مجله مدیریت آب و آبیاری، دوره ۱، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۰، ص ۱۵-۱

بررسی تغییرات الگوی جذب آب توسط ریشه گیاه لوبیا در شرایط کم آبیاری و گلخانه‌ای

سید حسن طباطبائی*[۱]، محمدرضا نوری امامزاده‌ای[۲]، حمیده علیاری[۳] و عبدالرحمان محمدخانی[۴]

(E-mail: stabaei@agr.sku.ac.ir)

(تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۷)

چکیده

شناخت نحوه جذب آب توسط ریشه گیاه در شرایط تنش آبی منجر به تشخیص محل مناسب برای تخلیه آب آبیاری است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر تنش رطوبتی خاک بر نحوه جذب آب توسط ریشه گیاه لوبیا است. کشت گیاه لوبیا در قالب طرح کاملاً تصادفی، با چهار تیمار و چهار تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام گرفت. تیمارهای تحقیق شامل آبیاری کامل به عنوان شاهد (FI) و کم آبیاری با کاربرد مقادیر به‌ترتیب ۸۰، ۶۰ و ۵۰ درصد تیمار شاهد (DI_{80}، DI_{60} و DI_{50}) بودند. خاک مورد آزمایش به چهار لایه مساوی تقسیم شد. میزان جذب آب توسط ریشه براساس بیلان رطوبتی خاک محاسبه شد. نتایج نشان داد که تغییرات رطوبتی لایه چهارم در دو تیمار شاهد و کم آبیاری ۸۰ درصد بسیار کم می‌باشد. در تیمارهای ۵۰ و ۶۰ درصد کم آبیاری، تغییرات رطوبتی لایه سوم و چهارم نیز بیشتر شدند. حداکثر و حداقل میزان جذب به ترتیب در تیمارهای شاهد و DI_{50} ۱۱/۸ و ۵/۹ میلی‌متر در روز مشاهده شد. در تیمارهای DI_{80}، DI_{60} و DI_{50} متوسط میزان جذب آب به‌ترتیب ۸/۱۱، ۲۶/۵ و ۳۳/۸۴ درصد نسبت به جذب در تیمار شاهد کاهش یافت که در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. در تیمار FI، سهم جذب آب از لایه اول و دوم ۸۴/۲، در تیمار DI_{80} ۷۷/۳۶ و در تیمار DI_{60} ۷۰/۳۷ و در DI_{50} ۶۳/۹۶ درصد کل جذب آب از همه لایه‌ها بود.

کلمات کلیدی: آبیاری، تنش آبی، جذب آب، ریشه لوبیا، لایه‌بندی خاک

۱ - دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد - ایران **(نویسنده مسئول مکاتبات *)**

۲ - استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد - ایران

۳ - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد - ایران

۴ - استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد - ایران

مقدمه

چگونگی جذب آب توسط ریشه گیاه تاکنون مورد توجه بسیاری از محققین در زمینه‌های زیست‌شناسی، زراعت، فیزیک خاک و برآورد نیاز آبی گیاه قرار داشته و افراد بسیاری به مدل کردن این پدیده و واسنجی مدل‌های حاصله به کمک داده‌های واقعی مزرعه‌ای و آزمایشگاهی پرداخته‌اند. عوامل زیادی بر جذب آب توسط گیاه مؤثرند که به‌طورکلی می‌توان آنها را به دو گروه عمده عوامل محرک یا تقویت‌کننده جذب آب و عوامل بازدارنده جذب آب تقسیم‌بندی کرد. این عوامل به صورت کنش متقابل با یکدیگر در ارتباط بوده و هر زمان یکی از آن‌ها بر دیگری پیشی می‌گیرد. جذب آب با اختلاف پتانسیل بین خاک و ریشه و عواملی که این اختلاف را تشدید کنند، نسبت مستقیم و با عواملی که در سر راه جذب آب مقاومت ایجاد می‌کنند، نسبت عکس دارد (۲).

از جمله پرسش‌هایی که در رابطه با جذب آب توسط ریشه مطرح می‌باشد آن است که آیا ریشه‌هایی که در فاصله‌ای دورتر از بدنه گیاه قرار دارند، اثرشان در جذب آب به اندازه ریشه‌های نزدیک است. این بدین معناست که فاصله ریشه‌ها تا گیاه به اندازه میزان تماس آن‌ها با خاک در جذب آب حائز اهمیت نیستند و اگر ریشه با خاک تماس داشته باشد، از فواصل دور هم آب جذب می‌کند. جذب آب از خاک بیشتر بستگی به تراکم ریشه دارد تا به فاصله آنها از گیاه، درنتیجه موقعیت مکانی ریشه نقش چندانی در میزان جذب آب ندارد. نتایج تحقیقات بر روی درختان جنگلی نشان می‌دهد که اگر ریشه‌ها تا فواصل دور انتشار یافته باشند، باز هم جذب آب از این فواصل به آسانی جذب ریشه‌ها با فواصل نزدیک به تنه درخت صورت می‌گیرد. اغلب شواهد دلالت بر آن دارند که برای ادامه حیات یا محدود ساختن رشد، نیاز نیست تمام سیستم ریشه در محیطی با رطوبت بالا قرار گیرد. اگر یک چهارم تا یک دوم سیستم ریشه گیاه در خاکی قرار گیرد که رطوبت آن بالاتر از حد پژمردگی باشد، باز هم گیاه قادر خواهد بود آب مورد نیاز خود را برای جبران تعرق کسب کند (۳).

بافت و هدایت مویینگی خاک به‌طور مستقیم از طریق تأثیری که بر مقاومت خاک دارند، بر جذب مؤثرند. بین گیاهان مختلف و حتی ارقام و گونه‌های یک نوع گیاه از نظر عمق، پراکندگی، مقدار انشعابات ریشه و درنتیجه انتشار سطوح ریشه‌ای که محل جذب آب هستند، تفاوت‌های زیادی وجود دارد (۱۸). به همین دلیل، هرچه حجم خاکی که سیستم‌های ریشه‌ای اشغال نموده باشند بیشتر باشد، حجم آبی که در دسترس گیاه قرار می‌گیرد بیشتر بوده و لذا گیاه قادر خواهد بود بدون آبیاری یا بارندگی مدت طولانی‌تری به حیات خود ادامه دهد (۳). الگوی جذب آب توسط ریشه‌های گندم در مرحله میانی رشد و پر شدن دانه‌ها مطالعه شده و با اندازه‌گیری رطوبت خاک در اعماق مختلف، میزان جذب بررسی شده است (۱۳). نتایج نشان داد، جذب آب توسط ریشه‌ها، متناسب با میزان تنش رطوبتی، از لایه‌های سطحی یا عمیق خاک صورت می‌گیرد. در دوره میانی رشد و پر شدن دانه‌ها، سه روز پس از آبیاری، بررسی میزان جذب آب از اعماق خاک نشان داد، حداکثر جذب از لایه‌های سطحی خاک ۵۰-۰ سانتی‌متر صورت گرفت، درحالی‌که بررسی میزان جذب آب توسط ریشه ۲۰ روز پس از آبیاری، مشخص نمود که حداکثر میزان جذب به سمت لایه‌های عمیق‌تر کشیده می‌شود، به‌طوری‌که حداکثر میزان جذب در عمق بیش از ۴۰ سانتی‌متر اتفاق افتاد. همچنین درصورتی‌که رطوبت در پروفیل خاک کافی باشد، ریشه‌ها قادرند آب را به سادگی از لایه‌های سطحی جذب نمایند (۸). در شرایط تنش رطوبتی، جذب آب توسط ریشه‌ها ممکن است به لایه‌های خاصی از خاک محدود شود (۱۴ و ۱۵). همچنین کاهش جذب آب در واحد طول ریشه، با کاهش میزان رطوبت خاک در گیاه سورگوم مشاهده شده است (۱۹). نتایج دیگر تحقیقات نشان داد که گیاه با تغییر الگوی حداکثر جذب آب به طرف ریشه‌های با تراکم کمتر (از طریق افزایش فعالیت آنها) به رشد و نمو خود ادامه می‌دهد (۱، ۵، ۹، ۱۶ و ۲۰).

نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که بعضی از گیاهان توانایی جذب سریع و مجدد آب بعد از خشکی را دارند و سرعت جذب آب بعد از آبیاری مجدد درمقایسه با گیاهان با آبیاری کامل افزایش می‌یابد (۱۰، ۱۷ و ۲۱). وقتی خاک پس از خشک شدن دوباره آبیاری شود، هدایت هیدرولیکی در

سیستم ریشه بهبود می‌یابد (۱۱ و ۱۲). بررسی پدیده جذب آب توسط ریشه در مدل‌های هیدرولوژیکی و حتی اقلیمی که در ارتباط مستقیم با گیاه قرار دارند، از اهمیت زیادی برخوردار است و مدل‌های هیدرولوژیکی و گیاهی نیازمند یک توصیف کمی از جذب آب توسط ریشه گیاه می‌باشد (۶ و ۷).

هدف از انجام این تحقیق، بررسی میزان جذب آب از اعماق لایه‌های مختلف خاک در تیمارهای مختلف تنش رطوبتی (کم آبیاری) می‌باشد.

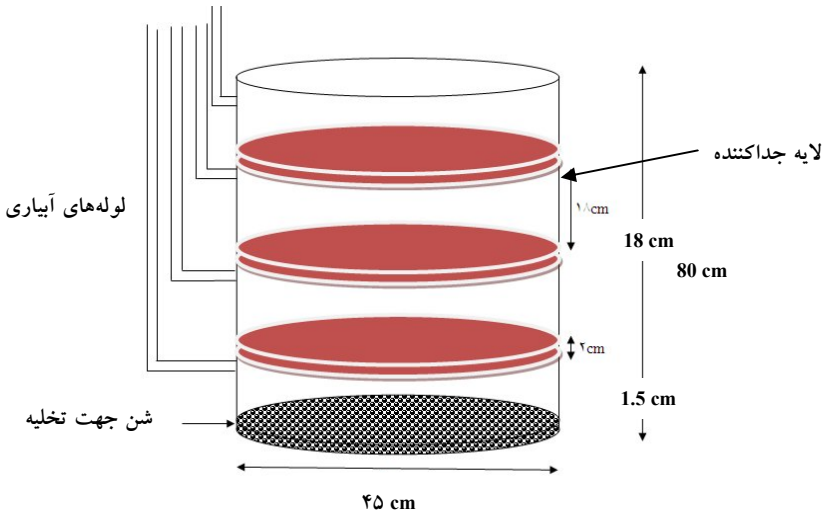
مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی نحوه جذب آب توسط ریشه گیاه لوبیا تحت تأثیر مقدار آب آبیاری، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد با مختصات جغرافیایی ۳۵۷۹۳۶۴ و ۴۸۲۵۷۳ در سیستم UTM در تابستان سال ۱۳۸۹ انجام شد. به منظور بررسی مشخصات آب و هوایی محل اجرای طرح، از آمار ۱۵ ساله (۸۹-۱۳۷۵) ایستگاه سینوپتیک شهرکرد استفاده شد. براساس این آمار، متوسط دمای سالیانه ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط کل بارندگی سالیانه ۳۲۱/۵ میلی‌متر بود (۲۲). فصل کشت در این طرح، از دهه اول خرداد و زمانی‌که حداقل دما با حداقل دمای ممکن برای کشت لوبیا متناسب شد، انجام گرفت.

به منظور تأمین شرایط مطالعه روند توسعه ریشه در طول دوره نمو گیاه و در زمان اعمال تیمارها از گلدان‌های شفاف استفاده گردید. گلدان‌ها از جنس پلاستیک وکیوم ساخته شد. گلدان‌ها استوانه‌هایی به قطر ۴۵ و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند. پس از انتقال گلدان‌های شفاف به محل اجرای طرح، با خاک دارای بافت لوم رسی پر شدند. ضمناً به منظور تقسیم خاک ناحیه ریشه به چهار قسمت مساوی، عمق هر ناحیه ۱۸ سانتی‌متر و یکنواخت اختیار شد و نواحی چهارگانه به کمک ترکیبی شامل ۲۵ درصد پارافین و ۷۵ درصد وازلین به ضخامت ۲-۱/۵ سانتی‌متر از یکدیگر مجزا گردید. انتخاب ماده پارافین برای پیش‌گیری از ارتباط رطوبتی بین نواحی چهارگانه، در شرایطی که ریشه گیاه بتواند از آن عبور کند اما مانع از تبادل رطوبتی بین لایه‌ها شود، صورت گرفت.

آبیاری این چهار لایه به‌طور یکنواخت و به کمک لوله‌هایی که در بخش فوقانی هر ناحیه تعبیه شده و امتداد آن از سطح فوقانی گلدان قابل دسترس بود، انجام گرفت. کف گلدان‌ها را آزاد درنظر گرفته و جهت تهویه و تخلیه احتمالی (زهکشی)، در کف آن‌ها لایه‌ای از شن قرار داده شد. همچنین به منظور به حداقل رسانیدن تبخیر از سطح خاک، سطح خاک گلدان‌ها با لایه‌ای از شن به ضخامت دو سانتی‌متر پوشانده شد (شکل ۱). به منظور تعقیب وضعیت رطوبتی خاک، در عمق‌های مختلف در ناحیه جانبی گلدان‌ها سوراخ‌هایی ایجاد شد تا علاوه بر تهویه، امکان نمونه‌گیری خاک جهت تعیین رطوبت از هر لایه نیز فراهم شود. نمونه‌های خاک برداشت شده جهت تعیین رطوبت به روش وزنی به آزمایشگاه منتقل شدند. تعیین میزان آب مصرف شده توسط گیاه در هر لایه خاک، به کمک رطوبت وزنی خاک و بیلان رطوبتی انجام می‌گرفت. جدول‌های (۱) و (۲) به ترتیب خصوصیات خاک و آب آبیاری مورد استفاده در تحقیق را نشان می‌دهد.

با داشتن مقادیر برآورد نیاز آبی به روش‌های فوق‌الذکر، زمان و مقدار تقریبی آبیاری برای رساندن رطوبت تیمار شاهد به حد ظرفیت زراعی (FC) تعیین گردید و مقادیر دقیق‌تر میزان آب مورد نیاز از روی داده‌های سنجش رطوبت خاک از تیمار شاهد، در روز قبل از آبیاری که به روش وزنی انجام گرفت، تعیین و اعمال شد. آستانه تحمل شوری لوبیا (هدایت الکتریکی عصاره اشباع آستانه) بدون آن‌که عملکرد کاهش یابد، یک دسی‌زیمنس بر متر ($ds.m^{-1}$) می‌باشد (۳). هدایت الکتریکی آب آبیاری و عصاره اشباع خاک در این پژوهش به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۷۶ دسی زیمنس بر متر ($ds.m^{-1}$) اندازه‌گیری شدند. بنابراین مشخص شد که عملکرد گیاه در اثر شوری کاهش نخواهد یافت. با ظهور جوانه‌ها بر روی خاک و رسیدن گیاه به مرحله چهاربرگی، بهترین گیاه هر گلدان به‌طوری‌که با سایر گیاهان موجود در یک تیمار همگن باشند، حفظ و بقیه حذف شدند. سه هفته بعد از کشت بذور، تیمارهای آبیاری اعمال شدند.



شکل ۱ – نحوه قرارگیری لایه‌ها و لوله‌های آب‌رسان آن‌ها به صورت شماتیک

جدول ۱ – خصوصیات خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

شن (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	بافت	Bd (gr/cm^3)	FC (٪)	PWP (٪)	pH	EC (dS/m)
۴۰/۲	۳۰/۲	۲۹/۶	لوم رسی	۱/۴۶	۳۲/۱۵	۱۴/۷۷	۷/۱	۰/۷۶

جدول ۲ – برخی خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده

آنیون‌ها	$SO4^{2-}$	HCO^{-3}	Cl^-	کاتیون‌ها	$Ca^{2+} + Mg^{2+}$	K^+	Na^+	pH	EC (dS/m)
(meq/l)									
۶/۴۷	۱/۷۳	۳/۵۱	۱/۲۳	۳/۹۶	۲/۰۶	۰/۱۰	۱/۸۱	۷/۷۷	۰/۳۴

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار انجام شد. در تیمار ۱ (FI) آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی تیمار شاهد به گیاه داده شد) انجام گرفت. در تیمار ۲ (DI_{80}) کم آبیاری در سطح ۲۰ درصد اعمال شد (۸۰ درصد نیاز آبی تیمار شاهد به گیاه داده شد). در تیمار ۳ (DI_{60}) کم آبیاری در سطح ۴۰ درصد اعمال شد (۶۰ درصد نیاز آبی تیمار شاهد به گیاه داده شد). در تیمار ۴ (DI_{50}) کم آبیاری در سطح ۵۰ درصد اعمال شد (۵۰ درصد نیاز آبی تیمار شاهد به گیاه داده شد).

مقدار نیاز آبی تیمار شاهد براساس تبخیر و تعرق پتانسیل و اعمال ضرایب گیاهی برای دوره‌های رشد گیاه لوبیا تعیین شد. تبخیر و تعرق روزانه مرجع با استفاده از داده‌های هواشناسی ۱۵ ساله موجود (۸۹–۱۳۷۵) نظیر میانگین حداکثر دما، میانگین حداقل دما، سرعت باد در ارتفاع دو

متری از سطح زمین، تعداد ساعات آفتابی و میزان تابش خورشیدی، به روش پنمن – مونتیث – فائو در فصل زراعی محاسبه شد. همچنین به کمک ضرایب گیاهی لوبیا در دوره‌های مختلف رشد، تبخیر – تعرق واقعی روزانه گیاه در فصل کشت به‌دست آمد (۴). کل نیاز آبی گیاه با احتساب یک درصد تلفات در اختیار گیاه قرار می‌گرفت. آبیاری لایه‌ها به کمک لوله‌های تراوایی که در پنج سانتی‌متری مرز دو لایه، در بالای هر لایه خاک قرار داشت، صورت گرفت. زمان آبیاری به کمک تانسیومترهایی که در لایه‌های چهارگانه یکی از تکرارهای تیمار شاهد قرار داشتند، تعیین شد. شفاف بودن گلدان‌ها، مشاهده وضعیت ریشه در هر لایه را تسهیل نمود. بنابراین در هر تیمار آبیاری هر یک از لایه‌های چهارگانه، باتوجه به وجود یا عدم وجود ریشه صورت گرفت.

در تیمار شاهد به‌دلیل آن که در لایه‌های چهارگانه امکان تخلیه رطوبتی وجود نداشت، حداکثر میزان آب داده شده به هر لایه، مقداری بود که رطوبت آن را به رطوبت ظرفیت زراعی (۳۲ درصد حجمی) برساند. در یک تیمار مشخص میزان آب داده شده به لایه‌های چهارگانه یکسان بود. عمق آب آبیاری در تیمارهای غیر شاهد، براساس نسبت‌های تعیین شده کم آبیاری هر تیمار در قیاس با تیمار شاهد تعیین و اعمال گردید. در تمام تیمارها و به‌طور مساوی طی دوره رشد گیاه، مقداری کود آهن به صورت محلول، در اختیار گیاه قرار گرفت. بوته‌ها ۷۰ روز پس از کشت و در مرحله گلدهی گیاه، به روش شستشوی ریشه‌ها با آب، از خاک خارج شدند. قبل از آن، از لایه‌های چهارگانه خاک گلدان‌ها، یک نمونه کوچک با حجم مشخص (استوانه‌ای به قطر پنج و ارتفاع پنج سانتی‌متر)، برداشت شد.

نمونه‌برداری خاک به‌منظور تعیین رطوبت از بخش وسط هر لایه صورت گرفت. به‌دلیل عدم تبادل رطوبتی لایه‌ها با یکدیگر و همچنین عدم تولید زه‌آب (حداکثر رطوبت در حد ظرفیت زراعی)، مقدار آب جذب شده توسط گیاه در هر لایه، معادل تغییرات رطوبتی آن‌ها در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری رطوبت دو روز پس از آبیاری و یک روز قبل از آبیاری صورت می‌گرفت و در هنگام آبیاری در تیمار شاهد، میزان رطوبت به نقطه ظرفیت زراعی رسانده می‌شد.

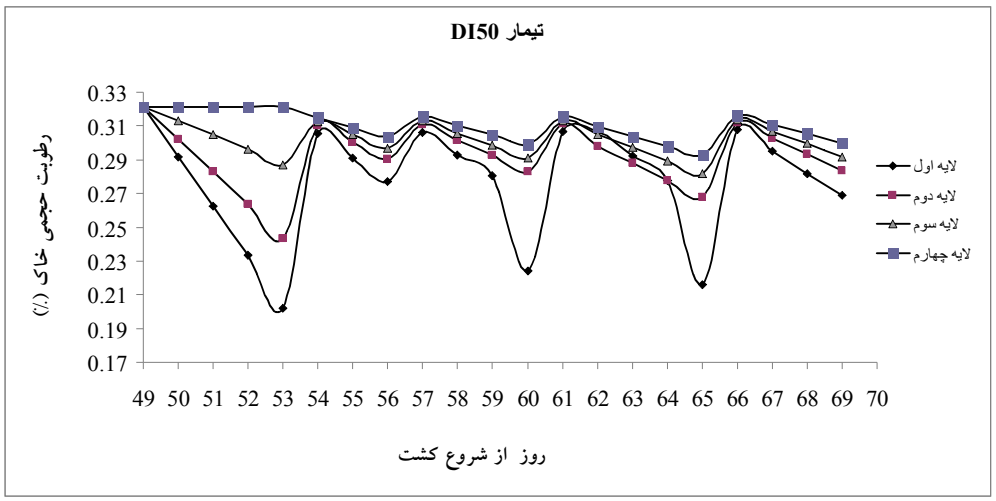
مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای مختلف مربوط به تیمارها و تکرارهای مختلف، در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS، مورد مقایسه آماری واقع شدند و در صورت لزوم، میانگین پارامترها با یکدیگر مورد مقایسه آماری قرار گرفت. مقایسه جفتی میانگین داده‌ها به روش LSD انجام شد و ترسیم اشکال با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گردید.

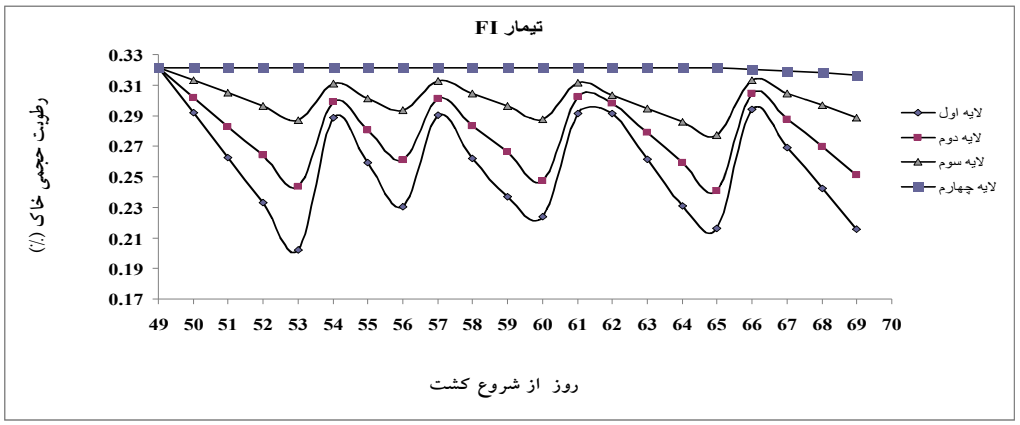
نتایج و بحث

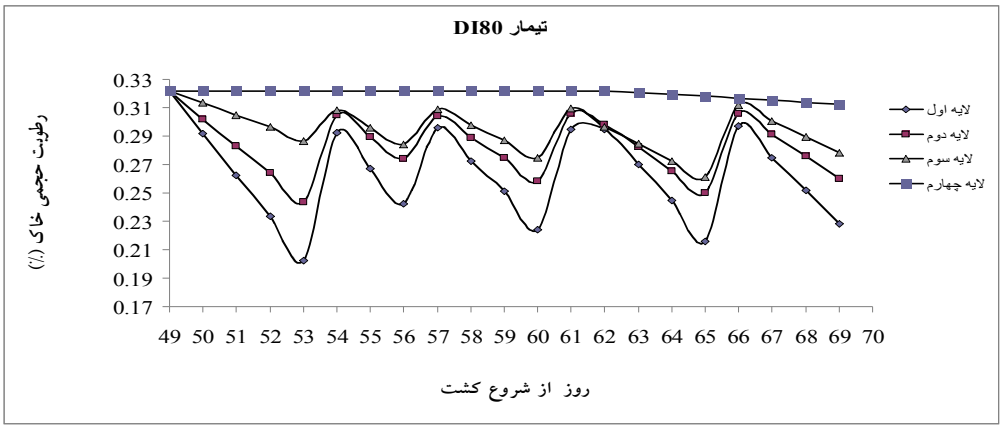
با در نظر گرفتن تغییرات رطوبتی در لایه‌های مختلف خاک در هر یک از تیمارها طی یک دوره ۲۰ روزه (از ۱۳۸۹/۵/۱۰ تا ۱۳۸۹/۵/۳۰) در دوره ۵۰ تا ۷۰ روز بعد از کاشت، زمانی‌که ریشه در همه تیمارها حداقل در لایه سوم وارد شده بود، میزان جذب از لایه‌های مختلف خاک اندازه‌گیری شد.

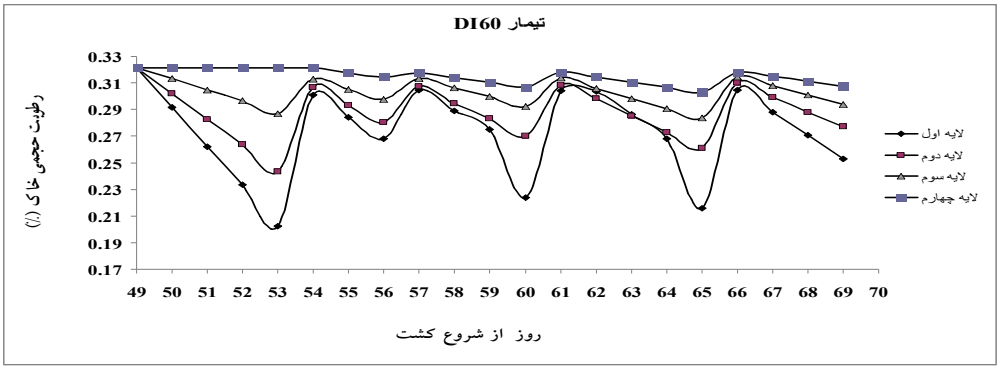
تغییرات رطوبتی هر لایه در تیمارهای مختلف

در روزهای پایانی هر دور آبیاری، مقدار رطوبت لایه‌ها در هر تیمار بسته به شدت کم آبیاری، کاهش بیشتری داشته است (شکل ۲). این موضوع در مورد لایه اول نمایان‌تر است و از روی این تغییرات نیز می‌توان شاهد بود که از کدام لایه جذب بیشتری صورت گرفته است. تغییرات رطوبتی لایه چهارم در دو تیمار شاهد و کم آبیاری ۸۰ درصد بسیار کم می‌باشد که می‌تواند به علت توسعه نایافتگی ریشه در این لایه باشد (شکل ۲). همچنین در این دو تیمار، از روی انحنای نمودار تغییرات روزانه رطوبت در لایه چهارم، می‌توان نتیجه گرفت که ریشه به تقریب در چه روزهایی وارد لایه چهارم شده است. در تیمارهای ۵۰ و ۶۰ درصد کم آبیاری، تغییرات رطوبتی لایه سوم و چهارم نیز بیشتر شدند و می‌توان چنین استنباط نمود که نفوذ ریشه و سهم جذب آب در این لایه‌ها نسبت به تیمار شاهد بیشتر است. بنابراین از روی تغییرات رطوبتی لایه‌ها نیز می‌توان درخصوص سهم هر لایه در جذب آب قضاوت نمود. در همه تیمارها تغییرات رطوبتی لایه‌های اول و دوم از سایر لایه‌ها بیشتر است و در نتیجه جذب آب از این دو لایه بیشتر صورت گرفته است.







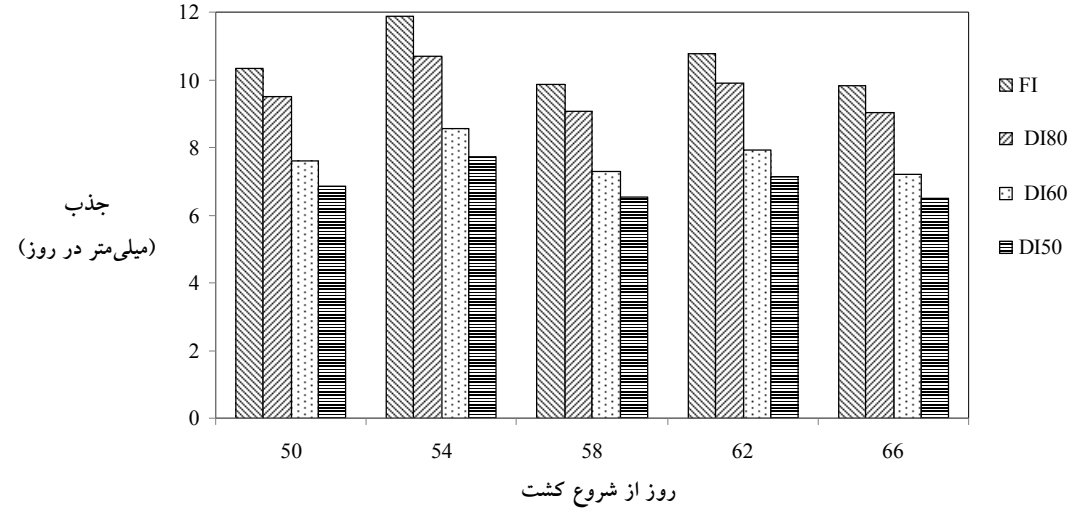


شکل ۲ – تغییرات رطوبتی لایه‌های مختلف خاک در تیمارهای آبیاری مختلف

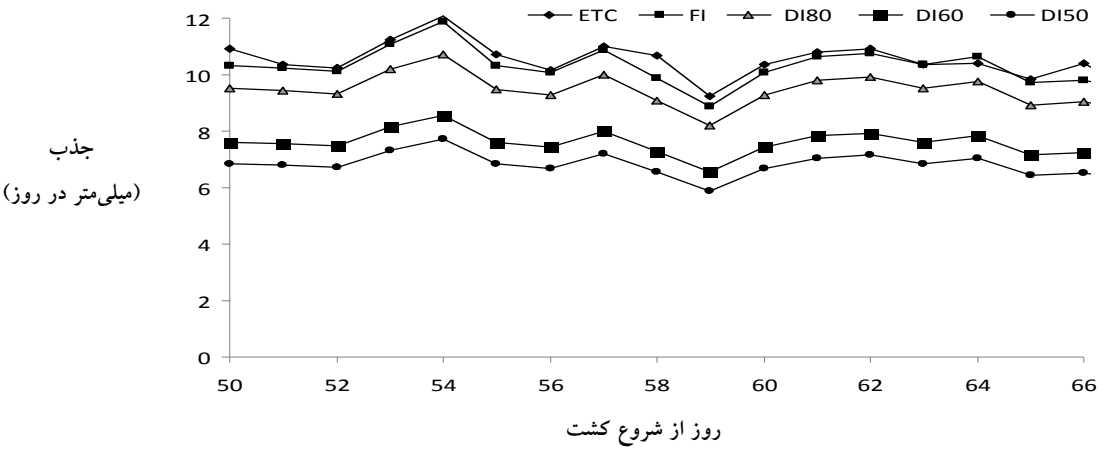
متوسط میزان جذب آب در هر یک از تیمارها

حداکثر میزان جذب آب در تیمار شاهد ۱۱/۸ و حداقل میزان جذب در تیمار DI_{50} ۵/۹ میلی‌متر در روز مشاهده شد (شکل ۳). در تیمارهای DI_{80}، DI_{60} و DI_{50}، به دلیل کاهش میزان آب داده شده به گیاه به نسبت‌های ۸۰، ۶۰ و ۵۰ درصد نسبت به آب داده شده به تیمار شاهد، متوسط جذب آب در آن‌ها کمتر از میزان جذب آب در تیمار شاهد است (شکل ۴). متوسط میزان جذب آب در این تیمارها به‌ترتیب ۸/۱۱، ۲۶/۵ و ۳۳/۸۴ درصد نسبت به جذب در تیمار شاهد کاهش یافت. مقایسه این تغییرات نشان داد، نرخ کاهش جذب در تنش آبی کمتر از نرخ کاهش میزان آب داده شده به گیاه است. به عبارت دیگر، حتی در تیمار DI_{50} که فقط ۵۰ درصد نیاز آبی در اختیار گیاه قرار گرفت، میزان کاهش جذب نسبت به تیمار شاهد، ۳۳/۷۶ درصد بود. بنابراین این موضوع احتمالاً به دلیل مکانیسمی است که گیاه در تنش رطوبتی از خود نشان می‌دهد و جذب آب توسط ریشه‌ها را با شرایط محیطی تنظیم می‌کند (۷ و ۹).

جدول (۳) تجزیه واریانس متوسط جذب آب از همه لایه‌ها و شکل (۵) متوسط روزانه جذب را در دوره ۲۰ روزه نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود میزان جذب آب در تمامی تیمارها در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است.



شکل ۳ - تغییرات روزانه جذب در هر یک از تیمارها

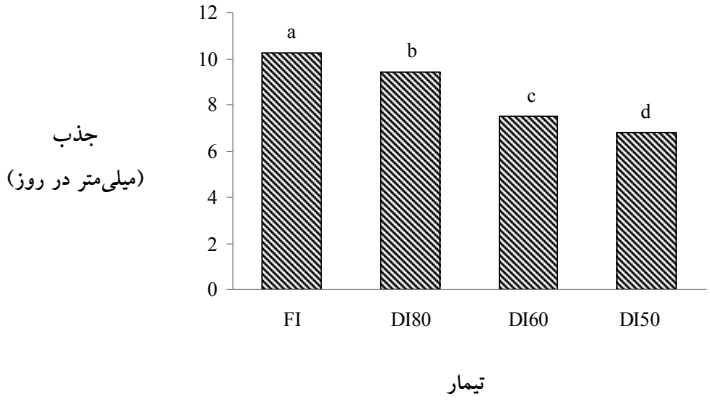


شکل ۴ - مقایسه تغییرات روزانه جذب و تبخیر - تعرق واقعی گیاه در تیمارها

جدول ۳ – تجزیه واریانس متوسط جذب آب از همه لایه‌ها

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۳	۱۰/۴**
خطا	۱۲	۰/۰۱۸
CV	–	۱/۵۹
Pvalue	–	<۰/۰۰۰۱

* و ** – به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns – نشان‌گر غیرمعنی‌دار بودن است.



شکل ۵ – مقایسه میزان متوسط روزانه جذب در هر یک از تیمارها

(در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک (a, b, c, d)، براساس آزمون LSD در سطح معنی‌داری پنج درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.)

جذب آب در هر تیمار به تفکیک لایه‌ها

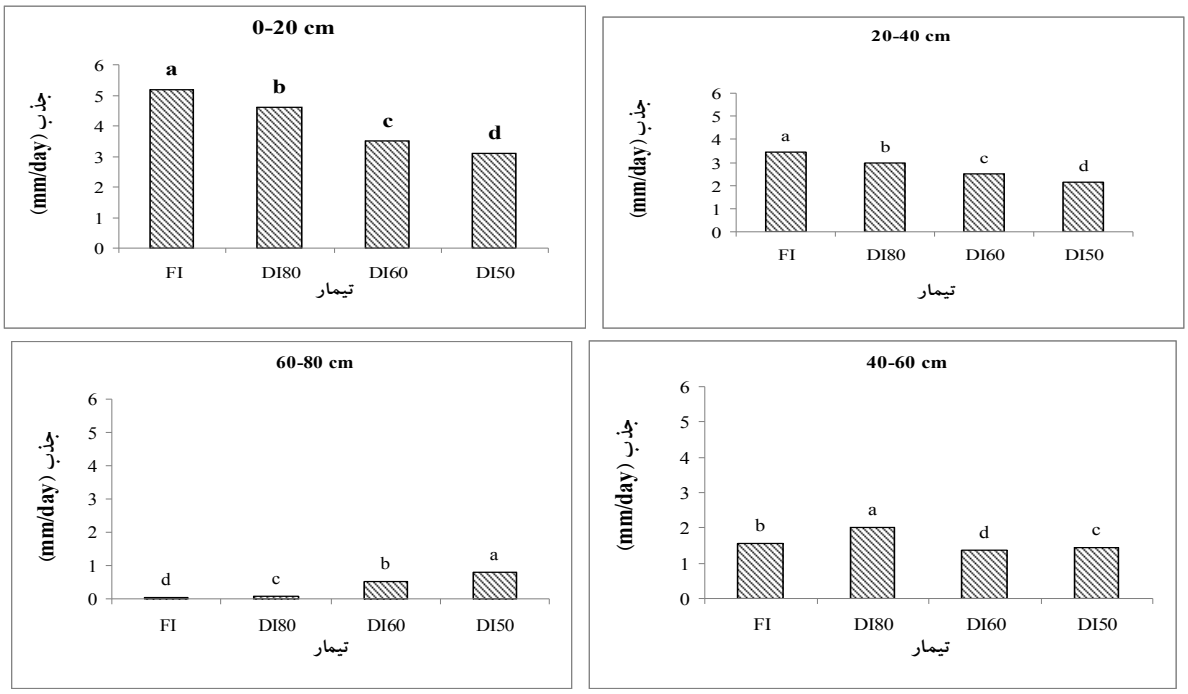
جدول (۴) نتایج تجزیه واریانس جذب آب توسط ریشه در لایه‌های چهارگانه خاک، نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که در یک لایه مشخص تیمارها از نظر جذب آب توسط ریشه با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند. مقایسه میانگین جذب آب در لایه‌ها نشان داد، در لایه اول و دوم، بیشترین مقدار جذب مربوط به تیمار شاهد و حداقل مقدار جذب مربوط به تیمار DI_{50} بود. در لایه سوم، حداکثر مقدار جذب به تیمار DI_{80} و کمترین مقدار جذب به تیمار DI_{60} تعلق داشت. همچنین در لایه چهارم حداکثر جذب آب در تیمار DI_{50} و حداقل آن در تیمار شاهد اتفاق افتاد. مقایسه میانگین جذب آب به تفکیک لایه‌ها در شکل (۶) نشان داده شده است. بررسی متوسط روزانه جذب آب در لایه‌های مختلف خاک نشان داد، با وجود آن که میزان آب داده شده به گیاه در هر یک از تیمارها متفاوت بود، در همه آن‌ها حداکثر جذب در لایه‌های سطحی که تراکم ریشه در آن‌ها بیشتر است، صورت گرفت.

شکل (۷) متوسط جذب آب در هر یک از لایه‌های خاک، تحت تیمارهای مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. اگرچه کل جذب در شرایط کم آبی کاهش یافته است، ولی در همه تیمارها حداکثر جذب در لایه‌های اول و دوم صورت گرفته است. در تیمارهای شاهد و DI_{80}، جذب از لایه چهارم به‌دلیل نفوذ کم ریشه در آن لایه بسیار کم می‌باشد.

جدول ۴ - تجزیه واریانس جذب آب توسط ریشه در لایه‌های چهارگانه خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	جذب از لایه اول	جذب از لایه دوم	جذب از لایه سوم	جذب از لایه چهارم
تیمار	۳	۶/۱۱**	۱/۹۶**	۰/۵۱**	۱/۰۹۸**
خطا	۱۲	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۲
CV	-	۰/۸۹	۰/۹۵	۱/۶۵	۰/۹
P	-	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱

* و ** - به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} - نشان‌گر غیرمعنی‌دار بودن است.

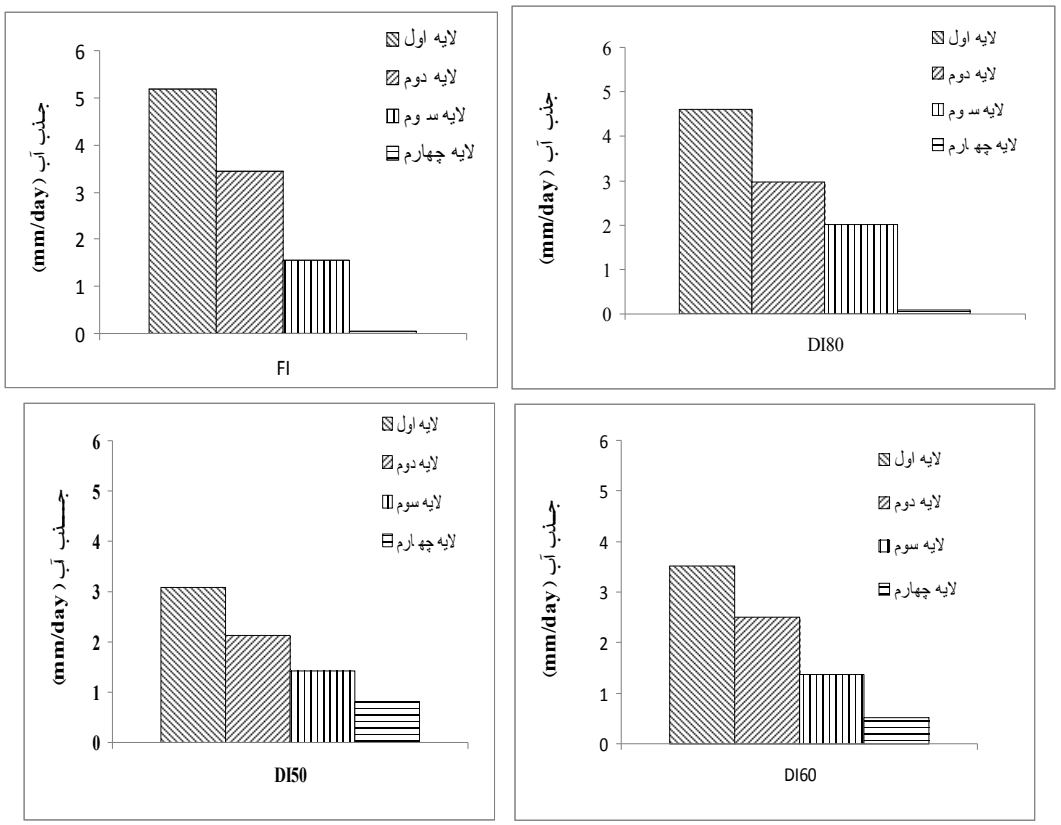


شکل ۶ - مقایسه میانگین جذب آب توسط ریشه در لایه‌های چهارگانه تیمارهای مختلف

در شکل (۸) نسبت جذب آب از لایه‌های مختلف به کل جذب آب در هر یک از تیمارها، نشان داده شده است. نتایج نشان داد که سهم جذب آب در هر لایه بستگی به وجود ریشه در لایه و تراکم آن دارد. در همه تیمارها جذب آب از لایه‌های اول و دوم بیشتر است و با پیشروی در عمق سهم ریشه در تأمین آب مورد نیاز گیاه کاهش می‌یابد. در تیمار FI، سهم جذب آب از لایه‌های اول و دوم، ۸۴/۲ در تیمار DI_{80} ۷۷/۳۶، تیمار DI_{60} ۷۰/۳۷ و تیمار DI_{50} معادل ۶۳/۹۶ درصد کل جذب آب از همه لایه‌ها بود. مقایسه جذب آب در لایه چهارم تیمارها نشان داد که با نفوذ و رشد بیشتر ریشه در هر لایه، سهم آن در تأمین آب مورد نیاز گیاه افزایش می‌یابد، ولی در کل سهم لایه‌های بالاتر در تأمین آب بیشتر است. نتایج بررسی‌ها نشان داد درصورتی‌که رطوبت در پروفیل خاک کافی باشد، ریشه‌ها قادرند آب را به سادگی از لایه‌های سطحی جذب نمایند. در واقع تا زمانی‌که رطوبت لایه اول بیشتر از رطوبت نقطه پژمردگی باشد، گیاه مایل است آب را از لایه اول با تراکم ریشه بیشتر جذب نماید که این نتیجه با نتایج دیگر محققین مطابقت دارد (۸ و ۱۰).

الگوی جذب آب در عمق خاک براساس متوسط جذب در یک دوره ۲۰ روزه

بررسی مقادیر جذب در لایه‌های چهارگانه خاک و در روزهای مختلف نشان داد که جذب آب توسط گیاه یک پدیده متغیر است و نسبت به زمان و مکان تغییر می‌نماید. در واقع چنین به نظر می‌رسد که تغییرات زمانی جذب به تغییرات تبخیر – تعرق، رشد و نمو ریشه و سایر اندام گیاهی با گذر زمان و تغییرات زمانی رطوبتی خاک، بستگی دارد. همچنین تغییرات جذب در عمق خاک، وجود یا عدم وجود ریشه در عمق خاک، شرایط رطوبتی در عمق خاک و دیگر خصوصیات خاک که به نوعی بر مقاومت در برابر حرکت آب به سمت ریشه‌ها مؤثرند، وابسته می‌باشد. جذب آب توسط گیاه، متغیری وابسته به زمان و مکان است (شکل‌های ۹ و ۱۰). در تیمارهای شاهد و DI_{80}، به دلیل آن که رشد ریشه در لایه چهارم بسیار کم بوده است، عملاً جذب در عمق ۷۰ سانتی‌متر صفر است. لازم به‌ذکر است، الگوی جذب آب بسته به زمان سنجش جذب متغیر خواهد بود. اگر جذب ابتدا و انتهای یک دوره بررسی شود، ممکن است نمودار جذب در برابر عمق به شکل دیگری باشد. الگوی جذب ارائه شده الگوی جذب براساس متوسط جذب ۲۰ روزه بوده است.



شکل ۷ – متوسط جذب آب در هر لایه خاک در تیمارهای آبیاری متفاوت

نتیجه‌گیری

براساس تحقیق حاضر، نتایج زیر به‌دست آمد:

– تغییرات رطوبتی لایه چهارم در دو تیمار شاهد و کم آبیاری ۸۰ درصد بسیار کم می‌باشد.

– در تیمارهای ۵۰ و ۶۰ درصد کم آبیاری، تغییرات رطوبتی لایه‌های سوم و چهارم نیز بیشتر شده‌اند.

– حداکثر میزان جذب در تیمار شاهد ۱۱/۸ میلی‌متر در روز اتفاق افتاد.

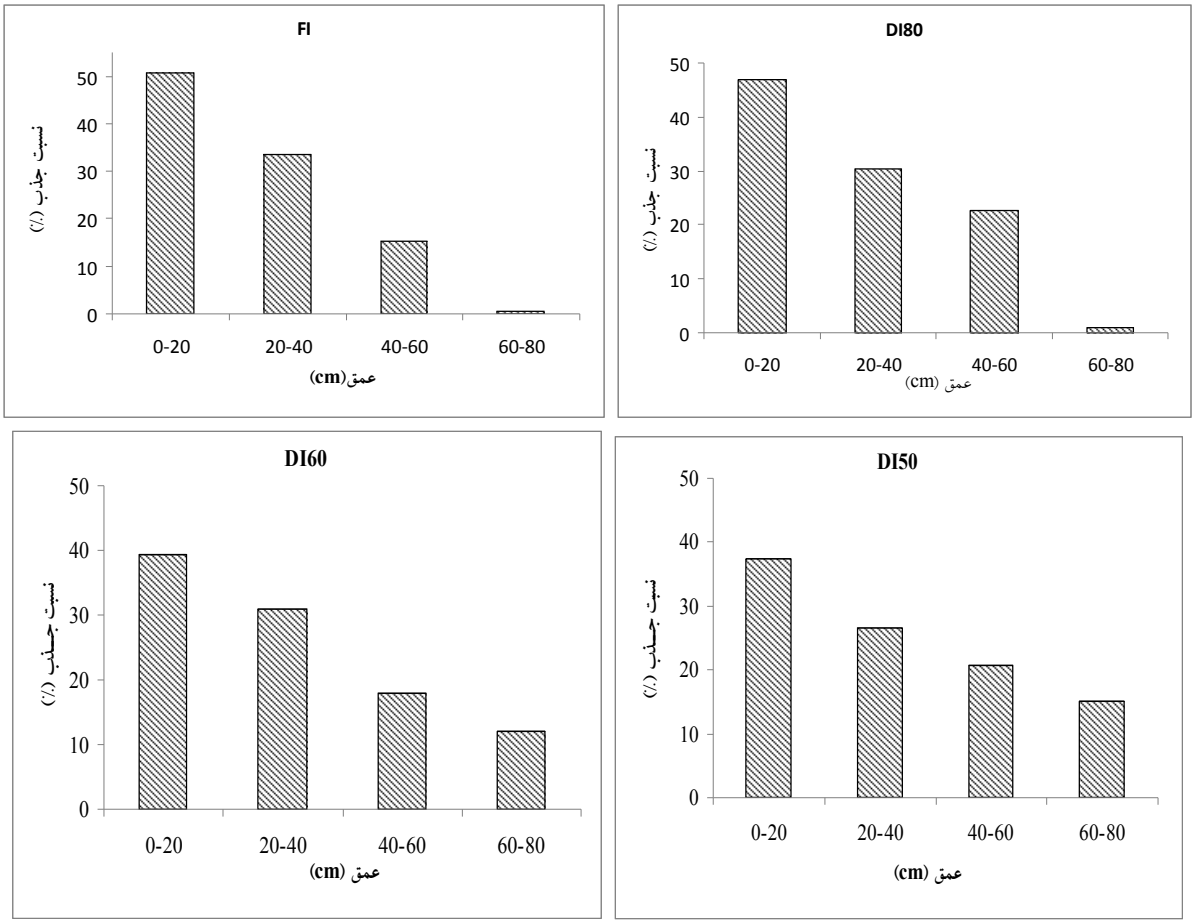
– حداقل میزان جذب در تیمار DI_{50} ۵/۹ میلی‌متر در روز مشاهده شد.

– در تیمارهای DI_{80}، DI_{60} و DI_{50} متوسط میزان جذب آب به‌ترتیب ۸/۱۱، ۲۶/۵ و ۳۳/۸۴ درصد نسبت به جذب در شاهد کاهش یافت که در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

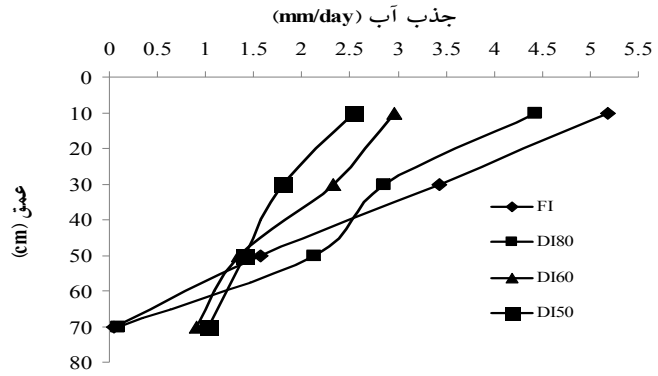
– در تیمار FI، سهم جذب آب از لایه‌های اول و دوم ۸۴/۲ در تیمار DI_{80} ۷۷/۳۶ و تیمار DI_{60} ۷۰/۳۷ و تیمار DI_{50} ۶۳/۹۶ درصد کل جذب آب از همه لایه‌ها بود.

– جذب آب توسط ریشه نیز در تیمارها بسته به شدت کم آبیاری کاهش یافت.

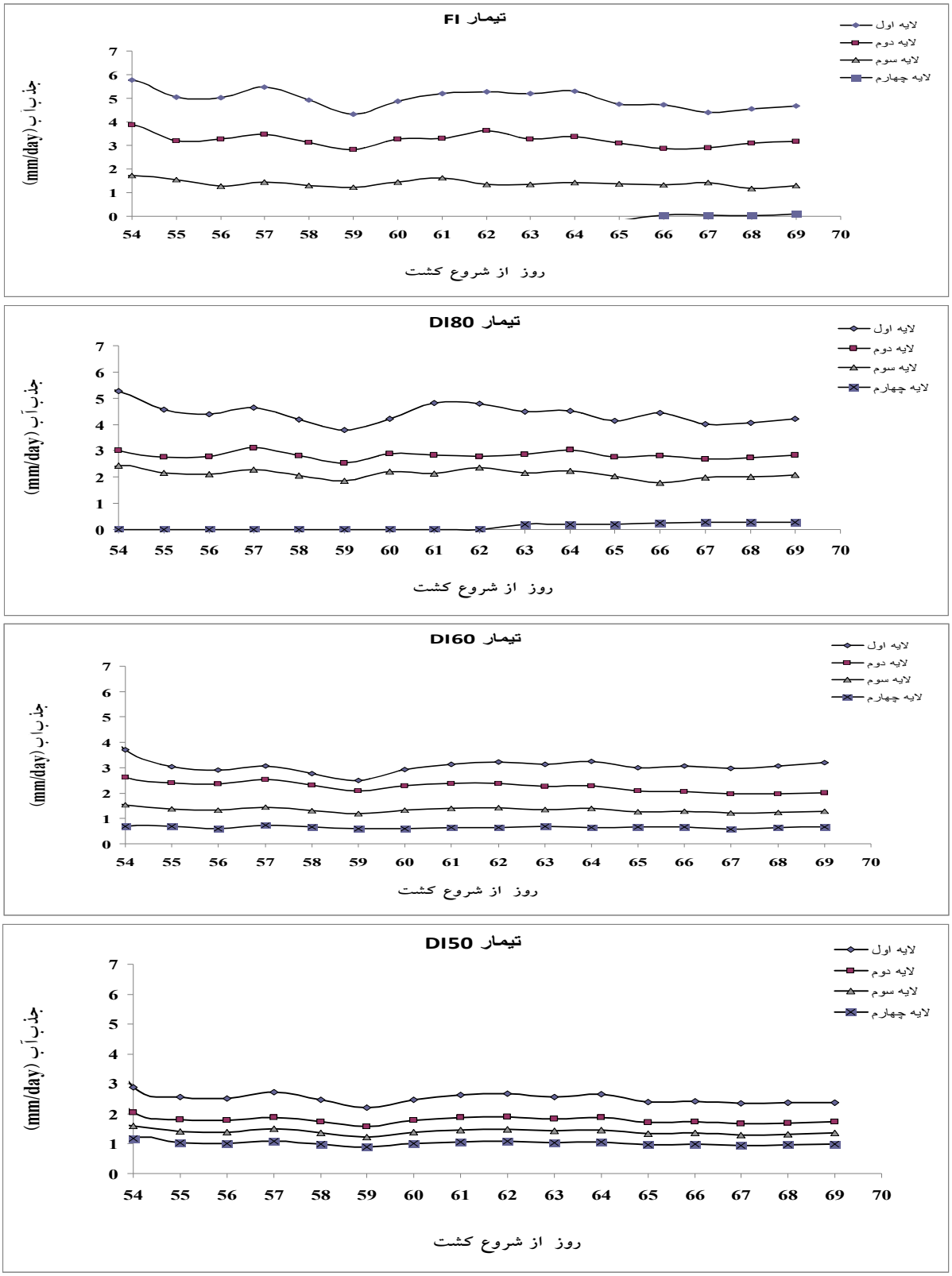
– در تیمار شاهد جذب آب تقریباً با مقدار تبخیر – تعرق گیاه برابر بود.



شکل ۸ – نسبت جذب روزانه آب در هر لایه به کل آب جذب در هر یک از تیمارها



شکل ۹ – پروفیل جذب آب در اعماق مختلف خاک در تیمارهای آبیاری در یک دوره ۲۰ روزه (۵۰ تا ۷۰ روز بعد از کاشت)



شکل ۱۰ - تغییرات زمانی جذب آب توسط ریشه در اعماق مختلف خاک

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مدیریت تحصیلات تکمیلی و همچنین مدیریت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱ . ذاکری‌نیا م.، سهرابی ت.، شهابی‌فر م.، عباسی ف. و نیشابوری م ر (۱۳۸۷) اثر تنش آبی بر فرآیند جذب آب توسط بخش‌های مختلف ریشه. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵(۵): ۱۷۸-۱۶۶.

۲ . علیاری ح (۱۳۸۹) تأثیر تنش آبی بر الگوی توزیع ریشه در خاک و جذب آب توسط گیاه لوبیا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد. ۵۶ ص.

۳ . علیزاده ا (۱۳۸۴) رابطه آب و خاک و گیاه (چاپ پنجم). انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). ۴۵۲ ص.

۴ . فرشی ع. ا.، شریعتی م. ر.، جاراللهی ر.، قائمی م. ر.، شهابی‌فر م. و تولایی و م (۱۳۷۶) برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده باغی و زراعی کشور. جلد اول. وزارت کشاورزی مؤسسه تحقیقات آب و خاک. نشر آموزش کشاورزی. ۹۰۰ ص.

5 . Braud I, Varado N and Olioso A (2005) Comparison of root-water-uptake modules using either the surface energy balance or potential transpiration. Hydrology 301(1-4): 267-286.

6 . Feddes RA and Raats PAC (2004) Parameterizing the soil-water-plant root system. In Unsaturated Zone Modeling: Progress, Challenges and Applications. Wageningen Frontis Series 6: 95-141.

7 . Liu F, Shahnazari A, Andersen MN, Jacobsen SE and Jensen CR (2006) Effects of deficit irrigation (DI) and partial root drying (PRD) on gas exchange, biomass partitioning, and water use efficiency in potato. Scientia Horticulturae 109(2): 113-117.

8 . Green SR and Clothier BE (1995) Root water uptake by Kiwifruit vines following partial wetting of the root zone. Plant Soil 173(2): 317-328.

9 . Homaee M (1999) Root water uptake under non-uniform transient salinity and water stress. Ph.D. thesis. Agricultural University Wageningen. Netherlands.

10 . Huang B and Nobel PS (1992) Hydraulic Conductivity and Anatomy for Lateral Roots of Agave deserti During Root Growth and Drought-induced Abscission. Experimental Botany 43(11): 1441-1449.

11 . Kang SZ and Zhang J (1997) Hydraulic conductivities in soil-root system and relative importance at different soil water potential and temperature. Transactions of Chinese Society of Agricultural Engineers (in Chinese) 13: 76-81.

12 . Kang SZ, Zhang J and Liang J (1999) Combined effects of soil water content and temperature on plant root hydraulic conductivity. Acta Phytoecologica Sintica. 23(3): 211-219.

13 . Kang SZ, Zhang F and Zhang J (2001) A simulation model of water dynamics in winter wheat field and its application in a semiarid region. Agricultural Water Management 49(2): 115-129.

14 . Klepper BR (1990) Root growth and water uptake. Madison Wisconsin. Pp. 281-322.

15 . Klepper BR, Rickman RW and Simpson HM (1983) Farm management and the function of field crop root system. In: Willis W.O. (Ed.) Plant Production and Management under Drought Conditions. Elsevier Amsterdam. Pp. 115-141.

16 . Li KY, Jong RD, Coe MT and Ramankutty N (2006) Root water uptake based upon a new water stress reduction and an asymptotic root distribution function. Earth Interactions 10(14): 1-22.

17 . North GB and Nobel PS (1991) Changes in hydraulic conductivity and anatomy caused by drying and rewetting roots of Agave deserti (Agavaceae). American Journal of Botany 78(7): 906-915.

18 . Nouri Emamzadei MR, Nourmahnad N and Shahnazari A (2008) Effects of Deficit Irrigation and Partial Root-Zone Drying on Yield, Fruit Size and Blossom-End Rot of Tomato. Italian Journal of Agronomy 3(3): 705-707.

19 . Robertson MJ, Fukai S, Ludlow MM and Hammer GL (1993) Water extraction by grain sorghum in a sub-humid environment II: Extraction in relation to root growth. Field Crops Research 33(1-2): 99-112.

20 . Simunek J, Hopmans JW and Jarvis N (2005) Modeling compensated root water and solute uptake. American Geophysical Union. Fall Meeting.

21 . Wraith JM, Baker JM and Black TK (1995) Barley genotypes vary in the ability to rapidly resume water uptake after drought. Experimental Botany 46(7): 873-880.

22 . www.chaharmahalmet.ir (2010) Weather Report. [Online]. Available at www.chaharmahalmet.ir accessed 10 May 2010. Shahrekord. Iran.

Effect of deficit irrigation on Bean root water uptake in different depths

S. H. Tabatabaei *[1], M. R. Nouriemamzadehi [2], H. Aliyari [3] and A. Mohammadkhani [4]

(E-mail: stabaei@agr.sku.ac.ir)

Abstract

More understanding of root water uptake (RWU) can lead us to discharge the irrigation water in soil in a water stress condition. The main objective of this research is measurement of RWU by Bean in a water stress condition. A completely randomized design was employed in greenhouse condition concerning four treatments and four replications. The treatments were FI: full irrigation as control, DI_{80}: deficit irrigation with 80% of ET_C, DI_{60} and DI_{50}. Soil depth divided to four equal layers. RWU calculated by soil water balance technique. The results show that minimum soil water difference observed in Layer number four in both FI and DI_{80}. The difference was greater in DI_{60} and DI_{50} both in layer number four and three. The maximum RWU was measured 11.8 mm/day in control and it was equal to 5.9 mm/day in DI_{50} as minimum. The average RWU were decreased 8.11, 26.5 and 33.84 percent in DI_{80}, DI_{60} and DI_{50}, respectively in comparison with the control where it was significant in five percent level. The portion of Layer 1 and 2 in RWU was 84.2, 77.36, 70.37 and 63.69 in FI, DI_{80}, DI_{60} and DI_{50}, respectively.

Keywords: Bean root, Deficit irrigation, Irrigation, Soil layer, Water uptake

1 - Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord - Iran

(Corresponding Author *)

2 - Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord - Iran

3 - M.Sc. Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord - Iran.

4 - Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord – Iran