

برآورد ضریب گیاهی نخود با استفاده از لایسیمتر در منطقه خرم‌آباد

کبری نامداریان^{۱*}، عبدعلی ناصری^۲، زهرا ایزدپناه^۳ و عباس ملکی^۴

چکیده

استان لرستان و منطقه خرم‌آباد یکی از بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های نخود (*Cicerarietinum L*) در کشور است. با این حال، تاکنون پژوهشی برای برآورد نیاز آبی نخود در این منطقه انجام نشده است. این پژوهش برای تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی نخود در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان شهرستان خرم‌آباد در سال ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. بدین منظور از چهار لایسیمتر زهکش‌دار به قطر ۴۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر استفاده شد. در لایسیمترها، گیاه نخود با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع کشت شده و سپس با استفاده از معادله بیلان آب تبخیر-تعرق محاسبه شد. بر اساس نتایج به دست آمده میزان آب مورد نیاز نخود در دوره رشد ۴۳۸/۰۴ میلی‌متر برآورد شد. در همین مدت تبخیر-تعرق پتانسیل با استفاده از لایسیمتر محاسبه شد و این پارامتر برای سال انجام پژوهش ۵۵۰/۲۰ میلی‌متر برآورد شد و در نهایت ضریب گیاهی در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به ترتیب ۰/۴۸۸، ۰/۹۵۵، ۱/۰۸۳ و ۰/۳۷۱ محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی: تبخیر-تعرق، ضریب گیاهی، لایسیمتر، نخود.

ارجاع: نامداریان ک. ناصری ع. ایزدپناه ز. و ملکی ع. ۱۳۹۵. برآورد ضریب گیاهی نخود با استفاده از لایسیمتر در منطقه خرم‌آباد. مجله پژوهش آب ایران. ۱۱۷-۱۲۳: ۲۱.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲- استاد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۳- استادیار آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۴- استادیار آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان.

* نویسنده مسئول: namdark63@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۴

مقدمه

دقت در برآورد ET_0 می‌تواند از یک طرف نیاز آبی گیاه را به صورت مطمئن‌تری تأمین کرده و از طرف دیگر از هدر رفتن آب جلوگیری کند. می‌توان گفت یکی از پیش‌نیازهای اساسی بهبود مدیریت مصرف آب در مزرعه، تخمین دقیق میزان آب مصرفی گیاه است. از آنجا که محاسبه تبخیر-تعرق برای انواع پوشش گیاهی امری بسیار مشکل است، ابتدا تبخیر-تعرق مرجع محاسبه شده و سپس با استفاده از آن تبخیر-تعرق گیاه مورد نظر برآورد می‌شود (بختیاری و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از دقیق‌ترین روش‌های موجود برای اندازه‌گیری تبخیر-تعرق گیاهان استفاده از لایسیمتر است. در آنکارا ترکیه در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۷ با استفاده از لایسیمتر وزنی تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی پایه یونجه را بررسی کردند و میزان نیاز آبی این گیاه در سه سال انجام پژوهش ۱۴۷۰، ۱۵۵۷ و ۱۱۶۱ میلی‌متر برآورد شد، همچنین مقدار ضریب گیاهی برای مراحل مختلف رشد به ترتیب ۰/۷۱، ۱/۷۸ و ۱/۵ به دست آمد (بنلی و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین با آزمایش روی ۹۰ لایسیمتر در چهار نقطه از رودخانه کریشنا در جنوب هند تبخیر-تعرق واقعی و ضریب گیاهی که تابعی از نسبت بارش فصلی و تبخیر-تعرق پتانسیل بود برای محصولات سورگوم، حبوبات، سویا، گلرنگ و آفتاب‌گردان به دست آمد (بیگز و همکاران، ۲۰۰۸). در پژوهشی مشابه برای برآورد نیاز آبی گیاه نخود در منطقه‌ی تارای در هندوستان با استفاده از لایسیمتر وزنی در مرکز تحقیقات دانشگاه کشاورزی و صنعت اوتارخاند^۱ نیاز آبی نخود در دو سال متوالی به ترتیب ۴۱۶/۵ و ۴۷۵/۶ میلی‌متر برآورد شد. همچنین دقت معادلات استفن-استوارت، بلانی-کریدل، جنسن هیز، تورک، تورنت وایت و پنمن اصلاح شده را با هم مقایسه کردند و پنمن اصلاح شده را بهترین معادله برای برآورد نیاز آبی در این منطقه دانستند. آن‌ها دقت تشتک تبخیر را در تخمین نیاز آبی نخود را پایین دانسته و استفاده از آن را مناسب ندانستند (کومار و همکاران، ۲۰۱۰ و سینگ و همکاران، ۲۰۱۱). در دانشگاه نبراسکا لینکلن^۲ واقع در ایالت متحده آمریکا، برای برآورد تبخیر-تعرق واقعی گیاه سویا، با استفاده از لایسیمتر تحقیقاتی در آزمایشگاه کشاورزی جنوب مرکزی در سال

۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ انجام شد. تبخیر-تعرق مرجع با روش پنمن مانیتیت محاسبه شد (آدھیامب و ایرماک، ۲۰۱۲). در ایران نیز برای تعیین نیاز آبی گیاه دارویی بومادران^۳ طی سال‌های ۸۷-۱۳۸۶ در مجتمع تحقیقاتی البرز، در کرج پژوهش‌هایی انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده، ضریب‌های گیاهی مراحل چهارگانه رشد بومادران که شامل رشد اولیه، مرحله توسعه گیاه، مرحله میانی و مرحله انتهایی رشد که در مورد گیاه بومادران تا مرحله برداشت اقتصادی بود، به ترتیب برابر با ۰/۱۶، ۰/۴۵، ۱/۰۵ و ۰/۸۱ برآورد شد. نتایج نشان داد مقدار خالص آب آبیاری مورد نیاز در دوره رشد اقتصادی گیاه بومادران معادل ۱۴۹/۷۲ میلی‌متر است (شریفی‌عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به سابقه دیرینه کشت نخود در استان لرستان و مصرف بالای آن هنوز بررسی خاصی در مورد این گیاه در منطقه انجام نشده است. پس این پژوهش با هدف اندازه‌گیری Kc نخود و بررسی الگوی تغییرات آن در فصل رشد، با روش بیلان آبی و بر اساس مقادیر تبخیر-تعرق لایسیمتری گیاه نخود طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در شهرستان خرم‌آباد با ارتفاع ۱۱۴۸ متر از سطح دریا و در مختصات جغرافیایی طول ۴۸ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی انجام شد. این منطقه بر اساس طبقه بندی اقلیمی آمبرژه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است. در این پژوهش پارامترهای هواشناسی مورد نیاز شامل دمای بیشینه و کمینه، رطوبت نسبی بیشینه و کمینه، میزان بارندگی، سرعت باد، ساعت‌های آفتابی و سایر پارامترهای لازم اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری‌ها در سازمان هواشناسی خرم‌آباد در کنار دانشکده کشاورزی که ایستگاه سینوپتیک اصلی در منطقه است و در بازه زمانی شروع اسفند ماه ۱۳۹۱ تا پایان خرداد ماه ۱۳۹۲ انجام شد. میانگین پارامترهای مذکور از ۲۶ اسفند ماه تا پایان خرداد ماه در جدول ۱ آورده شده است.

در این پژوهش از چهار دستگاه میکرو لایسیمتر زهکش‌دار به قطر ۴۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر و از جنس

1- Utrakhand

2- University of Nebraska - Lincoln

3- Achillea millefolium

شد. بافت خاک موجود با آزمایش هیدرومتری سیلت لومی تشخیص داده شد. میزان رطوبت خاک با استفاده از صفحه‌های فشاری در سه عمق ۲۰، ۴۵ و ۶۵ سانتی‌متری در نقطه زراعی به ترتیب ۲۹، ۲۸/۱۸ و ۲۲/۷۹ و در نقطه پژمردگی به ترتیب ۱۷/۷، ۲۰/۲۲ و ۱۹/۸ درصد جرمی اندازه‌گیری شد. وزن مخصوص خاک ۱/۲۸۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب مشخص شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۲ ارائه شده است. آب مورد نیاز آبیاری از یک حلقه چاه در نزدیکی مزرعه تحقیقاتی برداشت شد. جدول ۳ مشخصات شیمیایی آب آبیاری را نشان می‌دهد.

پلی‌اتیلن استفاده شد. در ۲۶ اسفند ماه سال ۱۳۹۱ بذر نخود با تراکم ۵۰ بوته در مترمکعب در داخل لایسیمترها کشت شد. برای سهولت در زهکشی، از کف لایسیمترها تا ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر شن درشت ریخته شد و بقیه حجم آن‌ها با خاک مزرعه مجاور همراه با کود حیوانی پوسیده پر شد. برای یکسان‌سازی شرایط رشد گیاه در داخل لایسیمتر با محیط، لایسیمترها در داخل مزرعه با کشت یکسان قرار داده شدند. در طول فصل رشد، برای تأمین کامل نیازهای غذایی گیاه و افزایش حاصل‌خیزی خاک، از کودهای ازت، پتاس و فسفات به ترتیب به میزان ۱۷۷، ۸۸ و ۸۸ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. در انجام آزمایش، آب اضافی موجود در لایسیمترها از طریق لوله زهکش تخلیه و با ظروف مدرج اندازه‌گیری

جدول ۱- میانگین ماهانه پارامترهای هواشناسی در انجام پژوهش در سال ۹۲-۱۳۹۱

سال	ماه	بارندگی (mm)	تابش (hr)	سرعت باد (m/s)	رطوبت نسبی (%)	متوسط درجه حرارت (°C)
۱۳۹۱	اسفند*	۰/۹۴	۶/۳۸	۶/۵۷	۵۴/۳۸	۱۰/۷۵
۱۳۹۲	فروردین	۰/۹۸	۸/۶۶	۶/۳۷	۴۸/۵۳	۱۴/۵۲
۱۳۹۲	اردیبهشت	۳/۸۳	۷/۳۹	۷/۱۰	۵۳/۳۵	۱۶/۸۷
۱۳۹۲	خرداد	۱/۰۱	۱۱/۲۹	۶/۵۰	۲۷/۷۵	۲۳/۹۸

* برای ماه اسفند میانگین پارامترهای هواشناسی برای روزهای پایانی که کشت صورت گرفته، آورده شده است.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک

عمق (cm)	EC (ds/m)	PH	آهک (%)	کربن آلی (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
۰-۶۰	۰/۹۵	۷/۵	۳۷/۱	۰/۵۳	۳/۳	۳۳۰	۱۵/۲۰	۵۴/۵۶	۳۰/۲۰

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری

SAR	Na (meq/lit)	Mg (meq/lit)	Ca (meq/lit)	TDS (meq/lit)	PH	EC (ds/m)
۰/۷۸۷	۱/۳۳	۱/۸	۴/۸	۳۹۹	۶/۹۹	۰/۶۲۵

(IDRG) با نصب حسگر در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. معمول‌ترین روش برای اندازه‌گیری تبخیر- تعرق واقعی استفاده از اصل بیلان آب در حجم کنترل شده از خاک (لایسیمتر) است. بر اساس این اصل:

$$\Delta S = \text{جرم خروجی} - \text{جرم ورودی} \quad (1)$$

$$\Delta S = D_{rz}(\theta_f - \theta_i)$$

که در آن جرم ورودی و خروجی به مقدار کل آبی گفته می‌شود که در یک دوره زمانی مشخص مثل یک ساعت یا یک روز به حجم معینی از خاک وارد و یا از آن خارج

زمان و حجم آبیاری در این پژوهش به گونه‌ای تنظیم شد که رطوبت خاک از ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (FC) کمتر نشود تا گیاه با تنش رطوبتی روبرو نشود. بدین منظور باید رطوبت خاک قبل از آبیاری مشخص شده و با محاسبه اختلاف این میزان و حد ظرفیت زراعی، نیاز آبیاری تعیین شود. از آنجا که لایسیمتر یک محیط کنترل شده و قابل زهکشی است، همواره حجمی بیش از این میزان در نظر گرفته شد تا حداکثر ۱۰ درصد زه‌آب ایجاد شود. میزان رطوبت خاک قبل از هر آبیاری با دستگاه رطوبت‌سنج

که ضریب گیاهی از ابتدای رشد گیاه تا مرحله برداشت آن متغییر است. هرچند این تغییرات خطی نیست ولی کل دوره رویش به چهار بخش تقسیم شده است که در هر قسمت تغییرات ضریب گیاهی به صورت یک خط مشخص می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۵).

نتایج و بحث

تاریخ کاشت و طول هر کدام از مراحل چهارگانه رشد، برای هر لایسیمتر برحسب روز اندازه‌گیری شد که نتایج در جدول ۴ ارائه شده است. بررسی نتایج با نرم‌افزار MSTAT-C نشان می‌دهد که نتایج به دست آمده از چهار لایسیمتر با هم اختلاف معناداری ندارند.

مقادیر تبخیر-تعرق پتانسیل که از لایسیمترهای چمن به دست آمده و تبخیر-تعرق گیاه نخود به صورت ۱۰ روزه از شروع دوره کاشت در ۲۶ اسفند ماه تا مرحله برداشت برای هر لایسیمتر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد که حداکثر و حداقل متوسط نیاز آبی ۱۰ روزه گیاه برای متوسط ۴ لایسیمتر، به ترتیب ۸۰/۳۵ و ۱۹/۴۴ میلی‌متر در ۱۰ روز است. بر اساس نتایج بیلان آب خاک به دست آمده در این دوره، مقدار تبخیر-تعرق واقعی سالانه گیاه نخود در سال ۹۲-۱۳۹۱، ۴۳۸/۰۴ میلی‌متر است. از طرف دیگر میزان تبخیر-تعرق پتانسیل محاسبه شده در این مدت ۵۵۴/۲۰ به دست آمده است. در جدول ۵ نیاز آبی و ضریب گیاهی ۱۰ روزه نخود برای هر کدام از لایسیمترها و متوسط ۴ لایسیمتر ارائه شده است. بررسی نتایج با نرم‌افزار MSTAT-C نشان می‌دهد که KCهای به دست آمده از چهار لایسیمتر با هم اختلاف معناداری ندارند. ضریب گیاهی واقعی محاسبه شده با معادله (۵) بر حسب روزهای رشد در مدت زمان انجام پژوهش در شکل ۱ نمایش داده شده است. در محاسبه ضریب گیاهی ۱۰ روزه از روش میانگین‌گیری استفاده شد، به گونه‌ای که برای هر مرحله از رشد میانگین ضریب گیاهی در آن مرحله، در نظر گرفته شد. ضریب گیاهی میانگین در مرحله ابتدایی رشد ۰/۴۸۸ بود، این در حالی است که با افزایش سرعت رشد گیاه و شاخص سطح برگ و به دنبال آن افزایش تعرق در دوره توسعه، ضریب گیاهی به طور صعودی افزایش یافت و به ۰/۹۵۵ رسید. در مرحله میانی که فعالیت بیولوژیکی گیاه در حد اعلا خود است این مقدار به ۱/۰۸۳ رسیده و شکل منحنی در این دوره ثابت

می‌شود و به طور معمول بر حسب میلی‌متر توصیف می‌شود. سایر علائم معادله عبارتند از:

ΔS تغییر رطوبت در حجم کنترل شده خاک در دوره زمانی مشخص (سانتی‌متر) توصیف می‌شود. D_{rz} عمق توسعه ریشه‌ها (سانتی‌متر)، θ_i رطوبت حجمی خاک در شروع دوره مورد نظر (٪)، θ_f رطوبت حجمی خاک در انتهای دوره مورد نظر (٪) است. مقادیر جریان ورودی و خروجی از یک حجم کنترل شده خاک را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$(2) \quad I + P + SFI + LI + GW = \text{جریان ورودی}$$

$$(3) \quad ET + RO + LO + L + DP = \text{جریان خروجی}$$

در معادلات (۲) و (۳)، I مقدار آبیاری، P مقدار بارندگی، SFI جریان سطحی ورودی به سطح خاک، LI جریان زیر سطحی که وارد حجم خاک می‌شود، GW مقدار آبی که از زیر زمین ممکن است وارد حجم خاک شود، ET تبخیر-تعرق، RO رواناب سطحی که از زمین خارج می‌شود، LO جریان آب زیر سطحی که از زمین خارج می‌شود، L نیاز آبشویی نمک، DP نفوذ عمقی (جریان خروجی که مازاد بر نیاز آبشویی انجام می‌شود) هستند. در این معادله تمام عناصر دارای بعد طول بوده و از روی آن می‌توان تبخیر-تعرق (ET) را به دست آورد.

$$(4) \quad ET = I + P + SFI + LI + GW - RO - LO - L - DP - D_{rz}(\theta_f - \theta_i)$$

لایسیمتر بخش مجزا و کنترل شده‌ای از خاک است که پارامترهای SFI، LI و LO در آن حذف شده و RO، L و DP یا قابل اندازه‌گیری بوده و یا حذف می‌شوند. بنابراین با اندازه‌گیری I، P، D، θ_i و θ_f می‌توان ET را به دست آورد (شریفی‌عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۹۱). ضریب گیاهی بستگی به عواملی مانند نوع گیاه، مرحله رشد و شرایط آب و هوایی محل دارد.

$$(5) \quad ET_c = K_c \times ET_0$$

ضریب گیاهی مقدار ثابتی نبوده و مقدار آن در طول دوره رویش گیاه تغییر می‌کند. برای تعیین ضریب گیاهی و استفاده از آن برای تبدیل ET_0 که در این مطالعه با استفاده از ۴ لایسیمتر تحت کشت چمن اندازه‌گیری شد، به تبخیر-تعرق گیاه مورد نظر بر اساس روش پیشنهادی FAO برای دوره رویش گیاه منحنی تغییرات ضریب گیاهی رسم می‌شود تا در هر مرحله رشد ضریبی متناسب با همان مرحله اعمال شود. در این روش فرض شده است

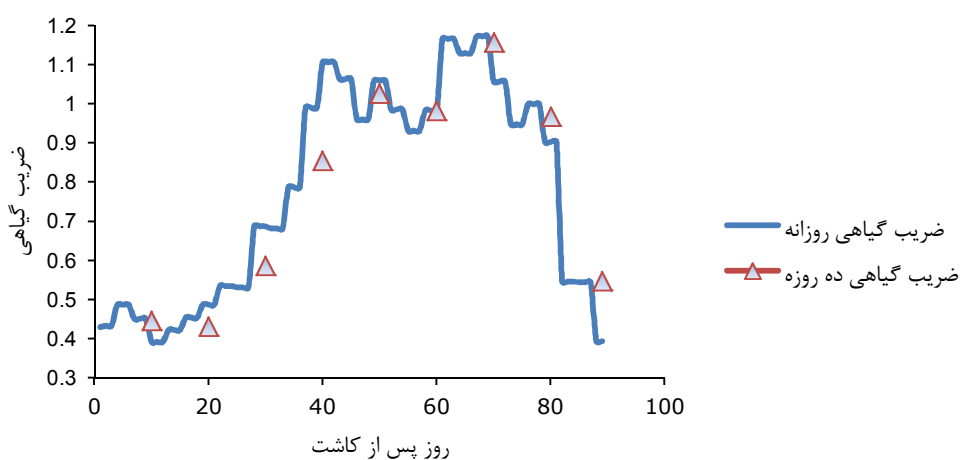
می‌شود. همچنین در مرحله پایانی ضریب گیاهی معادل ۰/۳۷ به دست آمد. بدین ترتیب بعد از طی کردن کامل مراحل رشد و پر شدن دانه‌ها محصول برداشت شد. همان‌گونه که در شکل ۱ رسم شده برای هر چهار لایسیمتر در شکل یک مشاهده می‌شود در مقیاس روزانه تغییرات Kc شدید است، این تغییرات می‌تواند ناشی از خطای اندازه‌گیری عوامل معادله بیلان و عوامل اقلیمی باشد.

جدول ۴- تاریخ کاشت و طول هر یک از مراحل رشد گیاه نخود برای ۴ لایسیمتر بر حسب روز

شماره لایسیمتر	تاریخ کاشت	اولیه	توسعه	میانی	انتتهایی	کل دوره رشد
۱	۲۶ اسفند	۳۰	۳۲	۱۷	۱۲	۹۱
۲	۲۶ اسفند	۳۲	۳۰	۱۸	۱۰	۹۰
۳	۲۶ اسفند	۳۲	۲۸	۱۷	۱۱	۸۸
۴	۲۶ اسفند	۲۸	۳۲	۱۷	۱۲	۸۹
میانگین		۳۰	۳۰	۱۷	۱۱	۸۹

جدول ۵- نیاز آبی و ضریب گیاهی ۱۰ روزه نخود در سال ۹۲-۱۳۹۱ (میلی‌متر)

دهه	ET0 (mm)	لایسیمتر ۱		لایسیمتر ۲		لایسیمتر ۳		لایسیمتر ۴		متوسط	
		Kc	Etc (mm)	Kc	Etc (mm)	Kc	Etc (mm)	Kc	Etc (mm)	Kc	Etc (mm)
۱	۴۳/۶۰	۰/۳۴	۱۴/۷۴	۰/۵۵	۲۳/۸۶	۰/۴۵	۱۹/۵۹	۰/۴۵	۱۹/۵۹	۰/۴۵	۱۹/۴۴
۲	۵۶/۰۴	۰/۳۵	۱۹/۷۸	۰/۴۹	۲۷/۷۰	۰/۴۳	۲۴/۱۷	۰/۴۵	۲۵/۰۳	۰/۴۳	۲۴/۱۷
۳	۵۰/۵۴	۰/۳۷	۱۸/۹۹	۱/۰۲	۵۱/۴۱	۰/۷۰	۳۴/۹۱	۰/۷۰	۳۴/۹۱	۰/۷۰	۲۹/۷۲
۴	۵۴/۱۱	۰/۴۷	۲۵/۴۰	۱/۱۷	۶۳/۱۲	۰/۹۷	۵۲/۴۳	۰/۹۷	۵۲/۴۳	۰/۹۷	۴۶/۳۲
۵	۵۳/۹۱	۰/۷۴	۴۰/۱۱	۰/۹۹	۵۳/۲۶	۱/۰۷	۵۷/۵۳	۱/۱۳	۶۰/۸۲	۱/۰۳	۵۵/۳۴
۶	۵۹/۱۰	۰/۹۳	۵۵/۱۲	۱/۱۳	۶۶/۸۳	۰/۶۰	۳۵/۵۳	۱/۰۳	۶۰/۶۱	۰/۹۸	۵۸/۱۰
۷	۶۶/۰۱	۱/۱۹	۷۸/۶۵	۱/۰۴	۶۸/۸۰	۱/۱۱	۷۳/۵۴	۱/۱۹	۷۸/۷۹	۱/۱۶	۷۶/۴۱
۸	۸۲/۹۷	۱/۰۷	۸۸/۷۰	۰/۹۴	۷۷/۹۶	۰/۸۸	۷۲/۷۷	۰/۸۹	۷۳/۴۵	۰/۹۷	۸۰/۳۵
۹	۸۷/۹۳	۰/۷۴	۶۵/۲۷	۰/۵۷	۵۰/۲۷	۰/۵۱	۴۴/۵۸	۰/۴۶	۴۰/۵۰	۰/۵۵	۴۸/۲۰
جمع	۵۵۴/۲۰	۴۰۶/۷۵	۴۸۳/۱۹	۴۱۵/۰۳	۴۴۶/۱۲	۴۳۸/۰۴					



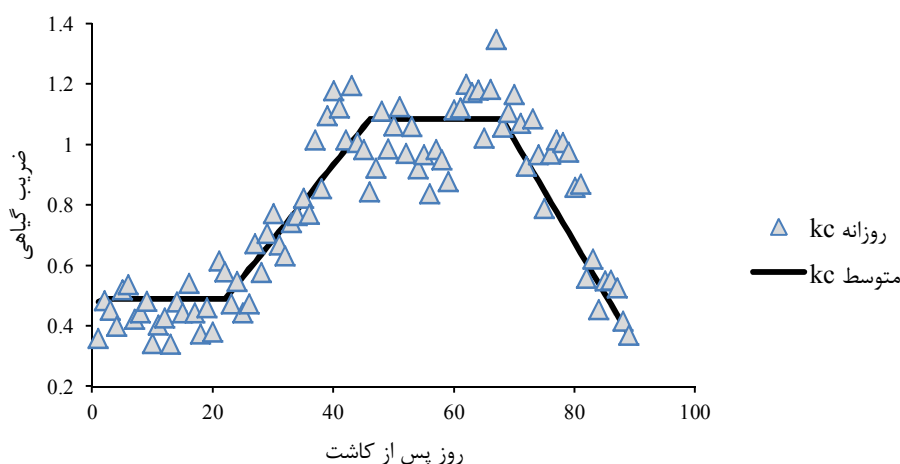
شکل ۱- ضریب گیاهی روزانه و ۱۰ روزه برای متوسط لایسیمترها

رشد این گیاه به سه مرحله ابتدایی، میانی و انتهایی این مقادیر را برای اقلیم نیمه‌خشک به ترتیب ۰/۴، ۱ و ۰/۳۵ ارائه کرده است (وزیری و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج حاصل از این پژوهش نزدیک به مقادیر پیشنهادی از سوی FAO است.

مقادیر ضریب گیاهی در چهار مرحله رشد و متوسط آن برای ۴ لایسیمتر در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج محاسبات ضریب گیاهی برای گیاه نخود نشان داد که برای این پارامتر در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی می‌توان به ترتیب ۰/۴۸۸، ۰/۹۵۵، ۱/۰۸۵ و ۰/۳۷ را توصیه کرد. برای گیاه نخود، FAO با تقسیم طول

جدول ۶- ضریب‌های گیاهی در مراحل چهارگانه رشد برای ۴ لایسیمتر

شماره لایسیمتر	مرحله ابتدایی	مرحله توسعه	مرحله میانی	مرحله انتهایی
۱	۰/۳۵۶	۰/۷۵۳	۱/۱۲۶	۰/۳۷۴
۲	۰/۵۵۸	۱/۰۳	۱/۱۲۳	۰/۳۹۱
۳	۰/۵۳۹	۱/۰۲۴	۱/۰۴۱	۰/۳۳۳
۴	۰/۴۹۵	۱/۰۳۹	۱/۰۹	۰/۴
متوسط	۰/۴۸۸	۰/۹۵۵	۱/۰۸۳	۰/۳۷۱



شکل ۲- ضریب گیاهی روزانه و ۱۰ روزه برای متوسط لایسیمترها

معادله پنمن-مانتیت فائو نیاز آبی را ۴/۸ درصد کمتر از مقدار واقعی برآورد می‌کند که می‌توان گفت دارای دقت خوبی است. همچنین میانگین عملکرد دانه ۷۲۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شد.

نتیجه‌گیری

در مجموع با استفاده از نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌توان ضریب‌های گیاهی ۰/۴۸۸، ۰/۹۵۵، ۱/۰۸۵ و ۰/۳۷ را برای مراحل چهارگانه رشد و نیاز آبی گیاه نخود ۴۳۸/۰۴ میلی‌متر برای منطقه خرم‌آباد پیشنهاد کرد. با استفاده از این مقادیر که تا کنون به صورت تجربی برای منطقه خرم‌آباد و اقلیم مشابه آن در کشور ارائه نشده

نیاز آبی گیاه نخود در این پژوهش ۴۳۸/۰۴ میلی‌متر برآورد شد که با نتایج کومار و همکاران (۲۰۱۰) و سینگ و همکاران (۲۰۱۱) برای گیاه منطقه تارای از اوتارخاند هند که منطقه‌ای با اقلیم مشابه است هم‌خوانی دارد. این پژوهشگران نیاز آبی را در این منطقه ۴۱۶/۵ و ۴۷۵/۶ میلی‌متر برآورد کردند. همچنین نیاز آبی گیاه نخود برای خرم‌آباد با استفاده از کتاب نیاز آبی محصولات زراعی و باغی ۳۳۸ میلی‌متر و با نرم‌افزار Cropwat ۲۹۵/۸ میلی‌متر برآورد شد که در مقایسه، بسیار کمتر از مقدار واقعی است. این نتیجه نشان دهنده آن است که با استفاده از این مقادیر برای نیاز آبی، گیاه در دوره رشد خود دچار تنش کم‌آبی خواهد شد. همچنین استفاده از

for Uttarakhand Tarai region. Vegetos- An International Journal of Plant Research. 24(1): 132-135.

است، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری گیاه نخود ممکن خواهد شد.

منابع

۱. بختیاری ب. لیاقت ع.م. خلیل ع. ۱۳۹۰. تأثیر بازه زمانی اندازه‌گیری متغیرهای هواشناسی در برآورد نیاز آبی گیاه مرجع چمن در منطقه کرمان. مجله آبیاری و زهکشی. ۱(۴): ۸۳-۸۹.
۲. شریفی عاشورآبادی ا. روحی‌پور ح. عصاره م.ح. لباسچی م.ح. عباس‌زاده ب. نادری ب. رضایی سرخوش م. ۱۳۹۱. تعیین نیاز آبی گیاه دارویی بو مادران (*Achillea millefolium L.*) با استفاده از لایسیمتر. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۸(۳): ۴۸۴-۴۹۲.
۳. علیزاده ا. طراحی سیستم‌های آبیاری. ۱۳۸۵. انتشار دانشگاه امام رضا (ع). جلد اول. ۲۳۸ ص.
۴. وزیری ژ. سلامت ع. انتصاری م. مسچی م. حیدری ن. و دهقانی سانچ ح. ۱۳۸۷. تبخیر- تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان)، گروه کار استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۱۲۲، ۳۶۲ ص.
5. Benli B. Kodal S. Ilbeyi A. and Ustun H. 2006. Determination of evapotranspiration and basal crop coefficient of alfalfa with a weighing lysimeter. Agricultural Water Management. 81(3):358-370.
6. Biggs T. W. Mishra P. K. and Turrall H. 2008. Evapotranspiration and regional probabilities of soil moisture stress in rainfed crops, southern India. Agricultural and Forest Meteorology. 148(10): 1585-1597.
7. Kumar N. Kumar S. and Rathod N. K. 2010. Utility of empirical models and pan evaporation method to estimate chickpea evapotranspiration in mollisol of Tarai region of Uttarakhand. Asian Journal of Environmental Science. 5(2):170-176.
8. Odhiambo L. O. and Irmak S. 2012. Evaluation of the impact of surface residue cover on single and dual crop coefficient for estimating Soybean actual evapotranspiration. Agricultural water Management. 104(1): 221-234.
9. Singh S. Kumar S. and Mishra A. K. 2011. Suitability of Different Empirical Models for Evapotranspiration Estimation from Chickpea

