Archive of SID

مجله پژوهش آب ایران
جلد ۹/ شماره ۲/ پیاپی ۱۷/ تابستان ۱۳۹۴ (۱۷۵-۱۷۹)

یادداشت فنی

حساسیت مدل CERES – Maize نسبت به پارامترهای فیزیکی خاک برای تخمین محصول ذرت علوفه‌ای تحت دو سطح کود نیتروژنه

حمزه دوکوهکی[1*]، مهدی قیصری[2] و سید فرهاد موسوی[3]

چکیده

استفاده گسترده و مفید از مدل‌های گیاهی در شناخت رفتار آن‌ها در پاسخ به خطاهای داده‌های ورودی است. هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی حساسیت شبیه‌سازی محصول ذرت علوفه‌ای با مدل CERES – Maize نسبت به پارامترهای فیزیکی خاک تحت دو سطح کود نیتروژنه است. در این راستا با استفاده از داده‌های یک آزمایش مزرعه‌ای در منطقه ورامین، حساسیت مدل به پارامترهای رطوبت ظرفیت زراعی (FC)، نقطه اشباع (SAT)، شماره منحنی (CN)، ضریب هگشی (DR) و ضریب تبخیر از سطح خاک (ALB) برای سطوح صفر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه بررسی شد. برای توابع پاسخ تغییرات پارامترهای ورودی، مدل ۸۰ بار اجرا شد که از جمع‌آوری نتایج هر کدام یک فایل خروجی نوشته شده در محیط نرم‌افزار متلب حساسیت‌ها محاسبه شد. نتایج نشان داد که مدل، بیشترین حساسیت را در شبیه‌سازی عملکرد محصول در هر دو تیمار کودی به پارامتر FC از خود نشان می‌دهد. پاسخ مدل به تغییرات پارامترهای ورودی به شدت تحت تأثیر میزان کود مصرفی قرار دارد. با استفاده از تحلیل حساسیت نسبی محاسبه شده، خطای ناشی از عدم قطعیت محتمل در شبیه‌سازی عملکرد محصول در اثر خطای تخمین داده‌های ورودی برای هر پارامتر ارائه شد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل حساسیت، مدل گیاهی DSSAT.

ارجاع: دوکوهکی ح.، قیصری م. و موسوی س.ف. ۱۳۹۴. حساسیت مدل CERES – Maize نسبت به پارامترهای فیزیکی خاک برای تخمین عملکرد محصول ذرت علوفه‌ای تحت دو سطح کود نیتروژنه. مجله پژوهش آب ایران. ۱۷۵-۱۷۹.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۳- استادیار دانشکده عمران، دانشگاه سمنان.
*** نویسنده مسئول:** h.dokohaki@ag.iut.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۰۱

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

دل‌های گیاهی مال‌ات توانایی خ ا در ک ، به ‌ات و ش هش‌های ک‌اورزی یافت روش‌های دیریتی بهین ا ات رساندها ‌ت کاران، ۱۹۹۶). بیش متغی ها ا با مدل ازی گیاهی ارای تغییرات شدید مکانی و ‌مانی ‌ند که ب ب می‌شود تخمین دقیق این مقادیر خت و هزینه اشد. از ‌له این پارا ترها می‌توان به ا ترهای فیزیکی خاک اشار کرد. الزام از این‌که خطای احتمالی د در ا ترهای ودی گ ار بر مقادیر خروجی تأثیر دارد می‌تواند به‌عنوان یک ‌نما برای بود کیفیت سیستم‌های شتیبان تصمیم‌گیری ا تفاده شود ‌ا انتولا کاران، ۲۰۰۲).

تحلیل حساسیت شیوه‌ای برای ‌ش میزان تأثیر تغییر یک متغیر ا ت ا استفاده از تحلیل حساسیت می‌تواند اهرمی حدی یک متغیر را پیدا کرد. ‌ زمینه رسی حساسیت مدل‌های گیاهی ‌ات زیر انجام شده است. لیو کاران (۱۹۸۹) تحلیل حساسیت ا بر پایه ا ترهای ‌ت ‌ خاک، گیاه، هواشناسی ‌ مورد دل گیاهی CERES –Maize ‌ برزیا انجام داد. ونهل (۱۹۹۴) تأثیر ‌ت پارامترهای ‌ تابش خورشید ا بر شبیه‌ازی ‌ بهاره رسی کرد. وی بیان ‌ پاسخ گیاه به تغییرات تابش خورشیدی ستگی به میزان ا ت قابل دسترس ‌ خاک دارد. ت لاسیانا (۲۰۰۶) نیز تأثیر ‌ ا ت خاک و تابش خورشید ا بر دل CERES –Maize رسی کردند. تایج آن‌ها نشان داد که مدل بیشترین حساسیت ا در شبیه‌سازی حصول نهایی ‌ ت به پارامتر تابش خورشیدی ‌ ‌ نشان می‌دهد. تابش خورشیدی، تادیر شد، منحنی (CN) ذخیره طوبتی ‌ ارامتری ‌ند که دارای بیشترین میزان حساسیت نسبی ‌ند.

‌ف از انجام این ‌ا ت بررسی ‌ ت مدل CERES–Maize به ‌ خطای ‌ت ا در گروهی از ا ترهای ودی برمبنای در اندازه‌گیری برای شبیه‌سازی حصول نهایی ا ت. این ا ترها ‌ گونه‌ای انتخاب شده‌اند که مقادیر پیش‌فرض آن‌ها ا ‌ تخمین ‌ه می‌شود و ا ته به این‌که این مقادیر تخمین زده می‌شوند، به ا ت همراه با درصدی ‌ا در مدل ا تفاده می‌شوند. س ‌ت بررسی حساسیت مدل به این ا ترها ‌ ‌ احساس می‌شود. این ‌العه، ‌ قطعیت ساختاری ‌ ‌ مدل بررسی نمی‌شود. لذا ا مدل فقط به‌عنوان یک ‌ سیاه[1] ا تفاده می‌شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

‌ش‌ها ‌ زرعه تحقیقات ک‌اورزی امین با ‌اول ‌نرافیایی ″۲/۹ ۳۸ °۵۱ شرقی ‌ جغرافیایی ″۳۸/۷ ۲۰ °۳۸ شمالی با ۹۷۳ تر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. ‌ علوفه ای ارتیم سیفا کراس ۷۰۴ ر ‌ و هکتار ‌ به سیستم آبیاری ارانی کلاسیک ثابت- آ اش متحرک کشت شد ا ‌ آزمایشی ارای ‌و طح کود ‌فر و ۱۵۰ کیلوگرم ‌ وژن ‌ ‌ار و چهار ‌ح آبیاری SMD ۰/۷ SMD، ۰/۸۵ SMD، ۱ SMD و ۱/۱۳ ‌ ‌ قالب طرح کرت‌های ‌اری ا ‌ تکرار طی ‌ ال اجرا شد. ا ت ‌ ‌ ضرایب ژنتیکی ا ‌ ا ت ‌ استفاده در این ‌ش قبلاً ا تخراج ‌ده ا ت، دل CSM-CERES-Maize ‌ به وا نجی ‌ باره داشت (قاسمی ‌ کاران، ۲۰۰۹).

تحلیل حساسیت

‌ ‌ از ترکیب روش‌های ‌اضی و ‌ سیمی ائه ‌ توسط فری تیل (۲۰۰۲) ا تفاده شده است ابطه ۱) ‌ ‌ فرض شده است که Y ‌ عنوان ‌ (محصول شبیه‌ازی ‌ و آرایه $X=(X_1,X_2,X_3,X_4,X_5)$ ‌ ‌ ا ترهای ودی است ‌ ‌ شده است تقدار تغییر خروجی ‌ ‌ ‌ ‌ تغییرات ورودی. ا ته به وجود تفاوت‌ها ‌ احدها و مقیاس‌های بین ا ترهای ‌ ‌ ‌ بیان مقدار خطای محتمل ‌ ‌ حساسیت ‌ شده[3] (Sj) ا تفاده شده است. ‌ ‌ ای هر متغیر ودی X_j ابرا ت تا ‌ رات ‌ ‌ ر یک واحد تغییر نسبی X_j ‌ ‌ رگان و ‌ یون، ۱۹۹۸).

1- Black Box
2- Soil Moisture Depletion
3- Normalized Sensitivity

www.SID.ir

Archive of SID

$$S_j = \left[\frac{\delta y}{\delta x}\right]_{x^0} \times \frac{X_j^0}{Y^0} \quad (۱)$$

که در این رابطه نمای حساسیت برای X نشان دهنده تغییرات است که با اعمال تغییرات آن تغییر می‌کنند، که به آن [illegible] گویند. همچنین $Y^0 = Y(x^0)$ به‌عنوان [illegible] با تغییر سناریوی اسمی [illegible] می‌شود [illegible] حساسیت نرمال برای متغیرهای ورودی X_j، [illegible] بی متناسب با آن ابراز است با:

$$\frac{\partial Y}{Y^0} = S_j \times \frac{\partial_{x_j}}{x_j^0} \quad (۲)$$

[illegible] دو طرف معادله ۲ را در [illegible] کنیم [illegible] این خطاها به‌صورت [illegible] شکل زیر تعریف خواهد شد:

$$\Delta Y = S_j \times \Delta X \quad (۳)$$

با استفاده از [illegible] بین واریانس‌ها و درنظر گرفتن ثابت [illegible] رابطه بین انحراف معیارها را می‌توان به‌صورت [illegible] بین خطاها [illegible] بیان کرد.

$$\Delta Y^2 \approx \sum_{j=1}^{n} S_j^2 \times \Delta x^2 \quad (۴)$$

مدل DSSAT

در این [illegible] از یکی از مدل‌های خانواده CERES [illegible] منتز (نرم‌افزار محیط- گیاه) با نام CERES – Maize استفاده شده است این مدل برای شبیه‌سازی رشد گیاه ذرت در قالب محیط DSSAT [illegible] شتیبانی مدیریت احتمال علم کشاورزی) ارائه شده است. مدل CERES-Maize قادر به شبیه‌سازی تأثیرات گونه گیاهی [illegible] کشت، آب و [illegible] خاک و [illegible] و عملکرد غلات است. (هوگنبوم [illegible] کاران، ۱۹۹۹).

انتخاب پارامترهای ورودی

[illegible] ورودی انتخاب [illegible] عبارتند از [illegible] ستقلی که [illegible] کنش داخلی [illegible] شته و به‌[illegible] رت پیش فرض با [illegible] تخمین زده می‌شوند این [illegible] اترها [illegible] اند از: ۱) FC، ۲) CN، که این [illegible] توجه به گروه هیدرولوژیک و شیب تخمین زده می‌شود ۳) [illegible] ابت اشباع، ۴) [illegible] ب زهکشی و ۵) [illegible] بازتابش. [illegible] مقادیر انتخاب [illegible] تحت عنوان [illegible] ط محلی [illegible] مقادیر عمومی این [illegible] اترها [illegible] لقه ورامین [illegible] ستند [illegible] دول ۱).

جدول ۱- پارامترهای ورودی، مقادیر اسمی، بازه مورد مطالعه و اندازه تغییرات آن‌ها

متغیر	نماد	مقادیر اسمی	[illegible] د مطالعه	[illegible] مر تغییر
[illegible] ت زراعی	X1	۰/۳۰۱	۰/۳۸-۰/۲۴	۰/۰۲
[illegible] ت اشباع	X2	۰/۴۵۱	۰/۵۴-۰/۳۳	۰/۰۳
[illegible] زهکشی	X3	۰/۶	۰/۹-۰/۲	۰/۱
[illegible] منحنی	X4	۶۱	۹۶-۵۶	۵
[illegible] بازتابش	X5	۰/۱۷	۰/۲۳-۰/۰۹	۰/۰۲

شبیه‌سازی محصول و تعیین تابع پاسخ مدل

[illegible] برای یافتن حساسیت [illegible] دل به میزان خطای محتمل [illegible] برای تخمین زده شده، مدل CERES – Maize [illegible] سته [illegible] رم‌افزاری DSSAT [illegible] ازای هر تغییر یک [illegible] امتر، در حالی که بقیه [illegible] اترها در مقادیر اسمی خود ثابت بودند، [illegible] شد. [illegible] س میزان محصول تخمین زده شده توسط [illegible] دل برای هر [illegible] ا استخراج شده و پس از تنظیم [illegible] رتب سازی، داده‌ها به [illegible] شته شده در محیط [illegible] رم‌افزار MATLAB تحلیل [illegible] تابع [illegible] اسخ خروجی [illegible] دل در [illegible] ا هر یک از [illegible] اترهای ورودی تعیین شد.

نتایج و بحث

[illegible] محصول شبیه‌سازی شده با [illegible] حالت استفاده از [illegible] اترهای اسمی برای تیمار [illegible] این کود ۴/۷۶۲ [illegible] در هکتار و برای تیمار با ۱۵۰ کیلوگرم [illegible] هکتار کود ۱۰/۸۸۶ [illegible] هکتار بود. [illegible] از به‌[illegible] آمدن معادله‌های [illegible] اسخ [illegible] به ازای [illegible] [illegible] از طریق برازش بهترین [illegible] [illegible] جاگذاری در معادله ۱، [illegible] مقادیر

www.SID.ir

Archive of SID

... قرار دادن مقادیر ... معادله ۴ ... برای هر دو تیمار به ... محاسبه شد. ... حساسیت‌های ... آمده نیز بیانگر ... پارامترهای ورودی ... خروجی به ... است.

آن‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد ... در تخمین ... تغییرات پارامترهای ... خاک به شدت ... تأثیر ... ژنه مصرفی است. به گونه‌ای که حتی ... های با کود نیتروژنه اندازه‌گیری ... خاک برای تخمین محصول ... ندارد. همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد ... دو تیمار ... ظرفیت زراعی دارای ... حساسیت است.

جدول ۲- حساسیت‌های نسبی محاسبه شده در مقادیر اسمی و کران‌های بازه مورد بررسی برای هر دو تیمار

... بدون کود			
پارامتر	... در حداقل	... اسمی	... در حداکثر
ظرفیت زراعی	-۰/۷۲۱	-۱/۲۷۶	-۰/۸۸۲
... اشباع	-۱/۳۸۱	-۰/۱۸۳	۰/۶۲۶
... زهکشی	۰/۲۱۹	۰/۱۰۷	۰/۲۵۴
... بازتابش	۰/۰۱۸	۰/۰۲۹	۰/۰۰۶
... منحنی	۰/۰۱۱	-۰/۰۱۳	-۰/۵۶۰
... ۱۵۰ ... نیتروژنه در هکتار			
پارامتر	... در حداقل	... اسمی	... در حداکثر
ظرفیت زراعی	۰/۳۵۶	۰/۰۰۸	-۰/۰۴۴
... منحنی	-۰/۰۱۸	-۰/۰۰۶	-۰/۰۳۸
... اشباع	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۸
... زهکشی	۰/۰۰۳۷	-۰/۰۰۱۹	-۰/۰۱۱
... بازتابش	-۰/۰۰۰۴	-۰/۰۰۰۰۹۱	۰/۰۰۰۶

نتیجه‌گیری

... به این‌که چه متغیرهای ... صورت بر نتایج ... تأثیر می‌گذارند کمک می‌کند تا اولویت‌های برداشت داده‌های با کیفیت مشخص شود. ... که گرفته شده در این ... روشی ... کارآمد و ... برای ... نحوه ... مدل‌ها است. ... دارای ... محدودیت‌هایی است.

منابع

1. Bert F. E. and Laciana C. E. 2006. Sensitivity of CERES-Maize simulated yields to uncertainty in soil properties and daily solar radiation. Agricultural Systems. 94(2):141-150.
2. Boote K. J. Jones J. W. and Pickering N. B. 1996. Potential uses and limitations of crop models. Agronomy Journal. 88(5):704-716.
3. Frey H. C. and Patil S. R. 2002. Identification and review of sensitivity analysis methods. Risk Analysis. 22(3):553578
4. Gheysari M. Mirlatifi S. M. Homaee M. Asadi M. E. and Hoogenboom G. 2009. Nitrate leaching in a silage maize field under different irrigation and nitrogen fertilizer rates. Agricultural water management. 96(6):946-954.
5. Hoogenboom G. Wilkens P. W. and Tsuji G. Y. 1999. DSSAT, Version 3. Vol. 2, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.
6. Liu WTH Botner D. M. and Sakamoto C. M. 1989. Application of CERES-Maize model to yield prediction of a Brazilian maize hybrid. Agricultural and Forest Meteorology. 45(3):299-312.
7. Morgan M. G. and Henrion M. 1998. Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis.

www.SID.ir

Archive of SID

Cambridge University Press, Cambridge, New York. 30:68 p.

8. Nonhebel S. 1994. Inaccuracies in weather data and their effects on crop growth simulation results. II. Water-limited production. Climate Research. 4:61-74.
9. Tarantola S. Giglioli N. Jesinghaus J. and Saltelli A. 2002. Can global sensitivity analysis steer the implementation of models for environmental assessments and decision-making? Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 16(1):63–73.

www.SID.ir