

مقایسه مدل‌های فائو و آلبرو در برآورد پتانسیل تولید گندم آبی در منطقه خواجه

مسلم ثروتی^{۱*}، علی اصغر جعفرزاده^۲، محمدعلی قربانی^۳، فرزین شهبازی^۴ و ناصر دواتگر^۵

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۰۶

^۱ - دانشجوی دکتری خاکشناسی، گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز

^۲ - استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۳ - دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه تبریز

^۴ - دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۵ - استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات خاک و آب کرج

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: moslemservati@gmail.com

چکیده

در عصر حاضر به دلیل افزایش جمعیت و تخریب اراضی، نیاز به استفاده بهینه از اراضی کشاورزی کاملاً احساس میشود. بنابراین از مهمترین فرآیندها در مدیریت پایدار، ارزیابی تناسب اراضی و تخمین پتانسیل تولید می باشد. این تحقیق به منظور مقایسه دو مدل فائو و آلبرو برای تعیین پتانسیل تولید گندم آبی در منطقه خواجه واقع در شمالشرق تبریز انجام گردید. در این رابطه بر اساس مدل AEZ ابتدا تولید پتانسیل یا پتانسیل حرارتی - تابشی تولید برآورد و سپس شاخص خاک به روش ریشه دوم که موید اثر مشخصات محدود کننده آن در کاهش تولید میباشد، محاسبه گردید. نهایتاً پتانسیل تولید اراضی به روش فائو از ضرب شاخص خاک در تولید پتانسیل حاصل گردید. در مدل آلبرو نیز با استفاده از داده‌های ورودی، پتانسیل تولید در هر واحد اراضی محاسبه شد. نتایج حاصله نشان داد که روش فائو همبستگی و دقت بیشتری در برآورد پتانسیل تولید گندم آبی در مقایسه با مدل آلبرو داشته و ضرایب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده، به ترتیب ۰/۷۹۱ و ۰/۱۶۳ برای مدل‌های فائو و آلبرو میباشد. میزان تولید برآورد شده با دو مدل نیز با هم تفاوت داشته که ناشی از شکل متفاوت مدل‌ها است.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل تولید، گندم آبی، مدل آلبرو، مدل فائو، منطقه خواجه

Comparison of the FAO and Albero Models in Prediction of Irrigated Wheat Production Potentials in the Khajeh region

M Servati^{1*}, AA Jafarzadeh², MA Ghorbani³, F Shahbazi⁴ and N Davatgar⁵

Received: 12 June 2013 Accepted: 28 August 2013

¹- Ph.D. student, Soil Science Department, University of Tabriz, Iran

²- Prof., Soil Science Department, University of Tabriz, Iran

³- Associate. Prof., Water Engineering Department, University of Tehran, Iran

⁴- Associate. Prof., Soil Science Department, University of Tabriz, Iran

⁵- Assist. Prof., Soil and Water Research Institute, Karaj, Iran

*Corresponding Author E-mail: moslemservati@gmail.com

Abstract

At the present time because of fast growing population and land degradation, the need to proper use of agricultural lands becomes essential. Therefore, an important process in sustainable management is the land suitability evaluation and land production potential prediction. This research work was for comparison of the FAO and Albero models in prediction of irrigated wheat production potentials around Khajeh region in Northeast of Tabriz. For this, firstly based on the AEZ model radiation-thermal production potential for irrigated wheat was estimated and then the soil index, which indicates the extent of soil limitations effectiveness on production reduction, was calculated by the square root formulas. Finally, land production potential was calculated by multiplication of the soil index and radiation thermal production potential. Also the production potential was estimated with Albero model by using input data. The obtained results revealed that the FAO model had significant correlation and accuracy in estimation of land production potential and the coefficient of correlation values between land production potential and observed yield were 0.791 and 0.163 for FAO and Albero models, respectively. The production potential's predicted amounts were different in the two models which were related to differences in the forms of the models.

Keywords: Albero model, FAO model, Irrigated wheat, Khajeh region, Production potential

مقدمه

افزایش جمعیت و مواد غذایی یک توازن ایجاد گردد. ایجاد این توازن با توجه به محدودیت زمین فقط از طریق افزایش تولید در واحد سطح امکانپذیر است (محنتکش ۱۳۷۸) و برای نیل به این هدف ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی یک راهکار محسوب میگردد.

از دیرباز تا کنون استفاده از زمین به طور دائم در حال تغییر بوده و برای حفظ منابع و استفاده نسل-های آینده بایستی بین استعداد ذاتی و بهره‌برداری از آن توازنی برقرار باشد. به عبارت دیگر بایستی بین

اراضی مورد بررسی نامناسب می‌باشد. جلالیان و همکاران (۱۳۸۶) با ارزیابی کیفی و کمی دشت مهران در استان اصفهان و با مقایسه کلاسهای کیفی و کمی در مورد گندم، ذرت و کنجد نتایج را بصورت زیر گزارش نمودند. در مورد گندم و ذرت کلاسهای کمی در سطح برابر یا بالاتری نسبت به کلاسهای کیفی قرار داشته و این نشان‌دهنده سطح بالای مدیریت محصولات میباشد. در حالیکه در مورد کنجد حالت عکس حاکم بوده که ناشی از مدیریت ضعیف در کشت و کار این محصول است. مردانی (۱۳۹۱) با ارزیابی کمی تناسب اراضی منطقه مرند (آذربایجان شرقی) برای کشت گندم - آبی، ذرت آفتابگردان و یونجه به این نتیجه رسید که کشت ذرت، آفتابگردان و یونجه در بیشتر واحدها دارای تناسب متوسط و در چند واحد اراضی مورد بررسی دارای تناسب بحرانی است. لازم بذکر است که تناسب اکثر واحدها برای گندم آبی دارای تناسب مناسب میباشد. امبرشتز و همکاران (۱۹۸۸) در سوماترای شمالی شاخص اراضی را به روش پارامتریک، برای نخل روغنی در ۳۶ نخلستان محاسبه کردند. آنها میزان تولید بحرانی و بهینه را به ترتیب ۱۰ و ۳۰ تن میوه تازه در هکتار برآورد نمودند، همچنین، ضمن ایجاد ارتباط رگرسیونی معنیدار بین شاخص اراضی و تولید و استفاده از راهنمای سائیس و همکاران (۱۹۹۳) محدوده کلاسهای کمی اراضی را بدست آوردند. چینن (۱۹۹۱) میزان تولید را برای محصولات آفتابگردان، ذرت و کتان در منطقه کاپینی زامبیا با استفاده از مدل فائو برآورد نمود. نتایج موید این بود که با وجود همبستگی زیاد بین عملکرد محاسبه شده و عملکرد مشاهده شده، اختلاف بین آنها معنیدار است که این اختلاف ناشی از سطحهای مدیریتی مختلف اراضی میباشد. اشرف (۲۰۱۱) پتانسیل تولید منطقیهای واقع در شمال دامغان در استان سمنان را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بر مبنای روش فائو برای کاشت گندم تعیین کرد. پتانسیل تولید زمین در این منطقه بین ۳۸ و ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. پایین بودن پتانسیل تولید زمین در برخی واحدهای نقشه به علت محدودیت شوری و قلیائیت تشخیص داده

برآورد میزان تولید محصول که خود به اقلیم و نوع خاک بستگی دارد، یکی از مراحل اصلی ارزیابی کمی تناسب به حساب می‌آید که بر اساس آن میتوان پتانسیل تولید اراضی مختلف را با هم مقایسه کرد (فرجنیا ۱۳۸۶). تولید پتانسیل با توجه به پتانسیل ژنتیکی محصول و خصوصیت‌های گیاهی آن بر اساس دادههای اقلیمی نظیر تابش خورشیدی و درجه حرارت محاسبه میشود که از ویژگیهای خاک و مدیریت تأثیرپذیر نیست. روشهای مختلفی برای محاسبه این تولید پیشنهاد و توسعه یافته است که یکی از مهمترین آنها مدل فائو میباشد. در این مدل بر اساس روش پهنبندی اکولوژیکی - زراعی^۱، تولید محصول برای دامنه وسیعی از محصولات و ارقام، با توجه به شرایط بهینه از نظر آب، عناصر غذایی و عدم وجود بیماریها و آفات، بر مبنای دادههای تابش و درجه حرارت تولید زیستتوده برآورد میگردد (سائیس ۱۹۸۵). از طرفی مدل آبرو^۲ قابلیت تولید و باروری اراضی را به صورت کمی به کمک تکنیک رگرسیون چند متغیره تعیین میکند (دلروزا و همکاران ۱۹۸۱). این مدل به عنوان اولین شیوه تخمین تولید محصول با استفاده از برنامه رایانه - ای است که محصولات مورد ارزیابی در این مدل شامل گندم، ذرت و پنبه میباشد که با پیش فرض شرایط مدیریتی بالا و بدون تاثیر شرایط اقلیمی طراحی شده است.

قاسمی دهکردی (۱۳۷۵) ارزیابی کمی تناسب اراضی منطقه برخوار اصفهان به وسعت ۶۴۰ هکتار با ۲۴ واحد خاک تفکیک شده را با استفاده از نرم افزار ALES انجام و نشان داد که ۴۷۸ هکتار از اراضی منطقه برای کشت یونجه، ۶۸ هکتار برای کشت سورگوم و ۴۲ هکتار برای کشت چغندر قند و سورگوم مناسب می باشند. ایوبی و همکاران (۱۳۸۱) با ارزیابی کمی تناسب اراضی منطقه برآن شمالی (اصفهان) برای کشت گندم آبی، جو، برنج و ذرت به این نتیجه رسیدند که کشت گندم آبی، جو، برنج و ذرت در بیشتر واحدهای اراضی تناسب متوسط تا کم داشته و محصول در چند واحد از

¹ Agro-ecological zoning (AEZ)

² Albero

شد. همچنین پتانسیل تولید این منطقه برای کشت جو توسط اشرف و همکاران (۲۰۱۱) بین ۳۵۳ و ۵۲۷۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است.

تاکنون در بیشتر مطالعات، پیشبینی پتانسیل تولید با استفاده از مدل فائو انجام شده است. مدل آلبرو اولین بار توسط دلاروزا و همکاران (۱۹۹۲) بعنوان یک مدل از سیستم میکروولیز^۱ معرفی گردید. سیستم میکروولیز بر مبنای سیستم ارزیابی اراضی اروپایی و مدیترانه‌ای است که در جهت رفع مشکلات کاربران اراضی برنامهنویسی شده است. این مدل بر مبنای روش فائو در ارزیابی اراضی، تحت نظر کشورهای اتحادیه اروپا انجام شده است. همچنین این مدل در نواحی مختلف سویل اسپانیا و اسنچی شده و مورد استفاده قرار گرفته است. و اسنچی سیستم میکروولیز توسط افراد مختلفی از جمله دلاروزا و همکاران (۲۰۰۴)، شهبازی و همکاران (۲۰۰۸)، جعفرزاده و همکاران (۲۰۰۹) و رضائی و همکاران (۱۳۹۱) در نقاط مختلف دنیا انجام شده است. شهبازی (۱۳۸۷) با استفاده از مدل آلبرو، تولید پتانسیل را برای ۳۹ خاک در منطقه اهر برآورد کرد. نتایج نشان داد که خاک Vertic Haploxeralfs دارای بیشترین میزان تولید ۸-۸/۵ تن در هکتار و خاک Typic Xerorhents دارای کمترین پتانسیل تولید ۶-۶/۵ تن در هکتار برای ذرت بوده است. شهبازی و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه پتانسیل تولید اراضی شهرستان اهر با استفاده از این مدل، اراضی را در ۸ گروه از نظر پتانسیل تولید قرار دادند و میزان تولید و وسعت هر کدام از واحدهای مدیریتی را محاسبه نمودند. هدف از این مطالعه مقایسه مدل‌های فائو و آلبرو در برآورد پتانسیل تولید اراضی در منطقه خواجه میباشد.

مواد و روشها

منطقه خواجه با وسعت حدود ۸۰۰۰ هکتار در استان آذربایجان شرقی، بین طولهای جغرافیایی ۴۶ درجه ۳۷ دقیقه ۳۰ ثانیه و ۴۶ درجه ۴۴ دقیقه ۳۰ ثانیه شرقی و عرضهای ۳۸ درجه و ۷ دقیقه ۳۰ ثانیه و ۳۸

درجه ۱۱ دقیقه ۳۰ ثانیه شرقی در شمالشرقی تبریز (شکل ۱) قرار گرفته است. متوسط بارندگی سالیانه ۲۶۱/۶ میلیمتر، متوسط دمای سالیانه ۱۳/۶ درجه سلسیوس است. رژیم حرارتی و رطوبتی منطقه به ترتیب مزیک و اردیک هم مرز با زیریک^۲ بوده و اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه نیمهخشک سرد می - باشد (عبادپور ۱۳۷۹). این منطقه از نظر لندفرم شامل دشت (دشت دامنه‌ای، دشت سیلابی)، پلایا و پدیمنت است.

مشخصات گیاه مثل شاخص برداشت و شاخص سطح برگ در آزمایشگاه اندازه‌گیری و حداکثر سرعت فتوسنتز با توجه به تیپ بهره‌وری از روی نمودار مربوطه (سایس و همکاران ۱۹۹۳) برآورد گردید. متوسط ۳۰ ساله اطلاعات هواشناسی منطقه از ایستگاه سینوپتیک تبریز نزدیکترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه فراهم شد.

در این تحقیق مطالعات نیمهتفصیلی خاک در منطقه انجام گردید و ۸۰ خاکرخ به صورت شبکه‌بندی منظم در منطق حفر و با استفاده از راهنمای تشریح و نمونه‌برداری مرکز نقشه‌برداری آمریکا (۲۰۰۲) تشریح شد. سپس از هر افق نمونه‌برداری و جهت تجزیه‌های مختلف به آزمایشگاه منتقل و سپس هوا خشک شدند. پس از انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیایی از جمله بافت به روش هیدرومتر (گی و بادر ۱۹۸۳)، ظرفیت تبادل - کاتیونی (CEC) به روش سایق و همکاران (۱۹۷۸)، کربنآلی (OC) به روش نلسون و سامرز (۱۹۸۲)، ذرات درشتتر از شن به روش حجمی، واکنش خاک در گل اشباع، هدایت الکتریکی (EC) در عصاره گل اشباع، درصد گچ به روش استون و کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش تیتراسیون برگشتی (بینام ۱۹۹۲)، ۲۶ واحد اراضی جداسازی شد. از ۲۶ واحد مجزا شده، فقط ۱۸ واحد آن مزرعه آبی گندم بوده و مطالعات بر روی آنها صورت پذیرفت.

سپس، مشخصات اندازه‌گیری شده در صحرا و آزمایشگاه با نیازهای رویشی گندم آبی بر اساس

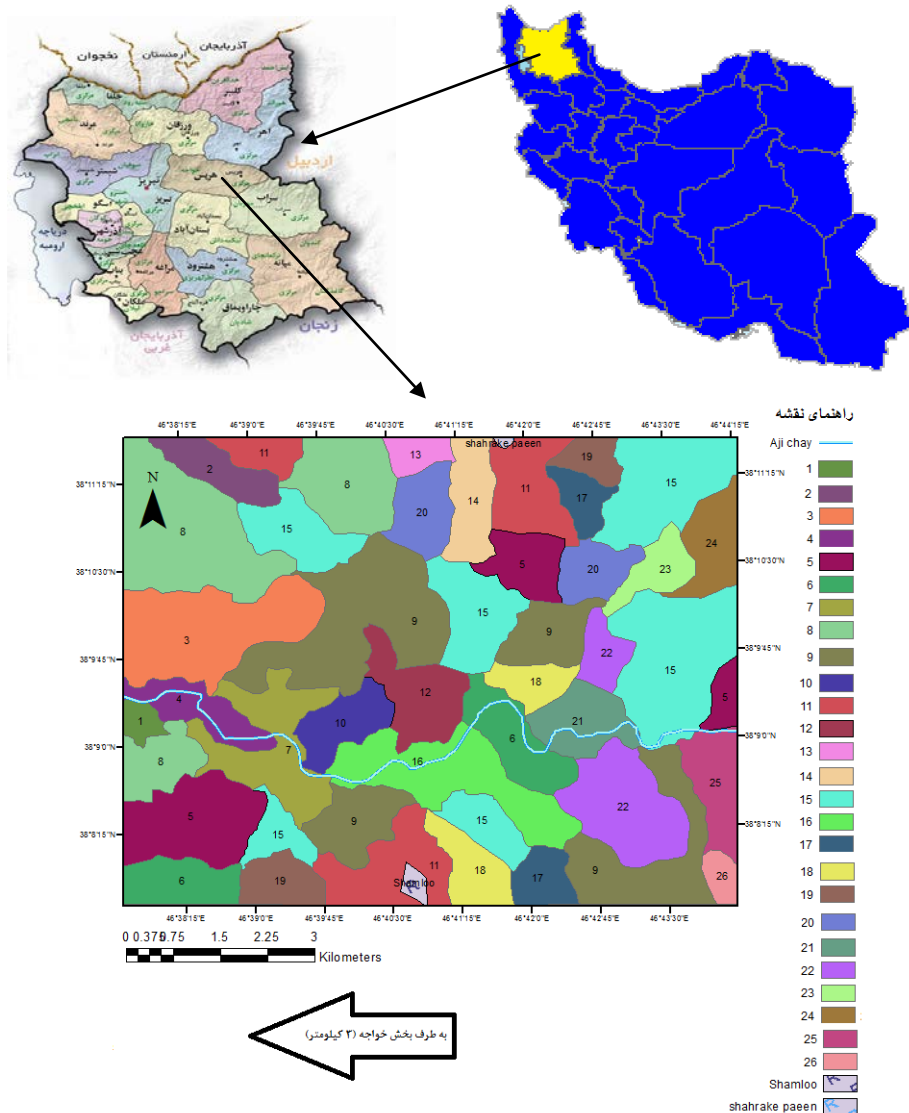
^۱ Microcomputer land evaluation Information system (MicroLEIS DSS)

^۲ Aridic border to Xeric

$$LI = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots} \quad [1]$$

در این فرمولها، A، B و C و... درجات تناسب تخصیص یافته به هر یک از مشخصه‌های اراضی، R_{min} درجه تناسب حداقل در بین مشخصه‌ها است.

جدولهای ساینس و همکاران (۱۹۹۳) مقایسه و درجه تناسب هر ویژگی محاسبه و در نهایت با استفاده از فرمول ۱ (فرمول ریشه دوم) شاخص اراضی (LI) برای هر واحد محاسبه گردید.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی.

تولید پتانسیل برآورد گردید. معادله نهایی برای برآورد تولید پتانسیل محصول با استفاده از پهنبندی اکولوژیکی-زراعی از روابط ۲، ۳ و ۴ قابل محاسبه است (بینام ۱۹۹۶).

محاسبه پتانسیل تولید اراضی بر اساس مدل فائو به صورت زیر انجام گرفت:
در این روش، بر اساس پتانسیل ژنتیکی محصول و ویژگیهای گیاهی آن، با استفاده از دادههای اقلیمی همانند تابش خورشید و درجه حرارت، مقدار

ناخالص در روزهای ابری (کیلوگرم بر هکتار در روز)،
bc: حداکثر تولید زیست توده ناخالص در روزهای
روشن (کیلوگرم بر هکتار در روز) میباشد. مقادیر bo
و bc با توجه به عرض جغرافیایی منطقه خواجه، از
جدول ۱ ارائه شده توسط دویت (۱۹۶۵) محاسبه گردید.
پس از محاسبه تولید پتانسیل، این مقدار در
شاخص خاک هر واحد ضرب و پتانسیل تولید زمین بر
حسب وزن تر در هکتار محاسبه شد. استفاده از
شاخص خاک به جای شاخص اراضی به دلیل
جلوگیری از تاثیرگذاری مجدد ویژگیهای اقلیمی است
(سایس ۱۹۹۱).

مدل آلبرو

در این مدل (دلاروزا و همکاران ۱۹۹۲) برای
پیشبینی پتانسیل تولید از عمق موثر (۵۰ سانتیمتر)،
درصد رس، عمق حضور صور اکسیداسیون و احیاء،
درصد کربنات، شوری، درصد اشباع سدیمی و ظرفیت
تبادل کاتیونی استفاده گردیده و بر اساس اطلاعات
نخیره شده در نرمافزار میزان تولید برای گندم بر
حسب تن در هکتار برآورد میشود.

$$Y = \frac{0.36 \text{ bgm} \cdot \text{KLAI} \cdot \text{Hi}}{\frac{1}{L} + 0.25 C_t} \quad [2]$$

$$\text{bgm} = f \times \text{bo} + (1 - f) \times \text{bc} \quad [3]$$

$$C_t = C_{20}(0.044 + 0.0019 t + 0.001 t^2) \quad [4]$$

Y: تولید پتانسیل یا پتانسیل گرمائی-تابشی
تولید (کیلوگرم وزن خشک در هکتار)، bgm: حداکثر
سرعت تولید ناخالص زیستتوده (کیلوگرم بر هکتار در
ساعت)، KLAI: نسبت حداکثر سرعت تولید ناخالص
زیستتوده وقتی که شاخص سطح برگ غیر پنج بوده
نسبت به وقتی که پنج است، چنانچه قبلا نیز ذکر گردید
از روی نمودار مربوطه (سایس و همکاران ۱۹۹۳) قابل
محاسبه است. Hi: شاخص برداشت که از تقسیم وزن
دانه بر وزن کل بوته بدست میآید، l: طول سیکل رشد
(روز)، Ct: ضریب تنفس، C30: برای لگومها برابر
۰/۰۲۸۳ و برای غیرلگومها برابر ۰/۰۱۰۸ میباشد، t:
متوسط درجه حرارت در طول سیکل رشد، f: بخشی از
روز که آسمان ابری است، (1-f): بخشی از روز که
آسمان آفتابی است که از اطلاعات اقلیمی منطقه برآورد
گردید، bo: حداکثر سرعت تولید ناخالص زیستتوده

جدول ۱- مقادیر پارامترهای bc و bo در عرضهای جغرافیایی ۳۰ و ۴۰ در روز ۱۵م هر ماه (دویت و همکاران ۱۹۶۵).

عرض جغرافیایی	ضرایب	Jan	Feb	Mac	Ave	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
30 درجه	bc	۲۸۱	۳۳۳	۳۸۵	۴۳۷	۴۷۱	۴۸۹	۴۸۳	۴۵۶	۴۱۲	۳۵۶	۲۹۹	۲۶۹
	bo	۱۳۷	۱۶۸	۲۰۰	۲۳۲	۲۵۱	۲۶۱	۲۵۸	۲۴۳	۲۱۶	۱۸۲	۱۴۸	۱۳۰
40 درجه	bc	۲۱۸	۲۸۳	۳۵۳	۴۲۷	۴۸۰	۵۰۶	۴۹۷	۴۵۵	۳۹۰	۳۱۴	۲۴۱	۲۰۴
	bo	۹۹	۱۳۷	۱۷۸	۲۲۳	۲۵۳	۲۶۸	۲۶۳	۲۳۹	۲۰۰	۱۵۵	۱۱۲	۹۱

جدول ۲- مراحل مختلف سیکل رشد گندم آبی در منطقه خواجه (بر اساس اطلاعات محلی).

محصول	تهیه زمین	کاشت	دوره رویشی	دوره گلدهی	رسیدن	برداشت	دوره رشد	رشد (روز)
گندم آبی	اوایل مهر	۱۰ مهر	۱۰ مهر تا ۱۵ آبان + ۱۱ اسفند تا ۲۰ اردیبهشت	۲۰ اردیبهشت تا ۱۵ خرداد	۱۵ خرداد تا ۲۰ تیر	۲۵ تیر	۱۰ مهر تا ۱۵ آبان + ۱۱ اسفند تا ۲۵ تیر	۱۷۱

نتایج و بحث

۵۸۹۸ به مدل آبرو تخمین زده شد. چنانچه مشاهده میشود دامنه تغییرات پتانسیل تولید گندم آبی محاسبه شده از روش فائو دارای دامنه تغییرات بیشتری نسبت به مدل آبرو است (جدول ۷). این تفاوت با توجه به مدیریت یکسان در واحدهای اراضی مختلف، میتواند ناشی از عدم در نظرگیری پارامترهای گیاهی، خاکی و اقلیمی موثر در میزان پتانسیل تولید گندم آبی در منطقه بوسیله مدل آبرو باشد. مقادیر تولید مشاهده شده، پتانسیل تولید برآورد شده توسط هر دو مدل فائو و آبرو و شاخص اراضی محاسبه شده با روش پارامتریک (رابطه ۱) در جدول ۷ ارائه گردید. در حالت عادی بایستی تولید مشاهده شده از تولید پتانسیل کمتر باشد، ولی چنانچه مشاهده میشود در واحد ۶، ۲۴ و ۲۵ میزان تولید مشاهده شده بیشتر از تولید پتانسیل بوده و دلیل آن به احتمال زیاد حضور میزان زیاد شوری و یا گچ در واحد اراضی مربوطه است. این نشان میدهد که شوری و گچ اگر از مقدار مشخصی تجاوز کند، تاثیر آن در کاهش محصول کمتر میشود. چنین نتایجی توسط ایوبی و همکاران (۱۳۸۱) نیز گزارش شده است. در واحد ۲۴ نیز احتمالاً به دلیل مدیریت بالاتر این واحد نسبت به سایر واحدها، میزان تولید بیشتر از مقدار برآورد شده میباشد.

اطلاعات مربوط به سیکل رشد گندم آبی در منطقه (جدول ۲)، میانگین اطلاعات هواشناسی منطقه مطالعاتی (جدول ۳) و مقادیر عددی متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه پتانسیل تابشی- گرمائی تولید گندم آبی (جدول ۴) ارائه شده است. همچنین مشخصات خاک وزمین نما به صورت میانگین وزنی (جدول ۵) و درجه تناسب مربوطه (جدول ۶) ارائه شده است. بعنوان مثال برای محاسبه درجه تناسب اراضی در واحد اراضی ۱، کمترین درجه تناسب تخصیص یافته به واحد اراضی، مربوط به ذرات درشتتر از شن (۹۱/۶۳) بوده که در فرمول بجای R_{min} قرار گرفت، سایر پارامترها نیز بجای حروف لاتین قرار داده شدند و شاخص اراضی با توجه به رابطه یک، ۷۶/۶۶ برآورد گردید. ویژگیهای اقلیمی و گیاهی مورد نیاز برای محاسبه تولید پتانسیل گندم آبی در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به رژیم حرارتی و رطوبتی خاکهای مورد مطالعه بر اساس کلید ردهبندی آمریکایی (بینام ۲۰۱۰) در رده انتی - سولها و ایریدیسولها قرار گرفتند. بررسیها از زارعان منطقه نشان داد که از نظر میزان نهاده مصرفی، میان مزارع با اندازههای مختلف تفاوتی نیست ولی از لحاظ اعمال مدیریتی تفاوتی مشاهده میشود. پتانسیل تولید (جدول ۷) در منطقه خواجه از ۴۰۹/۹۸ تا ۵۵۳۰/۹۵ کیلوگرم در هکتار به روش فائو و ۴۲۱۱ تا

جدول ۳ - میانگین اطلاعات هواشناسی منطقه مطالعاتی (۱۳۸۹-۱۳۶۰).

n/N	N	n	میانگین دما (°C)	تبخیرو تعرق (mm)	میانگین بارندگی (mm)	ماه
۰/۶۷۶	۹/۷۸	۶/۶۱	۱۰/۷	۱۰۷/۲۸	۴۰/۶۵	فروردین
۰/۷۷۲	۱۰/۸۱	۷/۷۸	۱۵/۶	۲۰۷/۶۵	۵۰/۳۹	اردیبهشت
۰/۸۸۷	۱۱/۹	۱۰/۵۶	۲۱/۸	۳۱۸/۰۵	۱۴/۰۳	خرداد
۰/۸۵۳	۱۳/۲۳	۱۱/۲۹	۲۶	۴۰۳/۴۲	۴/۹۲	تیر
۰/۷۷۹	۱۴/۲۵	۱۱/۱	۲۷/۵	۴۱۱/۴۷	۳/۴۹	مرداد
۰/۶۹۲	۱۴/۸۲	۱۰/۲۶	۲۴	۳۱۷/۶۹	۸	شهریور
۰/۵۸۶	۱۴/۵۵	۸/۵۳	۱۸/۲	۱۸۸/۴۱	۷/۱۵	مهر
۰/۴۶۵	۱۳/۶۳	۶/۳۴	۱۰/۱	۸۵/۰۳	۳۱/۵۴	آبان
۰/۴۳۳	۱۲/۴۶	۵/۴	۳/۲	۷/۳۶	۱۴/۰۲	آذر
۰/۳۸۳	۱۲/۲۴	۴/۶۹	-۰/۸	ناچیز	۱۵/۲۲	دی
۰/۴۹۲	۱۰/۱۱	۴/۹۷	-۰/۸	ناچیز	۲۳/۷۳	بهمن
۰/۶۲۲	۹/۴۸	۵/۹	۵/۸	-۰/۷۷	۲۸/۴۸	اسفند

جدول ۴- مقادیر متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه پتانسیل تابشی-گرمائی تولید کندم آبی در منطقه خواجه.

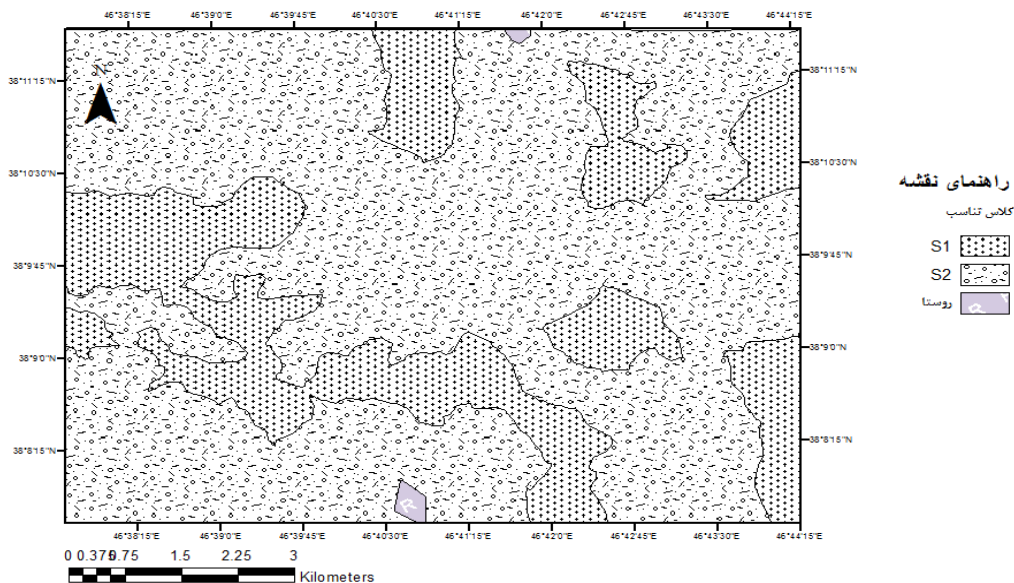
اطلاعات	پارامترها	اطلاعات	پارامترها
۴/۵	شاخص سطح برگ (m ² /m ²)	گندم آبی	محصول
۰/۴	ضریب برداشت	C ₃ و گروه ۱	گروه فتوسنتزی
۱۹۹/۴۷	bo	۱۰ مهر	شروع سیکل رشد
۴۱۸/۸۵	bc	۲۵ تیر	پایان سیکل رشد
۰/۲۸۷	f	۱۷۱ روز	طول سیکل رشد
۷۲۱۴/۸۹	Y	۱۶/۱۵	متوسط درجه حرارت سیکل رشد
۳۵۵/۸۹	bgm	۲۰	حداکثر سرعت فتوسنتز

جدول ۵- میانگین وزنی ویژگیهای خاک با استفاده از ضرایب وزنی جهت تعیین کلاس تناسب .

CEC (Meq/100s)	سدیم تبدیلی (%)	OM (%)	EC (dS/m)	pH	گچ (%)	CCE (%)	ذرات >۲mm	بافت	واحد اراضی
۱۶/۸۳	۱۰/۱	۰/۸۹	۰/۹۲	۷/۶۷	۲/۲۱	۱۹/۲۵	۷/۰۴	CL	۱
۲۲/۲۱	۱۳	۱/۱۲	۱/۵۷	۷/۵۲	۰/۸۴	۱۳/۰۶	۲/۴۵	CL	۲
۱۰/۸۹	۱۱/۲۴	۰/۴۴	۶/۹۵	۷/۳۶	۱۷/۳۳	۱۴/۲۷	۱۷/۶	L	۳
۱۱/۲۲	۷/۵	۰/۸۵	۴۰/۱۸	۷/۱۸	۱/۴۳	۹	۱۳/۹	SL	۴
۱۹/۰۳	۴/۹۸	۰/۷۴	۱/۴۴	۷/۶۸	۱/۰۲	۱۴/۱۱	۶/۸۸	CL	۵
۱۴/۰۴	۴/۹۵	۰/۵۵	۲۶/۱۸	۷/۴۶	۸/۶۷	۱۲/۸۴	۲/۹۶	CL	۶
۱۴/۳۳	۲۰/۶۱	۰/۵۳	۳۳/۹۴	۸/۵۳	۱/۵۳	۱۰/۴۲	۴/۵۴	C	۷
۲۱/۵۱	۵/۹۱	۱/۰۳	۱/۳۵	۷/۵۶	۱/۶۲	۱۸/۷۷	۶/۴۹	CL	۸
۱۸/۰۷	۸/۱	۰/۹۳	۴/۱۴	۷/۵۳	۸/۰۱	۱۶/۷۲	۶/۰۸	SCL	۹
۱۱/۳	۱۱/۷۶	۰/۴۶	۲/۶۹	۷/۵۵	۷/۸۵	۱۵/۲۱	۱۵/۸۴	SCL	۱۰
۱۴/۷	۷/۴۸	۰/۹	۱/۴	۷/۵۸	۴/۵۴	۱۹/۱۵	۳/۸۸	CL	۱۱
۱۶/۲۴	۱۱	۰/۶۶	۴/۰۵	۷/۲۳	۱/۱	۱۳/۸۱	۲/۶۷	CL	۱۲
۱۰/۷۹	۱۵/۲۵	۰/۶۵	۵/۳۵	۷/۷۵	۱۵/۱۲	۱۵/۸۳	۶/۸۱	C	۱۳
۹/۹۲	۷/۷۵	۰/۴۸	۲/۳۱	۷/۵۷	۰/۲۹	۱۸/۷۸	۲۵/۴۱	SCL	۱۴
۱۷/۰۶	۹/۸۷	۰/۵۲	۲/۲	۷/۴۷	۱/۸۴	۱۹/۷۷	۱۰	CL	۱۵
۱۲/۱۵	۱۲/۷۶	۰/۵۸	۸/۸۵	۷/۳۹	۲/۵	۹/۸۶	۱۳/۳۹	SL	۱۶
۱۶/۳۳	۱۰/۳۴	۰/۶۹	۱۵/۸۸	۷/۴۲	۶/۹۱	۲۲/۱۵	۷/۴۴	CL	۱۷
۱۷/۹۹	۶/۶۵	۰/۷۲	۷/۳۲	۷/۴۵	۸/۲۴	۱۷/۴۹	۳/۹	CL	۱۸
۱۷/۱۷	۴/۷۳	۰/۴۸	۰/۷۳	۷/۹	۱/۸	۱۶/۳۲	۳/۹۶	SiCL	۱۹
۱۵/۷۵	۹/۹۸	۱	۸/۳۶	۷/۹۱	۱۳/۵۹	۱۴/۶۴	۳/۲۲	CL	۲۰
۱۹/۹۲	۷/۵۱	۰/۹	۸/۳۵	۷/۷۴	۳/۲۹	۱۵/۱۸	۲/۷۸	CL	۲۱
۱۵/۶۱	۹/۱۴	۰/۷۶	۷/۷۶	۷/۷	۱۲/۹۲	۱۲/۴۹	۵/۵۵	SCL	۲۲
۱۳/۵۹	۹/۰۴	۰/۸۱	۲/۸۸	۷/۵۹	۲۸/۶۷	۵/۷۱	۲/۵۶	SCL	۲۳
۱۷/۸۴	۱۰/۲۵	۰/۹۷	۴/۶۵	۷/۶۷	۱/۳	۱۷/۷۳	۷/۴۵	CL	۲۴
۱۳/۰۸	۹/۲۲	۰/۷۷	۴/۴۴	۷/۷۱	۲۵/۷۳	۶/۷۴	۳/۵۷	CL	۲۵
۱۸/۵	۱۰/۲۳	۰/۸۳	۲/۴۵	۷/۷۸	۳/۲۶	۲۱/۶۸	۲/۱۸	CL	۲۶

جدول ۶- درجه تناسب مشخصات اراضی برای گندم آبی .

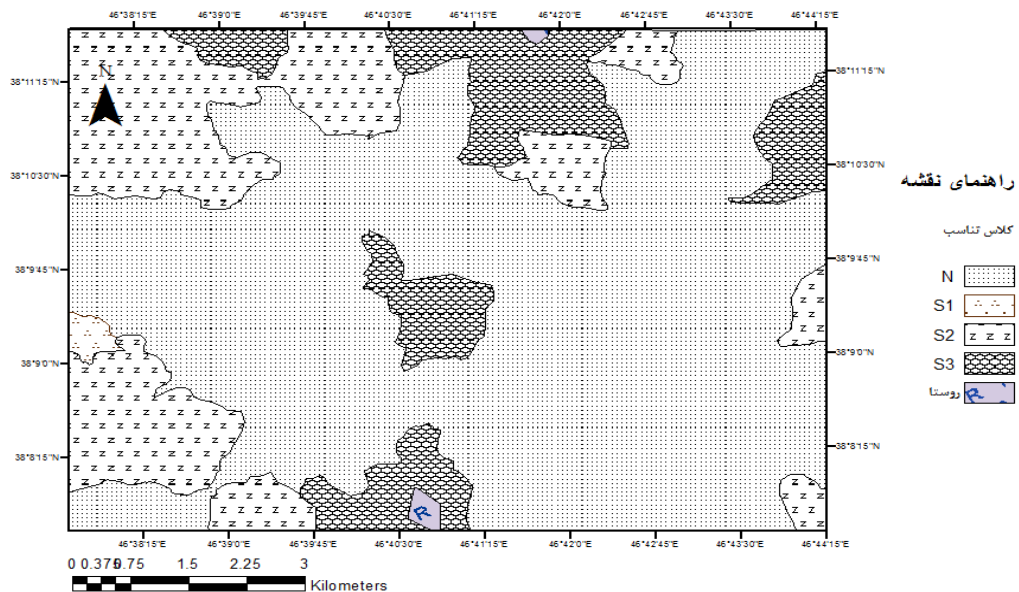
واحد اراضی	شاخص اقلیم	بافت	ذرات >۲mm	CCE (%)	گچ (%)	pH	EC (dS/m)	OM (%)	سدیم تبدالی (%)	شیب (%)	زهکشی
۱	۹۸/۹۳	۹۸/۰۳	۹۱/۶۳	۹۵/۲۲	۹۶/۳۲	۹۲/۵۷	۹۵/۴	۹۵/۰۱	۹۶/۶۳	۱۰۰	۹۵
۲	۹۸/۹۳	۹۸/۵۹	۹۳/۸۸	۹۷/۰۴	۹۸/۶	۹۴/۷۱	۹۲/۱۵	۸۷/۴۸	۹۵/۶۷	۷۲/۵	۱۰۰
۳	۹۸/۹۳	۹۳/۹۴	۸۱/۷۵	۹۶/۶۹	۴۵/۳۴	۹۶/۴	۳۶/۴۴	۵۷/۶	۹۶/۲۵	۲۲/۰۷	۱۰۰
۴	۹۸/۹۳	۵۵/۶۸	۸۵/۹۲	۹۸/۲۴	۹۷/۶۲	۹۸/۲	۱۶/۶۱	۷۷/۳	۹۷/۵	۹۵	۶۰
۵	۹۸/۹۳	۹۶/۷۳	۹۱/۷۷	۹۶/۷۳	۹۸/۳	۹۲/۳۴	۹۲/۸	۷۲/۵	۹۸/۳۴	۹۵	۱۰۰
۶	۹۸/۹۳	۹۹/۷۳	۹۴/۲	۹۷/۱۱	۶۶/۶۵	۹۵/۴	۲۰/۵۱	۶۲/۶	۹۸/۳۵	۹۵	۱۰۰
۷	۹۸/۹۳	۹۵/۲۵	۹۳/۷۲	۹۷/۸۲	۹۷/۴۵	۲۴/۸۶	۱۸/۳۵	۶۰/۶	۸۳/۹۸	۱۰۰	۱۰۰
۸	۹۸/۹۳	۹۵/۷۹	۹۲/۰۹	۹۵/۳۶	۹۷/۳	۹۴/۱۴	۹۳/۲۵	۹۵/۰۲	۹۸/۰۳	۷۲/۵	۱۰۰
۹	۹۸/۹۳	۷۱/۶۱	۹۲/۴۳	۹۵/۹۶	۶۹/۹۵	۹۴/۵۷	۷۰/۷۵	۹۵/۰۲	۹۷/۳	۶۰	۱۰۰
۱۰	۹۸/۹۳	۷۱/۹۱	۸۳/۹۵	۹۶/۴۱	۷۰/۷۵	۹۴/۲۹	۸۶/۵۵	۸۸/۰۵	۹۶/۰۸	۲۲/۶۱	۱۰۰
۱۱	۹۸/۹۳	۹۹/۳۷	۹۴/۲۷	۹۵/۲۵	۸۷/۳	۹۳/۸۶	۹۳	۹۵/۰۲	۹۷/۵۱	۷۲/۵	۱۰۰
۱۲	۹۸/۹۳	۹۷/۴۵	۹۵/۵۵	۹۶/۸۲	۹۶/۱۷	۹۷/۷	۷۱/۸۸	۶۸/۲	۹۶/۳۳	۸۵	۱۰۰
۱۳	۹۸/۹۳	۹۵/۱۱	۹۱/۸۳	۹۶/۲۳	۴۹/۷۶	۹۱/۴۳	۵۳	۹۵	۹۴/۵	۸۵	۱۰۰
۱۴	۹۸/۹۳	۶۶/۶۸	۷۱/۹۹	۹۵/۳۶	۹۹/۵۲	۹۴	۸۸/۴۵	۸۸/۹	۹۷/۴۲	۵۰	۱۰۰
۱۵	۹۸/۹۳	۹۸/۱۳	۸۹/۱۷	۹۵/۰۷	۹۶/۹۳	۹۵/۳	۸۹	۹۱	۹۶/۷۱	۲۳/۹۴	۱۰۰
۱۶	۹۸/۹۳	۵۱/۰۸	۸۶/۳۴	۹۷/۹۸	۹۵/۸۳	۹۶/۱	۲۹/۳۱	۶۴/۲	۹۵/۷۵	۹۵	۶۰
۱۷	۹۸/۹۳	۹۵/۸۷	۹۱/۳	۹۲/۸۵	۷۵/۴۵	۹۵/۸	۲۳/۳۷	۹۵	۹۶/۵۵	۷۲/۵	۱۰۰
۱۸	۹۸/۹۳	۹۷/۵	۹۴/۲۵	۹۵/۷۴	۶۸/۸	۹۵/۵	۳۵/۰۵	۹۵/۰۱	۹۷/۷۸	۸۵	۱۰۰
۱۹	۹۸/۹۳	۹۹/۹۵	۹۴/۲	۹۶/۰۸	۹۷	۸۹/۲۹	۹۶/۳۵	۸۸/۹	۹۸/۴۲	۸۵	۱۰۰
۲۰	۹۸/۹۳	۹۸/۹	۹۴/۸۲	۹۶/۵۸	۵۲/۸۲	۸۹/۱۴	۳۱/۱۵	۸۴/۹	۹۶/۶۷	۶۰	۱۰۰
۲۱	۹۸/۹۳	۹۸/۰۸	۹۵/۳۷	۹۶/۴۲	۹۳/۵۵	۹۱/۵۷	۳۱/۱۹	۹۵/۰۱	۹۷/۵	۷۲/۵	۶۰
۲۲	۹۸/۹۳	۶۷/۶۸	۹۲/۸۸	۹۷/۲۱	۵۴/۱۶	۹۲/۱۴	۳۳/۴	۷۳/۱۵	۹۶/۹۵	۶۰	۱۰۰
۲۳	۹۸/۹۳	۸۰/۱۳	۹۵/۷۳	۹۹/۲	۲۲/۲۹	۹۳/۷۱	۹۶/۹۹	۷۵/۶۵	۹۶/۹۹	۷۲/۵	۶۰
۲۴	۹۸/۹۳	۹۸/۵۳	۹۱/۲۹	۹۵/۶۷	۹۷/۸۳	۹۲/۵۷	۶۴/۳۸	۹۵/۰۲	۹۶/۵۸	۵۰	۱۰۰
۲۵	۹۸/۹۳	۹۸/۹۶	۹۴/۵۳	۹۸/۹	۲۳/۲۱	۹۲	۶۷	۷۳/۶۵	۹۶/۹۳	۶۰	۹۵
۲۶	۹۸/۹۳	۹۸/۰۱	۹۶/۳۷	۹۳/۳۲	۹۳/۷	۹۱	۸۵/۴۳	۹۵/۰۱	۹۵/۵۹	۱۰۰	۱۰۰



شکل ۲- نقشه پتانسیل تولید با استفاده از مدل آبرو .

جدول ۷- تولید مشاهده شده، پتانسیل تولید محاسبه شده با هر دو روش، شاخص خاک و اراضی.

شاخص خاک (%)	شاخص اراضی (%)	پتانسیل تولید (آلبرو) (kg/ha)	پتانسیل تولید (فائو) (kg/ha)	تولید مشاهده شده (کیلوگرم بر هکتار)	واحد اراضی
۷۶/۶۶	۷۵/۸۴	۴۷۶۶	۵۵۳۰/۹۵	۴۳۰۰	۱
۵۸/۶۲	۵۸	۵۵۸۶	۴۲۲۹/۶۸	۲۷۰۰	۲
۵/۶۸	۵/۶۲	۴۹۴۶	۴۰۹/۹۸	-	۳
۷/۳۴	۷/۸	۵۸۸۰	۵۳۰/۲۵	-	۴
۵/۶۷	۵۹/۰۲	۴۲۱۱	۴۳۰۴/۱۲	۳۳۰۰	۵
۱۲/۰۱	۱۱/۸۸	۵۰۳۳	۸۶۶/۳۸	۲۱۰۰	۶
۶/۰۵	۵/۹۹	۵۶۰۶	۴۳۶/۸۵	-	۷
۵۹/۶۳	۵۹	۴۸۶۲	۴۳۰۲/۵۲	۲۸۳۲	۸
۲۱/۰۸	۲۰/۸۶	۴۹۱۳	۱۵۲۱/۲۳	۱۳۹۸	۹
۱۲/۱۲	۱۱/۹۹	۴۶۹۳	۸۷۴/۳۴	-	۱۰
۴۷/۸۷	۶۱/۴۸	۴۸۶۱	۳۴۵۳/۸۲	۲۱۷۸	۱۱
۴۸/۹۱	۴۸/۳۹	۵۰۱۲	۳۵۲۹/۱	۱۶۶۸	۱۲
۲۷/۸۹	۲۷/۵۹	۵۶۲۸	۲۰۱۲/۱	۷۱۴	۱۳
۲۸/۷۹	۲۸/۴۸	۴۵۸۲	۲۰۷۷/۲۱	۱۳۵۰	۱۴
۱۸/۶۷	۱۸/۴۷	۴۷۷۵	۱۳۴۷/۰۵	۱۳۸۰	۱۵
۱۱/۶۳	۱۱/۵۱	۵۸۹۸	۸۳۹/۳۳	-	۱۶
۱۴/۶۸	۱۴/۵۳	۵۷۹۶	۱۰۵۹/۴۴	-	۱۷
۲۳/۸۱	۲۳/۵۵	۵۲۸۲	۱۷۱۷/۷۵	۱۶۲۶	۱۸
۶۹/۴۵	۶۸/۷۱	۴۱۳۳	۵۰۱۰/۹۷	۳۴۷۴	۱۹
۱۴/۳۵	۱۴/۲	۵۴۹۲	۱۰۳۵/۴۲	۹۷۸	۲۰
۱۷/۵	۱۷/۳۱	۵۷۲۲	۱۲۶۲/۲۴	۱۱۰۴	۲۱
۱۲/۱	۱۱/۹۷	۵۳۴۰	۸۷۲/۷۵	-	۲۲
۹/۸۹	۹/۷۹	۴۴۶۹	۲۴۶۱/۰۳	-	۲۳
۳۴/۱۱	۳۳/۷۵	۵۲۶۳	۷۱۳/۷۳	۱۴۳۴	۲۴
۱۱/۲۴	۱۱/۱۲	۴۷۰۵	۸۱۰/۹۸	۱۱۵۸	۲۵
۷۰/۹۶	۷۰/۲	۵۲۸۶	۵۱۱۹/۶۳	۳۷۹۸	۲۶



شکل ۳- نقشه پتانسیل تولید با استفاده از مدل فائو.

مزرعه توسط زارعین متفاوت بوده و این اختلاف در روش فائو نیز قابل مشاهده است.

جدول ۸- کلاسهای تناسب کمی واحدهای مختلف اراضی در منطقه خواجه.

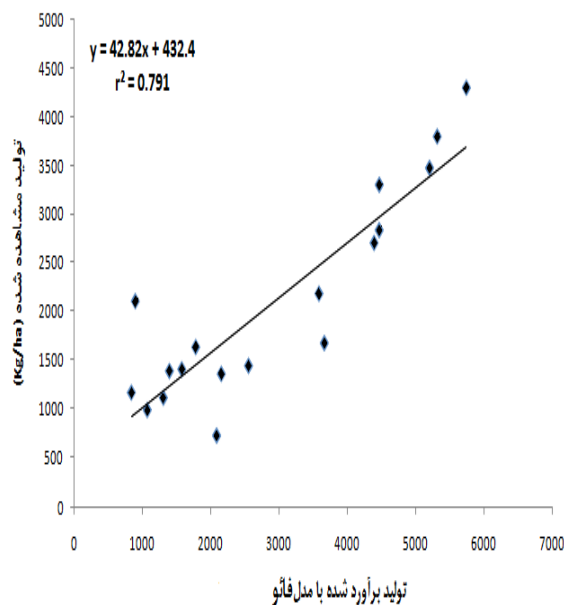
واحد اراضی	کلاس تناسب کمی (فائو)	کلاس تناسب کمی (آلبرو)
۱	S ₁	S ₁
۲	S ₂	S ₂
۳	N	S ₁
۴	N	S ₂
۵	S ₂	S ₂
۶	N	S ₂
۷	N	S ₁
۸	S ₂	S ₂
۹	N	S ₂
۱۰	N	S ₂
۱۱	S ₃	S ₂
۱۲	S ₃	S ₂
۱۳	S ₃	S ₁
۱۴	S ₃	S ₂
۱۵	N	S ₂
۱۶	N	S ₁
۱۷	N	S ₁
۱۸	N	S ₂
۱۹	S ₂	S ₂
۲۰	N	S ₁
۲۱	N	S ₁
۲۲	N	S ₂
۲۳	N	S ₂
۲۴	S ₃	S ₂
۲۵	N	S ₂
۲۶	S ₂	S ₂

در محاسبه پتانسیل تولید، مدیریت در بالاترین سطح در نظر گرفته شده و مدیریت محدودیتی را ایجاد نمی‌کند. فرجنیا (۱۳۸۶) آبیاری نامناسب، عدم مبارزه با علفهای هرز، تاریخ نامناسب کاشت و عدم تامین به موقع سموم، آفتکشها و کود و غیره را تعیین کننده در سطح مدیریت معرفی کرده است.

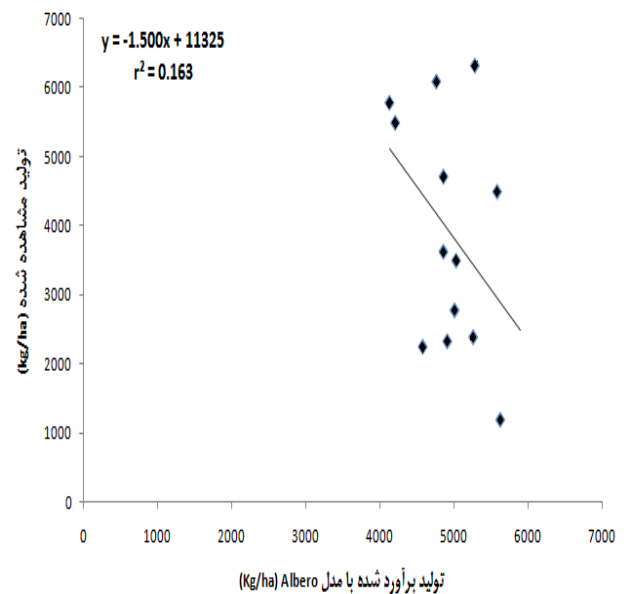
جدول ۸ کلاسهای تناسب کمی واحدهای مختلف اراضی را نشان میدهد، چنانچه مشاهده میشود براساس مدل آلبرو تمامی واحدها در کلاسهای S₁ یا S₂ قرار گرفته (شکل ۲)، ولی در مدل فائو بین کلاس نامناسب N تا کاملاً مناسب S₁ (شکل ۳) قرار میگیرند. لذا مقایسه پتانسیل تولید با تولید مشاهده شده دلالت بر مطابقت بیشتر روش فائو با واقعیت دارد.

روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی (عملکرد پیشبینی شده) برای گندم آبی، محاسبه شده به دو روش فائو و آلبرو از یک طرف و تولید مشاهده شده از طرف دیگر در شکل ۴ الف و ب ارائه شده است. ضرایب تشخیص مورد اشاره، در مدل آلبرو ۰/۱۶۳ (شکل ۴) و در مدل فائو ۰/۷۹۱ (شکل ۵) میباشد. ضرایب تبیین بدست آمده مورد آزمون F قرار گرفتند که مدل فائو در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده و یا بعبارت دیگر بین عملکرد مشاهده شده و عملکرد پیشبینی شده همبستگی معنی‌دار وجود دارد، ولی در مورد مدل آلبرو همبستگی معنی‌دار وجود ندارد. بنابراین میتوان چنین استنباط کرد که مدل آلبرو نیاز به واسنجی داشته و بایستی برای برآورد پتانسیل تولید با استفاده از این مدل در منطقه مطالعاتی، اقدام به مدل سازی آماری با وارد کردن پارامترهای اقلیم و گیاه در منطقه نمود. شایان ذکر است که اگر تعداد مشاهدات و خاکرخها بیشتر شود و بجای اطلاعات ماهیانه از اطلاعات دههای در محاسبه پتانسیل تابشی - گرمایی استفاده شود ضرایب تشخیص افزایش مییابد (سایس ۱۹۹۱).

پتانسیل تولید اراضی با عملکرد زارعین بویژه در روش آلبرو اختلاف داشته (جدول ۷) که احتمالاً به دلیل کارایی کم مدل آلبرو در پیشبینی پتانسیل تولید دارد. هر چند در این پژوهش سعی شده است در سطح مدیریت یکسان ارزیابی صورت گیرد، ولی نحوه اداره



شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین تولید مشاهده شده و تولید برآورد شده.



شکل ۴- رابطه رگرسیونی بین تولید مشاهده شده و تولید برآورد شده.

نتیجهگیری کلی

صد رکوردگیری در منطقه مطالعاتی میباشد. نتایج نشان داد که عملکرد زارعین در منطقه در اغلب واحدها کمتر از مقدار پیشبینی شده بوسیله مدل فائو بوده که میتواند به دلیل مدیریت پایین (آبیاری غرقابی، شخم عمیق، سوزاندن بقایای گیاهی و غیره) اعمال شده در منطقه خواجه باشد. در نهایت با تلفیق نتایج ارزیابی کمی، انتخاب بهترین مدل پتانسیل تولید، تعیین بهترین تیپ بهره‌وری و عنایت به کشاورزی پایدار، میتوان برای یکپارچه‌سازی اراضی و تک محصولی کردن اراضی با توجه به توان تولید آنها بر پایه الویتهای ارائه شده در تناسب اراضی اقدام نمود.

پتانسیل تولید گندم آبی که از طریق مدل فائو محاسبه گردید، دارای دقت بیشتری از روش آلبرو بوده و دلیل آن ناشی از عدم دخالت پارامترهای مربوط به اقلیم، گیاه و برخی فاکتورهای خاکی در برآورد پتانسیل تولید در مدل آلبرو میباشد. این نتیجه نشان دهنده کارایی بالای روش فائو در تخمین پتانسیل تولید اراضی نسبت به مدل آلبرو بوده و روش آلبرو نیاز به واسنجی در منطقه مورد مطالعه دارد. از آنجائیکه مدل آلبرو یک مدل آماری بوده و در منطقه سویل اسپانیا واسنجی شده است (دلروزا ۱۹۹۲)، چنانچه در مدل سازی آماری پارامترهای اقلیمی و گیاهی وارد مدل گردند، میتوان اقدام به واسنجی مدل در منطقه نمود. شایان ذکر است که برای واسنجی مدل حداقل نیاز به

منابع مورد استفاده

- ایوبی ش، جلالیان ا و امینی ام، ۱۳۸۱. ارزیابی کمی تناسب اراضی منطقه برآن شمالی (اصفهان) برای کشت گندم آبی، جو، ذرت و برنج، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع کشاورزی، جلد ششم، شماره سوم. صفحات ۱۰۵ تا ۱۱۸.
- جلالیان ا، رستمینیا م، ایوبی ش و امینی ا، ۱۳۸۶. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی برای گندم، ذرت و کنجد در دشت مهران، استان ایلام. مجله علوم و فنون کشاورزی، جلد یازدهم، شماره ۲، صفحات ۲۹۳ تا ۴۰۳.
- رضائی ح، شهبازی ف، جعفرزاده ع ا و علویکیا س س، ۱۳۹۱. تحلیل آماری نتایج حاصل از کاربرد روشهای پارامتریک و مدل Almagra در ارزیابی تناسب اراضی، مجله دانش آب و خاک، جلد ۲۱، شماره ۴، صفحات ۶۵ تا ۸۰.
- شهبازی ف، ۱۳۸۷. بررسی کاربرد سیستم تصمیمگیری میکرولیز به عنوان روشی نوین در ارزیابی تناسب اراضی (مطالعه موردی: بخشی از اراضی جنوب شهرستان اهر). رساله دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- عبادپور ا، ۱۳۷۹. مطالعه مرفولوژی، مینرالوژی و ردهبندی خاکهای ایستگاه تحقیقاتی خواجه (تبریز). پایاننامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- فرجنیا ا، ۱۳۸۶. ارزیابی تناسب اراضی و تعیین پتانسیل تولید چغندر قند در دشت دیکانات مرند. مجله چغندر قند. جلد ۲۳، شماره ۱، صفحات ۴۳ تا ۵۴.
- قاسمی دهکردی و. ۱۳۷۵. مطالعات خاکشناسی و تناسب اراضی منطقه برخوار اصفهان، پایاننامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- محنت کش ع. ۱۳۷۸. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی منطقه شهرکرد برای محصولات زراعی مهم منطقه. پایاننامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- مردانی ر، ۱۳۹۱. کاربرد سیستمهای فائو و میکرولیز برای تناسب کیفی و کمی گندم، ذرت، یونجه و آفتابگردان و تهیه برنامه کامپیوتری برای سیستم فائو (مطالعه موردی: منطقه مرند). پایاننامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- Anonymous, 1996. Agro-ecological Zoning. Guidelines FAO Soils Bulletin, series No: 76, FAO, Rome.
- Anonymous, 1992. Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collection Soil Sample. Soil Conservation Service, Investigation. Republic. Government Print Office, Washington DC.
- Anonymous, 2002. Field Book for Describing and Sampling Soils. United State Department of Agriculture, National Soil Survey Center. Natural Resources Conservation Service, Washington DC.
- Anonymous, 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th edition, United State Department of Agriculture, National Soil Survey Center. Natural Resources Conservation Service, Washington DC.
- Ashraf S, 2011. Estimating the land production potential for wheat, using GIS method. Australian Journal of Basic and Applied Science 5 (8): 118-122.
- Ashraf S, Ashraf V and Abbaspour H, 2011. Assessment of land production potential for barley using geographic information system (GIS) method. Indian Journal of Science and Technology 4(12):1775-1777.
- Chinene VRN. 1991. The Zimbian land evaluation system (ZLES). Soil Use and Management 7:21-30.
- De la Rosa D, Cardona F and Almorza J, 1981. Crop yield prediction based on properties of soils in Seville, Spain. Geoderma 25: 267-274.
- De la Rosa D, Moreno J A, Garcia L V and Almorza J, 1992. MicroLEIS: A microcomputer-based Mediterranean land evaluation information system. Soil Use and Management 8: 89-96.
- De la Rosa D, Mayol F, Diaz-Pereira E, Fernandez M and De la Rosa D J, 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection. Environmental Modeling and Software 19: 929-942.
- De Wit CT, 1965. Photosynthesis of Leaf Canopies. Agricultural Research Republic, Wageningen.
- Embrechts J, Poeloengan Z and Sys C. 1988. Physical land evaluation. Using a parametric method application to oilpalm plantation in North Sumatra. Soil Survey Land Evaluation 8: 111-122.

- Gee GW and Bauder JW. 1986. Particle-size analysis. Pp. 383-411. In: Klute A (ed). Methods of Soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Jafarzadeh A A, Shahbazi F and Shahbazi M R, 2009. Suitability evaluation of some specific crops in Souma area (Iran), using Cervatana and Almagra models, *Biologia*, Section Botany 64(3): 541-545.
- Nelson W and Sommers L, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp. 532-581. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methodes. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Shahbazi F, De la Rosa D, Anaya-Romero M, Jafarzadeh AA, Sarmadian F, Neyshaboury MR and Oustan Sh, 2008. Land use planning in Ahar area (Iran) using MicroLEIS DSS. *Agrophysics* 22: 277-286.
- Sayegh AH, Khan P and Ryan J, 1978. Factors affecting gypsum and cation exchange capacity determination in gypsiferous soils. *Journal of Soil Science* 125: 294-300.
- Sys C. 1985. Land evaluation. State university of Ghent, ITC. Ghent. Belgium.
- Sys C. Van Ranset E and Debaveye J, 1991. Land Evaluation, Part I, Principle in Land Evaluation and Crop Production Calculation. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent.
- Sys C, Van Ranset E, Debaveye J and Beernaert F, 1993. Land Evaluation: Crop Requirements. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent.