

برآورد نیاز آبی، ضرایب گیاهی یک جزیی و دوجزیی نعناع فلفلی (*Mentha pipertia* L.)هوشنگ قمرنیا^{1*} - فاطمه موسی بیگی²

تاریخ دریافت: 1392/3/5

تاریخ پذیرش: 1393/3/5

چکیده

استفاده‌ی بهینه از منابع آب مستلزم محاسبه‌ی میزان آب مصرفی و تعیین ضرایب گیاهی متناسب با هر منطقه است. مطالعه حاضر به منظور تعیین ضریب گیاهی یک جزیی و دو جزیی گیاه نعناع فلفلی در منطقه ای با اقلیم نیمه خشک با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار، انجام شده است. بدین منظور از هشت لایسیمتر زهکش‌دار استفاده شد، که دو لایسیمتر برای محاسبه تبخیر ترقق چمن و خاک بدون پوشش گیاهی اختصاص داشت و در شش لایسیمتر دیگر، نعنا فلفلی در دو گروه A (رشد گیاه تا زمان مناسب برای عصاره گیری) و B (برداشت گیاه در سه نوبت پس از رسیدن به ارتفاع 10 تا 12 سانتی متری)، کشت شدند. میانگین نیاز آبی نعناع فلفلی در دو گروه لایسیمتر A و B به ترتیب 664/4 و 566/35 میلی متر اندازه گیری شد. ضرایب گیاهی منفرد و ضرایب گیاهی پایه برای لایسیمترهای گروه A در مراحل اولیه، توسعه و میانی به ترتیب 0/69، 1/03، 1/27 و 0/29، 0/86، 1/17 بدست آمد و همچنین میانگین ضرایب گیاهی منفرد در برداشت‌های اول، دوم و سوم لایسیمترهای گروه B، به ترتیب 0/84، 0/92، 0/96 محاسبه شد.

واژه های کلیدی: اقلیم نیمه خشک، تبخیر - ترقق، لایسیمتر زهکش‌دار، معادله بیلان آب، نعناع فلفلی

مقدمه

برای تدوین برنامه آبیاری مناسب و اعمال مدیریت کارا و آگاهانه، تعیین ضرایب گیاهی بر مبنای مراحل رشد و نیز تخمین تبخیر - ترقق گیاه ضروری است (7). ضریب گیاهی (K_c) بیان کننده اثرات پوشش گیاهی و رطوبت خاک گیاه غیر مرجع نسبت به گیاه مرجع است (15). برای تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی، پژوهش‌هایی با استفاده از لایسیمتر در نقاط مختلف جهان انجام گرفته است. سیمون و همکاران (22)، مقدار K_c را برای ذرت در مراحل رشد با لایسیمتر زهکش‌دار بدست آوردند. تغییرات زمانی آب و هوا (فصول خشک و مرطوب) را روی K_c مورد بررسی قرار دادند. آنها دریافتند که K_c در فصول مرطوب (1/13 تا 1/41) بزرگتر از K_c در فصول خشک (0/94 تا 0/73) می‌باشد. شکلا و همکاران (21)، نیاز آبی و ضریب گیاهی هندوانه را در جنوب غربی فلوریدا با استفاده از لایسیمترهای زهکش‌دار تعیین نمودند. آنها با جمع آوری داده از 4 دستگاه لایسیمتر زهکش‌دار در سال‌های 2003 تا 2005 و با استفاده از معادله بیلان آب تبخیر - ترقق گیاه هندوانه (K_c) را محاسبه و سپس برای تعیین

تبخیر - ترقق مرجع (ET_0) از دو معادله پنمن - مانیتث - فائو و بلانی کریدل اصلاح شده استفاده کردند و ضرایب گیاهی را با استفاده از هر دو معادله بدست آوردند. ضرایب گیاهی بدست آمده از معادله پنمن - مانیتث - فائو در مراحل رشد ابتدایی، میانی و پایانی به ترتیب برابر 0/57، 0/89 و 0/76 و ضرایب گیاهی بدست آمده از معادله بلانی کریدل اصلاح شده در مراحل رشد به ترتیب برابر 0/71 و 0/61 گزارش نمودند. بوسی و همکاران (14)، ضرایب گیاهی پیاز را در ایتوبی با استفاده از سه دستگاه لایسیمتر زهکش‌دار بدست آوردند. مقادیر ET_c در مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی رشد به ترتیب برابر 51/3، 140/5، 144/8 و 53/9 میلی متر محاسبه و سپس با استفاده از ET_0 مقادیر K_c را برای مراحل ابتدایی، میانی و پایانی رشد به ترتیب برابر 0/47، 0/99 و 0/46 برآورد نمودند. زارع ابیانه و همکاران (23)، نیاز آبی و ضرایب گیاهی یک جزیی و دوجزیی سیر را با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار در آب و هوای نیمه خشک سرد اندازه گیری نمودند. نتایج نشان داد که ضریب گیاهی دوجزیی از ضریب گیاهی یک جزیی دقیق تر است اما استفاده از ضریب گیاه یک جزیی برای کاربر ساده تر است. رحیمیان و کاخکی (2)، نیاز آبی و ضریب گیاهی پنبه را به روش لایسیمتری در منطقه کاشمر را تعیین نمودند. میزان ضریب گیاهی پنبه در دوره رشد اولیه، میانی و پایانی به ترتیب برابر 0/4، 1/15 و 0/7 بدست آمد. عزیز زوهان و

1 و 2- دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه
* - نویسنده مسئول: (Email: hghamarnia@razi.ac.ir)

پرمصرف ترین گیاهان دارویی می‌باشد. این گیاه دارای ساقه زیرزمینی است و همچنین بذر آن فاقد قوه رویشی می‌باشد. به واسطه وجود اسانس در پیکر رویشی، این گیاه از بویی مطبوع و مزه ای خنک و کمی تند برخوردار است (16، 17 و 18). نعناع فلفلی بومی کشورمان نیست ولی بطور وسیع در اکثر استان‌ها کشت می‌شود ولی در شرایط روز بلند و رطوبت بالا و دمای 18 تا 20 درجه دارای بهترین عملکرد کمی و کیفی است. به دلیل داشتن ریشه‌های سطحی بایستی در فواصل کوتاه و به مقدار نسبتاً زیاد آبیاری شود و خاک‌های لوم شنی با مقدار هوموس بالا و اسیدیته 5 تا 8 را می‌پسندد (3). از آنجائیکه تاکنون ضریب گیاهی این گیاه دارویی در مراحل مختلف رشد توسط هیچ مرجعی گزارش نشده‌است، لذا به منظور تعیین ضریب گیاهی یک جزیی و دو جزیی و برآورد نیاز آبی نعناع فلفلی در شرایط اقلیمی نیمه خشک، آزمایشاتی با استفاده از روش بیلان آبی در شرایط لایسیمتری در سال 1391 طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال 1391 و در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی آب واقع در پردیس دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه صورت گرفت، که دارای طول جغرافیایی 47 درجه و 9 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 34 درجه و 21 دقیقه شمالی می‌باشد و در ارتفاع 1319 متری از سطح دریا قرار گرفته‌است. در طی مدت انجام تحقیق داده‌های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی تمام اتوماتیک که به فاصله پنجاه متری از محل آزمایش قرار داشت، به صورت روزانه دریافت گردید. پارامترهای هواشناسی در طول دوره آزمایش در جدول 1 ارائه گردیده است.

همکاران (13)، آزمایشی را طی دو سال متوالی برای تعیین ضرایب گیاهی و ضرایب تشکک زعفران در اقلیم نیمه خشک ایران اجرا کردند. برای محاسبه ET_0 از معادله پنمن - فائو استفاده شد. در این تحقیق مقدار ET_C و ET_0 به ترتیب برابر 486 و 991 میلی‌متر در سال اول آزمایش و 670 و 975 میلی‌متر در سال دوم آزمایش بدست آوردند. مقدار K_C در مراحل مختلف رشد متغیر بود. مقادیر بدست آمده شامل 0/22-0/24، 0/94-1/05 و 0/68-0/78 به ترتیب در مراحل اولیه، میانی و پایانی گزارش شدند. لی و همکاران (20)، تحت شرایط استفاده از پلاستیک مالچ نیاز آبی و ضرایب گیاهی ذرت بهاره را در منطقه شمال غرب چین برآورد کردند. در این تحقیق برای اندازه‌گیری پارامترها از سنسور رطوبتی، حرارت سنج صوتی، سنسورهایی که تغییرات عمودی باد، دما و چگالی آب را اندازه می‌گیرند در منطقه میانی مزرعه مستقر کردند. K_C بدست آمده برای مراحل میانی و انتهایی از مقادیر پیشنهاد شده توسط FAO-56 بیشتر شده بود. ضریب گیاهی بدست آمده در مراحل اولیه، میانی و انتهایی به ترتیب برابر 1/46، 1/39 و 1/22 گزارش شد قمرنیا و همکاران (8)، به‌منظور تعیین ضرایب گیاهی سیاه‌دانه آزمایش را به مدت دو سال با استفاده از لایسیمتر زهکشدار انجام دادند. در این تحقیق مقدار نیاز آبی سیاه‌دانه با استفاده از روش بیلان آبی محاسبه شد، سپس مقدار تبخیر - تعرق مرجع با استفاده از روش پنمن - مونتیث - فائو محاسبه و در نهایت طی دو سال آزمایش مقدار ضرایب گیاهی برای سیاه‌دانه در مراحل رشد اولیه، توسعه، میانی و پایانی به ترتیب برابر 0/59، 0/91، 1/29 و 0/78 بدست آمد.

نعناع فلفلی با نام علمی *Mentha pipertia* L. از خانواده Lamiaceae از جمله گیاهان دارویی و معطری است که اسانس آن مصارف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی فراوانی دارد و یکی از

جدول 1 - پارامترهای هواشناسی در طی ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد در سال 1391

ماه	متوسط درجه حرارت (°C)	متوسط رطوبت نسبی (%)	متوسط سرعت باد (m/s)	متوسط ساعت آفتابی (hr)	بارندگی ماهیانه (mm)	تابش (j/cm ²)
فروردین	11/8	53/9	7/1	6/9	1/5	1918/7
اردیبهشت	18/4	36/5	7/7	8/3	0/6	1964/8
خرداد	24/9	21/4	7/9	9/7	0	2546/5
تیر	28/1	19/6	7/6	10/2	0	2574/2
مرداد	29/8	16/3	7/8	9/9	0	2575/3

جدول 2- مشخصات فیزیکی خاک منطقه مورد مطالعه

عمق نمونه گیری (cm)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)	بافت خاک	شن %	سیلت %	رس %
0-90	1/3	سیلتی رسی	3/7	42/3	54

جدول 3- مشخصات شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	کربن آلی %	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	EC (μmohs/cm)	pH
1/64	1/36	11/9	7/8	1/38	440	26	0/6	7/3

دسترسی زیرزمینی مجاور لایسیمترها تخلیه شده بود توسط ظرف مدرج اندازه گیری می شد.

ضریب گیاهی منفرد

ضریب گیاهی منفرد اثر متفاوت بودن ویژگی های یک محصول و سطح چمن با ظاهر ثابت و پوشش گیاهی کامل را در یک ضریب می گنجاند. بنابراین، انواع محصولات دارای ضرایب گیاهی متفاوت هستند. متغیر بودن ویژگی های گیاه در طول دوره رشد نیز بر ضریب گیاهی مؤثر است. سرانجام، شرایط مؤثر بر تبخیر بر ضریب گیاهی نیز تأثیرگذار است (9). ضریب گیاهی منفرد برای دو گروه لایسیمتر مورد آزمایش از رابطه 2 بدست آمد (4، 6 و 9).

$$K_C = \frac{ET_C}{ET_0} \quad (2)$$

در این آزمایش مقدار ET_C از معادله بیلان آبی خاک (1) برای گیاه بدست می آید و مقدار ET_0 با اندازه گیری مستقیم از لایسیمتر، برای گیاه مرجع محاسبه شد. ضریب گیاهی یک مقدار ثابت نبوده و مقدار آن در طول دوره رویش تغییر می کند (6). در این تحقیق، تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه چمن بطور مستقیم از لایسیمتر و روش بیلان آبی محاسبه شده، ولی از آنجاییکه همیشه امکان محاسبه مستقیم ET_0 وجود ندارد باید مناسب ترین روش تجربی که بالاترین دقت را در محاسبه تبخیر - تعرق پتانسیل دارد بدست آورد. در این منطقه، پس از بررسی روش های مختلف، روش پنمن موتیث با داشتن ضریب همبستگی $R^2 = 0.79$ با نتایج لایسیمتری، به عنوان بهترین روش محاسبه ET_0 انتخاب شد. تبخیر تعرق پتانسیل در روش پنمن موتیث از رابطه 3 محاسبه می شود (10).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U2(es - ea)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U2)} \quad (3)$$

که در آن:

Rn: تابش خالص خورشیدی ($MJ m^{-2} per day$), G: شار حرارتی خاک ($MJ m^{-2} day^{-1}$), γ : ثابت سایکرومتری ($kPa ^\circ C^{-1}$), Δ : شیب منحنی فشار بخار اشباع با دما ($kPa ^\circ C^{-1}$), u_2 : سرعت باد در ارتفاع 2 متری ($m s^{-1}$), $(e_s - e_a)$: کمبود فشار بخار اشباع هوا (kPa).

برای اجرای این طرح از هشت عدد لایسیمتر زهکش دار به قطر 1/2 متر استفاده شد که در شش عدد از لایسیمترها گیاه نعنای فلفلی و در یک لایسیمتر گیاه مرجع چمن کشت شد و در لایسیمتر دیگر تبخیر از خاک بدون پوشش برآورد گردید. بافت خاک بکار رفته در لایسیمترها، سیلتی رسی و میزان رطوبت آن در محدوده ظرفیت زراعی خاک 24 درصد وزنی و جرم مخصوص ظاهری آن 1/3 گرم بر سانتی متر مکعب بود. در جداول 2 و 3 مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه آمده است.

در فروردین 1391 کشت نعنای فلفلی از طریق انتقال ریزوم ها به محل کشت انجام گرفت. در این آزمایش لایسیمترهایی که برای کشت نعنای فلفلی بکار رفتند، به دو گروه تقسیم شدند، بطوریکه در سه لایسیمتر موجود در گروه A (A1، A2، A3) رشد گیاه تا گلدهی 70 درصد از گیاهان بدون هیچگونه برداشتی از گیاه ادامه داشت و در سه لایسیمتر موجود در گروه B (B1، B2، B3) گیاه پس از هر بار رسیدن به ارتفاع 10 تا 12 سانتی متری تا ارتفاع 5 سانتی متری برداشت شد. طول دوره رشد گیاه در هر دو گروه 112 روز بوده و در گروه A رشد گیاه تا زمان گلدهی و شرایط مناسب برای اسانس گیری از گیاه ادامه داشته و در گروه B سه نوبت برداشت انجام گرفت. با شروع فصل رشد نمونه برداری ها آغاز گردید. در هر رکوردگیری مقادیر عمق آبیاری، بارندگی، زهکش و تغییرات ذخیره رطوبتی خاک ثبت و با استفاده از معادله بیلان آب، تبخیر و تعرق واقعی گیاه نعنای فلفلی و چمن و خاک بدون پوشش تعیین گردید. در این تحقیق هدف فراهم آوردن بهترین شرایط برای رشد گیاه بود. بنابراین دور آبیاری به گونه ای انتخاب گردید که کمترین تنش به گیاه وارد گردد. برای اندازه گیری تبخیر - تعرق گیاهی توسط لایسیمتر زهکش دار برای دوره زمانی معین، از رابطه بیلان آبی خاک استفاده شد (1، 6 و 9):

$$ET_C = I + P - D \pm \Delta S \quad (1)$$

که در آن:

I: آب آبیاری (mm), P: بارندگی (mm), D: زهکش (mm), ΔS : تغییرات رطوبت خاک در دوره معین (mm)
زمان آبیاری با اندازه گیری رطوبت با استفاده از دستگاه TDR و سنسورهای مربوطه به گونه ای تعیین شد که رطوبت خاک در حد رطوبت سهل الوصول باشد. آب اضافی خارج شده از لایسیمترها نیز که با استفاده از لوله های زیرزمینی به داخل مخازن موجود در اتاقک

برای خاک خشک بدون پوشش (0/15 - 0/2) می باشد که در این آزمایش 0/15 در نظر گرفته شده است، K_d : ضریب تراکم، $K_{cb,full}$: مقدار K_{cb} در دوره پیک رشد گیاه (هنگامی که پوشش گیاه کامل باشد)، LAI: شاخص سطح برگ ($m^2 m^{-2}$)، h : متوسط ارتفاع گیاه در طول دوره رشد (m)، Fr: فاکتور اصلاحی برای کنترل روزنه گیاه که مقدار آن بین (0-1) متغیر است. مقدار استاندارد Fr برابر 1 است زیرا برای اغلب گیاهان یکساله مقدار r برابر $100 s m^{-1}$ در نظر گرفته می شود (12 و 21). فرض است که تبخیر از خاک زیرین پوشش گیاهی در K_{cb} گنجانده شده، و بنابراین به صورت مستقیم اندازه گیری نمی شود. تبخیر محاسبه شده، مربوط به لایه خاک خیس در معرض هوا می باشد. تبخیر E_i از معادله زیر محاسبه می شود (5 و 9):

$$f_c = \left(\frac{K_{cb} - K_{c,min}}{K_{c,max} - K_{c,min}} \right)^{(1+0.5h)} \quad (8)$$

$$\frac{E_i}{few} = K_e \times ET_o \quad (9)$$

$K_{c,max} = \max \left\{ 1.2 + [0.04(U_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)](h/3)^{0.3} \right\} (K_{cb} + 0.05)$
 تعرق گیاه نعنای فلفلی از لایسیمتر (ET_c) و گیاه مرجع (ET_o) در دوره رشد گیاه نعنای فلفلی در هریک از لایسیمترهای گروه A و B را نشان می دهد. اختلاف بین مقادیر تبخیر - تعرق گیاه نعنای فلفلی و تبخیر - تعرق گیاه مرجع در طی دوره رشد نشان از افزایش نیاز آبی نعنای فلفلی در دوره را دارد. در جدول 4، تبخیر - تعرق ماهیانه نعنای فلفلی در طول دوره رشد آورده شده است. پس از محاسبه ET_c در هر یک از لایسیمترها میانگین تبخیر تعرق ماهیانه در هر یک از گروه های A و B محاسبه شد. مجموع تبخیر تعرق گروه های A و B در طول دوره رشد به ترتیب 664/39 و 566/35 میلی متر بدست آمد.

ضریب گیاهی منفرد

در این تحقیق، دوره رشد نعنای فلفلی به سه مرحله (ابتدایی، توسعه و میانی) تقسیم شد. در شکل 3، ضرایب گیاهی منفرد روزانه و ده روزه نعنای فلفلی در طی دوره رشد برای دو گروه لایسیمتر مورد آزمایش، مشاهده می شود و در نهایت در شکل (4 - الف) میانگین مقادیر K_c از لایسیمترهای A1, A2, A3 و در شکل (4 - ب) میانگین مقادیر K_c از لایسیمترهای B1, B2, B3 و منحنی میانگین - گیری شده آنها بر حسب روزهای رشد نشان داده شده است. در جدول 5 مقادیر ضرایب گیاهی برای دوره های مختلف رشد در لایسیمترهای گروه A و B آورده شده است.

ضریب گیاهی دو جزئی

ضریب گیاهی در روش دو جزئی، به دو ضریب جداگانه که یکی اثر تعرق گیاه را توصیف کرده و ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) نامیده شده و دیگری اثر تبخیر از خاک (K_e) را بیان می کند، تفکیک شده و بنابراین، ضریب گیاهی دو جزئی به صورت رابطه 4 محاسبه می شود (5 و 9):

$$K_c = K_{cb} + K_e \quad (4)$$

که در آن: K_{cb} : ضریب گیاهی پایه، K_e : ضریب مربوط به تبخیر از سطح خاک می باشد.

بر اساس پژوهشی که آلن و پیرا انجام دادند (12)، برای K_{cb} رابطه 5 ارائه شده است:

$$K_{cb} = K_{c,min} + K_d (K_{cb,full} - K_{c,min}) \quad (5)$$

$$K_d = (1 - e^{(-0.7LAI)}) \quad (6)$$

$$K_{cb,full} = F_r (\min(1 + 0.1h, 1.2) + [0.04(U_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)](h/3)^{0.3}) \quad (7)$$

که در آن: K_{cb} : ضریب گیاهی پایه، $K_{c,min}$: حداقل ضریب گیاهی

$$\left\{ 1.2 + [0.04(U_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)](h/3)^{0.3} \right\} (K_{cb} + 0.05) \quad (10)$$

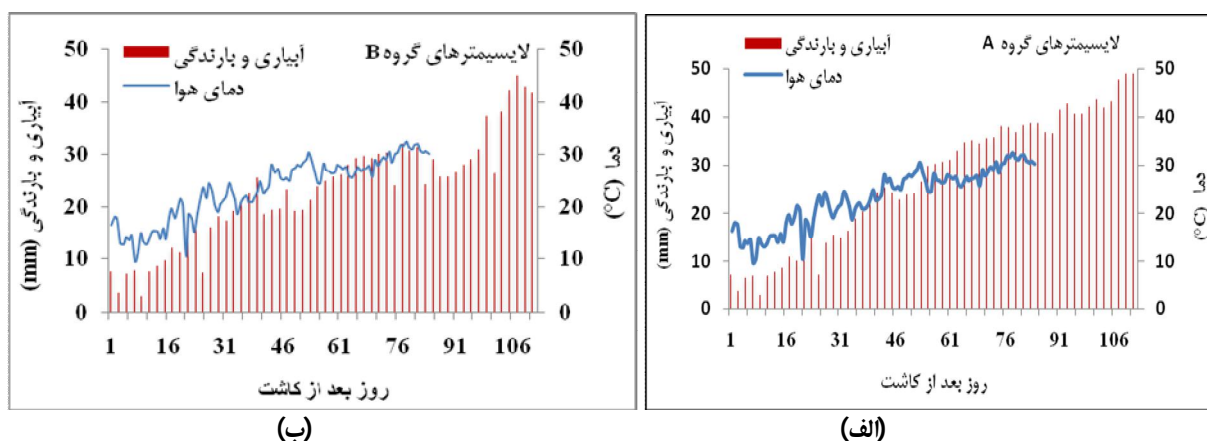
عبارت (E_i/few) شدت تبخیر در کسر خاک خیس شده و در معرض هوا را نشان می دهد و few : کسر خاک خیس شده و در معرض هوا، K_e : ضریب مربوط به تبخیر از سطح خاک، E_i : تبخیر از خاک، ET_o : تبخیر تعرق گیاه مرجع، f_c : کسر پوشش گیاهی مؤثر (0-0/99)، K_{cb} : ضریب گیاهی پایه برای یک روز یا یک دوره مشخص، $K_{c,min}$: حداقل ضریب گیاهی برای خاک خشک بدون پوشش (0/15-0/2)، K_c : حداکثر ضریب گیاهی بلافاصله پس از خیس شدن سطح خاک، h : میانگین ارتفاع گیاه (m)، K_{cb} : ضریب گیاهی پایه، h : حداکثر ارتفاع گیاه در دوره مورد نظر، U_2 : سرعت باد در ارتفاع 2 متری (ms^{-1})، RH_{min} : میانگین روزانه حداقل رطوبت نسبی (درصد).

در این آزمایش میزان تبخیر از خاک بدون پوشش بطور مستقیم از لایسیمتر اندازه گیری شده و با محاسبه کسر خاک خیس شده و در معرض هوا از روابط گفته شده، جز تبخیر در معادله ضریب گیاهی دو جزئی برآورد گردید.

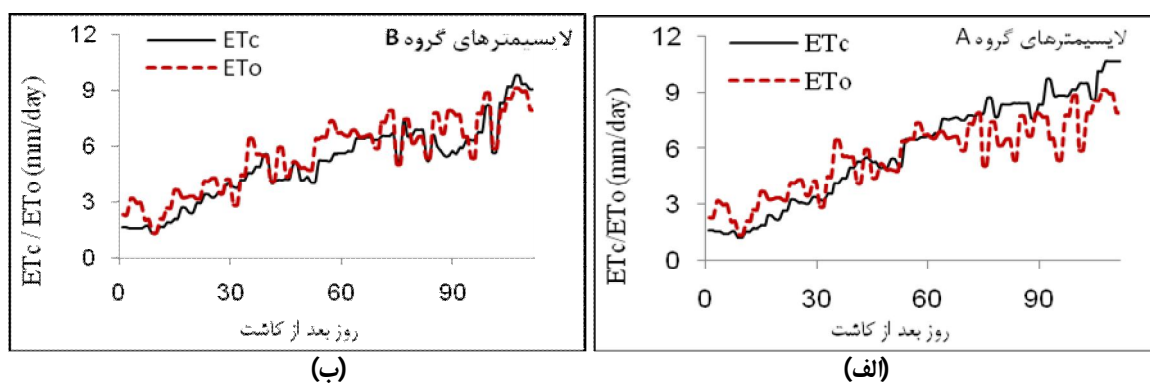
نتایج و بحث

تبخیر - تعرق و نیاز آبی

زمان و مقدار آبیاری و بارندگی و تغییرات متوسط دما در لایسیمترهای A و B در شکل 1 نشان داده شده است، در تاریخ هایی که در منطقه مورد مطالعه بارندگی رخ داده نیازی به آبیاری نبوده و همچنین در ماه های گرم (تیر و مرداد) که نیاز آبی گیاه بیشتر می باشد، میزان آبیاری نیز بیشتر بوده است. شکل 2، تغییرات تبخیر -



شکل 1- زمان و مقدار آبیاری و بارندگی و تغییرات متوسط دما در (الف) لایسیمترهای گروه A، (ب) لایسیمترهای گروه B



شکل 2- تغییرات تبخیر - تعرق گیاه نعناع فلفلی از لایسیمتر (ETc) و گیاه مرجع (ETO) در دوره رشد گیاه نعناع فلفلی در لایسیمترهای (الف) گروه A، (ب) گروه B

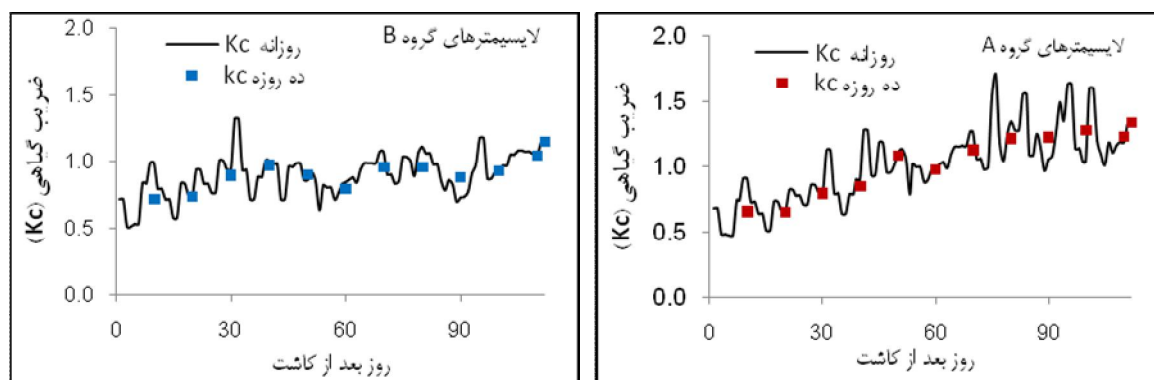
جدول 4- تبخیر - تعرق ماهانه نعناع فلفلی (میلی متر)

میانگین	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	جمع
A1,A2,A3	16/11	99/52	199/62	266/95	82/19	664/39
B1,B2,B3	17/44	108/37	167/40	198/15	74/99	566/35

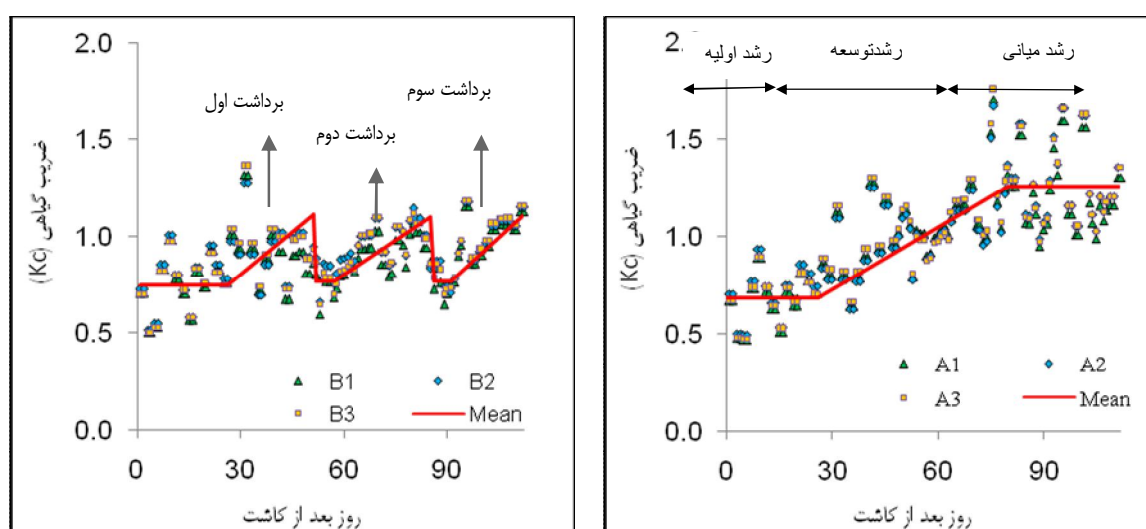
از لایسیمترها نیز مشاهده می‌شود که میزان ضریب گیاهی پس از هر نوبت برداشت کاهش پیدا کرده و با رشد اندام هوایی و زیاد شدن تعرق، افزایش یافته‌است.

محاسبه ET_0 در این منطقه، از دو روش پنمن مانیتیت و لایسیمتری امکان پذیر است، آنالیز آماری دو روش محاسبه Kc - Kc_p (ضریب گیاهی محاسبه شده از طریق روش پنمن مانیتیت) و Kc_L (ضریب گیاهی محاسبه شده از طریق لایسیمتر) در سه مرحله رشد اولیه، توسعه و میانی گیاه نعناع فلفلی در جدول 7 انجام گرفته - است. مشاهده می‌شود که نتایج دو روش در سطح احتمال 95% با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.

میانگین ضرایب گیاهی برای مراحل اولیه، توسعه و میانی در هر یک از لایسیمترهای گروه A و B به ترتیب (0/69 و 1/03 و 1/27) و (0/84 و 0/92 و 0/96) بدست آمد. با توجه به نتایج بدست آمده از ضریب گیاهی می‌توان نتیجه گرفت که در مرحله اولیه اندازه گیاه کم بوده و میزان تبخیر کمتر از میزان تعرق است و به همین علت مقدار Kc پایین بوده است ولی در مراحل توسعه و میانی با رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ میزان تعرق بالا و به دنبال آن Kc نیز افزایش یافته است. در بررسی ضرایب گیاهی لایسیمترهای گروه B، همانطور که در شکل (4 - ب) مشخص است و در جدول 6 آمده، میزان Kc برداشت‌های اول تا سوم در مرحله اولیه (0/75، 0/77، 0/77) و در مرحله توسعه (0/94، 0/95، 1/01) می‌باشد. در این گروه



شکل 3- میانگین ضرایب گیاهی منفرد روزانه و ده روزه نعناع فلفلی در مراحل رشد در لایسیمترهای (الف) گروه A ، (ب) گروه B



شکل 4- ضرایب گیاهی منفرد نعناع فلفلی در مراحل رشد و منحنی میانگین گیری شده برای لایسیمترهای (الف) گروه A ، (ب) گروه B

جدول 5- میانگین ضرایب گیاهی منفرد نعناع فلفلی در مراحل رشد برای لایسیمترهای گروه A و B

لایسیمتر	مراحل رشد			لایسیمتر	نوبت برداشت		
	مرحله ابتدایی	مرحله توسعه	مرحله میانی		برداشت اول	برداشت دوم	برداشت سوم
A1	0/71	1/01	1/27	B1	0/83	0/88	0/94
A2	0/67	1/03	1/23	B2	0/85	0/94	0/97
A3	0/68	1/05	1/27	B3	0/85	0/93	0/97
Mean	0/69	1/03	1/27	Mean	0/84	0/92	0/96

جدول 6 - میانگین ضرایب گیاهی منفرد نعناع فلفلی در مراحل مختلف رشد برای لایسیمترهای گروه B

لایسیمتر	مرحله اولیه	مرحله توسعه	مرحله اولیه	مرحله توسعه	مرحله اولیه	مرحله توسعه
	برداشت اول	برداشت اول	برداشت دوم	برداشت دوم	برداشت سوم	برداشت سوم
B1	0/74	0/92	0/73	0/91	0/74	1
B2	0/77	0/94	0/81	0/97	0/80	1/02
B3	0/75	0/97	0/77	0/96	0/77	1/03
Mean	0/75	0/94	0/77	0/95	0/77	1/01

جزء تبخیر می‌باشد نیز به تدریج کاهش می‌یابد. نوساناتی که در نمودارها مشاهده می‌شود به دلیل کوتاه بودن دور آبیاری می‌باشد.

جدول 8 - میانگین ضرایب گیاهی پایه نعناع فلفلی در مراحل رشد

برای لایسیمترهای گروه A			
مرحله میانی	مرحله توسعه	مرحله اولیه	میانگین
1/17	0/86	0/29	میانگین

نتیجه گیری

در این تحقیق مقادیر تبخیر - تعرق گیاه نعناع فلفلی (ET_c) با استفاده از نتایج لایسیمتری بدست آمده و با روش بیلان آب تعیین گردید. میانگین نیاز آبی گیاه در گروه A و B به ترتیب 664/4 و 566/4 میلی‌متر اندازه‌گیری شد. ضرایب گیاهی منفرد و ضرایب گیاهی پایه برای لایسیمترهای گروه A در مراحل اولیه، توسعه و میانی به ترتیب 1/0، 0/3/69، 1/27 و 0/29، 0/86، 1/17 بدست آمد. همچنین میانگین ضرایب گیاهی منفرد در برداشت های اول، دوم و سوم لایسیمترهای گروه B، به ترتیب 0/84، 0/92 و 0/96 محاسبه شد. مقادیر مورد نظر جهت مدیریت و برنامه ریزی منابع آب گیاه دارویی نعناع فلفلی در مناطقی که با اقلیم نیمه‌خشک کشت می‌شود، کاربرد داشته و می‌تواند مورد استفاده محققان، طراحان و مهندسان مشاور قرارگیرد.

جدول 7- نتایج آنالیز آماری دو روش محاسبه ضرایب گیاهی نعناع

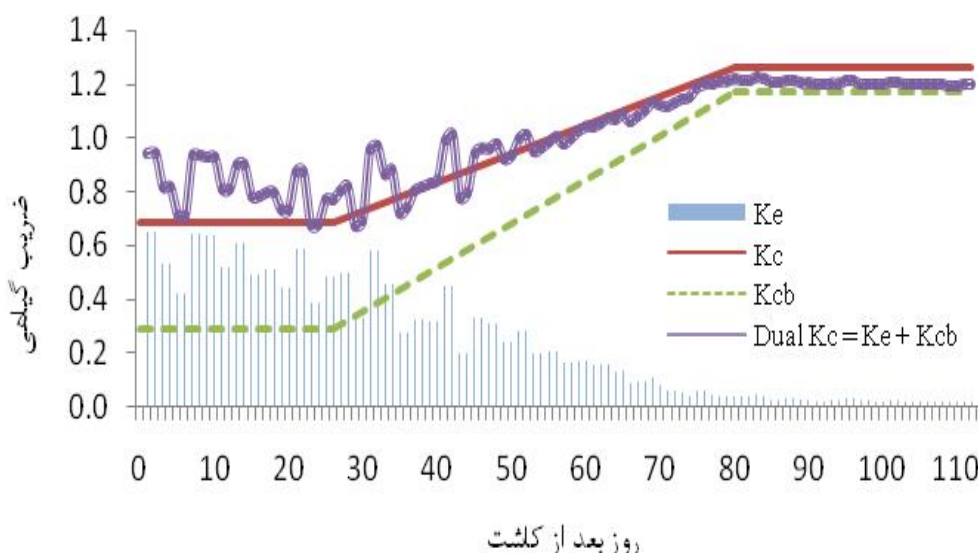
فلفلی (K_C و K_{CL}) در سه مرحله رشد گیاه

S.O.V	df	MS	F
Method	1	0.003	0.22 ^{ns}
Error	4	0.058	

ns : non significant

ضریب گیاهی دو جزئی

مقادیر ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) و ضریب تبخیر (K_e) و ضریب گیاهی دو جزئی برای لایسیمترهای گروه A، در هر روز بدست آمد. مقادیر ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) در مراحل رشد گیاه نعناع فلفلی در جدول 8 ارائه شده است. میزان ضرایب گیاهی پایه در مراحل اولیه، توسعه و میانی به ترتیب 0/29، 0/86 و 1/17 بدست آمد. شکل 5 تغییرات ضریب گیاهی دو جزئی را برای گیاه نعناع فلفلی نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که مقدار ضریب گیاهی پایه (جزء تعرق) با گذر از مرحله اولیه به تدریج زیاد شده و در مرحله میانی به حداکثر مقدار می‌رسد مقدار ضریب تبخیر از سطح خاک (K_e) پس از خیس شدن لایه خاک سطحی با بارندگی یا آبیاری، بیشترین مقدار است. با خشک شدن این لایه، ضریب تبخیر کاهش می‌یابد. در شرایطی که آب در لایه خاک سطحی باقی نماند، ضریب تبخیر می‌تواند صفر شود. با در نظر گرفتن نمودارهای ارائه شده، در مرحله اولیه که پوشش سبز گیاه کم می‌باشد مقدار تبخیر از خاک حداکثر می‌باشد و این ضریب به تدریج کاهش می‌یابد تا اینکه در مرحله میانی به حداقل مقدار می‌رسد. ضریب گیاهی دوگانه که مجموع جزء تعرق و



شکل 5- ضرایب گیاهی دو جزئی نعناع فلفلی در مراحل رشد برای لایسیمترهای گروه A

منابع

- 1- پناهی م. 1375. تعیین مناسبترین رابطه برآورد تبخیر- تعرق پتانسیل و ضریب گیاهی برای چغندرقد در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه تبریز. دانشکده کشاورزی.
- 2- رحیمیان م.ج. و کاخکی ع. 1386. نیاز آبی پنبه و ضریب گیاهی K_c مربوط به آن به روش لایسیمتری در منطقه کاشمر. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان.
- 3- طهماسب پور ب. و محمدیان ر. 1390. تاثیر تراکم و تاریخ کاشت های مختلف بر روی گیاهان دارویی همیشه بهار و نعناع فلفلی. اولین همایش تخصصی توسعه کشاورزی استانهای شمالغرب کشور.
- 4- علیزاده ا. 1381. طراحی سیستم های آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا(ع).
- 5- علیزاده ا. و کمالی غ.ع. 1386. نیاز آبی گیاهان در ایران. انتشارات دانشگاه امام رضا(ع).
- 6- علیزاده ا. 1383. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا(ع).
- 7- قیصری م، میرلطیفی س.م، همایی م. و اسدی م.ا. 1385. تعیین نیاز آبی ذرت علوفهای و ضریب گیاهی آن در مراحل مختلف رشد. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد 26، شماره 7، ص 125-142.
- 8- قمرنیا ه، میری ا، جعفرزاده م. و قبادی م. 1390. تعیین ضریب رشد گیاهی سیاه دانه (*Nigella sativa L.*) در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری. مجله پژوهش آب در کشاورزی، جلد 25، شماره 2، ص 133 - 145.
- 9- وزیری ژ، سلامت ع، انتصاری م، مسچی م، حیدری ن. و دهقانی سانچ ح. 1387. تبخیر-تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان). کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- 10- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56.
- 11- Allen R.G., Pruitt W.O., Businger J.A., Fritschen L.J., Jensen M.E. and Quinn F.H. 1996. Evaporation and transpiration. In: Wootton et al (Task Com.) ASCE handbook of hydrology, chap 4, 2nd edn. American Society of Civil Engineers, New York, p 125-252, 784 p.
- 12- Allen R.G. and Pereira L.S. 2009. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. Irrigation Science. 28:17-34.
- 13- Azizi-Zohan A., Kamgar-Haghighi A.A. and Sepaskhah A.R. 2008. Crop and pan coefficients for saffron in a semi-arid region of Iran. Journal of Arid Environments 72: 270-278.
- 14- Bossie M., Tilahun K. and Hordofa T. 2009. Crop coefficient and evapotranspiration of onion at Awash Melkassa, Central Rift Valley of Ethiopia. Irrig Drainage Syst, 23:1-10.
- 15- Doorenbos J. and Pruitt W.O. 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, NO. 24, Rome.
- 16- Eccles R. 1994. Menthol cooling compounds. J. Pharm. Pharmacol; 46:618-30.
- 17- Fleming T. 1998. PDR for herbal medicines. Montvale, NJ: Medical Economics Company, Inc.
- 18- Foster S. 1996. Peppermint: *Mentha piperita*. American Botanical Council-Botanical Series; 306:3- 8.
- 19- Korner C., Scheel J.A. and Bauer H. 1979. Maximum leaf conductance in vascular plants. Photosynthetica 13(1):45-82.
- 20- Li S., Kang S., Li F. and Zhang L. 2008. Evapotranspiration and crop coefficient of spring maize with plastic mulch using eddy covariance in northwest China. Agricultural Water Management, 95: 1214-1222.
- 21- Shukla S., Jaber F., Srivastava S. and Knowles J. 2007. Water Use and Crop Coefficient for Watermelon in Southwest Florida. Agricultural and Biological Engineering Department.
- 22- Simon C.M., Ekwue E.I., Gumbs F.A. and Narayan C.V. 1998. Evapotranspiration and crop coefficients of irrigated maize (*Zea mays L.*) in Trinidad. Tropical Agriculture 75(3):342-346.
- 23- Zare Abyaneh H., Bayat Varkeshi M., Ghasemi A., Marofi S. and Amiri Chayjan R. 2011. Determination of water requirement, single and dual crop coefficient of garlic (*Allium sativum*) in the cold semi-arid climate. AJCS 5(8):1050-1054.



Determination of (*Mentha pipertia* L.) Water Requirement, Single and Dual Crop Coefficients

H. Ghamarnia^{1*}- F. Mousabeygi²

Received: 26-05-2013

Accepted: 26-05-2014

Abstract

For optimal use of water resources determination of crop coefficients and water requirement for each region is necessary. The present study was conducted to determine the values of water requirement and crop coefficients of Peppermint (*Mentha piperita* L.) in a semi arid climate. For this purpose, eight water balance drainable lysimeters were used. For those reasons two lysimeters was used for grass and bare soil evapotranspiration estimation. Also in six other lysimeters, peppermint in two groups A (Plant growth was continued until the end of flowering.) and B (plant harvested three times, after reaching a height of 10-12 cm) was planted. Finally the average water requirement of Peppermint in two lysimeters groups A and B were determined as 664.4 and 566.4 mm respectively. Single and base crop coefficients for lysimeters in group A, for the initial, development and middle stages of peppermint growth were determined as, 0.69 , 1.03 , 1.27 and 0.29, 0.86, 1.17 respectively. Also the average of single crop coefficients on first, second and third harvests for lysimeters in group B was determined as 0.84 , 0.92 , 0.96 respectively.

Keywords: Evapotranspiration, Drainable lysimeter, Peppermint, Semiarid climate, Water balance equation

1,2- Associate Professor and M.Sc. Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resource, Razi University, Kermanshah

(* - Corresponding Author Email: hghamarnia@razi.ac.ir)