مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸، ص ۱۰۷-۱۰۱

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 1, Spring 2009, p.101-107

اثر سیستم‌های خاک‌ورزی و کود دامی بر مرفولوژی ریشه ذرت

حسین شیرانی [۱*] – محمد علی حاج عباسی [۲] – مجید افیونی [۳] – عباس همت [۴]

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۱۶
تاریخ پذیرش: ۸۷/۹/۴

چکیده

روش‌های خاک‌ورزی و مواد آلی بر توزیع و عمق ریشه و بنابراین بر جذب عناصر توسط گیاه و رشد آن تأثیر دارند. این تحقیق در دو سال متوالی انجام گردید. تیمارهای خاک‌ورزی شامل شخم با دیسک سطحی + دو دیسک سطحی به عنوان کم‌خاک‌ورزی (عمق شخم ۱۵ سانتی‌متر) و شخم با گاوآهن برگردان‌دار + دو دیسک سطحی به‌عنوان خاک‌ورزی مرسوم (عمق شخم ۳۰ سانتی‌متر) می‌باشند. هم‌چنین، سه سطح ۰، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار کود گاوی به‌عنوان تیمارهای ماده آلی به‌کار رفتند. تیمارهای فوق در قالب طرح بلوک‌های خرد شده با سه تکرار و تحت کشت ذرت به مدت دو سال انجام شدند. برای تعیین خواص مرفولوژیک ریشه گیاه، نمونه‌گیری توسط یک سیلندر درپوش‌دار از روی پشته انجام و طول و دانسیته ریشه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد سیستم‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری ($p=0.05$) بر طول و دانسیته ریشه ذرت در عمق (۲۰-۰) سانتی‌متری خاک داشتند. در تیمار کم‌خاک‌ورزی، طول و دانسیته ریشه در مراحل ۹ و ۱۱ برگی به‌طور معنی‌داری نسبت به خاک‌ورزی مرسوم افزایش یافت، ولی عمق ریشه تحت خاک‌ورزی مرسوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از کم‌خاک‌ورزی بود. این روند مربوط به وجود خاک نرم (خاک شخم‌خورده) در عمق پائین‌تری از سطح پشته در خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد. نتایج نشان داد که کود دامی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های ریشه نداشت، اما عملکرد بیولوژیک ذرت را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: کم‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی مرسوم، کود دامی، ریشه ذرت

مقدمه

جذب عناصر غذایی توسط گیاه به مقدار و انتشار سیستم ریشه در خاک بستگی دارد. روش‌های خاک‌ورزی بر توزیع و عمق ریشه تأثیر دارند. در کل سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی باعث رشد بیشتر ریشه در لایه سطحی خاک و بلافاصله زیر مالچ بقایا می‌شوند (۱۱). ریشه‌ها در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی ضخیم‌تر شده و مقدار آن‌ها (از نظر وزن و تعداد) نسبت به خاک‌ورزی توسط گاوآهن کاهش می‌یابد. در خاک‌ورزی حفاظتی درصد زیادی از کل سیستم ریشه در مقایسه با افق‌های پایین خاک، در سطح خاک وجود دارد (۱۱). برخی مواقع ریشه در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی به افق‌های پایین نفوذ می‌کند که این نفوذ بیشتر توسط سوراخ‌های کرم‌های خاکی [۳] و کانال‌های حاصل از فعالیت موجودات زنده [۴] خاک صورت می‌گیرد (۱۱). ارکی اورا (۶) در فنلاند تأثیر خاک‌ورزی کم‌عمق (عمق شخم ۶ سانتی‌متر) و خاک‌ورزی مرسوم (عمق شخم ۲۵ سانتی‌متر) را بر رشد ریشه غلات بهاره [۵] بررسی کرد. نتایج مطالعات این محقق نشان داد که خاک‌ورزی کم‌عمق باعث رشد عمیق‌تر سیستم ریشه در اوایل تابستان شد. در سال‌های ۱۹۹۳ و ۱۹۹۴ در سیستم خاک‌ورزی کم-عمق، ریشه در عمق‌های بیشتر تشکیل شد. در کل، در سال ۱۹۹۴ دانسیته ریشه در عمق ۲۰ سانتی‌متر در پلات‌های خاک‌ورزی کم-عمق بیشتر بود ولی اختلاف بین تیمارهای به‌کار رفته از نظر آماری معنی‌دار نبود. روش بی‌خاک‌ورزی [۶]، یکنواختی بیشتری در توزیع ریشه به وجود می‌آورد (۱). به‌طور طبیعی ریشه‌ها به‌طرف پایین رشد می‌کنند، اما وقتی که با یک منطقه متراکم و سخت روبرو می‌شوند، می‌توانند مسیر و شکل خود را تغییر دهند. درجه محدودیت حرکت آب و نفوذ ریشه، بستگی به درجه تراکم خاک دارد. محدودیت رشد ریشه‌ها با افزایش مقاومت خاک، افزایش می‌یابد (۱۵). تحقیقات متعدد نشان داده است که مقاومت مکانیکی زیاد خاک در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی، رشد و نفوذ ریشه گیاه را کاهش می‌دهد، به-طوری که فرراز و همکاران(۷) بیان کردند که مقاومت مکانیکی زیاد تحت سیستم بی‌خاک‌ورزی، رشد ریشه‌های گندم را کاهش داد. مطالعات نشان داده است که در سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل، رشد ریشه جو و یولاف در لایه سطحی خاک

۱- استادیار دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
(* – نویسنده مسئول: Email: shirani 379 @ yahoo.com)
۲- دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان
۳ و۴- دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان

3- Worm holes
4- Biochannels
5- Spring cereals
6- No-tillage

افزایش می‌یابد (۱). کاسپار[1] و همکاران (۸) اثر خاک‌ورزی بر توزیع ریشه ذرت را مطالعه کردند. در این تحقیق سه سیستم بی‌خاک‌ورزی، پشته‌ورزی[2] و گاوآهن قلمی[3] به‌کار رفت و طول، وزن ریشه و نسبت طول به وزن ریشه پس از ۳۶ تا ۴۰ روز بعد از کشت تعیین گردید. آن‌ها نتیجه گرفتند که سیستم‌های خاک‌ورزی فقط بر طول ریشه تأثیر داشتند.

خردکردن لایه‌های متراکم توسط خاک‌ورزی عمیق، باعث نفوذ ریشه گیاه به افق‌های پایین‌تر و جذب بهتر آب و عناصر غذایی می‌شود و افزایش حجم سیستم ریشه‌ای در خاک‌ورزی عمیق می‌تواند مانع کاهش محصول در سال‌های کم‌باران گردد (۱۵). محققان در آمریکا (۱۵) تأثیر خاک‌ورزی عمیق را بر توسعه و رشد ریشه ذرت در یک خاک با لایه‌ی محدودکننده مطالعه کردند و دانسیته طولی ریشه[4] (RLD) را اندازه‌گیری و ارزیابی نمودند. در سال اول میانگین RLD فقط در عمیق‌ترین خاک‌ورزی (عمق ۹۰ سانتی‌متر) افزایش نشان داد. در سال دوم با افزایش عمق خاک‌ورزی، میانگین RLD در تمام پروفیل خاک افزایش یافت. کرت‌های شاهد (عمق خاک‌ورزی صفر) شامل مقدار دانسیته ریشه ۰/۵۱ سانتی‌متر در سانتی‌متر مکعب بودند و بیشترین مقدار ریشه در عمق ۲۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک مشاهده گردید. حداکثر مقدار RLD (۱/۰۱ سانتی‌متر در سانتی‌متر مکعب) مربوط به عمیق‌ترین خاک‌ورزی در تمام پروفیل خاک بود. مطالعات انجام شده در سودان (۱۳) نشان داد که اختلافات معنی‌داری از نظر وزن خشک ریشه در عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر بین تیمارهای خاک‌ورزی اعمال شده وجود نداشت، ولی زیر عمق ۲۰ سانتی‌متر، اختلافات بین تیمارهای خاک‌ورزی معنی‌دار بود. زیرشکن مقدار نسبی سیستم ریشه‌ای را در زیر سخت‌کفه[5] حاصل از شخم (عمق ۲۰ تا ۶۰ سانتی‌متر) در مقایسه با دیسک سطحی و گاوآهن دیسکی افزایش داد. کودهای دامی شامل انواع عناصر غذایی گیاه از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و غیره بوده و بنابراین می‌توانند بر رشد و توسعه ریشه تأثیر داشته باشند. تحقیقات نشان داده که کوددهی باعث افزایش فتوسنتز در گیاه و رشد نمو اندام‌های هوایی و عملکرد گیاه می‌گردد، ولی ممکن است بر رشد ریشه تأثیر معنی‌داری نداشته باشد و یا موجب کاهش رشد ریشه گردد (۲). به‌طور مثال کلاسن و باربر (۴) گزارش کردند افزودن کود فسفره به خاک تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه ذرت نداشت، در حالی که عملکرد گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر سیستم‌های خاک-ورزی و کود دامی بر مرفولوژی ریشه ذرت در شرایط مزرعه بود.

1- Kaspar
2- Ridge tillage
3- Chisel plowing
4- Root length density
5- Hardpan

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در قریه جوزدان (لورک) نجف‌آباد، در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان، انجام گردید. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای طرح در جدول ۱ نشان داده شده است. بافت خاک به‌روش پی‌پت (۹)، مواد آلی به‌روش والکلی و بلک (۱۰)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک به‌وسیله دستگاه EC متر و pH در خمیر اشباع خاک به‌وسیله الکترود شیشه‌ای (۱۲) تعیین گردیدند. این مطالعه در یک قطعه زمین که چهار سال (قبل از اجرای طرح) به‌صورت آیش و سال قبل از آیش، کشت ذرت در آن صورت گرفته بود، در قالب طرح بلوک‌های خرد شده با سه تکرار انجام گردید.

(جدول ۱)- مشخصات خاک قبل از اجرای طرح

عمق (cm)	بافت خاک	OM (%)	EC_e (dS/m)	pH
۰-۱۵	لوم رسی سیلتی	۰/۵۶	۳/۵	۷/۶
۱۵-۳۰	لوم رسی سیلتی	۰/۳۶	۲/۸	۷/۵
۳۰-۵۰	رسی سیلتی	۰/۲۰	۲/۵	۷/۵

در این تحقیق از عامل خاک‌ورزی در دو سطح و عامل کود آلی (گاوی) در سه سطح استفاده شد، تیمارهای خاک‌ورزی عبارت بودند از:۱- کم‌خاک‌ورزی[6] شامل شخم سطحی توسط دیسک (عمق شخم ۱۵ سانتی‌متر) همراه با دو دیسک سطحی (سبک) پس از شخم به منظور تسطیح زمین و خردکردن کلوخه‌های خاک (T_1) ۲- خاک‌ورزی مرسوم[7] شامل شخم عمیق توسط گاوآهن برگرداندار (عمق شخم ۳۰ سانتی‌متر) همراه با دو دیسک سبک به‌منظور تسطیح زمین و خردکردن کلوخه‌های خاک (T_2). تیمارهای کودی شامل:۱- تیمار شاهد، بدون افزودن کود گاوی.۲- تیمار ۳۰ تن کود گاوی در هکتار و ۳- تیمار ۶۰ تن کود گاوی در هکتار. در این طرح از کود گاوی پوسیده، خرد و سرند شده استفاده گردید. این کود دارای وزن مخصوص خشک ۰/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب، مواد آلی ۶۲/۳ درصد، EC ۱۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر و pH حدود ۷/۵ بود. در سال دوم نیز تیمارها همانند سال اول در همان بلوک‌ها و کرت‌ها به‌طور یکسان اعمال گردیدند. فواصل بین کرت‌ها در هر بلوک ۲ متر و فواصل بین بلوک‌ها ۳ متر در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌ها ۱۰ × ۵ متر و شامل ۵ ردیف کاشت به طول ۹ متر بود. هر بلوک در امتداد طولی دارای دو نوع خاک‌ورزی (مرسوم و کم‌خاک‌ورزی) و در جهت عرضی شامل سه سطح (صفر ، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) کود گاوی

6- Reduced tillage
7- Conventional tillage

بود. پس از اعمال تیمارها و تسطیح زمین، کرت‌ها به صورت جوی و پشته درآمده و کشت ذرت به صورت ردیفی انجام گرفت.

در تیمار گاوآهن برگرداندار که عمق شخم ۳۰ سانتی‌متر بود، پس از تبدیل زمین به جوی و پشته، عمق خاک نرم در کف جوی نسبت به عمق شخم (۳۰ سانتی‌متر) ۱۰ سانتی‌متر کاهش و ارتفاع خاک نرم پشته، حدود ۱۰ سانتی‌متر افزایش یافت. به‌طوری که در تیمار خاک‌ورزی مرسوم، عمق خاک نرم شخم‌خورده از کف جوی ۲۰ و بر روی پشته ۴۰ سانتی‌متر بود. در تیمار کم‌خاک‌ورزی (عمق شخم ۱۵ سانتی‌متر) عمق خاک نرم پس از تبدیل زمین به جوی و پشته به‌ترتیب از کف جوی و از روی پشته، ۱۰ و ۲۵ سانتی‌متر بود.

دو نمونه در هر کرت از ریشه گیاه همراه با خاک محتوی ریشه در هر مرحله از رشد، توسط یک سیلندر درپوش‌دار به قطر۱۲ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر از روی پشته برداشته شد. به‌طوری که ابتدا گیاه کف‌بر و سپس سیلندر به‌طور عمودی از روی ریشه‌ها به داخل خاک فرو برده شد و تمام ریشه‌ها در عمق (۲۰-۰) سانتی‌متر همراه با خاک جدا گردید. سپس ریشه‌ها به آزمایشگاه منتقل و ذرات خاک چسبیده به آن‌ها کاملاً شسته و از ریشه جدا شد. طول ریشه به‌روش جدا کردن خطی[1] که توسط تنانت[2] ارائه گردید، اندازه‌گیری شد (۲). در این روش ریشه‌ها روی یک صفحه با شبکه مربعی پخش می‌شوند. به‌طوری که ابتدا یک صفحه کاغذ بزرگ را به شبکه‌های مربعی با ابعاد ۱ سانتی‌متر تقسیم کرده و سپس یک صفحه شیشه‌ای روی آن قرار داده می‌شود. پس از پخش‌نمودن ریشه‌ها روی این صفحه، تعداد محل‌های تقاطع ریشه‌ها با خطوط افقی و عمودی شمارش می‌شوند. در حالی که ابعاد هر مربع ۱ سانتی‌متر باشد، اگر تعداد محل‌های تقاطع را در کسر ۱۱/۱۴ ضرب نماییم، طول ریشه بر حسب سانتی‌متر به‌دست می‌آید. دانسیته طولی ریشه از تقسیم طول ریشه بر حجم خاک نمونه‌برداری شده که محتوی ریشه می‌باشد، به‌دست می‌آید. همان‌طور که گفته شد، نمونه‌برداری توسط یک سیلندر به قطر ۱۲ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر انجام گردید. بنابراین، اگر طول ریشه محاسبه شده در تیمارهای مختلف تقسیم بر عدد ۲۲۶۱ (حجم سیلندر) شود، دانسیته ریشه را بر حسب سانتی‌متر در سانتی‌متر مکعب خاک نشان می‌دهد. لازم به‌ذکر است، مشخصات مرفولوژیک ریشه پس از کشت در پنج مرحله از رشد گیاه یعنی ۳ ، ۵ ، ۷ ، ۹ و ۱۱ برگی، اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر طول و دانسیته ریشه

جدول‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب مقایسه میانگین طول و دانسیته ریشه را در مراحل مختلف رشد گیاه در عمق (۲۰-۰) سانتی‌متر از سطح خاک در سیستم‌های خاک‌ورزی اعمال شده نشان می‌دهند. در مراحل ۳، ۵ و ۷ برگی اختلاف معنی‌داری (در سطح ۵٪) از نظر طول و دانسیته ریشه بین دو تیمار خاک‌ورزی دیده نمی‌شود. به‌طور کلی در مراحل اولیه رشد گیاه که خاک نرم در عمق رشد ریشه در هر دو نوع سیستم خاک‌ورزی وجود دارد، افزایش طول ریشه در دو نوع خاک‌ورزی تقریباً یکسان است. عمق خاک نرم از سطح پشته، همان‌طور که قبلاً ذکر شد در گاوآهن برگرداندار و دیسک سطحی به ترتیب برابر ۴۰ و ۲۵ سانتی‌متر بود. بنابراین در مراحل ابتدایی رشد فضای مناسب و کافی از نظر مقدار خاک نرم در دو تیمار خاک‌ورزی برای رشد ریشه وجود دارد و تفاوت معنی‌داری در طول ریشه بین دو تیمار مشاهده نمی‌شود.

در مقابل با افزایش سن گیاه، یعنی در مراحل ۹ و ۱۱ برگی، طول و دانسیته ریشه به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد در تیمار دیسک در مقایسه با گاوآهن برگرداندار افزایش یافت. علت این امر را می‌توان چنین توجیه کرد که با افزایش سن گیاه و رشد ریشه، نیاز گیاه به آب و عناصر غذایی افزایش می‌یابد. بنابراین گیاه برای تأمین نیازهای غذایی خود، رشد و توسعه ریشه در خاک را افزایش می‌دهد. در تیمار کم‌خاک‌ورزی عمق خاک نرم برای نفوذ ریشه کمتر از تیمار خاک‌ورزی مرسوم است و به‌عبارت دیگر ریشه در تیمار گاوآهن برگرداندار عمق بیشتری از خاک را برای رشد و نفوذ در اختیار دارد. بنابراین در تیمار دیسک سطحی، گیاه برای جبران محدودیت رشد و نفوذ ریشه به عمق‌های پایین‌تر، تولید و توسعه ریشه را در عمق‌های سطحی افزایش می‌دهد تا بتواند احتیاجات خود را از لایه سطحی خاک تأمین نماید. مطالعات نشان داده که سیستم‌های خاک‌ورزی بر رشد و توزیع ریشه در خاک تأثیر داشته و به‌طور کلی روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی موجب رشد و توزیع بیشتر ریشه در لایه سطحی خاک می‌گردند (۱ و ۱۱). هم‌چنین، محققان گزارش کرده‌اند که افزایش رشد ریشه در خاک سطحی در سیستم کم‌خاک‌ورزی امکان جذب کافی عناصر غذایی را از کود پخش شده فراهم می‌نماید (۱). منطقه مورد مطالعه شامل یک لایه متراکم در زیر عمق شخم می‌باشد که از نفوذ ریشه جلوگیری می‌کند. ریشه‌های گیاه به‌طور طبیعی به‌طرف پایین رشد می‌کنند، اما وقتی که با یک منطقه متراکم و سخت مواجه می‌شوند قادر به تغییر شکل و مسیر خود هستند (۱۵). در این تحقیق نیز ریشه ذرت در تیمار دیسک سطحی در عمق ۲۵ سانتی‌متر از سطح پشته با لایه متراکم مواجه شده و به‌منظور مقابله با این محدودیت، رشد و توسعه ریشه خود را در لایه سطحی افزایش داده است که این موضوع با نتایج اندازه‌گیری شاخص مخروطی (CI) مطابقت دارد. به‌طوری که میانگین CI در زیر خاک حاصل از شخم (خاک نرم) بیش از ۲/۵ مگاپاسکال بود که ریشه گیاه قادر به رشد در چنین لایه‌ای نیست.

در مرحله ۱۱ برگی اختلاف بین دو نوع خاک‌ورزی به‌کار رفته از

1- Line-intercept procedure
2- Tennant

نظر طول و دانسیته ریشه در مقایسه با مرحله ۹ برگی بیشتر است. بدین معنی که با افزایش سن گیاه و نیاز بیشتر آن به عناصر غذایی، فعالیت و رشد ریشه در لایه سطحی خاک در سیستم کم‌خاک‌ورزی افزایش یافته است.

(جدول ۲)- مقایسه میانگین طول ریشه (cm) در عمق (۲۰-۰) سانتی‌متر از سطح پشته و تحت دو سیستم خاک‌ورزی در مراحل مختلف رشد گیاه*

سیستم خاک‌ورزی	مرحله رشد گیاه				
	۳ برگی	۵ برگی	۷ برگی	۹ برگی	۱۱ برگی
T_1	a۵۵/۹	a۳۰۹/۷	a۸۰۵	a۱۵۷۰/۳	a۲۰۳۵/۴
T_2	a۵۹	a۳۵۳/۹	a۶۶۸/۶	b۱۱۸۲/۲	b۱۴۳۷/۹

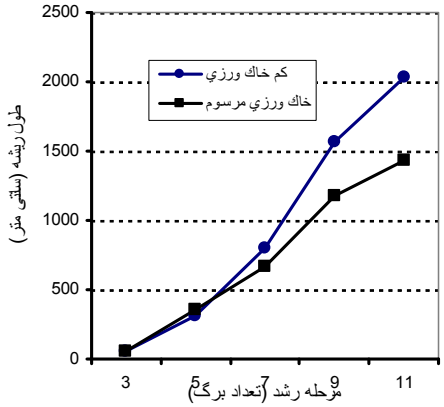
* در هر ستون میانگین‌هائی که دارای حروف مشابه می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

(جدول ۳)- مقایسه میانگین دانسیته ریشه(cm/cm^3) در عمق (۲۰-۰) سانتی‌متراز سطح پشته و تحت دو سیستم خاک‌ورزی در مراحل مختلف رشد گیاه*

سیستم خاک‌ورزی	مرحله رشد گیاه				
	۳ برگی	۵ برگی	۷ برگی	۹ برگی	۱۱ برگی
T_1	a۰/۰۲۵	a۰/۱۴	a۰/۳۶	a۰/۷۰	a۰/۹۰
T_2	a۰/۰۲۶	a۰/۱۶	a۰/۳۴	b۰/۵۱	b۰/۶۳

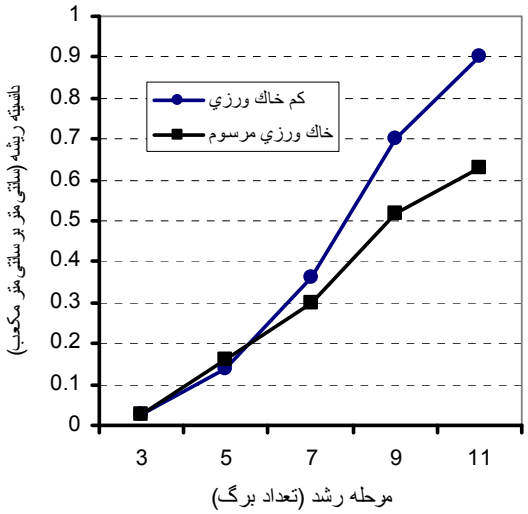
* در هر ستون میانگین‌هائی که دارای حروف مشابه می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

شکل‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب تغییرات طول و دانسیته ریشه را با افزایش سن گیاه در دو نوع سیستم خاک‌ورزی در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر نشان می‌دهند. با افزایش سن گیاه در هر دو تیمار خاک‌ورزی تا مرحله ۱۱ برگی، طول و دانسیته ریشه در هر دو نوع خاک‌ورزی افزایش می‌یابد، ولی شیب منحنی در فواصل بین مراحل مختلف رشد، با هم تفاوت دارد. به‌طوری که بیشترین شیب منحنی (حداکثر شدت افزایش طول و دانسیته ریشه) بین مراحل ۷ و ۹ برگی دیده می‌شود. بنابراین می‌توان گفت حداکثر فعالیت رویشی گیاه در فاصله بین ۲ مرحله ذکر شده، یعنی در سنین بین ۴۲ تا ۵۰ روز می‌باشد. در مرحله بین ۹ تا ۱۱ برگی (در فاصله سنی ۵۰ تا ۶۰ روز) دوباره شیب منحنی کاهش می‌یابد. با افزایش سن گیاه تا حد معینی طول و دانسیته ریشه افزایش می‌یابند، ولی از آن پس، با افزایش سن، کاهش می‌یابند. به‌طوری که سرعت فرسوده شدن و از بین رفتن ریشه در خاک بیش از سرعت تولید ریشه می‌شود و ماکزیمم طول ریشه بستگی به نوع گیاه در مرحله سنی به‌خصوصی به‌دست می‌آید (۲). البته در این تحقیق تا مرحله ۱۱ برگی (آخرین مرحله اندازه‌گیری پارامترهای ریشه) روند افزایشی در طول و دانسیته دیده شد. از روی شکل‌های ۱ و ۲ هم‌چنین مشخص است که در مراحل سنی ۹ و ۱۱ برگی، بین دو سیستم خاک‌ورزی از نظر طول و دانسیته ریشه تفاوت قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود که این تفاوت در مرحله ۱۱ برگی بیشتر است. در این تحقیق، سیستم‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک گیاه نداشت (۲۲/۶۴ تن در هکتار برای کم خاک‌ورزی و ۲۱/۷۴ تن در هکتار برای خاک‌ورزی مرسوم). بنابراین یکی از علل عدم کاهش عملکرد ذرت در سیستم کم‌خاک‌ورزی را می‌توان افزایش رشد و دانسیته ریشه و جذب کافی عناصر مورد نیاز از لایه‌های سطحی خاک ذکر نمود. دی رو[1] (۴) بیان داشت که در مواقع برخورد ریشه به لایه غیر قابل نفوذ، گیاه برای جلوگیری از کاهش رشد و عملکرد خود (جذب کافی عناصر غذایی) تولید ریشه در لایه‌های سطحی را افزایش داده و بدین طریق خود را با شرایط موجود سازگار می‌نماید.



(شکل ۱)- تغییرات طول ریشه با افزایش سن گیاه در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر

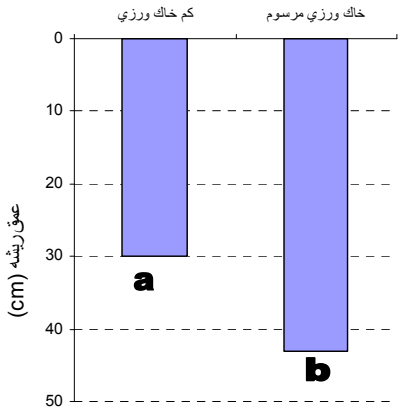
1- De Roo



(شکل ۲)- تغییرات دانسیته ریشه با افزایش سن گیاه در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر

تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر عمق ریشه

تحقیقات نشان داده که نوع سیستم خاک‌ورزی بر عمق ریشه تأثیر دارد (۸). شکل ۳ اثر تیمارهای خاک‌ورزی به‌کار رفته را بر عمق نفوذ ریشه در مرحله ۱۱ برگی نشان می‌دهد. عمق نفوذ ریشه در تیمار گاوآهن برگرداندار (۴۳ سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری (در سطح ۵٪) در مقایسه با دیسک سطحی (۳۰ سانتی‌متر) بیشتر است. عمق خاک نرم (عمق شخم) در تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم از سطح پشته به‌ترتیب ۲۵ و ۴۰ سانتی‌متر بود. به‌عبارت دیگر در تیمار دیسک سطحی، مقاومت خاک (شاخص مخروطی) در عمق پایین‌تر (۳۰-۲۰) سانتی‌متر به بیش از ۲ مگاپاسکال می‌رسد. مقدار مقاومت خاک که در آن رشد و نفوذ ریشه بسیار مشکل و یا غیر ممکن است را مقاومت بحرانی گویند که مقدار این مقاومت را محققان بین ۲ تا ۲/۵ مگاپاسکال گزارش کرده‌اند (۱۵). بنابراین ریشه در تیمار دیسک سطحی قادر به نفوذ در عمق بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر از سطح پشته نبوده و به تعبیر دیگر عمق فعالیت ریشه از سطح پشته، ۳۰ سانتی‌متر است. در مقابل در تیمار گاوآهن برگرداندار، عمق خاک نرم (عمق شخم) از سطح پشته ۴۰ سانتی‌متر و پایین‌تر از آن، خاک دارای مقاومتی بیش از مقاومت بحرانی می‌باشد. پس عمق فعالیت ریشه در این تیمار در مقایسه با دیسک، بیشتر است. با این که عمق انتشار ریشه در تیمار گاوآهن بیش از دیسک سطحی بود، ولی مقدار ریشه در تیمار دیسک سطحی در عمق بالایی (سطحی) خاک بیشتر مشاهده گردید. این نتایج با یافته‌های دیگر محققان سازگار می‌باشد (۷ و ۱۵). تحقیقات انجام شده در سودان (۱۳) نشان داد که با افزایش عمق خاک‌ورزی، عمق نفوذ ریشه در خاک افزایش یافت. هم‌چنین، محققان دیگر (۱۵) گزارش کردند که نفوذ و مقدار نسبی ریشه در عمق‌های پایینی خاک، تحت خاک‌ورزی عمیق در مقایسه با خاک‌ورزی سطحی افزایش پیدا کرد.



(شکل ۳)- عمق نفوذ ریشه در دو سیستم خاک‌ورزی در مرحله‌ی ۱۱ برگی (حروف غیر مشابه، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است)

تأثیر افزودن کود دامی بر طول و دانسیته ریشه

به‌طور کلی افزودن کود دامی به خاک، تأثیر معنی‌داری بر طول و دانسیته ریشه نداشت. در تمام مراحل رشد گیاه هیچ اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بین سطوح کود دامی دیده نشد. در این تحقیق از کود شیمیایی استفاده نشد، بنابراین می‌توان گفت که تنها منبع عناصر غذایی (مثل ازت، فسفر و پتاسیم) که از محیط بیرون به خاک اضافه گردید، کود دامی بود. ضمن این که این کود می‌تواند باعث بهبود شرایط خاک از نظر فیزیکی (۱۴)، بیولوژیک و شیمیایی (۳) (مثل افزایش CEC) شده و رشد گیاه را افزایش دهد. تحقیقات نشان داده که کوددهی باعث افزایش فتوسنتز در گیاه و رشد نمو اندام‌های هوایی و عملکرد گیاه می‌گردد، ولی ممکن است بر رشد ریشه تأثیر معنی‌داری نداشته باشد و یا موجب کاهش رشد ریشه گردد (۲). کلاسن و باربر (۴) گزارش کردند افزودن کود فسفره به خاک، تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه ذرت نداشت، در حالی که عملکرد گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. از طرف دیگر، برخی مطالعات نشان داده که اضافه کردن کود ازته می‌تواند باعث کاهش رشد ریشه گیاه ذرت گردد و کود پتاسه تأثیری بر رشد ریشه گیاه نداشته است (۲).

بنابراین، کوددهی می‌تواند موجب افزایش فتوسنتز و عملکرد گیاه گردد، بدون این که تأثیری بر رشد ریشه داشته باشد. در این پژوهش نیز با وجود این که عملکرد ذرت با افزودن کود دامی افزایش یافت (عملکرد بیولوژیک، ۱۳/۶۹ تن در هکتار برای تیمار شاهد، ۲۶/۱۷ تن در هکتار برای تیمار ۳۰ تن در هکتار کود گاوی و ۲۶/۷۱ برای تیمار ۶۰ تن در هکتار کود گاوی)، ولی از نظر طول ریشه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کودی و شاهد دیده نشد.

منابع

۱- حاج عباسی، م. ع. فیزیک خاک و ریشه گیاه (ترجمه). ۱۳۷۸. چاپ اول. مؤسسه انتشارات غزل، اصفهان.۳۶۲ صفحه.

2- Barber, S. A. Soil nutrient bioavailability. 1984. A mechanistic approach, John Willey and sons, New York, pp. 114-134.

3- Barbarick, K. A. 1996. Using organic materials as nitrogen fertilizer. Service In Action. No. 546. Colorado State University Cooperative Extension Service.

4- Claassen, N. and Barber. S. A. 1976. Simulation model for nutrient uptake from soil by growing plant root system. Agron. J. 68: 691-964.

5- De Roo, H. C. 1968. Tillage and root growth. P: 339-358. In W.J. Whittington (ed.) Root growth. Butterworths. London.

6- Erkki Aura. 1999. Effects of shallow tillage on physical properties of clay soil and growth of spring cereals in dry moist summers in southern Finland. Soil & Tillage Res., 50: 169-176.

7- Ferreras, L. A., Costa, J. L. Garcia, F. O. and Pecorari. C. 2000. Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded petrocalcic Paleudoll of the southern “pampa” of Argentina. Soil & Tillage Res., 54: 31-39.

8- Kaspar, T. C., Brown, H. J. and Kassmeyer. E.M. 1991. Corn root distribution as an affected by tillage, wheel traffic, and fertilizer placement. Soil Sci. Soc. Am. J. 55: 1390-1394.

9- Klute, A. (ed.). 1986. Method of soil analysis. Part 1- physical and mineralogical methods. Second edition. Agronomy No. 9. America Society of Agronomy, Inc. Soil science society of America, Inc. publisher Madison, Wisconsin. USA.

10- Klute, A. (ed.). 1986. Method of soil analysis. Part 2- chemical and biochemical methods. Second edition. Agronomy No. 9. America Society of Agronomy. Inc. Soil science society of America, Inc. publisher Madison, Wisconsin. USA.

11- Lal, R. 1989. Conservation tillage for sustainable agriculture: tropics versus temperate environments. Adv. Agron. 42: 85-197.

12- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. D. A. Hand book, No. 60, Washington, D. C., U.S.A.

13- Salih, A.A., Babiker H.M. and Ali. S.A.M. 1998. Preliminary observations on effects of tillage systems on soil physical properties, cotton root growth and yield in Gezira Sheme, Sudan. Soil &Tillage Res., 46: 187-191.

14- Shirani, H., Hajabbasi, M. A. Afyuni M. and Hemmat. 2002. A. Effect of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. Soil & Tillage Res., 68: 101-108.

15- Varsa, E. C., Chong, S. K., Abolaji, J. O., Farquhar D. A. and Olsen., F. J. 1997. Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn (Zea mays L.) root growth and production. Soil & Tillage Res., 43: 219-228.

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 1, Spring 2009, p.101-107

مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸، ص ۱۰۷-۱۰۱

Effect of tillage systems and organic manure on root morphology of corn

H. Shirani[1*] – M.A. Hajabbasi[2] – M. Afyuni[3] – A. Hemmat[4]

Abstract

Methods of tillage and organic matter affect root growth and distribution and therefore nutrient uptake by plant and its growth. This study was performed consecutive two years. Tillage treatments included disk harrowing + two disk harrowings as reduced tillage (15 cm plowing depth) and moldboard plowing + two disk harrowings as conventional tillage system (30 cm plowing depth). Also, three levels of 0, 30 and 60 tons per hectare farmyard manure were used as organic manure treatments. The above mentioned treatments were done in a split block design with 3 replications and under corn cultivation for two years. To determination of root morphological properties of plant, sampling was done by a cylinder with a cap from top of the row and root length and density were measured. The results showed, tillage systems had a significant effect (p=0.05) on root length and density of corn in 0-20 cm soil depth. In the reduced tillage treatment, root length and density in the stages of 9 and 11 leaves increased significantly in comparison conventional tillage, but root depth was higher at conventional tillage than reduced tillage. This is due to presence of soft soil (disturbed soil) in lower soil depth from top of the row under conventional tillage. The results indicated that manure had no significant effect on morphological root characteristics, but increased biological yield of corn.

Keywords: Reduced tillage, Conventional tillage, Farmyard manure, Corn root

1- Assistant professor, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan.
(* - Corresponding auther Email: shirani 379 @ yahoo.com)
2- Associate professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.
3- professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.
4- professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.