کابردهای بسته نرم افزاری DSSAT-CSM در روابط آب-خاک-گیاه

مهدی قیصری[۱]، مهدی همایی[۲] و سید مجید میرلطیفی[۳]

[۱]استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، [۳]استاد گروه خاکشناسی، [۲]استادیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

با توجه به افزایش روز افزون تقاضای محصولات کشاورزی و افزایش فشار بر منابع خاک، آب و دیگر نهاده های تولید برای افزایش فرآورده های کشاورزی، تولید محصول نیاز مبرم و جدی به اطلاعات وجود دارد. دستیابی به داده‌های میدانی بسیار وقت گیر و هزینه بر است. آزمایش‌های متداول کشاورزی به همان زمان و مکان که در آن انجام شده‌اند منتهی می‌شوند و نتایج بدست آمده تابع زمان و مکان می‌باشند. در این راستا مدل DSSAT به منظور کامل نمودن دانش درباره خاک، اقلیم، گیاهان و مدیریت برای تصمیم‌گیری بهتر و انتقال تکنولوژی تولید از یک نقطه به نقاط دیگر با شرایط مختلف خاک و اقلیم توسعه یافته است. DSSAT مجموعه ای از برنامه‌های مستقل می‌باشد که با یکدیگر بکار برده می‌شوند. برنامه در DSSAT به کاربر اجازه می‌دهد تا تاثیر مدیریت‌های مختلف بر روی گیاه را برای چند سال شبیه‌سازی نماید تا بررسی ریسک هر گزینه امکان‌پذیر باشد.

۱- توصیف سیستم مدل گیاهان

مدل DSSAT-CSM، رشد، توسعه و عملکرد گیاه را شبیه‌سازی می‌کند، همچنین می تواند تغییرات رطوبت، کربن و نیتروژن خاک را در یک سیستم گیاهی برای کل طول دوره رشد شبیه‌سازی کند. از قابلیت های مهم این مدل می توان به آنالیز حساسیت و مقایسه نتایج شبیه‌سازی و مشاهدات مزرعه‌ای، شبیه‌سازی گیاهان برای بیش از چند سال با داده‌های آب و هوا و شرایط اولیه خاک اشاره کرد. این کاربرد اجازه می‌دهد تا اثرات نامشخص آب و هوایی آینده در شرایطی که همه شرایط اولیه خاک شناخته شده باشد، ارزیابی شود. قابلیت دیگر این مدل، مدول های سیستم گیاهی برای شبیه‌سازی کشت تناوبی بیش از چند سال می‌باشد. در این کاربرد شرایط خاک، شرایط در زمان شروع شبیه‌سازی می‌باشد. چهارمین قابلیت، CSM را برای شبیه‌سازی یک یا چند گیاه در مناطق مختلف به‌کار می‌برد[۱].

۲- تشریح اجزاء

۲-۱- مدول اقلیم

مهمترین عملکرد مدول اقلیم خواندن یا کامل کردن داده‌های روزانه است. در این مدول، از فایل داده‌های روزانه آب و هوا مقادیر روزانه داده‌های هوا شامل بیشینه و کمینه دمای هوا، تشعشع خورشیدی، نزولات، رطوبت نسبی و سرعت باد را در صورتی‌که در دسترس باشند می‌خواند.

۲-۲- مدول خاک

خاک در این مدول به صورت یک بعدی تعریف شده است. این مدول خاک از چهار زیر مدول آب خاک، کربن خاک، نیتروژن خاک و دمای خاک تشکیل شده است.

۲-۲-۱- زیرمدول آب خاک

این زیر مدول تغییرات رطوبت را بصورت روزانه در لایه‌های خاک بر اثر فرآیندهای نفوذ ، زهکشی عمودی، جریان غیر اشباع، تبخیر از سطح خاک و برداشت آب توسط ریشه گیاه محاسبه می‌کند. جریان غیر اشباع روبه‌بالا با استفاده از تخمین نگهداشت آب خاک و مقدار رطوبت حجمی خاک در نزدیک لایه‌ها محاسبه می‌شود. نفوذ آب به خاک در یک روز به‌وسیله کاهش رواناب سطحی از بارندگی که در یک روز رخ داده محاسبه می‌شود[۲].

۲-۲-۲-زیرمدول موازنه نیتروژن و کربن خاک

در این زیر مدول، بیلان نیتروژن و ازت برای دوره های طولانی با استفاده از ورودی های نسبتا اندک برآورد می شود.

۲-۲-۳- زیر مدول دمای خاک

در این زیر مدول، دمای خاک از دمای هوا محاسبه می‌شود و شرایط مرزی دمای خاک عمقی از متوسط دمای هوای سالانه و افزایش درجه هوای متوسط ماهیانه محاسبه می‌شود. همچنین اثر تشعشعات خورشیدی و آلبیدو بر دمای سطح خاک در نظر گرفته می شود.

۲-۳- مدول خاک- گیاه- نیوار

مدول خاک-گیاه-نیوار بصورت روزانه تبخیر از سطح خاک و تعرق گیاه را محاسبه می‌نماید. این مدول ورودی‌های خاک، گیاه و اتمسفر را یکجا جمع کرده و میزان جذب نور کانوپی، پتانسیل تبخیر-تعرق (ET) بصورت تبخیر واقعی از سطح خاک و تعرق گیاه را محاسبه می‌نماید. این مدول مقدار برداشت آب توسط ریشه از هر لایه را حساب می‌کند. مقدار داده‌های روزانه آب و هوا مانند تمام خصوصیات خاک و حجم آب خاک در لایه به عنوان داده‌های ورودی نیاز می‌باشد. مدول ابتدا مقدار خالص تشعشعات خورشیدی روزانه را تحت تاثیر آلبیدو خاک و تاج گیاه محاسبه می‌نماید. سپس، مقدار تبخیر-تعرق پتانسیل را محاسبه می نماید. پیش فرض مدول استفاده از روش پریستلی و تیلور (۱۹۷۳) می‌باشد و تنها به تشعشات خورشیدی و دما نیاز دارند. همچنین گزینه‌ای برای استفاده از روش پنمن-مانتیس برای محاسبه ET روزانه پتانسیل و برای استفاده از موازنه انرژی ساعتی وجود دارد.

۲-۴- مدول گیاهی

در این مدل‌های، دوره رشد گیاه به چند فاز تقسیم شده است. شدت توسعه به‌وسیله زمان دمایی یا درجه روز رشد (GDD) کنترل شده است و برای گذر از مرحله‌ای از رشد به مرحله بعدی نیاز به مقدار مشخصی GDD می‌باشد. مقدار GDD از روی تقویم روز بصورت تابع ذوزنقه‌ای براساس دمای پایه و دمای بیشتر از دمای پایه تعریف شده است.

۲-۵- مدول مدیریت

در ان مدول، کاربر می تواند یک یا همه‌ی کاربردها را بصورت فایل داده‌های ورودی یا بصورت روز پس از کاشت وارد کند. در این مدول همچنین زمان برداشت محصول، تنش آبی و تنش نیتروژن قابل مدیریت می باشند. همچنین فایل مدیریتی امکان انتخاب گیاهان مختلف و استراتژی‌های مدیریتی گوناگون برای تناوب زراعی را به کاربر می دهد.

۴- داده‌های مورد نیاز

برای استفاده از مدل‌های DSSAT به داده‌های اندکی نیاز می‌باشد که شامل داده‌های هواشناسی روزانه در مدت دوره رشد گیاه، خصوصیات خاک در آغاز دوره رشد، و اطلاعات مربوط به گیاه (تراکم بذر، کاربرد کود و آبیاری) می‌باشند.

داده های میدانی حاصل از تحقیقی بر روی ذرت علوفه ای در چهار سطح مختف آبیاری (دو سطح کم آبیاری، یک سطح آبیاری کامل و یک سطح بیش آبیاری) برای ارزیابی مدل CERES-Maize استفاده شد. شاخص میانگین مربعات خطا (RMSE) برای ارزیابی نتایج مدل در شبیه سازی شاخص سطح برگ (LAI)، ماده خشک ذرت غلوفه ای و رطوبت خاک طی دوره رشد استفاده شد. در جدول (۱) مقادیر RMSE ماده خشک و شاخص سطح برگ ارایه شده است. نتایج نشان داد، مدل مقدار ماده خشک را در تمام سطوح آبی با دقت خوبی شبیه سازی می کند. دقت مدل در شبیه سازی سطح برگ کمتر از دقت مدل در شبیه سازی ماده خشک می باشد.

جدول ۱ - خطای میانگین مربعات (RMSE) ماده خشک و شاخص سطح برگ ذرت علوفه ای اندازه گیری شده و شبیه سازی شده

	RMSE	
تیمار	ماده خشک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص سطح برگ (متر/متر)
کم آبیاری اول (0.7SMD)	۹۱۲	۱/۳
کم آبیاری دوم (0.85SMD)	۱۰۰۰	۱/۴
آبیاری کامل (1.0SMD)	۹۹۳	۱/۷
بیش آبیاری (1.13SMD)	۱۱۱۱	۱/۳

SMD: soil moisture depletion

متوسط مقدار RMSE رطوبت خاک در لایه ۰ تا ۶۰ سانتی متری چهار درصد بود. به طور کلی این مدل، مدل کارآمد و قابل اعتمادی برای شبیه سازی رشد گیاه و رطوبت خاک است.

منابع

[1] Hoogenboom, G., Wilkens, P.W., Thornton, P.K., Jones, J.W., Hunt, L.A., Imamura, D.T., 1999. Decision support system for agrotechnology transfer v3.5. In: Hoogenboom, G., Wilkens, P.W., Tsuji, G.Y. (Eds.), DSSAT version 3, vol. 4 (ISBN 1-886684-04-9). University of Hawaii, Honolulu, HI, pp. 1 _ 36.
[2] Ritchie, J.T., 1998. Soil water balance and plant stress. In: Tsuji, G.Y., Hoogenboom, G., Thornton, P.K. (Eds.), Understanding Options for Agricultural Production. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 41_ 54.