بررسی عملکرد ادوات خاک‌ورزی ثانویه فعال و غیرفعال بر برخی خواص فیزیکی خاک

مجید رجبی وندچالی[1]، عباس همت[2]، عباس قنبری مالیدره[3]

1- عضو هیئت علمی گروه مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار، جویبار

2- عضو هیئت علمی گروه ماشین‌های کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان 83111-841563

3- عضو هیت علمی گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار، جویبار

Email: mrajabi_v2010@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی عملکرد ادوات خاک‌ورزی ثانویه فعال و غیر فعال بر خواص فیزیکی خاک، آزمایشی در شهرستان جویبار در سال 1389 انجام گرفت. آزمایشات به صورت طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: سیکلوتیلر، هرس بشقابی و روتیواتور. پارامترهای اندازه گیری شامل جرم مخصوص ظاهری خاک، متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها، نفوذ تجمعی آب به خاک و شاخص مخروط خاک بود. نتایج نشان داد که نفوذ تجمعی تحت تأثیر نوع تیمارها در سطح یک درصد، معنی‌دار بود. بیشترین نفوذ تجمعی مربوط به روتیواتور با 66,20 سانتی‌متر و کمترین مربوط به سیکلوتیلر با 21,10 سانتی‌متر بود که تفاوت در نوع چرخش تیغه‌ها دلیل اصلی می‌باشد. شاخص مخروط در روتیواتور با 5,01 مگاپاسکال کمترین و در سیکلوتیلر با 5,54 مگاپاسکال بیشترین بود. متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها در هرس بشقابی با 27,60 میلی‌متر بیشترین و در سیکلوتیلر با 24,86 میلی متر کمترین بود. به طور کلی می‌توان بیان کرد که استفاده از هر دستگاه بستگی به خصوصیات بافت خاک، نوع کشت و شرایط اقلیمی منطقه دارد.

کلمات کلیدی: **خاک، خواص فیزیکی، روتیواتور، سیکلوتیلر، هرس بشقابی**.

مقدمه

سابقه خاک‌ورزی به 3000 سال قبل از میلاد مسیح برمی‌گردد ولی ظهور ادوات خاک‌ورزی مشابه با انواع امروزی، از اوائل قرن شانزدهم میلادی آغاز شده و پس از آن سیر تکاملی داشت (شفیعی، 1374). خاک‌ورزی به طور کلی یکی از کارهای اساسی زراعی در کشاورزی به جهت تأثیر بر خواص خاک، محیط و تولید محصول به حساب می‌آید (بویداس و همکاران، 2007). در واقع عملیات خاک‌ورزی مناسب، موجب بهبود ساختمان خاک، افزایش خلل و فرج، توزیع بهتر خاک‌دانه‌ها و نهایتاً اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک می‌شود (عاکف و همکاران، 1378). تحقیقات نشان داد که تأثیر ادوات خاک‌ورزی بر خواص فیزیکی خاک معنی‌دار است (بویداس و همکاران، 2007). اندازه‌ی خاک‌دانه‌ها، رطوبت، مقاومت نفوذی و جرم مخصوص ظاهری خاک، از جمله‌ی خواص فیزیکی مهم خاک به شمار می‌روند (احمدی و همکاران، 2009).

وارد شدن آب به داخل خاک را نفوذ گویند. ورود آب به داخل خاک در نتیجه‌ی تاثیر توأم نیروهای ثقلی و مویینگی صورت می‌گیرد. سرعت نفوذ در ابتدای ورود آب به خاک زیاد و سپس به تدریج تقلیل یافته و به مقدار ثابتی که فقط نتیجه‌ی عمل نیروی ثقل است می‌رسد (علیزاده، 1383). محققین عموماً متوسط وزنی قطر خاک‌دانه‌ها را مهم‌ترین معیار کمی جهت بیان درجه‌ی خرد شدن خاک می‌شناسند (لغوی، 1377). ازپینار و همکاران (2006) اذعان کردند که بیشترین میزان متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها متعلق به خاک‌ورزی مرسوم با گاوآهن برگردان‌دار به علاوه دو بار دیسک و تیلر دوار به علاوه یک بار دیسک‌زنی بود. نزدیک شدن ذرات جامد خاک به یکدیگر فشردگی نامیده می‌شود که در نتیجه‌ی آن فضای خالی بین آن هامحدود گشته و از رشد و توسعه ریشه گیاهان جلوگیری می‌نماید (همت و

همکاران، 2008). افزایش فشردگی خاک سبب محدودیت در رشد و توسعه ریشه و نیز محدودیت در فعالیت بیولوژیکی ریشه گیاهان و ارگانیسم‌های خاک به سبب کاهش تهویه خاک می‌گردد (وورهیس و همکاران، 1975).
روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر متفاوتی بر روی خصوصیات فیزیکی خاک از جمله جرم مخصوص ظاهری، سرعت نفوذ آب و شاخص نفوذپذیری دارد (عاکف و همکاران، 1378). اسانبیتان و همکاران (2005) گزارش کردند که روش‌های مختلف خاک‌ورزی تأثیر معناداری بر وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک دارد. طی سالیان اخیر ماشین‌های خاک‌ورزی دوار مورد توجه خاصی در دنیا قرار گرفته‌اند ولی به طور کلی تحقیقات روی ادوات دوار محور عمودی بسیار اندک است (باغبان خیبری و همکاران، 1387). یک سیکلوتیلر مزیت حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از ظهور خاک لایه‌ی زیرین و سنگ و کلوخه در لایه‌ی سطحی را با خود به همراه دارد. با این وجود عملکرد نادرست یک سیکلوتیلر، خاک را پودر خواهد کرد و منجر به تشکیل سله در خاک خواهد شد (برنتسن و همکاران، 2002). هرس-زنی به عملیات خاک‌وری ثانویه‌ای اطلاق می‌شود که معمولاً قبل از کاشت بذر و به منظور خرد کردن، هموار کردن و فشرده‌سازی خاک انجام می‌شود. هرس‌های بشقابی و دوار از جمله اعضای خانواده هرس‌ها هستند که می‌توانند به عنوان ادوات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه مورد استفاده قرار گیرند (ASAE standard، 2005). رشاد صدقی و همکاران (1389) نشان دادند که سطوح مختلف رطوبت خاک، بر میزان نرم‌سازی خاک توسط هرس بشقابی اثر معنی‌داری داشت. تغییر شکل خاک شخم نخورده در ماشین‌های خاک‌ورزی دوار محور افقی، شامل سه مرحله‌ی برش، جابجایی و پرتاب می‌باشد (کاتاآکا و همکاران، 2002). یکی از ادوات دوار در سیستم‌های خاک‌ورزی، روتیواتور است که بستر بذر را با یک بار عبور روی زمین تهیه کرده و در شرایط مناسب می تواند جایگزین ارزشمندی برای گاوآهن و دیسک باشد (به‌آیین و همکاران، 1381). هدف این تحقیق مقایسه تاثیر ادوات مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک بود.

مواد و روشها

آزمایش در یکی از مزارع گندم درروستای کوکنده از توابع شهرستان جویبار و در سال 1389 اجرا گردید. از نظر آب و هوایی، منطقه دارای اقلیم مرطوب و بافت خاک مزرعه، لومی-رسی بود. آزمایش به صورت طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نوع وسیله‌ی خاک‌ورز در سه سطح شامل: DH= هرس بشقابی، PH= سیکلوتیلر و RT= روتیواتور تیمارهای آزمایش بودند. پارامترهای اندازه‌گیری عبارت بودند از: متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها، جرم مخصوص ظاهری خاک، شاخص مخروط خاک و نفوذ تجمعی آب به خاک. مساحت مزرعه آزمایشی برابر 2675 متر مربع بود. هر بلوک مربوط به یک تکرار و شامل 3 کرت آزمایشی هرکدام به طول 50 متر بود. ابتدا، پس از سوزاندن علف‌های هرز و بقایای گیاهی سطح مزرعه، شخم اولیه با استفاده از یک دستگاه گاوآهن برگردان‌دار سه خیش، در شرایط گاورو و با عمق شخم 30 سانتی‌متر انجام گردید (احمدی و همکاران، 2009). جهت انجام آزمایش از یک هرس بشقابی 28 پره تاندوم کششی با عرض کار 270 سانتی‌متر، وزن 820 کیلوگرم و قطر بشقاب 50,8 سانتی‌متر استفاده شد. سیکلوتیلر مورد آزمایش دارای عرض کار 200 سانتی‌متر، وزن 650 کیلوگرم و تعداد 8 محور تیغه بود. روتیواتور مورد آزمایش دارای عرض کار 210 سانتی‌متر، وزن 445 کیلوگرم و تعداد 48 عدد تیغه بود. تمامی عملیات خاک‌ورزی توسط یک دستگاه تراکتور مسی فرگوسن 285 و با سرعت 1/25 متر بر ثانیه انجام گرفت (احمدی و همکاران، 2009).
متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها به وسیله‌ی یک سری هشت‌تایی از الک‌ها با قطرهای 89، 70، 63، 51، 32، 16، 8 و 6 میلی-متر ارزیابی شد (احمدی و همکاران، 2009). نمونه‌های خاک از سه نقطه از هر کرت، جمع‌آوری و از درون الک-ها عبور داده شد. کلوخه‌های موجود بر روی هر الک به مدت 30 ثانیه تکان داده شد (اقبال و همکاران، 1993). سپس مقدار خاک باقی‌مانده بر روی هر الک وزن گردید. قطر کلوخه‌های باقی‌مانده بر روی بزرگ‌ترین الک از سه بعد اندازه-

گیری و میانگین گرفته شد. متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست آمد (همت و همکاران، 1379 و بویداس و همکاران، 2007):

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \frac{w_i}{w} D_i \quad (1)$$

که در آن، MWD، متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها بر حسب میلی‌متر، w_i، وزن خاک روی هر الک بر حسب گرم، w، وزن کل نمونه خاک بر حسب گرم و D_i، قطر معادل کلوخه‌های روی هر الک (که برای الک دوم به بعد برابر است با متوسط قطر الک مورد نظر و قطر الک بالایی آن) بر حسب میلی‌متر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک از استوانه‌های مخصوص نمونه‌گیری با قطر داخلی 7,6 سانتی-متر و ارتفاع 5 سانتی‌متر استفاده گردید. در هر کرت از سه نقطه و از عمق‌های 5-0، 10-5 و 20-10 سانتی‌متر نمونه‌گیری انجام شد (احمدی و همکاران، 2009). برای اندازه‌گیری شاخص مخروط خاک از یک نفوذسنج دینامیکی با قطر مخروط 25,5 میلی‌متر و 61,7 درجه زاویه‌ی رأس استفاده شد. دستگاه نفوذسنج در 10 نقطه از هر کرت استفاده شد و شاخص مخروط خاک در هر نقطه بر اساس انرژی لازم جهت نفوذ مخروط به عمق مورد نظر تعیین گردید (همت و همکاران، 1379). برای اندازه گیری نفوذ تجمعی آب به خاک از روش استوانه مضاعف استفاده شد (همت و همکاران، 1379؛ بای‌بوردی، 1372).

نتایج و بحث

تجزیه واریانس خواص فیزیکی خاک تحت تاثیر تیمارها در جدول 1 آمده است. نتایج نشان داد که جرم مخصوص ظاهری، متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها و شاخص مخروط خاک تحت تأثیر نوع تیمارها قرار نگرفت و از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند. ولی دارای روند مشخص و قابل قبول در ستگاه‌ها بود. به طوری که جرم مخصوص ظاهری در دستگاه سیکلوتیر با 1,16 گرم بر متر مکعب بیشترین و در دستگاه روتیواتور با 0,95 گرم بر متر مکعب کمترین بود. که شاید قابل انتظار نبود ولی می‌توان دلیل را در نوع پراکندگی اندازه کلوخه‌ها جستجو کرد که در دستگاه سیکلو تیلر علی‌رغم این‌که خردشدگی بیش‌تری داشت ولی در کل عمق، دارای یک اندازه بود در حالی که در هرس بشقابی و روتیواتور اندازه ذرات خاک دارای یکنواختی در عمق و سطح نبود و این دو دستگاه برعکس یکدیگر بودند. به طور کلی هرس بشقابی در خاک، کلوخه‌های ریز را در عمق و کلوخه های بزرگ را در سطح قرار می‌دهد ولی این شرایط دقیقاً در روتیواتور برعکس است. متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها همان طورکه انتظار می‌رفت دستگاه هرس بشقابی با 27,60 میلی-متر بیشترین و دستگاه سیکلوتیلر با 24,86 میلی‌متر کمترین بود. به طوری که میزان خردشدگی بیشتر در این دستگاه را می توان به سرعت بالای چرخش در این دستگاه نسبت داد. شاخص مخروط خاک که نشان دهنده‌ی مقاومت نفوذی عمودی خاک نسبت به یک جسم مخروطی شکل است در دستگاه روتیواتور با 5,01 مگاپاسکال کمترین و در دستگاه سیکلوتیلر با 5,54 مگاپاسکال بیشترین بود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نفوذ تجمعی آب به خاک تحت تأثیر نوع تیمارها قرار گرفت و از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد، معنی دار بود. این خاصیت فیزیکی خاک در اراضی کشاورزی اهمیت زیادی داشته و در هر منطقه بر اساس میزان و شدت بارش و هم‌چنین نوع گیاه و میزان بارندگی برای ذخیره سازی رطوبت در خاک خیلی مهم است. چنان که مثلاً در مناطق خشک و یا مناطق پرباران که میزان بارش کم ولی شدت آنها زیاد است باید خاک توانایی نفوذ زیاد داشته باشد تا سیلاب و فرسایش با توجه به نوع خاک آن مناطق در اثر بارندگی ایجاد نشود. هم‌چنین حفظ و ذخیره رطوبت برای گیاه زراعی در عمق، مهم است. بنابراین همه صفات ذکر شده در بالا اگرچه خصوصیتی از خاک را بیان کردند اما نتیجه‌ی همه آنها را باید در این خاصیت مهم دید.

جدول 1- تجزیه واریانس خواص فیزیکی خاک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	جرم مخصوص ظاهری	متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها	نفوذ تجمعی آب به خاک	شاخص مخروط خاک
تکرار	2	0,00	0,21	11,01	0,54
نوع دستگاه	2	0,06 ^{ns}	13,70 ^{ns}	2913,13 **	0,53 ^{ns}
خطا	4	0,02	7,75	16,75	1,08
کل	8	0,08	21,66	2940,89	2,15
C.V.		7,05	5,38	4,73	9,71

^{ns} عدم تفاوت معنی‌دار، ** تفاوت معنی‌دار در سطح 1٪

نتایج مقایسه میانگین‌های خواص فیزیکی خاک تحت تاثیر تیمارها در جدول 2 آمده است و نشان داد که بیشترین نفوذ تجمعی آب به خاک مربوط به روتیواتور با 66,20 سانتی‌متر و کمترین مربوط به سیکلوتیلر با 21,10 سانتی‌متر بود. تفاوت زیاد در مقادیر نفوذ تجمعی آب به خاک مربوط به این دو دستگاه شاید به این دلیل باشد که سیکلوتیلر به لحاظ شدت ضربات بیش‌تر، میزان نرم‌شدگی بیش‌تری در خاک ایجاد کرده و در نتیجه باعث نفوذ کم‌تر آب به خاک گردید. این امر در مقادیر جرم مخصوص ظاهری خاک نیز مشهود است که در مورد سیکلوتیلر بیش‌تر از روتیواتور بود.

جدول 2- مقایسه میانگین‌های خواص فیزیکی خاک تحت تاثیر تیمارها*.

تیمارها	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	متوسط وزنی قطر کلوخه‌ها (میلی‌متر)	نفوذ تجمعی آب به خاک (سانتی‌متر)	شاخص مخروط خاک (مگاپاسکال)
روتیواتور	0,95 ^{a}	25,15 ^{a}	66,2 ^{a}	5,01 ^{a}
سیکلوتیلر	1,16 ^{a}	24,85 ^{a}	21,1 ^{c}	5,54 ^{a}
هرس بشقابی	1,05 ^{a}	27,60 ^{a}	43,6 ^{b}	5,51 ^{a}

* در هر ستون تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند معنی‌دار نیست.

نتیجه گیری

به طور کلی با توجه به نتایج آزمایش می توان بیان کرد که استفاده از هر دستگاه بستگی به نیاز منطقه و خصوصیات بافت خاک، نوع کشت و شرایط اقلیمی داشته و بالا بودن یک صفت برای یک دستگاه به معنی برتری آن نسبت به دستگاه دیگر نیست و نوع مصرف، میزان و شدت بارش، نوع محصول و هدف کشاورز تعیین کننده نوع دستگاه مورد استفاده است.

منابع

باغبان خیبری م، قاسم‌زاده ح ر، عبداله‌پورش ا، مهدی‌نیا ع و ولی‌زاده م، 1387. مقایسه اثر عملکردی سیکلوتیلر و دیسک تاندم در خاک‌های خشک منطقه خراسان. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. مشهد.

بای بوردی م، 1372. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

به آیین م و شیخ داودی م ج، 1381. اثر سرعت پیشروی تراکتور و وضعیت استقرار درپوش بر عملکرد تراکتور. مجله علمی کشاورزی. جلد 25، شماره 2.

رشاد صدقی، ع. و م. لغوی. 1389. تاثیر رطوبت خاک در خاک ورزی اولیه و سرعت پیشروی در عملیات دیسک زنی بر عملکرد هرس بشقابی به عنوان خاک ورز ثانویه. فصلنامه مهندسی بیوسیستم ایران. سال چهلم، شماره دو، صفحه 131.

شفیعی س ا، 1374. ماشین‌های خاک‌ورزی. چاپ اول. تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ص 2-1.

عاکف م و باقری ا، 1378. مدیریت خاک و نقش ماشینهای کشاورزی در خصوصیات فیزیکی خاک. ترجمه. انتشارات دانشگاه گیلان.

علیزاده ا، 1383. فیزیک خاک. موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی. 440 صفحه.

لغوی م و بهنام س، 1377. تاثیر رطوبت خاک و عمق شخم بر عملکرد گاوآهن بشقابی در یک خاک لوم رسی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 2، ص 96-85.

همت ع، صادق نژاد ح ر و علیمردانی ر، 1379. مقاومت کششی زیرشکن ارتعاشی در دو حالت ارتعاشی و بدون ارتعاش و اثر آن بر خواص فیزیکی خاک. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 31، شماره 1، ص 144-127.

Ahmadi, H. and K. Mollazade. 2009. Effect of Plowing Depth and Soil Moisture Content on Reduced Secondary Tillage. Agricultural Engineering International: The CIGR EJournal. Manuscript MES 1195, Vol. XI.

ASAE Standard. 2005. ASAE. S. 414,1.

Berntsen, R. and B. Berre . 2002. Soil Fragmentation and the Efficiency of Tillage Implements. Soil and Tillage Research. (64):137–147.

Boydas, M. G. and N. Turgut. 2007. Effect of tillage implements and operating speeds on soil physical properties and wheat emergence. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31, 399-412.

Eghball, B., L.N. Mielke, G.A. Calvo and W.W. Wilhelm. 1993. Fractal description of soil fragmentation for various tillage methods and crop sequences. *Soil Science Society American journal*, 57, 1337-1341

Hemmat A. and V.I. Adamchuk. 2008. Sensor systems for measuring soil compaction: Review and analysis. Computers and electronics in agriculture 63:89–103.

Kataoka, T. and S. Shibusawa. 2002. Soil Blade Dynamics in Reverse-Rotational Rotary Tillage. Journal of Terramechanics. Vol. (39): 95-113.

Ozpinar, S. and A. Cay. 2006. Effect of Different Tillage Systems on the Quality and Crop Productivity of a Clay–Loam Soil in Semi-Arid North-Western Turkey. Soil and Tillage Research. Vol. 88(1-2): 95-106.

Voorhees, W.B., Farrell, D.A., Larson, W.E. 1975. Soil strength and aeration effects on root elongation. Proceedings Soil Science Society of America 39: 948-953.