نشریه هواشناسی کشاورزی
جلد ۲، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۳، ص.۶۹-۶۲

Journal of Agricultural Meteorology
Vol. 2, No. 2, Autumn &Winter. 2014, p. 62-69

برآورد ضرایب گیاهی و نیاز آبی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis L.*) در اقلیم نیمه خشک کرمان

فریده السادات هاشمی نسب[۱]، محمد موسوی بایگی*[۲]، امین علیزاده[۲]، بهرام بختیاری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۶

چکیده

از آنجایی که گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis L.*) در تولید داروهای پوستی و همچنین محصولات زیبایی استفاده فراوانی دارد، برآورد نیاز آبی و ضرایب گیاهی آن ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر به‌منظور برآورد نیاز آبی و ضرایب گیاهی همیشه بهار در منطقه کرمان واقع در جنوب شرقی ایران، که در طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن دارای اقلیم نیمه خشک می‌باشد، صورت گرفته است، برآورد ضرایب گیاهی در مراحل مختلف رشد، با توجه به کمبود منابع آبی، در مدیریت آبیاری و محاسبه تبخیر- تعرق واقعی در منطقه نیمه خشک مورد مطالعه مفید خواهد بود. به‌منظور برآورد تبخیر- تعرق محصول از شش لایسیمتر استفاده شد،که در پنج لایسیمتر گیاه دارویی همیشه بهار و در یک لایسیمتر گیاه مرجع چمن جهت اندازه‌گیری تبخیر-تعرق مرجع کشت شد. علاوه بر این تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از روش پنمن- مانتیث نیز محاسبه شد و با تبخیر- تعرق مرجع حاصل از لایسیمتر مورد مقایسه قرار گرفت. در این مطالعه مقادیر ضرایب گیاهی گیاه دارویی همیشه بهار در چهار مرحله رشد اولیه، توسعه، میانی و پایانی به تر تیب برابر۰/۷۱، ۱/۲۸، ۱/۵ و ۰/۶۶ برآورد شد. نتایج نشان داد که نیاز آبی برآورد شده برای گیاه دارویی همیشه بهار توسط لایسیمتر، برابر۳۲۰/۶ میلی‌متر و نیاز آبی برآورد شده توسط لایسیمتر گیاه مرجع چمن و روش پنمن- مانتیث برابر ۳۰۹/۱ میلی‌متر و۲۷۰/۱ میلی‌متر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: گیاه دارویی همیشه بهار، لایسیمتر، ضرایب گیاهی، تبخیر- تعرق ، کرمان

مقدمه

در سال‌های اخیر استفاده از گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis L.*) در صنعت داروسازی و زیبایی و همچنین استفاده در فضاهای سبز شهری رواج فراوانی یافته است. گیاه دارویی همیشه بهار متعلق به خانواده کاسنی و بومی کشورهای مدیترانه‌ای می‌باشد (دنیلسکی[۴] و همکاران، ۲۰۰۷). گیاه دارویی همیشه بهار به عنوان ضدالتهاب و ضدعفونی‌کننده و همچنین عامل ضد باکتری شناخته شده است (خالید[۵] و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به کشت آن به‌عنوان گیاه زینتی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌توان به این مهم دست پیدا کرد که امکان کشت این گیاه در چنین شرایط آب و هوایی وجود دارد و توان کشت اقتصادی آن برای این مناطق قابل بررسی می باشد. یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در کشت زراعی گیاهان دارویی، تعیین میزان حداقل آب مورد نیاز در مراحل مختلف رشد و توسعه گیاه می‌باشد. به‌منظور برآورد آب مورد نیاز گیاه به کمک روش‌های به‌کار رفته توسط سازمان خوار و بار جهانی (فائو)، استفاده از ضریب گیاهی (K_c) ضروری می-باشد. این ضریب به‌منظور برنامه‌ریزی، طراحی سیستم‌های

[۱] دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۲] استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* نویسنده مسئول: mousavi500@yahoo.com)
[۳] بهرام بختیاری استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[4] Danielski

[5] Khalid

آبیاری، مدیریت صحیح آبیاری و زمان مناسب آبیاری کاربرد فراوانی دارد (کانگ و لی[1]، ۱۹۹۷) روش های مختلفی برای محاسبه تبخیر- تعرق ارائه شده است در این بین اسمیت[2] و همکاران (۱۹۹۲) ضمن استفاده از ۲۰ روش برای محاسبه تبخیر و تعرق، از روش پنمن مانتیث به‌عنوان روش برتر نام بردند. فائو نیز روش پنمن مانتیث را به‌عنوان روش برتر برای برآورد نیاز آبی گیاهان معرفی نموده و شیوه استفاده از این روش‌ها را به‌طور کامل در گزارش خود بیان نموده است (آلن[3] و همکاران، ۱۹۹۴). در تعیین نیاز آبی یک گیاه، برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع مانند چمن و یا یونجه از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. آماتیا[4] و همکاران (۱۹۹۵) میزان تبخیر- تعرق گیاه مرجع چمن را با استفاده از روش پنمن و لایسیمتر برآورد نموده و با روش‌های پنمن- مانتیث، ماکنیگ، پرتیلی، تئرک، هارگریوز- سامانی و تورنت-وایت در سه منطقه شمال شرقی کارولینا مورد بررسی و مقایسه قرار دادند. بر اساس نتایج حاصل همبستگی مناسبی بین روش‌های مبتنی بر دمای هوا و تشعشع وجود داشت. در این راستا، روش پنمن- مانتیث به عنوان روش برگزیده در تخمین روزانه و فصلی تبخیر-تعرق معرفی گردید. بختیاری و همکاران (۲۰۱۱) تبخیر- تعرق چمن مرجع برای داده‌های ساعتی در سه دوره از سال با استفاده از لایسیمتر در اقلیم نیمه خشک استان کرمان محاسبه نمودند. اطلاعات لایسیمتری را برای ارزیابی با شش مدل تبخیر-تعرق چمن، مورد مقایسه قرار داد و نتایج در هر سه دوره نشان داد که روش ماکینگ عملکرد ضعیف‌تری از خود نشان داد و برای منطقه نیمه خشک توصیه نمی‌شود. علیزاده و دهقان (۱۳۹۱) به ارزیابی و واسنجی روش‌های مختلف برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع در شرایط محدودیت داده‌های اقلیمی در استان خراسان رضوی پرداختند. در تحقیق فوق به ارزیابی عملکرد روش فائو- پنمن - مانتیث به منظور تخمین ET_o با داده‌های مفقود سرعت باد، تابش خالص و کمبود فشار بخار اشباع، پرداختند و با روش‌های تجربی پریستلی- تیلور، هارگریوز و تورنت- وایت که نیاز به داده‌های ورودی کمتری دارد، مورد مقایسه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد وقتی که داده‌های تابش خالص و سرعت باد مفقود باشند، روش فائو- پنمن - مانتیث گزینه خوبی برای برآورد تبخیر- تعرق در استان خراسان رضوی می‌باشد؛ به‌طوری که مقدار RMSE کمتر از ۰/۷۱ میلی‌متر در روز می‌باشد. همچنین روش پریستلی- تیلور، زمانی که داده‌های سرعت باد و کمبود فشار بخار مفقود می‌باشند، گزینه خوبی برای تخمین ET_o می‌باشد؛ خصوصاً وقتی‌که این روش به‌صورت محلی واسنجی گردید. مجیدی و علیزاده (۱۳۹۰) به بررسی تأثیر داده‌های هواشناسی غیر موجود در استان خراسان رضوی پرداختند، نتایج آن‌ها نشان دادند که معادله پنمن- مانتیث در اقلیم نیمه خشک نسبت به اقلیم نیمه مرطوب حساسیت بیشتری به داده‌های غیر موجود دارد. بختیاری و همکاران (۱۳۸۸) به مقایسه تبخیر-تعرق روزانه با مجموع ساعتی در ایستگاه هواشناسی مرجع کرمان که در آن از داده‌های هواشناسی ساعتی ایستگاه خودکار دانشگاه شهید باهنر کرمان استفاده نمود و دو مدل پنمن- مونتیث- فائو ۵۶ و پنمن- مانتیث- استاندارد ASCE را مورد مقایسه قرار داد و نشان دادند که هر یک از مدل ها در مجموع ساعتی در ماه‌های مختلف دارای مقایری بیش برآورد می‌باشند. وگنکل و گرک[5] (۲۰۱۳) در مطالعه خود به به مقایسه تبخیر- تعرق واقعی با استفاده از لایسیمتر وزنی با تبخیر- تعرق شبیه‌سازی شده توسط فرمول پنمن و مدل رشد گیاه پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد اختلاف بین تبخیر- تعرق شبیه‌سازی و مشاهده شده، مقدار اندکی می‌باشد. شریفی عاشوری و همکاران (۱۳۹۱) نیاز آبی گیاه بومادران را در منطقه کرج با استفاده از لایسیمتر به‌دست آوردند، نتایج آن‌ها نشان داد که نیازآبی گیاه دارویی بومادران حدود ۱۴۹/۷۲ میلی‌متر می‌باشد و همچنین ضرایب گیاهی بومادران را محاسبه نمودند. قمرنیا و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار میزان نیاز آبی و ضرایب گیاهی زیره سیاه را در اقلیم نیمه خشک کرمانشاه برآورد نمودند، نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان داد که نیاز آبی زیره سیاه در این مناطق برابر ۷۲۴ میلی‌متر خواهد بود.

[1] Kang and Li
[2] Smith
[3] Allen
[4] Amatya
[5] Wegehenkel and Gerke

همچنین ژانگ[1] و همکاران (۲۰۱۳) میزان نیاز آبی ذرت را در منطقه خشک پکن ۶۹۶ میلی‌متر محاسبه نمودند و طول دوره رشد ذرت را حدود ۹۰ تا ۱۴۰ روز تخمین زده شد. عظیمی و همکاران (۲۰۱۲) به‌منظور بررسی اثر افزایش شدت تنش خشکی بر مورفولوژی و عملکرد گیاه دارویی همیشه بهار، یک آزمایش کرت‌های خرد شده بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام داد. نتایج تحقیق فوق نشان داد که افزایش کمبود آب باعث کاهش تمام صفات به‌جز درصد روغن ضروری خواهد شد که آن را به‌عنوان استرس شدید مطرح نمودند. فولادمند و سپاسخواه (۱۳۸۴) به ارزیابی و واسنجی سه معادله تبخیر- تعرق، پنمن- فائو، پنمن- مانتیث و هارگریوز در استان فارس پرداختند، نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان داد که نتایج معادله‌های پنمن- مانتیث و هارگریوز تا اندازه‌ای به هم شبیه‌اند. ولی میزان ET_o را برای همه سال‌ها کمتر از روش پنمن- فائو تخمین می‌زنند. با توجه به اینکه در هیچ یک از منابع ضریب گیاهی گیاه دارویی همیشه بهار گزارش نشده است و علیرغم مصرف روز افزون آن در صنعت داروسازی ایران و جهان و تولید فرآورده‌های مختلف دارویی از آن محاسبه نیاز آبی و ضرایب گیاهی آن برای مناطق مختلف ضروری می‌باشد، که به این وسیله امکان کشت آن در مناطق مختلف بررسی شود. لذا، تحقیق حاضر با هدف برآورد ضرایب گیاهی و نیاز آبی گیاه دارویی همیشه بهار برای مناطق با اقلیم نیمه خشک با استفاده از لایسیمتر اجرا گردیده است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در مزرعه‌ای به مساحت ۲۰۰ متر مربع، در شمال شهر کرمان انجام گرفته است. کرمان در جنوب شرقی ایران واقع شده که در طبقه بندی اقلیمی دومارتن دارای اقلیم نیمه خشک می‌باشد و طول جغرافیایی E"۱۱/۵'۰۴°۵۷، عرض جغرافیایی N"۱۹/۳'۲۴°۳۰ و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۵۳/۸ متر می‌باشد. میانگین پارامترهای اقلیمی اندازه‌گیری شده از ایستگاه هواشناسی جنب مزرعه در طول دوره رشد سال ۱۳۹۳ در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- میانگین پارامترهای اقلیمی شهریور تا آذر ماه ۱۳۹۳

ماه	دمای هوا (°C)	رطوبت نسبی (درصد)	ساعات آفتابی (ساعت)	سرعت باد $(m.s^{-1})$	بارش (mm)
شهریور	۲۲/۷	۱۵/۹	۱۱/۳	۳/۷	۰
مهر	۲۰/۲	۲۲/۲	۱۰/۱	۳/۶	۰
آبان	۱۰/۵	۳۴/۴	۹/۰	۳/۵	۰/۸
آذر	۷/۴	۴۴/۶	۸/۱	۲/۸	۶/۷

ایستگاه لایسیمتری مورد نظر در منطقه، شامل شش لایسیمتر زهکش‌دار می‌باشد، که هر لایسیمتر دارای قطر ۷۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد، در کف آن‌ها لوله پلی‌اتیلن ۷۵ میلی‌متری نصب شده که به‌وسیله آن آب زهکش خارج شده از کف لایسیمتر درون یک ظرف مدرج منتقل می‌شود، در کف لایسیمترها ابتدا به ارتفاع ۲۰سانتی‌متر سنگ ریزه سیلیسی ریخته، پس از آن خاک شنی لومی مشابه خاک مزرعه درون لایسیمتر ریخته شد. شکل ۱ لایسیمترهای آماده کشت را نشان می‌دهد.

شکل ۱- نمونه یک لایسیمتر آماده کشت

[1] Zhang

در پنج لایسیمتر گیاه دارویی همیشه بهار و در یک لایسیمتر گیاه مرجع چمن برای به‌دست آوردن تبخیر- تعرق کشت شد. دوره کشت گیاه دارویی همیشه بهار از ۱ شهریور آغاز شد و تا ۳۰ آذرماه ادامه پیدا کرد. شکل ۲ نصب و آماده‌سازی لایسیمتر برای کاشت و لایسیمتر کشت شده از چمن و گیاه دارویی همیشه بهار را نشان می‌دهد.

شکل۲- لایسیمترهای کشت شده از گیاه دارویی همیشه بهار

برای برآورد تبخیر- تعرق گیاه با استفاده از لایسیمتر از معادله ۱ که در ادامه آمده است، استفاده شد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

$$(I + P) - (D + ET_c \pm \Delta S) = 0 \qquad (۱)$$

که در آن P میزان بارندگی، I میزان آب آبیاری، D میزان آب زهکش، ΔS تغییرات رطوبت خاک (اختلاف رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری) و ET_c میزان تبخیر تعرق گیاه می‌باشد. ضریب گیاهی، نسبت تبخیر- تعرق گیاه به تبخیر-تعرق گیاه مرجع بوده (معادله ۲) و محاسبه آن برای برنامه‌ریزی‌های معمول آبیاری (سطحی و بارانی) و اهداف معمول مدیریتی ضروری است (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \qquad (۲)$$

در معادله K_c ضریب گیاهی، ET_c تبخیر- تعرق گیاه و ET_o تبخیر- تعرق مرجع می‌باشد. در این تحقیق جهت صحت‌سنجی تبخیر- تعرق برآورد شده از لایسیمتر با استفاده از روش‌های آماری برآورد خطا، میزان تبخیر- تعرق حاصل از روش پنمن- مانتیث،که یکی از معادلات تبخیر- تعرق توصیه شده برای مناطق نیمه خشک می‌باشد، با استفاده از معادله ۳ برآورد گردید (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}u_2[e_s - e_a]}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \qquad (۳)$$

در این معادله ET_o شامل تبخیر- تعرق سطح مرجع بر حسب میلی‌متر در روز، R_n تشعشع خالص بر حسب مگاژول بر متر مربع در روز، G شارگرما به داخل خاک بر حسب مگاژول بر متر مربع در روز، T میانگین دمای هوا بر حسب سانتی‌گراد U_2 سرعت باد در ارتفاع ۲ متری بر حسب متر بر ثانیه، $(e_a\text{-}e_d)$ کمبود فشار بخار اشباع بر حسب کیلو پاسکال، Δ شیب تغییرات فشار بخار با دمای هوا بر حسب کیلوپاسکال بر سانتی‌گراد و γ عدد ثابت سایکرومتری بر حسب کیلوپاسکال بر سانتی‌گراد می‌باشد. هر کدام از عوامل به‌کار رفته در معادله فوق، از داده‌های هواشناسی معمول مانند دمای هوا، سرعت باد، نم نسبی، ساعات آفتابی، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، با استفاده از معادله‌های مربوطه محاسبه گردید. جهت ارزیابی مقادیر تبخیر- تعرق برآورد شده توسط لایسیمتر با مقادیر تبخیر- تعرق تخمین زده توسط روش پنمن مانتیث در طول دروه رشد، از ضریب همبستگی (r) که تغییرات این ضریب بین ۱ و ۱- می‌باشد، میانگین مربعات خطا (RMSE) و متوسط خطای مطلق (MAE) با استفاده از معادله‌های ۴، ۵ و ۶ محاسبه گردید.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(ET_{i,lys} - \overline{ET}_{lys})(ET_{i,cal} - \overline{ET}_{cal})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(ET_{i,lys} - \overline{ET}_{lys})^2(ET_{i,cal} - \overline{ET}_{cal})^2}} \qquad (۴)$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|ET_{i,lys} - ET_{i,cal}\right| \qquad (۵)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(ET_{i,lys} - ET_{i,cal})^2} \qquad (۶)$$

که در این معادله‌ها $ET_{i,lys}$ میزان تبخیر- تعرق به‌دست آمده از لایسیمتر و $ET_{i,cal}$ میزان تبخیر- تعرق برآورد شده توسط روش پنمن مانتیث می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج دوره رشد ۱۰روزه تبخیر- تعرق برآورد شده از روش لایسیمتر مربوط به گیاه دارویی همیشه بهار و چمن و همچنین تبخیر-تعرق تخمین زده شده از روش پنمن- مانتیث و ضرایب گیاهی همیشه بهار در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- مقادیر تبخیر- تعرق دهه‌ای و ضرایب گیاهی گیاه دارویی همیشه بهار و مقادیر تبخیر- تعرق چمن به‌دست آمده از لایسیمتر و روش پنمن مانتیث (دوره کشت از تاریخ ۱ شهریور تا ۳۰ آذر ماه در سال ۱۳۹۳)

دوره دهه‌ای	تبخیر-تعرق (میلی‌متر)			ضرایب گیاهی
	گیاه دارویی همیشه بهار	گیاه مرجع چمن	پنمن- مانتیث	
۱	۲۸/۸۵	۴۰/۹۹	۳۹/۴۰	۰/۷۰۸
۲	۲۹/۱۱	۴۲/۶۸	۴۰/۵۹	۰/۶۸۱
۳	۴۰/۳۶	۴۲/۲۹	۳۵/۷۲	۰/۷۶۱
۴	۴۷/۴۸	۴۲/۸۸	۳۵/۴۱	۱/۲۹۴
۵	۴۷/۴۷	۳۲/۹۲	۲۸/۱۱	۱/۴۶۷
۶	۳۶/۹۶	۲۳/۴۸	۲۲/۸۴	۱/۶۹۱
۷	۲۹/۴۶	۲۲/۲۵	۲۰/۹۳	۱/۶۴۱
۸	۳۰/۲۴	۱۸/۳۲	۱۹/۱۴	۱/۳۰۷
۹	۱۳/۴۴	۱۷/۴۹	۷/۵۵	۱/۰۳۷
۱۰	۷/۵۹	۱۰/۹۸	۷/۹۳	۰/۷۹۷
۱۱	۵/۰۸	۷/۷۵	۷/۳۴	۰/۶۲۳
۱۲	۴/۶۱	۷/۱۱	۵/۱۵	۰/۶۳۹
کل دوره	۳۲۰/۶	۳۰۹/۱	۲۷۰/۱	

نتایج نشان می‌دهد که میزان تبخیر- تعرق گیاه دارویی همیشه بهار از دهه اول تا دهه پنجم روند افزایشی داشته و دهه ۶ تا اخر دوره روند کاهشی داشته است و میزان تبخیر- تعرق کاهش یافته است. میزان تبخیر- تعرق به‌دست آمده از لایسیمتر و روش پنمن- مانتیث از دهه دوم روند کاهشی داشته و حداکثر میزان تبخیر- تعرق در ابتدای ۴۰ روز ابتدای دوره بوده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد ضرایب گیاهی دهه‌ای از ابتدای دوره تا دهه‌ی ششم افزایشی بوده و پس از آن تا آخر دوره کاهشی بوده است.

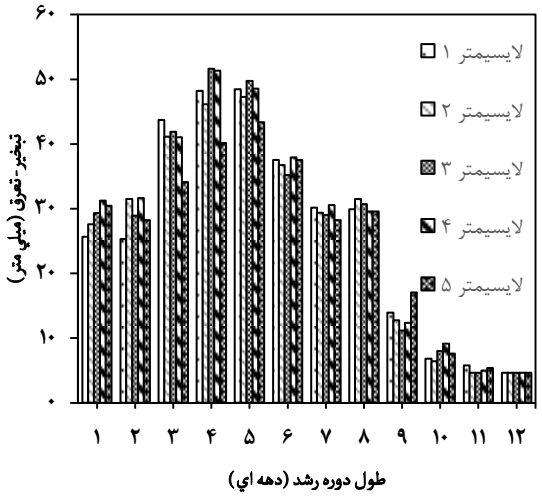
ضریب گیاهی به‌طور کلی در ۴ مرحله رشد شامل مرحله ابتدایی رشد (از زمان کاشت تا هنگامی که گیاه ۱۰درصد سطح زمین را بپوشاند)، مرحله توسعه گیاه (از انتهای مرحله ابتدایی تا زمانی که گیاه به حداکثر رشد رسیده و حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد سطح زمین را در بر گیرد)، مرحله میانی (از انتهای مرحله توسعه تا زمانی که گیاه شروع به رسیدن می‌کند مثلاً برگ‌ها زرد می‌شود یا می‌ریزند) و مرحله نهایی (از انتهای مرحله میانی تا مرحله 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 متفاوت هستند. ضریب گیاهی، به‌طور عمده، به ویژگی‌های گیاه و به‌طور محدودتر، به اقلیم بستگی دارد. این ویژگی بیانگر لزوم استفاده از ضرایب گیاهی استاندارد در مناطق و اقلیم‌های مختلف می‌شود. ضرایب گیاهی، همیشه بهار در ۴ مرحله رشد گیاه شامل مرحله اولیه، توسعه، میانی و پایانی برآورد شد که مقادیر حاصل از آن در جدول ۳ آمده است. همچنین طول دوره رشد در هر مرحله به ترتیب برابر ۲۷، ۲۵، ۳۶ و ۳۲ روز می‌باشد و کل دوره رشد ۱۲۰ روز می‌باشد که این مقدار بسته به منطقه کشت متفاوت خواهد بود.

جدول ۳- مقادیر ضرایب گیاهی در مراحل مختلف رشد و طول دوره رشد در هر مرحله (دوره کشت از تاریخ ۱ شهریور تا ۳۰ آذر ماه در سال ۱۳۹۳)

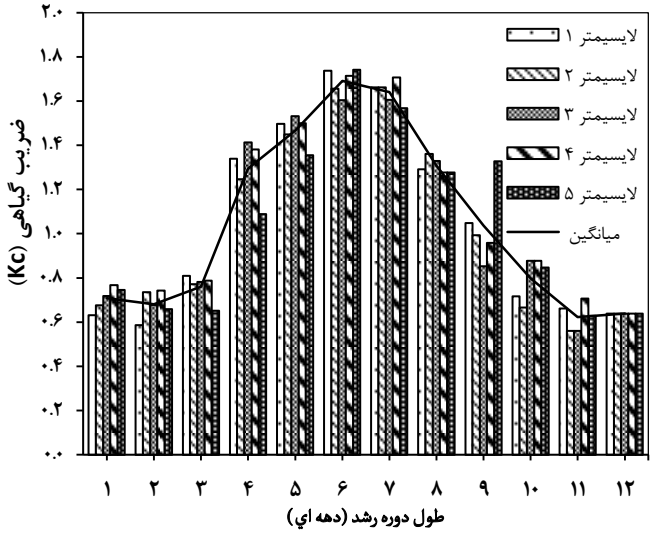
مراحل مختلف رشد	طول دوره رشد	ضرایب گیاهی (K_c)
اولیه	۲۷	۰/۷۰۹
توسعه	۲۵	۱/۲۷۸
میانی	۳۶	۱/۵۰۳
نهایی	۳۲	۰/۶۶۴
کل دوره رشد	۱۲۰	

مقادیر تبخیر- تعرق دهه‌ای گیاه دارویی همیشه بهار برای هر یک از لایسیمترها در شکل ۳ نشان داده شد، که تبخیر- تعرق در لایسیمترها بسیار نزدیک به هم بوده و اختلاف مقادیر برآورد شده کم می‌باشد. نتایج ضرایب گیاهی به‌دست آمده از هر یک از لایسیمترها در شکل ۴ آمده

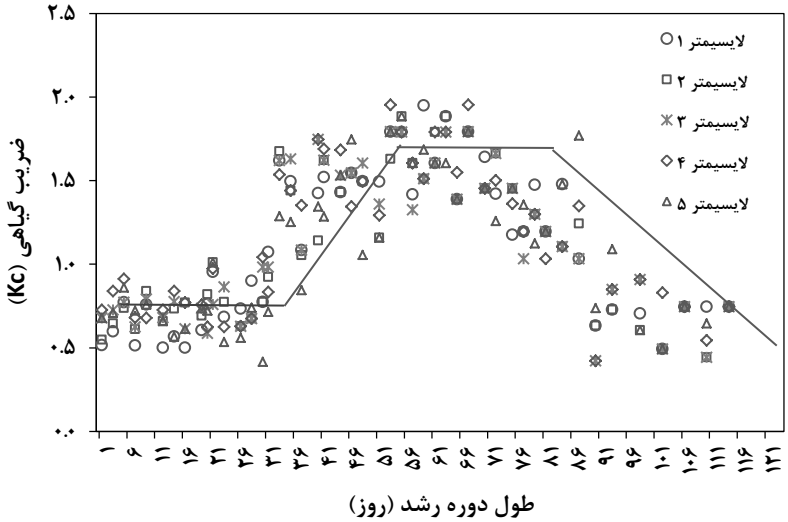
است، ضرایب گیاهی به‌دست آمده از هر لایسیمتر در تمامی دهه‌ها تا حدودی نزدیک به هم می‌باشند. شکل ۵ مقادیر ضرایب گیاهی حاصل از نتایج تبخیر- تعرق پنج لایسیمتر را در طول دوره رشد گیاه دارویی همیشه بهار و مقدار میانگین هر مرحله به صورت خط نشان می‌دهد و این نتایج نشان داد که مقادیر ضریب گیاهی گیاه دارویی همیشه بهار در مرحله اولیه 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 ضریب گیاهی به حداکثر مقادیر خود رسیده و در نهایت در مرحله پایانی رشد ضریب گیاهی کاهش یافته است، با توجه به نتایج ضریب گیاهی در مرحله میانی حداکثر مقادیر خود را داشته است.



شکل ۳- میزان تبخیر- تعرق دهه‌ای گیاه دارویی همیشه بهار مربوط به هر یک از لایسیمترها (۱ شهریور تا ۳۰ آذر ماه در سال ۱۳۹۳)



شکل ۴- مقادیر ضریب گیاهی دهه‌ای گیاه دارویی همیشه بهار مربوط به هر یک از لایسیمتر ها (۱ شهریور تا ۳۰ آذر ماه در سال ۱۳۹۳)



شکل ۵- ضرایب گیاهی برآورد شده توسط لایسیمترها در طول دوره رشد

همان‌طور که قبلاً اشاره شد مقادیر ضریب گیاهی گیاه دارویی همیشه بهار در تحقیقات پیشین محاسبه نگردیده، لذا با توجه به میزان تبخیر- تعرق و مقایسه آن با گیاهانی که با توجه به ضرایب فائو تبخیر- تعرق مشابهی دارند این مقادیر منطقی به‌نظر می‌رسد. مقادیر ضرایب برآورد شده برای مقایسه تبخیر تعرق مرجع لایسیمتر و روش پنمن- مانتیث برای ضریب همبستگی (r) ۰/۸۳ و مقادیر خطای RMSE و MAE برابر ۱/۴۵ و ۱/۱۸ میلی‌متر می‌باشد که با توجه به این مقادیر به‌دست آمده داده‌ها با یکدیگر همبستگی مناسبی دارند.

نتیجه‌گیری

در سراسر جهان نیاز آبی گیاهان با استفاده از ضرایب گیاهی ارائه شده در گزارش فائو- ۵۶ برآورد می‌شود (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). از آنجا که ضرایب گیاهی برای گیاهان دارویی برآورد نشده‌اند و استفاده از گیاهان دارویی به‌صورت استفاده مستقیم از خود گیاه و یا به‌صورت فرآورده‌های حاصل از آن‌ها افزایش چشمگیری داشته است، می‌توان به این نکته پی برد که توجه به این گیاهان و برآورد پارامتر-های مورد نیاز آن‌ها مانند نیاز آبی و ضریب گیاهی، با توجه به کمبود منابع آب و تغییر اقلیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در این مطالعه گیاه دارویی گیاه دارویی همیشه بهار مورد بررسی قرار گرفت و نیاز آبی آن در منطقه نیمه خشک کرمان برآورد گردید و همچنین ضرایب گیاهی در ۴ مرحله رشد گیاه تخمین زده شد. نتایج نشان داد که نیاز آبی گیاه دارویی همیشه بهار برابر ۳۲۰/۶ میلی‌متر و ضرایب گیاهی در مرحله اولیه، توسعه، میانی و پایانی به ترتیب برابر ۰/۷۱، ۱/۲۸، ۱/۵ و ۰/۶۶ می‌باشند. این مطالعه مقادیر نیاز آبی و ضرایب گیاهی گیاه دارویی همیشه بهار را برآورد نمود که در مطالعات پیشین برآورد نشده بودند.

منابع

بختیاری، ب.، خلیلی، ع.، لیاقت، ع. خانجانی، م. ج. ۱۳۸۸. مقایسه تبخیرتعرق روزانه با مجموع ساعتی در ایستگاه هواشناسی مرجع کرمان. مجله آب و خاک، ۲۳(۱): ۴۵-۵۶.

شریفی عاشورایی، ا.، روحی پور، ح.، عصاره، م. ح.، لباسچی، م. ح.، عباس زاده، ب.، نادری، ب.، رضایی سرخوش، م. ۱۳۹۱. تعیین نیاز آبی گیاه دارویی بومادران (*Achillea millefolium L.*) با استفاده از لایسیمتر. فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸(۳): ۴۸۴- ۴۹۲.

علیزاده، ا.، دهقان، ه. ۱۳۹۱. ارزیابی و واسنجی روش‌های مختلف برآورد تبخیر- تعرق گیاه مرجع در شرایط محدودیت داده‌های اقلیمی (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی). مجله آب و خاک، ۲۶(۱): ۲۳۶- ۲۵۰.

فولادمند، ح. ر.، سپاسخواه، ع. ر. ۱۳۸۴. ارزیابی و واسنجی سه معادله تبخیر و تعرق در منطقه‌ای نیمه خشک. مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۲: ۱-۹.

مجیدی، م.، علیزاده، ا. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر داده‌های هواشناسی غیر موجود و روش‌های تخمین آن‌ها در دقت برآورد تبخیر-تعرق مرجع و رتبه بندی معادلات در شرایط اقلیمی مختلف (مطالعه موردی استان های خراسان). نشریه آب و خاک، ۲۵(۶): ۱۵۰۳- ۱۵۱۹.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 300 p.

Allen, R. G., Smith, M., Pereira, L. S., Perrier, A. 1994. An update for the calculation of reference evapotranspiration. ICID Bull., 43(2): 35-92.

Amatya, D. M., Skayys, R. W., Greyory, J. D. 1995. Comparsion of methods for estimating REF-Et. J. Irrig. Drain. Eng., 121(6): 427-435.

Azimi, J., Pirzad, A., Hadi, H. 2012. Effect of increasing severity of drought stress on morphology and essential oil of pot marigold. Int. J. Plant Anim. Environ. Sci., 11-17.

Bakhtiari, B., Ghahreman, N., Liaghat, A. M., Hoogenboom, G. 2011. Evaluation of grass reference evapotranspiration models for a semiarid environment using lysimeter measurements. J. Agric. Sci. Technol., 13(2): 223-237.

Smith, M., Allen, R. G., Monteith, J. L., Perrier, A., Pereira, L., Segeren, A. 1992. Report of the expert consutation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements UN-FAO. Rome, Italy, 54p.

Wegehenkel, M., Gerke, H. 2013. Comparison of real evapotranspiration measured by weighing lysimeters with simulations based on the Penman formula and a crop growth model. J. Hydrol. Hydromech., 61, 2: 161–172.

Zhang, C., Yan, H., Shi, H., Sugimoto, H. 2013. Study of crop coefficient and the ratio of soil evaporation to evapotranspiration in an irrigated maize field in an arid area of Yellow River Basin in China. Meteorol. Atmos. Phys., 121:207–214.

Danielski, L., Campos, L. M. A. S., Bresciani, L. F. V., Hense, H., Yunes, R. A., Ferreira, S. R. S. 2007. Marigold (Calendula officinalis L.) oleoresin: Solubility in SC-CO2 and composition profile. Chemical Eng. Prog., 46: 99–106.

Ghamarnia, H., Miri, E., Ghobadei, M. 2014. Determination of water requirement, single and dual crop coefficients of black cumin (Nigella sativa L.) in a semi-arid climate. Irrig. Sci., 32:67–76.

Kang, S. Z., Li, Y. J. 1997. Tendency and countermeasure of 21st century water-saving agriculture development in China. Trans. CSAE, 13(4):1-7.

Khalid, A. K., Teixeira da Silva, J. A. 2010. Yield, essential oil and pigment content of Calendula officinalis L. flower heads cultivated under salt stress conditions. Scientia Horticulturae, 126: 297-305.

Journal of Agricultural Meteorology
Vol. 2, No. 2, Autumn &Winter. 2014, p. 62-69

نشریه هواشناسی کشاورزی
جلد ۲، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۳، ص.۶۹-۶۲

Estimation of water requirement and crop coefficients of Calendula officinalis L. in a semi-arid climate

F. S. Hasheminasab[1], M. Mousavi Baygi[*2], A. Alizade[2], B. Bakhtiari[3]

Received: 17/01/2015
Accepted: 18/03/2015

Abstract

Calendula officinalis L is a medicinal plant used for manufacturing skin and beauty medication product. Estimating Calendula officinalis water requirement, crop evapotranspiration (ET_c) and crop coefficient (K_c) are among the areas which indeed require more research. The study was conducted to calculate Calendula officinalis L. crop coefficients (K_c) and crop evapotranspiration (ET_c) because the semi-arid regions face with water scarcity problem; in which management of water resources is vital. This study is performed in Kerman, a city in southeastern Iran with semi-arid climate. In order to estimate the crop evapotranspiration, six lysimeters has been used. The Calendula officinalis were grown in five lysimeters, and the grass reference crop was grown in a lysimeter. Moreover reference evapotranspiration (ET_o) has been calculated by Penman-Monteith method, and was compared to ET_o obtained from lysimeter. In this study estimated Calendula officinalis crop coefficients in different growth stages were 0.71, 1.28, 1.5 and 0.66, respectively. The Calendula officinalis water requirement for the result obtained from lysimeter was 320.6 mm, also the reference water requirement obtained from lysimeter and Penman-Monteith method was 309.1 mm and 270.1 mm.

Keywords: Calendula officinalis, lysimeter, medical planets, crop coefficients, Evapotranspiration, Kerman

[1] Ph.D student of Agrometeorology, Water Engineering Dept., Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[2] professor Water Engineering Dept., Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(*Corresponding author email address: mousavi500@yahoo.com)
[3] Assistant professor, Water Engineering Dept., Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar university of Kerman, Iran