان افزایش طول ریشه چشمگیرتر از فستوکا بود. اما بالعکس، پاسخ لولیوم پرنه کاملاً متفاوت بود و تشدید تنش به طور قابل ملاحظه‌ای طول ریشه را کاهش داد. در مطالعه دیگر نیز (۵) هم‌چون مطالعه حاضر، اثر نوع گیاه، تنش و اثر متقابل تنش و نوع

نتایج پژوهش‌گران مختلف در رابطه با اثر تنش خشکی بر میزان وزن تر و خشک ریشه متفاوت است به طوری که در مطالعه بیات (۵) تفاوت وزن خشک تولیدی توسط جمعیت‌های مختلف آگروپایرون از سطح تنش خشکی نرمال (۷۵ درصد ظرفیت زراعی) تا شدیدترین سطح تنش (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) معنی‌دار نبود گرچه افزایش مختصری مشاهده گردید. البته این نتیجه برای ارقام مختلف آگروپایرون متفاوت بود به طوری که با تشدید تنش خشکی، وزن خشک ریشه برای رقم M ۲۰۸ روند کاهشی داشت. هم‌چنین مطابق نتایج پژوهش‌گران (۲۹) پاسخ گونه‌های مختلف چمنی به تشدید تنش متفاوت بود به طوری که وزن خشک ریشه از سطح نرمال تا تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) برای آگروپایرون و فستوکا به ترتیب به میزان ۲۷ و ۸/۴ درصد افزایش اما برای لولیوم پرنه ۱۲/۱ درصد کاهش نشان داد.

در مطالعه حاضر تنش خشکی تا سطح ۶۵ درصد ظرفیت زراعی توانست موجب افزایش وزن تر و خشک ریشه گردد و تشدید تنش از این سطح به بعد اثر معکوسی بر روی وزن ریشه داشت به طوری که کاهش محسوس وزن ریشه در شدیدترین حالت تنش، کاملاً مشهود بود (شکل ۲). بنابراین مطابق نتایج سایر پژوهش‌گران می‌توان این امر را این‌گونه توجیح نمود که تشدید تنش تا سطح متوسط (۶۵ درصد) با تخصیص بیش‌تر سهم مواد آسمیله به رشد ریشه، وزن خشک ریشه را افزایش داده بدین ترتیب آب قابل دسترس برای گیاه بیش‌تر شده و پاسخ بهتری به تنش خشکی می‌دهد (۲۴). از سویی دیگر بنا بر مطالعات صورت گرفته توسط پژوهش‌گران مختلف، پاسخ گونه‌های مختلف به تنش خشکی و میزان حساسیت آن‌ها متفاوت است. طبق مطالعه‌ای (۲۹) پاسخ لولیوم پرنه با پاسخ فستوکا ارون‌دیناسه و آگروپایرون به تنش خشکی متفاوت بود با تشدید یافتن تنش، وزن خشک

گیاه بر قطر ریشه چمن‌های مورد مطالعه معنی‌دار نشد.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر این موضوع است که در رقابت بین ۶ نوع مخلوط چمن و شبدر، ترکیب فستوکا + ریز شبدر (FM)، لولیوم + ریز شبدر (LM)، لولیوم + شبدر سفید (LT)، فستوکا اروندیناسه + لولیوم پرنه + ریز شبدر (FLM)، فستوکا اروندیناسه + لولیوم پرنه + ریز شبدر + شبدر سفید (FLTM) در مقایسه با چمن مخلوط تجاری (S)، بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع به‌ترتیب مربوط به چمن مخلوط LT با میانگین ۵/۸۹ سانتی‌متر و چمن مخلوط FLTM با میانگین ۵/۰۲ سانتی‌متر بود. از نظر وزن تر و خشک اندام هوایی، LT و FLTM بیش‌ترین و FM کم‌ترین مقادیر وزن تولیدی را به خود اختصاص دادند.

از سوی دیگر تنش ۶۵ درصد ظرفیت زراعی تأثیر معنی‌داری بر روی ارتفاع گیاهان نگذاشت و اختلاف معنی‌دار در سطوح ۴۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. تنها تأثیر معنی‌دار شدت تنش در سطح ۲۵ درصد ظرفیت زراعی بر روی عرض برگ و تعداد پنجه‌ها معنی‌دار شد و جالب این‌که شدت تنش تا حد ۴۵ درصد نتوانست به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای اثر منفی بر روی وزن تر و خشک اندام هوایی مخلوط چمن و شبدر بگذارد و تنها سطح شدید تنش ۲۵ درصد این صفات را کاهش داد. از نظر اندام‌های زیرزمینی گیاهان مورد مطالعه، بیش‌ترین مقادیر وزن تر و خشک ریشه مربوط به مخلوط‌های FLTM و LM و سپس FM بود. اما کم‌ترین مقادیر وزن تر و خشک تولیدی ریشه مربوط به چمن LT به‌ترتیب با مقادیر ۳۸/۶۸ و ۹/۵۲ گرم در گلدان مشاهده گردید. به بیانی دیگر، تنش ملایم ۶۵ درصد ظرفیت زراعی توانست

صفات وزن تر و خشک و حجم ریشه را در مخلوط‌های چمن و شبدر افزایش دهد این در حالی است که بین سطح ۸۵ با ۴۵ درصد اختلاف معنی‌داری از نظر صفات فوق مشاهده نگردید و تنها سطح تنش شدید ۲۵ درصد به‌طور کاهنده‌ای توانست بر صفات فوق اثر بگذارد. به بیانی دیگر قدرت تحمل این نوع مخلوط‌های چمن و شبدر نسبت به تنش خشکی بسیار جالب توجه است که تا سطح تنش ۴۵ درصد ظرفیت زراعی به خوبی مقاومت نمودند و واکنش معنی‌دار آن‌ها به اثر خشکی در تنش شدید ۲۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده گردید. از سویی دیگر بسیار قابل‌توجه است که تمام مخلوط‌های چمن و شبدر مورد مطالعه به جز LT از نظر صفات ریشه برتر از چمن تجاری اسپورت (S) بودند. با وجود این‌که چمن اسپورت یک ترکیب تجاری مورد استفاده در فضای سبز شهری است و هم‌چنین در بین ترکیبات مورد بررسی از نظر برتری صفات اندام هوایی، برترین مخلوط، FLTM بود که باز هم در رقابت با چمن اسپورت تجاری، نتایج بهتری در شرایط تنش خشکی بروز داد. این مطالعه نشان از نیاز کشور به کار بیش‌تر بر روی ترکیبات جدید چمن، در برابر تنش‌های مختلف و مطابقت بیش‌تر با اقلیم نقاط مختلف کشورمان است که نتایج ارزنده‌تری از مخلوط‌های تجاری چمن دارد. بدین‌ترتیب کنار گذاشتن ترکیبات مختلف تجاری چمن امری ضروری است که از کشورهای اروپایی عرضه می‌گردد و بررسی در مورد میزان مقاومت به خشکی و سایر تنش‌ها در آن‌ها به صورت مطالعات علمی صورت نگرفته تا با نیاز کم‌آبی کشورمان هم‌خوانی داشته باشد.



### سپاسگزاری

معاونت علمی دانشگاه فردوسی مشهد اعلام می‌دارند. هم‌چنین از دوستان عزیزی که در اجرای این پژوهش ما را یاری نمودند از جمله خانم عاطفه حسین‌زاده و آقای محمد جواد ابراهیمی سپاسگزاریم.

این پژوهش بخشی از رساله دکتری در قالب طرح پژوهشی شماره ۳/۳۳۴۱۴ می‌باشد که با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شده است. نگارندگان مراتب سپاسگزاری خود را از

### منابع

1. Albouchi, A., Béjaoui, Z. and El Aouni, M.H. 2003. Influence d'un stress hydrique modéré ou sévère sur la croissance de jeunes plants de *Casuarina Glauca* Sieb. Science et changements planétaires, Sécheresse. 3: 137-142.
2. Alvarez, S., Navarro, A., Banon, S. and MJ, S.B. 2009. Regulated deficit irrigation in potted *Dianthus* plants: Effects of severe and moderate water stress on growth and physiological responses. Sci. Hort. 122: 579-585.
3. Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P. and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? Ann. Bot. 89: 925-940.
4. Baaee, K., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavi, S.A.M. and Jabbari, R. 2010. Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Med. Arom. Plants. 26: 2. 239-251. (In Persian)
5. Bayat, H., Nemati, H., Tehranifar, A. and Gazanchian, A. 2016. Evaluation of native population potential of *Agropyron crystatum* to introduction of low input lawn. PhD thesis in Ferdowsi university of Mashhad. (In Persian)
6. Bigelow, C.A., Macke, G.A., Johnson, K. and Richmond, D.S. 2020. Cool-season lawn performance as influenced by 'Microclover' inclusion and supplemental nitrogen. Int. Turfgrass Soc. Res. J. (ITSRJ). pp. 1-32.
7. Bruneton, J. 1999. Pharmacognosy, Phytochemistry Medicinal Plants. Lavoisier Intercept, London, UK, pp. 117-118.
8. Chen, L., Li, D., Shao, Y., Adni, J., Wang, H., Liu, Y. and Zhang, Z. 2020. Comparative analysis of soil microbiome profiles in the companion planting of white clover and orchard grass using 16S rRNA gene sequencing data. Front. Plant Sci. pp. 1-11.
9. Dernoeden, P.D., Caroll, M.J. and Krouse, J.M. 1994. Moving of three fescue species for low management turf sites. Crop Sci. 34: 1645-1649.
10. Fu, J., Fry, J. and Huang, B. 2004. Minimum water requirements of four turfgrasses in the transition zone. Hort. Sci. 39: 1740-1744.
11. Gazanchian, A., Hajheidari, M., Sima, N.K. and Salekdeh, G.H. 2006. Proteome response of *Elymus elongatum* to severe water stress and recovery. J. Exp. Bot. 58: 291-300.
12. Gazanchian, A., Khosh Kholgh Sima, N.A., Malboii, M.A., Majidi Heravan, A. and Hosini Salkade, Gh. 2005. Investigation of Physiological and Molecular Aspects of Drought Resistance in Stable Grasses. PhD Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch. (In Persian)
13. Glaz, B., Dolen, M. and Doroub, S.H. 2004. Sugarcane photosynthesis, Transpiration and stomatal conductance due to flooding and water Table. Crop Sci. 44: 1633-1641.
14. Guy, C., Hennessy, D., Gilliland, T.J., Coughlan, F., McClearn, B., Dineen, M. and McCarthy, B. 2018. Comparison of perennial ryegrass, *Lolium perenne* L., ploidy and white clover, *Trifolium repens* L., inclusion for herbage production, utilization and nutritive value. Grass Forage Sci. 73: 4. 865-877.
15. Hakimi Mibodi, M.H. and Sadeghi Nia, M. 2010. Identification of Iranian Rangeland Plants. University Publication Center. 189p. (In Persian)
16. Heijden, S.A. and Roulund, N. 2010. Genetic gain in agronomic value of forage crops and turf. In: C. Huyghe (ed.) A Review of Sustainable Use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding. pp. 247-260.

17. Hong-Bo, S. and Li-ye, C. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical change in higher plants. *Curr. Res. Biol.* 331: 215-225
18. Hosseini, S.M., Kafi, M. and Arghavani, M. 2016. Effect of salicylic acid on physiological and morphological characteristics of *Lolium perenne* cv. Numan under drought stress. *Hort. Sci.* 47: 2. 167-176. (In Persian)
19. Kim, K., Sherman, R.C. and Riordan, T.P. 1999. Top growth and rooting responses of tall fescue cultivars growth in hydroponics. *Crop Sci.* 39: 1431-1434.
20. Liu, Z.Ch. and Wang, L. 2014. A plant species (*Trifolium repens*) with strong enrichment ability for mercury. *Ecol. Eng.* 10: 349-350.
21. Mahdavi, R., Parsa, M., Gazanchian, A. and Khazaie, H. 2017. The effect of different levels of soil moisture on visual quality, morphological and physiological characteristics of three native grass species. *Hort. Sci.* 31: 1. 216-235. (In Persian)
22. Meyer, W.A. 1989. Breeding disease-resistant, persistent low-maintenance turf. *Ground- Maint.* 24: 68-139.
23. Mohsenzadeh, S., Malboobi, M.A., Razavi, K. and Farrahi-Ashtiani, S. 2006. Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (Poaceae) to water deficit. *Environ. Exp. Bot.* 56: 314-322.
24. Pitcarin, C.E.R. and Grace, J. 1982. The effect of wind and a reduced supply of phosphorus and nitrogen on the growth and water relations of *Festuca arundinace* schreb. *Ann. Bot.* 49: 649-660.
25. Rehman, S., Harris, P., Bourne, W. and Wilkin, J. 1996. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium content of *Acacia* seeds. *Seed Sci. Technol.* 25: 45-57.
26. Richards, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regul.* 20: 157-166.
27. Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Holaday, A.S. 1990. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Sci.* 30: 105-111.
28. Selahvarzi, Y., Tehranifar, A., Gazanchian, A. and Arooei, H. 2006. Evaluation of drought stress and irrigation again on morphological, physiological and biochemical response on native and commercial turfgrasses. M.Sc. thesis in Ferdowsi university of Mashhad. (In Persian)
29. Shojaii Karizaki, M., Gazanchian, A. and Dehgan Zadeh, H. 2010. Assessment of aquatic, quantitative and qualitative relationships of four national and imported law species turfgrasses in response to different soil moisture levels. Faculty of Science, Payame Noor University of Isfahan. (In Persian)
30. Sincik, M. and Acikgoz, E. 2007. Effects of white clover inclusion on turf characteristics, nitrogen fixation, and nitrogen transfer from white clover to grass species in turf mixtures. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 38: 1861-1877.
31. Sobrado, M. 1989. Leaf rolling: a visual indicator of water deficit in maize (*Zea mays* L.) *Maydica.* 32: 9-18.
32. Tehranifar, A., Selahvarzi, Y., Gazanchian, A. and Arooei, H. 2009. Drought resistance mechanisms of native and commercial turfgrasses under drought stress: Shoot responses. *Hort. Plant.* 23: 1. 1-9. (In Persian)
33. Viera, H.J., Bergamaschi, H., Angelocci, L.R. and Libardi, P.L. 1991. Performance of two bean cultivars under two water availability regimes. II. Stomatal resistance to vapour diffusion, transpiration flux density and water potential in the plant (in Portugal). *Pesqui Agropecu Bras.* 9: 1035-1040.
34. Wagner, M., Henle, W., Schneider, H., Thumm, U. and Claupein, W. 2010. Proceedings 2<sup>nd</sup> Conference European Turfgrass Society. pp. 228-230.
35. Zhang, X., Zhang, L., Dong, F., Gao, J., Galbraith, D.W. and Song, C.P. 2001. Hydrogen peroxide is involved in abscisic acid- induced stomatal closure in *Vicia Faba*. *Plant physiol.* 126: 1438-1448.