محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

نقشه‌برداری شاخص تناسب اراضی جو با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

لیلا رسولی*[۱]، کمال نبی‌اللهی [۲] و روح الله تقی‌زاده مهرجردی [۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

[۲]استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

[۳]استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

چکیده

جو از مهم‌ترین محصولات زراعی در ایران و استان کردستان می‌باشند که نقشه تناسب اراضی می‌تواند مناسب‌ترین واحد اراضی را برای کشت آن مشخص کند. هدف از این پژوهش نقشه‌برداری رقومی شاخص تناسب اراضی برای جو دیم می‌باشد. بدین منظور در منطقه‌ای به وسعت ۶۵۰۰ هکتار در استان کردستان ابتدا نقشه اجزاء واحد اراضی به روش فیزیوگرافی ماهلر تهیه و سپس بر اساس آن ۱۷ پروفیل شاهد در هر اجزاء واحد اراضی حفر و تشریح شدند. همچنین ۱۰۵ نمونه اوگر در سه عمق (۰-۲۰، ۲۰-۵۰ و ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متری) برداشت شد. در کلیه نمونه‌ها ی خاک خصوصیات بافت، اسیدیته، کربن آلی، آهک، گچ، ESP، هدایت الکتریکی و سنگریزه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که منطقه دارای حدود ۳۵/۶۱ درصد کلاس N2، ۳۷/۶۱ درصد کلاس N1 و ۲۶/۷۸ درصد کلاس S3 می‌باشد. محدودیت‌های اصلی منطقه برای کشت جو عمدتاً اقلیم، توپوگرافی، سنگریزه و pH می‌باشد. نتایج اعتبارسنجی مدل بر اساس شاخص‌های آماری میانگین ریشه مربعات خطا، میانگین خطا و ضریب تبیین (به ترتیب ۶/۷۵، ۴/۳۱ و ۰/۶۸) بود که نشان دهنده دقت مناسب مدل می‌باشد.

کلمات کلیدی: ارزیابی اراضی، روش پارامتریک، پدومتری، کردستان.

مقدمه

خاک یکی از منابع حیاتی به شمار رفته که تجدید آن به زمان طولانی نیاز دارد. در واقع خاک به‌عنوان اینکه محیط اصلی پرورش محصولات کشاورزی است و باتوجه به‌اینکه تولیدات کشاورزی زیربنای بقا و توسعه بشری است از اهمیت بسزایی برخوردار است (Xu و Zhang ، ۲۰۱۳). این در حالی است که رشد روزافزون جمعیت و تشدید فشار بر منابع خاکی موجب تنزل بیش از پیش کیفیت برخی اراضی کشاورزی و کاهش سطح اراضی قابل کشت شده است (Zali، ۲۰۰۱). محققان راه‌حل‌های متعددی را برای علاج عدم توازن رشد جمعیت و میزان غذای تولید شده جهان، خصوصاً جهان سوم پیشنهاد نموده‌اند که با توجه به محدودیت منابع، افزایش میزان تولید در واحد سطح بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Prakash، ۲۰۰۳). لذا یکی از راه‌های افزایش تولید در واحد سطح، شناسایی ظرفیت تولید هر زمین و انتخاب کاربری متناسب با این ظرفیت می‌باشد به‌طوریکه همگام با حفظ باروری زمین، سودآوری زمین افزایش‌یافته و کلاس تناسب اقتصادی ارتقاء یابد (Tang، ۱۹۹۳) به منظور افزایش تولید هر محصولی در واحد سطح باید ظرفیت تولید اراضی انتخاب شده متناسب با نیازهای رویشی آن محصول باشد (Sys و همکاران ۱۹۹۱). که در این راستا ارزیابی تناسب اراضی یکی از مهم‌ترین روش‌های دست‌یابی به کشاورزی پایدار است در واقع ارزیابی اراضی پتانسیل اراضی را برای استفاده‌های مورد نظر قبل از بکارگیری اراضی جهت بهره وری‌های خاص مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهد.

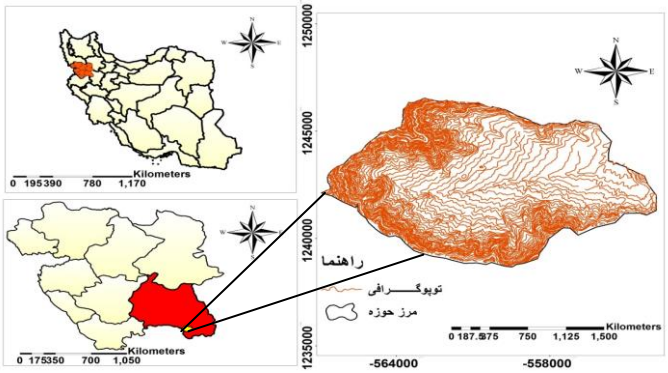
نقشه‌های تناسب اراضی ابزارهایی هستند که اطلاعات مورد نیاز و ضروری را برای برنامه‌ریزان کشاورزی فراهم می‌آورند که این نقشه‌ها حاوی اطلاعات مفید و ضروری برای تک تک واحدهای نقشه به عنوان واحد همگن اراضی هستند که ظرفیت بالقوه کشاورزی و محدودیت‌های آن را برای برنامه‌ریزان کشاورزی مشخص می‌کند (خسروی و همکاران، ۱۳۹۱). این در حالی است که تعیین شاخص تناسب اراضی زمان‌بر و هزینه‌بر است که یکی از راه حل‌ها، استفاده از تکنیک نقشه‌برداری رقومی است. یکی از جدیدترین روش‌های نقشه‌برداری خاک، نقشه‌برداری رقومی است که به‌معنای به‌تصویرکشیدن داده‌های مکان‌دار خاک است به گونه‌ای که توزیع و پراکندگی مکانی انواع خاک‌ها و یا خصوصیات آن‌ها را نشان دهد (McBratney و همکاران ۲۰۰۳) و توسط محققین مختلفی برای اهداف متفاوت مورد استفاده قرار گرفته است (Pahlavan-Rad و Akbarimoghaddam ۲۰۱۸ ; TaghizadehMehrjardi و همکاران ۲۰۱۶). جو یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است و از نظر تولید جهانی چهارمین غله بعد از گندم، برنج و ذرت محسوب می‌شود. بیش از ۱۳۶×۱۰^۶ تن جو در هرساله در جهان تولید می‌شود که مورد استفاده عمده آن در تغذیه دام، طیور و صنعت

* ایمیل نویسنده مسئول: Leila.rasouly71@gmail.com

می‌باشد (yun و همکاران ۲۰۰۶).لذا هدف از این پژوهش بررسی شرایط محیطی و برقراری ارتباط منطقی بین این شرایط با خصوصیات مورد نیاز گیاه جو و تعیین شاخص تناسب اراضی و نهایتا نقشه‌برداری آن به صورت رقومی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه در این پژوهش، حوزه‌ای به وسعت ۶۵۰۰ هکتار در محدوده شهرستان قروه در استان کردستان می‌باشد (شکل ۱)



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش ابتدا نقشه اجزاء واحد اراضی به روش سنتی (روش فیزیوگرافی ماهلر) با استفاده از نقشه توپوگرافی، عکس‌های هوایی و تصویر ماهواره‌ای تهیه گردید. سپس بر اساس نقشه اجزاء واحدهای اراضی، ۱۰۵ اوگر (در سه لایه تا عمق ۱۰۰ سانتی متر ۰-۲۰، ۲۰-۵۰ و ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متری) نمونه‌برداری شد. همچنین در هر یک از اجزاء واحدهای اراضی یک پروفیل و جمعا ۱۷ پروفیل حفر، تشریح و تا سطح فامیل طبقه‌بندی شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در هوای آزاد خشک شده و پس از کوبیدن آن‌ها از الک ۲ میلی‌متری عبورداده شد. ذرات کمتراز ۲ میلی‌متر جهت انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی استفاده گردید و میزان سنگریزه نیز همزمان با عبور از الک تعیین شد. همچنین بافت خاک به روش هیدرومتری، هدایت الکتریکی به‌وسیله دستگاه هدایت‌سنج، اسیدیته با دستگاه pH متر، کربن آلی به‌روش والکلی‌بلک ، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور، گچ به روش استون، درصد سدیم تبادلی توسط دستگاه فلیم فتومتر و کربنات‌کلسیم معادل خاک به‌روش تیتراسیون برگشتی با اسید کلریدریک ۲ نرمال اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی خصوصیات اقلیمی مقدار درجه حرارت و بارندگی در دوره سیکل رشد محصولات مورد مطالعه بررسی شد برای محصولات مورد نظر به‌طور جداگانه با جداول نیازهای اقلیمی جو دیم (گیوی، ۱۳۷۶) انطباق داده شد و درجه هر یک از پارامترهای اقلیمی محاسبه شد. سپس درجات نهایی محاسبه شده برای خصوصیات اقلیمی به فرمول ریشه دوم محاسبه شاخص اقلیم وارد شده و شاخص اقلیم نهایی برآورد و درجه نهایی اقلیم محاسبه گردید. همچنین خصوصیات خاک و توپوگرافی با جداول مربوط به‌نیازهای خاک و توپوگرافی جو مطابقت داده شد و درجه-بندی گردید. (گیوی، ۱۳۷۶). در مرحله نهایی درجه مربوط به اقلیم همراه با درجات خصوصیات خاک و توپوگرافی با استفاده از فرمول ریشه دوم خیدر (رابطه ۱) ترکیب شدند و شاخص اراضی محاسبه شد.

رابطه(۱) $LI=Rmin\sqrt{(A/100)*(B/100)}$

Rmin مشخصه‌ای بادرجه حداقل A, B , C درجات اختصاص داده شده به سایر مشخصه‌های دیگر است.

متغیرهای محیطی استفاده شده جهت نقشه‌برداری شاخص تناسب اراضی جو در این پژوهش شامل نقشه اجزاء واحدهای اراضی، پارامترهای سرزمین و داده‌های تصویر ETM^+ بودند جهت ارتباط بین شاخص تناسب اراضی و متغیرهای کمکی از مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. از نرم‌افزار Matlab برای طراحی شبکه عصبی مصنوعی و پیش‌بینی فاکتور شاخص تناسب اراضی جو دیم استفاده شد، که در آن لایه ورودی شامل متغیرهای کمکی استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه اجزاء واحدهای اراضی و لایه خروجی شاخص تناسب اراضی بود. نهایتا نقشه رقومی شاخص تناسب اراضی جو دیم با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی تهیه شد. برای بررسی ارزیابی نقشه شاخص تناسب اراضی جو دیم اعتبارسنجی به روش حذف یک داده و پیش‌بینی آن انجام گرفت . مقادیر واقعی و برآورد شده شاخص‌تناسب اراضی با استفاده از محاسبه شاخص‌های آماری ریشه میانگین مربعات خطا، میانگین خطا و ضریب تبین اعتبارسنجی شد.

نتایج و بحث

خصوصیات آماری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده شده است که نشان‌دهنده میزان کم هدایت الکتریکی خاک، بازی بودن pH خاک، مقدار کم کربن آلی خاک و آهک کم تا متوسط می‌باشد.

جدول ۱. پارامترهای آماری

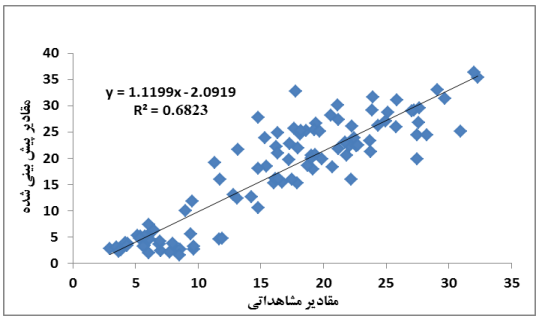
پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین
هدایت الکتریکی	(ds/m)	۰/۰۲	۱/۵	۰/۴۴
سنگریزه	٪	۱	۶۴	۲۴/۷۲۶
آهک	٪	۰	۳۴	۱۷/۰۹
اسیدیته		۷	۸/۹۸	۸/۲۲
کربن آلی	٪	۰/۰۶	۲/۶	۰/۵۷
نسبت جذب سطحی سدیم	٪	۰/۳۴	۱۲	۲/۹۷

نتایج آنالیز حساسیت شبکه عصبی مصنوعی بر روی داده کمکی جهت پیش‌بینی شاخص تناسب اراضی جو دیم نشان داد که پارامترهای اجزاء واحد اراضی، شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا (MrVBF)، شاخص بالای پشته با درجه تفکیک بالا (MRRTF) فاصله عمودی تاکانال (vdcn) شیب، فاکتور (LS) ارتفاع و باند ۵ بیش‌ترین تأثیر را در برآورد شاخص اراضی جو داشتند. نتایج ارزیابی شبکه عصبی مصنوعی بر اساس روش اعتبارسنجی متقاطع برای پیش‌بینی شاخص اراضی جو دیم در جدول (۲) ارائه‌شده است. هرچه آماره‌های مجذور میانگین مربعات خطا، میانگین خطا و خطای نسبی کمتر و ضریب تبیین بیشتر باشد کارآیی مدل بیش‌تر است.

جدول ۲. نتایج معیارهای ارزیابی خطا مدل شبکه عصبی مصنوعی بر اساس نتایج اعتبارسنجی متقاطع

	ریشه مربعات خطا	ضریب تبیین	میانگین خطا
جو	۶/۷۵	۰/۶۸	۴/۳۱

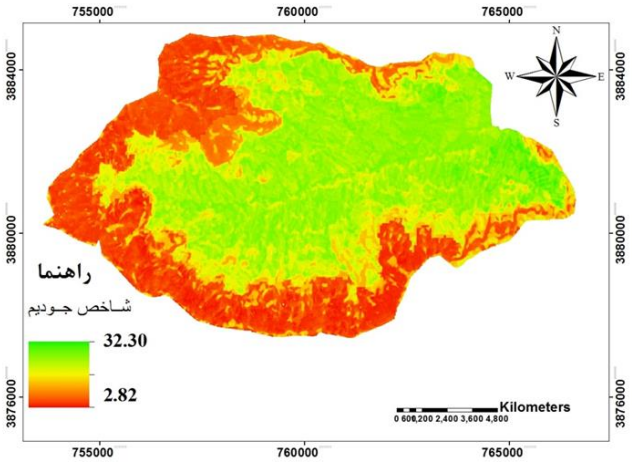
علاوه بر این نمودار پراکنش مقادیر اندازه گیری شده و برآورد شده برای پیش‌بینی شاخص اراضی جو دیم در مقابل مقادیر مشاهداتی در شکل (۲) نشان داده شده است که تأییدی بر این موضوع است که مدل شبکه عصبی ایجاد شده با استفاده از داده‌های کمکی نقشه اجزاء واحد اراضی، پارامترهای سرزمین و داده‌های تصاویر ماهواره‌ای دارای دقتی نسبتا بالا در برآورد شاخص اراضی جو دیم داشته است. مصلح و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه پیش-بینی کلاس تناسب اراضی با استفاده از مدل‌های رگرسیون درختی، درختان تصمیم‌گیری تصادفی، شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لاجستیک چندجمله‌ای نشان دادند به‌ترتیب مدل‌های درختان تصمیم‌گیری تصادفی و رگرسیون درختی توسعه¬یافته، شبکه¬های عصبی مصنوعی، رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای، دارای بالاترین دقت می‌باشند.



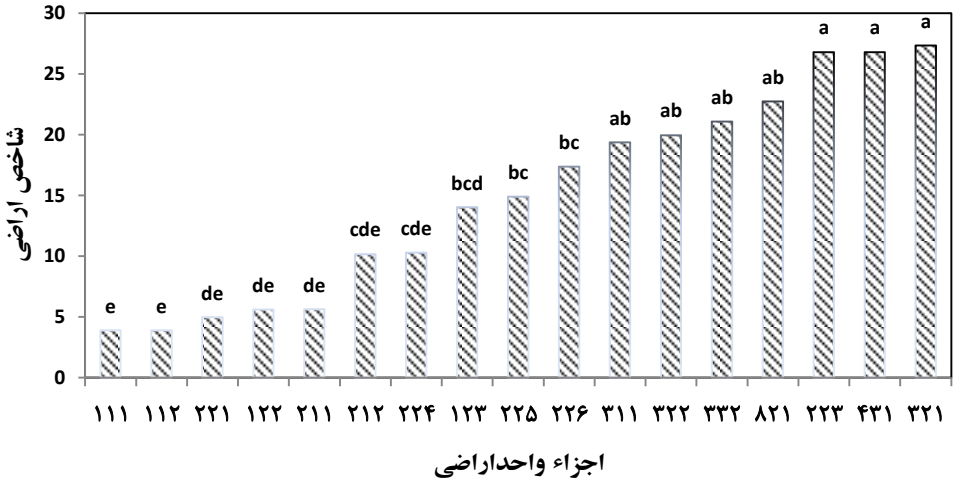
شکل ۲. نمودار پراکنش مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده شاخص تناسب اراضی جو

پس از مدل‌سازی و پیش‌بینی شاخص تناسب اراضی توسط مدل شبکه عصبی، تمام اطلاعات کمکی در یک چارچوب استاندارد با اندازه پیکسل یکسان قرارگرفته و با فرمت txt ذخیره شدند و در نهایت نقشه رقومی شاخص تناسب اراضی جو تهیه شد (شکل ۳). مطابق با شکل (۳) بیشترین مقدار شاخص‌های تناسب اراضی جو دیم در اجزاء واحدهای اراضی با فیزیوگرافی دشت‌های دامنه‌ای و فلات‌های کم شیب و در مقابل

کمترین مقادیر در اجزاء واحدهای اراضی با فیزیوگرافی کوه و تپه مشاهده شد که عمدتا دارای محدودیت‌های شیب، عمق کم خاک و سنگریزه زیاد هستند. همچنین نتایج آنالیز واریانس یک طرفه (شکل ۴) نشان داد که اجزاء واحدهای اراضی دارای اختلاف آماری معنی‌داری از لحاظ شاخص‌های تناسب اراضی بودند و نتایج آزمون دانکن هم نشان داد که در اجزاء واحدهای اراضی ۳۲۱ (فلات با شیب کم) و ۴۳۱ (دشت‌های دامنه‌ای با شیب کم) مقادیر شاخص تناسب اراضی جو به طور معنی‌داری در مقایسه با سایر اجزاء واحدهای اراضی بیشتر می باشد. در مقابل اجزاء واحدهای اراضی که دارای فیزیوگرافی کو ه و تپه‌های شیب‌دار هستند کم‌ترین شاخص تناسب اراضی را داشتند. که این نتایج نشان‌دهنده تاثیر نوع واحدهای فیزیوگرافی و متعاقبا شیب و نوع خاک در میزان شاخص‌های تناسب اراضی می‌باشد.



شکل ۳. نقشه رقومی شاخص تناسب اراضی جو



شکل ۴. مقاسیه میانگین شاخص تناسب اراضی محصول جو در اجزاء واحدهای اراضی
(حروف متفاوت بیانگرمعنی‌دار بودن میانگین ها به روش دانکن درسطح ۵ درصد می‌باشد)

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که به طور کلی منطقه مورد مطالعه به علت محدودیت‌های اقلیم (خصوصا از نطر بارندگی)، شیب زیاد، مقدار سنگریزه و pH بالا دارای تناسب کم تا نامناسب برای زراعت جو دیم می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی ارائه شده بااستفاده از پارامترهای کمکی استفاده شده دارای دقت نسبتا مناسب در پیش‌بینی شاخص تناسب اراضی جو دیم می باشد و پارامترهای اجزاء واحد اراضی،

شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا (MrVBF) شاخص بالای پشته با درجه تفکیک بالا (MRRTF) فاصله عمودی تاکانال (vdcn) شیب، فاکتور (LS) ارتفاع و باند ۵ مهم‌ترین بودند. بیشترین مقدار شاخص‌های تناسب اراضی جو دیم در اجزاء واحدهای اراضی با فیزیوگرافی دشت‌های دامنه‌ای و فلات‌های کم شیب و در مقابل کمترین مقادیر در اجزاء واحدهای اراضی با فیزیوگرافی کوه و تپه مشاهده شد.

منابع

خسروی، ی.، کلانتری، م. و کوهستانی، ن. ۱۳۹۱. تحلیل فضایی درجه تناسب اراضی برای فعالیت‌های کشاورزی و منابع طبیعی با استفاده از مدل فائو. حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۱(۳)، ۲۹-۱۰.

گیوی ج. ۱۳۷۶ . ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی. موسسه تحقیقات آب و خاک، ۱۱۸، ۱۰۱۵-۹۸.

مصلح، ز.، صالحی، م.، جعفری، ا.، محنتکش، ع .، اسفندیارپور ، ع. ۱۳۹۶. بررسی کارایی روش‌های رقومی به منظور ارزیابی کیفی تناسب اراضی (مطالعه‌ی موردی: دشت شهرکرد، استان چهارمحال و بختیاری). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۲(۱)، ۹۹ -۸۷.

McBratney, A.B., Santos, M.L.M., and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma. 117, 3-52.

Pahlavan-Rad, M.R., Akbarimoghaddam, A. 2018. Spatial variability of soil texture fractions and pH in a flood plain (case study from eastern Iran). Catena, 160, 275–281.

Prakash, T. N. 2003. December. Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multicriteria decision making approach. ITC.

Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J. 1991. Land Evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. Agricultural Publications No. 7. General Administration for Development Cooperation Place, Brussels, Belgium.

Taghizadeh-Mehrjardi R., Nabiollahi K., and Kerry, R. 2016. Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using different data mining techniques in Baneh region, Iran. Geoderma, 253-254, 67-77.

Tang, H. 1993. Land suitability classification based on fuzzy set theory and modelling of land production potential of maize and winter wheat in different zones of China (Doctoral dissertation, Ghent University).

Xu, E., & Zhang, H. 2013. Spatially-explicit sensitivity analysis for land suitability evaluation. Applied Geography, 45, 1-9.

Yun, Z., Zhang, L., Zheng, Y. and Qing Ling, H. 2006. Genetic diversity and geographical of cultivated six-rowed naked barley land races from the Qinghai-Tibet plateau of China detected by SSR analysis. Genetics andFAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin No. 32. Rome.

ZaliVargahan, B., F. Shahbazi andM.Hajrasouli, 2001. Quantitative and qualitative land, 91-104.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Land suitability index mapping of barley using artificial neural network

Rasouli[*1], L., Nabiollahi[2], K., Taghi zadeh-mehrjardi, R.[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Kurdistan, Iran

[2] Assistant Prof., Soil Science and Engineering Department, Faculty of Agriculture University of Kurdistan, Iran

[3] Assistant Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resource, Ardakan University , Iran

Abstract

Barley is one of the most important crops in Iran and Kurdistan province which land suitability map can clarify the most suitable land unit for its cultivation. The aim of this research is digital mapping of land suitability index for rain-fed barley. For this purpose, in a region with 6500 hectares in Kurdistan province, at first land unit component map was prepared by Mahler physiography method, then 17 representative profiles in each land unit component were dug and described. 105 auger samples also were taken at three depths (0-20, 20-50 and 50-100 cm). Soil texture, acidity, organic carbon, $CaCO_3$, gypsum, ESP, electrical conductivity and gravel were measured in all soil samples. The results showed that the area has about 35.61% N2 class, 37.61% N1 class and 26.78% S3 class. The main limitations of the region for cultivating are mainly climates, topography, gravel and pH. The validation results of the model based on the statistical indices including root mean square error, mean error, and determination coefficient (6.75, 4.13, 0. 68, respectively), indicates that the model has suitable accuracy.

Keywords: Land evaluation, parametric method, pedometric, Kurdistan.

[*] Corresponding author, Email: leila.rasouly71@gmail.com