The University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

Turf Quality Characteristics of Native and Foreign Genotypes of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* (Schreb.) Response to Different Levels of Mowing Height

Rahim Amirikhah [1], Nematollah Etemadi[2]✉, Mohammad R. Sabzalian[3], Ali Nikbakht[4]

1. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. E-mail: r.amirikhah@alumni.iut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. E-mail: etemadin@cc.iut.ac.ir
3. Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. E-mail: sabzalian@iut.ac.ir
4. Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. E-mail: anikbakht@iut.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 14 August 2022

Received in revised form: 6 August 2023

Accepted: 10 September 2023

Published online: 22 December 2023

Keywords:

Mowing Height,

Turf Color,

Green Cover,

Turf Quality.

ABSTRACT

Tall fescue (*Festuca arundinacea* (Schreb.) is a more desirable turfgrass in the transition zone due to its drought avoidance as well as tolerance to shade, salinity, and warm temperatures stresses. The present research was conducted to evaluate the different aspects of turfgrass quality in tall fescue in response to different levels of mowing height. A factorial experiment (12 genotypes × 3 mowing heights) was schemed based on a completely randomized design with three replications. After establishment, tall fescues genotypes were subjected to different heights of mowing as follows: 2.0, 4.0, and 6.0 cm. The results showed that there was a significant variation in terms of the turf characteristics between the genotypes of tall fescue. Among that, 75B resulted in the best quality and performance against mowing shock. Increasing mowing height increased turf quality, turf color, and turf cover, as well as turf softness, in all the tall fescue genotypes. Regardless of the genotype, the data support the general mowing height recommendation for tall fescue of 4.0 to 6.0 cm. Overall, based on the results of this study, 75B (a native genotype) was selected as a superior genotype for its turf quality and tolerance to low moving heights, and can be used as turfgrass in landscapes.

Cite this article: Amirkhah, R., Etemadi, N., Sabzalian, M. R. & Nikbakht, A. (2023). Turf Quality Characteristics of Native and Foreign Genotypes of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* (Schreb.) Response to Different Levels of Mowing Height. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 54 (4), 703-722. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.346026.2047

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.346026.2047

Extended Abstract

Introduction

Turfgrass has a unique role in the aesthetics of urban landscapes and, definitely, provides a suitable surface for recreational sports/ activities. However, turfgrass requires high life-cycle costs, including fore fertilizer, water use, and high mowing rates, to maintain acceptable quality (Bread, 2002). The replacement of common turfgrass with native turfgrass species, was suggested as an important strategy for efficient water usage in urban green spaces. The native grass species are attributed to their tolerance of water shortage (Carrow, 1995). Tall fescue (*Festuca arundinacea* (Schreb.) is a more desirable turfgrass in the transitional climatic zones due to its drought avoidance as well as tolerance to shade, salinity, and warm temperatures stresses (Schiavon *et al*.,

2021). However, the main reasons for its lack of use in landscapes and sports fields are its rough leaf texture, insufficient tolerance to low mowing height, and slight leaf tip burn during the winter (Shimizu, 2009; Schiavon *et al*., 2021). Therefore, it is very important to identify genotypes of native tall fescue that have tolerance to low mowing heights for use as turfgrass. The present research was conducted to evaluate the different aspects of turfgrass quality in native and foreign tall fescue genotypes in response to different levels of mowing height.

Material and Methods

In this study, 12 genotypes including, six native genotypes and six foreign ones of tall fescue were used as plant materials. Seeds from each genotype were broadcasted at 25 g/m^2 in plastic pots filled with loam soil. Following seeding, the surface of each pot was covered with a 5-mm layer of mulch (manure) to facilitate germination. The experimental design was a completely randomized design, with three replications and two pots in each replicate. Treatments are arranged in a 12×3 factorial scheme, with 12 genotypes and three mowing treatments. After establishment, tall fescue genotypes were subjected to different heights of mowing as follows: 2.0, 4.0, and 6.0 cm. Several indices, including shoot growth reduction, dry weight of clipping, turf quality, turf color, turf cover, turf stiffness or softness, and low-mowing tolerance, were evaluated during the experiment.

Results and Discussion

Analysis of variance revealed significant differences for turf characteristics such as visual quality, turf cover, turf color, and low-mowing tolerance across genotypes. Furthermore, there was no significant interaction between genotype and mowing height on turf characteristics, indicating similar patterns of genotypes in response to different mowing heights. The results showed that higher mowing heights (4.0 and 6.0 cm) enhanced turf quality, turf color, and turf cover, as well as turf softness, in all the tall fescue genotypes. The most suitable level of mowing height in tested genotypes was 6.0 cm, although some genotypes, including 75B and Pacer, had good tolerance at the level of 4.0 cm. Regardless of the genotype, the data support the general mowing height recommendation for tall fescue of 4.0 to 6.0 cm. Based on the results of cluster analysis and principal component analysis, the genotypes were assigned to 3 clusters, and the 75B genotype from cluster 3 exhibited the highest ratings for visual quality (7.24), green cover (85.92%), color (7.60), and low mowing tolerance (2.11), as well as the lowest leaf width (2.95 mm) and growth reduction (27.66%) during the experiment, suggesting that the 75B genotype exhibited the best quality and performance against mowing shock.

Conclusion

Results of this study revealed that several turf characteristic differences exist among native and foreign genotypes of tall fescue, and not many genotypes can be used in landscape as turf-type tall fescue. Furthermore, mowing heights in the range of 4.0–6.0 cm provide acceptable turf quality for the genotypes tested. Based on the results of this study, 75B (a native genotype) was selected as a superior genotype for its turf quality and tolerance to low moving heights, and ability to be used as turfgrass in landscapes.

.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۴، شماره ۴

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

ارزیابی ویژگی‌های چمنی ژنوتیپ‌های بومی و غیربومی چمانواش‌بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.) در پاسخ به سطوح مختلف چمن‌زنی

رحیم امیری خواه [۱] | نعمت‌اله اعتمادی [۲]✉ | محمدرضا سبزعلیان [۳] | علی نیکبخت [۴]

۱. دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، اصفهان، ایران. رایانامه: r.amirikhah@alumni.iut.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، اصفهان، ایران. رایانامه: etemadin@cc.iut.ac.ir

۳. دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، اصفهان، ایران. رایانامه: sabzalian@iut.ac.ir

۴. دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، اصفهان، ایران. رایانامه: anikbakht@iut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:

ارتفاع چمن‌زنی، رنگ چمن، درصد پوشش، کیفیت ظاهری.

چکیده

گونه چمانواش‌بلند به خاطر مقاومت به خشکی و همچنین تحمل به سایر تنش‌های محیطی از جمله شوری، سایه و دمای بالا از اهمیت زیادی در مناطق معتدل برخوردار است. این آزمایش به‌منظور ارزیابی جنبه‌های مختلف کیفیت چمنی گونه چمانواش‌بلند در پاسخ به سطوح مختلف چمن‌زنی صورت گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل (۱۲ ژنوتیپ ×۳ سطح چمن‌زنی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. پس از استقرار کامل سبزفرش، هر ژنوتیپ در معرض سه سطح چمن‌زنی شامل ۲، ۴ و ۶ سانتی‌متر از سطح گلدان قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های بومی و غیربومی چمانواش‌بلند تنوع معنی‌داری از لحاظ ویژگی‌های چمنی موردمطالعه وجود داشت. به‌طوری‌که، ژنوتیپ بومی 75B دارای بهترین کیفیت ظاهری و تحمل به شوک چمن‌زنی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند بود. با افزایش ارتفاع چمن‌زنی، در همه ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند کیفیت ظاهری، رنگ سبزفرش، درصد پوشش و همچنین میزان نرمی و لطافت سبزفرش بهبود یافت. صرف‌نظر از اثر ژنوتیپ، به‌طورکلی براساس نتایج این آزمایش می‌توان سطح چمن‌زنی ۴ تا ۶ سانتی‌متر را برای چمانواش‌بلند پیشنهاد نمود. براساس نتایج این آزمایش، ژنوتیپ بومی 75B به خاطر کیفیت ظاهری بهتر و تحمل به سطوح پایین چمن‌زنی به عنوان ژنوتیپ برتر انتخاب شد که می‌تواند برای استفاده در فضای سبز پیشنهاد گردد.

استناد: امیری خواه، رحیم؛ اعتمادی، نعمت‌اله؛ سبزعلیان، محمدرضا و نیکبخت، علی (۱۴۰۲). ارزیابی ویژگی‌های چمنی ژنوتیپ‌های بومی و غیربومی چمانواش‌بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.) در پاسخ به سطوح مختلف چمن‌زنی. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۴ (۴)، ۷۲۲-۷۰۳. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.346026.2047

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.346026.2047

مقدمه

یکی از ملزومات اصلی منظر، سبزفرش‌ها هستند که به‌عنوان مهم‌ترین گیاهان پوششی و زمینه اصلی برای کاشت سایر گیاهان از قبیل درختان و درختچه‌ها، نقش مهمی در تحقق کارکردهای اکولوژیکی، زیباشناختی و اجتماعی فضاهای سبز ایفا می‌نمایند (Monteiro, 2017). به‌طورکلی، سبزفرش‌ها از جنبه‌ی کاربردی و بهبود شرایط زیست‌محیطی، نقش تزئینی و نقش تفریحی و ورزشی در زندگی روزمره انسان حائز اهمیت هستند (Beard, 2002). بااین‌وجود، در سال‌های اخیر به خاطر تغییرات اقلیمی وابسته به گرم شدن جهانی و کاهش نزولات جوی، منابع آبی روبه کاهش هستند. از سویی دیگر، گزینش گیاهان نامناسب و سطوح وسیع چمن‌کاری در منظرهای شهری، فشار بر منابع محدود آبی را افزایش می‌دهد (Aghaesmaili, 2019). به‌طوری‌که برخی از کشورهای جهان و ازجمله کشور ما ایران، در نگهداری و گسترش فضاهای سبز شهری با مشکل جدی روبه‌رو شده‌اند (Rohollahi *et al*., 2015). جایگزینی سبزفرش‌های متداول با باریک‌برگ‌های بومی متحمل به خشکی یکی از راه‌های مهم کاهش مصرف آب در فضای سبز شهری می‌باشد. بااین‌وجود، گونه‌های بومی سبزفرش معمولاً ازلحاظ کیفیت ظاهری قابلیت رقابت با گونه‌های سبزفرش وارداتی را ندارند که استفاده از آن‌ها را با محدودیت روبرو می‌کند؛ بنابراین، شناسایی و بهبود ویژگی‌های چمنی باریک‌برگان بومی که ظرفیت استفاده به‌عنوان سبزفرش را دارند و جایگزینی آن‌ها به‌جای گونه‌های رایج سبزفرش که نیاز آبی بالایی دارند یکی از روش‌های کاهش نیاز به آب در منظر شهری است (Nematollahi, 2019). گونه‌های بومی به خاطر سازگاری با شرایط اقلیمی رویشگاه‌های طبیعی خود، در مقایسه با چمن‌های دورگه و غیربومی قادرند در رویارویی با بسیاری از تنش‌های محیطی تحمل خوبی از خود نشان دهند (Carrow, 1995; Nematollahi, 2019).

در بین سبزفرش‌های فصل سرد، گونه چمانواش‌بلند یکی از متحمل‌ترین سبزفرش‌ها نسبت به دمای بالا، خشکی و شوری است. همچنین، به خاطر ریشه‌دهی عمیق، سازگاری به شرایط سایه، مقاومت به پاخوری و رقابت با علف‌های هرز در سال‌های اخیر بیشتر موردتوجه مدیران سبزفرش قرار گرفته است (Schiavon *et al*., 2021). بااین‌وجود، کاربرد آن در فضاهای سبز و زمین‌های ورزشی به خاطر بافت برگ خشن، تحمل کم به ارتفاع پایین سرزنی و خشکی جزئی در برگ‌ها در طول زمستان با محدودیت روبروست (Shimizu, 2009; Schiavon *et al*., 2021). در مقایسه با سایر گونه‌های سبزفرش، در سرزنی چمانواش‌بلند بایستی دقت لازم صورت گیرد. در این گونه، محل قرارگیری مریستم انتهایی در طوقه گیاه نسبت به دیگر گونه‌های چمنی کمی بالاتر است، بنابراین سرزنی این نوع سبزفرش نبایستی پایین‌تر از ناحیه یقه برگ صورت گیرد (Shimizu, 2009). ارتفاع پایین‌تر سرزنی ممکن است باعث حذف مریستم انتهای گردد که در درون طوقه قرار دارد. با توجه به تنوع زیاد گونه چمانواش‌بلند در کشور و همچنین برتری‌های نسبی این گونه نسبت به دیگر گونه‌های فصل سرد سبزفرش، شناسایی ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند مناسب برای کاربرد سبزفرش و متحمل به ارتفاع پایین سرزنی از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا، این آزمایش به‌منظور ارزیابی کیفیت و پاسخ به سطوح مختلف چمن‌زنی در ژنوتیپ‌های بومی و غیربومی چمانواش‌بلند و امکان معرفی آن‌ها به‌عنوان سبزفرش زینتی صورت گرفت.

پیشینهٔ پژوهش

کیفیت سبزفرش تابعی از ظاهر و کارایی آن می‌باشد. کیفیت ظاهری سبزفرش برحسب میزان زیبایی آن تعریف می‌گردد، عوامل اصلی کیفیت ظاهری سبزفرش شامل بافت، رنگ، یکنواختی، تراکم، نرمی و لطافت و عادت رشد می‌باشد که در بین آن‌ها تراکم، رنگ و بافت دارای اهمیت بیشتری هستند کیفیت کاربردی سبزفرش به استقامت، ضربه‌پذیری، برگشت‌پذیری، ریشه‌دهی کافی و پایداری آن در خاک، تولید و توانایی در ترمیم خسارات وارده بستگی دارد (Beard, 2002; Stier *et al*.,

1Turfgrass
2Collar

(2013. با ارزیابی کیفیت سبزفرشی ۱۴ جمعیت بومی، جمعیت‌های اصفهان و بروجن به‌عنوان منابع ژنتیکی مناسبی برای برنامه‌های اصلاحی، باهدف معرفی سبزفرش نیازمند مراقبت پایین معرفی شدند (Rohollahi *et al*., 2015). در ارزیابی دیگری از جمعیت‌های بومی سبزفرش برمواداگرس، جمعیت شماره ۸۸ مناسب‌ترین کیفیت ظاهری و رنگ را بین سایرین به خود اختصاص داد (Etemadi, 2005). همچنین، توده‌های بومی علف گندمی تاجدار تنوع معنی‌داری ازلحاظ کیفیت ظاهری و کیفیت چمن‌زنی نشان دادند (Bayat *et al*., 2015; Sheykh Mohamadi, 2017).

چمن‌زنی یکی از عملیات‌های پرکاربرد و هزینه‌بر در نگهداری سطوح چمن‌کاری می‌باشد. حتی در صورت مهیا بودن سایر عوامل ازجمله رطوبت، کوددهی و کنترل آفات و بیماری‌ها، چمن‌زنی نامناسب می‌توانند سبب کاهش رشد، کارکرد و پایداری سبزفرش شود (Law *et al*., 2017). چمن‌زنی حتی وقتی به‌درستی اعمال می‌شود یک تنش برای گیاه به حساب می‌آید و منجر به کاهش سطح برگ سبزفرش می‌گردد یعنی محل اصلی برای فتوسنتز و تولید کربوهیدرات کاهش می‌یابد (Law *et al*., 2017; Schiavon *et al*., 2021; Lulis & Kaminski, 2022). بااین‌وجود، سطوح مختلف چمن‌زنی می‌تواند کیفیت سبزفرش را به شدت تحت تأثیر قرار دهد (Frank *et al*., 2004)؛ بنابراین، تعیین سطح چمن‌زنی در گونه‌های مختلف و حتی ارقام مختلف یک گونه جهت حفظ کیفیت و پایداری سبزفرش ضروری است. به‌عنوان مثال، پاسخ ارقام مختلف سبزفرش بوفالوگراس به سطوح مختلف چمن‌زنی متفاوت بود و کیفت ظاهری در همه ارقام موردبررسی در سطح چمن‌زنی ۵ سانتی‌متر بهتر از سطوح ۲/۵ و ۷/۵ سانتی‌متر بود (Franke *et al*., 2004). قدرت رشد در سبزفرش‌های که به‌طور مداوم از ارتفاع پایین سرزنی می‌شوند، به‌ویژه رشد تابستانه آن‌ها به خاطر سطح پایین کربوهیدرات ممکن است کاهش یابد که به دلیل کاهش سطح برگ و میزان فتوسنتز است (Liu & Huang, 2003; Schiavon *et al*., 2021). در این راستا، کاهش ارتفاع سرزنی سبب افت کیفیت ظاهری و کاهش ۳۶ درصدی در رشد ریشه سبزفرش بنت‌گرس‌خزنده[1] گردید (Fagerness & Yelverton, 2001; Lulis & Kaminski, 2022). همچنین، با سرزنی سبزفرش در پایین‌تر از حد تحمل، امکان هجوم علف‌های هرز بیشتر می‌شود (Hoyle, 2009; Voigt *et al*., 2001; Landschoot *et al*., 2022). در چمانواش‌بلند سرزنی شده در سطح ۲/۵ سانتی‌متری، گسترش علف هرز کرب گرس (*Digitaria sanguinalis* L.) در سبزفرش حدود ۳۷ درصد افزایش یافت درحالی‌که در چمن‌های سرزنی شده در سطح ۵/۱ تا ۷/۶ سانتی‌متر گسترش این علف هرز تنها ۸ درصد افزایش یافته بود (Voigt *et al*., 2001). چمن‌زنی در ارتفاع بالاتر از حد تحمل معمولاً با رشد بیشتر سبزفرش، افزایش شیوع بیماری‌ها و ضخیم‌تر شدن لایه کاهبرگ (Thatch) همراه است (Schiavon *et al*., 2021; Frank *et al*., 2004).

روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش در محل گلخانه‌های آموزشی- پژوهشی در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان صورت گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و دو گلدان در هر تکرار انجام گرفت. عامل اول شامل ۱۲ سطح ژنوتیپ چمانواش‌بلند و عامل دوم سطوح چمن‌زنی ۲، ۴ و ۶ سانتی‌متر از سطح گلدان را در بر می‌گرفت. ژنوتیپ‌های چمانواش بلند از کلکسیون موجود در دانشگاه صنعتی اصفهان انتخاب و تهیه گردید. نام و منشأ ژنوتیپ‌های مورداستفاده در این آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است که انتخاب سطوح چمن‌زنی بر اساس سطوح موردنیاز برای سبزفرش‌های گلف، پارک و سبزفرش‌های کم نهاده در حاشیه خیابان‌ها بود.

1*Agrostis stolonifera* L.
2*Digitaria sanguinalis* L.
3Thatch

جدول ۱. نام و منشأ ژنوتیپ‌های بومی و خارجی چمانواش‌بلند موردمطالعه در این آزمایش

ردیف	کد ژنوتیپ	منشاء
۱	75B	ایران، استان کردستان
۲	75C	ایران، استان کردستان
۳	Soh1	ایران، استان اصفهان
۴	Soh2	ایران، استان اصفهان
۵	Abr	ایران، استان مازندران
۶	Mazandaran	ایران، استان مازندران
۷	Pacer	ایالات متحده امریکا
۸	Thoroughbred	ایالات متحده امریکا
۹	Water saver	ایالات متحده امریکا
۱۰	Barete	ایالات متحده امریکا
۱۱	Silverado	امریکا، ایالت اوریگون
۱۲	Jaguar 2	ایالات متحده امریکا

برای کاشت از گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر استفاده گردید. به‌منظور زهکشی مناسب، کف گلدان‌ها حدود ۳ الی ۴ سانتی‌متر سنگریزه ریخته شد و سپس با بستر خاکی با بافت لوم پر شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده در جدول ۲ آمده است. برای هر ژنوتیپ، به میزان ۲۵ گرم در مترمربع بذر بر روی سطح گلدان‌ها به‌صورت دستی پاشیده شد و سپس با یک‌لایه نازک حدود نیم سانتی‌متر کود دامی الک‌شده جهت حفظ رطوبت پوشانده شدند. پس از استقرار کامل سبزفرش و پوشیده شدن سطح گلدان‌ها تیمار سرزنی اعمال گردید. برای تیمار سرزنی، سبزفرش‌ها به‌صورت دو هفته یک‌بار در سطوح ۲، ۴ و ۶ سانتی‌متری از سطح گلدان‌ها سرزنی شدند. لازم به ذکر است که برای جلوگیری از شوک سطوح پایین چمن‌زنی، سطوح ارتفاع چمن‌زنی به‌صورت تدریجی اعمال گردید.

جدول ۲. برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مورداستفاده برای گلدان‌ها

بافت	**شن** (درصد)	**رس** (درصد)	**سیلت** (درصد)	**ماده آلی** (درصد)	**هدایت الکترولیت** (دسی‌زیمنس بر متر)	**پی‌اچ**
لوم	۴۳/۳	۳۴/۰	۱۹/۷	۱/۸	۲/۱۴	۷/۹

(منبع: یافته های تحقیق)

در طول دوره‌ی اعمال تیمار چمن‌زنی که حدود ۴ ماه به طول انجامید، صفات مختلف شامل رنگ، بافت، سطح پوشش، کیفیت چمنی، میزان خشبی بودن ، وزن خشک قسمت زده‌شده، تحمل به ارتفاع پایین سرزنی و میزان کاهش رشد در طول آزمایش به شرحی که در ادامه آورده شده اندازه‌گیری شدند. برای تعیین رنگ و کیفیت ظاهری سبزفرش از امتیازدهی بصری بر اساس مقیاس ۱ تا ۹ استفاده گردید. در ارزیابی مذکور که بر اساس دستورالعمل برنامه ملی ارزیابی سبزفرش[۲] صورت گرفت امتیاز ۹ به سبزفرش‌های با رنگ سبز تیره، تراکم بالا و بافت مطلوب و امتیاز ۱ به چمن‌های کاملاً زردرنگ و با تراکم پایین و بافت نامطلوب اختصاص یافت. امتیاز ۶ به‌عنوان حداقل کیفیت ظاهری بود که مناسب برای کاربرد سبزفرش در نظر گرفته شد. جهت تعیین بافت برگ از هر واحد آزمایشی ۱۰ نمونه برگی به‌طور تصادفی انتخاب گردید و عرض برگ در قسمت میانی آن با دستگاه کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان بافت برگ گزارش گردید. درصد

[1]. Stiffeness/Softness

[2]. NTEP, National Turfgrass Evaluation Program

پوشش سبزفرش به‌صورت بصری بر اساس میزان پوشش سطح گلدان‌ها توسط سبزفرش بررسی گردید و بر اساس مقیاس ۱ تا ۱۰۰ امتیازدهی صورت گرفت. امتیاز ۱ به سطح بدون پوشش سبز و امتیاز ۱۰۰ به سطح دارای پوشش کامل و یکنواخت از سبزفرش اختصاص یافت. میزان نرمی و لطافت تاج پوشش سبزفرش یکی از ویژگی‌های مهم سبزفرش‌ها است که نشان‌دهنده این است که وقتی از سبزفرش استفاده می‌شود میزان احساس نرمی و یا خشبی بودن سبزفرش چگونه است. در این آزمایش، میزان خشبی بودن تاج پوشش بر اساس واحد ۱ تا ۱۰ امتیازدهی شد. به‌طوری‌که عدد ۱ نشان‌دهنده حداقل خشبی بودن یا حداکثر نرم بودن بافت سبزفرش با لمس کردن تاج پوشش و امتیاز ۱۰ نشان‌دهنده حداکثر خشبی بودن تاج پوشش سبزفرش بود (Zamin *et al*., 2020). برای اندازه‌گیری وزن خشک بخش حاصل از سربرداری، سبزفرش‌ها دو هفته یک‌بار از سطح چمن‌زنی موردنظر سرزنی و بخش زده‌شده سبزفرش جمع‌آوری و در درون پاکت کاغذی ریخته شدند. نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس وزن خشک با ترازوی دیجیتال با دقت ۱ میلی‌گرم اندازه‌گیری شد. تحمل به ارتفاع پایین سرزنی بر اساس ارزیابی بصری و امتیازدهی ۰ تا ۳ صورت گرفت. کد صفر برابر عدم تحمل، کد ۱ برابر تحمل ضعیف، کد ۲ تحمل متوسط، کد ۳ نشان‌دهنده تحمل خوب به ارتفاع پایین سرزنی است (Casler, 2006). در طول آزمایش، قبل از سرزنی سبزفرش‌ها ارتفاع سبزفرش اندازه‌گیری و میزان رشد در طول دو هفته محاسبه گردید. کاهش میزان رشد سبزفرش در طول تیمار سرزنی با استفاده از درصد کاهش در رشد سبزفرش در آخرین زمان اندازه‌گیری نسبت به میزان رشد در دو هفته اول بعد از شروع تیمار بر اساس معادله زیر محاسبه گردید.

$$\text{درصد کاهش رشد چمن} = \left(\frac{GR1 - GR2}{GR1}\right) \times 100 \quad \text{رابطهٔ ۱)}$$

GR1: میزان رشد در دو هفته اول بعد از شروع تیمار، GR2: میزان رشد سبزفرش در هفته ۱۲ بعد از شروع تیمار

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

پس از واردکردن داده‌های به‌دست‌آمده از هر آزمایش در نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۶ و بررسی نرمال بودن آن‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها به کمک نرم‌افزار سیستم پردازش آماری SAS (نسخه ۹,۴) انجام و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) با سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. جهت تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم نمودار بای پلات از نرم‌افزار Statgraphices نسخه ۱۸ و برای تجزیه خوشه‌ای و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش

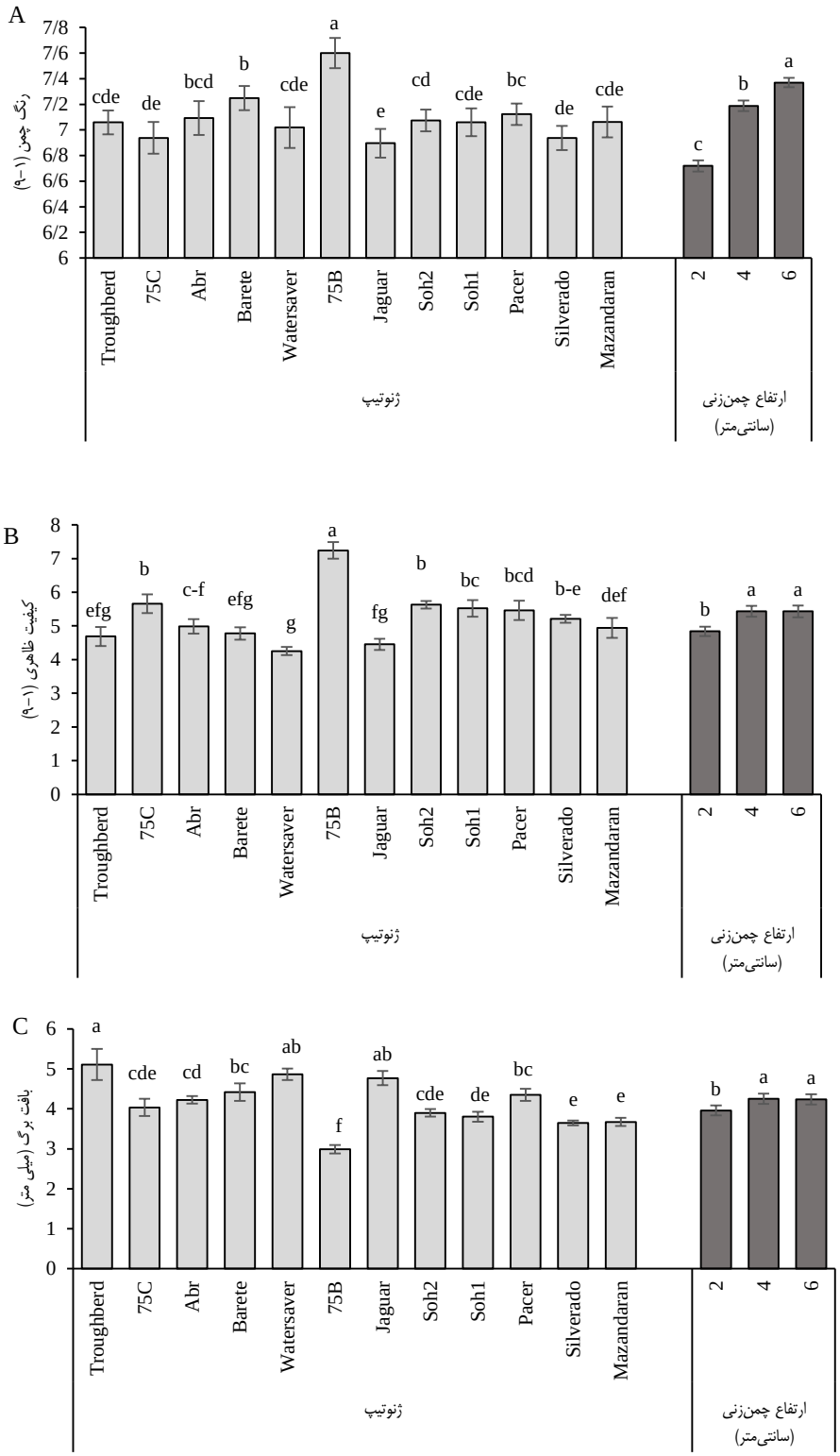
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ژنوتیپ و ارتفاع چمن زنی بر میزان رنگ سبزفرش، کیفیت ظاهری و بافت برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بااین‌وجود، برهمکنش معنی‌داری بین ژنوتیپ و تیمار سرزنی بر رنگ سبزفرش، کیفیت ظاهری و بافت برگ مشاهده نگردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که رنگ و کیفیت ظاهری در سبزفرش‌های سرزنی شده در ارتفاع ۲ سانتی‌متر نسبت به سطوح ۴ و ۶ سانتی‌متر کاهش معنی‌داری داشت. افزون براین، سطح متوسط چمن‌زنی (۴ سانتی‌متر) کاهش معنی‌داری از لحاظ رنگ سبزفرش نسبت به سطح بالای چمن‌زنی (۶ سانتی‌متر) نشان داد (شکل ۱). همچنین، نتایج نشان داد که میزان رنگ و کیفیت ظاهری سبزفرش در بین ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند متفاوت بود، به‌طوری‌که ژنوتیپ 75B از کیفیت (امتیاز ۷/۲) و رنگ (امتیاز ۷/۶) بالاتری نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برخوردار بود (شکل ۱).

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای ویژگی‌های چمنی ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند تحت تاثیر سطوح مختلف چمن‌زنی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کیفیت ظاهری	رنگ سبزفرش	درصدپوشش	بافت سبزفرش	نرمی یا خشن بودن	تحمل به ارتفاع پایین سرزنی	وزن خشک بخش سرزنی‌شده	درصد کاهش رشد
ژنوتیپ	۱۱	۵/۵۲ **	۰/۳۱ **	۶۲/۳۱ **	۲/۲۳ **	۴/۷۱ **	۱/۰۳ **	۵/۶۷ *	۷۴۳/۰ **
ارتفاع سرزنی	۲	۴/۲۶ **	۴/۰۵ **	۶۱۲/۷۴ **	۰/۹۹ *	۰/۷۶ *	۵۰/۳۸ **	$۲/۱۳^{ns}$	۲۲۵۶۱/۵ **
ژنوتیپ × ارتفاع سرزنی	۲۲	$۰/۳۸^{ns}$	$۰/۰۲^{ns}$	$۱۶/۰۸^{ns}$	$۰/۱۲^{ns}$	$۰/۱۲^{ns}$	$۰/۲۱^{ns}$	$۲/۷۰^{ns}$	۹۶/۴ **
خطا	۷۲	۰/۳۶	۰/۰۳	۳۲/۷۸	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۱۸	۲/۴۹	۳۳/۵
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۵۶	۲/۵۲	۷/۰۷	۱۳/۵۳	۷/۷۶	۲۸/۲۴	۱۶/۶۶	۱۳/۵۷

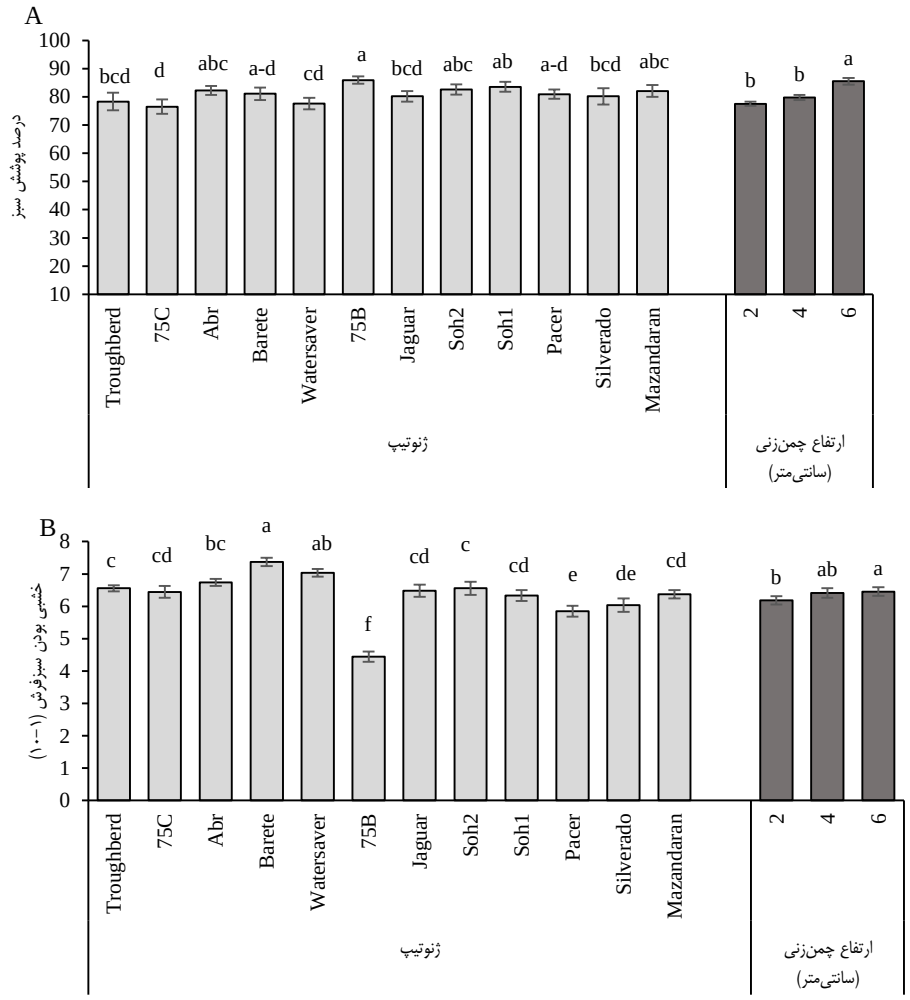
ns، * و **: به ترتیب نشان هنده نبود اختلاف معنی دار و تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. (منبع: یافته های تحقیق)

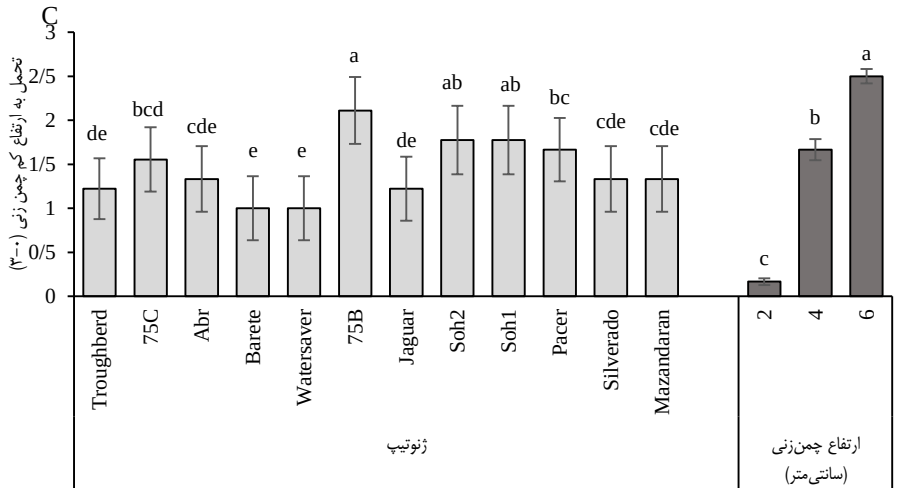
بر اساس نتایج به‌دست‌آمده (شکل ۱)، در بین ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند، ژنوتیپ 75B باریک‌ترین بافت برگ (۲/۹۸ میلی‌متر) را نشان داد. پهن‌ترین بافت برگ (۵/۱۰ میلی‌متر) در ژنوتیپ Troughberd مشاهده شد که با ژنوتیپ‌های Watersaver و Jaguar تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف چمانواش‌بلند ازلحاظ رنگ، کیفیت ظاهری و بافت برگ در پاسخ به سطوح مختلف چمن‌زنی. برای هر عامل، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند. علامت بار، نشان‌دهنده خطای استاندارد است. (منبع: یافته‌های تحقیق)

نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های موردبررسی ازلحاظ درصد پوشش و میزان خشبی بودن اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد وجود دارد (جدول ۳). همچنین، سطوح مختلف چمن‌زنی تأثیر معنی‌داری بر درصد پوشش سبز سبزفرش و میزان خشبی بودن، به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد نشان داد. نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف چمن‌زنی نشان داد در سطح بالای چمن‌زنی بیش‌ترین درصد پوشش و میزان خشبی بودن به دست آمد ، درحالی‌که با کاهش ارتفاع سرزنی درصد پوشش سبزفرش و خشبی بودن بافت کاهش یافت. به‌طوری‌که، کم‌ترین درصد پوشش در سطح ۲ سانتی‌متر مشاهده شد که نسبت به سطح ۶ سانتی‌متر حدود ۹ درصد کمتر بود (شکل ۲). نتایج نشان داد که بیش‌ترین سطح پوشش (۸۵/۹۲ درصد) و کم‌ترین امتیاز خشبی بودن در سبزفرش 75B مشاهده شد، اگرچه از لحاظ سطح پوشش با برخی از ژنوتیپ‌ها ازجمله Soh1 و Soh2 اختلاف معنی‌داری نداشت. بااین‌حال، پایین‌ترین درصد پوشش (۷۶/۴۷ درصد) در ژنوتیپ 75C مشاهده گردید که نسبت به ژنوتیپ 75B، ۱۱ درصد کاهش معنی‌داری نشان داد. ژنوتیپ 75B از لطافت و نرمی بالاتری (امتیاز ۴/۴۴) در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند برخوردار بود (شکل ۲).

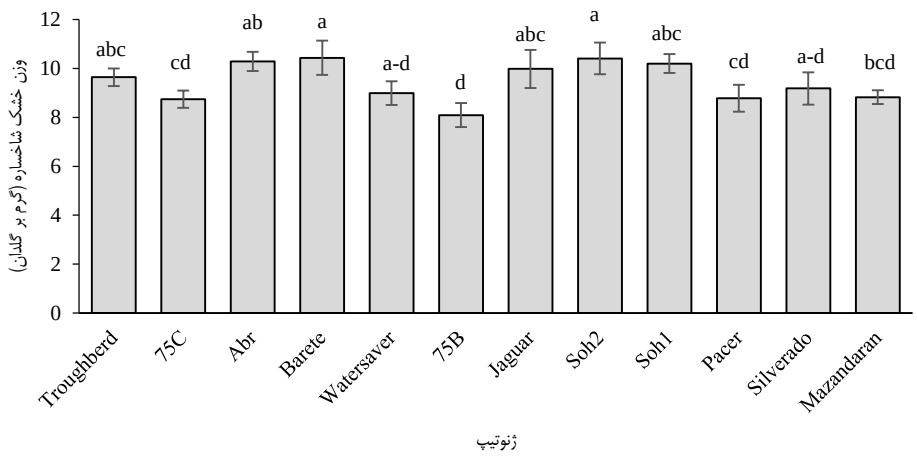




شکل ۲. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف چمانواش‌بلند ازلحاظ درصد پوشش، میزان خشبی بودن و تحمل به ارتفاع پایین سرزنی سبزفرش در پاسخ به سطوح مختلف چمن‌زنی. برای هر عامل، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند. علامت بار، نشان‌دهنده خطای استاندارد است. (منبع: یافته‌های تحقیق)

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳)، تفاوت معنی‌داری ازلحاظ تحمل به سطح پایین چمن‌زنی در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه، در سطح احتمال یک درصد، وجود داشت. همچنین، سطوح مختلف چمن‌زنی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان تحمل به ارتفاع پایین چمن‌زنی نشان داد. نتایج دلالت بر آن داشت که میزان تحمل به چمن‌زنی در بین ژنوتیپ‌های چمانواش موردبررسی متفاوت بود و بالاترین درجه تحمل در ژنوتیپ 75B مشاهده شد که با ژنوتیپ‌های Soh1 و Pacer تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲). به‌طورکلی، اکثر ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند موردمطالعه از تحمل کمی نسبت به ارتفاع پایین چمن‌زنی برخوردار بودند. همان‌گونه که مورد انتظار بود سبزفرش‌های سرزنی شده در سطح ۲ سانتی‌متر از کم‌ترین درجه تحمل به چمن‌زنی برخوردار بودند که نسبت به سطوح ۴ و ۶ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری نشان دادند. همچنین، سبزفرش‌های سرزنی‌شده در سطح ۴ سانتی‌متر، درجه تحمل پایین‌تری نسبت به سبزفرش‌های سرزنی شده در سطح ۶ سانتی‌متر داشتند (شکل ۲).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳)، بین ژنوتیپ‌های مختلف چمانواش‌بلند اختلاف معنی‌داری ازلحاظ وزن خشک شاخساره سبزفرش در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کم‌ترین وزن خشک شاخساره (۸/۰۹ گرم در گلدان) متعلق به سبزفرش 75B بود، به‌طوری‌که نسبت به برخی از ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند موردبررسی از جمله Barete، Soh2 و Abr کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۳).



شکل ۳. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف چمانواش‌بلند ازلحاظ وزن خشک شاخساره در پاسخ به سطوح مختلف چمن‌زنی. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون **LSD** در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند. علامت بار، نشان‌دهنده خطای استاندارد است. (منبع: یافته‌های تحقیق)

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳)، ژنوتیپ، سطوح مختلف چمن‌زنی و برهمکنش بین آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان کاهش رشد در طول آزمایش داشتند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیش‌ترین کاهش رشد (۵۹/۰۳ درصد) در سبزفرش Throughberd مشاهده گردید که نسبت به سایر ژنوتیپ‌های موردمطالعه اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). کمترین کاهش رشد (۳۱/۶۴ درصد) در سبزفرش 75B مشاهده شد که با ژنوتیپ‌های Soh1 و Pacer تفاوت معنی‌داری نداشت. همان‌گونه که مورد انتظار بود سبزفرش‌های سرزنی شده در سطح ۲ سانتی‌متر از بیش‌ترین میزان کاهش رشد (۷۱/۰۱ درصد) برخوردار بودند که نسبت به سطوح ۴ و ۶ تفاوت معنی‌داری نشان دادند. همچنین، سبزفرش‌های سرزنی‌شده در سطح ۴ سانتی‌متر، کاهش رشد بیشتری در مقایسه با سبزفرش‌های سرزنی شده در سطح ۶ سانتی‌متر داشتند (جدول ۴). بر اساس نتایج اثر برهمکنش سطح چمن‌زنی و ژنوتیپ‌های مختلف چمانواش‌بلند، در سبزفرش‌های سرزنی شده در ارتفاع ۲ سانتی‌متر، همه ژنوتیپ‌های موردمطالعه بیش‌ترین کاهش رشد را نشان دادند (جدول ۴). بیش‌ترین کاهش رشد (۸۸/۶۰ درصد) مربوط به سبزفرش‌های سرزنی‌شده در ارتفاع ۲ سانتی‌متر از ژنوتیپ Throughberd بود و کم‌ترین کاهش رشد (۱۳/۹۶ درصد) در سبزفرش‌های سرزنی شده در ارتفاع ۶ سانتی‌متر از ژنوتیپ 75B مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴. برهمکنش ارتفاع چمن‌زنی در ژنوتیپ‌های مختلف چمانواش‌بلند بر میزان کاهش رشد (درصد) در طول آزمایش.

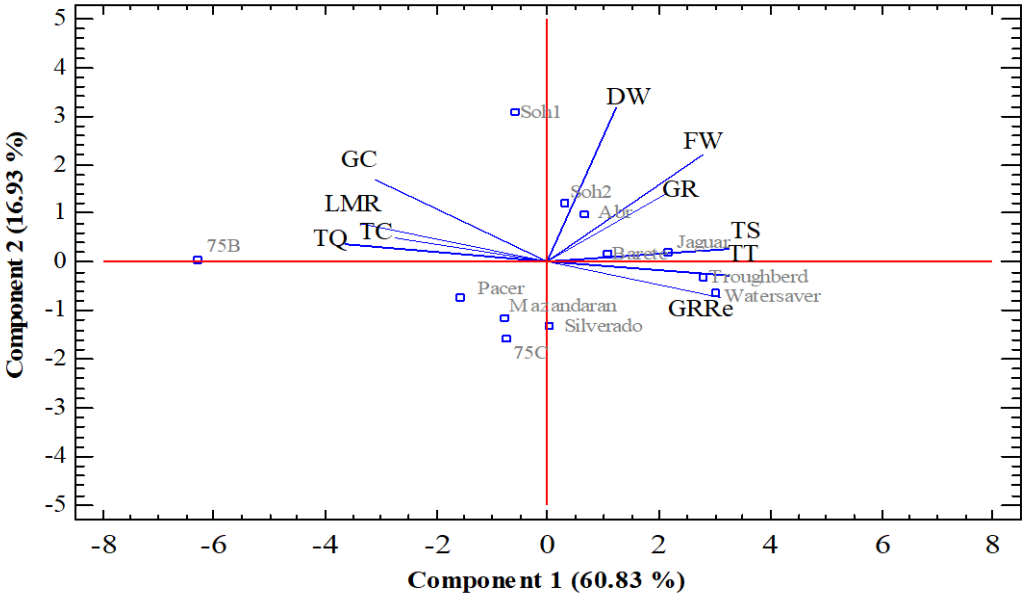
ژنوتیپ	ارتفاع چمن‌زنی (سانتی‌متر)			
	۲	۴	۶	میانگین
Troughberd	۸۸/۶۰a	۵۵/۴۷def	۳۳/۰۲h-l	۵۹/۰۳A
75C	۵۶/۰۰de	۲۲/۹۲mno	۲۶/۵۴n	۳۶/۱۵E
Abr	۷۲/۸۷c	۳۳/۲۶h-k	۲۳/۶۰lmn	۴۳/۲۴CD
Barete	۷۶/۵۷bc	۲۵/۵۷k-n	۲۴/۱۶n	۴۲/۱۰D
Watersaver	۸۵/۳۰ab	۳۷/۴۱hi	۲۹/۱۸m	۵۰/۶۳B
75B	۴۹/۶۰efg	۱۹/۴۴no	۱۳/۹۶o	۳۱/۶۴F
Jaguar	۷۷/۳۱bc	۴۰/۸۵gh	۲۳/۴۲mn	۴۷/۱۹BCD
Soh2	۷۱/۸۱c	۴۷/۰۸fg	۲۴/۵۴k-n	۴۷/۸۱BC
Soh1	۶۱/۳۷d	۱۸/۵۲no	۱۷/۳۳no	۳۲/۴۱EF
Pacer	۵۶/۵۹de	۲۰/۶۷mno	۱۸/۹۹no	۳۲/۰۹EF

Silverado	۷۷/۷۶bc	۴۰/۳۱gh	۲۹/۷۴i-m	۴۹/۲۷B
Mazandaran	۷۳/۳۵c	۳۵/۲۲hij	۲۰/۵۶mno	۴۳/۷۱CD
میانگین	۷۱/۰۱A	۳۳/۰۶B	۲۳/۷۵C	

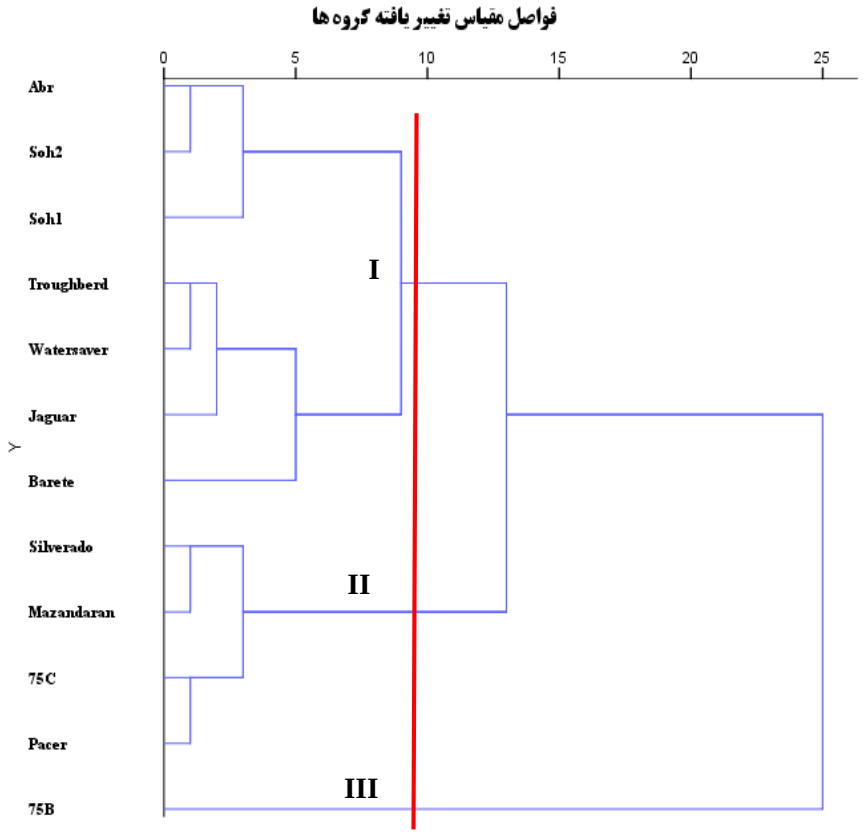
میانگین دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند. (منبع: یافته های تحقیق)

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس میانگین صفات اندازه‌گیری شده انجام شد. دو مؤلفه اول درمجموع ۷۸ درصد از تنوع کل را توصیف نمودند. مؤلفه اصلی اول ۶۰/۸۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد و همبستگی مثبت و بالایی با صفات وزن خشک قسمت سرزنی‌شده، بافت سبزفرش و میزان خشبی بودن داشت (شکل ۴). ازآنجایی‌که مقادیر بالای صفات کیفیت ظاهری، رنگ سبزفرش، درصد پوشش، تحمل به چمن‌زنی و مقادیر پایین صفات وزن خشک قسمت سرزنی‌شده، بافت سبزفرش و میزان خشبی بودن برای کاربرد به‌عنوان سبزفرش مطلوب می‌باشند، ژنوتیپ‌های با کیفیت چمنی بالا را می‌توان در این نمودار مشخص نمود؛ بنابراین اگر در نمودار حاصله، مقادیر پایین مؤلفه اول را در نظر بگیریم می‌توان ژنوتیپ‌های با کیفیت چمنی بالا را انتخاب نمود. براین اساس، ژنوتیپ 75B دارای پایین‌ترین مقادیر ویژه در مؤلفه اول بود که می‌تواند به‌عنوان ژنوتیپ با کیفیت چمنی بالا ارزیابی شود (شکل ۴). وجود همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار بین وزن خشک قسمت سرزنی‌شده و میزان خشبی بودن کاملاً مشخص است و همچنین این صفات همبستگی منفی و بالایی با کیفیت ظاهری، رنگ و درصد پوشش دارند (شکل ۴). نمودار بای پلات نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های 75B و Pacer به همراه ژنوتیپ های 75C و Mazandaran در ناحیه منفی مؤلفه اول قرار دارند و در مجاورت بردارهای مربوط به صفات مهم کیفیت ظاهری، رنگ سبزفرش، درصد پوشش و تحمل به چمن‌زنی قرار گرفته‌اند که می‌توان گفت این ژنوتیپ‌ها دارای کیفیت چمنی بهتری هستند (شکل ۴). تجزیه خوشه‌ای داده‌ها به روش حداقل میانگین مربعات وارد[1] و معیار ضریب مربع فاصله اقلیدسی به همراه استاندارد کردن داده‌ها، صورت گرفت. مطابق شکل ۵ ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس ویژگی‌های کیفیت چمنی در سه گروه قرار گرفتند. برای اطمینان بیشتر از درستی نقطه برش دندروگرام، از تجزیه واریانس چند متغیره بر پایه طرح کاملاً تصادفی نامتعادل و تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. بهترین رنگ سبزفرش، بافت مناسب و تراکم در ژنوتیپ‌های موجود در گروه ۳ (ژنوتیپ 75B) مشاهده شد.

[1]. Ward



شکل ۴. نمودار بای پلات پراکندگی ۱۲ ژنوتیپ چمانواش‌بلند بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم. صفات شامل کیفیت ظاهری سبزفرش (**TQ**)، رنگ سبزفرش (**TC**)، درصد پوشش (**GC**)، بافت سبزفرش (**TT**)، خشبی بودن سبزفرش (**TS**)، تحمل به چمن‌زنی (**LMR**)، وزن خشک قسمت سرزنی‌شده (**DW**)، وزن‌تر قسمت سرزنی‌شده (**FW**)، میزان رشد (**GR**) و کاهش رشد در طول آزمایش (**GRRe**). (منبع: یافته‌های تحقیق)



شکل ۵. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (**Ward**) برای ۱۲ ژنوتیپ چمانواش بلند موردمطالعه بر اساس ویژگی‌های چمنی. (منبع: یافته‌های تحقیق)

بحث

کیفیت ظاهری سبزفرش برحسب میزان زیبایی آن تعریف می‌گردد. عوامل اصلی کیفیت ظاهری سبزفرش شامل یکنواختی، تراکم، بافت، نحوه‌ی رشد، نرمی و لطافت و رنگ می‌باشند که در بین آن‌ها تراکم، رنگ و بافت دارای اهمیت بیشتری هستند (Turgeon, 2005). در تأیید این مطلب، نتایج به‌دست‌آمده از بای‌پلات صفات نشان داد (شکل ۴) که کیفیت ظاهری سبزفرش همبستگی مثبت و بالایی با صفات درصد پوشش و رنگ سبزفرش و همبستگی منفی و بالایی با صفات عرض پهنک برگ و میزان خشبی بودن سبزفرش داشت. رنگ، میزان نور منعکس‌شده توسط سبزفرش است که بیشتر وابسته به ژنتیک سبزفرش می‌باشد. به‌طوری‌که، گونه‌ها و ارقام مختلف سبزفرش ازنظر شدت رنگ متفاوت و از سبز روشن تا سبز بسیار تیره متنوع می‌باشند. افزون براین، رنگ می‌تواند بیان کننده وضعیت سلامت سبزفرش باشد (Turgeon, 2005). نتایج نشان داد که میزان رنگ و کیفیت ظاهری سبزفرش در بین ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند متفاوت بود، به‌طوری‌که ژنوتیپ 75B از کیفیت (امتیاز ۷/۲) و رنگ (امتیاز ۷/۶) بالاتری نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برخوردار بود. در تطابق با نتایج این آزمایش، در ارزیابی ویژگی‌های کیفی سه گونه سبزفرش فصل سرد، تفاوت معنی‌داری ازنظر رنگ بین گونه‌ها وجود داشت (Mostafaei, *et al*., 2016). همچنین، در شرایط نگهداری کم‌نهاده، ژنوتیپ‌های فستوکای سخت از کیفیت ظاهری و رنگ بالاتری در مقایسه با ژنوتیپ‌های بنت گرس خزنده برخوردار بودند (Oliveira –Prendes *et al*., 2015). همسو با نتایج مذکور، در ارزیابی ۷۵ جمعیت بومی از گیاه چمنی مرغ[1]، تفاوت معنی‌داری ازنظر رنگ[2] بین جمعیت‌های موردمطالعه وجود داشت و جمعیت ۸۸ مناسب‌ترین رنگ و کیفیت ظاهری را بین سایرین به خود اختصاص داده بود (Etemadi, 2005).

بافت سبزفرش وابسته به عرض برگ است که می‌تواند به روش اندازه‌گیری و یا به شکل تخمینی محاسبه گردد (Turgeon, 2005). به‌طورکلی، تفاوت موجود در بافت (عرض برگ) به تفاوت ژنتیکی گونه‌ها و ارقام سبزفرش بر می‌گردد. همچنین، بافت سبزفرش تحت تأثیر تراکم سبزفرش قرار می‌گیرد و در تراکم‌های بالا، سبزفرش‌ها دارای بافت باریک‌تری خواهند شد (Beard, 2002). در بررسی حاضر، همبستگی منفی و بالایی بین درصد پوشش و بافت سبزفرش وجود داشت (شکل ۴) که تأییدکننده این مطلب می‌باشد. در بررسی عرض برگ گونه‌های فستوکای برگ‌ریز مشاهده گردید که اکثر گونه های فستوکا برگ‌ریز ازنظر عرض برگ یکسان بوده و برگ‌هایی باریک‌تر از سایر گونه‌های سبزفرش داشتند. بااین‌حال، *Festuca ovina* و *Festuca wolgensis* دارای برگ‌های بسیار باریک (در حدود یک میلی‌متر) و *Festuca psammophila* و *Festuca psammophila* دارای برگ‌های کمی پهن (در حدود ۲ میلی‌متر) بودند (Stukonis, 2010). در بررسی حاضر، ژنوتیپ 75B دارای عرض برگ کمتر و بافت بهتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند بود، به‌طوری‌که بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مولفه‌های اصلی، این ژنوتیپ به تنهایی در یک گروه قرار گرفت. هم راستا با این نتایج، تفاوت معنی‌داری در بین ۲۰ توده بومی علف گندمی ازلحاظ عرض برگ گزارش شده است (Sheykh Mohamadi, 2017). به‌طوری‌که توده فریدن و بلداجی دارای کم‌ترین عرض برگ بودند. در بررسی دیگری روی گونه‌های مختلف سبزفرش، علف گندمی و سبزفرش چاوداری عرض برگ پهن‌تری نسبت به سبزفرش برمودا‌گرس داشتند (Ahmadi, 2009). در ارزیابی سه گونه سبزفرش تفاوت معنی‌داری ازنظر بافت بین گونه‌ها گزارش شد (Mostafaei *et al*., 2012) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

براساس نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر، تنوع معنی‌داری از لحاظ سطح پوشش و میزان خشبی‌بودن سبزفرش در بین ژنوتیپ‌های چمانواش بلند وجود داشت. به طوریکه، ژنوتیپ 75B بیش‌ترین سطح پوشش و کم‌ترین امتیاز خشبی بودن در

---

[1]. *Festuca tracyphylla*

[2]. *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

سبزفرش را به خود اختصاص داد (شکل ۲). همسو با این نتایج، در ارزیابی تراکم در بین گونه‌های جنس فستوکا، گونه‌های *Festuca ovina* و *Festuca trachyphylla* به ترتیب با امتیاز ۹ و ۸ بیش‌ترین تراکم و پنجه‌زنی را نشان دادند (Stukonis, 2010). کاهش ارتفاع چمن‌زنی در دو رقم از سبزفرش برموداگرس منجر به کاهش درصد پوشش گردید (Schwartz *et al*., 2020). همچنین، در بررسی جمعیت های بومی مرغ (برمودا گرس) ، جمعیت ۸۸ به‌عنوان متراکم‌ترین سبزفرش ارزیابی شد که دارای بالاترین پنجه‌زنی در بین سایر جمعیت‌های موردمطالعه بود (Etemadi, 2005). در مقایسه بین توده‌های بومی علف گندمی تاج‌دار، بالاترین پنجه‌زنی و تراکم در توده اردکان مشاهده گردید (Sheykh Mohamadi, 2017).

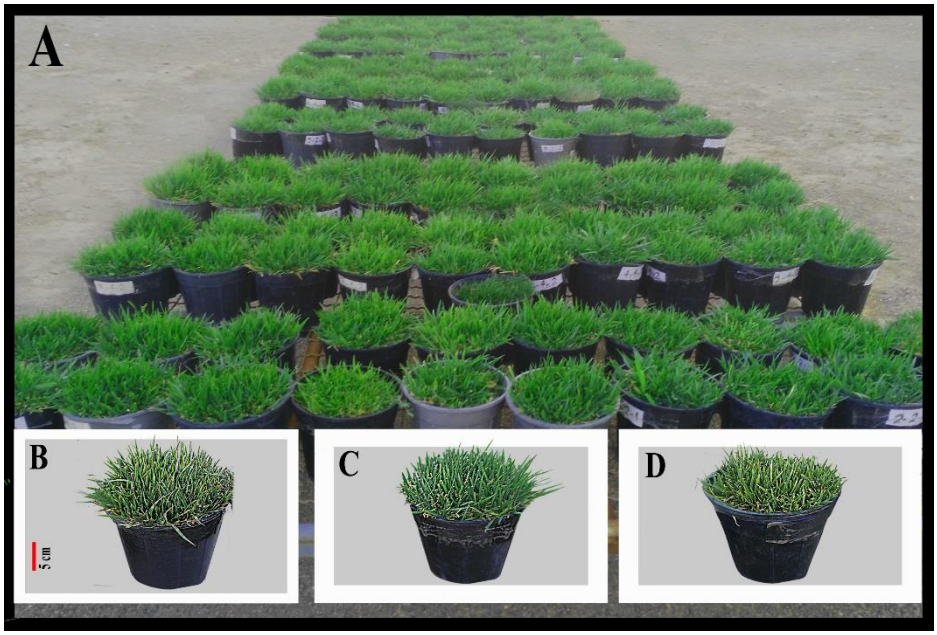
براساس نتایج پژوهش حاضر، کاهش رشد در پاسخ به سطوح مختلف سرزنی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی متفاوت بود و در سبزفرش Throughberd بیش‌ترین کاهش رشد (۵۹/۰۳ درصد) مشاهده گردید که نسبت به سایرین اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). همسو با نتایج بررسی حاضر نیز میانگین رشد طولی رقم تیف‌وی سبزفرش برموداگرس کمتر از چمن چاوداری گزارش شده است (Ahmadi, 2009). همچنین، در بررسی جمعیت‌های سبز فرش برموداگرس، رشد رویشی سبزفرش شماره ۸۸ به میزان ۱/۸ سانتی‌متر در هفته گزارش شد که در مقایسه با سایر جمعیت‌های سبزفرش برموداگرس دارای رشد کمتری بود (Etemadi, 2005). این مسئله احتمالاً به تفاوت ژنتیکی موجود بین نمونه‌ها دلالت دارد. به‌هرحال، در مطالعه حاضر، با سرزنی‌های مداوم میزان رشد و وزن‌خشک سرزنی‌شده در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه متفاوت بود. به‌طوری‌که در تعدادی از ژنوتیپ‌ها، ازجمله ژنوتیپ‌های 75B و Pacer میزان کاهش رشد کمتری نسبت به سایرین مشاهده گردید.

نتایج بررسی حاضر نشان داد که کاهش ارتفاع سرزنی از ۶ سانتی‌متر به ۲ سانتی‌متر سبب افت کیفیت چمنی در ژنوتیپ‌های موردمطالعه به‌ویژه در پایان آزمایش گردید. بااین‌حال، پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف به ارتفاع پایین سرزنی متفاوت بود. در طول آزمایش، ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند موردمطالعه به چمن‌زنی در ارتفاع ۲ سانتی‌متر تحمل نشان ندادند. همه ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند سرزنی شده در سطح ۶ سانتی‌متر از کیفیت ظاهری مطلوبی در طول آزمایش برخوردار بودند و در ارتفاع سرزنی ۴ سانتی‌متر، برخی از ژنوتیپ‌ها، ازجمله 75B و Soh1 کیفیت ظاهری مطلوبی داشتند. همسو با این نتایج، کاهش ارتفاع سرزنی در سبزفرش بنت گراس خزنده و برموداگرس منجر به افت کیفیت ظاهری سبزفرش گردید (Schwartz *et al*., 2020; Lulis & Kaminski, 2022). همچنین، با ارزیابی پاسخ ۲۰ رقم چمانواش‌بلند به ارتفاع پایین سرزنی، نشان داده شد که در ارتفاع سرزنی ۱۸ میلی‌متر بین ارقام موردبررسی ازلحاظ کیفیت ظاهری، رنگ سبزفرش، یکنواختی و درصد پوشش تفاوت معنی‌داری وجود داشت و تحمل ارقام مختلف به سطح پایین سرزنی متفاوت بود (Schiavon *et al*., 2021). در بین ارقام موردمطالعه، Turfway، Titanium 2LS و JT-338 از کیفیت ظاهری مناسبی برخوردار بودند که بیانگر تحمل بهتر ارقام پاکوتاه جدید به ارتفاع پایین سرزنی است (Schiavon *et al*., 2021). همچنین، بررسی‌های زیادی نشان دادند که ارتفاع پایین سرزنی، کیفیت سبزفرش را کاهش می‌دهد. مطالعه اثر سطوح مختلف چمن‌زنی بر سبزفرش برموداگرس رقم 'TifEagle' نشان داده است که با افزایش سطح چمن‌زنی از ۳/۲ میلی‌متر به ۴/۸ میلی‌متر کیفیت سبزفرش، مساحت ریشه و تراکم طول ریشه بهبود می‌یابد (Tucker *et al*., 2006). کاهش ویژگی‌های کیفی سبزفرش ازجمله رنگ و تراکم در سبزفرش‌های سرزنی شده در ارتفاع پایین (۲ سانتی‌متر) در گزارشات دیگر نیز آمده است (Mostafaei *et al*., 2012; Sheykh Mohamadi, 2017). افزایش ارتفاع سرزنی از ۴ سانتی‌متر به ۱۰ سانتی‌متر سبب بهبود کیفیت ظاهری، رنگ سبزفرش و طول ریشه در سبزفرش آبی کنتاکی گردید (Lee, 2016). همچنین، افزایش سطح چمن‌زنی از ۳/۲ میلی‌متر به ۴/۸ میلی‌متر سبب بهبود رنگ سبزفرش در گونه بنت‌گرس‌خزنده شد (Salaiz *et al*., 1995). بالاتر بودن کیفیت سبزفرش بنت‌گرس‌خزنده در سطح چمن‌زنی بالاتر، به‌ویژه در طول ماه‌های تابستان گزارش شده است و این امر به افزایش میزان

[1]. *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

فتوسنتز و کاهش تنفس در شرایط نور بیشتر تابستان و در نتیجه تولید و ذخیره بیشتر مواد ذخیره‌ای ازجمله کربوهیدرات‌ها نسبت داده شده اشت (Liu & Huang, 2003).

بررسی‌های اولیه بر روی تعیین ارتفاع سرزنی مناسب برای ارقام قدیمی چمانواش‌بلند، نشان می‌دهند که برای کیفیت چمنی بهینه، چمانواش‌بلند بایستی از ارتفاع بین ۴/۴۴ تا ۷/۶۲ سانتی‌متر چمن‌زنی شود (Christans, 2004). افزون براین، ارتفاع پایین‌تر و دفعات بالاتر چمن‌زنی در چمانواش‌بلند اغلب با هجوم بیشتر علف‌های هرز همراه بود (Voigt *et al*., 2001; Landschoot *et al*., 2022). بااین‌وجود، ارقام جدیدتر نوع پاکوتاه چمانواش‌بلند، قابلیت نگهداری حتی در زمین‌های ورزشی در یک ارتفاع چمن‌زنی از ۲/۵ تا ۴ سانتی‌متر با کوددهی ۱ تا ۲ کیلوگرم در ۱۰۰ مترمربع در سال را دارند (Schiavon *et al*., 2021). در این راستا، در ارقام اصلاح‌شده چمانواش‌بلند Arminda و Safari، بیشترین کیفیت سبزفرش در پایین‌ترین ارتفاع چمن‌زنی (۱۰ میلی‌متر) مشاهده گردید که بیان‌کننده مناسب بودن ارقام جدیدتر با ایجاد سطح پوشش مناسب برای زمین‌های ورزشی می‌باشد (Grossi *et al*., 2003). در مطالعه حاضر، نتایج نشان داد که برخی از ژنوتیپ‌ها مثل 75B توانایی حفظ کیفیت را در ارتفاع چمن‌زنی ۴ سانتی‌متر با دوره ۲ هفته‌ای دارا هستند (شکل ۶) که نشان‌دهنده مناسب‌بودن این ژنوتیپ برای کاربرد چمنی در پارک‌ها می‌باشد.



شکل ۶. شمایی کلی آزمایش (**A**)؛ مقایسه ظاهری ژنوتیپ **75B** در سه سطح چمن‌زنی ۶ سانتی‌متر (**B**)، ۴ سانتی‌متر (**C**) و ۲ سانتی‌متر (**D**). (منبع: یافته‌های تحقیق)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج نشان داد که کاهش سطح چمن‌زنی سبب افت شاخص‌های مختلف رشدی و کیفی در ژنوتیپ‌های موردبررسی گردید. به‌طوری‌که، در سبزفرش‌های سرزنی شده در سطح ۲ سانتی‌متر، کم‌ترین وزن خشک شاخساره، کیفیت ظاهری، درصد پوشش، رنگ و ظرافت سبزفرش مشاهده گردید. مناسب‌ترین سطح چمن‌زنی در ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند سطح ۶ سانتی‌متر بود. اگرچه، برخی از ژنوتیپ‌ها ازجمله 75B در سطح ۴ سانتی‌متر از تحمل خوبی برخوردار بودند. بر اساس نتایج این آزمایش، تفاوت معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌های چمانواش‌بلند ازلحاظ فاکتورهای موردبررسی در طول آزمایش مشاهده گردید. در بین ژنوتیپ‌های چمانواش موردمطالعه، ژنوتیپ 75B دارای مقادیر بالای کیفیت ظاهری، رنگ سبزفرش، درصد پوشش، تحمل به

چمن‌زنی، لطافت سبزفرش و مقادیر پایین وزن خشک قسمت سرزنی‌شده و بافت سبزفرش بودند و ژنوتیپ Pacer در رتبه بعدی قرار داشت که می‌توان آنها را به‌عنوان ژنوتیپ‌های با کیفیت چمنی بالا در نظر گرفت. به‌طورکلی، بر اساس نتایج این آزمایش، ژنوتیپ‌های 75B، Pacer وSoh1 از حداقل‌های ویژگی‌های کیفی موردنیاز سبزفرش ازجمله کیفیت ظاهری و رنگ برخوردار بودند که از این دیدگاه می‌توان آنها را به‌عنوان سبزفرش در فضای سبز شهری پیشنهاد نمود.

منابع

احمدی، صفورا (۱۳۸۸). مقایسه و بررسی تحمل به خشکی پنج گونه، رقم و جمعیت چمن برای استفاده در فضای سبز. *پایان نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمای نعمت اله اعتمادی. اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی.

اعتمادی، نعمت اله (۱۳۸۴). بررسی تنوع ژنتیکی تحمل به خشکی و خصوصیات ظاهری جمعیت‌های گیاه چمنی مرغ. *رساله دکتری*. به راهنمایی احمد خلیقی. تهران: دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی.

آقااسماعیلی، فاطمه (۱۳۹۷). تأثیر محلول پاشی برگی عصاره تجاری جلبک قهوه‌ای (*Ascophyllum nodosum*) بر میزان تحمل به تنش خشکی دو گونه چمن فستوکای پابلند و رای‌گرس چندساله. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمای نعمت اله اعتمادی. اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی.

روح‌الهی، ایمان.، کافی، محسن.، خوش‌خلق‌سیما، نیراعظم، و لیاقت، عبدالمجید (۱۳۹۴). ارزیابی تحمل به خشکی و کیفیت ظاهری در برخی از توده‌های فستوکای بلند جمع‌آوری‌شده از نقاط مختلف ایران. *نشریه علوم باغبانی ایران* ۴۶ (۳)، ۳۶۵-۳۵۷.

شیخ محمدی، محمدحسین (۱۳۹۶). مطالعه خصوصیات ظاهری، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و تحمل به تنش خشکی و شوری در توده های بومی علف گندمی. *رساله‌ی دکتری*. به راهنمای نعمت اله اعتمادی. اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی.

مصطفایی، الهام (۱۳۹۰). ارزیابی کیفیت و مقاومت به خشکی دو نوع چمن بومی ایران. *پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد*. به راهنمای مصطفی عرب و نعمت اله اعتمادی، پردیس کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران.

مصطفایی، الهام.، روزبان، محمودرضا.، اعتمادی، نعمت اله، و عرب، مصطفی (۱۳۹۴). ارزیابی مقاومت به خشکی در دو گونه چمن بومی ایران. *مجله فرآیند و کارکردهای گیاهی*، ۴ (۱۴)، ۴۰-۳۱.

نعمت الهی، فاطمه (۱۳۹۷). بررسی برخی از راهکارهای کنترل تنش خشکی در مراحل اولیه کشت و استقرار، در چمن فتان بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.) بومی. *رساله دکتری*. به راهنمای علی تهرانی فر و سیدحسین نعمتی. مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی.

REFERENCES

Aghaesmaili, F. (2019). The effect of seaweed extract of Ascophyllum nodosum on enhance drought tolerance of tall fescue (Festuca arundinacea Schreb.) and perennial ryegrass (Lolium prenne L.). (M. Sc. Thesis, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran). (In Persian)

Ahmadi, S. (2009). Comparison and investigation of drought tolerance of five grass species, varieties and populations for use in green spaces. (M. Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran). (In Persian)

Bayat, H., Nemati, H., Tehranifar, A. & Gazanchian, A. (2015). Turf quality characteristics of crested wheatgrass (Agropyron cristatum (L.) Gaertner.) specimens native to Iran. Journal of Ornamental Plants, 5(3), 151-157.

Beard, J. B. (2002). Turf Management for Golf Courses. Ann Arbor Press. Michigan.

Carrow, R. (1995). Drought resistance aspects of turfgrasses in the southeast: Evapotranspiration and crop coefficients. Crop Science, 35(6), 1685-1690.

Casler, M. D. (2006). Perennial grasses for turf, sport and amenity uses: evolution of form, function and fitness for human benefit. The Journal of Agricultural Science, 144(3), 189-203.

Christans, E. N. (2004). Fundamentals of Turfgrass Management. Hoboken, NJ J. Wiley.

Etemadi, N. (2005). Investigating the genetic diversity of drought tolerance and visual characteristics of Cynodon dactylon populations. (Doctoral dissertation, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Iran). (In Persian)

Fagerness, M. J. & Yelverton, F. H. (2001). Plant growth regulator and mowing height effects on seasonal root growth of 'Penncross' creeping bentgrass. Crop science, 41(6), 1901-1905.

Frank, K.W., Gaussoin, R.E., Riordan, T.P., Shearman, R.C., Fry, J.D., Miltner, E.D. & Johnson, P.G. (2004). Nitrogen rate and mowing height effects on turf-type buffalograss. Crop science, 44(5), 1615-1621.

Grossi, N., Volterrani, M., Magni, S. & Miele, S. (2003, June). Tall fescue turf quality and soccer playing characteristics as affected by mowing height. Paper presented at the International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields, 661, 319-322.

Hoyle, J. A. (2009). Effect of mowing height in turfgrass systems on pest incidence. (M.Sc. Thesis. North Carolina State University, NC, US).

Landschoot, P. J., Fidanza, M. A. & Kister, S. M. (2022). Influence of grass species and mowing practices on weed cover and quality in infrequently mowed grass stands. International Turfgrass Society Research Journal, 14(1), 725-734.

Law, Q. D., Bigelow, C. A. & Patton, A. J. (2017). Selecting turfgrasses and mowing practices that reduce mowing requirements. Crop Science, 56(6), 3318-3327.

Lee, S. k. (2016). Potassium rate and mowing height for Kentucky bluegrass growth. Weed & Turfgrass Science, 5(4), 268-273.

Liu, X. & Huang, B. (2003). Mowing height effects on summer turf growth and physiological activities for two creeping bentgrass cultivars. HortScience, 38(3), 444-448.

Lulis, T. T. & Kaminski, J. E. (2022). Influence of mowing height of cut and frequency for golf tournament preparation on putting green ball roll distance and turfgrass quality. International Turfgrass Society Research Journal, 14(1), 470-479.

Monteiro, J. A. (2017). Ecosystem services from turfgrass landscapes. Urban Forestry & Urban Greening, 26, 151-157.

Mostafaei, E. (2012). Evaluation of the quality and resistance to drought of two types of grass native to Iran. (M.Sc. Thesis, Aburihan Agricultural Campus, University of Tehran, Iran). (In Persian).

Mostafaei, E., Roozban, M. R., Etemadi, N. & Arab, M. (2016). Evaluation of drought resistance in two turfgrass species native to Iran. Journal of Plant Process and Function 4(3), 31-40. (In Persian).

Nematollahi, F. (2019). Investigating some strategies to control drought stress in the early stages of cultivation and establishment, in the native tall grass (Festuca arundinacea Schreb.). (Doctoral. dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran). (In Persian)

Oliveira –Prendes, J. A. & Palencia, P. (2015). Morphological characterization and turf performance of Paula hard fescue and Casero colonial bentgrass selections under low maintenance conditions. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 51(3), 117-122.

Rohollahi, I., Kafi, M., Khoshkholghsima, N., & Liaghat, A.M. (2015). Evaluation of drought resistance and turf quality in some selected tall fescue collected from different places of Iran. Iranian Journal of Horticultural Science, 46(3), 357-365. (In Persian).

Salaiz, T. A., Horst, G. L. & Shearman, R. C. (1995). Mowing height and vertical mowing frequency effects on putting green quality. Crop science, 35(5), 1422-1425.

Schiavon, M., Macolino, S. & Pornaro, C. (2021). Response of twenty tall fescue (Schedonorus arundinacea (Schreb.) Dumort.) cultivars to low mowing height. Agronomy, 11(5), e943 https://doi.org/10.3390/ agronomy11050943.

Schwartz, B., Zhang, J., Fox, J. & Peake, J. (2020). Turf performance of shaded 'tifgrand' and 'tifsport' hybrid bermuda grass as affected by mowing height and trinexapac-ethyl. HortTechnology, 30(3), 391-397.

Sheykh Mohammadi, M.H. (2017). Study on morphological, physiological, biochemical characteristics and salinity and drought stresses tolerance in population's wheatgrass. (Doctoral. dissertation, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran. (In Persian).

Shimizu, S. (2009). Tall Fescue (Lolium arundinaceum (Schreb.) SJ Darbyshire) cultivar performance in the central California coastal region. (M.Sc. Thesis. Faculty of California

Polytechnic State University San Luis Obispo in Partial.

Stier, J. C., Horgan, B. P. & Bonos, S. A. (2013). Turfgrass: Biology, Use, and Management. John Wiley & Sons.

Stukonis, V., Lemezien, N. & Kanapeckas, J. (2010). Suitability of narrow-leaved Festuca species for turf. Agronomy Research, 8(3), 729-734.

Tucker, B. J., McCarty, L. B., Liu, H., Wells, C. E. & Rieck, J. R. (2006). Mowing height, nitrogen rate, and biostimulant influence root development of field-grown 'TifEagle' bermudagrass. HortScience, 41(3), 805-807.

Turgeon, A. J. (2005). Turfgrass Management. 5th Ed. Prentice-Hall Publishing Company, Upper Saddle River, New Jersey.

Voigt, T. B., Fermanian, T. W. & Haley, J. E. (2001). Influence of mowing and nitrogen fertility on tall fescue turf. International Turfgrass Society Research Journal, 9(2), 953-956.

Zamin, M., Fahad, S., Khattak, A. M., Adnan, M., Wahid, F., Raza, A., Wang, D., Saud, S., Noor, M., Bakhat, H. F. & Mubeen, M. (2020). Developing the first halophytic turfgrasses for the urban landscape from native Arabian desert grass. Environmental Science and Pollution Research, 27(32), 39702-39716