دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال نهم، شماره سی، ۱۳۹۶

بررسی رگرسیونی صفات موثر بر عملکرد سورگوم علوفه ای تحت تاثیر مقادیر نیتروژن و سولفات روی

عباس ملکی[۱]، محمد میرزایی حیدری [۱]، امین فتحی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۳

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و سولفات روی بر صفات تعیین کننده عملکرد علوفه‌ای سورگوم، آزمایشی در تابستان سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقات کشاورزی بخش دشت عباس از توابع شهرستان دهلران به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل سه سطح نیتروژن به ترتیب ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره که به کرت های اصلی اختصاص یافت و فاکتور دوم شامل چهار سطح سولفات روی به ترتیب صفر، ۲۰، ٤٠ و ٦٠ کیلوگرم در هکتار، که در کرت های فرعی قرار گرفت. اثر نیتروژن و سولفات روی به جز بر تعداد برگ بر همه صفات مورد بررسی معنی دار بود. اثر متقابل این دو، فقط بر عملکرد تر علوفه و قطر ساقه معنی دار بود. تجزیه داده ها بر اساس رگرسیون خطی چند متغیره نشان داد که ۸۸ درصد از تغییرات عملکرد علوفه خشک سورگوم توسط صفات وزن خشک برگ، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد پنجه در بوته، قطر ساقه، شاخص سطح برگ و ماده خشک قابل هضم برگ و ساقه تبیین گردید. نتایج رگرسیون گام به گام بیانگر تاثیر قابل ملاحظه صفات وزن خشک برگ (٦٠ درصد)، تعداد پنجه در بوته (۲۲ درصد) و قطر ساقه (۲۱ درصد) در توجیه عملکرد علوفه سورگوم بود، به گونه ای که این سه صفت در مجموع ۸۵ درصد از واریانس عملکرد علوفه خشک را توجیه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد برای تولید مقدار مناسب علوفه، مدیریت کود های مختلف باید به گونه ای باشد که صفات وزن خشک برگ، تعداد پنجه در بوته و قطر ساقه در سطح مناسبی حفظ شوند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه‌ی رگرسیونی، سولفات روی، نیتروژن، علوفه

ملکی، ع.، م. میرزایی حیدری و ا. فتحی. ۱۳۹٦. بررسی رگرسیونی صفات موثر بر عملکرد سورگوم علوفه ای تحت تاثیر مقادیر نیتروژن و سولفات روی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۰: ۸۵-۹٦.

۱- گروه زراعت، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران. مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: iaumaleki@yahoo.com

۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

مقدمه

یکی از مشکلات اصلی تولید پروتئین و محصولات دامی در کشور، کمبود علوفه و خوراک کافی جهت تغذیه دام است. امروزه خشکسالی‌های پی در پی و کمبود آب، باعث شده است که هم زارعین و هم پرورش دهندگان دام توجه بیشتری به سایر علوفه‌ها از جمله سورگوم پیدا کنند (هدایتی پور و همکاران، ۱۳۹۱). سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum Bicolor (L.) Monch*) یکی از مهمترین گیاهان علوفه‌ای مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست که به علت سازگاری با شرایط گرم و خشک و دارا بودن خصوصیاتی از جمله قدرت پنجه زدن زیاد، رشد سریع، ارزش غذایی نسبتاً خوب و بالا بودن کارآیی مصرف آب می‌تواند در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند عملکرد علوفه قابل توجهی داشته باشد (گنجی و شاهرجبیان، ۱۳۸۹). از آن جایی که عملکرد نهایی هر گیاهی، صفت پیچیده‌ای است که توسط مکانیزم‌های متعدد کنترل می‌شود، بایستی در برنامه‌های به‌زراعی، عوامل موثر بر عملکرد و شدت تاثیر آنها بر اجزای آن مشخص گردد تا بتوان با انتخاب بهترین روش مدیریتی به حداکثر تولید در هر منطقه دست یافت (فتحی،۲۰۱۷؛ شاومیمو و همکاران، ۲۰۰۲). سورگوم علوفه ای همانند سایر گیاهان علوفه‌ای واکنش مناسبی به نیتروژن و زمان برداشت نشان می‌دهد و افزایش نیتروژن تا حدی موجب افزایش شاخص های رشد شده و افزایش بیشتر به دلیل بروز آفات و بیماری‌ها و افزایش سایه اندازی، تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد (ایوب و همکاران، ۲۰۰۲). این موضوع در گزارش بایرت و روی (۲۰۰۵) نیز تایید شده است. بیشتر محققین بر نقش نیتروژن در افزایش علوفه خشک سورگوم از طریق افزایش ارتفاع و شاخص سطح برگ تاکید دارند (بوا و ماوینکارا، ۲۰۰۹؛ مارانویل و همکاران، ۲۰۰۲؛ ایپتاس و بروهی، ۲۰۰۲). همچنین روی از عناصر مورد نیاز گیاهان زراعی خانواده گرامینه و خصوصا سورگوم بوده که فعال کننده و پیش ماده بسیاری از آنزیم های مرتبط با فتوسنتز و تحمل به تنش است که با افزایش فعالیت های فتوسنتزی برگ نقش مهمی در رشد، افزایش سطح برگ، ارتفاع بوته و تجمع ماده خشک در گیاه دارد (گراهام و همکاران، ۱۹۹۲). سنجش ضرایب همبستگی بین صفات مختلف با عملکرد، به تصمیم‌گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آن‌ها به عنوان معیارهای انتخاب کمک می-کند، ولی از آن‌جا که بین صفات مرتبط با عملکرد همبستگی‌های منفی وجود دارد (لیلا و آل خطیب، ۲۰۰۵) و با توجه به ارتباط‌های پیچیده صفات با همدیگر، قضاوت نهایی نمی‌تواند فقط بر مبنای ضرایب همبستگی ساده انجام گیرد، لذا لازم است از روش‌های آماری دیگری جهت درک عمیق‌تر روابط بین صفات و به منظور تحلیل‌های گسترده‌تر داده‌ها بهره برد (توسی مجرد و همکاران، ۱۳۸۳؛ کوپر، ۱۹۸۳). تحلیل‌های رگرسیونی این امکان را برای محقق فراهم می‌کنند تا تغییرات عملکرد (متغیر وابسته) را از طریق متغیرهای مستقل (صفات مورد بررسی) پیش بینی کرده و سهم هر یک از متغیرهای مستقل را در تبیین عملکرد تعیین نمود. از آنجایی که در رگرسیون چند متغیره اثرات متقابل در بین متغیرها وجود دارد به همین علت لازم است متغیرهای کم اهمیت از طریق روش‌هایی مانند رگرسیون گام به گام از مدل حذف شوند (امیری و همکاران، ۱۳۸۸). جعفری (۱۳۸۳) در تجزیه رگرسیونی عملکرد علوفه گیاه چچم یک ساله (*Lolium multiflorum*) بیان نمود که سه صفت ارتفاع بوته، محیط تاج پوششی و تاریخ گرده افشانی بیش از ۷۸ درصد تغییرات عملکرد علوفه را توجیه می‌کنند. امیری و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که صفات وزن هزار دانه، درصد چوب بلال و ارتفاع بوته، ۵۲ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه ذرت را توجیه نموده و آنها را به عنوان صفات موثر در افزایش عملکرد دانه معرفی نمودند. عباسی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که صفات تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، ارتفاع بوته و روز از کاشت تا غلاف دهی موثرترین صفات در تعیین عملکرد علوفه ماشک گل خوشه ای بودند. خاوری و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی رگرسیون گام به گام هیبریدهای ذرت علوفه‌ای نشان داد که عملکرد علوفه تر متاثر از چهار صفت تعداد کل برگ، وزن خشک ساقه، قطر بلال و وزن تر بلال بوده و این صفات در مجموع بیش از ٦۲ درصد تغییرات عملکرد علوفه را توجیه نمودند. نقش همین صفات در افزایش عملکرد ذرت علوفه ای در گزارش شاپیرو و ورتمن (۲۰۰٦) ذکر شده است. لیلا و آل‌خطیب (۲۰۰۵) با استفاده از رگرسیون گام به گام و تعیین موثرترین صفات بر عملکرد دانه گندم تحت شرایط تنش خشکی گزارش نمودند که به ترتیب صفات وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در متر مربع و طول سنبله وارد مدل گام به گام شده و روی هم رفته ۹۸/۱ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. ملکی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی ارتباط صفات مختلف با عملکرد دانه در ۱۲ ژنوتیپ گندم نان در شرایط عادی و تنش خشکی نشان دادند که در شرایط بدون تنش، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک سهم موثرتری در توجیه عملکرد دانه داشته به گونه‌ای که این دو صفت ۷۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند ولی در شرایط تنش سه

صفت عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه و کلش و وزن هزاردانه ۸۷ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. نیسانی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تاثیر کود اوره بر صفات زراعی ذرت علوفه ای، بهبود شاخص سطح برگ، وزن برگ ها، ساقه، قطر ساقه و ارتفاع بوته را عوامل افزایش عملکرد علوفه گزارش کردند. رام و سینک (۲۰۰۱) گزارش کردند که سورگوم علوفه ای واکنش رشدی مناسبی به مصرف نیتروژن و روی نشان داده و افزایش مناسب ارتفاع گیاه و تعداد و سطح برگ عامل افزایش عملکرد بوده که در تحقیقات ادی و همکاران (۲۰۱۰)، ال تلیب و التون (۲۰۰٦) و ریاض و همکاران (۱۹۹۲) به آن اشاره شده است. با توجه به نتایج آزمایشات مختلف، به نظر می‌رسد بررسی رگرسیونی صفات موثر بر عملکرد، به درک بهتر نقش فاکتورهای مختلف در بهبود عملکرد سورگوم علوفه ای کمک نماید. با تکیه بر این موضوع، هدف از انجام این تحقیق، شناسایی صفاتی است که دارای ارتباط قوی و موثری با عملکرد ماده خشک سورگوم در شرایط اعمال سطوح مختلف کودهای نیتروژن و سولفات روی می‌باشند.

مواد و روش ها

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و سولفات روی بر عملکرد و اجزاء عملکرد سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید، در تابستان سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقات کشاورزی بخش دشت عباس از توابع شهرستان دهلران واقع در جنوب استان ایلام، اجرا گردید. به منظور انجام آزمایش، خصوصیات مربوط به نمونه خاک زمین مورد آزمایش تعیین شد و سطوح تیمارها با توجه به نتایج آزمون خاک تعیین گردید (جدول ۱). این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتور نیتروژن در سه سطح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در کرت های اصلی و فاکتور سولفات روی در چهار سطح صفر، ۲۰، ٤۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار، در کرت های فرعی قرار گرفتند. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و ماله به نحو مطلوب قبل از کاشت صورت گرفت. بذور قبل از کاشت با ویتاواکس ضد عفونی شدند و بذر کاری به صورت کپه‌ای که در هر کپه حدود ۳ تا ٤ بذر در عمق ۳ تا ٤ سانتیمتری به صورت دستی در وسط پشته و در تاریخ ۹۵/٤/۵ صورت گرفت. هر کرت آزمایشی دارای شش خط کاشت به طول شش متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر و روی ردیف ۱۰ سانتی متر بود. تعداد کل واحد-های آزمایشی ۳٦ و مساحت مزرعه آزمایش ۱٦۰۰ متر مربع و تراکم کاشت ۲۰۰ هزار بوته در هکتار بود. بر اساس آزمون خاک مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفاته از منبع سوپر فسفات تریپل و ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسه از منبع سولفات پتاسیم به‌صورت قبل از کاشت در کرت ها اعمال شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک

هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	pH	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفرقابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	بافت خاک (٪)		
								رس	سیلت	شن
۱/۵	۷/۱	۱/٤۲	۰/۷۵	۱/۱۷	۱۳٤	۰/٦۵	٦/۱۱	۱۰	۳۹	۵۱

سولفات روی به صورت خاک کاربرد و پس از مخلوط با ماسه طبق سطوح مختلف در نقشه آزمایش، در سطح کرت‌ها پخش گردید. کود نیتروژن در سه نوبت بصورت یک سوم در مرحله کاشت و دو سوم مابقی در ابتدا و انتهای ساقه رفتن محاسبه و مصرف گردید. تمامی عملیات‌های داشت از جمله آبیاری و مبارزه با علف های هرز بر اساس نظر کارشناسان مراکز تحقیقاتی انجام شد. برداشت علوفه از دو خط میانی هر کرت فرعی با در نظر گرفتن نیم متر حاشیه از هر طرف در زمانی که ۱۰ درصد بوته‌ها به گل رفته بود در چین اول تاریخ ۱۳۹۵/٦/۲۵، انجام گرفت. برای اندازه گیری صفات از هرکرت پنج بوته به طور تصادفی انتخاب گردید و سپس پارامترهایی از جمله وزن تر علوفه (بلافاصله پس از برداشت)، برگ و ساقه‌ها، وزن خشک هر یک از اجزا (ساقه و برگ)، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته بوته، تعداد پنجه در بوته، قطر ساقه، سطح برگ و شاخص سطح برگ اندازه گیری شدند. برای محاسبه قطر ساقه، میانگین قطر پایین و وسط و بالای ساقه بوته ها به عنوان قطر ساقه با دستگاه کولیس اندازه گیری شد. جهت محاسبه شاخص سطح برگ از کلیه برگ

های ۵ بوته برداشت شده استفاده شد. سطح هر برگ با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید (سبحانی، ۱۳۷۹).

$$S = 0.458667 (l. w) + 0.000459(l. w)^2$$

که درآن S سطح هر برگ و W نیز به ترتیب حداکثر طول و عرض هر برگ سبز می‌باشد. پس از تعیین مساحت کلیه برگ ها، شاخص سطح برگ در تیمار های مختلف آزمایشی محاسبه شد. در این آزمایش محاسبات رگرسیونی و تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار اکسل انجام گرفت (کردونی و فتحی، ۱۳۹۶).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد اثر مقدار مصرف نیتروژن بر تمام صفات مورد بررسی معنی دار گردید(جدول۲و۳). سولفات روی بر همه صفات مورد بررسی به جز تعداد برگ در بوته تاثیر معنی داری داشت. اثر متقابل نیتروژن و سولفات روی، فقط بر عملکرد تر علوفه و قطر ساقه معنی دار بود. در ادامه و بر اساس نتایج مربوط به بررسی ضرایب همبستگی بین صفات (جدول٤)، مشخص شد که همه صفات مورد بررسی دارای همبستگی معنی‌داری با عملکرد ماده خشک سورگوم بوده، بنابراین تا این مرحله اهمیت تمام صفات در تبیین عملکرد ماده خشک آشکار می‌شود. از سوی دیگر بررسی ضرایب همبستگی دو به دو صفات، رابطه خطی معنی داری بین صفات شاخص سطح برگ و وزن تر علوفه (**۹۵درصد= r) را نشان داد بنابراین می‌توان وجود همخطی را در معادله رگرسیون پیش بینی کرد(سلطانی، ۱۳۹٤).

در واقع وجود رابطه قابل توجه بین این دو صفت و همخطی ناشی از این صفات در معادله رگرسیونی یک امر بدیهی است بنابراین با وجود اهمیت بیشتر صفت شاخص سطح برگ به دلیل اینکه در گیاهان علوفه‌ای میزان برگ، خوش‌خوراکی علوفه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و نیز اینکه خطای ناشی از اندازه‌گیری آن نسبت به وزن تر علوفه کمتر است، ترجیح داده شد که به منظور برطرف کردن همخطی بین این صفات، وزن تر علوفه از معادله حذف شود (امیری و همکاران، ۱۳۸۸).

البته این به معنی بی‌اهمیت بودن این صفت در تبیین عملکرد و ناچیز بودن تاثیر این جز در عملکرد علوفه خشک نیست زیرا ضریب همبستگی (**۷۷درصد= r) نشان دهنده ارتباط بسیار بالا و معنی دار وزن تر علوفه با عملکرد خشک می‌باشد (جدول ٤). تفسیر مدل رگرسیونی بر این فرض استوار است که متغیرهای پیشگو رابطه‌ی قوی ندارند. گاهی اوقات همخطی پیچیده‌تر از یک رابطه ساده بین دو متغیر است بنابراین در این شرایط رابطه بین متغیرهای پیشگو را با امتحان کردن کمیت‌هایی به نام عامل تورم واریانس[1] و ضریب تحمل[2] که عکس این کمیت است می‌توان مورد قضاوت قرار داد (لیلا و آل خطیب، ۲۰۰۵).

میزان تورم بیشتر از ده و ضریب تحمل کمتر از یک صدم حاکی از این است که مشکل همخطی در مدل وجود دارد (کوپر و همکاران، ۱۹۸۳). بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون (جدول ٤) برای هیچ کدام از صفات مورد بررسی میزان تورم واریانس و ضریب تحمل از حد مجاز خارج نشده و حاکی از عدم وجود همخطی می‌باشد، بنابراین تا این مرحله می‌توان پیش بینی کرد که همه صفات به جز وزن علوفه تر وارد مدل می‌شوند. در این آزمایش همبستگی صفت وزن خشک ساقه با عملکرد کل ماده خشک نشان داد که این صفت دارای بالاترین ضریب همبستگی با عملکرد علوفه خشک می‌باشد (**۹۷درصد =r)، بنابراین همبستگی بسیار بالای آن باعث شده است که اثر سایر صفات پوشانده شده و صفات مهم تعیین کننده عملکرد کل علوفه خشک نتوانند وارد مدل رگرسیونی شوند. به همین دلیل صفت وزن خشک ساقه از مدل حذف و تجزیه رگرسیون با سایر صفات انجام شد. همچنین مقدار آماره دوربین واتسون[3] به میزان ۲/ ۰٤ =d (جدول ۵) بدست آمده، که در دامنه قابل قبولی قرار داشت. این آماره نشان دهنده استقلال خطاها بوده و حاکی از مناسب بودن مدل برآورد شده برای تبیین عملکرد می باشد.

همان طوری که از جدول (۵) بر می‌آید با وارد شدن صفات مختلف به عنوان متغیر مستقل به جز عملکرد تر علوفه و وزن خشک ساقه و عملکرد ماده خشک به عنوان متغیر وابسته به مدل، میزان ضریب تبیین مدل، ۸۸ =R^2 برآورد شد. مقدار این ضریب نشان می‌دهد که ۸۸ درصد از تغییرات عملکرد علوفه خشک توسط صفات وارد شده به مدل تبیین می‌شود و مقدار ۱۲ درصد باقیمانده به عوامل و صفات دیگری بستگی دارد. بررسی روابط علیت به منظور تفسیر ساختار عوامل مؤثر بر عملکرد علوفه میتواند مفید واقع گردد هرچند تعیین ارتباط میان صفات مهم با عملکرد علوفه دارای اهمیت است، باوجود این محاسبه ضریب همبستگی ماهیت ارتباط صفات را مشخص نمی‌کند، به طوریکه با استفاده از تجزیه علیت امکان شناسایی آثار مستقیم و غیرمستقیم آنها بر عملکرد وجود دارد(رحمانی و همکاران، ۲۰۰٤). همچنین در این جدول ضریب همبستگی چندگانه رگرسیون (R) شدت رابطه خطی عملکرد علوفه خشک و صفات وارد شده به مدل را به میزان ۹٤ درصد نشان می‌دهد. معنی‌دار

---

1. Variance Inflation Factor
2. Tolerance
3. Durbin Watson

بودن مدل رگرسیونی و خطی بودن رابطه بین صفات (F محاسبه شده) نشان داده شده است(جدول ۷). بنابراین مدل برآورد شده از اعتبار کافی به منظور تحلیل داده‌ها برخوردار می‌باشد. بر اساس ضرایب رگرسیونی بدست آمده (جدول۵) معادله زیر برای پیش بینی عملکرد علوفه خشک با استفاده از صفات مورد بررسی بدست آمد:

$$Y=-5907.035 -9.673 (X_1) + 221.082 (X_2) - 182.148 (X_3) +389.722 (X_4) + 135.671 (X_5) + -4.625 (X_6) + 29.968 (X_7) + 1550.249 (X_8)$$

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایش بر صفات مورفولوژیک و عملکرد علوفه سورگوم

منابع تغیرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع	تعداد پنجه	تعداد برگ	قطر ساقه	عملکر تر برگ	عملکرد تر ساقه
تکرار	۲	۳۵/۵ ns	۳/٦۸۹ns	۲/۸۵۵ns	۰/۲٦۹ns	۳۰/۱٤ns	٤٤/٦ns
نیتروژن	۲	۳۲۲۳/۹*	۲۵/۵۹۵**	۷/۰٤۳*	۲/۸۰۲*	۲۱٦/٤۷**	۱۷۰۲/۸**
خطای اصلی	٤	۳۰۷/۸	۰/٦۰۵	۰/۸۵۲	۰/۳٤۷	٦/٦۹	۳۲/۲
سولفات روی	۳	۹۸۸/۸*	۳/۷۰۳*	۲/۰۲۸ns	۷/٤٦۸**	۹۱/۱۵**	۱۱۲۸/۰**
نیتروژن*روی	٦	۱٤۵/۷ ns	۱/۲۱٤ns	۱/۳۷۳ns	۰/۹۰۳**	۱۰/۵۳ns	۱۰٦/٦*
خطای فرعی	۱۸	۲۷۵/۳	۱/۰۵۵	۱/۲۵٦	۰/۱۲٦	۵/۷٦	۲٦/۹
ضریب تغییرات	–	۹/۷	۱۷/٤	۱۰/۷	۱/۸	۷/۷	۷/٤

*,**وns: بترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد و عدم وجود تفاوت معنی‌دار

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایش بر صفات مورفولوژیک و عملکرد علوفه سورگوم

منابع تغیرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد تر بوته	عملکرد خشک برگ	عملکرد خشک ساقه	عملکردماده خشک	شاخص سطح برگ
تکرار	۲	۱٤٦/٦ns	۰/۰۰۱ns	۰/۸٦۸ns	۹۰٦۹۵۸ ns	۱/۹٦ns
نیتروژن	۲	۳۱۳۳/۰**	۲/۲۱۱*	۱۲/۳۹**	۲۵۰٦۷٦۷۹ **	۲۰/۱۵**
خطای اصلی	٤	۵۰/۱	۰/۲۰۸	۰/۲۱۱	۲۸۸۷۱۲	۰/٤۷
سولفات روی	۳	۱۸۵۳/٦**	۱/۲۲۳*	۵/۹۱۸**	۱۲۵۰۹٦۲۸ **	۵/۸۲**
نیتروژن*روی	٦	۱٦۵/٦**	۰/۱۸۱ns	۱/۲۱٤ns	۲۳۰۳۲۱۵ ns	۰/٦٤ns
خطای فرعی	۱۸	۳۹/٤	۰/۲٤٤	۰/۷۳۷	۱۲۹٤۸٦٦	۰/۷۳
ضریب تغییرات	–	٦/۲	۱۵/٤	۱۱/۳	۹/۷۷	۱۱/٦۹

*,**وns: بترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد و عدم وجود تفاوت معنی‌دار

جدول ٤- همبستگی صفات مورد بررسی و عملکرد علوفه سورگوم در شرایط تیمارهای آزمایشی

متغییر	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱-ارتفاع	۱										
۲-تعداد پنجه	۰/٤۷**	۱									
۳-تعداد برگ	.۰/٤٥**	۰/٤٥**	۱								
٤-قطر ساقه	۰/٥۲**	۰/٤۹**	۰/۳۸*	۱							
٥-ماده خشک قابل هضم برگ	۰/٤۸**	۰/٤٥**	۰/٥٤**	۰/۲۳	۱						
٦-ماده خشک قابل هضم ساقه	۰/۳٦*	۰/٥٤**	۰/۳۹*	۰/٤۲*	.۰/٤۲*	۱					
۷-وزن تر علوفه	۰/٦۲**	۰/٥٦**	۰/٤٤**	.۰/۷۲**	.۰/٤٦**	.۰/٥۹**	۱				
۸-وزن خشک برگ	۰/٤۸**	۰/٦۰**	۰/٥۹**	.۰/٦۷**	.۰/٥۱**	.۰/٤٤**	.۰/۷۱**	۱			
۹-وزن خشک ساقه	۰/٤٥**	۰/۷۰**	۰/٥۸**	.۰/۷۲**	.۰/٤۳**	.۰/٥۷**	.۰/۷٤**	.۰/۷۸**	۱		
۱۰-وزن خشک علوفه	۰/٤۸**	۰/۷۰**	۰/٦۲**	.۰/۷٤**	.۰/٤۸**	.۰/٥٦**	.۰/۷۷**	.۰/۸۹**	.۰/۹۸**	۱	
۱۱-شاخص سطح برگ	۰/٦۱**	۰/٥۲**	۰/٤۲*	.۰/٦۲**	.۰/٤۹**	.۰/٥٦**	.۰/۹۱**	.۰/٦٤**	.۰/٦٦**	.۰/٦۹**	۱

*,**و ns: به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال خطای ٥ و ۱ درصد و عدم وجود تفاوت معنی‌دار

جدول ٥- اجزا و ضرایب رگرسیونی صفات مؤثر بر عملکرد ماده خشک علوفه به وسیله آنالیز چندمتغیره

متغیر	جدول ضرایب						
	ضرایب رگرسیون	انحراف معیار	ضریب وزنی استاندارد (β)	آزمون t	سطح معنی داری	ضریب تحمل	عامل تورم واریانس
عرض از مبدا	-٥۹۰۷/۰۳٥	۳٦۳٤/٤۷۰		-۱/٦۲٥	۰/۱۱٦		
ارتفاع بوته(X 1) (سانتی‌متر)	-۹/٦۷۳	۷/۹۲۳	-۰/۱۱۰	-۱/۲۲۱	۰/۲۳۳	۰/٥۱۲	۱/۹٥٤
تعداد پنجه (X_2)	۲۲۱/۰۸۲	۱۰۱/۸٦۰	۰/۱۹٤	۲/۱۷۰	۰/۰۳۹	۰/٥۲۱	۱/۹۲۰
تعداد برگ(X_3)	۱۸۲/۱٤۸	۱۲٦/۲٥۳	۰/۱۲٥	۱/٤٤۳	۰/۱٦۱	۰/٥٥٤	۱/۸۰٤
قطر ساقه (X_4)(سانتی متر)	۳۸۹/۷۲۲	۱۸٥/۱۳٦	۰/۲۱۱	۲/۱۰٥	۰/۰٤٥	۰/٤۱۲	۲/٤۲٦
شاخص سطح برگ(X_5)	۱۳٥/٦۷۱	۱۳۰/۸٦۸	۰/۱۰۸	۱/۰۳۷	۰/۳۰۹	۰/۳۸٦	۲/٥۹٤
ماده خشک قابل هضم برگ(x_6)(گرم)	-٤/٦۲٥	۲۸/۷٥۹	-۰/۰۱٤	-۰/۱٦۱	۰/۸۷۳	۰/٥۱٤	۱/۹٤۷
ماده خشک قابل هضم ساقه (X_7)(گرم)	۲۹/۹٦۸	۳٥/٥۳٥	۰/۰۷۲	۰/۸٤۳	۰/٤۰٦	۰/٥۷۷	۱۰/۷۳۳
وزن خشک برگ(X_8) (گرم)	۱٥٥۰/۲٤۹	۳۳۳/٤٦٥	۰/٥۲۱	٤/٦٤۹	۰/۰۰۰	۰/۳۳۲	۳/۰۱٤

جدول ٦- اجزا و ضرایب رگرسیونی مدل برازش شده برای صفات مورد بررسی تحت تیمارهای آزمایشی

مدل	ضریب همبستگی چندگانه	ضریب تبیین	ضریب تبیین تعدیل شده	خطای معیار	ضریب دوربین واتسون
۱	۰/۹٤۲	۰/۸۸۸	۰/۸٥٤	۷۲۹/۰٦۷٤٤	۲/۰٤٤

جدول ۷- جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی مؤثر بر عملکرد ماده خشک به وسیله رگرسیون چندمتغیره

ANOVA					
منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F	سطح معنی‌داری
رگرسیون	۱/۱۳٤E۸	۸	۱/٤۱۸E۷	۲٦/٦۷۰	۰/۰۰۰
مانده ها	۱/٤۳٥E۷	۲۷	٥۳۱۳۳۹/۳۳۱		
کل	۱/۲۷۸E۸	۳٥			

بررسی ضرایب رگرسیونی با استفاده از آزمونt (جدول٤) نشان داد تنها اثرات سه صفت ماده خشک برگ در سطح یک درصد، تعداد پنجه و قطر ساقه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است و سایر صفات موجود در مدل تاثیر بسیار ضعیفی در پیشگویی عملکرد علوفه خشک دارند. همچنین ضرایب استاندارد شده وزنی (ضرایب بتا) در این جدول حاکی از متفاوت بودن اهمیت و نقش این صفات در پیشگویی مدل رگرسیونی است. بزرگ بودن ضریب بتا نشان دهنده اهمیت و نقش نسبی بالای یک صفت در پیشگویی عملکرد علوفه خشک می‌باشد. بنابراین در این جا می‌توان قضاوت کرد که صفت ماده خشک برگ به مراتب سهم بیشتری در مقایسه با سایر صفات در پیشگویی عملکرد علوفه خشک دارد زیرا یک واحد افزایش آن باعث می‌شود تا عملکرد علوفه به اندازه ۵۲ درصد در مقیاس انحراف معیار افزایش یابد. به ترتیب صفت قطر ساقه ۲۱ درصد و تعداد پنجه در بوته ۱۹ درصد در مقیاس انحراف معیار عملکرد علوفه خشک را تغییر می‌دهند. ضرایب بتای مربوط به صفت تعداد برگ و شاخص سطح برگ نیز مثبت می‌باشد اما ضریب t نشان می‌دهد که تاثیر آنها از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد. بین قطر ساقه با وزن تر ساقه نیز همبستگی مثبت و معنی داری به میزان (r= ۰/۷۱ **) وجود داشت. بنابراین افزایش قطر ساقه موجب افزایش وزن تر ساقه و به تبع از آن افزایش وزن تر و خشک بوته شده است.

همبستگی مثبت و بالای بین قطر ساقه و عملکرد ماده خشک (٧٤ درصد) که همسو با ضرایب رگرسیونی است نشان می‌دهد هر عاملی که باعث افزایش قطر ساقه سورگوم شود می‌تواند در افزایش عملکرد ماده خشک موثر واقع گردد. شاید بتوان گفت که علت همبستگی بالا و مثبت قطر ساقه با علوفه خشک به این دلیل باشد که قطر ساقه در چین اول معمولا بیشتر از چین های بعدی است زیرا تعداد پنجه‌های یک بوته در چین‌های بعد افزایش یافته بنابراین قطر ساقه‌ها کاهش می‌یابد، قدر مسلم اینکه دلیل افزایش قطر ساقه تجمع مواد و بیوماس بالاتر است. هرچه قطر ساقه گیاهان کمتر و ارتفاع بیشتر باشد علوفه از قابلیت هضم بهتری بهره مند بوده و برای دام خوش خوراک تر می‌باشد (راعی و همکاران، ۱۳۹۲). اخیراً کوشش‌هایی صورت گرفته است تا ارقامی از سورگوم با علوفه فراوان و کیفیت مقبول معرفی کنند. به‌منظور یافتن بهترین مدل و حذف اثر صفات غیر موثر و یا کم تاثیر بر روی عملکرد علوفه خشک و نیز تعیین سهم تجمعی صفات در تعیین عملکرد علوفه از طریق رگرسیون گام به گام، صفاتی که ارتباط معنی‌داری با عملکرد ماده خشک داشتند انتخاب شدند.

عملکرد علوفه خشک به عنوان متغیر وابسته و صفات وارد شده در مدل با استفاده از ضرایب رگرسیونی موجود در جدول (۷) به صورت زیر می‌باشد:

$$Y = -4492.223 + 1811.786\ (X_8) + 261.324\ (X_2) + 404.273\ (X4)$$

نتایج تحلیل واریانس برای اعتبار معادله رگرسیون (۹) نشان داد که میزان F به دست آمده در گام‌های اول و دوم و سوم با حدود اطمینان بیش از ۹۹ درصد معنی دار بوده و معادله قادر است با خطای بسیار کمی عملکرد علوفه را پیش بینی کند. نتایج موجود در جدول (۷) نشان می‌دهد که تحلیل رگرسیون گام به گام تنها تا سه گام پیش رفته است. در گام اول صفت وزن خشک برگ وارد معادله شده است. در این مرحله میزان ضریب تبیین نشان داد که در این مرحله وزن ماده خشک برگ به تنهایی ۷۹ درصد از تغییرات عملکرد علوفه را توجیه کرده است. بر اساس این که صفت وزن ماده خشک برگ اولین صفات وارد شده به مدل بوده می‌توان گفت مهم‌ترین جز موثر در تغییرات عملکرد علوفه خشک در واکنش به سطوح مختلف عناصر می‌باشد. در این آزمایش عوامل مورد بررسی به نحوی که لحاظ شده بودند، باعث شدند صفت وزن خشک برگ نسبت به دیگر اجزا دستخوش تغییر بیشتری شده و تاثیر شدیدتری بر عملکرد علوفه بگذارد. جعفری(۱۳۸۳) در بررسی رگرسیونی و ضرایب همبستگی بیان کرد بین عملکرد علوفه با ارتفاع رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد به طوری که در تجزیه به مولفه های اصلی سه مولفه اول، ۸۳ درصد از کل واریانس متغیر ها را توجیه کردند و ارتفاع بوته و عملکرد علوفه مهمترین نقش در تبیین مولفه اول داشتند. در گام دوم با وارد شدن صفت تعداد پنجه در واحد سطح، ضریب تعیین به ۸۳ درصد افزایش یافت. به عبارتی صفت تعداد پنجه به تنهایی ٤/٤ درصد و همراه با صفت وزن ماده خشک برگ ۸۳ درصد از واریانس عملکرد علوفه خشک کل را توجیه می‌کند. مجیدی و ارزانی (۱۳۸۸) در مطالعه صفات مختلف توده های اسپرس با استفاده از رگرسیون صفات، درصد ساقه در ماده خشک ، ارتفاع بوته، روز تا سبز شدن و تعداد شاخه فرعی را موثر ترین صفات در تبیین عملکرد علوفه معرفی نمودند. در گام سوم با وارد شدن صفت قطر ساقه به مدل، میزان ضریب همبستگی عملکرد علوفه خشک کل با ترکیب خطی صفات وزن خشک برگ، تعداد پنجه و قطر ساقه به ۹۳ و ضریب تبیین به ۸٦ درصد افزایش یافت. به عبارت

دیگر می‌توان گفت ۸٦ درصد از تغییرات عملکرد به وسیله این سه صفت تبیین می‌شود. قطر ساقه از صفاتی است که به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله مصرف کودها قرار می‌گیرد. نتایج همبستگی ساده پیرسون، بین صفات مختلف و عملکرد علوفه خشک با نتایج معادله رگرسیونی گام به گام و چند متغیره خطی همخوانی دارد. زیرا صفات وزن خشک برگ ، تعداد پنجه و قطر ساقه به ترتیب دارای همبستگی۸۹، ۷۸ و ٦۱ درصد با عملکرد علوفه خشک بودند. از متغیرهای وارد شده به مدل چنین بر می‌آید که بوته هایی که دارای ماده خشک برگی و تعداد بیشتر پنجه و قطر ساقه بیشتری هستند، می‌توانند عملکرد علوفه خشک بیشتری تولید کنند. با توجه به اینکه عملکرد خشک بوته از حاصل جمع سایر اجزاء بوته بدست می‌آید و اینکه سایر اجزاء تحت تأثیر این فاکتورهای کودی قرار گرفتند، افزایش ماده خشک قابل پیش بینی می‌باشد. مجدم و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی روابط رگرسیونی بین صفات ذرت دانه ای تحت تیمارهای مختلف کودی و شرایط تنش خشکی گزارش نمودند که صفات تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و ارتفاع بوته تحت شرایط کودهای مختلف بیش از ۹۰ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می کنند. نتایج مشابه در این صفات گزارش شده است(افکار و همکاران، ۲۰۰۹؛ ایمانی و همکاران، ۲۰۰۹؛ پورمرادی و همکاران، ۲۰۱۱).

اگر ضریب تعیین بدست آمده توسط روش رگرسیون خطی چندگانه (۰/۸۸۸) را با رگرسیون گام به گام (۰/۸٦۵) مقایسه کنیم مشاهده می‌شود که به جز صفات وزن خشک برگ، تعداد پنجه و قطر ساقه بقیه صفات نقش بسیار ناچیزی در تبیین واریانس عملکرد علوفه خشک دارند به گونه‌ای که فقط به میزان ۰/۰۲۳ درصد از تغیرات عملکرد را توجیه کردند. بر طبق ضرایب همبستگی صفاتی نظیر تعداد برگ و درصد ماده خشک قابل هضم ساقه دارای همبستگی معنی‌دار بالا با عملکرد علوفه می‌باشند. اما در معادله رگرسیونی گام به گام وارد نشده و عملکرد را به صورت ناچیز تحت تاثیر قرار دادند. دلیل این تناقض این است که در همبستگی ساده روابط دو به دو بین صفات با حذف اثر صفات دیگر بررسی می‌گردد در حالی‌که در روش رگرسیون گام به گام روابط غیر مستقیم بین صفات نیز در تعیین روابط بین دو صفت مد نظر قرار داده می‌شود. بنابراین باید گفت صفات دیگر با تاثیر بر این سه جزء عملکرد به طور غیر مستقیم عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهند. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون گام به گام (جدول۸) از نظر صفات مهم موید نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون خطی چندگانه صفات مختلف (جدول٤) بود، ولی از نظر ترتیب اهمیت آنها متفاوت بود زیرا بر اساس بتاهای حاصل از تجزیه گام به گام صفت تعداد پنجه در درجه دوم اهمیت ولی بر اساس بتاهای حاصل از رگرسیون خطی در درجه سوم قرار گرفت. دلیل این تغییر این است که در مدل قبلی بقیه صفاتی که در مدل شرکت داده بودند به طور غیر مستقیم اولویت این سه صفت را تحت تاثیر قرار دادند ولی با حذف آنها در مدل رگرسیون گام به گام، فقط این سه صفت باقی ماندند، در نتیجه ضرایب بتا فقط بین خود آنها محاسبه و مقایسه شدند.

نتیجه گیری

در این آزمایش، نتایج حاصل از بررسی رگرسیونی صفات مختلف نشان داد که افزایش چشمگیر عملکرد علوفه خشک سورگوم در شرایط مصرف سطوح مختلف کود اوره و سولفات روی از میان صفات مختلف مورفولوژیک و اجزای رویشی در گرو بهبود صفاتی از قبیل وزن خشک برگ، تعداد پنجه و قطر ساقه بوده و بقیه صفات از اهمیت کمتری برخوردارند، لذا مطالعات بعدی و به ویژه اصلاحی برای افزایش مقدار علوفه خشک، بایستی در راستای ارتقای این صفات باشند.

جدول ۸- اجزا و ضرایب رگرسیونی صفات مورد بررسی مؤثر بر عملکرد ماده خشک به وسیله رگرسیون گام به گام

مدل	ضریب همبستگی چندگانه (R)	ضریب تبیین (R2)	ضریب تبیین تعدیل شده (R2Ad)	انحراف معیار (Std. Error)	ضریب دوربین واتسون Durbin-Watson
۱	۰/۸۹۲	۰/۷۹۵	۰/۷۸۹	۸۷۷/۵۷٤۳٤	
۲	۰/۹۱٦	۰/۸۳۹	۰/۸۳۰	۷۸۸/۷۱۰۱۹	۱/۸۲۹
۳	۰/۹۳۰	۰/۸٦۵	۰/۸۵۳	۷۳۳/٤۹۹۹٦	

جدول ۹- مدل رگرسیونی صفات مؤثر بر ماده خشک به وسیله رگرسیون گام به گام

	مراحل رگرسیون گام به گام	ضرایب رگرسیونی	خطای معیار	ضریب بتا	آزمون t	سطح معنی‌داری	ضریب تحمل	عامل تورم واریانس
	عرض از مبدا	۲۲۹۹/۵٤۷	۷۵۳/٤۲۵		۳/۰۵۲	۰/۰۰٤		
۱	**وزن ماده خشک برگ**	۲٦۵۵/۲۰۹	۲۳۱/۲۰۰	۰/۸۹۲	۱۱/٤۸٤	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	عرض از مبدا	۲۰۲۸/۹۷۸	٦۸۳/۰۵۱		۲/۹۷۰	۰/۰۰٦		
۲	**وزن ماده خشک برگ**	۲۱۹۰/۷۹۵	۲۵۸/٦٤۱	۰/۷۳٦	۸/٤۷۰	۰/۰۰۰	۰/٦٤۵	۱/۵٤۹
	تعدادپنجه	۲۹۸/٤۷۳	۹۸/۹۸۰	۰/۲٦۲	۳/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/٦٤۵	۱/۵٤۹
	عرض از مبدا	-٤٤۹۲/۲۲۳	۲۷۰٤/۲۵٤		-۱/٦٦۱	۰/۱۰٦		
۳	**وزن ماده خشک برگ**	۱۸۱۱/۷۸٦	۲۸٤/۹۵۱	۰/٦۰۸	٦/۳۵۸	۰/۰۰۰	۰/٤٦۰	۲/۱۷٤
	تعدادپنجه	۲٦۱/۳۲٤	۹۳/۲٦۱	۰/۲۲۹	۲/۸۰۲	۰/۰۰۹	۰/٦۲۹	۱/۵۹۰
	قطر ساقه	٤۰٤/۲۷۳	۱٦۲/۹۵۵	۰/۲۱۹	۲/٤۸۱	۰/۰۱۹	۰/۵۳۹	۱/۸۵۷

جدول ۱۰- نتایج جدول تجزیه واریانس رگرسیون گام به گام برای عملکرد ماده خشک

	مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
	رگرسیون	۱/۰۱٦E۸	۱	۱/۰۱٦E۸	۱۳۱/۸۹۲	
۱	باقیمانده	۲/٦۱۸E۷	۳٤	۷۷۰۱۳٦/۷۱٤		۰/۰۰۰
	مجموع	۱/۲۷۸E۸	۳۵			
	رگرسیون	۱/۰۷۲E۸	۲	۵/۳٦۲E۷	۸٦/۱۹۰	
۲	باقیمانده	۲/۰۵۳E۷	۳۳	٦۲۲۰٦۳/۷٦۲		۰/۰۰۰
	مجموع	۱/۲۷۸E۸	۳۵			
	رگرسیون	۱/۱۰۵E۸	۳	۳/٦۸۵E۷	٦۸/٤۸۷	
۳	باقیمانده	۱/۷۲۲E۷	۳۲	۵۳۸۰۲۲/۱۸۷		۰/۰۰۰
	مجموع	۱/۲۷۸E۸	۳۵			

منابع

امیری، س، نورمحمدی، س، جعفری، ع و چوگان، ر. ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون و علیت برای عملکرد دانه و اجزای آن در هیبریدهای زود رس ذرت دانه ای.مجله پژوهش های تولید گیاهی.۱٦(۲):۱۱۲-۹۹.

توسی مجرد، م.، م. قنادها، م. خدارحمی و س. شهابی. ۱۳۸۳. تجزیه رگرسیونی عوامل موثر بر افزایش عملکرد ذرت دانه ای. مجله پژوهش وسازندگی. ۱٦- ۹ :٦۷

جعفری، ع. ا. ۱۳۸۳. بررسی تنوع و تعیین فاصله ژنتیکی در ۲۰ ژنوتیپ چچمیکساله با استفاده از روش های اماری چند متغیره. نشریه پژوهش سازندگی.٦٤. ۷۸-۸۳

خاوری خراسانی، س، گلباشی، م، عزیزی، ف، آشفته بیرگی، و فاطمی، ر.۱۳۸۹. ارزیابی رشد و عملکرد هیبریدهای جدید سینگل کراس ذرت علوفه ای .نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۲(۲):۳٤۲-۳۳۵.

راعی، ی ، اسحقی سردرود، ن و باقری، ا. ۱۳۹۲.تاثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید در چین های مختلف. نشریه بوم شناسی کشاورزی.۵(۳): ۲٤۲ -۲۳۱.

سبحانی، ا. ۱۳۷۹. راهنمای تعیین شاخص سطح برگ گیاهان زراعی. نشریه ترویجی مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. وزارت کشاورزی. صفحه۱٤.

سلطانی، ا. ۱۳۹٤. کاربرد نرم افزار اس پی اس اس در تجزیه های آماری(برای رشته های کشاورزی). انتشارات جهاددانشگاهی مشهد. صفحه۱۸٤

شاهرجبیان، م. ۱۳۸۹. اثر تراکم گیاهی و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید در کشت دوم در شرایط آب و هوایی اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه رامین.

عباسی، ع، محمدی، ب، کشاورز نیا، رو قربان پور، ا. ۱۳۹۲. بررسی تنوع ژنتیکی ماشک گل خوشه ای بر اساس صفات موفولوژیکی تحت دو شرایط نرمال و تنش خشکی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ٤٤(۳): ۳۷۰-۳۵۹.

کردونی، ف و ا، فتحی. ۱۳۹٦. تجزیه طرح های کشاورزی در اکسل (ساده و راحترین روش تجزیه طرح های کشاورزی). مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران. صفحه۱۰۵.

گنجی، ج. ۱۳۸۹. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم کاشت بر عملکرد علوفه و برخی ویژگی های کمی و کیفی سورگوم علوفه ای اسپیدفید در دو چین در ملاثانی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی رامین.

مجدم، م و مدحج، ع.۱۳۹۱. اثر سطوح نیتروژن بر کارایی مصرف آب عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت دانه ای در شرایط بهینه و تنش خشکی. نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۱۰(۳): ٥٥٤-٥٤٦.

مجیدی، م و ارزانی، ا. ۱۳۸۸. مطالعه روابط بین صفات مورفولوژیک ، زراعی و کیفی در توده های اسپرس.مجله پژوهش های تولید گیاهی.۱٦(۲) :۱۷۲-۱۵۹.

ملکی، ع.، چهارسوقی، ح. و بابایی، ف. ۱۳۸۷. تعیین صفات موثر بر عملکرد ارقام گندم نان تحت شرایط متفاوت رطوبتی با استفاده از تجزیه های آماری چند متغیره. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲(۵): ٤۷-۳۳

نیسانی، س، فلاح، س و رئیسی، ف.۱۳۹۰.تاثیر کود مرغی و اوره بر صفات زراعی ذرت علوفه ای در شرایط تنش خشکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱(٤): ۷٤-٦۳.

هدایتی پور، ا. خوروش ، م، قربانی، غ. المدرس ، ع و عبادی، م. ۱۳۹۱. مقایسه خصوصیا ت شیمیایی و تجزیه پذیری انواع علوفه و سیلاژ سورگوم با ذرت در شرایط آزمایشگاهی و روش کیسه های نایلونی. نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران. ٤(۳): ۲۳۲-۲۲٤.

Addy, S., Jr. C.E. Niedziela and M.R. Reddy. 2010. Effect of nitrogen fertilization on stay-green and senesce of sorghum hybrids in sand culture. J. Plant Nutr. 33: 185-19.

Afkar, S., Gh. Karimzadeh and A.A. Jafari, A.A., 2009. A Study of Morphological Variation in some of *Festuca arundinacea* Genotypes Using Multivariable Analysis. Iranian J. Field Crop Sci. 40: 151-160.

Ayub, M., M. A. Nadeem. A. Tanveer. And A. Husain. 2002. Effect of different levels of nitrogen and harvesting times on growth, yield and quality of sorghum fodder. Asian J. Plant Sci. 1(4): 304-309.

Beyaert, R. P., and R.C. Roy. 2005. Influence of nitrogen fertilization on multi-cut forage sorghum-sudangrass yield and nitrogen use. Agron. J. 97: 1493-1501.

Buah, S. S. J. and S. Mwinkaara. 2009. Response of Sorghum to nitrogen Fertilizer and Plant Density in the Guinea Savanna Zone. J. Agro. 8 (4): 124-130.

Cooper J (1983) Factor analysis. An overview. Am. Statis.37:141-147

Eltelib, H. A. and E.A. Elton. 2006. Effect of nitrogen application on growth, yield and quality of four forage sorghum cultivars. Agric. J. 1(2): 59-63.

Fathi A. 2017. Effect of Phosphate Solubilization Microorganisms and Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Yield and Yield Components of Corn. Sci. Agric.18 (3)66-69.

Graham, R.D., J.S. Ascher and J.S. Hynes. 1992. Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils low in zinc status. Plant Soil. 146: 241-250.

Imani, A.A., A.A. Jafari, R. Chokan, A. Asgari and F. Darvish. 2009. Selection indices application to improve tall fescue synthetic varieties for yield and quality traits in Ardebil province. Iranian J. Rangelands Forests Plant Breed. Gen. Res. 16(2): 273-284.

Iptas, S. and A.R. Brohi. 2002. Effect of nitrogen rates and methods of nitrogen application on dry matter yield and some characters of sorghum-Sudangrass hybrid. Acta Agriculture Scandinavica, Section-B, Soil Plant Sci. 52: 96-100.

Leilah, A. A., and S. A. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. J. Arid Environ. 61: 483–496.

Maman, M., S.C. Mason, T. Galusha and M.D. Clegg. 1999. Hybrid and nitrogen influence on pearl millet Production in Nebraska: yield, growth, and nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency. Agron. J. 91: 737-743.

Maranville, J.W., P.K. Pandey and S. Sirifi. 2002. Comparison of nitrogen use efficiency of a newly developed sorghum hybrid and two improved cultivars in the West Africa. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33(9-10), 1519-1536.

Pourmoradi, S. and H. Mirzaie-Nodoushan. 2011. Path analysis of mrphological traits and forage yield on several populations of *Lolium* species. Iranian J. Rangelands Forests Plant Breed. Gen. Res. 18: 294- 304.

Rahmani, A., A.A. Jafari and P. Hedayati. 2004. Analysis of Correlation, path for seed yield and its components in mountain rye (Secal montanum Guss). Iranian J. Rangelands Forests Plant Breed. Gen. Res. 12: 183-193.

Ram, S.N. and B. Singh. 2001. Effect of nitrogen and harvesting time on yield and quality of Sorghum (Sorghum bicolor) intercropped with legumes. Indian J. Agron. 46:32–37.

Reiad, M., S. M., S. Hakeem. M., A Hamada. And S., O., M. Abdullah. 1992. Response of fodder sorghum growth to different nitrogen fertilizers. Annal. Agric. Sci. 33: 637-646.

Shapiro, C.A., and C.S. Wortmann. 2006. Forage corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in Eastern Nebraska. Agron. J. 98: 529-535.

Showemimo, F. A., C.A. Kimbeng and S.O. Alabi. 2002. Genotypic responses of sorghum cultivars to nitrogen fertilization in the control of *Striga hermonthica*. Crop Prot. 21: 867-870.

Using multivariate statistical analysis of some agronomic traits on forage yield of sorghum under different levels of nitrogen and zinc

A. Maleki[1], M. Mirzaei Heidari[1], A. Fathi[2]

Received: 2016-12-3 Accepted: 2017-1-22

Abstract

In order to determine some effective traits on dry forage yield of forage sorghum under different levels of nitrogen and zinc sulfate applications, a split plot experiment based on randomized complete blocks design with 3 replications was conducted in Agricultural Research Station in Dehloran town located in north of Ilam Province during summer of 2016-17. Three levels of nitrogen including: 0. 100 and 200 $kg.ha^{-1}$ of urea fertilizer was arranged in main plots and zinc sulfate applications including: 0, 20, 40 and 60 $kg.ha^{-1}$ in sub plots. The effect of nitrogen and zinc sulfate was significant on all of studied traits except leaf numbers. The interaction effect of these treatments was significant only on forage fresh weight and stem diameter. Results of multiple linear regression analysis indicated that leaf dry weight, plant height, leaf number, tiller number, stem diameter and digestible dry matter had the most influence on dry forage yield. Their influences accounted for 88% of sorghum dry forage variances. Results of stepwise regression indicated that leaf dry weight (60%), tiller number per plant (22%) and stem diameter (20%) included 85% of total forage yield variances. In general, these results showed that to obtain the desirable forage yield of sorghum, the fertilizers must be managing typically that maintained the leaves dry weight, tiller numbers and stem diameter in suitable levels.

Keywords: Forage, nitrogen, regression analysis, zinc sulfate

1- Department of Agronomy, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran
2- Young Researchers and Elite Clube, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran