



شبیه سازی تولید گیاه شور با تلاقی (*Halocnemum strobilaceum*) در مراتع اینچه برون (زیرحوضه اترک-استان گلستان)

مژگان سادات عظیمی^{۱*}، سمانه محضری^۲

۱*- نویسنده مسئول، استادیار گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، پست الکترونیک:

azimi.mojgansadat@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری مدیریت منابع خاک، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

یکی از عواملی که در مدیریت و بهره‌برداری از مراتع بسیار تاثیرگذار می‌باشد، آگاهی از میزان تولید علوفه آن است و ارائه روشی دقیق، سریع و کم هزینه برای تعیین تولید گیاهان مرتعی یکی از اهداف بوم‌شناسان می‌باشد. امروزه اثرات متقابل فرایندهای اکولوژیکی و محیطی همچون تولید مرتع و رواناب به کمک مدل‌سازی پیوسته قابل بررسی است. در این مطالعه از مدل اکوهیدرولوژی SWAT جهت شبیه‌سازی دبی و تولید مرتع استفاده گردید. واسنجی و اعتبارسنجی مدل توسط برنامه آنالیز عدم قطعیت (SUFI2) موجود در مدل SWAT انجام گرفت. با توجه به داده‌های مشاهداتی تولید و نتایج شبیه‌سازی شده، مشخص می‌گردد، مدل فوق دارای نتایج قابل قبولی در خصوص شبیه‌سازی تولید علوفه می‌باشد. مدل SWAT تغییرات تولید شبیه‌سازی شده تیپ گیاهی *Halocnemum strobilaceum* را در مراتع شوره زار اینچه برون بین ۰/۲۲ تا ۰/۳۵ تن در هکتار نشان داد. همچنین آزمون آنالیز حساسیت نشان داد که پارامترهای درجه حرارت اپتیمم برای رشد گیاه، شاخص سطح برگ و میزان آب قابل دسترس گیاه از حساسیت بیشتری در تولید علوفه گیاه شور باتلاقی در مراتع شوره‌زار اینچه برون برخوردار هستند.

واژگان کلیدی: *Halocnemum strobilaceum*، تولید گیاه، مدل اکوهیدرولوژی، مراتع اینچه برون، استان گلستان

^۱ Sequential Uncertainty Fitting



مقدمه

مرتع به عنوان بستر تحولات اقتصادی و اجتماعی عشایر و بهره‌برداران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا منبع تولید گوشت، لبنیات، پشم و سایر فرآورده‌های دامی است (عظیمی، ۲۰۱۴). یکی از عواملی که در مدیریت و بهره‌برداری از مرتع بسیار تاثیرگذار می‌باشد، آگاهی از میزان تولید علوفه و میزان پوشش گیاهی آن است (Flombaum & Sala, 2007). زیرا پوشش گیاهی و تولید یکی از عوامل اصلی در مطالعات منابع آب و فرسایش و رسوب حوزه آبخیز می‌باشد و در یک اکوسیستم طبیعی بهره‌برداری از زمین و ایجاد تغییر در شرایط محیطی به ویژه پوشش گیاهی و کاربری اراضی آن اکوسیستم، بر پاسخ‌های هیدرولوژی مانند میزان رواناب و جاری شدن سیلاب منطقه تأثیرگذار می‌باشد (Tietjen & Jeltsch, 2007). درواقع پوشش و تولید یکی از مهمترین فاکتورهای ارزیابی جوامع گیاهی است که بعنوان یک معیار مهم اکولوژیکی در برنامه‌ریزی و مدیریت مرتع نقش اساسی دارد (Holechek, et al., 2006). ارائه روشی دقیق، سریع و کم هزینه برای تعیین تولید گیاهان مرتعی یکی از اهداف بوم‌شناسان به ویژه مرتعداران است که همیشه علاقمند به دانستن میزان تغییرات ویژگی گیاهی و شیوه‌های مناسب اندازه‌گیری این هستند. امروزه اثرات متقابل فرایندهای اکولوژیکی و محیطی به کمک مدل‌سازی پیوسته قابل بررسی است (عظیمی، ۲۰۱۴). مدل‌ها با پیوند با مدیران مرتع می‌توانند به فهم و درک اطلاعات از اکوسیستم مرتعی و تصمیم‌گیری مناسب کمک نمایند. مدل‌ها از روابط ساده خطی تا معادلات پیچیده برای بیان دنیای واقع تقسیم‌بندی می‌شوند. ارزش واقعی هر مدل در بر آوردن نیازهای اطلاعاتی کاربر، قابل اعتماد بودن آن، نیاز به حداقل اطلاعات ورودی و در دسترس بودن اطلاعات و کارایی قابل قبولی می‌باشد (Gassman et al., 2007). مدل‌ها برای رسیدن به مجموعه‌ای خاص از اهداف توسعه یافته‌اند، مدل‌های شبیه‌سازی در طول چند دهه اخیر جایگاه خاصی در دانش بشری به خود اختصاص داده‌اند و کمک فراوانی به عنوان ابزار مدیریتی، پایه‌ای و اجرایی ایفا کرده‌اند. برای مدل‌هایی با ورودی‌های گسترده ممکن است امکان تهیه همه اطلاعات لازم میسر نباشند، پس کاربرد آنها می‌تواند محدود شود. برعکس بعضی از مدل‌های ساده ممکن است بطور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گیرند اما راندمان آنها احتمال دارد از ارزش محدودی برخوردار باشد. دانش اطلاعات مورد نیاز مدل‌ها برای هر تصمیم‌گیری درباره کاربرد آنها در موقعیت‌های ویژه و همچنین به منظور ارزیابی مناسب و کاربرد خروجی‌های مدل مهم است. بر این اساس دقت هر مدل وابسته به آن است که نیازهای اطلاعاتی بهره‌بردار را برآورده نماید، از

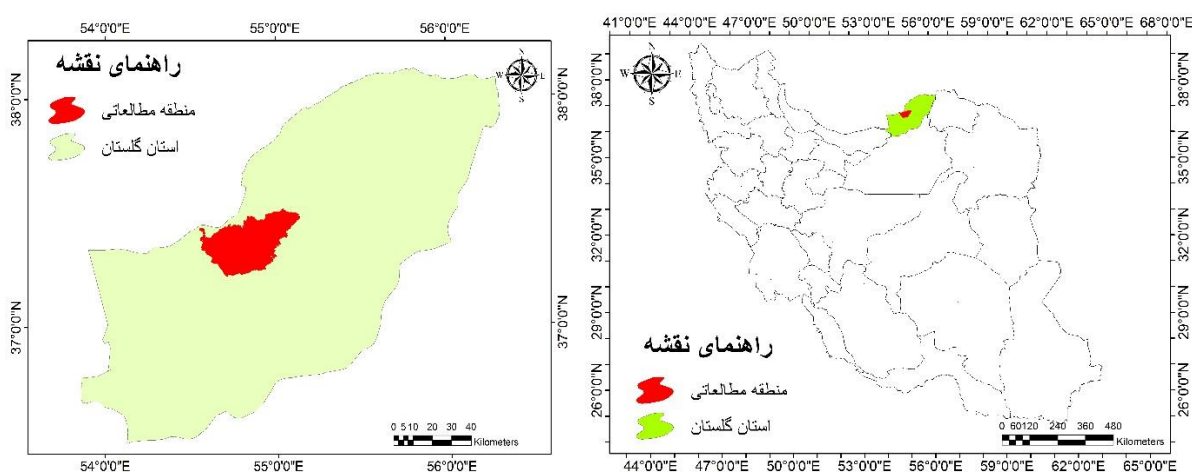


اعتماد و دقت قابل توجهی برخوردار باشد، به حداقل اطلاعات ورودی نیاز داشته و اطلاعات مورد نیاز نزدیک به اطلاعات در دسترس باشد و اینکه نتایج حاصل از مدل کارایی لازم را داشته باشد (عباسپور و همکاران، ۲۰۰۹). مدل ارزیابی آب و خاک (SWAT) یک مدل جامع و کامل در مقیاس حوزه آبخیز است که توسط سازمان تحقیقات کشاورزی آمریکا در سال ۱۹۹۸ برای پیش‌بینی تأثیر روش‌های مدیریتی متفاوت بر جریان، رسوب، تولید گیاه و بیلان مواد شیمیایی در حوزه‌هایی با خاک، کاربری اراضی و شرایط مدیریتی متفاوت برای دوره‌های زمانی طولانی ارائه شده است (Neitsch et al., 2011). این مدل شامل برنامه‌های گسترده‌ای است که از چندین نوع مدل پشتیبانی می‌شود. همچنین هر ساله نشست‌هایی در خصوص تحقیقات صورت گرفته با این مدل، انجام می‌شود و ابهامات یا نواقص‌های موجود توسط گروه توسعه دهنده مدل برطرف می‌گردد. عظیمی و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق خود به منظور برآورد تولید در حوزه آبخیز حبله‌رود واقع در استان‌های تهران و سمنان از مدل SWAT استفاده کردند و تولید شبیه‌سازی شده در منطقه نیمه استپی ۰/۳-۰/۵ در منطقه استپی ۰/۱۵-۰/۲۶ و در منطقه بیابانی ۰/۱-۰/۳۳ تن در هکتار اعلام نمودند. محضری و همکاران، (۲۰۱۶) با مدل‌سازی فرآیندهای، رواناب و رسوب و نیترات این نتیجه رسیدند که مدل SWAT قادر است، در حوضه‌ی بزرگ و پیچیده گرگانرود، به طور رضایت بخشی رواناب و رسوب و هدرروی نیترات را شبیه‌سازی کند. حسینی و همکاران (۲۰۱۶) مولفه‌های بیلان آبی حوزه قره‌سو استان کرمانشاه را با استفاده از مدل SWAT شبیه‌سازی کردند و به این نتیجه رسیدند که مولفه‌های تبخیر و تعرق، جریان سطحی، جریان زیرسطحی، جریان با ضرائب تبیین ۰/۳۷ تا ۰/۸۷ و ضرائب نش ساتکلیف ۰/۳۹ تا ۰/۷۳ دارای کارایی قابل قبولی در شبیه‌سازی می‌باشد. فرامرزی و همکاران، (۲۰۱۰) در مطالعه خود تحت عنوان شبیه‌سازی تولید گندم و آب زراعی در ایران با استفاده از مدل SWAT مشخص نمودند که آگاهی از روابط و نسبت‌های آب و تولید زراعی محصول گندم در سراسر کشور به منظور تولید پایدار امری ضروری می‌باشد و از این مدل به منظور آنالیز چندین سیاست برای بهبود سیستم کشاورزی در ایران استفاده شد که شامل افزایش کمی تولید غلات از طریق استفاده کارآمدتر از منابع آب و خاک، توسعه فعالیت‌های مرتبط با رطوبت خاک و بهینه‌سازی استعمال کود می‌باشد. لذا با توجه به اهمیت آگاهی از میزان تولید علوفه و نقش کلیدی آن در برنامه ریزی و مدیریت مرتع در این تحقیق کاربرد مدل SWAT در شبیه‌سازی تولید گیاهان مرتعی در مراتع حوزه آبخیز بالادست سد اینچه برون مورد بررسی قرار گرفته است.



مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز بالادست سد اینچه برون یکی از زیرحوضه‌های رودخانه اترک می‌باشد که در موقعیت ۵۴ درجه ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه ۱۸ دقیقه عرض شمالی شده است (شکل ۱). اقلیم منطقه با استفاده از روش آمبرژه گرم و خشک و بارندگی متوسط سالیانه ۲۵۰ میلی متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۷/۸ درجه سانتیگراد می‌باشد. و از نظر تقسیم بندی اقلیمی به روش آمبرژه با توجه به حداکثر و حداقل درجه حرارت و متوسط بارندگی سالیانه و میزان تبخیر و تعرق سالیانه حدود ۱۳۲۴/۵ میلی متر جزء اقلیم نیمه بیابانی محسوب میگردد. خاک اراضی ایستگاه در واحد فیزیوگرافی اراضی پست Low lands قرار گرفته و به نظر می رسد بطور عمده از مواد آبرفتی رودخانه “گرگان رود” بوجود آمده است. پوشش گیاهی اراضی منطقه به عنوان مرتع طبیعی با پوشش نباتات شور روی و شورپسند و گراسهای یکساله می باشد و تیپ غالب مراتع منطقه *Halocnemum Salicornia* می باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعاتی در استان گلستان و ایران

اطلاعات ورودی مدل در این مطالعه از منابع مختلف به شرح ذیل تهیه و گردآوری گردیده است: نقشه رقومی ارتفاع برگرفته از ماهواره SRTM با دقت ۹۰ متر (Global NASA/NGA)، نقشه خاک و نقشه پوشش گیاهی با دقت ۱:۵۰۰۰۰ از اداره کل منابع طبیعی استان گلستان و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که اطلاعات خاک شامل بافت خاک (درصد شن، سیلت و رس)، درصد مواد آلی، اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، درصد مواد آهکی، درصد کربن آلی، عمق و ساختمان خاک می



باشد و اطلاعات هواشناسی (شامل بارندگی روزانه، حداکثر و حداقل درجه حرارت) از سازمان هواشناسی کشور (۱۹۸۱ تا ۲۰۱۱ میلادی) همچنین اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری شامل دبی ماهانه از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۱ میلادی (از اداره آب منطقه ای استان گلستان). برای کار با مدل ابتدا مدل رقومی ارتفاع محل به مدل معرفی گردید، سپس مدل با در نظر گرفتن خصوصیات توپوگرافی حوزه شبکه آبراه‌ای را مشخص نمود و حداقل مساحت برای تشکیل زیرحوضه‌ها با توجه به هدف مطالعه تعیین گردید که در این مطالعه حداقل مساحت ۵۰۰۰ هکتار با در نظر گرفتن محدودیت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری تعیین شد. جهت تشکیل مرز حوزه، محل خروجی آبراه به دریای خزر به عنوان خروجی آبخیز تعریف و مرز حوزه تشکیل گردید. در مراحل بعدی نقشه پوشش با ۱۶ کلاس و خاک با ۵ کلاس به کمک کدهایی به مدل معرفی شد. مدل این نقشه‌ها را به نقشه‌های رستری با اندازه سلول‌هایی برابر مدل رقومی ارتفاع تبدیل می‌کند. از تلفیق این سه لایه نقشه واحدهای پاسخ هیدرولوژیک بدست آمد. با توجه به روش‌هایی که در برآورد تولید علوفه و تبخیر و تعرق در نظر گرفته شد، مدل SWAT به داده بارش روزانه و حداقل و حداکثر دمای روزانه نیاز دارد. این داده‌ها به صورت فایل‌های با فرمت *dbf* تهیه و در اختیار مدل قرار گرفت. همچنین مختصات و ارتفاع محل قرارگیری ایستگاه‌های دما و بارش همچنین محل ایستگاه تولید کننده اقلیمی با این فرمت تهیه شد و در مرحله بعد در اختیار مدل قرار گرفت.

جدول ۱- توضیحات مربوط به فایل‌های ورودی مدل SWAT (اقتباس از عظیمی و همکاران، ۲۰۱۳)

توضیحات	نام فایل	پسوند فایل
فایل ورودی اطلاعات خاک شامل خصوصیات فیزیکی خاک در HRU	Soil data	.sol
فایل ورودی مدیریت زمین، این فایل شامل سناریوهای مدیریت زمین بوده و پوشش زمین شبیه‌سازی شده در HRU را توضیح می‌دهد	Management data	.mgt
فایل ورودی پارامترهای معمول حوضه	Watershed general data	.bsn
فایل ورودی پارامترهای زیر حوضه	Subbasin general data	.sub
فایل ورودی آبراهه اصلی. این فایل شامل پارامترهای پوشش دهنده حرکت آب و رسوب در آبراهه اصلی زیر حوضه می‌باشد	River data	.rte



.gw	Groundwater data	فایل ورودی اطلاعات آب زیرزمینی شامل اطلاعات درباره آبخوان‌های کم عمق و عمیق در هر زیر حوضه. با توجه به تاثیر پوشش زمین بر آبخوان‌های کم عمق اطلاعات ورودی آن می تواند در سطح HRU تغییر کند
Crop.dat	Crop/ plant data	بانک اطلاعاتی پوشش زمین و الگوی کشت برای تمامی کاربری اراضی
.chm	Soil chemical data	فایل ورودی خصوصیات شیمیایی خاک

نتایج:

با در نظر گرفتن پایه هیدرولوژیکی مدل، ابتدا مدل در خصوص اطلاعات دبی مورد واسنجی و اعتبارسنجی قرار گرفت. جدول ۳ نتایج واسنجی و اعتبارسنجی را در ایستگاه هیدرومتری اینچه برون نشان می دهد. برای این منظور ابتدا آنالیز حساسیت انجام سپس مدل واسنجی و اعتبار سنجی گردید. بر اساس مطالعات انجام شده ابتدا ۲۲ پارامتر مربوط به آب و خاک (محضری و همکاران، ۲۰۱۶؛ عظیمی و همکاران، ۲۰۱۳؛ عباسپور و همکاران، ۲۰۰۷؛ عظیمی و محضری، ۲۰۱۸) و ۲۳ پارامتر مربوط به رشد و عملکرد گیاهی به منظور ارزیابی اولیه انتخاب گردیدند. بنابراین لازم است، پارامترهایی که خروجی مدل به آنها حساسیت بیشتری دارد؛ مشخص گشته و تنها از این پارامترها در واسنجی مدل، بهره گرفته شود. بر این اساس پارامترهای تاثیر گذار در برآورد تولید گیاه با توجه به مطالعه عظیمی و همکاران (۲۰۱۴) به همراه p -value، t -statistics و به شرح جدول ۲ ارائه گردیده است.

جدول ۲- مشخصات پارامترهای حساس و تاثیرگذار بر دبی و تولید علوفه گیاهان مرتعی در مدل SWAT

پارامتر	شرح پارامتر به فارسی	t -Value	p -Value
v_T_OPT.CROP	درجه حرارت اپتیمم برای رشد گیاه (درجه سانتی گراد)	10^{-9} * ۹/۶	۱۱/۳۷
v_BLA1.CROP	ماکزیمم شاخص سطح برگ (m^2/m^2)	10^{-17} * ۲/۵	۱۵/۱
r_SOL_AWC.sol	ظرفیت آب قابل دسترس (میلی متر بر میلی متر)	10^{-6} * ۹/۱	۱۴/۹۷
r_CN2.mgt	شماره منحنی برای شرایط رطوبتی II	10^{-15} * ۲/۳	۱۴/۸
r_CNOP.mgt	شماره منحنی خاک در گروه‌های مختلف هیدرولوژیکی خاک	10^{-7} * ۴/۳	۴/۱۵



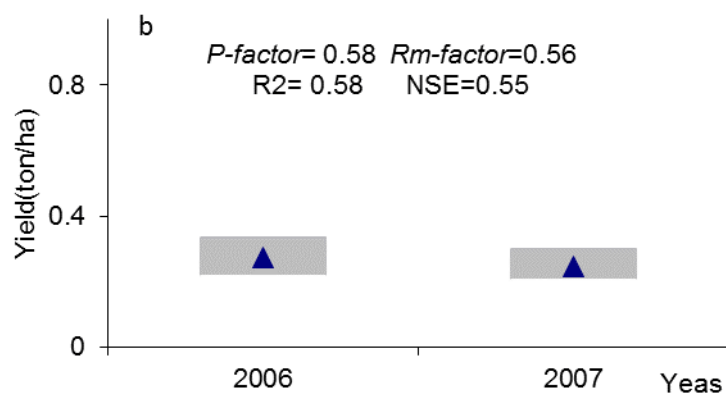
۶/۵۰	$3/7 \times 10^{-5}$	نسبتی از میزان نیتروژن در علوفه گیاه ($KgN/Kg\ yield$)	r_CNYLD.CROP
۶/۸	$2/3 \times 10^{-7}$	نسبتی از سطح برگ گیاه که منحنی سطح برگ توسعه پیدا می کند	v_LAIMX1.CROP
۲/۹۳	$7/2 \times 10^{-5}$	جرم مخصوص ظاهری خاک	r_SOL_BD.sol
۲/۵۴	$5/5 \times 10^{-4}$	نسبتی از کاهش ضریب کارایی تشعشع خورشیدی در هر واحد افزایش فشار بخار هوا	v_WAVP.CROP
۳/۳	$2/7 \times 10^{-3}$	حداقل بیوماس گیاهی که می تواند مورد چرای دام قرار گیرد (kg/ha)	v_BIO_MIN.mgt
۲/۳۶	$2/1 \times 10^{-3}$	نسبتی از فصل رشد گیاه که منحنی سطح برگ توسعه پیدا می کند	v_FRGRW1.CROP
۲/۲۶	$3/5 \times 10^{-4}$	نسبتی از فصل رشد گیاه که منحنی سطح برگ ثابت می شود و ما توسعه برگ نداریم.	v_FRGRW2.CROP

r یعنی مقدار اولیه در (۱+مقدار تعیین شده) ضرب شود. v یعنی مقدار تعیین شده جایگزین مقدار اولیه شود.

جدول ۳- نتایج واسنجی و اعتبارسنجی ایستگاه هیدرومتری اینچه برون

دوره	NS (ضریب نش-ساتکلیف)	P-factor(%)	R-factor
واسنجی	۰/۵۳	۰/۸۱	۱/۳۲
اعتبارسنجی	۰/۵۱	۰/۷۵	۱/۱

شکل ۲ نتایج واسنجی تولید گونه مورد مطالعه در منطقه اینچه برون نشان می دهد، تولید واقعی با توجه به تابع هدف تعریف شده در محدوده آماری قابل قبول از تولید شبیه سازی شده قرار دارد و با بدست آمدن ضریب R^2 ، NSE به ترتیب ۰/۵۵ و ۰/۵۸ مدل SWAT در شبیه سازی تولید گیاه موفق عمل کرده است.



شکل ۲- مقایسه نمودار داده اندازه گیری شده تولید (نقاط آبی) با داده های شبیه سازی شده به صورت باند اطمینان در سطح ۹۵٪، واسنجی (سمت چپ) داده های تولید (دوره زمانی دو ساله)

بحث و نتیجه گیری

امروزه اهمیت مطالعه پوشش گیاهی و ارزیابی مرتع بر کسبی پوشیده نیست و با توجه به نیاز روز افزون به کسب اطلاعات کامل تر و جزئی تر از اکوسیستم های مرتعی به منظور مدیریت آنها، تنها باز دیدهای صحرایی برای اعمال تصمیمات منطقی به دلیل محدودیت های زمانی و بویژه مالی کافی نیست و نمی تواند کل منطقه را پوشش دهد. تیپ گیاهی غالب مراتع اینچه برون *Halocnemum strobilaceum* است و جزء مراتع با درجه ۳ محسوب می شود. نوع دام غالب این مراتع گوسفند است، مساحت مرتع اینچه شوره زار ۳۲۵۰ هکتار می باشد که تعداد ۳۷ دامدار با ۲۵۳۸۲ واحد دامی در آن مراتع مستقر می باشند در صورتیکه تعداد دام مجاز آن بر اساس طرح مرتعداری ۵۳۰۰ واحد دامی لحاظ گردیده است. لذا با توجه به کسب اطلاعات دقیق تر همچنین با توجه به شرایط بحرانی که بهره برداری از مرتع چه به لحاظ میزان و چه از نظر محدوده زمانی حد و مرزی را نمی شناسد، دست یافتن به تولید بلند مدت مرتع، جز از روش های مدل سازی ممکن نیست و مدل های شبیه سازی تا حد زیادی جایگاه خود را در این زمینه تثبیت نموده اند. در این تحقیق با توجه به داده های مشاهداتی تولید و نتایج شبیه سازی شده مشخص گردید، تغییرات تولید شبیه سازی شده تیپ گیاهی *Halocnemum strobilaceum* در مراتع شوره زار اینچه برون بین ۰/۲۲ تا ۰/۳۵ تن در هکتار می باشد همچنین آزمون آنالیز حساسیت نشان داد که پارامترهای درجه حرارت اپتیمم برای رشد گیاه، شاخص سطح برگ و میزان آب قابل دسترس گیاه از حساسیت بیشتری در تولید علوفه گیاه شور باتلاقی در مراتع شوره زار اینچه برون برخوردار هستند.



منابع

- Abbaspour, K.C., Yang, J., Maximov, I., Siber, R., Bogner, K., Mieleitner, J., Zobrist, J. and Srinivasan, R. 2007. Modeling hydrology and water quality in the pre-Alpine/Alpine Thur watershed using SWAT. *Journal of Hydrology*, 333(1): 413–430.
- Azimi, M., Heshmati, G. A., Farahpour, M., Faramarzi, M. and Abbaspour, K. C. 2013. Modeling the impact of rangeland management on forage production of sagebrush species in arid and semi-arid regions of Iran. *Journal of Ecological Modeling*. 250(1): 1–14.
- Azimi, M., Heshmati, G. A., Farahpour, M.,. and Bahremand, A. R., 2014. Application of SWAT to model forage production of Sagebrush rangelands in arid and semi-arid region of Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 2(2): 336-346.
- Azimi, M., and Mahzari, S. 2018. Simulation of the effects different rangeland improvements scenarios on evapotranspiration of Gorganrud Watershed-Golestan. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 25(1): 101-110
- Faramarzi, M., Yang, H., Schulin, R., and Abbaspour, K.C. 2010. Modeling wheat yield and crop water productivity in Iran: Implications of agricultural water management for wheat production. *Journal of Agricultural Water Management*. 97:1861–1875.
- Gassman, P. W., Reyers, M. R., Green, C.H., and Arnold, J.G. 2007. The soil and water assessment tool: Historical development, applications and future research directions. *Transactions of the ASABE*. **50(4):1211-1250** <http://www.brc.tamus.edu/swat/index.html>
- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H. 2004. *Range Management: Principles and Practises*. Pearson Education, Inc., New Jersey. 736p
- Hosseini, M., Ghafouri, M., Tabatabaei, M., Nadergholi, E. and Zare Garizi, A., 2016. Estimation of hydrologic budget for Gharesou watershed, Iran. *Journal of Ecopersia*, 4(3): 1455-1469.
- Mahzari, S., Kiani, F., Azimi. M., and Khormali, F., 2016. Using SWAT model to determine runoff, sediment yield and Nitrate loss in Gorganrood watershed, Iran. *Journal of Ecopersia*. 4(2): 1359-1377.
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R., and King, K.W. 2011. *Soil and water assessment tool. theoretical documentation: Version 2009*. Grassland, soil and water research laboratory. Agricultural research service. 647p.
- Tietjen B., and Jeltsch F. 2007. Semi-arid grazing systems and climate change: a survey of present modelling potential and future needs. *Journal of Applied Ecology*, 44: 425-434.



Simulation of *Halocnemum strobilaceum* forage production in Inchebron rangeland- Atrak watershed

M. Azimi¹, S. Mahzari^۲

- ۱- Department of Range and watershed management, University of Gorgan Agricultural Sciences & Natural Resources . Golestan, Iran
- ۲- Department of Water and Soil Engineering, University of Gorgan Agricultural Sciences & Natural Resources . Golestan, Iran

Abstract

Vegetation and Forage production are an important measure in management and utilizing the resources of rangeland. One of the goals of ecologists is to provide a precise, quick and inexpensive way to determine the production of rangeland plants. Today, interactions between ecological and environmental processes such as rangeland yield and runoff p can be studied through continuous modeling. In combination with the SWAT model, the Sequential Uncertainty Fitting Program (SUFI-2) was used to calibrate and validate a hydrologic model of the watershed based on river discharges and Range land yield. The results showed that this model was run well for simulating of forage production. Results of SWAT model showed, the forage production (*Halocnemum strobilaceum*) varies in Inchebroun rangeland from 0.22 to 0.35tn ha⁻¹.As illustrated, tempreture_optimum, leaf area index and Available water are sensitive parameters for *Halocnemum strobilaceum* forage production in Inchebron rangeland.

Key words: *Halocnemum strobilaceum*, Ecohydrological model, Forage production, Inchebroun Rangeland, Golestan province