نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۳، ص. ۴۷۰-۴۶۲

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 3, Jul.-Agu. 2014, p. 462-470

بررسی مقادیر برگاب در آبیاری بارانی در دو گیاه سویا و گندم بهاره

مهدی مهاجرپور[۱*]- امین علیزاده[۲]- محمد موسوی‌بایگی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۲/۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۷/۷

چکیده

برگاب از جمله پارامترهای مهم و تأثیرگذار بر میزان تبخیر-تعرق و نیز روابط هیدرولوژیک می‌باشد، که در بسیاری از موارد از آن صرف نظر می‌شود. به منظور بررسی چگونگی اثر گذاری دو پارامتر شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نور بر میزان برگاب در این بررسی دو گیاه گندم و سویا تحت شرایط یکسان با آبیاری بارانی در لایسیمترهای تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در بهار و تابستان ۱۳۹۱ کشت گردید و مقدار برگاب از روش بیلان آبی اندازه گیری شد. نتایج بدست آمده حاکی از رابطه‌ی میان میزان برگاب و شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نور بود، به نحوی که با افزایش شاخص سطح برگ، برگاب به طور معنی‌داری افزایش یافت (با شیب ۰/۱۵) و بیشترین مقدار آن در سویا به مقدار۱/۲ سانتی‌متر در شاخص سطح برگ ۶/۱۹ و برای گندم حداکثر به ۱/۱ سانتی‌متر در شاخص سطح برگ ۴/۵۸ بدست آمد. همچنین با کاهش ضریب استهلاک نور، برگاب با شیب ۱/۰۲۳ کاهش یافت. نتایج نشان داد که در سطوح برگ یکسان (۳/۲) مقادیر برگاب گیاه گندم بیشتر از سویا بود، این مقدار برای گندم و سویا به ترتیب ۰/۷۴ و۰/۵۰ سانتیمتر اندازه‌گیری شد. در حالی که در ضریب استهلاک نور یکسان مقدار برگاب در هر دو گیاه برابر بود.

واژه‌های کلیدی: برگاب، شاخص سطح برگ، ضریب استهلاک نور

مقدمه

درهنگام بارندگی یا آبیاری بارانی همواره مقداری آب با برخورد به آسمانه گیاه (برگ و ساقه) پس از مرطوب کردن آن‌ها بدون اینکه به سطح زمین برسد و مورد استفاده قرار گیرد، از سطوح گیاهی تبخیر شده و به اتمسفر باز می‌گردد، این پدیده برگاب[۴] نامیده می‌شود (۱۱ و ۱۲). برگاب یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که درتحلیل بارندگی در مسایل هیدرولوژیک و نیز برآورد تبخیر-تعرق در فعالیت‌های کشاورزی، خصوصاً در مناطق گرم تاثیر گذار است (۱۴ و ۲۳)، ولی همواره در مدل‌های هیدرولوژیک و برآورد نیاز آبی گیاهان مقدار آن ناچیز در نظر گرفته شده و از آن صرف نظر می‌شود. به همین دلیل اینگونه برآوردها همواره با خطا مواجه خواهند شد (۱۸). معمولا در مطالعات تبخیر- تعرق در زمان‌هایی که خاک مرطوب است مقدار برگاب با تعرق جمع می‌شود. در صورتیکه این‌دو، خصوصیت‌های کاملا متفاوتی دارند و مهمترین اختلاف آنها در مقیاس زمانی آنهاست، به این معنی که تبخیر از سطح پوشش گیاهی به سرعت انجام می‌شود، حال آنکه تعرق با اختلاف فاز زمانی زیادتری بوقوع می‌پیوندد (۲۰ و ۲۱). در بسیاری از تحقیقات انجام شده، مشخص گردیده که برگاب باعث کاهش رواناب و زهکشی، تبخیر از سطح پوشش گیاهی وخاک، کاهش نفوذ عمقی، کاهش حمل مواد (عناصر غذایی و شیمیایی) و همچنین کاهش فاکتورهای گیاهی نظیر شاخص سطح برگ[۵] و تولید محصول و... خواهد شد (۲۷). میزان تبخیر از سطح خاک در شرایطی که خاک دارای پوشش گیاهی است معمولا کمتر از میزان تبخیر از سطوح گیاهی است، وتقریبا معادل ۷ درصد از کل بارندگی است که دلیل آن را می‌توان شرایط آیرودینامیکی متفاوت (زبر بودن پوشش گیاهی) و همچنین سایه اندازی سطح خاک توسط گیاهان در نظر گرفت (۲۴).

هاگیو و همکاران (۱۶) در سال ۲۰۰۶ نشان داد که جنگل‌هایی که در آن‌ها بارندگی سالیانه بیشتر از ۱۰۰۰ میلی‌متر است، میزان برگاب به ۳۵درصد بارش می‌رسد و این مقدار در جنگل‌هایی که

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: mmohajerpour@yahoo.com)

4- interception

5- Leaf Area Index

بارش ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر در سال دارند تا بیش از ۴۰ الی ۵۰ درصد بارندگی سالیانه برآوردشده است. همچنین متـرا و همکـاران (۲۶) در برآورد مقادیر برگاب با استفاده از مدلهای ترکیبی به این نتیجه دست یافت که مقادیربرگاب در پوششهای گیاهان زراعی بیشتر از این مقدار و حداکثر تا۵۰ درصد بارندگی خواهد رسید، که میزان تبخیر از سطح این پوششها به شاخص سطح برگ گیاهان زراعی وابسته دانست.

در تحقیق دیگری که بروی گندم زمستانه انجام شد نتایج نشان داد که مقدار برگاب از ۱۸۰ روز پس از کاشت تا روز ۲۰۵ افزایش داشته و سپس روند کاهشی پیدا کرده است و تا ۲۸ درصد میزان آبیاری رسیده است (۱۹) که این مقدار خیلی کمتر از مقداری است که توسط لی و رائو (۲۵) اندازه گیری شده بود.

روش‌های مختلفی به صورت مستقیم و غیرمستقیم برای اندازه‌گیری برگاب مورد استفاده قرار می‌گیرد. از روش‌های مستقیم می‌توان روشهای بیلان انرژی (Ec، نسبت باون)، ولایسیمترها را ذکر کرد، و روش‌های غیر مستقیم نظیر استفاده از معادلات (مدل‌ها) و روش‌های سنجش از دور و استفاده از داده‌های ماهواره‌ای می‌باشند. پیشنهاد می‌شود نتایج روشهای غیرمستقیم قبل از استفاده نهایی در ابتدا با نتایج روشهای مستقیم از جمله اندازه گیری هایی که توسط میکرولایسیمترها برای هر منطقه بدست آمده مقایسه شود، و پس از واسنجی آنها برای منطقه مورد نظر، از این روش‌ها استفاده گردد (۲۲ و ۲۴).

مقدار برگاب به عوامل زیادی از جمله خصوصیات بارندگی یا آبیاری (شدت، مدت، اندازه قطرات و...) و خصوصیات گیاهی (نوع گیاه، مرحله رشدی، تراکم، شاخص سطح برگ و...) وابسته است (۱۵). در اکثر روابط تجربی (مدل‌ها) برآورد میزان برگاب، از دو فاکتور LAI و ظرفیت ذخیره آب در پوشش گیاهی به عنوان فاکتورهایی که تاثیر خصوصیات گیاه را در مدلها لحاظ می‌کند، استفاده می‌شود (۱۲ و ۱۳). از طرفی بدلیل اینکه اندازه گیری مستقیم میزان ذخیره آب در پوشش گیاهی مشکل است، معمولا این فاکتور نیز توسط LAI لحاظ می‌شود، به عبارت دیگر برای در نظر گرفتن تاثیر خصوصیات گیاهی در برآورد برگاب، معمولا تنها شاخص سطح برگ است که همواره به عنوان فاکتوراصلی تاثیر گذار در نظر گرفته می‌شود (۱۷ و ۲۲).

چنانچه فرض شود انرژی لازم برای تبخیرآب از سطح برگ، از تابشی که به پوشش گیاهی می‌رسد، تامین می‌شود (۷). می‌توان از ضریب استهلاک نوربه عنوان شاخصی که نشاندهنده میزان تابش نفوذ یافته به درون پوشش گیاهی است، استفاده نمود. مقادیر این ضریب از قانون بیر لامبرت تبعیت می‌نماید که عبارت است از (۶ و ۱۰):

$$I_i=I_o e^{-KLAI}$$

در این معادله

I_i: تابش درزیرکانوپی

I_o: تابش در بالای سطح کانوپی

LAI: شاخص سطح برگ

k: ضریب استهلاک نورمی‌باشند.

کاهش این ضریب به معنی عمودی تر بودن برگ‌ها می‌باشد، در این نوع برگ‌ها نور اجازه نفوذ بیشتری را به درون پوشش گیاهی پیدا می‌کند. نفوذ نور به عواملی مورفولوژیکی گیاه نظیر زاویه برگ، وضعیت قرار گرفتن برگ، نوع برگ و LAI و... بستگی دارد (۲ و ۵).

در محاسبات هیدرولوژیک خصوصا برآورد میزان رواناب پس از بارندگی، اندازه گیری مقدار برگاب می‌تواند در تعیین هیدروگرافهای دقیقتر برای یک منطقه با توجه به نوع و مقدار پوششهای گیاهی آن منطقه موثر باشد و همچنین در بخش کشاورزی برآورد دقیق میزان تبخیر– تعرق یا به عبارت دیگر نیاز آبی محصول بدون در نظر گرفتن مقدار آبی که در آبیاری بارانی مستقیما از سطح پوشش گیاهی تبخیر می‌شود (و مورد استفاده گیاه قرار نمی گیرد) امکان پذیر نمی باشد. با توجه به این که در اقصی نقاط کشور سیستمهای آبیاری بارانی در حال گسترش و اجرا می‌باشد، با شناخت عوامل موثر در این پدیده و برآورد آن می‌توان از طریق اعمال مدیریت‌های آبیاری و زراعی به گونه ای عمل نمود که از محل کم کردن تلفات آبی از این طریق به کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی که بزرگترین بخش مصرف کننده آب در کشور است، دست یافت.

از آنجایی که گیاهان از لحاظ مورفولوژیک (شکل، اندازه، زاویه و نحوه قرار گرفتن برگها و.....) با هم متفاوتند، دور از انتظار نمی باشد که در شاخص سطح برگ یکسان مقادیر برگاب مختلفی داشته باشند. با این فرض در این تحقیق، ابتدا مقادیر برگاب دو گیاه گندم و سویا که از لحاظ شکل ظاهری متفاوتند اندازه گیری و مقایسه می‌شود، سپس تاثیر دو فاکتور گیاهی شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نور با توجه به مقادیر بدست آمده برگاب در دو گیاه مورد بررسی و اعتبار سنجی قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به منظور شناخت و بررسی خصوصیات پوشش گیاهی بر میزان برگاب در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با طول جغرافیایی ۳۸َ و۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی ۱۶َو ۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۸۸ متر بالاتر از سطح دریا با میانگین رطوبت نسبی ۵۵ درصد در سال انجام شد.

به همین منظور در فرودین ماه ۱۳۹۱ عملیات آماده سازی بستر خاک در۴ لایسیمتر زهکش‌دار به ابعاد ۱۲۰×۲۰۰×۲۰۰ سانتیمتر آغاز گردید. خاک این لایسیمترها یکسان، با بافت لوم و جرم مخصوص ظاهری ۱/۴۵ گرم بر سانتیمتر مکعب بود. در ۹۱/۱/۲۸ کشت دو گیاه گندم رقمM796 و رقم لامبرت سویا، هر گیاه در دو لایسیمتر کنار

هم انجام شد.

در لایسیمترهای اختصاص یافته به گندم بذر گندم با تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع به صورت دستی پاشیده شد. همچنین در دو لایسیمتر دیگر سویا در چهار ردیف با فاصله ۴۵ سانتی متری از هم به صورت دستپاش بذرکاری شد، که پس از جوانه زنی و استقرار گیاهچه ها، فاصله ۵ سانتیمتری روی ردیف انتخاب شد و مابقی گیاهچه ها تنک گردید و در نهایت در هر لایسیمتر حدود ۱۶۰ بوته با تراکم۴۰ بوته در مترمربع باقی ماند. آبیاری بارانی توسط دستگاه باران ساز مصنوعی[1] با شدت ثابت و به میزان ۳۰ میلیمتر آب در مدت ۱۵ دقیقه (۱۲۰ میلیمتر در ساعت) با این وسیله بروی پوشش گیاهی پاشیده شد. در این مطالعه باران مصنوعی در تمام مراحل دوره رشد با خصوصیات یکسان چه از نظر شدت و چه مقدار آن و.... همواره یکسان بود. به این ترتیب تمام پارامترهای اثر گذار در تبخیر از سطح پوشش گیاهی در زمان آبیاری بارانی برای هر دو نوع کشت یکسان در نظر گرفته شد و تنها از نظر نوع گیاه لایسیمترها با هم تفاوت داشتند که به این ترتیب امکان مقایسه مقادیر برگاب در محصولات مختلف قابل مقایسه گردد.

کلیه داده‌های بدست آمده از اندازه گیری که در زیر شرح داده می‌شوند توسط نرم افزار SPSS16 و مقایسه میانگین ها در سطح معنی داری ۵٪ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته اند و جداول و نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel ترسیم شده اند.

اندازه گیری

به منظور محاسبه‌ی میزان برگاب از روش بیلان آبی استفاده شد (۲۴).

$$I=P-DP-\Delta S \qquad (۱)$$

که در آن:

I: مقدار برگاب (cm)

P: میزان بارندگی (آبیاری) (cm)

DP: مقدار آب خروجی از زهکش (cm)

و ΔS: تغییرات رطوبتی خاک (cm) می‌باشد.

به این ترتیب امکان اندازه گیری دقیق آب ورودی به لایسیمترها که به صورت باران توسط باران ساز تولید و بروی پوشش‌های گیاهی پاشیده می‌شد، توسط خود دستگاه دقیقا تعیین می‌گردید. در هر مرحله آبیاری که هر ۱۰ روز یکبار انجام شد، ۳۰ میلیمتر باران در مدت زمان ۱۵ دقیقه (۱۲۰ میلیمتر در ساعت) بروی دو گیاه پاشیده شد. برای کنترل تغییرات رطوبت خاک نیز از بلوکهای گچی که قبلا برای خاک مورد نظر کالیبره شده بودند و در سه عمق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ سانتیمتری از سطح خاک نصب شده بودند و همچنین تانسیومتری که کلاهک سرامیکی آن درعمق ۱۰ سانتیمتری از سطح خاک قرار داشت، استفاده شد. قبل از آبیاری شبانه بلوکها و تانسیومترها قرائت شده و پس از آبیاری در صبح زود روز بعد دوباره قرائت انجام می‌شد و بدین ترتیب تغییرات رطوبت خاک محاسبه شد. امکان اندازه گیری آبی که به لایه‌های پایین نفوذ کرده و از دسترس ریشه گیاه خارج می‌شد توسط زهکشهای لایسیمترها وجود داشت ولی در طول دوره، تنها زمانی که LAI< ۰/۵ بود خروجی از زهکشها وجود داشت و تا پایان دوره خروجی از زهکشها وجود نداشت .به این ترتیب از اختلاف آب ورودی و خروجی لایسیمترها و تغییرات رطوبت خاک در آنها میزان برگاب بصورت مستقیم محاسبه شد.

اندازه گیری شاخص‌های گیاهی نیز هر ۱۰ روز یکبار انجام شد. همچنین برای تعیین ضریب استهلاک نور در پوششهای گیاهی تابش در سطح بالا و در زیر پوشش گیاهی با استفاده از دستگاه (sun scan canopy) کنترل و اندازه گیری شد (۴ و ۸). سپس تغییرات برگاب، شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نور هر گیاه درطول مدت رشد تعیین گردید. در ابتدا مقادیر برگاب با توجه با تغییرات شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نور مورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفت ولی از آنجایی که شاخصهای سطح برگ (ضریب استهلاک نور) دو گیاه در هر مرحله اندازه گیری یکسان نبودند در مرحله بعد نسبت برگاب اندازه گیری شده با شاخص سطح برگ (و ضریب استهلاک نور) همان مرحله به منظور استاندارد سازی داده ها و قابل قیاس شدن آنها با هم تعیین و سپس تغییرات این نسبت با نوع گیاه، شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نور مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج در بخش بعدی نشان داده شده است.

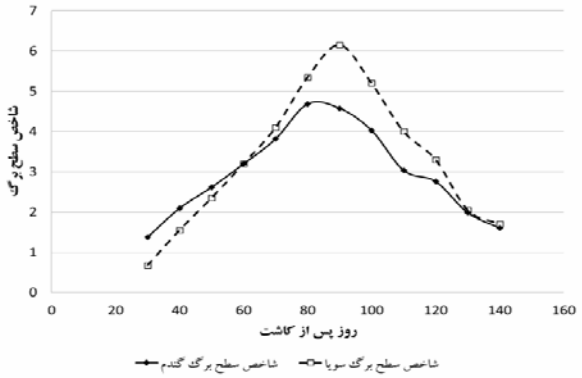
نتایج

شاخص سطح برگ

مقایسه روند تغییرات شاخص سطح برگ در دو گیاه از ۳۰ روز پس از کاشت شروع شد. در ابتدا بدلیل سرعت جوانه زنی و رشد بالاتر گندم نسبت به سویا در این مرحله شاخص سطح برگ گندم حدود ۱/۳۸ و سویا ۰/۶۸ اندازه گیری شد. پس از آن همگام با رشد رویشی روند افزایش سطح برگ در هر دو گیاه وجود داشت. این روند افزایشی در سویا با سرعت بیشتری ادامه داشت تا در۶۰ روز پس از کاشت شاخص سطح برگ هر دو محصول در۳/۲۰ برابر شد. این روند افزایش سطح برگ برای گندم تا زمان خوشه رفتن گیاه ادامه داشته و به حداکثر مقدار خود یعنی ۴/۶۹ رسید. سویا نیز با سرعت رشد و شیب بیشتر در افزایش شاخص سطح برگ نسبت به گندم تا حدود ۹۰ روز پس از کاشت یعنی زمان ایجاد نیامها و ابتدای پر شدن دانه‌های درون نیامها به حداکثر شاخص سطح برگ ۶/۱۹ رسید. از این مرحله به بعد شاخص سطح برگ برای هر دو محصول بدلیل

1- rainfall simulator

زردی و ریزش برگهای پایین کانوپی روند کاهشی نشان داد کـه ایـن روند تا پایان فصل رشد ادامه یافت، البته این روند کاهش سطح بـرگ با سرعت کمتری نسبت به روند افزایشی آن اتفاق افتاد ولـی همـواره شاخص سطح برگ سویا بیشتر از گندم تا انتهـای دوره انـدازه گیـری شد. مقادیر نهایی شاخص سطح برگ اندازه گیـری شـده در ۱۳۰ روز پس از کاشت برای گندم ۱/۶ و برای سویا ۱/۷ بدست آمد (شکل۱).



شکل ۱ - تغییرات شاخص برگ در گندم و سویا در طول دوره

در مرحله بعد نتایج بدست آمده از شاخص سطح برگ با داده‌های اندازه گیری برگاب مورد مقایسه قرار گرفت. پس از انجام تـست آنـوا (ANOVA) و تجزیه واریانس داده‌های مربوط بـه ایـن دو پـارامتر و مقایسه میانگین‌های آنها در سـطح آمـاری ۵٪ اخـتلاف معنـی داری نشان داد و مشخص شد که شاخص سطح برگ روی میزان تبخیـر از سطح پوششهای گیاهی در آبیاری بارانی اثر گذار است (جدول۱).

همانطور که در جدول ۲ نیز مشهود است بین شاخص سطح برگ و برگاب می‌توان معادله خطی برازش داد که شیب ایـن خـط ۰/۱۵ و عرض از مبدا آن نیز ۰/۲۵باشد (R^2=۰/۹۱).

مقایسه روند تغییرات شاخص سطح برگ با مقدار برگاب در طـول دوره رویش هر دو محصول نشان داد که همواره با افـزایش شـاخص سطح برگ مقدار تبخیر از پوششهای گیاهی افزایش خواهـد داشـت و این افزایش در هر دو گیاه به چشم می‌خورد (شکل ۲).

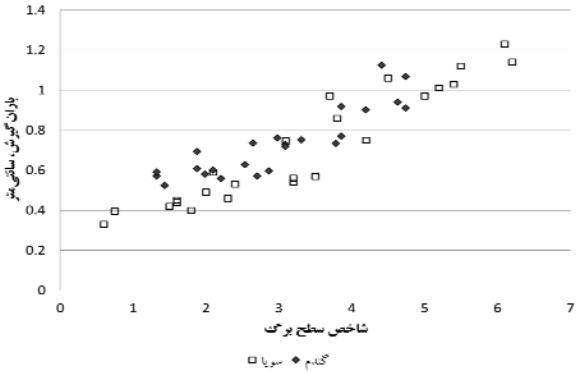
با توجه به اینکه داده برداری از ۳۰ روز پس از کاشت انجام شـده و بدلیل سرعت جوانه زنی کمتر در سویا شاخص‌های کمتر از یـک در این مرحله برای سطح برگ سویا اندازه گیری گردید، در صـورتیکه در این روز برای گندم شاخص سطح برگ بزرگتر از یک بدست آمـد. بـه دلیل مشابه در مراحل مختلف اندازه گیـری هـا بـرای هـر محـصول شاخصهای متفاوتی برای سطح برگ اندازه گیری گردید. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود از همان ابتـدا بـه نظـر میرسـدکه مقـدار برگاب در گندم بیشتر از سویا است.

جدول ۱- مقایسه تغیرات برگاب در برابر شاخص سطح برگ توسط آزمون Anova

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
رگرسیون	۲/۱۲۴	۱	۲/۱۲۴	۲۳۶/۵۵۱	۰/۰۰۲
باقیمانده	۰/۴۱۳	۴۶	۰/۰۰۹		
کل	۲/۵۳۷	۴۷			

جدول ۲- بررسی ضرایب رگرسیونی محاسبه برگاب بر اساس شاخص سطح برگ

مدل	ضرایب	خطای استاندارد	t	Sig.
عدد ثابت	۰/۲۵۰	۰/۰۳۴	۷/۴۲۲	۰/۰۰۵
ضریب LAI	۰/۱۵۰	۰/۰۱۰	۱۵/۳۸۰	۰/۰۰۰

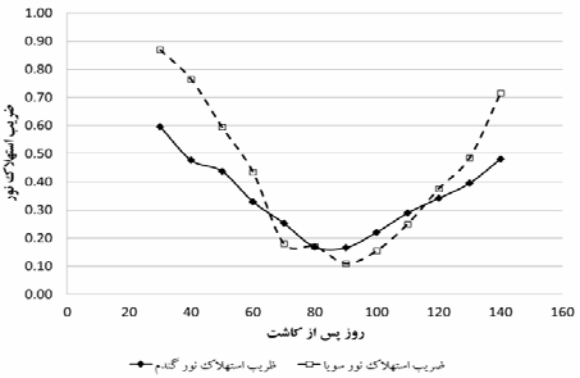


شکل ۲- روند تغییرات برگاب با تغییرات شاخص سطح برگ

در شاخص سطح برگ ۳/۲۰ که ۶۰ روز پس از کاشت برای هر دو گیاه یکسان بود، مقدار برگاب در این روز برای گندم ۰/۷۴سانتی‌متر و برای سویا ۰/۵سانتی‌متر بدست آمد. با مراجعه به شکل شماره ۲ مشاهده می‌شود که بیشترین میزان برگاب اندازه گیری شده در طول دوره معادل ۱/۱۹سانتی‌متر بود، که مربوط به سویاست، در صورتیکه حداکثر مقدار برگاب اندازه گیری شده در گندم نهایتا به ۱۱ میلیمتر از۳۰ میلیمتر بارش ایجاد شده می‌باشد. این نکته را نباید از نظر دور داشت که این مقدار برگاب برای سویا در حداکثر شاخص سطح برگش که برابر ۶/۱۹ است اتفاق افتاده، در صورتیکه حداکثر شاخص سطح برگ گندم ۸۰ روز پس از کشت بوقوع پیوسته که نهایتا به ۴/۵۸ رسیده است.

ضریب استهلاک نور

روند تغییرات ضریب استهلاک نور در طی فصل رشد با رشد گیاهان نشان داد که در ابتدا با یک روند کاهشی و سپس در گندم بعد از به خوشه رفتن گیاه و در سویا پس از بسته شدن نیامها و شروع پر شدن دانه ها روند افزایشی داشت، البته سرعت و شیب روند کاهشی در طی رشد رویشی همواره در هر دو محصول بیشتر از روند افزایش آن بود (شکل ۳).



شکل ۳- روند تغییرات ضریب استهلاک نور در طول دوره

در زمان شروع اندازه گیری‌ها ضریب استهلاک نور گندم ۰/۶ و سویا ۰/۸۷ تعیین گردید. که با رشد رویشی روند کاهش این ضریب در سویا با سرعت بیشتر ادامه یافت و در نهایت در ۹۰ روز پس از کاشت به حداقل مقدار خود یعنی ۰/۱۱ رسید، در صورتیکه در گندم روند کاهشی با سرعت کمتری نسبت به سویا ادامه یافت و نهایتا به حداقل مقدار خود برای گندم در ۸۰ روز پس از کاشت به میزان ۰/۱۷ رسید.

از آنجایی که ضریب استهلاک نور به شاخص سطح برگ و نسبت تابشی که به بالا و پایین کانوپی می‌رسد بستگی دارد، می‌توان گفت در شاخص سطح برگ یکسان ضریب استهلاک نور کمتر نشاندهنده این است که اجازه نفوذ نور بیشتر به درون پوشش گیاهی وجود دارد و این خصوصیت مربوط به گیاهانی است که دارای برگهای عمودی تری بوده و اجازه نفوذ بیشتر نور را به درون پوشش گیاهی خود می‌دهند. نتایج در این مطالعه نشان داد در شاخص سطح برگ یکسان ۳/۲۰ هر دو گیاه، ضریب استهلاک نور سویا ۰/۴۴ و گندم ۰/۳۳بدست آمد، که بیانگر عمودی تر بودن برگها در گندم نسبت به سویاست و نشاندهنده این است که در شاخص سطح برگ یکسان گندم به نور بیشتری اجازه نفوذ را خواهد داد.

نتایج این تحقیق همچنان نشان داد که رابطه بین مقادیر برگاب و ضریب استهلاک نوری وجود دارد و رابطه بین ایندو در سطح آماری ۵٪ معنی دار بود (جدول ۳).

همانطور که مشاهده می‌شود رابطه بین مقدار برگاب با ضریب استهلاک نور یک رابطه منفی است که با کاهش ضریب استهلاک نور در برگاب افزایش می‌یابد. معادله زیر رابطه خطی بین این دو را در نظر می‌گیرد که شیب آن۱/۰۲۳- و عرض ازمبدا در آن ۱/۱۱۷ بدست آمد (جدول ۴).

$$Int = -1.023k + 1.117 \qquad R^2=۰/۸۷ \qquad (۲)$$

روند تغییرات برگاب با ضریب استهلاک نور نشان داد که با افزایش ضریب استهلاک نور مقدار برگاب کاهش می‌یابد (شکل ۴).

جدول ۳- مقایسه تغییرات برگاب در برابر ضریب استهلاک نور توسط آزمون Anova

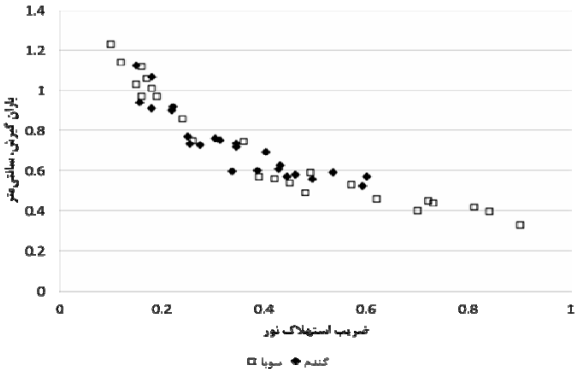
مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
رگرسیون	۲/۱۰۸	۱	۲/۱۰۸	۲۲۶/۴۷۵	۰/۰۰۴
باقیمانده	۰/۴۲۸	۴۶	۰/۰۰۹		
کل	۲/۵۳۷	۴۷			

جدول ٤- بررسی معنی داری ضرایب رگرسیونی محاسبه برگاب بر اساس ضریب استهلاک نور

مدل	ضرایب	خطای استاندارد	t	Sig.
عدد ثابت	۱/۱۱۷	۰/۰۳۰	۳۷/۶۱۴	۰/۰۱
ضریب K	-۱/۰۲۳	۰/۰۶۸	-۱۵/۰۴۹	۰/۰۰۲

همانطور که در شکل نیز مشاهده می‌شود تغییر مقدار برگاب در ضرایب استهلاک نور بزرگتر با سرعت کمتری نسبت به ضرایب استهلاک نور کوچکتر اتفاق می‌افتد، به عبارت دیگر در زمانهایی که ضریب استهلاک نور کوچکتر است با تفاوت جزئی در مقدار آن، مقدار برگاب تغییرات بیشتری دارد، تا مواقعی که ضریب استهلاک نور بزرگتر بود. این مسئله را می‌توان در تاثیر کمتر نفوذ نور در زمانی که تراکم پوشش گیاهی کمتر است جستجو کرد، به این معنی که در تراکم‌های کمتر گیاهان، انرژی در دسترس برای تبخیر در پوشش گیاهی به اندازه کافی وجود دارد و وجود آب است که محدود کننده تبخیر در پوشش گیاهی است. ولی زمانی که پوشش گیاهی متراکم تر است تغییر کوچکی در میزان نور نفوذ یافته به داخل کانوپی (در صورت موجود بودن آب درون پوشش گیاهی) انرژی مورد نیاز برای عمل تبخیر را مهیا کرده و تاثیر بسزائی در میزان برگاب خواهد گذاشت.

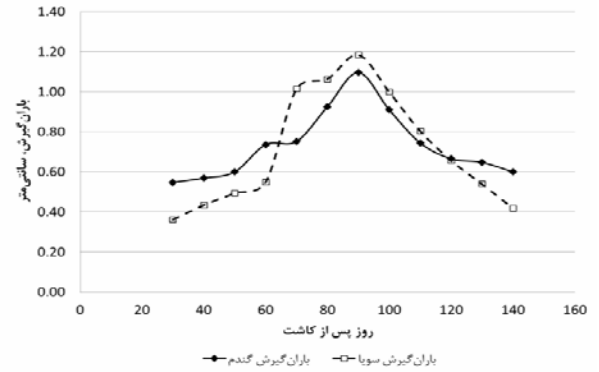
.



شکل ٤- روند تغییرات برگاب با ضریب استهلاک نور در دو گیاه گندم و سویا

برگاب

برگاب نیز در طول مرحله رشد هر دو گیاه تغییراتی نشان داد. این تغییرات در گندم از حداقل ۰/۵۵سانتی‌متر تا حداکثر ۱/۱ سانتی‌متر در هر بار بارندگی رسید، با توجه به اینکه هر سری ۳۰ میلیمتر باران مصنوعی درمدت ۱۵ دقیقه بروی پوشش دو محصول پاشیده شد، میزان برگاب برای گندم به حداکثر۳۷ درصد مقدار بارندگی رسید. که این میزان برگاب در شاخص سطح برگ ۴/۵۸ و ضریب استهلاک نور ۰/۱۷اتفاق افتاد. تغییرات برگاب سویا در شاخص سطح برگ ۶/۱۵ و ضریب استهلاک نور ۰/۱۱ از ۰/۳۶ سانتی‌متر تا حداکثر ۱/۱۹ سانتی‌متر اندازه گیری شد که حداکثر حدود ۴۰ درصد از میزان بارندگی بدست آمد (شکل ۵).



شکل ٥- تغییرات برگاب در طول مرحله رشد

شرایط نتایج فوق نشان می‌دهد که مقدار برگاب سویا نهایتا بیشتر از گندم است، حال آنکه باید در نظر گرفت که این نتیجه برای شرایط خاص در این تحقیق بدست آمد، به عبارت دیگر برای این تراکم بوته سویا و گندم و یا این شدت و میزان بارش و شکل برگها و غیره، است. لازم به ذکر است که مقدار برگاب زیادتر سویا نسبت به گندم در شاخص سطح برگ بیشتر سویا تعیین شد، لذا نتیجه گیری فوق که برگاب سویا بیشتر از گندم است به نظر صحیح نمی باشد، زیرا با افزایش تراکم در کشت گندم امکان نتیجه گیری متفاوت دور از انتظار نمی باشد. به عنوان مثال در شاخص سطح برگ یکسان دو گیاه مقادیر برگاب گندم و سویا با نتیجه گیری فوق متفاوت بود. به عبارت دیگر در شاخص سطح برگ ۳/۲ که هر دو گیاه در ۶۰ روز پس از کشت به آن رسیده اند، مقدار برگاب۰/۷۴سانتی‌متر برای گندم و ۰/۵۵ سانتی‌متر برای سویا بدست آمد. لذا به منظور استاندارد سازی داده ها و قابل مقایسه کردن آنها، نسبت برگاب به شاخص سطح برگ و همچنین برگاب به ضریب استهلاک نوری بطور جداگانه با متغییرهایی نظیر محصول و شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نوری مورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفت (جدول۵).

همانطور که در جدول ۵ دیده می‌شود، در ابتدا مقایسه نسبت برگاب به ضریب استهلاک نور با شاخص سطح برگ و محصول نشان داد که بین این نسبت با نوع محصول اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، تنها این نسبت با ضریب استهلاک نور در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار شد. به عبارت دیگر چون ضریب استهلاک نور خیلی از خصوصیتهای گیاهی را شامل می‌شود خود بخود با در نظر گرفتن نسبت برگاب با این ضریب چون اثر گیاه در ضریب استهلاک نور مستتر است.

جدول ۵- تجزیه واریانس بین نسبت برگاب به ضریب استهلاک نور، با شاخص سطح برگ و نوع گیاه

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
مدل اصلاح شده	۲۶۹/۳۹۷	۲	۱۳۴/۶۹۸	۹۶/۱۴۵	۰/۰۰۰
عرض از مبدا	۴۲/۸۵۸	۱	۴۲/۸۵۸	۳۰/۵۹۱	۰/۰۰۶
شاخص سطح برگ	۲۶۵/۷۲۸	۱	۲۶۵/۷۲۸	۱۸۹/۶۷۲	۰/۰۰۴
گیاه	۰/۰۰۱	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۸۲
خطا	۶۳/۰۴۵	۴۵	۱/۴۰۱		
کل	۷۵۹/۹۵۳	۴۸			
خطای اصلاح شده	۳۳۲/۴۴۱	۴۷			

جدول ٦- تجزیه واریانس بین نسبت برگاب به شاخص سطح برگ، با ضریب استهلاک نور و نوع گیاه

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
مدل اصلاح شده	۰/۱۶۱	۲	۰/۰۸۰	۱۹/۲۵۳	۰/۰۰۰
عرض از مبدا	۰/۲۲۳	۱	۰/۲۲۳	۵۳/۴۴۱	۰/۰۰۱
ضریب استهلاک نور	۰/۱۵۵	۱	۰/۱۵۵	۳۷/۲۰۷	۰/۰۰۳
گیاه	۰/۰۲۲	۱	۰/۰۲۲	۵/۲۷۵	۰/۰۲۶
خطا	۰/۱۸۸	۴۵	۰/۰۰۴		
کل	۳/۵۰۵	۴۸			
خطای اصلاح شده	۰/۳۴۸	۴۷			

به همین دلیل اختلاف بین دو محصول کم شده و در سطح آماری ۵٪ اختلاف معنی دار نشد. بالعکس از آنجایی که شاخص سطح برگ نمی تواند تمام خصوصیات گیاهی را شامل شود، به همین دلیل اختلاف بین میانگین‌های این نسبت با شاخص سطح برگ بیشتر شده و بهمین خاطر در سطح آماری ۵٪ معنی دار می‌شود.

جدول ۶ مقایسه بین نسبت برگاب به شاخص سطح برگ با ضریب استهلاک نور و محصول را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که اختلاف بین این نسبت با ضریب استهلاک نور و محصول در سطح آماری ۵٪ معنی دار بود. که می‌تواند گواه این مدعا باشد که شاخص سطح برگ چون تمامی خصوصیات گیاهی را در بر نمی گیرد، قادر نیست اختلاف بین این نسبت با نوع محصول را کم کند و به همین دلیل اختلاف بین این دو در سطح آماری ۵٪ معنی دار می‌شود. به عبارت دیگر تاثیرات گیاه در مورد برگاب تنها به شاخص سطح برگ بستگی ندارد بلکه فاکتورهای گیاهی دیگر نیز وجود دارند که در میزان برگاب پوششهای مختلف گیاهی موثرند. بدلیل مشابه فوق نیز اختلاف این نسبت با ضریب استهلاک نور نیز در سطح آماری ۵٪ معنی دار شد.

نتیجه گیری

با توجه به مطالب فوق بدلیل اینکه ضریب استهلاک نورتوانست تاثیر نوع محصول در مقادیر مختلف برگاب را بهتر توضیح دهد و از آنجایی که اختلاف در میزان برگاب گیاهان مختلف با شاخص سطح برگ یکسان، منطقی به نظر می‌رسد. دور از انتظار نیست که ضریب استهلاک نور به عنوان فاکتور گیاهی که هم شاخص سطح برگ و هم خصوصیات مورفولوژیکی (نوع، اندازه و زاویه برگ‌ها و...) گیاهان در تعیین مقدار آن اثرگذار است، و نیز نقش تعیین کننده‌ای در میزان انرژی تابشی نفوذ یافته به داخل پوشش گیاهی که در واقع عامل تعیین کننده انرژی در دسترس برای عمل تبخیر پوشش‌های گیاهی است، به عنوان فاکتوری که تاثیر خصوصیات گیاهی را در تعیین برگاب لحاظ می‌کند، ارجح تر از شاخص سطح برگ در تعیین برگاب باشد.

منابع

۱- ابراهیمی م.، پوریوسف م.، راستگو م. و صبا. ۱۳۸۹. تاثیر تاریخ کاشت، تراکم بوته و علفهای هرز بر شاخص‌های رشدی سویا. نشریه علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۶ شماره ۲، صفحات ۱۹۰-۱۷۸

۲- امین پناه ه.، سروش زاده ع.، زند الف. و مومنی ع. ۱۳۸۸. بررسی ضریب استهلاک تابش و ساختار کانوپی ارقام رقیب و غیررقیب برنج در رقابت

با علف هرز سوروف. تولید گیاهان زراعی، جلد سوم شماره سوم: ۸۴-۶۹

۳- خدارحمی م. و وزان س. ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات صفات مورفولوژیکی در گندم با استفاده از ارقام معرفی شده در طول شش دهه گذشته در ایران. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۶ شماره ۱: ۴۱-۲۹

۴- دلویی ح.، نصیری محلاتی م.، نورمحمدی و رحیمیان مشهدی. مدل سازی جذب و توزیع نور در کانوپی مخلوط یولاف وحشی و شلمی با گندم. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۵، شماره ۲: ۱۴۵-۱۳۴

۵- رامیار ح. و حجم نژاد. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر تداخلی جو ناخواسته روی شاخص‌های رشد چند رقم گندم. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد هشتم شماره ۱ : ۸۱-۷۵

۶- علیزاده ی.، کوچکی ع. و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۹. بررسی جذب و کارایی مصرف نور در کشت لوبیا و ریحان رویشی. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۲، شماره ۱ :۹۴-۸۵

۷- علیمددی الف.، جهانسوز م. احمدی ع.، افشاری ع.، رستم ز.م. ۱۳۸۴. ارزیابی کارآیی مصرف نور، ضریب استهلاک تابشی و دریافت تابش در ارقام مختلف لوبیا چشم بلبلی، ماش، لوبیا قرمز در کشت دوم. زراعت و باغبانی شماره ۷۱: ۱۳۴-۱۲۰

۸- مداح یزدی و.، سلطانی.، کامکار ب. و زینلی الف. ۱۳۸۷. فیزیولوژی مقایسه گندم و نخود: شاخص سطح برگ، دریافت و استفاده از تشعشع و توزیع ماده خشک برگها. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد (۴)۱۵: ۷۱-۵۸

۹- موسوی م.، فیضیان م. و احمدی ع. ۱۳۸۹. پاسخ تاج پوششی گیاهی، کلروفیل برگ و عملکرد گندم به روشهای مختلف عرضه کود نیتروژن. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۸، شماره ۱: ۶۰-۴۹

۱۰- میرآخوری م.، اکبرنژاد ه.، ناظری ه.، مرادی ف. و نصری م. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر محلول پاشش متانول بر راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی، ضریب استهلاک تابشی و شاخص سطح برگ در سویا. مجله پژوهشهای به زراعی، جلد ۲ شماره ۱ : ۱۲-۱

11- Ataroff M. and Naranjo M. 2009. Interception of water by pastures of pennisetumclandestinumHochst. Exchior, and MelinisminutifloraBeauv. Agricultural and forest Meteorology. 149:1616-1620.

12- De Groen M.M. 2002. Modelling interception and transpiration at monthly time steps; introducing daily variability through Markov chains. PhD thesis, IHE-Delft. SwetsandZeitlinger, Lisse, The Netherlands.

13- Dijik V. and Bruijnzeel L.A. 2001. Modelling rainfall interception by regeration of variable density using and adapted analytical model. Part1. Hydrology. 247:230-238.

14- Eriksson M., Halldin E. and Seibert J. 1997. New approach to measurement of interception. Hydrol, 15:102-111.

15- Gutezeit, B. 2006. Storage of intercepted water or vegetable plants measured by Gama Scaning Technique. Europ. J. Hont. Sci. 71:30-35.

16- Hagyo A., Rajkal K. and Nagy Z. 2006. Effect of forest and grassland vegetation on soil hydrology in MatraMts (Hungary). Biologia, Bratislava 61(Supl. 19): S261–S265.

17- Hubert H. and Savenije G. 2004. The importance of interception and why we should delete the term evapotranspiration from our vocabulary. Hydrol, process. 18:1507-1511.

18- Jakson N.A. 2000. Measured and Modelled rainfall interception loss from an agroforestly system in Kenya. Agricultural and forest Meteorology 100:323-336.

19- Kang Y., Wang Q. and Liu H. 2005. Winter wheat canopy interception and influence factors under sprinkler irrigation. Agricultural water management. 74:189-199.

20- Keim R.F., Skaugset A. and Weiler M. Strorage of water on vegetation under simulated rainfall of varying intensity. Advance in water Resoures. 29: 974-989.

21- Klassen W. 2001. Evaporation from rain-wetted forest in relation to canopy wetness, canopy cover, and net radiation. Water Resources Research **37**(12): 3227–3236.

22- Kozak A., Lajpat R., Timathy R. and Liwang M. 2007. Modeling crop canopy and residue rainfall interception effects on soil hydrological components for semi-arid agriculture. Hydrol, Process. 21:229-241.

23- Kumar A., Pandey V., Shekh A.M., and Umar M. 2008. Growth and yield response of soybean(*Glycine max* L.) in relation to temperature, photoperiod and sunshine duration at Anand, Gujarat, India. American-Eurasian J. Agron.,1 (2): 45-50.

24- Leuwing R., Condon A., Dunin F., Zegelin S. and Denmead O. 1994. Rainfall interception and evaporation fromsoil below a wheat canopy. Agriculture and forest meteorology. 67:221-228.

25- Liu H.J., Kang Y., and Liu S.P. 2002. Review of the field microclimate change and its effect on crop growth under sprinkler irrigation condition. Agric. Res. Arid Areas 20 (3), 54–59.

26- Merta M., Seilder C. and Fjodorowa T. 2006. Estimation of evaporation components in agricultural crops. Biologia, Bratislara, 19:280-288.

27- Vink R. and Zolo H. 2010. Rainfall interception experiments and interception mapping remote sensing. Master thesis. Department of Physical Geography.

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 3, Jul.-Agu. 2014, p. 462-470

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۳، ص. ۴۷۰-۴۶۲

The Investigation The Amount of Interception in Sprinkler Irrigationin Wheat and Soybean

M. Mohajerpour[1*] – A. Alizadeh[2] – M. Mousavi Baygi[3]

Received: 23-02-2013
Accepted: 29-09-2013

Abstract

Interception is one of the important and effective parameters on ET and hydrological relation, which is ignored in many situations. In order to investigate the effectiveness of LAI and extinction coefficient on amount of interception, in this study wheat and soybean were cultivated in thelysimeters of agricultural school of Fredowsi Uni. of Mashhad, in Spring and Summer 2012 in the same treatments. The results showed that there is relationship between interception and LAI and extinction coefficient. By increasing LAI, interception increased significantly (slope 0.15). The maximum amount of interception was 1.19 cm in soybean by 6.19 LAI and in wheat cultivars was 1.1cm in 4.58LAI. Also by decreasing the extinction coefficient, interception increased by the rate of 1.023. Results showed that in the same LAI (3.2), wheat interception was more than soybean, 0.74 and 0.5 respectively. While in the same extinction coefficient interceptions was the same in two crops. Standardization the amount of interception by LAI, showed that the effect of the crop on interception is still remained, while by standardize the interception by extinction coefficient, the influence of crop on standard interception removed. The obtained result showed that the type of crop has a significant effect on interception, which can be shown by extinction coefficient.

Keywords: Interception, LAI, Extinction Coefficient

1 , 2, 3- PhD Student and Professors, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(* - Corresponding Author Email: mmohajerpour@yahoo.com)