تأثیر رطوبت خاک و کود دامی بر تراکم‌پذیری خاک

محمدرضا مصدقی و محمدعلی حاج عباسی[۱]

یکی از شاخصهای تخریب خصوصیات فیزیکی خاک، تراکم است که بصورت اثرات متقابل ماشین، خاک، گیاه و اقلیم می‌باشد. در طی سی سال گذشته به دلیل مکانیزه شدن کشاورزی و افزایش وزن ماشین‌آلات، تراکم خاک به صورت یک مشکل جدی در مقابل کشاورزی پایداری شناخته شده است. تراکم‌پذیری خاک یکی از معیارهای کمی بیان رفتار خاک تحت تأثیر فشارهای مشخص بوده که معمولاً با تغییر جرم مخصوص ظاهری خاک، درجه پوکی، تخلخل کل و تهویه‌ای، نفوذپذیری نسبت به آب، مقاومت خاک و غیره بیان می‌شود. بطور کلی راهکارهای مبارزه با تراکم شامل: ۱) کنترل رطوبت خاک در زمان خاک‌ورزی و تردد ماشینهای کشاورزی در مزرعه؛ ۲) کنترل تردد بر روی خاک، ۳) کاهش وزن و فشار تماسی ماشینها با خاک؛ ۴) تغییر ساختمان خاک با اضافه نمودن مواد آلی به آن می‌باشند. سه موضوع اول با روشهای معمولی خاک‌ورزی توأماند و اغلب وقت‌گیر و غیرمؤثر می‌باشند. ولی اضافه نمودن مواد آلی علاوه بر کاهش تراکم‌پذیری اثرات مفیدی بر خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد.

هدف این مطالعه بررسی اثر رطوبت خاک هنگام تردد ماشینها، و کود دامی بر تراکم‌پذیری خاک مزرعه لورک دانشگاه صنعتی اصفهان (Typic Haplargids و thermic و mixed و fine-loamy) بود و از طرح نوارهای خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی استفاده گردید. رطوبت خاک و کود دامی بعنوان فاکتورهای اصلی و تعداد عبور تراکتور به عنوان فاکتور فرعی انتخاب شد که در چهار تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند. تیمارهای رطوبتی شامل حد خمیری (PL) ، ۸۰ درصد حد خمیری (۰/۸PL)، و ۶۰ درصد حد خمیری (۰/۶PL) (۲۰cm–۰) و تیمارهای کودی شامل ۰، ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار و تیمارهای عبور تراکتور شامل بدون، یک ، و دو عبور بود. کود دامی (یک سال مانده) توسط دیسک سنگین تا عمق ۲۰ سانتیمتری با خاک مخلوط شده و زمین به مدت ۵ ماه به منظور تجزیهٔ جزئی مواد آلی و نشست خاک آبیاری شد. سپس تیمارهای تراکم بوسیلهٔ تراکتور اونیورسال مدل U-650 در رطوبتهای ذکر شده اعمال گردید. سرعت حرکت در $4/5 km\ hr^{-1}$ و گاوآهن برگرداندار به تراکتور متصل و در حین آزمایشات در وضعیت حمل و نقل قرار داده شد. خصوصیات فیزیکی و مکانیکی اندازه‌گیری شده خاک قبل و بعد از عبور تراکتور شامل جرم مخصوص ظاهری (BD) و مقاومت فروسنجی یا شاخص مخروطی (CI) تا عمق ۴۰ سانتیمتری و نشست خاک (برابر با عمق متوسط محل عبور چرخ

---

[۱] به ترتیب دانشجوی دوره دکتری و استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان

تراکتور) بود. رطوبت خاک در موقع اندازه‌گیری مقاومت فروسنجی برابر ۱/۱PL (۲۰cm-۰) بود. به دلیل تغییرپذیری فاصله‌ای قابل توجه BD و CI اندازه‌گیری در هر پلات بترتیب ۲ و ۱۰ بار تکرار شد که نیمی از آنها از محل اثر آجها و نیم دیگر ار محل بین آجهای تایر برداشته شد. بـرای در نظـر گرفتـن بدتریـن شرایط تراکم، BD و CI در محل خط مرکزی شیار عبور اندازه‌گیری شد. برای تجزیه آماری BD و CI از مقادیر عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک اولیه در تیمارهای بدون تراکم و در تیمارهای تراکم از مقـادیر ۰ تـا نشست ۳۰- سانتیمتری میانگین گرفته شد. دلیل انتخاب عمق ۳۰cm به عنوان عمق تـأثیر تراکـم ایـن بود که بدترین شرایط تراکم که در رطوبت PL و تیمار بدون کود و دو عبور بود، تا ایـن عمـق بـر BD و CI تأثیر معنی‌دار گذاشته بود (عمق تأثیر فشردگی عمقی است که تفاوت BD و CI خـاک مـتراکم شـده نسبت به خاک اولیه در آن عمق به ترتیب Mgm^{-3} ۰/۰۵ یا ۰/۱MPa می‌باشد).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار رطوبت، کود دامی و تعـداد عبـور بـر BD در سطح ۱ درصد بوده ولی به دلیل تغییرات فاصله‌ای CI تنها اثر کود در سطح ۱ درصد و تعداد عبـور در سطح ۵ درصد بر آن معنی‌دار بود. اثر متقابل رطوبت و کود بر BD معنی‌دار بود که بیانگر رفتـار متفـاوت موادآلی در رطوبت‌های مختلف فشردگی می‌باشد. اثر متقابل رطوبت و عبور، و اثر متقابل کود و عبور بـر BD معنی‌دار بود که نشان‌دهنده رفتار متفاوت خاک در سطوح مختلف رطوبتـی و تـأثیر متفـاوت کـود در عبور مجدد نسبت به عبور اول می‌باشد. به غیر از رطوبـت PL ۰/۶ سـایر رطوبت‌هـا تغییـر معنـی‌دار (در سطح ۰/۰۱) نسبت به قبل از تراکم ایجاد کرده‌اند. چون در رطوبتهـای زیـاد در حضـور مولکولهـای آب، جهت‌یابی ذرات تحت فشار براحتی صورت گرفته واین عمل سبب افزایش شـدیدی در BD می‌شـود. در مورد CI در تیمار بدون کود و دو عبور تفاوت معنی‌دار (در سطح ۰/۱) بین سطوح رطوبتی بالا (PL و PL ۰/۸) و PL ۰/۶ وجود داشت ولی در بقیه تیمارها، تفاوتی بین سطوح رطوبتی دیده نشد. بطور کلـی رونـد تنغییرات CI نسبت به تیمار بدون عبور در رطوبت‌های مختلف شبیه به BD می‌باشـد، یعنـی بـا افزایـش رطوبت در موقع تراکم، مقاومت خاک افزایش یافته است. در رطوبت PL ۰/۶ عمق تأثیر فشردگی نـاجیز بود.

افزایش کود سبب کاهش معنی‌دار در BD و CI در تمام رطوبت‌های مورد استفاده برای تراکم شده است. بیشترین اثر مواد آلی در کاهش تراکم‌پذیری (BD و CI) در رطوبـت PL و عبـور مجـدد می‌باشـد. کوددامی سبب افزایش عمق BD بیشینه می‌شود. بنابراین خـاک سـطحی در تیمارهـای کـودی ممـانعت کمتری در مقابل جوانه‌زنی از خود نشان می‌دهـد. همچنیـن موادآلـی سـبب کـاهش عمـق تـأثیر تراکـم می‌شود. این شاخص در تیمارهای ۵۰ و $100t\ ha^{-1}$ تفاوت معنی‌داری نداشت. این یک خصوصیـت مهـم است که موادآلی به صورت بالشتک عمل کرده و از انتقال تنش به خاک زیرین جلوگیری می‌کند. نتیجـه دیگر اینکه در رطوبت‌های زیاد خاک متراکم می‌شود و در عبور مجدد موادآلی از تراکم اضافی جلوگـیری

می‌کند. مواد آلی در رطوبت PL سبب کاهش نشست (بدلیل خاصیت ارتجاعی) و در رطوبت ۰/۸PL و ۰/۶PL سبب افزایش نشست خاک (بدلیل اثر پوک کنندگی) شد.

بطور کلی تردد تراکتور در رطوبت حد خمیری (PL) حتی با وجود موادآلی سبب افزایش معنی‌دار در BD و CI شد. در این رطوبت، تردد در مزرعه سبب افزایش BD و CI تا حد آستانه بحرانی رشد ریشه اکثر گیاهان زراعی شد (حد آستانه بحرانی به ترتیب $1/43 Mg\ m^{-3}$ و ۰/۸ MPa). در صورت اضافه نمودن مواد آلی به مقدار $50\ tha^{-1}$ ، تردد در مزرعه در رطوبت ۰/۸PL از نظر BD و CI مشکلی ایجاد نکرد. مواد آلی علاوه بر کاهش تراکم‌پذیری سبب کاهش فشردگی خاک تحت‌الارض نیز می‌شوند. از نظر آماری تفاوتی بین سطوح کودی ۵۰ و $100\ tha^{-1}$ در رطوبت‌های زیاد (PL) مشاهده نشد. عبور مجدد سبب افزایش معنی‌دار در درجه تراکم خاک شد. با در نظر گرفتن خواص اندازه‌گیری شده و آزمایشات نفوذ آب به خاک (نتایج آورده نشده است)، رطوبت مطلوب برای ترددپذیری در این مزرعه ۰/۶PL (۱۳ درصد وزنی) بوده و در صورت افزودن کود دامی به میزان $50 tha^{-1}$ تا ۰/۸ PL (۱۸ درصد وزنی) نیز قابل قبول است.