Archive of SID

نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۴ / شماره ۴/ ۱۳۹۹

برآورد نیاز آبی و ضریب گیاهی شاهدانه در مراحل مختلف رشد در دشت بیرجند

سعید قوام‌سعیدی نوقابی[۱]، علی شهیدی و حسین حمامی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

saeidghavam@birjand.ac.ir

دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

ashahidi@birjand.ac.ir

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

hhammami@birjand.ac.ir

دریافت: دی ۱۳۹۸ و پذیرش: مهر ۱۳۹۹

چکیده

تعیین نیاز آبی گیاه در برنامه‌ریزی آبیاری و در نتیجه مدیریت درست آب در بخش کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این رابطه، از روش بیلان آبی به کمک لایسیمترها استفاده می‌شود. از این رو، پژوهشی با هدف تعیین نیاز آبی گیاه شاهدانه (*Cannabis sativa L.*) در سال ۱۳۹۶ در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند صورت گرفت. بدین منظور از شش عدد لایسیمتر وزنی استفاده شد و نیاز آبی شاهدانه با معادله بیلان آب محاسبه گردید که سه لایسیمتر به محاسبه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع (چمن معمول برای فضای سبز با ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر) اختصاص یافت و در سه لایسیمتر دیگر گیاه شاهدانه کشت شد. بر اساس نتایج بدست آمده از معادله بیلان آب، میزان تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع و تبخیر-تعرق پتانسیل شاهدانه به‌ترتیب برابر ۸۹۹/۶ و ۶۸۸/۸۹ میلی‌متر بود. طول مراحل مختلف رشد گیاه شامل مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب برابر ۳۰، ۵۵، ۷۵ و ۲۰ روز بدست آمد. همچنین مقادیر ضریب گیاهی شاهدانه در مراحل چهارگانه رشد گیاه به‌ترتیب برابر ۰/۲۸، ۰/۶۸، ۱/۰۱ و ۰/۵۴ بدست آمد. این مقادیر برای برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری گیاه شاهدانه توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: تبخیر-تعرق، گیاه مرجع، لایسیمتر وزنی، مدیریت آبیاری، معادله بیلان آب

[۱] -آدرس نویسنده مسئول: بیرجند، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رویکرد جهانی به استفاده از گیاهان دارویی و ترکیب‌های طبیعی در صنایع دارویی، آرایشی-بهداشتی، غذایی و به‌دنبال آن توجه مردم، مسئولین و صنایع داخلی به استفاده از گیاهان دارویی، نیاز مبرم به پژوهش‌های پایه‌ای و کاربردی وسیعی را در این زمینه نمایان می‌سازد. گیاهان دارویی یکی از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیعی از منابع طبیعی ایران است که در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره‌برداری صحیح می‌تواند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشد (سفیدکن، ۱۳۸۷).

شاهدانه با نام علمی *Cannabis sativa L.* و نام انگلیسی کانابیس، گیاهی علفی، یکساله، دوپایه، از شاخه نهاندانگان، از راسته اورتیکال[2] و متعلق به خانواده کانابیناسه[3] است (فلورس-سانچز و ورپورته، ۲۰۰۸). شاهدانه گیاه بومی ایران است و در بیشتر مناطق کشور به‌صورت وحشی رشد کرده یا کشت می‌شود؛ بنابراین، تنوع ژنتیکی گسترده‌ای در ایران دارد. گیاه شاهدانه رشد سریع، توانایی رشد در اقلیم‌های گوناگون، توانایی مقاومت به خشکی و هجوم میکروبی، هزینه ماده اولیه کم و درصد زیست توده بالا، بازده بالای کشت، بازده بالای وزن خشک، نیاز کم به تقویت‌کننده‌ها، عدم‌نیاز به آفت‌کش‌ها، توانایی رشد در خاک‌های آلوده و جلوگیری از رشد عوامل بیماری‌زای خاک، تأثیر مثبت در تناوب زراعی و امکان بهبود کیفیت خاک را دارد (آمادوچی و همکاران، ۲۰۰۸؛ وان در ورف و تورونن، ۲۰۰۸؛ پیوتروسکی و کاروس، ۲۰۱۱؛ رحمان و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به ارزش غذایی شاهدانه و همچنین نیاز مبرم به تهیه داروهای مناسب در تسکین بیماری‌های مهم و فراگیر جهان از جمله ام اس، سرطان و ایدز این گیاه به‌عنوان یک گیاه دارویی مهم در جهت بهبود این بیماری‌ها شناخته می‌شود (ون‌باکل و همکاران، ۲۰۱۱). بذر شاهدانه نیز به‌عنوان منبعی غنی از پروتئین و روغن از دیرباز همواره مورد استفاده بشر بوده است. بذور شاهدانه از مغذی‌ترین دانه‌های جهان است و حاوی ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین، ۲۰ تا ۳۰ درصد کربوهیدرات، ۲۵ تا ۳۵ درصد روغن و ۱۰ تا ۱۵ درصد فیبر نامحلول و همچنین مقادیر مطلوب فسفر، پتاسیم، منیزیم، سولفور، کلسیم، آهن، روی و انواع ویتامین‌های A، C و E و همچنین مواد معدنی، بتا-کاروتن و آنتی اکسیدان است (اورهان و سنر، ۲۰۰۲).

برآورد نیاز آبی واقعی گیاهان می‌تواند قدمی جدی در بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی باشد و آینده روشنی را برای مدیریت اثر بخش آب در بخش کشاورزی به ارمغان آورد. در رابطه با برآورد نیاز آبی گیاهان به‌خصوص گیاهان دارویی، در چند سال اخیر تحقیقاتی در سطح کشور انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

راد و همکاران (۱۳۹۲) پژوهشی را با هدف تعیین ضریب گیاهی و نیاز آبی دو گونه اکالیپتوس در شرایط لایسیمتری در یزد انجام دادند. نتایج نشان داد میزان تبخیر-تعرق هر دو گونه کمتر از تبخیر-تعرق گیاه مرجع بوده و ضریب گیاهی به‌صورت میانگین، به‌ترتیب برابر ۰/۴۵ و ۰/۶۷ بدست آمد. هاشمی‌نسب و همکاران (۱۳۹۳) پژوهشی را به‌منظور برآورد ضرایب گیاهی و نیاز آبی گیاه دارویی همیشه بهار در اقلیم نیمه‌خشک کرمان انجام دادند. در آن پژوهش به‌منظور برآورد تبخیر-تعرق محصول از شش عدد لایسیمتر استفاده شد که در پنج لایسیمتر گیاه دارویی همیشه بهار و در یک لایسیمتر گیاه مرجع کشت شد. نتایج نشان داد، نیاز آبی گیاه همیشه بهار برابر با ۳۲۰/۶ میلی‌متر و مقادیر ضرایب گیاهی در چهار مرحله رشد ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب برابر با ۰/۷۱، ۱/۲۸، ۱/۵ و ۰/۶۶ بود. ریحانی و خاشعی (۱۳۹۴) آزمایشی را طی یک سال زراعی برای تعیین ضرایب گیاهی زیره سبز در منطقه بیرجند انجام دادند. در این تحقیق نیاز آبی زیره و تبخیر-تعرق گیاه مرجع با استفاده از لایسیمتر و به روش بیلان آب محاسبه گردید. در نهایت در پایان فصل رشد،

[2] . Urticales

[3] . Cannabacea

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر ضرایب گیاهی در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی برای این گیاه به‌ترتیب برابر ۰/۶۵، ۰/۹۲، ۱/۲۱ و ۰/۸۵ بدست آمد. زارعی و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی مراحل مختلف رشد گونه سیاه‌دانه و تعیین ضریب گیاهی آن با استفاده از میکرولایسیمترها پرداختند. نتایج نشان داد طول هر یک از چهار مرحله رشد به‌ترتیب برابر ۱۰، ۱۱، ۴۱ و ۲۳ روز و ضریب گیاهی برای این دوره‌ها به‌ترتیب برابر ۰/۷۵، ۱/۰۲، ۱/۲۱ و ۰/۸ بدست آمد. قوام سعیدی و همکاران (۱۳۹۸) پژوهشی را طی یک سال زراعی برای تعیین ضریب گیاهی چای ترش در منطقه بیرجند انجام دادند. در این پژوهش، نیاز آبی چای ترش و تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع با استفاده از لایسیمتر و به روش بیلان آب محاسبه شد. در نهایت در پایان فصل رشد، مقادیر ضرایب گیاهی در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی برای این گیاه به‌ترتیب برابر ۱/۲۶، ۱/۵۵، ۱/۸۱ و ۰/۹۶ برآورد شد.

مهدوی دامغانی و همکاران (۲۰۱۰) طی پژوهشی میزان میزان تبخیر-تعرق فصلی خشخاش را در منطقه کوردوبا اسپانیا برابر با ۵۰۵ میلی‌متر محاسبه کردند. حسن‌لی و پزانیتی (۲۰۱۳) به‌منظور تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی گوجه‌فرنگی در دشت شمال آدلاید استرالیا آزمایشی انجام دادند. میزان ضریب گیاهی در مراحل اولیه رشد بین ۰/۴۹ تا ۰/۶۱، در مرحله توسعه بین ۰/۵۳ تا ۱/۳۴، در مرحله رشد میانی بین ۱/۱۷ تا ۱/۳۸ و در مرحله رشد نهایی بین ۰/۷۱ تا ۰/۹۲ برآورد شد. همچنین میزان تبخیر-تعرق در طول فصل رشد گیاه، ۹۵۱ میلی‌متر برآورد شد. حسن و علی (۲۰۱۴) پژوهشی را بر روی گیاه گشنیز در منطقه ال بوستان مصر انجام دادند. در این تحقیق میزان تبخیر-تعرق پتانسیل با استفاده از تشتک تبخیر بدست آمد. نتایج نشان داد، میانگین تبخیر-تعرق پتانسیل و واقعی گیاه گشنیز به‌ترتیب برابر با ۱۱۵۲/۹ و ۱۳۲۲/۴ میلی‌متر بود. جعفر و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی دو ساله در لبنان، میزان ضریب گیاهی گونه دارویی Hyssop Biblical (Marjorana Syriaca) را به‌ترتیب برابر با ۰/۷۹ و ۰/۷۵ گزارش کردند. در این تحقیق، میزان تبخیر-تعرق گیاه مرجع (در طول دو سال آزمایش) برابر ۱۳۷۳ میلی‌متر (با استفاده از معادله هارگریوز) و میزان تبخیر-تعرق گیاه Hyssop Biblical برابر ۱۰۸۸ میلی‌متر محاسبه شد. پارادس و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی نیاز آبی، ضریب گیاهی و ضریب حساسیت به کم آبی سیب‌زمینی را در دو سال مطالعه کردند و بر اساس داده‌های گردآوری شده، مدل SIMDualKc را واسنجی و صحت‌سنجی کرده و توسعه دادند. نتایج نشان داد که برآورد دقیق نیاز آبی و مدیریت زمان کشت در کاهش آب آبیاری به‌صورت معنی‌داری نقش دارد و مدیریت آب مصرفی را بهبود می‌بخشد.

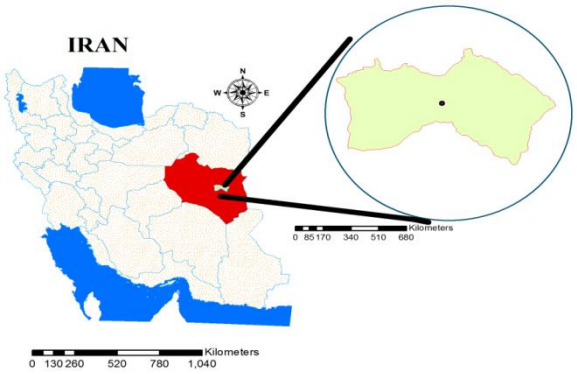
با توجه به اینکه شاهدانه گیاهی صنعتی و دارویی بوده و می‌تواند اهمیت زیادی در اقتصاد کشور به‌ویژه در بخش تولیدات دارویی داشته باشد و همچنین به‌دلیل اینکه اخیراً در مناطق مختلفی از کشور، کشت آن توسعه یافته و ضرایب گیاهی آن در مراحل مختلف رشد تاکنون در ایران و در سایر نقاط جهان، مطالعه، تعیین و گزارش نشده است لذا، این پژوهش با هدف تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی شاهدانه در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک بیرجند انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۷ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط بارندگی این منطقه کمتر از ۱۲۰ میلی‌متر و میانگین سالانه دمای آن ۱۶ درجه سانتی‌گراد است. شهرستان بیرجند با توجه به ضریب خشکی دومارتن که برای این منطقه کمتر از ۱۰ می‌باشد، دارای اقلیم خشک است (علیزاده، ۱۳۸۹). شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان

اجرای طرح به‌صورت کشت گیاه در لایسیمترهایی به قطر ۲۶ و ارتفاع ۳۱ سانتی‌متر صورت گرفت که در سه لایسیمتر (به‌عنوان سه تکرار) گیاه شاهدانه و در سه لایسیمتر دیگر، گیاه مرجع (چمن) کشت شد. به منظور سهولت در انجام عمل زهکشی در کف هر کدام از لایسیمترها به ارتفاع شش سانتی‌متر شن ریز و درشت ریخته شد و مابقی حجم آن توسط خاک مورد نظر به‌همراه کود پوسیده حیوانی به‌منظور رشد بهتر گیاه پر گردید. جهت تحکیم خاک قبل از کشت، دو نوبت خاک داخل لایسیمترها آبیاری شد و پس از نشست کامل مجدداً تا سطح مورد نظر با خاک پر شد. به‌منظور جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید و برقراری شرایطی مشابه با شرایط مزرعه، لایسیمترها در داخل خاک کارگذاری شدند. قبل از کاشت به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک درون لایسیمترها و همچنین خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده نمونه‌برداری صورت گرفت. نتایج مربوطه به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک درون لایسیمترها

بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	رطوبت حجمی ظرفیت زراعی (درصد)	رطوبت حجمی نقطه پژمردگی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)
لوم	۱/۴	۲۵/۰۶	۱۶/۵۲	۲/۸۱	۷/۸	۰/۴۹

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	SAR	کاتیون‌ها (میلی اکی‌والانت بر لیتر)				آنیون‌ها (میلی اکی‌والانت بر لیتر)			
			Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	Hco_3^{-}	Co_3^{2-}	So_4^{2-}
۱/۴	۸	۷/۵	۳/۵	۲/۷	۱۳/۳	۰/۰۸	۸/۸	۴/۹	۰	۶/۴

در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۶ کشت شاهدانه در داخل لایسیمترها صورت گرفت. در هر کدام از لایسیمتر ها به‌طور متوسط تعداد پنج عدد بذر شاهدانه به‌منظور بالا بردن شانس جوانه‌زنی بذر کشت گردید و سپس پس از سبز شدن اقدام به تنک کردن گیاه شد. همچنین در صورت مشاهده علف هرز و به‌منظور کنترل آن، به دفعات لازم وجین دستی صورت گرفت. در طی انجام آزمایش، آب زهکشی شده از لایسیمترها به‌صورت وزنی اندازه‌گیری و سپس به حجم و ارتفاع آب تبدیل شد. قبل از کاشت، رطوبت خاک مورد استفاده در محدوده ظرفیت زراعی با استفاده از صفحات فشاری اندازه‌گیری و سپس به‌صورت درصد حجمی تعیین گردید. اندازه‌گیری محتوای آب و

www.SID.ir

Archive of SID

خاک و تعیین نوبت آبیاری به‌صورت وزنی انجام شد، بدین صورت که رطوبت ظرفیت زراعی به‌عنوان رطوبت بهینه جهت وارد نیامدن تنش به گیاه در نظر گرفته شد و وزن مجموعه لایسیمتر و خاک در این رطوبت محاسبه گردید و سپس سعی شد که وزن لایسیمتر و در نتیجه رطوبت خاک در این حد حفظ شود.

ضریب گیاهی (K_C)

اگر تبخیر-تعرق پتانسیل مرجع (ET_O) و تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه (ET_C) موجود باشند، ضریب گیاهی به کمک رابطه ۱ قابل اندازه‌گیری خواهد بود (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \qquad (۱)$$

تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه شاهدانه (ET_C)

تبخیر-تعرق پتانسیل یک گیاه خاص را می‌توان با اندازه‌گیری مستمر تغییرات آب ذخیره شده در خاک داخل لایسیمتر و معادله بیلان آب در خاک بدست آورد. معادله بیلان آب در خاک، شامل میزان آب ورودی و خروجی به ناحیه ریشه گیاه در دوره‌های زمانی مشخص می‌باشد که اساس کار لایسیمتر وزنی است. آبیاری (I) و بارندگی (P)، منابع آب ورودی به محدوده توسعه ریشه گیاه محسوب می‌شوند. بخشی از آب آبیاری و بارندگی ممکن است به‌صورت رواناب سطحی (RO) و نفوذ عمقی (DP) تلف شده که موجب تغذیه سطح ایستابی می‌شود. همچنین امکان دارد، آب تحت صود مویینه‌ای (CR) از یک سطح ایستابی بالا به محدوده (عمق) توسعه ریشه گیاه انتقال یابد و یا حتی در جهت افقی، به‌صورت جریان زیرزمینی به محدوده توسعه ریشه گیاه وارد یا از آن خارج گردد (ΔSF). با این اوصاف در بسیاری از شرایط، به استثنای شیب‌های هیدرولیکی بالا، مقادیر (ΔSF) ناچیز بوده و قابل صرف‌نظر است. تبخیر از خاک و تعرق از گیاه موجب تخلیه آب خاک محدوده توسعه ریشه گیاه می‌شوند. چنانچه به جزء تبخیر-تعرق، تمامی جریان‌ها قابل برآورد باشند، تبخیر-تعرق می‌تواند بر مبنای تغییر مقدار آب خاک (ΔSW) در طول یک دوره مشخص به‌صورت رابطه ۲ محاسبه گردد:

$$ET = I + P - RO - DP + CR \pm \Delta SF \pm \Delta SW \qquad (۲)$$

با توجه به اینکه لایسیمتر یک محیط بسته است و انتقال آب از محیط اطراف به داخل آن امکان‌پذیر نبوده و تمام آب رسیده به سطح زمین به داخل آن نفوذ می‌کند، بنابراین میزان رواناب سطحی صفر خواهد بود. لذا در مطالعات نیاز آبی، معادله بیلان آب در خاک برای یک محیط بسته مانند لایسیمتر به‌صورت رابطه ۳ در نظر گرفته می‌شود (آلن و همکاران، ۱۹۹۸):

$$ET_C = I + P - D \pm \Delta S \qquad (۳)$$

که در آن:

ET_C: تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه شاهدانه (میلی‌متر بر روز) ، I: آب آبیاری (میلی‌متر) ،P: میزان بارندگی (میلی‌متر) ، D: آب زهکشی شده (میلی‌متر) و ΔS: تغییرات رطوبت خاک در دوره معین (میلی‌متر) می‌باشند. به‌طور معمول معادله بیلان آب در خاک می‌تواند شدت تبخیر-تعرق را در دوره‌های طولانی (هفته‌ای یا ده روزه) برآورد کند (صابری و همکاران، ۱۳۹۴).

تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET_O)

در این پژوهش، روشی که برای محاسبه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع (چمن معمول برای فضای سبز با ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر) استفاده شد، شامل اندازه‌گیری مستقیم تبخیر-تعرق چمن با خصوصیات ذکر شده بود. بدین صورت که در طی زمان فصل رشد گیاه، تبخیر-تعرق چمن مشابه با تبخیر-تعرق گیاه شاهدانه اندازه‌گیری و به‌عنوان تبخیر-تعرق پتانسیل لحاظ گردید.

نتایج و بحث

اطلاع از میزان تبخیر-تعرق و یا میزان آب مصرفی گیاه اساس یک برنامه‌ریزی آبیاری را تشکیل می

www.SID.ir

Archive of SID

دهد. بدون اطلاع از این موضوع یا کمتر از نیاز واقعی گیاه، آب در اختیار گیاه قرار گرفته و عملکرد گیاه را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد و یا بیشتر از نیاز واقعی گیاه بوده و تلفات آب را به‌دنبال دارد. یکی از بهترین راهکارهای ارائه شده در رابطه با بررسی نیاز آبی گیاهان، برآورد ضرایب گیاهی در مراحل مختلف رشد گیاه می‌باشد. با تجزیه و تحلیل داده های لایسیمتری، مقادیر تبخیر-تعرق پتانسیل مرجع، تبخیر-تعرق پتانسیل و ضریب گیاهی شاهدانه به‌صورت ده روزه در طی دوره رشد گیاه در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد، مقادیر سالانه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع و تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه شاهدانه در طی دوره رشد گیاه به‌ترتیب برابر ۸۹۹/۶ و ۶۸۸/۸۹ میلی‌متر بود. بر اساس داده‌های موجود در جدول ۳، میزان تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع از دهه اول تا دهه دهم روندی افزایشی و پس از آن تا آخر دوره رشد گیاه روندی کاهشی داشته است. همچنین میزان تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه دارویی شاهدانه از دهه اول تا دهه دوازدهم روندی افزایشی و در ادامه روندی کاهشی داشته است. ضرایب گیاهی نیز، از ابتدای دوره تا دهه سیزدهم افزایشی و پس از آن تا آخر دوره رشد گیاه کاهشی بوده است. نتایج این بخش با نتایج بسیاری از پژوهشگران دیگر روی سایر گیاهان دارویی مطابقت دارد که از این میان می‌توان به پژوهش هاشمی‌نسب و همکاران (۱۳۹۳) روی گیاه دارویی همیشه بهار و صابری و همکاران (۱۳۹۶) روی گیاه دارویی اجغون اشاره نمود.

به‌طور کلی ضریب گیاهی در چهار مرحله رشد، شامل مرحله ابتدایی رشد (از زمان کاشت تا زمانی که گیاه ۱۰ درصد سطح زمین را بپوشاند)، مرحله توسعه گیاه (از انتهای مرحله ابتدایی تا زمانی که گیاه به حداکثر رشد خود رسیده و حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد سطح زمین را در بر گیرد)، مرحله میانی (از انتهای مرحله توسعه تا زمانی که گیاه شروع به رسیدن کند مثلاً برگ‌ها زرد شوند یا بریزند) و مرحله نهایی (از انتهای مرحله میانی تا زمان برداشت محصول) مورد محاسبه قرار می‌گیرد. به‌طور کلی ضریب گیاهی اثر متفاوت بودن ویژگی‌های یک محصول و سطح چمن با ظاهر ثابت و پوشش گیاهی کامل را در یک ضریب می‌گنجاند (آلن و همکاران، ۱۹۹۸)؛ بنابراین انواع محصولات دارای ضرایب گیاهی متفاوتی هستند. ضریب گیاهی به‌طور عمده به ویژگی‌های گیاه و به‌طور محدودتر به اقلیم هر منطقه بستگی دارد که این امر بیانگر لزوم استفاده از ضرایب گیاهی استاندارد در مناطق و اقلیم‌های مختلف می‌شود. ضرایب گیاهی شاهدانه در چهار مرحله رشد گیاه شامل مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی برآورد شد که مقادیر حاصل از آن در جدول ۴ ارائه شده است. همچنین طول دوره رشد در هر مرحله به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۵۵، ۷۵ و ۲۰ روز و کل دوره رشد گیاه برابر با ۱۸۰ روز می‌باشد که این مقدار بسته به منطقه کشت گیاه متفاوت خواهد بود.

نمودار تغییرات تبخیر-تعرق پتانسیل چمن و تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه شاهدانه در شکل ۲ آمده است. همان‌طور که مشخص است، در ابتدای دوره رشد گیاه، اختلاف بین تبخیر-تعرق پتانسیل چمن و تبخیر-تعرق پتانسیل شاهدانه زیاد بوده ولی در اواخر دوره رشد، این اختلاف کم می‌شود. حداقل و حداکثر مقادیر متوسط تبخیر-تعرق پتانسیل مرجع به‌ترتیب برابر ۲۸/۸ و ۶۱/۳ میلی‌متر و تبخیر-تعرق پتانسیل شاهدانه برابر ۹/۴ و ۶۵/۲۱ میلی‌متر در طی دوره‌های ۱۰ روز بود. تبخیر-تعرق پتانسیل شاهدانه در مرحله ابتدایی به‌دلیل رشد کم و کوچک بودن گیاه، پایین بوده و سپس در مرحله توسعه با افزایش رشد گیاه، افزایش شاخص سطح‌برگ و افزایش تعرق، افزایش یافته است. در مرحله میانی به‌دلیل توسعه اندام هوایی گیاه و پرشدن دانه‌ها، میزان تبخیر-تعرق پتانسیل شاهدانه به حداکثر مقدار خود رسیده و به تدریج در مرحله پایانی روند کاهشی داشته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی ده روزه شاهدانه در سال ۱۳۹۶

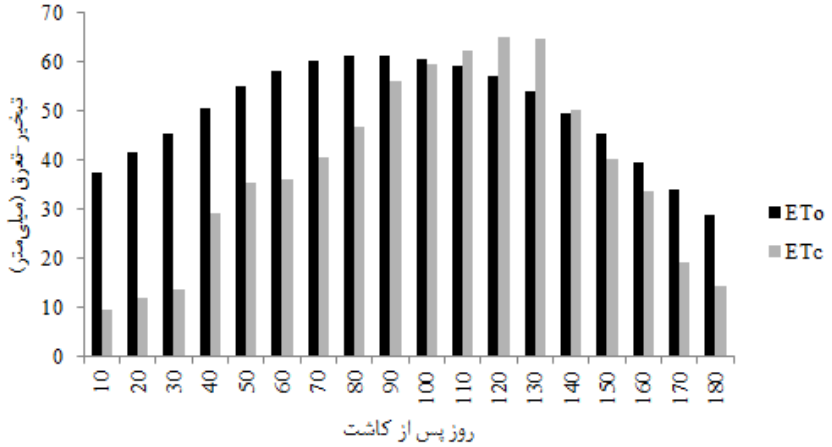
دهه	تبخیر-تعرق پتانسیل مرجع (میلی‌متر)	لایسیمتر ۱		لایسیمتر ۲		لایسیمتر ۳		متوسط	
		تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه (میلی‌متر)	ضریب گیاهی	تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه (میلی‌متر)	ضریب گیاهی	تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه (میلی‌متر)	ضریب گیاهی	تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه (میلی‌متر)	ضریب گیاهی
۱	۳۷/۶	۸/۶۵	۰/۲۳	۹/۴	۰/۲۵	۱۰/۱۵	۰/۲۷	۹/۴۰	۰/۲۵
۲	۴۱/۵	۱۲/۴۵	۰/۳	۱۱/۲۱	۰/۲۷	۱۲/۰۴	۰/۲۹	۱۱/۹	۰/۲۹
۳	۴۵/۴	۱۴/۰۷	۰/۳۱	۱۳/۱۷	۰/۲۹	۱۴/۰۷	۰/۳۱	۱۳/۷۷	۰/۳۰
۴	۵۰/۵	۲۳/۷۴	۰/۴۷	۳۱/۳۱	۰/۶۲	۳۲/۳۲	۰/۶۴	۲۹/۱۲	۰/۵۸
۵	۵۵/۱	۳۰/۸۶	۰/۵۶	۳۶/۹۲	۰/۶۷	۳۸/۰۲	۰/۶۹	۳۵/۲۶	۰/۶۴
۶	۵۸/۳	۳۴/۹۸	۰/۶	۳۷/۳۱	۰/۶۴	۳۶/۱۵	۰/۶۲	۳۶/۱۵	۰/۶۲
۷	۶۰/۴	۳۹/۸۶	۰/۶۶	۴۰/۴۷	۰/۶۷	۴۱/۶۸	۰/۶۹	۴۰/۶۷	۰/۶۷
۸	۶۱/۱	۴۵/۲۱	۰/۷۴	۴۷/۰۵	۰/۷۷	۴۷/۶۶	۰/۷۸	۴۶/۶۴	۰/۷۶
۹	۶۱/۳	۵۴/۵۶	۰/۸۹	۵۶/۴۰	۰/۹۲	۵۷/۶۲	۰/۹۴	۵۶/۱۹	۰/۹۲
۱۰	۶۰/۵	۵۸/۶۹	۰/۹۷	۶۰/۵۰	۱	۵۹/۹	۰/۹۹	۵۹/۶۹	۰/۹۹
۱۱	۵۹/۳	۶۱/۶۷	۱/۰۴	۶۲/۸۶	۱/۰۶	۶۲/۲۷	۱/۰۵	۶۲/۲۷	۱/۰۵
۱۲	۵۷/۲	۶۳/۴۹	۱/۱۱	۶۶/۳۵	۱/۱۶	۶۵/۷۸	۱/۱۵	۶۵/۲۱	۱/۱۴
۱۳	۵۴	۶۴/۲۶	۱/۱۹	۶۵/۸۸	۱/۲۲	۶۳/۷۲	۱/۱۸	۶۴/۶۲	۱/۲۰
۱۴	۴۹/۷	۵۰/۲۰	۱/۰۱	۵۱/۱۹	۱/۰۳	۴۹/۷	۱	۵۰/۳۶	۱/۰۱
۱۵	۴۵/۴	۳۹/۵۰	۰/۸۷	۴۰/۴۱	۰/۸۹	۴۰/۸۶	۰/۹	۴۰/۲۵	۰/۸۹
۱۶	۳۹/۶	۳۳/۲۶	۰/۸۴	۳۴/۴۵	۰/۸۷	۳۳/۶۶	۰/۸۵	۳۳/۷۹	۰/۸۵
۱۷	۳۳/۹	۱۷/۹۷	۰/۵۳	۱۹/۳۲	۰/۵۷	۲۰	۰/۵۹	۱۹/۱	۰/۵۶
۱۸	۲۸/۸	۱۴/۱۱	۰/۴۹	۱۴/۴۰	۰/۵	۱۴/۹۸	۰/۵۲	۱۴/۵	۰/۵۰
جمع	۸۹۹/۶	۶۶۷/۵۳	–	۶۹۸/۵۸	–	۷۰۰/۵۶	–	۶۸۸/۸۹	–

جدول ۴- مقادیر ضرایب گیاهی شاهدانه در مراحل مختلف رشد و طول دوره رشد

مراحل رشد	طول دوره (روز)	تاریخ		ضریب گیاهی			
		شروع	پایان	لایسیمتر ۱	لایسیمتر ۲	لایسیمتر ۳	متوسط
ابتدایی	۳۰	۹۶/۰۲/۱۵	۹۶/۳۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۲۸
توسعه	۵۵	۹۶/۰۳/۱۴	۹۶/۰۵/۰۶	۰/۶۳	۰/۷۰	۰/۷۱	۰/۶۸
میانی	۷۵	۹۶/۰۵/۰۷	۹۶/۰۷/۱۹	۱/۰۰	۱/۰۳	۱/۰۱	۱/۰۱
انتهایی	۲۰	۹۶/۰۷/۲۰	۹۶/۰۸/۰۹	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۵۴

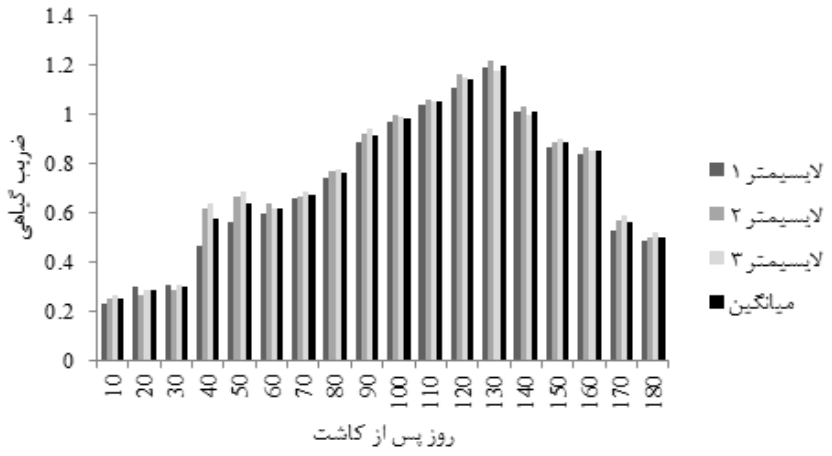
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- متوسط تبخیر-تعرق پتانسیل و واقعی شاهدانه در طی دوره رشد

نمودار تغییرات ضریب گیاهی ۱۰ روزه شاهدانه مربوط به هر کدام از لایسیمترها به‌همراه میانگین آن‌ها در طی دوره رشد گیاه، در شکل ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد، حداقل و حداکثر مقادیر متوسط ضریب گیاهی شاهدانه به‌ترتیب برابر ۰/۲۵ (در دوره ابتدایی) و ۱/۲۰ (در دوره میانی) برآورد شد. همان‌طور که مشخص است، ضریب گیاهی شاهدانه در مرحله ابتدایی رشد تقریباً ثابت بوده و سپس در مرحله توسعه شروع به افزایش پیدا کرده و تا آغاز مرحله میانی رشد ادامه داشته است و پس از آن در مرحله میانی به حداکثر مقدار خود رسیده و در نهایت در مرحله انتهایی رشد ضریب گیاهی کاهش یافته است. با توجه به نتایج این بخش می‌توان اظهار نمود که به‌علت تغییرات زیاد شرایط اقلیمی مانند دمای هوا، رطوبت هوا، سرعت باد، تابش خورشیدی و سایر عوامل موثر بر تبخیر-تعرق، طول دوره‌های رشد گیاه شاهدانه ثابت نبوده و برای اینکه طول مراحل چهارگانه رشد گیاه از قطعیت بیشتری برخوردار باشد، نیاز به تحقیقات بیشتر در شرایط آب و هوایی متفاوت می‌باشد.



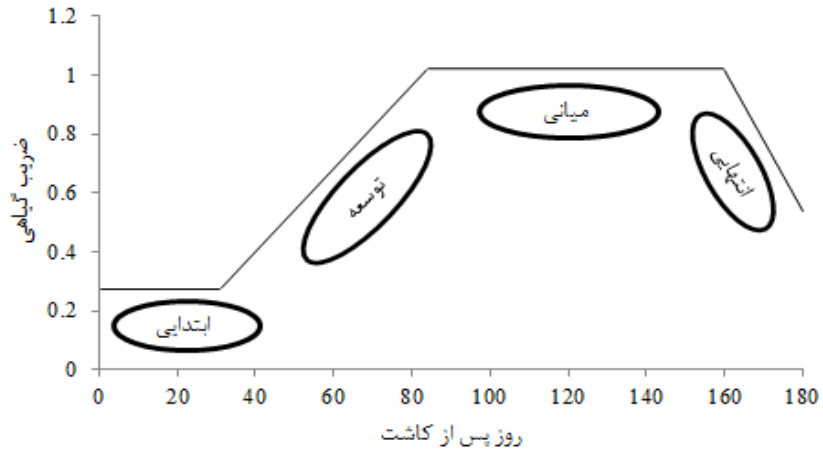
شکل ۳- مقادیر ضریب گیاهی شاهدانه مربوط به هر کدام از لایسیمترها در طی دوره رشد

بر اساس روش پیشنهادی فائو برای تعیین ضریب گیاهی و استفاده از آن جهت تبدیل تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع به تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مورد نظر برای دوره رشد گیاه، منحنی تغییرات ضریب گیاهی رسم شد تا در هر مرحله از رشد، ضریبی متناسب با همان مرحله اعمال شود. برای رسم این منحنی در مراحل ابتدایی و میانی از روش

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین‌گیری استفاده شد. همچنین تغییرات ضریب گیاهی در مراحل توسعه و پایانی با توجه به مقدار ضریب گیاهی بدست آمده در ابتدا و انتهای هر مرحله از رشد و در نهایت با بدست آوردن معادله خط قابل ترسیم است. در نشریه فائو ۵۶، ضریب گیاهی ارائه شده در مرحله پایانی نیز مربوط به آخرین روز از دوره رشد می‌باشد. منحنی ضریب گیاهی شاهدانه مطابق با روش ارائه شده در نشریه فائو ۵۶ در شکل ۴ ارائه شده است.



شکل ۴- تغییرات ضریب گیاهی شاهدانه در مراحل چهارگانه رشد

نتیجه‌گیری

با توجه به کمبود منابع آب و تغییر اقلیم دوره های آتی، توجه به گیاهان دارویی و برآورد پارامترهای مورد نیاز آن‌ها مانند نیاز آبی و ضریب گیاهی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا در این پژوهش، گیاه دارویی شاهدانه مورد بررسی قرار گرفت و نیاز آبی آن در منطقه خشک و نیمه‌خشک بیرجند برآورد گردید. با توجه به عمق توسعه ریشه گیاه در لایسیمترهایی به قطر ۲۶ و ارتفاع ۳۱ سانتی‌متر، بذر چمن فضای سبز کاشته شد و نیاز آبی آن به عنوان تبخیر-تعرق مرجع در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد، مقدار نیاز آبی گیاه شاهدانه در طی دوره رشد گیاه برابر ۶۸۸/۸۹ میلی‌متر بود. همچنین طول دوره‌های مختلف رشد و مقادیر ضرایب گیاهی در مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۵۵، ۷۵ و ۲۰ روز و ۰/۲۸، ۰/۶۸، ۱/۰۱ و ۰/۵۴ حاصل شد. از سویی، با استفاده از ضرایب گیاهی بدست آمده در این پژوهش که تاکنون به‌صورت تجربی برای منطقه بیرجند ارائه نشده است و همچنین محاسبه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع توسط نرم‌افزارهایی مانند AGWAT، CROPWAT، PEF-ET و غیره، برآورد نیاز آبی گیاه شاهدانه امکان‌پذیر بوده و می‌تواند در مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری این گیاه در منطقه خشک و نیمه‌خشک بیرجند و مناطقی با شرایط آب و هوایی مشابه استفاده شود. همچنین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی بجای کاشت چمن در لایسیمتر، تبخیر-تعرق گیاه مرجع به کمک معادله پنمن-مانتیث محاسبه شود و با نتایج این پژوهش مقایسه گردد.

فهرست منابع

۱. راد، م.ه.، عصاره، م.ح.، سلطانی، م. و تجملیان، م. ۱۳۹۲. تعیین نیاز آبی، ضریب گیاهی و کارایی آب در دو گونه اکالیپتوس در شرایط لایسیمتری. نشریه پژوهش آب ایران، ۷ (۱۲): ۷۸-۷۱.

www.SID.ir

Archive of SID

۲. ریحانی، ن. و خاشعی سیوکی، ع. ۱۳۹۴. برآورد ضریب گیاهی زیره سبز در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند. نشریه آب و خاک، ۲۹ (۵): ۱۰۵۶-۱۰۴۷.

۳. سفیدکن، ف. ۱۳۸۷. برنامه راهبردی تحقیق پژوهش‌های گیاهان دارویی. موسسه تحقیقات، جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی، وزرات جهاد کشاورزی، ۴۰ صفحه.

۴. صابری، ا.، رضایی، ف. و خاشعی سیوکی، ع. ۱۳۹۶. برآورد ضریب گیاهی اجغون (*Trachyspermum ammi*) در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۱ (۳): ۳۹۸-۳۸۹.

۵. صارمی، م.، فرهادی، ب.، ملکی، ع. و فراستی، م. ۱۳۹۴. تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی عدس به روش بیلان آبی (مطالعه موردی: خرم‌آباد). نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، ۶ (۲): ۹۸-۸۷.

۶. علیزاده، ا. ۱۳۸۹. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ بیست و هشتم، مشهد، ایران، ۸۶۶ صفحه.

۷. قوام سعیدی نوقابی، س.، خاشعی سیوکی، ع. و حمامی، ح. ۱۳۹۸. برآورد ضریب گیاهی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa L.*) در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند. نشریه آب و خاک، ۳۳ (۱): ۱۱-۱.

۸. هاشمی‌نسب، فریده السادات.، موسوی بایگی، م.، علیزاده، ا. و بختیاری، ب. ۱۳۹۳. برآورد ضرایب گیاهی و نیاز آبی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis L.*) در اقلیم نیمه‌خشک کرمان. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۲ (۲): ۶۹-۶۲.

9. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No 56. Rome, Italy, 300 p.
10. Amaducci, S., Zatta, A., Pelatti, F., and Venturi, G. 2008. Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) fibre and implication for an innovative production system. Field Crops Research, 107(2): 161-169.
11. Flores-Sanchez, I.J., and Verpoorte, R. 2008. Secondary metabolism in cannabis. Phytochemistry Reviews, 7(3): 615-639.
12. Hassan, F.A.S., and Ali, E.F. 2014. Impact of different water regimes based on class-A pan on growth, yield and oil content of *Coriandrum sativum L.* plant. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 13(2): 155-161.
13. Hassanli, A.M., and Pezzaniti, D. 2013. Crop Irrigation scheduling in South Australia, A case study. Water Journal, 40(4): 92–97.
14. Jaafar, H., Khraizat, Z., Bashour, I., and Haidar, M. 2017. Determining water requirements of biblical hyssop using an ET-based drip irrigation system. Agricultural Water Management, 180: 107-117.
15. Mahdavi-Damghani, A., Kamkar, B., Al-Ahmadi, M.J., Testi, L., Muñoz-Ledesma, F.J., and Villalobos, F.J. 2010. Water stress effects on growth, development and yield of opium poppy *(Papaver somniferum L.)*. Agricultural Water Management, 97(10): 1582-1590.
16. Orhan, I., and Sener, B. 2002. Fatty acid content of selected seed oils. Journal of Herbal Pharmacotherapy, 2(3): 29-33.
17. Paredes, P., D'Agostino, D., Assif, M., Todorovic, M., and Pereira, L.S. 2018. Assessing potato transpiration, yield and water productivity under various water regimes and planting dates using the FAO dual Kc approach. Agricultural Water Management, 195: 11-24.
18. Piotrowski, S., and Carus, M. 2011. Ecological benefits of hemp and flax cultivation and products. Nova Institute, 5: 1-6.
19. Rehman, M.S.U., Rashid, N., Saif, A., Mahmood, T., and Han, J.I. 2013. Potential of bioenergy production from industrial hemp (Cannabis sativa): Pakistan perspective. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 18: 154-164.

www.SID.ir

Archive of SID

20. Van Bakel, H., Stout, J.M., Cote, A.G., Tallon, C.M., Sharpe, A.G., Hughes, T.R., and Page, J.E. 2011. The draft genome and transcriptome of Cannabis sativa. Genome Biology, 12(10): R102.
21. Van der Werf, H.M., and Turunen, L. 2008. The environmental impacts of the production of hemp and flax textile yarn. Industrial Crops and Products, 27(1): 1-10.

www.SID.ir