Archive of SID

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره1، جلد10، فروردین - اردیبهشت 1395، ص. 127-117

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 10, Apr.-May. 2016, p. 117-127

برآورد ضریب گیاهی (K_c) گیاهان دارویی رزماری، اسطوخودوس و ماریتیغال (خارمریم) بااستفاده از بیلان آبی

مرجان نورالهی[1*]، علی مراد حسن‌لی[2]، غلامعباس قنبریان[3] و منصور تقوایی[4]

تاریخ دریافت: 1394/12/15 تاریخ پذیرش: 1395/2/22

چکیده

آگاهی از نیاز آبی گیاهان و برآورد تبخیر و تعرق یکی از ملاحظات اساسی برای افزایش بهره‌وری آب و مدیریت آن است. یکی از روش‌های تعیین آب مورد نیاز گیاهان در صورتی که بتوان ورودی‌ها و خروجی‌ها را اندازه‌گیری کرد روش بیلان آب و استفاده از لایسی‌مترها است. این پژوهش با هدف تعیین ضریب گیاهی (K_c) و نیاز آبی سه گیاه دارویی ماریتیغال، اسطوخودوس و رزماری با روش بیلان آبی در سال 93 - 92 با استفاده از 9 لایسی‌متر زهکش‌دار در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (باجگاه) انجام گردید. تبخیر و تعرق روزانه واقعی با استفاده از معادله بیلان آب در لایسی‌مترها برآورد شد. تبخیر و تعرق پتانسیل نیز با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی دانشکده و با استفاده از معادله فائو–پنمن–مانتیث محاسبه گردید. از تقسیم تبخیر و تعرق واقعی گیاه بر تبخیر و تعرق پتانسیل، ضریب گیاهی روزانه برای طول دوره مطالعه به دست آمد. بر اساس این مطالعه تبخیر و تعرق فصلی گیاه ماریتیغال 372/6 میلی‌متر و ضریب گیاهی آن در مرحله رشد اولیه، توسعه، میانی و نهایی به ترتیب 0/3، 0/77، 1/04 و 0/85 به دست آمد. تبخیر و تعرق واقعی دو گیاه اسطوخودوس و رزماری در دوره بررسی یکساله برابر 1191/4 و 1453/46 میلی‌متر برآورد گردید. حداکثر و حداقل تبخیر و تعرق روزانه گیاه رزماری به ترتیب 8/17 میلی متردر مرداد و 0/58 میلی‌متر در دی ماه و حداکثر و حداقل ضریب گیاهی آن در دی ماه 0/16 و در مرداد ماه 1/13 برآورد شد. به‌همین ترتیب حداکثر و حداقل تبخیر و تعرق روزانه گیاه اسطوخودوس 7/82 میلی‌متر در خرداد و 0/62 میلی‌متر در دی ماه و حداکثر و حداقل ضریب گیاهی آن 1/18 در خرداد و 0/18 در دی ماه بدست آمد. از بین سه گیاه مورد مطالعه در دوره زمانی محدود و در شرایط انجام تحقیق گیاه ماریتیغال با توجه به فصلی و کوتاه‌تر بودن دوره رشد به کم‌ترین مقدار آب ورزماری که جزو گیاهان چند ساله می‌باشد به بیش‌ترین مقدار آب نیاز دارد. اما برای حصول اطمینان بیش‌تر توصیه می‌شود این آزمایش در دیگر مناطق و با تکرار انجام شود.

واژه‌های کلیدی: اسطوخودوس، بیلان آبی، رزماری، ضریب گیاهی، ماریتیغال، نیاز آبی

مقدمه

در حال حاضر حدود یک سوم داروهای مورد استفاده در جوامع انسانی را داروهایی با منشأ طبیعی و گیاهی تشکیل می‌دهند. اسطوخودوس از خانواده نعناعیان گیاهی خشبی، چندساله، معطر و همیشه سبز است. هوای گرم و خشک سبب تسریع در گل‌دهی اسطوخودوس می‌شود و از مرحله تشکیل گل قادر است خشکی را برای مدت طولانی تحمل کند (امید بیگی،1385). اسطوخودوس یکی از مفیدترین گیاهان دارویی به شمار می‌رود. این گیاه سرشار از اسانس‌هایی است که به صورت گسترده در صنایع آرایشی – بهداشتی به کار می‌رود. اثرات درمانی فراوانی از این گیاه همچون آرام‌بخش، ضداسپاسم، ضدویروسی، ضدانگلی، آنتی باکتریال، ضددرد، حفاظت از دستگاه گوارش، ضد التهابی، ضد سرطان، ضد اضطراب، ضد افسردگی و ممانعت از تشکیل لخته توسط محققان گزارش شده است (عزت‌پور و همکاران، 1388؛ Nigel and Horsnel, 2007). رزماری از خانواده نعناع و گیاهی بوته‌ای و همیشه سبز، معطر، چوبی چند ساله است که در زیباسازی فضاهای سبز شهری کاربرد دارد. از خصوصیات دارویی این گیاه ضد اسپاسم، ضد نفخ، اشتهاآور و آرام بخش گزارش شده است (Cordeiro et al., 2013). گیاه رزماری در زمین‌های آهکی سبک و آفتاب‌گیر رشد می‌کند و مقاومت بالایی به خشکی و شوری دارد (مهدی‌خانی مقدم و مکرم حصار، 1389). روغن رزماری

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی منابع طبیعی-مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
2- استاد بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و عضو وابسته دانشگاه استرالیای جنوبی،
3- استادیار، بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
4- دانشیار، بخش زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: Email: Marjan..Noorollahi@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

در صنایع دارویی و آرایشی – بهداشتی کاربرد وسیعی دارد (ملکی دوززاده و همکاران، 1386). این گیاه مقاوم به سرما و شرایط خشکی است. این خصوصیات سبب شده که در اکثر مناطق قابل کشت باشد (امید بیگی، 1385). گیاه اسطوخودوس و رزماری از گیاهان بومی مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شوند. درسال‌های اخیر این دوگیاه به عنوان گیاهان دارویی زینتی، در بوستان‌ها و حواشی خیابان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (کوچکی و ثابت‌تیموری، 1389). خارمریم (ماریتیغال) گیاهی یک یا دو ساله از خانواده کاسنی و منشأ آن شرق مدیترانه گزارش شده است. ماریتیغال گیاهی مقاوم به خشکی است که در طول دوره رشد خود به آب و هوایی گرم و آفتاب کافی نیاز دارد. کاربردهای اصلی این گیاه برای درمان بیماری‌های کبدی و انواع هپاتیت می‌باشد. دانه‌های خشک شده آن حاوی مجموعه‌ای از فنالوئیدهاست که سیلی‌مارین نامیده می‌شود.سیلی‌مارین به علت دارا بودن خاصیت آنتی اکسیدانی یک داروی محافظ کبدی است (Platonov et al., 2010). اطلاع از میزان نیاز آبی گیاهان دارویی به خصوص وقتی در فضای سبز مورد استفاده قرار می‌گیرند در زمینه مدیریت منابع آب و صرفه‌جویی در آب از اهمیت بالایی برخوردار است.

آگاهی از نیاز آبی گیاهان یکی از ملاحظات عملی مهم برای بالا بردن راندمان مصرف آب می‌باشد. نیاز آبی گیاهان در مراحل مختلف رشد و شرایط آب و هوایی تغییر می‌کند، بنابراین تعیین صحیح و دقیق تبخیر و تعرق گیاه از فاکتورهای مهم برای مدیریت منابع آب می‌باشد (یرمی، 1387). منظور از تخمین تبخیر و تعرق گیاه، برآورد مقدار آبی است که باید به پوشش گیاهی داده شود تا در طول دوره رویش خود بدون اینکه با تنش آبی مواجه شود رشد خود را تکمیل نماید (وزیری و همکاران، 1387). روش‌هایی که برای تعیین تبخیر و تعرق به کار می‌روند به دو گروه مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی می‌شوند. در روش‌های مستقیم، بخش کوچک و کنترل شده‌ای از مزرعه را مجزا کرده و مقدار تبخیر و تعرق در یک دوره زمانی خاص، مستقیماً اندازه‌گیری می‌شود. در روش‌های غیر مستقیم یا محاسبه‌ای، از عوامل مختلف اقلیمی و گیاهی که بر نیاز آبی مؤثرند استفاده شده و از روی ارتباط آن‌ها با تبخیر و تعرق و معادله‌هایی که قبلاً با روش مستقیم واسنجی شده‌اند، تبخیر و تعرق پوشش گیاهی مورد نظر تخمین زده می‌شود. به بیان دقیق‌تر درروش مستقیم یا مزرعه‌ای از اصل بیلان آب استفاده می‌شود و مقدار تبخیر و تعرق واقعی گیاه بر اساس موازنه آب ورودی وخروجی به یک حجم مشخص از خاک و با استفاده از اندازه‌گیری‌های دوره‌ای رطوبت خاک انجام می‌پذیرد (Howell et al., 1996). یکی از راه‌های برآورد تبخیر تعرق، استفاده از لایسی‌متر است. به طور کلی لایسی‌مترها از نظر روش کار به دو نوع وزنی و غیر وزنی یا زهکش‌دار تقسیم می‌شوند. لایسی‌مترهای وزنی می‌توانند مستقیماً اطلاعات دقیقی را در مورد تغییرات رطوبتی در نیمرخ خاک فراهم کنند. در لایسی‌مترهای غیر وزنی تعیین تغییرات رطوبت داخل آن‌ها با اندازه‌گیری رطوبت خاک دوره‌ای انجام می‌شود (Aboukhaled et al., 1982).برای تعیین تبخیر و تعرق به روش غیرمستقیم یا محاسباتی، در ابتدا تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0) تعیین می‌گردد و سپس با به کارگیری ضریب گیاهی در دوره‌های مختلف رویش، مقدار تبخیر و تعرق گیاه (ET_C) بر اساس تبخیر و تعرق گیاه مرجع طبق فرمول 1 برآورد می‌گردد.

ضریب گیاهی (K_c) فاکتوری است که به ویژگی‌های گیاه از قبیل نوع گیاه، مرحله رشد گیاه، شرایط آب و هوایی، خاک، پوشش گیاهی و روش آبیاری بستگی دارد و مقدار آن ثابت نیست و در طول دوره رشد گیاه متغیر می‌باشد. مفهوم تبخیر و تعرق گیاه مرجع، برای بررسی قدرت تبخیرپذیری هوا صرف نظر از نوع گیاه، مرحله رشد آن و مدیریت اعمال شده، تعریف شده است. تبخیر و تعرق گیاه مرجع همان تبخیر و تعرق بالقوه یک پوشش گیاهی ویژه (چمن یا یونجه) می‌باشد (Allen et al., 1998). تبخیر و تعرق مرجع (ET_0) را می‌توان با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی در منطقه مورد مطالعه بر اساس روش فائو- پنمن-مانتیث به دست آورد و تبخیر و تعرق واقعی گیاه (ET_C) از پایش آب ورودی و خروجی حاصل از آبیاری گیاهان مورد آزمایش قابل محاسبه است (Nouri et al., 2013). تحقیقات زیادی در زمینه تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی انجام شده است (شهابی‌فر و رحیمیان،1386؛ یرمی،1387؛ عابدی کوپایی و همکاران، 1390، Hasanli et al., 2009 and 2010) ولی تحقیقات انجام شده در زمینه تعیین نیاز آبی گیاهان دارویی محدود می‌باشد. شریفی عاشوری و همکاران (1390) به برآورد ضریب گیاهی و نیاز آبی گیاه دارویی بومادران با استفاده از لایسی‌متر زهکش‌دار پرداختند. در این مطالعه ضریب گیاهی مراحل چهارگانه رشد بومادران، رشداولیه ،مرحله توسعه، مرحله میانی و مرحله انتهایی رشد به ترتیب برابر 0/16، 0/45، 1/05و0/81 برآورد و مقدار خالص آب آبیاری گیاه بومادران معادل 149/72 میلی‌متر (1497/2 متر مکعب در هکتار) برآورد گردید. پستاچی و همکاران به‌منظور تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی گیاهان صنوبر و بید در ایتالیا پژوهشی انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد در سال 2006 تبخیر و تعرق(در طول 132 روز) برای گیاه صنوبر و بید به ترتیب در شرایط کوددهی 719 و 919 میلی‌متر و در شرایط عدم کوددهی 319 و 607 میلی‌متر محاسبه گردید. حداکثر میزان تبخیر و تعرق روزانه صنوبر 11/55 و بید 15/09 میلی‌متر برآورد گردید. هم‌چنین مقدار ضریب گیاهی برای هر دو گیاه در ماه‌های آگوست و سپتامبر بین 1/2– 2/9 در شرایط عدم کوددهی و بین 2/5 – 4 در شرایط کوددهی برآورد گردید (Pistocchi et al., 2009).آرایا و همکارن به‌منظور تعیین نیاز

www.SID.ir

Archive of SID

آبی و ضریب گیاهی گیاه تـف (چمـن سـتاره) در سـال‌هـای 2008 و 2009 پژوهشی توسط لایسی‌متر انجام دادنـد. در طـول فصـل رشـد متوسط تبخیر و تعرقدر این دو سال بین 260 تا 317 میلی‌متر گزارش شد. ضریب گیاهی چمن ستاره در مراحل رشد اولیه، میانی و نهایی به ترتیب بین 0/8– 1، 0/95– 1/1 و 0/4– 0/5 برآورد گردید (Araya et al., 2011). حسن‌لی و پزانیتی به‌منظور تعیین نیاز آبی و ضـریب گیاهی گیاه گوجه فرنگی در دشت شـمال آدلایـد اسـترالیا آزمایشـی انجام دادند. میزان ضریب گیاهی در مراحل اولیـه رشـد بـین 0/49– 0/61، در مرحله توسعه بین 0/53– 1/34، در مرحله رشد میانی بـین 1/17– 1/38 و در مرحلـه رشـد نهـایی بـین 0/92 – 0/71 بـرآورد گردید. میزان ET_c برای گیاه گوجه‌فرنگـی در طـول فصـل رشـد در جنوب استرالیا (منطقه North Adelaide Plain)951 میلی‌متر برآورد گردید (Hassanli and Pezzaniti., 2013). از آنجایی که در زمینه تعیین نیاز آبی گیاهان دارویی زینتی خصوصاً اسطوخودوس و رزماری که اخیراً در فضاهای شهری به‌عنوان گیاه مناسب برای ایجاد فضـای سبز نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند و هم‌چنـین ماریتیغـال کـه گیـاه اکوسیستم‌های خشکی با خواص دارویی مناسب بـرای نارسـایی‌هـای کبدی است تحقیقات قابل توجهی انجام نشـده اسـت، هـدف از ایـن مطالعه برآورد ضریب گیاهی (K_C) گیاهان دارویی مذکور می‌باشـد بـه گونه‌ای که با استفاده از این اطلاعات بتوان آب مورد نیـاز در مراحـل مختلف رشد درمناطق با آب و هوای مشابه را برآورد نمود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دانشـکده کشـاورزی دانشـگاه شـیراز در منطقـه باجگاه با طـول جغرافیـایی ´38، °52 و عـرض جغرافیـایی ´۴۹ ،°29 و ارتفاع 1810 متر از سطح دریا انجام گردید. بـر اسـاس داده‌هـای 30 ساله ایستگاه هواشناسی باجگاه میانگین تبخیر، بارندگی، دمـا، دمـای حداقل، دمای حداکثر و رطوبت نسبی به ترتیب 5/4 میلی‌متـر در روز، 378/4 میلـی‌متـر در سـال، 13/45 درجـه، 2 درجـه، 39/5 درجـه سانتی‌گراد و 51/24 درصد می‌باشد. بر اساس مطالعات مالـک (1360) اقلیم منطقه بر اساس روش ترنت‌وایـت نیمـه خشـک گـزارش شـده اسـت. ایـن پـژوهش در سـال‌هـای 92– 93 بـا نصـب نـه دسـتگاه لایسی‌متر زهکش‌دار و استفاده از بیلان آب خاک جهت برآورد تبخیر و تعـرق و ضـریب گیـاهی سـه گیـاه دارویـی و بیابـانی رزمـاری، اسطوخودوس و ماریتیغـال انجـام شـد. لایسـی‌مترهـای زهکـش‌دار پلاستیکی با قطر 52 و عمق 94 سانتی‌متر و با مساحت (مجاور سطح خاک) حدود 2122/6 سانتی‌متر مربع در شرایط یکسان نصـب شـدند. به‌منظور سهولت در زهکشی آب اضافی احتمالی، یک لایـه شـن بـه ضخامت 15سانتی‌متر در کف لایسـی‌مترهـا ریختـه شـد. در انتهـای هرلایسی‌متر ظروفی قرار داده شـد و آب زهکـش شـده یـا نشـتی از منطقه ریشه به داخل ظروف هدایت و اندازه‌گیری می‌شد. بـه منظـور ممانعت از ورود احتمـالی ذرات ریـز خـاک بـه داخـل ایـن ظـروف از ژئوتکستایل استفاده شد. لایسی‌مترها از خاک طبیعی و کـاملاً مشـابه با خاک زمین اطراف پر شدند. رطوبت ظرفیـت زراعـی (FC) و نقطـه پژمردگی (PWP) خاک مورداسـتفاده توسـط سـلول‌هـای فشـاری و صفحات سرامیکی به ترتیب 0/25 و 0/14 وزنی محاسبه گردید.

اندازه‌گیری تبخیر و تعرق واقعی گیاه (ETc)

با توجه به این که لایسی‌متر یک محـیط مجـزا، کنتـرل شـده و بسته می‌باشد مقدار آب‌هـای ورودی و خروجـی در آن براحتـی قابـل کنترل است. مقدار آبی که در هر دوره زمـانی از ایـن چرخـه کاسـته می‌شود درحقیقت نشان‌دهنده تبخیر و تعرق گیـاه بـوده و از رابطـه 2 برآورد شد.

$$ET_C = I + P - D \pm \Delta_{sw} \quad (2)$$

ET_c: تبخیر و تعرق واقعی گیاه (میلی‌متر) در یک دوره مشخص، D: مقدار آب زهکشی شده از انتهای لایسی‌متر (میلـی‌متـر) کـه بـه‌صوررت حجمی اندازه‌گیری و عمق از تقسـیم حجـم آن بـر مسـاحت لایسی‌متر بدست می‌آید. I: مقدار آب داده شده به گیاه در لایسی‌متـر (میلی‌متـر)،P: مقـدار بارنـدگی در دوره بررسـی (میلـی‌متـر) و $\pm\Delta_{sw}$: تغییرات رطوبت خاک در حجم کنترل شده خاک لایسـی‌متـر در دوره مورد بررسی می‌باشد که مقدار آن از رابطه 3 به دست آمد.

$$\Delta_{sw} = sw_1 - sw_2 \quad (3)$$

sw_1: مقدار رطوبت اولیـه خـاک قبـل از آبیـاری در شـروع دوره بررسی (میلی‌متر) و sw_2: مقدار رطوبت ثانویه خـاک در انتهـای دوره بررسی (میلی‌متر) است. علامت$\pm\Delta_{sw}$ در معادله 3 مربوط به کاهش یا افزایش رطوبت خاک در انتهای دوره مورد نظر نسبت به شـروع دوره بررسی می‌باشد. زمانی که میزان رطوبت خاک در انتهـای دوره مـورد نظر کم‌تر از میزان رطوبت اولیه خاک باشد علامت منفی و زمانی کـه بیش‌تر باشد علامت مثبـت مـی‌شـود. مقـدار آبیـاری در هـر آبیـاری براساس کمبود رطوبت خاک در عمـق‌هـای نمونـه‌بـرداری (30 و 60 سانتی‌متر) نسبت به رطوبت ظرفیت زراعی تنظیم می‌شد.

عملیات کاشت

برای هرگیاه به عنوان یک تیمار آزمایشی سه تکرار در نظر گرفته شد. به همین دلیل برای هر گیاه سه لایسی‌متر کاملاً مشـابه و جمعـاً 9 لایسی‌متر برای سه گیاه مـورد مطالعـه در نظـر گرفتـه شـد. گیـاه ماریتیغال گیاهی یکساله است و دوره رشد آن کوتاه می‌باشد. بذر ایـن گیاه در اواخر اسفند 91 در زمین زراعی کشت شـد و اوایـل تیـر مـاه زمانی که گیاه در مرحله دو برگی بود به داخل لایسـی‌مترهـا منتقـل شد. برآورد نیاز آبی این گیاه پس از استقرار در لایسی‌مترها در تیرمـاه

www.SID.ir

Archive of SID

92 شروع و در اواخر شهریورکه گیاه به رشد نهایی خود رسیده و به بذر نشسته بود پایان یافت. سه نهال از گیاه اسطوخودوس در هر لایسی‌متر در تاریخ 15 تیر ماه سال 1392 کاشته شد. جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برای نیاز آبی این گیاه در 15 تیر 1392 آغاز و در 30 خرداد 1393 (350 روز پس از کاشت) پایان یافت. سه نهال از گیاه رزماری نیز در هر لایسی‌متر در 24 شهریور 1392 کاشته شد و بررسی نیاز آبی آن آغاز و در29 شهریور سال 1393 (371 روز پس از کاشت) پایان یافت.

تعیین تبخیر و تعرق مرجع و ضریب گیاهی

براساس تحقیقات پیشین، مناسب‌ترین روش برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع در منطقه باجگاه استفاده از معادله فائو- پنمن – مانتیث می‌باشد (Sepaskhah and Fooladmand., 2004) که در پژوهش حاضر از این روش (معادله 4) استفاده شد.

$$ET_0 = \frac{0.408\,(\mathrm{Rn}-G)+\gamma*\frac{900}{T+273}*U_2*(ea-ed)}{\Delta+\gamma(1+0.34U_2)} \quad (4)$$

ET_0 = تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (میلی‌متر در روز)، Rn = تابش خالص در سطح پوشش گیاهی (مگاژول بر متر مربع در روز)، U_2 = سرعت باد در ارتفاع 2 متری از سطح زمین (متر بر ثانیه)، $ea-ed$= کمبود فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)، Δ = شیب منحنی فشار بخار (کیلو پاسکال بر درجه سانتی‌گراد)، γ= ضریب رطوبتی (کیلو پاسکال بر درجه سانتی‌گراد) (Allen et al, 1998). داده‌های هواشناسی مورد نیاز در این معادله از ایستگاه هواشناسی باجگاه مستقر در دانشکده کشاورزی دریافت گردید.

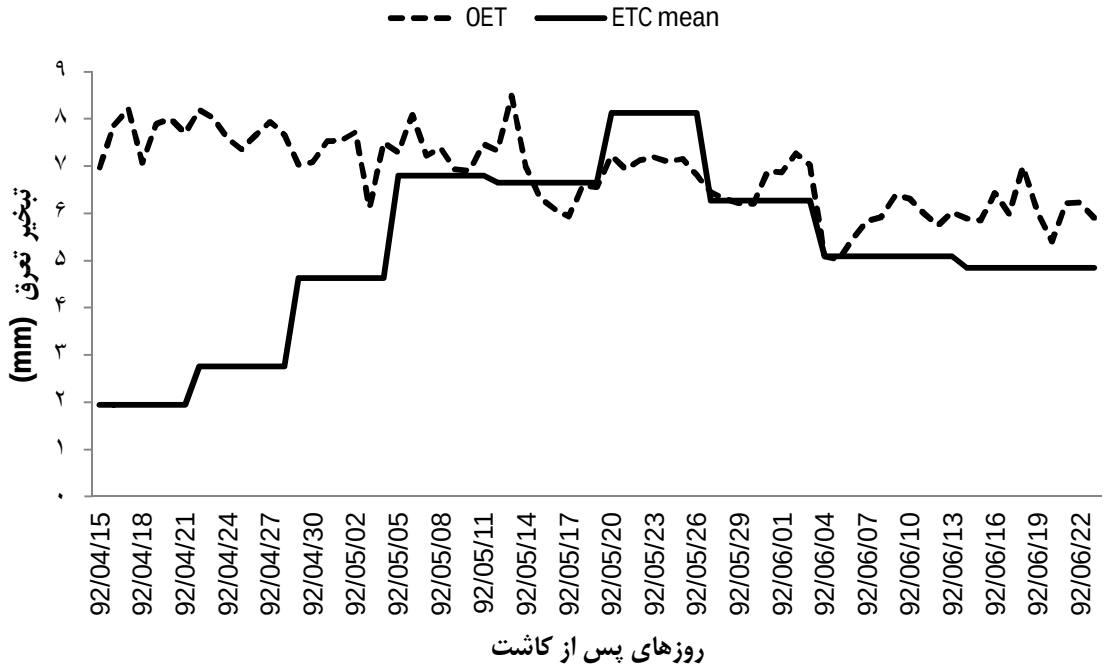
ضریب گیاهی از نسبت تبخیر و تعرق گیاه به تبخیر و تعرق مرجع از رابطه 5 به دست آمد (Allen et al, 1998).

$$k_c = \frac{ET_C}{ET_0} \quad (5)$$

نتایج و بحث

برآورد تبخیر و تعرق گیاه ماریتیغال (خار مریم)

نمودار تغییرات تبخیر و تعرق پتانسیل و تبخیر و تعرق واقعی این گیاه در شکل 1 مشاهده می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده میزان کل تبخیر و تعرق گیاه ماریتیغال که از میانگین تبخیر و تعرق سه لایسی‌متر به دست آمد در طول 71 روز 372/58 میلی‌متر برآورد گردید. حداکثر میزان تبخیر و تعرق روزانه این گیاه 8/13 میلی‌متر بر روز (36 روز پس از انتقال به لایسی‌مترها) که در مرحله رشد میانی گیاه در زمان گل‌دهی و حداقل میزان تبخیر و تعرق 1/94 میلی‌متر در روز در مرحله اولیه رشد گیاه (هفته اول انتقال به لایسی‌مترها) برآورد گردید.



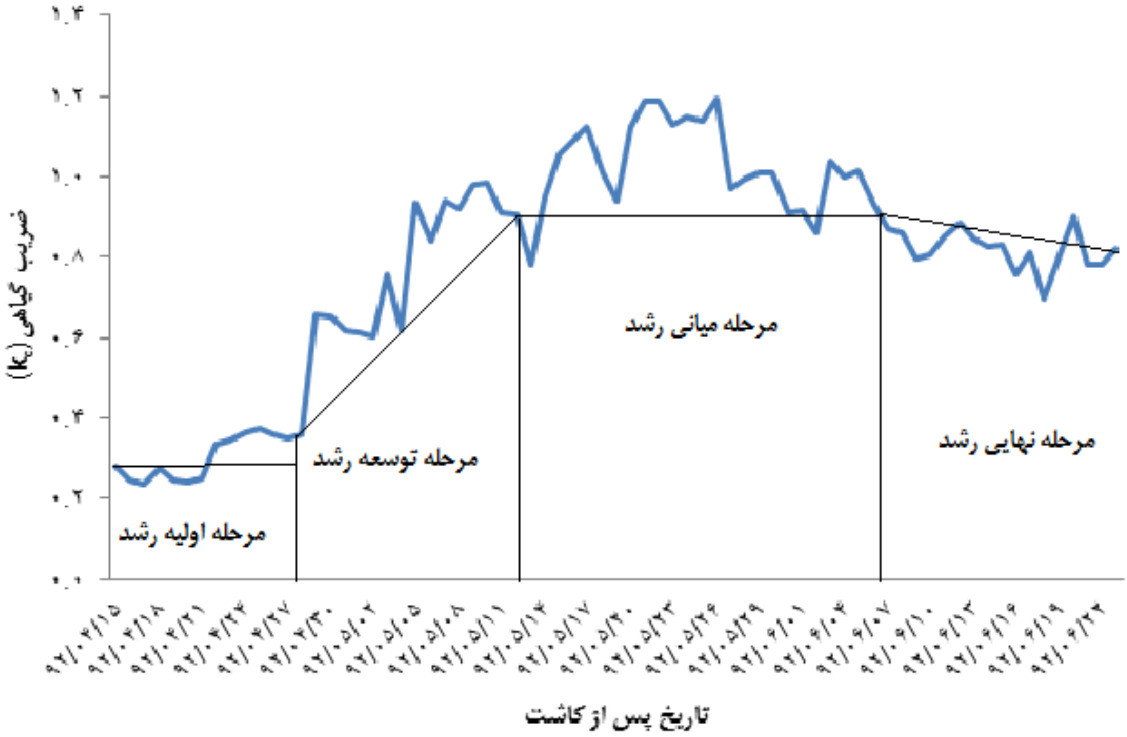
شکل 1- نمودار تغییرات تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی گیاه ماریتیغال در طول دوره بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

در ابتدای دوره رشد یا به عبارتی مرحله اولیه رشد به دلیل کوچک بودن گیاه، میزان تبخیر و تعرق واقعی نسبت به تبخیر و تعرق پتانسیل به طور قابل توجه‌ای کم‌تر است. با گذشت زمان و با افزایش تاج پوشش گیاهی، گیاه از مرحله رشد اولیه وارد مرحله رشد توسعه‌ای شده و به‌تدریج نیاز آبی آن افزایش پیدا کرده است. در دوره رشد میانی به دلیل اینکه گیاه وارد مرحله گل‌دهی شده است میزان تبخیر و تعرق واقعی در مدت نسبتاً کوتاهی (از تاریخ 92/5/17 تا 92/5/26) به‌دلیل مصرف بالا از تبخیر و تعرق پتانسیل بیش‌تر شده است. مرحله پایانی از شروع رسیدن محصول (انتهای مرحله میانی) تا برداشت آن یا پلاسیدگی گیاه ادامه دارد. به همین دلیل در این مرحله از میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه کاسته شده و میزان تبخیر و تعرق واقعی همانگونه که انتظار می‌رود از میزان تبخیر و تعرق پتانسیل کم‌تر شده است.

نمودار ضریب گیاهی ماریتیغال که از میانگین سه لایسی‌متر به دست آمد در شکل 2 مشاهده می‌شود. بر اساس این نتایج، حداکثر میزان ضریب گیاهی 1/19 در دوره رشد میانی (42 روز پس از استقرار در لایسی‌مترها) یعنی در مرحله گل‌دهی و حداقل میزان ضریب گیاهی 0/24 (2 روز پس از استقرار در لایسی متر) در مرحله اولیه رشد این گیاه برآورد گردید.در مرحله اولیه رشد میزان ضریب گیاهی از 0/24 در تاریخ 92/4/15 به 0/93 در تاریخ 92/5/5 افزایش یافته است به نظر می‌رسد در این تاریخ گیاه وارد مرحله رشد میانی و گل‌دهی شده است. از این تاریخ به بعد، ضریب گیاهی همچنان افزایش یافته و به حداکثر میزان خود 1/19 رسیده است. به صورت میانگین میزان ضریب گیاهی در طول این مرحله 1 برآورد گردید. سپس گیاه به مرحله بذردهی رسید و از میزان ضریب گیاهی کاسته شد به طوری‌که در تاریخ 92/6/4 به مقدار 0/93 کاهش یافت. در مرحله رشد نهایی از میزان ضریب گیاهی آن به تدریج کاسته شده به طوری که کم‌ترین میزان این ضریب در اواخر مراحل رشد به 0/69 رسید. با این توصیف می‌توان گفت به طور کلی میانگین ضریب گیاهی این گیاه در طول مرحله رشد اولیه، توسعه، میانی و نهایی به ترتیب 0/3، 0/77، 1/04 و 0/85 و میانگین کل دوره برابر 0/78 می‌باشد. مرحله اولیه رشد از زمان کاشت گیاه تا پوشش ده درصدی از سطح خاک مشخص گردید. مرحله رشد توسعه از پوشش 10 درصد تا پوشش مؤثر کامل یعنی ابتدای گل‌دهی گیاه و مرحله رشد میانی از زمان شروع گل‌دهی تا رسیدن کامل محصول و مرحله پایانی از رسیدن کامل محصول تا پلاسیدگی و زرد شدن گیاه تعیین گردید.



شکل2- نمودار تغییرات روزانه ضریب گیاهی یک جزئی گیاه ماریتیغال درطول دوره رشد

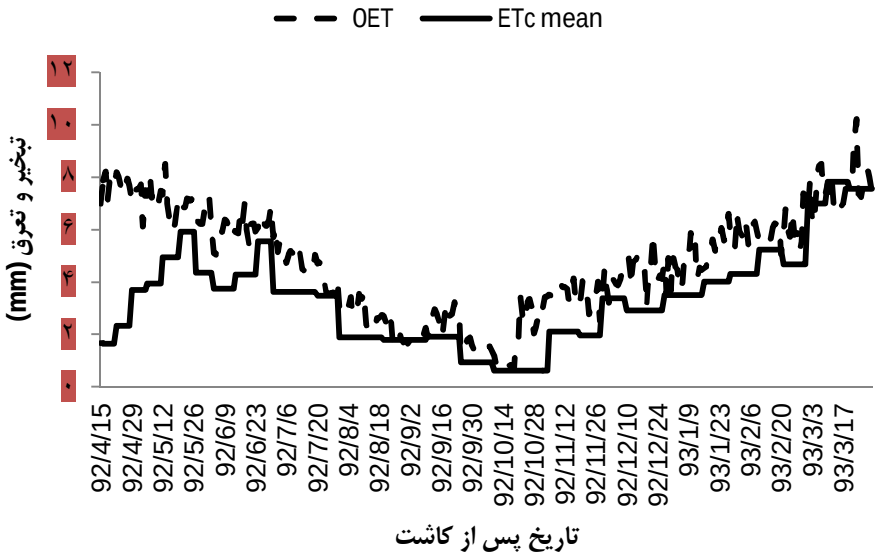
www.SID.ir

Archive of SID

برآورد تبخیر و تعرق اسطوخودوس

نمودار تغییرات تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی گیاه اسطوخودوس در طول دوره‌های آبیاری 7 روزه در فصل تابستان، 10 روزه در فصل پاییز، 20 روزه در فصل زمستان و 10 روزه در فصل بهار در سه لایسی‌متر مشابه در شکل 3 مشاهده می‌شود. از تاریخ 92/4/15 برآورد تبخیر و تعرق این گیاه آغاز و در تاریخ 93/3/30 (350 روز پس از کاشت نهال در لایسی‌متر) پایان یافت. بر اساس نتایج بدست آمده میزان کل تبخیر و تعرق واقعی این گیاه که از میانگین سه لایسی‌متر به دست آمد 1191/38میلی‌متر برآورد گردید. حداکثر میزان تبخیر و تعرق روزانه در طول دوره آزمایش به طور میانگین 7/82 میلی‌متر (330 روز پس از کاشت) در خرداد ماه و حداقل میزان تبخیر و تعرق روزانه به طور میانگین 0/62 میلی‌متر (179 روز پس از کاشت در لایسی‌متر) در دی ماه (در شرایطی که دما پایین و بارش برف و یخبندان وجود داشت) برآورد گردید. از تاریخ 25 آذر ماه به دلیل بروز سرما و یخبندان و به دنبال آن بارش برف در دی ماه تبخیر و تعرق واقعی گیاه بطور قابل توجه‌ای کاسته شد دلیل این کاهش را می‌توان به کاهش تاج پوشش گیاه، سرمازدگی گیاه و پایین بودن دما نسبت داد. علت بالا بودن تبخیر و تعرق واقعی گیاه اسطوخودوس را می‌توان به آبیاری در حد مطلوب نسبت داد زیرا آبیاری در دوره‌های مشخص شده و به حد کافی در حد ظرفیت زراعی انجام می‌شد و رطوبت کافی برای تعرق گیاه وجود داشت.

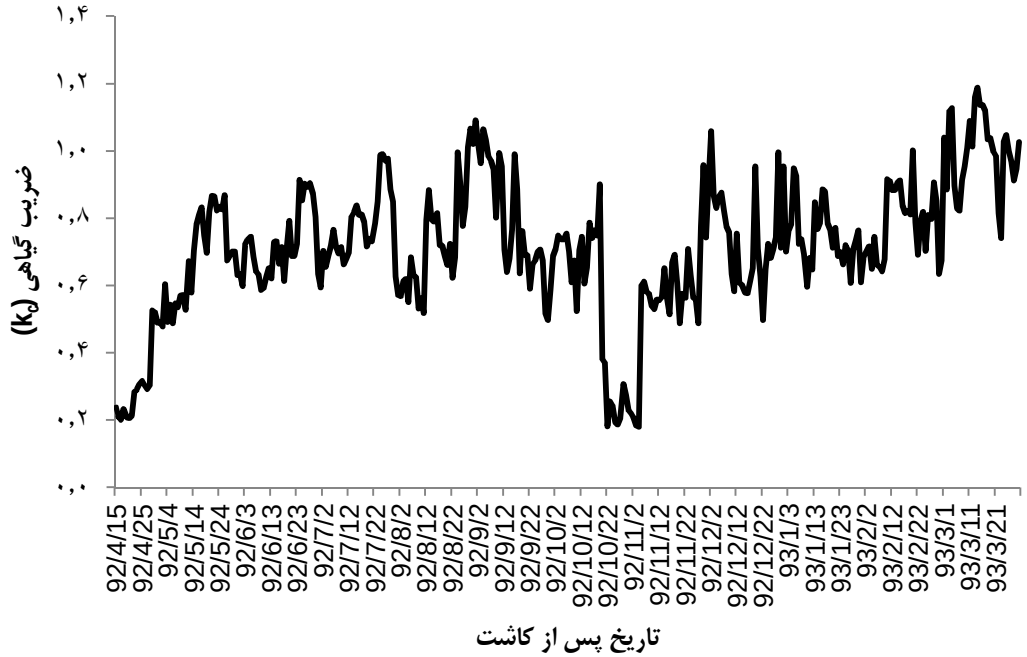
همانطور که در شکل 3 نشان داده شده است میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه اسطوخودوس در ابتدای مرحله رشد به دلیل کوچک بودن گیاه از میزان تبخیر و تعرق مرجع به طور قابل توجهی کم‌تر است. با گذشت زمان و رشد گیاه، میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه به صورت تدریجی افزایش یافته است و روندی شبیه تبخیر و تعرق مرجع دارد. به طوری که در شهریور ماه که هوا خنک‌تر شده از میزان تبخیر و تعرق مرجع کاسته و تبخیر و تعرق واقعی گیاه نیز کاهش یافته است. کاهش میزان تبخیر و تعرق واقعی همانند تبخیر و تعرق مرجع ادامه یافته تا اواخر آذر ماه و دی ماه که گیاه وارد دوره یخبندان و فصل سرما شده است. به طوری که در اواسط دی ماه به دلیل بارش برف میزان تبخیر و تعرق گیاه به 0/62 میلی‌متر رسیده است که با میزان تبخیر و تعرق مرجع تقریباً برابر است. با افزایش دما به صورت تدریجی میزان تبخیر و تعرق مرجع افزایش یافته است ولی به دلیل اینکه گیاه اسطوخودوس تحت تنش سرما و یخبندان قرار داشت از میزان تاج پوشش گیاه کاسته شد به همین دلیل میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه با تبخیر و تعرق مرجع اختلاف دارد. با گذشت زمان و گرم‌تر شدن هوا و نیز در اختیار داشتن آب به‌دلیل آبیاری در حد ظرفیت زراعی میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه به صورت تدریجی افزایش یافته به صورتی که در خرداد ماه تقریباً تبخیر و تعرق مرجع و تبخیر و تعرق واقعی گیاه به هم نزدیک شده است. در اواخر خرداد ماه سال 93 حدود یکسال پس از کاشت گیاه، تبخیر و تعرق به بیش‌ترین مقدار حدود 8 میلی‌متر در روز رسیده است. نمودار ضریب گیاهی اسطوخودوس که از میانگین سه لایسی‌متر مشابه به دست آمده است، در شکل 4 مشاهده می‌شود.



شکل 3- نمودار تغییرات تبخیر و تعرق پتانسیل و تبخیر و تعرق واقعی گیاه اسطوخودوس

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 4-نمودار تغییرات روزانه ضریب گیاهی گیاه اسطوخودوس

بر اساس نتایج بدست آمده، میزان ضریب گیاهی گیاه اسطوخودوس از 0/2 در اوایل کشت شروع شده و تا اواخر آذر ماه رو به افزایش است به طوری که در اوایل آذر ماه (92/9/1) میزان آن به 1/09 (140 روز پس از کاشت در لایسی‌متر) رسیده است. با شروع فصل زمستان به خصوص در دی ماه به دلیل بارش برف، و وقوع یخبندان و کاهش تبخیر و تعرق واقعی گیاه، از میزان ضریب گیاهی نیز کاسته شد. ضریب گیاهی در این ماه به کم‌ترین میزان خود که 0/18 می‌باشد رسید. دلیل این کاهش شدید در ضریب گیاهی را می‌توان به یخزدگی گیاه و کاهش تاج پوشش نسبت داد. با فرارسیدن بهار و گرم‌تر شدن هوا، میزان این ضریب افزایش یافت به طوری که مقدار آن در تاریخ 93/3/14 به حداکثر خود که 1/18 می‌باشد (334 روز پس از کاشت در لایسی‌متر) رسیده است. میانگین ضریب گیاهی اسطوخودوس در طول آزمایش 0/71 برآورد گردید.

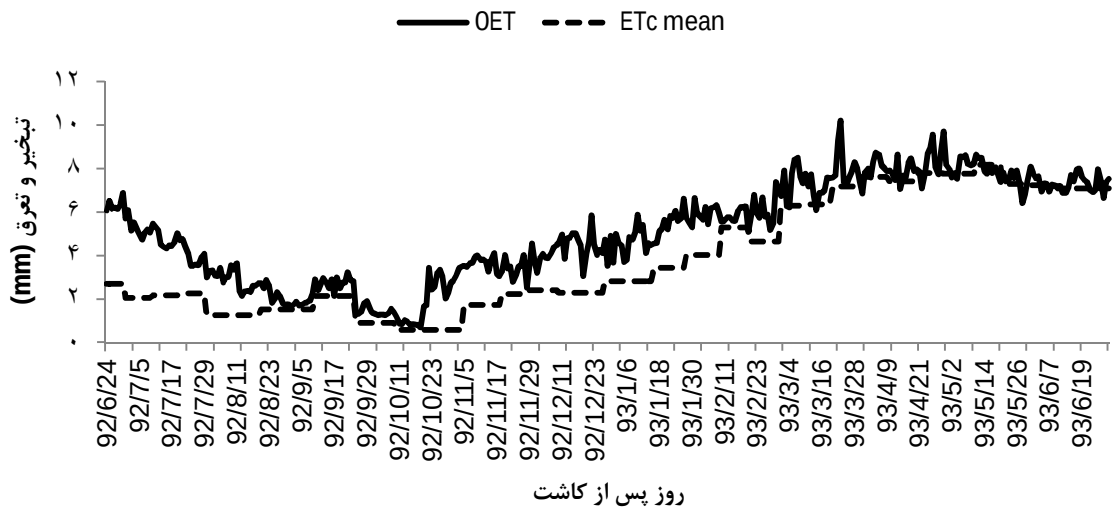
برآورد تبخیر و تعرق رزماری

نمودار تغییرات تبخیر و تعرق پتانسیل و تبخیر و تعرق واقعی گیاه رزماری در طول دوره‌های آبیاری 7 روزه در فصل تابستان، 10 روزه در فصل پاییز، 20 روزه در فصل زمستان و 10 روزه در فصل بهار و تابستان در سه لایسی‌متر مشابه در شکل 5 مشاهده می شود. بر اساس نتایج بدست آمده میزان کل تبخیر و تعرق این گیاه که حاصل میانگین سه لایسی‌متر می باشد 1453/46 میلی‌متر برآورد گردید. حداکثر میزان تبخیر و تعرق در طول دوره آزمایش به طور میانگین 8/17 میلی‌متر در مرداد ماه 1393 (322روز پس از کاشت) و حداقل میزان تبخیر وتعرق به طور میانگین 0/58 میلی‌متر در دی ماه برآورد گردید (در این دوره یک یخبندان چند روزه رخ داد و گیاه به حداقل فعالیت خود رسید). بعد از بارش برف به دلیل ایجاد دوره یخبندان در دی ماه، میزان تبخیر و تعرقواقعی گیاه از تبخیر و تعرق پتانسیل به طور قابل ملاحظه‌ای کم‌تر شده است، که دلیل این اختلاف را می‌توان به سرمازدگی و کاهش تاج پوشش گیاه نسبت داد. پس از آن به دلیل افزایش دما تبخیر و تعرق واقعی به تدریج افزایش نشان می‌دهد.

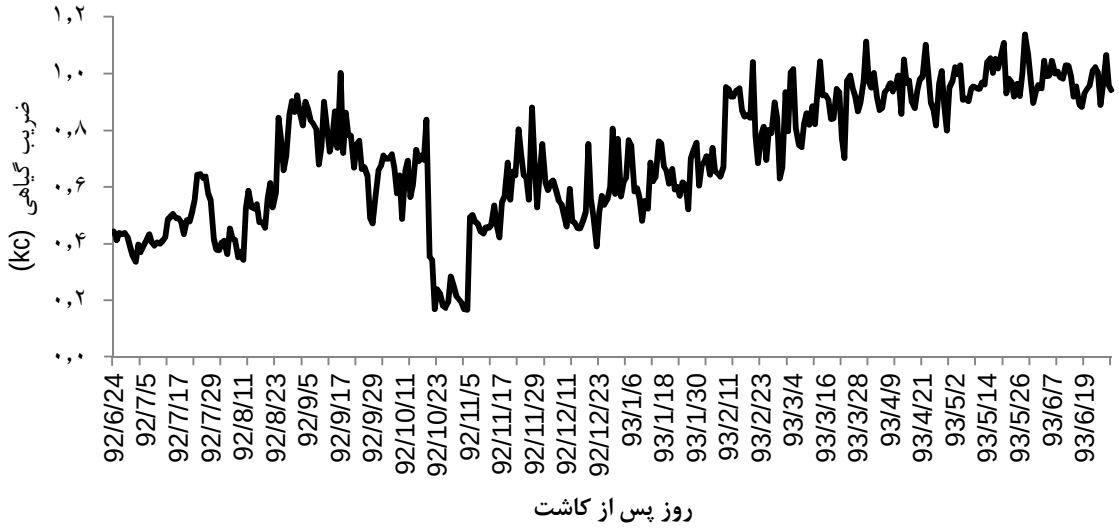
با توجه به شکل 5، در ابتدای دوره رشد به دلیل کوچک بودن گیاه تبخیر و تعرق واقعی گیاه نسبت به تبخیر و تعرق پتانسیل کم‌تر است. با گذشت زمان میزان تبخیر و تعرق گیاه تا اواسط آذر ماه افزایش یافته است. با شروع دوره یخبندان و سرما در اواخر آذر ماه و شروع دی ماه به دلیل بارش برف و کاهش دما از میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه و تبخیر و تعرق پتانسیل کاسته شده است. با افزایش تدریجی دما در اواخر دی ماه و گرم‌تر شدن هوا تبخیر و تعرق مرجع به تدریج افزایش یافته است، اما چون از تاج پوشش گیاه رزماری تحت تأثیر یخبندان و تنش سرما کاسته شد، میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه به کم‌ترین مقدار خود رسید. ولی به مرور زمان که دما افزایش یافته به تدریج میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه نیز افزایش نشان می‌دهد تا اینکه در خرداد ماه میزان تبخیر و تعرق واقعی به میزان تبخیر وتعرق پتانسیل نزدیک و تقریباً برابر شده است زیرا گیاه با گذشت زمان رشد و درصد تاج پوشش آن افزایش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 5- نمودار تغییرات تبخیر و تعرق پتانسیل و تبخیر و تعرق واقعی گیاه رزماری



شکل 6-نمودار تغییرات روزانه ضریب گیاهی یک جزئی گیاه رزماری

نمودار تغییرات ضریب گیاهی گیاه رزماری در طول دوره‌های آبیاری 10 روزه در فصل پاییز، 20 روزه در فصل زمستان و 10 روزه در فصل بهار و تابستان در شکل 6 نشان داده شده است.

بر اساس نتایج بررسی، میزان ضریب گیاهی رزماری از 0/4 در هفته اول کاشت کشت شروع شده و تا اواخر آذر ماه رو به افزایش است به طوری که در تاریخ 92/9/17 مقدار این ضریب به 1رسید (85 روز پس از کاشت) . با شروع فصل زمستان به خصوص در دی ماه به دلیل بارش برف و یخبندانی که در پی آن بود تبخیر و تعرق گیاه کاهش قابل توجه‌ای یافت و از میزان ضریب گیاهی کاسته شد. ضریب گیاهی در این ماه به کم‌ترین مقدار خود و به 0/16 (120 روز پس از کاشت) رسید. دلیل این کاهش ضریب گیاهی را می‌توان به یخزدگی گیاه و کاهش تاج پوشش نسبت داد. از تاریخ 92/10/11 تا آخر دی ماه گیاه در زیر پوشش برف بود. با گرم‌تر شدن تدریجی هوا در بهمن ماه این ضریب گیاهی افزایش نشان داد و از 0/16 در اواخر دی ماه به مقدار 0/49 در تاریخ 92/11/5 (133 روز پس از کاشت) رسیده است. پس از آن میزان این ضریب افزایش نشان می‌دهد به طوری که به 1/04 در تاریخ‌های 93/2/20 و 93/3/14 (238 و 263 روز پس از کاشت) رسیده است. در فصل تابستان، به دلیل افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

تاج پوشش گیاه و رشد میزان ضریب گیاهی به حداکثر مقدار خود 1/13 (در تاریخ 93/5/28، 339 روز پس از کاشت) رسید. نتایج نشان می‌دهد کم‌ترین میزان ضریب گیاهی در دی ماه هنگامی که گیاه در زیر پوشش برف قرار داشت و بیش‌ترین میزان ضریب گیاهی در مرحله رشد توسعه در مرداد ماه برآورد گردید. میانگین ضریب گیاهی در طی دوران آزمایش 0/71 برآورد گردید. مقایسه مقدار آب مصرف شده نشان می‌دهد که گیاه رزماری نسبت به گیاه اسطوخودوس به آب بیش‌تری نیاز دارد. براساس شکل ظاهری و بوته‌ای که دو گیاه دارویی رزماری و اسطوخودوس دارند، هر دو گیاهان مناسبی برای فضای سبز در مناطق خشک و نیمه‌خشک هستند. این دو گیاه در فصل سرما و یخبندان از مقاومت خوبی برخوردارند. در طول دوره مطالعه در فصل زمستان یک دوره یخبندان و سرمای شدید در منطقه باجگاه را پشت سر گذاشتند (در دی ماه و در کمینه دمای 21/4-) و آسیب کمی دیدند، حالت خشکی موقت به خود گرفتند، ولی با گرم‌تر شدن هوا شروع به رشد کردند. بنابراین کاشت این دو گیاه را برای فضای سبز در مناطق خشک و نیمه‌خشک که دارای زمستان‌های سرد هستند می‌توان پیشنهاد نمود. گیاه اسطوخودوس در همین دوره کوتاه بررسی یکساله از رشد زیست توده و تاج پوشش بیش‌تری نسبت به گیاه رزماری برخوردار بود به همین دلیل در مقایسه و در شرایط محدودیت گیاه اسطوخودوس نسبت به رزماری برای فضای سبز و پوشش خاک مناسب‌تر به نظر می‌رسد. از آنجایی که در این پژوهش سعی گردید گیاهان مورد مطالعه تحت تنش کم آبی قرار نگیرند، میزان نیاز آبی این گیاهان خصوصاً اسطوخودوس و رزماری برای شرایط آبیاری کامل و بدون تنش برآورد شده است که کمی زیاد بنظر می‌رسند ولی اگر این گیاهان در فضای سبز مورد استفاده قرار گیرند، آبیاری می‌تواند بر اساس حفظ شکل ظاهری آن‌ها انجام و نوعی کم آبیاری اعمال شود. به عبارت دیگر می‌توان با آبیاری کم‌تر این گیاهان را برای فضای سبز مورد استفاده قرار داده و از خواص دارویی آن‌ها نیز بهره جست.

نتیجه‌گیری

تعیین مقدار آب مورد نیاز و جلوگیری از آبیاری بیش از نیاز گیاهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک یکی از راه‌های صرفه‌جویی و مصرف بهینه آب در این مناطق است. با آگاهی از میزان مصرف آب گیاهان دارویی، می‌توان راندمان مصرف آب را بالا برد و از آبیاری بیش از حد جلوگیری نمود. خصوصاً در رابطه با گیاه رزماری و اسطوخودوس که علاوه بردارا بودن خواص دارویی به عنوان گونه‌های مناسب برای فضای سبز در مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد استفاده قرار می‌گیرند. براساس نتایج این پژوهش، حداکثر میزان تبخیر و تعرقروزانه گیاه ماریتیغال 8/13 میلی‌متر در مرداد ماه در مرحله گل‌دهی و حداقل 1/94 میلی‌متر در روز در مرحله اولیه رشد و بر این اساس حجم آب مورد نیاز سالانه این گیاه 3725/8 متر مکعب بر هکتار برآورد گردید. ضریب گیاهی این گیاه در طول مرحله رشد اولیه، توسعه، میانی و نهایی به‌ترتیب 0/3، 0/77، 1/04 و 0/85 برآورد شد. البته برای اطمینان و برنامه‌ریزی با ریسک کم‌تر، بررسی برای دوره طولانی‌تر و در شرایط مختلف توصیه می‌شود. حداکثر و حداقل میزان تبخیر و تعرق روزانه گیاه رزماری در مرداد ماه 8/17 و در دی ماه 0/58 میلی‌متر برآورد گردید. حجم آب مورد نیاز در یک دوره یک ساله که از اواخر شهریور ماه 1392آغاز و در شهریور 1393 پایان یافت 14534/6 متر مکعب بر هکتار برآورد شد. حداکثر و حداقل میزان ضریب گیاهی نیز در طول دوره بررسی 1/13 و 0/16 در مرداد ماه و دی ماه به ترتیب برآورد گردید. حداقل و حداکثر میزان تبخیر و تعرق گیاه اسطوخودوس 7/82 و 0/62 میلی‌متر در روز به ترتیب در خرداد ماه و دی ماه برآورد گردید. حجم آب مورد نیاز این گیاه در یک دوره یکساله که از تیر ماه 1392 آغاز و در خرداد ماه 1393 پایان یافت 11913/8 مترمکعب بر هکتار به دست آمد. حداکثر و حداقل ضریب گیاهی در طول دوره بررسی نیز 1/18 در خرداد ماه و 0/18 در دی ماه برآورد گردید. پیشنهاد می‌شود نیاز آبی این گیاهان برای مدت طولانی‌تر و در شرایط مختلف کم آبیاری مورد پژوهش قرار گیرد و رفتار آن‌ها در مقابل کم آبیاری و خشکی بررسی گردد.

سپاسگزاری

سپاس بی‌کران پروردگار یکتا را که هستی‌مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد.از استاد فاضل و اندیشمند جناب آقای دکتر حسن‌لی به عنوان استاد راهنما که همواره نگارنده را مورد لطف و محبت خود قرار دادند، اساتید راهنما و مسئولین محترم بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست دانشکده کشاورزی دانشگاه شیرازکمال تشکر را دارم.

منابع

امیدبیگی،ر. 1385. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، انتشارات به‌نشر، مشهد. 397 ص.

دلیری،ر.، شکرپور،م.، اصغری،ع.، اسفندیاری،ع.، سید شریفی،ر. 1389. ارزیابی اکوتیپ‌های مختلف ماریتیغال از نظر مقاومت به خشکی در محیط‌های کشت هیدروپونیک، مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. 1 .1 : 17–9.

شریفی عاشورآبادی،ا.، رومی‌پور،ح.، عصاره،م.ح.، لباسچی،م.ح.، عباس‌زاده،ب.، نادری،ب و رضایی سرخوش،م. 1390. تعیین نیاز آبی گیاه دارویی بومادران (*Achilleamillefuliuml.*) با استفاده از لایسی‌متر، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و

www.SID.ir

Archive of SID

معطر ایران. 28 3: 492-484.

شهابی‌فر،م و رحیمیان،ح،. 1386. تعیین نیاز آبی چغندرقند به روش لایسی‌متری در مشهد، مجله چغندر. 23. 2: 184-177.

عابدی کوپایی،ج،. اسلامیان،س،ا و زارعیان،م. 1390. اندازه‌گیری و مدل‌سازی نیاز آبی و ضریب گیاهی خیار، گوجه فرنگی و فلفل با استفاده از میکرولایسی‌متر در گلخانه، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. 2. 63:7- 51.

عزت‌پور،ب،. بادپروا،ا،. احمدی،ش،. رشیدی‌پور،م و ضیامی،ه. 1388. بررسی تأثیراسانس گیاه اسطوخودوس بر تریکوموناس واژینالیس در محیط InVitro، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام. 16 .4: 6-1.

کوچکی،ع و ثابت تیموری،م. 1389. تأثیر فواصل آبیاری و نوع کود بر عملکرد کمی سه گیاه دارویی اسطوخودوس (*Lavantulaangostifolia Mill*)، رزماری (*Rosemarinusofficinalis*) و زوفا (*Hyssopusofficinalis*) در شرایط مشهد، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، 9 .1: 87-78.

مالک،ا. 1360. روش‌های بررسی بیلان آب و تعیین اقلیم: مثالی در مورد باجگاه، مجله علوم کشاورزی ایران. 12. 1: 72 – 57.

ملکی دوز زاده،م،. خدیوپارسی،پ،. رضازاده،ش،. ابوالقاسی،ح و پیر علی همدانی،م. 1386. بررسی فرآیند استخراج روغن‌های فرار از گیاه رزماری به روش تقطیر بابخار آب. فصلنامه گیاهان دارویی. 6,4: 88-78.

مهدیخانی مقدم،ع و مکرم حصار،ع. 1389. شناسایی نماتدهای انگل گیاهی فرا ریشه رزماری در پردیس و ایستگاه فردوسی مشهد. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع غذایی). 24,4: 428-436.

وزیری،ژ،. سلامت،ع،. انتصاری،م،. مسیحی،م،. حیدری،ن و دهقانی‌سانیج،ح. 1387. تبخیر- تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاه) (ترجمه). کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. 362 ص.

یرمی،ن. 1387. تعیین تبخیر و تعرق بالقوه و ضریب گیاهی زعفران با استفاده از لایسی‌متر زهکش‌دار، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی شیراز. 161 ص.

Aboukhaled,A., Alfaro,A and Smith,M. 1982. Lysimeters Irrigation and Drainge paper 39, FAO. Rome. 68 p.

Allen,R.G., Pereira,L. S., Raes,D and Smith,M. 1998. Crop evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainge Paper No. 56, Rome.300 p.

Araya,A., Stroosnijder,L., Girmay,G., Keesstra,S.D. 2011. Crop coefficient, yield response to water stress and water productivity of terff (*Eragrostisterff (zucc.)*, Agricultural Water Management, 98: 775 – 783.

Cordeiro,A.M.T.M., Medeiros,M.L., Santos,N.A., Soledade,L.E.B., Souza,A.L., Queiroz,N and Souza,A.G. 2013. Rosmary (*Rosmarinus officinalis*L.) extract, Therm anal calorim, 113: 889 – 895.

Hassanli,A.M., Ahmadirad,S and Beecham,S. 2010. Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency, Agricultural Water Management. 97: 357 – 362.

Hassanli,A.M., Ebrahimizadeh,M.A., Beecham,S. 2009. The effects of irrigation methods with effluent and irrigation scheduling on water use (1996). Seasonal and maximum daily evapotranspiration of irrigation winter wheat, sorghum and corn, Trans of the ASAE. 40.3: 623 – 634.

Hassanli,A.M and Pezzaniti,D. 2013. Crop Irrigation scheduling in south Australia, A case study.Water journal. 40.4: 92 – 97.

Howell,T.A., Steiner,J.L., Schneider,A.D., Event,S.R and Tolk,J.L. 1996. Seasonal and maximum daily evapotranspiration of irrigation winter wheat, sorghum and corn, Trans of the ASAE. 40.3: 623 – 634.

Nouri,H., Beecham,S., Hassanli,A.M., Kazemi,F. 2013. Water requirements of urban landscape plants: a comparison of three factor - based approaches, Ecological Engineering. 57: 276 – 284.

Nigel,A.R., Horsnell,J. 2007. Generation and characterization of colchicine – induced autoteraploide Lavandula angustifolia, Euphytica. 156: 257 – 266.

Pistocchi,C.H., Guidi,W., Piccioni,E., Bonari,E. 2009. Water requirements of poplar and willow vegetation filters grown in lysimeter under Mediterranean conditions: results of second rotation.Desalination. 246: 137 – 146.

Platonov,A., Nikitchenko,N.V., Onuchak,L.A., Aratyunov,Y.I., Kurkin,V.A and Smirnov,P.V. 2010. Subcritical water extraction of biologically active substances from Milk Thistle seed (*Silybum marianum* L.).Russian Journal of Physical Chemistry. 4: 1211 – 1216.

Sepaskhah,A.R., Fooladmand,H.R. 2004. A computer model for design of Micro-catchment water harvesting system for rain-fed vineyard.Agriculture.Water Management. 64: 213-232.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 10, Apr.-May. 2016, p. 117-127

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره1، جلد10، فروردین - اردیبهشت 1395، ص. 127-117

Determination of Crop Coefficient (K_c) for *Rosmarinus officinalis* L., *Lavandula angustifolia* Mill. And *Silybum marianum* (L.) Gaertnas Medicinal Plants Using Water Balance Approach

M.Noorollahi[1]*, A.M. Hassanli[2], Gh.A. Ghanbarian[3] and M. Taghvaei[4]

Recived: Mar.3, 2016 Accepted: May.12, 2016

Abstract

Crop water requirement knowledge and precise estimation of plant evapotranspiration are essential for improving water use efficiency and efficient water management. Water balance approach utilizing lysimeters with correct measurement of inputs and outputs is an accurate method for crop water requirement estimation. This study aimed to determine crop coefficient (k_c) and water requirements of three medicinal plants namely *Silybum marianum* (L.) Gaertn, *Rosmarinus officinalis* L. and *Lavandula angustifolia* Mill. using water balance approach in 2013–2014. Nine volumetric lysimeters were used to carry out the experiment in school of agriculture (Bajgah), Shiraz University. Actual daily evapotranspiration using water balance method was estimated using lysimeters. Reference evapotranspiration was calculated using climate data from the adjacent weather station applying FAO–Penman–Monteith model. Daily crop coefficient during the study period was estimated by dividing the actual evapotranspiration by reference evapotranspiration. According to the results the seasonal evapotranspiration of *Silybum marianum* estimated 372.6 mm and it's crop coefficient was 0.3, 0.77, 1.04 and 0.85 during the initial, developing, mid and late season stages, respectively. Crop evapotranspiration of Lavender and Rosemary, obtained 1191.4 mm and 14534.6 mm, respectively. The maximum and minimum daily evapotranspiration of Rosemary obtained 8.17mm in August and 0.58mm in January. The corresponding minimum and maximum crop coefficient was 0.16 in January and 1.13 in August. The maximum and minimum daily evapotranspiration of Lavender obtained 7.82 mm in June and 0.62mm in January. Also the maximum and minimum crop coefficient of Lavender was 1.18 in June and 0.18 in January. Of three studied plants in limited time period and research conditions, *Silybum marianum* due to shorter growth period as a seasonally plant requires the lowest amount of water while *Rosmarinus officinalis* L. as a perennial plant requires the most amount of water. However, to increase the accuracy of findings it is highly recommended this experiment repeated for more seasons and in different areas.

Keywords:*Lavandula angustifolia* Mill., *Rosmarinus officinalis* L., Crop coefficient, *Silybum marianum* (L.) Gaertn,Water requirement

1- M. Sc. Graduate, Desert Region Management – Natural Resources Engineering, Faculty of Agricultural, University of Shiraz
2- Professor, Natural Resources and Environmental Engineering Department ,Faculty of Agricultural, University of Shiraz
3- Assistant Professor, Natural Resources and Environmental Engineering Department, Faculty of Agricultural, University of Shiraz
4- Associate Professor, Crop Production and Plant Breeding Department, Faculty of Agricultural, University of Shiraz
(*Corresponding Author Email:Marjan.Noorollahi@yahoo.com)

www.SID.ir