اثرات بالقوه تغییرات اقلیمی

نویسندگان : آر . ث . آرمسترانگ ، د . آ . کاستل*
مترجم : محمد صادق قاسمی آزاد خانی**

چکیده

تغییرات اقلیمی را که ناشی از افزایش تراکم CO_2 در اتمسفر است، می‌توان در افزایش مقادیر درجهٔ حرارت و بارش مشاهده کرد. تأثیر این تغییرات روی هیدرولوژی و بازدهی محصولات زراعی و مرتعی، زمینهٔ این تحقیق و ارائهٔ مدل سه گانه‌ای شد. در نخستین گام، به ایجاد ترکیبی از داده‌های آب و هواشناسی محل که به صورت ثبت شده موجود است، پرداخته شد. این ترکیب داده‌های اقلیمی در مدل تعادل آب خاک مورد استفاده قرار گرفت. سپس در مدل ایجاد شده برای رشد علوفهٔ مرتع، پیش‌بینی پایه‌ای از تولیدات علوفه تحت تغییرات رژیم اقلیمی انجام گرفت. کاربرد نتایج به دست آمده از مدل رشد علوفهٔ مرتع، فقط در حوضهٔ آبریز نورث ورک و دون معتبر است. تغییرات در بازدهی محصولات مرتعی در حوضه نشانگر تأثیر پذیرفتن آن از نوسانات مقادیر درجهٔ حرارت و بارش است. در این مدل‌ها، افزایش در رشد علوفهٔ مراتع بیش‌ترین تأثیرپذیری را از درجهٔ حرارت نشان می‌دهد تا از بارش. زیرا پس خورد بین آب قابل دسترس و تبخیر و تعرق واقعی، به معنای کمبود در رطوبت خاک است، اگر چه در تابستان کل میزان تبخیر و تعرق افزایش می‌یابد، ولی در کمبود رطوبت خاک افزایش زیادی حاصل نمی‌شود. افزایش درجهٔ حرارت به رشد زیادتر علوفه منجر می‌شود؛ هر چند که کاهش تولید علوفه در اواسط تابستان، ناشی از کاهش رطوبت باقی مانده در محیط است. ارزیابی رابطهٔ رطوبت خاک و پتانسیل مجاز چرای دام‌ها و دورهٔ چرای آن‌ها در مدل نشان می‌دهد که در محیط گرم‌تر، فصل شروع و پایان چرای دام‌ها دامنهٔ وسیعی دارد؛ به این دلیل که رشد علوفه زیادتر و دورهٔ کسری رطوبت خاک طولانی‌تر است.

بر بازدهی مراتع حوضه‌های آبریز انگلستان

مقدمه

احتمالاً بزرگ‌ترین تغییرات در زمینهٔ گرما در کرهٔ زمین توسط انسان، ناشی از افزایش میزان CO_2 در اتمسفر است (هوگتون ولگیت، ۱۹۹۰). تغییرات در اقلیم زمین را می‌توان در آب و هوای محلی و به دنبال آن تغییر در چرخهٔ آب ملاحظه کرد (یوک سریج، ۱۹۹۱). در حوضهٔ آبریز، جریان سطحی اهمیت زیادی دارد و تغییر در آن به تدریج در توسعهٔ ساختار خاک تغییراتی ایجاد می‌کند که سبب کمبود در رطوبت خاک می‌شوند و به تغییراتی در الگوهای تغذیه خاک می‌انجامند (آرمسترانگ). این تغییرات در طولانی مدت، خصوصیات فیزیکی چشم انداز حوضه، سیستم ژئومورفولوژی آن و تنظیم و تعدیل در رژیم‌های هیدرولوژی را باعث می‌شوند.

همچنین، الگوهای تولید محصولات زراعی و مرتعی و فعالیت‌های انسان از این تغییرات محیطی تأثیر می‌پذیرند. به علاوه، این تغییرات عامل ایجاد تفاوت در درجهٔ حرارت و رژیم‌های آب و خاک هستند (پاری، ۱۹۸۸ و بنت، ۱۹۸۹). در هر صورت، نتایج رویدادهٔ ناشی از این تغییرات، از به هم پیوستن چندین فرایند حاصل می‌شود. در تولید محصولات زراعی و مرتعی، اثر متقابلی بین هیدرولوژی، مدیریت و بافت سیاسی - اقتصادی ناحیه وجود دارد (لولند، ۱۹۹۴).

در کوتاه مدت، چشم انداز کرهٔ زمین و فرصت‌های مدیریتی در آن از تغییرات اقلیمی تأثیر می‌پذیرند، اما در دورهٔ طولانی هیدرولوژی و ژئومورفولوژی محیط طبیعی، ابتدا خاک‌ها و آن گاه کل سیستم ژئومورفولوژی محیط از این تغییرات اقلیمی متأثر می‌شوند. مطالعهٔ مفصل دربارهٔ تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر جریانات آب و سیستم ژئومورفولوژی به کسب اطلاعات تغییرات گذشتهٔ دبی آب بستگی دارد. در صورت توجه به این موارد، مطالعهٔ محیط طبیعی در بهترین حالت، به سمت سیاستگذاری‌ها و برنامه‌سازی طرح‌ها هدایت می‌شود.

این تحقق بر قابلیت اثر تغییرات اقلیمی روی یک بخش پیچیده و در هم تنیدهٔ چشم انداز طبیعی و سطح علفزارها و چرای دام‌ها متمرکز است. در مدل رشد مرتع، متغیرهای اقلیمی شامل: حالت فیزیکی خاک و فیزیولوژی گیاهان هستند. حساسیت‌های موجود در این زمینه، مطالعه به منظور تعیین بهترین تخمین برای تغییرات را به وجود آورد. تحقیق حاضر از این بخش‌ها تشکیل شده است:

۱. داده‌هایی که منعکس کنندهٔ تغییرات اقلیمی هستند؛

۲. مدلی که حالات فیزیکی تغییرات را توصیف می‌کند؛

۳. مدلی که اثرات رشد علوفه و مصرف آن را توضیح می‌دهد.

در این تحقیق، درجهٔ حرارت و بارش توزیع مناسبی نمی‌توانند داشته باشند، زیرا مهم‌ترین پس خورد بین علوفهٔ رشد یافته و تبخیر و تعرق واقعی، توسط محصول به دست آمده روی می‌دهد.

در این تحقیق از ترکیب هیدرولوژی و مدل رشد علوفهٔ «SWARD» استفاده می‌شود. (دول و آرمسترانگ، ۱۹۹۰؛ آرمسترانگ: ، ۱۹۹۳). برای مطالعهٔ اثرات شبکهٔ زهکشی در مرتع و اثبات آن در حوضهٔ «نورث وک، » از مطالب تحقق آرمسترانگ و گارود (۱۹۹۱) و تی سون (۱۹۹۲) بهره گرفته شده است. این تحقیق از آن جهت مستند است که پایهٔ مدل تحققی آن داده‌های کمی هستند و همگی آن‌ها در بافت نورث وک وجود داشته و قبلاً ثبت شده‌اند. خصوصیات اقلیمی این مکان با بارش سالانهٔ ۱۰۶۰ میلی متر و حداکثر ریزش در زمستان قابل شرح است (ویلکن، ۱۹۸۲). خاک آن نیز رسی است (آرمسترانگ و گارود در سال ۱۹۹۱ همهٔ این خصوصیات را شرح داده‌اند). از این مدل تحقیقاتی غالباً در ایجاد رابطه بین تغییر اقلیمی و تولید علوفه استفاده می‌شود (آرمسترانگ و کاستل، ۱۹۹۲).

داده‌های اقلیمی مورد استفاده

از مدل تغییرات اقلیمی، ویژگی آب و هوای محل را نمی‌توان تفسیر کرد. راه حل ارائه شده در این تحقیق برای آن، یکی از چندین راه حل برای تعدیل روند داده‌های هواشناسی است. که به عنوان تغییرات اقلیمی معرفی شده‌اند. احتمالات و راه حل‌هایی که در مدل داریم، شامل استفادهٔ تصادفی از متغیرهای آب و هوایی است که توالی ترکیب داده‌های هواشناسی و مقایسهٔ اقلیم‌های دیگر را ممکن می‌سازند. در این طرح، درجهٔ حرارت روزانه به طور کلی متغیر

محسوب شده و مقدار مطلق آن مد نظر است. مقادیر بارش نیز با درصد بیان می‌شوند. برای مثال، بزرگ‌ترین مقدار باران روی داده در محل، به عنوان بیش‌ترین باران روزانه فرض می‌شود، نه به عنوان بیش‌ترین بارانی که در روزهای دیگر باریده است.

تبخیر و تعرق (PET) در مدل به عنوان یک مسألهٔ ویژه در نظر گرفته می‌شود و عملکرد آن فقط از تشعشع خورشید و درجهٔ حرارت ناشی نمی‌شود، بلکه ابرناکی و وزش باد هم در آن دخیل هستند که به راحتی قابل پیش‌بینی نیستند. از سوی دیگر، اهمیت نسبی انعکاس در درجهٔ حرارت و چرخهٔ آن متفاوت است (اسمیت، ۱۹۷۶). استفاده از داده‌های اقلیمی به ما در شناخت ارتباط بین درجهٔ حرارت ماهانه و تبخیر و تعرق بالقوهٔ ماهانه در ناحیهٔ زراعی غرب انگلستان بسیار کمک کرد. در مدل دورهٔ برگشت ماهانه، تبخیر روزانه به صورت روند خطی است که از درجهٔ حرارت ماهانه تبعیت می‌کند و قابل مشاهده است. ضرایب انعکاس و اهمیت نسبی آن در درجهٔ حرارت و اثرات آن را در PET که بالاترین تأثیرپذیری آن را در تابستان داریم، در جدول ۱ مشاهده می‌کنید.

جدول ۱. میزان افزایش در تبخیر و تعرق ماهانه ناشی از یک درجه افزایش در درجهٔ حرارت که با استفاده از تجزیه و تحلیل دورهٔ برگشت در داده‌های اقلیمی توسط اسمیت (۱۹۷۶) به دست آمده است. ضریب همبستگی دما و PET را نیز ملاحظه می‌کنید (n=۱۷).

ماه	ضریب همبستگی	افزایش در PET (میلی متر در روز)
Jan.	۰/۸۳	۰/۰۳۶
Feb.	۰/۹۲	۰/۰۷۹
Mar.	۰/۹۱	۰/۰۹۳
Apr.	۰/۹۵	۰/۱۷۱
May.	۰/۹۱	۰/۲۱۱
June.	۰/۹۵	۰/۲۷۶
July.	۰/۹۳	۰/۲۲۱
Aug.	۰/۹۳	۰/۲۱۸
Sept.	۰/۹۳	۰/۱۸۶
Oct.	۰/۷۹	۰/۰۶۶
Nov.	۰/۷۵	۰/۰۶۲
Dec.	۰/۸۶	۰/۰۵۳

مدل تعادل رطوبت خاک

داده‌های اقلیمی را در مدل سادهٔ تعادل رطوبت خاک قرار می‌دهیم. خاک با تخلخل ۵۰ درصد در یک متر از عمق خود، توانایی ذخیرهٔ حداکثر ۵۰۰ میلی متر آب را دارد. این ذخیره گاه آبی به چهار جزء تفکیک می‌شود:

۱. بخش زهکش آزاد آب که قسمتی از خاک پهنهٔ بالایی زهکش را شامل می‌شود و بیش‌ترین مقدار آب را از خود عبور می‌دهد (Fc).

۲. بخش آب قابل دسترس. این قسمت بین بخش زهکش آزاد آب و نقطهٔ پژمردگی واقع شده و آب را در خود نگه می‌دارد (WP).

۳. بخش کم‌ترین آب قابل دسترس. آب در این قسمت با مشکل عبور روبه‌روست و در بین نقطهٔ پژمردگی و نقطهٔ پژمردگی دائمی واقع است (PWP).

۴. بخش آب غیرقابل دسترس که زیربخش PWP قرار دارد.

اگرچه از طریق اصطلاحات فوق محاسبهٔ گنجایش مطلق آب آسان است، ولی ما آن را به نام کمبود رطوبت خاک بیان می‌کنیم. در مدل، FC را به عنوان کمبود رطوبت خاک قرار داده‌ایم و مقدار آن مساوی با صفر است. همچنین، گنجایش رطوبت خاک را در نیمرخ ۴۷۵ میلی متر و WP را با کمبود ۷۵ میلی متر و PWP را با کمبود ۱۷۵ میلی متر در نظر گرفته‌ایم. ۲۵ میلی متر آب آزاد واقع در بخش زهکش آزاد آب، منعکس کنندهٔ توانایی قرارگیری آن در ۵ درصد از کل تخلخل خاک است که همان توانایی ذخیرهٔ ۵۰۰ میلی متری زهکش در عمق یک متری خاک است. لازم به ذکر است، این مقادیر در خاک‌های سبک نورث وک توسط آرمسترانگ و گارود در سال ۱۹۹۱ به دست آمده‌اند.

فرمول تعادل خاک در حالت مرطوب (Bt)

$$B_t = B_{t-1} + R_t - ET_t \quad D_t \qquad \text{(رابطهٔ ۱)}$$

در این رابطه، R_t زیر باران در واحد زمان ET_t تبخیر و تعرق واقعی، و D_t مقدار زهکش است. مقدار تبخیر و تعرق برابر با مقدار پتانسیل رطوبت خاک تا نقطهٔ پژمردگی است.

تبخیر و تعرق واقعی بین نقطهٔ پژمردگی (WP) و نقطهٔ پژمردگی دائمی (PWP) واقع است که مقدار پتانسیل آن با اندازهٔ کمبود در زیر نقطهٔ پژمردگی کاهش می‌یابد. نقطهٔ پژمردگی دائمی برابر با صفر است:

$B_t > WP$ (رابطهٔ ۲ - الف)

$WP < B_t < PWP$ (رابطهٔ ۲ - ب)

$B_t < PWP$ (رابطهٔ ۲ - ج)

$Et_{act} = ET_{pot}$

$ET_{act} = ETpot(B_t - Pwp)/(WP - PWP)$

$Et_{act} = O$

فاصلهٔ مقدار زهکش نسبت به سطح ایستابی آب زیرزمینی، توسط هوگودت (۱۹۴۰) در معادلهٔ زهکشی حوضه تعیین شده است. ارتفاع سطح ایستابی (H) از کل گنجایش آب در قسمت بالایی خاک (FC) تقسیم بر مقدار تخلخل زهکش آن (F) منتج می‌شود:

$$h = (B_t - F_c)/F \qquad \text{(رابطهٔ ۳)}$$

مقدار زهکشی نیز از رابطهٔ ۴ به دست می‌آید:

$$D_t = (۴Kh^۲ + ۸KHd)/L^۲ \qquad \text{(رابطهٔ ۴)}$$

در این رابطه، K ضریب هیدرولیک در خاک، L وسعت و فضای عمل زهکش و d تأثیر عمق واقع در زیر حوضه است.

از این رابطه در بحث‌های دیگر و با مقادیر دیگر، افرادی چون

آلری (۱۹۳۷) سمه دا و ری کروف (۱۹۸۳) استفاده کرده‌اند. این مطالعهٔ تحقیقی، مدل خاک را در حالت زهکشی شده مطالعه می‌کند چنین مدلی، اغلب توانایی نمایاندن حالت طبیعی زهکش خاک را با اجزای آن، در صورتی که مقدار زهکش (D_t) صفر باشد، دارد. اگر از رابطهٔ ۳ سطح ایستابی را به دست آوریم، می‌توانیم مقدار آبی را که در خاک جریان می‌یابد و مقدار جریان روان آب را به دست آوریم.

مدل رشد مرتفع

مدل تعادلی علوفهٔ روزانه عبارت است از:

$$W = W_{t-1} + G_t - S_t \quad R_t \qquad \text{(رابطهٔ ۵)}$$

در این معادله، W_t وزن علوفه در روز، G_t رشد علوفه، S_t دوام علوفه و R_t میزان برداشت علوفه است. حجم برداشت علوفه با مدیریت مناسب در سطح مرتع، مورد توجه مدل است. از این رو، برای روشن شدن بحث نیازمند به دانستن چگونگی چرای دام و یا قطع این رژیم هستیم. در این بخش (حجم برداشت) پیشنهاد می‌شود، چرای دام‌ها از علفزارها اگر SMD آن از ۲۵ میلی متر بیش‌تر باشد باید انجام بگیرد تا میزان موجودی علوفهٔ قابل دسترس تنظیم شده باشد. میزان برداشت از مرتع R_t، از تقسیم مقدار دائمی علوفهٔ مرتع به درصد چرای دام‌ها محاسبه می‌شود. مدل همچنین راهی برای تطبیق بین تناوب چرا و برداشت علوفه ارائه می‌دهد.

میزان رشد مرتع از رابطهٔ زیر قابل پیش‌بینی است:

$$G_t = G_{max} F(jw) F(N) F(T) F(B) \qquad \text{(رابطهٔ ۶)}$$

حداکثر پتانسیل رشد مرتع در چهار عملکرد متفاوت بین ۰ و ۱ ضرب می‌شود. در این معادله J تشعشع، W وزن محصول، N نیتروژن ایجاد شده به صورت کود در خاک، T درجهٔ حرارت و B تعادل آب در خاک تعریف شده‌اند.

مقدار پتانسیل Gmax ۰/۲۵ تن در هکتار در هر روز تعیین شده است. ممکن است کودها در بالا بردن موازنهٔ co۲ و بالا بردن حجم ثابت اثرگذار باشند، بنابراین باید این حالت مورد توجه قرار گیرد (کیمبال، ۱۹۸۳؛ استراین و کیور، ۱۹۸۵). واکنش فتوسنتز، F(jw) به قابلیت دسترسی علوفه به تشعشع و فاصله‌های بین علوفه بستگی دارد. تشعشع هم به میزان رشد و وزن محصول ایجاد شده وابسته است:

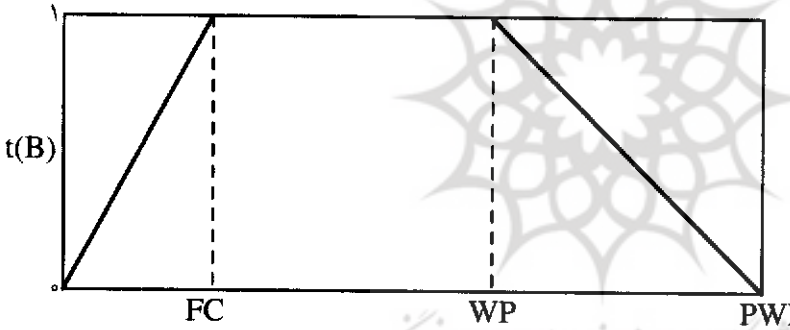
$$(F(W) = 1 - \{(W - W_{opt}) / W_{opt}\}) \qquad \text{(رابطهٔ ۷)}$$

وزن محصول بهینه (W_{opt}) ۵ تن در هکتار است (دوول و آرمسترانگ، ۱۹۹۰). وقتی که وزن محصول نامحدود فرض شود، اثر تشعشع شبیه عملکرد این رابطه است:

$$F(J) = 1 - \{(J - J_{opt}) / J_{opt}\} \qquad \text{(رابطهٔ ۸)}$$

F(Jw) در محدودهٔ F(J) و F(W) ایجاد می‌شود. با افت وزن محصول از طریق چرا یا برداشت علوفه، عمل فتوسنتز کاهش می‌یابد. برای رفع این حالت به مدیریت در سطح مرتع نیاز است. در آزمایش نیتروژن روی عملکرد سالانهٔ مرتع، میزان تقاضا برای نیتروژن در منحنی رشد علوفه مشخص شده است. در این تحقیق میزان نیتروژن در حالت نامحدود فرض می‌شود.

یک محدودیت در رابطه با میزان رشد علوفه و آب در دسترس وجود دارد که ناشی از زیادی و کمی آب است (شکل ۱). تخمین تنزل رشد در محدودهٔ رشد بهینه از گنجایش پهنهٔ نقطهٔ پژمردگی به دست می‌آید. این رشد بهینهٔ علوفه بین پهنهٔ گنجایش آب در خاک و نقطهٔ پژمردگی واقع است و نقطهٔ پژمردگی دائمی و اشباع کامل روی مقدار صفر قرار دارد. کاهش آب تعیین شده و همچنین تبخیر و تعرق واقعی به کاهش رشد علوفه می‌انجامد. نتایج این مدل، یعنی توالی ماهانهٔ تعادل آب و وزن محصول علوفهٔ تولید شده در شکل ۲ آمده است. مجموع رشد علوفه، الگوی رشد و اثر زیاد زهکشی در آن، با نتایج ارائه شده در جدول ۲ قابل پیش‌بینی و مشاهده است. میزان موجودی علوفهٔ مرتع و شروع و پایان فصل چرای دام‌ها را نیز می‌توان از آن پیش‌بینی کرد. همچنین می‌توانیم، میزان تعادل این موارد را در مدل دریابیم (دوول و آرمسترانگ، ۱۹۹۰).



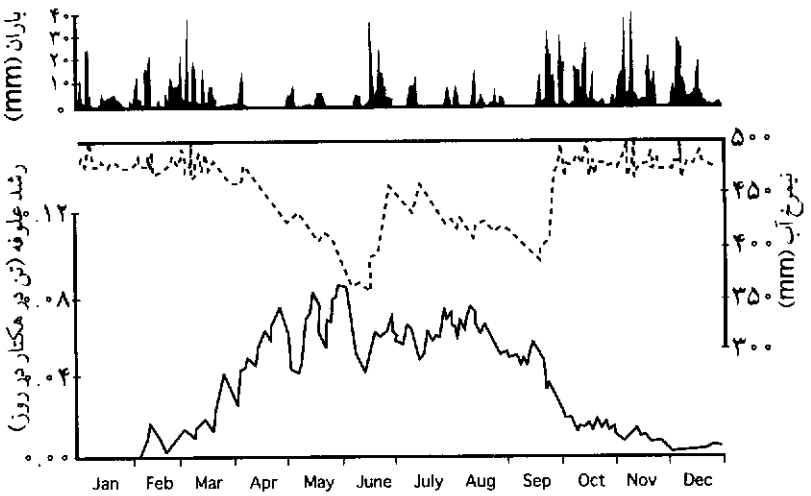
شکل ۱. رابطهٔ میزان رشد علوفه و رطوبت خاک که B عملکرد و F(B) رابطهٔ ۶ است.

پس آیندهایی که از تغییر اقلیمی متصور است

در آغاز آزمایشات، در مدل، سری‌های آماری، تأثیر قابل ملاحظه‌ای را به تنهایی از تغییر اقلیمی نمایش می‌دادند (آرمسترانگ و کاستل، ۱۹۹۲). با فرض افزایش ۳ درجهٔ سانتی گراد در درجهٔ حرارت و ۱۰ درصد افزایش در بارش زمستانه و ۱۰ درصد کاهش در بارش تابستانه، این تغییر اقلیمی ممکن است مشاهده شود. اگر چه تغییر اقلیمی با افزایش تولیدات محصولات مرتع همراه است و تغییر در حداکثر تولیدات به سمت جلو در طول سال مشاهده می‌شود، ولی افزایش در افت محصول که در تابستان روی می‌دهد، کمبود رطوبت خاک را به دنبال دارد. محدودهٔ اثرات این تغییر اقلیمی در تحقیق چنین است:

تغییر درجهٔ حرارت تا ۵+ درجهٔ سانتی گراد

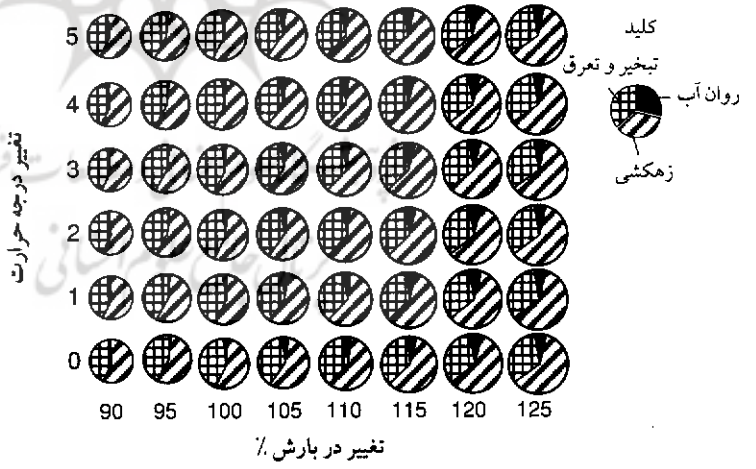
تغییر درریزش باران بین ۱۵٪- تا ۲۵٪+



شکل ۲. مثالی از مدلی که حاوی نتایج یکساله است و نشان می‌دهد که چگونه بارش در ایجاد تعادل رطوبت خاک و همچنین رشد ماهانهٔ علوفه از سطح زهکشی علفزارهای نورث و ک مؤثر است.

قطعه	زهکشی شده		بدون زهکشی	
	مشاهده شده	پیش‌بینی شده	مشاهده شده	پیش‌بینی شده
۱	۱/۶	۲/۰	۱/۲	۰/۹
۲	۱/۸	۱/۸	۱/۶	۱/۶
۳	۱/۹	۲/۰	۱/۷	۱/۷
۴	۱/۹	۱/۷	۱/۸	۱/۶
۵	۱/۳	۱/۶	۱/۳	۱/۶
۶	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
مجموع	۹/۳	۹/۹	۸/۴	۸/۲

جدول ۲. پیش‌بینی میزان محصول خشک علوفهٔ سالانهٔ تولید شده در مدل SWARD و مشاهده و ثبت آن در تحقیقی که در حوضهٔ نورث و ک تحت شرایط چهار هفته‌ای برداشت علوفه انجام گرفته است.



شکل ۳. تعادل رطوبت خاک (تبخیر و تعرق، روان آب، زهکشی) و تغییر در آن به وسیلهٔ درجهٔ حرارت و مقادیر بارش.

نتایج هیدرولوژی

پیش‌بینی تغییرات بودجهٔ رطوبت خاک از سری‌های نمودار دایره‌ای شکل ۱ تلخیص می‌شود. مجموع ریزش باران به وسیلهٔ یکی از این سه راه دچار نقصان و کاهش می‌شود: ۱. تبخیر و تعرق؛ ۲. زهکشی؛ ۳. جریان روان آب.

با ریزش باران، جریان روان آب بالا می‌آید و سطح ایستابی آب در خاک را نیز متأثر می‌کند. این حالت با حدود ۴ درصد افزایش در کل بارش توسط آرمسترانگ و گارود (۱۹۹۱) مشاهده شد. در این تحقیق، افزایش در روان آب و سطح ایستابی، با افزایش ۷ درصد در کل بارش ملاحظه شد و با افزایش در دما و کاهش در میزان بارش، میزان روان آب و سطح ایستابی تقلیل یافت. هر چند که پیش‌بینی در مورد الگوی بارش را نمی‌توان محاسبه کرد؛ چرا که در توفان‌های همرفتی تابستان ممکن است حجم زیادی از بارش ایجاد شود و روان آب را در سطح زیادی افزایش دهد (یوسیرچ، ۱۹۹۱).

نتایج این تحقیق را با پیش‌بینی‌های حوضهٔ سیموس در بلژیک که توسط **بولتوک** سال ۱۹۸۸ محاسبه شده می‌توان مقایسه کرد. او با فرض افزایش ۲/۹ درجهٔ سانتی گراد در درجهٔ حرارت و ۵۴ میلی متر افزایش در بارش (نزدیک ۵ درصد) مشاهده کرد که روان آب ۳۷ میلی متر افزایش یافت، ولی در مدل افزایش ۲۱ میلی متری را به دست آورد. در واقع پی برده شد که تفاوت‌های زیادی بین نتایج مدل و وضعیت‌های متفاوت طبیعی وجود دارد.

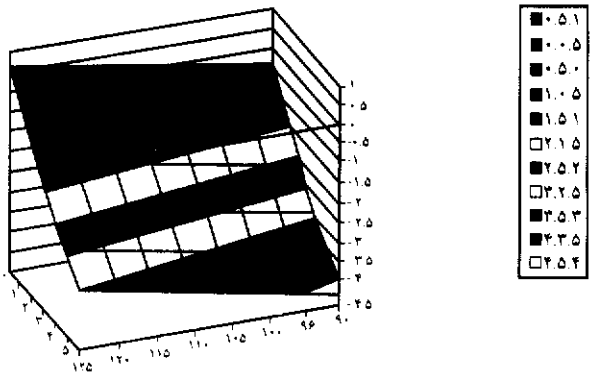
در شکل ۴، همبستگی میان دما و بارش را در سطح وسیعی می‌توان مشاهده کرد. این واکنش به طور واقعی در خاک، و رویدادها و تغییرات اقلیمی فصل زمستان منعکس می‌شود.

نتایج در مورد زراعت

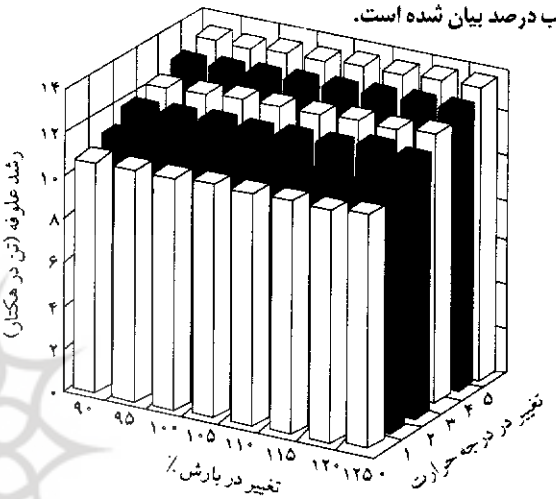
تغییرات اقلیمی و اثر آن در الگوی رشد علوفه برابر با اثر غالب در درجهٔ حرارت است (شکل ۵).

با افزایش ۲۵ درصد در میزان باران کم‌تر از ۳ درصد رشد علوفه را خواهیم داشت. ولی با افزایش ۲۵ درصد درجهٔ حرارت، بیش از ۱۸ درصد افزایش رشد علوفه را داریم. این نتیجهٔ شگفت آور در تولید علوفهٔ ناشی از رطوبت خاک است؛ اگر چه آب باقی مانده در محیط نیز در بهبود رشد علوفه در اوایل فصل رشد در کنار درجهٔ حرارت مهم است.

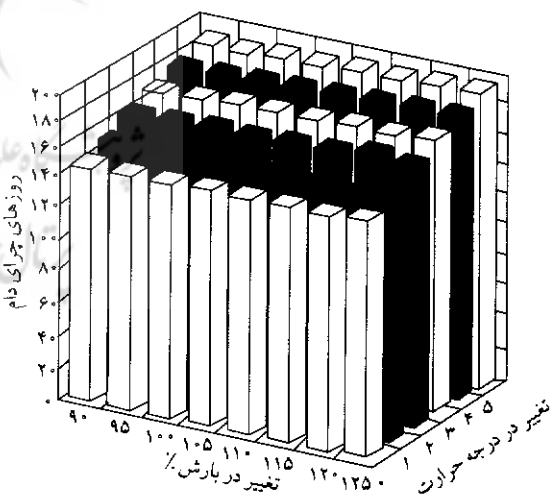
در تحقیق انجام گرفته، در طول دورهٔ فصل رشد علوفه پیچیدگی سیستم زراعی مشخص شد (شکل ۶). در شکل ۶، علوفه در جریان رشد و در حالت قابل دسترس در طی آزمایش قرار دارد و آزمایش نشان می‌دهد که اثر طولانی شدن فصل چرای دام احتمالاً مهم‌تر از اثر زهکشی مراتع است و زهکشی تغییری در کل رشد علوفهٔ مرتع به وجود



شکل ۴. تغییرات نمیرخ گنجایش آب در واکنش به تغییر اقلیمی که بر حسب درصد بیان شده است.



شکل ۵. واکنش رشد علوفه در برابر تغییرات اقلیمی.



شکل ۶. واکنش طول فصل چرا در برابر تغییرات اقلیمی

نمی‌آورد. در این جا نیز تأثیر زیاد بارش مشاهده می‌شود. افزایش در بارش به ویژه در هدایت به سمت شرایط پرآبی، در قسمت‌هایی از سال مستقیماً به کاهش طول دورهٔ چرای دام منجر می‌شود؛ اگر چه کاهش رطوبت خاک در بهار، در اثر تبخیر روی می‌دهد و افزایش درجهٔ حرارت اغلب به گسترش طول فصل چرا می‌انجامد.

در کل از این نتیجه گیری‌ها برای مدیریت مناسب کشاورزان می‌توان استفاده کرد. همچنین اثر تغییرات اقلیمی، در اواسط فصل، علوفهٔ قابل دسترس کاهش می‌یابد. با مدیریت جدید و استفاده از محصولات مرتعی، کل دورهٔ فصل چرای دام و مقدار علوفهٔ قابل دسترس افزایش خواهد یافت.

نتایج تحقیق

نتایج این تحقیق در مدل اثبات می‌کند که سیستم آب‌شناسی خاک و استفاده از آن در زراعت، از اقلیم تأثیر می‌پذیرد. هر چند این تأثیرات پیچیده‌اند، با این حال دو بحث آب شناختی در آن مشخص است:

۱. در دورهٔ زمستان بارش افزایش پیدا خواهد کرد و به دنبال آن، مقادیر روان آب سطحی حتی با انجلام زهکشی در حوضه افزایش پیدا خواهد کرد.

۲. در طول دورهٔ تابستان در سیستم آب شناختی، غلبه با افزایش تبخیر و تعرق است. با ریزش باران تابستانی که در هوای گرم‌تر و به صورت همرفتی ایجاد می‌شود، این حالت در تابستان به هم می‌خورد. از این رو رشد علوفه بیش‌ترین توسعه را پیدا می‌کند.

اثر هیدرولوژی در علفزارها وقتی بیش‌تر خواهد بود که خاک مرتع زودتر با کمبود رطوبت روبه‌رو شود و کشاورزان زودتر فصل چرای دام‌ها را آغاز کنند. اگر چه درجه حرارت‌های بالاتر به تولید بیش‌تر علوفه منجر می‌شود، اما با چرا در دورهٔ طولانی و تکرار زیاد فشارهای ناشی از خشکی دوره‌های تابستان، میزان علوفه کاهش می‌یابد. این نتایج نشان می‌دهند، حتی عوامل موجود در سیستم طبیعی خاک، به عنوان مثال کمبود در رطوبت خاک، تغییراتی نسبی را در راه‌های منجر به پیش‌بینی ایجاد می‌کنند و اثر آن‌ها در مدیریت زراعی بسیار پیچیده است. طولانی شدن فصل چرای دام یک عامل بحرانی در مدیریت سطح مراتع انگلستان است که بیش‌ترین حساسیت ناشی از تغییرات اقلیمی، در رشد علوفه و یا به تنهایی، در SMD مشاهده می‌شود.

نتایج ارائه شده فقط مختص نورث وک انگلستان است و ضرورت توسعهٔ این محدوده به شرایطی از قبیل محدوده انواع خاک‌ها و حدود مکان‌های جغرافیایی بستگی دارد. تنها وقتی که داده‌ها در مناطق دیگر شبیه به آن باشند و مدل آن‌ها را تأیید کند، می‌توان محدودهٔ فضایی مرزهای این نتایج را گسترش داد.

منبع:

Duncanm و F. M. and Donald A. Th (1995) Geomorphology and Land mana gement in a Changing Envivonment. John wiley and Sons. pp 138-151.

زیرنویس:

۱- استادان مرکز تحقیقات آب و خاک، کمبریج، انگلستان.

۲- دبیر جغرافیای ناحیه ۳ کرمانشاه