19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

تأثیر نوع ریشه‌های گیاهان زراعی بر مقاومت خاکدانه‌ها

امید اقبالی[1*]، حجت امامی[2]، رضا خراسانی[3]

۱- دانشجوی دکتری علوم خاک؛ * eghbali.omid@mail.um.ac.ir
۲- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده:

درک میزان کارایی گیاهان در بوم نظام‌های کشاورزی، نقش مهمی در حفظ، پایداری و سلامت خاک دارد. هدف از انجام این پژوهش بررسی و مقایسه تأثیر کشت گیاهان زراعی گندم، جو، زیره سبز، نخود و یونجه با سیستم‌های ریشه‌ای متفاوت و یکسان طی یک سال زراعی بر مقاومت کششی خاکدانه‌ها در شرایط مزرعه بود. برای انجام این پژوهش پنج قطعه زمین کشاورزی در مجاورت هم در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در استان خراسان رضوی انتخاب و گیاهان یونجه، گندم، جو، زیره سبز و نخود با توجه به دوره زمانی مناسب کشت خود، کشت شدند. در پایان سال زراعی نمونه‌های خاک اطراف ریشه گیاهان از چهار عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰ و ۴۰-۳۰ سانتی‌متر جمع آوری شدند و مقاومت کششی خاکدانه برای هر گیاه و در هر عمق اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مقاومت کششی تحت تأثیر نوع گیاه و عمق قرار گرفت به صورتی که بیشترین مقدار آن برای گیاهان جو و گندم و سپس یونجه و در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر خاک و مشاهده شد و با افزایش عمق، مقدار آن برای همه گیاهان کاهش یافت.

واژگان کلیدی: سیستم‌های ریشه‌ای، گیاهان زراعی، مقاومت کششی خاکدانه‌ها

مقدمه:

درک میزان کارآیی گیاهان در بوم‌نظام‌های کشاورزی، نقش مهمی در حفظ، پایداری و سلامت خاک دارد. خاک به‌عنوان پایه تولید کشاورزی نقشی کلیدی در پایداری اکوسیستم‌ها دارد (Lal, 2004). گیاهان زراعی با بهبود ساختمان خاک به حفاظت خاک کمک می‌کنند (Bronick and Lal, 2005). سیستم‌های ریشه‌ای این گیاهان شامل ریشه‌های راست و افشان در شرایط مزرعه از طریق نفوذ و ترشح مواد آلی مانند پلی‌ساکاریدها پیوندهای شیمیایی و مکانیکی بین ذرات خاک ایجاد می‌کنند (Czarnes et al., 2000). تنوع در شکل سیستم‌های ریشه‌ای به‌ویژه در تراکم و توزیع ریشه، استحکام خاک را افزایش می‌دهد (Gysseles et al., 2005). هدف از انجام این پژوهش بررسی و مقایسه تأثیر کشت گیاهان زراعی گندم، جو، زیره سبز، نخود و یونجه طی یک سال زراعی بر مقاومت کششی خاکدانه‌ها در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

به منظور نیل به هدف مورد نظر این پژوهش، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا گردید. پنج قطعه زمین کشاورزی در مجاورت هم انتخاب و گیاهان یونجه، گندم، جو، زیره سبز و نخود با توجه به دوره زمانی مناسب کشت خود، در یک سال زراعی کشت شدند. در پایان سال زراعی نمونه‌های خاک اطراف ریشه گیاهان از چهار عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰ و ۴۰-۳۰ سانتی‌متر و جمع‌آوری شدند. برای اندازه‌گیری مقاومت کششی، خاکدانه‌های با ابعاد ۴ میلی‌متر به وسیله الک جدا شده و برای هر گیاه و هر عمق در ۳۰ تکرار جداگانه وزن شده و در رطوبت هوا خشک و با استفاده از دستگاه تک محوری نیروی بیشینه شکست خاکدانه اندازه‌گیری شد (Dexter and Kroesbergen, 1985). سپس با استفاده از رابطه (۱) مقاومت کششی خاکدانه (کیلوپاسکال) محاسبه شد.

$$Y = 0.567(\frac{F}{d_{eff}^2}) \quad (۱)$$

در رابطه (۱)؛ F نیروی فشاری بیشینه مورد نیاز برای شکستن خاکدانه با قطر مؤثر d_{eff} و Y مقاومت کششی خاکدانه (کیلوپاسکال) می‌باشد. قطر مؤثر هر خاکدانه با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید.

$$d_{eff} = d_0 (\frac{M_a}{M_0})^{0.33} \quad (۲)$$

در رابطه (۲)؛ d_0 قطر متوسط خاکدانه‌ها (میلی‌متر)، M_a میانگین جرم خاکدانه مورد نظر و M_0 میانگین جرم خاکدانه‌های به‌کار رفته است.

نتایج و بحث:

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر عمق خاک، نوع گیاه و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر مقاومت کششی خاکدانه‌ها در سطح احتمال یک درصد ($P<0.05$) معنی‌دار شد (جدول ۱).

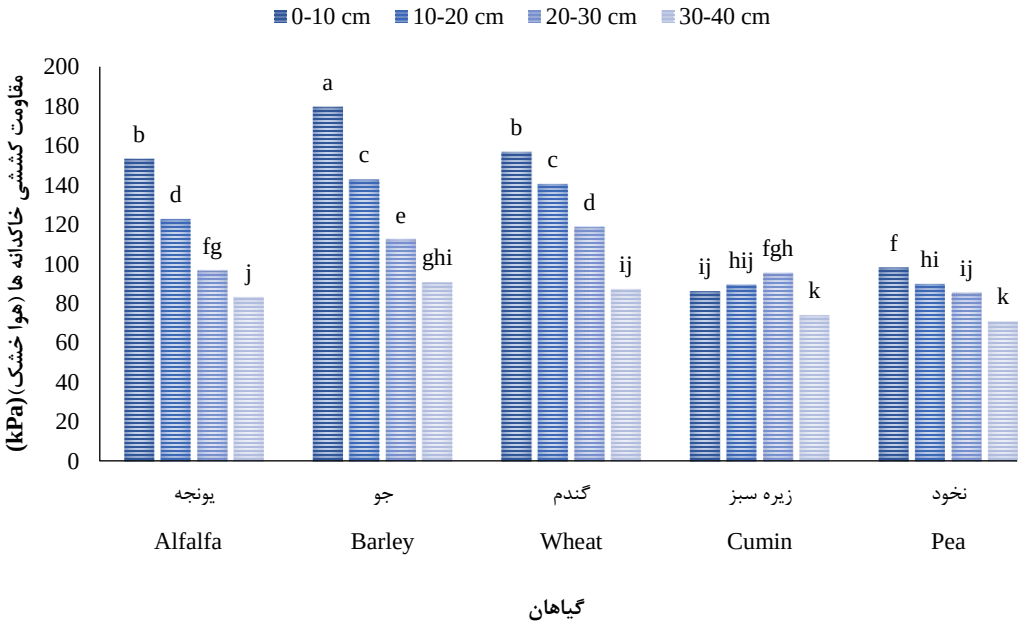
جدول ۱- تجزیه واریانس مقاومت کششی خاکدانه‌ها در خاک زیرکشت گیاهان و در عمق‌های متفاوت

منابع تغییرات	درجه آزادی	مقاومت کششی خاکدانه‌ها (هوا خشک)
تکرار	۲۹	-
عمق خاک	۳	۱۰۱۶/۷۱۸ **
نوع گیاه	۴	۱۳۹/۵۵۶ **
عمق خاک × نوع گیاه	۱۲	۷۴/۸۹۸ **
خطا	۵۸۰	۷۶/۴۴۰۸۰ **
ضریب تغییرات	-	۴/۳۶

*، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱، ۵ درصد و بدون معنی است.

نتایج این پژوهش نشان داد که مقاومت کششی خاکدانه‌ها به طور معنی‌داری تحت تأثیر عمق خاک و نوع گیاه قرار دارد (شکل ۱). به‌طور کلی در اعماق سطحی خاک (۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر) مقدار مقاومت کششی خاکدانه‌ها به‌صورت قابل‌توجهی بیشتر از عمق ۴۰-۳۰ سانتی‌متر بود. کاهش مقاومت کششی خاکدانه‌ها در اعماق خاک را می‌توان به کاهش تدریجی ماده آلی، زیست توده ریشه، ترشحات ریشه‌ای و فعالیت‌های زیستی خاک نسبت داد (six et al., 2004; Jobbagy and Jackson, 2000).

یکی از عوامل اصلی و مؤثر در پایداری خاکدانه‌ها، کربن آلی است که از بقایای گیاهی، ترشحات ریشه‌ها و فعالیت‌های میکروبی حاصل می‌شود. در لایه‌های سطحی خاک به دلیل تجمع بقایای گیاهی و توسعه بیشتر ریشه‌ها، مقدار کربن آلی بیشتر بوده و شرایط مساعدتری برای تشکیل خاکدانه‌های پایدار فراهم است. Crow و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که کربن مشتق شده از گیاهان به‌ویژه از طریق ترشحات ریشه‌ای، نقشی کلیدی در افزایش پایداری خاکدانه‌ها دارد. در میان گیاهان بررسی شده، گیاهان با سیستم ریشه‌ای افشان (گندم و جو) و مرکب (یونجه) به دلیل تراکم بالای ریشه در لایه‌های سطحی خاک، تأثیر بیشتری بر افزایش مقاومت کششی خاکدانه‌ها در این ناحیه داشتند. که می‌تواند ناشی از گسترش بیشتر ریشه، افزایش سطح تماس ریشه با ذرات خاک و همچنین ترشح مواد آلی از جمله اسیدهای آلی، پلی‌ساکاریدها و موسیلاژها باشد (Bronick and Lal, 2005). در مقابل، گیاهانی مانند نخود و زیره سبز که دارای ریشه‌های نسبتاً عمیق و کم تراکم‌تر در لایه‌های سطحی خاک هستند، تأثیر کمتری بر افزایش مقاومت کششی خاکدانه‌ها داشتند.



شکل ۱- برهمکنش تأثیر عمق خاک و نوع گیاه بر مقاومت کششی خاکدانه‌ها

نتیجه‌گیری:

نتایج این پژوهش نشان داد که گونه‌های گیاهی حتی با وجود داشتن سیستم ریشه مشابه اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های خاک زیرکشت خود دارند. جو با سیستم ریشه‌ای افشان بیشترین مقاومت کششی خاکدانه را در عمق سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متر) ایجاد کرد و سپس گندم و یونجه قرار داشتند. با افزایش عمق و کاهش نفوذ ریشه، مقدار مقاومت کششی خاکدانه‌ها کاهش یافت. به‌طور

کلی مقاومت کششی خاکدانه‌ها وابسته به تعامل پیچیده‌ای میان نوع گیاه، سیستم ریشه‌ای، توزیع ماده آلی، فعالیت میکروبی و ویژگی‌های فیزیکی خاک است. انتخاب گیاهان با توجه به سیستم ریشه‌ای آن می‌تواند به تقویت ساختمان خاک به‌ویژه در لایه‌های سطحی خاک کمک کرده و در مدیریت پایدار و کشاورزی حفاظتی نقش به‌سزایی داشته باشد.

Bronick, C.J., Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. Geoderma, 124(1-2): 3-22.
Crow, S.E., Filley, T.R., McCormick, M., Slavic, K., Stott, D.E., Gamblin, D. (2009). The impact of roots and earthworms on soil aggregate stability and carbon stabilization in restored prairie. Geoderma, 150(1-2): 48-58.
Czarnes, S., Hallet, P.D., Bengough, A.G., Young, I.M. (2000). Root -and microbial-derived mucilage's affect soil structure and water transport. European Journal of Soil Science, 51 (3): 435-443.
Dexter, A.R., Kroesbergen. (1985). Methodology for determination of tensile strength of soil aggregation. Journal Agriculture Engineer Research, 31: 139-147.
Gyssels, G., Poessen, J., Bochet, E., Li, Y. (2005). Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review. Progress in Physical Geography, 29 (2): 189-217.
Jobbagy, E.G., Jackson, R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. Ecoligical applications, 10(2): 423-436.
Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science, 304 (5677): 1623-1627.
Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Denef, K. (2004). A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. Soil & Tillage Research, 79(1): 7-31.

The Effect of the type of crop roots on soil aggregate stability

Omid Eghbali[1], Hojat Emami[2], Reza Khorasani[3]
[1]Ph.D. student, Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad
[2]Prof., Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad
[3]Associate Prof., Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Understanding the efficiency of plants in agricultural ecosystems plays a significant role in maintaining soil sustainability and health. The aim of this study was to investigate and compare the effects of cultivating wheat, barley, cumin, chickpea, and alfalfa with different and similar root systems, on the tensile strength of soil aggregates under field conditions during an agricultural year. For this research, five adjacent agricultural plots were selected at the research farm of Ferdowsi University of Mashhad, located in Khorasan Razavi Province, and alfalfa, wheat, barley, cumin, and chickpea were cultivated according to their appropriate planting periods. At the end of the agricultural year, soil samples around the plant roots were collected from four depths (0-10, 10-20, 20-30, and 30-40 cm), and the tensile strength of aggregates was measured for each plant and depth. The results showed that tensile strength was influenced by type of plant and depth, with the highest values were found for barley, and wheat and alfalfa, at the 0-10 cm soil depth. The tensile strength decreased for all plants as depth increased.

Keywords: Root systems, Crop plants, Tensile strength of soil aggregates