ارزیابی دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت در یک خاک با سه سطح فشردگی بر مبنای پاسخ گیاه آفتابگردان

زهرا کاظمی[۱]، محمدرضا نیشابوری[۲]، اژدر عنابی میلانی[۳]، حسین عسگرزاده[۴]، داوود زارع حقی[۵]، مهدیه ایرانی[۶]
[۱]دانشجوی دکترای فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه تبریز،[۲] استاد دانشگاه تبریز، [۳]استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران[۴]،استادیار دانشگاه ارومیه، [۵]دانشجوی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه تبریز

چکیده

دامنه‌ای از رطوبت حجمی خاک که در آن، محدودیت‌ها برای رشد گیاه در ارتباط با پتانسیل آب، تهویه و مقاومت مکانیکیخاک در کمترین مقدار خود باشد، دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت(LLWR)نامیده می‌شود.این پژوهش به منظور ارزیابی مقادیر LLWR محاسبه شده به روش داسیلوا و همکاران بر مبنای پاسخ گیاه انجام گرفت. LLWR یکبار با بکارگیری منحنی آزادسازی آب و منحنی مقاومت مکانیکی خاک و یکبار نیز از طریق انتگرال‌گیری مساحت زیر منحنی رطوبتی در فاصله بین دو مکش شروع و پایان جذب آب بر مبنای هدایت روزنه‌ای گیاه آفتابگردان در یک خاک لوم رس شنی در سه سطح فشردگی خاک محاسبه شد. نتایج نشان داد جذب آب بر مبنای پاسخ گیاه از مکش‌های پایین تر شروع و تا مکش‌های خیلی بالاتر ادامه می یابد و تفاوت قابل ملاحظه ای بین مقدار LLWRمحاسبه شده به دو روش مذکور وجود دارد.مقدار این اختلاف در تیمارهای با فشردگی بالاتر، موقعی که حد بالایی LLWRمقدار رطوبت در مکش ۱۰۰ سانتی‌متر مد نظر قرار گرفت، بیشتر بود.

واژه های کلیدی: منحنی آزادسازی آب، منحنی مقاومت خاک، هدایت روزنه‌ای

مقدمه

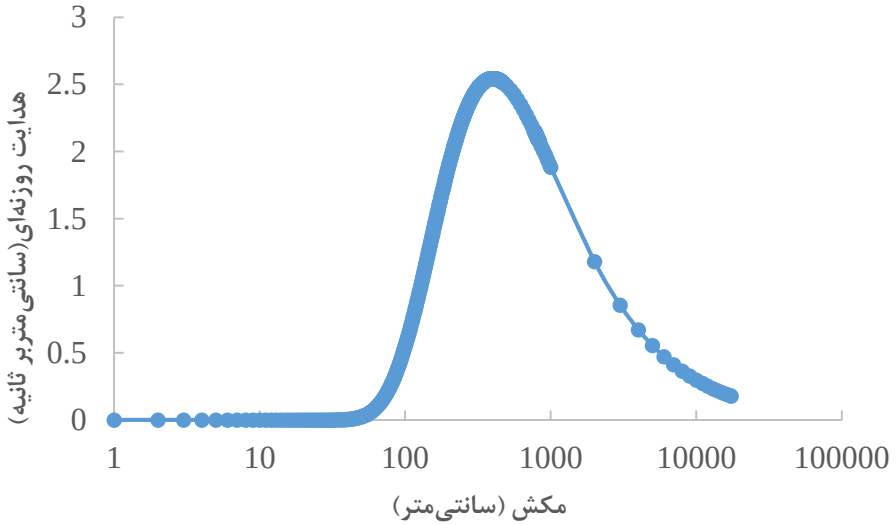
محدوده LLWR دامنه‌ای از رطوبت در یک خاک است که در آن اثرات توام تهویه، مقاومت مکانیکیو فراهمی آب برای رشد گیاه و عملکرد در قالب یک پارامتر کمی بیان می‌شود (da Silva et al, 1994) .LLWR از چهار ثابت رطوبتی خاک یعنیرطوبت در نقطه پژمردگی خاک (θ_{pwp})، رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای(θ_{fc})، محتوای رطوبت خاک در مقاومت مکانیکی (SR) ۲ مگاپاسکال خاک (θ_{sr}) و رطوبت معادل تخلخل تهویه‌ای ۱۰٪(θ_{afp}) محاسبه می‌شود. به نظر می رسد این حدود برای گیاهان و خاکهای مختلف متفاوت باشد.از آنجا که حدود بحرانی در نظر گرفته شده برای LLWR بسیار ناگهانی تغییر می کنند و برای تمام گیاهان و خاکها یکسان در نظر گرفته شده اند،به نظر می رسد تعیین مکش‌های شروع و پایان جذب آب با حضور گیاه و در نظر گرفتن تغییرات هدایت روزنه‌ای (gs) مفید باشد. به نظر چاهال (۲۰۱۰) ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص اندازه‌گیری پاسخ گیاه به رطوبت خاک هدایت روزنه‌ای‌می‌باشد. هدایت روزنه‌ای گیاه تمام محدودیت‌های خاک که در تعریف LLWR مد نظر قرار می گیرند (تهویه، مقاومت مکانیکی و پتانسیل آب در خاک) و قابلیت دسترسی گیاه به آب را محدود می کنند، منعکس می سازد(Intrigliolo, and Castel, 2006)و از طرف دیگر دستیابی به دو منحنیرطوبتی خاک (WRC) و منحنی مقاومت خاک(SRC) وقت‌گیر و گاهی پرهزینه است. لذا بکارگیری پاسخ گیاه در مقادیر پتانسیل ماتریک خاک مختلف می‌تواند برآورد LLWR را تسریع و سهل نماید. چاهال (۲۰۱۰) با بکارگیری مقادیر روزانهgs رطوبت قابل دسترس گیاه را در قالب ظرفیت آب انتگرالی برای دو گیاه سورگوم و ذرتمحاسبه نمود. زارع حقی و همکاران (۱۳۹۳) دامنه رطوبتی با حداقل محدودیترا برای یک خاک با دو سطح فشردگی ۱/۵ و ۱/۸ مگاگرم برمتر مکعب با بکارگیری مقادیر روزانه هدایت روزنه‌ای دانهای پسته مورد ارزیابی قرار دادند. لذا هدف این مطالعه تعیین مکش‌های شروع و پایان جذب آب توسط گیاهبا بکارگیری داده های روزانه gs در مکش‌های ماتریک مختلف خاک و مقایسه مقادیر رطوبت حجمی موجود در بین دو حد بالا و پایین بین روش معمول تعیین LLWR(da Silva et al, 1994) و روش به کار گرفته شده در این پژوهش بر مبنای هدایت روزنه‌ای بعنوان پاسخ گیاه آفتابگردان است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش یک خاک لوم رس شنی انتخاب و سه سطح فشردگی خاک (چگالی ظاهری (D_b)معادل۱/۷۵، ۱/۵۵ و ۱/۳۵ مگاگرم برمتر مکعب) درگلدانهای مختلف اعمال شد و به ترتیب تیمارهای D1، D2 و D3 نامیده شد. برای تعیین منحنی مشخصه آب خاک در مکش‌های ۰ تا ۱۰۰ کیلوپاسکال، از سیلندرهای نمونه‌برداری با حجم ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب و در مکش‌های ۵۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال از حلقه‌های نمونه‌برداری با قطر ۵ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر (حجم ۲۰ سانتی‌متر مکعب) استفاده شد. از هر سطح D_b، تعداد ۷ نمونه با سیلندرهایی با حجم حدود ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب و تعداد ۲ نمونه با حلقه‌هایی با حجم ۲۰ سانتی‌متر مکعب تهیه شد. با احتساب سه سطح D_b، مجموعاً ۲۷ نمونه تهیه شد. نمونه‌های تهیه شده، در محلول ۰/۰۱ مولار CaCl2 اشباع شد. محتوای رطوبت در هر D_b تحت مکش‌های ۰، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر با بکارگیری ستون آب آویزان و در مکش‌های ۳۰۰ و ۱۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر در دستگاه صفحات فشاری، (برای دو مکش آخر نمونه‌های ۲۰ سانتی‌متر مکعبی به کار رفت) اندازه‌گیری شد. پس از هر بار تعادل در هر مکش اعمال شده، نمونه‌ها توزین و به آون منتقل شدند و رطوبت هر مکش به دست آمد. مدل ون‌گنوختن (۱۹۸۰) به داده‌های حاصله برازش و ضرایب مدل تعیین شداندازه‌گیری مقاومت مکانیکی خاک از مکش ۱۰۰ سانتی‌متر به بعد و در ۷ مکش انجام گرفت. به این ترتیب که پس از به تعادل رسیدن نمونه‌ها در دستگاه صفحات فشاری در مکش ۱۰۰سانتی‌متر و توزین آن‌ها، اندازه‌گیری مقاومت مکانیکی خاک در یکی از ۷ نمونه، با بکارگیری فروسنج دیجیتالی (سه اندازه‌گیری در هر استوانه) انجام گرفت و سپس نمونه مذکور جهت تعیین D_b و رطوبت حجمی خاک در آون قرار داده شد. ۶ نمونه بعدی تحت مکش ۳۰۰ سانتی‌متر در دستگاه صفحات فشاری قرار داده شدند. پس از به تعادل رسیدن و توزین نمونه‌ها، اندازه‌گیری مقاومت مکانیکی خاک بر روی یک نمونه از ۶ نمونه باقیمانده انجام و سپس نمونه مذکور نیز جهت تعیین D_b و تعیین رطوبت حجمی خاک در آون قرار داده شد. ۵ نمونه باقیمانده در مکش ۱۰۰ سانتی‌متر در دستگاه صفحات فشاری قرارگرفته شدند و همانند مکش ۳۰۰ سانتی‌متر مقاومت مکانیکی و رطوبت حجمی در یک نمونه از ۵ نمونه اندازه‌گیری شد. ۴ نمونه باقیمانده در دمای آزمایشگاه به مدت معین در معرض اتمسفر قرار گرفتند تا در اثر تبخیر تدریجی آب به رطوبت کمتر دست یافت. بسته به دما و مدت تبخیر وقتی نمونه‌ها به رطوبت حول وحوش ۵۰۰۰ سانتی‌متر رسیدند، یکی از نمونه‌ها در ورقه نایلونی پیچانده و به مدت یک هفته به حال خود رها شد. فرض بر این است که در این مدت شیب رطوبتی که در اثر تبخیر بین عمق و سطح در سطح استوانه حاصل شده بود از بین می‌رود و رطوبت یکنواخت می‌شود. و پس از یک هفته نمونه از ورقه نایلونی بیرون آورده و مقاومت مکانیکی آن اندازه‌گیری شد و بلافاصله نمونه در آون خشک شده و وزن خشک به دست آمد. سه نمونه بعدی مجدداً در معرض تبخیر قرار گرفته و توزین شدند. در صورتیکه رطوبت نمونه‌ها به حدود تقریبی ۱۰۰۰۰، ۱۵۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ سانتی‌متر کاهش می‌یافت هر مرتبه یک نمونه در ورقه نایلونی پیچانده و پس از تقریباً یک هفته مقاومت مکانیکی و وزن خشک آن اندازه‌گیری می‌شد. بدین ترتیب مقاومت مکانیکی خاک در ۷ مکش (۱۰۰ تا حدود ۲۰۰۰۰ سانتی‌متر) به منظور رسیدن به مقاومت مکانیکی حداقل حدود۲ مگاپاسکال اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها مدل نمایی $SR = ah^b$(Asgarzadeh et al. 2010)بر داده‌های مقاومت مکانیکی خاک برازش و ضرایب مدل محاسبه شده. و b ضرایب برازشی مدل و SR و h به ترتیب مقاومت مکانیکی خاک بر حسب مگاپاسکال و مکش بر حسب سانتی‌متر است.همچنین قبل از اعمال فشردگی برخیاز ویژگی‌های شیمیائی و فیزیکی خاک با بکارگیری نمونه‌های دست خورده اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های مذکور (جدول۱) با استفاده از روشهای متداول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد.بدین ترتیب دو ثابت رطوبتی θ_{fc} و θ_{pwp} از منحنی رطوبتی تعیین و θ_{afp} نیز برابر با θ_s-0.1 منظور شد (da Silva et al, 1994) و θ_{sr}برابر محتوای رطوبت حجمی خاک در مقاومت مکانیکی ۲ مگاپاسکال خاک از منحنی مقاومت مکانیکی خاک به دست آمد. با در دست داشتن چهار ثابت رطوبتی (θ_{fc}، θ_{afp} ، θ_{sr} و θ_{wp})، مقدار LLWR برای هر سه تیمار محاسبه شد.مقادیر آب قابل دسترس کلاسیک (PAW=FC-PWP) و LLWR با در نظر گرفتن مکش‌های ۱۰۰ و ۳۳۰ سانتی‌متر به عنوان FC محاسبه شدو بسته به آن به صورتPAW_{100}،PAW_{330}، $LLWR_{100}$و$LLWR_{330}$ معرفی گردید (جدول ۳).

به منظور تعیین مکش‌های شروع و پایان جذب آب با حضور گیاه آفتابگردان و در نظر گرفتن تغییرات هدایت روزنه‌ای، سه سطح چگالی ظاهری (D_bمعادل۱/۷۵، ۵۵/ و ۱/۳ مگاگرم برمتر مکعب ، به ترتیب D1، D2 و D3)در ستون‌های PVC با قطر

۳۰سانتی‌متر و ارتفاع ۷۰سانتی‌متر ایجاد شد. با در نظر گرفتن۲ تکرار، مجموعاً ۶ستون در نظر گرفته شد. پس از ایجاد سطوح مختلف فشردگی و آماده‌سازی ستون‌ها، اقدام به کاشت بذور جوانه‌دار آفتابگردان شد. پس از تکمیل دوره رشد رویشی گیاه در شرایط ایده‌آل رطوبتی و حدود FC ، طی دو دوره تر و خشکی (از نزدیک رطوبت اشباع تا تا پژمردگی گیاه) تقریباً به صورت روزانه gsاندازه گیری و مکش خاک پس از اندازه گیری رطوبت خاک از روی منحنی رطوبتی خاک تعیین شد و تغییرات روزانه gsبه عنوان متغیر وابسته (y) در مقادیر مختلف مکش ماتریک خاک (h) به عنوان متغیر مستقل(x) جهت مدلسازی مد نظر قرار گرفت و با بکارگیری نرم افزار curve expert بهترین مدل بر مبنای حداقل خطا و حداکثر ضریب تبیین به دست آمد. برای هر سه تیمار بهترین و مناسبترین مدل، مدل منحنی فشار بخار[1]بود (شکل۱). با در دست داشتن مدل های به دست آمده برای هر سه تیمار، مکش شروع و پایان جذب و مقدار gs در هر یک از این مکش‌ها تعیین و پس از انتگرال گیری از مساحت زیر منحنی در دامنه مکش مذکور، مقادیر رطوبتی قابل جذب بر مبنای این تعریف تعیین ($LLWR_P$) و با مقادیر مکش و رطوبت حجمی تعیین شده بر مبنایروش داسیلوا و همکاران مقایسه گردید.



شکل ۱. منحنی مدل فشار بخار برای رابطه بین مکش خاک (سانتی‌متر) و هدایت روزنه‌ای(سانتی‌متر بر ثانیه)

نتایج و بحث

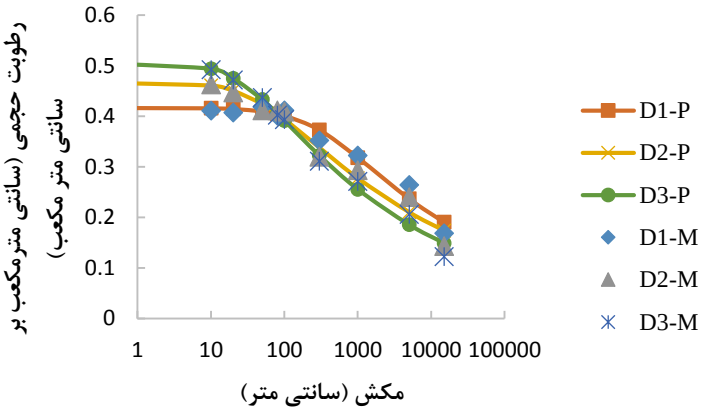
ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی در جدول ۱ و مقادیر پارامترهای مدل ون‌گنوختن و منحنی مقاومت مکانیکی خاک، ضریب تبیین (R^2)و حداقل مربعات خطا (SSE) برای سه تیمار D1، D2 و D3در جدول۲آورده شده است. بافت خاک مورد نظر لوم رس شنی بود و به این ترتیب امکان ایجاد درجات مختلف فشردگی در خاک امکان‌پذیر شد (جدول ۱). بر اساس نتایج حاصل از آنالیز خاک،مقادیر مورد نیاز عناصر نیتروژن (در دو نوبت) و فسفر (دریک نوبت) به خاک افزوده شد.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

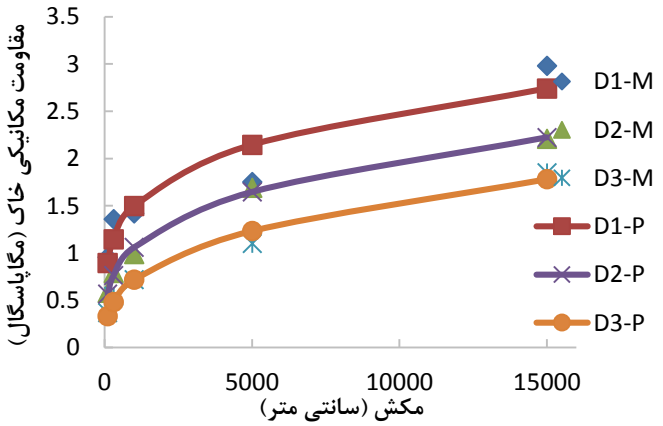
بافت	هدایت الکتریکی (dSm^{-1})	کربن آلی (%)	کربنات کلسیم معادل (%)	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (٪)
SCL	۱/۳	۱/۳۶	۳/۴	۰/۱۱۶	۱۲/۴۴	۲۶۲/۱۵

[1]vapor pressure model

منحنی‌های رطوبتی و مقاومت مکانیکی خاک برای سه تیمار **D1**، **D2** و **D3** به ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است.



شکل ۲. منحنی رطوبتی خاک برای سه تیمار D1، D2 و D3



شکل ۳. منحنی مقاومت مکانیکی خاک برای سه تیمار D1، D2 و D3

جدول۲ : مقادیر پارامترهای مدل ون گنوختن و منحنی مقاومت مکانیکی خاک، ضریب تبیین (R^2) و حداقل مربعات خطا (SSE) برای سه تیمار D1، D2 و D3

تیمار	ضرایب مدل ون‌گنوختن							ضرایب منحنی مقاومت خاک			
	θ_s	θ_r	α	n	m	R^2	SSE				
D1	۰/۴۱۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۱/۱۹۰	۰/۱۶۰	۰/۹۶۶	۰/۰۰۲	۰/۳۲۱	۰/۲۲۳	۰/۹۱۱	۰/۲۶۷
D2	۰/۴۷۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۹	۱/۱۷۶	۰/۱۵۰	۰/۹۷۴	۰/۰۱۲	۰/۱۶۰	۰/۲۷۳	۰/۹۹۶	۰/۰۰۸
D3	۰/۵۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۳۳	۱/۲۰۰	۰/۱۶۶	۰/۹۹۰	۰/۰۰۲	۰/۰۷۱	۰/۳۳۵	۰/۹۸۴	۰/۰۲۸

حد بالایی $LLWR_{100}$ و $LLWR_{330}$ برای تیمار D1 با چگالی ظاهری ۱/۷۵ مگاگرم بر متر مکعب، رطوبت خاک در تخلخل تهویه ای ۱۰٪ بود که در مکش ۹۸۳ سانتی‌متر اتفاق افتاد و حد پایین آن رطوبت خاک در مقاومت مکانیکی ۲ مگاپاسکال (θ_{sr}) بود که در مکش ۳۶۵۵ سانتی‌متر اتفاق افتاد. برای تیمار D2 رطوبت خاک در مکش ۱۰۰ و ۳۳۰ سانتی‌متر (θ_{fc}) حد بالایی $LLWR_{100}$ و $LLWR_{330}$بود و حد پایینی آن θ_{sr} بود که در مکش ۱۰۱۹۵ سانتی متر اتفاق افتاد و برای تیمار D3 نیز حد بالایی و پایینی$LLWR_{100}$ و $LLWR_{330}$، θ_{fc}و θ_{pwp}بود و مقدار آن معادل آب قابل دسترس کلاسیک شد. θ_{afp}و θ_{sr}برای این تیمار به ترتیب در مکشهای۶۹/۷ و ۲۱۱۸۷ سانتی‌متر اتفاق افتاد. مقادیر $LLWR_{100}$ و $LLWR_{330}$در جدول۳ آورده شده است. همانطور که انتظار میرفت $LLWR_{D1} > LLWR_{D2} > LLWR_{D3}$به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳: مقادیر رطوبت قابل دسترس کلاسیک و دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت درخاک به روش داسیلوا و همکاران و بر مبنای پاسخ گیاهآفتابگردان برای سه تیمار D1،D2 و D3

تیمارها	$PAW_{100}(cm^3cm^{-3})$	$PAW_{330}(cm^3cm^{-3})$	$LLWR_{100}(cm^3cm^{-3})$	$LLWR_{330}(cm^3cm^{-3})$	$LLWR_P(cm^3cm^{-3})$
D1	۰/۲۰۱	۰/۱۷۱	۰/۰۶۳	۰/۰۶۳	۰/۲۱۷
D2	۰/۲۲۲	۰/۱۶۱	۰/۱۸۴	۰/۱۴۹	۰/۲۹۸
D3	۰/۲۴۲	۰/۱۶۸	۰/۲۴۲	۰/۱۶۸	۰/۳۱۷

پس از تعیینLLWR بر مبنای تغییرات روزانه هدایت روزنه‌ای در مقادیر مختلف مکش ماتریک خاک و پس از تعیین بهترین مدل با بکارگیری نرم افزار curve expertمشاهده گردیدبرای تیمارهای D1، D2 و D3 طبق تغییرات هدایت روزنه‌ایجذب آب به ترتیب از مکش‌های حدود۶۰، ۱۶ و ۴۴ سانتی- متر (خیلی کمتر از مکش شروع جذب بر مینای روش داسیلوا و همکاران) در مقادیر هدایت روزنه‌ای به ترتیب ۰/۰۷۱، ۰/۰۵۸ و ۰/۰۳۵ سانتی‌متر بر ثانیه شروع شد و به طور تدریجی افزایش یافت و به ترتیب در مکش های ۴۰۰، ۱۵۶و۳۸۰سانتی‌متر به حداکثر مقدار خود رسید (gs به ترتیب معادل ۲/۵۴، ۳/۰۶ و ۱/۵۲ سانتی‌متر بر ثانیه).در مکش نهایی که گیاه تا آن مکش زنده بود (۱۷۳۹۴، ۳۱۶۱۴و ۳۹۹۸۳ سانتی‌متربه‌ترتیب برای تیمارهای D1، D2 و D3) مقدار مقاومت مکانیکی خاک به ترتیب ۲/۸۳، ۲/۷۲ و ۲/۴۷ مگاپاسکال و بیشتر از ۲ مگاپاسکال که توسط داسیلوا و همکاران (۱۹۹۴) به عنوان حد محدود کننده مد نظر قرار گرفته بود، استکه به ترتیب در هدایت روزنه‌ای معادل ۰/۱۷۹، ۰/۱۷۲ و ۰/۱۲۴ سانتی‌متر بر ثانیه اتفاق افتاد که نشان می‌دهد تخلخل تهویه-ای ۱۰٪، مقاومت مکانیکی ۲ مگاپاسکال و حتی مکش ۱۵ بار به عنوان نقطه پژمردگی برای تمامی شرایط، همه خاک‌ها و گیاهان صدق نمی‌کند. مقدار رطوبتی که در محدوده شروع تا پایان جذب برای هر کدام از تیمارها از طریق انتگرال‌گیری به دست آمد معادل ۰/۲۱۷، ۰/۲۹۸ و ۰/۳۱۷ سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب خاک بود($LLWR_P$) که نشان می دهد بر خلاف روش معمول (da Silva et al, 1994) که در آن اولاً جذب رطوبت از مکش‌های خیلی بالاتر از مکش شروع جذب بر مبنای پاسخ گیاه شروع می شود و خیلی زودتر از مکش پایان جذب بر مبنای پاسخ گیاه اتمام می یابد و ثانیاً در نقطه شروع جذب،ضریب وزنی جذب به طور ناگهانی از صفر به یک و در نقطه پایان جذب از یک به صفر تغییر می یابد ، بر مبنای پاسخ گیاه جذب آب به طور تدریجی و نه به صورت ناگهانی از مکش‌های خیلی کمتر شروع می‌شود و به حالت تدریجی افزایش یافته و پس از رسیدن به نقطه حداکثر به صورت تدریجی کاهش می یابد و در مقادیر هدایت روزنه‌ای به ترتیب معادل ۰/۱۷۹، ۰/۱۷۲ و ۰/۱۲۴ سانتی‌متر بر ثانیه به دلیل پژمردگی گیاه، اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای متوقف شد.بین مقادیر PAW_{100}،PAW_{330}، $LLWR_{100}$،$LLWR_{330}$ و مقادیر رطوبت قابل دسترس بر مبنای داده های هدایت روزنه‌ای تفاوت قابل ملاحظه ای وجود دارد (جدول ۳) و در حقیقت هیچگونه هماهنگی بین این دو روش مشاهده نگردید. تفاوت رطوبت حجمی بین روش معمول برای $LLWR_{100}$و روش مورد استفاده در این مطالعه برای هر سه تیمار D1، D1 و D3 به ترتیب ۰/۱۵۴، ۰/۱۱۴ و ۰/۰۷۵ سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب و برای $LLWR_{330}$به ترتیب حدود ۰/۱۵۴، ۰/۱۴۹ و ۰/۱۴۹ سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب بود (جدول ۳).

منابع

زارع حقی، د.، نیشابوری م. ر.، گرجی م.، صادقزاده ریحان م. ا. و عمارت‌پرداز ج.۱۳۹۳. ارزیابی دامنه رطوبتی‌باحداقل‌محدودیت در دانهال‌های‌پسته رقم‌سرخسی. نشریه‌پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحه‌های ۳۶۳ -۳۵۳.

Asgarzadeh H., Mosaddeghi M.R., Mahboubi A.A., Nosrati A. and Dexter A.R. 2010. Soil water availability for plants as quantified by conventional available water, least limiting water range and integral water capacity. Plant and Soil, 335(1-2): 229–244

Chahal S.S. 2010. Evaluation of soil hydraulic limitations in determining plant-available-water in light textured soils. PhD thesis. School of Agriculture, Food and Wine. The University of Adelaide. Adelaide, South Australia, Australia.

Da Silva A.P., Kay B..D. and Perfect E. 1994. Characterization of the least limiting water range of soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 58: 1775- 1781.

Intrigliolo D.S., and Castel J.R. 2006. Vine and soil-based measures of water status in a Tempranillo vineyard. Vitis, 45: 157–163.

Van Genuchten M.Th. 1980. A closed- form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 892- 898.

Evaluation of the least limiting water range of a soil with three levels of soil compaction based on sunflower plant response

Abstract

The range of soil water content at which plant growth is least limited by water potential, soil aeration or its mechanical resistance is called least limiting water range (LLWR). This study evaluated the values of LLWR calculated by da Silva et al. method based on plant response. LLWR firstly was calculated using soil water release curve (WRC) and resistance curve and secondly by integration of the area under WRC between the two matric suctions which water uptake by plants started and ended that acquired using daily measured stomatal conductance of sunflower plants in a sandy clay loam soil at three soil compaction levels. The results showed in plant response method water uptake by plants starts at lower and continues to higher matric suctions and there are considerable differences between available water contents calculated by two current methods. The value of these differences between treatments was greater when D_b was higher.

Keywords: Water release curve, soil resistance curve, stomatal conductance