

تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی کارلا (خربزه تلخ) در منطقه سیستان

میثم عمرزهی^۱، موسی حسام^۲، حلیمه پیری^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۱

چکیده

از مسائل مهم مدیریت آب، ارزیابی و تعیین نیاز آبی گیاهان است. جهت تدوین برنامه آبیاری مناسب و مدیریت کارآمد، تعیین ضریب گیاهی و نیاز آبی ضروری می‌باشد. در این تحقیق به منظور تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی گیاه کارلا (خربزه تلخ) که از جمله گیاهان دارویی مهم می‌باشد، آزمایشی در سال ۱۳۹۸ در شرایط اقلیمی خشک شهرستان زهک (استان سیستان و بلوچستان) با استفاده از روش بیلان آبی در لایسیتراهای زهکش دار طراحی و اجرا شد. به منظور انجام آزمایش از چهار لایسیترا زهکش دار موجود در مرکز تحقیقات کشاورزی زهک استفاده گردید. لایسیتراها از جنس فایبرگلاس با قطر ۵۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر در مرکز محدوده‌ای با وسعت ۲۵×۲۰ متر کار گذاشته شدند. در دو لایسیترا گیاه کارلا کشت شد و در دو لایسیترا مشابه دیگر گیاه مرجع (یونجه) کشت شد. کلیه عملیات کاشت، داشت به صورت بهینه انجام و در طول آزمایش سعی شد با انجام آبیاری به موقع، رطوبت خاک از حد رطوبت سهل الوصول کمتر نگردد تا در طول دوره رشد، حتی الامکان گیاه دچار تنش رطوبتی نشود. این آزمایش طی یک فصل زراعی از تاریخ ۳ اردیبهشت تا ۲۷ تیر به مدت ۸۸ روز انجام شد. میزان نیاز آبی کارلا بین هر دو نوبت آبیاری متوالی با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک تعیین شد. میزان نیاز آبی کارلا در طی یک فصل آزمایش برابر ۹۱۵/۱۵ میلی‌متر بدست آمد. همچنین میانگین ضرایب گیاهی چهار مرحله رشد ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی در یک فصل آزمایش در مدت ۸۸ روز دوره رشد کارلا (خربزه تلخ) به ترتیب ۰/۸۱، ۰/۹۱۵، ۱/۰۵ و ۰/۶۲۵ محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی: ضریب گیاهی، کارلا، گیاه مرجع، لایسیترا

مقدمه

است که حاوی ترپن‌ها، پروتئین‌ها و استروئیدها است. میوه و بذر کارلا به طور سنتی به عنوان گیاه دارویی ضد ویروس ایدز، زخم معده، دیابت و تومور می‌باشد (Shibib et al., 1993). ترکیب‌های شبه انسولین موجود در دانه و میوه گیاه کارلا در درمان دیابت نوع ۱ و ترکیب‌های شناخته شده به عنوان گلیکوزیدهای اولئونولیک اسید ۹ در درمان دیابت نوع ۲ تأثیر دارد (Choudhary et al., 2012). گیاه دارویی کارلا برای اولین بار در ایران در سال ۱۳۸۷ در شهرستان کنارک استان سیستان و بلوچستان و در سطح یک هکتار کشت شد. سطح زیر کشت این گیاه در سال ۱۳۹۵ در استان سیستان و بلوچستان بیش از شش هکتار بوده است که از هر هکتار بیش از ۱۵ تن میوه برداشت شده است (سرتیپ و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به اثرات سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، در سال‌های اخیر صنایع داروسازی، پزشکان و گروه‌های تحقیقاتی بسیاری از کشورها توجه خود را به منابع طبیعی و گیاهان دارویی معطوف ساخته‌اند، به طوری که هم‌اکنون مزارع وسیع آزمایشی و تولیدی گیاهان دارویی وجود دارد که با افزایش مصرف آن‌ها نیاز به توسعه کشت، مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح، ضروری می‌باشد. با توجه به افزایش جمعیت دنیا و نیاز

کارلا (خربزه تلخ) با نام علمی (*Momordica Charantia L.*) از خانواده‌ی کدوئیان (Cucurbitaccac) گیاهی گرمسیری است که در سراسر جهان پراکندگی دارد و مناطق عمده‌ی کشت آن شرق آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی است (حیدری و مبصری‌مقدم، ۱۳۹۲). گرچه همه قسمت‌های دانه، برگ و ساقه دارای خاصیت دارویی هستند و مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما میوه مهمترین بخش گیاه است که برای کنترل دیابت استفاده می‌شود. مشخص شده است که محتوای تغذیه‌ای بخش‌های خوراکی گیاه کارلا می‌تواند با استفاده از کود نیتروژن، فسفر و پتاسیم افزایش یافته و باعث افزایش مقدار پروتئین، ویتامین C و مقدار کلروفیل شود (Assubaie and El-Garawany, 2004). کارلا شامل مواد فتوشیمیایی فعال بیولوژیکی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل

(Email: H_piri2880@uoz.ac.ir

*) نویسنده مسئول:

تبخیر-تعرق روزانه پنبه با اندازه‌گیری درجه حرارت هوا، شیب فشار بخار آب، تابش خالص و حرارتی شار خاک در لایه‌های نزدیک سطح بالاتر از سطح تبخیر و با استفاده از روش توازن انرژی و تبخیر-تعرق روزانه گیاه مرجع براساس داده‌های هواشناسی جمع‌آوری شده از ایستگاه هواشناسی با روش فائو ۵۶ به‌دست آمد. مقدار متوسط تبخیر-تعرق پنبه ۷۳۵ میلی‌متر اندازه‌گیری و مقدار متوسط ضریب گیاهی برای مراحل اولیه، میانی و پایانی به ترتیب ۰/۷۵، ۱/۰۹ و ۰/۸ به‌دست آمد (Bezerra et al., 2012). قوام سعیدی نوقابی و همکاران (۱۳۹۸) ضرایب گیاهی چای ترش را با استفاده از لایسیمتر در بیرجند اندازه‌گیری کردند. مقدار ضریب گیاهی در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی برای گیاه چای ترش ۱/۲۶، ۱/۵۵، ۱/۸۱ و ۰/۹۶ به‌دست آمد. لیو و لوو مطالعه‌ای به‌منظور ارزیابی ضریب گیاهی دو جزئی در تعیین مقدار تبخیر-تعرق واقعی آزمایشی بر روی گندم پاییزه و ذرت در شمال چین با استفاده از داده‌های لایسیمتری انجام دادند. ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد برای گندم به ترتیب ۰/۸، ۱/۱۵، ۱/۲۵ و ۰/۹۵ و برای ذرت ۰/۹، ۰/۹۵، ۱/۲۵ و ۱ به‌دست آمد (Liu and Luo, 2010). بافکار و همکاران (۱۳۹۲) ضریب گیاهی ذرت دانه‌ای در ماهیدشت کرمانشاه را با استفاده از خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه برآورد کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد ضرایب برای مراحل ابتدایی، میانی و انتهایی رشد در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۰/۵، ۱/۲۲ و ۰/۸۹ می‌باشد. ابراهیمی پاک و غالبی (۱۳۹۳) تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی چغندرقد در شهرکرد را با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار تعیین و با مقادیر تجربی مقایسه کردند. نتایج نشان داد که میزان تبخیر-تعرق گیاه مرجع از لایسیمتر در دوره رشد گیاه چغندرقد برابر با ۱۱۲۳/۰۳ میلی‌متر بود و از بین روش‌های تجربی، روش بلینی‌کریدل، فائو ۲۴، پنمن‌مانتیث و فائو ۵۶ از دقت بیشتری در برآورد برخوردار بودند. ضریب گیاهی چغندرقد در مراحل رشد ابتدایی، توسعه گیاه، میانی و نهایی به ترتیب برابر با ۰/۷۲، ۰/۸۱، ۰/۷ و ۰/۴ شد و متوسط آن در کل دوره رشد گیاه چغندرقد برابر ۰/۸۹ بود.

با توجه به این که گیاه کارلا یکی از مهمترین گیاهان دارویی منطقه سیستان محسوب می‌شود که کشاورزان به‌تدریج نسبت به کشت آن اقدام کرده‌اند و سطح زیر کشت آن در حال زیاد شدن است و بررسی‌ها نشان داده است که تاکنون ضرایب گیاهی و نیاز آبی این گیاه در این منطقه و مناطق دیگر کشور تعیین و گزارش نشده است، این تحقیق با هدف تعیین ضرایب گیاهی کارلا با استفاده از روش لایسیمتری (بیلان آبی) در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک سیستان انجام گرفت.

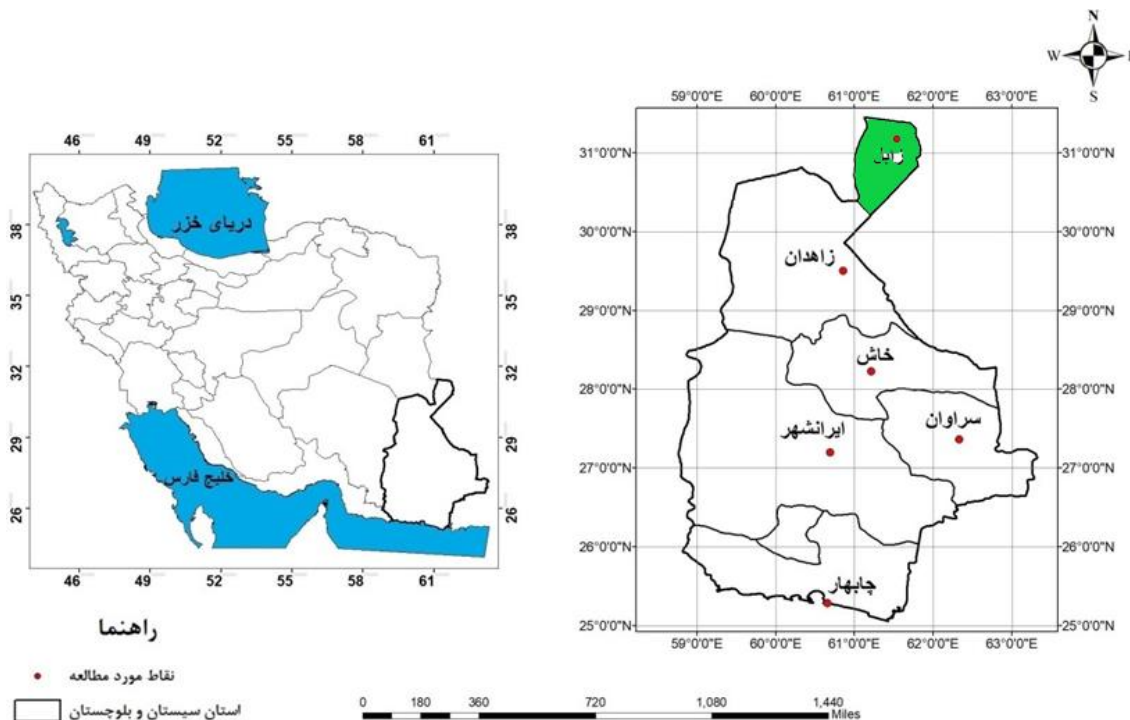
روزافزونی که صنایع داروسازی به گیاهان دارویی به‌عنوان مواد اولیه دارو دارند، تحقیق بیشتر پیرامون این دسته از گیاهان ضروری و بررسی راه‌کارهای مختلف جهت افزایش عملکرد این گیاهان از اهمیت بالایی برخوردار است.

در سال‌های اخیر کمبود بارندگی، آب را به یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل کرده است. استفاده بی‌رویه و خشکسالی‌های اخیر باعث ایجاد مشکلات زیادی در مدیریت منابع آب شده است. از این رو برای جلوگیری و خروج از بحران آب به مدیریت مناسب کشاورزی و منابع آب نیاز است. یکی از پارامترهای مهم در این راستا، تعیین تبخیر-تعرق و نیاز آبی محصولات کشاورزی در هر منطقه برای به‌کارگیری در انتخاب میزان و رژیم آبیاری مناسب است. از آنجایی که عوامل بسیار زیادی در تبخیر تعرق دخالت دارند، برآورد دقیق آن اگر نتوان گفت که غیرممکن است، کاری بسیار مشکل می‌باشد (کسافی و کشمیری، ۱۳۹۰). برای تعیین نیاز آبی گیاهان به‌طور کلی دو راه وجود دارد: اول این که با محاسبه تبخیر-تعرق گیاه مرجع (ET_0) و استخراج ضریب گیاهی (K_c) محصول مورد نظر و ضرب این دو مقدار در یکدیگر تبخیر-تعرق گیاهی (ET_c) را محاسبه نمود. روش دوم، روش مستقیم با انجام آزمایش‌های لایسیمتری است که هر چند دارای هزینه‌های سنگین‌تری است، چون تقریباً بیانگر تمام عوامل تأثیرگذار بر نیاز آبی است، دقیق‌تر می‌باشد (برومندنسب و همکاران، ۱۳۸۵). شناخت رفتار و خصوصیات پوشش گیاهی غیرمرجع در مقایسه با پوشش گیاهی مرجع اولین قدم، در برآورد تبخیر-تعرق گیاهان زراعی است. ضریب گیاهی بیان‌کننده اثرات پوشش گیاهی و رطوبت خاک گیاه غیرمرجع نسبت به گیاه مرجع است (Doorenbos et al., 1977). ضریب گیاهی به‌طور عمده به-ویژگی‌های گیاه و به‌طور محدودتر، به اقلیم بستگی دارد و همین ویژگی موجب به‌کارگیری ضرایب گیاهی استاندارد در مناطق و اقلیم‌های گوناگون و پذیرش آن به‌عنوان شاخصی مهم در محاسبات مربوط به نیاز آبی گیاهان شده است (Grattan et al., 1988). تحقیقات زیادی در خصوص تعیین ضرایب گیاهی و مقدار نیاز آبی گیاهان مختلف انجام شده است. صارمی و همکاران (۱۳۹۴) ضرایب گیاهی و نیاز آبی گیاه عدس را به‌روش بیلان آبی در منطقه خرم‌آباد اندازه‌گیری کرد. مقدار کل تبخیر-تعرق عدس و چمن در طول دوره رشد عدس به ترتیب ۴۷۶ و ۵۶۸ میلی‌متر تعیین شد. همچنین میانگین ضریب گیاهی عدس در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به ترتیب ۰/۴۵، ۰/۸۹، ۱/۱۹ و ۰/۵۶ به‌دست آمد. بزرا و همکاران طی سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ با هدف تعیین تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی پنبه آزمایشی در اراضی نیمه‌خشک برزیل انجام دادند. در این تحقیق محصول پنبه با استفاده از یک سیستم آبیاری بارانی سه تا چهار بار در هفته آبیاری شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک انجام شد که در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل در طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه

شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا قرار دارد. این منطقه بر اساس اقلیم‌نمای آمبرژه دارای اقلیم گرم و خشک می‌باشد. شکل ۱ منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



اندازه‌گیری گردید. پس از نشست کامل مجدداً لایسیمتر تا سطح مورد نظر با خاک پر گردید. سپس در دو لایسیمتر گیاه کارلا و در دو لایسیمتر مشابه دیگر گیاه مرجع (یونجه) کشت شد. کلیه عملیات کاشت، داشت به صورت بهینه انجام و در طول آزمایش سعی شد با انجام آبیاری به موقع، رطوبت خاک از حد رطوبت سهل الوصول کمتر نگردد تا در طول دوره رشد، حتی الامکان گیاه دچار تنش رطوبتی نشود. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه مرکبی از خاک برداشته شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد (جداول ۱ و ۲). جهت آماده‌سازی محیط کشت در اول اردیبهشت لایسیمترها به طور کامل از آب اشباع شدند و به مدت ۲۴ ساعت اجازه داده شد که آب نفوذ کند. در تاریخ دوم اردیبهشت، کوددهی خاک لایسیمترها براساس توصیه کودی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک انجام شد. بذر کارلا (رقم هندی) در تاریخ ۳ اردیبهشت ماه در عمق ۳ سانتی‌متری به صورت دستی کاشته شد (شکل ۲).

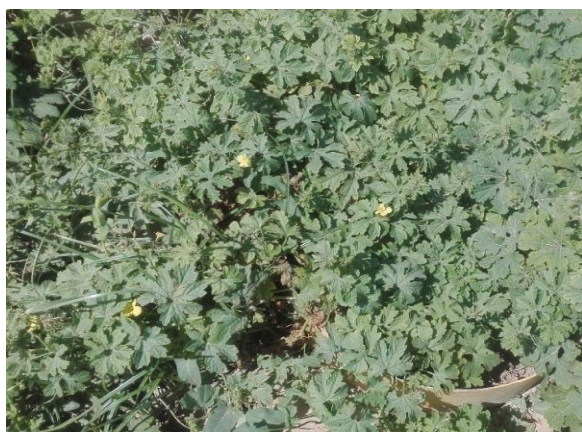
برای اجرای طرح در مزرعه تحقیقاتی، از چهار لایسیمتر زهکش‌دار استفاده شد. لایسیمترها از جنس فایبرگلاس با قطر ۵۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر بودند. کف لایسیمترها به صورت شیب‌دار بوده و در انتها به وسیله لوله‌ای به خارج متصل گردیده تا زه آب‌ها به محل اندازه‌گیری هدایت شوند. در کف لایسیمترها به اندازه ۱۰ سانتی‌متر شن و قلوه سنگ ریخته و بر روی آن یک توری فلزی قرار داده شد (برای جلوگیری از شسته شدن ذرات خاک). جهت نصب لایسیمترها گودال‌هایی بزرگ‌تر از ابعاد لایسیمترها حفر گردیده و لایسیمترها در داخل آن‌ها قرار داده شدند. سپس لایسیمترها با خاک محل حفر گودال با در نظر گرفتن ترتیب لایه‌های پروفیل خاک، پر و در چندین نوبت فشرده گردید. جهت تحکیم خاک قبل از انجام عملیات کشت بر روی لایسیمتر، در چند نوبت به خاک داخل لایسیمتر آب داده شد و آب اضافی خارج شده از لایسیمتر با استفاده از لوله به داخل مخازنی که در چاهک زهکشی در مجاور لایسیمترها قرار داشت، تخلیه شد و در هر بار نمونه‌گیری توسط ظرف مدرج

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک لایسیمترها

لایسیمتر	عمق (سانتی متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت	رطوبت وزنی		چگالی ظاهری خاک (gr/cm ³)
						ظرفیت مزرعه (درصد)	نقطه پژمردگی (درصد)	
۱	۰-۴۰	۶۴	۲۶	۱۰	لوم شنی	۲۱	۹	۱/۴۵
	۴۰-۸۰	۶۴	۲۴	۱۲	لوم شنی	۲۱	۹	۱/۴۵
	۸۰-۱۲۰	۶۴	۲۴	۱۲	لوم شنی	۲۱	۹	۱/۴
۲	۰-۴۰	۶۴	۲۶	۱۰	لوم شنی	۲۱	۹	۱/۴۵
	۴۰-۸۰	۶۴	۲۴	۱۲	لوم شنی	۲۱	۹	۱/۴۵
	۸۰-۱۲۰	۶۴	۲۴	۱۲	لوم شنی	۲۱	۹	۱/۴

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک لایسیمترها

لایسیمتر	عمق (سانتی متر)	فسفر mg/kg	نیترژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	pH	هدایت الکتریکی dS/m
۱	۰-۴۰	۲۶/۲	۰/۳	۰/۳۵	۷/۹	۰/۶
	۴۰-۸۰	۲۰/۲	۰/۳	۰/۴۳	۷/۸	۰/۵۷
	۸۰-۱۲۰	۱۸/۲	۰/۳	۰/۳۵	۸	۰/۴۷
۲	۰-۴۰	۲۶/۲	۰/۳	۰/۳۵	۷/۹	۰/۶
	۴۰-۸۰	۲۰/۲	۰/۳	۰/۴۳	۷/۸	۰/۵۷
	۸۰-۱۲۰	۱۸/۲	۰/۳	۰/۳۵	۸	۰/۴۷



شکل ۲- وضعیت لایسیمترها در اواسط کشت و میوه برداشت شده کارلا در پایان کشت

آب زهکشی شده به صورت وزنی اندازه گیری شد و سپس به حجم و ارتفاع آب تبدیل شد. رطوبت خاک مورد استفاده در محدوده ظرفیت

کنترل علف هرز در طی فصل رشد به دفعات لازم و در صورت مشاهده به صورت وجین دستی انجام گرفت. در مدت زمان آزمایش،

(میلی‌متر)، I مقدار آب آبیاری (میلی‌متر)، D آب زهکشی شده (میلی‌متر) و ΔS تغییرات ذخیره رطوبت خاک می‌باشند (وزیری و همکاران، ۱۳۸۸).

تعیین ضریب گیاهی کارلا

ضریب گیاهی یک مقدار ثابت نبوده و در طول دوره رشد گیاه تغییر می‌کند. دوره رشد گیاه کارلا به چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی تقسیم شد. برای تعیین مراحل رشد گیاه کارلا (خربزه تلخ) تحت هر شرایط کشت، مرحله اولیه رشد زمانی به وقوع می‌پیوندد که سطح سایه انداز گیاه ۱۰ درصد سطح خاک را پوشش دهد. در طول مرحله اولیه رشد، سطح برگ محدود بوده و تبخیر-تعرق، به‌طور عمده به‌صورت تبخیر از خاک سطحی است. مرحله توسعه گیاه، از زمان پوشش گیاهی ۱۰ درصد شروع می‌شود و تا زمان پوشش مؤثر کامل ادامه می‌یابد. مرحله میانی زمانی است که پوشش سطح خاک کامل شود. این مرحله معمولاً با دوره گلدهی همراه است. از پایان مرحله میانی تا برداشت نیز با عنوان مرحله پایانی شناخته می‌شود. برخلاف دیگر میوه‌های این تیره که باید کامل رسیده برداشت شوند، خربزه تلخ را باید قبل از رسیدن کامل که رنگ آن سبز و طعم آن تلخی کمتری دارد، برداشت کرد.

ضریب گیاهی (K_c) در هر یک از مراحل رشد گیاه از تقسیم تبخیر-تعرق گیاه کارلا (ET_c) بر متوسط تبخیر-تعرق گیاه مرجع یونجه (ET_0) به‌دست آمد. تبخیر-تعرق گیاه مرجع مشابه تبخیر-تعرق گیاه کارلا اندازه‌گیری شد. رابطه ۴ نحوه محاسبه ضریب گیاهی را نشان می‌دهد (Allen et al., 1998).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_0} \quad (4)$$

در این رابطه K_c ضریب گیاهی، ET_c تبخیر-تعرق گیاه و ET_0 تبخیر-تعرق گیاه مرجع می‌باشد.

نتایج

نتایج تبخیر-تعرق گیاه کارلا به‌دست آمده از لایسیمترها در مدت زمان آزمایش، مقادیر تبخیر-تعرق گیاه مرجع یونجه از دو لایسیمتر کشت شده و ضریب گیاهی در دوره‌های هفت روزه در جدول ۳ آورده شده است.

همان‌گونه که از جدول ۳ مشاهده می‌گردد، مقدار نیاز آبی کارلا در مرحله ابتدایی به‌دلیل رشد کم و کوچک بودن گیاه، پایین بوده و سپس در مرحله توسعه، به‌دلیل افزایش رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ و افزایش تعرق، افزایش یافته است. در مرحله میانی به‌دلیل توسعه اندام هوایی گیاه و این‌که فعالیت بیولوژیک گیاه به حداکثر خود می‌رسد، نیاز آبی به حداکثر مقدار خود رسیده و به‌تدریج در مرحله پایانی روندی کاهشی داشته است.

زراعی به این صورت مشخص شد که ابتدا خاک داخل لایسیمتر به حد اشباع رسانیده شد و ۲۴ ساعت بعد رطوبت در حد ظرفیت زراعی تشخیص و به‌صورت درصد وزنی تعیین گردید. اولین آبیاری هنگام کاشت صورت گرفت. سپس آبیاری‌های بعدی زمانی انجام می‌شد که گیاه دچار تنش رطوبتی نگردد. بدین منظور رطوبت قبل از آبیاری تعیین شد و با محاسبه اختلاف این میزان و حد ظرفیت زراعی، نیاز آبیاری تعیین شد. در نهایت عمق آب آبیاری از رابطه (۱) محاسبه شد:

$$I = (\theta_{fc} - \theta_m) \times d \quad (1)$$

در این رابطه θ_{fc} : رطوبت حجمی ظرفیت زراعی خاک (درصد)، θ_m : رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده خاک قبل از آبیاری (درصد)، I: عمق آب آبیاری (میلی‌متر)، d: عمق خاک (میلی‌متر) می‌باشد.

زه آب خروجی نیز قبل از هر آبیاری توسط ظروفی که در محل خروجی لوله زهکش نصب شده بود، اندازه‌گیری و حجم آن با استفاده از استوانه مدرج تعیین شد.

اندازه‌گیری تبخیر و تعرق واقعی گیاه

برای محاسبه تبخیر و تعرق واقعی گیاه کارلا از معادله بیلان آب استفاده شد. این روش شامل بررسی جریان آب ورودی و خروجی به محدوده‌ی توسعه ریشه گیاه در طول یک دوره مشخص می‌باشد. آبیاری (I) و بارندگی (P)، منابع آب ورودی به محدوده توسعه ریشه می‌باشد. بخشی از آب آبیاری و بارندگی ممکن است به‌صورت نفوذ عمقی (DP) و رواناب سطحی (RO) تلف شده که موجب تغذیه سطح ایستابی می‌شود. همچنین ممکن است آب تحت صعود موئینه‌ای (CR) از یک سطح ایستابی بالا به محدوده توسعه ریشه انتقال یابد و یا حتی در جهت افقی به‌صورت جریان زیرزمینی به محدوده توسعه ریشه گیاه وارد یا از آن خارج گردد (ΔSF). روی هم رفته در بسیاری از شرایط به جزء وجود 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 به‌جز 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:

$$ET = I + P - RO - DP + CR \pm \Delta SF \pm \Delta SW \quad (2)$$

با توجه به این‌که لایسیمتر یک محیط بسته است و انتقال آب از محیط اطراف به آن امکان‌پذیر نبوده و تمام آب رسیده به سطح زمین به داخل آن نفوذ می‌کند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت میزان رواناب سطحی صفر است. لذا در مطالعات نیاز آبی، معادله بیلان جرمی برای یک محیط بسته مانند لایسیمتر به‌صورت رابطه ۳ می‌باشد:

$$ET_c = I + P - D \pm \Delta S \quad (3)$$

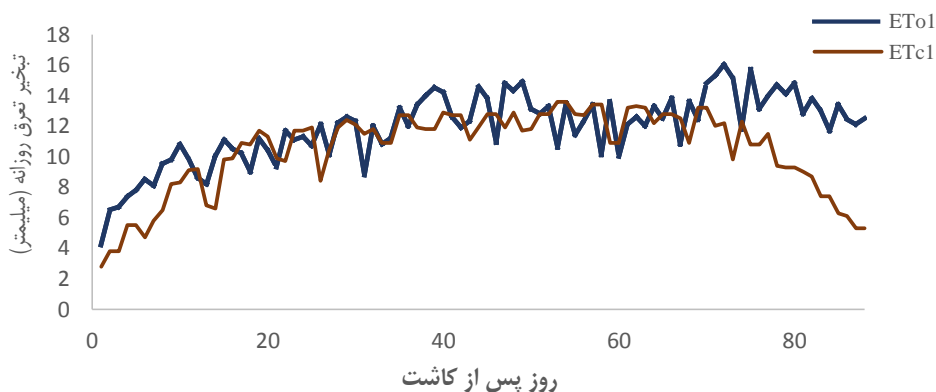
در این رابطه: ET_c تبخیر-تعرق واقعی گیاه (میلی‌متر)، P بارندگی

جدول ۳- نیاز آبی و ضریب گیاهی هفت روزه کارلا در سال ۱۳۹۸ (میلی متر)

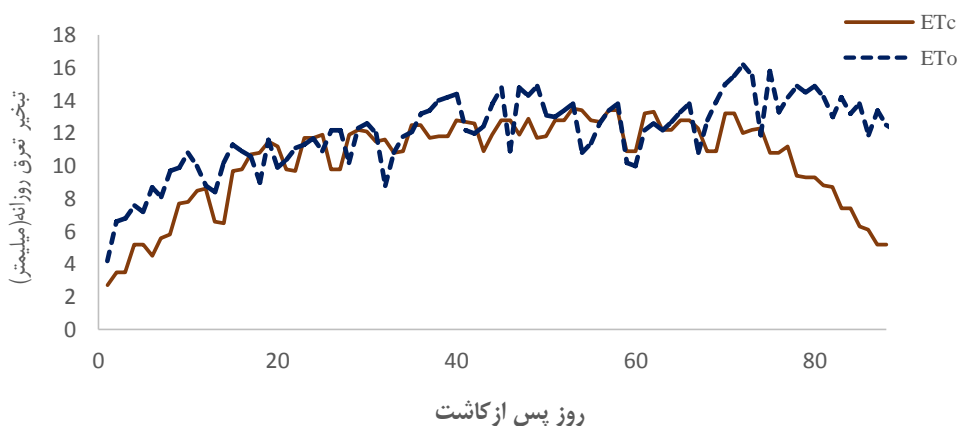
هفته	لاسیمتر ۱			لاسیمتر ۲			متوسط		
	K _C	ET _C	ET ₀	K _C	ET _C	ET ₀	K _C	ET _C	ET ₀
۱	۰/۶۵	۳۱/۹	۴۸/۷	۰/۶۱	۳۰/۲	۴۹/۲	۰/۶۳	۳۱/۰۵	۴۸/۹
۲	۰/۸	۵۴/۷	۶۸/۲	۰/۷۴	۵۱/۵	۶۸/۸	۰/۷۷	۵۳/۱	۶۸/۵
۳	۱	۷۴/۳	۷۴/۳	۰/۹۷	۷۳/۵	۷۵/۱	۰/۹۸	۷۳/۹	۷۴/۷
۴	۰/۹۵	۷۵/۷	۷۹/۸	۰/۹۳	۷۵/۵	۸۰/۸	۰/۹۴	۷۵/۶	۸۰/۳
۵	۱/۰۵	۸۲/۳	۷۸/۲	۱/۰۳	۸۱/۶	۷۸/۸	۱/۰۴	۸۱/۹۵	۷۸/۵
۶	۱/۰۳	۸۶/۵	۸۳/۶	۱	۸۵/۹	۸۵/۲	۱/۰۱	۸۶/۲	۸۴/۴
۷	۰/۹۹	۸۵/۱	۸۵/۳	۰/۹۸	۸۴/۹	۸۵/۸	۰/۹۹	۸۵	۸۵/۵۵
۸	۰/۹۹	۸۸/۳	۸۸/۸	۰/۹۷	۸۷/۳	۸۹/۱	۰/۹۸	۸۷/۸	۸۸/۹۵
۹	۰/۸۹	۹۰/۱	۱۰۰/۲	۰/۸۹	۸۹/۸	۱۰۰/۶	۰/۸۹	۸۹/۹۵	۱۰۰/۴
۱۰	۰/۸۱	۸۷/۶	۱۰۷/۶	۰/۷۸	۸۵/۱	۱۰۸/۱	۰/۸	۸۶/۳۵	۱۰۷/۸۵
۱۱	۰/۸	۷۹/۴	۹۸/۸	۰/۸۳	۸۲/۵	۹۹/۲	۰/۸۱	۸۰/۹۵	۹۹/۰۵
۱۲	۰/۶	۶۰/۵	۱۰۰/۶	۰/۵۹	۶۰/۳	۱۰۰/۶	۰/۶	۶۰/۴	۱۰۰/۶
۱۳	۰/۴۴	۲۳	۵۲/۱	۰/۴۳	۲۲/۸	۵۲/۱	۰/۴۴	۲۲/۹	۵۲/۱
مجموع	-	۹۱۹/۴	۱۰۶۶/۲	-	۹۱۰/۹	۱۰۷۳/۴	-	۹۱۴/۷۴	۱۰۶۹/۸

بلند بودن طول روز، افزایش دمای هوا و کاهش رطوبت نسبی می‌باشد. شکل‌های ۳ و ۴ روند تغییرات تبخیر-تعرق واقعی و پتانسیل گیاه کارلا در سال ۱۳۹۸ در هر دو لاسیومتر را نشان می‌دهند. مطابق این دو شکل متوسط حداکثر و حداقل تبخیر و تعرق روزانه گیاه کارلا در منطقه سیستان به ترتیب ۱۳/۵ و ۲/۶۶ میلی‌متر در روز می‌باشد. با توجه به نیاز آبی نسبتاً پایین گیاه کارلا در منطقه سیستان نسبت با سایر محصولات منطقه، دوره کشت کوتاه (کمتر از ۹۰ روز) و خواص دارویی زیاد این گیاه، کشت آن در منطقه سیستان توصیه می‌گردد.

این روند با نتایج تحقیقات قبلی در مورد سایر محصولات مشابه همچون تحقیقات قوام‌سعیدی‌نوقابی و همکاران (۱۳۹۸)، بافکار و همکاران (۱۳۹۲) و صارمی و همکاران (۱۳۹۴) همخوانی دارد. همچنین مشاهده می‌گردد بیشترین مقدار متوسط هفت روزه تبخیر-تعرق گیاه کارلا در هفته نهم کشت (۸۹/۹۵ میلی‌متر) و کمترین آن در هفته ۱۳ کشت (۲۲/۹ میلی‌متر) به‌دست آمد. در طول دوره کاشت، متوسط مقدار تبخیر-تعرق گیاه کارلا ۹۱۴/۷۴ میلی‌متر و متوسط تبخیر-تعرق گیاه مرجع یونجه ۱۰۶۹/۸ میلی‌متر برآورد شد. به‌طور کلی در طول دوره رشد با گرم‌تر شدن هوا و نزدیک شدن به فصل تابستان، تبخیر-تعرق روندی صعودی داشته است. این روند به‌دلیل



شکل ۳- تغییرات تبخیر تعرق واقعی و پتانسیل در دوره رشد کارلا مربوط به لاسیومتر ۱



شکل ۴- تغییرات تبخیر تعرق واقعی و پتانسیل در دوره رشد کارلا مربوط به لایسیمتر ۲

بالا رفته است. در مرحله پایانی با زرد و پیر شدن برگ‌ها مقدار تعرق و به تبع آن مقدار K_C کاهش یافت. متوسط ضریب گیاهی کارلا در مرحله اولیه رشد ۰/۸۱، سپس با افزایش رشد گیاه و شاخص سطح برگ در مرحله توسعه و میانی به ترتیب به ۰/۹۱ و ۱/۰۵ رسید و در مرحله انتهایی دوباره به مقدار ۰/۶۲۵ کاهش یافت.

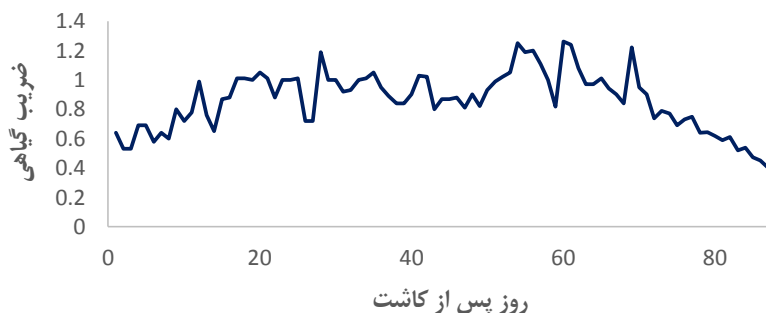
در جدول ۴ طول مراحل رشد و همچنین ضرایب گیاهی چهار مرحله‌ی رشد در هر دو لایسیمتر و متوسط آن‌ها آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد در مرحله اولیه که رشد گیاه کم و اندازه آن کوچک می‌باشد، سهم تبخیر بیشتر از تعرق بوده لذا مقدار K_C پایین می‌باشد. در مرحله توسعه و میانی که اندام هوایی گیاه توسعه یافته است، میزان تعرق افزایش یافته است و مقدار K_C نیز

جدول ۴- ضرایب گیاهی کارلا در مراحل رشد

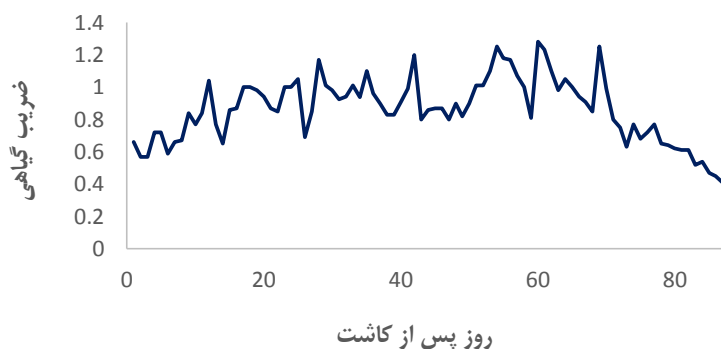
مرحله رشد	طول هر مرحله رشد	K_C		
		متوسط	لایسیمتر ۱	لایسیمتر ۲
اولیه	۲۰	۰/۸۱	۰/۸۳	۰/۷۹
توسعه	۲۸	۰/۹۱۵	۰/۹۲	۰/۹۱
میانی	۲۰	۱/۰۵	۱/۰۳	۱/۰۸
پایانی	۲۰	۰/۶۲۵	۰/۶۲	۰/۶۳

شدیدی دارد که این تغییرات می‌تواند ناشی از خطای اندازه‌گیری عوامل معادله بیلان و عوامل اقلیمی باشد (زارع ایبانه و همکاران، ۱۳۸۹).

روند تغییرات ضرایب گیاهی برای میانگین مقادیر در یک سال آزمایش در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. همان‌گونه که در این شکل‌ها مشاهده می‌شود، مقدار K_C در مقیاس روزانه، تغییرات



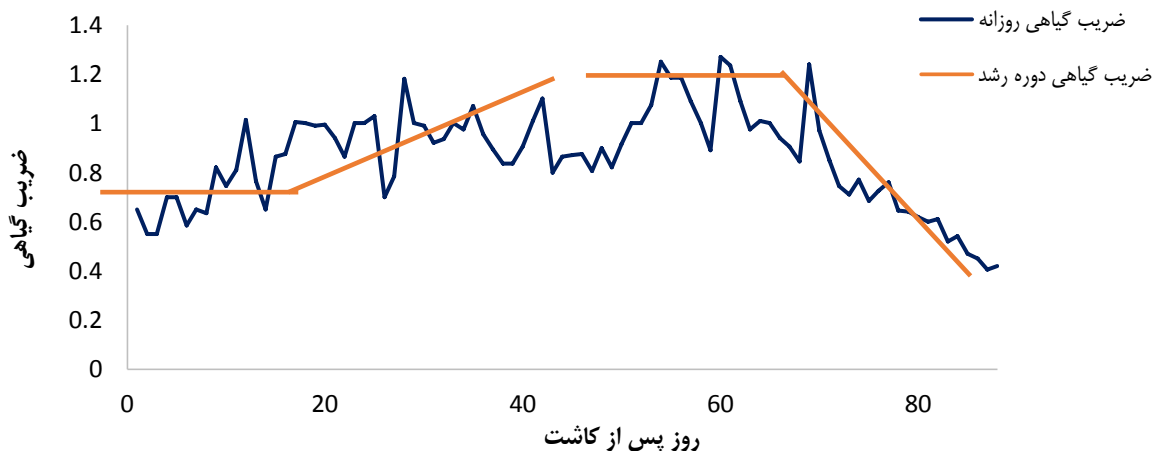
شکل ۵- ضریب گیاهی در لایسیمتر ۱



شکل ۶- ضریب گیاهی در لایسیمتر ۲

می‌شود. تغییرات ضریب گیاهی در مراحل توسعه و پایانی با توجه به مقدار ضریب گیاهی به‌دست آمده در ابتدا و انتهای هر مرحله از رشد و در نهایت به‌دست آوردن معادله خط قابل ترسیم است. ضریب گیاهی ارائه شده در نشریه فائو ۵۶ نیز مربوط به آخرین روز از دوره‌ی رشد است (سرتیپ و همکاران، ۱۳۹۶). شکل ۷ این منحنی را برای مراحل مختلف دوره رشد گیاه کارلا نشان می‌دهد.

برای تعیین ضریب گیاهی و استفاده از آن جهت تبدیل تبخیر-تعرق گیاه مرجع به تبخیر-تعرق گیاه مورد نظر براساس روش پیشنهادی FAO برای دوره رویش گیاه منحنی تغییرات ضریب گیاهی رسم می‌شود تا در هر مرحله از رشد ضریبی متناسب با همان مرحله اعمال شود. برای رسم این منحنی در مراحل اولیه و میانی از روش میانگین‌گیری استفاده می‌شود، به‌گونه‌ای که برای این دو مرحله از رشد میانگین ضرایب گیاهی در نظر گرفته



شکل ۷- میانگین ضریب گیاهی روزانه و مراحل رشد کارلا (اولیه، توسعه، میانی و پایانی) در سال ۱۳۹۸

استفاده از رابطه بیلان آبی محاسبه گردید. با در نظر گرفتن نتایج یک سال آزمایش و در شرایط فراهمی آب برای گیاه تبخیر-تعرق گیاه کارلا برای منطقه مورد مطالعه برابر ۹۱۵/۱۵ میلی‌متر برآورد گردید. دوره رشد کارلا ۸۸ روز به‌دست آمد. مقادیر ضرایب گیاهی در دوره رشد اولیه، توسعه، میانی و پایانی به ترتیب ۰/۸۱، ۰/۹۱۵، ۱/۰۵ و ۰/۶۲۵ محاسبه شد. با استفاده از مقادیر به‌دست آمده برای ضریب گیاهی کارلا، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری این گیاه در منطقه خشک و نیمه‌خشک سیستان امکان‌پذیر خواهد بود. استفاده از

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت دارویی گیاه کارلا (خربزه تلخ) و عدم وجود ضرایب گیاهی در مراجع مختلف، به کشت لایسیمتری گیاه کارلا در فصل زراعی ۱۳۹۸ در منطقه سیستان با اقلیم خشک و نیمه‌خشک اقدام گردید. تبخیر-تعرق گیاهان زراعی (ETc) از اطلاعات پایه‌ای مورد نیاز برای برنامه‌ریزی آبیاری است. در این تحقیق، تبخیر-تعرق کارلا با اندازه‌گیری میزان آب آبیاری و بارندگی در بین دونوبت آبیاری و اندازه‌گیری زه‌آب لایسیمتر قبل از آبیاری، با

قوام سعیدی نوقابی، س.، خاشعی سیوکی، ع و حمای، ح. ۱۳۹۸. برآورد ضریب گیاهی چای ترش در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۳(۱): ۱-۱۱.

وزیری، ژ.، سلامت، ع.، انتصاری، م.، حیدری، ن و دهقانی سانج، ه. ۱۳۸۸. تعیین نیاز آبی گیاهان، کمیته آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۱۲۲، ۳۶۲ صفحه.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. In: Proceedings of the Irrigation and Drainage Paper No. 56. Food and Agricultural Organization, United Nations, Rome, Italy, 300 p.

Assubaie, N.F. and El-Garawany, M.M. 2004. Evaluation of some important chemical constituents of momordica charantia cultivated in Hofuf, Saudi Arabia. Journal of Biological Sciences 4(5): 628-630.

Bezerra, B.G., Silva, B.B., Bezerra, J.R.C., Sofiatti, V. and Santos, C.A.C. 2012. Evapotranspiration and crop coefficient for sprinkler- irrigated cotton crop in Apodi Plateau semiarid lands of Brazil. Agricultural Water Management 107: 86-93.

Choudhary, S.K., Chhabra, G., Sharma, D., Vashishta, A., Ohri, S. and Dixit, A. 2012. Comprehensive evaluation of anti-hyperglycemic activity of fractionated momordica charantia seed extract in alloxan-induced diabetic rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicin, 1-10.

Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No 24, FAO, 144 p, Rome Italy.

Grattan, S.R., Boewrs, W., Dong, A., Snyder, R.L., Carroll, J.J. and George, W. 1998. New crop coefficients estimate water use of vegetables, row crops. California Agricultural 52(1): 1621.

Liu, Y. and Luo, Y. 2010. A consolidated evaluation of the FAO-56 dual crop coefficient approach using the lysimeter data in the North China Plain. Agricultural Water Management 97(1): 31- 40.

Shibib, B.A., Khan, L.A. and Rahman, R. 1993. Hypoglycemic activity of Coccinia indica and Momordica charantia in diabetic rats: depression of the hepatic gluconeogenic enzymes glucose- 6 phosphatase and fructose -1.6 bisphosphatase and elevation of both liver and red-cell shunt enzyme glucose-6-phosphate dehydrogenase. Biochemistry Journal 15: 267-270.

جدول‌های نیاز آبی به‌منظور استقرار گونه‌های دارویی در عرصه‌های طبیعی، دیم‌زارهای کم‌بازده و همچنین اجرای آبیاری تکمیلی نیز از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. تأمین حداقل رطوبت مورد نیاز گیاه می‌تواند تأثیر متفاوتی بر عملکردهای کمی گیاه داشته باشد که لازم است در فرایند تولید گیاهان دارویی مورد توجه قرار گیرد.

منابع

ابراهیمی‌پاک، ن.ع و غالبی، س. ۱۳۹۳. تعیین تبخیر تعرق و ضریب گیاهی چغندرقد با استفاده از لایسیمتر و مقایسه آن با روش‌های تجربی در شهر کرد. نشریه چغندرقد. ۳۰(۱): ۵۸-۴۱.

بافکار، ع.، فرهادی، ب و کریمی، ع.ر. ۱۳۹۲. برآورد ضریب گیاهی ذرت دانه‌ای با استفاده از خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه (مطالعه موردی: ماهیدشت کرمانشاه). مجله آب و خاک. ۲۷(۴): ۸۳۸-۸۳۲.

برومندنسب، س.، کشکولی، ح.ع و خالدیان، م. ۱۳۸۵. تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی نیشکر در اراضی کشت و صنعت هفت تپه خوزستان. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اردیبهشت ماه، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز.

حیدری، م و مبصری‌مقدم، م. ۱۳۹۲. تأثیر مقدار نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی گیاه کارلا. مجله گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۰(۳): ۵۹۹-۵۹۱.

زارع ابیانه، ح.ر.، قاسمی، ع.، معروفی، ع و بیات‌ورکشی، م. ۱۳۸۹. تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی منفرد و دوگانه سیر در اقلیم نیمه‌خشک سرد. مجله دانش آب و خاک. ۲۰(۱): ۱۲۲-۱۱۲.

سرتیپ، ح.، خمیری، ع و دهمرده، م. ۱۳۹۶. اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، متابولیت‌های ثانویه و عملکرد میوه گیاه دارویی کارلا. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۳(۴): ۶۱۹-۶۰۸.

کافی، م و کشمیری، ا. ۱۳۹۰. مطالعه عملکرد اجزای عملکرد توده بومی و رقم هندی زیره سبز در شرایط شوری و خشکی. علوم و باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵(۳): ۳۳۴-۳۲۷.

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

Determination of Water Requirement and Crop Coefficient of Carla (Bitter Melon) in Sistan Region

M. Omarzahi¹, M. Hesam², H. Piri^{*3}

Received: Mar.09, 2020

Accepted: Apr.20, 2020

Abstract

Water is one of the most important factors limiting agricultural development in arid and semi-arid regions of the world. One of the most important issues in water management is to assess and determine the water requirement of plants. Water management, water resources and water requirements are essential for effective irrigation planning and efficient water resource management. In this way, Carla blueberries (bitter melon), which is the end of the drug, were designed and tested in 1398 in dry climatic conditions using drained lysimeters and water balance methods. Four drainage lysimeters at the Agricultural Research Center of Drainage were used for the experiment. Lysimeters of 50cm diameter and 120cm height were installed in the center of 25 × 20 m. Carilla was planted in two lysimeters and in two lysimeters similar to the other reference crop (alfalfa). All planting operations were optimally performed and during the experiment it was tried to ensure that the soil moisture was not lower than the moisture content of the crop by timely irrigation so that the plant could not be subjected to moisture stress during the growing season. The experiment was conducted during a crop season from May 3 to July 27 for 88 days. Carla water requirement was determined between two consecutive irrigation intervals using soil water balance relationship. Carla's water requirement was 915.15 mm during a test season. Also, the average coefficients of four stages of primary, developmental, intermediate and final growth in one experiment season were calculated 0.81, 0.915, 1.05, and 0.625, respectively.

Keywords: Crop coefficient, Carla, Reference crop, Lysimeter

1- Graduate Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol

(* - Corresponding Author Email: H_piri2880@uoz.ac.ir)