مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳
ص ۳۳۳-۳۴۴

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۰۲/۰۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۰۶/۰۳

تأثیر چرای بلندمدت گاو در خصوصیات مورفولوژیک ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* و چگونگی توزیع آن در خاک (مطالعهٔ موردی: چراگاه استوایی در کشور مالزی)

❖ **مجید آجورلو*؛** استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه زابل
❖ **محبوبه ابراهیمیان؛** دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکدهٔ جنگل‌داری، دانشگاه پوترا، مالزی
❖ **رمضانی بن عبدالله؛** دانشیار دانشکدهٔ مطالعات محیط زیست، دانشگاه پوترا، مالزی

چکیده

هدف این مطالعه کمّی‌سازی واکنش ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* به چرای گاو در چراگاه استوایی در کشور مالزی بود. تیمارها عبارت بود از: چرای تناوبی با شدت متوسط (۲٫۷ واحد دامی در هکتار) در بلندمدت (۳۳ سال) و عدم چرا. نمونه‌های ریشه همراه با خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متر برداشت شد. خصوصیات مورفولوژیک ریشه ـ یعنی طول، قطر، سطح، و حجم آن ـ با استفاده از دستگاه WinRhizo Root Scanner اندازه‌گیری شد. چگونگی توزیع ریشه در واحد حجم خاک با استفاده از روابط مربوطه محاسبه شد. داده‌ها با روش تجزیهٔ واریانس، اندازه‌گیری‌های مکرر، و آزمون *t* تجزیه و تحلیل شد. اثر چرا در طول ریشه و توزیع آن در خاک و متوسط قطر ریشه معنی‌دار نبود($P>0.05$). قطر ریشه در عمق میانی (۱۰-۲۰) و زیرین (۲۰-۳۰ سانتی‌متر) خاک در منطقهٔ چراشده به‌ترتیب ۵۰ درصد و ۷۲ درصد بیش از مقادیر آن در سایت چرانشده بود ($P<0.05$). حجم و مساحت سطح ریشه و چگونگی توزیع آن‌ها در واحد حجم خاک در هر دو منطقهٔ چرا و عدم چرا یکسان بود($P>0.05$). چرا، عمق خاک، و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری در وزن ریشه و تراکم وزن ریشه در واحد حجم خاک داشت ($P<0.05$). در هر سه عمق خاک، وزن ریشه در سایت چراشده بیش از مقدار آن در سایت چرانشده بود ($P<0.05$). چرای تناوبی با شدت متوسط در بلندمدت تأثیر منفی در خصوصیات مورفولوژیک ریشهٔ *Brachiaria decumbens* و نحوهٔ توزیع آن‌ها در واحد حجم خاک نداشته است.

واژگان کلیدی: چراگاه استوایی، حجم ریشه، سطح ریشه، طول ریشه، قطر ریشه، وزن ریشه.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۵۴-۳۲۲۳۲۶۰۰
Email ajorlo_m54@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

چرای دام‌ها نه‌تنها بر اندام‌های هوایی گیاهان اثر می‌گذارد، بلکه اندام‌های زیرزمینی گیاهان هم ممکن است به طور مستقیم یا غیرمستقیم از طریق فعالیت هایی مانند چرا، راه‌رفتنِ دام ها، و فضولات آن ها تحت تأثیر قرار گیرد [۵]. آگاهی از نحوهٔ واکنش ریشهٔ گیاهان به فعالیت دام‌ها، به‌خصوص در هنگام کمبود رطوبت یا مواد غذایی در خاک، در مدیریت مراتع اهمیت اساسی دارد [۱۱]. چرای دام‌ها، مرحلهٔ رشد و شرایط فیزیولوژیک گیاه، خصوصیات فیزیکی خاک مانند بافت و مقدار رطوبت، و همچنین خصوصیات شیمیایی خاک مانند قابلیت دسترسی و جذب عناصر عوامل مهمی است که ممکن است باعث تغییر در مورفولوژی ریشهٔ گیاهان مرتعی و چگونگی توزیع ریشه در خاک شود [۳، ۱۳]. ریشهٔ گیاهان از طریق تغییرات ریختی و ساختمانی به چرای دام‌ها واکنش نشان می‌دهند. این تغییرات ممکن است بر مقدار ریشه در واحد سطح یا بر فیزیولوژی و کیفیت کارکرد آن اثر گذارد [۱]. ازبین‌رفتن اندام‌های هوایی گیاه در اثر چرای دام یا قطع‌شدن آن ها می تواند رشد ریشهٔ گیاه را کم کند [۲] یا حتی باعث توقف کامل رشد و کارکرد ریشهٔ گیاه شود [۲۰]. هنگامی که رشد ریشه کم شود توانایی رقابت گیاه برای جذب آب و مواد غذایی کاهش می‌یابد. این اتفاق مسئلهٔ مهمی در کلیهٔ محیط های رقابتی است، به‌ویژه در محیط هایی که رطوبت عامل محدودکنندهٔ رشد گیاهان است.

برای فهم صحیح تأثیر چرای دام در پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی، لازم است که اندام های هوایی و اندام های زیرزمینی گیاهان با هم بررسی شوند [۶]، چون لازمهٔ اعمال عملیات صحیح مدیریتی در مراتع و چراگاه ها داشتنِ فهم دقیق از واکنش اندام های زیرزمینی گیاهان غالب و کلیدی به چرای دام ها و همچنین دانستن چگونگی به‌کارگیری این اطلاعات در رسیدن به اهداف بلندمدت مدیریت مرتع است [۱۳].

دربارهٔ اهمیت مطالعات ریشه در هنگام ارزیابی آثار چرای دام بر گیاهان در بین متخصصان اجماع وجود دارد [۷، ۱۷]، اما ضعف اساسی در این بحث فقدان دانش کافی و جدید در چگونگی کمّی سازی واکنش ریشهٔ گیاهان به چرای دام‌هاست، چون بیشتر مطالعاتِ کمّی‌سازی اثر چرا در مورد اندام‌های هوایی گیاهان انجام شده تا در مورد اندام‌های زیرزمینی آن‌ها [۶، ۷]. بنابراین، سیستم ریشهٔ گیاهان از بخش های مهم اکوسیستم های مرتعی است که، در مقایسه با اندام‌های هوایی، کمتر مطالعه شده است. برآورد شده که کمتر از ۱۰ درصد از مطالعات انجام‌شده در مراتع و چراگاه‌ها مربوط بوده است به اندام های زیرزمینی گیاهان [۱۸]. یکی از دلایل این مسئله احتمالاً این است که مطالعات مربوط به اندام های زیرزمینی گیاهان مشکل و زمان‌بر است و تفسیرِ نتایج آسان نیست. هدف این مطالعه تشریح و کمّی سازی چگونگی واکنش ریشهٔ یک گونهٔ گندمی چندساله، به نام Brachiaria decumbens، در اعماق مختلف خاک به چرای تناوبی با شدت متوسط در بلندمدت توسط گاو در چراگاه استوایی مرطوب کشور مالزی بود.

روش‌شناسی

خصوصیات منطقهٔ مورد مطالعه

این مطالعه در چراگاه‌های حوزهٔ آبخیز «تی پی یو» با مختصات جغرافیایی ″۳۸ ′۴۳ °۱۰۱ تا ″۰۳ ′۴۴ °۱۰۱ طول شرقی و ۵۳ ′۵۸ °۲ تا ۵۷ ′۵۹ °۲ عرض شمالی در فاصلهٔ ۲۰ کیلومتری کوآلالامپور- مالزی انجام شد. اقلیم منطقه حاره ای مرطوب است و متوسط بارش و دمای سالانه به‌ترتیب ۲۳۰۰ میلی‌متر و ۲۵

Archive of SID

www.SID.ir

درجهٔ سانتی گراد بود. حوزهٔ آبخیز تی پی یو، با وسعت ۱۳۱۷ هکتار، دارای خاک رسی شنی و رسی سیلتی است. پوشش گیاهی حوزهٔ همگن با غالبیت دو گونه از گندمیان استوایی، یعنی *Brachiaria decumbens* و *Panicum maximum*، است. *Brachiaria decumbens* گیاهی است چندساله از تیرهٔ گندمیان، دارای اندام های هوایی ایستاده یا خوابیده، و واجد ساقه های خزنده (استولون)، که برای ایجاد چراگاه دائمی در مناطق استوایی و نیمه استوایی استفاده می شود. این گیاه دارای ریشه های نابجای طویل و باریکی است که از محل گره‌های ساقه‌های خزنده یا همانند سایر گندمیان از گره‌های قاعده‌ای ساقه تولید می‌شود [۱۶].

روش کار

نمونه گیری از دو تیمار با چهار تکرار، یعنی تیمار چرای متوسط بلندمدت (سایت چراشده) و تیمار عدم چرا (سایت چرانشده)، در سه عمق صفر تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰، و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک در چراگاه های حوزهٔ آبخیز تی پی یو انجام شد. توپوگرافی، شیب، خاک، و گونهٔ گیاهی در هر دو سایت مشابه بود. جدول ۱ سایر خصوصیات مربوط به سایت چراشده و چرانشده را نشان می دهد. سایت چراشده، با وسعت ۲۸۰ هکتار، از سال ۱۹۷۵، تحت سیستم چرایی تناوبی در تمام طول سال با شدت چرای متوسط توسط گاو (۲/۷ واحد دامی در هکتار) چرا شده بود. از زمان شروع چرا تا زمان اجرای این تحقیق (۳۳ سال) شدت چرا همواره ثابت و در حد متوسط بوده است. یک سایت به وسعت ۲۰ هکتار با خصوصیات توپوگرافی، خاک، و پوشش گیاهی مشابه سایت چراشده از سال ۱۹۷۵ تا زمان اجرای تحقیق به وسیلهٔ حصارکشی از چرای دام‌ها محافظت شده بود. با توجه به شرایط مساعد برای استقرار پوشش درختی در مناطق استوایی، برای جلوگیری از غالب‌شدن گیاهان چوبی در سایت چرانشده، از گذشته تا کنون، گیاهان چوبی به محض ظهور با نیروی دست ریشه‌کن شده‌اند. بنابراین، پوشش گیاهی هر دو سایت انتخاب شده یکنواخت و با غالبیت گونهٔ *Brachiaria decumbens* بود. واحد دامی در این مطالعه عبارت بود از: یک گاو بالغ با/ یا بدون گوسالهٔ شیرخوار به وزن ۴۵۰ کیلوگرم. نژاد، سن، و جنس گاوها به‌ترتیب کداه- کلانتان[1]، حدود پنج سال، و ماده بود. سیستم چرای تناوبی در این مطالعه شامل ۳۰ تا ۴۰ روز استراحت برای هر قطعه بود و چرای گیاهان تا زمانی که ارتفاع آن ها به حدود ۱۰ سانتی متر از سطح زمین کاهش یابد. به عبارت دیگر، سیستم چرای تناوبی به گونه ای در منطقهٔ مورد مطالعه مدیریت شده بود که چراگاه تقریباً ۶ ماه از سال چرا و ۶ ماه دیگر استراحت کند. به علاوه، چرای متوسط عبارت بود از: ۴۰ تا ۵۰ درصد چرا از اندام های هوایی گیاهان به گونه ای که باعث حفظ و بقای گونه‌های خوش‌خوراک شود.

تأثیر چرا در خصوصیات مورفولوژیک ریشهٔ *Brachiaria decumbens* از طریق اندازه‌گیری و مقایسهٔ خصوصیات ریشهٔ این گونه در دو سایت فوق الذکر تعیین شد. خصوصیات مورفولوژیک ریشه طبق روش توصیف‌شده توسط [۱۷، ۱۸] ارزیابی شد. روش معرفی‌شدهٔ آن ها عبارت بود از: برداشت نمونهٔ ریشه به همراه خاک اطراف آن با استفاده از اوگر؛ جداکردن ریشه ها از خاک از طریق شست وشو با جریان آب؛ و در نهایت اندازه‌گیری خصوصیات ریشه با اسکنر.

1. Kedah- Kelantan

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. خصوصیات پوشش گیاهی و خاک منطقهٔ مورد مطالعه

متغیر گیاه یا خاک	منطقهٔ چراشده	منطقهٔ چرانشده
پوشش گیاهی (درصد)	۵۹٫۸	۸۶٫۸
تولید (گرم مادهٔ خشک/ متر مربع)	۱۶۰٫۲	۱۳۲٫۵
لاش‌برگ (گرم/ متر مربع)	۱۰٫۹	۲۲٫۷
خاک لخت (درصد)	۲۵٫۰	۵٫۰
سنگ‌ریزه (درصد)	۴٫۲	۳٫۶

در این مطالعه، چهار نمونهٔ ریشه از هر تیمار و هر نمونه متشکل از سه واحد نمونه (استوانهٔ مغزی) و مجموعاً شانزده نمونه در هر تیمار برداشت شد. نمونه های ریشه مستقیماً از مرکز یقهٔ گیاه [۱۰] تا عمق ۳۰ سانتی متری خاک با استفاده از اوگر ریشهٔ واحد[1] با قطر ۸ سانتی متر (حجم ۱۵۰۰ سانتی متر مکعب) ساخت شرکت Eijkelkamp Agrisearch Equipment هلند برداشت شد. برای جلوگیری از خشک‌شدن، بلافاصله نمونه ها در ورق آلومینیومی پیچیده شد و تا مرحلهٔ بعدی آزمایش در دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری شد [۱۸]. گیاهان مورد نظر، برای برداشت نمونهٔ ریشه، به روش سیستماتیک انتخاب شدند. دلیل نمونه‌برداری به روش سیستماتیک آن بود که پایه های گیاهی انتخاب‌شده باید تا حد امکان از نظر مشخصات ظاهری مانند ارتفاع، قطر تاج پوشش، و قطر یقه مشابه باشند؛ به علاوه، به طور یکسان در معرض چرای دام قرار داشته باشند. طبیعی است که گیاهان اطراف آبشخوارها و سایر نقاط تجمع دام بیش از گیاهان کنار حصارها و سایر نقاط دور از دسترس دام در معرض چرا قرار دارند. همچنین، همهٔ نمونه ها باید از نقاطی برداشت می شد که از نظر خصوصیات فیزیکی خاک و شیب زمین تا حد امکان مشابه می‌بود. در صورت نمونه برداری به روش تصادفی، رعایت موارد فوق امکان‌پذیر نبود.

به منظور مطالعهٔ خصوصیات متغیرهای ریشه در اعماق مختلف خاک، نمونه ها (خاک همراه با ریشه) به سه قطعهٔ ۱۰ سانتی متری ـ یعنی صفر تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰، و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر ـ بریده شدند. سپس، نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در داخل ظرف آب قرار داده شدند. برای تفکیک ریشه ها از خاک، هر قطعه نمونه زیر جریان ملایم آب با دست شست وشو داده شد تا با کمک جریان آب و دست ریشه ها از خاک جدا شوند. در طول این عمل، همواره یک الک به اندازهٔ ۰٫۲ میلی متر در زیر قرار داده شده بود تا ریشه های جداشده از خاک از دسترس خارج نشوند [۱۴]. پس از جداکردن کامل ریشه ها از خاک، به منظور جلوگیری از خشک و پلاسیده‌شدن و حفظ شادابی و تازگی ریشه ها، نمونه ها در داخل کیسهٔ پلاستیکی مخصوص قرار داده شد و در دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری شد. در مرحلهٔ بعد، نخست نمونه های ریشه در دمای اتاق به حالت طبیعی برگردانده شد. سپس، درون سینی ای از جنس اکریلیک شفاف قرار داده شد و، با افزودن آب، ریشه‌ها کاملاً در آب معلق شدند. ریشه های داخل سینی پُر از آب تا حد امکان از همدیگر تفکیک شدند تا پوشش همگن با حداقل همپوشانی حاصل شود. در نهایت، سینی بر روی صفحهٔ مسطح اسکنر ریشه[2] ساخت شرکت Regent Instruments Inc. کانادا قرار داده شد. از هر نمونهٔ ریشه یک عکس رقومی با

1. Single Root Auger

2. WinRhizo Root Scanner

Archive of SID
www.SID.ir

قدرت تفکیک ۴۰۰ نقطه در هر اینچ توسط اسکنر تهیه شد. با استفاده از توانمندی نرم‌افزار گرافیکی اسکنر ریشه، خصوصیات مورفولوژیک ریشه ـ شامل طول ریشه (سانتی‌متر)، مساحت سطح ریشه (سانتی‌متر مربع)، متوسط قطر (میلی‌متر)، و حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)ـ اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری خصوصیات فوق، نمونه‌های ریشه در آون با دمای ۶۵ درجهٔ سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. نمونه‌های خشک‌شده با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰٫۰۰۱ گرم برای محاسبهٔ وزن ریشه[1] توزین شدند.

به منظور تعیین چگونگی توزیع ریشه در واحد حجم خاک، فاکتورهای تراکم طول ریشه[2]، تراکم وزن ریشه[3]، تراکم سطح ریشه[4]، و تراکم حجم ریشه[5] محاسبه شد. تراکم طول ریشه (طول ریشه در واحد حجم خاک بر حسب سانتی‌متر در سانتی‌متر مکعب) از طریق تقسیم طول ریشه در هر قطعه نمونه به حجم قطعهٔ نمونه (۵۰۰ سانتی‌متر مکعب) محاسبه شد. تراکم وزن ریشه از طریق تقسیم وزن ریشه در هر قطعه نمونه به حجم آن قطعه بر حسب میلی گرم در سانتی‌متر مکعب محاسبه شد. تراکم سطح ریشه از طریق تقسیم مساحت سطح ریشه در هر قطعه نمونه به حجم آن قطعه بر حسب سانتی‌متر مربع در سانتی‌متر مکعب محاسبه شد. تراکم حجم ریشه از طریق تقسیم حجم ریشه در هر قطعه بر حجم کل آن قطعه بر حسب سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده ها، از نظر نرمال‌بودن توزیع، با آزمون *Shapiro-Wilks* همچنین، از نظر همگنی واریانس، با آزمون Leven's بررسی شدند. برای تعیین تأثیر چرا و همچنین اثر متقابل چرا و عمق خاک در خصوصیات ریشه، داده ها با آزمون تجزیهٔ واریانس ـ اندازه‌گیری‌های مکرر[6] ـ تجزیه و تحلیل شدند. اعماق خاک به عنوان اندازه‌گیری‌های مکرر در نظر گرفته شد. از آزمون *t* با نمونه‌های مستقل برای مقایسهٔ اثر چرا در هر عمق معین استفاده شد. از ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی رابطهٔ برخی از خصوصیات ریشه استفاده شد. تفاوت میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۵ درصد گزارش شد.

نتایج

چرای تناوبی با شدت متوسط بر طول ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* و تراکم طول ریشهٔ آن در واحد حجم خاک تأثیر نداشت ($P > 0.05$)(جدول ۲). طول ریشه و تراکم آن در عمق سطحی (۰–۱۰ سانتی‌متر) و عمق تحتانی (۲۰–۳۰ سانتی‌متر) خاک در دو سایت چراشده و چرانشده تفاوت نداشت ($P > 0.05$)(جدول ۳)، ولی در عمق میانی (۱۰–۲۰ سانتی‌متر) خاک متفاوت بود ($P < 0.05$)(جدول ۳). اثر متقابل تیمار چرا و عمق خاک بر طول ریشه و تراکم طول ریشه در واحد حجم خاک تأثیر نداشت ($P > 0.05$) (جدول ۳).

بین سایت چراشده و چرانشده از نظر مساحت سطح ریشه و تراکم سطح ریشه در واحد حجم خاک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت($P > 0.05$) (جدول ۲). فقط در عمق میانی (۱۰–۲۰ سانتی متر) خاک مساحت سطح ریشه در سایت چراشده بیش از سه برابر آن در سایت چرانشده بود ($P < 0.05$)(جدول ۳). اثر متقابل تیمار چرا و عمق خاک در این متغیر معنی‌دار نبود($P > 0.05$) (جدول ۳).

1. Root mass
2. Root length density (RLD)
3. Root mass density (RMD)
4. Root surface area density (RSD)
5. Root volume density (RVD)
6. Repeated measures

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. تأثیر چرای متوسط بلندمدت بر متغیرهای مورفولوژیک ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* و چگونگی توزیع ریشهٔ آن در حجم خاک

متغیر مورفولوژیک ریشه	تیمار چرا		خطای معیار	*F*	متغیر توزیع ریشه در خاک	تیمار چرا		خطای معیار	*F*
	چراشده	چرانشده	(SE)			چراشده	چرانشده	(SE)	
طول ریشه (cm)	†۱۰۳۱٫۳a	۱۲۷۵٫۵a	۱۲۰٫۴	۴٫۱	تراکم طول ریشه (cm/cm^3)	۲٫۱a	۲٫۶a	۰٫۲	۴٫۱
سطح ریشه (cm^2)	۲۶۴٫۱a	۲۱۱٫۹a	۳۶٫۴	۲٫۱	تراکم سطح ریشه (cm^2/cm^3)	۰٫۵a	۰٫۴a	۰٫۰۷	½
حجم ریشه (cm^3)	۸٫۹a	۷٫۲a	۴٫۳	۳٫۰	تراکم حجم ریشه (cm^3/cm^3)	۰٫۰۲a	۰٫۰۱a	۰٫۰۰۷	۳٫۰
وزن ریشه (mg)	۹۴۶٫۶b	۵۸۹٫۸a	۹۱٫۶	۱۵٫۲	تراکم وزن ریشه (mg/cm^3)	۱٫۹b	۱٫۲a	۳٫۰	۱۲٫۹
قطر ریشه (mm)	۰٫۸a	۰٫۷a	۲٫۰	۰٫۲					

میانگین‌ها در هر ردیف با حروف کوچک متفاوت در سطح ۰٫۰۵ تفاوت معنی‌دار دارند.
† نشان‌دهندهٔ مقدار میانگین متغیر مربوطه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر است.

حجم ریشه و تراکم حجم ریشه در خاک تحت تأثیر چرای متوسط بلندمدت نبود ($P > ۰٫۰۵$) (جدول ۲). فقط در عمق زیرین (۲۰–۳۰ سانتی‌متر) خاک حجم ریشه در سایت چراشده به طور معنی داری ($P < ۰٫۰۵$)بیش از سایت چرانشده بود. با افزایش عمق حجم ریشه در واحد حجم خاک کاهش یافت (جدول ۳). اثر متقابل تیمار چرا و عمق خاک در این متغیر معنی‌دار نبود($P > ۰٫۰۵$) (جدول ۳).

چرای متوسط بلندمدت، عمق خاک، و اثر متقابل چرا و عمق خاک تأثیر معنی داری در وزن ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* و تراکم وزن ریشهٔ آن در واحد حجم خاک داشت ($P < ۰٫۰۵$) (جدول ۲ و ۳). متوسط وزن ریشه در سایت چراشده ۶۰ درصد بیش از مقدار آن در سایت چرانشده بود ($P < ۰٫۰۵$) (جدول ۲). در هر سه عمق خاک، وزن ریشه در سایت چراشده بیش از مقدار آن در سایت چرانشده بود ($P < ۰٫۰۵$)؛ به طوری که در عمق زبرین (۰–۱۰)، میانی (۱۰–۲۰)، و زیرین (۲۰–۳۰ سانتی متر) خاک وزن ریشه در سایت چراشده به‌ترتیب ۶۲ درصد، ۴۹ درصد، و ۱۰۳ درصد بیش از مقادیر آن در سایت چرانشده بود (جدول ۳).

قطر ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* در دو سایت چراشده با شدت متوسط در بلندمدت توسط گاو و سایت چرانشده تفاوت نداشت ($P > ۰٫۰۵$) (جدول ۲). در عمق میانی (۱۰–۲۰) و زیرین (۲۰–۳۰ سانتی متر) خاک قطر ریشه در سایت چراشده به‌ترتیب ۵۰ درصد و ۷۲ درصد بیش از آن مقادیر در سایت چرانشده بود ($P < ۰٫۰۵$)(جدول ۳). اثر متقابل تیمار چرا و عمق خاک در این متغیر معنی دار نبود($P > ۰٫۰۵$) (جدول ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

گندمیان دارای سیستم ریشه ای سطحی و گسترده اند که عمدتاً از ریشه‌های نابجا تشکیل شده‌اند. رشد ریشهٔ گندمیان چندساله بسیار پویاست و حتی در زمان خواب اندام‌های هوایی ادامه می‌یابد [۴].

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. تأثیر چرای متوسط بلندمدت در اعماق مختلف خاک و تأثیر متقابل تیمار چرا و عمق خاک در متغیرهای مورفولوژیک ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* و چگونگی توزیع ریشهٔ آن در واحد حجم خاک

متغیر مورفولوژیک ریشه	عمق خاک (cm)	تیمار	میانگین	t	تیمار × عمق		متغیر توزیع ریشه در خاک	میانگین	t	تیمار × عمق	
					F	*P*				*F*	*P*
طول ریشه (cm)	۱۰–۰	چراشده	۱۹۹۳٫۳a	−۱٫۹۴	۲٫۸	۰٫۰۶	تراکم طول ریشه (cm/cm^3)	۳٫۸a	− ۱٫۴۰	۲٫۹	۰٫۰۶
		چرانشده	۲۲۷۰٫۱a					۴٫۵a			
	۲۰–۱۰	چراشده	۷۷۰٫۷a	−۳٫۲۶				۱٫۵a	− ۳٫۲۶		
		چرانشده	b۱۱۲۷٫۲					۲٫۲b			
	۳۰–۲۰	چراشده	۳۸۳٫۱a	−۰٫۴۶				۰٫۷a	− ۰٫۴۶		
		چرانشده	۴۲۹٫۹a					۰٫۸a			
سطح ریشه (cm^2)	۱۰–۰	چراشده	۶۰۹٫۵a	−۰٫۱۷	۰٫۴	۰٫۵	تراکم سطح ریشه (cm^2/cm^3)	۱٫۲a	− ۰٫۱۷	۰٫۴	۰٫۵
		چرانشده	۵۵۱٫۲a					۱٫۲a			
	۲۰–۱۰	چراشده	۱۲۳٫۸a	۳٫۱۴				۰٫۲a	۳٫۱۰		
		چرانشده	۳۹٫۱b					۰٫۰۸b			
	۳۰–۲۰	چراشده	۵۹٫۱a	۱٫۶۵				۰٫۱a	۱٫۶۵		
		چرانشده	۴۲٫۴a					۰٫۰۸a			
حجم ریشه (cm^3)	۱۰–۰	چراشده	۲۴٫۱a	۰٫۱۱	۰٫۱	۰٫۷	تراکم حجم ریشه(cm^3/cm^3)	۰٫۰۴a	۰٫۱۱	۰٫۱	۰٫۷
		چرانشده	۲۰٫۰a					۰٫۰۴a			
	۲۰–۱۰	چراشده	۱٫۹a	−۰٫۶۷				۰٫۰۰۴a	− ۰٫۴۹		
		چرانشده	۱٫۴a					۰٫۰۰۳a			
	۳۰–۲۰	چراشده	۰٫۷a	۳٫۲۴				۰٫۰۰۱a	۳٫۲۴		
		چرانشده	۰٫۳b					۰٫۰۰۱b			
وزن ریشه (mg)	۱۰–۰	چراشده	۱۹۷۱٫۸a	۳٫۵۱	۵٫۶	۰٫۰۱	تراکم وزن ریشه(mg/cm^3)	۴٫۴a	۳٫۱۰	۵٫۶	۰٫۰۱
		چرانشده	۱۲۱۹/۸b					۲/۴b			
	۲۰–۱۰	چراشده	۶۸۵/۱a	۱٫۶۸				۱٫۳a	۰٫۸۱		
		چرانشده	۴۶۰/۱b					۰٫۹b			
	۳۰–۲۰	چراشده	۱۸۲/۵a	۳٫۴۴				۰٫۶a	۲٫۴۹		
		چرانشده	۹۰/۱b					۰٫۲b			
قطر ریشه (mm)	۱۰–۰	چراشده	۱٫۳۹a	−۰٫۲۵	۰٫۲	۰٫۶					
		چرانشده	۱٫۵۰a								
	۲۰–۱۰	چراشده	۰٫۵۱a	۳٫۴۱							
		چرانشده	۰٫۳۴b								
	۳۰–۲۰	چراشده	۰٫۵۰a	۷٫۲۷							
		چرانشده	۰٫۲۹b								

مقادیر میانگین در هر عمق معیّن خاک که با حروف کوچک متفاوت مشخص شده‌اند؛ در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

متغیرهای مورفولوژیک ریشه به طور قابل توجهی بین گیاهان یک گونه و بین گونه های مختلف گیاهی در طول زمان فرق می‌کند [۷]. به علاوه، چرای دام‌ها، مرحلهٔ رشد گیاه، و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هم در خصوصیات ریشهٔ گیاهان اثر می‌گذارد [۳، ۱۳]. با توجه به نقش اساسی ریشه در بقای گیاه چه در شرایط عادی و چه در شرایط بحرانی، مانند قطع‌شدن اندام‌های هوایی، فهم و کمّی سازی واکنش ریشه به تنش های واردشده به اندام های هوایی گیاه توسط دام، انسان، و عوامل طبیعی، به‌ویژه در مراتع مناطق خشک- که رطوبت یا مواد غذایی عامل محدودکنندهٔ رشد گیاهان اند- بسیار مهم است.

در این مطالعه، متوسط طول، قطر، سطح، و حجم ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* و متعاقباً تراکم آن ها در واحد حجم خاک در چراگاه تحت چرای متوسط بلندمدت توسط گاو و چراگاه حفاظت‌شده از چرا در بلندمدت تفاوت نداشت.

زمان و تکرار چرا تأثیری در طول ریشهٔ گونهٔ *Andropogon geradii* نداشت [۱۷]، ولی قطر ریشهٔ *Andropogon geradii* با اجرای چرای مداوم کاهش یافت. قطر ریشه در دو عمق میانی و زیرین خاک در منطقهٔ چراشده بیش از مقدار آن در منطقهٔ چرانشده بود. قطر و طولْ دو متغیر مورفولوژیکی ریشه اند که در جذب مواد غذایی اثر گذارند [۹]. قطرِ بزرگ‌ترِ ریشه در گیاهان چراشده می تواند با جذب مواد غذایی توسط گیاه مرتبط باشد. بیان شده است که ریشه‌های درشت و ضخیم (قطور) طول عمر بیشتر و قدرت جذب مواد غذایی زیادی دارند [۳]. داشتن طول عمر بیشتر و قدرت جذب زیاد در چراگاه تحت چرای دام بسیار حائز اهمیت است، چون در این چراگاه‌ها، به دلیل فشار وارده توسط دام‌ها، ریشه‌ها بیشتر در معرض نابودی‌اند. همچنین، به دلیل تخلیهٔ فضولات دام‌ها، خاک غنی از مواد غذایی است. به عبارت دیگر، خطر ازبین‌رفتن ریشه هایی با قطر کوچک و با انشعاب زیاد بیشتر است. در نتیجه، گیاهان تحت چرای دام به ریشه های قطور نیاز دارند تا بتوانند فشار چرای دام‌ها را تحمل کنند و توانایی بالایی در جذب ازت خاک و سایر عناصر داشته باشند. به نظر می‌رسد که گونهٔ *Brachiaria decumbens*، برای جذب حداکثر مواد غذایی از خاک، بیشتر به افزایش قطر ریشه‌ها تمایل دارد تا طول ریشه ها. به همین دلیل، در منطقهٔ تحت چرای دامْ قطر ریشه بیشتر بود. در حالی که در منطقهٔ چرانشدهْ طول ریشه بیشتر بود. چون، به دلیل کمبودِ مواد غذایی در خاک منطقهٔ فاقد چرای دام، گیاهْ مجبور است برای یافتن مواد غذایی ریشه‌دوانی بیشتری انجام دهد و به طول ریشه بیفزاید. به علاوه، قطر بزرگ تر ریشه ها در منطقهٔ چراشده ممکن است با اثر تردّد دام‌ها در خصوصیات فیزیکی خاک، مانند وزن مخصوص و مقاومت خاک، مرتبط باشد. بیان شده است که ریشه‌ها در واکنش به افزایش فشردگی خاک ضخیم‌تر می‌شوند [۱۲].

میانگین مساحت سطح ریشه در دو منطقهٔ چراشده و چرانشده مشابه بود که نتیجهٔ مشابهی هم گزارش شده است [۱۲]. مشابه‌بودن میانگین طول و قطر ریشه در دو منطقهٔ چراشده و چرانشده می‌تواند یکسانی مساحت سطح ریشه در بین دو منطقه را توجیه کند، زیرا سطح ریشهْ تابعی از طول و قطر ریشه است. سطح ریشه در عمق میانی (۱۰-۲۰ سانتی متر) خاک منطقهٔ چراشده ۲۱۷ درصد بیشتر از منطقهٔ چرانشده بود. در همین عمق، قطر ریشه در منطقهٔ چراشده ۵۰ درصد بیش از آن در منطقهٔ چرانشده بود. در حالی که طول ریشه در این عمق در منطقهٔ چراشده ۳۱ درصد کمتر از آن در منطقهٔ چرانشده بود. بنابراین، می‌توان گفت که در گونهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

Brachiaria decumbens قطر ریشه رابطهٔ بیشتری با سطح ریشه دارد. ضریب همبستگی پیرسون سطح ریشه با طول و قطر ریشه به‌ترتیب ۸۰ و ۶۹ درصد بود.

به طور کلی، حجم ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* در منطقهٔ چراشده ۲۳ درصد بیشتر از حجم ریشهٔ آن در منطقهٔ چرانشده بود (جدول ۲). به علاوه، حجم ریشه در عمق زیرین (۲۰-۳۰ سانتی‌متر) خاک در سایت چراشده ۱۳۳ درصد بیش از مقدار آن در این عمق در سایت چرانشده بود. باید گفت حجم ریشه تابعی از طول و قطر ریشه است. بیان شده است که احتمالاً طول ریشه عاملِ اصلی و مؤثر در حجم ریشهٔ گندمیان است [۱۱]. برعکس، گزارش شده است که قطر ریشهٔ متغیرِ مؤثرتری در حجم ریشهٔ گونهٔ *Andropogon gerardii* است [۱۷]. نتایج این مطالعه با یافته‌های محقق دوم مشابهت دارد. بدین معنا که حجم ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* با قطر ریشهٔ آن همبستگی بیشتری داشت تا با طول ریشهٔ آن. ضریب همبستگی پیرسون بین حجم ریشه با طول و قطر ریشهٔ این گونه به‌ترتیب ۵۱ و ۹۵ درصد بود. بنابراین، در چراگاه‌های *Brachiaria decumbens* با قطر ریشهٔ بزرگ‌ترْ حجم ریشهٔ بیشتر را می‌توان انتظار داشت.

وزن کل ریشه در منطقهٔ تحت چرای متوسط بلندمدت و منطقهٔ چرانشده در بلندمدت به‌ترتیب ۳۵۵ و ۲۲۱ کیلوگرم در هکتار بود. زیادبودن وزن ریشه در خاک چراگاه تحت چرا توسط سایر محققان هم گزارش شده است [۱۵، ۲۱]. وزن زیاد ریشه در منطقهٔ چراشده احتمالاً به دلیل تنش ناشی از فعالیت های چرایی دام است که باعث افزایش رشد ریشه و وزن آن می شود. اگرچه در شرایط اقلیم استوایی مرطوب ریشه های مرده و غیرفعال به‌سرعت پوسیده و تجزیه می‌شوند، نقش ریشه‌های مردهٔ موجود در نمونه ها در زیادبودن وزن ریشه در چراگاه چراشده نمی‌تواند نادیده گرفته شود، چون فعالیت های چرایی دام، از قبیل تردد در سطح مرتع و چرای اندام های سبز، مرگ ریشهٔ گیاهان را تشدید می‌کند. بنابراین، احتمال وجود ریشه‌های مرده و غیرفعال در نمونه های حاصل از چراگاه تحت چرای دام بیشتر است. وزن ریشه در واحد حجم خاک با افزایش عمق خاک کاهش معنی داری داشت. در برزیل، مشاهده شد که وزن ریشهٔ *Brachiaria brizantha* با افزایش عمق خاک کاهش یافت [۱۹]. گزارش شده است که وزن ریشهٔ *Panicum maximum* در واحد حجم خاک با افزایش عمق خاک کاهش یافت [۸].

در اغلب گونه های گیاهی، با افزایش عمق خاک طول ریشه کاهش می یابد [۱۹]. در این مطالعه، ۶۰ درصد از تراکم طول ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* در لایهٔ رویین خاک (۰-۱۰ سانتی‌متر) قرار داشت. گزارش شده است که ۸۰ درصد از تراکم طول ریشهٔ *Lolium multiflorum* در ۱۰ سانتی‌متر لایهٔ رویین خاک متمرکز می‌شود [۱۸]. تمرکز زیاد طول ریشه در خاک رویین، علاوه بر ماهیت طبیعی سیستم ریشهٔ گندمیان، که دارای ریشه‌های سطحی‌اند، می تواند با تجمع زیاد مواد غذایی در خاک سطحی هم مرتبط باشد [۱۲].

چرای تناوبی گاو با شدت متوسط در بلندمدت تأثیر منفی در خصوصیات مورفولوژیک ریشهٔ گونهٔ *Brachiaria decumbens* و چگونگی توزیع ریشهٔ آن در خاک نداشت. می توان نتیجه گرفت که سیستم چرایی تناوبی با شدت متوسط از نظر واردنکردن خسارت به ریشهٔ گیاه فوق در بلندمدت پایدار بوده و می‌تواند با اطمینان ادامه پیدا کند، چون پوشش گیاهی چراگاه عمدتاً متشکل از گونهٔ مطالعه‌شده بود و حضور سایر گیاهان، از جمله گونه های مهاجم، ناچیز

Archive of SID

www.SID.ir

بود. همچنین، خصوصیات توپوگرافی و خاک در هر دو سایت چراشده و نشده مشابه بود. بنابراین، هر گونه تغییر در خصوصیات موفولوژیک ریشه کاملاً مربوط به واکنش ریشهٔ *Brachiaria decumbens* به چرای دام است. لازم است تأکید شود که نتایج حاصل از این تحقیق فقط بیان‌کنندهٔ چگونگی حضور ریشه در خاک است و به کارکرد و توانایی ریشه ها در ایفای نقش ارتباطی ندارد. نکتهٔ دیگر آن است که نتایج ارزیابی تأثیر چرای دام در خصوصیات ریشهٔ گیاهان ممکن است به دلیل وجود ریشه‌های مرده و غیرفعال در نمونه ها و همچنین نقش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در کارکرد متفاوت ریشه برای جذب عناصر، به طور دقیق، قابل تفسیر نباشد. با توجه به وجود مراتع نسبتاً وسیع در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب ایران، تحقیقات مشابهی می‌تواند در خصوص تأثیر عملیات مدیریتی و شدت های مختلف چرای دام در خصوصیات ریشهٔ گونه‌های گیاهی کلید و غالب انجام شود.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1] Arredondo, J.T. and Johnson, D.A. (1998). Clipping effects on root architecture and morphology of three range grasses. *Journal of Range Management*, 51, 207-214.

[2] Arredondo, J.T. and Johnson, D.A. (1999). Root architecture and biomass allocation of three range grasses in response to non-uniform supply of nutrients and shoot defoliation. *New Phytologist*, 143, 373-385.

[3] Arredondo, J.T. and Johnson, D.A. (2009). Root responses to short-lived pulses of soil nutrients and shoot defoliation in seedlings of three rangeland grasses. *Rangeland Ecology and Management*, 62, 470-479.

[4] Beyrouty, C.A., West, C.P. and Gbur, E.E. (1990). Root development of bermudagrass and tall fescue as affected by cutting interval and growth regulators. *Plant and Soil*, 127, 23-30.

[5] Bilotta, G.S., Brazier, R.E. and Haygarth, P.M. (2007). The impacts of grazing animals on the quality of soils, vegetation, and surface waters in intensively managed grasslands. *Advances in Agronomy*, 94, 237-280.

[6] Chen, Y., Lee, P., Lee, G., Mariko, S. and Oikawa, T. (2006). Simulating root responses to grazing of a Mongolian grassland ecosystem. *Plant Ecology*, 183, 265-275.

[7] Dawson, L.A., Grayston, S.J. and Paterson, E. (2000). Effects of grazing on the roots and rhizosphere of grasses. 61-84. In: *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*, CABI Publishing, New York.

[8] Delgado, G.H.J., Aviless, L.R. and Vera, J.K. (2004). Root density in *Panicum maximum* cv. Tanzania monoculture and in a mixture with *Leucaena leucocephala* with different densities in Mexico. *20th International Grassland Congress*, Dublin, Ireland, p.129.

[9] Derner, J.D. and Briske, D.D. (1999). Does a tradeoff exist between morphological and physiological root plasticity? A comparison of grass growth forms. *Acta Oecology*, 20, 519-526.

[10] Deutsch, E.S., Bork, E.W. and Willms, W.D. (2010). Soil moisture and plant growth responses to litter and defoliation impacts in parkland grasslands. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 135, 1-9.

[11] Engel, R.K., Nichols, J.T., Dodd J.L. and Brummer, J.E. (1998). Root and shoot responses of sand bluestem to defoliation. *Journal of Range Management*, 51, 42-46.

[12] Greenwood, K.L. and Hutchinson, K.J. (1998). Root characteristics of temperate pasture in New South Wales after grazing at three stocking rates for 30 years. *Grass and Forage Science*, 53, 120-128.

Archive of SID

www.SID.ir

[13] Hendrickson, J. and Olson, B. (2006). Understanding plant response to grazing. 32-39. In: Launchbaugh, K. (ed.), *Targeted grazing: A natural approach to vegetation management and landscape enhancement*. American Sheep Industry Association, Denver, Colorado.

[14] Lodge, G.M. and Murphy, S.R. (2006). Root depth of native and sown perennial grass-based pastures, North-West Slopes, New South Wales. 1. Estimates from cores and effects of grazing treatments. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45, 337-345.

[15] Milchunas, D.G. and Lauenroth, W.K. (1993). Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecololgy Monograph*, 63, 327-366.

[16] Miles, J.W., Maass, M.L. and Do Valle, C.B. (1996). *Brachiaria: Biology, Agronomy, and improvement*. CIAT publication. No. 259, Colombia.

[17] Mousel, E.M., Schacht, W.H., Zanner, C.W. and Moser, L.E. (2005). Effects of summer grazing strategies on organic reserves and root characteristics of big bluestem. *Crop Science*, 45, 2008-2014.

[18] Oliveira, M.R.G., Van Noordwijk, M. and Gaze, S.R. (2000). Auger sampling, ingrowth cores and pinboard methods. In Smit, A.L. et al. (ed.) *Root methods*. Springer-Verlag, Berlin.

[19] Piccolo, M.C. and Augusti, K.C. (2004). Root systems in tropical pasture restoration treatments in Rondonia, Brazil. *20th International Grassland Congress*, Dublin, Ireland, p. 187.

[20] Richards, J.H. (1984). Root growth response to defoliation in two *Agropyron* bunchgrasses: Field observations with an improved periscope. *Oecologia*, 64, 21-25.

[21] Van der Maarel, E. and Titlyanova, A. (1989). Above-ground and below-ground biomass relations in steppes under different grazing intensities. *Oikos: Journal of Ecology*, 56, 364-370.

Archive of SID

www.SID.ir