درصد تغییرات محتوی عناصر پرمصرف و وزن مخصوص ظاهری خاک تحت تأثیر نوع مدیریت خاکورزی

ال ناز ابراهیمیان[1*] ، علیرضا کوچکی[2] ، مهدی نصیری محلاتی[2] و سرور خرم دل[3]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، استاد و استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
elnaz.ebrahimian@stu-mail.um.ac.ir

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر چهار نوع نظام خاکورزی بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. چهار نوع مدیریت خاکورزی شامل رایج، متوسط با گاوآهن پنجه‌غازی و گاوآهن قلمی و حفاظتی به عنوان تیمار در نظر گرفته شدند. صفات مورد مطالعه شامل درصد تغییرات محتوی عناصر پرمصرف شامل نیتروژن کل و فسفر و پتاسیم قابل دسترس و وزن مخصوص ظاهری خاک نسبت به قبل از شروع آزمایش (شاهد) بودند. نتایج نشان داد که اثر نوع خاکورزی بر محتوی نیتروژن کل و فسفر و پتاسیم قابل دسترس و وزن مخصوص ظاهری خاک معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. بیشترین درصد تغییرات صفات فیزیکی و شیمیایی مورد مطالعه خاک شامل فسفر قابل دسترس و پتاسیم قابل دسترس و کمترین محتوی نیتروژن کل و وزن مخصوص ظاهری خاک برای نظام خاکورزی حفاظتی محاسبه گردید. افزایش شدت خاکورزی با بر هم زدن و تخریب خاک، موجب افزایش درصد تغییرات محتوی نیتروژن و وزن مخصوص ظاهری و کاهش محتوی فسفر و پتاسیم قابل دسترس خاک گردید.

واژه‌های کلیدی: تخریب خاک، خاکورزی حفاظتی، وزن مخصوص ظاهری خاک

مقدمه

هدف از اجرای خاکورزی که نوعی عملیات مکانیکی است، بهبود جوانه‌زنی، توسعه سیستم ریشه‌ای و حذف علف‌های هرز می‌باشد. از طرف دیگر، اجرای خاکورزی در درازمدت تشدید فشردگی و ایجاد لایه سخت[1] در اعماق خاک را به دنبال دارد (El titi, 2010). بررسی‌های (Watts *et al.*, 2000) نشان داده است هر چه شدت انرژی وارد شده به خاک از طریق خاکورزی بیشتر گردد، سرعت تجزیهٔ مادهٔ آلی و بقایای گیاهی افزوده شده به خاک افزایش می‌یابد (Salinas-Garcia *et al.*, 1997). از طرف دیگر، با تجزیه بقایای گیاهی عناصر غذایی ضروری مانند نیتروژن، فسفر، کربن و گوگرد آزاد شده که این عناصر برای بهبود رشد گیاهان و میکروارگانیسم‌های خاکزی مورد نیاز می‌باشند (Roldan *et al.*, 2005). (Molindo, 2009) طی آزمایشی دوساله روی تعیین

1- Hard Pan

محتوی عناصر غذایی ضروری خاک در نظام بدون خاکورزی در شرایط کاشت سویا گزارش نمود که محتوی فسفر و پتاسیم در نظام بدون خاکورزی بهبود یافت. وی دلیل این امر را به کاهش تلفات این عناصر نسبت داد.

مهمترین عناصر ضروری برای رشد گیاه شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌باشند، از طرف دیگر، نوع خاکورزی قادر است خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تحت تأثیر قرار دهد (Lithourgidis *et al.*, 2006). بر این اساس، سیستم-های خاکورزی را به چند روش تقسیم‌بندی می‌کنند. یکی از مهمترین تقسیم‌بندی‌ها شامل خاکورزی رایج، حفاظتی و حداقل می-باشد (El titi, 2010). در این بین، نظام خاکورزی متوسط[۲] و حفاظتی[۳] مورد تأکید بسیاری از محققان قرار گرفته است. بکارگیری این نوع مدیریت در درازمدت بهبود حاصلخیزی و باروری خاک را موجب می‌شود، زیرا این نظام‌های خاکورزی تلفات عناصر غذایی از طریق کاهش آبشویی را به دنبال دارند. همچنین، این نوع خاکورزی موجب بهبود ثبات خاکدانه می‌گردد(Hulugalle, 1991) . (Dom *et al.*, 2004) با بررسی اثر سه نظام خاکورزی (بی خاکورزی، کم خاکورزی و خاکورزی مرسوم) گزارش نمودند که وزن مخصوص ظاهری خاک در روش بدون خاکورزی ۱۰ درصد بیشتر از نظام با خاکورزی مرسوم بود.

بنابراین، با توجه به تأثیر بسزای خاکورزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر چهار نظام خاکورزی رایج، متوسط و حفاظتی بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در شرایط آب و هوایی مشهد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. چهار نوع نظام خاکورزی شامل رایج بر پایه دو نوبت شخم با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دو نوبت دیسک عمود برهم، متوسط بر پایه شخم با گاوآهن پنجه‌غازی و دیسک، متوسط بر پایه شخم با گاوآهن قلمی و دیسک و حفاظتی بر پایه دیسک به عنوان تیمار در نظر گرفته شدند. عملیات آماده‌سازی زمین و اجرای خاکورزی در اسفند ماه انجام شد. قبل از اجرای آزمایش جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی متر خاک انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش

بافت خاک	کربن آلی (٪)	وزن مخصوص ظاهری ($g.cm^{-3}$)	محتوی نیتروژن کل (ppm)	محتوی فسفر قابل استفاده (ppm)	محتوی پتاسیم قابل استفاده (ppm)	اسیدیته
سیلت- لوم	۰/۲۸	۱/۴۸	۳۵۹	۴/۱۸۶	۳۰۰/۱۲	۷/۶۲

2- Medium Tillage
3- Conservational Tillage

ابعاد کرت‌های آزمایشی ۱۷×۳ متر مربع بود. بمنظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، یک متر فاصله بین کرت‌ها و تکرارها در نظر گرفته شد. آبیاری به شیوه نشتی طی دو نوبت در خرداد و تیرماه انجام شد. به منظور جلوگیری از تغییرات خصوصیات خاک علف-های هرز طی دو نوبت در فروردین و اردیبهشت ماه کنترل شدند.

به منظور ارزیابی خصوصیات خاک، پنج ماه پس از اجرای عملیات خاکورزی نمونه‌برداری به صورت تصادفی (چهار نمونه از هر کرت) با حذف اثرات حاشیه‌ای از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری انجام شد. محتوی نیتروژن کل و فسفر و پتاسیم قابل دسترس و وزن مخصوص ظاهری خاک به ترتیب بر اساس روش‌های کجلدال (Bremner, 1970) ، اولسن (Olsen, 1954)، وارلی (Varley,1966) و کلوخه و پارافین (Black, 1965) اندازه‌گیری و تعیین شد. سپس درصد تغییرات میزان این صفات برای هر نظام خاکورزی نسبت به شاهد (قبل از شروع آزمایش) محاسبه گردید. داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه شدند. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن ($p\leq ۰/۰۵$) استفاده شد.

نتایج و بحث

محتوی نیتروژن کل و فسفر و پتاسیم قابل دسترس و وزن مخصوص ظاهری خاک به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع مدیریت خاکورزی قرار گرفت ($p\leq ۰/۰۱$) (جدول ۱).

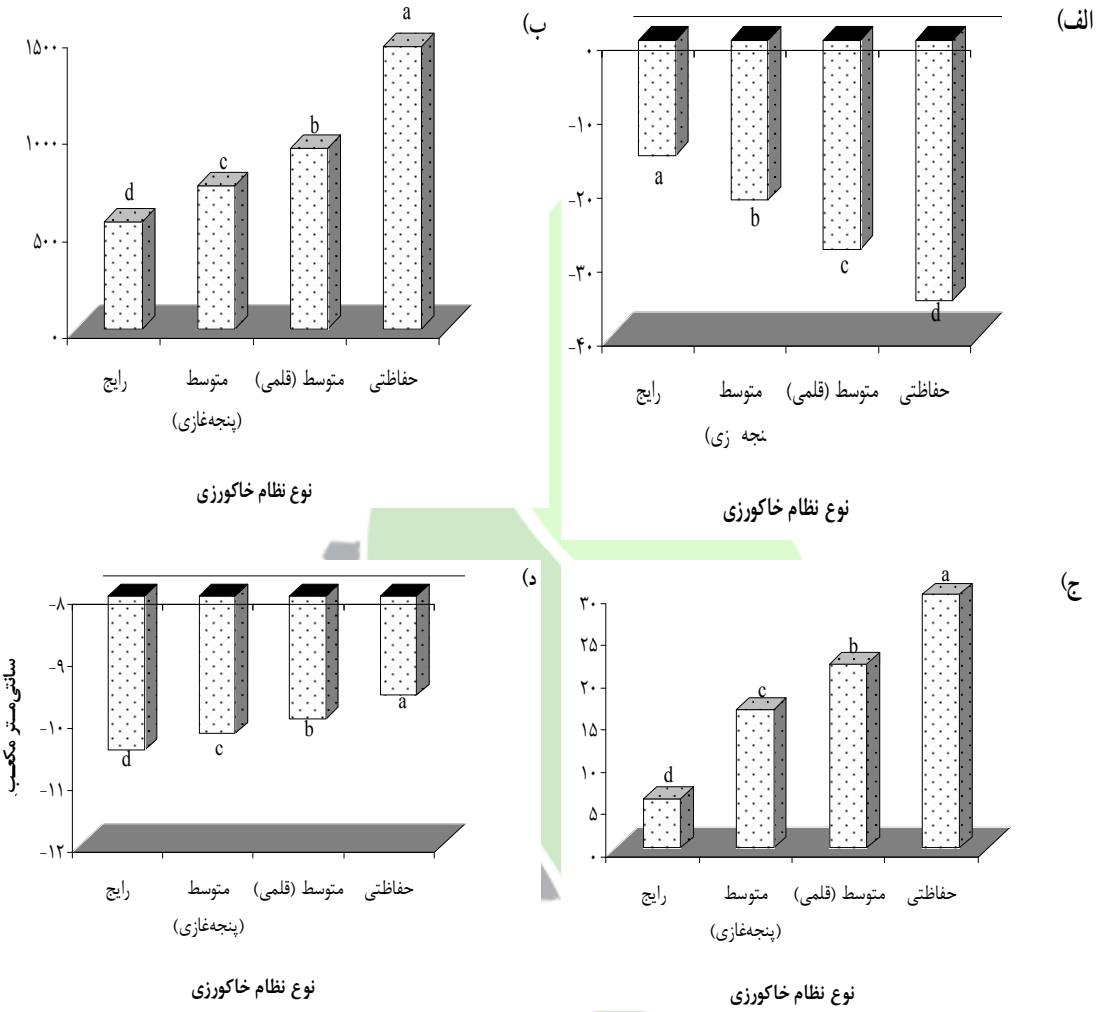
جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر مدیریت خاکورزی بر خصوصیات مختلف خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوی نیتروژن کل	محتوی فسفر قابل دسترس	محتوی پتاسیم قابل دسترس	وزن مخصوص ظاهری خاک
تکرار	۳	۱/۶۶^{ns}	۳۸۱۸**	۲/۱۵**	۰/۰۲۲^{ns}
نظام خاکورزی	۳	۲۸۵/۷۸**	۶۰۹۰۸۹**	۳۹۱/۹۲**	۰/۵۶**
خطا	۹	۰/۸۲	۹۹	۰/۰۷	۰/۰۰۵
کل	۱۵	–	–	–	–

ns: غیرمعنی‌دار و **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

بیشترین درصد تغییرات صفات فیزیکی و شیمیایی مورد مطالعه خاک شامل نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل دسترس و کمترین درصد تغییرات وزن مخصوص ظاهری خاک برای نظام خاکورزی حفاظتی محاسبه گردید. درصد تغییرات محتوی نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس، پتاسیم قابل دسترس و وزن مخصوص ظاهری خاک نسبت به مقادیر این صفات در خاک قبل از شروع آزمایش برای خاکورزی رایج نسبت به خاکورزی حفاظتی به ترتیب برابر با ۵۶-، ۶۲-، ۸۱- و ۹ درصد بدست آمد؛ در حالیکه این

مقادیر برای نظام خاکورزی متوسط (بر پایه گاوآهن پنجه غازی) به ترتیب برابر با ۳۸-، ۴۹-، ۴۵- و ۶ درصد و برای نظام خاکورزی متوسط (بر پایه گاوآهن قلمی) به ترتیب برابر با ۲۰-، ۳۶-، ۲۷- و ۴ درصد محاسبه گردید (شکل ۱).



شکل ۱- اثر نوع نظام خاکورزی بر **(الف)** نیتروژن کل، **(ب)** فسفر قابل دسترس، **(ج)** پتاسیم قابل دسترس و **(د)** وزن مخصوص ظاهری خاک

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن می‌باشند ($p\leq ۰/۰۵$).

افزایش فشردگی عملیات خاکورزی با بر هم زدن خاک و تجزیه ماده آلی و بقایای گیاهی موجب افزایش محتوی نیتروژن و کاهش محتوی فسفر و پتاسیم قابل دسترس و وزن مخصوص ظاهری خاک گردید. برخی بررسی‌ها (Khajeh Pour, 2004)

نشان داده است که بکارگیری خاکورزی رایج در طولانی‌مدت سبب کاهش محتوی فسفر و پتاسیم قابل دسترس خاک شده و محتوی نیتروژن خاک را نیز افزایش می‌دهد که این امر می‌تواند به دلیل افزایش نیاز به عناصر غذایی جهت بهبود حاصلخیزی و باروری خاک، هزینه‌های تولید را تحت تأثیر بالا رفتن میزان مصرف کودهای شیمیایی افزایش دهد و همچنین افزایش آلودگی-های زیست محیطی را در درازمدت برای بوم‌نظام‌های زراعی به همراه داشته باشد. البته تأثیر بسزای شرایط آب و هوایی و محیطی بر تغییر خصوصیات خاک نیز بایستی مد نظر قرار داده شود. نتایج مطالعه (Tab, 2003) نیز نشان داد که در نظام‌های فشرده محتوای نیتروژن خاک به طور معنی‌داری بالاتر از محتوی این عنصر در شرایط بهره گیری از خاکورزی حفاظتی بود که این امر می‌تواند علاوه بر افزایش آلودگی‌های زیست محیطی، منجر به افزایش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه و به تبع آن افزایش هزینه‌های تولید گردد. (Ozpinar, 2006) نیز اظهار نمودند که اجرای نظام خاکورزی حداقل با افزایش محتوی نیتروژن کل خاک خصوصیات کیفی خاک را بهبود بخشید. (Bessam, 2003) اظهار داشتند که محتوی نیتروژن خاک در نظام‌های دارای شخم حفاظتی بطور معنی‌داری بالاتر از نظام‌های با خاکورزی متداول بود.

همچنین، از آنجا که رابطه وزن مخصوص ظاهری با خلل و فرج خاک، معکوس است، اجرای خاکورزی فشرده با زیر و رو کردن و بر هم زدن خاک موجب ایجاد تخلخل و بهبود وزن مخصوص ظاهری خاک در مقایسه با خاک‌ورزی‌های متوسط و حداقل شده است. البته بایستی به این نکته نیز توجه نمود که بکارگیری خاک‌ورزی فشرده به دلیل افزایش تراکم ناشی از تردد ماشین آلات می‌تواند علاوه بر تخریب خاکدانه‌ها، موجب ایجاد لایه سخت در لایه‌های زیرین خاک در درازمدت شود که این امر نیاز به ماشین آلات را برای بر هم زدن لایه‌های عمقی خاک افزایش می‌دهد. نتایج مطالعه بلندمدت (Vyn, 2003) نیز مؤید این مطلب است که اعمال خاک‌ورزی رایج کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک را در مقایسه با نظام بدون خاک‌ورزی بدنبال داشت. اگرچه بکارگیری نظام‌های خاکورزی حداقل در بوم‌نظام‌های زراعی مزایایی را برای خصوصیات خاک و رشد و عملکرد گیاهان به همراه دارد، ولی نتایج برخی مطالعات نشان‌دهنده این مطلب است که اعمال خاکورزی حداقل می‌تواند به علت افزایش وزن مخصوص ظاهری و کاهش محتوی اکسیژن خاک و اختلال در تنفس ریشه‌ها کاهش نسبی عملکرد را به دنبال داشته باشد (Sharralt, 1996) . از طرف دیگر، نتایج برخی مطالعات (Lahlou & Mrabet, 2001) مؤید این مطلب است که پایداری خاکدانه‌های نزدیک سطح زمین در نظام‌های بدون شخم به مراتب بالاتر از نظام‌های با خاکورزی متداول بود. چنین به نظر می‌رسد که تراکم کم و پایداری بالای خاکدانه‌های خاک تحت تأثیر نظام‌های بدون شخم مرتبط با تجمع مواد آلی نیز می‌باشد. بدین ترتیب، با توجه به مطالب ذکر شده در فوق مشخص است که نظام‌های دارای شخم حفاظتی با بهبود محتوی ماده آلی در لایه سطحی، نقش مؤثری بر ارتقاء کیفیت خاک ایفاء می‌نماید.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، عملیات خاکورزی محتوی نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس، پتاسیم قابل دسترس و وزن مخصوص ظاهری خاک را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد؛ به طوریکه افزایش شدت خاکورزی با بر هم زدن خاک، موجب افزایش محتوی نیتروژن و وزن مخصوص ظاهری، افزایش محتوی فسفر قابل دسترس و پتاسیم قابل دسترس خاک گردید. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد که این امر می‌تواند به دلیل افزایش نیاز به عناصر غذایی جهت بهبود حاصلخیزی و باروری خاک در نظام خاکورزی، هزینه‌های تولید را تحت تأثیر بالا رفتن میزان مصرف کودهای شیمیایی در مقایسه با خاکورزی‌های حداقل و کاهش یافته افزایش دهد و در نتیجه افزایش آلودگی‌های زیست محیطی را در درازمدت برای بوم‌نظام‌های زراعی به همراه داشته باشد. همچنین، بکارگیری خاک‌ورزی فشرده به دلیل افزایش تراکم ناشی از تردد ماشین آلات می‌تواند علاوه بر تخریب خاکدانه‌ها، موجب ایجاد لایه سخت در لایه‌های زیرین خاک در درازمدت شود که این امر نیاز به ماشین آلات را برای بر هم زدن لایه‌های عمقی خاک افزایش می‌دهد. بدین ترتیب، با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که نظام‌های دارای شخم حفاظتی با بهبود محتوی ماده آلی در لایه سطحی، نقش مؤثری بر ارتقاء کیفیت خاک ایفاء می‌نمایند.

منابع

Bessam, F., and R. Mrabet. 2003. Long-term effect of tillage and cropping systems on particulate organic matter of a Calcixeroll soil of semi-arid Morocco. In: Proceedings 16th Triennial Conference of International Soil Tillage Research Organisation, Brisbane, Australia, 13–18 July, p. 144–149.

Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis. (V.I). American Society of Agronomy, 1572 pp.

Bremner, J.M. 1970. Nitrogen total, regular Kjeldahl method, In: Methods of Soil Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. Agronomy. A.S.A. Inc., S.S.S.A. Inc., Madison publisher, Wisconsin., USA. 9: 610-616.

Chude, V.O., W.B. Malgwi, I.Y. Amapu and O.A. Ano. 2004. Manual on soil fertility assessment. Produced by Federal Fertilizer Department (FFD) in Collaboration with National Special Programme for Food Security, Abuja, Nigeria, pp: 48.

Dom, R.F., B.B. Mehdi, M.S.E. Burgress, C.A. Madramootoo, G.R. Mehuys, and I.R. Callum. 2004. Soil bulk density and crop yield under eleven consecutive years of corn with different tillage and residue practices in a sandy loam soil in central Canada. Soil and Tillage Research 84: 41-53.

El Titi, A. 2010. Soil Tillage in Agroecosystems. Taylor and Francis, Nature 384 pp.

Hulugalle, N.R., and M. Gichuru. 1991. Effects of 5 years of no-tillage and mulch on soil properties and tuber yield of cassava on an acid Ultisol in Southeastern Nigeria. IITA Res 1: 13-16.

Khajeh Pour, M.R. 2004. Principles and Basics of Agronomy. Publication of Isfahan Jihad Daneshgahi of Isfahan University, Isfahan, Iran. (In Persian)

Lahlou, S., and R. Mrabet. 2001. Tillage influence on aggregate stability of a Calcixeroll soil in semiarid Morocco. In: Garcia-Torres, L.<ET AL> (Ed.), Proceedings of I World Congress on Conservation Agriculture. Madrid, Spain, October 1–5, 2001, p. 249-254.

Lithourgidis, A.S., K.V. Dhima, C.A. Damalas, I.B. Vasilakoglou, and I.G. Eleftherohorinos. 2006. Tillage effects on wheat emergence and yield at varying seeding rates and on labor and fuel consumption. Crop Science 46: 1187-1192.

Molindo, W.A. 2009. Estimations of NPK in Zero-Tillage Soils Post Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Croppings in Two Locations in Southwestern Nigeria. Agricultural Journal, 4(1): 10-13.

Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watenabe, and L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate, U.S. Department of Agriculture Cris, 939. USA.

Ozpinar, S., and A. Cay. 2006. Effect of different tillage systems on the quality and crop productivity of a clay–loam soi in semi-arid North-Western Turkey. Soil and Tillage Research 88: 95–106.

Roldan, A., G.J.R. Salinas, M.M. Alguacil, E. Diaz, and F. Caravaca. 2005. Changes in soil enzyme activity, fertility, aggregation and C sequestration mediated by conservation tillage practices and water regime in a maize field. Applied Soil Ecology 30: 11–20.

Salinas-Garcia, J.R., F.M. Hons, and J.E. Matocha. 1997. Long-term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. Soil Science Society of America Journal 61: 152-159.

Sharralt, B.S. 1996. Tillage and straw management for modifying physical properties of a sub arctic. Soil and Tillage Research 38: 239-250.

Tab, N. 2003. Contribution à l'étude de l'influence des systèmes de travaux du sol et de la fertilisation azotée sur le comportement du blé et la qualité chimique d'un sol argileux du semi-aride Marocain. Diplôme des Etudes Supérieures Approfondies. Faculté des Sciences et Techniques, Settat, Maroc, 103 pp.

Varley, J.A. 1966. Automatic methods for the determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plant material. Analyst 91: 119 – 126.

Vyn, T.J., and A. Raimbault. 1993. Long-term effect of five tillage systems on corn response and soil structure. Agronomy Journal 85: 1074-1079.

Watts, C.W., S. Eich, and A.R. Dexter. 2000. Effects of mechanical energy inputs on soil respiration at the aggregates and field scales. Soil and Tillage Research 53: 231-243.

Change percentage of microelements and bulk density for soil affected by tillage managements

Elnaz Ebrahimian[1], Alireza Koocheki[2] , Mehdi Nasiri Mahalati[2] and Surur Khorramdel[3]

1, 2 and 3- PhD student in Agroecology, Professor and Assistant Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
elnaz.ebrahimian@stu-mail.um.ac.ir

Abstract

In order to evaluate the effects of four tillage systems on soil chemical and physical characteristics, a field experiment was conducted at the Agricultural Research Station, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad during growing season of 2012-2013. Four tillage managements including conventional, medium with sweep plow, medium with chisel plow and conservation considered as treatments. Change percentage of microelements such as total N, available P, available K, and bulk density of soil compared to before starting the experiment (control) were calculated. The results showed that the impact of tillage type was significant ($p \leq 0.01$) on total N, available P, available K, and bulk density of soil compared to control. The highest fluctuations of available P and available K and the minimum changes for total N and bulk density were recorded in conservational tillage compared to control. By increasing in tillage intensity enhanced percentage changes of available P and available K and decreased N total and bulk density due to disturbance in soil.

Keywords: Conservational tillage, Conventional tillage, Sweep plow, Chisel plow, Soil bulk density, Soil disturbance