نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 28، شماره 4، مهر – آبان 1393، ص. 678-670

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 4, Sept.-Oct. 2014, p. 670-678

برآورد نیاز آبی، ضرایب گیاهی یک جزیی و دوجزیی نعناع فلفلی (*Mentha pipertia* L.)

هوشنگ قمرنیا[1*] - فاطمه موسی بیگی[2]

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. بدین‌منظور از هشت لایسیمتر زهکش‌دار استفاده شد، که دو لایسیمتر برای محاسبه تبخیر تعرق چمن و خاک بدون پوشش گیاهی اختصاص داشت و در شش لایسیمتر دیگر، نعنافلفلی 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 میلی‌متر اندازه‌گیری 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 ، به‌ترتیب 0/84، 0/92، 0/96 محاسبه شد.

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

مقدمه

برای تدوین برنامه آبیاری مناسب و اعمال مدیریت کارا و آگاهانه، تعیین ضرایب‌گیاهی بر مبنای مراحل رشد و نیز تخمین تبخیر- تعرق 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، پژوهش هایی 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 ضریب‌گیاهی 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- تعرق گیاه هندوانه (K_C) را محاسبه و سپس برای تعیین تبخیر- تعرق مرجع (ET_O) از دو معادله پنمن- مانتیث- 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- مانتیث- فائو در مراحل رشد ابتدایی، میانی و پایانی به ترتیب برابر 0/57، 0/89 و 0/76 و ضرائب گیاهی بدست آمده از معادله بلانی کریدل اصلاح شده در مراحل رشد به ترتیب برابر 0/44، 0/71 و 0/61 گزارش نمودند. بوسی و همکاران (14)، ضرایب گیاهی پیاز را در اتیوپی 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 میلی‌متر محاسبه و سپس با استفاده از ET_O مقادیر K_C را برای مراحل ابتدایی، میانی و پایانی رشد به ترتیب برابر0/47، 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 ضریب‌گیاهی پنبه در دوره رشد اولیه، میانی و پایانی به ترتیب برابر 0/4، 1/15 و 0/7 بدست آمد. عزیزی زوهان و

1 و2- دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه
(*- نویسنده مسئول: Email: hghamarnia@razi.ac.ir)

همکاران (13)، آزمایشی را طی دو سال متوالی برای تعیین ضرایب گیاهی و ضرایب تشتک زعفران در اقلیم نیمه خشک ایران اجرا کردند. برای محاسبه ET_O از معادله پنمن- فائو استفاده شد. در این تحقیق مقدار ET_C و ET_O 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 0/24-0/22 ، 1/05-0/94 و 0/78-0/68 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 ضرایب‌گیاهی سیاه‌دانه آزمایش را به مدت دو سال با استفاده از لایسیمتر زهکشدار انجام دادند. در این تحقیق مقدار نیازآبی سیاه‌دانه با استفاده از روش بیلان‌آبی محاسبه شد، سپس مقدار تبخیر – تعرق مرجع با استفاده از روش پنمن – مونتیث - فائو محاسبه و در نهایت طی دوسال آزمایش مقدار ضرایب گیاهی برای سیاه‌دانه در مراحل رشد اولیه، توسعه، میانی و پایانی به‌ترتیب برابر 0/59، 0/91، 1/29 و 0/78 بدست‌آمد.

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 پرمصرف ترین گیاهان دارویی می‌باشد. این گیاه دارای ساقه زیرزمینی است و همچنین بذر آن فاقد قوه رویشی می باشد. 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 نسبتا 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 داروئی 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 درسال 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.

جدول 1 - پارامترهای هواشناسی در طی ماه های 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

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

برای اجرای این طرح از هشت عدد لایسیمتر زهکش‌دار به قطر 1/2متر استفاده شد که در شش عدد از لایسیمترها گیاه نعناع 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 سانتی‌متر مکعب بود. در جداول 2 و 3 مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه آمده است.

در فروردین 1391 کشت نعناع فلفلی از طریق انتقال ریزوم ها به محل کشت انجام گرفت. در این آزمایش لایسیمترهایی که برای کشت نعناع فلفلی بکار رفتند، به دو گروه تقسیم شدند، بطوریکه در سه لایسیمتر موجود درگروه 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 نعناع 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 گونه‌ای انتخاب گردید که کمترین تنش به گیاه وارد گردد. برای اندازه‌گیری تبخیر- تعرق گیاهی توسط لایسیمتر زهکش‌دار برای دوره زمانی معین، از رابطه بیلان آبی خاک استفاده شد (1، 6 و 9):

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

که در آن:

I: آب آبیاری (mm) ، P: بارندگی (mm) ، D: زهکش (mm) ، ΔS: تغییرات رطوبت خاک در دوره معین (mm)

زمان آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت با استفاده از دستگاه TDR و سنسورهای مربوطه به گونه‌ای تعیین شد که رطوبت خاک در حد رطوبت سهل‌الوصول باشد. آب اضافی خارج شده از لایسیمترها نیز که با استفاده از لوله‌های زیرزمینی به داخل مخازن موجود در اتاقک دسترسی زیرزمینی مجاور لایسیمترها تخلیه شده بود توسط ظرف مدرج اندازه‌گیری می‌شد.

ضریب گیاهی منفرد

ضریب گیاهی منفرد اثر متفاوت بودن ویژگی‌های یک محصول و سطح چمن با ظاهر ثابت و پوشش گیاهی کامل را در یک ضریب می‌گنجاند. بنابراین، انواع محصولات دارای ضرایب گیاهی متفاوت هستند. متغیر بودن ویژگی‌های 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).

$$K_C = \frac{ET_C}{ET_O} \qquad (2)$$

در این آزمایش مقدار ET_C از معادله بیلان آبی خاک (1) برای گیاه بدست می آید و مقدار ET_O 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 می‌کند (6). در این تحقیق، تبخیر- تعرق پتانسیل گیاه‌چمن بطور مستقیم از لایسیمتر و روش بیلان‌آبی محاسبه شده، ولی از آنجاییکه همیشه امکان محاسبه مستقیم ETo وجود ندارد باید مناسب‌ترین روش تجربی که بالاترین دقت را در محاسبه تبخیر- تعرق پتانسیل دارد بدست آورد. در این منطقه، پس از بررسی روش‌های مختلف، روش پنمن موتیث با داشتن ضریب همبستگی $R^2 = 0.79$ با نتایج لایسیمتری، به‌عنوان بهترین روش محاسبه ETo انتخاب شد. تبخیر تعرق پتانسیل در روش پنمن مونتیث از رابطه 3محاسبه می شود (10).

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

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 ^{o}C^{-1}) ، Δ .

شیب منحنی فشار بخار اشباع با دما (kPa °C^{-1}) ، u_2 : سرعت باد در ارتفاع 2 متری (m s^{-1})، $(e_s - e_a)$: کمبود فشار بخار اشباع هوا (kPa).

ضریب گیاهی دو جزئی

ضریب گیاهی در روش دو جزیی، 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 می‌کند، تفکیک شده و بنابراین، ضریب گیاهی دو جزیی 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 پریرا انجام دادند (12)، برای K_{cb} رابطه 5 ارائه شده است:

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

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

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

که در آن: K_{cb}: ضریب گیاهی پایه، $K_{c,min}$: حداقل ضریب گیاهی برای خاک خشک بدون پوشش (0/2- 0/15)، $K_{c\,max}$: 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 موردنظر، U_2: سرعت باد در ارتفاع 2متری (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 جزیی 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 داده‌شده‌است، در تاریخ‌هایی که در منطقه مورد مطالعه بارندگی رخ داده نیازی به آبیاری نبوده و همچنین در ماه‌های گرم (تیر و مرداد) که نیاز آبی گیاه بیشتر می‌باشد. میزان آبیاری نیز بیشتر بوده است. شکل 2، تغییرات تبخیر- تعرق گیاه نعناع فلفلی از لایسیمتر (ET_C) و گیاه مرجع (ET_O) در دوره رشد گیاه نعناع فلفلی در هریک از لایسیمترهای گروه A و B را نشان می دهد. اختلاف بین مقادیر تبخیر- تعرق گیاه نعناع فلفلی و تبخیر- تعرق گیاه مرجع در طی دوره رشد نشان از افزایش نیاز آبی نعناع فلفلی در دوره را دارد. در جدول 4، تبخیر – تعرق ماهیانه نعناع فلفلی در طول دوره رشد آورده شده است. پس از محاسبه ETc 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.

برای خاک خشک بدون پوشش (0/2- 0/15) 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^2m^{-2})، h: متوسط ارتفاع گیاه در طول دوره رشد (m)، Fr: فاکتور اصلاحی برای کنترل روزنه گیاه که مقدار آن بین (1-0) متغیر است. مقدار استاندارد F_r برابر 1 است زیرا برای اغلب گیاهان یکساله مقدار r برابر $100\ s\ m^{-1}$ در نظر گرفته می‌شود (12 و 21). فرض است که تبخیر از خاک زیرین پوشش گیاهی در K_{cb} گنجانده شده، و بنابراین به صورت مستقیم اندازه‌گیری نمی‌شود. تبخیر محاسبه شده، مربوط به لایه خاک خیس در معرض هوا می‌باشد. تبخیر Ei از معادله زیر محاسبه می‌شود (5 و 9):

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

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

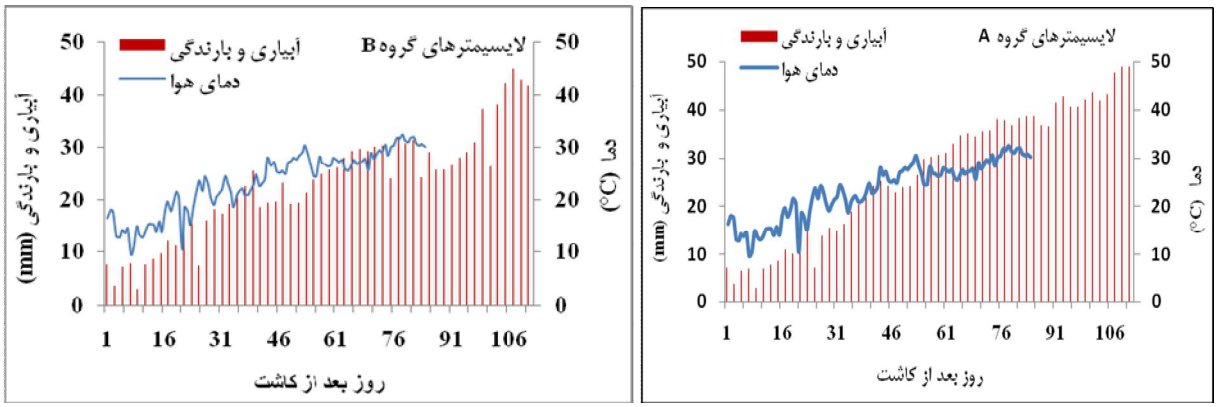
$$K_{c\max} = \max\left\{\left[1.2 + [0.04(U_2 - 2) - 0.004(RH_{\min} - 45)](h/3)^{0.3}\right], (K_{cb} + 0.05)\right\} \quad (10)$$

عبارت (Ei/few)، شدت تبخیر در کسر خاک خیس شده و در معرض هوا را نشان می‌دهد و few : کسر خاک خیس شده و در معرض هوا، K_e: ضریب مربوط به تبخیر از سطح خاک، Ei : تبخیر از خاک، ETo: تبخیر تعرق گیاه مرجع، fc: کسر پوشش گیاهی مؤثر (0/99-0)، K_{cb}: ضریب گیاهی پایه برای یک روز یا یک دوره مشخص، $K_{c\,min}$: حداقل ضریب گیاهی برای خاک خشک بدون پوشش (0/2-0/15)، $K_{c\,max}$: 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 موردنظر، U_2: سرعت باد در ارتفاع 2متری (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 جزیی برآورد گردید.

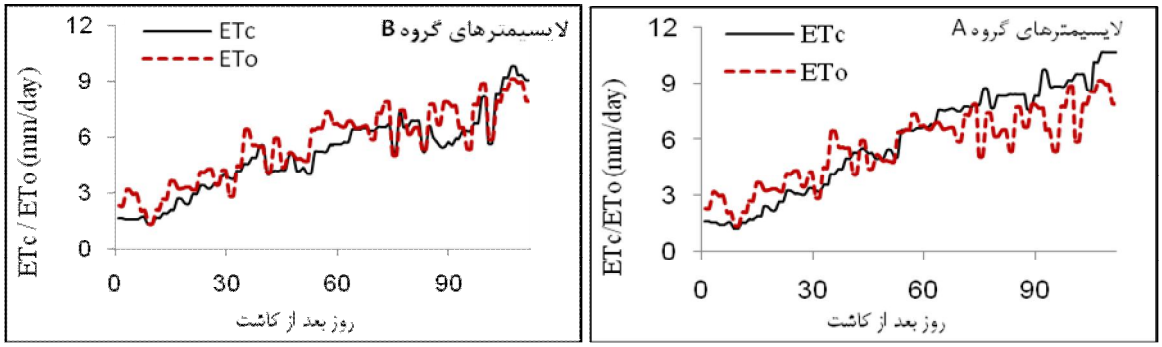
ضریب گیاهی منفرد

در این تحقیق، دوره رشد نعناع فلفلی به سه مرحله (ابتدایی، توسعه و میانی) تقسیم شد. در شکل 3، ضرایب گیاهی منفرد روزانه و ده روزه نعناع فلفلی در طی دوره رشد برای دو گروه لایسیمتر مورد آزمایش، مشاهده می‌شود 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 آورده‌شده‌است.



(ب) (الف)

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



(ب) (الف)

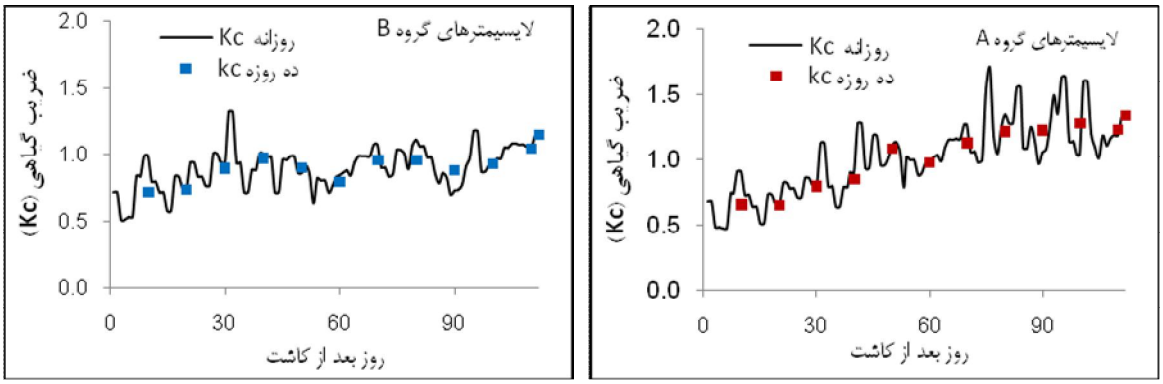
شکل2- تغییرات تبخیر- تعرق گیاه نعناع فلفلی از لایسیمتر (ETC) و گیاه مرجع (ETO) در دوره رشد گیاه نعناع فلفلی در لایسیمترهای (الف) گروه A ، (ب) گروه B

جدول4- 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

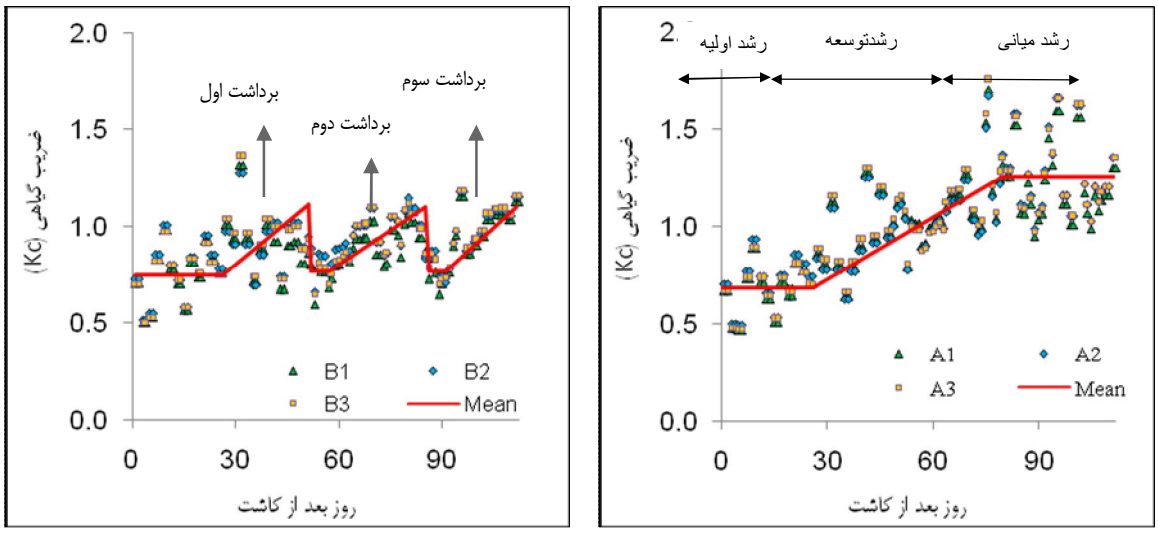
میانگین ضرایب‌گیاهی برای مراحل اولیه، توسعه و میانی در هریک از لایسیمترهای گروه A و B به ترتیب (0/69 و1/03 و 1/27) و (0/84 و 0/92 و 0/96) بدست‌آمد. با توجه به نتایج بدست آمده از ضریب گیاهی می‌توان نتیجه گرفت که در مرحله اولیه اندازه گیاه کم بوده و میزان تبخیر کمتر از میزان تعرق است و به همین علت مقدار 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 درمرحله اولیه (0/75، 0/77، 0/77) و در مرحله توسعه (0/94، 0/95، 1/01) می‌باشد. در این گروه 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_O در این منطقه، از دو روش پنمن مانتیث و لایسیمتری امکان پذیر است، آنالیز آماری دو روش محاسبه Kc- Kc_p (ضریب گیاهی محاسبه شده از طریق روش پنمن مانتیث) و KC_L (ضریب گیاهی محاسبه شده از طریق لایسیمتر) در سه مرحله رشد اولیه، توسعه و میانی گیاه نعناع‌فلفلی در جدول 7 انجام گرفته- است. مشاهده می‌شود که نتایج دو روش در سطح احتمال 95% با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.



(ب) (الف)

شکل3- میانگین ضرایب گیاهی منفرد روزانه و ده روزه نعناع فلفلی در مراحل رشد در لایسیمترهای (الف) گروه A ، (ب) گروه B



(ب) (الف)

شکل4- 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 لایسمترهای 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 لایسمترهای گروه B

لایسیمتر	مرحله اولیه برداشت اول	مرحله توسعه برداشت اول	مرحله اولیه برداشت دوم	مرحله توسعه برداشت دوم	مرحله اولیه برداشت سوم	مرحله توسعه 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

جدول 7- نتایج آنالیزآماری دو روش محاسبه ضرایب گیاهی نعناع فلفلی (KC_p و KC_L) 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

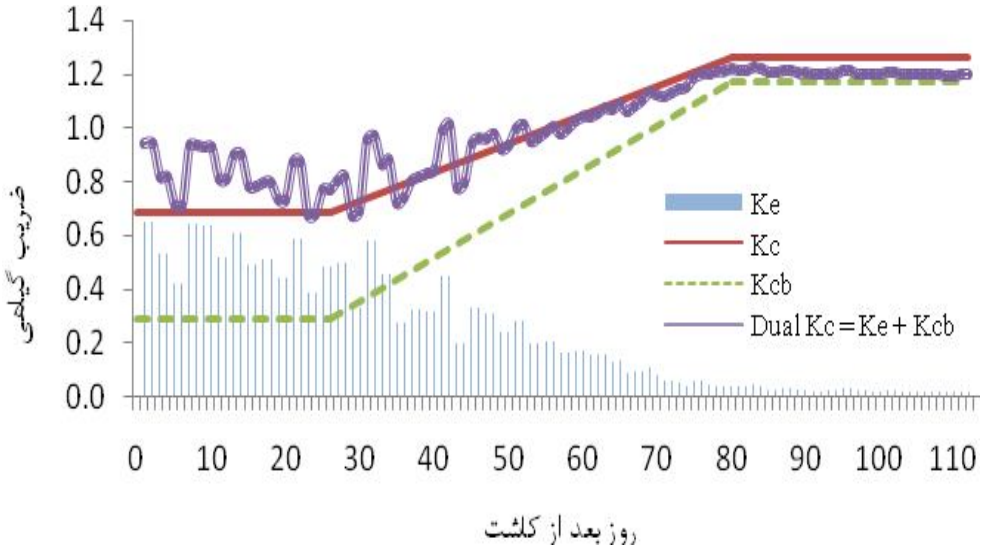
مقادیر ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) و ضریب تبخیر (K_e) و ضریب گیاهی دو جزئی برای لایسیمترهای گروه A ، در هر روز بدست آمد. مقادیر ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) در مراحل رشد گیاه نعناع فلفلی در جدول 8 ارائه شده است. میزان ضرایب گیاهی پایه در مراحل اولیه، توسعه و میانی به‌ترتیب 0/29، 0/86 و 1/17 بدست آمد. شکل 5 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 نباشد، 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 جزء تبخیر می‌باشد نیز به تدریج کاهش می‌یابد. نوساناتی که در نمودارها مشاهده می‌شود به دلیل کوتاه بودن دور آبیاری می‌باشد.

جدول8 - میانگین ضرایب گیاهی پایه نعناع فلفلی در مراحل رشد برای لایسیمترهای گروه A

	مرحله اولیه	مرحله توسعه	مرحله میانی
میانگین	0/29	0/86	1/17

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 لایسیمتر های گروه A در مراحل اولیه، توسعه و میانی به ترتیب 1/0،03/69، 1/27 و 0/29، 0/86، 1/17 بدست‌آمد. 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 داروئی نعناع فلفلی در مناطقی که با اقلیم نیمه‌خشک کشت می‌شود، کاربرد داشته و می‌تواند مورد استفاده محققان، طراحان و مهندسین مشاور قرارگیرد.



شکل 5- ضرایب گیاهی دو جزیی 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 چغندرقند در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه تبریز. دانشکده کشاورزی.

2- رحیمیان م.ح. 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 برروی گیاهان دارویی همیشه بهار و نعناع‌فلفلی. 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، جلد26، شماره 7، ص142-125.

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 145 – 133.

9- وزیری ژ.، سلامت ع.، انتصاری م.، مسجی م.، حیدری ن. و دهقانی سانیچ 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 evaptranspiration 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 Copany, Inc.

18- Foster S. 1996. Peppermint: Mentha piperita. American Botanical Council-Botantical 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 withplastic 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 Depatment.

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.

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 4, Sept.-Oct. 2014, p. 670-678

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 28، شماره 4، مهر – آبان 1393، ص. 678-670

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

H. Ghamarnia[1]*- F. Mousabeygi[2]
Received: 26-05-2013
Accepted: 26-05-2014

Abstract

For optimal use of water resources determination of cropcoefficients 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 (M*entha 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)