دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکدهٔ مرتع و آبخیزداری

پایان نامه

جهت اخذ درجهٔ دکتری(مرتعداری Ph.D)

شبیه‌سازیِ رشد گیاه درمنه (*Artemisia spp*) به منظور برآورد تولید با استفاده از مدل SWAT

(مطالعه موردی: حوزه آبخیز رودخانه حبله رود)

پژوهش و نگارش:

مژگان سادات عظیمی

اساتید راهنما

دکتر غلامعلی حشمتی

دکتر مهدی فرح‌پور

اساتید مشاور

دکتر عبدالرضا بهره‌مند

دکتر کریم عباسپور

دکتر منیره فرامرزی

چکیده:

درمنه‌زارهای ایران با وسعت ۳۹/۷۱ میلیون هکتار، ۴۶/۷۵ درصد از پوشش مراتع را به خود اختصاص می‌دهند و بزرگترین عنصر منطقهٔ ایران و تورانی محسوب می‌گردند که علاوه بر چرای دام‌های محلی و عشایری در طول سال مورد استفاده حیات وحش نیز قرار می‌گیرند. به منظور تعیین چگونگی مدیریت بهینه و پایدار این مراتع در این تحقیق مدل پیش‌بینی تولید مرتع با استفاده از مدل SWAT[1] در حوزه آبخیز حبله‌رود واقع در استان‌های تهران و سمنان تعریف و مورد ارزیابی قرار گرفت. این حوضه با توجه به شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک تا خشک شامل سه ناحیه اکولوژیکی(نیمه‌استپی، استپی و بیابان) می‌باشد. واسنجی و اعتبارسنجی مدل توسط برنامه آنالیز عدم قطعیت(SUFI2[2]) موجود در مدل SWAT انجام گرفت. با توجه به داده‌های مشاهداتی شاخص سطح‌برگ، تولید و نتایج شبیه‌سازی شده، مشخص می‌گردد، مدل فوق دارای نتایج قابل قبولی در خصوص شبیه‌سازی این دو پارامتر می‌باشد. مدل SWAT تغییرات تولید شبیه‌سازی شده در منطقه نیمه استپی را بین ۰/۳۵ تا ۰/۵، در منطقه استپی بین ۰/۲۶ تا ۰/۱۵ و در منطقه بیابانی بین ۰/۰۳۳ تا ۰/۱ تن در هکتار نشان داد. همچنین آزمون آنالیز حساسیت نشان داد که هر چه از سمت منطقه نیمه‌استپی به سمت منطقه استپی و بیابانی حرکت کنیم پارامترهای آب و خاک از حساسیت بیشتری در رشد و تولید علوفه گیاهی برخوردار هستند. در انتها با استفاده از مدل واسنجی‌شده، مشخص گردید که در حال حاضر تعداد دام موجود در منطقه دو برابر تعداد واقعی است، بر این اساس و به منظور تصمیم‌گیری برای مدیریت بهتر منطقه دو سناریو تعریف گردید. نتایج نشان داد که انجام سناریو مدیریت منابع آب ۴۰٪ و سناریو مدیریت چرای تناوبی ۳۰٪ افزایش تولید و متعاقباً افزایش ظرفیت چرایی دام را در سطح منطقه به همراه دارد.

کلمات کلیدی: شبیه‌سازی مرتع و چرای دام، برنامه SUFI2، واسنجی، مدیریت مرتع

[1] Soil and water assessment tool
[2] Sequential Uncertainty Fitting

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱- مقدمه ۲

۱-۱ مرتع ۲

۱-۲ سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریت مرتع ۲

۱-۳ ضرورت استفاده از مدل‌ها ٤

۱-٤ مسئله تحقیق ٥

۱-٥ سوال‌های عمده تحقیق ٦

۱-٦ فرضیه ۷

۱-۷ اهداف ۷

۱-۸ معرفی عمومی فصول پایان‌نامه ۷

۲- مرور منابع ۱۰

۲-۱ مقدمه ۱۰

۲-۲ گونه‌های مورد مطالعه ۱۰

۲-۳ تعریف مدل ۱۰

۲-٤ مدلسازی در مرتع ۱۱

۲-٥ مدل‌های اکولوژیکی و اکوهیدرولوژیکی ۱۲

۲-٦ شرح مختصر مدل ارزیابی آب و خاک(SWAT) ۱٤

۲-۷ مزایا و معایب مدل SWAT ۱٥

۲-۸ سابقه استفاده از مدل SWAT در خارج و داخل از کشور ۱۷

۲-۹ جمع‌بندی ۲۲

۳- روش تحقیق ۲۴

۳-۱ مقدمه ۲٤

۳-۲ ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه ۲٥

۳-۳ انتخاب محل مورد مطالعه ۲۹

۳-٤ عوامل مورد مطالعه ۳۰

۳-۴-۱ اندازه‌گیری شاخص سطح‌برگ و تولید علوفه ۳۰

۳-٤-۲ اطلاعات محیطی و مدیریتی مورد نیاز مدل ۳۲

۳-٥ تئوری مدل SWAT ۳۲

۳-۵-۱ واحد پاسخ هیدرولوژیکی..... ۳۳
۳-۵-۲ چرخه هیدرولوژی در مدل SWAT..... ۳۳
۳-۵-۲-۱ فاز زمینی چرخه هیدرولوژیکی..... ۳٤
۳-۵-۲-۱-۱ رشد گیاه..... ۳٦
۳-۵-۲-۱-۲ ذخیرهٔتاجی..... ۳٦
۳-۵-۲-۱-۳ رواناب سطحی..... ۳۷
۳-۵-۲-۱-٤ تبخیر و تعرق..... ۳۷
۳-۵-۲-۱-۵ تبخیر و تعرق پتانسیل..... ۳۸
۳-۵-۲-۱-٦ آب موجود در خاک..... ۳۹
۳-٦ محاسبه رشد و عملکرد گیاه..... ۳۹
۳-٦-۱ بیوماس گیاه..... ٤۰
۳-۷ فرایندها و ورودی‌های مختلف مدل SWAT ٤۲
۳-۷-۱ اقلیم ٤۲
۳-۸ روش‌های مدیریتی مدل..... ٤٤
۳-۹ اطلاعات ورودی مدلSWAT..... ٤٤
۳-۱۰ اطلاعات خروجی مدل SWAT..... ٤٤
۳-۱۱ آماده سازی مدل و فرایند اجرا ٤٤
۳-۱۲ شرح مختصری بر واسنجی مدل SWAT..... ۴۵
۳-۱۳ مدل‌سازی معکوس..... ۴۶
۳-۱۳-۱ عدم قطعیت در مدل‌های مفهومی..... ۴۶
۳-۱۳-۲ عدم قطعیت در پارامترها..... ۴۷
۳-۱۳-۳ روش SUFI2 در انجام تحلیل عدم قطعیت..... ۴۸
۳-۱٤ آنالیز حساسیت..... ٤۹
۳-۱۵ الگوریتم SUFI2..... ۵۰
۳-۱٦ برنامه iSWAT..... ۵۲
۳-۱۷ تابع هدف..... ۵۵
۳-۱۷-۱ ضریب همبستگی..... ۵۵
۳-۱۷-۲ ضریب ناش-ساتکلیف..... ۵٦
۳-۱۷-۳ حاصل ضرب مربع خطا..... ۵۶
۳-۱۷-۴ حاصل جمع مربع خطا..... ۵۶

۳-۱۷-۵ مربع کای.....۵۷
۳-۱۷-۶ شیب خط رگرسیون(ضریب br^2).....۵۷
۳-۱۸روش تعریف پارامتر در مدلSWAT-CUP.....۵۸
۳-۱۹ پارامترهای بکار رفته در مدل.....۵۸
۳-۲۰ اعتبارسنجی.....۶۲
۳-۲۱ محاسبه روزهای پیوسته بحرانی در سطح منطقه.....۶۲
۳-۲۲ مدیریت مرتع در راستای افزایش تولید علوفه گیاه.....۶۳
۳-۲۲-۱ تعداد صحیح دام در مرتع.....۶۳
۳-۲۲-۲ ظرفیت چرایی مرتع.....۶۳
۳-۲۲-۳ عوامل موثر در تعیین ظرفیت چرایی.....۶۳
۳-۲۲-۴ روش محاسبه ظرفیت چرایی.....۶۴
۳-۲۳ جمع‌بندی ٦٥
۴- نتایج..... ۶۸
٤-۱ مقدمه.....٦٨
٤-۲ اطلاعات ورودی مدل SWAT.....٦٨
۴-۲-۱ نقشه پستی و بلندی حوزه آبخیز حبله‌رود.....۶۸
۴-۲-۲ نقشه پوشش‌گیاهی حوزه آبخیز حبله‌رود.....۶۸
۴-۲-۳ نقشه بافت خاک حوزه آبخیز حبله‌رود.....۷۱
۴-۲-۴ شیب منطقه.....۷۲
۴-۲-۵ داده‌های هواشناسی.....۷۲
٤-۲ مراحل اجرای مدل.....٧٤
٤-۳ آنالیز حساسیت.....٧٤
٤-٤ توصیف مراحل فنولوژیک دو گونه مورد مطالعه.....٧٦
۴-۵ واسنجی و اعتبارسنجی مدل SWAT.....۷۸
۴-۵-۱ نتایج شبیه‌سازی رواناب.....۷۸
۴-۵-۲ نتایج شبیه‌سازی شاخص سطح برگ.....۸۰
٤-٥-۳ نتایج شبیه‌سازی تولید.....۸۱
٦-٤ بررسی تغییرات فاکتورهای محیطی با استفاده از مدل.....۸۳
٤-۷ ارزیابی سناریوهای مدیریتی مرتع با استفاده از مدل شبیه‌سازی شده. ۸۷
۴-۷-۱ سناریو مدیریت منابع آب با استفاده از روش‌های اصلاحی مرتع... .....۸۸

۴-۷-۲ سناریو مدیریت چرا با استفاده از روش سیستم چرای تناوبی.....۸۹
۵- بحث ۹۲
۵-۱ مقدمه.....۹۲
۵-۲ تحلیلی بر مرور منابع انجام شده در این تحقیق.....۹۲
۵-۳ تاثیر اطلاعات ورودی مدل در دقت شبیه‌سازی.....۹۳
۵-٤ اهمیت چرخه هیدرولوژیکی در مطالعات رشد گیاه.....۹٤
۵-۵ آنالیز حساسیت و واسنجی دبی، شاخص سطح‌برگ.....۹۵
۵-٦ آنالیز حساسیت و واسنجی تولید گیاه.....۹۷
۵-۷ بررسی تغییرات فاکتورهای محیطی با استفاده از مدل.....۹۸
۵-۹ ارزیابی سناریوهای مدیریتی مرتع.....۱۰۲
٦- نتیجه‌گیری.....۱۰٤
٦-۱ مقدمه.....۱۰٤
٦-۲ آنالیز حساسیت و واسنجی عامل‌های مورد مطالعه ۱۰۴
۶-۳ بررسی تغییرات فاکتورهای محیطی **۱۰۵**
۶-۴سناریو مدیریت منابع آب با استفاده از روش‌های اصلاحی مرتع.....۱۰۵
۶-۳ سناریو مدیریت چرا با استفاده از روش سیستم چرای تناوبی..... ۱۰۵.
٦-٤ پیشنهادات پژوهشی.....۱۰٦
منابع.....۱۰۸

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱- ۱پراکنش جنس درمنه (الف) در ایران (ب) در حبله رود ۶
شکل ۲-۱ سیر تکاملی مدل SWAT ۱۵
شکل ۳-۱ مراحل انجام تحقیق..... ۲۴
شکل۳-۲ موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز حبله رود ۲۶
شکل۳-۳ پراکنش تیپهای گیاهی درمنه ۲۷
شکل۳-۴ انتخاب پایه گیاهی درمنه به منظور آماربرداری در سطح حوزه آبخیز حبله‌رود . ۲۹
شکل ۳-۵ مراحل اندازه‌گیری شاخص سطح برگ در حوزه آبخیز حبله‌رود..... ۳۱
شکل ۳-۶ نمایش چرخه هیدرولوژیک در SWAT ۳۵
شکل۳-۷ قسمتهای مختلف مدل SWAT ۴۲
شکل ۳-۸ رابطه بین عدم قطعیت در پارامترهای ورودی و عدم قطعیت در خروجی ۴۹
شکل ۳-۹ روند ساخت مجموعه پارامترها به روش LH..... ۵۱
شکل ۳-۱۰- روند کلی کار نرم افزار SUFI2 .....۵۴
شکل ۴-۱ نقشه پستی وبلندی حوزه آبخیزحبله‌رود ۶۹
شکل ۴-۲ نقشه پوشش گیاهی حوزه آبخیز حبله‌رود ۷۰
شکل ۴-۳ نقشه بافت خاک حوزه آبخیز حبله‌رود ۷۱
شکل ۴-۴ ایستگاه‌های هواشناسی مد نظر در حوزه آبخیز حبله‌رود ۷۳
شکل ۴-۵ پلات شاخص رشد سطح برگ($m^2\ m^{-2}$) گیاه *A.sieberi* ۷۷
شکل ۴-۶ پلات شاخص رشد سطح برگ(*m2 m-2*) گیاه *A.aucheri*..... .....۷۸
شکل ۴-۷ مقایسه داده‌های مشاهداتیِ دبی(خط قرمز) با داده‌های شبیه سازی شده ۷۹
شکل ۴-۸ پراکنش سایت‌های مطالعاتی ۸۰
شکل ۴-۹ مقایسه داده‌های مشاهداتیِ شاخص سطح برگ(خط قرمز) با ۸۱
شکل ۴-۱۰ مقایسه داده اندازه‌گیری شده تولید(نقاط آبی) با داده‌های شبیه سازی شده به صورت باند اطمینان در سطح ۹۵٪ ۸۲
شکل ۴-۱۱ متوسط درجه‌حرارت، تبخیر و تعرق واقعی گیاهان، ۸۴
شکل ۴-۱۲ دوره رویشی گیاه درمنه و طول دوره‌های خشک در سایت C و D ۸۵
شکل ۴-۱۳ دوره رویشی گیاه درمنه و طول دوره‌های خشک در سایت E و F ۸۶
شکل ۴-۱۴ تولید شبیه‌سازی شده بر اساس مدل واسنجی شده..... ۸۷
شکل ۴-۱۵ تولید شبیه‌سازی شده بر اساس مدل واسنجی شده با اعمال مدیریت.....۸۸

شکل ۴-۱۶ تولید شبیه‌سازی شده بر اساس مدل واسنجی شده با اعمال مدیریت چرا ۸۹
شکل ۴-۱۷ تولید شبیه‌سازی شده بر اساس مدل واسنجی شده در شرایط ایده‌ال.. ..... ۹۰

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ ترکیب مدل‌های اکولوژیکی و اکوهیدرولوژی.....۱۳
جدول۳-۱ مشخصات عامل‌های محیطی در سه ناحیه اکولوژیکی ۲۹
جدول۳-۲ مهم‌ترین پارامترهای بکار رفته در مدل SWAT..... ۵۹
جدول۳-۳ توضیحات مربوط به فایل‌های ورودی مدل SWAT ۶۱
جدول ۴-۱ ویژگی‌های فیزیوگرافی حوزهٔ ابخیز.....۶۹
جدول ۴-۲ نوع و درصد پوشش گیاهی حوزهٔ آبخیز حبله‌رود.....۷۰
جدول ۴-۳ درصد و نوع بافت خاک حوزهٔ آبخیز حبله‌رود.....۷۱
جدول۴-۴ طبقه و درصد شیب حوزهٔ آبخیز حبله‌رود ۷۲
جدول۴-۵ مشخصات و اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی..... ..... ۷۳
جدول ۴-۶ مشخصات پارامترهای حساس و تاثیرگذار بر دبی و شاخص سطح برگ ۷۵
جدول ۴-۷ مشخصات پارامترهای حساس و تاثیرگذار بر تولید.....۷۶
جدول ۴-۸ نتایج واسنجی و اعتبارسنجی دبی برای ۸ ایستگاه.....۷۹

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

بیان مساله

۱-۱ مرتع

" تعاریف ارائه شده از مرتع در منابع مختلف متفاوت می‌باشد که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌شود؛ بر اساس تعریفی که در سال ۱۳۸۳ به وسیله انجمن مرتعداری ایران ارایه گردیده، مرتع زمینی است اعم از کوه، دامنه و یا زمین مسطح با پوششی از نباتات طبیعی خودرو که پوشش گیاهی آن غالباً علفی، بوته‌ای، درختچه‌ای و یا به صورت پراکنده دارای درخت بوده و به عنوان منبع تولید غذا برای دام اهلی، حیات وحش و یا سایر مواهب طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. (مواهب طبیعی عبارتند از حفظ خاک، تعدیل و ذخیرهٔ آب، تلطیف هوا، گردشگری، حفظ ذخایر ژنتیکی، زیستگاه حیات وحش، محصولات غیر علوفه‌ای و ارزش‌های غذایی، صنعتی و دارویی) در قانون حفاظت و بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع؛ مرتع عبارت است از کوه، دامنه و یا اراضی مسطحی که در فصل چرا دارای پوششی از نباتات علوفه‌ای خودرو بوده و با توجه به سابقهٔ چرا، عرفاً مرتع شناخته شود. اراضی که آیش زراعت هستند ولو آنکه دارای پوشش نباتات علوفه‌ای خودرو باشند، مشمول تعریف مرتع نیستند"(اسکندری و همکاران، ۱۳۸۷).

بر این اساس، مراتع ایران با وسعت ۸۶/۱ میلیون هکتار، وسیع‌ترین عرصه حیاتی کشور(حدود ۵۴٪) را شامل می‌شوند که بیش از ۷۰٪ درصد از این مراتع در ناحیهٔ خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌است(عصاره و سیداخلاقی، ۱۳۸۸). کاربری عمومی این اراضی در کشور، استفاده به عنوان چراگاه بوده و چرای بیش از ظرفیت مرتع در این نواحی اغلب منجر به کاهش کمی و کیفیِ پوشش گیاهی و خاک شده درنتیجه موجب افزایش زمین‌های بایر و توسعه بیابان‌زایی گردیده‌است (ارزانی و همکاران، ۱۳۸۶).

۱-۲ سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریت مرتع

" بر اساس طرح مدل پویایی مراتع کشور[1]، نرخ کاهش مراتع خوب و عالی طی سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۷۴ معادل ۳۵ درصد و در هر سال ۱/۷۵ درصد بوده‌است. نرخ افزایش مراتع متوسط و مراتع فقیر طی همین دوره به ترتیب ۳۸ و ۱۷ درصد و سالانه ۱/۹ و ۰/۸۵ درصد بوده‌است. بنابراین در شرایط فوق با ادامه وضع موجود در افق ۱۴۰۰، سطح مراتع غنی(خوب و عالی) به ۸/۶ میلیون هکتار خواهد رسید که روند کاهش را طی خواهد نمود. همچنین دام متکی به مرتع از ۸۳ میلیون واحد دامی تا سال ۱۴۰۰ به ۹۵ میلیون واحد دامی خواهد رسید، لذا بهره‌برداری نادرست از مراتع تا زمان پایین بودن هزینهٔ تعلیف در مراتع در مقایسه با هزینه تعلیف دستی و کاهش بازدهی آن، تداوم تخریب مراتع را موجب می‌گردد"(اسکندری و

[1]- ازکیا و جعفری، ۱۳۸٤(دانشگاه تهران- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور)

همکاران، ۱۳۸۷). با ذکر این مقدمه در ادامه به تشریح علل تخریبِ زیست‌بوم حوزهٔ آبخیز حبله‌رود و اهمیت مطالعات مدیریتی مرتع در این منطقه پرداخته می‌شود.

حوزهٔ آبخیز حبله‌رود در بین استان‌های تهران و سمنان واقع گردیده و از زیر حوضه‌های دشت کویر محسوب می‌شود این حوضه از نظر شرایط اکولوژیک از کوه‌های مرتفع شروع شده و به نقاط پست در دشت گرمسار ختم می‌شود و تغییرات پوشش و فلور آن بسیار متنوع و متفاوت می‌باشد. تمامی این تغییرات که خود از عوامل موثر در تغییر زیست‌بوم‌های مرتعی است، سبب گردیده که زیست‌بوم‌های مشخصی را در منطقه بتوان دید و عوامل مخرب نیز بصورت متفاوت در تخریب و تغییر آن در جهت منفی نقش داشته‌است. با توجه به نزدیکی این حوضه به پایتخت کشور شاید بتوان اولین عامل تخریب در این منطقه را توسعهٔ کشاورزی دانست(سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۳). ادامه تصرف زمین با توجه به نرخ ارزش اقتصادی آن و تبدیل آن به زراعت، باغ، توسعه روستا و در نهایت تقدم کشاورزی بر دامداری سبب گردید به تدریج عرصه مراتع کاهش یابد. متاسفانه عدم در نظر نگرفتن پتانسیل‌های تولید منابع پایه آب، خاک، گیاه و بهره‌برداری‌های غیر اصولی انجام گرفته، سبب گردید که تقریباً این زیست‌بوم مرتعی به شدت تخریب و در جهت منفی سیر نماید، همچنین رشد جمعیت در کشور و به تبع آن در این حوضه باعث شده که تغییرات بهره‌وری از اراضی برای تامین نیازهای این جمعیت چه از نظر مسکن، صنعت، مراکز علمی و غیره سبب تغییر در سطح منابع ملی و طبیعی در نهایت فشار بر عرصه مراتع در بهره‌برداری گردد این فشار زمانی دو چندان گردید که جمعیت دامی نیز بر اساس نیاز انسان به تامین گوشت و سایر فراورده‌های لبنی افزایش پیدا کرد و عدم تعادلی بین سطح مراتع و تعداد دام حاصل شد. بطوریکه در استان تهران جمعیت دامی در حال حاضر ۲/۵ برابر ظرفیت تولیدی مراتع است بدیهی است با این جمعیت، بهره‌برداری از مراتع به‌شدت افزایش یافته و در نهایت حرکت در جهت ویرانی زیست‌بوم دیده می‌شود. براین اساس، مدیریت و بهره‌برداری اصولی از مراتع باید در یک چارچوب علمی و با در نظر گرفتن حفظ منابع اصلیِ پایه(خاک، آب و گیاه) با روش علمی بهره‌برداری مستمر و پایدار انجام گیرد، از آنجایی که پتانسیل تولیدی مراتع دائمی نبوده و تولید بلندمدت مرتع و در کل زیست‌بوم‌های مرتعی همواره تحت تأثیر این عوامل و تغییرات پیش‌بینی نشده آب و هوا، تغییرات فصلی و عوامل اجتماعی و اقتصادی قرار می‌گیرد. بنابراین می‌بایست تولید مراتع مورد ارزیابی مستمر قرار گیرد، تا بتوان با اعمال مدیریت زیست‌بوم[1]، مدیریت مرتع[2]، مدیریت چرا[3] و همچنین با انجام اصلاح راهبردها، اقدامات اصلاحی و احیایی مراتع، بهره‌برداری طولانی مدت را افزایش و روند تخریب مراتع را کاهش داد. به عبارتی، مطلوب‌ترین گیاهان را با برآورد تولید بلندمدت حفظ و به آنها اجازه رشد و نمو داده تا به حداکثر عملکرد و پایداری مرتع دست‌یابیم(احسانی،۱۳۸۶). لذا در هر راهبرد بلندمدت در خصوص مدیریتِ مرتع باید همه عامل‌ها و تغییرات در آن مدنظر قرار گیرد. گام نخست در جهت تقویت پایه‌های علمی برای اتخاذ چنین راهبردی دستیابی به درک بهتر، از عملکردِ اکوسیستم، عامل‌های غیرزنده و زنده آن است. اگر قرار است برآورد صحیحی از تاب و توان یک زیست‌بوم مرتعی در تحلیل فشار ناشی از

[1] - Ecosystem management
[2] - Range management
[3] - Grazing management

فعالیت‌های بشر داشته باشیم، ضروری است، این گام نخست را برداریم. در این بین مدل‌سازی بـه مـا اجـازه می‌دهد که دانش و دانستی‌های خود را افزایش دهیم. مزیت مدل آن است کـه آنچـه را کـه از موقعیـت درک می‌شود به طور خلاصه نشان می‌دهد(فرح‌پور،۱۳۸۴).

۱-۳ ضرورت استفاده از مدل‌ها

مراتع زیست‌بوم‌های بسیار پیچیدهٔ اکولوژیکی هستند که نسبت به تغییـراتِ عوامـل اقلیمـی بخـصوص بارندگی حساسند. وقتی این عامل با سایر عامل‌های محیطی و موجود زنده آمیختـه مـی‌شـود، ایـن معنـی را می‌دهد که استفاده از مطالعات تجربی برای کسبِ درک جامع از اینکه چگونه مراتع بـه عـواملی ماننـد آب و هوا، آتش‌سوزی، چرا و مدیریت واکنش نشان می‌دهد، به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد زیرا که مطالعات موردی به اجبار در موقعیت‌های خاص و چهارچوب‌های زمانیِ کوتاه مدت واقع می‌شوند(معمولا ۵-۱۰ سال یا کمتر) و بسیار هم پر هزینه هستند(گزارش موسسه تحقیقات خشکیِ[1] استرالیا، ۲۰۰۴). همچنـین درک و جمـع‌آوری همهٔ اطلاعات در خصوص پوشش‌گیاهی و تولید علوفه در عرصه‌های طبیعی، به لحاظ محدودیت‌های مالی و زمانی، شرایط فیزیکی حاکم بر زیست‌بوم‌های مرتعی و نیـز نوسـانات غیرقابـل پـیش‌بینـی اقلیمـی، از قبیـل خشکسالی‌های درازمدت، در حد مورد نیاز میسر نمی‌باشد. عامل شبیه‌سازیِ مـدل‌هـا، ایـن امکـان را فـراهم می‌کند که دینامیک‌های پیچیدهٔ سیستم مرتع در کدهای کامپیوتری ثبت شده و بعـد از ارزیـابی در پـیش‌بینـی عکس‌العمل سیستم مرتعی به تغییرات عوامل آب و هوایی، ادافیک خاک، موجودات زنده، اقتصاد و مـدیریت مورد استفاده قرار گیرد. مدل‌ها با پیوند با مدیران مراتع به فهم و درک اطلاعات از زیست‌بوم پیچیدهٔ مرتـع و تصمیم‌گیری مناسب کمک می‌نمایند(گزارش موسسه تحقیقات خشکیِ استرالیا، ۲۰۰۴).

برای مدل‌هایی با ورودی‌های گسترده، ممکن است امکان تهیهٔ همهٔ اطلاعات لازم میسر نباشد، پس کاربرد آنها می‌تواند، محدود شود. برعکس بعضی از مدل‌های ساده ممکن است بطور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گیرند، اما راندمان(خروجی) آنها احتمال دارد از ارزش محدودی برخوردار باشد. دانشِ اطلاعات مورد نیازِ مـدل‌هـا برای هر تصمیم‌گیری دربارهٔ کاربرد آنها در موقعیت‌های ویژه و همچنین به منظور ارزیابی مناسـب و کـاربرد خروجی‌های مدل مهم است. مدل‌ها از روابط سادهٔ خطی تا معادلات پیچیده برای بیان دنیای واقع تقسیم‌بندی می‌شوند. اما صرفنظر از اینکه نوع مدل چیست و چگونه نوشته می‌شود برای ورود به این علم بایـد بـه چنـد نکته اساسی توجه داشت(فرحپور، ۱۳۸۴). برای سـاخت مـدل بایـد سیـستم را خـوب شـناخت و محـدودهٔ، ساختمان و فرآیندهای آنرا دانست، بر این اساس هر سیستم دارای مجموعه‌ای از ورودی‌هاسـت. باتوجـه بـه وظیفه‌ای که در این جهان بر عهده گرفته دارای قدرت عمل‌آوری است و حاصل این اقدام منجر به خروجـی قابل انتظار می‌شود. درک مطلب ساده فوق اصل مدل‌سازی را توجیه می‌کند. این بررسی‌ها به ما کمک می‌کند تا با اطمینان بیشتری از این مدل‌ها استفاده کنیم. ارزش واقعی هر مدل در برآوردن: نیازهای اطلاعـاتی کـاربر،

[1] CSIRO(Sustainable ecosystems)

قابل اعتماد بودنِ آن، نیاز به حداقل اطلاعات ورودی و در دسترس بودن اطلاعات می‌باشد و اینکه نتایج حاصل از مدل کاراییِ قابل قبولی داشته‌باشد(گاسمن[1] و همکاران،۲۰۰۷).

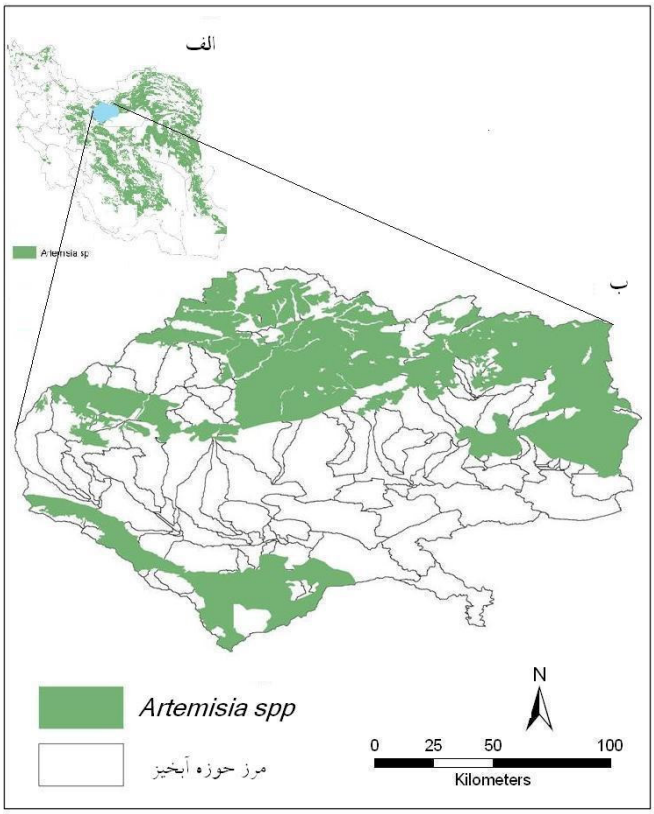
۱-٤ مسئله تحقیق

درمنه‌زارهای ایران با وسعت ۳۹/۷۱ میلیون هکتار، ۴۶/۷۵ درصد از پوشش مراتع را به خود اختصاص می‌دهند(شکل۱). این گیاه در ایران همانند سایر نقاط دنیا دارای پراکنش گسترده‌ای است، به طوری که در کلیهٔ مناطق رویشی کشور از هیرکانین گرفته تا سواحل خلیج‌فارس، دریای عمان، سند صحاری و نواحی ایران و تورانی می‌توان گونه‌هایی از آن را مشاهده کرد(مظفریان، ۱۳۶۸). از آنجایی‌که حوزهٔ آبخیز حبله‌رود از بلندی‌های سلسله جبال البرز در شمال کشور شروع شده و به دشت گرمسار در جنوب ختم می‌گردد؛ تنوع آب و هوایی، خاک، شیب، شکل و ساختار زمین سبب گردیده که پوشش‌گیاهی منطقه از تنوع خاصی برخوردار بوده و گونه‌های متفاوت که سازگاری مختلفی به شرایط اکولوژیک خاص دارند در منطقه دیده شود(سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۳).

براساس مطالعات یکپارچه آب و خاک حوزهٔ آبخیز حبله‌رود(۱۳۸۳)، ۳۵۰ گونه گیاهی با فرم رویشیِ درخت، درختچه، بوته، فورب و علفی‌ها(یکساله و چندساله) در این منطقه شناسایی گردیده‌است، که دو گونه *Artemisia aucheri* Besser(1835) و *Artemisia sieberi* Boiss(1875) در حبله‌رود شمالی و جنوبی از گیاهان غالب مرتعی می‌باشند که بیش از ۳۸ درصد حوضه را پوشش داده‌اند. از این‌رو شبیه‌سازیِ رشد گیاه و برآورد عملکرد آن به منزلهٔ عاملی در دستِ مدیران در مسیر ادارهٔ بهتر مراتع با پوشش غالب این دو گونه می‌باشد. در واقع "رشد" را می‌توان به طرق مختلف مورد بررسی قرار داد؛ برگ‌ها اندام‌های اصلی فتوسنتز هستند و میزان تشعشع جذب شده برای عمل فتوسنتز عمدتاً بر اساس سطح آنها انجام می‌شود. بنابراین شبیه‌سازی دقیق و صحیحِ تغییرات زمانیِ شاخص سطح برگ، اولین ضرورت در کلیهٔ مدل‌های شبیه‌سازی رشد گیاهان است(نصیری، ۱۳۷۹). همچنین هر پوشش‌گیاهی را می‌توان به طور همزمان به وسیلهٔ انواع مختلفی از متغیرهای وضعیت، نظیر ارتفاع، وزن تر، وزن خشک، شاخص سطح برگ و غیره تعریف و بیان نمود(نصیری، ۱۳۷۹)، زیرا این خصوصیات به یکدیگر مرتبط هستند و در برخی موارد می‌توان از این همبستگی‌ها استفاده کرد بر این اساس در این تحقیق، رشد با تعیین تغییرات شاخص سطح برگ در واحد زمان مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب با توجه به تغییرات شاخص سطح برگ در مراحل مختلف زندگی گیاه با تصمیم‌گیری‌های بجا می‌توان زمینه را برای ایجاد رقابت و فشارهای فیزیولوژیکی در نظم رویشی گونه‌های نامرغوب فراهم نموده و ترکیب گیاهی مراتع را به نفع گونه‌های مرغوب تغییر داد. در پژوهش حاضر جهت شبیه‌سازیِ رشد گیاه درمنه(*A. spp*) به منظور برآورد تولید، مدل SWAT مورد استفاده قرار خواهد گرفت. این مدلِ یک مدل نیمه توزیعی- مکانی است که توسط سرویس تحقیقات کشاورزی ایالات متحده[2] تهیه شده است. SWAT برای پیش‌بینی تاثیر روش‌های مدیریتی متفاوت بر جریان، رسوب، تولیدِ گیاه و بیلان مواد شیمیایی در حوضه‌هایی با خاک، کاربری اراضی و شرایط مدیریتی متفاوت برای دوره‌های

[1] Gassman
[2] -USDA

زمانی طولانی ارائه شده‌است(نیتچ[1] و همکاران، ۲۰۱۱). لذا به نظر می‌رسد، مدل SWAT در پیشبرد اهـداف این تحقیق موثر باشد.



شکل ۱-۱ پراکنش جنس درمنه(a) در ایران(b) در حوزهٔ آبخیز حبله رود
(گزارش طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۳۸۸)

۱-۵ سوال‌های عمدهٔ تحقیق

هدف از هر تحقیقی رسیدن به پاسخِ سوالات متعددی است که در ذهـن پژوهـشگر ایجـاد مـی‌گـردد. سوال‌های عمده‌ای که تحقیق حاضر در جستجوی پاسخی قابل قبول برای آن است، به شرح ذیل می‌باشد:

۱. آیا ارزیابی عمومیِ رشد(تغییرات شاخص سطح‌برگ) گیاه درمنه و تولید علوفه آن با اسـتفاده از مدل SWAT امکان‌پذیر است؟
۲. بر اساس شرایط محیطی و اکولوژیکی منطقه پارامترهای حساس به رشد گیاه و عملکـرد آن، کدام‌ها هستند؟
۳. مدیریت بهینه درمنه‌زارهایِ حوزهٔ آبخیز حبله‌رود با توجه به شرایط موجود چگونه است؟

[1]- Neitsch

۱-٦ فرضیه

در پاسخ به هر سوالی معمولاً در ابتدا فرضیه‌هایی شکل می‌گیرد که پاسخگویی به سوالات تحقیق بستگی به رد یا قبول فرضیه ایجاد شده، می‌باشد. فرضیه‌های این تحقیق شامل موارد زیر است:

- مدل SWAT در برآورد رشد و تولید گیاه مرتعی کاراییِ مناسبی دارد.
- اثر اقدامات حفاظتی و مدیریتی مراتع را می‌توان با مدل SWAT بررسی نمود.
- حوزهٔ آبخیز حبله‌رود دارای مناطق بحرانی از لحاظ کاهش تولید گیاه درمنه است.

۱-۷ اهداف

هدف‌های اساسی این تحقیق عبارتند از:

- سنجش مدل SWAT در شبیه سازی رشد گیاه مرتعی و برآورد تولید آن.
- ارائه اقدامات مدیریتی مناسب جهت حفظ پوشش گیاهی و تقویت وضعیت مراتع مورد مطالعه.
- تعیین بخش‌هایی از حوضه که میزان تولید گیاه درمنه در آن مناطق در حد بحرانی می‌باشد.

تلاش بر آن است تا با دستیابی به این اهداف بتوان گامی در جهت تقویت گیاهان مرغوب برداشت و با تصمیم‌گیری‌های مناسب، زمینه را برای ایجاد رقابت و فشارهای فیزیولوژیکی در نظم رویشی گونه‌های نامرغوب فراهم کرد و ترکیب گیاهی مراتع را به نفع گونه‌های مرغوب تغییر داد.

۱-۸ معرفی فصل‌های پایان‌نامه

در فصل اول ابتدا به تعریف مرتع، لزوم انجام مطالعات ارزیابی و مدیریت مرتع پرداخته و اهمیت استفاده از مدل‌ها در مراتع به‌ویژه در مطالعه حاضر مورد تاکید قرار می‌گیرد. نهایتاً به بیان سوال‌ها، فرضیه‌ها و اهداف تحقیق می پردازد.

در فصل دوم مروری بر مطالعات انجام شده با مدل در مراتع و مقایسه آن مدل‌ها با مدل SWAT بررسی می‌گردد. فصل سوم در برگیرنده معرفی منطقه مورد مطالعه و شرایط مختلف حاکم بر آن، تئوری مدل SWAT و الگوریتم SUFI2 ، نحوه آماده‌سازی داده‌ها و اجرای مدل SWAT، معرفی برنامه محاسبه روزهای پیوسته بحرانی از لحاظ بارندگی، درجه حرارت و رطوبت خاک، معرفی معیارهای ارزیابی شبیه‌سازی‌ها، معرفی سناریوهای در نظر گرفته شده، برای مدیریت مرتع است. در فصل چهارم به بیان نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر در هر یک از مراحل ذکر شده در فصل سوم پرداخته می‌شود. فصل پنجم بحثی در مورد نتایج ارائه شده صورت می‌گیرد و جمع‌بندی از بحث به صورت نتیجه‌گیری در فصل ششم بیان می‌گردد و در آخر پیشنهادهایی برای ادامه تحقیقات بعدی ارائه می‌گردد.

فصل دوم

مروری بر منابع

۲– مروری بر منابع

۲-۱ مقدمه

در فصل قبل سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریت مرتع و اهمیت استفاده از مدل‌ها بیان شد و اینکه مدل SWAT با توجه به ویژگی‌های موجود و هدف این مطالعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در استفاده از هر مدل، روش یا فرمول آماری جهت کسب اطمینان بیشتر در مورد کارایی و قابلیت آن با توجه به مطالعاتی که در گذشته انجام شده، می‌توان پشتوانه‌ای در انجام تحقیقات فراهم نمود. در این فصل سعی می شود در ابتدا مروری بر مطالعات انجام شده با مدل در مراتع پرداخته شود، سپس از میان انبوه تحقیقاتی که مدل SWAT را مورد استفاده قرار داده‌است، گروهی که نزدیکی بیشتری به هدف مطالعه حاضر دارد، انتخاب و به طور خلاصه بیان می‌گردد.

۲-۲ گونه‌های مورد مطالعه:

جنس *Artemisia* به انگلیسی Sage brush و در فارسی هم درمنه، پوشان و ترخ نامیده می‌شود. زهری[1] (۱۹۶۳) در مطالعات خود درمنه را بزرگترین عنصر منطقه ایران و تورانی می‌داند. هم اکنون نیز بر اساس گزارش نقشه طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور(۱۳۸۸)، درمنه‌زارهای ایران با وسعت ۳۹/۷۱ میلیون هکتار، ۴۶/۷۵ درصد از پوشش مراتع را با ۳۴ گونهٔ گیاه علفیِ یکساله و چندساله به‌خود اختصاص داده‌اند که دو گونه از این جنس به نام‌های *A .sieberi* و *A. aucheri* مجموعاً پوشش غالب مناطق خشک و نیمه خشک را تشکیل می‌دهند که بخش اعظم منطقهٔ ایران و توران را شامل می‌شود(مظفریان، ۱۳۶۸). آذرنیوند(۱۳۸۲) در تحقیق خود بیان می‌دارد، این دو گونه از جنبه‌های حفاظت خاک، تولید علوفه و ترکیبات شیمیایی حائز اهمیت فراوانی هستند. لذا با توجه به اهمیت و فراوانی آنها در فلور ایران، شبیه‌سازی رشد و تولید این گونه در این تحقیق مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

۲-۳ تعریف مدل

یک مدل نماینده‌ای از حقیقت است. در واقع می‌توان گفت که مدل شکل خلاصه شده‌ای از سیستم تحت مطالعه است بنابراین برای ساخت مدل باید سیستم را به‌خوبی شناخته و از طرف دیگر محدودهٔ، ساختمان و فرآیندهای آنرا دانست. لذا نباید از مدل انتظاری بیش از حد توانش را داشت. سطح انتظار ما از دقت مدل به چندین عامل بستگی دارد که میزان اطلاعات از سیستم، هزینهٔ زمانی و مکانی؛ مهمترینِ آن عامل‌ها می‌باشند(فرحپور، ۱۳۸۴).

[1] - Zohari

۲-٤ مدل‌سازی در مرتع

اثرات متقابل فرایندهای اکولوژیکی و محیطی به کمک مدل‌سازی پیوسته قابل بررسی است. این شناخت در امر بررسی تغییرات پوشش گیاهی و اثرات آن بر منابع آبی و خاکی کمک قابل توجهی می‌کند. کاربرد مدل‌های مفهومی از زمان شروع مطالعات مراتع می‌باشد، اما از سال ۱۹۶۰ میلادی که ابزار کامپیوتر به آسانی در دسترس قرار گرفت، توسعهٔ گسترده مدل‌های کمی و کیفی هم اتفاق افتاد. این مدل‌های جدید، مدل‌های مراحل زیست فیزیکی بودند که چگونگی عملکرد سیستم‌ها را تشریح می‌کردند و می‌توانستند در پیش‌بینی شرایط آینده و واکنش‌های احتمالی در عملیات برنامه‌ریزی شده، مورد استفاده قرار گیرند. اغلب مدل‌های تحقیقاتی بودند که برای چندین هدف به منظور سازماندهی ساختار دانش کنونی، متمرکز شدن روی فاصله اطلاعاتی(گپ اطلاعات)، پرورش دادن رویکردهای چند منظوره و یک ابزار موثر برای مطالعه‌های رفتار و اثرات متقابل در زیست‌بوم‌های پیچیده ساخته می‌شدند (گزارش موسسه تحقیقات خشکی استرالیا، ۲۰۰۴). بسیاری از این مدل‌ها به وضوح سلیقه‌های سازندگان خود را منعکس می‌کردند و فقط تعدادی از آنها مجموعه‌های جامعِ منابع را مورد توجه قرار می‌دادند(به طور مثال رشد گیاهان مرتعی ویا قابلیت دسترسی گیاهان به مواد غذایی و خاک). توسعه این مدل‌ها اغلب تحت تاثیر سیستم یا محدودهٔ کاربردی مد نظر سازندگان آنهاست که کاربرد این مدل‌ها را در سایر مناطق مشکل و یا محدود ساخته است.

در دهۀ ۱۹۸۰ تمایل زیادی برای توسعه سیستم‌هایی بر مبنای سامانه‌های تصمیم‌گیری چند منظوره (DSS)[1] وجود داشت. در ابتدا بسیاری از این‌ها، مدل‌های شبیه‌سازیِ موجود با نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی شده ویژه بودند. همان طور که از اسم آنها مشخص است، این سامانه‌ها قادر به کمک برای تصمیم‌گیری بوده و اغلب مدل‌های زیست فیزیکی به منظور ارزیابی گزینه‌ها استفاده می‌گردیدند. این سیستم‌ها همچنین شامل یک جزء اقتصادی به منظور پشتیبانی از مدل‌های زیست فیزیکی می‌شدند(گزارش موسسه تحقیقات خشکی استرالیا، ۲۰۰۴).

در دهه ۱۹۹۰ گروهی از مدل‌های اکولوژی و کاربردی در زمینه علوم مرتع و مرتعداری شامل مدل‌های خطی و غیرخطی به منظور توصیف و تحلیل پوشش گیاهی شکل گرفتند. از مهمترین مدل‌های خطی مدل توالی مرتع می باشد بر این اساس هر اکوسیستم مرتعی چنانچه مورد چرا قرار نگیرد به یک وضعیت پایا به نام اوج[2] می‌رسد. در جهت رسیدن به این وضعیت اوج، یکسری تغییرات پیوسته که تحت تاثیر عوامل محیطی می‌باشد، پدیدار می‌گردد. این مدل دارای کاربرد وسیع و قابل ارائه در مناطق دشتی، علفزارهای کوهستانی و مناطق دینامیک و پویا در منطقه استپی و نیمه استپی بود اما این مدل نمی‌توانست به طور کامل تغییرات پوشش گیاهی را توصیف نماید. از جمله مدل‌های غیر خطی می‌توان به مدل حال وانتقال که دارای تغییرات غیر خطی وتعیین مسیرهای چندگانه است، اشاره کرد، این مدل جایگزین مدل توالی معرفی شد و به وسیله برخی از دانشمندان استرالیا مورد بحث قرار گرفت. به تعبیر این دانشمندان، پویایی زیست‌بوم‌های مرتعی را در بسیاری از مکان‌ها می‌توان به خوبی با تجسم مجموعه‌ای از حالت‌های مشخص رستنی‌ها و مجموعه‌ای از

[1] Decision Support Systems
[2] Climax

گذرهای میان آنها توصیف کرد. از مدل‌های متکی بر عملکرد اکوسیستم می‌توان بـه دو مـدل سـلامت مرتـع (پلت[1] و همکـاران، ۲۰۰۰) بـرای تعیـین عملکـرد و اسـتحکام فراینـدهای اکولوژیـک و همچنـین عملکـرد چشم‌انداز(تانگوی و هیندلی[2]، ۱۹۹۵) اشاره کرد، هدف از این دو مدل تعیـین عملکـرد مرتـع بـر پایـهٔ تـوان اکولوژیک مرتع و حاصلخیزی آن بود. اگرچه که این مدل‌ها از جمله مدل‌های کاربردی در زمان خود معرفـی شدند، اما مشکل اصلی این گونه مدل‌ها این است که آنها قادرند تنها یک یـا دو متغییـر را بـرآورد نماینـد. از اشکالات عمده این مدل‌ها عدم واسنجی و اعتبارسنجی آنها می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه عوامل متعددی در رشد و تولید گیاه مؤثرند در این گونه مدل‌ها همهٔ فاکتورهای موثر برای مدل کـردن ایـن ارتبـاط در نظـر گرفته نشده‌است(گزارش موسسه تحقیقات خشکی استرالیا، ۲۰۰۴).

امروزه بوم شناسان تأکید زیادی بر بکـارگیری مـدل‌هـای کمـی و پیوسـته بـر اسـاس در نظـر گـرفتن فرآیندهای موجود و در نظر گرفتن روابط بین آنها در طبیعت دارند. به همین منظور مدل‌هـای اکولـوژیکی، و اکوهیدرولوژیکی متعددی تهیه و تدوین گردیدند. این مدل‌ها در مقیاسهای وسیعی بـه کـار بـرده مـی‌شـوند. مدل‌هایی که در این مقیاس‌ها بکار گرفته می‌شوند اغلب آنها به اطلاعـاتی در زمینـهٔ اقلـیم، خـاک و پوشـش گیاهی نیازمندند و در تعدادی از مدل‌ها عدم وجود اطلاعات کافی موجب شـده کـه مـدل دارای کاربردهـای محدودی باشد. لذا اینگونه بیان می‌گردد که آیا تکنیک‌هایی که در مدل برای تعیین تولیـد علوفـه یـا ارزیـابی اقتصادی در مراتع یک منطقه به کار رفته و توسعه یافته‌اند، قابل کاربرد در مراتع دیگر بخش‌ها هم می‌باشد یا خیر؟(گزارش موسسهٔ تحقیقات خشکی استرالیا، ۲۰۰۴).

۲-۵ مدل‌های اکولوژیکی و اکوهیدرولوژیکی

برای شبیه‌سازی در مقیاس حوزه‌های آبریز، مـدل‌هـای اکوهیـدرولوژیکی و اکولـوژیکی عمومـاً بـه دو صورت یکپارچه[3] و توزیعی[4] استفاده می‌شوند. مدل‌های یکپارچه قادر به بررسی تغییرات مکانی در جای جای حوضه نمی‌باشند اما از طرف دیگر اجرای آنها نیاز به صرف وقت یا هزینهٔ ناچیزی دارد، بـرعکس مـدل‌هـای توزیعی با کمک قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیـایی(GIS) قـادر هـستند تمـامی تغییـرات مکـانی را در حوضه لحاظ کنند، اما اجرای آنها به خصوص در حوضه‌های بزرگ بسیار زمـان‌بـر اسـت. در دو دهـهٔ اخیـر مدل‌های بسیاری ارائه شده‌اند که ترکیبی از مدل‌های یکپارچه و توزیعی بوده و در واقع ماهیت نیمـه‌تـوزیعی داشته و در شبیه‌سازی‌ها با اهداف مختلف موفق بوده‌اند. در جدول(۲-۱) ترکیب و کاربرد برخی از مدل‌هـای اکولوژیکی و اکوهیدرولوژیکی به اختصار بیان گردیده‌است.

[1] pellant
[2] Tongway and Hindly
[3] Lump
[4] Distributed

جدول۲-۱ ترکیب مدل‌های اکولوژیکی و اکوهیدرولوژیکی

نام مدل×	نوع مدل	راحتی استفاده در زمینه اطلاعات مورد نیاز	محدودیت اصلی مدل	ورودی‌های کلیدی	خروجی‌های کلیدی
رشد چراگاه	ارزیابی خشکسالی و تغییرات اقلیم	سخت	بدست آوردن اطلاعات کلیدی در مقیاس ملی	بارندگی ، دما تابش، تبخیر	رشد گیاه، پوشش زهکشی، آب خاک
محاسبه فعالیت‌های نیتروژن و خاک	مدیریت اراضی	سخت	بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز پارامترها	بارندگی، دما خصوصیات خاک، نیتروژن	کربن خاک نیتروژن ، توده زنده جنگل، توده زنده گیاه،نیتروژن
ارزیابی زیست‌بوم ساوانا	ارزیابی تاثیر عامل‌های مدیریتی و خشکسالی	سخت	بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز پارامترها	بارندگی، دما رطوبت،سرعت باد،نوع اراضی دامنه آتش سوزی	میزان کربن،آب خاک، نشر گاز GH
برآورد تولید چراگاه و آب‌خاک	مدیریت چرا	سخت	بدست آوردن اطلاعات اقلیمی بر روی شبکه ملی	بارندگی، دما، تابش، تبخیر	شاخص‌های اقلیم و رشد گیاه
ارزیابی رشد فصلی گیاه به منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی	مدیریت بحران	آسان	عدم تمایز ابعاد مختلف رژیم دمایی	بارش، دما، تابش، تبخیر	شاخص‌های اقلیم، رشد گیاه
شبیه‌سازی چرا	مدیریت چرا	سخت	بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز مدل	اقلیم، چرخه‌آب، رشد گیاه، اطلاعات مربوط به دام	چرخه رشد گیاه، محاسبه کربن و نیتروژن، ظرفیت چرا
برنامه‌ریزی سالانه تعداد دام	مدیریت چرا	آسان	عدم در نظر گرفتن کیفیت علوفه و مصرف حیات وحش	بارندگی، دما، تبخیر، ترکیب و قدرت رویش گیاهی	تولید بلندمدت گیاهی
چشم‌انداز زیست بوم	ارزیابی آتش‌سوزی و خشکسالی	سخت	عدم اعتبارسنجی	بارندگی، دما، رطوبت، سرعت باد	تغییرات مراتع، آب خاک، زهکشی
ارزیابی‌ظرفیت چرای بلند مدت	مدیریت اراضی	سخت	منطقه‌ای بودن	زمین، پوشش، انواع اراضی	ظرفیت چرا
ارزیابی زیست‌بوم جنگل و مرتع برای مطالعات تغییر اقلیم	مدیریت	سخت	بدست آوردن اطلاعات اقلیمی	بارندگی، تابش روزانه،دمای حداقل و حداکثر،رطوبت	جذب نور، تولید گیاه،رطوبت خاک
ارزیابی تغییرات بلندمدت جوامع بوته‌ای در مناطق خشک	ارزیابی جمعیت گیاهی	خیلی سخت	منطقه‌ای بودن	بارندگی،تشعشع خورشیدی، ساعات آفتابی	دموگرافی تغییرات رشد بوته‌ائیها
برآورد تولید گیاهان علفی	ارزیابی رشد گیاه	خیلی سخت	منطقه‌ای بودن، عدم اعتبار سنجی	بارندگی، تابش روزانه،دمای حداقل و حداکثر،رطوبت	رشد گیاه و تولید علوفه