بررسی تحمل به سطوح مختلف سایه در دو گونه چمن فصل سرد علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum*) و گونه چمانواش بلند (*Festuca arundinaceae* Schreb. 'Forager')

امیر صادقی[۱]، نعمت اله اعتمادی[۱*]، علی نیکبخت[۱] و محمدرضا سبزعلیان[۲]

به ترتیب [۱و۲] گروه علوم باغبانی و گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۱۷، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۰۲/۳۰)

چکیده:

مسئله کمبود نور و ایجاد سایه به واسطه توسعه مصنوعات بشری و همچنین سایه ناشی از درختان در فضای سبز، چالش مهم پیش روی چمن به عنوان یکی از اجزای اصلی فضای سبز شهری می باشد. در این پژوهش اثر سطوح مختلف سایه (۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد) بر خصوصیات ظاهری و مورفولوژیک چمن‌های سردسیری علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum*) و چمانواش بلند (*Festuca arundinaceae* Schreb. 'Forager') در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بررسی شد. نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که گونه علف گندمی بیابانی با دارا بودن بیشترین رنگ، بافت، قدرت پنجه زنی، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، نسبت وزن ریشه به اندام هوایی و هدایت روزنه ای در نور کامل در مقایسه با سایر سطوح سایه، کارآیی بالاتری داشت. گونه چمانواش بلند در شرایط سایه ۵۰ درصد، با داشتن بیشترین رنگ، قدرت پنجه زنی، نسبت وزن ریشه به اندام هوایی و فتوسنتز در مقایسه با نور کامل از کارآیی بالاتری برخوردار بود. همچنین نتایج نشان داد که از نظر خصوصیات مطلوب جهت کاربرد زیتی در فضای سبز، گونه چمانواش بلند در کلیه سطوح سایه عملکرد بهتری در مقایسه با گونه علف گندمی بیابانی داشته است. با این حال هر دوگونه قادر به تحمل سایه شدید ۹۰ درصد نبودند.

کلمات کلیدی: چمانواش بلند، سایه، علف گندمی بیابانی.

مقدمه:

گسترش شهر نشینی لزوم ایجاد و توسعه فضای سبز را غیر قابل اجتناب کرده است. از طرفی با توجه به تعداد بالای روزهای آفتابی و آفتاب‌خیز بودن کشور ایران، ایجاد سایه در فضای سبز شهری امری ضروری به نظر می‌رسد. اما مسئله کمبود نور و ایجاد سایه به واسطه توسعه ساختمانها و همچنین سایه ناشی از درختان در فضای سبز، چالش مهم پیش روی چمن به عنوان یکی از اجزای اصلی فضای سبز شهری می باشد. برآورد شده است که بیست تا بیست و پنج درصد از چمن های مورد استفاده در شرایط سایه کشت شده اند (Beard, 1973). برخلاف سایر محصولات کشاورزی، در تولید چمن‌ها تلاش بر هرچه متراکم تر کاشتن آنها می‌باشد که این خود رقابت برای نور در شرایط سایه را شدیدتر میکند (Madison, 1971). انواع مختلفی از سایه، از قبیل سایه ناشی از درختان و یا سایه ساختمانها بر کیفیت، ماندگاری و قدرت پاخوری چمن ها تاثیر گذار هستند (Pessarakli, 2008) رشد

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: etemadin@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]

و نمو چمن‌ها تحت تاثیر شدت و کیفیت نور دریافتی می‌باشد (Wherley *et al.*, 2005). سایه با کاهش شدت و کیفیت نور در خصوصیات ریخت شناسی و فیزیولوژیک چمن تغییراتی را ایجاد می‌کند (Wherley *et al*., 2005; Dudeck and Peacock, 1992;). بسیاری از این تغییرات چهار تا هفت روز بعد از وقوع تنش سایه بروز خواهند کرد (Stanford, 2005). چمن‌ها در شرایط سایه، اتیوله و ضعیف گشته و حساسیت آنها به بیماری‌ها افزایش خواهد یافت (Pessarakli, 2008; Tan and Qian, 2003). اکثر گونه‌های چمن اگر کمتر از چهار تا پنج ساعت در روز در معرض نور مستقیم آفتاب قرار بگیرند، خسارت خواهند دید (Goss, 2002). قدرت زنده ماندن چمن‌های فصل سرد در شرایط سایه بواسطه پایین تر بودن نقطه موازنه و اشباع نوری آنها، نسبت به اکثر چمن‌های فصل گرم بیشتر می‌باشد (Alexander and McCloud, 1962). در بیشتر چمن های فصل سرد کاهش در رشد و کیفیت در نور کمتر از۳۰ درصد مشاهده می‌شود (Pessarakli, 2008). در آزمایشی Dudeck و Peacock (۱۹۹۲) تاثیر سایه بر خصوصیات رشدی چمن‌های فصل سرد از جمله چمانواش بلند را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که این چمنها در شرایط سایه نسبت به نور کامل دارای رشد رویشی عمودی‌تر، برگهای کشیده و باریکتر، سیستم ریشه ای سطحی تر، قدرت پنجه‌زنی، تراکم و میزان کربوهیدرات کمتری بودند. از طرفی Wherley و همکاران (۲۰۰۵) توانستند چمن چمانواش بلند را در شرایط ۹۲ درصد سایه حاصل از درختان و سایه مصنوعی مدیریت کنند. در شرایط سایه مصنوعی چمن‌ها دارای کیفیت، رنگ و تراکم قابل قبولی بودند در حالی که چمن‌های کشت شده در سایه درختان تغییرات ظاهری نامناسبی را نشان دادند. (Wherley *et al.*, 2005; Bell *et al*., 2000). با کاهش فتوسنتز در شرایط سایه، میزان کربوهیدراتهای غیر ساختاری کل TNC (Total Non-Stractural Carbohydrate) نسبت به کربوهیدراتهای ساختاری به میزان بیشتری کاهش خواهند یافت. در پژوهشی با کاهش نور از ۳۰۰ به ۶۰ میکرومول در چمن چمانواش بلند، میزان کربوهیدراتهای غیر ساختاری ۴۳ درصد کاهش نشان داد. درحالی‌که وزن خشک تنها با ۱۳ درصد کاهش مواجه گردید (Schnyder and Nelson, 1989). در بین چمن‌های فصل سرد چمانواش بلند بیشترین تحمل به سایه را داشته است. برخی از واریته‌های چمانواش بلند حتی در یک دوره زمانی ۸ ساله تحت سایه ملایم تا شدید قادر به رشد بوده‌اند (Gardner and.Taylor, 2002). برخی مطالعات روی واریته‌های چمانواش بلند نشان داد تعدادی از آنها قادر به حفظ کیفیت مناسب در ۹۲ درصد سایه نیز می‌باشند (Wherley *et al.,* 2005). تعداد کمی از گونه‌های چمن مورد استفاده به شرایط سایه سازگار هستند (Wilkinson and Beard, 1974). در رویارویی با این مشکل انتخاب گونه ها و ارقام مقاوم به سایه یکی از روشهای اصلی توصیه شده می باشد (Pessarakli, 2008). با توجه به فلور گیاهی ایران و ذخایر غنی گیاهان بومی و همچنین با در نظر گرفتن شرایط خشک و نیمه خشک مناطق مرکزی ایران استفاده از گونه‌ها و جمعیتهای بومی مقاوم به تنشهای محیطی می تواند ضمن حفظ ژرم پلاسم موجود، زمینه لازم جهت پژوهشها و کارهای اصلاحی آینده را نیز فراهم آورد. از جمله این گیاهان، علف گندمی بیابانی (*A. desertorum*) می‌باشد. گونه های مختلف علف گندمی در اغلب مراتع ایران می رویند و جزء گیاهان مرتعی محسوب می-شوند. علف گندمی ها گیاهانی با عمر طولانی و ساختار ریشه‌ای گسترده هستند، بنابراین برای تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش نیز مناسب می‌باشند (Daniel *et al.,* 2001). در حال حاضر اطلاعات کافی راجع به مقاومت به سطوح مختلف نوری (سطوح مختلف سایه) گونه بومی علف گندمی بیابانی در دسترس نیست. لذا هدف از این پژوهش، مطالعه اثر سطوح مختلف سایه بر خصوصیات ظاهری و مورفولوژیک گونه بومی علف گندمی بیابانی در مقایسه با گونه چمانواش بلند به عنوان گونه مقاوم می‌باشد.

مواد وروش‌ها:

این پژوهش طی سالهای ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۱ در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام پذیرفت. اقلیم منطقه، خشک با متوسط حداکثر دمای سالانه ۲۳/۴ درجه سانتی‌گراد، متوسط حداقل دمای ۹/۱ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]

۱۲۲/۸ میلی‌متر بود. در این آزمایش از دو گونه چمن فصل سرد شامل جمعیت بومی علف گندمی بیابانی (*Agropyron deserturum* L.) و گونه چمانواش (*Festuca arundinaceae*) رقم 'Forager' استفاده شد. بذر جمعیت بومی علف گندمی بیابانی از بخش دامنه، شهرستان فریدن واقع در استان اصفهان جمع آوری گردید. گونه چمانواش بواسطه تحمل بالا به سایه در بین سایر چمنهای فصل سرد متداول در فضای سبز، به عنوان شاهد انتخاب شد. علف گندمی بیابانی و چمانواش در گلدانهای استوانه ای به ارتفاع ۶۰ و قطر ۱۵ سانتیمتر که با خاک لومی رسی (سری اصفهان، pH=۶/۵ و EC=۷/۴ dS/m) پر شده بودند، با تراکم ۳۰ گرم بذر در متر مربع کشت گردیدند. در طول مدت جوانه زنی و استقرار، مبارزه با علفهای هرز و کوددهی با کود اوره در صورت نیاز به میزان ۵ گرم در متر مربع به صورت محلول در آب آبیاری انجام شد. چمن‌ها به صورت هفتگی و در ارتفاع ۴ سانتی متر سرزنی شدند. آبیاری به طور منظم و به گونه‌ای که در هر بار آبیاری آب از ته گلدان براحتی خارج شود انجام پذیرفت. پس از استقرار چمنها که حدود ۵ ماه به طول انجامید، چمن‌های مذکور به زیر سایبان‌ها جهت اعمال تیمارهای مختلف نوری منتقل شد. سطوح ۷۰،۵۰ و۹۰ درصد سایه به ترتیب با یک لایه تور پارچه ای، یک لایه تور سبز رنگ (ساران) و سه لایه تور سبز رنگ (ساران) بدست آمد. جهت ایجاد سایبان از تونل (Clear Span Round Frame) به طول ۳ متر، عرض ۲/۷ متر و حداکثر ارتفاع ۲ متر استفاده شد. جهت جلوگیری از نفوذ نور، اضلاع جانبی سایبان به کمک تورهای مورد استفاده پوشانده شد (Wherley *et al.*, 2005; Tan and Qian, 2003). شدت نور هر هفته به صورت تصادفی در روز آفتابی در ساعت ۱۲ ظهر به کمک نور سنج مدل (ST-1309) در همه سطوح نوری در سطح گلدانها (سطح گیاه) اندازه‌گیری گردید (جدول ۱).

تغییرات دما در هر یک ازسطوح سایه دو بار در هفته به کمک دماسنج ماکزیمم-مینیمم اندازه گیری شد. حداقل و حداکثر دمای ثبت شده در طول آزمایش به ترتیب ۱۵ و ۳۰ درجه سانتیگراد بود. اختلاف دمای موجود بین سطوح مختلف نوری در هر بار اندازه گیری کمتر از سه درجه سانتیگراد ثبت گردید. در این مطالعه برای تعیین رنگ از امتیازدهی بصری توسط ارزیاب با تجربه بر اساس مقیاس ۱ تا ۹ استفاده شد. در ارزیابی مذکور که بر اساس دستورالعمل NTEP صورت گرفت امتیاز ۹ به رنگ سبز تیره و امتیاز یک به رنگ زرد اختصاص یافت. هر دو هفته یکبار ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شد. بدین منظور در هر گلدان به طور تصادفی سه نقطه از چمن توسط خط کش با دقت یک میلی متر اندازه‌گیری گردید و سپس میانگین چهار گلدان به عنوان ارتفاع هر واحد آزمایشی یادداشت شد. جهت اندازه گیری بافت (عرض) برگ، در شروع و پایان آزمایش از هر تکرار (چهار گلدان) شش نمونه برگ به طور تصادفی انتخاب گردید و با دستگاه کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی متر عرض برگ در قسمت میانی اندازه گیری شد. همچنین جهت تعیین متوسط پنجه‌زنی در هر بوته، درشروع و پایان آزمایش سه گیاه از هر واحد آزمایشی برداشته شد، تعداد پنجه در هر بوته شمارش گردید و میانگین گیری شد. کلروفیل برگ‌ها به روش Lichtenhaler (۱۹۸۷) و توسط حلال استون ۱۰۰ درصد استخراج گردید. میزان جذب نور عصاره در دو طول موج ۶۴۴/۸ و ۶۶۱/۶ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (UV-600 A) قرائت شد. اندازه-گیری میزان کلروفیل بعد از شروع سایه‌دهی به صورت ماهانه و با استفاده از خرده چمنهای تازه حاصل از سربرداری‌ها (clipping) انجام گردید. به منظور اندازه‌گیری فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای برگ، از دستگاه قابل حمل اندازه‌گیری فتوسنتز برگ (مدلLCi ساخت کشور انگلستان) استفاده شد. بدین منظور برگ به مدت ۳۰ ثانیه درون اتاقک اندازه‌گیری تبادلات گازی قرار گرفت. اندازه‌گیری در روز صاف و آفتابی بین ساعت ۱۰ تا ۱۲ انجام شد. در پایان آزمایش بلافاصله پس از برداشت بوته‌ها، وزن تر اندام هوایی و ریشه توسط ترازوی دیجیتال با دقت یک میلی‌گرم اندازه‌گیری شد. همچنین پس از اندازه گیری وزن تر بلافاصله نمونه‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند سپس وزن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]

جدول ۱- متوسط نور در سطوح مختلف سایه در بررسی تحمل به سایه چمن علف گندمی بیابانی و گونه چمانواش

سطوح سایه (درصد)	متوسط نور (میکرومول بر متر مربع بر ثانیه)	درصد سایه (نسبت به نور کامل)
۰	۱۴۷۴	---
۵۰	۷۷۳/۶۶	۴۷/۵
۷۰	۳۹۹/۰۶	۷۲/۹
۹۰	۶۳/۶۲	۹۵/۶

خشک با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری گردید. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و سه تکرار اجرا شد و هر تکرار شامل ۴ گلدان (نمونه) بود. سطوح سایه به عنوان محیطهای مختلف و گونه به عنوان فاکتور دوم مورد استفاده قرار گرفت. تیمارها شامل چهار سطح سایه (۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد) و دو گونه (علف گندمی بیابانی و چمانواش) بود. بدین ترتیب آزمایش برای هر گونه در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد و تجزیه داده‌ها به صورت تجزیه مرکب انجام گردید. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به هر صفت و تجزیه رگرسیون به کمک نرم افزار سیستم پردازش آماری SAS (نسخه ۹/۱) و به صورت تجزیه مرکب داده‌ها برای محیط صورت گرفت. میانگین اثرهای متقابل در صورت معنی‌دار بودن از طریق آزمون حداقل تفاوت معنی دار، در سطح احتمال پنج درصد توسط نرم افزار MSTATC مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمار سایه بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. تیمار گونه به جز ارتفاع بر سایر صفات در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت. همچنین اثر متقابل سایه و گونه بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۲، ۳).

رنگ: برهمکنش سایه و گونه بر صفت رنگ نشان داد که در گونه علف گندمی بیابانی با افزایش سطوح سایه از شدت رنگ کاسته شد بطوریکه بیشترین رنگ (۸/۰) در نور کامل و کمترین رنگ (۵/۴) در سایه ۹۰ درصد مشاهده گردید. بین سطوح ۵۰ و ۷۰ درصد سایه تفاوت معنی‌دار نبود. اما در گونه چمانواش بلند در طول ۶ ماه سایه‌دهی بیشترین درجه رنگ (۸/۷) در سایه ۵۰ و ۷۰ درصد دیده شد و کمترین رنگ (۶/۳) در سایه ۹۰ درصد گزارش گردید. در تمامی سطوح سایه، گونه چمانواش بلند بطور معنی‌داری درجه رنگ بالاتری نسبت به گونه علف گندمی بیابانی داشت و حتی در سایه شدید ۹۰ درصد، چمانواش بلند در مقایسه با علف گندمی بیابانی به صورت معنی‌داری از درجه رنگ بیشتری (۶/۳) برخوردار بود (شکل ۱).

پژوهش‌های زیادی در مورد عکس‌العمل گونه‌های مختلف چمن به سطوح مختلف سایه‌های مصنوعی انجام گرفته که واکنش گیاهان بسته به نوع گونه متفاوت بوده است. کاهش رنگ چمن با افزایش سطوح سایه توسط Bell و همکاران (۲۰۰۰) گزارش شد. پژوهش‌ها روی گونه چمانواش بلند نشان داد که این گونه از کیفیت قابل قبولی در سایه ۶۵ درصد برخوردار بود (Tegg and Lane, 2004). تعدادی از ارقام چمانواش بلند قادر به حفظ کیفیت مناسب در ۹۲ درصد سایه نیز بودند (Wherley *et al.*, 2005). در بیشتر چمن‌های فصل سرد، کاهش در رشد و کیفیت (رنگ) در سایه بیشتر از ۷۰ درصد اتفاق می‌افتد (Pessarakli, 2008). علت کاهش رنگ در سطوح بالای سایه را آسیب فتوسنتزی و عدم سنتز مواد اولیه جهت تولید کلروفیل دانسته‌اند (Miralles *et al.*, 2011).

ارتفاع: باتوجه به نتایج بدست آمده، افزایش سطوح سایه (تا سطح ۷۰ درصد) در هر دو گونه باعث افزایش ارتفاع گردید، اما سایه شدید (۹۰ درصد) ارتفاع را در هر دو گونه کاهش داد. در سایه ۵۰ درصد تفاوت معنی‌داری بین دو گونه مشاهده نشد، اما در سایه ۷۰ درصد، گونه علف گندمی بیابانی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]

جدول ۲- تجزیه واریانس مربوط به تاثیر سطوح مختلف سایه و نوع چمن بر صفات مورفوفیزیولوژیک

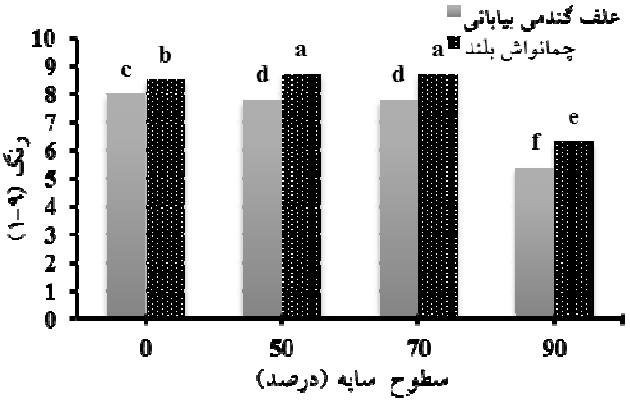
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		رنگ	ارتفاع	بافت	پنجه زنی	کلروفیل کل	فتوسنتز	هدایت روزنه ای
سایه	۳	۸/۹**	۶/۷۴**	۱/۷**	۱۲/۵۵**	۰/۱۴۰**	۶۶/۷۶**	۰/۰۶۹**
تکرار× سایه	۸	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۰/۰۰۲**	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۷^{ns}
گونه	۱	۳/۹**	۰/۰۱^{ns}	۳/۷**	۶/۰۰**	۰/۰۳۷**	۷/۶۲**	۰/۰۲۲**
سایه ×گونه	۳	۰/۰۵**	۰/۲۴**	۰/۳۳**	۱۳/۰۰**	۰/۰۲۱**	۲۵/۳۶**	۰/۰۰۴**
خطا	۸	۰/۰۰۲۹	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۱۲۵	۰/۰۰۰۲	۰/۱۶۹	۰/۰۰۰۰۴
ضریب تغییرات		۰/۷۰	۱/۱۶	۲/۱۹	۴/۸۲	۰/۶۳	۵/۹۱	۳/۱۱

^{ns}: عدم وجود اختلاف معنی دار، *: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪، **: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

جدول ۳- تجزیه واریانس مربوط به تاثیر سطوح مختلف سایه و نوع چمن بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تراندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه / وزن خشک اندام هوایی
سایه	۳	۱۳۸/۲**	۱۳۸/۲**	۱۲۶/۸**	۲۵۱۵/۷**	۲۸۳/۶**
تکرار× سایه	۸	۰/۱^{ns}	۰/۱^{ns}	۰/۸^{ns}	۳۷/۲^{ns}	۱/۳^{ns}
گونه	۱	۴۱/۹**	۴۱/۹**	۵۹۸/۰**	۵۴۱۷/۴**	۱۴۳۸/۹**
سایه×گونه	۳	۲۵/۹**	۲۵/۹**	۲۶/۷**	۷۶۰/۶**	۲۸۰/۲**
خطا	۸	۰/۱	۰/۱	۰/۶۷	۲۴/۵۶	۰/۷
ضریب تغییرات		۶/۸	۱۰/۷	۵/۸	۱۵/۵	۶/۱

^{ns}: عدم وجود اختلاف معنی دار، *: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪، **: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪.



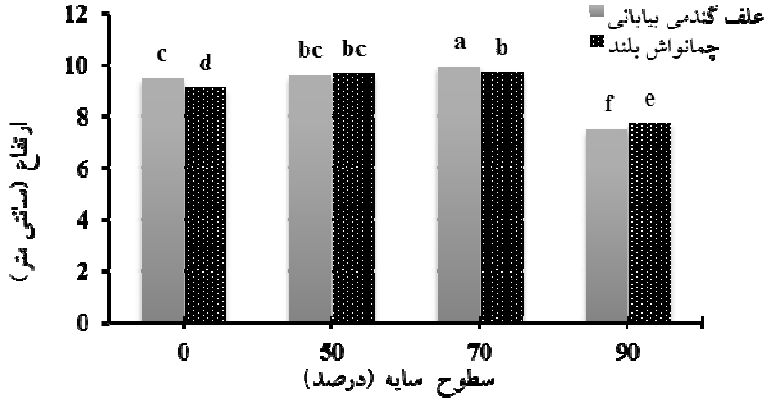
شکل ۱- اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر میزان رنگ چمن علف گندمی بیابانی و چمانواش بلند (ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).

ارتفاع بیشتری را نشان داد (شکل ۲).

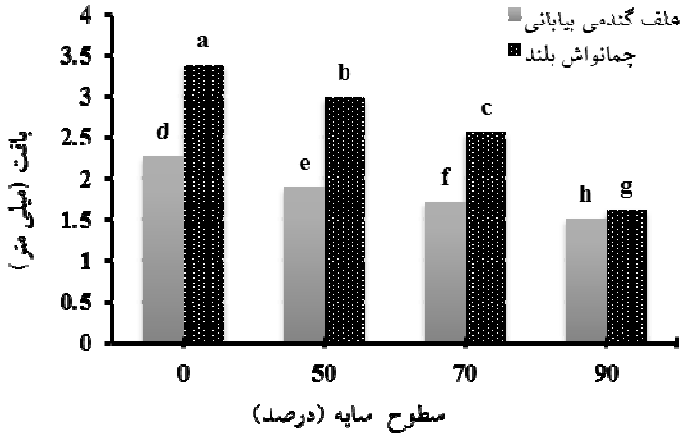
در چمن‌های حساس به سایه مانند پوآ (*Poa pratensis*) و رای گراس چند ساله (*Lolium prenne*) در شرایط سایه، افزایش ارتفاع و رشد عمودی گیاه مشاهده شده است

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]



شکل ۲- اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر ارتفاع علف گندمی بیابانی و چمانواش بلند (ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).



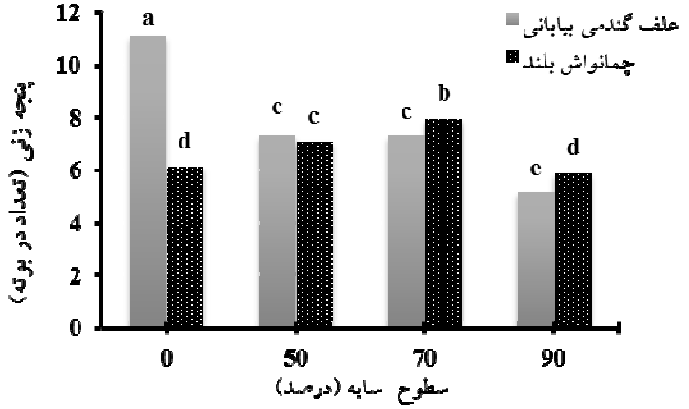
شکل۳- اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر بافت (عرض) برگ علف گندمی بیابانی و چمانواش بلند (ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).

(Dudeck and Peacock, 1992). در شرایط سایه، چمن با افزایش ارتفاع از آن اجتناب می‌کند که این مکانیسم خود موجب مشکلات بعدی برای گیاه و مشکلات مدیریتی می‌گردد. این افزایش ارتفاع ممکن است در اثر تولید بیش از حد جیبرلین بویژه GA_1 (Tan and Qian, 2003) و در برخی موارد اکسین باشد (Pessarakli, 2008). تولید این هورمونها تحت تاثیر پاسخهای نوری برخی گیرنده‌های نوری از جمله فتوتروپینها (phototropins)، کریپتوکرومها (cryptochroms) و فیتوکرومها (phytochromes) قرار می‌گیرد (Folta, 2003; Kawai, 2003). کاهش ارتفاع در سطوح شدید سایه در گیاهان دیگر نظیر لیسیانتوس (رهنمون فر و همکاران، ۱۳۹۱) و گل جعفری (Faust *et al.*, 2005) نیز گزارش شده است.

بافت و قدرت پنجه زنی: نتایج بر همکنش سایه و گونه بر بافت (عرض برگ) نشان داد که در هر دو گونه با افزایش سطوح سایه بافت برگ مناسب‌تر گردید بطوریکه بیشترین عرض برگ در سایه صفر و ظریف ترین بافت در سایه ۹۰ درصد دیده شد. در کلیه سطوح سایه، گونه چمانواش بلند نسبت به علف گندمی بیابانی بافت خشن‌تری (عریض‌تر) داشت. درصد کاهش بافت در سطوح سایه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد نسبت به نور کامل در گونه چمانواش بلند به ترتیب ۱۱، ۲۴ و ۵۲ درصد و در گونه علف گندمی بیابانی ۱۶، ۲۴ و ۳۳ درصد بود (شکل ۳).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]



شکل۴- اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر پنجه‌زنی علف گندمی بیابانی و چمانواش بلند (ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).

همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از اثر متقابل سایه و گونه مشخص گردید که با افزایش سطوح سایه، قدرت پنجه‌زنی در گونه علف گندمی بیابانی کاسته شد به‌طوری‌که در این گونه بیشترین و کمترین قدرت پنجه زنی به ترتیب در نور کامل و سایه ۹۰ درصد مشاهده گردید. در گونه چمانواش بلند، پنجه زنی با افزایش سطوح سایه (تا سطح سایه ۷۰ درصد) نه تنها کاهش نیافت بلکه افزایش معنی داری را نسبت به نور کامل نشان داد. در این گونه کمترین قدرت پنجه زنی در نور کامل و سایه ۹۰ درصد بوده است (شکل ۴).

برخی پژوهش‌ها موید کاهش بافت و قدرت پنجه‌زنی در شرایط سایه بوده‌اند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (Pessarakli, 2008). چمنهای حساس به سایه پوآ (*Poa pratensis*) و رای گراس چند ساله (*Lolium prenne*) در شرایط سایه دارای برگهایی با بافت باریک‌تر و پنجه‌زنی کمتر بودند (Dudeck and Peacock, 1992).

کاهش شدت نور سبب کاهش سنتز ساکارز در گیاه و به دنبال آن کاهش پنجه‌زنی، تراکم و بافت برگ می‌گردد (Wherley *et al.*, 2005). گونه‌های مقاوم به سایه از نظر فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی دارای انعطاف پذیری بالایی جهت جذب نور و فتوسنتز در شرایط سایه می‌باشند (Kubiske *et al.*, 1996). به نظر می‌رسد افزایش پنجه‌زنی همراه با افزایش سطوح سایه (تا ۷۰ درصد) در گونه چمانواش بلند راهکاری در جهت افزایش رشد جانبی و به دنبال آن افزایش سطح جذب فوتون‌های نوری می باشد.

وزن تر وخشک اندام هوایی: با توجه به جدول (۴) وزن تر اندام هوایی تحت تاثیر افزایش شدت سایه در هر دو گونه کاهش یافت. به طوری که در هر دو گونه بیشترین وزن تر اندام هوایی متعلق به سایه صفر و کمترین وزن تر اندام هوایی متعلق به سایه ۹۰ درصد بود. درصد کاهش وزن تر اندام هوایی در سطوح سایه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد نسبت به نور کامل در گونه چمانواش بلند به ترتیب ۴۶، ۵۶ و ۸۰ درصد و در گونه علف گندمی بیابانی ۴۲، ۶۰ و ۶۷ درصد محاسبه شد. در تمامی سطوح سایه، وزن تر اندام هوایی گونه چمانواش بلند بیشتر از گونه علف گندمی بیابانی بود. همچنین وزن خشک اندام هوایی علف گندمی بیابانی تحت تاثیر سایه قرار نگرفت اما در گونه چمانواش بلند، سایه بر وزن خشک اندام هوایی موثر بود و باعث کاهش وزن خشک گردید به‌طوری‌که بین سایه صفر با سایر سطوح سایه تفاوت معنی‌دار شد. به غیر از سایه صفر که وزن خشک اندام هوایی گونه چمانواش بلند بیشتر از علف گندمی بیابانی بود در سایر سطوح بین دو گونه تفاوت معنی دار نبود (جدول ۴).

کاهش وزن اندام هوایی بر اثر سایه در گیاهان متعددی از جمله لیسیانتوس *Eustoma grandiflorum* (رهنمون فر و همکاران، ۱۳۹۱)، فیکوس بنجامین *Ficus benjamina*

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]

جدول ۴- برهمکنش سایه و گونه بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه

سایه		وزن کل اندام هوایی (گرم در گلدان)		وزن کل ریشه (گرم در گلدان)		وزن خشک ریشه/اندام هوایی
(درصد)	گونه	وزن تر	وزن خشک	وزن تر	وزن خشک	
۰	آگروپایرون	۳۰/۱۰^{d}	۱۲/۶۹^{b}	۱۵/۹۵^{a}	۱۰/۳۱^{a}	۳۴/۴۴^{a}
۰	فستوکا	۸۹/۰۹^{a}	۲۸/۹۴^{a}	۷/۰۹^{b}	۵/۴۳^{b}	۶/۰۹^{cd}
۵۰	آگروپایرون	۱۷/۴۲^{e}	۷/۱۸^{b}	۶/۱۶^{c}	۴/۹۶^{bc}	۲۵/۹۴^{b}
۵۰	فستوکا	۴۷/۴^{b}	۱۵/۹۱^{b}	۵/۹۰^{c}	۴/۰۴^{c}	۷/۶۰^{c}
۷۰	آگروپایرون	۱۱/۹۶^{f}	۷/۰۲^{b}	۳/۲۷^{d}	۲/۹۴^{d}	۲۳/۹۰^{b}
۷۰	فستوکا	۳۹/۱۳^{c}	۱۴/۳۹^{b}	۲/۲۹^{e}	۱/۷۲^{e}	۴/۴۷^{de}
۹۰	آگروپایرون	۹/۸۳^{g}	۸/۶۵^{b}	۰/۶۸^{f}	۰/۲۲^{f}	۲/۶۲^{ef}
۹۰	فستوکا	۱۷/۴۱^{e}	۱۲/۷۱^{b}	۰/۲۱^{f}	۰/۰۴^{f}	۰/۳۲^{f}
LSD		۱/۵۴	۹/۳۳	۰/۵۹	۱/۰۳	۲/۷۲

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک باشند تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند،(آگروپایرون= علف گندمی بیابانی و فستوکا= چمانواش بلند)

(Veneklaasa and Ouden, 2005) و عناب *Ziziphus jujuba* (Miralles *et al.,* 2011) گزارش شده است. پژوهش‌ها نشان داده است که در شرایط سایه سطح فتوسنتزی برگ‌ها نسبت به وزن خشک افزایش یافته است که برای این کار گیاه از سلولز و لیگنین موجود در دیواره سلولی هزینه می نماید و در نهایت وزن اندام هوایی کاهش می یابد. از دیگر دلایل کاهش وزن خشک اندام هوایی، افزایش محتوای آب برگها در شرایط سایه (Pessarakli, 2008) و کاهش سطح نشاسته و قند محلول (Veneklaasa and Ouden, 2005) می باشند.

وزن تر و خشک ریشه و نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی: با توجه به جدول (۴) با افزایش سطوح سایه در هر دو گونه وزن تر و خشک ریشه بطور معنی‌داری کاهش یافت. درصد کاهش وزن تر ریشه در سطوح سایه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد نسبت به نور کامل در گونه چمانواش بلند به ترتیب ۱۶، ۶۷ و ۹۷ درصد و در گونه علف گندمی بیابانی ۶۱، ۷۹ و ۹۵ درصد بود. همچنین درصد کاهش وزن خشک ریشه در سطوح سایه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد نسبت به نور کامل در گونه چمانواش بلند به ترتیب ۲۵، ۶۸ و ۹۹ درصد و در گونه علف گندمی بیابانی ۵۱، ۷۱ و ۹۷ درصد گزارش گردید. مشاهده می‌شود وزن ریشه در شرایط سایه ۷۰ و ۹۰ درصد در هر دو گونه بیشتر از اندام هوایی تحت تاثیر قرار گرفته است. نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در گونه علف گندمی بیابانی از سطوح متوسط سایه (۵۰ درصد) رو به کاهش گذاشت هر چند تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۵۰ و ۷۰ درصد مشاهده نشد. اما در گونه چمانواش بلند بیشترین مقدار در سایه صفر و ۵۰ درصد (به ترتیب ۶/۰۹ و ۷/۶) و کمترین مقدار در سایه ۹۰ درصد (۰/۳۲) مشاهده شد. تنها در سطح سایه ۹۰ درصد تفاوت معنی‌داری بین دو گونه مشاهده نشد. در سایر سطوح سایه همواره نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در گونه علف گندمی بیابانی به صورت معنی‌داری بیشتر از چمانواش بلند بود (جدول ۴). کمتر بودن نسبت ریشه به اندام هوایی و تمایل گیاه به تولید اندام هوایی و رشد جانبی جهت افزایش جذب نور در گیاهان سازگار به نور پایین دیده شده است (Yang *et al.,* 2007). گزارش‌های زیادی مبنی بر کاهش وزن ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی در شرایط تنش سایه وجود دارد که کاملاً با یافته‌های پژوهش حاضر هماهنگی دارد (Wherley *et al.,* 2005; Dudeck and Peacock, 1992; Allard *et al.,* 1991; Wilkinson and Beard, 1974). زمانی که عامل محدود کننده‌ی رشد، کمبود شدت نور باشد چون شاخه‌ها منبع قویتری برای فتوسنتز می باشند، نسبت ریشه به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]

شاخه برای هر دو گیاه C_3 و C_4 کاهش می‌یابد. البته کاهش ریشه، توانایی گیاه (چمن) را در خارج کردن رطوبت و مواد غذایی از خاک کاهش می دهد (Pessarakli, 2008).

کلروفیل: اثر متقابل سایه و گونه بر میزان کلروفیل در واحد وزن نشان داد که در هر دو گونه با افزایش سطوح سایه میزان کلروفیل افزایش یافت (جدول ۵). در هر دو گونه کمترین و بیشترین میزان کلروفیل در واحد وزن به ترتیب در نور کامل و در سایه ۹۰ درصد مشاهده گردید. در نور کامل و سایه ۵۰ درصد، گونه علف گندمی بیابانی نسبت به چمانواش بلند میزان کلروفیل بیشتری را نشان داد. تفاوت معنی‌داری بین دو گونه در سایه ۷۰ درصد مشاهده نشد. در سایه شدید ۹۰ درصد، گونه چمانواش بلند بطور معنی‌داری از میزان کلروفیل بیشتری برخوردار بود (جدول ۵).

بر اساس آزمایش‌های انجام شده میزان کلروفیل برگهای رشد یافته در سایه در واحد سطح برگ به دلیل کاهش تعداد سلولها و کلروپلاستها، کمتر می باشد درحالی‌که میزان کلروفیل در واحد وزن و حجم در سایه‌های ملایم افزایش می‌یابد (Wherley *et al.,* 2005; Winstead and Ward, 1974). همچنین پیشنهاد شده است که افزایش ساخت کلروفیل با بکارگیری نور توسط برگ‌ها مرتبط می‌باشد (Dai *et al.,* 2009). بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که با کاهش شدت نور، میزان کلروفیل افزایش یافته است (Beard, 1997). طی آزمایشی نشان داده شد که سطوح سایه پایین (۳۵ درصد) بر چمن‌های فصل سرد از جمله رای گراس باعث افزایش کلروفیل می‌گردد (Van Huylenbroeck and Van Bockstaele, 2001). همچنین در چمن‌های سردسیری پوآ (*Poa pratensis*) و فستوکای قرمز (*Festuca rubra*)، سایه باعث افزایش میزان کلروفیل گردید (Wilkinson and Beard, 1974). درگیاه زینتی *Heptacodium miconioides* با کاهش شدت نور، میزان کلروفیل برگ‌ها افزایش یافت؛ اما در شدت نور بسیار پایین (کمتر از ۳۵۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه) میزان کلروفیل کاهش یافت (Liu *et al.*, 2006). نتایج نشان داد که در درخت عناب، سایه ۲۵، ۵۰ و ۶۵ درصد، میزان کلروفیل را افزایش داد اما در سایه ۸۰ درصد میزان کلروفیل کاهش یافت که علت آن می‌تواند مربوط به آسیب فتوسنتزی در اثر تنش سایه باشد (Miralles *et al.,* 2011). در پژوهشی، Wherley و همکاران (۲۰۰۵) علت کاهش کلروفیل در سطوح نوری بالا را اکسیداسیون نوری کلروفیل دانستند در حالی که سطوح پایین نوری از تجزیه کلروفیل جلوگیری می کنند.

فتوسنتز و هدایت روزنه ای: با توجه به جدول (۵) در گونه علف گندمی بیابانی با افزایش سطوح سایه تا ۷۰ درصد میزان فتوسنتز افزایش یافت اما سطوح شدید سایه (۹۰ درصد) باعث کاهش معنی‌دار فتوسنتز در این گونه گردید. درحالی‌که در گونه چمانواش بلند بیشترین میزان فتوسنتز در سایه ۵۰ درصد بود و در سطوح بالاتر (۷۰ و ۹۰ درصد) میزان فتوسنتز به صورت معنی‌داری کاهش یافت. در هر دو گونه کمترین میزان فتوسنتز در سایه شدید ۹۰ درصد بود و بین دو گونه در این سطح سایه تفاوت معنی داری دیده نشد. بیشترین میزان فتوسنتز در نور کامل و سایه ۷۰ درصد به ترتیب متعلق به گونه چمانواش بلند و علف گندمی بیابانی بود. در سایه ۵۰ درصد، بین دو گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین هدایت روزنه‌ای در گونه علف گندمی بیابانی با افزایش سطوح سایه کاهش یافت اما در گونه چمانواش بلند از سایه ۷۰ درصد شروع به کاهش کرد و تفاوت معنی‌داری بین نور کامل و سایه ۵۰ درصد مشاهده نشد. در هر دو گونه کمترین هدایت روزنه‌ای در سایه ۹۰ درصد مشاهده گردید. در نور کامل، سایه ۷۰ و ۹۰ درصد، گونه علف گندمی بیابانی هدایت روزنه ای بالاتری نسبت به گونه چمانواش بلند نشان داد اما در سایه ۵۰ درصد تفاوت معنی داری بین دو گونه مشاهده نشد (جدول ۵). گزارش‌های بسیاری نشان داده‌اند که کاهش شدت نور تا سطوح خاصی منجر به کاهش میزان فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در گیاهان می‌شود. در آزمایشی روی گیاه عناب، Miralles و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که سایه ۶۵ و ۸۰ درصد منجر به کاهش سرعت فتوسنتز و کاهش تراکم روزنه‌ای در طول دوره آزمایش گردید. همچنین Saifuddin و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایشی روی گیاه گل کاغذی (*Bougainvillea glabra*)

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]

کمترین میزان هدایت روزنه‌ای را در سایه ۷۵ درصد و بیشترین میزان آن را در سایه ۵۰ درصد گزارش نمودند. در عناب، کاهش شدید نور (سایه ۸۰ درصد) باعث کاهش فعالیت شیمیایی فتوسیستم دو و فتوسنتز گردید (Miralles *et al.*, 2011). در گونه علف گندمی بیابانی، افزایش سایه تا سطح ۷۰ درصد باعث افزایش فتوسنتز گردید اما با در نظر گرفتن کاهش هدایت روزنه‌ای با افزایش سطوح سایه و با توجه به این عقیده کلی مبنی بر اینکه افزایش سایه باعث کاهش تبخیر و تعرق (Feldhake *et al.*, 1983) و به دنبال آن افزایش تنفس نوری می گردد (Pessarakli, 2008)، به نظر می رسد افزایش فتوسنتز نتوانسته بر تنفس نوری فائق آید که گواه این ادعا، کاهش زیست‌توده گیاهی و پنجه زنی می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که افزایش فتوسنتز در سایه لزوماً دلیل بر افزایش کارایی گیاه نیست و نیاز به بررسی سرعت تنفس نیز می‌باشد. همچنین احتمالاً بخشی از کاهش فتوسنتز بر اثر سایه به دلیل کاهش سنتز آنزیم‌های موثر در فتوسنتز می‌باشد. در شرایط سایه و به دنبال از بین رفتن پلاستیدها و کاهش نواحی استرومایی کلروپلاستها، میزان آنزیم ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز (RuBP) کاهش می‌یابد (Prioul *et al.*, 1980). تراکم روزنه‌ای چمن‌های C_3 هم اغلب با کاهش شدت نور کاهش می‌یابد (Allard *et al.*, 1991). کاهش تراکم روزنه ای خود می تواند باعث کاهش هدایت روزنه ای گردد.

نتیجه گیری:

نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که بهترین سطح نوری مورد استفاده برای گونه علف گندمی بیابانی با توجه به دارا بودن بیشترین رنگ، بافت، قدرت پنجه زنی، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی و هدایت روزنه‌ای؛ شرایط نور کامل می‌باشد. همچنین به نظر می‌رسد در گونه چمانواش بلند، سایه ۵۰ درصد با دارا بودن رنگ، قدرت پنجه زنی، نسبت ریشه به اندام هوایی و فتوسنتز بیشتر نسبت به نور کامل شرایط نوری مناسب‌تری برای این گونه باشد. هر چند این گونه با توجه به رنگ و قدرت پنجه-زنی بالا، سایه ۷۰ درصد را نیز تا حدودی تحمل کرده است. مقایسه دو گونه نشان می‌دهد که در شرایط نور کامل و کلیه سطوح سایه، گونه چمانواش بلند نسبت به علف گندمی بیابانی از نظر ویژگی‌های مناسب جهت کاربرد زینتی در فضای سبز از قبیل رنگ، ارتفاع، وزن تر و خشک اندام هوایی و فتوسنتز بهتر عمل کرده است. هر دو گونه قادر به تحمل سایه شدید ۹۰ درصد نبودند، هر چند گونه چمانواش بلند به مراتب متحمل‌تر از علف گندمی بیابانی بوده است.

منابع:

رهنمون فر، م. (۱۳۹۰). تأثیر سایه، مواد آلی و زمان کاشت بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گل لیسیانتوس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

Alexander, C. W. and McCloud, D. E. (1962) CO2 uptake (net photosynthesis) as influenced by light intensity of isolated bermudagrass leaves contrasted to that of swards under various clipping regimes. Crop Science 2: 132–135.

Allard, G., Nelson, C. J. and Pallardy, S. G. (1991) Shade effects on growth of tall fescue: I. Leaf anatomy and dry matter partitioning. Crop Science 31: 163-167.

Beard, J. B. (1973) Turfgrass: Science and Culture. Prentice Hall, Inc. 658 pp.

Beard, J. B. (1997) Shade stresses and adaptation mechanisms of turfgrasses. International Turfgrass Society Research Journal 8: 1186–1195.

Bell, G. E., Danneberger, T. K. and McMahon, M. J. (2000) Spectral irradiance available for turfgrass growth in sun and shade. Crop Science 40: 189–195.

Dai, Y., Shen, Z., Liua, Y., Wang, L., Hannaway, D. and Lu, H. (2009) Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg. Environmental and Experimental Botany 65: 177-182 .

Daniel, G. O., Loren, S. T. J. and Jensen, K. B. (2001) Crested Wheatgrass (*Agropyron cristatum*) and *Agropyron desertorum* accessions. Canadian Journal Plant Science 70: 707-716.

Dudeck, A. E. and Peacock, C. H. (1992) Shade and turfgrass culture. In: Turfgrass, Agronomy

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]

Prioul, J-L., Brangeon, J. and Reyss, A. (1980) Interaction between external and internal conditions in the development of photosynthetic features in a grass leaf. I. Regional responses along a leaf during and after low-light or high-light acclimation. Plant Physiology 66: 762–769.

Saifuddin, M., Hossain, A. M. B. and Normaniza, S. (2010) Impact of shading on flower formation and longevity, leaf chlorophyll and growth of *Bougainville glabra*. Plant Science 1682-3974.

Schnyder, H. and Nelson, C. J. (1989). Growth rate and assimilate partitioning in the elongation zone of tall fescue leaf blades at high and low irradiance. Plant Physiology 90: 1201–1206.

Stanford, R. L. (2005) Temperature, nitrogen and light effects on hybrid bermudagrass growth and development. Crop Science 45: 2491–2496.

Tan, Z. G. and Qian, Y. L. (2003) Light intensity affects gibberellic acid content in Kentucky bluegrass. HortScience 38: 113-116.

Tegg, R. S. and Lane, P. A. (2004) A comparison of the performance and growth of a range of turfgrass species under shade. Australian Journal of Experimental Agriculture 44: 353–358.

Van Huylenbroeck, J. M. and Van Bockstaele, E. (2001) Effects of shading on photosynthetic capacity and growth of turfgrass species. International Turfgrass Society Research Journal 9: 353–359.

Veneklaasa, E. J. and Ouden, F. d. (2005) Dynamics of non-structural carbohydrates in two ficus species after transfer to deep shade. Environmental and Experimental Botany 54: 148–154.

Wherley, B. G., Gardner, D. S. and Metzger, J. D. (2005) Tall fescue photomorphogenesis as influenced by changes in the spectral composition and light intensity. Crop Science 45: 562–568.

Wilkinson, J. F. and Beard, J. B. (1974) Morphological responses of *Poa pratensis* and *Festuca rubra* to reduced light intensity. *2* nd International Turfgrass Research Conference, Blacksburg, Virginia, United States.

Winstead, C. W. and Ward, C. Y. (1974) Persistence of southern turfgrasses in a shade environment, in Proc. *2* nd International Turfgrass Research Conference, Blacksburg, Virginia, United States.

Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao, Y. Z., Yao, X. Q. and Yin, H. J. (2007) Influence of water stress and low irradiance on morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings. Photosynthetica 45: 613-619.

Monograph 32 (eds. Waddington, D.V., Carrow, R.N. and Shearman, R.C.). Pp. 269–284. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.

Faust, J. E., Holcombe, V. Rajapakse, N. C. and Layne D. R.. (2005) The effect of daily light integral on bedding plant growth and flowering. HortScience 40: 645–649.

Feldhake, C. M., Danielson, R. E. and Butler, J. D. (1983) Turfgrass evapotranspiration. I. Factors infl uencing rate in urban environments. Agronomy Journal 75: 824–830.

Folta, K. M. (2003) Genomic and physiological studies of early cryptochrome 1 action demonstrate roles for auxin and gibberellin in the control of hypocotyls growth by blue light. Plant Journal 36: 203–214.

Gardner, D. S. and Taylor, J. A. (2002) Change over time in quality and cover of various turfgrass species and cultivars maintained in shade. Hort Technology 12: 465–469.

Goss, R. M. (2002) Trinexapac-ethyl and nitrogen effects on creeping bentgrass grown under reduced light conditions. Crop Science 42: 472–479.

Kawai, H. (2003) Responses of ferns to red light are mediated by an unconventional photoreceptor. Nature 421: 287–290.

Kubiske, M. E., Abrams, M. D. and Mostoller, S. A. (1996) Stomatal and nonstomatal limitations on photosynthesis in relation to the drought and shade tolerance of tree species in open and understory environments. Trees 11: 76–82.

Lichtenhaler, H. K. (1987) Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes. In: Methods Enzymol (eds. Douce, R. and Packer, L.) Pp.350-382. Academic Press Inc, New York.

Liu, P., Yang, Y. S., Xu, G. and Hao, C. (2006) Physiological response of rare and endangered seven-son-flower (*Heptacodium miconioides*) to light stress under habitat fragmentation. Environmental and Experimental Botany 57: 32-40.

Madison, J. H. (1971) Practical Turfgrass Management. Van Nostrand Reinhold Co, New York.

Miralles, J., MartínezSánchez, J. J., Francoa, J. A. and Ba˜nón, S. (2011) *Rhamnus alaternus* growth under four simulated shade environments: Morphological ,anatomical and physiological responses. Scientia Horticulturae 127: 562–570.

Pessarakli, M. (2008) Hand book of turfgrass management and physiology. In: Shade Stress and Management (eds. Clinton, J. and Gardner, D.S.) Pp. 447-472. CRC Press, Arizona.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.9.1.8]