محور مقاله: فیزیک خاک و رشد گیاه

بررسی تاثیر تراکم طولی ریشه بر گنجایش آب تجمعی در گیاه آفتابگردان

زهرا کاظمی[۱*]، محمدرضا نیشابوری[۲]، داوود زارع حقی[۳]، حسین عسگرزاده[۴]، اژدر عنابی میلانی[۵]، مهدیه ایرانی[۶]، عادل دباغ محمدی نسب[۷]

[۱]دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه تبریز

[۲]استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

[۳]استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

[۴]استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

[۵]استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

[۶]کارشناس ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده

گنجایش آب تجمعی (IWC)، انتگرال تابع گنجایش آب دیفرانسیلی (C(h)) در دامنه مکش صفر تا بی‌نهایت با اعمال توابع وزنی ناشی از محدودیت‌های مختلف خاک است. تاکنون مطالعات محدودی در زمینه اثر تراکم طولی ریشه (RLD) بر IWC انجام شده است. هدف این پژوهش بررسی تاثیر RLD روی IWC در گیاه آفتابگردان (تیره آستراسه و جنس هلیانتوس) بود. بدین منظور یک خاک لوم رس شنی جمع‌آوری و سه سطح چگالی ظاهری (D_b) مساوی ۱/۳۵، ۱/۵۵ و ۱/۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب (به ترتیب D_1 تا D_3) در لوله‌های پلیکا (گلدان) با قطر ۳۰ و ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر ایجاد شد. پس از کشت بذور آفتابگردان و استقرار کامل گیاه در مرحله اتمام رشد رویشی و شروع رشد زایشی، چهار سطح هرس ریشه از طریق قطع بخشی از انشعابات ریشه (حدوداً ۷۵، ۵۰، ۲۵ و صفر درصد که به ترتیب L_1 تا L_4 نامگذاری شدند) در طوقه ایجاد و دو دوره تر و خشکی اعمال شد. مقدار IWC در مرحله نخست به روش Groenevelt و همکاران (IWC_G) و در مرحله دوم با دخالت دادن RLD در قالب مقاومت هیدرولیکی خاک (IWC_{RS}) محاسبه و با یکدیگر مقایسه شد. نتایج نشان داد تفاوت IWC_{RS} بین سه سطح D_b و بین چهار سطح L معنی‌دار بود. مکش شروع محدودیت فراهمی آب در انتهای خشک منحنی رطوبتی در سطوح مختلف D و L برای IWC_{RS} بر خلاف IWC_G متفاوت گردید. در مقایسه میانگین بین IWC_G و IWC_{RS} برای سطوح مختلف D و L، تفاوت تیمارهای D_1 و تفاوت بین L_1 و L_2 معنی‌دار بود.

کلمات کلیدی: مقاومت هیدرولیکی خاک، هرس ریشه، توابع وزنی

مقدمه

مفهوم گنجایش آب تجمعی (IWC[۱]) حاصل انتگرال گنجایش آب دیفرانسیلی[۲](C(h)) در دامنه مکش صفر تا بی‌نهایت با اعمال توابع وزنی ناشی از محدودیت‌های مختلف خاک است که توسط Groenevelt و همکاران (۲۰۰۱) مطرح گردید. تاکنون تاثیر محدودیت‌های فیزیکی ناشی از زهکشی سریع خاک، تهویه ناکافی، مقاومت مکانیکی خاک (Groenevelt و همکاران، ۲۰۰۱؛ Grant و همکاران، ۲۰۱۰) و شوری (Groenevelt و همکاران،۲۰۰۴؛ Nang و همکاران، ۲۰۱۰) در ایجاد تابع $\omega_i(h)$ برای محاسبه IWC مد نظر قرار گرفته، اما تاثیر تراکم طولی ریشه (RLD[۳]) به ندرت مورد توجه قرار گرفته است. هدف این پژوهش محاسبه گنجایش آب تجمعی با دخالت دادن RLD در قالب RS برای گیاه آفتاب گردان (IWC_{RS}) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده به روش Groenevelt و همکاران (۲۰۰۱)، (IWC_G) بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش یک خاک لوم رس شنی انتخاب و سه سطح چگالی ظاهری (D_b معادل ۱/۳۵، ۱/۵۵و ۱/۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب، به ترتیب D_1، D_2 و D_3) با ریختن خاک لوم رس شنی مورد نیاز در لوله‌های پلیکا (که از این به بعد گلدان نامیده می‌شوند) با قطر ۳۰ و ارتفاع ۷۰ سانتی

* ایمیل نویسنده مسئول: zkazemi2016@gmail.com

[1] Integral water capacity
[2] Differential water capacity
[3] Root length density

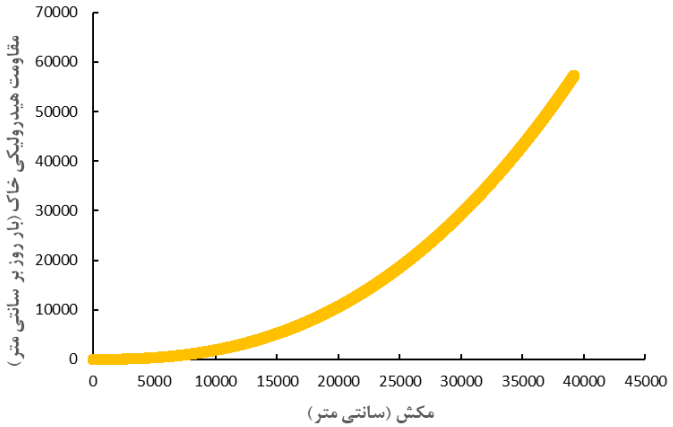
متر به روش کاظمی (۱۳۹۷) ایجاد شد. پس از رشد کامل ریشه‌ها در آفتابگردان، اتمام رشد رویشی و شروع رشد زایشی (ظاهر شدن طبق)، در هر سطح D_b با هرس کردن ریشه (قطع حدود ۷۵٪، ۵۰٪، ۲۵٪ و صفر درصد انشعابات ریشه در محل طوقه)، چهار سطح هرس ریشه ایجاد و هرکدام با ۳ تکرار در مجموع ۳۶ گلدان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (CRD) در گلخانه چیده شدند. بذور جوانه‌دار شده آفتابگردان به تعداد ۳ عدد در هر گلدان کشت شدند. در طول دوره رشد تا قبل از شروع اعمال دوره‌های تر و خشکی، رطوبت خاک گلدان‌ها در حول وحوش رطوبت معادل ۳۳۰ سانتی متر نگه داشته شد تا گیاهان به خوبی رشد نمایند پس از آن دو دوره خشکی (از نزدیک رطوبت اشباع تا پژمردگی گیاه) که در مجموع یک ماه به طول انجامید، اعمال شد. در آخرین روزهای چرخه تنش دوم، برداشت قسمت‌های هوایی گیاه و سپس ریشه انجام گرفت و طول ریشه‌ها پس از جدا شدن از خاک هر گلدان با بکارگیری نرم‌افزار GSA Image Analyzer تعیین و پس از تقسیم بر حجم خاک به عنوان RLD (سانتی‌متر بر سانتی‌متر مکعب) گزارش شد. اثرات مستقل و توأم فشردگی و هرس ریشه بر IWC_{RS} و IWC_G و مقایسه میانگین با بکارگیری نرم‌افزار SAS بررسی شد.

تعیین IWC به روش Groenevelt و همکاران (۲۰۰۱) (IWC_G) و بر مبنای مقاومت هیدرولیکی خاک[4] (RS) (IWC_{RS})

جزئیات محاسبه IWC_G در پژوهش کاظمی و همکاران (۱۳۹۷) ارائه شده است. در پژوهش جاری اثر تراکم طولی ریشه بر IWC از طریق تأثیرگذاری بر مقاومت هیدرولیکی خاک با بکارگیری معادله ۱ (آسودو، ۱۹۷۵) در دامنه خشک منحنی رطوبتی بررسی شد. در واقع بر اساس معادله زیر با رشد گیاه به دلیل افزایش RLD مقاومت هیدرولیکی خاک کاهش یافته و جریان آب به سمت ریشه با سهولت بیشتری اتفاق می‌افتد.

$$R_s = \frac{\ln(\pi RLD)+2\ln a}{4\pi.RLD.\Delta z} \times \frac{1}{K(h)} \qquad (1)$$

در معادله ۱، R_s مقاومت هیدرولیکی خاک (بار روز بر سانتی‌متر)، a شعاع ریشه (سانتی‌متر)، RLD تراکم طولی ریشه (سانتی‌متر ریشه بر سانتی‌متر مکعب خاک)، ΔZ ضخامت لایه خاک اشغال شده با ریشه (سانتی‌متر) و K هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک (سانتی‌مترمربع بر بار بر روز) است. نحوه ایجاد تابع وزنی برای Rs به این صورت بود که پس از محاسبه Rs از رابطه مذکور، در دامنه مکش صفر تا مکشی که گیاه توانست آب جذب کند، منحنی RS در مقابل مکش ماتریک خاک (h) رسم گردید (شکل ۱). مقدار این مکش نهایی برای تیمارهای مختلف فشردگی خاک و سطوح مختلف هرس ریشه متفاوت بود و از ۱۳۱۳۴ سانتی‌متر در تیمار D_1L_1 تا ۳۹۱۸۴ سانتی‌متر در تیمار D_1L_4 متغیر بود.



شکل ۱-تغییرات مقاومت هیدرولیکی خاک، RS(h)، محاسبه شده به عنوان تابعی از مکش ماتریک خاک

فرض شد تا نقطه جدا شدن منحنی از محور افقی (با خطای cm ۵۰۰ ± مکش ماتریک خاک)، مقدار مقاومت هیدرولیکی خاک برای رشد گیاه و جذب آب محدودیتی ایجاد نمی‌کند و در آن محدوده از مکش، مقدار ضریب وزنی برای RS معادل ۱ فرض شد (ω_{RS} =1) ولی از آن به بعد مقدار آن سیر

[4] Soil hydraulic resistance

نزولی به‌خود گرفت. مقدار RS در آن مکش که جدا شدن منحنی از محور افقی منحنی اتفاق افتاد (RSc)، به مقدار RS در هر مکش، RS(h)، تقسیم شد (RSc/RS(h)) و به عنوان ضریب وزنی مد نظر قرار گرفت. پس از ایجاد ضریب وزنی RS، $\omega_{RS}(h)$، با معادله ۲، مقدار IWC در دامنه خیس منحنی رطوبتی به روش Groenevelt و همکاران (۲۰۰۱) و در دامنه خشک منحنی به جای استفاده از تابع وزنی برای هدایت هیدرولیکی کم، تابع وزنی $\omega_{RS}(h)$ مورد استفاده قرار گرفت.

$$\omega_{RS}(h)=\frac{RS_c}{RS(h)} \qquad (۲)$$

نتایج و بحث

مقادیر IWC حاصل بر مبنای روش Groenevelt و همکاران (۲۰۰۱) (IWC_G) و بر مبنای مقاومت هیدرولیکی خاک (IWC_{RS}) در جدول ۱ ارائه شده است

جدول۱- مقادیر IWC_G و IWC_{RS} برای تیمارهای مختلف فشردگی خاک (D_1 , D_2, D_3) در سطوح مختلف هرس ریشه (L_1, L_2, L_3, L_4)

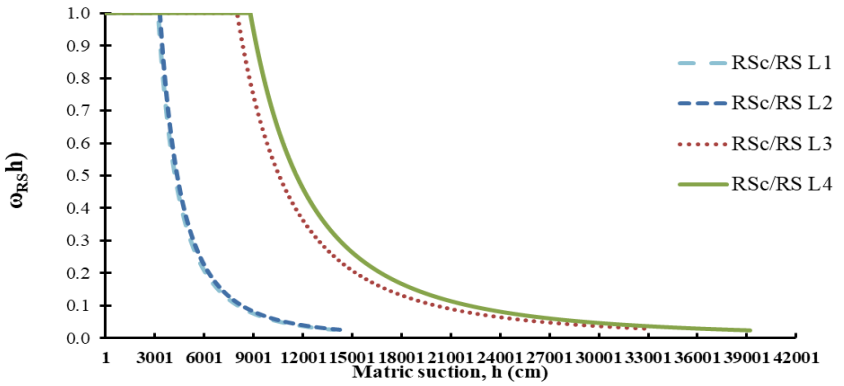
تیمار	D_1L_1	D_1L_2	D_1L_3	D_1L_4	D_2L_1	D_2L_2	D_2L_3	D_2L_4	D_3L_1	D_3L_2	D_3L_3	D_3L_4
IWC_{RS} (cm^3cm^{-3})	۰/۲۰۱	۰/۲۰۵	۰/۲۳۲	۰/۲۳۳	۰/۱۴۴	۰/۱۵۳	۰/۱۵۴	۰/۱۵۵	۰/۰۳۴	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶
IWC_G (cm^3cm^{-3})	۰/۲۲۹	۰/۲۲۹	۰/۲۲۹	۰/۲۲۹	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸

گنجایش آب تجمعی حاصل بر مبنای روش Groenevelt و همکاران (۲۰۰۱) (IWC_G)

بیشینه مقدار IWC_G (۰/۲۲۹ cm^3cm^{-3})در بین سه تیمار فشردگی خاک به تیمار D_1) و کمینه آن (۰/۰۳۸ cm^3cm^{-3}) به تیمار D_3 (در هر چهار سطح هرس ریشه) تعلق داشت. افزایش فشردگی خاک از ۱/۳۵ به ۱/۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب، مقدار IWC_G را از ۰/۲۲۹ به ۰/۰۳۸کاهش داده که معادل افت ۸۳ درصد در آب قابل استفاده است. برای تیمارهای D_1 طبق تعریف Groenevelt و همکاران (۲۰۰۱) مقدارگنجایش آب دیفرانسیلی موثر ($E_i(h)$) در انتهای خیس منحنی رطوبتی که توابع وزنی تهویه ($\omega_a(h)$) و هدایت هیدرولیکی زیاد ($\omega_K(h)_{wet}$) دخالت داده شده‌اند، حدود ۳۳ درصد مقدار C(h) بود. در دامنه مکش ۳۳۰ تا ۸۹۷۳ سانتی‌متر هیچ گونه محدودیتی برای جذب آب وجود نداشت و ضریب وزنی جذب مساوی ۱ می باشد. از مکش ۸۹۷۳ تا ۱۲۰۰۰ سانتی‌متر و ۱۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر توابع وزنی دخیل به ترتیب عبارت بودند از تابع وزنی مقاومت بالای فورروی خاک، ($\omega_R(h)$) و هدایت هیدرولیکی کم ($\omega_{RK}(h)_{dry}$) مقدار $E_i(h)$ در انتهای خشک منحنی رطوبتی حدود ۷۹ درصد مقدار C(h) در آن دامنه است. برای تیمارهای D_3 با چگالی ظاهری معادل ۱/۷۵ گرم برسانتی مترمکعب تا مکش ۹۸۳ سانتی‌متر رطوبت خاک به واسطه وجود مشکل تهویه برای گیاه قابل جذب نیست و مقدار $E_i(h)$ در انتهای خیس منحنی رطوبتی (شکل ارائه نشده است) تنها حدود ۱۳ درصد مقدار C(h) بوده و از مکش ۹۹۳۵ سانتی‌متر مقاومت فروروی خاک به بیشینه محدودکنندگی خود رسید. بر اساس تعریفGroenevelt و همکاران (۲۰۰۱) رطوبت خاک برای گیاه غیر قابل جذب فرض شد و دامنه بدون محدودیت در این تیمار وجود نداشت. نتایج تیمار D_2 و شکل‌های این بخش به دلیل محدودیت تعداد صفحات مقاله در اینجا ارائه نشده است. در صورت نیاز به رساله دکتری کاظمی (۱۳۹۷) مراجعه شود.

گنجایش آب تجمعی حاصل بر مبنای مقاومت هیدرولیکی خاک (IWC_{RS})

تغییرات RSc/RS به عنوان توابع وزنی توسعه یافته برای مقاومت هیدرولیکی خاک (ω_{RS}) برای تیمار D_1 در هر سطح هرس ریشه (L_1-L_4) در شکل ۲ ارائه شده است. برای تیمارهای D_1L_1 تا D_1L_4، RS_C به ترتیب در مکش‌های ۴۰۰۰، ۴۵۰۰، ۱۲۰۰۰ و ۱۳۰۰۰ سانتی‌متر اتفاق افتاد (شکل ۲). دخالت دادن $\omega_{RS}(h)$ باعث شد IWC_{RS} تیمارهای D_1L_1 و D_1L_2 در مقایسه با IWC_G برای تیمارهای D_1 به ترتیب ۱۲/۲، ۱۱/۶ درصد کاهش و برای تیمارهای D_1L_3 و D_1L_4 به ترتیب حدود یک و دو درصد افزایش یابد. برای تیمارهای D_2L_1 تا D_2L_4 این محدودیت به ترتیب در مکش‌های ۵۵۰۰، ۷۰۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ سانتی‌متر شروع شد. بر خلاف تیمارهای D_1، مقدار RS_C بین سطوح مختلف هرس ریشه تیمار D_3 تفاوت زیادی نداشت و مکش شروع محدودیت مقاومت هیدرولیکی خاک نیز از ۴۰۰۰ در سطح L_1 تا ۵۰۰۰ سانتی‌متر در سطوح L_2 تا L_4 متغیر بود.



شکل ۲- **RS_C/RS** به عنوان توابع وزنی توسعه یافته برای مقاومت هیدرولیکی خاک (ω_{RS}) برای تیمار **D_1 (a)** در هر سطح هرس ریشه (**L_1-L_4**)

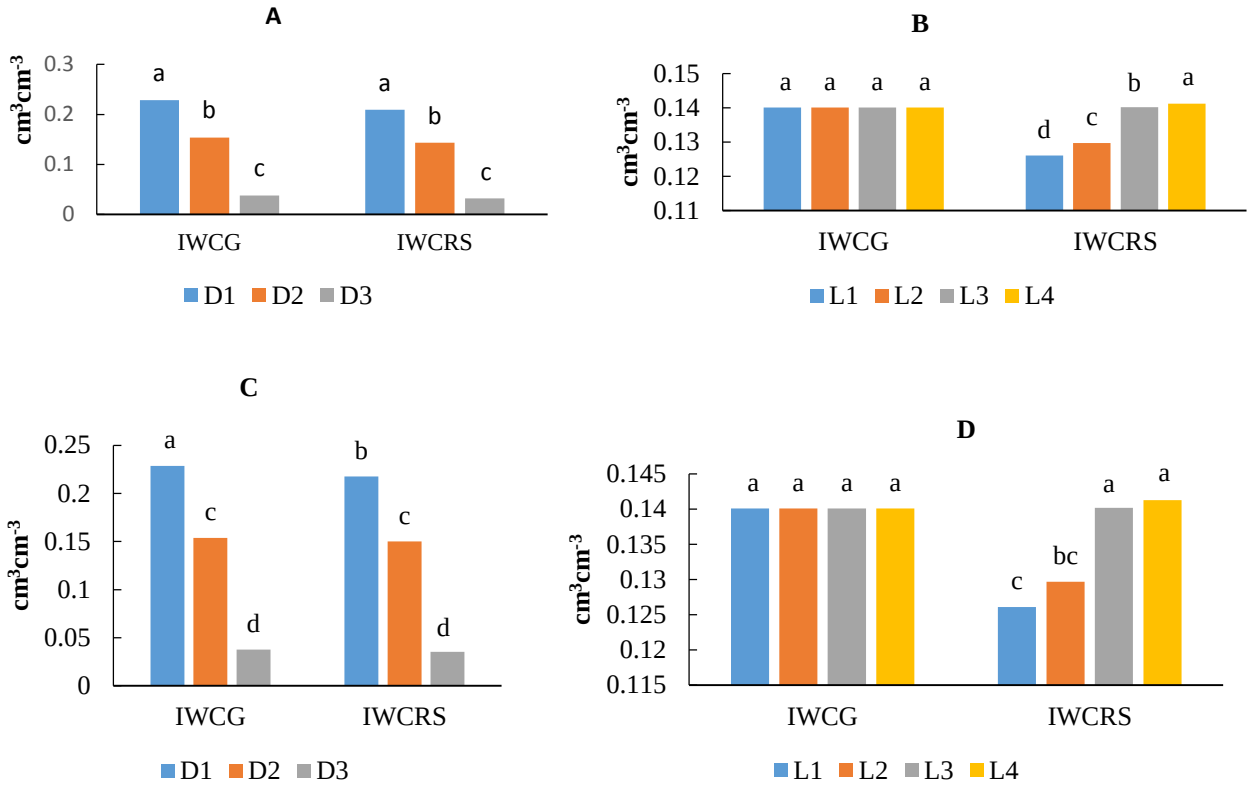
D_1= 1.35 g.cm^{-3}، L_2، L_3 و L_4 برای تیمار D_1: به ترتیب معادل: ۶۱، ۵۰/۴، ۲۱ و صفر درصد هرس ریشه

اگر چه تفاوت زیادی بین مکش ۱۲۰۰۰ سانتی‌متر که Groenevelt و همکاران (۲۰۰۱) به عنوان مکش شروع محدودیت هدایت هیدرولیکی کم در محدوده خشک منحنی رطوبتی در نظر گرفتند و مکش ۴۰۰۰ برای تیمار D_3L_1 و یا ۵۰۰۰ سانتی‌متر برای تیمار D_3L_4 وجود دارد، اما اختلاف بین مقادیر IWC_{RS} و IWC_G اندک است (جدول ۱). مقدار گنجایش آب دیفرانسیلی در مکش‌های بزرگتر در مقایسه با مقدار آن در محدوده خیس منحنی بسیار کمتر بوده و در حقیقت در محدوده‌ای که مقاومت هیدرولیکی خاک یا هدایت هیدرولیکی بر جذب آب تأثیرگذار است، رطوبت زیادی در خاک وجود ندارد بطوری که با وجود ۷۰۰۰ سانتی‌متر اختلاف بین مقادیر بحرانی، دو روش تنها ۰/۰۰۲ سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب بین IWC_G و IWC_{RS} تیمار D_3 و D_3L_4 تفاوت دارند. در پژوهش مسکینی ویشکایی (۱۳۹۳) در خاک لوم رسی افزایش ناگهانی RS در کلزا و گندم به ترتیب از مکش ماتریک ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ سانتی‌متر شروع شد. IWC_{RS} تیمارهای D_2L_1 تا D_2L_4 به ترتیب ۹۳/۶، ۹۹/۴، ۱۰۰ و ۱۰۰/۷ درصد مقدار IWC_G برای تیمار D_2 بود. برای تیمارهای D_3 از مکش ۲۷۳۴ (تخلخل تهویه‌ای ۱۵٪) تا مکش معادل SR بحرانی تنها تابع وزنی $\omega_R(h)$ و پس از آن تا مکشی که جذب آب ادامه یافت. علاوه بر آن تابع $\omega_{RS}(h)$ نیز بر جذب آب تأثیرگذار شد. IWC_{RS} در تیمارهای D_3L_1 تا D_3L_4 به ترتیب ۸۹، ۹۴، ۹۴ و ۹۴ درصد مقدار IWC_G برای تیمار D_3 گردید. به نظر می‌رسد این مدل بکارگیری ω_{RS} در کنار توابع وزنی بکار رفته توسط Groenevelt و همکاران (۲۰۰۱) نتوانسته است تأثیر این تابع وزنی جدید و RLD را نشان دهد حال آنکه مقادیر IWC بر مبنای هدایت روزنه‌ای برگ (نتایج ارائه نشده است)، نشان می‌دهد هرس ریشه، به¬ویژه در سطح L_1 و L_2 تأثیر قابل توجهی بر مقدار جذب آب توسط گیاهان دارد.

اثر مستقل و توام فشردگی خاک و هرس ریشه بر IWC

نتایج مقایسه میانگین مقادیر IWC محاسبه شده به دو روش مختلف نشان داد در مقایسه میانگین در هر گروه IWC، برای سطوح مختلف D تفاوت هر دو IWC_G و IWC_{RS} بین سه سطح D_b و برای IWC_{RS} بین چهار سطح L معنی‌دار بود (شکل۳ –A و B) که نشان می دهد هرس ریشه جذب آب را به طرز معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد و آن را کاهش داد. این نتایج هماهنگ با یافته های Besharat و همکاران (۲۰۱۰) است که اثر مهم RLD در

جذب آب توسط گیاهان را مدنظر قرار دادند. در مقایسه بین گروهی برای سطوح مختلف D تفاوت دو گروه IWC تنها برای تیمارهای D_1 معنی‌دار بود (شکل۳ – C). برای سطوح مختلف L تفاوت دو گروه IWC برای L_1 و L_2 معنی‌دار و برای دو سطح دیگر غیرمعنی‌دار بوده است (شکل۳ – D). در مقایسه بین سطوح D_iL_i های دو گروه IWC، تفاوت D_1L_1 و D_1L_2 بین دو گروه معنی‌دار بود و بین بقیه تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ارائه نشده است).



شکل ۳- مقایسه میانگین بین و داخل گروهی IWC_G و IWC_{RS} برای سطوح مختلف چگالی ظاهری (**D**) و هرس (**L**) ریشه

D_1= 1.35g.cm^{-3} D_2= 1.55g.cm^{-3} D_3= 1.75g.cm^{-3}

L_1، L_2، L_3 و L_4 برای تیمار D_1: به ترتیب معادل : ۶۱، ۵۰/۴، ۲۱ و صفر درصد هرس ریشه، برای تیمار D_2: به ترتیب معادل : ۶۱، ۴۳، ۲۳/۵ و صفر درصد هرس ریشه و برای تیمار D_3: به ترتیب معادل : ۷۱، ۳۸، ۲۸ و صفر درصد هرس ریشه. در هر گروه اعدادی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

نتیجه‌گیری

بر خلاف فرض این پژوهش که تصور می‌شد مقدار RLD بر مقدار RS و به تبع آن روی IWC تأثیر زیادی داشته باشد اما در مقایسه با K(h) تأثیر آن کمتر بود اگر چه تفاوت مقادیر IWC_{RS} بین سطوح مختلف هرس ریشه، از نظر آماری معنی‌دار بود.

منابع:

کاظمی، ز. ۱۳۹۷. تاثیر تراکم طولی ریشه آفتابگردان بر ظرفیت آب انتگرالی در سطوح مختلف فشردگی در یک خاک لوم رس شنی. رساله دکتری در رشته علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

مسکینی ویشکایی، ف. ۱۳۹۳. برآورد دامنه رطوبت قابل دسترس برای گیاه گندم و کلزا با استفاده از عوامل خاک و گیاه. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان. ایران.

Acevedo, H.E. 1975. The growth of maize (*zea mays* L.) under field conditions as affected by its water relations, Ph.D. thesis, University of California, Davis Agriculture, plant physiology.

Besharat, S., Nazemi, A. H. and Sadraddini, A. A. 2010. Parametric modeling of root length density and root water uptake in unsaturated soil. Turk J. Agric. Fors, 34, 439-449.

Grant, C. D., Groenevelt, P. H., Robinson, N. I., and Chahal, S. S. 2010. The matric flux potential as a measure of plant-available water in soils restricted by hydraulic properties alone. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane, Aust. Symposium 2.1.1 optimizing water use with soil physics pp, 177-178.

Groenevelt, P. H., Grant, C. D., and Murray, R.S., 2004. On water availability in saline soils. Australian Journal of Soil Research 42, 833-840.

Groenevelt, P. H., Grant, C. D, and Semetsa, S. 2001. A new procedure to determine soil water availability. Australian Journal of Soil Research, 39, 577-598.

Nang, N.D., Grant, C.D., and Murray, R.S. 2010. An evaluation of plant available water during reclamation of saline soils: Laboratory and field approaches, 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane, Australia (Published on DVD).

Topic for submission: Soil physics and plant growth

Evaluation of the effect of root length density on integral water capacity in sunflower plant

Kazemi*[1], Z., Neyshaburi[2], M.R., Zare Haghi, D.[3] Asgarzadeh, H. [4] Onnabi Milani, A[5], Irani, M[6], Dabbagh Mohammadi nasab, A[7].

[1] PhD of soil physics and conservation, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

[2] Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

[3] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

[3] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

[4] Assistant Prof. Soil and Water Research Department, East Azerbaijan Agricultural and National Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran

[4] M.Sc. of soil physics and conservation, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

[3] Assistant Prof., Plant Ecophysiology Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

Abstract

Integral water capacity (IWC) is the integral of differential water capacity function (C(h)) in the range of 0 to infinity soil matric potential multiplied by some weighting functions each taking into account effect of various soil limitations. Up to now the effect of root length density (RLD) on IWC has been seldom investigated. The purpose of this study was to evaluate the effect of RLD on IWC based in sunflower (*Helliantus annus* L.) plant. For this purpose, a sandy clay loam soil was evenly compacted to three bulk densities (D_b) equal to 1.35, 1.55 and 1.75 g cm ($D_1$to D_3, respectively) in PVC columns (called pots hereafter) with 30 cm diameter and 70 cm height. Sunflower seedlings were planted in the pots and after their full establishment at the end of vegetative growth and onset of reproductive growth four levels of RLD was created by pruning root branches (approximately 75%, 50%, 25% and 0% that was named L_1 to L_4, respectively) around the root crown. Two periods of wetting and drying cycles were imposed. IWC was computed first by adopting Groenevelt et al. approach (IWC_G) and second by introducing RLD in the form of soil hydraulic resistance (IWC_{Rs}) and compared each other. The results showed differences between IWC_{RS} for the D_b treatments and for the L levels were significant. Contrary to IWC_G, for IWC_{RS} the h value in which water availability restriction for the plants started, was different for each soil compaction and each root pruning level. Comparing the means among IWC_G and IWC_{Rs} at different D and L levels showed significant differences between D_1 treatments and L_1 and L_2 levels.

Keywords: Soil hydraulic conductivity, root pruning weighting functions

* Corresponding author, Email: zkazemi2016@gmail.com