تعیین تبخیر، تعرق و نیاز آبی گیاهان مرتعی مقاوم به خشکی جهت برآورد تولید علوفه در مراتع خشک و نیمه‌خشک

الهام فخیمی

استادیار پژوهشی، بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد

Email: elhamfakhimi@gmail.com

چکیده

برآورد نیاز آبی مراتع شامل تخمین میزان آبی ا ست که گیاهان مرتعی برای ر شد و بقای خود در شرایط اقلیمی و خاکی خاص نیاز دارند. این برآورد با در نظر گرفتن عواملی مانند نوع گیاهان، اقلیم منطقه (دما، بارش، تبخیر و تعرق)، نوع خاک و مدیریت مرتع انجام می‌شـــود. در تحقیق حاضـــر ابتدا تبخیر و تعرق پتانســـیل و واقعی محاســـبه و ســـپس بر پایه اطلاعات اقلیمی تبخیر و تعرق، خاک و خصوصیات گیاه (مرتع)، شاخص اقلیمی تولید و نیاز آبی در مراتع خشک دهشیر در استان یزد بر پایه مدل تعادل آب و اقلیم به روش56 FAO با ا ستفاده از نرم‌افزار Cropwate 8 برآورد شد. بر ا ساس نتایج، از بین شاخص‌های اقلیمی تبخیر و تعرق، تبخیر و تعرق واقعی با تولید علوفه دارای همبســـتگی زیادی (۷۳ درصـــد) اســـت . همچنین بین نســـبت تبخیر و تعرق واقعی به تبخیر و تعرق پتانســـیل (ETa/ETp) و تولید علوفه سالانه ارتباط معنی‌داری در این منطقه دیده شد($p<0.5$) و تحت عنوان شاخص رویشگاه بر ر شد و تولید علوفه مؤثر است. بر اساس نتایج، تبخیر و تعرق پتانسیل(۵۳۳/٦ میلیمتر) حدود ۹ برابر میانگین تبخیر و تعرق واقعی(۵۵/۸ میلیمتر) است. از طرفی میزان تبخیر و تعرق واقعی در حوزه دهشیر حدود ۱/۲ برابر میانگین بارندگی فصل رویش است. بر اساس نتایج بارندگی فصـل رویش نیاز آبی گیاهان را تأمین نمی‌نماید؛ بنابراین گیاهان بوته ای با ریشـه عمیق از رطوبت ذخیره‌شـده خاک (٤٤/۵ میلیمتر/متر) ناشی از بارندگی‌های فصل گذشته استفاده می‌نماید. علاوه بر عامل‌های اب و هوایی، میزان تبخیر- تعرق تحت تأثیر خصوصیات خاک و گیاه، مراحل رشـد گونه‌های گیاهی و دیگر عوامل محیطی و مدیریتی بسـتگی دارد. بنابراین با اسـتفاده از مدل‌های اقلیمی جهت برآورد تولید و همچنین برگزاری کارگاه‌های آموزشی جهت ترویج روش‌های صحیح برآورد نیاز آبی گیاهان مرتعی، می‌توان به مدیریت پایدار منابع آب در مراتع و افزایش تولید علوفه کمک کرد. در شـرایط خشـک‌سـالی، برآورد نیاز آبی و مدیریت صـحیح منابع آبی می‌تواند از خسارات ناشی از خشک‌سالی جلوگیری کند.

واژه های کلیدی: نیاز آبی گیاهان مرتعی، تبخیر و تعرق پتانسیل، مراتع خشک یزد

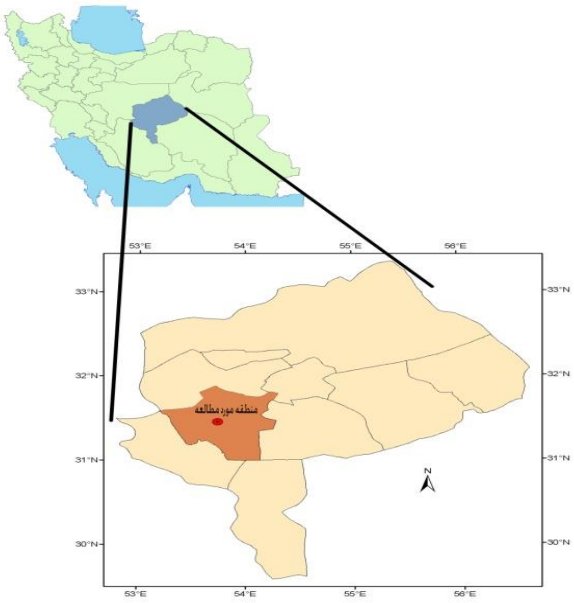
بیان مسئله

در شرایط کنونی کشور که اولویت در بخش کشاورزی تولید محصول با حداقل مصرف آب است، کشت ذرت شیرین به‌عنوان گیاهی با دوره کوتاه رشد، می‌تواند به‌عنوان یک‌راه حل مطرح شود. ذرت شیرین ازجمله گیاهانی است که به دلیل ارزش غذایی بالا و طعم مطلوب، مصرف آن در ایران طی سال‌های اخیر رواج یافته است (٦). تا حدود یک دهه پیش، بخش عمده ذرت شیرین مصرفی کشور از طریق واردات تأمین می‌شد، به طوری که براساس آمار گمرک ایران در سال ۱۳۹۵، مجموع واردات ذرت شیرین به کشور معادل سه هزار و ٨٦٥ تن به ارزش سه میلیون و ۷۳۱ هزار دلار بوده است. با این حال، افزایش قابل توجه قیمت ارز در سال‌های اخیر، سبب کاهش شدید حجم واردات ذرت شیرین گردید، به طوری که میزان واردات ذرت شیرین (به صورت منجمد یا پخته شده) در سال ۱۳۹۹ به حدود ٤٠١ تن (به ارزش ٤٣٦ هزار دلار) کاهش یافت (۳). کاهش واردات ذرت شیرین به کشور سبب شد که صنایع تبدیلی رو به تأمین ذرت شیرین مورد نیاز خود از بازار داخلی بیاورند که این امر سبب افزایش سطح زیر کشت ذرت شیرین گردید، به‌طوری‌که مطابق آمار غیر رسمی، در سال ١٤٠٢ حدود ١٥٠٠٠ هکتار از اراضی کشاورزی ایران به کشت ذرت شیرین اختصاص یافته است که با توجه به رشد بازار مصرف پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آتی سطح زیر کشت این محصول افزایش یابد. شرایط نامطلوب ذخایر آب زیرزمینی، به همراه کوتاه بودن دوره رشد و نیاز آبی ارقام عموماً زودرس ذرت شیرین (در مقایسه با ارقام دیررس ذرت معمولی) سبب شده است که طی سال‌های اخیر عمده سطح زیر کشت ذرت معمولی در استان همدان، به خصوص نیمه شمالی، به کشت ذرت شیرین اختصاص یابد. به‌طوری‌که براساس آمار (۲)، تنها از شهرستان درگزین (واقع در شمال استان همدان) در سال ١٤٠٢ حدود ١٢٠٠٠ تن بلال سبز ذرت قوقشیرین از ٤٣٠ هکتار مزرعه برداشت و جهت تازه‌خوری و فرآوری به بازارهای مصرف و یا صنایع تبدیلی استان همدان و دیگر استان‌های کشور فرستاده شده است. به گفته کارشناسان صنایع تبدیلی، به دلیل بالا بودن درصد استحصال دانه از بلال سبز که ناشی از شرایط مطلوب دمایی استان همدان در فصل تابستان (روزهای گرم و شب‌های خنک) و در نتیجه افزایش فتوسنتز روزانه و کاهش تنفس شبانه است، ذرت شیرین تولیدی استان همدان نسبت به بسیاری از مناطق کشور، برای فرآوری صنعتی (انجماد و یا کنسروسازی دانه) مطلوب‌تر است.

عدم معرفی ارقام ذرت فوقشیرین ایرانی در گذشته، سبب اجبار کشاورزان به استفاده از بذور خارجی گردید. با این همه افزایش غیرمترقبه قیمت ارز در سال ١٤٠٤، سبب افزایش شدید قیمت بذر ذرت فوقشیرین خارجی گردید به طوری که در پاییز ١٤٠٤، قیمت بذر ارقام خان و مسنجر به ترتیب به حدود ۸ و ۱۲ میلیون تومان رسید و با توجه به احتمال افزایش قیمت ارز، می‌توان انتظار افزایش بیش از پیش بهای بذر ذرت فوقشیرین وارداتی را در آینده داشت. در چنین شرایطی بهره‌مندی از بذور ارقام ذرت فوقشیرین داخلی مزیت اقتصادی قابل توجهی را برای کشاورزان از نظر هزینه مورد نیاز برای تهیه بذر ایجاد می‌کند.

معرفی دستاورد

منطقه مورد مطالعه با مساحتی معادل ۸۲۰۰ هکتار و محدوده جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۳٤ دقیقه شرقی، با محدوده ارتفاعی ۱۷۰۰ تا ۲۷۰۰ متر از سطح دریا و شیب متوسط ۲ تا ۵ درصد تحت عنوان زیر حوزه دهشیر در جنوب غربی استان یزد قرار دارد (شکل ۱). اقلیم منطقه طبق روش آمبرژه سرد و خشک (اقلیم خشک) است. متوسط میزان بارندگی ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه آن بین ۱۳/۷ تا ۱۵/۳ درجه سانتی‌گراد است. خاک سطحی دارای بافت لومی- سیلتی است و *Hertia angutifolia-Artemisia sieberi* پوشش غالب منطقه را تشکیل داده است. مهم‌ترین گیاهان موجود در منطقه شامل درمنه دشتی، کرفیچ بیابانی، انواع گون‌ها و چوبک است که همگی جز گیاهان مرتعی مقاوم به خشکی در مراتع استپی بشمار می‌روند (۱۰).



شکل ۱- موقعیت منطقه موردمطالعه در ایران و استان یزد

جهت تعیین مدل برآورد علوفه به کمک شاخص اقلیمی تبخیر و تعرق، ابتدا تولید واقعی علوفه بلند مدت در منطقه مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری تولید واقعی و پوشش تاجی برحسب گونه در دوره ۱۰ ساله (سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲)، از ٦۰ پلات دو متر مربعی در طول چهار ترانسکت ۱۰۰ متری به‌طور موازی بافاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر استفاده شد. ترانسکت‌ها در جهت برآورد تولید و ارزیابی خسارت مرتع توسط صندوق بیمه کشاورزی در طول سال‌ها علامت‌گذاری شده بود. جهت اندازه‌گیری تولید علوفه، در زمان آمادگی مرتع ذی توده بالای زمین (تولید علوفه گونه‌ها) به تفکیک درون یک‌پنجم پلات‌ها (۱۵ پلات) قطع و توزین و پوشش تاجی آن‌ها در همه پلات‌ها اندازه‌گیری شد. سپس با قرار دادن علوفه‌تر برداشت‌شده در هوای آزاد به مدت دوهفته، وزن علوفه خشک هرگونه یادداشت شد. تولید دیگر پلات‌ها با بهره‌گیری از آمار پوشش در قالب روش نمونه‌گیری مضاعف (۸) برآورد شد. کلاس خوش‌خوراکی بر اساس تجربه کارشناسان خبره، نظر بهره‌بردار و تعقیب دام منطقه تعیین شد. در مرحله بعد داده‌های هواشناسی شامل بارندگی (روزانه، ماهانه، سالانه) دما (کمینه و بیشینه روزانه و میانگین ماهانه) تابش خورشید، میانگین سرعت باد روزانه و درصد میانگین رطوبت نسبی از نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک (ایستگاه سینوپتیک ابرکوه و باران‌سنجی دهشیر) به مدت ده سال جمع‌آوری گردید. سپس تعیین شاخص‌های اقلیمی (تبخیر و تعرق گیاه

مرجع، تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی) بر پایه معادله پنمن- مانتیث (بهترین روش برآورد تبخیر و تعرق گیاهان) و هم‌چنین بارش مؤثر به کمک نرم‌افزار Cropwat 8.0 انجام گرفت. هم‌چنین رواناب با استفاده از روش SCS برآورد شد. اندازه‌گیری رطوبت اول فصل رشد، رطوبت دوره رویش، تعیین ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های گیاه (مرتع) به روش میدانی، آزمایشگاهی، کتابخانه‌ای و ترکیبی صورت گرفت. در پایان با به‌کارگیری از نتایج محاسبات شاخص‌های اقلیمی به‌دست‌آمده از خروجی نرم‌افزار Cropwat 8.0، نسبت تبخیر و تعرق واقعی به تبخیر و تعرق پتانسیل (Tact/Tpot) به‌عنوان ضریب شاخص رویشگاهی تولید معرفی‌شده و بر اساس آن تولید برآورد شد.

بررسی پوشش گیاهی و تولید علوفه در منطقه موردمطالعه

تیپ گیاهی غالب منطقه *Hertia angutifolia-Artemisia sieberi* (کرفیچ- درمنه) به مساحت ۲۸۵۰ هکتار است. مشخصات گونه‌های گیاهی منطقه در جدول ۱ آمده است. نمایی از پوشش گیاهی منطقه در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- اطلاعات گیاهان موجود در منطقه موردمطالعه (نام علمی، کلاس خوش‌خوراکی، فرم و عمر رویشی آن‌ها)

نام علمی	خانواده	کلاس خوش‌خوراکی	فرم رویشی	عمر رویشی
Alhagi persarum	Asteraceae	III	علفی	چندساله
Acanthophylum spinosum	Caryophylaceae	III	بوته	چندساله
Artemisia seiberi	Asteraceae	I	بوته	چندساله
Astragalus schystocalyx	Fabaceae	III	بوته	چندساله
Boissiera squarrosa	Poaceae	III	علفی	یک‌ساله
Bromus tectorum	Poaceae	II	علفی	یک‌ساله
Dendrostellera. lessertii	Thymelaceae	III	بوته	چندساله
Lactuca serriola	Asteraceae	III	علفی	چندساله
Noaea macronata	Chenopodiaceae	III	بوته	چندساله
Pteropyrum aucheri	Polygonoideae	III	بوته	چندساله
Salsola sp	Chenopodiaceae	II	علفی	چندساله
Scorzonera mucida	Asteraceae	II	علفی	چندساله
Stipa barbata	Poaceae	II	علفی	یک‌ساله
Stipa grostis plumosa	Poaceae	III	بوته	چندساله

شکل ۲- نمایی از پوشش گیاهی منطقه موردمطالعه در زیر حوزه دهشیر یزد

هم‌چنین تولید گونه‌های مختلف برحسب درجه خوش‌خوراکی در جدول ۲ آمده است. بر این اساس کم‌ترین تولید مربوط به سال ۱۳۸۸ به میزان ۲۲۰ کیلوگرم بر هکتار و بیش‌ترین تولید مربوط به سال ۱۳۸۳ به میزان ۲۸۵ کیلوگرم بر هکتار بوده است.

جدول ۲- تولید گیاهان موجود در منطقه موردمطالعه برحسب (kg/ha) در سال‌های آماربرداری

سال	تولید گیاهان خوش‌خوراک کلاس I(kg/ha)	تولید گیاهان خوش‌خوراک کلاس II(kg/ha)	تولید گیاهان خوش‌خوراک کلاس III(kg/ha)	تولید کل (kg/ha)
۸۲-۸۳	۱۴۵	۱۵	۱۳۵	۲۸۶
۸۳-۸۴	۱۳۵	۱۰	۱۳۰	۲۷۳
۸۴-۸۵	۱۳۰	۱۰	۹۵	۲۳۰
۸۵-۸۶	۱۶۰	۲۰	۱۴۰	۳۲۰
۸۶-۸۷	۱۳۵	۵	۱۱۰	۲۵۰
۸۷-۸۸	۱۲۵	۱۰	۸۰	۲۲۰
۸۸-۸۹	۱۱۰	۱۰	۱۱۵	۲۳۵
۸۹-۹۰	۱۳۰	۵	۱۱۰	۲۴۵
۹۰-۹۱	۱۳۰	۵	۱۲۵	۲۶۰
۹۱-۹۲	۱۲۵	۱۰	۱۲۵	۲۶۰

خصوصیات خاک

خاک منطقه کم‌عمق تا نیمه عمیق با سنگریزه بوده و دارای مقادیر زیادی آهک است (٤٧ درصد). بافت خاک سبک (لومی شنی تا شنی) و دارای مقادیر نسبتاً زیادی خلل و فرج است. قابلیت هدایت الکتریکی آن بین ٤ تا ١٩ میلی‌موس بر سانتی‌متر و اسیدیته خاک بین ٧/٦ تا ٧/٨ متغیر است.

ویژگی‌های فیزیکی و ذخیره رطوبتی خاک به‌ویژه رطوبت ذخیره‌شده ناشی از بارندگی قبلی یکی از عوامل اصلی رشد گیاه به‌ویژه تولید علوفه به شمار می‌رود. زیرا تبخیر و تعرق واقعی در طول فصل رویش متأثر از بارندگی فصل رویش و رطوبت ذخیره‌شده در ماه‌های قبل بوده است. خصوصیات رطوبتی خاک در جدول ٣ آمده است.

جدول ٣- خصوصیات خاک در منطقه موردمطالعه

TAW (mm)	ظرفیت پژمردگی (٪)	ظرفیت زراعی (٪)	چگالی (g/cm^3)	نیمرخ (cm)
٩/٠٥	١٢/٣	١٤/٢٨	١/٥٢	٠-٣٠
١٥/٩٣	١٢/٩٦	١٦/٣	١/٥٩	٣٠-٦٠
١٠/٦٥	١٠/٦٥	٢٤/٧	١/٦٨	٦٠-٨٠
٣٥/٦				جمع

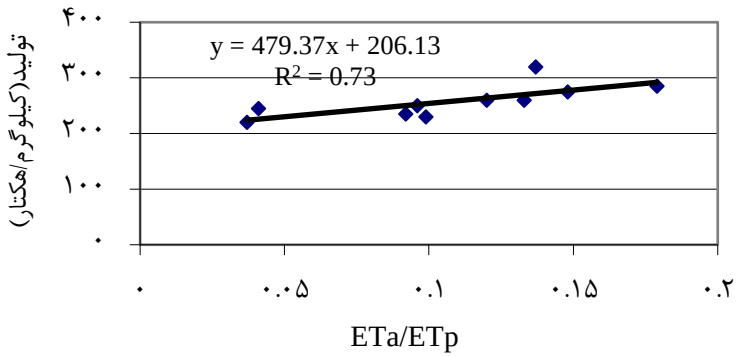
رواناب سطحی:

برای تعیین میزان حد بالای رطوبتی در ناحیه ریشه، از ظرفیت زراعی تعیین‌شده در آزمایشگاه بهره‌گیری شد. نتایج بررسی‌های انجام‌شده در حوزه دهشیر نشان داد میزان رواناب از ١٤ میلی‌متر شروع می‌شود که این میزان رواناب در طول فصل رویش در طول دوره آماری بسیار ناچیز بوده است.

جدول ٤- تبخیر و تعرق مرجع، پتانسیل و واقعی و ضریب رویشگاهی و برآورد تولید در منطقه موردمطالعه

سال	تولید اندازه‌گیری شده (kg/ha)	بارندگی مؤثر	ضریب رویشگاهی	Kc	ET_0	ET_P	ET_a	برآورد تولید (kg/ha)
٨٢-٨٣	٢٨٦	٩٣/٤	٠/١٨	٠/٢٨	١٦٥٢/٦	٤٧٥/٥	٨٥/٣	٢٩١/٧
٨٣-٨٤	٢٧٣	٦٢/٥	٠/١٥	٠/٢٩	١٩٨١/٤	٤٨٩/٢	٧٢/٤	٢٧٦/٦٨
٨٤-٨٥	٢٣٠	٨٧/٣	٠/١	٠/١	١٦٢٥/٢	٥٠٨/٤	٥٠/١١	٢٥١/٤٦
٨٥-٨٦	٣٢٠	٥٠/٣	٠/١٤	٠/٣٢	١٦٨٥/٤	٥٤٧/٢	٧٥/٢	٢٧٩/٨٥
٨٦-٨٧	٢٥٠	١٧/٤	٠/٠٩٦	٠/٣٣	١٧٠٣/٢	٥٦١/٤	٥٤/١	٢٥٦/٩٩
٨٧-٨٨	٢٢٠	١٢/٨	٠/٣٧	٠/٣٤	١٧٥٤/١	٦٠١/٨	٢٢/٣	٢٢٠/٠٢٤
٨٨-٨٩	٢٣٥	٣٥/٨	٠/٠٩١	٠/٣٤	١٦٨٢/٠٤	٥٦٧/٤	٥٢/١	٢٥٣/٧٢
٨٩-٩٠	٢٤٥	٩٢/٥	٠/٠٤	٠/٣٤	١٧٤٣/١	٥٩٤/٢	٢٤/٢	٢٢٢/١٧
٩٠-٩١	٢٦٠	٩١/٤	٠/١٢	٠/٢٩	١٦٩٣/٥	٥٠٣/١	٦٠/٤	٢٦٣/١١
٩١-٩٢	٢٦٠	٩٦/٣	٠/١٣	٠/٣٢	١٥٤٢/٣	٤٨٨/١	٦٢	٢٤٦/٩٢
میانگین	٢٥٧/٩	٦٣/٩٧	٠/١٤	٠/٢٩	١٧٠٦/٢٨	٥٣٣/٦	٥٥/٨	٢٥٨/٠٦

همبستگی بین تولید علوفه سالانه به‌عنوان متغیر وابسته و تبخیر و تعرق واقعی به‌عنوان متغیر مستقل نشان داد که تبخیر و تعرق واقعی ۷۳٪ از تغییرات تولید علوفه سالانه را توجیه می‌کند. بررسی نشان داد که بین شاخص رویشگاهی (ETa/ETp) و تولید علوفه سالانه ارتباط معنی‌داری در این منطقه دیده شد. به‌طوری‌که این شاخص می‌تواند ۷۳٪ درصد از تغییرات تولید سالانه را نشان دهد(شکل ۳).



شکل ۳- ارتباط بین تولید سالانه علوفه و تبخیر و تعرق واقعی به تبخیر و تعرق پتانسیل در منطقه مورد مطالعه

توصیه ترویجی

در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمبود بارندگی به‌عنوان یک عامل محدودکننده رشد و تولید علوفه به‌حساب می‌آید و تبخیر و تعرق واقعی گیاه در فصل رویش در این مناطق متناسب با بارندگی فصل رویش نیست. بر اساس نتایج، از بین شاخص‌های اقلیمی تبخیر و تعرق، تبخیر و تعرق واقعی با تولید علوفه دارای همبستگی بیشتری است و به‌عنوان عنوان شاخص عملکرد تولید بر رشد و تولید علوفه مؤثر است. بر این اساس ارتباط شدیدی بین مقدار کل علوفه تولیدشده با مقدار کل تبخیر و تعرق واقعی وجود دارد و همبستگی بین تبخیر – تعرق واقعی با میزان کل ماده خشک تولیدشده بالا و بصورت خطی است. البته بیش‌تر مراتع در مناطق اقلیمی قرار دارند که تبخیر و تعرق پتانسیل بیشتر از بارندگی سالیانه و تبخیر و تعرق واقعی بیشتر از بارندگی فصل رویش است. این مقدار حتی دو برابر یا بیشتر هم محاسبه‌شده است (۲). برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل در دوره رویش در منطقه موردمطالعه بیانگر آن است که تبخیر و تعرق پتانسیل(۵۳۳/۶ میلی‌متر) حدود ۹ برابر میانگین تبخیر و تعرق واقعی(۵۵/۸ میلی‌متر) است. از طرفی میزان تبخیر و تعرق واقعی در حوزه دهشیر حدود ۱/۲ برابر میانگین بارندگی فصل رویش است. به عبارتی میزان تبخیر و تعرق واقعی از میزان بارندگی فصل رویش بیش‌تر بوده است. مفهوم آن این است که گیاه از رطوبت ذخیره‌شده برای تبخیر و تعرق واقعی استفاده نموده است. این نتیجه بیان می کند که بارندگی فصل رویش نیاز آبی گیاهان را تأمین نمی‌نماید؛ بنابراین گیاهان از رطوبت ذخیره‌شده خاک ناشی از بارندگی‌های قبلی استفاده می‌نماید. درنتیجه در مناطق استپی بارندگی به‌تنهایی عامل تعیین‌کننده تولید علوفه نیست بلکه بارندگی بعلاوه رطوبت ذخیره‌شده ناشی از بارندگی‌های قبلی مطابق نتایج تحقیق در فرایند تبخیر و تعرق و تولید تأثیر می‌گذارند. علاوه بر عامل‌های آب و هوایی، میزان تبخیر- تعرق تحت تأثیر خصوصیات خاک و گیاه، مراحل رشد گونه‌های گیاهی و دیگر عوامل محیطی و مدیریتی بستگی دارد. میزان نفوذ حاصل از بارش به داخل خاک، بستگی به نوع خاک و پوشش گیاهی دارد. فاکتورهای مهم خاک ازجمله بافت، ساختمان و وزن مخصوص ظاهری در میزان نفوذ آب، حفظ رطوبت و به‌تبع آن در استقرار و رشد گونه‌های گیاهی بسیار مؤثر هستند هم‌چنین

عواملی از قبیل عمق ریشه دوانی، پتانسیل آب خاک، جذب مواد غذایی و تولید مواد غذایی نیز تحت تأثیر مقدار رطوبت موجود در خاک می‌باشند (۲)؛ بنابراین استفاده از این مدل و ارتباط دادن آب و خاک و خصوصیات گیاهی و اقلیمی با رشد و تولید گیاهان و هم‌چنین افزایش مصرف کارایی آب در مراتع برای مدیران و کارشناسان برنامه‌ریزی در مناطقی که با پوشش گیاهی و شرایط اقلیمی مشابه توصیه می‌شود.

۱-بر اساس یافته های این تحقیق، گیاهان مرتعی غالب منطقه موردبررسی طی دوره های طولانی مدت با اقلیم و شرایط منطقه سازگار شده و با نیاز آبی کم در شرایط خشکسالی توانسته‌اند بقای خود را حفظ نمایند، بنابراین بررسی روش های تکثیر گونه‌های موجود در منطقه و ترویج کشت آن‌ها جهت تولید علوفه کم آب بر در شرایط خشکسالی به عنوان مهم‌ترین دستاورد قابل ترویج توصیه می شود.

۲- ازآن‌جایی‌که تبخیر و تعرق پتانسیل به‌عنوان تخمین اولیه از نیاز آبی گیاهان است استفاده از این مدل جهت تعیین آب موردنیاز گیاهان مرتعی و انتخاب گیاهان علوفه‌ای با نیاز آبی کم‌تر و ترویج کشت آن‌ها جهت احیا و اصلاح مراتع کم بازده از دیگر نکات ترویجی قابل توصیه است.

۳- از آن‌جایی مدل برآورد تولید بر پایه مدل تعادل آب و اقلیم به دلیل دارا بودن اطلاعات وسیع از اقلیم، خصوصیات خاک و خصوصیات پوشش گیاهی و با توجه به اجزا مدل و بارندگی، تبخیر و تعرق پتانسیل، تبخیر و تعرق واقعی و رطوبت ذخیره‌شده خاک بسیار دقیق است؛ لذا معرفی و برگزاری کارگاه‌های آموزشی جهت آشنایی و استفاده از این مدل جهت برآورد نیاز آبی مراتع دست کاشت در خشک‌سالی‌ها از دیگر پیشنهادات قابل ترویج است. چرا که در شرایط خشک‌سالی، برآورد نیاز آبی و مدیریت صحیح منابع آبی می‌تواند از خسارات ناشی از خشک‌سالی جلوگیری کند.

٤- استفاده از این شاخص اقلیمی تبخیر و تعرق، در مدل های مختلف برآوردبلند مدت تولید علوفه با توجه به خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، به منظور تعیین ظرفیت چرایی دام در مرتع و توسعه صنعت بیمه مراتع، جایگزین روش‌های کنونی (بر اساس یک سال برآورد تولید علوفه) یکی دیگر از دستاوردهای مهم قابل ترویج است.

به‌طورکلی با اجرای برنامه‌های ترویجی مناسب نظیر برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برای مدیران و کارشناسان، انتشار منابع آموزشی درزمینه محاسبه نیاز آبی و ارائه راهکارهای عملی برای مدیریت کارایی آب در مراتع، ایجاد مراتع دست کاشت با گیاهان مرتعی کم آب بر و نمایش تجربیات موفق درزمینه مدیریت بهینه آب و استفاده از رسانه‌ها برای اطلاع‌رسانی و آموزش عمومی درزمینه ترویج کارایی استفاده آب در مراتع و روش‌های صحیح برآورد نیاز آبی، می‌توان به مدیریت پایدار منابع آب در مراتع و افزایش تولید علوفه کمک کرد.

فهرست منابع

۱- احسانی ا، ارزانی ح، فرح پور م، احمدی ح، جعفری م، جلیلی ع، میرداوودی ح، عباسی ح، عظیمی م.س.۱۳۸۹، تأثیر شرایط اقلیمی بر تولید علوفه مراتع در منطقه اخترآباد ساوه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ١٤، شماره ۲، صفحه ٢٦٠-٢٤٩

۲- احسانی، ع.، ارزانی، ح.، فرح پور، م.، احمدی، ح.، جعفر، م؛ و اکبرزاده، م.، ۱۳۹۱. تخمین تبخیر و تعرق با استفاده از اطلاعات اقلیمی، ویژگی‌های گیاهی (مرتع) و خاک با استفاده از نرم‌افزار Cropwate 8.0 مطالعه موردی: منطقه استپی استان مرکزی ایران، ایستگاه رودشور)، فصلنامه تحقیقات مراتع و بیابان ایران، ۱۹(٤٦): ١٦-١.

۳- اکبر زاده م، میرحاجی ت،۱۳۸۵، تغییرات پوشش گیاهی تحت تأثیر بارندگی در مراتع استپی رود شور، تحقیقات مرتع و بیابان ۱۳(۳): ۲۲۲-۲۳۵.

٤- باغستانی میبدی، ن و زارع، م ١٣٨٦، بررسی روابط بارندگی و تولید علوفه سالانه در مراتع استپی منطقه پیشکوه استان یزد، پژوهش و سازندگی، ۷۵. (۲):۱۰۳-۱۰۷

۵- فخیمی ا.، ارزانی، ح؛ و سلطانی، م.، ۱۳۹۸. بررسی مدل تعادل آب در برآورد تولید بلندمدت مراتع (مطالعه موردی: مراتع استپی حوضه شیرکوه یزد)، مجله مرتع، ۱۲(٤): ۵۱۹-۵۳۰.

٦- محمدی، ا.ح.، قضاوی، ر.، میرزایی، ر.ا؛ و ناصری، ح.، ۱۳۹۸. بررسی الگوی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از و ارتباط آن با بارندگی. ایران، مجله مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۷۲(۳): ۸۵۲-۸۴۳.

8- Arzani, H. and King, G.W., 1994. A double sampling method for estimating forage production from cover measurement. In proceeding of 8th biennial Australian Rangelands Conference. pp. 201-202.

9- Bates, J.D., Svejcar, T., Miller, R.F. and Angell, R.A., 2006. The effects of precipitation timing on sagebrush steppe vegetation, Journal of Arid Environments, 67(4): 670-697.

10- Fakhimi, E., Arzani, H., Javadi, S.A. and Jafari, M., 2015. Estimating long-term forage production using precipitation pattern in Dehshir Rangelands, Iran, Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES), 6(5):1-7.

11-Fakhimi, e.; Arzani,H 2021. Effect of Soil Moisture and Climatic Index of Evapotranspiration on Forage Production in Arid and Semi-Arid Rangelands of Dehsir, Yazd province, Iran. Journal of Rangeland Science ،10(4) ،402-414

12- Forrest, A.S. and hyder, S.N. (1985). Estimating herbage production on semi-arid ranges in the intermountain region, Journal of Range Management, 15, 88-93.

13- Hein, L. (2006). The impacts of grazing and rainfall variability on the dynamics of a sahelian rangeland, Journal of Arid Environments, 64, 488-504.

14- Smart, A., Dunn, B. and Gates, R. (2005). Historical Weather Patterns: A Guide for Drought Planning, *Rangelands*, 27(2), 10-12.