

ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی برای گندم، جو، ذرت و آفتابگردان در بخشی از دشت خوی

محمد زینالی*^۱، علی اصغر جعفرزاده^۲، فرزین شهبازی^۳، شاهین اوستان^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۴/۰۱

۱- دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

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

۳- دانشیاران گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی mohamad_1383@yahoo.com

چکیده

مطالعات تناسب اراضی با بررسی جنبه‌های فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی اراضی، استفاده بهینه و پایدار از اراضی را ممکن می‌سازد. هدف از این مطالعه تعیین تناسب کیفی، کمی و اقتصادی بخشی از اراضی دشت خوی در استان آذربایجان غربی برای محصولات مهم منطقه شامل گندم، جو، ذرت و آفتابگردان می‌باشد. مبنای ارزیابی کیفی، تطابق مشخصات اقلیمی، توپوگرافی و ویژگی‌های خاک منطقه با نیازهای رویشی هر یک از محصولات با استفاده از جداول سایس در روش پارامتریک ریشه دوم بود و مبنای ارزیابی کمی، عملکرد در واحد سطح و پتانسیل تولید و تحلیل اقتصادی، سود ناخالص در واحد سطح در نظر گرفته شد. نتایج ارزیابی کیفی نشان داد که عمده واحدهای اراضی برای گندم و جو دارای کلاس خیلی مناسب (S₁) و نسبتاً مناسب (S₂) بوده و برای ذرت و آفتابگردان عمده واحدهای اراضی دارای کلاس نسبتاً مناسب (S₂) و تناسب بحرانی (S₃) هستند و مهمترین عوامل محدودیت در منطقه شوری و قلیائیت، آهک و اسیدیته می‌باشند. بر اساس نتایج ارزیابی کمی، عمده واحدهای اراضی برای گندم و جو دارای کلاس خیلی مناسب (S₁) و برای ذرت و آفتابگردان دارای کلاس نسبتاً مناسب (S₂) بودند. مقایسه کلاس‌های کمی و کیفی نشان داد که کلاس‌های کمی تمامی محصولات مورد مطالعه در سطح برابر یا بالاتری نسبت به کلاس‌های کیفی قرار داشته که بیانگر سطح بالای مدیریت و شرایط اقلیمی مناسب در منطقه مورد مطالعه است. همچنین نتایج ارزیابی اقتصادی نشان داد که در همه واحدهای اراضی آفتابگردان نسبت به سایر محصولات از سودآوری بیشتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: تناسب اراضی، خوی، روش پارامتریک، واحد اراضی

Qualitative, Quantitative, and Economic Evaluation of Land Suitability for Wheat, Barley, Maize and Sunflower in part of Khoy plain

M Zeinali^{1*}, AA JafarZadeh², F Shahbazi³, Sh Oustan⁴

Received: 26 October 2015 Accepted: 21 June 2016

¹Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, Univ. of Tabriz, Tabriz, Iran

² Prof., Dept. of Soil Science, Univ. of Tabriz, Tabriz, Iran

^{3,4} Assoc. Prof., Dept. of Soil Science, Univ. of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding Author, Email: mohamad_1383@yahoo.com

Abstract

Land suitability studies, explore the physical, social and economic aspects of land and make the sustainable and stable use of these lands possible. The purpose of this study was to determine the qualitative, quantitative, and economic appropriateness of a part of Khoy plain in West Azarbaijan for major crops including wheat, barley, maize and sunflower. The base of Qualitative assessment was adaptation of climate, topography and soil specifications of the land with plant growth requirements for each crop using Sys table with the square root of the parametric method and the base of quantitative assessment was unit yield and potential production and economic analysis of gross profit per unit area. Qualitative evaluation results showed that most of the land units were in the classes of very suitable (S_1) and moderately suitable (S_2) for wheat and barley but for maize and sunflower the most of land units were in moderately (S_2) and critical (S_3) suitable classes. The main limiting factors in the region were salinity, alkalinity, lime and pH. Based on the results of quantitative assessment the most of land units for wheat and barley were in very suitable (S_1) class and for maize and sunflower were in relatively suitable (S_2) class. Comparing qualitative and quantitative classes showed that quantitative classes of the all products were in equal or higher level than qualitative classes of them referring to high level Management and suitable climatic conditions in the study region. Also Economic suitability results showed that in all land units sunflower was more profitable than other products.

Keywords: Khoy, Land suitability, Land unit, Parametric method

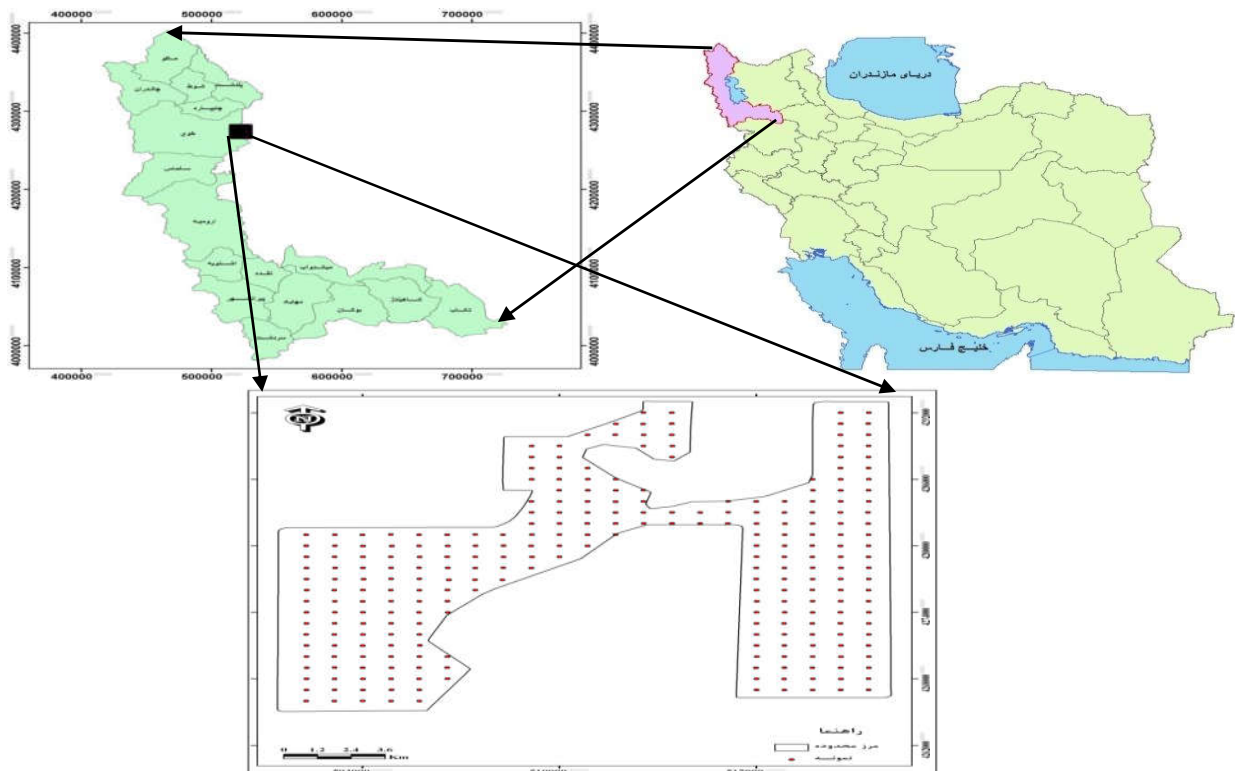
مقدمه

مورد مطالعه قرار می‌گیرند ولی در ارزیابی کمی علاوه بر جنبه‌های فیزیکی، تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی نقش عمده‌ای را در طبقه‌بندی تناسب اراضی ایفا می‌کنند. تناسب کمی و اقتصادی اراضی نیز از درهم آمیختن داده‌های حاصل از فرآیند انطباق با بررسی‌های مربوط به برآورد هزینه‌ها و درآمدها و نیز اثرات تغییرات وارده بر محیط و تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی و اجتماعی حاصل می‌شود. امروزه ارزیابی تناسب اراضی در بیشتر

ارزیابی تناسب اراضی، کارآیی اراضی برای استفاده‌های خاص را معین کرده و درجات تناسب مشخصات اراضی را با نیازهای بهره‌وری مشخص می‌کند. روش ارزیابی تناسب اراضی برای گیاه خاص، یک سیستم پیشنهادی از سوی فائو بوده که به دو روش کمی و کیفی برای گیاهان مختلف صورت می‌گیرد (بی-نام ۱۹۹۳). در ارزیابی کیفی تنها جنبه‌های فیزیکی اراضی

تناسب مشابه می‌باشند. شهبازی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای برای مکان‌یابی پهنه‌های مستعد برای توسعه کشت زیتون در اراضی پایاب سد خداآفرین با روش‌های پارامتریک و محدودیت ساده نشان دادند که بر اساس نتایج هر دو روش، کربن آلی عمده‌ترین فاکتور محدودکننده و بافت نیز به‌عنوان عامل محدودکننده بعدی برای کشت زیتون می‌باشد. بر اساس روش پارامتریک تمامی منطقه در کلاس مناسب و نسبتاً مناسب قرار گرفت. با توجه به اهمیت مطالعات ارزیابی در برنامه‌ریزی و استفاده پایدار از اراضی و عدم وجود اطلاعات کافی در زمینه تناسب اراضی منطقه دشت خوی، این تحقیق به‌منظور ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی این منطقه برای کشت گندم، جو، ذرت و آفتابگردان و معرفی بهترین محصول از نظر ارزیابی کیفی و کمی جهت کشت در منطقه مورد مطالعه انجام گرفته است.

کشورهای دنیا به ویژه در کشورهای در حال توسعه، محور اصلی روش‌های ارزیابی است چرا که این روش کلیه فاکتورهای مورد نیاز برای استفاده به ویژه از اراضی را مورد توجه قرار می‌دهد (ایوبی و جلالیان ۱۳۸۵). دهائز و همکاران (۲۰۰۵) کارآیی روش فائو را برای ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی استان داکقان^۱ ویتنام مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که عمده اراضی برای محصولات مهم منطقه دارای کلاس تناسب بحرانی و نامناسب هستند. دلیل این عدم تناسب ویژگی‌هایی مانند: شیب زیاد، عمق کم خاک، سنگ‌ریزه زیاد و بالا بودن سطح آب زیرزمینی بود. جعفرزاده و زینالی (۱۳۸۴) ارزیابی کیفی تناسب بخشی از اراضی (فیرورق) خوی را برای محصولات مهم انجام داده و چنین نتیجه گرفتند که هر دو روش محدودیت ساده و پارامتریک (ریشه‌دوم)، در بیشتر واحدهای اراضی دارای کلاس‌های



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و محل نقاط نمونه‌برداری شده محدوده مورد مطالعه.

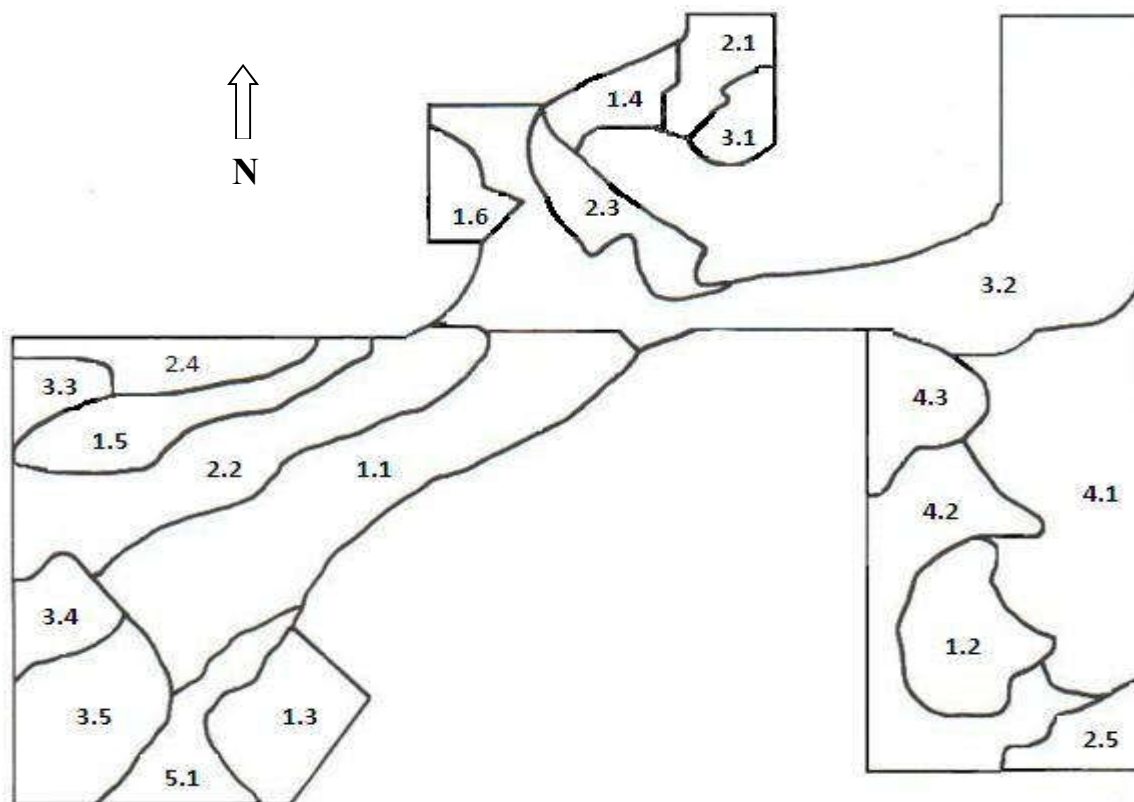
مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و مشخصات کلی منطقه

محدوده مورد مطالعه در قسمت شرقی شهرستان خوی، شمال استان آذربایجان غربی، در طول شرقی $59^{\circ} 59' 44''$ تا $50^{\circ} 15' 03''$ و عرض شمالی $32^{\circ} 38'$ تا $38^{\circ} 47' 08''$ واقع شده است (شکل ۱). وسعت منطقه مورد مطالعه ۲۹۹۳۱ هکتار بوده و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۵۰ متر می‌باشد. طبق نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (بنائی ۱۳۷۷) رژیم رطوبتی منطقه زریک و رژیم حرارتی منطقه مزیک است. منابع آب مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه از چاه‌های عمیق موجود در منطقه و رودخانه قطور می‌باشد. مقیاس نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ می‌باشد.

نمونه‌برداری

با توجه به وجود نقشه خاک قبلی از منطقه مورد مطالعه اقدام به حفر پروفیل با روش شبکه‌بندی منظم با قطع‌بندی 1×1 کیلومتر به منظور کنترل تغییرات احتمالی واحدهای اراضی منطقه مورد مطالعه گردید (بی-نام ۱۳۸۴). پس از حفر و تشریح پروفیل‌های خاک، نمونه‌های تهیه شده به منظور انجام آنالیزهای شیمیایی جمع‌آوری گردیدند. بر اساس مطالعات صحرایی و آنالیزهای اولیه ۲۰ پروفیل تحت عنوان پروفیل شاهد برای ۲۰ واحد خاک انتخاب شد (شکل ۲).



شکل ۲- واحدهای مختلف خاک در منطقه مورد مطالعه با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰.

تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی

روی نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده (پس از هوا خشک شدن و غربال از الک ۲ میلی‌متری)، بافت خاک به روش

هیدرومتر چهار زمانه (گی و بادر ۱۹۸۶)، کربنات کلسیم معادل خاک به روش تیتراسیون (آلیسون و مودی ۱۹۶۵)، pH گل اشباع (ریچاردز ۱۹۵۴) و هدایت

روش پارامتریک (ریشه دوم) مورد مقایسه قرار گرفته و در نهایت کلاس‌های تناسب کیفی اراضی تعیین شدند (سایس و همکاران ۱۹۹۱). معادله مورد استفاده در روش پارامتریک به صورت معادله ۱ می‌باشد.

$$I = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100}} \times \dots \quad [۱]$$

$Y = 0/36 \text{ (bgm)} \cdot (KLAI) \cdot (H_i) / ((1/L) + 0/25C) [۲]$
در آن، Y میزان تولید پتانسیل بر حسب کیلوگرم در هکتار، bgm بیشینه میزان تولید بیوماس ناخالص بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت، $KLAI$ ضریب شاخص سطح برگ، H_i ضریب برداشت (بخشی از کل بیوماس که از نظر اقتصادی قابل استفاده است)، L طول فصل رشد و Ct ضریب تنفس بوده که با استفاده از ضریبی خاص و میانگین دما در طول فصل رشد محاسبه می‌شود. سرانجام مقدار تولید پتانسیل با احتساب رطوبت برای هریک از محصولات مورد مطالعه محاسبه گردید.

الکتریکی (EC) عصاره اشباع (رودز ۱۹۸۲)، کربن آلی به روش ترسوزانی (نلسون و سامرز ۱۹۸۲) و گچ به روش استون (ریچاردز ۱۹۵۴) اندازه‌گیری شدند.

ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی اراضی

در ارزیابی کیفی تناسب اراضی، نیازهای فیزیکی محصولات با ویژگی‌های واحدهای مختلف اراضی به که در آن، I شاخص اراضی، R_{\min} کمترین درجه بین تمام خصوصیات A ، B و C و... درجات خصوصیات دیگر می‌باشد. پس از تعیین کلاس‌های کیفی تناسب اراضی، ارزیابی کمی در واحدهای اراضی مختلف منطقه صورت گرفت. در ارزیابی کمی تناسب اراضی براساس پارامترهای اقلیمی مانند دمای متوسط روزانه و شبانه در طول فصل رشد، تعداد ساعتهای آفتابی، عرض جغرافیایی، شاخص سطح برگ، ضریب برداشت، درصد رطوبت دانه و روش فتوسنتزی محصول، تولید پتانسیل محصولات مورد نظر با استفاده از روش فائو به وسیله معادله ۲ و داده‌های جدول ۱ محاسبه شد (سایس و همکاران ۱۹۹۱).

جدول ۱- برخی از پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه تولید پتانسیل (امبریج و همکاران ۱۹۸۸).

محصول	رطوبت دانه	شاخص سطح برگ	میانگین دمای رشد	ضریب برداشت	طول فصل رشد	ضریب تنفس
گندم	۱۳	۴/۵	۱۲/۹۸	۰/۴۵	۱۵۲	۲۶*۱۰ ^۴
جو	۱۰	۴/۵	۱۲/۵	۰/۴	۱۴۳	۲۴*۱۰ ^۴
ذرت	۱۲	۳/۵	۲۰/۷۳	۰/۲۵	۱۵۰	۵۱*۱۰ ^۴
آفتابگردان	۱۴	۴	۲۰/۶۸	۰/۲۵	۱۴۵	۵۵*۱۰ ^۴

اراضی رابطه رگرسیونی بین شاخص اراضی محاسبه شده به روش پارامتریک در ارزیابی کیفی و تولید مشاهده شده در مزرعه به وسیله نرم افزار SPSS برقرار گردیده و حدود کلاس‌های کمی با روش سایس و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شدند. در مرحله بعد با داشتن مقدار شاخص اراضی در هر واحد اراضی کلاس‌های کمی برای محصولات مختلف مشخص شدند. در ارزیابی اقتصادی، مبنای ارزیابی، سود ناخالص در هر واحد از

تولید پیش‌بینی شده به وسیله حاصلضرب تولید پتانسیل هر محصول در شاخص خاک محاسبه می‌شود. برای دست‌یابی به نتایج دقیق‌تر، از شاخص خاک به جای شاخص زمین در محاسبه تولید پیش‌بینی شده استفاده گردید. شاخص خاک پارامتری است که از آمیختن درجات تناسب ویژگی‌ها یا کیفیت اراضی به جز پارامتر اقلیم با روش ریشه‌دوم محاسبه می‌شود. به منظور بررسی صحت روش‌های ارزیابی کمی تناسب

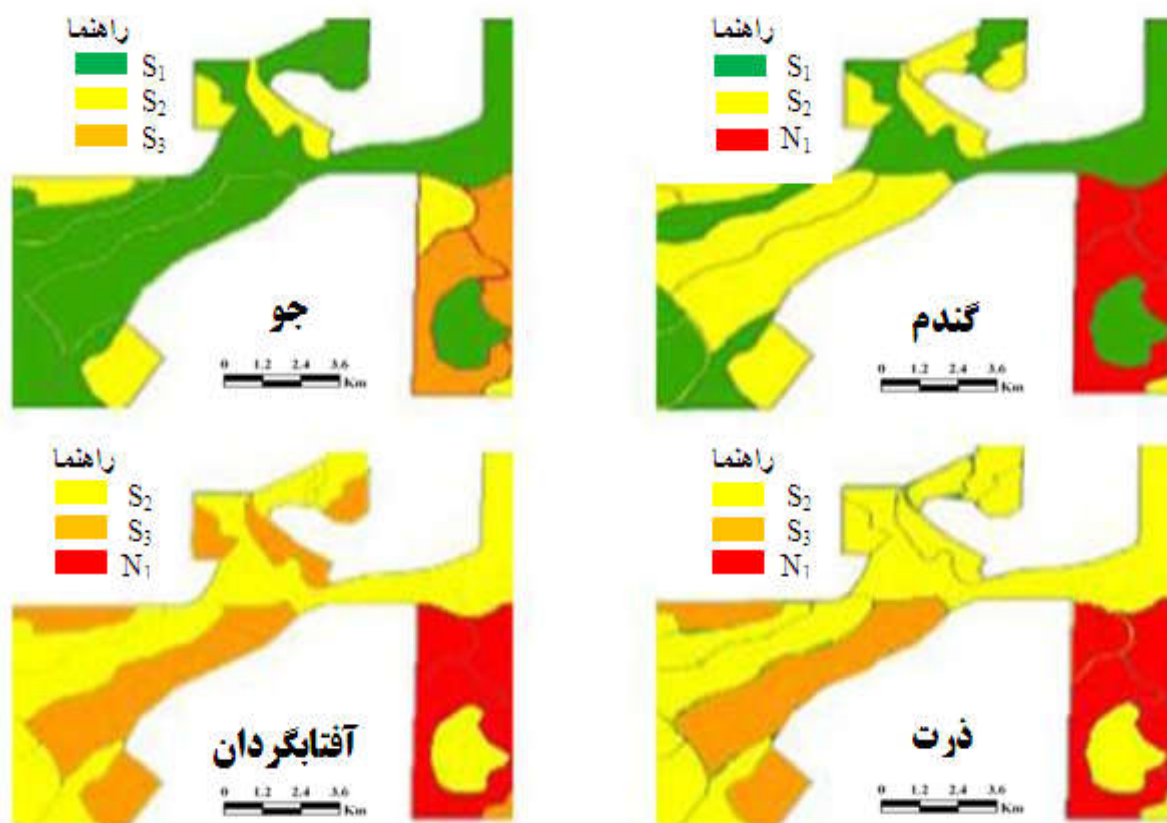
کلاس تناسب بحرانی است. واحد ۳,۱ نیز به دلیل کم عمق بودن برای آفتابگردان و ذرت به علت اینکه این محصولات دارای ریشه‌های عمیق هستند باعث ایجاد محدودیت شده است.

جدول ۳- نتایج نهایی ارزیابی کیفی برای محصولات مورد مطالعه به روش پارامتریک.

محصول واحد اراضی	گندم			جو			ذرت			آفتابگردان		
	شاخص اقلیم	کلاس اراضی	کلاس کیفی	شاخص اقلیم	کلاس اراضی	کلاس کیفی	شاخص اقلیم	کلاس اراضی	کلاس کیفی	شاخص اراضی	کلاس اراضی	کلاس کیفی
۱,۱	۹۲/۷	۷۳/۳	S ₂	۹۸/۰۲	۷۹/۱۳	S ₁	۹۱/۰۸	۴۶/۰۵	S ₃	۱۰۰	۴۰/۵۱	S ₃
۱,۲	۹۲/۷	۷۷/۰۱	S ₁	۹۸/۰۲	۸۶/۸۳	S ₁	۹۱/۰۸	۶۶/۷۷	S ₂	۱۰۰	۵۳/۴۵	S ₂
۱,۳	۹۲/۷	۵۸/۳۳	S ₂	۹۸/۰۲	۶۱/۱	S ₂	۹۱/۰۸	۴۴/۸۱	S ₃	۱۰۰	۳۹/۳۲	S ₃
۱,۴	۹۲/۷	۷۰/۸۷	S ₂	۹۸/۰۲	۸۵/۱۴	S ₁	۹۱/۰۸	۵۸/۲	S ₂	۱۰۰	۵۱/۰۱	S ₂
۱,۵	۹۲/۷	۷۸/۵	S ₁	۹۸/۰۲	۸۷/۵۷	S ₁	۹۱/۰۸	۶۵/۰۹	S ₂	۱۰۰	۵۹/۱۱	S ₂
۱,۶	۹۲/۷	۶۴/۹	S ₂	۹۸/۰۲	۷۰/۷۳	S ₂	۹۱/۰۸	۵۵/۷۵	S ₂	۱۰۰	۴۵/۷۳	S ₃
۲,۱	۹۲/۷	۷۶/۰۳	S ₁	۹۸/۰۲	۸۲/۸۴	S ₁	۹۱/۰۸	۶۴/۷	S ₂	۱۰۰	۵۱/۳۵	S ₂
۲,۲	۹۲/۷	۶۳/۸	S ₂	۹۸/۰۲	۸۴/۱۷	S ₁	۹۱/۰۸	۵۰/۹	S ₂	۱۰۰	۵۰/۶۵	S ₂
۲,۳	۹۲/۷	۶۸/۳۱	S ₂	۹۸/۰۲	۷۳/۶۴	S ₂	۹۱/۰۸	۵۶/۴۱	S ₂	۱۰۰	۴۴/۲۸	S ₃
۲,۴	۹۲/۷	۵۵/۶۷	S ₂	۹۸/۰۲	۶۰/۲۵	S ₂	۹۱/۰۸	۳۶/۵۱	S ₃	۱۰۰	۲۷/۶۹	S ₃
۲,۵	۹۲/۷	۵۵/۲۴	S ₂	۹۸/۰۲	۶۰/۹	S ₂	۹۱/۰۸	۵۰/۲۹	S ₂	۱۰۰	۴۰/۴۶	S ₃
۳,۱	۹۲/۷	۷۰/۱۱	S ₂	۹۸/۰۲	۷۹/۱	S ₁	۹۱/۰۸	۵۶/۱۸	S ₂	۱۰۰	۴۳/۸۱	S ₃
۳,۲	۹۲/۷	۷۵/۵۴	S ₁	۹۸/۰۲	۸۳/۸۶	S ₁	۹۱/۰۸	۶۱/۶	S ₂	۱۰۰	۵۰/۳۴	S ₂
۳,۳	۹۲/۷	۶۸/۸۶	S ₂	۹۸/۰۲	۷۵/۴۵	S ₁	۹۱/۰۸	۶۳/۲۲	S ₂	۱۰۰	۵۲/۷	S ₂
۳,۴	۹۲/۷	۸۳/۳۸	S ₁	۹۸/۰۲	۹۰/۴۲	S ₁	۹۱/۰۸	۶۳/۵۵	S ₂	۱۰۰	۵۲/۷۳	S ₂
۳,۵	۹۲/۷	۸۵/۸۳	S ₁	۹۸/۰۲	۹۱/۷۶	S ₁	۹۱/۰۸	۶۹/۸۷	S ₂	۱۰۰	۶۱/۹	S ₂
۴,۱	۹۲/۷	۱۴/۹۲	N ₁	۹۸/۰۲	۴۸/۹۴	S ₃	۹۱/۰۸	۱۲/۶۴	N ₁	۱۰۰	۹/۴۷	N ₁
۴,۲	۹۲/۷	۱۱/۵۲	N ₁	۹۸/۰۲	۳۹	S ₃	۹۱/۰۸	۸/۷۸	N ₁	۱۰۰	۵/۸۲	N ₁
۴,۳	۹۲/۷	۱۳/۱۵	N ₁	۹۸/۰۲	۶۰/۱۴	S ₂	۹۱/۰۸	۱۰/۹۹	N ₁	۱۰۰	۸/۷۵	N ₁
۵,۱	۹۲/۷	۷۶/۴۸	S ₁	۹۸/۰۲	۸۰/۵۱	S ₁	۹۱/۰۸	۵۵/۸۲	S ₂	۱۰۰	۵۱/۰۹	S ₂

از بین رفتن این محدودیت می‌شود. جلالیان و همکاران (۱۳۸۶) در منطقه دشت مهران نشان دادند که برای کشت آبی محصولات گندم و ذرت ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند گچ و آهک بیشترین محدودیت را ایجاد کرده است. نقشه‌های تناسب کیفی منطقه مورد مطالعه برای محصولات مورد نظر در شکل ۴ نشان داده شده است.

در مورد آفتابگردان به دلیل نیاز این محصول به ماده آلی زیاد، این عامل نیز در این منطقه ایجاد محدودیت کرده است. البته به خاطر اینکه نمونه خاک در پایان فصل رشد، برداشت شده این عامل ایجاد محدودیت کرده درحالی که با شروع فصل کاشت مقادیر زیادی کود دامی و شیمیایی به اراضی تحت کشت اضافه گردیده و باعث

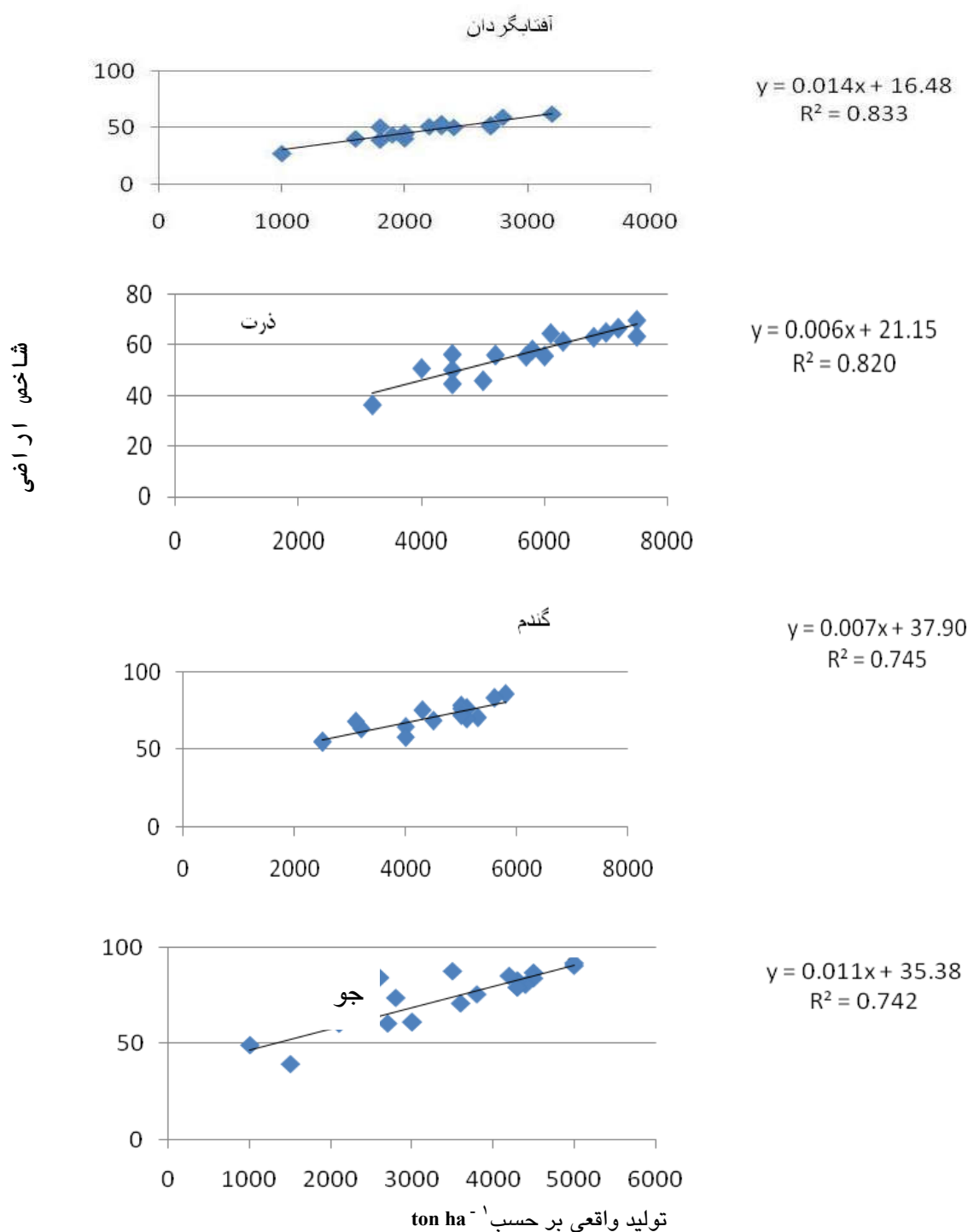


شکل ۴- نقشه پراکنش جغرافیایی تناسب کیفی اراضی منطقه مورد مطالعه.

مزرعه است. محنت‌کش (۱۳۷۳) نیز رابطه معنی‌داری بین تولید پیش‌بینی شده و مشاهده شده گندم به‌دست آورد. بازگیر (۱۳۷۷) نیز برای گندم ضریب تشخیص معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد به‌دست آورد. وان‌رست و همکاران (۱۹۹۵) متوسط تولید پیش‌بینی شده در شمال غربی کشور کامرون را ۲ تن در هکتار پیش‌بینی کرده حال آنکه متوسط برداشت زارعین یک تن در هکتار بود. آنها اختلاف زیاد بین این دو تولید را ناشی از عوامل مدیریتی ضعیف عنوان کردند.

به هر حال با توجه به مطالعات ایوبی (۱۳۷۵)، گیوی (۱۳۷۷)، ترابی (۱۳۸۰)، ممتاز (۱۳۸۸) و رستمی‌نیا (۱۳۸۹) وجود ارتباط آماری معنی‌دار بین تولید مشاهده شده و تولید پیش‌بینی شده دلالت بر انتخاب صحیح فاکتورها و روش مناسب ارزیابی دارد. برای انجام ارزیابی کمی تناسب اراضی، ارتباط رگرسیونی بین شاخص اراضی و تولید واقعی ایجاد شده که نتایج آن به‌صورت نمودار نشان داده شده است (شکل ۳).

در ارزیابی کمی مقدار تولید پتانسیل در منطقه مورد مطالعه برای گندم، جو، ذرت و آفتابگردان به ترتیب ۶/۷۸، ۵/۶۴، ۱۰/۸۷ و ۵/۳۸ تن در هکتار برآورد گردید. جلالیان و همکاران (۱۳۸۶) در منطقه دشت مهران میزان تولید پتانسیل گندم و ذرت را به ترتیب ۷/۴۲ و ۹/۲۲ تن در هکتار برآورد کردند. رستمی‌نیا (۱۳۸۹) در دشت شیروان استان ایلام مقدار تولید پتانسیل را برای برنج، گندم و سیب‌زمینی به ترتیب ۵/۳۷، ۷/۶۴ و ۲۰/۱۱ تن در هکتار برآورد نمود. مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققان نشان می‌دهد که تولید پتانسیل هر محصول در هر منطقه بستگی به شرایط تابش خورشیدی، طول روز، دما و سایر پارامترهای اقلیمی دارد. رابطه تولید واقعی و شاخص اراضی در مورد گندم، جو، ذرت و آفتابگردان به ترتیب با ضریب همبستگی ۰/۹۳، ۰/۹۷ و ۰/۹۰۳ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. این ارتباط معنی‌دار گواه صحت روش ارزیابی و درجه‌بندی صحیح خصوصیات اراضی بدست آمده با شرایط



شکل ۳- رابطه بین شاخص اراضی و مقدار تولید واقعی برای محصولات مورد مطالعه.

محصولات مورد مطالعه در سطح برابر و یا بالاتری نسبت به کلاس‌های کیفی قرار می‌گیرند که دلیل آن سطح مدیریت نسبتاً بالا و شرایط اقلیمی و خاک مناسب است. شاخص‌های خاک محاسبه شده نیز موید این مطلب هستند. این نتیجه‌گیری با نتایج مطالعات رستمی‌نیا

نتایج ارزیابی کمی تناسب واحدهای اراضی نشان‌دهنده این است که کلاس کمی تناسب واحدهای اراضی برای محصولات گندم و جو دارای کلاس مناسب و برای محصولات ذرت و آفتابگردان دارای کلاس نسبتاً مناسب می‌باشند (جدول ۴). کلاس‌های ارزیابی کمی برای تمامی

(۱۳۸۹)، جلالیان و همکاران (۱۳۸۶) و محنت‌کش (۱۳۷۸) مطابقت دارد.

جدول ۴- کلاس‌های کمی تناسب اراضی برای محصولات مورد مطالعه (تولید بر حسب کیلوگرم در هکتار) و شاخص مدیریت.

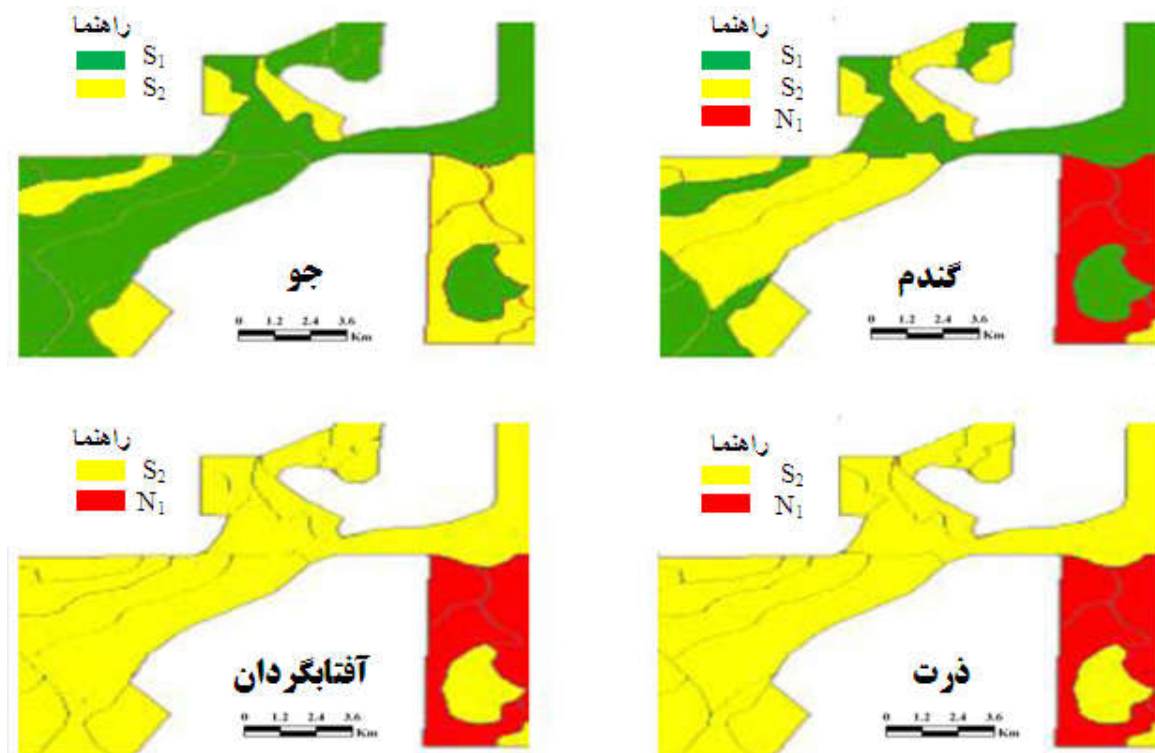
محصول واحد اراضی	گندم		جو		ذرت		آفتابگردان	
	تولید برآورد شده	کلاس کمی	تولید برآورد شده	کلاس کمی	تولید برآورد شده	کلاس کمی	تولید برآورد شده	کلاس کمی
۱,۱	۵۰۴۷	S ₂	۴۵۰۲	S ₁	۵۱۵۸	S ₂	۲۱۸۱	S ₂
۱,۲	۵۳۷۹	S ₁	۴۹۴۰	S ₁	۷۵۲۰	S ₂	۲۸۷۷	S ₂
۱,۳	۴۰۶۴	S ₂	۳۴۸۸	S ₂	۵۰۲۳	S ₂	۲۱۱۷	S ₂
۱,۴	۵۰۱۰	S ₂	۴۸۵۰	S ₁	۶۶۹۰	S ₂	۲۷۴۶	S ₂
۱,۵	۵۴۸۲	S ₁	۴۹۸۰	S ₁	۷۳۰۵	S ₂	۳۱۸۲	S ₂
۱,۶	۴۵۲۷	S ₂	۴۰۳۰	S ₂	۶۲۵۱	S ₂	۲۴۶۲	S ₂
۲,۱	۵۳۱۰	S ₁	۴۷۱۳	S ₁	۷۲۵۱	S ₂	۲۷۶۰	S ₂
۲,۲	۴۴۳۴	S ₂	۴۷۹۲	S ₁	۵۷۸۳	S ₂	۲۷۲۷	S ₂
۲,۳	۴۷۸۰	S ₂	۴۱۹۴	S ₂	۶۳۳۸	S ₂	۲۳۸۴	S ₂
۲,۴	۳۹۲۵	S ₂	۳۴۳۷	S ₂	۴۲۲۹	S ₂	۱۴۹۰	S ₂
۲,۵	۳۹۰۰	S ₂	۳۴۷۷	S ₂	۵۶۴۱	S ₂	۲۱۷۸	S ₂
۳,۱	۴۹۰۶	S ₂	۴۵۰۴	S ₁	۶۲۸۴	S ₂	۲۳۵۸	S ₂
۳,۲	۵۲۷۴	S ₁	۴۷۷۰	S ₁	۶۸۶۰	S ₂	۲۷۱۰	S ₂
۳,۳	۴۸۱۵	S ₂	۴۲۹۵	S ₁	۷۰۵۶	S ₂	۲۸۳۷	S ₂
۳,۴	۵۸۱۰	S ₁	۵۱۴۷	S ₁	۷۷۷۳	S ₂	۲۸۳۹	S ₂
۳,۵	۵۹۶۷	S ₁	۵۲۱۵	S ₁	۷۸۴۰	S ₂	۳۳۳۲	S ₂
۴,۱	۱۱۴۵	N ₁	۲۸۰۵	S ₂	۱۵۷۶	N ₁	۵۱۰	N ₁
۴,۲	۹۳۵	N ₁	۲۲۴۶	S ₂	۱۲۲۸	N ₁	۳۱۳	N ₁
۴,۳	۱۰۴۴	N ₁	۳۴۳۷	S ₂	۱۴۴۵	N ₁	۴۷۱	N ₁
۵,۱	۵۳۵۰	S ₁	۴۵۸۳	S ₁	۶۳۱۷	S ₂	۲۷۵۰	S ₂

و قیمت هر واحد تولید محاسبه شده و نتایج آن در جدول ۶ خلاصه شده است. ایوبی (۱۳۷۵) در منطقه برآن شمالی اصفهان برای تولید گندم مقدار بحرانی ۲/۶ تن در هکتار را به دست آورد. محنت‌کش (۱۳۷۳) نیز در منطقه دشت شهرکرد مقدار ۲/۳ تن در هکتار را بدست آورد. این نتایج نشان می‌دهد تولید بحرانی علاوه بر تأثیرپذیری از شرایط اقتصادی کشور به شرایط بازارهای محلی نیز بستگی دارد. اعداد ذکر شده بر اساس قیمت‌های سال ۱۳۹۲ درج شده است.

حدود کلاس‌های کمی تناسب اراضی طبق روش سائیس (۱۹۹۱) با استفاده از تولید بحرانی و تولید پتانسیل مشخص شده و مقادیر آنها در جدول ۵ آمده است. همچنین نقشه‌های تناسب کمی منطقه مورد مطالعه برای محصولات مورد نظر در شکل ۵ نشان داده شده است.
آنالیزهای اقتصادی بر اساس هزینه‌های متغیر و قیمت نهاده‌ها و قیمت واحد تولید انجام شده و تولید بحرانی برای هر محصول با استفاده از هزینه‌های متغیر

جدول ۵- حدود کلاس‌های کمی تناسب اراضی برای محصولات مورد مطالعه (kg ha^{-1}).

محصول	S_1	S_2	S_3	N
گندم	> 5085	$1910/6 - 5085$	$1228/23 - 1910/6$	$< 1228/23$
جو	$> 4233/75$	$1701 - 4233/75$	$1093/5 - 1701$	$< 1093/5$
ذرت	> 8155	$3150 - 8155$	$2025 - 3150$	< 2025
آفتابگردان	> 4038	$821/24 - 4038$	$528 - 821/24$	< 528



شکل ۵- نقشه پراکنش جغرافیایی تناسب کمی اراضی منطقه مورد مطالعه.

کاربرد مکانیزاسیون در تولید این محصول است. جلالیان و همکاران (۱۳۸۶) نیز شاخص سطح مدیریت برای کشت گندم و ذرت را در منطقه دشت مهران به ترتیب در دامنه $0/52 - 0/84$ و $0/54 - 0/81$ محاسبه نمودند که نشان‌دهنده سطح مدیریت متوسط و بالا برای این محصولات بود. نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد تناسب کمی در عمده واحدهای اراضی در مورد گندم و جو دارای کلاس کمی مناسب و نسبتاً مناسب بوده و ذرت و آفتابگردان عمدتاً دارای کلاس تناسب کمی نسبتاً مناسب هستند. علت کاهش محصول و در نتیجه کاهش کلاس تناسب کمی در محصولات مورد مطالعه فقط مسائل مدیریتی نبوده و عمدتاً مربوط به محدودیتهای موجود در خاک می‌باشد.

نتایج آنالیزهای اقتصادی نشان می‌دهد برای تولید آفتابگردان به مقدار هزینه بیشتری در واحد سطح نسبت به سایر محصولات نیاز بوده و دلیل این امر تولید سنتی این محصول و هزینه بالای کارگر در منطقه می‌باشد. پس از آن ذرت، گندم و جو در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نتایج تعیین سطح مدیریت (جدول ۴) نشان می‌دهد که محصولات گندم، جو و ذرت به جز واحدهای $2,5$ و $2,2,2,2,4$ در بقیه واحدها دارای سطح مدیریت در دامنه $0/5 - 0/78$ بوده که طبق راهنمای جدول مربوطه (جدول ۲)، سطح مدیریت کشت این محصولات در منطقه متوسط به بالا است. شاخص مدیریت برای آفتابگردان در اکثر واحدهای اراضی پایین بوده که دلیل اصلی آن عدم کاشت واریته‌های مناسب و تولید سنتی و عدم

جدول ۶- نتایج آنالیزهای اقتصادی، هزینه های متغیر و تولید بحرانی برای هر محصول در هکتار.

آفتابگردان	ذرت	جو	گندم	هزینه ها (Rial ha ⁻¹)
۲۵۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰	عملیات آماده سازی و خاکورزی
۳۵۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰	کود شیمیایی و دامی
۳۲۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰	هزینه کاشت بذر
۱۵۰۰۰۰۰	۳۷۵۰۰۰۰	۱۰۵۰۰۰۰۰	۱۳۲۰۰۰۰	قیمت نهاده کاشت شده
۳۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	سموم مصرفی
۳۲۰۰۰۰۰	۳۲۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰۰	۲۴۰۰۰۰۰	آبیاری
۴۵۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰	کارگر
۳۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	برداشت
۲۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰	حمل و نقل
۲۶۴۰۰۰۰۰	۲۰۲۵۰۰۰۰	۱۱۵۵۰۰۰۰	۱۳۹۲۰۰۰۰	جمع کل هزینه های متغیر (Rial ha ⁻¹)
۴۵۰۰۰	۹۰۰۰	۷۵۰۰	۸۲۰۰	قیمت هر واحد دانه (Rial kg ⁻¹)
-	-	۲۰۰۰	۲۰۰۰	قیمت هر واحد کاه (Rial kg ⁻¹)
۴۵۰۰۰	۹۰۰	۹۵۰۰	۱۰۲۰۰	قیمت هر واحد تولید (Rial kg ⁻¹)
۵۸۶/۶	۲۲۵۰	۱۲۱۵	۱۳۶۴/۷	تولید بحرانی (kg ha ⁻¹)

نتیجه گیری کلی

در قسمتهای شور منطقه میزان تولید محصولات کشاورزی نسبت به سایر قسمتها کمتر می باشد که می توان با استفاده از شیوه های آبیاری نوین و عدم استفاده از آبهای شور جهت آبیاری این اراضی شوری ثانویه را به طرز مؤثری کنترل کرد. از نظر اقتصادی، انتخاب محصولات مقاوم به شوری جهت کشت در قسمتهای شور می تواند حائز اهمیت باشد، لذا پیشنهاد می شود قبل از کشت، الگوی کشت متناسب با توجه به محدودیت های موجود تخمین زده شود. همچنین با توجه به ضعف مدیریت کشت و استفاده از سیستم های سنتی به منظور افزایش بهره وری می توان روش های نوین را جایگزین روش های فعلی نمود. نتایج این تحقیق در راستای تصمیم گیری و برنامه ریزی محلی به منظور انتخاب بهترین محصول جهت کشت در منطقه می تواند استفاده شود.

با استفاده از اطلاعات اقتصادی جمع آوری شده از منابع مختلف (جدول ۶) در ارتباط با محصولات مورد بررسی، سود ناخالص محصولات مورد مطالعه در هر واحد اراضی تعیین شده و سپس با مقایسه سودآوری هر واحد اراضی برای هر محصول کلاس تناسب اقتصادی اراضی تعیین شد که نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است.

در نهایت بر اساس بیشینه سود ناخالص در واحدهای مختلف اراضی طبق روش فائو محدوده کلاس های اقتصادی تعیین شدند (جدول ۸). نقشه های تناسب اقتصادی منطقه مورد مطالعه برای محصولات مورد نظر در شکل ۶ نشان داده شده است.

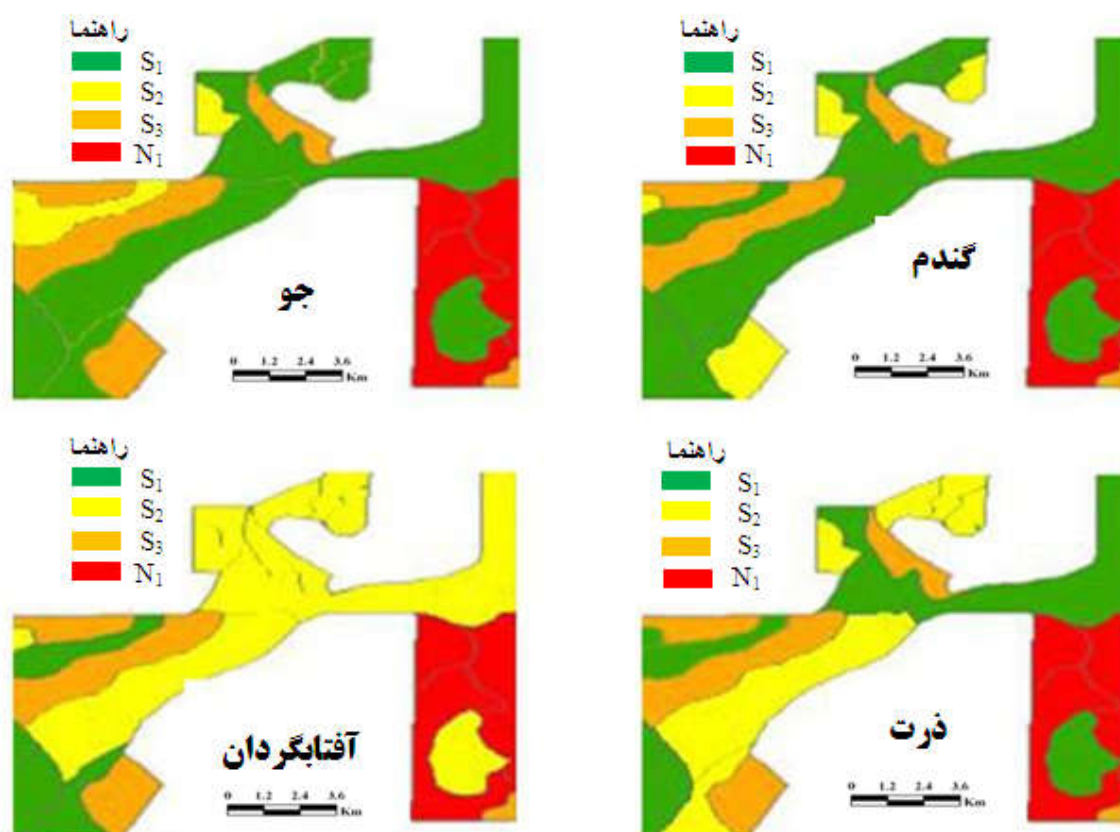
نتایج این تحقیق نشان می دهد که بیشترین سود ناخالص معادل ۱۱۷/۶ میلیون ریال در هر هکتار برای آفتابگردان در واحد ۵.۳ می باشد. در منطقه مورد مطالعه کشت آفتابگردان نسبت به سایر محصولات سودآوری بیشتری داشته و کشت جو دارای کمترین میزان سودآوری است.

جدول ۷- کلاس‌های اقتصادی اراضی و سود ناخالص محصولات تولید شده بر حسب کیلوگرم در هکتار (هزارریال در هکتار)

محصول واحد اراضی	گندم			جو			ذرت			آفتابگردان		
	تولید واقعی	سود ناخالص	کلاس تناسب	تولید واقعی	سود ناخالص	کلاس تناسب	تولید واقعی	سود ناخالص	کلاس تناسب	تولید واقعی	سود ناخالص	
۱,۱	۵۰۰۰	۳۷۰۸۰	S ₁	۴۳۰۰	۲۹۳۰۰	S ₁	۵۰۰۰	۲۴۰۰۰	S ₂	۲۰۰۰	۶۳۶۰۰	S ₂
۱,۲	۵۱۰۰	۳۸۱۰۰	S ₁	۴۵۰۰	۳۱۲۰۰	S ₁	۷۲۰۰	۴۴۵۰۰	S ₁	۲۳۰۰	۷۷۱۰۰	S ₂
۱,۳	۴۰۰۰	۲۶۸۸۰	S ₂	۳۰۰۰	۱۶۹۵۰	S ₃	۴۵۰۰	۲۰۲۵۰	S ₃	۱۸۰۰	۵۴۶۰۰	S ₃
۱,۴	۵۰۰۰	۳۷۰۸۰	S ₁	۴۲۰۰	۲۸۳۵۰	S ₁	۵۸۰۰	۳۱۹۵۰	S ₂	۲۲۰۰	۷۲۶۰۰	S ₂
۱,۵	۵۳۰۰	۴۰۱۴۰	S ₁	۳۵۰۰	۲۱۷۰۰	S ₂	۷۰۰۰	۴۲۷۵۰	S ₁	۲۸۰۰	۹۹۶۰۰	S ₁
۱,۶	۴۰۰۰	۲۶۸۸۰	S ₂	۳۶۰۰	۲۲۶۵۰	S ₂	۵۷۰۰	۳۱۰۵۰	S ₂	۲۰۰۰	۶۳۶۰۰	S ₂
۲,۱	۵۱۰۰	۳۸۱۰۰	S ₁	۴۳۰۰	۲۹۳۰۰	S ₁	۶۱۰۰	۳۴۶۵۰	S ₂	۲۳۰۰	۷۷۱۰۰	S ₂
۲,۲	۳۱۰۰	۱۷۷۰۰	S ₃	۲۶۰۰	۱۳۱۵۰	S ₃	۴۰۰۰	۱۵۷۵۰	S ₃	۱۸۰۰	۵۴۶۰۰	S ₃
۲,۳	۳۲۰۰	۱۸۷۲۰	S ₃	۲۸۰۰	۱۵۰۵۰	S ₃	۴۵۰۰	۲۰۲۵۰	S ₃	۲۰۰۰	۶۳۶۰۰	S ₂
۲,۴	۲۵۰۰	۱۱۵۸۰	S ₃	۲۷۰۰	۱۴۱۰۰	S ₃	۳۲۰۰	۸۵۵۰	S ₃	۱۰۰۰	۱۸۶۰۰	S ₃
۲,۵	۲۵۰۰	۱۱۵۸۰	S ₃	۳۰۰۰	۱۶۹۵۰	S ₃	۴۵۰۰	۲۰۲۵۰	S ₃	۱۶۰۰	۴۵۶۰۰	S ₃
۳,۱	۴۳۰۰	۲۹۹۴۰	S ₂	۴۳۰۰	۲۹۳۰۰	S ₁	۵۲۰۰	۲۶۵۵۰	S ₂	۱۹۰۰	۵۹۱۰۰	S ₂
۳,۲	۵۱۰۰	۳۸۱۰۰	S ₁	۴۵۰۰	۳۱۲۰۰	S ₁	۶۳۰۰	۳۶۴۵۰	S ₁	۲۴۰۰	۸۱۶۰۰	S ₂
۳,۳	۴۵۰۰	۳۱۹۸۰	S ₂	۳۸۰۰	۲۴۵۵۰	S ₂	۶۸۰۰	۴۰۹۵۰	S ₁	۲۳۰۰	۷۷۱۰۰	S ₂
۳,۴	۵۶۰۰	۴۳۲۰۰	S ₁	۵۰۰۰	۳۵۹۵۰	S ₁	۷۵۰۰	۴۷۲۵۰	S ₁	۲۷۰۰	۹۵۱۰۰	S ₁
۳,۵	۵۸۰۰	۴۵۲۴۰	S ₁	۵۰۰۰	۳۵۹۵۰	S ₁	۷۵۰۰	۴۷۲۵۰	S ₁	۲۲۰۰	۱۱۷۶۰	S ₁
۴,۱	-	-	N ₁	۱۰۰۰	۲۰۵۰	N ₁	-	-	N ₁	-	-	N ₁
۴,۲	-	-	N ₁	۱۵۰۰	۲۷۰۰	N ₁	-	-	N ₁	-	-	N ₁
۴,۳	-	-	N ₁	۲۱۰۰	۸۴۰۰	N ₁	-	-	N ₁	-	-	N ₁
۵,۱	۵۰۰۰	۳۷۰۸۰	S ₁	۴۴۰۰	۳۰۲۵۰	S ₁	۶۰۰۰	۳۳۷۵۰	S ₂	۲۷۰۰	۹۵۱۰۰	S ₁

جدول ۸- بیشینه سود ناخالص و حدود کلاس‌های تناسب اقتصادی برای محصولات مورد مطالعه (Rial ha^{-1}).

محصول	بیشینه سود ناخالص	S ₁	S ₂	S ₃	N
گندم	۴۵۲۴۰۰۰۰	>۳۳۹۳۰۰۰۰	۲۲۶۲۰۰۰۰-۳۳۹۳۰۰۰۰	۰-۲۲۶۲۰۰۰۰	<۰
جو	۳۵۹۵۰۰۰۰	>۲۶۹۶۲۵۰۰	۱۷۹۷۵۰۰۰-۲۶۹۶۲۵۰۰	۰-۱۷۹۷۵۰۰۰	<۰
ذرت	۴۷۲۵۰۰۰۰	>۳۵۴۳۷۵۰۰	۲۳۶۲۵۰۰۰-۳۵۴۳۷۵۰۰	۰-۲۳۶۲۵۰۰۰	<۰
آفتابگردان	۱۱۷۶۰۰۰۰	>۸۸۲۰۰۰۰۰	۵۸۱۰۰۰۰-۸۸۲۰۰۰۰۰	۰-۵۸۱۰۰۰۰۰	<۰



شکل ۶- نقشه پراکنش جغرافیایی تناسب اقتصادی اراضی منطقه مورد مطالعه.

منابع مورد استفاده

- ایوبی ش، ۱۳۷۵. ارزیابی تناسب کیفی و کمی برای محصولات زراعی مهم منطقه برآن شمالی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ایوبی ش و جلالیان، ۱۳۸۵. ارزیابی اراضی (کاربردهای کشاورزی و منابع طبیعی). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- بازگیر م، ۱۳۷۷. ارزیابی تناسب کیفی، کمی و اقتصادی اراضی دشت تالاندشت کرمانشاه برای کشت گندم، جو و نخود دیم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- بنائی م ح، ۱۳۷۷. نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
- بی‌نام، ۱۳۸۴. گزارش مطالعه تفصیلی منطقه، ۱۰۵ صفحه.
- ترابی گل‌سفیدی ح، ۱۳۸۰. پیدایش، رده بندی و ارزیابی تناسب اراضی خاک‌های خیس برای کشت برنج در شرق استان گیلان مرکزی. رساله دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- جعفرزاده عا و زینالی م، ۱۳۸۴. ارزیابی کیفی تناسب بخشی از اراضی فیروزق (خوی) برای محصولات سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و ذرت. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، ۶-۹ شهریور، دانشگاه تهران، کرج.
- جلالیان ا، رستمی‌نیا م، ایوبی ش و مظفری ا، ۱۳۸۶. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی برای گندم، ذرت و کنجد در دشت مهران، استان ایلام. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۴۲، صفحه‌های ۳۹۳ تا ۴۰۳.
- رستمی‌نیا م، محمودی ش، ترابی گل‌سفیدی ح، پذیرا ا و بابائی کفایی س، ۱۳۸۹. ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی برای برنج، گندم و سیب‌زمینی در دشت شیروان، استان ایلام. مجله پژوهش در علوم زراعی، سال ۲، شماره ۷، صفحه‌های ۷۵ تا ۸۹.

- شهبازی ف، حاج رسولی م و برنجی س، ۱۳۹۰. مکان‌یابی پهنه مستعد برای توسعه کشت زیتون در اراضی پایاب سد خداآفرین. مجموعه مقالات دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، ۱۲-۱۴ شهریور، تبریز، دانشگاه تبریز.
- گیوی ج، ۱۳۷۷. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب و تعیین پتانسیل تولید اراضی برای محصولات منطقه فلاورجان اصفهان. موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، سازمان کشاورزی استان اصفهان.
- محنت‌کش ع، ۱۳۷۳. تعیین آب مورد نیاز و دورآبیاری سیب‌زمینی در شهرکرد. انتشارات مرکز تحقیقات چهارمحال و بختیاری.
- محنت‌کش 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.
- ممتاز ح م، ۱۳۸۸. بررسی خواص پدوموفولوژیک، مینرالوژیکو فیزیکیوشیمیایی در ردیفهای توپوگرافی خاکهای شالیزارهای منطقه آمل و ارزیابی تناسب اراضی برای برنج و دانه‌های روغنی. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- Alison LE and Moodie CD, 1965. Carbonate Pp. 1379-1369. In: Black CA and et al (ed), Method of Soil Analysis. Part 2. 2th Ed. Monograph No. 9. America Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Anonymous, 1993. Guidelines: Land evaluation for rainfed agriculture. FAO Soil bull No: 52.
- Dhaeze D, Deckers J, Rase D, Phong TA and Loi HV, 2005. Environmental and socio-economic impacts of institutional reforms on the agriculture sector of Vittnam Land suitability assessment for Robusta Caffee in the Dak Gan region. Agriculture, Ecosystems and Environment 105:59-76.
- Embrechts J, Poeloengan Z and Sys c.1988. Physical land evaluation. Using a parametric method application to oil palm plantation in north-Sumatra Indonesia Soil Survey and land Evaluation 8:111-122.
- Gee GW and Bauder JW, 1986. Particle-size Analysis Pp. 383-412. In: Klute A (ed). Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods. Agronomy monograph 9(2ed). American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Nelson W and Sommers L, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp.532-81. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (eds). Methods of Soil Analysis. Part2.Chemical and Microbiological Methodes. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Roades JD, 1982. Soluble salts. Pp. 167-179. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Methods, 2nd ed, Agron, Monogr, 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. U.S.S. Laboratory. USDA Handb. No 60,
- Sys C, VanRanst E and Debaveye J, 1991. Land evaluation, part1.General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium.
- VanRanset E, Scheldman X, Van Mechelen L, Van Meirvenne M and Kips P, 1995. Modeling the land production potencial for maize in North Cameroon use in GIS Pp. 489-502. Proceeding of the ISSS international symposium, (working group RS and DM).