نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، ص. ۴۶-۳۷

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 2, Autumn and Winter 2019, 37-46

تعیین زمان مناسب آبیاری ذرت با سنجش هدایت روزنه‌ای برگ‌های گیاه

ابوالفضل ناصری[۱*]، محمدباقر خورشیدی[۲]، علی فرامرزی[۳] و زهرا متقی‌فرد[۴]

چکیده

هدایت روزنه‌ای یکی از شاخص‌های مهم برای ارزیابی تنش کمبود آب در گیاه است. به‌منظور تعیین زمان مناسب آبیاری با ارزیابی هدایت روزنه‌ای در برگ‌های گیاه ذرت، آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی (خسروشهر) انجام گرفت. آزمایش در سه شرایط صورت گرفت. شرایط عبارت از آبیاری کامل در همه دوره‌های رشد محصول، آبیاری کامل در دوره گلدهی با محدودیت آب تا پایان دوره رسیدگی، آبیاری کامل در دوره خمیری با محدود آب تا پایان دوره رسیدگی بودند. هدایت پخشیدگی بخارآب در روزنه در فواصل مختلف از طول یک برگ، در برگ‌های مختلف از یک بوته و نیز در برگ مشخصی از بوته‌ها در قبل و بعد از آبیاری به کمک دستگاه پورومتر اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد هدایت روزنه‌ای برگ در طول آن و نیز هدایت روزنه‌ای در برگ‌های یک بوته ذرت مقدار ثابتی نداشت. با افزایش فاصله از دمبرگ تا نوک برگ و نیز با افزایش شماره برگ‌های یک بوته از سطح خاک به‌طرف بخش هوایی گیاه، میزان هدایت روزنه‌ای افزایش یافت. تغییرات هدایت روزنه‌ای در طول برگ مشخصی از گیاه ذرت و تغییرات هدایت روزنه‌ای به ازای شماره برگ‌های گیاه ذرت به‌صورت یک تابع مشخص ریاضی مدل‌بندی گردید. درحالی‌که تغییرات دما در طول برگ مشخصی از گیاه ذرت به‌صورت یک تابع متفاوت مدل‌بندی گردید. مقدار هدایت روزنه‌ای در برگ‌های ذرت در یک روز قبل از آبیاری در شرایط آزمایش متفاوت بود. مقدار هدایت روزنه‌ای در دو روز بعد از آبیاری در شرایط مختلف آزمایش به‌طور تقریب باهم برابر بوده و میانگین آن مساوی ۰/۳۱ سانتی‌متر بر ثانیه بود. به‌عنوان توصیه ترویجی می‌توان گفت زمان شروع آبیاری ذرت در هدایت روزنه‌ای ۰/۲۱ سانتی‌متر بر ثانیه و زمان قطع آبیاری آن در هدایت روزنه‌ای ۰/۳۳ سانتی‌متر بر ثانیه تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری محدود، هدایت روزنه‌ای، ابعاد روزنه، ذرت

مقدمه

هدایت روزنه‌ای یکی از ویژگی‌های متابولیکی گیاه است که به دلیل متأثر شدن از تنش‌های کمبود آب در گیاه، در سال‌های اخیر به‌عنوان شاخص مناسب تنش خشکی شناخته‌شده است. در این خصوص پژوهش‌های متعددی در سال‌های اخیر صورت گرفته است (Buckley, 2017 ; Urban, et al., 2017 ; Wehr, et al., 2017 ; Gago, 2016 ; Augé et al., 2015 ; Düring, 2015 ; Sharma et al., 2015 ; von Caemmerer and Evans, 2015). سطوح بیرونی گیاهان از مجموعه سلول‌هایی تشکیل یافته‌اند که سیستم گیاهی را از سایر سیستم‌های محیطی جدا می‌کنند. سلول‌های این سطوح بیرونی به سلول‌های اپیدرم موسوم است. سلول‌های اپیدرم از لایه‌ای موسوم به لایه کوتیکول پوشانده شده‌اند که از هدر رفتن آب از برگ جلوگیری می‌کنند. باوجود لایه کوتیکول در سطح برگ، آب می‌تواند به‌صورت بخار (با فرآیند تعرق) و به‌صورت مایع (با فرآیند تعریق) از سطوح سیستم گیاهی خارج شود. خروج کنترل‌شده آب از روزنه‌ها، خروج کنترل نشده از کوتیکول‌ها صورت می‌گیرد (Mostajeran, 2009). بخش‌های هوایی گیاهان دارای منافذ ریزی به نام روزنه است که از یک منفذ و یک جفت سلول محافظ تشکیل‌شده و مبادله گازها از طریق این منافذ صورت می‌گیرد (Mostajeran, 2009). روزنه‌ها بیش از ۹۵ درصد از تبادلات دی‌اکسید کربن و بخارآب بین برگ و اتمسفر را کنترل می‌کنند. همچنین نسبت فتوسنتز و تنفس نیز توسط روزنه‌ها کنترل می‌شود (Mostajeran, 2009). روزنه‌ها در گیاه دو وظیفه مهم دارند:

الف) دادن اجازه ورود و خروج به گازها: به گازکربنیک که لازمه فتوسنتز است اجازه ورود می‌دهند و گاز اکسیژن را که

[۱] دانشیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران. (*نویسنده مسئول: nasseri_ab@yahoo.com)
[۲] استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.
[۳] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه، میانه، ایران
[۴] دانش‌آموخته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی
تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۲۳
تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۳

محصول فتوسنتز است به محیط پس می‌فرستد تا کمبود اکسیژن را جبران نماید.

ب) دفع بخارآب از راه تعرق روزنه‌ای است (Bahrani and Habili, 1991). یادآور می‌شود روزنه‌های اغلب گیاهان در شب بسته و در روز باز می‌باشند. چنانچه روزنه‌ها بسته شوند، اتلاف آب متوقف می‌شود، زیرا بخارآب نمی‌تواند در حالتی که روزنه‌ها بسته است به مقدار زیاد از گیاه بیرون رود (Bahrani and Habili, 1991). بخش عمده‌ای از تلفات آب، از درون روزنه‌ها صورت می‌گیرد. به همین جهت است که در بحث تعرق، توجه زیادی به روزنه‌ها می‌شود. بخارآب در موقع عبور از مسیرهای مختلف که دارای خصوصیات متفاوتی نیز هستند، با مقاومت‌های مختلفی روبرو می‌شوند. راه اصلی ورود گازها به داخل برگ از طریق روزنه‌های برگ است. هنگامی‌که روزنه‌ها به‌طور کامل باز باشند، مقاومت روزنه حداقل مقدار خود را دارد و برعکس (Koochaki et al., 1997). عبور بخارآب از روزنه که ابتدا از فضای بین سلول‌های مزوفیلی شروع‌شده و سپس اتاق زیر روزنه و پس‌ازآن هوای سطح برگ را طی می‌کند، متحمل افت انرژی به دلیل مقاومت‌های موجود در مسیر عبوری می‌شود. مجموع این مقاومت‌ها را مقاومت روزنه‌ای در مقابل حرکت بخارآب می‌گویند. هدایت برگ نسبت به بخارآب با افزایش درجه باز بودن روزنه‌ها به‌طور خطی افزایش می‌یابد (Koochaki et al., 1997). در فرآیند انتشار از منافذ روزنه، خطوط هم غلظت بخارآب در مجاور دهانه روزنه تشکیل می‌شود. هرچه از دهانه روزنه فاصله زیاد شود، غلظت بخارآب کم می‌شود. با وصل نمودن غلظت‌های مشابه خطوط هم غلظت حاصل می‌شود. مسیر حرکت بخارآب همیشه عمود بر این خطوط هم غلظت است (Mostajeran, 2009). لازم به ذکر است تعداد روزنه‌ها در واحد سطح برگ گیاه بسیار متغیر بوده و از ۲۰۰۰ در سانتی‌مترمربع در یولاف تا ۵۰۰۰۰ در سانتی‌مترمربع در برخی گیاهان متفاوت است (Alizadeh, 2005). تعداد روزنه‌ها در سطح فوقانی و تحتانی برگ ذرت به ترتیب ۵۲ و ۶۸ در میلی‌متر مربع است (Mostajeran, 2009). کمبود رطوبت در خاک نیز بر روی روزنه‌ها تأثیر می‌گذارد. زمانی که خاک خشک است روزنه‌ها بسته می‌شوند، زیرا خاک خشک دارای پتانسیل آب بالائی بوده و نمی‌تواند نیازهای آبی گیاه را فراهم نماید، درنتیجه گیاه دچار کمبود آب می‌شود (Bahrani and Habili, 1991).

هدایت روزنه‌ای، سرعت فرآیندهای تعرق، آسیمیلاسیون دی‌اکسید کربن و تنفس را تنظیم می‌کند. برای اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای از پورومترهای نوع ثابت و یا نوع دینامیک استفاده می‌شود (Bissey et al., 2009). ابراهیم‌زاده (۲۰۰۰) در مورد پورومترهای پخشیدگی[1] می‌نویسد روش‌هایی که در آن‌ها درجه باز بودن روزنه‌ها از روی سرعت نفوذ یک گاز از خلال برگ‌ها اندازه گرفته می‌شود به پورومتری موسوم است (Ebarahimzadeh, 2000). در پورومترهای پخشیدگی دو اتاقک طرفین برگ با فشار یکسانی از دو گاز مختلف مانند هوا و هیدروژن پر می‌شود. این گازها از برگ‌ها گذشته و وارد اتاقک مقابل می‌گردند. با توجه به این‌که سرعت انتشار گازها به وزن مولکول‌های آن‌ها بستگی دارد بنابراین اگر تفاوت بین وزن مولکولی دو گاز قابل‌توجه باشد، عبور گازها در یک‌جهت سریع‌تر از جهت دیگر صورت می‌گیرد و یکی از اتاقک‌های طرفین برگ از یکی از دو گاز انباشته می‌گردد. این انباشتگی را می‌توان به‌صورت غیرمستقیم و از روی اختلاف فشار و گرما و یا دبی گازی که درنتیجه تبادل گازهاست، اندازه‌گیری نمود (Ebarahimzadeh, 2000).

یکی دیگر از عواملی که تعرق گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، دمای برگ است. دمای برگ با جذب تشعشعات خورشیدی افزایش می‌یابد. افزایش دمای محیط و دمای برگ سبب افزایش ضریب انتشار شده و درنتیجه سرعت تبخیر و تعرق نیز افزایش می‌یابد. از سوی دیگر افزایش دمای محیط موجب افزایش فشار بخار اشباع و درنتیجه سبب بالا رفتن کمبود فشار بخار اشباع می‌شود و به‌تبع آن شدت تعرق افزایش می‌یابد. یادآور می‌شود افزایش دما موجب باز شدن دهانه روزنه و افزایش تعرق می‌شود (Mostajeran, 2009). بنا به اهمیت هدایت روزنه‌ای، در پژوهشی اثر آبیاری تکمیلی بر روی هدایت روزنه‌ای برگ گندم ♄ در سوریه موردمطالعه قرارگرفته است (Sato et al., 2006). در این پژوهش ارتباط بین هدایت روزنه‌ای، کمبود فشار بخار، تشعشع خورشیدی و آب قابل‌دسترس گیاه ♄ بررسی گردید. در پژوهش دیگری اثرات متقابل دی‌اکسید کربن، نیتروژن و کمبود آب را بر روی هدایت روزنه‌ای و تبخیر و تعرق گندم بررسی شد (Li et al., 2004). پژوهش حاضر بر روی ذرت صورت گرفته است. ذرت دانه‌ای در مصرف غذایی انسان و صنعت کاربرد زیادی دارد. در ایران تأمین بیش از ۷۰ درصد جیره غذایی طیور از ذرت صورت می‌گیرد. تنوع آب و هوایی و شرایط اقلیمی مناسب کشت ذرت، امکان کشت این محصول در تمامی نقاط کشور را داده است. سطح زیر کشت این محصول حدود ۲۳۴ هزار هکتار بوده و میانگین عملکرد در واحد هکتار آن حدود ۶۷۰۰ کیلوگرم است (Golizadeh et al., 2014). با توجه به اهمیت تعرق گیاهی در اقلیم خشک و نیمه‌خشک و نیز اهمیت هدایت روزنه‌ای در

[1] Diffusion porometers

مبحث تعرق گیاهی، پژوهش حاضر باهدف تعیین زمان مناسب آبیاری ذرت با ارزیابی هدایت روزنه‌ای در برگ‌های گیاه ذرت در شرایط اقلیمی خسروشهر (واقع در استان آذربایجان شرقی) صورت گرفت. یافته‌های پژوهش می‌تواند برای برنامه‌ریزی مناسب آبیاری باهدف نهایی صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری مورداستفاده قرار گیرد

مواد و روش‌ها

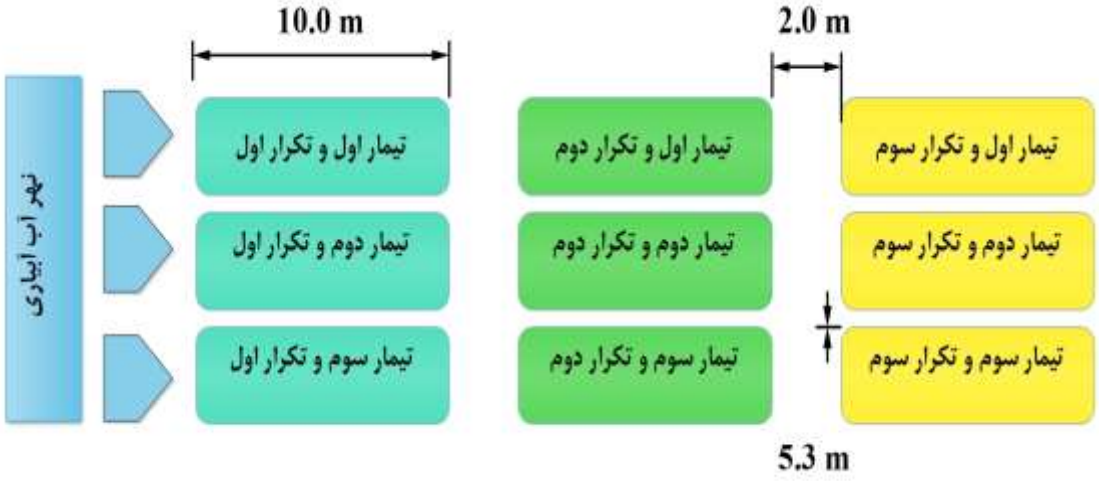
آزمایش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی (خسروشهر) با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض‌شمالی با ارتفاع از سطح دریا برابر ۱۳۵۹ متر انجام شد. خاک این منطقه از نوع لوم تا لوم رسی بود. در خاک زراعی pH و EC عصاره اشباع خاک برابر ۷/۹ و ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. این تحقیق در شرایط آزمایشی زیر انجام گردید:

الف) آبیاری کامل و بدون محدودیت آب در آبیاری ذرت

ب) وجود محدودیت آب برای آبیاری گیاه تا پایان دوره رسیدگی به‌نحوی‌که فقط در دوره خمیری گیاه آبیاری کامل صورت گرفت (یک‌بار آبیاری کامل و بقیه آبیاری‌ها با محدودیت آب)

ج) وجود محدودیت آب برای آبیاری گیاه تا پایان دوره رسیدگی به‌نحوی‌که فقط در دوره گلدهی گیاه آبیاری کامل صورت گرفت (یک‌بار آبیاری کامل و بقیه آبیاری‌ها با محدودیت آب)

کم‌آبیاری بر مبنای قطع آبیاری در مراحل فنولوژیک گیاه صورت گرفت. اعمال تیمارهای آبیاری محدود از مرحله شش-هفت برگی ذرت صورت گرفت. برنامه‌ریزی آبیاری بر مبنای رطوبت خاک صورت گرفت. قطع آبیاری بر مبنای رسیدن محتوای رطوبتی خاک به حد ظرفیت مزرعه بود. حجم آب آبیاری بر مبنای سطح زیر کشت و عمق آب آبیاری اعمال گردید. عمق ناخالص آبیاری بر مبنای نیاز آبی گیاه، فاصله آبیاری‌ها و راندمان آبیاری اعمال گردید. طول کرت‌های آزمایشی ۱۰ متر، عرض کرت‌ها برابر ۵/۲۵ متر و فاصله جویچه‌ها ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (شکل ۱). در این طرح، ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۹ به‌صورت دست‌پاش کاشته شد. پس از کشت، کلیه عملیات زراعی شامل کودپاشی، وجین و آبیاری برای کلیه پلات‌های آزمایش اعمال شد. آبیاری پلات‌های آزمایش به‌صورت جویچه‌ای توسط سیفون انجام گردید. حرکت آب از سطوح تبخیر به هوا به‌صورت بخار و به طریقه پخشیدگی صورت می‌گیرد؛ بنابراین هدایت پخشیدگی بخارآب در روزنه در برگ‌های مختلف هر بوته به کمک دستگاه پورومتر حداقل با چهار تکرار اندازه‌گیری گردید (شکل ۲). تغییرات زمانی هدایت بخارآب در روزنه نیز ارزیابی شد. برداشت محصول در اوایل مهرماه صورت گرفت. نتایج حاصل با استفاده از آزمون‌ها و آماره‌های مناسب آماری تحلیل شد.



شکل۱- آرایش پلات‌های آزمایش

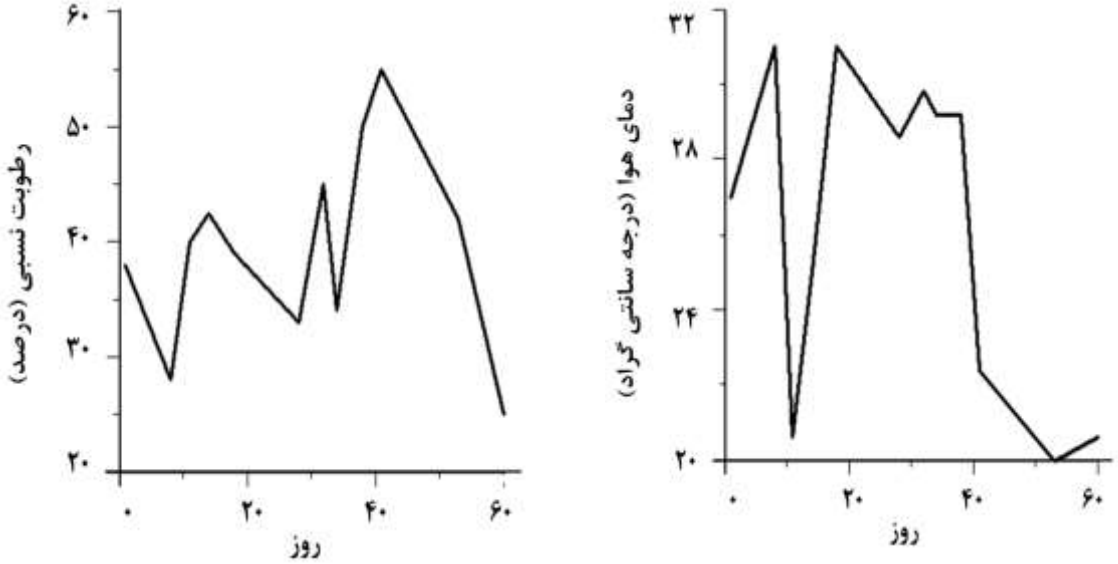
شکل ۲- اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای در مزرعه با دستگاه پورومتر

نتایج و بحث

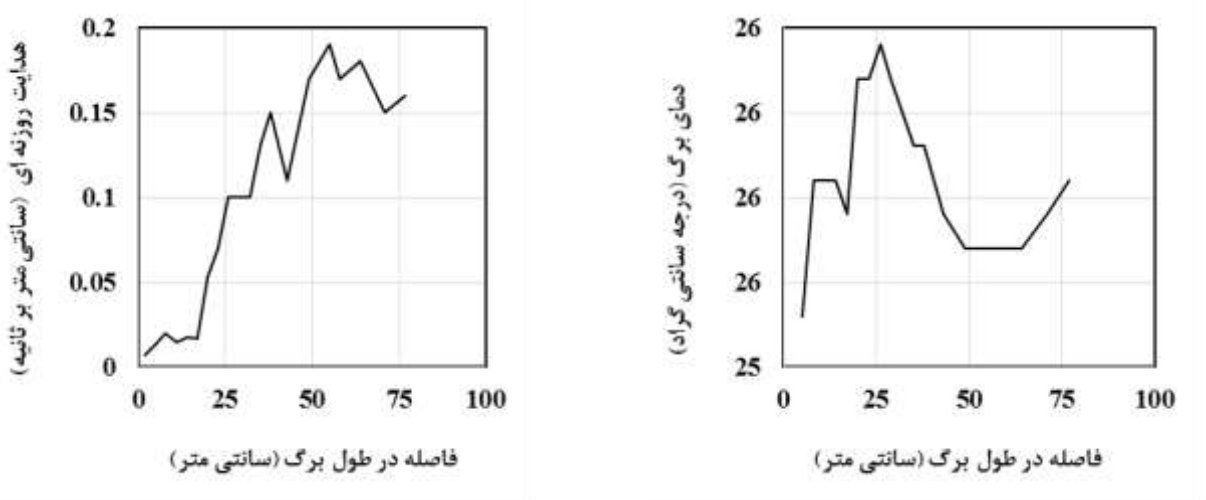
مقادیر دمای هوا و رطوبت نسبی اندازه‌گیری شده در بخشی از طول دوره رشد گیاه در شکل ۳ نشان داده‌شده است. تغییرات دمای هوا از ۲۰ تا ۳۱ درجه سانتی‌گراد بوده و میانگین آن در طول دوره برابر ۲۶/۲ درجه سانتی‌گراد بود. تغییرات رطوبت نسبی از ۲۵ تا ۵۵ درصد بوده و میانگین آن ۳۹/۳ درصد بود.

تغییرات دما و هدایت روزنه‌ای در طول برگ

تغییرات دما و هدایت روزنه‌ای اندازه‌گیری شده در طول برگ ذرت در شکل۴ نشان داده‌شده است. حداکثر، میانگین و حداقل دما در طول برگ ذرت به ترتیب برابر ۲۵/۲۶۸/۲ و ۲۵/۴ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. حداکثر، میانگین و حداقل هدایت روزنه‌ای در طول برگ ذرت به ترتیب برابر با ۰/۹۱، ۰/۱ و ۰/۰۰۷ سانتی‌متر بر ثانیه بود.



شکل ۳ – مقادیر دما و رطوبت نسبی هوا اندازه‌گیری شده در بخشی از طول دوره رشد گیاه



شکل ۴ – تغییرات دما و هدایت روزنه‌ای اندازه‌گیری شده در طول برگ ذرت

نتایج نشان داد هدایت روزنه‌ای برگ در طول آن مقدار ثابتی نداشته و با افزایش فاصله از دمبرگ تا نوک برگ میزان هدایت روزنه‌ای افزایش می‌یابد. تغییرات هدایت روزنه‌ای (SC) در طول (L) برگ مشخصی از گیاه ذرت به‌صورت یک تابع ریاضی مدل‌بندی گردید. تغییرات اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل برای هدایت روزنه‌ای در طول برگ مشخصی از گیاه ذرت در شکل ۵ نشان داده‌شده است. تطابق بسیار خوبی بین این دو داده مشاهده گردید.

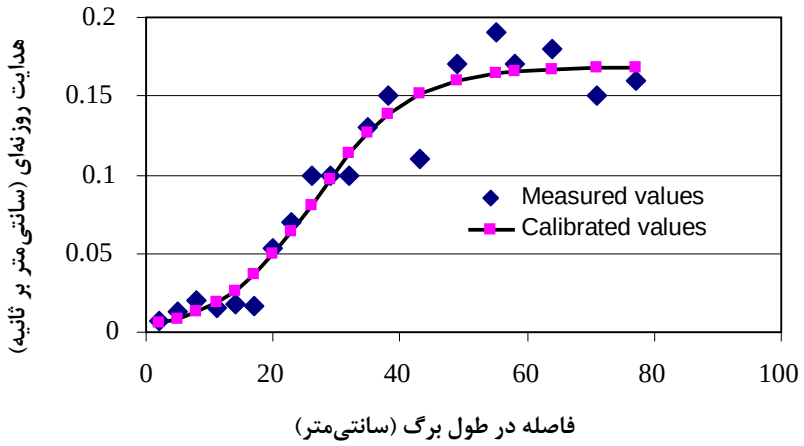
$$SC = \frac{0.168}{1+35.273\,Exp(-0.134L)} \qquad R^2=0.98 \qquad (۱)$$

که در آن SC هدایت روزنه‌ای (سانتی‌متر بر ثانیه) و L طول برگ (سانتی‌متر) بود. همچنین، تغییرات دما (LT) در طول (L) برگ مشخصی از گیاه ذرت به‌صورت یک تابع دوره‌ای مدل‌بندی گردید. دما برحسب درجه سانتی‌گراد و طول برحسب سانتی‌متر بود. تغییرات مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل، برای دما در طول برگ مشخصی از گیاه ذرت در شکل ۶ نشان داده‌شده است. در این مدل نیز، تطابق بسیار خوبی بین این دو داده مشاهده گردید.

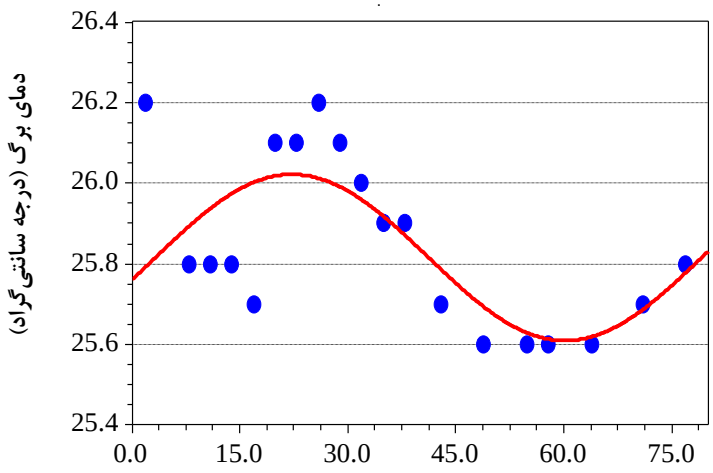
$$LT = 25.816 + 0.206Cos(0.082L - 1.835) \qquad r = 0.70 \qquad (۲)$$

رابطه بین دمای برگ و هدایت روزنه‌ای در برگ‌های گیاه ذرت در شکل ۷ نشان داده‌شده است. این ارتباط به‌صورت خطی بود (شکل ۷).

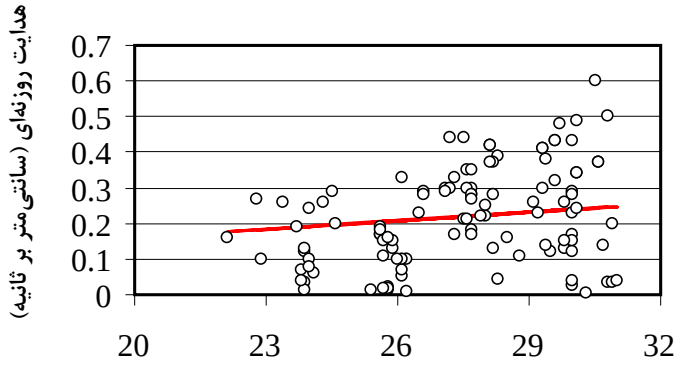
$$SC = 0.008LT \qquad R^2=0.74 \qquad (۳)$$



شکل ۵ – مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده هدایت روزنه‌ای در فواصل مختلف از طول برگ ذرت



شکل ۶ - مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده دمای برگ در فواصل مختلف از طول برگ ذرت



شکل ۷- رابطه بین دمای برگ و هدایت روزنه‌ای در برگ‌های گیاه ذرت

تغییرات هدایت روزنه‌ای در برگ‌های یک بوته ذرت

نتایج نشان داد تغییرات هدایت روزنه‌ای در برگ‌های یک بوته ذرت نیز مقدار ثابتی نداشته و با افزایش شماره برگ‌های یک بوته از سطح خاک به‌طرف آسمانه، میزان هدایت روزنه‌ای افزایش می‌یابد. به‌عنوان‌مثال حداقل هدایت در برگ دوم و برابر ۰/۰۰۳ و حداکثر آن در برگ نهم (از بوته ۱۰ برگی که برگ دهم آن در حال کامل شدن بود) و برابر ۰/۳۸ سانتی‌متر بر ثانیه بود. تغییرات هدایت روزنه‌ای (SC) به ازای شماره برگ‌های (LFN) گیاه ذرت به‌صورت یک تابع ریاضی به‌صورت زیر مدل‌بندی گردید.

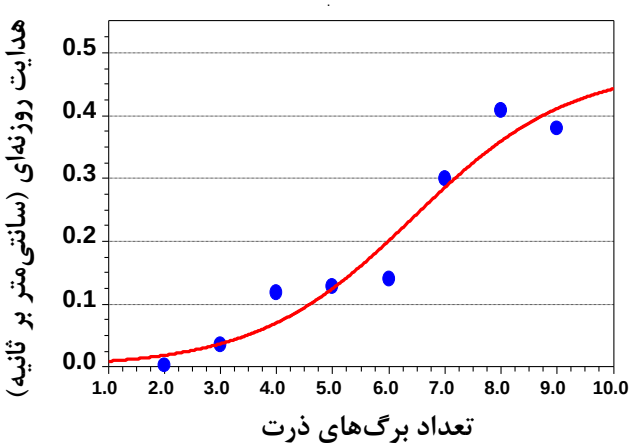
$$SC = \frac{0.476}{1+101.343Exp(-0.718LFN)} \quad R^2=0.94 \quad (۴)$$

تغییرات اندازه‌گیری شده و برآورد شده برای هدایت روزنه‌ای به ازای شماره برگ‌های گیاه ذرت در شکل ۸ نشان داده‌شده است. تطابق بسیار خوبی بین این دو داده مشاهده می‌گردد.

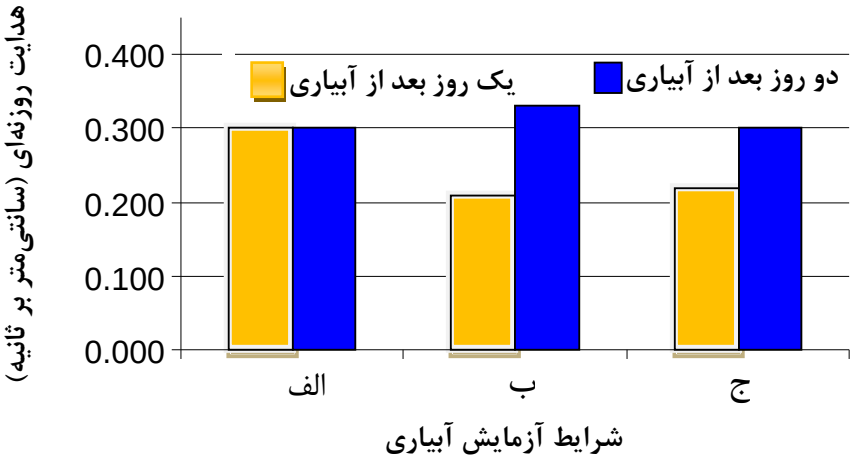
تغییرات هدایت روزنه‌ای در برگ‌های ذرت تحت مدیریت‌های آبیاری

تغییرات هدایت روزنه‌ای در برگ‌های ذرت تحت مدیریت‌های آبیاری برای نمونه از روز ۶۲ تا ۶۵ روز رشد در شکل ۹ نشان داده‌شده است. نتایج نشان داد برای مدیریت آبیاری کامل تغییرات هدایت روزنه‌ای در برگ‌های ذرت در یک روز قبل از آبیاری و دو روز بعد از آبیاری ناچیز بود. به نظر می‌رسد تغییرات رطوبت خاک به آن حد نبوده که موجب بسته شدن روزنه‌ها به دلیل کمبود رطوبت خاک گردد. بنابراین

تغییرات هدایت روزنه‌ای کم بوده است. در مدیریت آبیاری محدود از مرحله ۶–۷ برگی تا پایان دوره رسیدگی با آبیاری کامل در دوره خمیری، مقدار هدایت روزنه‌ای در برگ‌های ذرت در یک روز قبل از آبیاری برابر ۰/۲۱ سانتی‌متر بر ثانیه و در دو روز بعد از آبیاری برابر ۰/۳۳ سانتی‌متر بر ثانیه بود. تفاوت هدایت روزنه‌ای در دو زمان قبل و بعد از آبیاری در این روش مدیریت معنی‌دار بود. در مدیریت سوم آبیاری (آبیاری محدود از مرحله ۶–۷ برگی تا پایان دوره رسیدگی با آبیاری کامل در دوره گلدهی) مقدار هدایت روزنه‌ای در یک روز قبل از آبیاری ۰/۲۲ و دو روز بعد از آبیاری برابر ۰/۳ سانتی‌متر بر ثانیه بود. به‌طورکلی می‌توان گفت مقدار هدایت روزنه‌ای در برگ‌های ذرت در یک روز قبل از آبیاری در مدیریت‌های آبیاری متفاوت بود. مقدار هدایت روزنه‌ای در دو روز بعد از آبیاری در مدیریت‌های مختلف آبیاری تقریباً باهم برابر بوده و میانگین آن مساوی ۰/۳۱ سانتی‌متر بر ثانیه بود.



شکل ۸– مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده هدایت روزنه‌ای در برگ‌های مختلف از یک بوته ذرت



شکل ۹– تغییرات هدایت روزنه‌ای در برگ‌های ذرت در شرایط مختلف مدیریت آبیاری

نتیجه‌گیری

هدایت روزنه‌ای در برگ‌های گیاه ذرت تحت مدیریت‌های مختلف آبیاری به کمک دستگاه پورومتر اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد هدایت روزنه‌ای برگ در طول آن و نیز هدایت روزنه‌ای در برگ‌های یک بوته ذرت مقدار ثابتی نداشته و به ترتیب با افزایش فاصله از دمبرگ تا نوک برگ و با افزایش شماره برگ‌های یک بوته از سطح خاک به‌طرف بالا، میزان هدایت روزنه‌ای افزایش می‌یابد. تغییرات هدایت روزنه‌ای در

طول برگ مشخصی از گیاه ذرت و تغییرات هدایت روزنه‌ای به ازای شماره برگ‌های گیاه ذرت به‌صورت یک تابع ریاضی مدل‌بندی گردید. در حال که تغییرات دما در طول برگ مشخصی از گیاه ذرت به‌صورت یک تابع متفاوت مدل‌بندی گردید. مقدار هدایت روزنه‌ای در برگ‌های ذرت در یک روز قبل از آبیاری در تیمارهای آبیاری متفاوت بود. مقدار هدایت روزنه‌ای در دو روز بعد از آبیاری در تیمارهای مختلف آبیاری تقریباً باهم برابر بوده و میانگین آن مساوی ۰/۳۱ سانتی‌متر بر ثانیه بود. زمان شروع و قطع آبیاری ذرت در هدایت روزنه‌ای ۰/۲۱ و ۰/۳۳ سانتی‌متر بر ثانیه تشخیص داده شد.

رهیافت ترویجی

توصیه کاربردی و ترویجی این مطالعه را می‌توان به‌طور مشخص چنین بیان نمود. برای ممانعت از ورود تنش کمبود آب به‌ویژه در دوره‌های حساس رشد ذرت به این نوع تنش‌ها، مناسب‌ترین زمان برای شروع آبیاری وقتی است که هدایت روزنه‌ای در برگ‌های گیاه برابر ۰/۲۱ سانتی‌متر بر ثانیه باشد. با آبیاری، رطوبت خاک افزایش می‌یابد؛ بنابراین با جذب آب توسط گیاه دمای برگ کاهش‌یافته و هدایت روزنه‌های افزایش خواهد یافت. وقتی هدایت روزنه‌های در برگ‌های گیاه به ۰/۳۱ سانتی‌متر بر ثانیه رسید، زمان قطع آبیاری مزرعه فرا می‌رسد؛ بنابراین زمان شروع و خاتمه آبیاری مزرعه ذرت به ترتیب در هدایت روزنه‌ای ۰/۲۱ و ۰/۳۱ سانتی‌متر بر ثانیه می‌باشد.

تشکر و قدردانی

مؤلفین مقاله از موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی به خاطر پشتیبانی از این پژوهش نهایت سپاسگزاری را دارند.

مراجع

Alizadeh, A. 2005. Soil, water, plant relationship. Emam Reza University, Mashad.

Augé, R.M., Toler, H.D. and Saxton, A.M. 2015. Arbuscular mycorrhizal symbiosis alters stomatal conductance of host plants more under drought than under amply watered conditions: a meta-analysis. Mycorrhiza. 25(1):13-24.

Bahrani, M.J. and Habili, N. 1991. Plant and cell physiology. Shahid Chamran University Publication. p. 581.

Bissey, L., Cobos, D. and Camphell, C. 2009. An inter-comparison of three commercial porometers. School of Earth and Environmental Science. Washington State University.

Buckley, T.N. 2017. Modeling stomatal conductance. Plant physiology. 174(2):572-582.

Düring, H. 2015. Stomatal and mesophyll conductances control CO_2 transfer to chloroplasts in leaves of grapevine (Vitis vinifera L.). VITIS-Journal of Grapevine Research. 42(2):65.

Ebarahimzadeh, H. 2000. Plant Physiology. Tehran University.

Gago, J., de Menezes Daloso, D., Figueroa, C.M., Flexas, J., Fernie, A.R. and Nikoloski, Z. 2016. Relationships of leaf net photosynthesis, stomatal conductance, and mesophyll conductance to primary metabolism: a multispecies meta-analysis approach. Plant Physiology. 171(1):265-279.

Golizadeh, H., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Hosseinpour, R., Mohiti, Z., Fazli, M., Rezaei, M.M., Arab, H., Kazemifard, R., Fazli, B., Abdshah, H., Sefidi, H., Rafiei, M. and Kazemian, A. 2014. Crop production features (2012-2013) in Iran. Agricultural Ministry. Islamic Republic of Iran, pp. 167 (in Farsi).

Koochaki, A., Soltani, A. and Azizi, M. 1997. Plant ecophysiology. Mashhad University Publication. p.272.

Li, F., Kang, Sh. and Zhang, J. 2004. Interactive effects of elevated CO_2, nitrogen and drought on leaf area, stomatal conductance and evapotranspiration of wheat. Agricultural Water Management. 67:221-233

Mostajeran, A. 2009. Plant Ecophysiology: Relations of plant with water and soil. Binesh Azadghan publishing.

Sato, T., Abdalla, O. S., Oweis, T. and Sakuratani, T. 2006. Effect of supplemental irrigation on leaf stomatal conductance of field-grown wheat in northern Syria. Agricultural water management. 8 (5):105-112.

Sharma, D.K., Andersen, S.B., Ottosen, C.O. and Rosenqvist, E. 2015. Wheat cultivars selected for high Fv/Fm under heat stress maintain high photosynthesis, total chlorophyll, stomatal conductance, transpiration and dry matter. Physiologia Plantarum. 153(2):284-298.

Urban, J., Ingwers, M.W., McGuire, M.A. and Teskey, R.O. 2017. Increase in leaf temperature opens stomata and decouples net photosynthesis from stomatal conductance in Pinus taeda and Populus deltoides x nigra. Journal of Experimental Botany. 68(7):1757-1767.

Von Caemmerer, S. and Evans, J.R. 2015. Temperature responses of mesophyll conductance differ greatly between species. Plant, Cell & Environment. 38(4):629-637.

Wehr, R., Commane, R., Munger, J.W., McManus, J.B., Nelson, D.D., Zahniser, M.S., Saleska, S.R. and Wofsy, S.C., 2017. Dynamics of canopy stomatal conductance, transpiration, and evaporation in a temperate deciduous forest, validated by carbonyl sulfide uptake. Biogeosciences. 14(2):389-401.

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 2, Autumn and Winter 2019, 37-46

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، ص. ۴۶-۳۷

Determination of Irrigation Time by Measuring Stomatal Conductance in Corn Leaves

A. Nasseri[1] , MB Khorshidi[2], A. Faramarzi[3] and Z. Mottaghifard[4]

Abstract

Stomatal conductance is one of the important indices to assess water deficit stress in plants. To evaluate stomatal conductance in corn leaves for scheduling irrigation, an experiment was conducted at East Azarbaijan Research Center for Agriculture and Natural Resources. The experiments were as Randomly Complete Blocks with three replications and with treatments of a: full irrigation, b: deficit irrigation from stages of 6-7 leaves to the end of ripening with full irrigation at flowering stage, c: deficit irrigation from stages of 6-7 leaves to the end of ripening with full irrigation at dough stage. The stomatal dimensions were determined by copy method. Stomatal conductance was measured along a leaf with different distances, at different leaves of a plant and at before and after irrigation events by a porometer. Results showed that the stomatal along a leaf and at leaves of a plant had a variable value. So that the stomatal conductance increased with increasing distance from petiole to leaf tip and with an increasing leaves number for soil surface to the canopy. The stomatal conductance changes along the leaf and its variability in leaves numbers were modeled as Logistic functions. The temperature variability along leaf was modeled as Sinusoidal function. Results also showed that the stomatal conductance from irrigation treatments were different. The stomatal conductance from two days after irrigation were similar and averaged 0.31 ms^{-1}. The suitable time for irrigation and its cutoff were at stomatal conductance of 0.21 and 0.33 ms^{-1}.

Key words: Deficit irrigation, Stomatal conductance, Stomata, Corn

[1] Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran. *Corresponding Author, nasseri_ab@yahoo.com.
[2] Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
[3] Assistant Professor, Islamic Azad University Miyaneh Branch.
[4] Former MSc Student, Islamic Azad University Khoy Branch.

Received :15 October 2019
Accepted: 13 January 2020