نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۱، ص. ۱۰۵۰-۱۰۴۲

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.4, Sept.-Oct. 2012, p. 1042-1050

ایجاد توابع انتقالی جهت بررسی تأثیر کشت درتعیین رطوبت حد ظرفیت مزرعه ونقطه پژمردگی دائم

حسام آریان پور[۱*]- مهدی شرفا[۲]- عبدالمجید لیاقت[۳]

تاریخ دریافت:۹۰/۱۱/۲۴
تاریخ پذیرش:۹۱/۳/۲۱

چکیده

با توجه به این که رطوبت خاک تابعی از بافت و ساختمان خاک است کشت یا شخم با تغییر در آن‌ها می‌تواند رطوبت قابل دسترس خاک را دستخوش تغییرات کند. جهت بررسی تأثیر دست‌خوردگی خاک (کشت) برروی رطوبت حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم، توابع انتقالی نقطه‌ای در خاک‌های کشت نشده ایجاد شد تا میزان تغییرات رطوبت خاک‌های جفت زیر کشت آن‌ها پیش‌بینی گردد. بدین منظور ۶۴ نمونه خاک، از اراضی کشت نشده و جفت زیر کشت آن‌ها در منطقه آبیک قزوین انتخاب و خصوصیات زودیافت آن شامل توزیع اندازه ذرات خاک به روش هیدرومتری، کربن آلی به روش والکلی و بلک، کربنات کلسیم معادل به روش کلسیمتری، جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندری، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم و واکنش خاک با نسبت ۵:۱ اندازه‌گیری شد. میزان رطوبت خاک کشت نشده با استفاده از دستگاه صفحات فشاری در مکش‌های ۰/۳۳ و ۱۵ بار اندازه‌گیری شد و توابع انتقالی نقطه‌ای با استفاده از رگرسیون خطی به روش حذف پس‌رو به دست آمدند. با استفاده از این توابع میزان رطوبت در خاک-های زیر کشت برآورد و با میزان اندازه‌گیری شده مقایسه گردید. نتایج نشان داد این توابع در تعیین رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب برآوردی بیشتر و کمتر از واقعیت نشان دادند. در واقع کشت سبب کاهش توانایی خاک در نگهداری رطوبت گردید. و ضریب همبستگی بین رطوبت اندازه گیری شده و برآورد شده از نمونه خاک‌های زیر کشت در نقطه پژمردگی دائم از حد ظرفیت مزرعه بیشتر است.

واژه های کلیدی: توابع انتقالی نقطه‌ای، خاک زیر کشت، رطوبت قابل دسترس

مقدمه

با توجه به قرار گرفتن ایران در نواحی خشک و نیمه خشک، مقدار بارندگی و حجم آب های ایران کافی نیست و ریزش‌های جوی نیز به طور یکنواخت صورت نمی‌گیرد. کشور ایران با این‌که ۱/۱ درصد از مساحت خشکی‌های جهان را داراست، فقط ۰/۳۴۵ درصد از آب‌های موجود در خشکی‌های جهان را در اختیار دارد. از سوی دیگر در اغلب مناطق ایران، ریزش‌های جوی به‌صورت محلی و فصلی است که نیاز چندانی به آب برای کشاورزی در پاییز و زمستان نیست. با توجه به این که در مناطق خشک و نیمه خشک کشورمان، در بخش وسیعی از اراضی زیر کشت مشکل کمبود آب وجود دارد این ضرورت به وجود می‌آید که بتوانیم با ایجاد توابع انتقالی، میزان فراهمی آب را با صرف وقت و هزینه کمتر در اراضی زیر کشت برآورد کنیم. از طرفی تشدید فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی موجب کاهش کیفیت خاک‌ها و آب‌ها شده‌اند. جهت بررسی این کاهش کیفیت، مدل‌های تجربی و ریاضی بسیاری برای شبیه سازی حرکت آب در منطقه اشباع و غیر اشباع خاک ارایه شده است. توابع انتقالی یکی از روش های غیرمستقیم برای تعیین ویژگی های هیدرولیکی خاک است که با استفاده از معادله‌های رگرسیونی و یا شبکه عصبی مصنوعی بین پارامترهای دیریافت خاک مانند منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی و پارامترهای زودیافت خاک مانند بافت، جرم مخصوص ظاهری و مقدار ماده آلی که اندازه گیری آن‌ها آسان، سریع و کم هزینه است و در پژوهش‌های خاک شناسی متداول‌اند، ارتباط برقرار می‌کنند. توابع انتقالی اولین بار توسط بوما در سال ۱۹۸۰ پیشنهاد و در مسائل مربوط به فیزیک خاک به کار گرفته شدند. پس از تعریف ظرفیت مزرعه توسط هندریکسون در سال۱۹۲۷، پژوهش‌های انجام شده در سال های ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۰ در این راستا بوده است (۱۵). رطوبت ظرفیت مزرعه و پژمردگی دائم تابعی از بافت و ساختمان خاک است. کشت یا شخم با تغییر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله بافت، ساختمان و توزیع خلل و فرج خاک

۱و۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: hesam_aryanpour@ut.ac.ir)
۳- استاد گروه آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

می‌تواند رطوبت قابل دسترس خاک را دستخوش تغییرات کند. جهت بررسی این تغییرات می توان از توابع انتقالی استفاده کرد مبحث بسط و تعمیم کاربرد توابع انتقالی مشتق شده از روی خاک‌های منطقه‌ای خاص برای مناطق دیگر هنوز به طور قطعی رد یا تأیید نشده است. توابع انتقالی ممکن است جهت تخمین خصوصیات هیدرولیکی خاک-هایی که این خصوصیات در آن‌ها در دسترس نمی‌باشد به‌کار برده شود مشروط بر اینکه خاک‌هایی که این توابع از آن‌ها اشتقاق یافته‌اند مشابه خاک‌های مورد مطالعه باشند. یعنی اگر خاکی که می‌خواهیم خصوصیات دیریافت آن مانند منحنی رطوبتی را با استفاده از توابعی که در خاک های متفاوت با آن ایجاد شده است، برآورد کنیم به نتیجه قابل قبولی در برآورد پارامتر مورد نظر نخواهیم رسید. با توجه به این که میزان رطوبت در حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم در خاک‌های زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است در این مطالعه سعی شده تا تأثیر کشت با استفاده از این توابع، در تغییر رطوبت در این دو نقطه پتانسیلی بررسی شود و این که این تغییر چه تأثیری برروی برآورد رطوبت در این دو نقطه پتانسیلی داشته است. بنابراین اگر توابع ایجاد شده در خاک‌های کشت نشده بتوانند تخمین قابل قبولی از رطوبت در نواحی زیر کشت داشته باشند می‌توان تأثیر کشت را در تغییر خصوصیات خاک ناچیز دانست و بالعکس. توماسلا و هودنت (۱۶) اثر منطقه‌ای بودن خصوصیات توابع انتقالی را با ارزیابی عملکرد ضعیف توابع توسعه یافته برای مناطق معتدل در نواحی گرمسیری خاطر نشان ساختند. از مهمترین توابع انتقالی ارائه شده تاکنون در مورد تأثیر کشت می‌توان به توابع ارائه شده توسط یارویس، بل و وان کولن اشاره کرد. بل و وان کولن (۴) تأثیر بهم خوردگی خاک را برروی توابع انتقالی در ظرفیت زراعی مورد بررسی قرار دادند آن‌ها به این نتیجه رسیدند که توابع انتقالی که برای ظرفیت مزرعه از نمونه‌های کشت نشده توسعه یافته بود می‌تواند در مدل‌های مشابه برای نمونه‌های به‌هم خورده تا ۸۹ درصد کارا باشد. یارویس و همکاران (۸) با استفاده از ویژگی های زودیافت توانستند توابع انتقالی به منظور برآورد رطوبت در نقطه پتانسیلی ۱۰- سانتی متر ایجاد کنند. نتایج آن‌ها نشان داد توابعی که به طور هم زمان در آن‌ها از خاک‌های زراعی و غیر زراعی استفاده شد ۱۲ تا ۱۹ درصد از تغییرات خصوصیات هیدرولیکی خاک را توجیه نمود و با محدود کردن توابع بر روی خاک های غیر زراعی، ضریب تبیین رگرسیون به ۲۶ تا ۴۴ درصد افزایش یافت که علت این افزایش را در اثر فعالیت‌های کشاورزی دانستند که به موجب آن نوسانات ساختمان خاک های زراعی را سبب شده است. مک برانتنی و همکاران (۱۱) داده‌های لازم برای ایجاد توابع انتقالی را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بیان کردند که اگرچه توابع انتقالی از ۲۵ سال پیش منتشر شده‌اند اما بیشتر توابع ایجاد شده در محدوده اندکی قابل استفاده هستند. آن‌ها به همراه هر تابع انتقالی منتشر شده، سه نوع جدول ارائه کردند به‌طوری که کاربران قدرت تصمیم‌گیری در مورد استفاده بالقوه از توابع انتقالی ارائه شده در هر منطقه را داشته باشند. جدول اول شامل داده‌های پایه‌ای از مشاهدات و اندازه گیری های آن ناحیه بود مانند میزان شن و رس یا جرم مخصوص ظاهری و... و آماره‌هایی مانند حداکثر، حداقل، میانگین، انحراف معیار و... از آن داده‌ها بود. جدول دوم شامل متغیرهای وابسته‌ای است که توسط توابع پیش‌بینی می‌شد مانند میزان رطوبت در مکش های خاص که توسط توابع پیش بینی می‌شد. جدول سوم شامل داده‌های اندازه گیری شده متغیر وابسته بود که به منظور ارزیابی توابع ایجاد شده استفاده می‌شد. در این مطالعه سعی شد تا هر سه نوع جدول نامبرده شده ارائه گردد تا بیان شود که تا چه اندازه و در چه مکش‌هایی می‌توان از توابع انتقالی نقطه‌ای که برای خاک‌های کشت نشده ایجاد شده است در پیش بینی میزان رطوبت خاک‌های زیر کشت همان منطقه بهره برد یا این که کشت به چه اندازه توانسته در محتوای رطوبت نگهداری شده در خاک در حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم تأثیر گذار باشد و این تأثیر بر چه ویژگی‌هایی از خاک بوده است.

مواد و روش ها

نمونه‌ها از منطقه آبیک واقع در حد فاصل جاده کرج- قزوین با بافت غالب لوم برداشت شد. این ناحیه در ارتفاع ۱۲۰۱ متر از سطح دریا واقع شده است. اراضی مزروعی این منطقه دارای تناوب کشت گندم و جو بودند و اراضی غیر زراعی شامل پوششی از گیاهان طبیعی منطقه شامل خارشتر، کهودک، گراس، گرامینه و... بود که هرگز تحت کشت قرار نگرفته اند (اطلاعات محلی). از نواحی زیر کشت، ۳۲ نمونه به صورت تصادفی از عمق صفر تا ۱۰ سانتی متر برداشت شد همچنین ۳۲ نمونه به صورت تصادفی از عمق صفر تا ۱۰ سانتی متر از نواحی کشت نشده، که مجاور اراضی زیر کشت مورد نظر بودند، برداشت شد نمونه ها به دو صورت با استفاده از استوانه فلزی (۱۰۰سانتی مترمکعب) برای تعیین منحنی رطوبتی خاک و بدون استفاده از استوانه فلزی برای تعیین خصوصیات قابل دسترس خاک برداشت شد. در مجموع ۶۴ نمونه برداشت شد. نمونه هایی که به منظور تعیین خصوصیات قابل دسترس خاک برداشته شده بودند به نرمی کوبیده شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. کربنات کلسیم به روش کلسیمتری، درصد ماده آلی به روش والکلی و بلک (۱۸)، فراوانی نسبی ذرات به روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری با روش سیلندری، واکنش خاک با نسبت ۱ به ۵ و ظرفیت تبادل کاتیونی با روش استات سدیم اندازه گیری شد. خلاصه نتایج مربوط به این اندازه گیری ها در جداول شماره ۱ و ۲ ارائه شده است. جدول شماره‌ی ۱ دامنه‌ی تغییرات خصوصیات زودیافت خاک‌های کشت نشده را نشان می‌دهد. جدول ۲ دامنه ی تغییرات خصوصیات زودیافت خاک های زیر کشت را نشان می دهد.

جدول۱- دامنه تغییرات خصوصیات خاک های کشت نشده

دامنه تغییرات	Sand	Silt	Clay	OC	$CaCO_3$	Bd	CEC	$pH_{(1:5)}$
			(%)			($g.cm^{-3}$)	($meq.100g^{-1}$)	
بیشترین	۵۸/۶۸	۳۱/۱۴	۲۶/۶۶	۲/۵۶	۹/۲۲	۱/۵۸	۱۹/۶ ۲۲	۸/۲
کمترین	۴۲/۷۵	۲۲/۵	۱۶/۵۵	۱/۱۴	۶/۸	۱/۴		۸/۰۰
انحراف معیار	۵/۸۶	۳/۰۲	۳/۰۴	۰/۴۷	۰/۸۶	۰/۰۶۱	۰/۶۷	۰/۰۶
میانگین	۵۰/۶۵	۲۶/۴۰	۲۲/۹۴	۱/۸۶	۸/۱۳	۱/۴۷	۲۰/۶۸	۸/۱

جدول۲- دامنه تغییرات خصوصیات خاک های کشت شده

دامنه تغییرات	Sand	Silt	Clay	OC	$CaCO_3$	Bd	CEC	$pH_{(1:5)}$
			(%)			($g.cm^{-3}$)	($meq.100g^{-1}$)	
بیشترین	۵۶/۳۰	۲۹/۰۹	۲۶/۶۰	۰/۸۴	۸/۶۸	۱ /۶۴	۱۶/۱۰	۸/۲۰
کمترین	۴۵/۵۵	۲۱/۹۸	۲۰/۰۰	۰/۴۰	۴/۸۸	۱/۴۰	۱۲/۰۰	۷/۸۰
انحراف معیار	۲/۸۶	۱/۸۰	۱/۴۹	۰/۱۲۱	۱/۰۹۱	۰/۰۶۸	۱/۰۴	۰/۰۶۹
میانگین	۵۰/۶۴	۲۵/۳۱	۲۴/۱۱	۰/۶۳	۶/۷۹	۱/۵۶	۱۴/۲۹	۸/۱۵
اختلاف میانگین دو خاک	$۰/۰۱^{ns}$	$۱/۰۹^{ns}$	$۱/۱۷^{ns}$	۱/۲۳**	۱/۳۴*	۰/۰۹*	۶/۳۹**	$۰/۰۵^{ns}$

ns: اختلاف غیر معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد، **: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

مقایسه میانگین اندازه گیری‌های صورت گرفته نشان داد در اثر کشت، کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی در سطح یک درصد و آهک در سطح پنج درصد، کاهش و جرم مخصوص ظاهری خاک با اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد افزایش یافته است همچنین فراوانی نسبی ذرات تشکیل دهنده خاک و واکنش خاک در اثر کشت اختلاف معنی‌داری نشان نداد. میزان آهک در خاک‌های کشت نشده به طور متوسط بیشتر از خاک‌های زیر کشت بود که می توان علت آن را به دلیل آبشویی بیشتر آهک در نتیجه آبیاری نواحی زیر کشت دانست (۱). افزایش هوادهی و اکسیداسیون مواد آلی از طریق شخم و اعمال زراعی سبب شده تا میزان کربن آلی به طور چشمگیری در خاک های زیر کشت کاهش یابد که درنتیجه ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را نیز به طور قابل توجهی کاهش داده است.

بعد از اندازه‌گیری خصوصیات زودیافت خاک، استوانه های فلزی حاوی نمونه‌های کشت شده و کشت نشده مجاور آن، در دستگاه صفحات فشاری به منظور تعیین رطوبت حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم گذاشته شدند. میزان رطوبت در پتانسیل های ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم با استفاده از دستگاه صفحات فشاری و به ترتیب در مکش های ۰/۳۳ و ۱۵ بار قرائت گردید. جدول ۳ دامنه‌ی تغییرات رطوبت اشباع، حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم در خاک های کشت شده و کشت نشده را نشان می‌دهد.

جهت ایجاد توابع انتقالی ابتدا نرمال بودن داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده نرم افزار Minitab آزمون شد (۱۴). غیر نرمال بودن توزیع داده‌ها آزمون‌های فرض را غیرمعتبر می‌سازد چون این آزمون بر فرض نرمال بودن داده‌ها می‌باشد.

جدول ۳- دامنه ی تغییرات رطوبت اشباع، حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم

منطقه	دامنه تغییرات	رطوبت اشباع	رطوبت حدظرفیت مزرعه	رطوبت پژمردگی دائم
		وزنی(٪)		
کشت نشده	بیشترین	۵۵/۳۰	۲۶	۸/۱
	کمترین	۳۱/۹۰	۱۲	۵/۱
	میانگین	۴۱/۸۰	۲۰/۰۵	۶/۶۶
	انحراف معیار	۷/۱۴	۴/۴۹	۰/۸۷
کشت شده	بیشترین	۳۷	۱۶/۳۷	۹/۵
	کمترین	۳۰/۶۰	۱۳/۲۰	۷/۱۰
	میانگین	۳۳/۶۴	۱۴/۹۴	۸/۱۳
	انحراف معیار	۱/۴۳	۰/۸۵	۰/۶۶

در ضمن باید توجه کرد که اگر بین متغیرهای مستقل وارد شده به توابع، وابستگی خطی قوی مشاهده شود، همراستایی چندگانه به‌وجود می‌آید. وجود همراستایی چندگانه نتایج رگرسیون را غیرمعتبر نمی‌سازد، اما می‌تواند دشواری‌هایی را به دنبال داشته باشد مثلاً علامت جبری ضرایب معادله بر خلاف انتظار مشاهده می‌شود (۲). در تجزیه رگرسیون داده‌های مربوط به فراوانی نسبی ذرات همبستگی خطی نشان دادند که برای رفع آن به جای درصد رس و سیلت از نسبت رس به سیلت استفاده گردید. پس از تصحیح همراستایی چندگانه بین متغیرهای مستقل با استفاده از رگرسیون خطی چندگانه، متغیرها انتخاب و وارد مدل شدند.

نتایج و بحث

برای درک بهتر تأثیر کشت بر روی نگهداری رطوبت در خاک می‌توان از هیستوگرام توزیع اندازه خلل و فرج خاک استفاده کرد برای رسم این نمودار نیاز به اندازه گیری میزان خلل فرج درشت (بزرگتر از ۳۰ میکرومتر)، متوسط (۳۰-۰/۲ میکرومتر) و ریز (کمتر از ۰/۲ میکرومتر) می‌باشد.

با توجه به رابطه ۱ می توان مکش متناظر با قطر این خلل و فرج را بدست آورد.

$$h = 0.03/d \qquad (۱)$$

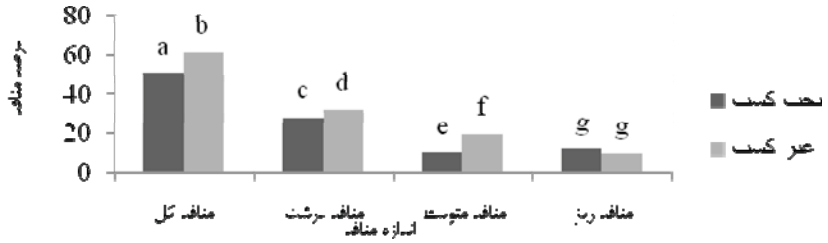
در این رابطه h پتانسیل ماتریک بر حسب (m)، و d قطر خلل و فرج بر حسب (mm) می باشد.

سی میکرومتر قطر خلل و فرج با توجه به مکش حد ظرفیت مزرعه و ۰/۲ میکرومتر قطر خلل و فرج بر حسب نقطه پژمردگی دائم محاسبه شده است. در رسم این نمودار رطوبت حجمی اشباع به عنوان تخلخل کل، تفاضل درصد رطوبت حجمی اشباع و حد ظرفیت مزرعه به عنوان درصد منافذ درشت، تفاضل درصد رطوبت حجمی در ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم به عنوان منافذ متوسط و درصد رطوبت حجمی در نقطه پژمردگی دائم به عنوان منافذ ریز بر اساس نظریه کی (۱۰) در نظر گرفته شد. به این ترتیب درصد منافذ هر یک از نمونه‌های خاک محاسبه شد. با توجه به جدول۳ می توان این نمودار را برای دو حالت زیر کشت و کشت نشده ترسیم کرد. در شکل ۱ میانگین منافذ کل، درشت، متوسط و ریز برای دو حال کشت شده و کشت نشده نشان داده شده است.

آزمون مقایسه میانگین به روش توکی نشان داد اختلاف میانگین در دو حالت زیر کشت و کشت نشده بین منافذ کل و متوسط در سطح یک درصد و درشت در سطح پنج درصد معنی دار است و اختلاف میانگین بین منافذ ریز در اثر کشت تغییر معنی داری نکرده است.

توابع نقطه‌ای برای برآورد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم در خاک های کشت نشده ایجاد شد که در جدول شماره‌ی ۴ آورده شده است.

در جدول ۴ آن θ_{33} و θ_{1500} به ترتیب مقدار رطوبت وزنی در ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم (درصد)، Bd جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، Sand، Silt و Clay به ترتیب شن، سیلت و رس (درصد)، $CaCo_3$ کربنات کلسیم (درصد)، CEC ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی اکی والان در صد گرم)، pH واکنش خاک و OC کربن آلی خاک (درصد). همان طور که در جدول۴ مشاهده می‌شود جهت ایجاد توابع انتقالی از ویژگی‌های زودیافت خاک همچون فراوانی نسبی ذرات، جرم مخصوص ظاهری، درصد کربن آلی، درصد آهک، ظرفیت تبادل کاتیونی و واکنش خاک استفاده گردید.



شکل ۱- میانگین منافذ کل، درشت، متوسط و ریز برای دو حال کشت شده و کشت نشده

جدول٤- توابع انتقالی نقطه ای در حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم در خاک های کشت نشده

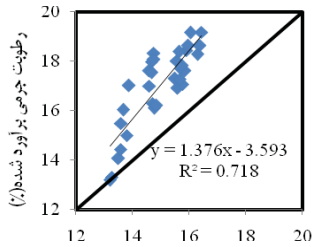
شماره تابع	متغیر وابسته	توابع	R^2_{adj}	MSE
۱	θ_{33}	83.712-0.580 sand+10.684 clay/silt-6.16 Bd+1.005 oc-0.364 CEC-3.558 PH	0.862	0.556
۲	θ_{1500}	6.665-0.167 sand+4.246 clay/silt+5.524 Bd-0.137 $caco_3$-0.099 CEC	0.871	0.022

فراوانی نسبی شن و نسبت رس به سیلت در هر دو مکش با متغیر وابسته رابطه معنی‌دار و به ترتیب منفی و مثبتی نشان داد و به عنوان سهل الوصول‌ترین پارامترهای پیش‌بینی کننده، وارد توابع شدند و این نشان می‌دهد که در این خاک‌ها این دو پارامتر همبستگی زیادی با میزان آب نگهداری شده در پتانسیل‌های مختلف دارد به طوری که با افزایش میزان شن از میزان رطوبت خاک در هر دو مکش خصوصاً در مکش‌های بالا کاسته می‌شود. با بالا رفتن مقدار شن تخلخل ریز کم شده و از طرفی ذرات شن بر روی سطح ویژه تأثیر بسیار کمی دارند لذا سبب نگهداری رطوبت کمتری در خاک می‌شوند (۱۳). قربانی و همایی (۳) نیز همبستگی معنی‌داری بین شن و تعدادی از متغیرهای وابسته شامل رطوبت در مکش های ۱۰، ۳۰، ۱۰۰و ۳۰۰ کیلوپاسکال به‌دست آوردند. گوپتا و لارسن (۹) نیز بین رطوبت در مکش ۱۵۰۰ کیلوپاسکال با شن رابطه منفی و معنی دار به دست آوردند. رابطه مثبت نسبت رس به سیلت با میزان رطوبت در نقطه پژمردگی دائم و رطوبت حد ظرفیت مزرعه نشان دهنده اثر سطح ویژه خاک بر رطوبت می‌باشد. هر چه این نسبت افزایش می‌یابد سطح ویژه و خاصیت جذب سطحی ذرات افزایش یافته و میزان رطوبت بیشتری در خاک باقی می‌ماند. ویرکین و همکاران (۱۷) نیز رابطه مثبت و معنی داری بین رطوبت باقی مانده با رس و کربن آلی به‌دست آوردند.

همان طور که در جدول۴ مشاهده می‌شود جرم مخصوص ظاهری در معادله ارائه شده جهت برآورد رطوبت حد ظرفیت مزرعه با ضریب منفی و در برآورد رطوبت نقطه پژمردگی دائم با ضریب مثبت وارد شده است و نشان دهنده تأثیر عکس آن در برآورد رطوبت در این دو مکش است. بنابراین با افزایش جرم مخصوص ظاهری رطوبت حد ظرفیت مزرعه کاهش یافته و رطوبت نقطه پژمردگی دائم افزایش می‌یابد.

توابع انتقالی ممکن است جهت تخمین خصوصیات هیدرولیکی خاک‌هایی که این خصوصیات در آن‌ها در دسترس نمی‌باشد به‌کار برده شود مشروط بر اینکه خاک‌هایی که این توابع از آن‌ها اشتقاق یافته اند مشابه خاک‌های مورد مطالعه باشند. بنابراین اگر توابع کشت نشده بتوانند تخمین قابل قبولی از رطوبت در نواحی زیر کشت داشته باشند می‌توان تأثیر کشت را در تغییر خصوصیات خاک ناچیز دانست و بالعکس. در این مطالعه بررسی گردید که تا چه اندازه می‌توان از توابع انتقالی که برای خاک‌های کشت نشده ایجاد شده است در پیش بینی میزان رطوبت خاک‌های زیر کشت همان منطقه بهره برد. یا به عبارت دیگر کشت و شخم تا چه اندازه بر روی کاربرد توابع انتقالی ایجاد شده تأثیر دارد. نکته قابل توجهی که در این مطالعه صورت گرفت این بود که از نمونه‌هایی جهت برآورد توابع انتقالی استفاده شد که ساختمان آن ها حفظ شده بود. یعنی به منظور ایجاد منحنی رطوبتی هر یک از نمونه‌های خاک، درون استوانه فلزی و با حفظ شکل اصلی وارد دستگاه صفحات فشاری شدند تا اثر ساختمان خاک کاملاً حفظ شود این کار بدین جهت صورت گرفت که یکی از تفاوت-های اصلی میان خاک‌های کشت شده و کشت نشده ساختمان آن‌ها است که ممکن است در اثر عملیات کشاورزی دستخوش تغییرات زیادی گردد.

استفاده از تابع ایجاد شده در خاک های کشت نشده (جدول ۴) در تخمین رطوبت حد ظرفیت مزرعه نواحی زیر کشت نشان داد که محتوای آب تخمین زده شده به‌وسیله تابع از میزان اندازه‌گیری شده واقعی در مناطق زیر کشت اعداد بیشتری را نشان می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲- میزان همبستگی بین رطوبت اندازه گیری شده در نواحی تحت کشت و رطوبت برآورد شده از نواحی تحت کشت با استفاده از تابع ایجاد شده در نواحی کشت نشده در حد ظرفیت مزرعه

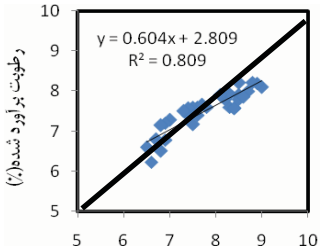
همان طور که در جدول ۴ مشاهده شد جرم مخصوص ظاهری با ضریب منفی وارد معادله ارائه شده برای برآورد رطوبت حد ظرفیت مزرعه در این منطقه شده است با توجه به این که جرم مخصوص ظاهری در خاک‌های زیر کشت این منطقه بیشتر است نشان می‌دهد که کشت سبب شده تا توانایی خاک در نگهداری رطوبت کاهش یابد. چاد هاری و همکاران (۷) بیان کردند که عملیات خاک ورزی از طریق تخریب ساختمان خاک و ریز نمودن خاکدانه‌ها و نهایتاً مسدود کردن آبراهه‌های طبیعی و افزایش جرم مخصوص ظاهری، سبب کاهش نفوذ و قابلیت نگهداری آب می‌گردد. همان طور که در جداول ۱ و ۲ بیان شد درصد ماده آلی در اثر کشت کاهش یافته بود در واقع اکسیداسیون مواد آلی در اثر کشت و کاهش آن می‌تواند منجر به کاهش خاکدانه سازی و افزایش جرم مخصوص ظاهری گردد و در نتیجه همان طور که در شکل ۱ مشاهده شد این خاک نسبت به حالت کشت نشده دارای تخلخل کل، درشت و متوسط کمتری بود این عامل سبب شده تا خاک‌های زیر کشت قادر به نگهداری رطوبت کمتری در مکش حد ظرفیت مزرعه باشند. طبق نتایج کلیک (۶) عملیات کشت و کار سبب کاهش خاکدانه سازی می‌گردد که این

مسئله نیز افزایش جرم مخصوص ظاهری را در پی دارد.

بنابراین همان طور که در شکل ۲ مشخص است توابع خاک‌های کشت نشده نتوانسته‌اند تخمین قابل قبولی از رطوبت حد ظرفیت مزرعه در نواحی تحت کشت به دلیل اثر کشت بر ساختمان خاک داشته باشند و انحراف نقاط از خط نیمساز زیاد است.

اندازه‌گیری‌ها نشان داد در نقطه پژمردگی دائم رطوبت تخمین زده شده توسط توابع کشت نشده میزان کمتری را نسبت به اندازه-گیری‌های صورت گرفته در مزارع زیر کشت نشان می‌دهد اما این کاهش بسیار جزئی بود به طوریکه در شکل ۳ دیده می‌شود ضریب همبستگی بالایی مشاهده شد. در واقع برآورد رطوبت نواحی کشت شده به‌وسیله توابعی که در خاک‌های کشت نشده حاصل شده‌اند تخمین غیر واقعی از رطوبت در نواحی کشت شده است و در واقع میزان برآورد واقعی از رطوبت نواحی کشت نشده را نشان می‌دهد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مزارع زیر کشت در مکش ۱۵ بار رطوبت بیشتری نسبت به نواحی که زیر کشت نبودند داشتند (شکل۳). دومین تفاوتی که در خاک‌های زیر کشت و کشت نشده این منطقه بیان شد میزان آهک بود. میزان آهک در خاک‌های کشت نشده به طور متوسط بیشتر از خاک‌های زیر کشت بود (جداول ۱ و ۲). در نتیجه در مکش‌های بالا خصوصاً نقطه پژمردگی دائم که رطوبت نگهداری شده در خاک بیشتر وابسته به منافذ ریز خاک و رطوبت جذب شده در سطح ذرات خاک است با توجه به یکسان بودن فراوانی نسبی ذرات تشکیل دهنده خاک‌های زیر کشت و کشت نشده، در خاک‌های آهکی این منطقه متوجه میزان آهک آن‌ها می‌شود خاصیت جذب سطحی آهک نسبت به ذرات هم قطر خود کمتر است و حتی وقتی در اندازه ذراتی مثل رس ظاهر می‌شود در نگهداری رطوبت رفتاری همانند شن وسیلت دارد (۵) که با نتایج بلانک و فوسبر (۵) مطابقت داشت. بر طبق جدول ۴ مشاهده می‌شود که آهک با ضریب منفی وارد تابع ارائه شده جهت برآورد رطوبت در مکش نقطه پژمردگی دائم در خاک‌های این منطقه شده است و با کاهش این پارامتر در اثر کشت توانایی خاک در نگهداری رطوبت پرمردگی دائم افزایش می‌یابد. راجکائی و همکاران (۱۲) میزان کربنات کلسیم معادل را بعنوان دومین متغیر مستقل مهم ورودی در توابع خود برای پیش‌بینی میزان رطوبت در پتانسیل ماتریک ۱۴۰۰- کیلو پاسکال معرفی نمودند که این موضوع نشان دهنده اثر منفی آهک بر نگهداشت رطوبت خاک خصوصاً در مکش‌های بالاست و هر چه مقدار آن افزایش می‌یابد از میزان رطوبت خاک کاسته می‌شود.

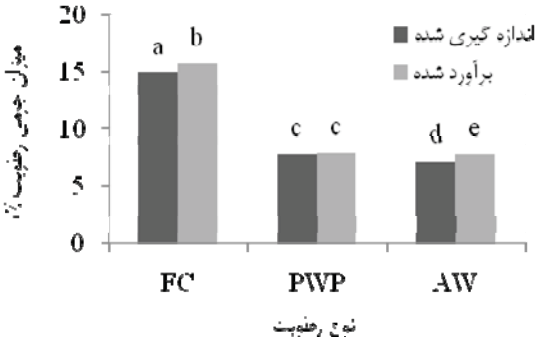
بنابراین همان طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود تابع انتقالی خاک‌های کشت نشده در نقطه پژمردگی دائم برخلاف مکش حد ظرفیت مزرعه توانسته‌اند تخمین قابل قبولی از رطوبت در مکش نقطه پژمردگی دائم داشته باشند و انحراف ان ها از خط نیمساز کم است چون اثر کشت بر روی نگهداری رطوبت در این مکش کم بوده است.



رطوبت جرمی اندازه گیری شده(٪)

شکل۳- میزان همبستگی بین رطوبت اندازه گیری شده در نواحی تحت کشت و رطوبت برآورد شده از نواحی تحت کشت با استفاده از تابع ایجاد شده در نواحی کشت نشده در نقطه پژمردگی دائم

با توجه به این که رطوبت ظرفیت مزرعه و پژمرگی دائم در مناطق زیر کشت به ترتیب بیشتر و کمتر از میزان اندازه گیری شده برآورد شدند درنتیجه میزان رطوبت قابل دسترس خاک که تفاضل رطوبت در این دو مکش است با استفاده از این توابع بیشتر از میزان واقعی اندازه‌گیری شده برآورد شد. در واقع این افزایش برآورد توابع کشت نشده، نشان دهنده کاهش توانایی خاک در نگهداری رطوبت قابل دسترس در اثر کشت است که در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ٤- مقایسه بین رطوبت قابل دسترس اندازه گیری شده در نواحی زیر کشت با رطوبت برآورد شده از نواحی زیر کشت با استفاده از تابع ایجاد شده در نواحی کشت نشده

همان طور که در شکل ۴ دیده می‌شود برآورد توابع از رطوبت نواحی تحت کشت در حد ظرفیت مزرعه اختلاف معنی داری را نشان می دهد در حالی که در نقطه پژمردگی دائم این اختلاف معنی دار نیست.

نتیجه گیری

به طور کلی این توابع در رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب برآوردی بیشتر و کمتر از واقعیت نشان دادند ولی

برآورد کمتر توابع در نقطه پژمردگی دائم، بسیار جزئی بود (شکل ۳) و همان طور که بیان شد مربوط به وجود آهک در خاک بود بنـابراین در خاک‌های بدون آهک می توان با دقت بیشتری از تابع کشت نشده در مکش نقطه پژمردگی دائم استفاده کرد. به طور کلـی فراوانـی نـسبی ذرات تشکیل دهنده خاک در دو منطقـه زیـر کـشت و کـشت نـشده تفاوت بسیار اندکی نشان داد به طوری که در شـکل ۱ مـشاهده شـد اختلاف میانگین بین منافذ ریز خاک در اثر کشت اختلاف معنـی‌داری نشان نداد چون منافذ ریز خاک بیشتر تحت تأثیر ذرات تشکیل دهنده خاک یعنی رس، شن و سیلت هستند. با توجه به جداول ۱ و ۲ در اثـر عمل کشت یا همان عملیات کشاورزی پـارامتری کـه بیـشتر از بقیـه دچار دست‌خوردگی می شود ساختمان خاک اسـت و بافـت یـا همـان فراوانی نسبی ذرات تغییرات چندانی نمی‌کند به همین دلیل معـادلات رگرسیونی ایجاد شده توانستند تخمـین بهتـری از میـزان رطوبـت در مکش پژمردگی دائم نسبت بـه حـد ظرفیـت مزرعـه داشـته باشـند و ضریب همبستگی بـالاتری نـشان دادنـد (شـکل ۳) کـه علـت آن را می‌توان به وابسته بودن محتوای آب در مکش‌های بالا به بافت خاک دانست. بافت در اثر شخم و کشت و کار تغییر چندانی نمی‌کنـد مگـر این که بافت لایه‌های زیرین تفـاوت داشـته باشـد و در اثـر عملیـات شخم با خاک سطحی مخلوط شود. بنـابراین در مکـش‌هـای بـالا در صورتی که بافت لایه‌های زیرین با لایه‌های سطحی تفـاوت چنـدانی نداشته باشد می‌توان از توابعی که در خاک‌هـای کـشت نـشده ایجـاد شده‌اند در تخمین رطوبت خاک‌های کشت شده استفاده کـرد. عـاملی که سبب شده بود تـابع کـشت نـشده نتوانـد تخمـین قابـل قبـولی از رطوبت، در ظرفیت مزرعه داشته باشند سـاختمان بـود کـه در نتیجـه کشت و کار دچار تغییـرات شـده بـود. پـارامتری کـه بیـشتر از همـه می‌تواند تغییرات ساختمان خاک را به صورت کمی نـشان دهـد جـرم مخصوص ظاهری است که تغییرات آن، تغییـرات سـاختمان خـاک را نشان می‌دهد. بنابراین در مکش حد ظرفیت مزرعه هنگامی می‌تـوان از توابع ایجاد شده در خاک‌های کشت نشده استفاده کرد که خـاک از ساختمان پایداری برخـوردار باشـد یـا ایـن کـه از سـاختمان چنـدانی برخوردار نباشد مثلاً دارای بافت غالب شنی باشد تا در مقابل تغییـرات شخم و کشت و کار دستخوش تغییرات چندانی نگردد.

منابع

۱- بای بوردی م. ۱۳۷۹. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران.۶۱۴ صفحه.

۲- رضایی ع.، و سلطانی ا. ۱۳۸۲. مقدمه‌ای بر تحلیل رگرسیون کاربردی. نشر دانشگاهی اصفهان. اصفهان.

۳- قربانی دشتکی ش.، و همایی م. ۱۳۸۱. برآورد پارامتریک توابع هیدرولیکی بخش غیراشباع خاک با استفاده از توابع انتقـالی. مجموعـه مقـالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. شهریور ۱۳۸۲. دانشگاه گیلان.

4- Bell M.A., and Van Keulen H. 1995. Soil pedotransfer functions for four Mexican soils. Soil Science Society America Journal, 59:865-871.

5- Blank R.R., and Fosber M.A. 1990. Micromorphology and classification of secondary calcium carbonate accumulations that surround or occur on the outside of coarse fragment in Idaho(U.S.A.). p. 340-359. In A.L. Soil micromorphology: A basic and applied science. Douglas.

6- Celik I. 2005. Land use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research, 83: 270-277.

7- choudhary M.A., Lal R., and Dick W.A. 1997. Long-term tillage effects on runoff and soil erosion under simulated rainfall for a central Ohio soil. Soil and Tillage Research, 42:175-184.

8- Jarvis N.J., Zavattaro L., Rajkai K., Reynolds W.D., Olsen P.A., McGechan M., Mecke M., Mohanty B., Leeds-Harison P.B., and Jacques D. 2002. Indirect estimation of near-saturated hydraulic conductivity from readily available soil information. Geoderma, 108:1-17.

9- Gupta S.C., and Larson W.E. 1979. Estimating soil water retention characteristics from particle size distribution, organic matter content, and bulk density. Water Resources Research, 15:1633-1655.

10- Kay B.D. 1990. Rates of change of soil structure under different cropping systems. Advances Soil Science. 12:1-52.

11- McBratney A.B., Minasny B., and Tranter G. 2011. Necessary meta data for pedotransfer functions. Geoderma, 160: 627-629.

12- Rajkai K., Kabos S., Van Genuchten M.Th., and Jansson P.E. 1996. Estimating of water retention characteristics from the bulk density and particle size distribution of Swedish soils. Soil Science,161:832-845.

13- Rawls W.J., and Brakensiek D.L. 1989. Estimation soil water retention from soil water properties. Trans ASAE, 108: 166-171.

14- Ryan B.F., and Joiner B.L. 1994. Minitab Handbook. Durbuy press.

15- Salter P.J., Berry G., Williams J.B. 1996. The influence of texture on the moisture characteristics of soils. Journal of Soil Sicence, 17:93-98.

16- Tomasella J., and Hodnett M.G. 1998. Estimatig soil water retention characteristics from limited data in Brazilian Amazonia. Soil Science, 163:190-202.

17- Vereecken H., Maes J., Feyen J., and Darius P. 1989. Estimating the soil moisture retention characteristics from texture, bulk density and carbon content. Soil Science Society America Journal, 148: 389-403.

18- Walkley A., and Black I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37:29-39.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.4, Sept.-Oct. 2012, p. 1042-1050

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۱، ص. ۱۰۵۰-۱۰۴۲

Using of Pedotransfer Functions for Studying the Effect of Soil Cultivation on Determining of Soil Moisture at Field Capacity and Permanent Wilting Point

H. Aryanpour[1*]- M. Shorafa [2]- A. Liaghat[3]

Received: 13-2-2011
Accepted: 10-6-2012

Abstract

As far as soil moisture is a function of soil structure and texture any changes on these properties changes the soil moisture content. In this study for finding the soil moisture content at field capacity and permanent wilting point for cultivated soil, point pedotransfer functions of non cultivated of the same soils were used. For this purpose 64 soil samples from cultivated and non cultivated were chosen in Abyek Qazvin area. Then available soil properties such as particle size distribution, bulk density, organic carbon, calcium carbonate, cation exchang capacity and PH of soils were measured. The soil moisture at FC and PWP. For non cultivated soil were determined by peresure plates. After that point pedotransfer functions were established. With using these functions the moisture of cultivated soils were predicted and compared with the measured ones. The results showed that this functions had overestimated moisture for FC and underestimated moisture for PWP. In fact cultivation reduses soil ability in moisture preservation. Correlation coefficient between measured and predicted moisture for cultivated soils at PWP was more than FC.

Keywords: Point Pedotransfer functions, Cultivated soil, Available water

1,2- MSc Student and Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of University of Tehran
(*- Corresponding Author Email: hesam_aryanpour@ut.ac.ir)
3- Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, Faculty of Soil and Water Engineering, University of Tehran, Karaj