محور مقاله: فناوری های نوین در علوم خاک

بررسی امکان تامین نیاز آبی گیاهان آپارتمانی به روش سیستم کنترل هوشمند غیرفعال

حجت قربانی واقعی[۱*]، محمد هادی غفاریان مقرب[۲]، مسعود داوری[۳]

[۱] استادیار گروه منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس

[۲] استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان

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

چکیده

همواره تأمین رطوبت گیاهان آپارتمانی در ایام مسافرت به عنوان یک دغدغه مطرح بوده است. یکی از راه‌های جدید برای آبیاری گیاهان آپارتمانی استفاده از دستگاه آبیاری کنترل هوشمند غیرفعال (آب بانک) است که می‌تواند میزان تراوش رطوبت به خاک را در محدوده ظرفیت زراعی حفظ کند. دستگاه آبیاری کنترل هوشمند غیرفعال (آب بانک) یک سیستم تأمین‌کننده رطوبت گیاهان آپارتمانی بوده که از دو بخش منبع تغذیه آب و گسیلنده کپسول رسی متخلخل می‌باشد. این دستگاه بدون نیاز به جریان الکتریکی و تنها بر اساس نیروی محرکه آب ناشی از شیب هیدرولیکی کار می‌کند. میزان آب تراوش یافته از این دستگاه تحت کنترل فشار مکش خاک و فشار خلا ایجاد شده در منبع آب است. نتایج تحقیق نشان داد که در ۲۴ ساعت اول بیشینه تراوش آب از آب بانک تحت تأثیر نیروی مکش خاک انجام شده و با گذشت زمان با افزایش فشار خلأ از میزان تراوش آن کاسته می‌شود، لیکن هیچگاه این تراوش متوقف نمی‌شود. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که میزان تراوایی گسیلنده آن در ۲۴ ساعت اول، ۰/۲ L/day بوده و این دستگاه قادر است میزان رطوبت خاک گلدان‌های آپارتمانی (۴ لیتری) را برحسب منبع تغذیه آب ۰/۵ و ۱/۵ لیتری به ترتیب به مدت ۷ و ۱۲ روز برای گیاهانی چون شمعدانی عطری (Pelargonum graveolens)، رز مینیاتوری (Rosa chinensis)، و حسن یوسف (Coleus blumei) در یک خاک با بافت کلی لوم تأمین نماید. در مجموع کاربری اصلی این دستگاه، تأمین رطوبت خاک گلدان‌های آپارتمانی موجود در اتاق کار و فضای درون ساختمان‌ها است و در ایام مسافرت آبیار خوبی برای گیاهان محسوب می شود.

کلمات کلیدی: آب بانک، رطوبت خاک، ظرفیت زراعی، آب‌دهی، کپسول رسی متخلخل

مقدمه

روش تأمین رطوبت خاک با قطعات سفالی از دیرباز در سرزمین ایران و کشور هایی همچون هند، پاکستان، چین و آفریقای جنوبی مرسوم بوده است (باستانی، ۱۳۸۲: Bahrami et al., 2010 Bainbridge, 2001:Bainbridge, 2002). این روش به دلیل تأمین رطوبت گیاهان در حد ظرفیت زراعی از کارایی بسیار زیادی در مهیایی نیاز آبی گیاهان برخوردار است. در قدیم در بخش‌های خشک و نیمه خشک ایران به‌ویژه یزد و کرمان، از کوزه‌های بزرگ کار گذاشته شده در کنار درختان برای تأمین آب مورد نیاز آن‌ها استفاده می‌کرده‌اند (Siyal and Skaggs, 2009: قربانی واقعی، ۱۳۹۰). لیکن به‌دلیل اندازه بزرگ، شرایط سخت حمل و نقل و پرهزینه بودن از سویی و ارزان بودن مصنوعات نفتی از سویی دیگر، نقش آن‌ها در گذر زمان کمرنگ شده و امروزه کشاورزان آشنایی چندانی با این روش نداشته و تمایل چندانی هم به استفاده از آن‌ها نشان نمی دهند (Abu-Atoum, 2004:Abu-Zreig et al, 2006 Zreig and). در سالیان اخیر در سطح جهان، تمایل گسترده‌ای به استفاده مجدد از این قطعات سفالی برای طراحی روش‌های بهینه تأمین-کننده رطوبت خاک به‌ویژه در اراضی کوچک ایجاد شده است. بررسی نتایج پژوهش‌های انجام شده در ایران نشان می‌دهد که قطعات سفالی از کارایی مصرف آب مناسبی نسبت به سایر روش‌های مرسوم برخوردار هستند (باستانی، ۱۳۸۲؛ بهنیا و عرب فرد،

* ایمیل نویسنده مسئول: ghorbani169@yahoo.com

۱۳۸۴؛ مجد زاده و همکاران، ۱۳۸۷؛ قربانی واقعی، ۱۳۹۰). قطعات سفالی نوعی از لوله‌های رسی متخلخل هستند (Bainbridge, 2001) که به دلیل ایجاد رطوبت معادل ظرفیت زراعی در پای ریشه گیاهان، امکان استفاده بهینه از آب آبیاری را فراهم می‌سازد (Bainbridge, 2002؛ باستانی، ۱۳۸۲؛ Siyal and Skaggs, 2009؛ بهرامی و همکاران، ۲۰۱۰؛ قربانی واقعی و همکاران، ۱۳۹۰). در قدیم این قطعات به شکل کوزه‌های خمره‌ای و بزرگ ساخته می‌شد و آب باران از طریق مجرایی وارد آن می‌شد. حال آن‌که امروزه روش آبیاری با قطعات سفالی به شکل کپسول‌های رسی متخلخل انجام می‌شود. کپسول‌های رسی متخلخل نوعی از قطعات سفالی با ابعاد کوچکتر هستند (بهرامی و همکاران، ۲۰۱۰؛ قربانی واقعی و همکاران، ۱۳۹۰) که رویکردی جدید جهت تأمین رطوبت خاک از قطعات سفالی برای مزارع کوچک و متوسط مقیاس مناطق خشک و نیمه خشک، به‌ویژه برای گیاهانی با نیاز آبی کم، به وجود آورده است (بهنیا و عرب فرد، ۱۳۸۴). امروزه تلاش-های گسترده-ای در راستای کوچک-سازی قطعات و نیز امکان استفاده مجدد این قطعات در امر کشاورزی انجام شده است. این امر سبب شده است تا دانشمندان از دل این قضیه به ابداعات و اختراعات جدیدی دست یابند و یکی از ابداعات، بکارگیری توان خود تنظیمی این قطعات در تراوش آب در تأمین نیاز آبی گلدان ها به روش غیر فعال است. در این تحقیق برای کاهش آسیب‌های ناشی از تنش آبی گیاهان گلدانی به‌دلیل تعلل در زمان آبیاری، به ویژه در ایام مسافرت، از روش‌های آبیاری با کپسول‌های رسی متخلخل با تکیه بر توان آبیاری خود تنظیمی آن استفاده شده است. لذا مدت زمان به تأخیر انداختن آبیاری در این پژوهش ملاک بررسی کارایی این روش در تأمین نیاز آبی گیاهان گلدانی و آپارتمانی است.

مواد و روش‌ها

ساخت نازل سرامیکی

به منظور تولید کپسول‌های رسی متخلخل از دستگاه اتوماسیون کپسول رسی استفاده شد (شکل ۱). این دستگاه به سفارش شرکت اندیشه ورزان آب نما گستر و تحت لیسانس شرکت داتیس انرژی ایران و با حمایت مالی معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری ساخته شده است. این دستگاه قابلیت تحویل حداقل ۲۰۰۰ قطعه خام در یک روز کاری را داشته و نمونه مشابه خارجی ندارد. محصول آن قطعات سفالی به طول ۱۲ و قطر خارجی ۳/۵ و ضخامت دیواره‌ی یک سانتی‌متری است. برای تولید قطعات ۳*۳/۵ سانتی متری از قطعات تولید شده ۱۲*۳/۵ سانتی متر استفاده می‌شود. قطعات خام در کوره الکتریکی در دمای ۹۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۸ ساعت پخت می‌شوند. برای افزایش زیبایی و بازارپسندی روی قطعات با ماده سفید و یا زرد رنگِ مقاوم به نم و رطوبت پوشانده می‌شود.

شکل ۱- دستگاه اتوماسیون تولید کپسول رسی متخلخل

مشخصات فنی دستگاه آبیاری کنترل هوشمند غیر فعال (آب بانک)

اساس کار دستگاه آب بانک (شکل۲) مشابه دستگاه تانسیومتر خاک است. دستگاه تانسیومتر خاک یک سیستم کنترل هوشمند اندازه‌گیری مکش خاک است که به دلیل عدم استفاده از تجهیزات الکتریکی در فرآیند اندازه گیری مکش از دسته دستگاه‌های غیرفعال محسوب می‌شود. کار دستگاه تانسیومتر خاک، اندازه گیری مکش خاک بوده و کاربر مقدار مکش را به میزان رطوبت خاک ارتباط می دهد. این در حالی است که کار دستگاه آب بانک، تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه و خاک است. این دستگاه ساخت شرکت اندیشاب ایران بوده و دارای شماره ثبت اختراع ۸۰۷۳۳ در اداره مالکیت‌های صنعتی می‌باشد. دستگاه آب‌بانک از دو بخش منبع آب و کلاهک سفالی تشکیل شده است. منبع آب ۳۳۰ میلی‌لیتری از جنس ظروف پلاستیکی (انواع بطری‌های رایج نوشیدنی در بازار) یک و یک و نیم لیتری می‌باشد که کار آن تأمین آب مورد نیاز کلاهک است. کلاهک دستگاه نیز، یک گسیلنده از جنس سفال به نام کپسول رسی متخلخل لعاب اندود شده با دوغاب اکسید تیتانیوم یا اکسید آهن است.

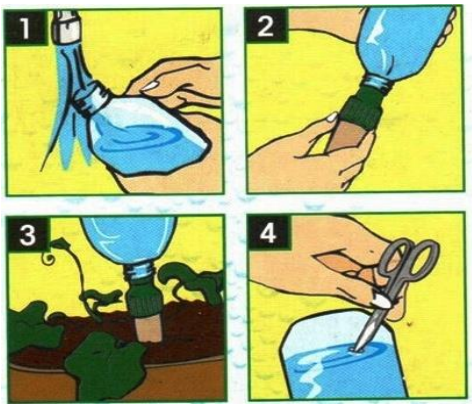
شکل ۲- دستگاه آب بانک.

ضخامت لایه ایجاد شده از دوغاب به دور کپسول رسی کمتر از ۱ میلیمتر است. این لایه منافذی یکنواخت‌تر در سطح کپسول رسی به وجود آورده و تراوش آن را به ۱۰۰-۶۰ میلی‌لیتر بر ساعت می‌رساند. نقش کلاهک رهاسازی آرام و پیوسته آب با گذر زمان است. میزان آب تراوش یافته از این دستگاه از سویی تحت کنترل فشار مکش خاکی است که کلاهک در آن قرار گرفته و از سویی دیگر تحت کنترل فشار خلأ ایجاد شده در منبع آب به‌هنگام خارج شدن هر واحد آب از کلاهک دستگاه است. فشار خلأ ایجاد شده در منبع آب عدم تمایل به رهاسازی آب در دستگاه را تقویت می‌کند درحالی که مکش خاک ترغیب کننده دستگاه به تراوش است. تقابل بین این دو فشار منفی با گذر زمان به نحوی است که از میزان تراوش کلاهک خواهد کاست. مادامی که فشار خلأ منبع آب دستگاه از ۸۵ کیلو پاسکال بیشتر نشود روند کاهش تراوش از کلاهک با گذشت زمان مشاهده خواهد شد. چنانچه مکش خاک قوی‌تر از فشار خلأ ۸۵ کیلوپاسکال باشد پیوستگی مولکول‌های آب در کلاهک دستگاه از بین رفته و مولکول‌های هوا به داخل منبع آب ورود کرده و فشار خلأ نسبی کاهش می‌یابد. این امر میزان تراوش از کپسول‌های رسی را مجددا افزایش می‌دهد. لذا در طول مدت زمان قرار گیری دستگاه در خاک عملیات تراوش آب متوقف نخواهد شد. از طرفی میزان تراوش آب در خاک به حدی است که همواره رطوبت خاک در حد رطوبت ظرفیت زراعی باقی می‌ماند.

دستور العمل کارگذاری و استفاده از دستگاه کنترل هوشمند غیر فعال

در شکل ۳ طرح کلی نحوه آماده‌سازی دستگاه آب بانک برای کارگذاری در گلدان ارائه شده است. اگر گیاهی با نیاز آبی پایین در گلدان کاشته شود بهتر است که بخش فوقانی بطری مطابق شکل ۳-۴ سوراخ نگردد. این امر باعث می‌شود که فشار خلأ ناشی از خروج آب از بطری، سرعت تراوش آب را کاهش دهد. در شکل ۳ نیز نحوه‌ی کارگذاری این دستگاه در کنار گلدان‌های آپارتمانی سطل ۴ نشان داده شده است.

.



شکل ۳- نحوه آماده سازی دستگاه آب بانک برای کارگذاری در گلدان

شکل ۴- نحوه کارگذاری دستگاه آب بانک در جوار ریشه گیاهان مختلف

نتایج و بحث

کلاهک دستگاه طوری ساخته شده است که به‌دلیل خاصیت خودتنظیمی از تراوش کم و پیوسته برخوردار است. میزان تراوش آب از کلاهک سرامیکی تحت کنترل فشار ناشی از مکش خاک و فشار خلا ایجاد شده در منبع آب دستگاه قرار دارد. در صورتی که رطوبت خاک مجاور ریشه کم و به‌عبارتی مکش اعمال شده بر هر واحد آب زیاد باشد آب از کلاهک دستگاه خارج شده و به‌سمت ریشه حرکت می‌کند. تا زمانی که این اختلاف مکش بین دو طرف کلاهک سرامیکی و خاک اطراف ریشه به صفر برسد جریان آب از کلاهک آب‌بانک به سمت ریشه ادامه می‌یابد. این در حالی است که خروج آب از کلاهک سرامیکی آب بانک تا اندازه‌ای تحت کنترل فشار خلأ ایجاد شده نیز قرار دارد. این موضوع سبب می‌شود تا زمانی که منبع آب‌بانک دارای آب باشد خاک مجاور ریشه از رطوبتی معادل ظرفیت زراعی برخوردار باشد. بررسی نتایج آزمایشگاهی حاصل از ارزیابی عملکرد این دستگاه نشان داد که میزان تراوش آب از این کلاهک ها در یک خاک لوم رسی در ۲۰ تکرار در روز اول ۳۰۰-۲۰۰ میلی‌لیتر در روز، روز دوم ۱۵۰-۱۰۰ میلی‌لیتر در روز، روز سوم ۷۵-۵۰ میلی‌لیتر در روز، روز چهارم ۴۰-۳۰ میلی‌لیتر در روز و در روزهای بعد به همین مقدار ادامه یافت. این روند در یک گلدان فاقد پوشش گیاهی به مدت ۲۰ روز با یک منبع آب ۱/۵ لیتری آزمایش شد و میزان آب خارج شده از منبع آن کمتر از ۸۰۰ میلی‌لیتر بدست آمد. در ادامه،

آزمایشی در همین نوع خاک با پوشش گیاهی شمعدانی، رز مینیاتوری و شفلرا و حسن یوسف انجام شد. نتایج این بخش نشان داد که در یک منبع تغذیه ۰/۵ و ۱/۵ لیتری به طور متوسط به ترتیب ۷ و ۱۲ روز در گلدانهای سطل ۴ قادر به تامین نیاز آبی بدون اعمال تنش رطوبتی در گیاهانی مانند شمعدانی عطری، رز مینیاتوری، و حسن یوسف بود. البته در ابتدای تراوش سرعت وارد شدن آب به خاک اطرف ریشه زیاد بود اما در ادامه به تدریج تقلیل یافت. در ابتدا که خاک خشک بوده و منافذ موئین خاک خالی از آب هستند اختلاف مکش رطوبتی بین نقطه تماس آب‌بانک و سایر نقاط خاک بیشتر بوده و آب با سرعت بیشتری از آن به بیرون تراوش می‌کند. با گذشت زمان که این اختلاف مکش ماتریک به حداقل رسیده خروج آب کمتر می-شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

کارگذاری کلاهک دستگاه در عمق ۱۵-۵ سانتی متری خاک انجام می‌شود. لذا ممکن است املاح آب ناشی از پدیده تبخیر در سطح آن رسوب کرده و از میزان تراوایی آن بکاهد. برای رفع این معضل توصیه می‌شود که آب جوشیده خنک شده به داخل منبع آب دستگاه ریخته شود. برخی عنوان می‌کنند که امروزه با استفاده از سوپر جاذب‌ها نگرانی خانواده‌ها برای پویایی گیاهان در هنگام مسافرت مرتفع شده و نیازی به استفاده از این دستگاه نخواهد بود! این در حالی است که سوپر جاذب‌های آمیخته شده با خاک برای نگهداری بیشینه آب در خود به زمان غوطه‌وری زیادی نیاز دارند. که این امر با آبیاری بیشتر گلدان‌ها و یا قرار دادن آن‌ها در یک سینی یا بشقاب پر از آب به وقوع می‌پیوندد. در هر صورت این دستگاه قابلیت تأمین رطوبت مورد نیاز سوپرجاذب‌ها را نیز در گلدان‌ها دارا بوده و خانواده‌ها نیازی به پر کردن سینی زیر گلدان‌ها و نگرانی‌های ناشی از تجمع حشرات و کثیفی بجامانده از تبخیر آب در کف گلدان‌ها را نخوهند داشت. از دیگر سو خانواده‌ها می‌توانند با تهیه این دستگاه نیاز آبی گیاهان گلدانی را به این روش تأمین کنند و دیگر به روش سنتی و با یک تنگ آب بالای سر گلدان‌ها ظاهر نشوند. در روش سنتی میزان آبیاری‌ها می‌تواند کم و یا زیاد صورت گیرد که این امر می‌تواند به گیاهان تنش وارد کند. حال آن-که همان‌گونه که در بالا بیان شد این دستگاه همواره می‌تواند رطوبت خاک گلدان‌ها را در حد ظرفیت زراعی نگهداری کند و تنها کافی است منبع تغذیه آب دستگاه را هر ۲۰ الی ۳۰ روز پر نموده و دیگر نگران تنش ناشی از بیش آبیاری و یا کم آبیاری نبود.

منابع

طباطبایی، س.ج.، نیشابوری، م.ر.، فرداد، ح. و لیاقت، ع.م. ۱۳۸۴. تأثیر مدیریت زراعی در زراعت ذرت بر مقدار نفوذ پایه خاک در آبیاری جویچه‌ای. مجله علوم خاک و آب، ۱۹ (۲)، ۲۶۲-۲۵۵.

Chen, Y., Liu, T., Tian, X., Wang, X. and Li, M. 2015. Effects of plastic film combined with straw mulch on grain yield and water use efficiency of winter wheat in Loess Plateau. Filed Crops Research, 175, 53-58.

Guenet, B., Neill, C., Bardoun, G. and Abbadie, L. 2010. Is there a liner relationship between priming effect intensity and the amount of organic matter input? Applied Soil Ecology, 49, 436-442.

Jordán, A., Zavala, L. M. and Gil, J. 2010. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain, Catena, 81, 77–85.

Mulumba, L. N. and Lal, R. 2008. Mulching effects on selected soil physical properties. Soil Tillage Research, 98, 106–111.

Peng, Z., Ting, W., Haixia, W., Min, W., Xiangping, M., Siwei, M. and Qingfang, H. 2015. Effects of straw mulch on soil water and winter wheat production in dryland farming. Scientific Report.

Sadeghi, S. H. R., Gholami, L., Homaee, M. and Khaledi Darvishan, A. 2015. Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. Solid Earth, 6, 445–455.

Shaver, T. M. 2010. Crop residue and soil physical properties. In: Proceeding of the 22nd Annual Central Plains Irrigation Conference. Kearney, February 23-24.

Zhang, S., Yang, X. and Lovdahl, L. 2016. Soil management practice effect on water balance of a dryland soil during fallow period on the Loess Plateau of China. Soil and Water Research, 11, 64-73.

Zhou, X., Lin H.S. and White, E.A. 2008. Surface soil hydraulic properties in four soil series under different land use and their temporal changes.Catena, 73, 180-188.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Novel Technologies in Soil Science

Providing apartment plant water requirement using passive intelligent control system

Ghorbani Vaghei[*1], H., Ghafarian[2], H, Davari, M.[3]

[1] Assistant Prof., Natural Resources Department, Faculty of Agriculture,Gonbad Kavous University, Golestan, Iran.

[2] Assistant Prof., Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Zanjan, Iran.

[3] Assistant Prof., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Abstract

One of the new methods for apartment plants irrigation in traveling is using passive intelligent control system (AB-BANK) that released water in filed capacity moisture. This instrument included two parts such as water source and porous clay capsule nuzzle and the device works without electrical current and the driving only based on force of water due to the hydraulic gradient. The water seepage controlled by the soil suction pressure and the vacuum pressure in the water supply. The results showed that in the first 24 hours the maximum seepage of AB bank was affected by soil suction force and over time, with increased vacuum pressure of leakage decreased, but it does not stop leakage. The results also showed that the permeability of emitting it in the first 24 hours, is 0.2 liter and the device is able based on water supply 0.5 -1.5 liter to provide the amount of moisture of soil 7 and ۱۲ days in plant appartment such as Pelargonum graveolens, Rosa chinensis and Coleus blumei (respectively. In general, the main user of the device is providing moisture of soil in apartment pots in the rooms and spaces within buildings and is a good irrigation system for the plants during the journey.

Keywords: **AB Bank, soil moisture, field capacity, discharge, capsule porous clay.**

[*] Corresponding author, Email: ghorbani169@yahoo.com