نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۵۶۱-۵۵۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No.4, Winter. 2014, p. 551-561

اثر شوری بر سلولز، همی سلولز و لیگنین ساقه و برگ و خصوصیات دیواره‌های سلولی ساقه کوشیا (*Kochia scoparia*)

جعفر نباتی[1*]- محمد کافی[2]- احمد نظامی[3]- پرویز رضوانی مقدم[4]- علی معصومی[5]- محمد زارع مهرجردی[6]

تاریخ دریافت:۱۳۸۹/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۰/۹/۹

چکیده

تولید علوفه در کشاورزی شور زیست یک راهکار عملی جهت استفاده از منابع آب و خاک شور می‌باشد. در این راستا توجه به کیفیت علوفه تولید شده می‌تواند در افزایش تولیدات دامی موثر باشد. به منظور بررسی اثر شوری بر وضعیت ساختار سلولی ساقه و همچنین ترکیبات برگ و ساقه کوشیا مطالعه‌ای با استفاده از سه سطح شوری (۵/۲، ۱۰/۵ و ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر) و سه توده کوشیا (بیرجند، بروجرد و سبزوار) با سه تکرار به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. در این آزمایش صفات مورد بررسی شامل؛ ضخامت دیواره‌های مختلف سلولی، درصد سلول‌های مختلف در برش عرضی ساقه، درصد سلولز، همی سلولز و لیگنین برگ، ساقه و کل اندام هوایی بودند. نتایج نشان داد که بین سطوح شوری و توده‌های مورد مطالعه از نظر تمام صفات مورد ارزیابی به استثنای درصد لیگنین ساقه و درصد لیگنین کل اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. ضخامت دیواره‌های مختلف سلولی سلول‌های اپیدرمی ساقه ۱/۱۱، کلرانشیم ۱/۱۲، کوتیکول کلرانشیم ۰/۹۲، فیبرهای آوندی ۳/۶۷، متوسط ضخامت دستجات آوند چوبی ۲/۸۲ و پارانشیم ۱/۰۲ میکرون بود. در برش عرضی ساقه سهم پارانشیم مغز ۵۵/۵۶٪ متوسط ضخامت دستجات آوند چوبی ٪ ۲۴/۱۶، فیبرهای آوندی ٪ ۲/۷۳ و سلول‌های اپیدرمی، کلرانشیم و کورتیکول کلرانشیم در مجموع ٪۱۷/۵۱ بود. درصد سلولز، همی سلولز و لیگنین در اندام‌های مختلف کوشیا نشان داد که ساقه دارای درصد سلولز بیشتری نسبت به برگ بود ولی درصد همی سلولز در برگ بیشتر از ساقه بود. افزایش سطح تنش شوری به ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش درصد لیگنین ساقه (۱/۲ درصد)، برگ (۲/۲ درصد) و کل اندام هوایی (۵/۹ درصد) شد. همبستگی بین درصد لیگنین کل با ضخامت دیواره اپیدرم ساقه و ضخامت دیواره فیبرهای آوندی ساقه مثبت و معنی‌دار بود ولی این همبستگی با درصد سلولز ساقه و درصد همی سلولز کل منفی و معنی‌دار بود. در کل با وجود عدم تغییر ضخامت دیواره‌های سلولی ساقه در اثر تنش شوری در ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش لیگنینی شدن در اثر شوری می‌تواند افزایش کیفیت علوفه را به دنبال داشته باشد.

واژه های کلیدی: تنش شوری، ضخامت دیواره سلولی، کیفیت علوفه

مقدمه

روند کنونی و پیش بینی‌های آینده حاکی از نیاز روز افزون به تولید غذای بیشتر برای جمعیت در حال گسترش است که این امر منجر به استفاده از منابع آب و زمین‌های مستعد برای شور شدن جهت تولید محصولات زراعی خواهد شد لذا استفاده از گیاهان متحمل به شوری یا شور زیست‌ها را ضروری خواهد کرد (۱۵ و ۳۴). در حال حاضر کشاورزی شور زیست می‌تواند یکی از قابل اعتمادترین رهیافت‌ها برای استفاده از محیط‌های شور باشد (۱۴). کوشیا از جمله گیاهان متحمل به شوری است که می تواند منبع خوبی از علوفه را در شرایط آبیاری با آب شور، فراهم کند (۱۱) زیرا عملکرد ماده خشک و پروتئین آن با یونجه قابل مقایسه است و میزان آب مورد نیاز آن نصف و تحمل به شوری آن بسیار بالاتر از یونجه است (۲۸ و ۲۹). توجه به کیفیت محصول تولیدی باعث شده که ارزش محصولات را بر اساس کیفیت آنها برآورد شود. بنابراین همانند بسیاری از محصولات زراعی، در تولید گیاهان علوفه‌ای نیز می‌بایست به کیفیت آنها توجه شود.

درک کامل علت قابلیت هضم متفاوت بین گیاهان علوفه‌ای و بافت‌ها در یک گیاه به منظور بهبود قابلیت هضم و اصلاح گیاهان علوفه‌ای بسیار مهم می‌باشد. تغذیه نشخوارکنندگان اهلی با علوفه با

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانش آموخته دکتری و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: Jafarnabati@gmail.com
۵- عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور خراسان رضوی
۶- استادیار گروه تولیدات گیاهی، مجتمع آموزش عالی شیروان

Archive of SID
www.SID.ir

کیفیت موجب بهبود رشد و افزایش تولید در آنها می‌شود. گیاهان علوفه‌ای حاوی توده‌ای از بافت‌های مختلف هستند که سهم زیادی از آن را بافت‌هایی تشکیل می‌دهند که تراکم دیواره سلولی در آنها بالا است و قابلیت هضم پایینی دارند (۹). بنابراین افزایش قابلیت هضم دیواره سلولی یکی از عمده‌ترین رهیافتها برای بهبود تولید در دام‌ها است و بهبود ژنتیکی موفقیت آمیز در کیفیت علوفه نیازمند انتخاب صفات مناسبی است که رابطه قوی با قابلیت هضم دیواره سلولی داشته باشند (۱).

علوفه و بقایای محصولات زراعی حاوی جمعیت ناهمگنی از انواع سلول‌ها می‌باشند که تعیین خصوصیات تجزیه پذیری آنها با توجه به محل قرارگیری در گیاه با استفاده از خصوصیات ریخت شناسی و ترکیبات شیمیایی دیواره‌ها انجام می‌گیرد (۲۹). در گذشته روش‌های آزمایشگاهی–شیمیایی ارزیابی علوفه تنها بر اساس میزان شکسته شدن مواد گیاهی و دیواره‌های سلولی انجام می‌شد (۲۰). در حالیکه، خصوصیات گیاه‌شناسی مواد گیاهی نیز عوامل تعیین کننده‌ای برای ارزش غذایی محصولات زراعی هستند (۳۱). بعنوان مثال در بین گیاهان علوفه‌ای الگوی توزیع و پراکنش لیگنین، بیشتر از مقدار کل آن در تعیین میزان قابلیت هضم دیواره‌های سلولی، نقش دارد (۱۹). بعلاوه تحقیقاتی نیز در تایید اهمیت خصوصیات ریخت شناسی برای تعیین ارزش غذایی در علوفه انجام شده است (۲ و ۳۲).

سلول‌های گیاهی دارای تنوع فراوانی در ترکیب بافت، اندازه سلول، ضخامت سلول و نسبت دیوارهای سلولی ضخیم و نازک می‌باشند. بافت‌هایی که حاوی نسبت بالایی از سلول‌های کوچک با دیواره ضخیم هستند، احتمالا بسیار سخت بوده و به سختی هضم می‌شوند (۳۰). این عامل باعث محدود شدن میزان مصرف و همچنین هضم ناقص علوفه به دلیل زمان ناکافی برای تجزیه کامل دیواره‌ها توسط میکروارگانیسم های سیستم گوارش دام می‌شود (۳۳). از طرف دیگر بافت‌هایی که حاوی نسبت بالایی از سلول‌های بزرگ و دیواره‌های سلولی نازک هستند، به آسانی هضم شده و مصرف اختیاری آنها بالا است (۱۶). با این وجود بعضی از گونه‌های لگوم که دارای این سلول‌ها هستند به دلیل هضم سریع و آزاد شدن محتوای سلولی موجب نفخ می‌شوند (۱۶). سلول‌های با دیواره نازک، معمولا سلول‌های متابولیکی هستند و حاوی مقدار زیادی از مواد محلول بوده و همچنین به دلیل تجزیه کامل دیواره‌های آنها، قابلیت هضم بافت افزایش می‌یابد (۱۶). با این وجود نسبت بالایی از سلول‌های با دیواره نازک ممکن است موجب ایجاد ساختار ضعیف در گیاه و در نهایت باعث کاهش تولید و کاهش قدرت رقابت در گیاه شود (۱۶).

در گیاهان علوفه‌ای از جمله یونجه بیشترین ارزش غذایی از برگ‌های آنها ناشی می‌شود که به دلیل درصد پروتئین بالا و تراکم سلولی پایین می‌باشد. در مقابل سهم ساقه در زیست توده گیاهی بین ۵۰ تا ۷۰ درصد است، و قابلیت هضم پایین ساقه عامل اصلی افت پتانسیل ارزش غذایی علوفه در دام‌ها است (۲۱) که دلیل آن تجزیه پذیری پایین دیواره‌های سلولی ساقه می‌باشد. در ساقه معمولا غلظت پلی‌ساکاریدها و لیگنین دیواره سلولی بالا است (۳) و اجزای لیگنینی شده تجزیه‌پذیری پلی‌ساکارید را توسط میکروب‌های شکمبه محدود می‌کنند (۱۳). فرآیند لیگنینی شدن در بافت‌های گیاه متفاوت است و بافت‌هایی مانند مزوفیل برگ هرگز لیگنینی نمی‌شوند در حالیکه در آوند چوبی و دیگر بافت‌ها تجمع لیگنین به مقدار زیادی انجام می‌گیرد (۷).

قابلیت هضم گیاهان علوفه‌ای معمولا با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد (۴). این کاهش کیفیت علوفه در مرحله بلوغ نتیجه کاهش نسبت برگ به ساقه و پیر شدن برگ‌ها و ریزش آنها است (۷). همچنین، در ساقه‌های بالغ تراکم دیواره سلولی زیاد بوده و تجزیه‌پذیری آنها توسط میکروب‌های شکمبه کاهش می‌یابد (۴). بنابراین افزایش کیفیت علوفه نیازمند تغییر در یک یا هر دو این عوامل می‌باشد. همچنین با بررسی وضعیت دیواره‌های سلولی در مراحل مختلف رشد با تعیین بهترین زمان برداشت علوفه می‌توان برآیندی از کمیت و کیفیت در نظر گرفت.

در اثر شوری تغییراتی در سطح سلولی اتفاق می‌افتد که البته مشخص نشده این تغییرات نشانه سازگاری است یا به دلیل حساسیت به شوری (۲۲ و ۲۶). شوری باعث کاهش تعداد و اندازه برگ‌ها، رشد ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی و پنجه‌ها می‌شود (۱۷). تجمع ماده خشک در اثر شوری نامنظم شده و نسبت برگ به ساقه در ماده خشک افزایش می‌یابد (۱۸). گوئررورودریگز (۱۰) گزارش کرد که ضخامت دیواره‌های سلول در یونجه (*Medicago sativa*) و شاه افسر (*Melilotus albus*) با افزایش شوری کاهش می‌یابد. میزان کاهش ضخامت دیواره‌های آوند چوب در دو گیاه مذکور با افزایش شوری به ترتیب ۴۲ و ۵۴ درصد گزارش شده است. ضخامت سلول‌های اپیدرمی در این گیاهان تحت تاثیر شوری قرار نگرفت ولی با افزایش میزان شوری ضخامت دیواره‌های سلولی پارانشیمی افزایش پیدا کردند (۱۰).

در ارتباط با خصوصیات تحمل به شوری کوشیا مطالعات متعددی صورت گرفته که نشان دهنده تحمل بالای این گیاه به شوری است (۶، ۸، ۱۱ و ۱۴). همچنین مطالعات خصوصیات کیفی آن حاکی از کیفیت علوفه‌ای مناسب آن می‌باشد (۵ و ۲۴). با این وجود اطلاعاتی در رابطه با خصوصیات سلولی مرتبط با کیفیت علوفه آن موجود نمی‌باشد. به همین منظور آزمایشی جهت بررسی وضعیت سلولی و همچنین اثر شوری بر خصوصیات سلولی و ارتباط آن با کیفیت علوفه کوشیا انجام گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

بخش مزرعه‌ای این آزمایش در ایستگاه تحقیقات شوری قطب علمی گیاهان ویژه، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی در سال زراعی ۱۳۸۷- ۱۳۸۶ در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. سه سطح شوری آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۵/۲، ۱۰/۵ و ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر (تهیه شده از چاه‌های واقع در این منطقه) به عنوان کرت‌های اصلی و سه توده کوشیا شامل توده‌های محلی بیرجند، بروجرد و سبزوار به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند.

کاشت در دهه اول خرداد ۱۳۸۷ در ردیف‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی متری صورت گرفت و ابعاد هر کرت فرعی ۲/۵× ۶ متر در نظر گرفته شد و تا استقرار کامل گیاهچه‌ها، آبیاری با آب ۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد. عملیات داشت شامل وجین و کود دهی نیتروژن با منشا اوره به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (در دو نوبت) انجام گرفت و تراکم نهایی به ۳۰ بوته در متر مربع رسانده شد. پس از استقرار کامل بوته‌ها (۳۰ روز بعد از کاشت) تیمارهای آبیاری با آب ۱۰/۵ و ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر اعمال گردیدند. آبیاری بصورت هفتگی انجام و میزان آب مصرفی در هر دور آبیاری ۳۰ لیتر در متر مربع بود که میزان آن توسط کنتور اندازه‌گیری شد.

برداشت علوفه در مرحله گرده افشانی، که گیاه دارای نسبت مناسبی از برگ و ساقه بود، انجام شد. پس از برداشت نمونه‌گیری به روش ربعی انجام شد و دو نمونه که هر کدام شامل دو بوته بودند انتخاب شدند. از قسمت میانی ساقه‌های اصلی نمونه اول چندین ریز نمونه تهیه شد و در محلول تثبیت کننده (FAA) که حاوی ۹۰ درصد اتانول ۵۰ درصد، ۵ درصد اسید استیک گلایسیال ۹۸ درصد و ۵ درصد فرمالین تجاری ۴۰درصد بود قرار گرفتند. نمونه دوم پس از تفکیک برگ و ساقه، در آون و در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد. جهت آسیاب کردن نمونه‌ها از آسیاب تکاتور مدل ۱۰۹۳ با مش یک میلی‌متر استفاده شد. اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی گیاه شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین مطابق روش سنگر و همکاران (۲۵) با استفاده از اتوکلاو انجام شد.

جهت تهیه مقطع‌ها از بافت ساقه تثبیت شده در FAA استفاده شد. به طوریکه برش‌هایی با ضخامت ۱۰ تا ۱۵ میکرون با استفاده از میکروتوم و بدون استفاده از پارافین تهیه گردید. رنگ آمیزی سطح مقطع‌ها با استفاده از سافرونین و فست گرین انجام شد. عکس‌برداری از برش‌ها با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگ‌نمایی ۱۸۰۰X و سنسور دریافت تصویر CCD با وضوح دو مگاپیکسل انجام شد. از قسمت‌های مختلف هر برش شامل کل بافت ساقه، سلول‌های اپیدرم، کلرانشیم، کورتیکول کلرانشیم، فیبرهای آوندی، متوسط ضخامت دستجات آوند چوبی و پارانشیم (مغز) عکس برداری شد. اندازه‌گیری ضخامت دیواره‌های سلولی و درصد آنها در برش عرضی ساقه با نرم‌افزار J Micro Vision V1.27 انجام شد.

جهت محاسبات آماری در این مطالعه از نرم افزارهای Mstatc و Excel استفاده شد مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD انجام گرفت و سطح احتمال بکار رفته در کلیه تجزیه تحلیل‌ها ۹۵٪ در نظر گرفته شد. برای تعیین روابط همبستگی بین صفات از روش گام به گام[1] استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس روی ضخامت دیواره‌های مختلف سلولی، درصد سلول‌های مختلف در برش عرضی ساقه، درصد سلولز، همی سلولز و لیگنین برگ، ساقه و کل اندام هوایی نشان داد که بین سطوح شوری و توده‌های مورد مطالعه و اثر متقابل این دو منبع تغییر از نظر تمام صفات مورد ارزیابی به استثنای درصد لیگنین ساقه و درصد لیگنین کل اختلاف معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) وجود ندارد (جداول ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵). بررسی ضخامت دیواره‌های مختلف سلولی ساقه کوشیا نشان داد که که متوسط ضخامت دیواره خارجی سلول‌های اپیدرمی ۱/۱۱، کلرانشیم ۱/۱۲، کورتیکول کلرانشیم ۰/۹۲، فیبرهای آوندی ۳/۶۷، متوسط ضخامت دستجات آوند چوبی ۲/۸۲ و پارانشیم ۱/۰۲ میکرون بود (جدول ۱).

رضوانی مقدم و ویلمن (۲۳) ضخامت سلول‌های دارای دیواره نازک ساقه در شبدر سفید (*Trifolium repens*)، یونجه (*Medicago sativam*) و ذرت (*Zea mays*) را به ترتیب ۰/۳۳، ۰/۳۵ و ۰/۵۷ میکرون گزارش کردند. همچنین آنها ضخامت سلول‌های دارای دیواره ضخیم را در این گیاهان به ترتیب ۲/۲۳، ۱/۸۴ و ۲/۰۳ گزارش کردند. گوئررو رودریگز (۱۰) گزارش کرد که ضخامت دیواره‌های سلول در یونجه و شاه افسر با افزایش شوری کاهش می‌یابد. میزان کاهش ضخامت دیواره‌های آوند چوب در یونجه و شاه افسر با افزایش شوری به ترتیب ۴۲ و ۵۴ درصد گزارش شده است. در میان دیگر سلول‌ها ضخامت سلول‌های اپیدرمی در یونجه و شاه افسر تحت تاثیر شوری قرار نگرفت. با افزایش میزان شوری ضخامت دیواره‌های سلولی پارانشیمی افزایش پیدا کردند (۱۰). با مقایسه ضخامت دیواره سلول‌های کوشیا با سایر گیاهان مهم علوفه‌ای می‌توان عنوان کرد که جهت بهبود کیفیت علوفه در این گیاه شورزیست نیاز به گیاهانی با دیواره‌های نازک‌تر می‌باشد، بنابراین اصلاح در این راستا می‌تواند افزایش کیفیت علوفه در کوشیا را به دنبال داشته باشد.

1- Stepwise

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقایسه میانگین ضخامت دیواره‌های مختلف سلولی در سطوح مختلف شوری و توده‌های مورد مطالعه کوشیا

ضخامت دیواره سلولی	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	توده			میانگین
		بیرجند	بروجرد	سبزوار	
اپیدرم ساقه (میکرون)	۵/۲	۱/۰۱۲	۱/۰۷۷	۱/۳۱۴	۱/۱۳۴
	۱۰/۵	۱/۱۷۸	۰/۹۹۷	۰/۹۹۴	۱/۰۵۶
	۲۳/۱	۱/۱۰۳	۱/۳۴۴	۱/۰۰۷	۱/۱۵۱
	میانگین	۱/۰۹۷	۱/۱۳۹	۱/۱۰۵	
	LSD ۰/۰۵	شوری:۱/۴۱۹	توده: ۰/۲۶۴	شوری × توده:۰/۴۵۶	
	سطح احتمال	شوری:^{ns} ۰/۷۱	توده: ^{ns} ۰/۹۳	شوری × توده: ^{ns} ۰/۲۷	
کلرانشیم ساقه (میکرون)	۵/۲	۱/۱۹۰	۱/۱۲۳	۱/۱۰۱	۱/۱۳۸
	۱۰/۵	۱/۳۱۶	۱/۰۸۷	۰/۹۸۹	۱/۱۳۱
	۲۳/۱	۱/۱۸۹	۱/۰۰۶	۱/۱۱۰	۱/۱۰۲
	میانگین	۱/۲۳۲	۱/۰۷۲	۱/۰۶۷	
	LSD ۰/۰۵	شوری:۰/۲۸۷	توده: ۰/۲۰۲	شوری × توده: ۰/۳۵۰	
	سطح احتمال	شوری:^{ns} ۰/۹۲	توده:^{ns} ۰/۱۷	شوری × توده:^{ns} ۰/۷۵	
کوتیکول کلرانشیم ساقه (میکرون)	۵/۲	۱/۰۱۲	۰/۹۵۵	۰/۹۸۹	۰/۹۸۵
	۱۰/۵	۰/۸۸۹	۰/۸۰۴	۰/۸۶۸	۰/۸۵۴
	۲۳/۱	۰/۸۳۰	۱/۰۰۸	۰/۹۰۳	۰/۹۱۴
	میانگین	۰/۹۱۰	۰/۹۲۳	۰/۹۲۰	
	LSD ۰/۰۵	شوری:۰/۱۳۱	توده: ۰/۱۴۵	شوری × توده:۰/۲۵۲	
	سطح احتمال	شوری: ^{ns} ۰/۱۹	توده:^{ns} ۰/۹۸	شوری × توده:^{ns} ۰/۵۶	
فیبرهای آوندی ساقه (میکرون)	۵/۲	۳/۵۷۹	۴/۱۱۶	۳/۴۳۲	۳/۷۱۵
	۱۰/۵	۳/۵۵۸	۳/۷۸۲	۳/۴۰۲	۳/۵۸۱
	۲۳/۱	۳/۹۳۶	۳/۵۴۱	۳/۶۳۵	۳/۷۰۴
	میانگین	۳/۶۹۷	۳/۸۱۳	۳/۴۸۹	
	LSD ۰/۰۵	شوری:۰/۸۹۴	توده: ۰/۴۶۸	شوری × توده:۰/۸۱۰	
	سطح احتمال	شوری:^{ns} ۰/۷۹	توده: ^{ns} ۰/۳۴	شوری × توده: ^{ns} ۰/۴۹	
متوسط ضخامت دستجات آوند چوبی (میکرون)	۵/۲	۲/۷۷۲	۲/۸۲۱	۲/۶۸۴	۲/۷۵۹
	۱۰/۵	۲/۹۹۴	۲/۹۳۲	۲/۷۰۱	۲/۸۷۶
	۲۳/۱	۲/۷۹۷	۲/۹۳۷	۲/۷۵۰	۲/۸۲۸
	میانگین	۲/۸۵۴	۲/۸۹۷	۲/۷۱۲	
	LSD ۰/۰۵	شوری:۰/۳۴۸	توده:۰/۳۲۹	شوری × توده: ۰/۵۷۰	
	سطح احتمال	شوری:^{ns} ۰/۷۴	توده:^{ns} ۰/۴۶	شوری × توده:^{ns} ۰/۹۶	
پارانشیم ساقه (میکرون)	۵/۲	۰/۹۸۹	۱/۰۳۹	۰/۹۶۱	۰/۹۹۶
	۱۰/۵	۱/۰۹۹	۱/۰۸۶	۰/۹۶۲	۱/۰۴۹
	۲۳/۱	۱/۱۰۴	۱/۰۱۰	۰/۹۷۱	۱/۰۲۸
	میانگین	۱/۰۶۴	۱/۰۴۵	۰/۹۶۵	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۰/۱۳۱	توده: ۰/۱۲۴	شوری × توده:۰/۲۱۶	
	سطح احتمال	شوری: ^{ns} ۰/۶۶	توده:^{ns} ۰/۲۳	شوری × توده:^{ns} ۰/۸۳	

LSD حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ns در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نمی‌باشد

بررسی سهم هر یک از سلول‌های مختلف در برش عرضی ساقه حاکی از این بود که بیشترین قسمت ساقه کوشیا از پارانشیم مغز (۵۵/۵۶ درصد) تشکیل شده است و سهم متوسط ضخامت دستجات آوند چوبی و فیبرهای آوندی به ترتیب ۲۴/۱۶ و ۲/۷۳ درصد بود. در این میان سلول‌هایی با دیواره نازک که شامل سلول‌های اپیدرمی، کلرانشیم و کوتیکول کلرانشیم بودند در مجموع ۱۷/۵۱ درصد از برش

Archive of SID

www.SID.ir

عرضی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

با توجه به اینکه هر کدام از انواع سلول‌های گیاهی دارای ترکیبات متفاوتی در ساختار دیواره‌های خود هستند و دیواره‌هایی با ضخامت متفاوت دارند، در نتیجه سرعت و میزان هضم آنها نیز در سیستم گوارش حیوانات متفاوت می‌باشد (۱۲). بنابراین سهم هر یک از انواع سلول‌های مختلف در بافت گیاهی می‌تواند بر میزان هضم پذیری آن بافت تاثیر گذار باشد. معمولا ساقه گیاهان دارای ساختار سخت و خشن‌تری نسبت با سایر بافت‌ها خصوصا برگ‌ها می‌باشند (۲۳). در ساقه سهم زیادی از سلول‌ها لیگنینی شده و قابل دسترس برای میکروارگانیزم‌های تجزیه کننده نمی‌باشند (۷). مطالعه سهم سلول‌های مختلف در برش عرضی برخی گیاهان علوفه‌ای نشان داده است که در شبدر سفید، یونجه و ذرت سهم سلول‌های با دیواره ضخیم به ترتیب ۲۲/۶، ۳۶/۶ و ۱۸/۳ درصد و سلول‌های با دیواره نازک ۷۳/۵، ۵۹/۹ و ۸۸/۸ درصد می‌باشد (۲۳). درصد سلول‌های دارای دیواره نازک در کوشیا با ذرت، شبدر و یونجه تفاوت بارزی دارد. همچنین سهم مجموع سلول‌های اپیدرمی و فیبرهای آوندی ساقه گراس‌های چهار کربنه مانند *Cynodon dactylon, Digitaria pentzii* و *Panicum maximum* به ترتیب ۳۸، ۳۶ و ۳۴ درصد بود و سهم سلول پارانشیم در ساقه آنها ۵۰، ۵۵ و ۵۷ درصد گزارش شده است (۱). سلول‌های اپیدرمی و فیبرهای آوندی گراس‌های چهار کربنه معمولا غیر قابل هضم هستند، در مقابل میزان لیگنینی شدن سلول‌های پارانشیمی بسیار متفاوت بوده و بستگی به سن و گونه گیاهی دارد. در برش عرضی ساقه کوشیا همانند گیاهان چهار کربنه فوق مشخص شد که بیشترین درصد ساقه توسط سلول‌های پارانشیم مغزی و دستجات آوند چوبی اشغال شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد سلول‌های مختلف در برش عرضی ساقه در سطوح مختلف شوری و توده‌های مورد مطالعه کوشیا

صفات	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	توده			میانگین
		بیرجند	بروجرد	سبزوار	
سلول‌های دارای دیواره نازک ساقه (درصد)	۵/۲	۲۰/۱۲	۱۸/۳۷	۱۸/۶۹	۱۹/۰۶
	۱۰/۵	۱۵/۹۹	۱۷/۴۶	۱۷/۶۹	۱۷/۰۵
	۲۳/۱	۱۴/۸۷	۱۷/۷۶	۱۶/۹۱	۱۶/۵۱
	میانگین	۱۶/۹۹	۱۷/۸۶	۱۷/۷۷	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۲/۵۲	توده: ۲/۳۷	شوری × توده: ۴/۱۰	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۰۸	توده: ns ۰/۶۹	شوری × توده: ns ۰/۴۸	
فیبرهای آوندی ساقه (درصد)	۵/۲	۲/۳۰	۳/۰۰	۲/۸۶	۲/۷۲
	۱۰/۵	۲/۸۲	۲/۶۶	۲/۵۵	۲/۶۸
	۲۳/۱	۲/۶۶	۳/۰۹	۲/۶۶	۲/۸۰
	میانگین	۲/۵۹	۲/۹۲	۲/۶۹	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۰/۸۵	توده: ۰/۶۹	شوری × توده: ۱/۲۰	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۹۲	توده: ns ۰/۵۹	شوری × توده: ns ۰/۷۸	
متوسط ضخامت دستجات آوند چوبی (درصد)	۵/۲	۲۳/۸۰	۲۳/۲۴	۲۵/۲۳	۲۴/۰۹
	۱۰/۵	۲۷/۹۵	۲۴/۰۳	۲۲/۹۶	۲۴/۹۸
	۲۳/۱	۲۴/۷۸	۲۳/۱۸	۲۲/۳۳	۲۳/۴۳
	میانگین	۲۵/۵۱	۲۳/۴۸	۲۳/۵۱	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۱/۷۹	توده: ۲/۳۹	شوری × توده: ۴/۱۵	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۴۰	توده: ns ۰/۱۵	شوری × توده: ns ۰/۲۷	
پارانشیم ساقه (درصد)	۵/۲	۵۳/۷۸	۵۵/۴۰	۵۳/۲۲	۵۴/۱۳
	۱۰/۵	۵۳/۲۵	۵۵/۸۵	۵۶/۸۰	۵۵/۳۰
	۲۳/۱	۵۷/۶۹	۵۵/۹۷	۵۸/۱۰	۵۷/۲۵
	میانگین	۵۴/۹۰	۵۵/۷۴	۵۶/۰۴	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۴/۷۹	توده: ۳/۰۱	شوری × توده: ۵/۲۱	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۱۱	توده: ns ۰/۷۰	شوری × توده: ns ۰/۵۲	

LSD حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ns در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نمی‌باشد

Archive of SID

www.SID.ir

درصد سلولز، همی سلولز و لیگنین در اندام‌های مختلف کوشیا نشان داد که ساقه درصد سلولز بیشتری نسبت به برگ دارا بود ولی درصد همی سلولز در برگ بیشتر از ساقه بود. درصد لیگنین ساقه از برگ بیشتر بود (جداول ۳، ۴ و ۵).

اثر تنش شوری بر مقدار سلولز و همی سلولز در توده‌های مختلف معنی‌دار نبود اما افزایش سطح تنش شوری کاهش معنی‌داری در میزان لیگنین ساقه و کل اندام هوایی ایجاد کرد. همچنین افزایش تنش موجب کاهش لیگنین در برگ نیز گردید اما این کاهش معنی‌دار نبود (جداول ۳، ۴ و ۵).

دیواره‌های سلولی گیاهان مهمترین منبع تامین کننده انرژی در جیره غذایی حیوانات می‌باشند. پلی ساکاریدهای موجود در دیواره سلولی با توجه به زمان محدود ماندگاری آنها در سیستم گوارش پستانداران توسط آنزیم‌های آنها قابل تجزیه نیستند که دلیل آن تجمع بیشتر لیگنین در آنها می‌باشد. ساقه بیشتر گونه‌های گیاهی فیبر بیشتری نسبت به پهنک برگ دارد و گراس‌ها معمولا فیبر بیشتری نسبت به لگوم‌ها دارند. مقدار بیشتر فیبر در ساقه نسبت به برگ به دلیل نقش ساختاری بیشتر آن در ساقه می‌باشد (۳).

البته مفهوم فیبر و دیواره سلولی کاملا مشابه نمی‌باشند، زیرا دیواره سلولی یک ساختار بیولوژیکی پیچیده حاوی مولکول‌های متفاوتی است که بیوسنتز آنها توسط آنزیم‌ها و تنظیم آن توسط ژن‌ها صورت می‌گیرد در حالی که فیبرها (به عنوان مثال فیبر قابل حل در شوینده خنثی (NDF) و فیبر قابل حل در شوینده اسیدی (ADF)) ترکیباتی هستند که حلالیت و قابلیت هضم کمتری نسبت به نشاسته دارند (۱۲). ینسن و بیل (۳۴) با مطالعه اثر شوری بر *Lolium multiflorum* گزارش کردند که افزایش شوری موجب کاهش میزان NDF و افزایش قابلیت هضم در این گیاه می‌شود که احتمالا شوری موجب تاخیر در رشدگیاه شده و دیرتر بالغ می‌شوند. همچنین آنها گزارش کردند که شوری بر تولید دیواره‌های سلولی تاثیر گذار است اما بر میزان تولید قندهای منومر (همی‌سلولز) تاثیری ندارد. در مطالعه حاضر نیز کاهش میزان لیگنین در اثر تنش شوری ۲۳/۱ دسی زیمنس بر متر در برگ و ۱۰/۵ دسی زیمنس بر متر در ساقه و کل اندام هوایی کوشیا مشهود بود ولی همی‌سلولز تحت تاثیر شوری قرار نگرفت (جداول ۳، ۴ و ۵) (همی‌سلولز از تعداد زیادی مونومرهای قند تشکیل شده است در حالی که سلولز حاوی تنها گلوکزهای بدون آب است).

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد سلولز، همی سلولز و لیگنین برگ در سطوح مختلف شوری و توده‌های مورد مطالعه کوشیا

صفات	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	توده			میانگین
		بیرجند	بروجرد	سبزوار	
سلولز برگ (درصد)	۵/۲	۵/۰۹	۶/۲۳	۷/۲۱	۶/۱۸
	۱۰/۵	۹/۰۱	۹/۰۶	۵/۰۳	۷/۷۰
	۲۳/۱	۶/۷۴	۸/۵۰	۸/۴۴	۷/۸۹
	میانگین	۶/۹۵	۷/۹۳	۶/۸۹	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۵/۱۹	توده: ۲/۱۲	شوری × توده: ۳/۶۸	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۲۰	توده: ns ۰/۵۱	شوری × توده: ns ۰/۱۲	
همی سلولز برگ (درصد)	۵/۲	۳۰/۸۱	۳۱/۰۴	۲۸/۸۴	۳۰/۲۳
	۱۰/۵	۳۱/۲۹	۲۷/۹۷	۲۹/۲۸	۲۹/۵۲
	۲۳/۱	۳۰/۳۰	۲۸/۷۶	۲۶/۲۹	۲۸/۴۵
	میانگین	۳۰/۸۰	۲۹/۲۶	۲۸/۱۴	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۶/۱۱	توده: ۲/۷۷	شوری × توده: ۴/۸۰	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۴۰	توده: ns ۰/۱۵	شوری × توده: ns ۰/۶۶	
لیگنین برگ (درصد)	۵/۲	۱۱/۷۴	۱۱/۷۲	۱۰/۰۸	۱۱/۱۸
	۱۰/۵	۸/۶۱	۸/۳۵	۱۱/۹۱	۹/۶۲
	۲۳/۱	۹/۰۸	۷/۲۸	۱۰/۳۳	۸/۹۰
	میانگین	۹/۸۱	۹/۱۲	۱۰/۷۷	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۳/۸۷	توده: ۳/۰۵	شوری × توده: ۵/۲۹	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۲۹	توده: ns ۰/۵۲	شوری × توده: ns ۰/۵۱	

LSD حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ns در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نمی‌باشد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین درصد سلولز، همی سلولز و لیگنین ساقه در سطوح مختلف شوری و توده‌های مورد مطالعه کوشیا

صفات	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	توده			میانگین
		بیرجند	بروجرد	سبزوار	
سلولز ساقه (درصد)	۵/۲	۳۳/۶۰	۳۶/۳۲	۳۲/۶۵	۳۴/۱۹
	۱۰/۵	۳۳/۰۱	۳۴/۹۱	۳۷/۸۸	۳۶/۹۳
	۲۳/۱	۳۷/۲۵	۳۰/۰۱	۳۴/۳۴	۳۳/۸۷
	میانگین	۳۶/۲۹	۳۳/۷۵	۳۴/۹۶	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۸/۱۸	توده: ۵/۰۳	شوری × توده: ۸/۷۱	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۳۷	توده: ns ۰/۵۶	شوری × توده: ns ۰/۴۷	
همی سلولز ساقه (درصد)	۵/۲	۲۵/۸۹	۲۵/۸۷	۲۶/۸۷	۲۶/۲۱
	۱۰/۵	۲۷/۳۴	۲۶/۳۹	۲۳/۷۶	۲۵/۸۳
	۲۳/۱	۲۵/۵۷	۲۸/۲۱	۲۴/۸۳	۲۶/۲۰
	میانگین	۲۶/۲۷	۲۶/۸۲	۲۵/۱۵	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۴/۷۲	توده: ۳/۲۹	شوری × توده: ۵/۶۹	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۹۶	توده: ns ۰/۵۴	شوری × توده: ns ۰/۶۱	
لیگنین ساقه (درصد)	۵/۲	۱۳/۲۹	۱۳/۶۶	۱۶/۵۸	۱۴/۵۱
	۱۰/۵	۱۱/۸۷	۱۳/۷۱	۱۴/۵۰	۱۳/۳۶
	۲۳/۱	۹/۷۳	۱۷/۰۵	۱۵/۹۷	۱۴/۲۵
	میانگین	۱۱/۶۳	۱۴/۸۱	۱۵/۶۸	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۴/۹۷	توده: ۲/۲۸	شوری × توده: ۳/۹۶	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۵۳	توده: ** ۰/۰۱	شوری × توده: ns ۰/۱۳	

LSD حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، ns در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نمی‌باشد

جدول ٥- مقایسه میانگین درصد سلولز، همی سلولز و لیگنین کل اندام هوایی در سطوح مختلف شوری و توده‌های مورد مطالعه کوشیا

صفات	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	توده			میانگین
		بیرجند	بروجرد	سبزوار	
سلولز کل (درصد)	۵/۲	۱۳/۷۷	۱۵/۹۵	۱۰/۴۸	۱۳/۴۰
	۱۰/۵	۱۷/۴۰	۱۷/۰۳	۱۷/۸۷	۱۷/۴۳
	۲۳/۱	۱۵/۰۹	۱۱/۲۷	۱۲/۹۶	۱۳/۱۰
	میانگین	۱۵/۴۲	۱۴/۷۵	۱۳/۷۷	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۷/۳۹	توده: ۴/۷۴	شوری × توده: ۸/۲۲	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۱۳	توده: ns ۰/۷۵	شوری × توده: ns ۰/۶۳	
همی سلولز کل (درصد)	۵/۲	۲۸/۶۲	۲۶/۶۹	۲۵/۰۳	۲۶/۷۸
	۱۰/۵	۲۶/۳۶	۲۶/۲۸	۲۷/۶۳	۲۶/۷۶
	۲۳/۱	۲۴/۹۰	۲۷/۲۱	۲۸/۵۹	۲۶/۹۰
	میانگین	۲۶/۶۳	۲۶/۷۳	۲۷/۰۹	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۵/۰۶	توده: ۳/۳۷	شوری × توده: ۵/۸۳	
	سطح احتمال	شوری: ns ۰/۹۹	توده: ns ۰/۹۵	شوری × توده: ns ۰/۴۵	
لیگنین کل (درصد)	۵/۲	۱۶/۵۴	۱۸/۶۱	۱۹/۷۰	۱۸/۲۸
	۱۰/۵	۱۳/۱۸	۱۲/۲۱	۱۱/۸۱	۱۲/۴۰
	۲۳/۱	۱۵/۱۵	۱۹/۶۰	۱۵/۸۲	۱۶/۸۶
	میانگین	۱۴/۹۶	۱۶/۸۰	۱۵/۸۷	
	LSD ۰/۰۵	شوری: ۳/۵۲	توده: ۳/۵۴	شوری × توده: ۶/۱۳	
	سطح احتمال	شوری: ** ۰/۰۱	توده: ns ۰/۵۴	شوری × توده: ns ۰/۵۵	

LSD حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، ns در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نمی‌باشد

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی کل بین صفات مورد مطالعه نشان داد که ضخامت دیواره سلول‌های اپیدرمی ساقه رابطه مثبت و معنی‌داری با درصد لیگنین کل و همبستگی منفی با سلولز و همی سلولز کل دارد (جدول ۶). با بررسی ضرایب همبستگی در سطوح مختلف شوری مشاهده شد که بیشترین همبستگی ضخامت دیواره سلول‌های اپیدرمی با درصد لیگنین در تنش ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۶ و ۷). این نتیجه ممکن است بیانگر افزایش درصد لیگنین در سلول‌های اپیدرمی با افزایش شدت تنش شوری باشد.

همبستگی منفی اما غیر معنی‌داری بین ضخامت دیواره سلول‌های کلرانشیمی در ساقه کوشیا با درصد همی‌سلولز ساقه وجود داشت، اما با درصد لیگنین ساقه همبستگی مثبتی مشاهده شد (جدول ۶). ضخامت دیواره‌های فیبرهای آوندی ساقه با درصد سلولز و همی سلولز ساقه همبستگی منفی نشان داد اما با درصد لیگنین ساقه رابطه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). بر خلاف همبستگی منفی ضخامت دیواره‌های فیبرهای آوندی ساقه با درصد سلولز ساقه در کل، در سطوح شوری ۵/۲ و ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر این همبستگی مثبت بود و تنها در شوری ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر این همبستگی منفی بود (جدول ۶ و ۷). ممکن است با افزایش شدت تنش شوری میزان سلولزی شدن دیواره‌های فیبرهای آوندی ساقه کاهش و سهم لیگنین در دیواره‌های این سلول‌ها افزایش یابد. ایکن (۱) گزارش کرد که بطور کلی سلول‌های اپیدرمی و فیبرهای آوندی ساقه گیاهان علوفه‌ای لیگنینی بوده و معمولا از قابلیت هضم کمتری هم برخوردار هستند. بنابراین همبستگی مثبت بین ضخامت دیواره سلول‌های اپیدرمی و فیبرهای آوندی با درصد لیگنین در این مطالعه بیانگر لیگنینی بودن این سلول‌ها در ساقه کوشیا می‌باشد.

همبستگی کل بین ضخامت دیواره‌های دستجات آوند چوبی ساقه و لیگنین ساقه مثبت بود اما این رابطه با سلولز ساقه منفی بود با این وجود این رابطه از همبستگی قوی برخوردار نبود. در این ارتباط بین سطوح مختلف شوری تنها در تیمار ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر همبستگی کل بین ضخامت دیواره‌های دستجات آوند چوبی ساقه با لیگنین و سلولز ساقه معنی‌دار بود (جدول ۶ و ۷). بنابراین شاید بتوان نتیجه گرفت که در تیمار شوری ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر، آوندهای چوبی که دارای دیواره‌های سلولی ضخیمی هستند لیگنین بیشتر و سلولز کمتری در ساقه خود انباشته کنند. با توجه به عدم رابطه ضخامت این دیواره با همی سلولز، می‌توان اظهار داشت که همی‌سلولز در متوسط ضخامت دستجات آوند چوبی نقش زیادی ندارد.

جدول ٦- ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده کوشیا در کل (قطر بالایی) و ۵/۲ دسی زیمنس بر متر (قطر پایینی).

	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦
۱	ضخامت دیواره اپیدرم ساقه	۱	-/۴۱*	۰/۲۵	۰/۳۸*	۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۴۰*	۰/۱۷	-/۲۱	-/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۴۴**
۲	ضخامت دیواره کلرانشیم ساقه	۰/۳۸*	۱	۰/۵۸**	۰/۳۵	۰/۱۵	-/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۶	-/۰۲	-/۰۶	-/۳۶	۰/۲۸	-/۲۰	۰/۲۶	۰/۱۱
۳	ضخامت دیواره کورتیکول کلرانشیم ساقه	-/۵۱	-/۳۸*	۱	-/۲۱	-/۱۴	۰/۳۱	-/۱۰	-/۲۳	-/۰۴	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۸	-/۰۷	-/۰۸	۰/۲۶
۴	ضخامت دیواره فیبرهای آوندی ساقه	۰/۶۲	۰/۴۸	۱	۰/۴۵**	۰/۰۸	-/۱۸	-/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۸	-/۱۵	-/۴۵**	-/۴۹**	-/۲۷	-/۰۸	۰/۳۸*
۵	متوسط‌ضخامت‌دستجات‌آوندچوبی ساقه	۰/۱۲	۰/۴۱	۰/۰۸	۱	۰/۴۳**	۰/۰۱	-/۱۵	-/۱۷	-/۲۵	-/۲۷	۰/۰۳	۰/۳۰	-/۰۱	-/۰۹	۰/۰۶
۶	ضخامت دیواره پارانشیم ساقه	۰/۴۱	۰/۲۴	۰/۱۴	۰/۴۵	۱	-/۱۵	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۰۴	-/۰۲	-/۰۳	-/۰۱	۰/۰۴	-/۲۷	-/۱۱
۷	درصد سلولهای با دیواره نازک ساقه	-/۱۴	۰/۲۳	-/۰۴	-/۱۹	-/۰۷	۱	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۴۰*	-/۲۶**	-/۳۰	-/۱۱	-/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۸
۸	درصد فیبرهای آوندی ساقه	۰/۳۶	۰/۲۱	-/۵۵	۰/۲۹	-/۱۶	۰/۲۱	۱	-/۱۶	۰/۱۹	-/۲۶	-/۲۸	-/۲۰	-/۳۲	-/۲۰	۰/۲۴
۹	درصد آوند چوب ساقه	۰/۲۴	-/۰۹	-/۲۵	۰/۰۶	-/۶۴*	-/۱۶	-/۱۳	۱	-/۵۹	-/۲۷	۰/۰۷	-/۳۲	۰/۳۷*	-/۲۷	-/۳۲
۱۰	درصد پارانشیم ساقه	-/۰۹	-/۱۳	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۲۸	-/۶۸*	-/۲۵	-/۵۹	۱	۰/۳۸	-/۳۳	۰/۱۹	-/۱۷	۰/۱۱	۰/۱۳
۱۱	درصد سلولز ساقه	۰/۲۰	-/۱۵	-/۰۸	-/۲۵	-/۵۳	-/۴۱	-/۳۷	-/۳۳	۰/۳۸	۱	-/۵۴	۰/۱۱	-/۵۸**	-/۲۶	-/۴۸**
۱۲	درصد همی سلولز ساقه	-/۰۲	-/۲۷	-/۲۳	-/۴۵	-/۳۳	۰/۴۷	-/۰۱	-/۵۳	-/۵۸	-/۵۴	۱	-/۴۷	-/۰۶	-/۱۰	-/۰۵
۱۳	درصد لیگنین ساقه	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۱۷	-/۱۱	-/۴۰	۰/۴۲	-/۱۴	۰/۳۹	-/۴۷	-/۲۶	۱	-/۵۶**	۰/۱۹	۰/۵۳
۱۴	درصد سلولز کل	-/۵۴	-/۳۴	۰/۳۸	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۳۶	۰/۰۷	-/۰۵	-/۲۶	۰/۲۸	-/۰۵	-/۵۰	۱	-/۲۳	-/۸۳**
۱۵	درصد همی سلولز کل	۰/۶۰	۰/۳۸	-/۰۴	-/۱۰	۰/۱۹	۰/۵۳	۰/۱۰	-/۱۶	-/۲۶	-/۳۰	-/۰۲	-/۲۷	۰/۲۱	۱	-/۱۲
۱۶	درصد لیگنین کل	۰/۳۱	۰/۰۱	-/۲۲	۰/۱۴	-/۰۹	-/۰۴	-/۲۴	۰/۲۶	۰/۶۵*	-/۰۹	-/۰۴	-/۶۴*	۰/۷۰*	-/۵۵	۱

**- معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ *- معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی کل بین درصد سلول‌های دارای دیواره نازک ساقه با درصد سلولز ساقه منفی و معنی‌دار بود، اما این همبستگی با درصد همی سلولز ساقه مثبت بود و این رابطه با درصد لیگنین ساقه مثبت اما بسیار ضعیف بود (جدول ۶). در تیمار ۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر بین درصد سلول‌های دارای دیواره نازک ساقه با درصد لیگنین ساقه و لیگنین کل منفی بود (جدول ۶) اما در تیمارهای ۱۰/۵ و ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر این رابطه ضعیف ولی مثبت بود (جدول ۷).

درصد آوندهای چوب در ساقه با میزان لیگنین و همی‌سلولز کل اندام هوایی کوشیا همبستگی منفی نشان دادند اما با درصد سلولز همبستگی مثبتی داشتند (جدول ۶). همبستگی کلی بین درصد پارانشیم ساقه با میزان سلولز، همی‌سلولز و لیگنین ساقه و کل ضعیف و غیر معنی‌دار بود اما در سطح شوری ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر بین درصد پارانشیم ساقه با درصد سلولز کل همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت و این رابطه با همی‌سلولز و لیگنین مثبت بود (جدول ۷).

با وجود تنوع مکانی از نظر محل تکامل توده‌های مورد مطالعه و همچنین سطوح مختلف شوری اعمال شده در این آزمایش، بین توده‌های مختلف از نظر ساختار سلولی و میزان ترکیبات تشکیل دهنده دیواره‌های سلولی در ساقه و برگ کوشیا تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد. بنابراین شاید از نظر ساختار سلولی بین توده‌های مختلف این گیاه تنوع کمی وجود داشته باشد.

در مجموع اعمال شوری تا سطح ۲۳/۱ دسی زیمنس بر متر روی ضخامت دیواره‌های سلولی در ساقه کوشیا تاثیر قابل توجهی نداشت ولی لیگنین ساقه و در نهایت کل بوته کاهش پیدا کرد که احتمالا تاخیر در رشد دلیل این امر باشد. با توجه به اینکه شوری‌های اعمال شده تاثیر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک تولیدی نداشتند (داده‌ها نشان داده نشده) کاهش درصد لیگنین در اثر شوری می‌تواند در افزایش کیفیت علوفه کوشیا موثر باشد.

جدول ۷- ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده کوشیا در ۱۰/۵ دسی زیمنس بر متر (قطر بالایی) و ۲۳/۱ دسی زیمنس بر متر (قطر پایینی)

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱	ضخامت دیواره ابدرم ساقه	۰/۰۷	۰/۴۶	۰/۳۵	۰/۴۴	۰/۱۳	-۰/۳۵	۰/۳۷	۰/۲۳	-۰/۱۷	-۰/۳۲	۰/۱۹	۰/۱۴	-۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۷
۲	ضخامت دیواره کرانشیم ساقه	۱	-۰/۵۵	۰/۷۵*	۰/۴۴	۰/۱۹	-۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۲۷	-۰/۲۰	-۰/۱۱	-۰/۳۴	۰/۶۳	-۰/۰۹	۰/۲۱	۰/۱۹
۳	ضخامت دیواره کورتیکول کرانشیم ساقه	-۰/۱۲	۱	-۰/۸۱**	-۰/۷۱*	-۰/۰۵	۰/۳۹	۰/۱۵	۰/۱۶	-۰/۱۰	-۰/۰۸	۰/۵۰	-۰/۵۰	-۰/۰۸	-۰/۲۷	۰/۲۲
۴	ضخامت دیواره فیبرهای آوندی ساقه	۰/۴۴	۰/۴	۱	۰/۵۵	۰/۴۳	-۰/۴۳	-۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۷۰	۰/۱۹	-۰/۶۵*	۰/۵۳	۰/۲۴	۰/۰۷	-۰/۱۹
۵	متوسط‌ضخامت دستجات آوند چوبی ساقه	۰/۱۵	۰/۴۵	۰/۷۴*	۱	۰/۳۴	-۰/۵۶	-۰/۲۹	۰/۷۰*	-۰/۵۶	-۰/۰۵	-۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۴۴	-۰/۲۵	-۰/۵۶
۶	ضخامت دیواره پارانشیم ساقه	-۰/۰۵	-۰/۴۸	۰/۰۶	۰/۵۰	۱	-۰/۲۳	-۰/۴۷	۰/۴۹	-۰/۴۴	-۰/۳۹	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۰۵	-۰/۲۹	-۰/۴۱
۷	درصد سلولهای با دیواره نازک ساقه	-۰/۱۳	۰/۳۱	-۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۰۱	۱	۰/۴۴	-۰/۱۲	-۰/۸۸**	-۰/۶۰	۰/۳۸	۰/۱۸	-۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۱۸
۸	درصد فیبرهای آوندی ساقه	-۰/۶۰	۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۲۳	۱	۰/۲۱	-۰/۶۶*	-۰/۲۲	۰/۳۹	-۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۷۹**
۹	درصد آوند چوب ساقه	-۰/۳۳	-۰/۱۲	-۰/۳۳	-۰/۱۲	-۰/۲۳	-۰/۷۳*	-۰/۴۲	۱	-۰/۲۴	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۴۳	۰/۰۱	۰/۵۳	-۰/۵۲
۱۰	درصد پارانشیم ساقه	-۰/۱۶	۰/۲۱	-۰/۲۲	-۰/۲۳	-۰/۱۵	۰/۳۰	۰/۱۹	-۰/۸۴**	۱	۰/۲۵	-۰/۱۳	۰/۴۳	۰/۵۶	۰/۴۸	۰/۴۴
۱۱	درصد سلولز ساقه	-۰/۱۹	-۰/۵۸	-۰/۶۹*	-۰/۳۳	-۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۲۸	-۰/۷۰	۰/۴۶	۱	-۰/۳۰	-۰/۴۳	-۰/۲۸	-۰/۴۸	-۰/۱۳
۱۲	درصد همی سلولز ساقه	-۰/۰۷	-۰/۳۳	-۰/۰۴	-۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۳۸	۰/۱۸	-۰/۴۶	-۰/۴۶	۱	۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰۲
۱۳	درصد لیگنین ساقه	۰/۲۷	۰/۶۴*	۰/۶۸*	-۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۳۱	-۰/۰۷	-۰/۶۲*	۰/۰۲	-۰/۹۳**	۰/۰۶	۱	۰/۲۸	۰/۶۵	-۰/۰۴
۱۴	درصد سلولز کل	-۰/۱۲	-۰/۶۷*	-۰/۵۶	-۰/۰۵	-۰/۱۲	-۰/۱۶	-۰/۳۹	-۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۷۹**	-۰/۱۳	-۰/۷۳*	۱	-۰/۶۲	-۰/۸۰**
۱۵	درصد همی سلولز کل	-۰/۱۲	-۰/۱۲	-۰/۲۲	-۰/۵۲	-۰/۵۲	-۰/۱۶	۰/۳۲	-۰/۵۷	۰/۲۹	-۰/۳۳	-۰/۰۳	۰/۳۲	۰/۲۸	۱	۰/۳۵
۱۶	درصد لیگنین کل	۰/۲۵	۰/۴۲	۰/۷۶**	۰/۸۰**	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۳۰	-۰/۱۶	-۰/۲۲	-۰/۷۳*	-۰/۰۸	۰/۲۶۰	-۰/۰۸	۰/۰۱	۱

**- معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، *- معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1- Akin, D. E. 1989 .Histological and physical factors affecting digestibility of forages. Agron. J. 81:17-25.
2- Akin, D. E., and D. Burdick. 1975. Percentage of tissue types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen micro-organisms. Crop Sci. 15: 661-668.
3- Buxton, D. R and J. R Russell. 1988. Lignin constituents and cell-wall digestibility of grass and legume stems. Crop Sci. 28: 553–558.
4- Buxton, D. R., and M. R. Brasche. 1991. Digestibility of structural carbohydrates in cool-season grass and legume forages. Crop Sci. 31: 1338–1345.
5- Danesh Mesgaran, M., and M. D. Stern. 2005. Ruminal and post-ruminal protein disappearance of various feeds originating from Iranian plant varieties determined by the in situ mobile bag technique and alternative methods. Anim. Feed Sci. Technol. 118: 31–46.
6- Edwing, K., and J. P. Dobrowolski. 1992. Dynamics of shrub die of a salt desert plant community. J. Range Manage. 45: 194-199.
7- Engels, F. M. and H. G. Jung. 1998. Alfalfa stem tissues: Cell-wall development and lignification. Ann. Bot. 82: 561-568.
8- Francois, L. E. 1976. Salt tolerance of prostrate summer cypress (*Kochia prostrata*). Agron. J. 68: 455-457.
9- Galyean, M. L., and A. L. Goetsch. 1993. Utilization of forage fiber by ruminants. Pages 33–37 in Forage Cell Wall Structure and Digestibility. H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, and J. Ralph, ed. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
10- Guerrero-Rodriguez, J.D. 2006. Growth and nutritive value of Lucerne (*Medicago sativa* L.,) and Melilotuse (*Melilotuse albus* Medik.) under saline conditions. Thesis (Ph.D.)-School of Agriculture, Food and Wine Adelaide Australia.
11- Jami Al Ahmadi, M., and M. Kafi, 2008. Kochia (*Kochia scoparia*): To be or not to be? In: Crop and Forage Production using Saline Waters. (Eds.): M. Kafi and M.A. Khan. NAM S&T Centre. Daya Publisher, New Delhi.
12- Jung, H. G. and M. S. Allen. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. J. Anim Sci. 73:2774-2790.
13- Jung, H. G., and D. A. Deetz. 1993. Cell wall lignification and degradability. In: Jung H.G, Buxton D.R, Hatfield R.D, Ralph, J. Forage cell wall structure and digestibility. Madison, WI, USA: Am. Soc. Agron. 315–346.
14- Kafi, M., H. Asadi and A. Ganjeali. 2010. Possible utilization of high salinity waters and application of low amounts of water for production of the halophyte *Kochia scoparia* as alternative fodder in saline agroecosystems. Agr. Water Manage. 97: 139-147.
15- Khan, M. A., R. Ansari, H. Ali, B. Gul, and B. L. Nielsen. 2009. *Panicum turgidum*, a potentially sustainable cattle feed alternative to maize for saline areas. Agric. Ecosyst. Environ. 129: 542-546
16- Lees, G. L., R. E. Howarth, B. P.Goplen, and A. C. Fesser. 1981. Mechanical disruption of leaf tissues and cells in some bloat-causing and bloat-safe forage legumes. Crop Sci. 21: 444-448.
17- Maas, E. V. 1993. Plant growth response to salt stress. In: Towards the rational use of high salinity tolerant plants. H. Lieth and A. Al Masoom (eds) 1:279-291. Kluwer Academic Pub. Netherlands.
18- Maas, E. V., and G. J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance- current assessment. J. Irr. Drain. Div. 103: 115-134.
19- McManus, W.R., and M.L. Bigham. 1973. Studies on forage cell walls: 1. Prediction of feed intake. J. Agric. Sci. 80: 283-296.
20- Moir, K. W. 1972. An assessment of the quality of forage from its cell- wall content and amount of cell wall digested. J. Agric. Sci. 78: 355-362.
21- Mowat, D. N., R. S. Fulkerson, W. E. Tossell and J. E .Winch. 1965. The in vitro digestibility and protein content of leaf and stem portions of foragers. Can. J. Plant Sci. 45:321-331.
22- Poljakoff-Mayber, A. 1975. Morphological and anatomical changes in plants as a response to salinity stress. In A. Poljakoff-Mayber and J. Gale (eds.), Plants in Saline Environment, Ecological Series 15. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, pp. 97-117.
23- Rezvani Moghaddam, P. and D. Wilman. 1998. Cell wall thickness and cell dimensions in plant parts of eight forage species. J. Agric. Sci. Camb. 131, 59-67.
24- Riasi, A., M. Danesh Mesgaran, M. D.Stern, and Ruiz M. J. Moreno. 2008. Chemical composition, in situ ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants *Kochia scoparia*, *Atriplex dimorphostegia*, *Suaeda arcuata* and *Gamanthus gamacarpus*. Anim. Feed Sci. Technol. 141: 209-219.
25- Senger, C. C. D., G. V. Kozloski, L. M. Bonnecarrère Sanchez, F. R. Mesquita, T. P. Alves and G. S. Castagnino. 2008. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. Anim. Feed Sci. Technol. 146. 169–174.

Archive of SID

www.SID.ir

26- Shannon, M. C., C. M. Grieve and L. E. Francois. 1994. Whole-plant response to salinity. In: R.E. Wilkinson, Editor, Plant–Environment Interactions, Mercel Dekker, New York . 199–244.
27- Sherrod, L. B. 1971. Nutritive value of *Kochia scoparia*. I. Yield and chemical composition at three stages of maturity. Agron. J. 63: 343-344.
28- Sherrod, L. B. 1973. Nutritive value of kochia hay compared with alfalfa hay. J. Dairy Sci., 56: 923-926.
29- Travis, A. J., S. D. Murison, P. Perry and A. Chesson. 1997. Measurement of cell wall volume using confocal microscopy and its application to studies of forage degradation. Ann. Bot. 80: 1-11.
30- Vincent, J. F. V. 1990. Fracture properties of plants. Adv. Bot. Res. 17: 235–287.
31- Walters, R. J. K. 1971. Variation in the relationship between in vitro digestibility and voluntary dry-matter intake of different grass varieties. J. Agric. Sci. 76: 243-252.
32- Wilkins, R. J. 1972. The potential digestibility of cellulose in grasses and its relationship with chemical and anatomical parameters. J. Agric. Sci. 78: 457-464.
33- Wilson, J. R. and D. R. Mertens. 1995.Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. Crop Sci. 35: 251-259.
34- Yensen, N. P., and K. Y. Biel. 2006. Soil Remediation Via Salt-conduction and the Hypotheses of Halosynthesis and Photoprotection, Tasks for Vegetation Science Series -40. Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants, pp. 313-344.

Archive of SID

www.SID.ir