مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۴، ۱۳۹۰ (۷۵۶-۷۴۵)

تحلیل روابط صفات تحت دو شرایط تنش و عدم تنش خشکی در توده‌های اسپرس

امین ویسی‌پور[۱]، محمد مهدی مجیدی[۲]* و آقافخرمیرلوحی[۳]
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
(تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۱۰ - تاریخ تصویب: ۹۰/۶/۲۳)

چکیده

اسپرس از بقولات علوفه‌ای و مرتعی کشور است که به دلیل سازگاری و تحمل به تنش‌های محیطی مورد توجه می‌باشد. در این پژوهش پاسخ عملکرد علوفه، خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ۱۰ توده محلی و رقم اسپرس به تنش خشکی در دو محیط رطوبتی عدم تنش و تنش خشکی مورد ارزیابی و روابط بین صفات مختلف با استفاده از روش‌های چند متغیره آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر اکثر صفات مورد بررسی داشت. همبستگی عملکرد علوفه خشک در شرایط عدم تنش با صفات عملکرد علوفه تر، درصد ساقه، درصد رطوبت نسبی، تعداد ساقه در بوته، تعداد ساقه در بوته و تعداد گره در ساقه، مثبت و با درصد برگ و نسبت برگ به ساقه منفی و معنی‌دار بود. در حالی که عملکرد علوفه خشک در شرایط تنش خشکی با صفات عملکرد علوفه تر، درصد ساقه، تعداد گره در ساقه و درصد رطوبت نسبی برگ، همبستگی مثبت و با درصد برگ و نسبت برگ به ساقه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای در شرایط عدم تنش نشان داد که درصد ساقه، درصد ماده خشک و تعداد ساقه در واحد سطح بیشترین سهم را در توجیه عملکرد علوفه خشک داشتند در حالی که در شرایط تنش صفات درصد ساقه، درصد ماده خشک و ارتفاع بوته دارای بیشترین سهم بودند. تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال و تنش خشکی منجر به شناسایی پنج عامل پنهانی شد که در شرایط نرمال ۹۰ درصد و در شرایط تنش خشکی ۸۷ درصد از کل تغییرات را توجیه نمودند. این عوامل در شرایط عدم تنش به ترتیب عامل تولید علوفه، عامل اجزای عملکرد، عامل زایشی، عامل فتوسنتزی و عامل فنولوژیک و در شرایط تنش خشکی عامل اجزای عملکرد علوفه، عامل فتوسنتزی، عامل زایشی، عامل محتوای پرولین و عامل درصد ماده خشک نام‌گذاری گردیدند. نتایج حاکی از آن بودکه تنش خشکی بر روی روابط صفات تأثیر داشت بطوری که پیشنهاد می‌شود برای اصلاح جهت بهبود عملکرد در هر یک از شرایط عادی و تنش رطوبتی باید بطور مستقل نسبت به تعیین یک شاخص گزینش مناسب اقدام نمود.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، خشکی، رگرسیون مرحله‌ای و تحلیل عاملی

* نویسنده مسئول: محمد مهدی مجیدی تلفن: ۰۹۱۳-۳۰۶۱۱۷۲ E-mail: majidi@cc.iut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تنش خشکی مهمترین عامل محیطی محدود کننده رشد و نمو گیاهان در سرتاسر دنیا می‌باشد بطوری‌که کاهش رشد در اثر تنش خشکی به مراتب بیشتر از سایر تنش‌های محیطی دیگر است (Blum, 2011). بطور کلی کمبود آب زمانی رخ می‌دهد که تعادل بین عرضه و تقاضای آب در گیاه وجود نداشته باشد (Blum, 1989).

اسپرس با نام علمی *Onobrychis viciifolia* Scop به علت داشتن توانایی‌هائی نظیر سازگاری بالا به شرایط آب و هوایی مختلف، عملکرد بالای علوفه در شرایط کم‌آبیاری، عدم ایجاد نفخ پس از مصرف توسط چهارپایان به‌دلیل داشتن تانن در برگ‌ها، ارزش غذایی بالا، جذب حشرات به علت داشتن شهد شیرین برای تولید عسل و داشتن ریشه‌های عمیق برای جلوگیری از فرسایش خاک و بهبود ساختمان و کیفیت خاک زراعی (Gerami, 1990; Ditterline & Cooper, 1975; Buyukburc et al., 1991)، یکی از گیاهان علوفه‌ای مهم در کشور محسوب می‌گردد. مطالعات اصلاحی روی اسپرس در مقایسه با یونجه کمتر انجام شده و این در حالی است که این گیاه از پتانسیل‌های بالایی برای کشت و کار بویژه در مناطق با آبیاری محدود برخوردار است.

اصلاح برای افزایش تحمل به خشکی در گیاهان یکی از مهمترین اهداف اصلاح‌گران در مناطق خشک و نیمه خشک است. در این میان بهبود غیرمستقیم عملکرد بر اساس سایر معیارها و ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک که از وراثت‌پذیری بالاتری برخوردارند، می‌تواند روند ایجاد ارقام متحمل را تسریع بخشد (Blum, 2011). ارتباط بین متغیرها از طریق روش‌های آماری چند متغیره بررسی می‌گردد (Mohammadi & Prasanna, 2003). هدف کلی از تجزیه چند متغیره، در نظر گرفتن همزمان چندین متغیر است که با یکدیگر در ارتباط بوده و هر یک از آنها در ابتدای تجزیه داده‌ها از نظر محقق دارای اهمیت یکسان می‌باشد (Johnson & Wichern, 2007). ساده‌ترین روش تعیین ارتباط بین دو متغیر محاسبه ضریب همبستگی است که متوسط رابطه بین دو متغیر را نشان می‌دهد. در صورتی که همبستگی بین دو متغیر معنی‌دار باشد نشان می‌دهد که هر دو تحت تأثیر عامل(های) مشترک قرار گرفته‌اند (Montgomery et al., 2006). در اسپرس همبستگی عملکرد با تعداد ساقه برای اکثر چین‌ها مثبت و با صفات فنولوژیک منفی گزارش شد (Harasim & Bawolski, 1993).

از دیگر روش‌های چند متغیره، روش تحلیل مسیر (Path analysis) است که توسط یک متخصص علم ژنتیک به‌نام سول‌رایت (۱۹۱۸) برای بیان روابط سببی در ژنتیک جامعه بسط داده شد (Johnson & Wichern, 2007). مزیت اصلی تجزیه ضرایب مسیر بر ضرایب همبستگی این است که می‌توان اثر مستقیم هر جزء عملکرد را از اثرات غیرمستقیم حاصل‌از ارتباط متقابل بین اجزاء آن تفکیک کرد (Ortiz & Langie, 1997). این مسئله به اصلاح‌گر امکان می‌دهد که بطور توام نسبت به انتخاب غیرمستقیم چند صفت برای بهبود عملکرد اقدام نماید. به عنوان مثال در یونجه نشان داده شده است که گزینش در جهت افزایش همزمان ارتفاع بوته و تعداد ساقه همراه با زودرسی تأثیر زیادی بر عملکرد داشته است (Jafari & Goodarzi, 2007). با این حال یافتن اجزایی از عملکرد که بررسی آنها از طریق تجزیه ضرایب مسیر مد نظر است از طریق اطلاعات قبلی محقق و یا انجام تجزیه رگرسیون صورت می‌پذیرد. تجزیه رگرسیون یک روش آماری برای بررسی و مدل‌سازی رابطه بین متغیرهاست. برای بررسی رابطه خطی بین یک متغیر مستقل و یک متغیر تابع از رگرسیون خطی استفاده می‌شود و از رگرسیون مرحله‌ای نیز جهت گزینش متغیرهای با ارزش از میان تعداد زیادی صفت اندازه‌گیری شده و حصول مدلی که بیشترین تغییرات تابع را توجیه کند، استفاده می‌شود (Johnson & Wichern, 2007). در یونجه نشان داده شده است که عملکرد علوفه تابعی از سه عامل تعداد بوته در واحد سطح، تعداد ساقه در بوته و عملکرد تک ساقه است (Volenec & Cherney, 1990). در مطالعه دیگری اجزای عملکرد علوفه را شامل ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته و عملکرد تک ساقه دانسته‌اند (Sengul, 2002).

یکی از روش‌های پیشرفته آماری که در بررسی ارتباط بین متغیرها در بسیاری از علوم کاربرد فراوانی

Archive of SID

www.SID.ir

پیدا کرده است، تحلیل عاملی(تجزیه به عامل‌ها) است (Johnson & Wichern, 2007). در تحلیل عاملی هدف یافتن عوامل پنهانی است که باعث ایجاد همبستگی‌های خاصی بین متغیرهای اندازه‌گیری شده می‌شوند (Johnson & Wichern, 2007; Guertin & Bailey, 1982). در برخی از گیاهان این روش برای بررسی روابط بین صفات در شرایط عادی و تنش خشکی و مقایسه فاکتورهای مؤثر در دو محیط مختلف استفاده شده است (Golparyar et al., 2006; Irvani et al., 2008). با این وجود گزارشی از کاربرد این روش برای بررسی روابط ویژگی‌های مختلف مورفولوژیک و فیزیولوژیک در اسپرس یافت نگردید. با توجه به اینکه یکی از ملزومات اصلاح برای ایجاد ارقام متحمل به خشکی در گیاهانی نظیر اسپرس که سازگاری بالایی به شرایط مختلف آب و هوایی کشور دارند، درک صحیح از روابط بین خصوصیات مختلف است، این پژوهش با هدف بهره‌گیری از برخی روش‌های پیشرفته آماری به‌منظور بررسی ارتباط عملکر، صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد در ۴۰ کیلومتری جنوب‌غربی اصفهان انجام شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۶۳۰ متر و بر طبق طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک و بسیار گرم است. ظرفیت زراعی و پژمردگی خاک به ترتیب ۲۳ و ۱۰ درصد وزنی می‌باشند. بافت خاک منطقه لورک، لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده و متوسط اسیدیته (pH) آن حدود ۷/۵ می‌باشد.

مواد ژنتیکی مورد استفاده در این آزمایش تعداد ۱۰ توده اسپرس شامل توده‌های اراک، نجف‌آباد، سمیرم، سنندج، فریدون‌شهر، خرم‌آباد، اصفهان، خوانسار، بافت و کرمان بودند که در دو محیط رطوبتی عدم تنش و تنش خشکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت شدند. کرت‌های آزمایشی شامل چهار ردیف ۵ متری با فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر و فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده بود. به منظور تامین فسفر و نیتروژن مورد نیاز گیاه کود فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و جهت تکمیل نیتروژن مورد نیاز گیاه نیز کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در هر چین به زمین اضافه گردید. کنترل علف‌های هرز نیز به صورت دستی انجام شد.

محیط‌های رطوبتی مورد استفاده شامل محیط بدون تنش رطوبتی با اعمال ضریب[1] MAD (متوسط کسری از کل آب در دسترس که می‌تواند از عمق توسعه ریشه تخلیه شود بدون اینکه به گیاه تنشی وارد شود) برابر با ۵۵ درصد (Allen et al., 1998) و محیط تنش رطوبتی با اعمال ضریب MAD برابر با ۸۵ درصد بود. مقدار تخلیه رطوبت از خاک براساس مقدار تبخیر-تعرق چمن با استفاده از رابطه فائو-پنمن- مانتیث (Allen et al., 1998) و ضریب گیاهی اسپرس طی دوره رشد (Allen et al., 1998) محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میزان آب ورودی به کرت‌ها از فلوم شماره ۴ استفاده گردید که دبی آب آن از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$Q = 0.0294 \times H^{2.102}$$

در این رابطه Q برابر دبی آب ورودی (لیتر در ثانیه) و H ارتفاع آب در وسط فلوم برحسب سانتی‌متر می‌باشد.

در این مطالعه، مجموعه‌ای از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مورد بررسی قرار گرفت. در هر کرت آزمایشی، ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و صفات تعداد روزتا۵۰ درصد گلدهی، تعداد ساقه در واحد سطح، ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد انشعابات فرعی در ساقه، عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک، درصد ماده خشک، درصد برگ و ساقه در ماده خشک، نسبت برگ به ساقه، طول خوشه (سانتی‌متر)، امتیاز رشد پائیزه، میزان آب نسبی برگ (RWC)[2]، محتوی پرولین (Bates et al., 1973) و میزان

1. Management allowed depletion
2. Relative water content

Archive of SID

www.SID.ir

کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها (Lichtenthaler & Buschmann, 2001) اندازه‌گیری گردید.

به منظور برآورد رابطه بین صفات، ابتدا ضرایب همبستگی محاسبه و سپس از رگرسیون گام‌به‌گام به منظور تعیین صفاتی که سهم بیشتری در توجیه تنوع عملکرد علوفه دارند، استفاده شد (Johnson & Wichern, 2007). برای درک روابط بین صفات و شناسایی خصوصیاتی که بیشترین نقش را در تغییرات عملکرد علوفه ایفا می‌کنند و همچنین برای تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد از تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر استفاده گردید. در این پژوهش تجزیه به عامل‌ها برای گروه‌بندی صفات و درک روابط پنهانی بین آنها به روش مولفه‌های اصلی انجام گردید و عامل‌ها به منظور توجیه بهتر به روش وریماکس دوران داده شدند (Johnson & Wichern, 2007). تجزیه و تحلیل‌های آماری به کمک نرم‌افزارهای SAS و NCSS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر صفات اندازه‌گیری شده بین ارقام اسپرس وجود داشت (به استثنای نسبت کلروفیل به b و محتوی کارتنویید) که حاکی از تنوع بالا بین ارقام مورد بررسی می‌باشد. بین دو محیط رطوبتی نیز تفاوت معنی‌داری برای همه صفات به استثنای نسبت کلروفیل به b وجود داشت. تنش خشکی باعث افزایش درصد ماده خشک و میزان پرولین گردید در حالی که سایر صفات را بطور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۲). میزان کاهش عملکرد علوفه خشک بطور متوسط ۱۵/۵ درصد بود که رقم اراک بیشترین و رقم سنندج کمترین کاهش را نشان داد (جدول ۲).

ضرایب همبستگی بین صفات در جدول ۳ ارائه شده است، اعداد بالای قطر مربوط به شرایط عدم تنش و پایین قطر همبستگی در شرایط تنش خشکی می‌باشد. در شرایط عدم تنش عملکرد علوفه خشک با صفات عملکرد علوفه تر، درصد ساقه، درصد رطوبت نسبی برگ و تعداد ساقه در بوته در سطح احتمال ۱ درصد و با صفات تعداد ساقه در واحد سطح و تعداد گره در ساقه در سطح ۵ درصد همبستگی مثبت نشان داد. این نتایج حاکی از آن است که با گزینش این صفات امکان افزایش عملکرد علوفه وجود دارد. عملکرد علوفه خشک با درصد برگ و نسبت برگ به ساقه در سطح ۱ درصد همبستگی منفی نشان داد. بنابراین می‌توان استنباط نمود که با افزایش عملکرد علوفه از کیفیت آن کاسته می‌شود. نتایج مشابه توسط سایر محققان (Buyukburc et al., 1991; Turk & Celik, 2006; Saeed & El-Nadi, 1997) نیز گزارش شده است.

همبستگی شدید و منفی بین درصد برگ و درصد

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در ارقام اسپرس تحت شرایط تنش و عدم تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		عملکرد علوفه خشک	درصد ماده خشک	نسبت برگ به ساقه	ارتفاع بوته	تعداد ساقه در بوته	تعداد انشعابات فرعی	طول خوشه	میزان آب نسبی برگ	کلروفیل کل	نسبت کلروفیل (a/b)	کاروتنوئید	پرولین
محیط	۱	۱۳۵۴۰۰/۲۶**	۱۰۸/۱۷**	۱/۹۸**	۳۱۲۷/۴۲**	۲۱۲/۴۳**	۸/۶۱**	۸۴/۴۴**	۱۴۶۵۸/۰۵**	۸/۴۸۸**	۲/۵۸۹^{ns}	۰/۶۰۹**	۱۵۷۹۹/۹۸**
خطای a	۴	۹۵۱/۴۵	۰/۴۳	۰/۰۲	۷۹/۳۵	۰/۵۳	۰/۲۱	۰/۷۶	۱۲/۵۳	۰/۲۳۲	۰/۶۲۲	۰/۰۲۴	۲/۶۹
رقم	۹	۲۶۵۷۸/۱۸**	۴۱/۲۸**	۰/۵۱**	۱۸۹/۲۷*	۳۵/۲۵**	۱/۸۸**	۷/۹۹**	۱۸۳/۵**	۰/۲۵۰**	۰/۲۲۱^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۵۴/۳۸**
رقم × محیط	۹	۷۵۰۱/۳۲**	۶/۶۶**	۰/۰۲**	۳۳/۸۹^{ns}	۲/۰۳*	۰/۰۷^{ns}	۰/۷۱*	۳۴/۱۸^{ns}	۰/۰۲۳^{ns}	۰/۳۵۶^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۴۸/۰۱**
خطای b	۳۶	۷۲۲/۹۷	۰/۹۲	۰/۰۰۵	۶۴/۸۶	۰/۷۱	۰/۱۴	۰/۳۱	۱۸/۵۹	۰/۰۷۹	۰/۲۰۸	۰/۰۰۶	۶/۸۳
چین	۱	۵۸۸۴/۱*	۱۵۶/۳۹**	۰/۸۵**	۱۸۲۹/۹۶**	۱۰۹/۲۵**	۵/۰۸**	۴۴/۷۷**	۸/۸۷^{ns}	۰/۸۵**	۰/۱۵۸^{ns}	۰/۰۷۸**	۴۵/۳۹**
چین×محیط	۱	۳۵۳۳/۹۷*	۲/۰۶^{ns}	۰/۶۴**	۵۹۵/۰۱**	۱۷/۲۱**	۱/۱**	۸/۹۲**	۶۹/۶۲^{ns}	۰/۱۵۳^{ns}	۳/۸۵۷**	۰/۱۱۱**	۵۱/۰۴**
چین×رقم	۹	۷۹۳۳/۱۷**	۸۳/۷۷**	۰/۰۲**	۴۲/۴۴^{ns}	۸/۲۲**	۰/۴۸**	۱/۹۱**	۲۵/۸۱^{ns}	۰/۱۹۹^{ns}	۰/۰۹۲^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	۱۷/۱۵**
چین×رقم×محیط	۹	۲۰۱۷/۷*	۴/۶۹**	۰/۰۱^{ns}	۱۸/۷۱^{ns}	۱/۲۱^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۱۲/۱۳^{ns}	۰/۰۴۶^{ns}	۰/۲۵۴^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۱۷/۸۸**
خطای باقی مانده	۴۰	۸۴۷/۲۴	۰/۷۲	۰/۰۰۶	۳۵/۲۵	۰/۹۳	۰/۰۸	۰/۳۲	۲۳/۳۹	۰/۱۱۳	۰/۳۲۵	۰/۰۰۷	۴/۰۴
cv٪		۱۵/۵	۴/۳۷	۵/۲۷	۹/۱۴	۷/۵۵	۸/۷۶	۵/۸۵	۷/۲۱	۹/۴۲	۱۹/۱۷	۱۱/۲۹	۱۳/۲۹

ns، * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات برای ارقام اسپرس در دو محیط رطوبتی (عدم تنش و تنش)

ارقام	عملکرد علوفه خشک (g/m^2)		درصد کاهش	درصد ماده خشک		درصد کاهش	کلروفیل کل (mg/g Leaf)		درصد کاهش	پرولین (µmoles/g)		درصد کاهش
	عدم تنش	تنش		عدم تنش	تنش		عدم تنش	تنش		عدم تنش	تنش	
اراک	۲۴۵/۱۸	۱۸۱/۴۱	۲۶/۰۱	۳۲/۴	۳۵/۷۹	-۱۰/۴۴	۳/۶۳	۳/۰۷	۱۶/۱	۳/۲۶	۲۲/۸۴	-۶۰۱/۲۳
نجف‌آباد	۲۶۰/۹۷	۲۴۵/۶۱	۵/۸۸	۳۵/۵۸	۳۹/۲۵	-۱۰/۳۲	۳/۷۲	۳/۲۴	۱۲/۸۷	۴/۱۴	۲۴/۸۵	-۵۰۰/۴۶
سمیرم	۱۷۶/۹۵	۱۶۶/۷۹	۵/۷۴	۳۲/۲۵	۳۶/۳۶	-۱۲/۷۳	۳/۹۴	۳/۴۲	۱۳/۶	۳/۹۶	۲۸/۶۸	-۶۲۴/۸۹
سنندج	۲۵۵/۲۲	۲۳۴/۴۶	۸/۳۳	۳۳	۳۷/۷	-۱۴/۲۵	۳/۹۱	۳/۴۵	۱۱/۷۸	۴/۲۳	۲۱۷۶	-۴۱۴/۳۵
فریدون‌شهر	۴۴۱/۸۸	۳۶۶/۰۴	۱۷/۱۶	۳۳/۴	۳۴/۰۴	-۱/۹۲	۴/۰۳	۳/۵۹	۱۱/۰۳	۳/۱۷	۲۳/۳۶	-۶۳۶/۱۱
خرم‌آباد	۳۶۸/۹۳	۳۱۳/۸۲	۱۵/۲۱	۳۲/۴۱	۳۶/۴۶	-۱۲/۵۱	۳/۸۸	۳/۴	۱۲/۴۱	۳/۵۷	۲۴/۱۸	-۵۷۸/۳۳
اصفهان	۳۹۳/۱	۳۳۰/۱۶	۱۶/۰۱	۳۵/۳۴	۳۷/۶۸	-۶/۶۲	۳/۸۳	۳/۳	۱۳/۸۲	۳/۰۷	۳۱/۲۸	-۹۲۰/۴۸
خوانسار	۴۵۳/۷۸	۳۳۷/۰۲	۲۵/۷۳	۳۶/۵۵	۳۹/۰۸	-۶/۹۴	۳/۸۹	۳/۲۹	۱۵/۴	۴/۴۱	۳۳/۰۳	-۶۴۸/۲۱
بافت	۳۴۴/۱۱	۲۷۵/۲۶	۲۰/۰۱	۳۲/۷۷	۳۴/۴۵	-۵/۱۱	۳/۸۵	۳/۳۸	۱۲/۲۲	۳/۸۷	۳۱/۴	-۷۱۰/۶۶
کرمان	۳۲۳/۹۶	۲۷۴/۲۲	۱۵/۳۵	۳۴/۷۴	۳۷/۴۸	-۷/۸۹	۳/۶۸	۲/۹۸	۱۹/۶۴	۲/۹۴	۲۴/۷۲	-۷۴۰/۶۷
میانگین	۳۲۶/۲۰	۲۷۲/۴۲	۱۵/۵۳	۳۳/۸۴	۳۶/۸۲	-۸/۸۷	۳/۸۴	۳/۳۱	۱۳/۸۹	۳/۶۶	۲۶/۶۱	-۶۳۷/۵۴
LSD (٪۵)	۳۸/۲۵	۳۳/۷۲		۰/۸۹	۰/۹۷		۰/۳۷	۰/۳		۰/۷۶	۴/۴۲	
LSD (٪۵) اثرات متقابل	۳۵/۳۶			۰/۹۲			۰/۳۳			۳/۰۱		

ساقه حاکی از ارتباط معکوس این دو ویژگی به عنوان اجزای مهم عملکرد علوفه می‌باشد که توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Bolgar, 1988; Majidi & Arzani, 2009; Basafa & Taherian, 2009). نسبت برگ به ساقه با رطوبت نسبی و تعداد گره در ساقه همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. در پژوهش حاضر در شرایط عدم تنش صفات فنولوژیک با سایر صفات همبستگی معنی‌داری نشان ندادند. نسبت کلروفیل (a/b) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفات درصد برگ، نسبت برگ به ساقه و محتوای کاروتنوئید و همبستگی منفی با صفات درصد ساقه، درصد رطوبت نسبی برگ، تعداد ساقه در واحد سطح و تعداد شاخه فرعی نشان داد و میزان کاروتنوئید با میزان کلروفیل a دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود. در پژوهشی بر روی ارقام اسپرس همبستگی عملکرد علوفه خشک با صفات عملکرد علوفه تر، درصد ماده خشک، درصد فیبر خام، درصد ساقه و تعداد ساقه در واحد سطح مثبت و با درصد برگ، درصد پروتئین خام، تعداد روز تا سبز شدن و گلدهی منفی و معنی‌دار بود (Majidi & Arzani, 2009).

در شرایط تنش خشکی عملکرد علوفه خشک با صفات عملکرد علوفه تر، درصد ساقه و تعداد گره در ساقه در سطح ۱ درصد و با رطوبت نسبی برگ در سطح ۵ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. از طرف دیگر عملکرد علوفه خشک با صفات درصد برگ و نسبت برگ به ساقه همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. در شرایط تنش برخلاف عدم تنش عملکرد علوفه با تعداد ساقه در واحد سطح و تعداد ساقه در بوته همبستگی معنی‌داری نشان نداد که می‌تواند ناشی از کاهش توان پنجه‌زنی (ایجاد ساقه‌های جدید) در چین‌های مختلف در شرایط تنش باشد. در مطالعات محققین بر روی گیاهان اثرات منفی تنش خشکی بر پنجه‌زنی گیاهان گزارش شده است (Rahmani et al., 2007; Saeed & El-Nadi, 1997; Martens, 2007). تعداد ساقه در واحد سطح با درصد ساقه، تعداد ساقه در بوته و کاروتنوئید همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. بنابراین احتمالاً در شرایط تنش مواد گیاهی بیشتر برای افزایش درصد ساقه به کار برده می‌شوند تا کمبود عملکرد را جبران نمایند. ارتفاع بوته در شرایط عدم تنش با هیچ صفتی همبستگی معنی‌داری نداشت ولی در شرایط تنش با درصد ساقه، رطوبت نسبی برگ و طول خوشه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). با توجه به اینکه رطوبت نسبی برگ از معیارهای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی می‌باشد (Blum, 2011)، و همبستگی آن با ارتفاع بوته بالا بود، احتمالا بتوان از طریق انتخاب برای ارتفاع بوته در جهت گزینش ارقام مقاوم به خشکی اقدام نمود.

Hana (1993) نتیجه گرفت اگرچه کاهش ارتفاع یونجه

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مختلف در ارقام اسپرس (بالای قطر در شرایط عدم تنش و پایین قطر در شرایط تنش)

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
۱- عملکرد علوفه خشک	۱	۰/۹۷	۰/۰۴	-۰/۸۳	۰/۸۳	-۰/۸	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۵۶	۰/۶۹	-۰/۰۲	۰/۴۴	۰/۳۲	۰/۳۸	-۰/۲۲	-۰/۲۷	۰/۵۶	۰/۲۴	-۰/۵۷	-۰/۴۹
۲- عملکرد علوفه تر	۰/۹۴	۱	-۰/۱۷	-۰/۷۲	۰/۷۲	-۰/۷۳	۰/۸۸	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۱	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۵	-۰/۱۷	-۰/۲۳	۰/۶۲	۰/۳۲	-۰/۶۲	-۰/۵۳
۳- درصد ماده خشک	۰/۲۴	-۰/۰۸	۱	-۰/۱۷	۰/۱۷	-۰/۱۷	-۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۷	-۰/۰۹	۰/۰۸	-۰/۶۱	۰/۳۳	-۰/۲۶	۰/۱	-۰/۲۹	-۰/۲۳	-۰/۳۴	-۰/۴۴	۰/۲۹	۰/۱۵
۴- درصد برگ	-۰/۷۸	-۰/۷۵	-۰/۲۱	۱	-۱	۰/۹۵	-۰/۹۱	-۰/۶۳	-۰/۶۲	-۰/۳۹	-۰/۶۲	-۰/۰۶	-۰/۴۱	-۰/۱۱	-۰/۶۸	۰/۵۸	۰/۴	-۰/۶۱	-۰/۱۹	۰/۶۳	۰/۵۱
۵- درصد ساقه	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۲۱	-۱	۱	-۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۶۳	۰/۶۲	۰/۳۹	۰/۶۲	۰/۰۶	۰/۴۱	۰/۱۱	۰/۶۸	-۰/۵۸	-۰/۴	۰/۶۱	۰/۱۹	-۰/۶۳	-۰/۵۱
۶- نسبت برگ به ساقه	-۰/۸۱	-۰/۷۶	-۰/۲	۰/۹۳	-۰/۹۳	۱	-۰/۹۱	-۰/۶۲	-۰/۶۲	-۰/۴۳	-۰/۶۴	-۰/۰۷	-۰/۴۲	-۰/۱	-۰/۶۷	۰/۵۵	۰/۴۲	-۰/۶	-۰/۱۷	۰/۶۴	۰/۵۴
۷- درصد رطوبت نسبی برگ	۰/۶۵	۰/۶۷	۰/۰۱	-۰/۹۱	۰/۹۱	-۰/۹۱	۱	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۳۲	۰/۶۴	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۵۶	-۰/۴۶	-۰/۴۱	۰/۷	۰/۲۵	-۰/۷۲	-۰/۶
۸- تعداد ساقه در واحد سطح	۰/۴۴	۰/۵	-۰/۱۶	-۰/۶۴	۰/۶۴	-۰/۶۳	۰/۵۶	۱	۰/۸۷	۰/۳۵	۰/۴۲	-۰/۰۳	۰/۲۹	۰/۲	۰/۱	-۰/۱۷	۰/۱	۰/۶۷	۰/۶	-۰/۶۴	-۰/۱۷
۹- تعداد ساقه در بوته	۰/۳۷	۰/۳۸	-۰/۰۴	-۰/۵۵	۰/۵۵	-۰/۵۳	۰/۴۳	۰/۸۵	۱	۰/۳۷	۰/۴۹	-۰/۰۷	۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۰۹	-۰/۱۳	-۰/۰۱	۰/۶	۰/۴۷	-۰/۵۸	-۰/۲۱
۱۰- ارتفاع بوته	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۰۵	-۰/۷۶	۰/۷۶	-۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۵۸	۰/۵۶	۱	۰/۱۷	-۰/۰۴	۰/۳۶	-۰/۲۱	۰/۰۲	-۰/۰۴	-۰/۳	۰/۲۵	-۰/۰۲	-۰/۳۳	-۰/۴۸
۱۱- تعداد گره در ساقه اصلی	۰/۸	۰/۷	۰/۳۹	-۰/۵۳	۰/۵۳	-۰/۵۶	۰/۳۷	۰/۳۹	۰/۳۷	۰/۴	۱	۰/۱	۰/۴۲	۰/۵۴	۰/۶۷	۰/۱۱	-۰/۱۱	۰/۳۵	۰/۱۹	-۰/۳۱	-۰/۲۲
۱۲- تعداد شاخه فرعی	۰/۳۲	۰/۴۲	-۰/۲۹	۰/۰۶	-۰/۰۶	۰/۰۴	-۰/۱۵	۰/۰۱	-۰/۱۵	-۰/۳۹	۰/۱۷	۱	-۰/۵۳	-۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲	-۰/۲۴	۰/۶۲	۰/۳۱	-۰/۶۵	-۰/۴۷
۱۳- طول خوشه	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۳۷	-۰/۳۸	۰/۳۸	-۰/۳۷	۰/۳	۰/۱	۰/۱۶	۰/۶۶	۰/۴۵	-۰/۵۵	۱	۰/۴۱	۰/۳	-۰/۳۹	-۰/۰۶	-۰/۲۹	-۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۱۸
۱۴- تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	-۰/۳۹	-۰/۴۲	۰/۰۷	۰/۲۵	-۰/۲۵	۰/۲۸	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۰۹	-۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۵۷	۰/۵۱	۱	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۴	-۰/۱	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۲۹
۱۵- رشد پاییزه	۰/۳۸	۰/۴۴	-۰/۱۴	-۰/۳۶	۰/۳۶	-۰/۴۲	۰/۳۸	۰/۵	۰/۴۴	۰/۵	۰/۵۱	۰/۰۷	۰/۰۳	-۰/۲۶	۱	-۰/۳۵	-۰/۱۶	۰/۳۴	۰/۱۵	-۰/۳	-۰/۱۳
۱۶- محتوای پرولین	-۰/۴۳	-۰/۴۸	-۰/۲	۰/۱	-۰/۱	۰/۰۹	-۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۳۲	-۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۱۲	-۰/۴۳	-۰/۲۲	۰/۳۴	۱	۰/۴	-۰/۰۶	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۱۸
۱۷- محتوای کلروفیل a	۰/۱۵	۰/۳۴	-۰/۵۵	-۰/۱۳	۰/۱۳	-۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۴۴	۰/۲	-۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۶۶	-۰/۴۶	-۰/۲۱	۰/۳۱	-۰/۰۲	۱	-۰/۱	-۰/۶۲	۰/۳	۰/۸۲
۱۸- محتوای کلروفیل b	-۰/۰۶	-۰/۰۳	۰/۲۳	-۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۴۴	۰/۳۱	-۰/۱۹	-۰/۰۱	۰/۱۵	-۰/۴۷	۰/۱۵	۰/۳۱	۰/۲	۰/۷	۱	۰/۷۱	-۰/۸۷	-۰/۵۳
۱۹- محتوای کلروفیل کل	۰/۱۱	۰/۲۸	-۰/۵	-۰/۱۱	۰/۱۱	-۰/۱۱	۰/۲۳	۰/۴۷	۰/۲۴	-۰/۱	۰/۰۳	۰/۵۷	-۰/۴۹	-۰/۱۳	۰/۳۲	۰/۰۴	۰/۹۸	۰/۸۲	۱	-۰/۵۵	۰/۱۷
۲۰- نسبت کلروفیل (a/b)	۰/۱۹	۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۰۳	۰/۰۳	-۰/۰۶	-۰/۰۷	-۰/۱۶	-۰/۲۸	-۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۷۳	-۰/۱۱	-۰/۵۶	-۰/۰۹	-۰/۲۶	۰/۳۲	-۰/۴۳	۰/۱۴	۱	۰/۶۶
۲۱- محتوای کاروتنوئید	۰/۳۱	۰/۴۲	-۰/۳	-۰/۲۸	۰/۲۸	-۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۶۷	۰/۴۹	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۶	-۰/۴۲	-۰/۳	۰/۴۴	۰/۱۷	۰/۹۱	۰/۷۴	۰/۹۲	۰/۱۶	۱

ضرایب همبستگی با قدر مطلق بیشتر از ۰/۶۲ در سطح احتمال ۵ درصد و بیشتر از ۰/۷۷ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

به کاهش عملکرد علوفه منجر می‌شود، ولی در عین حال باعث افزایش برگ و کیفیت علوفه می‌گردد. همبستگی منفی بین پرولین و عملکرد علوفه در شرایط تنش (جدول ۳) نشان‌دهنده هزینه‌بر بودن ساخت متابولیت‌های سازگاری برای گیاه است. به عبارت دیگر گیاه به هزینه کاهش عملکرد خود با ساخت این ترکیب‌ها موجبات بقای خود را در شرایط تنش فراهم می‌کند. در مطالعه‌ای بر روی ژنوتیپ‌های یونجه با افزایش تنش خشکی بر میزان تجمع پرولین در برگ‌ها افزوده گردید (Safarnejad, 2004). در شرایط تنش نسبت برگ به ساقه با علوفه تر، درصد ساقه، رطوبت نسبی برگ، تعداد ساقه در واحد سطح و ارتفاع بوته دارای همبستگی منفی بود و با توجه به اینکه ارتفاع بوته در نتیجه اختصاص ماده خشک به ساقه می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مقدار نسبت برگ به ساقه در شرایط تنش به علت کاهش در مقدار ساقه و نه افزایش در مقدار برگ بوده است که توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Martens, 2007; Petil et al., 1992; Saeed & El-Nadi, 1997).

نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای به روش گام‌به‌گام برای عملکرد علوفه خشک به عنوان متغیر تابع و سایر صفات اندازه‌گیری شده به عنوان متغیرهای مستقل (به غیر از عملکرد علوفه تر) در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. از میان صفات مختلف مورد بررسی در شرایط بدون تنش رطوبتی درصد ساقه نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۶۰ درصد از تغییرات عملکرد علوفه خشک را توجیه نمود.

در مراحل بعد درصد ماده خشک و تعداد ساقه در واحد سطح وارد مدل شدند که این سه متغیر در مجموع ۸۳ درصد از تغییرات عملکرد علوفه را توجیه نمودند (جدول ۴). در شرایط نرمال رطوبتی ارقامی که میزان ساقه، ماده خشک و ساقه در واحد سطح بیشتری داشته باشند عملکرد بیشتری خواهند داشت. در شرایط تنش رطوبتی پنج متغیر وارد مدل شدند که در مجموع ۸۵ درصد از تغییرات عملکرد علوفه را توجیه نمودند (جدول ۵). تحت این شرایط نیز اولین متغیر وارد شده به مدل درصد ساقه بود که ۵۹ درصد از تغییرات عملکرد علوفه را توجیه نمود. در مرحله دوم و سوم به ترتیب تعداد گره در ساقه و درصد ماده خشک وارد مدل شدند. در انتها طول خوشه و ارتفاع بوته به عنوان متغیرهای تأثیر گذار در شرایط تنش وارد مدل شدند. نتایج نشان می‌دهد که در شرایط تنش رطوبتی ارقامی که درصد ساقه بالایی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد علوفه خشک به عنوان متغیر تابع در برابر سایر صفات (به جزء عملکرد علوفه تر) در شرایط عدم تنش خشکی

متغیر اضافه شده به مدل	پارامترهای مدل (ضرایب رگرسیون)	R^2 جزء	R^2 مدل	F
درصد ساقه	۹/۳۷	۰/۶۰	۰/۶۰	۱۴/۶۶**
درصد ماده خشک	۹/۹۷	۰/۱۵	۰/۷۵	۱۳/۷۴**
تعداد ساقه در بوته	۱/۸۳	۰/۰۸	۰/۸۳	۹/۲۱**
عرض از مبدأ	-۶۲۵/۷۱	-	-	۳۹/۰۳**

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۵- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد علوفه خشک به عنوان متغیر تابع در برابر سایر صفات (به جزء عملکرد علوفه تر) در شرایط تنش خشکی

متغیر اضافه شده به مدل	پارامترهای مدل (ضرایب رگرسیون)	R^2 جزء	R^2 مدل	F
درصد ساقه	۶/۰۷	۰/۵۹	۰/۵۹	۱۴/۹۸**
تعداد گره در ساقه اصلی	۳۵/۰۴	۰/۱۱	۰/۷۰	۵/۴۶*
درصد ماده خشک	۴/۸۷	۰/۰۷	۰/۷۷	۶/۰۷*
طول میانگره آخر (خوشه)	۴/۳۳	۰/۰۴	۰/۸۱	۸/۶۵*
ارتفاع بوته	۴/۲۴	۰/۰۴	۰/۸۵	۴/۸۸*
عرض از مبدأ	-۳۶۱/۴۱	-	-	۱۹/۶۳**

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

داشته و دارای تعداد گره در ساقه و ارتفاع بیشتری باشند (در مجموع قامت بلندتری داشته باشند) عملکرد بیشتری نیز خواهند داشت به عبارت دیگر در شرایط تنش خشکی به‌دلیل کاهش توان پنجه‌زنی گیاه (کاهش تعداد ساقه در بوته)، (Rahmani et al., 2007; Saeed & El-Nadi, 1997; Martens, 2007)، عملکرد علوفه عمدتاً توسط ارتفاع گیاه توجیه می‌گردد.

در بررسی روابط بین صفات مورفولوژیک در توده‌های اسپرس بر مبنای نتایج رگرسیون گام به گام گزارش شد که صفات درصد ساقه در ماده خشک، ارتفاع بوته، روز تا سبز شدن و تعداد شاخه فرعی بیشترین تنوع عملکرد علوفه را توجیه نموده که می‌توانند به عنوان یک شاخص در گزینش قابل توصیه باشند (Majidi & Arzani, 2009). ارتفاع بوته، تعداد ساقه و تاریخ گلدهی در یونجه به عنوان اجزای عملکرد علوفه خشک گزارش گردید (Jafari et al., 2003). در مطالعه دیگری گزارش شد که بیش از ۹۵ درصد تغییرات عملکرد در توده‌های یونجه مربوط به ۴ مؤلفه، سطح برگ، نسبت برگ به ساقه، وزن دمبرگ و برگ در گیاه است و این امر نشانگر آن است که در تعیین عملکرد یونجه خصوصیات مورفولوژیک پارامترهای قابل اعتمادتری نسبت به خصوصیات فیزیولوژیک می‌باشند (Foutz, 1976).

نتایج تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد علوفه خشک در شرایط عدم تنش رطوبتی (جدول ۶) نشان داد که اثر مستقیم درصد ساقه مثبت و بالا (۰/۴۶) و اثر غیرمستقیم آن از طریق صفات، درصد ماده خشک (۰/۱۱) و تعداد ساقه در واحد سطح (۰/۲) بود. پس از آن درصد ماده خشک بیشترین اثر مستقیم (۰/۳۹) را بر عملکرد علوفه خشک داشت. اثر غیرمستقیم درصد ماده خشک از طریق درصد ساقه (۰/۱۳) و از طریق تعداد ساقه در واحد سطح (۰/۰۸) بود. تعداد ساقه در واحد سطح نیز اثر مستقیمی برابر۰/۳۵ بر عملکرد علوفه داشت و اثر غیرمستقیم بالایی از طریق درصد ساقه (۰/۲۶) دارا بود. با توجه به بالا بودن اثرات مستقیم صفات در شرایط نرمال می‌توان برای افزایش عملکرد از طریق انتخاب صفات درصد ساقه، درصد ماده خشک و تعداد ساقه در واحد سطح اقدام نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

در شرایط تنش رطوبتی نیز درصد ساقه دارای بیشترین اثر مستقیم و مثبت (۰/۴۹) بود و اثرات غیرمستقیم آن از طریق تعداد گره در ساقه اصلی (۰/۱۸)، درصد ماده خشک (۰/۰۳) و ارتفاع بوته (۰/۰۷) اعمال گردید (جدول ۷). اثرات مستقیم برای تعداد گره در ساقه اصلی، درصد ماده خشک و ارتفاع بوته به‌ترتیب ۰/۲۹، ۰/۲۶ و ۰/۱۲ بود. در شرایط تنش خشکی اثرات غیرمستقیم تعداد گره در ساقه اصلی و ارتفاع بوته از طریق درصد ساقه بالا بود در نتیجه می‌توان از طریق انتخاب برای صفت درصد ساقه در جهت افزایش عملکرد خشک اقدام نمود.

درصد ماده خشک بیشتر اثر خود را به صورت مستقیم بر روی عملکرد علوفه داشت و اثرات غیرمستقیم آن از طریق سایر صفات ناچیز بود بنابراین همبستگی آن با عملکرد علوفه عمدتاً از طریق اثر مستقیم آن می‌باشد. لذا این‌طور استنباط می‌شود که چنانچه درصد ماده خشک از طریق انتخاب افزایش یابد، اجزای دیگر تحت تأثیر قرار نخواهند گرفت. در گیاه یونجه ارتفاع بوته و تعداد ساقه به عنوان مؤثرترین صفات در تشکیل عملکرد تر و خشک معرفی شدند (Albayrak & Ekiz, 2004) که تا حدود زیادی با اسپرس مطابقت دارد. همچنین تعداد ساقه در متر مربع به عنوان صفت مؤثر در افزایش عملکرد یونجه معرفی شده است (Iannucci, 2002). در مطالعه‌ای که بر روی کارآیی آب، عملکرد، کیفیت و تثبیت نیتروژن اسپرس و یونجه تحت رژیم آبیاری انجام شد گزارش گردید که براساس نتایج تجزیه مسیر تنش خشکی به طور مستقیم روی ماده خشک قابل هضم و به طور غیرمستقیم روی نسبت برگ به ساقه و زمان رسیدگی تأثیر دارد (Bolgar, 1988). بنابراین چنین به نظر می‌رسد که برای بهبود عملکرد علوفه می‌توان ارقام را براساس مقادیر بالای درصد ساقه، درصد ماده خشک و ارتفاع بوته انتخاب نمود. با توجه به اینکه انتخاب برای افزایش عملکرد علوفه باعث کاهش کیفیت می‌شود اگر هدف اصلاح کیفیت و کمیت به‌طور همزمان مد نظر است بهتر است از یک شاخص انتخاب که ترکیب متعادلی ازصفات را در خود جای می‌دهد استفاده کرد و برای عملکرد علوفه شاخص تعریف نمود.

نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی به ترتیب در جدول‌های ۸ و ۹ ارائه شده است. در شرایط نرمال رطوبتی برای ارقام اسپرس پنج عامل پنهانی در مجموع ۹۰ درصد از کل تنوع موجود را توجیه نمودند که از این میان سهم عوامل اول تا پنجم به ترتیب ۴۵، ۱۶، ۱۴، ۸ و ۷ درصد بود (جدول ۸). در عامل اول عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک، تعداد ساقه در واحد سطح و تعداد ساقه در بوته دارای بار

جدول ۶- نتایج تجزیه ضرایب مسیر عملکرد علوفه خشک در ارقام اسپرس تحت شرایط عدم تنش

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق صفت			ضریب همبستگی با
		(۱)	(۲)	(۳)	عملکرد علوفه خشک
۱- درصد ساقه	/۴۶.	-	۰/۱۱	۰/۲	۰/۷۷
۲- درصد ماده خشک	۰/۳۹	۰/۱۳	-	۰/۰۸	۰/۶
۳- تعداد ساقه در واحد سطح	۰/۳۵	۰/۲۶	۰/۰۹	-	۰/۷

باقیمانده = ۰/۴۱

جدول ۷- نتایج تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد علوفه خشک در ارقام اسپرس تحت شرایط تنش

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق صفت				ضریب همبستگی با
		(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	عملکرد علوفه خشک
۱- درصد ساقه	۰/۴۹	-	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۷۷
۲- تعداد گره در ساقه اصلی	۰/۲۹	۰/۳۰	-	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۷۳
۳- درصد ماده خشک	۰/۲۶	۰/۰۵	۰/۰۴	-	۰/۰۲	۰/۳۸
۴- ارتفاع بوته	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۰۴	-	۰/۶۷

باقیمانده = ۰/۴۸

Archive of SID

www.SID.ir

عاملی مثبت و بزرگ بودند. بنابراین این عامل را می‌توان عامل تولید علوفه نامید. در عامل دوم صفات درصد ساقه و رشد پاییزه دارای بار عاملی بزرگ و مثبت بود. در این عامل صفات درصد برگ و نسبت برگ به ساقه دارای بار عاملی منفی بودند. عامل اول اجزای عملکرد نامیده شد. با توجه به این عامل می‌توان بیان کرد که ارقامی که از رشد پاییزه بالاتری برخوردار باشند در سال بعد از عملکرد بالاتری برخوردار خواهند بود. عامل سوم، دارای بار عاملی مثبت برای تعداد شاخه فرعی و بار عاملی منفی برای درصد ماده خشک و طول خوشه بود و بنابراین عامل زایشی نام‌گذاری شد. عامل چهارم، دارای بار عاملی بزرگ و مثبت برای کلروفیل a و کاروتنوئید بود بنابراین عامل فتوسنتزی نام گرفت. در عامل پنجم صفات تعداد گره در ساقه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی دارای بار عاملی مثبت بودند. بنابراین این فاکتور عامل فنولوژیک نام گرفت. نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش رطوبتی نشان داد که پنج عامل در مجموع ۸۷ درصد از کل تنوع موجود بین صفات را توجیه نمودند و سهم عامل‌ها به ترتیب ۳۷، ۲۳، ۱۳، ۸ و ۶ درصد بود (جدول ۹). در عامل اول عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک، درصد ساقه، درصد رطوبت نسبی برگ، تعداد ساقه در واحد سطح، تعداد ساقه در بوته و ارتفاع بوته دارای بار عاملی مثبت و بزرگ بودند و درصد برگ و نسبت برگ به ساقه دارای بار عاملی منفی بود که تأییدی بر رابطه منفی عملکرد با درصد برگ و رابطه مثبت با درصد ساقه خواهد بود. این عامل عملکرد و اجزای عملکرد علوفه نام‌گذاری گردید. عامل دوم به شدت تحت تأثیر کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و

جدول ۸- نتایج تجزیه به عامل‌ها شامل بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه در ارقام اسپرس تحت شرایط عدم تنش

صفت	بار عامل اول	بار عامل دوم	بار عامل سوم	بار عامل چهارم	بار عامل پنجم
عملکرد علوفه خشک	۰/۷۷	۰/۳۳	-۰/۰۳	-۰/۳۲	۰/۳۸
عملکرد علوفه تر	۰/۷۶	۰/۲۷	۰/۱۲	-۰/۳۳	۰/۴۱
درصد ماده خشک	-۰/۰۱	۰/۳	-۰/۷۲	-۰/۰۰۴	-۰/۳۱
درصد برگ	-۰/۵۶	-۰/۷۷	۰/۰۱	۰/۲۳	-۰/۱۲
درصد ساقه	۰/۵۶	۰/۷۷	-۰/۰۱	-۰/۲۳	۰/۱۲
نسبت برگ به ساقه	-۰/۵۶	-۰/۷۵	۰/۰۱	۰/۲۷	-۰/۱۳
درصد رطوبت نسبی برگ	۰/۶۲	۰/۶۴	۰/۱۵	-۰/۲۷	۰/۲۲
تعداد ساقه در واحد سطح	۰/۹۶	۰/۱۷	۰/۰۰۴	۰/۱۴	۰/۰۴
تعداد ساقه در بوته	۰/۹۳	۰/۱۶	-۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۷
ارتفاع بوته	۰/۵۴	-۰/۱۴	-۰/۰۸	-۰/۶۱	۰/۰۸
تعداد گره در ساقه	۰/۳۲	۰/۴۷	۰/۰۶	-۰/۰۸	۰/۷۱
تعداد شاخه فرعی	-۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۹۲	-۰/۱۶	-۰/۰۵
طول خوشه	۰/۲۳	۰/۲۵	-۰/۷۱	-۰/۱۲	۰/۴۵
تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	۰/۰۹	۰/۰۳	-۰/۱۲	۰/۳۱	۰/۸۶
رشد پاییزه	-۰/۰۳	۰/۸۶	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۳۳
پرولین	-۰/۰۹	-۰/۶۸	۰/۳۶	۰/۱۳	۰/۳۲
کلروفیل a	۰/۰۸	-۰/۳۸	-۰/۰۱	۰/۸۷	۰/۲۱
کلروفیل b	۰/۶۵	۰/۳۴	۰/۶۷	-۰/۰۰۲	-۰/۱
کلروفیل کل	۰/۵۶	۰/۰۰۱	۰/۵۲	۰/۶۱	۰/۰۷
نسبت کلروفیل (a/b)	-۰/۶۳	-۰/۳۶	-۰/۶۴	۰/۱۹	۰/۱۸
کاروتنوئید	-۰/۲۵	-۰/۲۵	-۰/۳۹	۰/۸۱	۰/۱۱
واریانس توجیه شده	۰/۴۵	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۷
واریانس توجیه شده تجمعی	۰/۴۵	۰/۶۱	۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۹۰
ریشه مشخصه	۹/۴۶	۳/۴۳	۲/۹۲	۱/۶۸	۱/۴۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۹- نتایج تجزیه به عامل‌ها شامل بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه در ارقام اسپرس تحت شرایط تنش

صفت	بار عامل اول	بار عامل دوم	بار عامل سوم	بار عامل چهارم	بار عامل پنجم
عملکرد علوفه خشک	۰/۶۴	۰/۰۶	۰/۳۸	۰/۱۵	۰/۶۲
عملکرد علوفه تر	۰/۶۵	۰/۲۱	۰/۴۶	۰/۱۷	۰/۴۲
درصد ماده خشک	۰/۰۲	-۰/۴۱	-۰/۲۵	-۰/۱۱	۰/۶۸
درصد برگ	-۰/۹۳	-۰/۰۳	-۰/۰۹	۰/۰۱	-۰/۲۴
درصد ساقه	۰/۹۳	۰/۰۳	۰/۰۹	-۰/۰۱	۰/۲۴
نسبت برگ به ساقه	-۰/۹۳	-۰/۰۳	-۰/۱۳	-۰/۰۰۳	-۰/۲۵
درصد رطوبت نسبی برگ	۰/۹	۰/۱۶	-۰/۰۱	-۰/۱۴	۰/۰۷
تعداد ساقه در واحد سطح	۰/۷۲	۰/۴۴	-۰/۱۵	۰/۳۸	-۰/۰۵
تعداد ساقه در بوته	۰/۶۵	۰/۲۴	-۰/۲۵	۰/۵۰	-۰/۰۴
ارتفاع بوته	۰/۹۲	-۰/۱۸	-۰/۱۳	-۰/۰۷	-۰/۱۰
تعداد گره در ساقه	۰/۴۵	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۸۰
تعداد شاخه فرعی	-۰/۲	۰/۵۱	۰/۷۹	۰/۰۲	۰/۲۱
طول خوشه	۰/۴۸	-۰/۴۷	-۰/۳۹	-۰/۴۰	۰/۲۱
تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	-۰/۱۷	-۰/۰۰۴	-۰/۸۱	-۰/۳۴	۰/۰۷
رشد پاییزه	۰/۴۶	۰/۲۷	۰/۰۱	۰/۴۶	۰/۱۰
پرولین	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۹۳	۰/۰۵
کلروفیل a	۰/۱۲	۰/۹۴	۰/۲۷	-۰/۰۶	-۰/۱۲
کلروفیل b	-۰/۰۴	۰/۸۸	-۰/۳۵	۰/۲	۰/۰۱
کلروفیل کل	۰/۰۹	۰/۹۸	۰/۱۳	۰/۰۰۱	-۰/۰۹
نسبت کلروفیل (a/b)	۰/۲	۰/۰۲	۰/۸۸	-۰/۳۳	-۰/۱۰
کاروتنوئید	۰/۲۴	۰/۹	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۰۶
واریانس توجیه شده	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۶
واریانس توجیه شده تجمعی	۰/۳۷	/۶۰	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/۸۷
ریشه مشخصه	۷/۸۹	۴/۹۱	۲/۷	۱/۷۱	۱/۲۷

کاروتنوئید در جهت مثبت بود. این فاکتور را می‌توان عامل فتوسنتزی نامید. عامل سوم، دارای بار عاملی مثبت برای تعداد شاخه فرعی و نسبت کلروفیل (a/b) بود. در این عامل صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی منفی بود. بنابراین عامل زایشی نام‌گذاری شد. در عامل چهارم تنها محتوای پرولین دارای بار عاملی بالا در جهت مثبت بود که اهمیت پرولین در شرایط تنش را نشان داد. این عامل محتوای پرولین نام گرفت. عامل پنجم، دارای بار عاملی مثبت برای صفات درصد ماده خشک و تعداد گره در ساقه بود، بنابراین درصد ماده خشک نامیده شد.

در مطالعه‌ای بر روی اسپرس تجزیه به عامل‌ها، پنج عامل پنهانی را مشخص نمودند که بیش از ۸۰ درصد ازتنوع موجود را توجیه نمودند که به ترتیب، عامل کیفیت علوفه، حجم بوته، اجزای عملکرد بوته، توان پنجه‌دهی و سرعت سبز شدن نام‌گذاری گردیدند (Majidi & Arzani, 2009). نتایج دیگر تحقیقات حاکی از آن است که در یونجه درصد اجزای بوته (درصد ساقه و برگ) به همراه ارتفاع بوته و تعداد ساقه بیشترین بار عاملی را در کنار عملکرد علوفه به خود اختصاص داده‌اند (Basafa & Taherian, 2009; Farshadfar & Farshadfar, 2008; Jafari & Goodarzi, 2007). در فستوکا درصد ماده خشک، قطر یقه و توان استقرار به عنوان مهمترین اجزای تبیین‌کننده واریانس عملکرد علوفه معرفی شده‌اند (Majidi, 2007). نتایج مشابه توسط Wang et al. (2003) گزارش شده است.

در مجموع نتایج تجزیه و تحلیل چند متغیره در این مطالعه نشان داد که در اسپرس نیز می‌توان از این

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌ها به عنوان ابزارهایی برای بررسی روابط بین متغیرها سود جست. همبستگی معنی‌دار عملکرد علوفه خشک به عنوان مهمترین صفت زراعی با برخی صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک نشان می‌دهد که می‌توان نسبت به انتخاب غیرمستقیم این صفت اقدام نمود. با این وجود نتایج حاکی از آن است که تنش خشکی بر روی روابط برخی صفات تأثیر دارد و هرچند ممکن است بتوان بر مبنای صفات مشترک یک شاخص مشترک معرفی کرد، ولی پیشنهاد می‌شود برای اصلاح جهت بهبود عملکرد در هر یک از شرایط عادی و تنش رطوبتی بایستی بطور مستقل نسبت به تعیین یک شاخص گزینش مناسب اقدام کرد. البته بایستی توجه داشت که میزان تأثیر تنش بر روی روابط صفات می‌تواند تحت تأثیر شدت تنش نیز قرار گیرد که لازم است در این زمینه مطالعات بیشتری صورت پذیرد.

REFERENCES

1. Albayrak, S. & Ekiz, H. (2004). Determination of characters regarding to hay yield using correlation and path analysis in some perennial forage crops. *J Agric Sci*, 10, 250-257.
2. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water reguirments irrigation and drainage*. Paper 56, Rome, Italy.
3. Basafa, M. & Taherian, M. (2009). A study of agronomic and morphological variation in certain alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Asian J Plant Sci*, 8, 293-300.
4. Bates, L. S., Waldren, R. P. & Teare, L. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39, 205-207.
5. Blum, A. (1989). Breeding methods for drought resistance. PP. 197-216. In: H. G. Jones, T. J. Flowers and M. B. Jones (Eds.), *Plant under stress*. Cambridge Univ Press, UK.
6. Blum, A. (2011). *Plant breeding for water-limited environments*. Springer. 258 PP.
7. Bolger, T. P. (1988). *Water use, yield, quality, and dinitrogen fixation of sainfoin and alfalfa under gradient irrigation*. Ph. D. thesis, Texas Tech University.
8. Buyukburc, U., Acikgoz, E., Ekiz, H. & Karagullu, N. (1991). Some agriculture traits of cultivated and wild sainfoin species from different origins. *Turk J Agric Forest*, 15, 35-45.
9. Ditterline, R. L. & Cooper, C. S. (1975). *Fifteen years with sainfoin*. Montana State Agric. Exp. Stn. Bull.
10. Farshadfar, M. & Farshadfar, E. (2008). Genetic variability among lucerne cultivars based on biochemical (SDSPAGE) and morphological markers. *J Applied Sci*, 8, 1867-1874.
11. Foutz, A. L., Wilhelm, W. W. & Dobrenz, A. K. (1976). Ralationship between physiological and morphological characteristics and yield of non dormant alfalfa clones. *Agron J*, 68, 587-591.
12. Gerami, B. (1990). *Sainfoin*. Isfahan University of Technology Press, 87p. (In Farsi)
13. Golparyar, A. R., Ghanadha, M. R., Zali, A. A., Ahmadi, A., Majidi-Harvan, E. & Ghasemi pirbalooti, M. A. (2006). Factor analysis of morphological and morpho-physiological traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under drought and non-drought stress conditions. *Pajouhesh & Sazandegi*, 72, 52-59.
14. Guertin, W. H. & Bailey, J. P. (1982). *Introduction to modern factor analysis*. Edwards Brothers Inc, Michigan.
15. Hanna, W. W. (1993). Improving forage quality by breeding. International. *Crop Sci*, 1, 671-675.
16. Harasim, J. & Bawolski, S. (1993). Effect of the rate and number sowing on the density of the plant stand and the yield of sa info in. *Pametnik-Puldaski*, 103, 171-179.
17. Iannucci, A., Russo, M., Arena, L., Difonzo, N. & Martiniello, P. (2002). Water deficit effects on osmotic adjustment and solute accumulation in leaves of annual clovers. *Eur J Agron*, 16, 111-122.
18. Irvani, M., Soluki, M., Rezai, A. M., Syasar, B. & Kuhkan, S. H. A. (2008). Investigating the diversity and relationship between agronomical traits and seed yield in barley advanced lines using factor analysis. *J Sci Techn Agri Natu. Res*, 45, 137-145.
19. Jafari, A. & Goodarzi, A. (2007). Genetic variation for yield and its relationships with quality and agronomic traits in 72 accessions of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Iranian J Rangeland Forest Plant Breed Genetic Res*, 14, 215-229.
20. Johnson, R. A. & Wichern, D. W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis*. (4th ed.). Prentice Hall International, INC., New Jersey.
21. Lichtenthaler, H. K. & Buschmann, C. (2001). *Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS Spectroscopy*. John Wiley & Sons, Inc.
22. Majidi, M. M. (2007). *Breeding studies in tall fescue germplasm (Festuca arundinacea Scherb)*. Ph. D.

Archive of SID

www.SID.ir

dissertation, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.
23. Majidi, M. M. & Arzani, A. (2009). Study of relationship between morphological, agronomic and qualitative traits in sainfoin populations (*Onobrychis viciifolia* Scop). *J of Plant Production*, 16, 159-172.
24. Martens, D. (2007). *Management of drought stressed alfalfa*. Available at: http:/www.Co.Stearns.Mn. Usldocum - ents/ E.
25. Mohammadi, S. A. & Prasanna, B. M. (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. *Crop Sci*, 43, 1235-1248
26. Montgomery, D.G., Peck, E. A. & Vining, G. G. (2006). *An introduction to liner regression analysis*. John Willy and Sons, New York
27. Ortiz, R. & Langie, H. (1997). Path analysis and ideotype for plant breeding. *Agron J*, 89, 989-994.
28. Petil, H. V., Pesat, A. R., Barnett, G. M., Mason, W. N. & Dionne, I. L. (1992). Quality and morphological characteristics of alfalfa as affected by soil moisture, PH and phosphorous fertilization. *Com J Plant Sci*, 72, 147-162.
29. Rahmani, E., Jafari, A. & Hedaiati, P. (2007). Seed and hay production in 10 ecotypes of mountain rye Secale montanum in cold-temperate territory of northern Lorestan. *Iranian J Range Desert Res*, 13, 172-185.
30. Saeed, I. A. M. & El-Nadi, A. H. (1997). Irrigation effects on the growth, yield, and water use efficiency of alfalfa. *Lrrig Sci*, 17, 63-68.
31. Safarnejad, A. (2004). Characterization of somaclones of alfalfa (*Medicago sativa* L.) for drought tolerance. *J Agric Sci Technol*, 6, 121-127.
32. Sengul, S. (2002). Yield components, morphology and forage quality of native alfalfa ecotypes. *J Biol Sci*, 2, 494-498.
33. Turk, M. & Celik, N. (2006). The effect of different row spaces and seeding rates on the hay and crude protein yields of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.). *Tarrim Bilimleri Dergisi*, 12, 175-181.
34. Volenec, I. J. & Cherney, J. H. (1990). Yield components morphology and forage quality of multi foliate alfalfa phenotypes. *Crop Sci*, 30, 1224-1238.
35. Wang, Z. Y., Scot, M., Bell, J. & Hopkins, A. (2003). Field performance of transgenic tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) plants and their progenies. *Theor Appl Genet*, 107, 406-412.
36. Wood, A. J. (2005). Eco-physiological adaptation to limited water environments. In: M. Ajenks, and P. M. Hasegawa (Eds.), *Plant abiotic stress*. Blackwell Pub, New York. PP.l 0-41.

Archive of SID

www.SID.ir