کاربرد مدل Aljarafe در تعیین شاخص شکل‌پذیری خاک و رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی

مریم قبله[۱]، فرزین شهبازی[۲]، محمد رضا نیشابوری[۳]، علی‌اصغر جعفرزاده[۴]
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۳-۴- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

شاخص شکل‌پذیری خاک در خاک‌شناسی به عنوان یکی از پارامترهای فیزیکی مطرح است که در مدیریت زمان کاشت، داشت، برداشت و عملیات خاک‌ورزی کاربرد دارد. اندازه‌گیری این شاخص با توجه به دشواری استفاده از روش مرسوم کاساگرانده موجب گردید که کاربرد مدل *Aljarafe* از زیرمجموعه سیستم میکرولیز مورد ارزیابی قرار گیرد. مقادیر ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و رس خاک به عنوان داده‌های ورودی این مدل بوده و خروجی آن شاخص شکل‌پذیری و مقدار رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی می‌باشد. بدین‌منظور تعداد ۵۶ نمونه خاک به صورت سیستماتیک از عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک اراضی ایستگاه تولید بذر گیاهان دارویی و صنعتی سراب با مساحتی حدود ۲۴ هکتار برداشته شد سپس نمونه‌ها جهت انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافت. نتایج حاصل از کاربرد مدل *Aljarafe* نشان داد که این عموماً قادر به برآورد شاخص شکل‌پذیری و رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی در منطقه مورد مطالعه نبوده و نیاز به واسنجی دارد.

واژه های کلیدی: سیستم میکرولیز، شاخص شکل‌پذیری، رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی، مدل *Aljarafe*

مقدمه

در گذشته بنابه دلایلی از جمله سطوح پایین تکنیک‌های آموزشی و فقدان توجه کافی به کارایی مدل‌ها در علوم کشاورزی و محیطی، علاقه کشاورزان به استفاده از سیستم‌های کامپیوتری کمتر نشان داده شده بود (اسکاف و همکاران، ۱۹۹۹). ولی در سال‌های اخیر استفاده از سیستم‌های کامپیوتری مانند سیستم میکرولیز رایج شده است. سیستم میکرولیز شامل ۱۲ مدل بیوفیزیکی هم به زبان اسپانیایی و هم به زبان انگلیسی در اختیار کاربران می‌باشد که این سیستم به عنوان یک روش جامع در برنامه‌ریزی استفاده از اراضی توأم با مدیریت اراضی جهت رسیدن به کشاورزی پایدار توسط انیستیتو منابع طبیعی و اگروبیولوژی سویل اسپانیا پایه‌ریزی شده است (دلاروزا و همکاران، ۲۰۰۴). یکی از بسته‌های اصلی سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز بسته مهندسی و فن‌آوری[۱] می‌باشد که مدل *Aljarafe* از زیرمجموعه آن به منظور برآورد خاک‌ورزی و کلاس‌بندی شاخص شکل‌پذیری خاک طراحی شده است (دلاروزا، ۱۹۷۹). مدل *Aljarafe* شاخص شکل‌پذیری را با استفاده از معادلات آماری و به کمک ویژگی‌های سهل‌الوصول مانند مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی و رس برآورد می‌کند (دلاروزا و همکاران، ۲۰۰۴). این مدل برای اولین بار در خاک‌های فلوریدا استفاده شد از سوی دیگر از این خاک‌ها برای کالیبراسیون مدل مذکور استفاده شده است (کلهون و کارلیسل، ۱۹۷۴). مدل *Aljarafe* برای اولین بار در ایران در شهرستان اهر توسط شهبازی (۱۳۸۷) مورد استفاده قرار گرفته و با توجه به قرارگیری مشخصات خاک منطقه مورد مطالعه در بازه داده‌های ورودی، مدل مذکور بدون واسنجی به کار رفته و نتایج ایشان نشان دادکه با افزایش مقدار رس و درصد رطوبت خاک، میزان حساسیت به تخریب‌پذیری خاک افزایش پیدا می‌کند. با استفاده از عملیات لایه‌اندازی نقشه خاک بر روی نقشه‌های فوق می‌توان نتیجه گرفت که هر سه پروفیل متعلق به رده آلفی‌سل‌ها در منطقه مذکور تا رطوبت بین ۲۰٪ الی ۲۵٪ قابلیت انجام عملیات خاک‌ورزی بدون هیچ‌گونه حساسیت به تخریب‌پذیری را دارا می‌باشند. شهبازی و همکاران (۱۳۸۸) در منطقه‌ی صوما

[1]Engineering and Technology Package

واقع در استان آذربایجان غربی با مطالعه ۳۵ پروفیل در اراضی به وسعت تقریبی ۴۱۰۰ هکتار، از مدل *Aljarafe* برای تعیین شاخص شکل‌پذیری نمونه‌ها استفاده و پهنه‌بندی منطقه را در محیط *GIS* داده و گزارش نمودند که حداکثر رطوبت بهینه برای عملیات زراعی بر روی خاک‌های مورد مطالعه بین ۱۳/۳٪ و ۲۴/۹٪ می‌باشد. با توجه به وقت‌گیر و زمان‌بر بودن روش کاساگرانده و رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی در این تحقیق سعی شده است با استفاده از مدل *Aljarafe* که بر اساس مقادیر ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و مقدار رس به پیش‌بینی شاخص شکل‌پذیری و رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و آزمایشات فیزیکی و شیمیایی خاک

حدود ۲۴ هکتار از اراضی ایستگاه تولید بذر گیاهان دارویی و صنعتی سراب (استان آذربایجان‌شرقی) واقع در محدوده‌ی طول جغرافیایی ″۱۱ ′۳۲ °۴۷ تا ″۳۴ ′۳۲ °۴۷ شرقی و عرض جغرافیایی ″۵۹ ′۵۴ °۳۷ تا ″۱۹ ′۵۵ °۳۷ شمالی انتخاب و تعداد ۵۶ نمونه از عمق ۵۰ سانتی‌متری با فواصل منظم (۷۰ متری) برداشته شده است. شایان ذکر است ۲/۲۱ هکتار از این اراضی دارای کاربری باغ می‌باشد. نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و برای انجام آزمایشات مقدماتی در آزمایشگاه آماده گردیدند. که در این پژوهش برای اندازه‌گیری رس خاک از روش هیدرومتر با قرائت چهار زمانه (گی و بادر، ۱۹۸۶) و برای اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی در *pH=۸/۲* از روش باور (باور و همکاران، ۱۹۵۲) استفاده گردید. همچنین برای تعیین کربن از روش اکسیداسیون تر (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری حدود آتربرگ (حد سیلان، حد شکل‌پذیری و شاخص شکل‌پذیری) از روش کاساگرانده (یانگ و وارکنتین، ۱۹۶۶) و برای اندازه‌گیری رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی از رابطه‌ی ۱ (دکستر و بیرد، ۲۰۰۱) استفاده شد در این رابطه *Wop* درصد وزنی رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی، *PL* درصد وزنی رطوبت خاک در حد شکل‌پذیری خاک می‌باشد

$$Wop=0.9\ PL \qquad (۱)$$

اساس کارکرد این مدل، روش رگرسیون چندگانه (گام به گام) می‌باشد که شاخص شکل‌پذیری خاک و رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی را برآورد می‌کند. داده‌های ورودی در این مدل درصد رس، ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد ماده آلی و داده‌های خروجی شامل شاخص شکل‌پذیری و مقدار رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی می‌باشد. این مدل در خاک‌هایی کاربرد دارد که دامنه تغییرات رس، ظرفیت تبادل کاتیونی و ماده آلی طبق جدول (۱) می‌باشد که نباید دامنه داده‌های ورودی خارج از این محدوده باشد:

جدول۱- دامنه متغیرهای ورودی و خروجی مدل *Aljarafe* (دلاروزا و همکاران، ۲۰۰۳)

متغیر	دامنه	میانگین
	متغیرهای مستقل	
درصد رس	۰/۱-۹۳/۵	۲۵/۳
ظرفیت تبادل کاتیونی ($Cmol_+kg^{-1}$)	۰/۲-۳۴/۹	۷/۲
درصد ماده آلی	۰/۱-۴/۵	۰/۵
	متغیرهای وابسته	
درصد شاخص شکل‌پذیری خاک	۱-۱۱۶	۱۶/۶
درصد رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی	۱۰/۲-۴۵/۶	۱۷/۸

فرم کلی معادلات رگرسیونی برای تعیین شاخص شکل‌پذیری خاک و رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی در مدل *Aljarafe* به صورت روابط (۲ و ۳) است، در این رابطه: X_1 درصد رس، X_2 ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب سانتی مول بار بر کیلوگرم،

X_3درصد ماده آلی، Y_1شاخص شکل‌پذیری بر حسب گرم بر صد گرم خاک و Y_2 درصد وزنی رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی می‌باشد. همچنین این مدل قادر به کلاس‌بندی شاخص شکل‌پذیری خاک و رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی می‌باشد

$$Y_1= 0.47\ X_1 - 0.20\ X_2 + 0.03\ X_1X_2 - 0.03\ X_1X_2X_3 \quad R^2=0.97 \quad CV=26.45 \qquad (۲)$$

$$Y_2= 0.38\ X_1 + 1.14\ X_2 - 0.01\ X_1X_2 - 0.01\ X_1X_2X_3 \quad R^2=0.85 \quad CV=43.35 \qquad (۳)$$

نتایج و بحث

در جدول (۲) برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه ارائه شده است. دامنه ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک‌های مورد مطالعه معادل ۹/۳۱-۳۲/۴۵ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم و میانگین آن برابر ۲۲/۹۷ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم می‌باشد و مقدار ماده آلی ۹/۳۴٪-۱/۱٪ و میانگین آن ۴/۰۹٪ می‌باشد.مقدار رس ۵۶/۶۷٪-۱۲/۰۲٪، دامنه رطوبت حد سیلان ۶۸/۳۷-۴۲/۱۹٪ و میانگین آن برابر ۵۲/۶۴٪ می‌باشد و دامنه رطوبت حد شکل‌پذیری ۵۲/۵۷-۲۶/۶۲٪ و میانگین آن برابر ۳۴/۱٪ می‌باشد. دامنه شاخص شکل‌پذیری ۲۹/۶۵-۱۲/۹۳٪ و میانگین آن برابر ۱۸/۲۴٪ و دامنه رطوبت بهینه برای خاک-ورزی با استفاده از رابطه (دکستر و بیرد، ۲۰۰۱) ۴۷/۳۲- ۲۳/۹۶ درصد و میانگین آن برابر ۳۰/۶۹ درصد می‌باشد. بنابراین بیش‌ترین ضریب تغییرات مربوط به درصد رس و کمترین آن مربوط به رطوبت حد سیلان می‌باشد. خاک‌های مورد مطالعه از نظر کلاس بافتی شامل ۲۵ کلاس رسی، ۱۴ کلاس لوم رسی، ۴ کلاس لوم شنی، ۱ کلاس لومی، ۱ کلاس لوم سیلتی و لوم رس شنی می‌باشد

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (۵۶ نمونه)

متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات
ظرفیت تبادل کاتیونی	۲۲/۹۵	۹/۳۱	۳۲/۴۵	۹/۰۲	۲۶/۲۳
ماده آلی	۴/۰۹	۱/۱	۹/۳۴	۰/۷۸	۱۹/۰۷
رس	۳۶/۶	۱۲/.۰۲	۵۶/۶۷	۱۳/۱۲	۳۵/۸۴
رطوبت حد سیلان	۵۲/۹۱	۴۲/۱۹	۶۸/۳۷	۶/۱۳	۱۱/۵۸
رطوبت حد شکل پذیری	۳۴/۱	۲۶/۶۲	۵۲/۵۷	۵/۲۴	۱۵/۳۷
شاخص شکل‌پذیری	۱۸/۹۴	۲۹/۶۵	۱۲/۹۳	۳/۴۴	۱۸/۱۶
رطوبت بهینه برای خاک ورزی	۳۰/۶۹	۲۳/۹۶	۴۷/۳۲	۴/۷۱	۱۵/۳۴

*کربنات کلسیم معادل، ماده آلی و رس بر اساس (٪)، ظرفیت تبادل کاتیونی بر اساس (meq/100 gr) ، رطوبت حد سیلان، حد شکل‌پذیری، شاخص شکل‌پذیری و رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی براساس (٪)

مدل *Aljarafe*

شاخص شکل‌پذیری و مقدار رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی با استفاده از مدل *Aljarafe* که در جدول (۳) ارائه شده است. دامنه شاخص شکل‌پذیری با استفاده از مدل مذکور برابر ۱۵/۵٪-۴/۱۵٪ و میانگین آن برابر ۸/۴۵٪ می‌باشد. دامنه رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی برابر ۲۰/۳٪- ۰/۳٪ و میانگین آن برابر ۷/۰۳٪ است. نتایج مدل *Aljarafe* در این تحقیق نشان داد که مدل قادر به برآورد شاخص شکل‌پذیری و رطوبت بهینه در اکثر خاک‌های مورد مطالعه نمی‌باشد. نتایج جدول (۳) نشان می-دهد که این مدل تنها قادر به برآورد ۳ نمونه از شاخص شکل‌پذیری خاک و ۳۳ نمونه از رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی با استفاده از سه ویژگی درصد رس، ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. علیرغم اینکه دامنه مقادیر رس، ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی نمونه‌های خاک در محدوده مشخص شده برای مدل *Aljarafe* مطابقت داشته است (جدول ۱) ولی نتایج نشان داد که این مدل قادر به برآورد شاخص شکل‌پذیری و رطوبت بهینه در کل محدوده مطالعاتی نمی‌باشد و مشکل اصلی به بالا بودن مقدار ماده آلی خاک مربوط می‌شود.

جدول ۳- مقادیر شاخص شکل‌پذیری خاک و رطوبت بهینه با استفاده از مدل ***Aljarafe***

شماره خاک	PI(٪)	Wop(٪)	شماره خاک	PI(٪)	Wop(٪)	شماره خاک	PI(٪)	Wop(٪)
۱	-	۱/۵۴	۲۰	-	-	۳۹	-	-
۲	-	۳/۹	۲۱	-	-	۴۰	-	۱/۰۴
۳	-	۸/۸	۲۲	-	-	۴۱	-	-
۴	-	۱۲/۵	۲۳	-	-	۴۲	-	-
۵	-	۵/۴	۲۴	-	۲/۸	۴۳	-	-
۶	-	–	۲۵	-	–	۴۴	-	-
۷	-	–	۲۶	-	-	۴۵	-	-
۸	-	۰/۳	۲۷	-	۱/۶	۴۶	-	-
۹	-	-	۲۸	-	۹/۲۷	۴۷	-	۰/۳۱
۱۰	-	-	۲۹	-	۱۰/۴	۴۸	-	۷/۳
۱۱	-	-	۳۰	-	۱/۶	۴۹	-	۱۱
۱۲	-	-	۳۱	-	۶/۹	۵۰	-	۲/۰۵
۱۳	-	-	۳۲	-	۱۶/۶۳	۵۱	-	۶/۲۸
۱۴	-	۶	۳۳	-	۱۲/۵۲	۵۲	-	۱/۵
۱۵	-	۱۰/۶	۳۴	-	۳/۵	۵۳	-	–
۱۶	-	۱۱/۸	۳۵	-	۱۰/۶۳	۵۴	۱۵/۵	۲۰/۳
۱۷	۵/۷	۱۹/۶	۳۶	-	۱۱/۸۷	۵۵	-	۵/۷
۱۸	۴/۱۵	۱۲/۰۵	۳۷	-	۹	۵۶	-	–
۱۹	-	-	۳۸	-	۸/۷			

(–) مدل قادر به برآورد نمی‌باشد PI: شاخص شکل‌پذیری و Wop: رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی

نتایج کاربرد مدل *Aljarafe* نشان داد که این مدل قادر به برآورد شاخص شکل‌پذیری و رطوبت بهینه برای خاک‌ورزی برای هر نمونه خاک مخصوصاً خاک‌هایی با محتوی ماده آلی زیاد نمی‌باشد بنابراین نمی‌تواند جایگزین مناسبی برای روش کاساگرانده باشد بنابراین این مدل نیاز به واسنجی دارد.

منابع

شهبازی، ف. ۱۳۸۷. بررسی کاربرد سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز به عنوان روشی نوین در ارزیابی اراضی، رساله‌ی دکتری. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

شهبازی، ف.، جعفرزاده، ع.ا. و شهبازی، م.ر. ۱۳۸۸. تأثیر فرسایش و آلودگی در ارزیابی آسیب‌پذیری اراضی صوما با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، دانشگاه تبریز.

Ascough, I.J.C., Hoag, D.L., Frasier, W.H. and McMaster, G.S. 1999. Computer use in Agricultural: An Analaysis Of Great Plains Producers. Computer and Electronic Agriculture. 3: 189- 204 .

Bower, C.A., Reitemeier, R.F. and Fireman, M. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Journal of Soil Science. 73:251-261.

Calhoun, F.G. and Carlisle, V.W. 1974. Characterization Data for Selected Florida soils. University Of Florida, Soil Science Department. 293 pp.

De la Rosa, D. 1979. Relation of several pedological characteristics to engineering qualities of soil. Journal of Soil Science. 30:793-799.

De la Rosa, D., Mayol, F. and Diaz-Pereira, E. 2003. Exploring the Agro-ecological Limits of Sustainability. Eng & Tec Soil Engineering and Technology Prediction, Soil Plasticity and Workability, Institute for Natural Resources and Agrobiology, Seville, Spain. 17pp. Aljarafe Model. (www.microleis.com).

De la Rosa, D., Mayol, F., Diaz-Pereira, E., Fernandez, M. and De la Rosa, D. Jr. 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection. Environmental Modeling and Software. 19:929-942.

Dexter, R.A. and Bird, N.R.A. 2001. Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve. Soil and Tillage Research. 57, 203-212.

Gee, W.G. and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. In method of soil Analysis. Part I. A. Klute (ed.). Soil Science Society of America, Book Series 5, Madison, Wisconsin, ASA, SSSA, USA. 383-412 pp.

Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Page, A.L. and Keeney, D.R. (eds.), In: Methods of soil analysis. Part II. Agron Monogr. ASA, SSSA, Madison, USA. 539-580 pp.

Yong, R.N. and Warkentin, B.P. 1966. Introduction to soil behavior. Macmillan series in civil engineering, NewYork. NY.

Application of Aljarafe model to estimate the plasticity index and optimum moisture workability

M. Ghebleh[1], F. Shahbazi[2], M. Neyshaburi[3], A. Jafarzade[4]

1- Ph.D. student Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz.
2- Associate Professor Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz.
3-4- Professor Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz.

Abstract

Soil plasticity index is one of the physical parameters to use for planting, harvesting and tillage practices management. Due to difficulties in measuring this parameter with conventional Casasgrande method, Aljarafe model within the MicroLIES system was evaluated. Soil OM, CEC and clay content are the input data as well as plasticity index and optimum moisture for workability timing are out coming data. For this purpose, 56 soil samples were systematically collected as grids in vertical section of 50 cm where area extension is about 24 ha. It has located in Sarab Medicinal and Industrial Plants Seed Production Station. The samples were then transferred to the laboratory to be physically and chemically analyzed. The results of Aljarafe model application revealed that it may not able to estimate the plasticity index and optimum moisture workability so requires to be recalibrated

Keywords: Aljarafe model, MicroLIES system, optimum moisture workability, plasticity index