Archive of SID

نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۴ / شماره ۳/ ۱۳۹۹

تعیین ضریب گیاهی و تبخیر- تعرق آویشن دنایی در شرایط استاندارد در کرج

ابراهیم شریفی عاشورآبادی[۱]، حسن روحی‌پور، مریم جبلی، مریم مکی‌زاده تفتی و بهروز نادری

دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
esharifi@rifr-ac.ir
دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
parviz.rouhi@yahoo.com.au
کارشناس ارشد پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
Rihan2000ir@yahoo.com
استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
marytafti@yahoo.com
کارشناس پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
nadery.behroz.rifr@gmail.com

دریافت: آبان ۱۳۹۸ و پذیرش: مهر ۱۳۹۹

چکیده

به‌منظور تعیین تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی آویشن دنایی(*Thymus daenensis Celak.*) آزمایشی در سال ۱۳۹۵ با استفاده از روش‌های لایسیمتری (روش مستقیم) و محاسباتی انجام شد. در روش مستقیم، ازلایسیمترهای زهکش‌دار با سازه‌های زیرزمینی واقع درایستگاه تحقیقات البرز کرج استفاده شد. هر کدام از لایسیمترها، به قطر ۰/۹ مترو ارتفاع ۱/۲۸ متر بود که در آنها یک نشاء از آویشن دنایی کشت شد. در این مجموعه، دو لایسیمتراصلی انتخاب و آبیاری آنها در حد ظرفیت زراعی تنظیم شد. در دو طرف هر کدام از آنها، لایسیمترهای مشابه‌ای به‌عنوان حاشیه قرارداشت.در طول دوره آزمایش، آب ورودی و خروجی لایسیمترها و ویژگی‌های آویشن شامل وزن خشک اندام هوایی، میزان تبخیر- تعرق و کارایی مصرف آب در آویشن اندازه گیری شد. به‌منظور برآورد تبخیر- تعرق گیاه مرجع چمن، از روش‌های محاسباتی بلانی‌کریدل فائو و روش استاندارد پنمن‌مانتیث فائو استفاده شد. ضریب گیاهی آویشن در طول دوره رشد، از نسبت تبخیر-تعرق آویشن به تبخیر-تعرق گیاه مرجع چمن(بر پایه روش پنمن‌مانتیث فائو) بدست آمد. طبق نتایج بدست آمده، مقدار تبخیر-تعرق تجمعی گیاه مرجع به روش‌های بلانی‌کریدل فائو وپنمن‌مانتیث فائو به‌ترتیب ۷۱۵ و ۶۳۷ میلی‌متر بود. در لایسیمترها نیز مقدار تبخیر-تعرق آویشن دنایی تا ابتدای گلدهی برابر ۱۰۰ میلی‌متر،تا ابتدای تولید بذر معادل ۴۵۵ میلی‌متر و تا انتهای مرحله بذردهی برابر ۶۲۲ میلی‌متر تعیین شد.ضریب گیاهی آویشن در مراحل چهارگانه ابتدایی(*Initial*)، توسعه(*Development*)، میانی (*Mid-season*) و انتهایی(*Late-season*) رشد به‌ترتیب ۰/۳۳، ۰/۶۵، ۱/۲۰ و ۰/۹۹ و کارایی مصرف آب ۰/۴ گرم‌برلیتر برآورد شد. با تعیین ضریب گیاهی و نیازآبی آویشن دنایی، ضمن کمک به طراحی سیستم‌های هوشمند و آبیاری مکانیزه، امکان برنامه‌ریزی و مدیریت آبیاری در طول دوره رشد گیاه نیز فراهم خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: گیاهان دارویی، نیازآبی، گیاه مرجع، بلینی‌کریدل، پنمن‌مانتیث، درجه روز رشد

۱- آدرس نویسنده مسئول: تهران، بخش تحقیقات گیاهان دارویی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نام آویشن به‌طور مترادف برای گروهی از گیاهان خانواده نعناع (*Lamiaceae*) به‌کار رفته است. این گیاهان متعلق به سه جنس مختلف از این خانواده شامل *Zataria*، *Ziziphora* و *Thymus* هستند. گیاهان متعلق به جنس *Thymus* شناخته‌شده‌ترین گیاهان دارویی در ایران و جهان را تشکیل می‌دهند. در ایران، گونه‌های مختلف این جنس دارای الگوی پراکندگی خاصی بوده و از شمال غرب، شمال‌شرق به‌طرف مرکز و همچنین غرب تا مناطق کوهستانی جنوب ایران مشاهده می‌شوند (جم‌زاد، ۱۳۹۱). تعدادی از گونه‌های جنس *Thymus* در صنایع غذایی، بهداشتی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرند. سرشاخه اندام هوایی آویشن حاوی اسانس یا روغن‌اسانسی (*Essential oil*) بوده که شامل ترکیب‌های فنلی، غیرفنلی و سایر مواد است. ترکیب‌های فنلی *Thymol* و *Carvacrol* موجود در جنس *Thymus*، سبب ایجاد ویژگی‌های دارویی و فارماکولوژیک متعددی می‌شود (جم‌زاد، ۱۳۸۸). در ایران ۱۸ گونه بومی از جنس *Thymus* وجود دارد. یکی از گونه‌های بومی ارزشمند، گیاهی چند ساله به نام آویشن دنایی با نام علمی *Thymus daenensis Celak.* است (جم‌زاد، ۱۳۸۸ و شریفی عاشورآبادی و همکاران ۱۳۹۶)

یکی از عوامل مهم و مؤثر در کشت گیاهان دارویی و ازجمله آویشن دنایی، تعیین نیازآبی گیاه و ضریب گیاهی آن است. در تعیین تبخیر-تعرق گیاه، روش‌های مستقیم (لایسیمتری) و غیرمستقیم (محاسباتی) استفاده می‌شوند. در روش غیرمستقیم، برآورد دقیق تبخیر-تعرق گیاه مرجع مانند یونجه و یا چمن از اهمیت زیادی برخوردار است (هاشمی‌نیا، ۱۳۷۸ و علیزاده، ۱۳۸۴). در تخمین تبخیر-تعرق گیاه مرجع، معادله‌های متعددی وجود دارد که تعدادی از آنها اصلاح و بازنگری شده‌اند. از مهمترین آنها می‌توان به رابطه پنمن‌مانتیث اصلاح شده توسط سازمان خوار و بار جهانی (*FAO*) اشاره کرد. فائو روش پنمن‌مانتیث را به‌عنوان روش برتر محاسبه نیازآبی گیاهان معرفی نموده و به تفصیل به ملاحظات برآورد این روش پرداخته است (آلن و همکاران، ۱۹۹۴). چنانچه منطقه بررسی شده دارای آمار هواشناسی مورد نیاز باشد، روش پنمن‌مانتیث دارای اولویت است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶*a*). در سه منطقه در شمال‌شرقی کارولینا، میزان تبخیر-تعرق چمن با استفاده از روش پنمن و لایسیمتر با روش‌های پنمن‌مانتیث، ماکنیگ، هارگریوزسامانی و تورنت‌وایت بررسی و مقایسه شدند. طبق نتایج حاصل، هم‌بستگی مناسبی بین روش‌های مبتنی بر دما و تابش وجود داشت. در این ارتباط، روش پنمن‌مانتیث بهترین روش در تخمین روزانه و فصلی تبخیر-تعرق مرجع گزارش شد (آماتیا و همکاران، ۱۹۹۵).

در ایران نیز در ارتباط با تبخیر-تعرق گیاه مرجع تحقیقات قابل توجهی انجام شده است. در منطقه اصفهان، تبخیر-تعرق مرجع با استفاده از روش‌های بلانی‌کریدل اصلاح شده، پنمن اصلاح شده، پنمن‌مانتیث و تشت تبخیر با ضریب ارائه شده توسط کانکا (به کمک آمار هواشناسی) مقایسه شدند. نتایج نشان داد که در منطقه اصفهان، روش تشت تبخیر با ضریب کانکا در اولویت اول و روش‌های بلانی‌کریدل، پنمن اصلاح شده و پنمن‌مانتیث در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند (پناهی، ۱۳۷۸). بختیاری و همکاران (۱۳۸۰) نیز تبخیر-تعرق روزانه گیاه مرجع را که از طریق لایسیمتر وزنی بدست آمده بود با روش پنمن‌مانتیث مقایسه نموده و ضریب اصلاحی بین ۱/۳۵ تا ۲/۵ را برای محاسبه توسط این روش بدست آوردند.

در ارتباط با تبخیر-تعرق و تعیین نیازآبی گیاهان زراعی (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶*a*) و باغی کشور (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶*b*) مطالعات قابل توجهی در ایران وجود دارد اما این مطالعات برای گیاهان مرتعی و دارویی کمتر انجام شده است. در منطقه کرج، شریفی عاشورآبادی و همکاران (۱۳۹۱) نیازآبی بومادران را در طول زمان گلدهی ۱۴۹/۷۲ میلی‌متر و هم‌چنین شریفی عاشورآبادی و همکاران (۱۳۹۳) نیازآبی گل‌محمدی را از اول فروردین ماه تا اتمام گلدهی برابر ۱۱۱ میلی‌متر و تا انتهای دوره

www.SID.ir

Archive of SID

رشد معادل ۱۱۴۷ میلی‌متر تعیین نمودند. طبق تحقیقات انجام شده توسط راد و همکاران (۱۳۹۰) در یزد، هر اصله درخت بالغ سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*)، برای رشد مطلوب به طور میانگین سالیانه به ۲/۴ مترمکعب آب نیاز دارد. تامین آب قابل دسترس گیاه، از عوامل موثر بر افزایش عملکرد محصولات کشاورزی است (کائول و همکاران، ۲۰۰۵). این درحالی است‌که عدم دسترسی گیاه به مقدار مناسب از منابع آبی موجب کاهش عملکرد می‌شود (سادراس و کالوینو، ۲۰۰۱). خورشیدی و همکاران (۱۳۹۴)، با استفاده از شاخص‌های مورد بررسی مشخص نمودند که آویشن دنایی تحمل نسبی بالایی به تنش کم‌آبی نشان داده و گزینه مناسبی برای کشت در شرایط کم‌آب و دیم است. البته تنش کم‌آبی بر تولید ماده موثره آویشن دنایی نیز موثر است. در گزارش دیگری، خورشیدی و همکاران (۱۳۹۷) تاثیر تنش کم‌آبی را بر افزایش درصد اسانس اکوتیپ‌هایی از آویشن دنایی در تیمار قطع آبیاری در مرحله رویشی مشاهده نمودند. مرادی دهنوی و همکاران (۱۳۹۴)، واکنش آویشن دنایی را در آبیاری بر اساس ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی بررسی نموده و گزارش دادند که تنش خشکی، ارتفاع و عملکرد اندام هوایی را کاهش و طول ریشه را افزایش داده است. به لحاظ اهمیت مصرف بهینه آب در مدیریت آبیاری و امکان توسعه کشت آویشن دنایی در مناطقی با محدویت منابع آب، میزان تبخیر-تعرق این گیاه دارویی ارزشمند در منطقه کرج تعیین شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین میزان تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی آویشن دنایی (*Thymus daenensis Celak.*) آزمایشی در سال ۱۳۹۵ با استفاده از روش‌های لایسیمتری (روش مستقیم) و محاسباتی (با استفاده از مدل‌های رایج) اجراء شد. مکان اجراء در ایستگاه تحقیقات البرز کرج، وابسته به موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور بود. این ایستگاه در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی، ارتفاع از سطح دریا معادل ۱۳۲۰ متر، طبقه آب‌وهوایی (بر مبنای تقسیم‌بندی آمبرژه) نیمه‌خشک، متوسط بارندگی ۳۰ ساله معادل ۲۳۰ میلی‌متر، بافت خاک (مزرعه و لایسیمتر) لومی و از طبقه *Loamy-Skeletal, mixed, medic Typic Haploxerepts* قرار دارد. در جدول ۱ به تعدادی از ویژگی‌های خاک منطقه اشاره شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های خاک مزرعه و لایسیمتر در ایستگاه البرز کرج

هدایت الکتریکی (dsm^{-1})	۲/۰۱
اسیدیته (pH)	۷/۴۸
کربن آلی (درصد)	۰/۶۷
نیتروژن کل (درصد)	۰/۰۶
فسفر ava (ppm)	۹/۰۳
پتاسیم ava (ppm)	۲۳۰
شن (درصد)	۳۹
سیلت (درصد)	۳۴/۷
رس (درصد)	۲۶/۳
بافت خاک	لوم
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	۱/۴۸

آزمایش‌های لایسیمتری در مجموعه لایسیمترهای زهکش‌دار (شامل ۱۲ لایسیمتر با چیدمان مربعی) که به‌صورت سازه‌های با تونل زیرزمینی بودند اجراء شد. مجموعه فوق در جنوب ایستگاه تحقیقات البرز (با وسعت ۷۰ هکتار) و در مزرعه چهار هکتاری گیاهان دارویی و به‌دور از تاسیسات ساختمانی قرار داشت. درحدود ۱۰ متری اطراف لایسیمترها، گونه‌های دارویی و مرتعی کشت شده‌بود. هر کدام از لایسیمترها، به قطر ۰/۹

www.SID.ir

Archive of SID

متر، ارتفاع ۱/۲۸ متر و مساحت ۰/۶۴ مترمربع بود. نشاءهای آویشن دنایی که در اوایل زمستان سال قبل و از کشت بذر در گلدان تهیه شده بود، در ابتدای فروردین‌ماه به‌صورت تک‌بوته (بنابر خصوصیات هر بوته که در طبیعت قطر آن به بیش از نیم‌متر می‌رسد) به هرکدام از لایسیمترها منتقل شد. در این مجموعه، دو لایسیمتر اصلی انتخاب و آبیاری آنها در حد ظرفیت زراعی تنظیم شد. در دو طرف هر کدام از آنها، لایسیمترهای مشابه‌ای با فاصله ۷۵ سانتی‌متری به عنوان لایسیمترهای حاشیه قرار داشت. در هر لایسیمتر، میزان آب ورودی با روش حجمی دقیق (با استفاده از *Water meter* به‌طور متوسط بین دو تا سه روز و تقریبا معادل ۳۰ لیتر در هر نوبت) اعمال شد. ۲۴ ساعت پس از هر آبیاری، زه‌آب خارج شده از هر لایسیمتر در مخازن جداگانه جمع‌آوری و حجم آن اندازه‌گیری شد. بر اساس آزمایش‌های قبلی نگارنده که در همین شرایط انجام شده بود، میزان رطوبت خاک ۲۴ ساعت پس از هر آبیاری در حد ظرفیت زراعی تعیین شده بود (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۱). در هر لایسیمتر، وضعیت بیلان آب در خاک با استفاده از رابطه ۱ بیان می‌شود (وزیری و همکاران، ۱۳۸۷ و علی‌حوری، ۱۳۹۶).

$$ET_c = I + P - RO - DP \pm \Delta S \qquad (۱)$$

که در آن:

ETc: تبخیر-تعرق گیاه در لایسیمتر (*mm*)، *I*: آب آبیاری (*mm*)، *P*: بارندگی (*mm*)، *RO*: رواناب سطحی که در لایسیمتر برابر با صفر در نظر گرفته شد (*mm*)، *DP*: نفوذ عمقی یا زه‌آب جمع‌آوری شده از هر لایسیمتر (*mm*) و ΔS: تغییرات رطوبت خاک (*mm*) می‌باشد.

ویژگی‌های مورد بررسی شامل اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی، میزان تبخیر-تعرق گیاه براساس مدل معادله بیلان‌آبی و در نهایت کارایی‌مصرف آب بر حسب گرم بر لیتر بود.

به‌منظور برآورد تبخیر- تعرق گیاه مرجع چمن، از مدل‌های بلانی‌کریدل فائو (دورنبوس و پریوت، ۱۹۷۵) و همچنین پنمن‌مانتیث فائو (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) استفاده شد. بدین‌منظور، تبخیر-تعرق گیاه مرجع چمن برمبنای داده‌های روزانه سال ۲۰۱۶ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کرج در مجاورت منطقه اجرای طرح و با استفاده از روش‌های بلانی‌کریدل فائو و پنمن‌مانتیث فائو برآورد شد.

روش بلانی کریدل فائو

هر کدام از مولفه‌های روش بلانی‌کریدل فائو بر پایه ویژگی‌های اکولوژیک و اقلیمی منطقه و با استفاده از روابط ۲ تا ۵ محاسبه شدند.

$$ET_o = a + bf \qquad (۲)$$

$$f = P(0.46T + 8.13) \qquad (۳)$$

$$a = 0.0043RH_{\min} - \frac{n}{N} - 1.41 \qquad (۴)$$

$$b = a_0 + a_1 RH_{\min} + a_2 \frac{n}{N} + a_3 U_d + a_4 RH_{\min} \frac{n}{N} + a_5 RH_{\min} U_d \qquad (۵)$$

که در آن:

ET_o: تبخیر-تعرق گیاه مرجع ($mm\ day^{-1}$)، f: ضریب متاثر از (T) و (P)، T: میانگین دمای هوا در ارتفاع دو متری (^oC)، P: درصد ماهانه ساعات روشنایی براساس عرض جغرافیایی منطقه، α: عدد ثابت رابطه، b: ضریب رابطه بلینی‌کریدل، α_0 تا α_5: ضرایب رابطه b، RH_{min}: حداقل رطوبت نسبی (%)، $\frac{n}{N}$: نسبت تعداد ساعات آفتابی به‌حداکثر ساعات روشنایی روز و U_d: سرعت باد در ارتفاع d یا دو متری از سطح زمین ($m\ s^{-1}$) است.

روش پنمن‌مانتیث فائو

هر کدام از مولفه‌های رابطه پنمن‌مانتیث فائو، با استفاده از روابط یاد شده در نشریه شماره ۵۶ فائو محاسبه شدند (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). داده‌های خام هواشناسی روزانه شامل حداقل و حداکثر دما، حداقل و حداکثر رطوبت نسبی، تعداد ساعات آفتابی، سرعت باد در ارتفاع دو متری و تعدادی از ویژگی‌های اکولوژیک منطقه بود که بر پایه آنها گرمای نهان تبخیر، فشار بخار اشباع، فشار بخار واقعی، کمبود فشار بخار، ضریب سایکومتری و

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین تعدادی دیگری از عوامل محاسبه و در نهایت رابطه نهایی پنمن‌مانتیث فائو محاسبه شد (رابطه ۶).

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\times\frac{900}{T+273}\times U_2\times(es-ea)}{\Delta+\gamma(1+0.34\ U_2)} \quad (۶)$$

که در آن:

ET_o: تبخیر-تعرق مرجع ($mm\ day^{-1}$)، Rn: تابش خالص در سطح گیاه ($MJ\ m^{-2}.day^{-1}$)، G: شار گرما به‌داخل خاک ($MJ\ m^{-2}.day^{-1}$) که براساس منابع موجود صفر درنظر گرفته شد (علیزاده، ۱۳۸۴ و فرشی و همکاران، ۱۳۷۶a)، T: میانگین دمای هوا در ارتفاع دو متری (^oC)، U_2: سرعت باد در ارتفاع دو متری ($m\ s^{-1}$)، es: فشار بخار اشباع (kPa)، ea: فشار بخار واقعی (kPa)، es-ea: کمبود فشار بخار اشباع (kPa)، Δ: شیب تغییرات فشار بخار با درجه حرارت ($kPa\ ^oC^{-1}$) و γ: ضریب سایکومتری ($kPa\ ^oC^{-1}$) است.

از آنجائیکه این تحقیق براساس روش استاندارد نشریه ۵۶ فائو پایه‌ریزی شده است، ضریب گیاهی آویشن در طول دوره رشد از نسبت تبخیر-تعرق آویشن در لایسیمترها به تبخیر-تعرق گیاه مرجع چمن (بر پایه روش پنمن‌مانتیث فائو) بدست آمد (رابطه ۷).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (۷)$$

که در آن:

K_c: ضریب گیاهی آویشن دنایی، ET_c: تبخیر-تعرق آویش دنایی در شرایط استاندارد (mm) و ET_o: تبخیر-تعرق گیاه مرجع چمن (mm) است.

در این آزمایش، بازه زمانی بررسی شده، از شروع فعالیت رشدی آویشن دنایی (تقریباً از اول فروردین‌ماه ۱۳۹۵) تا مرحله رسیدن بذر (در حدود ۲۷ تیرماه ۱۳۹۵) بود. در طول این مدت، ضریب گیاهی آویشن دنایی در دهه‌های رشد و همچنین در مراحل چهارگانه رشد شامل مراحل ابتدایی *(Initial)*، توسعه *(Development)*، میانی *(Mid-season)* و انتهایی *(Late-season)* بر پایه تقویم زمانی و همچنین تقویم حرارتی بر حسب درجه‌روزرشد (*GDD*) تعیین شد. رابطه ۸ بیان‌کننده تجمع حرارت در مراحل مختلف رشد گیاه است (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۶).

$$\text{تجمع حرارتی} = \sum\left(\frac{\text{Tmax+Tmin}}{2}\right)\text{-Tb} \quad (۸)$$

که در آن:

Tmax: حداکثر درجه حرارت (^oC)، *Tmin*: حداقل درجه حرارت (^oC) و *Tb*: صفر فیزیولوژیک آویشن دنایی (^oC) است. طبق منابع موجود، صفر فیزیولوژیک آویشن دنایی چهار درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۶).

کارایی مصرف آب که شامل مقدار وزن خشک سرشاخه اندام‌هوایی (بر حسب گرم) به‌ازای هر واحد آب مصرف شده توسط آویشن (بر حسب لیتر) بود، از رابطه ۹ بدست آمد (جین و همکاران، ۲۰۱۸).

$$WUE = \frac{P}{W} \quad (۹)$$

که در آن:

WUE: کارایی مصرف آب، *P*: وزن خشک سرشاخه اندام‌هوایی (gr) و *W*: آب مصرف شده توسط آویشن (L) می‌باشد.

نتایج

جدول ۲ میزان تبخیر-تعرق گیاه مرجع چمن را با استفاده از روش‌های محاسباتی در دهه‌های رشد و همچنین به صورت تجمعی نشان می‌دهد. میزان تبخیر-تعرق تجمعی گیاه مرجع (منطبق بر طول دوره رشد گیاه آویشن دنایی تا دهه سوم تیرماه) به‌روش بلانی‌کریدل فائو معادل ۷۱۵/۳۵ میلی‌متر و به‌روش پنمن‌مانتیث فائو، ۶۳۷/۷۱ میلی‌متر برآورد شد.

جدول ۳ میزان تبخیر-تعرق آویشن دنایی را با استفاده از روش لایسیمتری در دهه‌های رشد و همچنین به‌صورت تجمعی نشان می‌دهد. میزان تبخیر-تعرق تجمعی آویشن دنایی در ظرفیت زراعی تا ابتدای مرحله گلدهی (دهه دوم اردیبهشت) با دریافت حرارت تجمعی

www.SID.ir

Archive of SID

۴۵۲ درجه‌روزرشد معادل ۱۰۰/۵ میلی‌متر تا ابتدای مرحله بذردهی (دهه اول تیرماه) با دریافت حرارت تجمعی ۱۳۶۶ درجه‌روزرشد برابر ۴۵۵/۶۳ میلی‌متر و تا انتهای مرحله بذردهی (دهه سوم تیرماه) با دریافت حرارت تجمعی ۱۸۱۲ درجه‌روزرشد معادل ۶۲۲/۱۳ میلی‌متر بود.

جدول ۳، ضریب گیاهی را در دهه‌های رشد و نمودار ۱ ضریب گیاهی را در مراحل چهارگانه رشد آویشن دنایی نشان می‌دهد. ضریب گیاهی آویشن در مراحل چهارگانه رشد شامل مراحل ابتدایی *(Initial)*، توسعه *(Development)*، میانی *(Mid-season)* و انتهایی *(Late-season)* به‌ترتیب ۰/۳۳، ۰/۶۵، ۱/۲۰ و ۰/۹۹ برآورد شد. طبق نتایج جدول ۴، میزان عملکرد تک‌بوته آویشن دنایی ۲۵۱/۲۵ گرم و کارایی مصرف آب ۰/۴ گرم بر لیتر تعیین شد.

جدول ۲- تبخیر- تعرق گیاه مرجع بر اساس روش‌های بلانی‌کریدل فائو و روش استاندارد پنمن‌مانتیث فائو در سال ۱۳۹۵

ردیف	ماه	دهه	روش بلانی کریدل (میلی‌متر)		روش پنمن مانتیث فائو (میلی‌متر)	
			دهه رشد	تجمعی	دهه رشد	تجمعی
۱	فروردین	۱	۲۰/۸۲	۲۰/۸۲	۲۴/۷۸	۲۴/۷۸
۲	فروردین	۲	۲۴/۰۷	۴۴/۸۹	۲۶/۶۳	۵۱/۴۱
۳	فروردین	۳	۳۰/۲۲	۷۵/۱۱	۳۶/۱۵	۸۷/۵۶
۴	اردیبهشت	۱	۳۳/۶۹	۱۰۸/۸	۴۰/۳۴	۱۲۷/۹
۵	اردیبهشت	۲	۵۸/۸۲	۱۶۷/۶۲	۴۹/۴۸	۱۷۷/۳۸
۶	اردیبهشت	۳	۴۷/۴۸	۲۱۵/۱	۴۸/۰۲	۲۲۵/۴
۷	خرداد	۱	۶۹/۱۹	۲۸۴/۲۹	۶۲/۰۹	۲۸۷/۴۹
۸	خرداد	۲	۸۳/۱۵	۳۶۷/۴۴	۶۵/۳۱	۳۵۲/۸
۹	خرداد	۳	۸۹/۸۶	۴۵۷/۳	۶۹/۳۹	۴۲۲/۱۹
۱۰	تیر ماه	۱	۸۸/۷۴	۵۴۶/۰۴	۷۱/۴۷	۴۹۳/۶۶
۱۲	تیر ماه	۲	۸۷/۶۷	۶۳۳/۷۱	۶۹/۲	۵۶۲/۸۶
۱۳	تیر ماه	۳	۸۱/۶۴	۷۱۵/۳۵	۷۴/۸۵	۶۳۷/۷۱

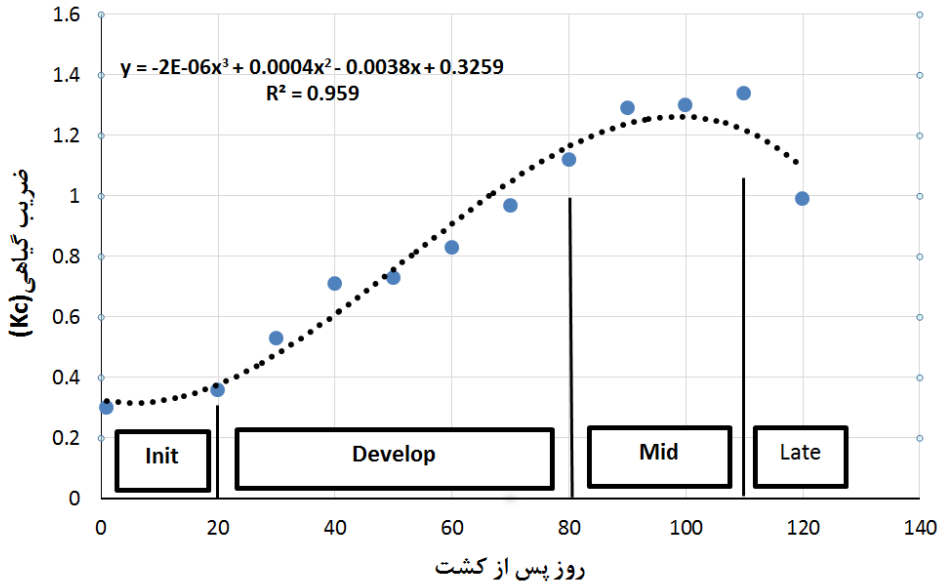
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تبخیر- تعرق و ضریب گیاهی آویشن دنایی بر پایه تقویم زمانی و شاخص حرارتی در لایسیمترهای ایستگاه تحقیقات البرز کرج در سال ۱۳۹۵

ردیف	ماه	دهه رشد	مرحله رشد	تقویم حرارتی (درجه‌روزرشد*)	ET_c (میلی‌متر)		K_c
					در هر دهه	تجمعی	
۱	فروردین	۱	ابتدایی	۴۶	۷/۵	۷/۵	۰/۳۰
۲	فروردین	۲	ابتدایی	۱۰۶/۰۵	۹/۵	۱۷	۰/۳۶
۳	فروردین	۳	توسعه	۱۹۹/۸۵	۱۹	۳۶	۰/۵۳
۴	اردیبهشت	۱	توسعه	۲۹۴/۸	۲۸/۵	۶۴/۵	۰/۷۱
۵	اردیبهشت (شروع گلدهی)	۲	توسعه	۴۵۱/۷	۳۶	۱۰۰/۵	۰/۷۳
۶	اردیبهشت	۳	میانی	۵۹۵/۵۵	۳۹/۷	۱۴۰/۲	۰/۸۳
۷	خرداد	۱	میانی	۷۷۵/۱۵	۶۰	۲۰۰/۲	۰/۹۷
۸	خرداد	۲	میانی	۹۵۷/۶۵	۷۳/۴	۲۷۳/۶	۱/۱۲
۹	خرداد	۳	میانی	۱۱۶۳/۶	۸۹/۱۸	۳۶۲/۷۸	۱/۲۹
۱۰	تیر ماه (شروع بذردهی)	۱	میانی	۱۳۶۵/۸۵	۹۲/۸۵	۴۵۵/۶۳	۱/۳۰
۱۲	تیر ماه	۲	میانی	۱۵۹۷/۰۵	۹۲/۵	۵۴۸/۱۳	۱/۳۴
۱۳	تیر ماه (تکمیل بذر دهی)	۳	انتهایی	۱۸۱۱/۸۵	۷۴	۶۲۲/۱۳	۰/۹۹

*-Growing degree days



نمودار ۱- ضریب گیاهی آویشن دنایی در مراحل مختلف رشد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مرفولوژی، عملکرد و کارایی مصرف آب آویشن دنایی در شرایط لایسیمتری

ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	محیط گیاه (سانتی‌متر)	عملکرد سرشاخه بوته (گرم‌دربوته)	کارایی مصرف آب (گرم‌برلیتر)
۴۰	۳۹۲/۵	۲۵۱/۲۵	۰/۴۰

بحث

در این تحقیق با استفاده از روش لایسیمتری میزان تبخیر-تعرق آویشن دنایی (تقریبا معادل نیاز خالص آب آبیاری) در مراحل مختلف و همچنین در انتهای مرحله بذردهی (۶۲۲/۱۳ میلی‌متر) بر اساس تقویم زراعی و همچنین شاخص حرارتی ارائه شده است. شاخص حرارتی با واحد درجه روز رشد بیان شده و نشان‌دهنده تجمع حرارت در گیاه برای رسیدن به هریک از مراحل فنولوژیک رشد می‌باشد. از آنجائیکه ممکن است به‌دلیل عدم شناخت رفتار فیزیولوژیک گیاه، آب مصرفی در زمان مناسب و مقدار لازم اعمال نشده و گیاه تحت تاثیر تنش کم‌آبی قرار گیرد لذا با استفاده از تقویم زمانی و شاخص حرارتی، امکان زمان‌بندی مناسب و بهینه‌سازی مصرف آب فراهم خواهد شد. شریفی عاشورآبادی و همکاران (۱۳۹۳) نیازآبی گل محمدی (*Rosa damascena Mill.*) را در مراحل مختلف رشد، علاوه بر تقویم زمانی بر پایه شاخص حرارتی درجه روز رشد نیز محاسبه نمودند. استفاده از شاخص حرارتی در هر اقلیم و هر مقیاس امکان‌پذیر است. این شاخص در موضوعات کشاورزی، منابع طبیعی و حتی صنعت گردشگری (فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵) نیز کاربرد دارد.

همانگونه که در نتایج مشاهده می‌شود، تبخیر-تعرق تجمعی گیاه مرجع چمن در منطقه کرج از روش‌های بلانی‌کریدل فائو و پنمن‌مانتیث فائو به ترتیب ۷۱۵/۳۵ و ۶۳۷/۷۱ میلی‌متر برآورد شد. طبق جدول ۲، برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع از دهه اول تا چهارم، در روش بلینی‌کریدل فائو کمتر از روش پنمن‌مانتیث فائو بود. از دهه پنجم تا سیزدهم، روند به‌طور محسوسی تغییر کرده و برعکس شد. به‌طوری که تبخیر-تعرق تجمعی برآورد شده در روش بلینی‌کریدل فائو بیشتر از پنمن‌مانتیث فائو بود. این مطلب به دلیل ماهیت پردازش داده‌های هواشناسی به‌وسیله هر کدام از روابط محاسباتی است. روش پنمن‌مانتیث فائو، توسط مراجع علمی مانند *FAO* و کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زه‌کشی (*ICID*)[۲] برای تعیین نیاز آبی گیاه مرجع چمن توصیه شده است (آلن و همکاران، ۱۹۹۸ و اسمیت و همکاران، ۱۹۹۲). ذکر این نکته ضروریست که تأیید دقت روش پنمن‌مانتیث فائو دلیل بر رد روش‌های دیگر محاسباتی در برآورد تبخیر-تعرق نیست. نتایج تعدادی از تحقیقات نشان می‌دهد که در برخی از مناطق ایران، سایر روش‌های محاسباتی و غیرمستقیم نیز میزان تبخیر- تعرق را با دقت بالایی برآورد نموده‌اند (بختیاری و همکاران، ۱۳۸۰ و پناهی، ۱۳۷۸). به هر حال تعداد داده‌های هواشناسی و ویژگی‌های اقلیمی قابل دسترس در هر منطقه می‌تواند در انتخاب روش مناسب برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع تعیین‌کننده باشد (مینایی و مادح خاکسار،۱۳۸۱). از آنجاییکه این تحقیق براساس روش استاندارد نشریه ۵۶ فائو پایه‌ریزی شده است، لذا نتایج روش پنمن‌مانتیث فائو برای ادامه تحقیق و تعیین ضریب گیاهی آویشن انتخاب شد.

طبق نتایج بدست آمده، ضریب گیاهی برای مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی رشد آویشن به ترتیب ۰/۳۳، ۰/۶۵، ۱/۲۰ و ۰/۹۹ تعیین شد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در مرحله میانی از رشد گیاه آویشن، ضریب گیاهی بیش از عدد یک و در مرحله انتهایی رشد نیز نزدیک به یک بود. به لحاظ فراهم بودن رطوبت کافی، گیاه آویشن از رشد رویشی بالایی برخوردار بود و حتی پس از تشکیل بذر نیز فعالیت رشدی گیاه کاملا متوقف نشد. با استفاده از میزان تبخیر-تعرق گیاه مرجع و ضریب

6- *International Commission on Irrigation and Drainage*

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهی می‌توان میزان تبخیر-تعرق گیاه هدف را برآورد نمود. در این ارتباط، نیازآبی تعدادی از گیاهان زراعی (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶*a*) و باغی (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶*b*) در شرایط متنوع اقلیمی ایران گزارش شده است. در ارتباط با گیاهان دارویی نیز شریفی عاشورآبادی و همکاران (۱۳۹۱) ضریب گیاهی بومادران (*Achillea L. millefolium*) را در منطقه کرج برای مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی رشد به ترتیب ۰/۱۶، ۰/۴۵، ۱/۰۵ و ۰/۸۱ تعیین کردند. صابری و همکاران (۱۳۹۶)، ضریب گیاه‌دارویی اجغون (*Trachyspermum ammi*) را در منطقه بیرجند در مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی رشد به ترتیب ۰/۷۸، ۱/۰۶، ۱/۱۳ و ۰/۹۶ گزارش کردند.

در این تحقیق کارایی مصرف آب در آویشن دنایی معادل ۰/۴ گرم بر لیتر تعیین شد. کارایی مصرف آب در گیاهان مختلف متفاوت است. کارایی مصرف آب از موضوعات قابل توجه محققان بوده که مقدار ماده خشک تولیدی (و یا عملکرد اقتصادی محصول) را به ازای مصرف هر واحد آب نشان می‌دهد (کلایفتون‌بران و لواندوسکی، ۲۰۰۰، ماء و همکاران، ۲۰۰۴، ویوآ و همکاران، ۲۰۰۸، عبید و همکاران، ۲۰۱۶، جین و همکاران، ۲۰۱۸). با استفاده از کارایی مصرف آب می‌توان نسبت به تدوین استراتژی مناسب در زمینه مدیریت مصرف آب اقدام نمود (به‌دانی و همکاران، ۲۰۰۸). با اعمال مدیریت صحیح در آبیاری، عملکرد مناسب با حداقل مصرف آب بدست خواهد آمد.

نتیجه‌گیری نهایی

تقاضای روزافزون در مصرف گیاهان‌دارویی و معطر، باعث برداشت بی‌رویه آنها در عرصه‌های طبیعی، کاهش پوشش گیاهی و فرسایش خاک شده است. به‌منظور حفاظت از عرصه‌های طبیعی، کشت و اهلی‌کردن گیاهان دارویی در اراضی مساعد واقعیتی اجتناب‌ناپذیر است. از آنجائیکه قسمت قابل توجهی از مساحت کشور پهناور ایران در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده و از نظر تامین منابع آب دارای محدودیت است لذا با تعیین ضریب گیاهی و نیاز آبی آویشن دنایی، ضمن کمک به طراحی سیستم‌های هوشمند و آبیاری مکانیزه، امکان برنامه‌ریزی و مدیریت آبیاری در طول دوره رشد گیاه نیز فراهم خواهد شد.

سپاسگزاری

نویسنده مسئول از رییس محترم و همکاران ارجمند موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، بخش تحقیقات گیاهان دارویی، ایستگاه تحقیقات البرز کرج و همچنین از مساعدت‌های جناب آقای دکتر کامران افتخاری از موسسه تحقیقات خاک و آب تشکر و قدردانی می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱. بختیاری، ب.، خانجانی، م.ج.، علیزاده، ا. و کمالی، غ.، ۱۳۸۰. محاسبه تبخیر-تعرق روزانه گیاه مرجع و مقایسه آن مقدار با مقدار اندازه‌گیری شده توسط لایسیمتر الکترونیکی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، دانشگاه زابل، ۱۵ اسفند: ۴۹۶-۴۸۵.

۲. پناهی، م.، ۱۳۷۸. ارزیابی چند روش محاسباتی برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل. هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۲-۱۰ اسفند: ۳۴-۲۱.

۳. جم‌زاد، ز.، ۱۳۸۸. آویشن‌ها و مرزه‌های‌ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۱۷۱صفحه.

۴. جم‌زاد، ز.، ۱۳۹۱. فلور ایران، جلد ۷۶، تیره نعناع. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۰۷۲ صفحه.

۵. خورشیدی، ج. شکر پور، م. و ناظری، و. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد، اسانس و برخی از صفات فیزیولوژیک اکوتیپ های آویشن دنایی *(Thymus daenensis subsp. daenensis)* در منطقه کرج. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۹ (۳): ۶۲۴-۶۱۳.

۶. خورشیدی، ج. شکر پور، م. و ناظری، و. ۱۳۹۴. ارزیابی پاسخ به تنش کم آبی در اکوتیپ های مختلف آویشن دنایی *(Thymusdaenensis subsp.daenensis)* با استفاده از شاخص های تحمل تنش. مجله علوم باغبانی ایران. ۴۶ (۴): ۵۷۳-۵۶۳.

۷. راد، م. ه.، مشکوه، م. ع.، سلطانی، م. و میر جلیلی، م. ر. ۱۳۹۰. تعیین نیاز ابی تاغ (*Haloxylon aphyllum*) به روش آزمایش های لایسیمتری. فصلنامه خشک‌بوم دوره ۱، شماره ۳: ۲۳-۱۴.

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

۹. شریفی عاشورآبادی، ا.، روحی پور، ح.، عصاره م. ح.، طبایی‌عقدایی، س. ر.، لباسچی، م. ح. و نادری، ب. ۱۳۹۳. تعیین نیاز آبی گل محمدی (*Rosa damascena Mill.*) با استفاده از لایسیمتر. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۳۰ (۶): ۹۳۱-۹۲۳.

۱۰. شریفی عاشورآبادی،ا.، جم زاد، ز.، لباسچی، م. ح.، اکبری‌نیا، ا.، صفایی، ل.، لارتی، م.، حبیبی، ر.، گریوانی، گ. م.، صفری، ص.، صمدی اصل، و. و مکی زاده تفتی، م. ۱۳۹۶.استفاده از شاخص حرارتی در پیش بینی مراحل فنولژیک رشد آویشن (*Thymus*) در رویشگاه‌های طبیعی. نشریه طبیعت ایران، جلد ۲(۶): ۴۴-۳۴.

۱۱. 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. پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۳۱ (۳): ۳۹۸-۳۸۹.

۱۲. علیزاده، ا. ۱۳۸۴. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا، ۴۷۰ صفحه.

۱۳. علی‌حوری، م. ۱۳۹۶. تعیین نیازآبی و ضریب گیاهی خرما در مرحله رشد رویشی با استفاده از لایسیمتر. پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۳۱ (۳): ۳۴۰-۳۲۹.

۱۴. فرج‌زاده، ح.، سلیقه، م. و علیجانی، ب. ۱۳۹۵. کاربرد شاخص اقلیم حرارتی جهانی در ایران از منظر گردشگری. مجلهٔ مخاطرات محیط طبیعی، سال پنجم، شماره هفتم: صفحه ۱۳۷-۱۱۷.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۵. فرشی، ع.ا.، شریعتی، م.ر.، جارالهی، ر.، قائمی، م.ر.، شهابی‌فر، م. و تولایی، م.م.ش.، ۱۳۷۶a. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور (جلد اول، گیاهان زراعی). نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، ۹۰۰ صفحه.

۱۶. فرشی، ع.ا.، شریعتی، م.ر.، جارالهی، ر.، قائمی، م.ر.، شهابی‌فر، م. و تولایی، م.م.ش.، ۱۳۷۶b. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور (جلد دوم، گیاهان باغی). نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، ۶۲۹ صفحه.

۱۷. مرادی دهنوی، م. ر.، مردای، پ. و پورمیدانی، ع. ۱۳۹۴. بررسی اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر صفات رویشی و عملکرد آویشن دنایی. سومین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه. ۲۳۰-۲۲۶.

۱۸. مینایی، س. و مادح خاکسار، آ.، ۱۳۸۱. بررسی و نقدی بر روش و محاسبه نیاز آبی سند ملی آب استان خوزستان و ارائه پیشنهادات. یازدهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران، ۲۶-۲۵ آبان: ۸۰-۶۳.

۱۹. وزیری، ژ، سلامت، ع.، انتصاری، م.، مسیحی، م.، حیدری، ن. و دهقانی سانیچ، ح. ۱۳۸۷. تبخیر-تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان)، کارگروه استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی. کمیته ملی آب و کشاورزی ایران، نشریه شماره ۱۲۲، ۳۶۲ صفحه.

۲۰. هاشمی‌نیا، س.م.، ۱۳۷۸. تبخیر، تبخیر-تعرق و داده‌های اقلیمی (ترجمه). انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۲۴۲ صفحه.

21. *Abid, M., Haddad, M., Ben Khaled, A., Mansour, E., , Bachar1, K., Lacheheb, B., Ferchichi A. 2016. Water Relations and Gas Exchange in Alfalfa Leaves under Drought Conditions in Southern Tunisian Oases. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 25 (3): 917-924.*

22. *Allen, R.G., Pereira, L., Raes, D. and Smit. M., 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, Italy.*

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

24. *Amatya, D.M., Skayys, R.W. and Greyory, J.D., 1995. Comparison of methods for estimating REF-Et. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 121(6): 427-435.*

25. *Behdani. M.A.. Nassiri Mahallati. M.. and Koocheki. A. 2008. Evaluation of birrigation manegement of saffron atagroecosystem scale in dry regions of Iran. Asian Journal of plant science 7(1): 22-25.*

26. *Clifton-Brown, J.C. and Lewandowski, I., 2000. Water use efficiency and biomass partitioning of three different miscanthus genotypes with limited and unlimited water supply. Annals of Botany, 86: 191-200.*

27. *Doorenbos, J. and Pruitt, W. O. 1975. Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper N. 24. F.A.O., Rome. Italy.*

28. *Jin, N., Ren, W., Tao, B., He, L., Ren, Q., Li, S., Yu, Q. 2018. Effects of water stress on water use efficiency of irrigated and rainfed wheat in the Loess Plateau, China. Science of theTotal Environment, 642:1-11.*

29. *Kaul. M..Hill. R.I.. and Walthall. C.2005. Artifical neural networks for corn and soybean yield prediction. Agricultural System 85: 1-18.*

30. *Ma, C.C., Gao, Y.B., Guo, H.Y. and Wang, J.L., 2004. Photosynthesis,transpiration and water use efficiency of Caragana microphylla, C. intermedia, and C. korshinskii. Photosynthetica, 42(1): 65-70.*

www.SID.ir

Archive of SID

31. *Sadras. V.O., and Calvino. P.A. 2001. Quantification of grain yield response to soil depth in soybean. maize.sunflower. and wheat. Agronomy Journal 93: 577-583.*

32. *Smith, M., Allen, R.G., Monteith, J.L., Perrier, A., Santos Pereira, L. and Segeren, A., 1992. Report of the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements. UN-FAO, Rome, Italy, 28-31 May, 45p.*

33. *Wua, F., Baoa, W., Lia, F. and Wua, N., 2008. Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water use efficiency of Sophora davidii seedling. Environmental and Experimental Botany, 63(1-3): 248-255.*

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of Plant Coefficient and Evapotranspiration of Thyme in the Standard Conditions of Karaj

E. Sharifi Ashourabadi[1] , H. Rouhipour, M. Jebeli, M. Mackizadeh Tafti, and B. Naderi

Associate Professor of Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
esharifi@rifr-ac.ir
Associate Professor of Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
parviz.rouhi@yahoo.com.au
Research Expert of Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR), Agricultural Research, Education and ExtensionOrganization (AREEO), Tehran, Iran.
Rihan2000ir@yahoo.com
Assistant Professor of Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR), Agricultural Research, Education and ExtensionOrganization (AREEO), Tehran, Iran.
marytafti@yahoo.com
Research Expert of Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
nadery.behroz.rifr@gmail.com

Received: October 2019, and Accepted: September 2020

Abstract

To determine crop coefficient and evapotranspiration of *Thymus daenensis* Celak., an experiment was performed in 2016 using lysimeters (direct method) and computational method In the direct method, drainage lysimeters with underground structures located at Alborz Research Station in Karaj were used. Each of the lysimeters were 0.9 meters in diameter and 1.28 meters high. In each lysimeter, a seedling of *Thymus* was planted. Then, two main lysimeters were selected and their irrigation was adjusted to the field capacity. On both sides of the main lysimeters, similar lysimeters were considered as margins. During the experiment period, the input and output water of the lysimeters as well as dry weight of aerial parts, the amount of evapotranspiration, and water use efficiency in *Thymus daenensis* were measured. In order to estimate the evapotranspiration of the reference plant, the computational methods of Blaney Criddle and FAO Penman-Monteith were used. *Thymus* plant coefficients during plant growth, was obtained as the ratio of *Thymus* evapotranspiration to reference plant evapotranspiration· Based on the results, the amount of cumulative evapotranspiration of the reference plant by Blaney Criddle-FAO and Penman-Monteith-FAO were 715 and 631 mm, respectively. In lysimeters, *Thymus* evapotranspiration up to the beginning of flowering was 100 mm, to the beginning of seed production 455 mm, and to the end of seed production 622.13 mm. The *Thymus* plant coefficients in initial, crop development, mid-season and late-season stages were 0.33, 0.65, 1.20, and 0.99, respectively. Water use efficiency was estimated to be 0.4 gL^{-1}. By determining the plant coefficient and water requirement of *Thymus*, in addition to helping in design of intelligent systems and mechanized irrigation, it will be possible to plan and manage irrigation during the plant growth period.

Keywords: Medicinal plants, Water requirement, Reference plant, Blaney-Criddle, Penman-Monteith, Growing degree days

[1]- Corresponding author: Medicinal Plants Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR). Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

www.SID.ir