

طراحی، ساخت و ارزیابی حسگر خازنی اندازه گیر پیوسته رطوبت خاک بصورت بلاذرنگ

آذر خورسندی^۱، عباس همت^{۲*}، امین‌الله معصومی^۳ و رسول امیرفتاحی^۴

^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، ^۲ استاد و ^۳ استادیار، گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ^۴ استادیار دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۲۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۱۱/۲۵)

چکیده

تراکم و محتوای رطوبتی خاک، دو ویژگی فیزیکی تاثیر گذار بر عملکرد محصول در مزرعه می‌باشند. استفاده از حسگرهای خازنی، روشی دقیق برای تخمین محتوای رطوبت خاک می‌باشد. در این روش، خاک به عنوان بخشی از دی‌کتریک حسگر خازنی محسوب می‌شود. در این تحقیق، یک حسگر اندازه گیر رطوبت خازن-مبنا که می‌تواند رطوبت خاک را به طور پیوسته اندازه گیری کند، ساخته و مورد ارزیابی قرار گرفت. این حسگر از دو بخش تشکیل شده است: سه الکترود و یک مدار الکترونیکی. الکترودها تیغه‌های فلزی هستند که مورد عملیات حرارتی قرار گرفته و سخت شده‌اند. این تیغه‌ها در داخل یک قطعه فیبر استخوانی ثابت شده‌اند. ولتاژ تحریک مدار برابر ۱۲ ولت می‌باشد و خروجی آن بسامد است. حسگر تحت شرایط استاتیکی و در خاکی با بافت لوم رسی سیلتی در آزمایشگاه واسنجی شد. با بهره‌گیری از نتایج این آزمون، حسگر ساخته شده در مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفت. تحلیل داده‌ها نشان داد که رابطه بین محتوای رطوبت خاک و بسامد خروجی حسگر را می‌توان به صورت یک رابطه درجه دو نشان داد. خطای حسگر برابر ۱/۵۵٪ برآورد شد و بین مقادیر رطوبت اندازه گیری شده توسط حسگر و تعیین شده با روش وزنی رابطه خطی و معنی‌داری ($R^2=0.70$) مشاهده شد. نتایج نشان داد که داده‌های خروجی حسگر علاوه بر محتوای رطوبت، به درجه حرارت خاک نیز وابسته است.

واژه‌های کلیدی: اندازه گیری بلاذرنگ، کشاورزی دقیق، روش دی‌کتریک.

ظاهری^۱ خاک (ثابت دی‌کتریک، K_{ab}) که تعیین کننده سرعت امواج الکترومغناطیس در خاک می‌باشد، تخمین زده می‌شود (Munoz-Carpena, 2004) که تعیین کننده در مواد مرکب مانند خاک که از اجزاء متفاوتی شامل مواد معدنی، هوا و آب تشکیل شده، مقدار ثابت دی‌کتریک آن متناسب با توزیع اجزاء، آن در حجم خاک می‌باشد. ضریب دی‌کتریک آب مایع ($K_{aw}=81$) بسیار بزرگ‌تر از ضریب دی‌کتریک سایر اجزاء خاک می‌باشد ($K_{ab}=25$ برای مواد معدنی و برای هوا $K_{ah}=1$ می‌باشد). بنابراین، ضریب دی‌کتریک ظاهری خاک با محتوای رطوبت تغییر می‌کند. یک رابطه معمول بین ضریب دی‌کتریک ظاهری و رطوبت حجمی خاک، رابطه تجربی Topp & Annan (1980) می‌باشد.

$$(1) \quad VWC = -5.3 \times 10^{-2} + 2.29 \times 10^{-2} * K_{ab} - 5.5 \times 10^{-4} * K_{ab}^2 + 4.3 \times 10^{-6} * K_{ab}^3$$

که در آن VWC و K_{ab} به ترتیب محتوای رطوبت حجمی خاک و ثابت دی‌کتریک ظاهری خاک می‌باشد. این رابطه برای بیشتر خاک‌های معدنی (مستقل از بافت و ساختار) و

مقدمه

در کشاورزی دقیق به منظور مصرف بهینه نهاده‌ها، نیاز به ثبت پیوسته، تحلیل و مدیریت تغییرات درون مزرعه‌ای عوامل موثر بر عملکرد محصول می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، طراحی، ساخت و ارزیابی حسگرهای بلاذرنگ یکی از الزامات است. یکی از مهمترین عوامل مدیریت تولید محصول در مزرعه به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، مدیریت آب می‌باشد. اندازه گیری و ثبت تغییرات رطوبتی خاک در مزرعه جهت مدیریت و افزایش بازده مصرف آب یک ضرورت است.

در حال حاضر دامنه وسیعی از حسگرهای تجاری وجود دارند که با استفاده از اصول فیزیکی مختلف قادر به اندازه گیری غیرمستقیم محتوای رطوبتی خاک هستند. بیشتر این حسگرهای محتوای رطوبتی خاک را به صورت ایستگاهی اندازه گیری می‌کنند. یکی از مرسوم‌ترین روش‌های اندازه گیری غیرمستقیم محتوای رطوبتی حجمی خاک، روش دی‌کتریک می‌باشد. در این روش، محتوای رطوبتی خاک با اندازه گیری قابلیت انتشار