Archive of SID

تأثیر مالچ آلی آفتابگردان بر خصوصیات هیدرولیکی و مکانیکی خاک در انرژی‌های تراکمی مختلف

نورعلی حقدوست قهرمانلو[۱]، وحید رضاوردی‌نژاد[۲*]، مجید منتصری[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۷/۲۱)

چکیده

مالچ‌های آلی باعث بهبود خصوصیات هیدرولیکی و مکانیکی خاک‌های زراعی شده و از مهم‌ترین اقدامات خاک‌ورزی محسوب می‌شوند. در این پژوهش، تأثیر بقایای پته آفتابگردان بر خواص مکانیکی، هیدرولیکی و فیزیکی خاک در مقیاس آزمایشگاهی بررسی شد. آزمایش‌ها به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی، در سه سطح مالچ ۰، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار، سه سطح انرژی تراکمی ۱۲۱/۴۱، ۲۴۲/۸۳ و ۳۶۴/۲۵ کیلوژول بر مترمکعب و در سه تکرار توسط دستگاه تست تراکم به روش پراکتور انجام شد. مطابق نتایج در انرژی تراکمی ۱۲۱/۴۱ کیلوژول بر مترمکعب، چگالی ظاهری خاک خشک حاوی ۱۰ و ۲۰ تن مالچ در هکتار نسبت به خاک بدون مالچ، به‌ترتیب ۲/۸۵ و ۵/۱ درصد کاهش یافت. هدایت هیدرولیکی اشباع خاک نیز به‌ترتیب ۷۹۴ و ۹۰۵ درصد، ظرفیت زراعی ۵/۲۹ و ۷/۰۱ درصد و رطوبت پژمردگی دائم نیز ۲/۳۴ و ۱۰/۲۷ درصد افزایش یافتند. علاوه بر این، در انرژی تراکمی ۳۶۴/۲۵ کیلوژول بر مترمکعب، نتایج مشابهی مشاهده شد. به‌طوری‌که در خاک حاوی ۱۰ و ۲۰ تن مالچ در هکتار نسبت به خاک بدون مالچ، چگالی ظاهری خشک به‌ترتیب ۱/۸۷ و ۴/۴۸ درصد کاهش و هدایت هیدرولیکی اشباع به‌ترتیب ۲۰۰ و ۳۰۰ درصد، ظرفیت زراعی ۲/۷۹ و ۷/۳۱ درصد و نقطه پژمردگی دائم نیز ۷/۵۶ و ۱۴/۴۳ درصد افزایش داشتند. نتایج این تحقیق نشان داد که مالچ پته آفتابگردان، خصوصیات هیدرولیکی و مکانیکی خاک را در انرژی‌های تراکمی مختلف بهبود می‌بخشد و با افزایش انرژی تراکمی، مقادیر بهبود این خصوصیات، کاهش می‌یابند.

واژه‌های کلیدی: جرم مخصوص ظاهری، مالچ آلی پته آفتابگردان، هدایت هیدرولیکی اشباع

حقدوست قهرمانلو ن.، رضاوردی‌نژاد و.، منتصری م. ۱۳۹۹. تأثیر مالچ آلی آفتابگردان بر خصوصیات هیدرولیکی و مکانیکی خاک در انرژی‌های تراکمی مختلف. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۸، شماره ۳. صفحه: ۲۷-۳۹.

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه (مکاتبه کننده)
۳- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
*پست الکترونیک: v.verdinejad@urmia.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تراکم یا فشردگی خاک، در اثر اعمال بار به وجود آمده (Barut & Akbolat, 2005) و باعث تخریب ساختمان خاک می‌شود که این امر کاهش نرخ نفوذ آب به خاک، کاهش کیفیت خاک و کاهش عملکرد محصولات را به دنبال دارد (Duiker, 2002; Najafi Abadi & Asudar, 2009; Saeedifar *et al.*, 2015; Akhavan & Shabanpour, 2016). از جمله روش‌های کاهش تراکم خاک، استفاده از مالچ است که برای محافظت و ارتقاء کیفیت خاک، روی سطح خاک گسترده و یا به داخل خاک افزوده می‌شود. مالچ‌ها به دو نوع آلی و غیرآلی تقسیم می‌شوند. مالچ‌های آلی یا بیولوژیک، شامل مواد طبیعی مانند علف خشک، کاه و کلش، پوست درخت، چوب خرد شده، برگ، خاک اره، کمپوست و ... بوده و مالچ‌های غیرآلی یا شیمیایی به پوشش‌هایی از جنس پلاستیک یا پلی‌اتیلن با ضخامت ۰/۹ تا ۲ میلی‌متر گفته می‌شود که بر روی خاک گسترده می‌شوند (Smets *et al.*, 2008). محققان مختلفی، افزودن مالچ را از مهم‌ترین اقدامات حفاظت آب و خاک، اصلاح محیط ریشه از جنبه‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی معرفی نموده‌اند (Blake & Hartge, 1986; Sakin *et al.*, 2011; Kabir *et al.*, 2012; Kakaire *et al.*, 2015). برگرداندن بقایای گیاهی به خاک، موجب بهبود پایداری خاکدانه‌ها، تهویه مناسب، تعادل خلل و فرج ریز و درشت، کاهش چگالی ظاهری، افزایش نفوذپذیری و هم‌چنین بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و کارآیی مصرف آب در مزرعه می‌شود (Hormann *et al.*, 1994; Barut & Akbolat., 2005; Shaver, 2010; Saha *et al.*, 2010). مطابق نتایج گوپتا و همکاران (Gupta *et al.*, 1987)، بقایای ارزن با مقادیر ۰/۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، تأثیر چندانی در کاهش مقدار چگالی ظاهری خشک تحت انرژی‌های تراکمی نداشت. برایدا و همکاران (Braida *et al.*, 2006) تأثیر بقایای علفی (چمن) سطح خاک به مقدار ۰/۲، ۴/۸ و ۱۲ تن در هکتار را در کاهش چگالی ظاهری خاک تحت انرژی‌های تراکمی ۲۴/۱، ۳۶/۱، ۶۰/۲ و ۸۴/۲ کیلوژول بر مترمکعب بررسی نموده و نتیجه گرفتند افزودن بقایای علفی ۱۲ تن با انرژی تراکمی ۶۰/۲ کیلوژول بر مترمکعب، بیشترین کاهش چگالی ظاهری را در پی دارد. استفاده از مالچ آلی علاوه بر نقش تغذیه‌ای، موجب بهبود خصوصیات هیدرولیکی خاک و افزایش عملکرد گیاه می‌شود. براساس نتایج راجش و مال (Rajesh & Mall, 2012) کاربرد مالچ آلی لجن فشرده سولفاته در مقایسه با خاک بدون مالچ، هدایت هیدرولیکی خاک را از ۰/۱۵۴ به ۰/۱۶۴ سانتی‌متر بر ساعت افزایش داد و بیشترین میزان هدایت هیدرولیکی (۰/۱۷۲ سانتی‌متر بر ساعت) در خاک با میزان مالچ ۲۰ تن در هکتار حاصل شد.

کاکایره و همکاران (Kakaire *et al.*, 2015) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از مالچ بطور معنی‌داری خواص هیدرولیکی، تراکم فشاری، چگالی ظاهری، هدایت هیدرولیکی اشباع، میانگین وزنی قطر ذرات، ظرفیت زراعی و ظرفیت پژمردگی خاک را بهبود می‌بخشد. سینکیوسین و همکاران (Sinkevičienė *et al.*, 2009) آزمایشی در مزارع کشاورزی دانشگاه لیتوانی طی سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۵ به منظور ارزیابی تأثیر مالچ‌های مختلف بر خصوصیات خاک و تولید محصول انجام دادند. نتایج نشان داد که استفاده از مالچ‌های آلی سبب کاهش دمای خاک، افزایش رطوبت موجود در خاک، کاهش علف‌های هرز در سطح مزرعه و افزایش تولید محصول می‌شود. ابوزینا و همکاران (Abouziena *et al.*, 2008) تأثیر مالچ‌های آلی بر کنترل علف‌های هرز را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند کاه برنج به میزان ۸۵-۹۸ درصد، علف‌های هرز را کنترل می‌کند. بهاتچاریا و همکاران (Bhattacharyya *et al.*, 2007) معتقدند استفاده از بقایای گیاهی در اراضی کشاورزی، سبب بهبود ساختمان و ظرفیت نگهداری آب در خاک و افزایش نفوذپذیری خاک شده و چگالی ظاهری و کربن آلی خاک را بهبود می‌بخشد. مطابق آمارنامه کشاورزی (Ahmadi *et al.*, 2019) سطح زیر کشت آفتابگردان طی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در استان آذربایجان غربی ۳۴۸۶۸ هکتار بوده که در مجموع ۵/۱ درصد از زراعت استان (در مجموع ۶۸۹۶۸۰ هکتار) و ۵۸/۵ درصد از محصولات صنعتی استان (در مجموع ۵۹۶۲۰ هکتار) را تشکیل می‌دهد. بنابراین با توجه به کشت وسیع آفتابگردان طی سال‌های اخیر، استفاده از بقایای آن به‌عنوان مالچ آلی جهت بهبود ویژگی‌های خاک سودمند خواهد بود. مطابق بررسی‌های صورت گرفته، تاکنون از پته آفتابگردان (طَبَق آفتابگردان بدون ساقه آن) به

www.SID.ir

Archive of SID

عنوان مالچ استفاده نشده است. لذا با توجه به تولید زیاد بقایای این گیاه در مزارع، بررسی تأثیر مالچ پته بر خصوصیات هیدرولیکی و مکانیکی خاک اهمیت دارد. با توجه به این‌که حرکت ماشین‌آلات کشاورزی همواره موجب متراکم شدن خاک شده و اثرات نامطلوبی (به‌ویژه در رطوبت‌های بالا) بر خصوصیات هیدرولیکی خاک دارد، یکی دیگر از اهداف این پژوهش بررسی اثر همزمان استفاده از مالچ آلی و تراکم بر خصوصیات هیدرولیکی خاک و کاهش اثرات نامطلوب تراکم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

خاک مورد استفاده در این پژوهش از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه، با طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و از عمق شخم ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت شد. خاک تهیه شده از مزرعه در وضعیت هواخشک از الک استاندارد ۲ میلی‌متری عبور داده شد. برای اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات خاک از روش هیدرومتری (Ma *et al.*, 2010) استفاده شد. ماده آلی خاک نیز از احتراق به روش تر و pH خاک با استفاده از pH متر تعیین شدند (Salinity Laboratory Staff, 1954; Schwedt & Schnepel, 1981; Royan Consulting Engineers, 2009). برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت آزمایش

Table 1. Selected physical and chemical properties of studied soil

Organic matter (%)	pH	Texture	Silt (%)	Sand (%)	Clay (%)
0.85	8.2	Silty loam	55.4	35.4	9.2

به‌منظور تهیه مالچ، در فصل برداشت آفتابگردان (۱۵ تا۳۰ شهریور ماه)، بقایای آن جمع‌آوری و هواخشک گردید. در هر آزمایش پراکتور، سه کیلوگرم از خاک هواخشک (معادل وزن خاک لازم برای تست پراکتور) برداشت و به رطوبت وزنی ۱۵/۳ درصد رسانده شد. سپس مقادیر ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار (۰/۴ و ۰/۸ درصد خاک) مالچ پته آفتابگردان به‌طور همگن با خاک مخلوط و آزمایش پراکتور با سطوح مختلف انرژی انجام شد (شکل ۱).

شکل ۱- مخلوط مالچ و خاک و تست پراکتور

Figure 1. The mixture of mulch and soil and Proctor test

در این مطالعه جهت تعیین رطوبت گاورو (خاک دارای رطوبت ۱۵ تا ۲۰ درصد وزنی)، از مزرعه شخم‌خورده نمونه‌برداری رطوبت به‌صورت دست‌خورده انجام شد (Promotion Publication No.358, 2003; Asghari Meidani *et al.*, 2014). نتایج نشان داد رطوبت حالت گاورو برای پژوهش حاضر ۱۵/۳ درصد وزنی بود.

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین نمونه‌های برداشت شده (۳ کیلوگرمی) پس از رساندن به رطوبت وزنی ۱۵/۳ درصد، با سطوح مختلف مالچ مخلوط گردید.

به‌منظور انتخاب سطوح مالچ نیز از نتایج پژوهش‌های قبلی استفاده گردید (Gupta *et al.*, 1987; Braida *et al.*, 2006; Rajesh & Mall, 2012). مطابق این پژوهش‌ها، کاربرد مالچ در سطح کمتر از ۵ تن در هکتار تأثیر زیادی بر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک ندارد. براساس پژوهش‌های صورت گرفته توسط محققان مختلف (Khurshid *et al.*, 2006; pervaiz *et al.*, 2009; Jordan *et al.*, 2010; Reichert *et al.*, 2016)، کاربرد مالچ در سطح بیش از ۱۰ تن در هکتار بر خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و هیدرولیکی خاک تأثیرگذار است. بنابراین در پژوهش حاضر، در کنار سطح بدون مالچ به‌عنوان شاهد (S0)، از دو سطح ۱۰ و ۲۰ تن مالچ در هکتار (به‌ترتیب S10 و S20) استفاده و میزان تأثیر هریک بر خصوصیات هیدرولیکی و مکانیکی خاک تعیین گردید.

در پژوهش معلمی اوره و کارپرورفرد (Moalemi ureh & Karparvar fard, 2008)، انرژی وارده بر خاک مزرعه توسط تراکتور مسی فرگوسن مدل ۲۸۵ با گاوآهن و خیش ۲۰۸۶ کیلوگرم روی محور عقب، اندازه‌گیری و معادل ۱۴۵ کیلوژول بر مترمکعب بود. بنابراین در پژوهش حاضر، یک سطح انرژی کمتر و دو سطوح انرژی بیشتر از این مقدار که معادل ۱۲۱/۴۱، ۲۴۲/۸۳ و ۳۶۴/۲۵ کیلوژول بر مترمکعب (به‌ترتیب E1، E2 و E3) بود، انتخاب شدند که به‌ترتیب نشان‌دهنده تراکم کم، متوسط و زیاد هستند (Moalemi ureh & Karparvar fard, 2008). در این پژوهش، تأثیر افزودن مالچ آلی پته آفتابگردان به خاک در سه سطح انرژی و در سه سطح مالچ در سه تکرار و در سطح رطوبتی گاورو بررسی گردید.

تست پراکتور معمولی

جهت شبیه‌سازی تراکم ناشی از حرکت ماشین‌آلات، از آزمایش تراکم پراکتور معمولی استفاده گردید. آزمایش‌ها با تعداد ضربات ۵، ۱۰ و ۱۵ ضربه به‌ترتیب معادل انرژی‌های ۱۲۱/۴۱، ۲۴۲/۸۳ و ۳۶۴/۲۵ کیلوژول بر مترمکعب انجام گرفت.

تعیین مشخصات خاک

تراکم، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک از جمله پارامترهای اساسی هیدرولیکی و مکانیکی خاک می‌باشد. به‌منظور تعیین مقدار چگالی ظاهری خاک مزرعه، از سطح مزرعه به‌صورت دست‌نخورده و با استفاده از استوانه استاندارد با قطر و ارتفاع به‌ترتیب ۵/۵ و ۲ سانتی‌متر، نمونه‌برداری صورت گرفته و مقدار این پارامتر ۱/۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب محاسبه گردید. چگالی ظاهری خاک مورد آزمایش با استفاده از تست پراکتور معمولی، رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم با استفاده از صفحات فشاری و به‌ترتیب تحت مکش یک سوم و ۱۵ بار تعیین گردید (Peron *et al.*, 2006).

با توجه به آزمایشگاهی بودن این مطالعه، هدایت هیدرولیکی بر روی نمونه‌های آزمایشگاهی و با اعمال شرایط کاملا مشابه و یکسان صورت گرفت. به این منظور پس از افزودن سطوح مختلف مالچ به خاک در آزمایشگاه، عمل تراکم به‌طور دقیق داخل استوانه آزمایش با بار ثابت تحت سطوح انرژی معادل تست پراکتور (تعداد ضربات ۵، ۱۰ و ۱۵) و در شرایط کاملاً یکسان برای سطوح مختلف مالچ و تراکم، مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفت.

بررسی معنی‌داری اثر مالچ و انرژی تراکمی بر مقادیر پارامترهای مکانیکی، هیدرولیکی و فیزیکی خاک

جهت آنالیز آماری، پژوهش حاضر از آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی استفاده شد (Najafi & Mardomi, 2012; Asghari & Najafian, 2016). آزمایش‌ها در سه تکرار صورت گرفت. برای انجام آنالیز آماری، در ابتدا تست نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی بررسی و سپس تجزیه واریانس و مقایسه میانگین انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف استفاده شد (Valizadeh & Moghadam, 2014; Tishezan *et al.*, 2016). در صورت نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس صورت گرفته و سپس مقایسه میانگین با استفاده از روش پارامتری SNK انجام گردید. SNK آزمون ساده‌ای است که جهت مقایسه‌های دو به دو به کار می‌رود و خطای نوع اول را کاهش می‌دهد. در حالت کلی، آزمون‌هایی که خطای نوع اول را کاهش می‌دهند، بین

www.SID.ir

Archive of SID

محققین کاربرد بیشتری دارند. آزمون SNK خطای نوع اول کمتری داشته و آزمون میانه‌روی بوده که به همین دلیل در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. در پژوهش‌های قبلی نظیر شیوخی سوغانلو و رائینی سرجاز (Shiokhi Sughanloo & Rainy Sarjaz, 2018) نیز از آزمون SNK به‌منظور بررسی معنی‌داری اثر مالچ بر عملکرد توت‌فرنگی استفاده گردید. در صورت عدم نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از روش‌های تبدیل و نرمال‌سازی داده‌ها، مجدداً تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها صورت گرفت. در صورت عدم نرمال بودن داده‌های تبدیل‌شده، بررسی میانگین‌ها با استفاده از روش‌های ناپارامتریک انجام گرفت. در این پژوهش از روش ناپارامتریک کروسکال والیس استفاده گردید (Valizadeh & Moghadam, 2014). کلیه مراحل مذکور با استفاده از نرم‌افزار SPSS 25 انجام شد.

نتایج و بحث

آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها

نتایج آزمون کولموگروف – اسمیرنوف نشان داد جرم مخصوص ظاهری خاک دارای توزیع نرمال است، اما سایر پارامترها از توزیع نرمال برخوردار نمی‌باشند. بنابراین ابتدا با استفاده از تابع لگاریتم طبیعی (لگاریتم در مبنای ۱۰)، تبدیل داده صورت گرفت (Rezae et al., 2012; Tishezan et al., 2016). پس از تبدیل داده، مقادیر هدایت هیدرولیکی از توزیع نرمال تبعیت نمود، اما پارامترهای ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم پس از بکارگیری توابع مختلف شامل لگاریتم طبیعی، تبدیل جذری، تبدیل زاویه و تبدیل لاجیت نیز، نرمال نشدند. بررسی تأثیر سطوح مختلف مالچ و انرژی بر روی جرم مخصوص ظاهری، لگاریتم هدایت هیدرولیکی اشباع، رطوبت وزنی ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم نشان داد که از نظر آماری اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۳). اثر متقابل انرژی و مالچ نیز بر روی لگاریتم هدایت هیدرولیکی اشباع و رطوبت پژمردگی دائم معنی‌دار بود. به‌گونه‌ای‌که بیشترین مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع و رطوبت پژمردگی دائم در سطح اول انرژی و سطح سوم مالچ مشاهده شد (به‌ترتیب ۰/۳۴۲ سانتی‌متر بر ساعت و ۱۶/۰۶ درصد وزنی). اما اثر متقابل دو تیمار سطوح مالچ و انرژی بر روی پارامترهای جرم مخصوص ظاهری و رطوبت ظرفیت زراعی معنی‌دار نبود و اعمال تیمار مالچ، تأثیر بیشتری روی بهبود ظرفیت زراعی خاک داشت. در حالی‌که تیمار انرژی تراکمی بر روی تغییرات جرم مخصوص ظاهری تأثیرگذارتر بوده است (جدول‌های ۲ و ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس پارامترهای جرم مخصوص ظاهری و لگاریتم هدایت هیدرولیکی

Table 2. Variance analysis for bulk density, log of saturated hydraulic conductivity and soil porosity

Source of variation	Df	Bulk density (g cm^{-3})		Log (K_S)	
		P-Value	Mean Square	P-Value	Mean Square
Energy	2	0.094	<0.001*	0.140	<0.001*
Mulch	2	0.011	<0.001*	0.033	<0.001*
Energy × Mulch	4	<0.001	0.758^{ns}	0.026	<0.001*
error	18	<0.001		<0.001	

* و ns به‌ترتیب معنی‌داری و عدم معنی‌داری در سطح پنج درصد

(Significant and no significant at 5% probability level, respectively) ns و *

جدول ۳- تجزیه واریانس پارامترهای رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم

Table 3. Variance analysis for field capacity and permanent wilting point

Source of variation	Df	Field capacity (g g^{-1})		Permanent wilting point (g g^{-1})	
		Mean Square	P-Value	Mean Square	P-Value
Energy	2	<0.001	<0.001*	<0.001	<0.001*
Mulch	2	0.001	<0.001*	<0.001	<0.001*
Energy × Mulch	4	<0.001	0.777^{ns}	<0.001	<0.001*
error	18	<0.001		<0.001	

* و ns به‌ترتیب معنی‌داری و عدم معنی‌داری در سطح پنج درصد

(Significant and no significant at 5% probability level, respectively) ns و *

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مقایسه میانگین به روش SNK نشان داد، میانگین جرم مخصوص ظاهری و هدایت هیدرولیکی اشباع به‌ازای سطوح مختلف مالچ و انرژی، در سه گروه مجزا قرار گرفته است (حرف مشترک ندارند) و از نظر آماری با یکدیگر متفاوت‌اند. به‌گونه‌ای که بیشترین مقادیر میانگین جرم مخصوص ظاهری و هدایت هیدرولیکی اشباع (۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب و ۰/۱۵ سانتی‌متر بر ساعت) به‌ازای سطوح مختلف مالچ، به‌ترتیب در سطح سوم و اول انرژی رخ داده است (جدول ۴).

جدول ۴- آزمون مقایسه میانگین SNK برای جرم مخصوص ظاهری و لگاریتم هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

Table 4. SNK mean comparison test for bulk density and log of saturated hydraulic conductivity

Independent variable	Mean of depended variable		
	Variable level	Bulk density (g cm^{-3})	Log (K_S)
Energy	1	1.41 c	-0.82 a
	2	1.56 b	-1.82 b
	3	1.60 a	-2.74 c
Mulch	1	1.56 a	-2.26 c
	2	1.52 b	-1.57 b
	3	1.48 c	-1.37 a

ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

Means in columns followed by same letter are not significantly different (P<0.05)

بررسی میانگین‌های پارامترهای رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم با روش کروسکال والیس نشان داد، بین میانگین مقادیر ظرفیت زراعی، به ازای سطوح مختلف انرژی و مالچ، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. با وجود اینکه تأثیر سطوح مالچ بر روی مقادیر رطوبت پژمردگی دائم بیشتر از تیمار انرژی است، اما میانگین این پارامتر در سه سطح انرژی تفاوت معناداری نکرده است (جدول‌های ۵ و ۶).

تأثیر سطوح مالچ و تیمار و رویه تأثیر متقابل این دو تیمار بر جرم مخصوص ظاهری، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، رطوبت ظرفیت مزرعه و پژمردگی دائم در شکل‌های ۳ تا ۵ ارائه گردیده است.

جدول ۵- میانگین رتبه‌های پارامترهای رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم در آزمون کروسکال والیس

Table 5. Average ratings of porosity, field capacity and permanent wilting point in Kreskas-Wallis test

Variable level	No	Field capacity (g g^{-1})		Permanent wilting point (g g^{-1})	
		Energy	Mulch	Energy	Mulch
1	9	20.00	9	23.11	9.67
2	9	14.44	9	12.11	14.11
3	9	7.56	9	6.89	18.22
Total	27		27		

جدول ۶- مقادیر احتمال پارامترهای رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم در آزمون کروسکال والیس (P <۰/۰۵)

Table 6. Probability values of porosity, field capacity and permanent wilting point in Kreskas Wallis test at P<0.05

Factor	Field capacity (g g^{-1})		Permanent wilting point (g g^{-1})	
	Energy	Mulch	Energy	Mulch
Kreskas-Wallis H	11.14	11.91	5.39	19.63
Degrees of freedom	2	2	2	2
P-Value	0.004*	0.003*	0.068^{ns}	0.001*

* و ns (Significant and no significant at 5% probability level, respectively)

تأثیر سطوح مالچ و انرژی بر جرم مخصوص ظاهری خاک

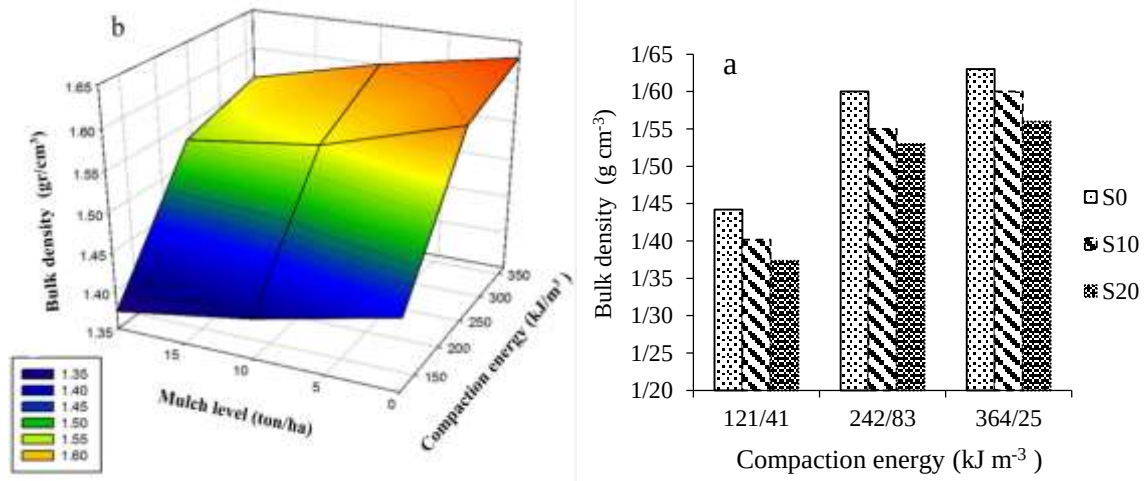
جرم مخصوص ظاهری (در یک سطح مالچ) با افزایش انرژی تراکمی، افزایش و با افزایش مالچ پته آفتابگردان (در یک سطح انرژی)، کاهش می‌یابد (شکل ۲- a) و بیشترین میانگین مقدار جرم مخصوص (۱/۶۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب) مربوط به سطح سوم انرژی و سطح اول مالچ می‌باشد. همچنین مطابق شکل (۲- b)، با

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش مقدار مالچ و کاهش انرژی تراکمی خاک (اثر متقابل)، چگالی ظاهری خاک کاهش می‌یابد و بالعکس. مطابق این شکل، بیشترین کاهش چگالی ظاهری در انرژی تراکمی ۱۲۱/۴۱ کیلوژول برمترمکعب در سطح مالچ S20 نسبت به S0 در حدود ۵/۱ درصد بوده است. جلیلی (Jalili, 2017) میزان کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در اثر مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی را ۱۵ درصد گزارش نموده است.

با وجود این‌که تاکنون در ارتباط با تأثیر مالچ پته آفتابگردان بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک مطالعه‌ای صورت نگرفته است، اما پژوهش‌های گسترده‌ای در رابطه با تأثیر سایر مالچ‌های آلی بر ویژگی‌های هیدرولیکی و مکانیکی خاک انجام شده است. در مطالعات انجام یافته توسط ریچرت و همکاران (Reichert *et al.*, 2016) در تست تراکم تطبیقی، گزارش‌هایی از کاهش چگالی ظاهری با افزایش مالچ آلی تحت انرژی معادل بار وارده شده، ارائه شده است. این محققان در مطالعه خود در خاک بدون مالچ آلی (ذرت) در انرژی تراکمی ۱۷۵/۴ کیلوژول بر مترمکعب، چگالی ظاهری را ۱/۸۶ گرم بر سانتی‌مترمکعب بدست آوردند که حدود ۹/۴۱ درصد بیشتر از چگالی ظاهری خاک با مالچ آلی ذرت به مقدار ۱۲ تن در هکتار بود. در انرژی‌های تراکمی ۵۲/۶ و ۱۰۵/۲ کیلوژول بر مترمکعب، چگالی ظاهری خاک بدون مالچ آلی ذرت به‌ترتیب ۹/۲۴ و ۳/۱ درصد بیشتر از چگالی ظاهری خاک با مالچ آلی ذرت به مقدار ۱۲ تن در هکتار بود. با مقایسه تأثیر مالچ ذرت با مالچ پته آفتابگردان در پژوهش حاضر، بقایای ذرت بیشتر از بقایای پته آفتابگردان، چگالی ظاهری خاک را کاهش داده است. چرا که کاهش چگالی ظاهری در انرژی تراکمی یکسان ۱۷۵/۴ کیلوژول برمترمکعب، با مالچ ذرت به مقدار ۱۲ تن در هکتار برابر با ۹/۴۱ درصد و با مالچ پته آفتابگردان به مقدار ۲۰ تن در هکتار برابر با ۴/۸۵ درصد بوده است. دلیل کاهش چگالی ظاهری خاک در اثر افزودن مالچ، بهبود ساختمان خاک، اصلاح دانه‌بندی و به تعادل رسیدن منافذ ریز و درشت خاک است که در نهایت موجب کاهش چگالی ظاهری خاک می‌شود. قومان و سور (Ghuman & Sur, 2001) نیز معتقدند مالچ‌های آلی، چگالی ظاهری خاک خشک، به ویژه خاک‌های خیلی فشرده را کاهش می‌دهد. برایدا و همکاران (Braida *et al.*, 2006) نیز کاهش حداکثر چگالی ظاهری در انرژی‌های تراکمی مختلف را تأیید نمودند.



شکل ۲- a: رویه تأثیر متقابل سطوح انرژی تراکمی و میزان مالچ بر چگالی ظاهری خاک، b: مقایسه میانگین تغیرات چگالی ظاهری خاک در سطوح مختلف تیمارهای مالچ پته آفتابگردان و انرژی‌های تراکمی مختلف

Figure 2. a: Polyhedron of interaction effect of compaction energy and mulch levels on bulk density, b: The mean values of the bulk density under different levels of sunflower mulch and different compaction energies

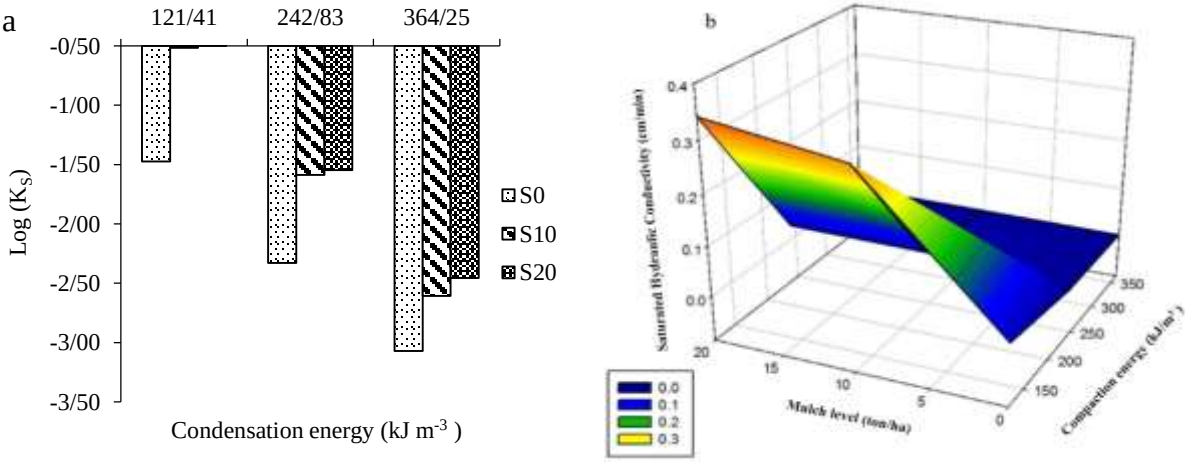
تأثیر سطوح مالچ و انرژی بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

مطابق شکل (۳-a)، اعمال تیمار مالچ تأثیرگذارتر از تیمار سطح انرژی بوده است و افزایش ۱۰ و ۲۰ تن مالچ، موجب افزایش ۷۹۴ و ۹۰۵ درصدی هدایت

www.SID.ir

Archive of SID

هیدرولیکی اشباع خاک شده است. مطابق شکل (۳-b)، با افزایش مقدار مالچ و کاهش انرژی تراکمی خاک، هدایت هیدرولیکی اشباع افزایش یافته است. یکی از دلایل افزایش قابل توجه هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، کاهش چگالی ظاهری و حضور درصد بیشتری از ذرات درشت (ذرات مالچ) در ساختمان خاک می‌باشد. ذرات مالچ پته آفتابگردان عمدتاً درشت‌تر از ذرات خاک است (۰/۴-۰/۲ میلی‌متر). این ذرات درشت به ذرات ریز خاک افزوده شده و موجب بهبود دانه‌بندی و ساختمان خاک و در نتیجه افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک می‌شود. علاوه بر این، افزایش مالچ موجب کاهش میزان پراکندگی ذرات خاک و در نتیجه افزایش هدایت هیدرولیکی شده است. براساس نتایج، افزایش مالچ سبب افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع شده است. در حالت کلی با افزایش تراکم، هدایت هیدرولیکی اشباع کاهش یافته است، ولی افزودن مالچ سبب افزایش جزئی این پارامتر شده است. نتایج تحقیقات راجش و مال (Rajesh & Mall, 2012) نیز نشان داد که مالچ آلی لجن فشرده سولفاته به‌طور معنی‌داری هدایت هیدرولیکی اشباع را افزایش داده است. این مشاهدات با نتایج سخون و آرورا (Sekhon & Arora, 1967) نیز سازگار بوده که مطابق نتایج آن‌ها، هدایت هیدرولیکی با کاهش میزان پراکندگی (با اصلاح‌کننده آلی)، افزایش یافت. نتایج تحقیقات نوکوچا و همکاران (Nwokocha *et al.*, 2007) نشان داد که هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با کاربرد ۸ تن کاه یا علف فیل (گونه‌ای از چمنزارهای گرمسیری چند ساله) در هکتار در عمق ۵ الی ۱۰ سانتی‌متری، ۵۷/۲ سانتی‌متر بر ساعت و در خاک بدون مالچ در همان عمق، ۱۰ سانتی‌متر بر ساعت بوده که بیانگر افزایش ۴۷۲ درصدی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک می‌باشد. در این پژوهش، کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و تثبیت ریشه‌های مویین روی سطح خاک (تا عمق ۱۰ سانتی‌متر) در اثر افزایش علف فیل، دلیل افزایش قابل‌توجه هدایت هیدرولیکی خاک ذکر گردیده است. از مقایسه نتایج پژوهش حاضر و پژوهش‌های انجام گرفته ملاحظه می‌شود که مالچ آلی پته آفتابگردان، بیشترین هدایت هیدرولیکی را نسبت به شاهد (بدون مالچ) در انرژی‌های تراکمی داشته است. در مقایسه مقادیر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با ۱۰ و ۲۰ تن مالچ آلی پته آفتابگردان نسبت به شاهد خود (افزایش به‌ترتیب ۷۹۴ و ۹۰۵ درصدی)، ۲۰ تن مالچ آلی لجن فشرده سولفاته نسبت به شاهد خود (افزایش ۱۱/۶۸ درصدی) و ۸ تن مالچ آلی کاه نسبت به شاهد خود (افزایش ۴۷۲ درصدی)، مشاهده می‌گردد که هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با مالچ آلی پته آفتابگردان افزایش بیشتری داشته و مؤثرتر عمل کرده است.



شکل ۳- a: مقایسه میانگین تغییرات لگاریتم هدایت هیدرولیکی اشباع در سطوح مختلف تیمارهای مالچ پته آفتابگردان و انرژی-های تراکمی مختلف، b: رویه تأثیر متقابل سطوح انرژی تراکمی و میزان مالچ بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

Figure 3. a: The mean values of the log of saturated hydraulic conductivity under different levels of sunflower mulch and different compaction energies, b: Polyhedron of interaction effect of compaction energy and mulch levels on saturated hydraulic conductivity

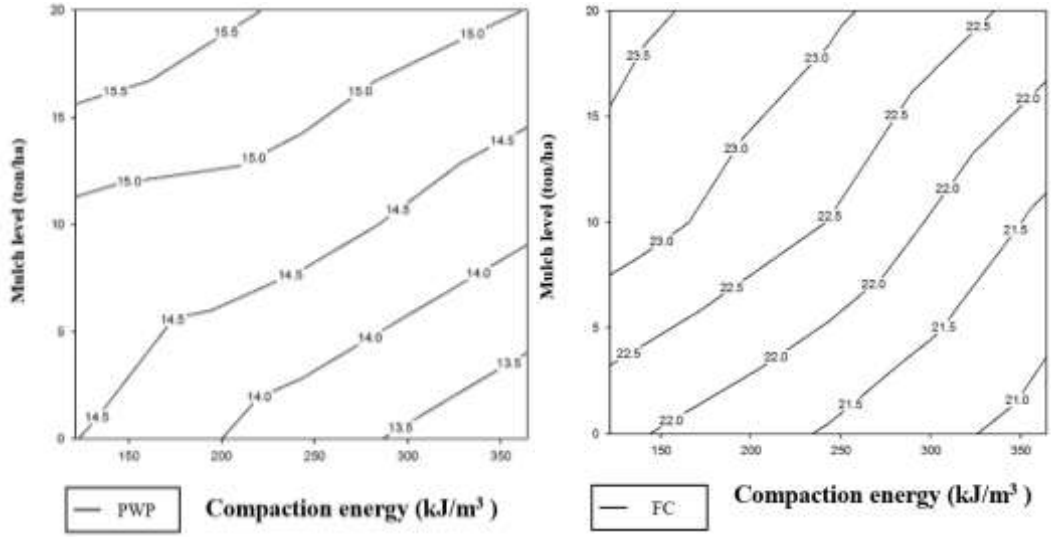
www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر سطوح مالچ و انرژی بر رطوبت ظرفیت مزرعه و پژمردگی دائم

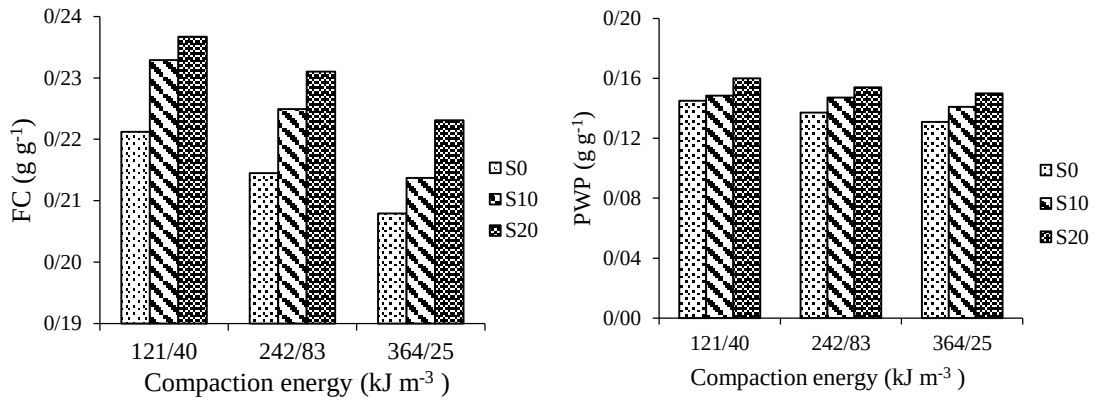
منحنی‌های تراز تأثیر تراکم و مقدار مالچ بر رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم در شکل ۴ ارائه شده است. مطابق این شکل، رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم خاک با افزایش توأم انرژی تراکمی و کاهش سطح مالچ کاهش می‌یابد و بالعکس. افزایش انرژی تراکمی و کاهش سطح مالچ از جمله دلایل کاهش رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم خاک می‌باشند. افزایش انرژی تراکمی سبب فشردگی خاک و کاهش نگهداشت رطوبت خاک شده و کاهش سطح مالچ کاهش شدید رطوبت را به دنبال دارد.

مطابق شکل ۵، بیشترین مقادیر میانگین رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم به‌ترتیب ۰/۲۳۷ و ۰/۱۶۰ است که در سطح اول انرژی و سطح سوم مالچ رخ داده است. ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم در انرژی ۳۶۴/۲۵ کیلوژول بر مترمکعب و سطح مالچ ۲۰ تن در هکتار به‌ترتیب ۷/۳۱ و ۱۴/۴۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته است. اصغری و نجفیان (Asghari & Najafian, 2016) نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیده‌اند که کاربرد مواد آلی و کرم خاکی (هر دو به میزان ۲۰ گرم بر کیلوگرم) به‌طور متوسط، مقادیر FC و PWP را به‌ترتیب ۴/۱ و ۲/۴ درصد افزایش می‌دهد.



شکل ۴- منحنی‌های تراز تأثیر متقابل تراکم و مقدار مالچ بر رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم

Figure 4. Countor lines of the interactions of compaction and amount of mulch on field capacity and permanent wilting point



شکل ۵- مقادیر میانگین رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم خاک در انرژی‌های تراکمی و سطوح مختلف مالچ پته آفتابگردان

Figure 5. Mean values of field capacity and permanent wilting point moisture of soil under compaction energy and different levels of sunflower mulch

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

بررسی تراکم خاک‌های زراعی به دلیل تأثیر منفی آن در میزان رشد و تولید محصول، اهمیت زیادی دارد. استفاده از مالچ در بهبود ساختمان و مشخصات خاک‌ها بویژه در خاک‌های سخت و متراکم حائز اهمیت است. لذا در این پژوهش، اثر سطوح مالچ و انرژی‌های تراکمی در سه تکرار بر مشخصات خاک، مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به سطح کشت بالای آفتابگردان، از پته این محصول به عنوان مالچ استفاده شد. مطابق نتایج، افزودن مالچ پته به دلیل به تعادل رساندن خلل و فرج ریز و درشت، اصلاح و پایداری ساختمان خاک، موجب بهبود مشخصات مکانیکی و هیدرولیکی خاک از جمله هدایت هیدرولیکی اشباع، جرم مخصوص ظاهری و رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم شد و بیشترین تغییرات نیز مربوط به هدایت هیدرولیکی اشباع خاک بود که در اثر افزایش ۲۰ تن در هکتار مالچ، افزایشی ۹۰۵ درصدی نسبت به شاهد داشت. به علاوه افزودن مالچ پته موجب افزایش رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم خاک شد که این مورد در افزایش نگهداشت رطوبت به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، اهمیت زیادی داشته و سبب افزایش بهره‌وری مصرف آب خواهد شد. این در حالی است که تراکم خاک اثر منفی خود را با کاهش تعداد منافذ و درصد جریان عبوری (با افزایش نیروی وارد شده بر سطح خاک) نشان داد. در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت، استفاده از مالچ تأثیر بسزایی در بهبود شرایط خاک و افزایش محصول بخصوص در خاک‌های رسوبی دشت‌ها دارد. زیرا دشت‌ها علی‌رغم برخورداری از انرژی بالای خورشیدی، خاک حاصلخیز و پتانسیل بالای تولید محصول، دارای مشکلاتی از قبیل پایین بودن میزان نفوذپذیری خاک، هدایت آبی کم و تراکم خاک بوده و عملکرد پایینی در واحد سطح دارند. بنابراین، کاربرد مالچ در این شرایط خواهد توانست ساختار خاک‌های سخت و رسوبی را بهبود بخشیده، اثر تراکم خاک را کاهش داده و در نتیجه میزان عملکرد در واحد سطح را افزایش دهد.

References

Abouziena H.F., Hafez O.M., El-Metwally I.M., Sharma S.D., and Singh M. 2008. Comparison of weed suppression and mandarin fruit yield and quality obtained with organic mulches, synthetic mulches, cultivation, and glyphosate. *HortScience*, 43(3): 795-799.

Ahmadi K., Ebadzadeh HR., Abdshah H., Kazemian A., and Rafii, M. 2019. Agricultural statistics of the crop year 2016-17. *Publisher Agricultural Jihad Organization*, Tehran, 124p. (In Persian)

Akhavan S., and Shabanpour M. 2016. The effect of soil compaction on ammonium and nitrate concentrations and wheat nitrogen uptake in two different soils. *Journal of Water and Soil Science*, 1(27): 199-212. (In Persian)

Asghari Meidani J., Karimi A., and Purmohammad A. 2014. The effect of different soil tillage and planting methods on soil moisture and safflower yield in alternate with wheat. *Soil and Water Science*, 1(23): 237-245. (In Persian)

Asghari SH., and Najafian M. 2016. Interaction effects of organic matters, earthworm and compaction on pore size distribution and moisture coefficients of two fine and coarse-textured soils. *Journal of Water and Soil Science*, 1(26): 281-293. (In Persian)

Barut Z.B., and Akbolat D. 2005. Evaluation of conventional and conservation tillage systems for maize. *Journal of Agronomy*, 4(2): 122-126.

Blake G.R. and Hartge K.H. 1986. Particle Density 1. Methods of Soil Analysis: Part 1-Physical and Mineralogical Methods. pp. 363-375.

Braida J.A., Reichert J.M., Veiga M.D., and Reinert D.J. 2006. Residuos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade maxima obtida no ensaio Proctor. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30(4): 605-614.

Bhattacharyya R., Chandra S., Singh R.D., Kundu S., Srivastva A.K., and Gupta H.S. 2007. Long-term farmyard manure application effects on properties of a silty clay loam soil under irrigated wheat-soybean rotation. *Soil and Tillage Research* 94: 386-396.

Duiker W. 2002. Diagnosing soil compaction using a penetrometer (soil compaction tester). *Penn States College of Agricultural Sciences*. pp. 1-4.

Ghuman B.S., and Sur H.S. 2001. Tillage and residue management effects on soil properties and yields of rainfed maize and wheat in a subhumid subtropical climate. *Soil and Tillage Research*,

www.SID.ir

Archive of SID

58(1-2): 1-10.
Gupta S.C., Schneider E.C., Larson W.E., and Hadas A. 1987. Influence of corn residue on compression and compaction behavior of soils 1. *Soil Science Society of America Journal*, 51(1): 207-212.
Hormann C.M., Clapp C.E., Dowdy R.H., Larson W.E., Duncomb D.R., Halbach T.R., and Polta R.C. 1994. Effect of Lime-cake municipal sewage sludge on corn yield, nutrient uptake, and soil analyses. Sewage Sludge: *Land Utilization and the Environment*, 173-183.
Jalili F. 2017. Effects of sulfur and manure on wheat yield and some physical-chemical properties of soil. *Journal of Water and Soil Science*, 3(27): 199-209. (In Persian)
Jordan A., Zavala L.M., and Gil J. 2010. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *Catena*, 81(1): 77-85.
Kabir M.A., Rahim M.A., El Taj H.F., Majumder D.A.N., and Mahmood S. 2012. Effects of tillage and different thicknesses of water hyacinth mulch on. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 4(2): 19-26.
Kakaire J., Kakaire J., Makokha G.L., Mwanjalolo M., Mensah A.K., and Menya E. 2015. Effects of mulching on soil hydro-physical properties in Kibaale sub-catchment, South Central Uganda. *Applied Ecology and Environmental Science*, 5(3): 127-135.
Khurshid K., Iqbal M., Arif M.S., and Nawaz A. 2006. Effect of tillage and mulch on soil physical properties and growth of maize. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8(5): 593-596.
Ma J., Zhang J., and Feng J. 2010. Modeling water infiltration in a large layered soil column with a modified Green-Ampt model and HYDRUS-1D. *Journal of Computers and Electronics in Agriculture*, 71S: S40-S47.
Moalemi Ureh A., and Karparvar fard H. 2008. Effect of soil compaction due to tractor traffic on growth and yield of maize. *Science and technology of agriculture and natural resources*, 11(42): 579-594. (In Persian)
Najafi abadi R.T., and Asudar M.A. 2009. Effect of vertical mulch on soil physical properties and improvement of sugarcane performance. *In: Proceedings of 11nd Iranian soil science congress, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*, pp. 1-3. (In Persian)
Najafi N., and Mardomi S. 2012. The effects of waterlogging, sewage sludge and manure on the growth characteristics of sunflower in a sandy loam soil. *Journal of Water and Soil*, 6(25): 1264-1276. (In Persian)
Nwokocha C.C., Olojede A.O., Ano A.O., and Mbagwu J.S.C. 2007. Mulching an Arenic Hapludult at umudike: Effects on saturated hydraulic conductivity and rhizome yield of turmeric. *African Journal of Biotechnology*, 6(17): 2004-2008.
Peron H., Hueckel T., and Laloui L. 2006. An improved volume measurement for determining soil water retention curves. *Geotechnical Testing Journal*, 30(1): 1-8.
Pervaiz M.A., Iqbal M., Shahzad K., and Hassan A.U. 2009. Effect of mulch on soil physical properties and N, P, K concentration in maize (Zea mays L.) shoots under two tillage systems. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(2): 119-124.
Promotion Publication No.358. 2003. Technical instructions of wheat farming in Golestan province. *Agricultural Jihad Organization, Golestan Province*, pp19. (In Persian)
Rajesh K., and Mall U.S. 2012. Effect of mulch and irrigation on hydraulic conductivity, infiltration rate, water stable aggregates, water use efficiency and yield of sugarcane. *Asian Journal of Soil Science*, 7(2): 327-330.
Reichert J.M., Brandt A.A., Rodrigues M.F., Reinert D.J., and Braida J.A. 2016. Load dissipation by corn residue on tilled soil in laboratory and field-wheeling conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(8): 2705-2714.
Rezae Arshad R., Sayyad GH,. Mazloom M., Shorafa M., and Jafarnejady A. 2012. Comparison of artificial neural networks and regression pedotransfer functions for predicting saturated hydraulic conductivity in soils of Khuzestan province. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 16(60 (B)): 107-118. (In Persian)
Royan Consulting Engineers. 2009. Laboratory virtualization guidelines for soil and water sample. Issue 467, 278p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Saeedifar Z., Asgari H.R., and Akram Ghaderi F. 2015. Using soil compaction on carbon and nitrogen sequestration in soil and wheat and soil physical properties (Case Study: dryland lands of Aq Qala, Golestan Province). *Water and Soil Quarterly*, 29 (6): 1-14. (In Persian)

Saha S., Chakraborty D., Sharma A.R., Tomar R.K., Bhadraray S., Sen U., Behera U.K., Purakayastha T.J., Garg R.N., and Kalra N. 2010. Effect of tillage and residue management on soil physical properties and crop productivity in maize (Zea mays). *Indian mustard (Brassica juncea) system*. 80(8): 679-685.

Sakin E., Deliboran A., and Tutar E. 2011. Bulk density of Harran plain soils in relation to other soil properties. *African Journal of Agricultural Research*, 6(7): 1750-1757.

Schwedt G., and Schnepel FM. 1981. Analytisch-chemisches Umweltpraktikum Anleitungen zur Untersuchung von Luft, Wasser und Boden, Georg Thieme Verlag Stuttgrat. New York, S: 33-36.

Sekhon G.S., and Arora H.S. 1967. Moisture retention characteristics of some Punjab soils and their relationship with the Physico-chemical properties. *Journal of Punjab Agricultural University*, 4: 330-337.

Shaver T. 2010. Crop residue and soil physical properties. *In: Proceedings of 22nd Annual Central Plains Irrigation Conference, Kearney, NE, USA*, pp. 24-25.

Shiokhi Sughanloo S., and Rainy Sarjaz M. 2018. The effect of red plastic mulch on productivity and antioxidant activity of strawberry cultivars. *Journal of Crop Production Research*, 25: 13-25.

Sinkevičienė A., Jodaugienė D., Pupalienė R. and Urbonienė M. 2009. The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agronomy Research*, 7(1), pp.485-491.

Smets T., Poesen J., and Knapen A. 2008. Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water. *Earth-Science Reviews*, 89(1-2): 1-12.

Tishezan p., Naseri A.A., Izad Panah Z., and Aziz Nasab H. 2016. Determination of relationship between saturated hydraulic conductivity and effective prosity in the term of lower level of salinity water table. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 1(47): 99-108. (In Persian)

U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Richards L.A. (Ed), Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handb. 60. U.S. Govt. Print. Office, Washington, DC. 154p.

Valizadeh, M. and Moghadam, M., 2014. Experimental Design In Agriculture. 5nd Ed. Publisher Parivar, 467p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Experimental Study of Sunflower Organic Mulch Effect on Soil Hydraulic and Mechanical Properties under Different Compaction Energy

Noorali Haghdoost Ghahremanloo[1], Vahid Rezaverdinejad[2*], Majid Montaseri[3]

(Received: May 2019 Accepted: October 2019)

Abstract

Organic mulches improve the hydraulic and mechanical properties of agricultural soils and are one of the most important tillage practices. In this research, the effects of sunflower pate residue were studied on mechanical, hydraulic and physical properties of soil in laboratory scale. Experiments were carried out in the form of completely randomized design factorial at three levels of organic mulch including 0, 10 and 20 ton ha^{-1} and three levels of compaction energy including 121.41, 242.83 and 364.25 kJ m^{-3} via the Proctor's density test apparatus with three replicates. According to the results in the compaction energy of 121.41 kJ m^{-3}, the dry soil bulk density with mulch of 10 and 20-ton ha^{-1} decreased to 2.85% and 5.1% compared to the soil without mulch. In addition, the saturated hydraulic conductivity increased to 794% and 905%, field capacity 5.29% and 7.01%, and permanent wilting point 2.34% and 10.27% respectively. In the compaction energy of 364.25 kJ m^{-3} similar results were observed. So that, in soil containing 10 and 20 ton ha^{-1} of mulch, compared to the soil without mulch, the dry bulk density decreased to 1.87% and 4.48% and the saturated hydraulic conductivity increased to 200% and 300%, the field capacity 2.79% and 7.31% and the permanent wilting point 7.56% and 14.43% respectively. The results of this study showed that Sunflower pate mulch improves the mechanical, hydraulic and physical properties of soil under different compaction energies, and with increasing compaction energy, the amount of improvement these characteristics decreases.

Keywords: Dry bulk density, Sunflower pate organic mulch, Saturated hydraulic conductivity

Haghdoost Ghahremanloo N., Rezaverdinejad V. and Montaseri M. 2020. Experimental study of sunflower organic mulch effect on soil hydraulic and mechanical properties under different compaction energy. *Applied Soil Research*, 8(3): 27-39.

1. Ph.D. Student, Department of Water Engineering, Urmia University, Urmia, Iran
2. Associate Professor, Department of Water Engineering, Urmia University, Urmia, Iran
3. Professor, Department of Water Engineering, Urmia University, Urmia, Iran
* Corresponding Author Email: v.verdinejad@urmia.ac.ir

www.SID.ir