



## ارزیابی پایداری خاکدانه ها در روش های مختلف خاکورزی

مصلح‌الدین رضایی<sup>۱</sup> و مجتبی فتحی<sup>۲\*</sup>

بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران،

چکیده:

آگاهی و شناخت اثر روش‌های مختلف خاکورزی بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک جهت بهره‌برداری پایدار، پایش و حفظ سلامت و کیفیت خاک با استفاده از شاخص‌های کمی ضروری می‌باشد. در خاکهای زراعی مواد آلی و برخی مواد معدنی ذرات خاک را بهم پیوند داده و خاکدانه‌ها را بوجود می‌آورد. در این آزمایش اثر روش‌های مختلف خاکورزی در کشت ذرت و در زمینی که قبلاً به کشت جو اختصاص داشت بر پایداری خاکدانه ها با استفاده از الک تر، اسیدپته و مواد آلی خاک اندازه گیری شد. تیمارهای خاکورزی شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی، سوزاندن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی و خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی و هم‌چنین بعد فراکتال هر یک تیمارهای خاکورزی محاسبه شد. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش شدت خاکورزی و بر هم خوردن خاک و سوزاندن بقایای گیاهی میزان پایداری خاکدانه ها و مواد آلی کاهش و با کاهش شدت خاکورزی و حفظ بقایای گیاهی پایداری خاکدانه ها و مواد آلی افزایش می‌یابد.

**کلمات کلیدی:** بعد فراکتال، پایداری خاکدانه، خاکورزی، میانگین هندسی قطر خاکدانه،

### مقدمه

در خاکهای زراعی مواد آلی و برخی مواد معدنی و آلی ذرات خاک را بهم پیوند داده و خاکدانه‌ها را بوجود می‌آورد. ثبات و پایداری خاکدانه‌ها تأثیر بسزایی در جلوگیری از فرسایش خاک، قابلیت نفوذ آب در خاک، افزایش و تبادل هوا بین خاک و نیوار، استقرار گیاه و فراهم آوردن بستر مناسبی برای فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک دارد بطوریکه، یکی از شاخص‌های سلامت و کیفیت خاک می‌باشد. بررسی اثرات مدیریتهای زراعی و روش‌های مختلف خاک ورزی بر پراکنش اندازه خاکدانه ها پایدار مورد توجه قرار گرفته است، پایداری خاکدانه‌ها به عوامل متعدد قابل مدیریت مانند نوع گیاه، مرحله رشد، نوع سیستم ریشه گیاه، مواد باقیمانده از گیاه، میزان و مدیریت مواد آلی خاک و روش خاکورزی ارتباط دارد (بای‌پوردی، ۱۳۷۰؛ Wright و همکاران ۱۹۸۸). Pirmoradian و همکاران (۲۰۰۵) گزارش می‌دهند که بعد فراکتال برای کمی کردن اثرات خاکورزی بر پایداری خاکدانه‌ها مناسبتر از میانگین وزنی و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها است. Zolfagari و همکاران (۲۰۰۸) گزارش می‌دهند که تبدیل اراضی جنگلی و مرتع به اراضی کشاورزی موجب تجزیه مکانیکی و شکست بیشتر خاکدانه‌ها شده و بعد فراکتالی را افزایش داده است. نتایج مقایسه خاکهای بکر و مرغزارها با خاکهای تحت کشت نشان داده است که خاکورزی بیشترین نیروی تخریب کننده منابع خاک می‌باشد. کشت سویا اثرات مخربتری بر ساختمان خاک نسبت به کشت ذرت دارد (Dean, ۱۹۹۷). در تیمار بی‌خاکورزی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) را نسبت به سایر تیمارها ۲۰٪ و بزرگتر بوده است. در تیمارها بی‌خاکورزی میزان ماده آلی خاک حدود ۴۰٪ نسبت به سایر تیمارها افزایش نشان داد (حاج عباسی، و همکاران ۱۳۷۸). هدف این تحقیق ارزیابی پایداری خاکدانه ها در روش‌های مختلف خاکورزی شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن چپزل+ دیسک و کشت فارویی، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ آبیاری+ کشت مستقیم دستی بذر در کف کرت، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی، سوزاندن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی و خرد کردن بقایای گیاهی جو+ کشت مستقیم با خطی کار آمازون در کف کرت می‌باشد.

روش تحقیق



آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان واقع در شرق شهر اصفهان در ۵۲ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ دقیقه و ۳۲ درجه عرض شمالی که در ارتفاع ۱۵۲۷ متری از سطح دریا واقع شده است انجام شد. خاک مزرعه از سری اصفهان (fine mixed, thermic; Fluventic Haplocambids) بود.

اثر شش تیمار خاک‌ورزی بشرح:

- A شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی
- B خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن چیزل+ دیسک و کشت فارویی
- C خرد کردن بقایای گیاهی جو+ آبیاری+ کشت مستقیم دستی بذر در کف کرت
- D خردکردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و کشت فارویی
- E سوزاندن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و کشت فارویی
- F خرد کردن بقایای گیاهی جو+ کشت مستقیم با خطی کار آمازون در کف کرت

در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در تناوب جو - ذرت (کشت دوم) بر پایداری خاکدانه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. جو در پاییز سال قبل کشت شد و پس از برداشت جو در تابستان، تیمارهای خاک‌ورزی همزمان/ همراه با کشت ذرت اعمال شد. در پایان فصل در زمان برداشت ذرت نمونه خاک تهیه و مورد آزمایش قرار گرفت. اندازه‌گیری توزیع خاکدانه‌ها با الک تر: نمونه خاک از عمق ۰-۷ سانتیمتری تهیه شد و پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک شدن ریشه و بقایای گیاهی از آن خارج شد. سپس نمونه‌ها از یک الک ۸ میلیمتری عبور داده و باقی‌مانده آن بر روی الک ۴ میلیمتری مورد آزمایش قرار گرفت. در هنگام خیس کردن خاکدانه‌ها برای جلوگیری از انهدام خاکدانه‌ها نمونه‌های آماده شده بر روی الک ۴ میلیمتری قرار داده شد و به آرامی توسط یک آب‌فشان با استفاده از محلول یک سوم الکل اتلیک و دو سوم آب (بای‌بوردی، ۱۳۷۰) در چندین نوبت خیس شد و بر روی یک سری الک بترتیب با قطرهای ۱، ۲، ۵، ۰/۲۵، ۰/۱۲۵ و ۰/۰۶۵۲ میلیمتر قرار داده شد و به آرامی در یک سطل آب فروبرده شد. سطح آب در داخل سطل طوری تنظیم شد که در اثر بالا و پایین شدن الک‌ها در آب خاکدانه‌ها از آب بیرون نیامده و همیشه در آب غوطه‌ور باقی بمانند. پس از الک کردن، خاک باقی مانده در هر یک از الک‌ها به یک قوطی انتقال یافت و پس از خشک کردن، میزان خاک در هر الک تعیین شد. همچنین ریگ‌ها و سخت دانه‌ها (خاکدانه‌های سیمانی شده) در هر الک جداگانه توزین، و وزن آن از وزن خاک محتوی خاک آن الک و کل خاک مورد استفاده کم شد.

با استفاده از توزیع خاکدانه‌ها، پارامترهای میانگین وزنی (MWD) و میانگین هندسی (GMD) قطر خاکدانه‌ها و توزیع اندازه (قطر) خاکدانه‌ها با استفاده روش فراکتال از فرمولهای زیر که در آن n تعداد الک‌ها، Wi درصد وزنی خاک در هر الک و Xi متوسط اندازه خاکدانه‌ها در هر الک است، تعیین شد.

فرمول (۱)

$$GWD = \exp\left(\frac{\sum_{i=1}^n W_i \log(\bar{x}_i)}{\sum_{i=1}^n W_i}\right)$$

فرمول (۲)

$$MWD = \sum_{i=1}^n W_i \bar{x}_i$$

در روش فراکتال بعد فراکتال (D) از رابطه نمایی بین تعداد و اندازه هدف  $N > x = K(x) \cdot D$  که  $N > x$  تعداد تجمعی اهداف بزرگتر از x، و K ضریب مساوی با  $N > x = 1$  زمانیکه x می‌باشد استفاده شد. تعیین بعد فراکتال با استفاده از روش شمارش خاکدانه‌ها و وزن خاکدانه‌ها یک رابطه خطی معنی دار (R2=۰/۹۳) را نشان داد (Perfect و همکاران، ۱۹۹۸).

### نتایج و بحث

اثر روش‌های مدیریت خاک‌ورزی و بقایای گیاهی در جدول ۱ نشان می‌دهد که حفظ بقایای گیاهی جو در زراعت ذرت موجب افزایش GWD، MWD و مواد آلی نسبت به سوزاندن بقایای گیاهی خاک می‌شود. افزایش مداوم شوری آب آبیاری در طول فصل رشد شوری خاک را افزایش



## شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

داد، بطوریکه میانگین شوری خاک در زمان نمونه برداری از خاک در روش کرتی مسطح ۸/۰ و در روش فارویی ۱۴/۲ dS/m حاصل شد. با توجه به میزان شوری خاک که بخش عمده‌ای از آن ناشی از یون سدیم می‌باشد و اثر مخرب یون سدیم در تخریب خاکدانه‌ها، میزان شوری کمتر خاک در تیمار سوزاندن بقایای گیاهی نسبت به سایر تیمارها می‌تواند اثر واقعی تیمار سوزاندن بقایای گیاهی بر تخریب خاکدانه‌ها را و اثر مثبت تیمارهای حفظ بقایای گیاهی بر پایداری خاکدانه‌ها را در جهت کاهش توجیه نماید. تیمار سوزاندن بقایای گیاهی (E) موجب افزایش بعد فراکتال و کاهش MWD و GWD نسبت به سایر تیمارها شد که نشان دهنده اثرات مخرب سوزاندن بقایای گیاهی بر خاک و افزایش تعداد خاکدانه‌های کوچک و کاهش تعداد خاکدانه‌های بزرگتر پایدار در آب می‌شود. خرد کردن بقایای گیاهی و کشت مستقیم بدون بر هم زدن خاک (F) باعث افزایش خاکدانه‌های پایداری در آب شده است.

جدول ۱- اثر روش‌های خاک‌ورزی بر بعد ضریب بعد فراکتال (K)؛ بعد فراکتال (D)؛ میانگینوزنی (MWD) و میانگین هندسی (GWD) قطر خاکدانه‌ها، شوری عصاره اشباع (ECe)؛ درصد مواد آلی خاک (OC) و پ-هاس pH خاک.

| تیمار خاک‌ورزی | K     | D      | MWD   | GWD   | EC <sub>e</sub> | OC      | pH   |
|----------------|-------|--------|-------|-------|-----------------|---------|------|
|                |       |        |       |       | dS/m            | ---% -- |      |
| A              | 2.502 | 2.7138 | 2.178 | 1.088 | 14.2            | 1.07    | 7.53 |
| B              | 2.556 | 2.7136 | 2.314 | 1.098 | 10.4            | 1.11    | 7.60 |
| C              | 2.540 | 2.6411 | 2.464 | 1.147 | 7.70            | 1.10    | 7.70 |
| D              | 2.331 | 2.7839 | 2.081 | 1.060 | 14.8            | .993    | 7.50 |
| E              | 2.201 | 2.8761 | 1.800 | 0.979 | 9.63            | .943    | 7.67 |
| F              | 2.530 | 2.6003 | 2.355 | 1.088 | 8.27            | 1.01    | 7.67 |
| میانگین        | 2.443 | 2.7215 | 2.199 | 1.098 | 10.8            | 1.04    | 7.61 |

جدول ۲ نشان می‌دهد که همبستگی بعد فراکتال (D) با شوری خاک مثبت و با میانگین وزنی و هندسی و میزان کربن آلی خاک منفی می‌باشد. افزایش میزان MWD و GWD نشان دهنده افزایش ثبات خاکدانه‌ها می‌باشد و بر خلاف آن افزایش بعد فراکتال نشان دهنده کاهش میزان خاکدانه‌های پایدار در آب است. افزایش بعد فراکتال نشاندهنده تجزیه بیشتر خاکدانه‌های بزرگ به خاکدانه‌های کوچک است. همبستگی مثبت میزان شوری خاک با بعد فراکتال و همبستگی منفی آن با MWD و GWD نشاندهنده همبستگی منفی میزان مواد آلی خاک با بعد فراکتال و همبستگی مثبت آن با MWD و GWD نشاندهنده اثرات مثبت مواد آلی خاک بر میزان خاکدانه‌های پایدار در آب می‌باشد. بنابراین برای حفظ کیفیت خاک باید از خاک‌ورزی شدید خوداری شده و بقایای گیاهی در سطح خاک حفظ شود.

جدول ۲- ماتریس همبستگی بین بعد فراکتال (D)، میانگین وزنی (MWD) میانگین هندسی (GWD) شوری (EC) و مواد آلی خاک (OC)

| متغیر | D        | MWD     | GWD     | EC      | OC      |
|-------|----------|---------|---------|---------|---------|
| D     | 1.00000  |         |         |         |         |
| MWD   | -0.88600 | 1.00000 |         |         |         |
| GWD   | <.0001   |         | 1.00000 |         |         |
| EC    |          |         |         | 1.00000 |         |
| OC    |          |         |         |         | 1.00000 |



## شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

|         |          |          |          |          |     |
|---------|----------|----------|----------|----------|-----|
|         |          | 1.00000  | 0.95861  | -0.97418 | GWD |
|         |          |          | <.0001   | <.0001   |     |
|         | 1.00000  | -0.20948 | -0.23770 | 0.23473  | EC  |
|         |          | 0.4041   | 0.3422   | 0.3485   |     |
| 1.00000 | -0.03325 | 0.50952  | 0.58527  | -0.50604 | OC  |
|         | 0.8958   | 0.0308   | 0.0107   | 0.0321   |     |

### نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد با افزایش شدت خاکورزی و بر هم خوردن خاک و سوزاندن بقایای گیاهی میزان پایداری خاکدانه ها و مواد آلی کاهش و با کاهش شدت خاکورزی و حفظ بقایای گیاهی پایداری خاکدانه ها و مواد آلی افزایش می یابد. بنا بر این برای حفظ پایداری خاکدانه ها و مواد آلی خاک توجه به نوع روش و شدت خاکورزی ضروری به نظر می رسد.

### منابع مورد استفاده :

بای بوردی، م. ۱۳۷۰. فیزیک خاک ۱۳۷۲. انتشارات دانشگاه تهران. شماره مسلسل ۲۹۲۳.  
حاج عباسی، م. ع.، ع. همت و ا. اسدی. ۱۳۷۸. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران مشهد. اثر شیوه های مختلف خاکورزی بر بعضی خصوصیات فیزیکی خاک و برخی خواص مورفولوژیکی ریشه گندم.

- Dean M. 1997. Management and crop Residue Influence soil Aggregate Stability. *Journal of Environmental Quality*.  
Perfect E., Rasiyah V. and Kay B.D. 1992. Fractal dimension of soil aggregate-size distribution calculated by number and mass. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:1407-1409.  
Pirmoradian N., Sepaskhah A.R. and Hajabasi, M.A. 2005. Application of fractal theory to quantify soil aggregate stability by tillage treatments. *Biosystems Engineering.* (90):227-234.  
Wright S. E., Starr J. L. and Ioan I. C. 1998, TEKTRAN. Changes In Aggregate Stability And Concentration of Glomalin During Transition From Plow to no Tillage Management.  
Yoder R. E. 1936. A Direct Method of Aggregate Analysis of Soils and a Study of the Physical Nature of Erosion losses. *J. of Am. Soci. of Agronomy.* 28:337-350.  
Zolfaghari A.A. and Hajabasi, M.A.. 2008. Effect of Different land use on soil structural Quality and relation with Fractal Dimension. *International Journal of Soil Science* 3 (2): 101-108.



**Topic for submission:** Soil Quality and Sustainable Soil Management

**Soil Aggregate stability Evaluation in different tillage systems**

Mosleh\_Edin Rezaii and Mojtaba Fathi <sup>\*1</sup>

Soil and water research department, Isfahan agricultural and natural resources research and education center, AREEO, <sup>1and2</sup>  
Isfahan, Iran

Quantitative estimation of different tillage systems effects on soil chemical and physical properties is necessary for sustainable management. In this experiment, the effect of various tillage methods on aggregate stability in corn barley rotation was studied using wet sieving method. Soil alkalinity, acidity and soil organic matter was measured. Aggregate diameter geometric mean and also fractal dimension of each tillage treatment were calculated. The results showed that increasing the severity of tillage reduce the stability of aggregates, decrease soil organic matter. Low intensive tillage and keeping plant residue increase aggregates stability and soil organic matter.

**Keywords:** fractal dimension, aggregate stability, tillage, aggregate diameter geometric mean, average aggregate diameter,

---

\* Corresponding author, Email: [mjtb.fathi@gmail.com](mailto:mjtb.fathi@gmail.com)