

ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی برای برنج در نواحی مرکزی گیلان

جواد سیدمحمدی^{1*} و لیلا اسماعیل نژاد²

تاریخ دریافت: 91/09/13 تاریخ پذیرش: 92/04/15

¹ دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشگاه تبریز

² دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشگاه تهران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: seyedmohammadi.javad@gmail.com

چکیده

ارزیابی تناسب اراضی برای تعیین سازگاری اراضی برای یک نوع خاص از انواع استفاده به کار برده می‌شود. با مطالعه روش‌های ارزیابی تناسب اراضی و با توجه به اطلاعات موجود روش پارامتریک ریشه دوم برای ارزیابی تناسب کیفی و مبنای ارزیابی تناسب کمی میزان عملکرد در واحد سطح در نظر گرفته شد. تولید پتانسیل گیاه برنج با استفاده از روش پیشنهادی فائو (AEZ) حدود 8/5 تن در هکتار محاسبه گردید. از تلفیق تولید پتانسیل، تولید واقعی و تولید بحرانی با نتایج ارزیابی تناسب کیفی، ارزیابی کمی تناسب اراضی انجام شد و کلاس‌های تناسب کمی اراضی تعیین شد. تولید پیش‌بینی شده در واحدهای مختلف اراضی بین 5/3 تا 7/9 تن در هکتار متغیر بوده و همبستگی زیاد بین آن و تولید مشاهده شده نشان دهنده انتخاب صحیح فاکتورها و روش ارزیابی بود. نتایج بدست آمده نشان داد که مهمترین ویژگی‌های محدود کننده، ویژگی‌های اقلیمی به‌ویژه درصد رطوبت نسبی هوا در مرحله بعد از شیری شدن، مرحله برداشت محصول و میانگین دما در موقع توسعه گیاه برنج است. همچنین در اراضی ساحلی سبکی بافت خاک و در برخی واحدهای اراضی، بالا بودن سطح آب زیرزمینی و محدودیت شدید زهکشی باعث کاهش تناسب شده است. در محدوده مورد مطالعه کلاس اقلیمی برای گیاه برنج تناسب کم تعیین گردید در حالی که نتایج ارزیابی کمی نشان داد که بیشتر واحدهای اراضی برای کشت برنج از تناسب بالاتری برخوردار بودند. با توجه به پایین بودن سرانه مساحت شالیکاری، مصرف بخش عمده‌ای از برنج تولیدی توسط خانوارهای کشاورزان منطقه و نهایتاً کاهش درآمد خالص آنان، پیشنهاد می‌گردد از کشت دوم پس از برداشت برنج استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی تناسب اراضی، برنج، تولید پتانسیل، گیلان

Qualitative and Quantitative Land Suitability Evaluation for Rice Production in Central Areas of Guilan Province

J Seyedmohammadi^{*1} and L Esmaeelnejad²

Received: 3 December 2012 Accepted: 6 July 2013

¹- Ph.D. Student of Soil Sci., Univ. of Tabriz. Iran

²- Ph.D. Student of Soil Sci., Univ. of Tehran. Iran

*Corresponding Author Email: Seyedmohammadi.javad@gmail.com

Abstract

Land suitability evaluation is determining the fitness of a given tract of land based on its potential for a defined use. With regard to information in references and land suitability evaluation methods, square root parametric method for qualitative suitability evaluation and yield per unit area for quantitative suitability evaluation were selected. Potential yield was calculated about 8.5 t/ha using the method proposed by FAO (AEZ). The quantitative land suitability evaluation and its classes were defined according to incorporating potential, actual and marginal yields with the qualitative suitability evaluation results. The predicted yield varied from 5.3 to 7.9 t/ha in different land units and high correlation between the observed and predicted yields indicated the appropriate selection of the factors and evaluation methods. Obtained results showed that important limiting characteristics were climatic characteristics, especially relative humidity percentage after milky stage, harvest stage and mean temperature of the developing stage. Light soil texture in coastal lands, high groundwater table, and severe limitation of drainage in some land units caused suitability reduction. In the studied area the climatic class was determined low suitability for rice, while, results of quantitative evaluation showed that the most of the land units had high suitability for rice cultivation. With regard to low area of rice cultivation for each person, basic consumption of produced rice by farmers and their low pure income, using of secondary cultivation was proposed subsequent to rice harvest.

Keywords: Guilan, Land suitability evaluation, Potential yield, Rice

پیشرفت و سطح توسعه‌یافتگی هر جامعه را تعیین می‌کند. با توجه به اهمیت این منبع طبیعی، تخریب منابع آب و خاک، از مهمترین دغدغه‌های برنامه‌ریزان، مدیران و مجامع علمی و دانشگاهی می‌باشد. این امر در نتیجه

مقدمه

خاک یکی از منابع طبیعی و از جمله مهمترین عوامل زیربنایی اقتصاد هر کشوری است. اصول و چگونگی بهره‌برداری از این منبع طبیعی در واقع مسیر

کلاس پایین را محدودیت‌های خاک و توپوگرافی دانسته است.

ایوبی و همکاران (1381) در مطالعه خود در منطقه برآن شمالی اصفهان رابطه معنی‌داری بین شاخص اراضی بدست آمده به روش پارامتریک و تولید واقعی برنج به دست آوردند. در این پژوهش نشان داده شد که 85 درصد از واریانس تولید واقعی برنج توسط شاخص پارامتریک به دست آمده قابل توجیه است. شاهرخ و همکاران (1390) مطالعه ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی اراضی منطقه زرین‌شهر اصفهان را برای کشت برنج انجام و به این نتیجه رسیدند که از نظر ارزیابی کیفی محصول برنج نسبت به گندم دارای تناسب کمتری بوده ولی برنج نسبت به گندم دارای سودآوری بیشتری است. ترابی‌گل‌سفیدی (1380) و ترابی‌گل‌سفیدی و همکاران (1384) در ارزیابی تناسب اراضی شالیزارهای شرق گیلان برای کشت برنج به این نتیجه رسیدند که مهمترین پارامتر محدود کننده رشد برنج در این مناطق عامل n/N و میانگین دما در مرحله رشد سبزینه‌ای می‌باشد. مشتاق (1380) در مطالعه شالیزارهای بخشی از گیلان دلیل اصلی کاهش تولید برنج را در این مناطق زیاد بودن رطوبت نسبی در زمان برداشت محصول اعلام می‌کند. امیریان‌چکان (1390) در ارزیابی خاک‌های منطقه دورود لرستان برای برنج بین تولید پتانسیل و تولید واقعی تفاوت زیادی گزارش می‌کند و دلیل این تفاوت را در محدودیت‌های اراضی از جمله بافت سبک، شیب زیاد، ماده‌آلی کم، آهک زیاد، شوری و قلیائیت زیاد و اقلیم نامناسب می‌داند.

سطح زیرکشت برنج در استان گیلان حدود 238 هزار هکتار می‌باشد که بخشی از آن در نواحی مرکزی استان واقع شده است. افزایش قیمت برنج در سال‌های اول بعد از سال 1357 باعث پیشرفت سطح زیرکشت برنج به سوی اراضی شنی ساحلی و حتی اراضی چایکاری در مناطق کوهپایه‌ای و کوهستانی البرز شمالی شده است. بنابراین ارزیابی این اراضی با توجه

فشارهای ناشی از افزایش جمعیت بر منابع محدود اراضی به عنوان یک مشکل اساسی در برابر امنیت غذایی و کیفیت مطلوب زندگی برای نسل‌های آینده به خصوص در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. مسئله مذکور می‌تواند چرخشی را در مشکلات و مسائل زیست محیطی مانند کمبود منابع اراضی ایجاد نماید. همچنین آسیب‌ها و تخریب‌های زیست محیطی ممکن است در کشورهای در حال توسعه، به کمک استفاده مؤثرتر از اراضی، کاهش یابد (گانگ و همکاران 2012). بنابراین ارزیابی و مدیریت خاک و اراضی از اهمیت روز افزونی برخوردار است و دارا بودن اطلاعات دقیق از وضعیت خاک و اراضی پیش نیاز تصمیم‌گیری‌های آگاهانه و آمایش سرزمین است (مکنزی و همکاران 2008) ارزیابی اراضی حلقه‌ای بسیار مهم در زنجیره‌ای است که منجر به مدیریت پایدار منابع اراضی از جمله مهمترین آنها خاک می‌گردد (بی‌نام 2007). از این رو نیاز روز افزون انسان برای تولید غذا و کمبود منابع، ضرورت روش‌های جدید در ارزیابی اراضی را جهت کمک به تصمیم‌گیران در انتخاب اراضی مناسب و جلب رضایت تولیدکنندگان برای کسب سود زیاد، افزایش می‌دهد (سمرانپونگ و همکاران 2009).

در مطالعه‌ای در نیجریه از روش پارامتریک برای مشخص کردن درجه تناسب اراضی برای برنج آبی استفاده گردید و در نهایت خاک‌های مورد بررسی در کلاس‌های S3 و N1 قرار گرفتند، دلیل قرار گرفتن اراضی در این کلاس‌ها عمدتاً بافت سبک و وضعیت نامناسب عناصر غذایی گزارش شده است (اولالیه و همکاران 2008). یودو و همکاران (2011) در تحقیقی در ایالت آکواای جنوب نیجریه مشکلاتی از جمله پایین بودن سطح آب زیرزمینی، سمیت آهن و کمی فسفر قابل دسترس را علت قرار گرفتن اراضی در کلاس پایین و نامناسب گزارش کرده‌اند. دنگیز (2013) در آناتولی ترکیه تناسب اراضی برای برنج را عمدتاً در کلاس‌های S1 و S2 شناسایی کرد و دلیل واقع شدن اراضی در

استفاده از آمار هواشناسی (جدول 1) محاسبه شده و با جدول‌های نیازها، مقایسه و درجه آن تعیین شد. درجات ویژگی‌های اقلیمی به وسیله روش پارامتریک ریشه دوم تلفیق گردید و شاخص اقلیمی محاسبه شد. سپس به کمک معادله 1 شاخص اقلیمی به مقیاس درجه تناسب اقلیم تبدیل گردید (ایوبی و جلالیان 1389).

$$[1] \quad CR=16/67+0/9CI \quad 25 < CI < 92/5$$

در این معادله CR درجه تناسب اقلیم و CI

شاخص اقلیم می‌باشد.



شکل 1- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی.

برای تعیین دوره رشد به آمار و اطلاعات اقلیمی نیاز است. این اطلاعات شامل: میزان بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و سرعت باد در منطقه مورد مطالعه، از آمار ایستگاه سینوپتیک رشت (جدول 1) استخراج گردید. برای تعیین دوره رشد از مقادیر بارندگی و تبخیر و تعرق پتانسیل استفاده شد (گیوی 1376، ایوبی و جلالیان 1389). دوره رشد تعیین شده با دوره رشد موجود در منطقه مورد مطالعه کاملاً همخوانی داشت.

به توانمندی‌های خاک و اقلیم می‌تواند در استفاده بهینه از منابع خاک، آب، سرمایه و غیره بسیار مفید باشد. هدف از این تحقیق محاسبه پتانسیل تولید آب و هوایی برنج در نواحی مرکزی استان گیلان و ارزیابی کیفی و کمی کشت برنج در واحدهای مختلف منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های منطقه

منطقه مورد مطالعه به وسعت 40000 هکتار جزء اراضی مرکزی استان گیلان در محدوده سد سنگر رشت تا ساحل دریای خزر بوده و در طول جغرافیایی شرقی 49 درجه و 31 دقیقه تا 49 درجه و 45 دقیقه و عرض جغرافیایی شمالی 37 درجه و 7 دقیقه تا 37 درجه و 27 دقیقه واقع شده است (شکل 1). رژیم رطوبتی منطقه در اراضی پست و ساحلی آکوئیک و سایر اراضی یودیک و رژیم حرارتی آن ترمیک می‌باشد (بنایی 1377).

در ارزیابی کیفی اراضی مؤلفه‌های مختلف ارزیابی تناسب اراضی منطقه برای برنج بر مبنای جدول‌های اصلاح شده برای کشورمان انجام شد (گیوی، 1376). ارزیابی کیفی تناسب اراضی، حاصل مقایسه نیازهای فیزیولوژیک محصول با خصوصیات اراضی مورد مطالعه می‌باشد. مراحل اجرایی این روش به صورت زیر می‌باشد:

1) جمع‌آوری و پردازش اطلاعات مورد نیاز: در این مرحله اطلاعات لازم شامل ویژگی‌های اقلیمی، دوره رشد، ویژگی‌های زمین‌نما و خاک منطقه با استفاده از خاکرخ‌های حفر شده مورد بررسی قرار گرفتند.

ویژگی‌های اقلیمی حداکثر در چهار گروه نزولات جوی، درجه حرارت، رطوبت نسبی و تابش خورشیدی قرار می‌گیرند. تعداد و نوع این ویژگی‌های بسته به نوع تیپ بهره‌وری و محصول متفاوت می‌باشند. برای ارزیابی هر ویژگی اقلیمی، مقدار آن در دوره مربوطه با

جدول 1- آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک رشت (سالهای 2005-1956).

ماه‌های سال	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
تعداد روزهای هر ماه	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
متوسط دمای حداکثر (°C)	11/1	11/2	13/2	19/1	24/1	28	30/3	30/1	26/7	22	17/4	13/5
متوسط دمای حداقل (°C)	2/4	2/6	5/1	9/5	14/2	18	20/2	20/2	17/5	13/1	8/3	4/3
متوسط دما (°C)	6/8	6/9	9/2	14/3	19/2	23	25/2	25/1	22/1	17/5	12/8	8/9
ساعات آفتابی (ساعت در ماه)	91/7	89/2	89/9	123/6	174	209/7	220/5	180/3	137/7	118/7	96/3	89/1
سرعت باد (m/s)	1/6	1/6	1/3	1/3	1/2	1/1	1	1/1	1/1	1/1	1/2	1/4
تخیر و تعرق پتانسیل (mm)	11/9	12	23/8	52/8	95/8	129/7	153/4	142/9	102/2	64/8	33/8	18/1
بارندگی کل (mm)	133/6	119/8	117/1	63/5	54/3	44/7	42	71/4	157/4	215/4	186	153/8
متوسط رطوبت نسبی (%)	85	85	85	80	78	76	75	78	83	86	86	86

در این معادله Y میزان تولید پتانسیل بر حسب کیلوگرم در هکتار، bgm میزان حداکثر تولید زیست توده ناخالص بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت، KLAI ضریب شاخص سطح برگ، Hi شاخص برداشت، L طول دوره رشد و Ct ضریب تنفس می‌باشد.

در نهایت تولید پتانسیل محاسبه شده در شاخص خاک به دست آمده از روش کیفی ضرب گردید و تولید پیش‌بینی شده محاسبه شد. برای تعیین حدود کلاس‌های کمی اراضی به این صورت عمل شد که مرز بین کلاس‌های S1 و S2، 75 درصد تولید پتانسیل، مرز بین کلاس‌های S2 و S3، 50 درصد تولید پتانسیل، مرز بین کلاس‌های S3 و N، به اندازه 25 درصد تولید پتانسیل است (سایز و همکاران 1991).

شاخص مدیریت برای همه واحدهای اراضی بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید (گیوی، 1377).

[4] تولید پتانسیل زمین/متوسط عملکرد زارع= شاخص مدیریت

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه خاک‌ها در دو رده انتی‌سول و اینسپتی‌سول قرار گرفته‌اند (جدول 2) که مشخصات کلی واحدهای اراضی در جدول 2، توزیع جغرافیایی آنها در شکل 2 و ویژگی‌های مورفولوژی و فیزیکی و شیمیایی خاک‌های شاهد برخی واحدها در جدول‌های 3 و 4

ویژگی‌های زمین و خاک عبارتند از: توپوگرافی، وضعیت رطوبتی، ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل بافت، میزان سنگریزه، درصد آهک و گچ، عمق خاک و ویژگی‌های حاصلخیزی و شوری و قلیائیت.

(2) تعیین کلاس‌های کیفی تناسب اراضی: برای

این منظور از روش پارامتریک استفاده گردید. در این روش برای محاسبه شاخص‌ها، از معادله ریشه دوم (معادله 2) استفاده شد سپس کلاس تناسب اراضی مشخص گردید (ایوبی و جلالیان 1389).

$$I = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots} \quad [2]$$

در این معادله I شاخص، Rmin حداقل درجه مربوط به ویژگی‌های مختلف A، B و ... درجات ویژگی‌های دیگر غیر از ویژگی با درجه حداقل می‌باشند.

برای ارزیابی کمی تناسب اراضی نیاز به محاسبه تولید پتانسیل بوده، که از مدل فائو استفاده گردید. در این مدل با استفاده از پتانسیل ژنتیکی محصول و ویژگی‌های گیاهی آن با استفاده از داده‌های اقلیمی مانند تابش خورشیدی و درجه حرارت، مقدار تولید زیست توده محصول برآورد شد. برای محاسبه تولید پتانسیل محصول از معادله 3 استفاده شد (ایوبی و جلالیان 1389، تانگ و همکاران 1997).

$$Y=0/36bgm.KALI.Hi/[(1/L)+0/25Ct] \quad [3]$$

شده است بنابراین بایستی عمل زهکشی به موقع صورت گیرد تا در دراز مدت باعث افزایش شوری و غیرقابل استفاده شدن خاک برای کاربری مورد نظر نگردد.

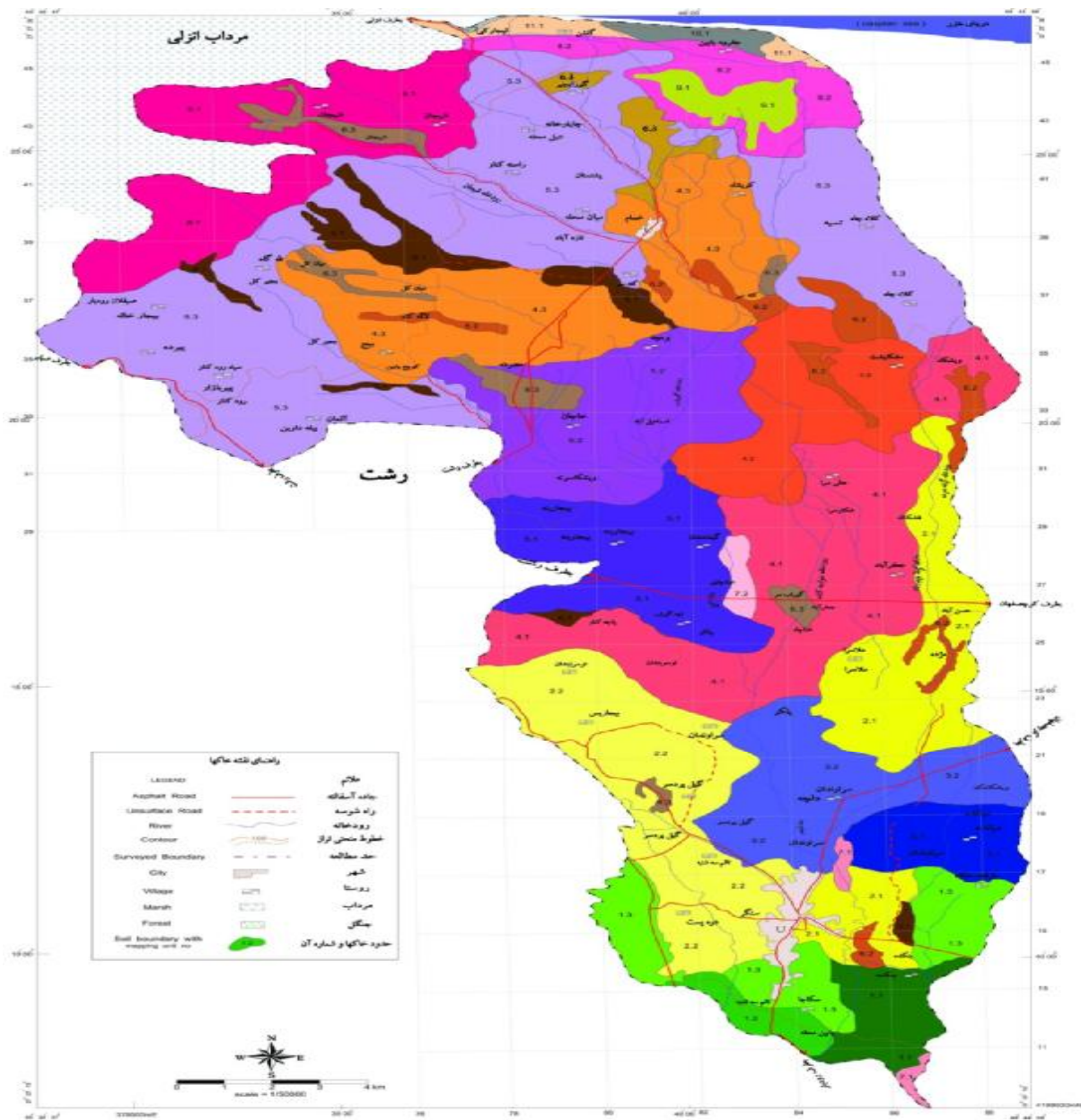
برای ارزیابی کمی تناسب اراضی نیاز به محاسبه تولید پتانسیل، تولید پیش‌بینی شده و تولید مشاهده شده یا واقعی می‌باشد. تولید پتانسیل بر اساس مدل فائو با استفاده از پارامترهای جدول 8 محاسبه گردید که 8/5 تن در هکتار به دست آمد. گیوی (1377) در منطقه فلاورجان اصفهان مقدار تولید پتانسیل برای برنج را 13/4 تن در هکتار به دست آورده است. در منطقه برآن شمالی اصفهان ایوبی و همکاران (1381) تولید پتانسیل برنج را 10/5 تن در هکتار محاسبه نموده‌اند. ممتاز (1388) در ارزیابی تناسب اراضی خاک‌های شهرستان آمل مقدار تولید پتانسیل برنج را 8/3 تن در هکتار، امیریان‌چکان (1390) در مطالعه خاک‌های منطقه دورود لرستان مقدار تولید پتانسیل برنج را 8/1 تن در هکتار و شاهرخ و همکاران (1390) در منطقه زرین شهر اصفهان میزان تولید پتانسیل برای گیاه برنج را 11/01 تن در هکتار برآورد نموده‌اند.

مقادیر تولید پیش‌بینی شده و مشاهده شده یا واقعی محصول برنج در منطقه مورد مطالعه در جدول 9 ارائه شده است. آنالیز آماری انجام شده بین این دو نشان می‌دهد که رابطه رگرسیونی خطی معنی‌داری در سطح یک درصد میان آن دو برقرار است (شکل 3). وجود ارتباط معنی‌دار بین تولید پیش‌بینی شده و واقعی و زیاد بودن ضریب تشخیص (0/756) بر انتخاب درست فاکتورها و روش مناسب ارزیابی دلالت دارد. ایوبی و همکاران (1381) در مطالعات خود ضریب تشخیص برای برنج را 0/85، شاهرخ و همکاران (1390) 0/64 و ممتاز (1388) 0/9 به دست آوردند.

ارائه شده است. جهت ارزیابی کیفی ابتدا ارزیابی اقلیم انجام گرفت. با استفاده از اطلاعات اقلیمی گیاه برنج ذکر شده در جدول 5 شاخص اقلیم به روش پارامتریک محاسبه شد. سپس درجه اقلیم بر اساس معادله 1 و کلاس اقلیم تعیین گردید (جدول 6). شاخص اراضی برای کلیه واحدها به روش ریشه دوم محاسبه شده و در نهایت ارزیابی کیفی تناسب اراضی با توجه به شاخص اراضی به دست آمد. در منطقه مورد مطالعه با توجه به جدول 7 عمده واحدها در کلاس S3 و برخی نیز در کلاس S2 قرار دارند. محدود کننده‌ترین عامل در ارزیابی کیفی مربوط به اقلیم می‌باشد و گروه‌های میانگین درجه حرارت در مرحله گسترش گیاه، درصد رطوبت نسبی هوا در مرحله شیری شدن و برداشت کمترین درجه تناسب و بیشترین محدودیت را برای رشد برنج در این اراضی ایجاد کرده‌اند و باعث تناسب متوسط و کم در این اراضی برای کشت برنج شده‌اند پژوهش‌های انجام شده در نواحی دیگری از گیلان نیز به نتایج مشابهی رسیده‌اند (ترابی‌گل‌سفیدی 1380، مشتاق 1380 و ترابی‌گل‌سفیدی و همکاران 1384). در واحدهای اراضی 4.3، 5.3، 8.1، 8.2 و 9.1 همان‌طوری که در تشریح ویژگی خاک‌ها در جدول 2 نیز اشاره شده است محدودیت شدید زهکشی وجود دارد یعنی سطح آب زیرزمینی بالا است و یک عامل محدود کننده همراه محدودیت اقلیمی در این واحدها تلقی می‌گردد. در واحدهای اراضی ساحلی 10.1، 10.2 و 11.1 سبک بودن بافت خاک همراه اقلیم باعث محدودیت در این واحدها شده است (اولاییه و همکاران 2008). در واحد اراضی 5.1 در یک ناحیه محدود، خاک‌ها در بخش سطحی دارای شوری نسبتاً زیادی هستند (حدود 3 دسی‌زیمنس بر متر) که دلیل آن تجمع زه‌آب نواحی بالادست و مجاور در این ناحیه است که باعث شوری

برآورد شده در هر واحد اراضی به کار برد. حدود کلاس‌های کمی تناسب اراضی بر اساس دستورالعمل سایز و همکاران محاسبه گردید (سایز و همکاران 1991).

برای ارزیابی کمی، ارتباط ریاضی بین شاخص اراضی و تولید واقعی در هر واحد اراضی محاسبه گردید (شکل 3) ضریب تشخیص رابطه رگرسیونی در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. این بدین معنی است که می‌توان معادله به دست آمده را برای تعیین تولید



شکل 2- نقشه واحدهای خاک در منطقه مورد مطالعه.

جدول 2- راهنمای نقشه خاک منطقه مورد مطالعه.

واحد خاک	ویژگی‌ها	رده‌بندی خاک واحدهای نقشه تا فامیلی (بی‌نام 2010)
1.1	خاک سری جوینه، بافت سطحی رسی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-1 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 2 تا 3 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی متوسط و ماندابی کم، بدون محدودیت شوری و قلیائیت	
1.2	خاک سری جوینه، بافت خاک سطحی لوم رسی سیلتی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-1 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 1/2 تا 2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی و ماندابی کم، بدون محدودیت شوری و قلیائیت	Fine, mixed, active, thermic Anthraquic Endoaquepts
1.3	خاک سری جوینه، بافت سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-1 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 2 تا 3 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی متوسط و ماندابی کم، بدون محدودیت شوری و قلیائیت	
2.1	خاک سری رود برده، بافت خاک سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 1-0 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 2 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی متوسط و ماندابی کم	Fine, mixed, active, thermic Typic Endoaquepts
2.2	خاک سری رود برده، بافت خاک سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 1-0 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی متوسط و ماندابی کم	
3.1	خاک سری میانه، بافت خاک سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-1 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 2 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید و ماندابی کم	Fine, mixed, superactive, thermic Fluventic Endoaquepts
3.2	خاک سری میانه، بافت خاک سطحی لوم رسی سیلتی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-1 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 1/2 تا 2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی متوسط و ماندابی کم	
4.1	خاک سری تازه آباد، بافت خاک سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-0/5 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید و ماندابی کم	
4.2	خاک سری تازه آباد، بافت خاک سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-0/5 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید و ماندابی متوسط	Fine, mixed, active, calcareous, thermic Typic Endoaquepts
4.3	خاک سری تازه آباد، بافت خاک سطحی لوم رسی سیلتی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-0/5 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/25 تا 0/75 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید و ماندابی متوسط	
5.1	خاک سری گالش خیل، بافت خاک سطحی لوم رسی سیلتی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-0/5 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید و ماندابی کم	Fine, mixed, active, thermic Fluventic Endoaquepts
5.2	خاک سری گالش خیل، بافت خاک سطحی لوم رسی سیلتی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-0/5 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید و ماندابی متوسط	
5.3	خاک سری گالش خیل، بافت خاک سطحی لوم رسی سیلتی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-0/5 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید و ماندابی متوسط	

	اصلی 0-2 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/25 تا 0/75 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید و ماندابی متوسط	
	خاک سری کته‌سر، بافت خاک سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-1 درصد، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی متوسط	6.1
Fine loamy, mixed, active, thermic Fluvaquentic Eutrudepts	خاک سری کته‌سر، بافت خاک سطحی لوم، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-1 درصد، آب زیرزمینی شیرین در عمق 1/2 تا 2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی کم	6.2
	خاک سری کته‌سر، بافت خاک سطحی لوم رسی سیلتی، قابلیت نفوذ متوسط، شیب اصلی 0-1 درصد، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/25 تا 0/75 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی متوسط	6.3
	خاک سری گیشامندان، بافت سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ متوسط، شیب اصلی 0-1 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 2 تا 3 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی متوسط و ماندابی کم	7.1
Fine loamy, mixed, superactive, thermic Typic Udifluvents	خاک سری گیشامندان، بافت خاک سطحی لوم رسی سیلتی، قابلیت نفوذ متوسط، شیب اصلی 0-1 درصد، تراس‌بندی شده، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی متوسط با ماندابی کم	7.2
	خاک سری توک‌سرشیجان، بافت سطحی لوم رسی سیلتی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-0/5 درصد، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/25 تا 0/75 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید با ماندابی شدید	8.1
Fine loamy, mixed, active, thermic Typic Endoaquepts	خاک سری توک‌سرشیجان، بافت خاک سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-0/5 درصد، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/25 تا 0/75 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید با ماندابی متوسط	8.2
	خاک سری سرخشکی، بافت سطحی لوم، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-0/5 درصد، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/25 تا 0/75 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی و ماندابی شدید است.	9.1
Fine, mixed, active, thermic Mollic Epiaquepts	خاک سری فشتکه دوم، بافت سطحی لوم رسی، قابلیت نفوذ خیلی سریع، شیب اصلی 0-2 درصد، شیب جانبی 1-2 درصد با پستی بلندی متوسط، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی اندک	10.1
*Mixed, thermic Typic Psammaquents	خاک سری فشتکه دوم، بافت خاک شن لومی، قابلیت نفوذ خیلی سریع، شیب اصلی 0-2 درصد، شیب فرعی 1-2 درصد با پستی و بلندی کم، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/75 تا 1/2 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید	10.2
	خاک سری جفرود بالا، بافت سطحی لوم سیلتی، قابلیت نفوذ آهسته، شیب اصلی 0-1 درصد، آب زیرزمینی شیرین در عمق 0/25 تا 0/75 متری با نوسانات فصلی، محدودیت زهکشی شدید و ماندابی کم	11.1
Fine loamy, mixed, superactive, thermic Typic Fluvaquents		

* - خاک‌های Psammaquents دارای کلاس ذرات sandy هستند و طبق کلید رده‌بندی خاک کلاس اندازه ذرات و فعالیت تبادل کاتیونی در نام فامیلی آنها نوشته نمی‌شود.

جدول 3- ویژگی‌های مورفولوژیکی برخی از خاک‌های شاهد.

افق	عمق (cm)	مرز افق	رنگ خاک (مرطوب)	بافت	ساختمان	حفرات	ریشه	قوام خاک (خیس)	آهک (جوششی)	عوارض اکسید و احیاء
3.1 خاک‌خ شاهد واحد اراضی										
	0 - 18	aw	5Y4/2	CL	P.- S.1fgr	vf- 2m	3f	s/p	e	F1P,10YR5/6
	18-40	gs	7/5YR4/3	SiC	P.2mabk S.1vfgr&1msbk	2vf	1vf	s/p	e	C2P,10YR5/6
	40-75	cs	7/5YR4/2	C	P.3mabk S.2mabk	2f	-	s/p	e	M2P,10YR5/6
	75-105	cw	10YR4/2	C	P.3msbk&abk S.2msbk&abk	1f	-	s/p	e	M2P,10YR5/6
	105-160		5Y4/1	SC	P.1msbk&abk S.1fsbk&abk	1f	-	ss/ps	e	M2D,5Y5/1
5.3 خاک‌خ شاهد واحد اراضی										
	0 - 18	aw	5Y4/2	CL	P.- S.1fgr	2vf	2f	s/ps	e	F1P,10YR5/6
	18 - 38	gs	5Y4/2	C	P.2mabk S.1vfgr&1msbk	2f	1vf	vs/vp	e	C1P,10YR4/6
	38-65	cs	5Y4/2	C	P.3mabk S.2mabk	1f	-	vs/vp	e	M2P,10YR4/6
	65-100	cw	5Y5/2	SiC	P.3msbk&abk S.2msbk&abk	1f	-	vs/vp	e	M2P,10YR4/6
	100-155		5Y5/2	SC	P.1msbk&abk S.1fsbk&abk	1f	-	vs/p	e	M2D,5Y5/1
8.1 خاک‌خ شاهد واحد اراضی										
	0 - 19	as	5Y4/2	SiCL	P.- S.1fgr	2m	3f	vs/vp	e	-
	19-42	cs	5Y4/2	SiC	P.1msbk S.1fsbk	2f	2f	vs/vp	e	M2D,5Y5/1
	42-80	cs	5Y3/2	SiC	P.2msbk S.1fsbk	2f	-	vs/vp	e	C2D,5Y5/1
	80-150		5GY3/1	C	P.2msbk S.1msbk	1f	-	vs/vp	e	C2D,5Y5/1
10.1 خاک‌خ شاهد واحد اراضی										
	0 - 23	as	10YR4/2	CL	P.- S.1fgr	2f-m	2f	ss/ps	e	C2D,10YR5/6
	23-80	cs	10YR4/2	S	P. - S. sg	2f	1vf	so/po	-	-
	>80		2/5Y3/2	S	P. - S. sg	2f	-	so/po	-	-

علائم اختصاری مرز افق‌ها: aw= واضح و موجی، cs= مشخص و صاف، cw= مشخص و موجی، gs= تدریجی و صاف، as= واضح و صاف.

علائم اختصاری بافت خاک: SiC= رس سیلتی، C= رسی، SC= رس شنی، S= شنی، CL= لوم رسی، SiCL= لوم رسی سیلتی.

علائم اختصاری ساختمان خاک: P= ساختمان اولیه (1= ضعیف، 2= نسبتاً قوی، 3= قوی، m= متوسط، f= ریز، vf= خیلی ریز، gr= دانه‌ای، sbk= مکعبی بدون گوشه، abk= مکعبی زاویه‌دار، sg= تک دانه‌ای)، S= ساختمان ثانویه.

علائم اختصاری حفرات: 1= کم، 2= معمولی، 3= خیلی، vf= خیلی ریز، f= ریز، m= متوسط. علائم اختصاری ریشه: 1= کم، 2= معمولی vf= خیلی ریز، f= ریز.

علائم اختصاری قوام خاکدانه (خیس): vs= خیلی چسبنده، vp= خیلی پلاستیک، s= چسبنده، p= پلاستیک، ss= کمی چسبنده، ps= کمی پلاستیک، so= غیر چسبنده، po= غیر پلاستیک.

علائم اختصاری جوشش خاک: E= با جوشش کم.

علائم اختصاری عوارض اکسید و احیاء: مقدار (F= کم، C= متوسط، M= زیاد)؛ اندازه (1= ریز، 2= متوسط)؛ درجه وضوح (D= واضح، P= خیلی واضح).

جدول 4- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی برخی از خاک‌های شاهد.

CEC (cmol(+)/kg)	اشباع (%)	تخلخل (%)	جرم مخصوص (g/cm ³)		ذرات خاک (%)			عمق (cm)	افق		
			حقیقی	ظاهری	رس	سیلت	شن				
3.1 خاک‌خ شاهد واحد اراضی											
27/3	89	46	2/6	1/4	24/4	37/6	38	0 - 18	Apg		
27/8	78	46	2/7	1/4	11	41/2	47/8	18 - 40	AB		
23/7	84	41	2/5	1/5	23/2	36/2	40/6	40 - 75	Bg1		
25/2	80	34	2/5	1/6	19/2	38	42/8	75 - 105	Bg2		
20/1	77	31	2/6	1/8	47	17	36	105 - 160	BCg		
5.3 خاک‌خ شاهد واحد اراضی											
26	78	50	2/6	1/3	25/2	35/6	39/2	0 - 18	Apg		
26/4	75	46	2/6	1/4	18/6	32	49/4	18 - 38	AB		
26	73	45	2/7	1/5	20/4	33/4	46/2	38 - 65	Bg1		
22	52	44	2/7	1/5	14/2	44	41/8	65 - 100	Bg2		
20/1	41	35	2/6	1/7	49/2	13	37/8	100 - 155	BCg		
8.1 خاک‌خ شاهد واحد اراضی											
32/2	91	44	2/5	1/4	16/8	44/2	39	0 - 19	Apg		
22/4	69	43	2/6	1/5	16	45	39	19 - 42	ABg		
23/1	69	41	2/6	1/5	16/2	42	41/8	42 - 80	Bg1		
25/1	79	39	2/7	1/6	21/8	30	48/2	80 - 150	Bg2		
10.1 خاک‌خ شاهد واحد اراضی											
18/1	63	48	2/6	1/3	27/4	51/4	21/2	0 - 23	Apg		
4/9	20	45	2/8	1/2	89/2	4/8	6	23 - 80	Cg1		
3/8	21	41	2/9	1/7	88/4	5/6	6	>80	Cg2		
OC	CCE	BS	Ca	Mg	K	Na	ECe	pH (1:2)	عمق	افق	
	(%)		(cmol(+)/kg)				(dS/m)	آب	CaCl ₂ (0.01M)	(cm)	
3.1 خاک‌خ شاهد واحد اراضی											
2/4	6/8	99/8	17/7	9/2	0/2	0/2	1/1	7/5	7/1	0 - 18	Apg
1/1	7/1	100	19/1	8/3	0/3	0/1	0/8	7/7	7/3	18 - 40	AB
1	7/4	99/9	15/4	7/1	0/6	0/4	0/5	7/6	7/2	40 - 75	Bg1
1/2	9/8	99/8	16/4	7/5	0/7	0/3	0/5	7/4	7/4	75 - 105	Bg2
0/8	6/8	100	13	6	0/7	0/3	2/1	7/6	7/4	105 - 160	BCg
5.3 خاک‌خ شاهد واحد اراضی											
2/5	9/3	100	16/9	8/4	0/4	0/3	0/6	6/8	6/5	0 - 18	Apg
0/6	8/7	100	17/3	7/9	0/7	0/5	0/5	7/5	7/1	18 - 38	AB
0/4	7/6	99/3	16/7	8/2	0/5	0/4	0/5	7/9	7/5	38 - 65	Bg1
0/2	6/4	100	14/4	6/8	0/4	0/4	1	7/7	7/1	65 - 100	Bg2
0/2	6/2	99/4	13	6	0/6	0/4	1	8	7	100 - 155	BCg
8.1 خاک‌خ شاهد واحد اراضی											
3/9	1/3	99	21/8	9/6	0/5	0/1	1/2	7/2	7/2	0 - 19	Apg
1	2/6	100	14/5	6/9	0/5	0/3	1/3	7/4	7/4	19 - 42	ABg
0/8	2/3	100	16/3	6/9	0/3	0/1	1/4	7/9	7/5	42 - 80	Bg1
0/5	2/3	96	15/8	7/6	0/5	0/2	0/9	8	7/4	80 - 150	Bg2
10.1 خاک‌خ شاهد واحد اراضی											
2/1	5/4	96	11/7	5/4	0/1	0/2	1/2	7/6	7/4	0 - 23	Apg
0/2	-	75	2/1	1/2	0/06	0/4	1/4	7/8	7/4	23 - 80	Cg1
0/1	-	68	1/3	0/7	0/04	0/5	2/2	7/8	7/4	>80	Cg2

جدول 5- اطلاعات اقلیمی گیاه برنج آبی.

درجه	مقدار	ویژگی‌ها
80/83	23	میانگین درجه حرارت دوره رشد
65	19/2	میانگین درجه حرارت مرحله گسترش گیاه
77/5	23/5	میانگین درجه حرارت مرحله رسیدن دانه
96	18/8	میانگین درجه حرارت حداقل مرحله رسیدن دانه
86	30/3	میانگین درجه حرارت حداکثر روزانه گرمترین ماه
94/7	75/5	رطوبت نسبی مرحله خاکورزی و رشد سبزینه‌ای
60	80/7	رطوبت نسبی بعد از مرحله شیری شدن
60	83	رطوبت نسبی در مرحله برداشت
85	0/44	n/N در طول فصل رشد

جدول 6- مقادیر شاخص، درجه و کلاس اقلیم به روش پارامتریک ریشه دوم.

محصول	شاخص اقلیم	درجه اقلیم	کلاس اقلیم
برنج	44/6	56/8	S3

جدول 7- نتایج نهایی ارزیابی کیفی تناسب اراضی.

کلاس تناسب	S2c	S3cs	S3cw
واحد اراضی	1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1	1.1, 4.2, 5.2, 6.1, 7.1, 7.2	4.3, 5.3, 6.3, 8.1, 8.2, 9.1
	5.1, 6.2	10.1, 10.2, 11.1	

جدول 8- برخی از پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه تولید پتانسیل.

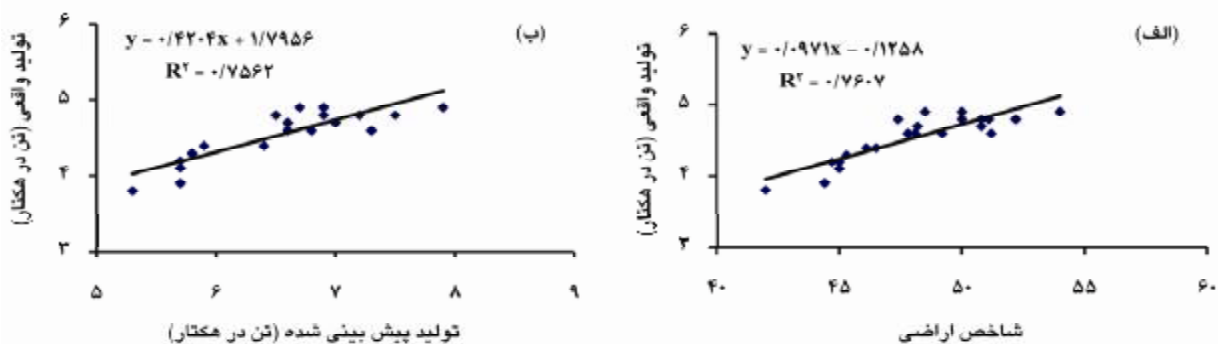
پارامتر	رطوبت دانه (%)	شاخص سطح برگ (LAI) (m ² /m ²)	میانگین دمای فصل رشد (°C)	ضریب برداشت (Hi)	طول فصل رشد (روز)	ضریب تنفس (Ct)
مقدار	12	4/6	23	0/45	132	6/67×10 ⁻³
پارامتر	N	n	bo	bc	Ac	f
مقدار	14/12	6/25	251/69	476/11	394/58	0/56

جدول 9- مقادیر تولید پیش‌بینی شده، تولید واقعی، تولید برآورد شده (تن در هکتار)، شاخص خاک، اراضی، مدیریت و کلاس تناسب کمی.

واحد اراضی	شاخص خاک	شاخص اراضی	تولید واقعی	تولید پیش‌بینی شده ¹	تولید برآورد شده ²	شاخص مدیریت	کلاس تناسب بر اساس تولید شده	کلاس تناسب بر اساس تولید پیش‌بینی شده
1.1	79/9	49/2	4/6	6/8	4/6	0/67	S2	S1
1.2	84/2	50/8	4/8	7/2	4/8	0/67	S2	S1
1.3	82/4	50/8	4/7	7	4/8	0/67	S2	S1
2.1	88/6	52/2	4/8	7/5	4/9	0/64	S2	S1
2.2	81/1	50	4/9	6/9	4/7	0/71	S2	S1
3.1	85/4	51/1	4/8	7/2	4/8	0/67	S2	S1
3.2	86/2	51/2	4/6	7/3	4/8	0/63	S2	S1
4.1	81/1	50	4/8	6/9	4/7	0/69	S2	S1
4.2	78/7	48/5	4/9	6/7	4/6	0/73	S2	S1
4.3	67/9	45/3	4/3	5/8	4/3	0/74	S2	S2
5.1	81/1	50	4/9	6/9	4/7	0/71	S2	S1
5.2	76/9	47/4	4/8	6/5	4/5	0/74	S2	S1
5.3	67/6	45	4/2	5/7	4/2	0/73	S3	S2
6.1	78	48/1	4/6	6/6	4/5	0/70	S2	S1
6.2	92/5	54	4/9	7/9	5/1	0/62	S2	S1
6.3	67/4	45	4/1	5/7	4/2	0/72	S3	S2
7.1	77/6	47/8	4/6	6/6	4/5	0/70	S2	S1
7.2	78/2	48/2	4/7	6/6	4/5	0/71	S2	S1
8.1	67	44/7	4/2	5/7	4/2	0/74	S3	S2
8.2	69/7	46/5	4/4	5/9	4/4	0/74	S2	S1
9.1	66/8	44/6	-	5/7	4/2	-	S3	S2
10.1	62/8	42	3/8	5/3	4	0/72	S3	S2
10.2	74/7	46/1	4/4	6/4	4/3	0/69	S2	S1
11.1	66/5	44/4	3/9	5/7	4/2	0/68	S3	S2

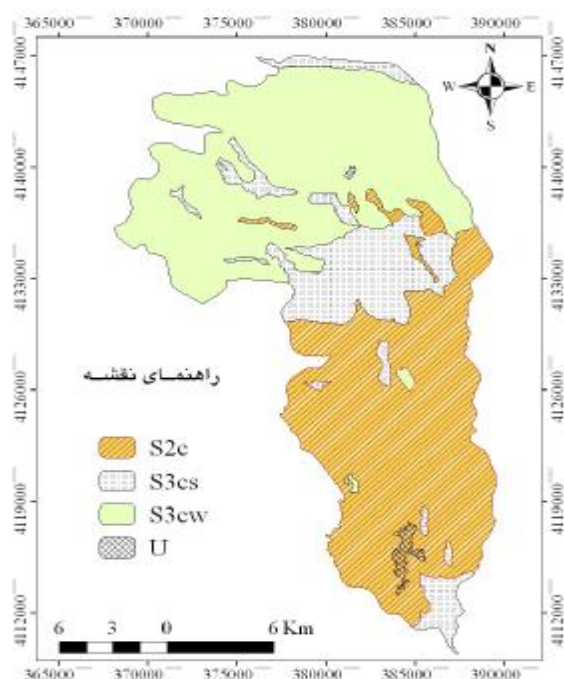
1- تولید پیش‌بینی شده از حاصل‌ضرب شاخص خاک در تولید پتانسیل بدست آمده است.

2- تولید برآورد شده از رابطه رگرسیونی بین شاخص اراضی و تولید واقعی با استفاده از شاخص اراضی واحدها بدست آمده است.



شکل 3- رابطه تولید واقعی با شاخص اراضی (الف) و تولید پیش‌بینی شده (ب).

عمدتاً ناشی از مدیریت زارع در سطح مزرعه می‌باشد. نوسانات تولید مشاهده شده یا واقعی و پیش‌بینی شده همیشه به علت شرایط خاک و محیط نیست، و تولید محصول تحت تأثیر مدیریت نیز قرار می‌گیرد (امیریان‌چکان 1390، دنگیز 2013). نحوه اداره مزرعه از لحاظ فاکتورهایی چون زمان آبیاری، زمان کوددهی و سم‌پاشی، تراکم کاشت و دانش کشاورزان متفاوت بوده و منجر به تفاوت‌هایی در تولید می‌شود که ناشی از عامل مدیریت است (ایوبی و همکاران 1381). گیوی (1377) نیز در مطالعات خود در منطقه فلاورجان اصفهان به این مورد اشاره کرده است و شاخص مدیریت برای واحدهای اراضی تحت کشت برنج را 0/45 تا 0/75 به دست آورده است و عوامل ذکر شده را باعث این تفاوت می‌داند.



شکل 4- نقشه تناسب کیفی خاک‌های مورد مطالعه برای گیاه برنج آبی.

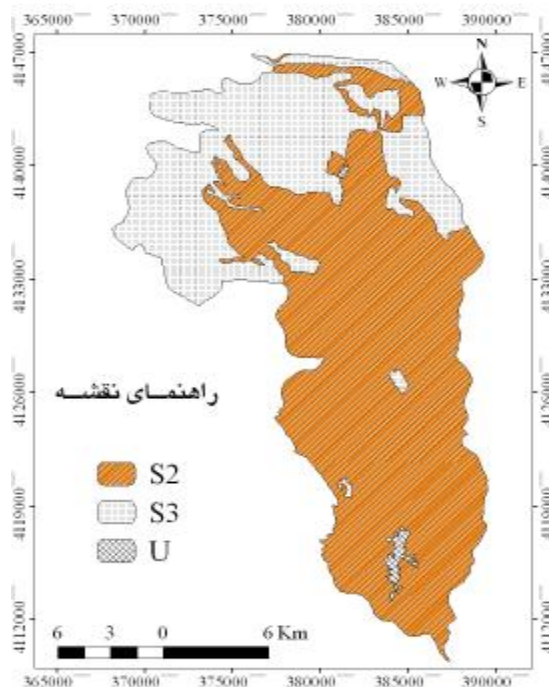
همان‌طوری که در جدول 9 ملاحظه می‌شود تولید برآورد شده بر اساس رابطه رگرسیونی بین تولید واقعی یا مشاهده شده و شاخص اراضی بدست آمده است و تولید حال حاضر واحدها را نشان می‌دهد به این دلیل از تولید برآورد شده به جای تولید واقعی استفاده می‌شود که در برخی واحدها ممکن است تولید واقعی را نداشته باشیم. تولید پیش‌بینی شده از اعمال محدودیت‌های خاک روی تولید پتانسیل بدست می‌آید و مدیریت در آن در سطح عالی فرض می‌شود یعنی اگر مدیریت در واحدها اصلاح شود تولید واقعی به تولید پیش‌بینی شده نزدیک می‌گردد و اگر برخی محدودیت‌های خاک نیز اصلاح گردد عملکرد ممکن است از تولید پیش‌بینی شده نیز بیشتر شود.

نتایج ارزیابی کمی تناسب اراضی نشان داد (جدول 9) که کلاس تناسب کمی در تعدادی از واحدها با کلاس تناسب کیفی تطابق دارد و یا در سطح بالاتر است و این به علت مدیریت بهتر و متوسط در واحدهای اراضی است، ولی مدیریت در سطح عالی نیست. میزان تولید یک زمین هیچگاه به مقدار تولید پتانسیل یک محصول نمی‌رسد زیرا محدودیت‌های آب، خاک و مدیریت از مقدار آن می‌کاهند و عملکردی که پس از اعمال محدودیت‌های آب، خاک و مدیریت بدست می‌آید به تولید واقعی خیلی نزدیک خواهد بود.

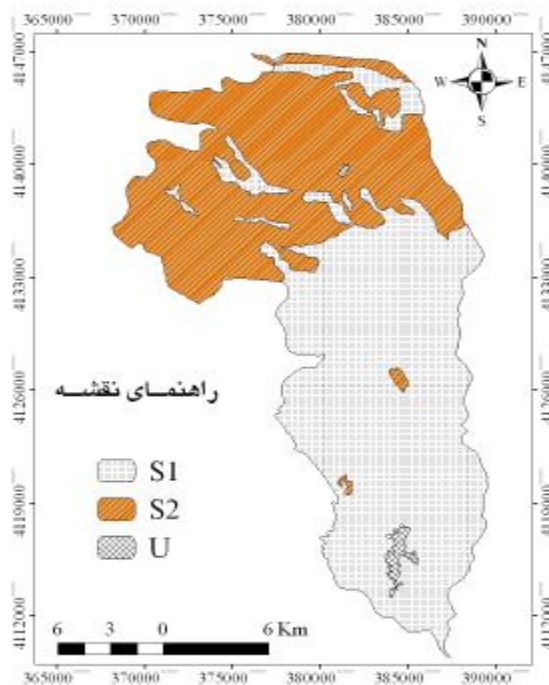
برای تعیین سطح مدیریت از الگوی شاخص مدیریت که توسط گیوی (1377) ارائه شده (معادله 4)، استفاده شد. شاخص مدیریت به دست آمده در محدوده 0/62 تا 0/74 می‌باشد و نشان دهنده مدیریت متوسط در واحدهای اراضی است و هنوز مدیریت در سطح عالی نیست که این مساله از تفاوت آشکار تولید واقعی با پیش‌بینی شده قابل برداشت است اگر مدیریت کشاورز در سطح مزرعه در سطح عالی باشد چون کشت آبی می‌باشد و مشکل تأمین آب برای زراعت وجود ندارد بنابراین تولید واقعی یا مشاهده شده هم به تولید پیش‌بینی شده نزدیک می‌شد و این کاهش تولید

نتیجه‌گیری کلی

ارزیابی کیفی تناسب اراضی نشان می‌دهد که مهمترین محدودیت برای کشت برنج محدودیت اقلیمی است و مهمترین پارامتر محدود کننده اقلیمی برای گونه‌های برنج در منطقه مطالعاتی زیاد بودن رطوبت نسبی هوا در مرحله بعد از شیری شدن، زمان برداشت برنج و میانگین دما در مرحله توسعه گیاه می‌باشد. بنابراین با فرض آنکه کلیه شرایط خاک و اراضی مناسب باشند باز هم به دلیل شرایط اقلیمی عملکرد محصول برنج نسبت به میزان تولید پتانسیل (حداکثر میزان عملکرد در شرایط ایده‌آل) درصد قابل توجهی کاهش دارد. بنابراین اقلیم در محدوده مطالعاتی ایده‌آل نیست که مطالعات سایر محققین در بخش‌هایی از گیلان نیز مؤید این مطلب است (ترابی‌گل‌سفیدی 1380، مشتاق 1380، ترابی‌گل‌سفیدی و همکاران 1384). بر اساس نتایج بدست آمده اکثر خاک‌های دشت‌های آبرفتی و حاشیه رودخانه‌ها فاقد هر گونه محدودیت خاصی برای کشت برنج است. اما اراضی دشت ساحلی (واحدهای 10.1، 10.2، 11.1) از تناسب کم برای کشت برنج برخوردار هستند و مهمترین پارامتر محدود کننده مربوط به بافت آنهاست که در عمق کاملاً شنی است این اراضی به علت بافت شنی و نفوذپذیری بسیار زیاد، دوره آبیاری بسیار کوتاه و مصرف بسیار زیاد آب را طلب می‌نماید. پس با توجه به این دلایل گسترش کشت برنج به سمت اراضی ساحلی طی سال‌های اخیر کار اشتباهی بوده است. در اراضی گود و پست مهمترین پارامتر محدود کننده خاکی، وضعیت زهکشی بسیار ضعیف و غرقاب تقریباً دائمی است و زیر کشت بردن حاشیه برخی از تالاب‌ها در طول سالیان اخیر و اضافه شدن آنها به اراضی پست منطقه، باعث از بین رفتن تالاب‌های کوچک و بزرگی شده است که پناهگاه مناسبی برای بسیاری از پرندگان مهاجر و ماهیان بوده است و این مشکل می‌تواند باعث کاهش درآمد بسیاری از حاشیه‌نشینان تالاب‌های فوق گردد. در برخی از



شکل 5- نقشه تناسب کمی خاک‌های مورد مطالعه برای گیاه برنج آبی براساس تولید برآورد شده.



شکل 6- نقشه تناسب کمی خاک‌های مورد مطالعه برای گیاه برنج آبی براساس تولید پیش‌بینی شده.

تولید برنج در اکثر واحدهای اراضی، وضعیت اقتصادی و معیشتی اکثر خانواده‌های شالیکار نامناسب بوده و از رضایت‌مندی خوبی برخوردار نیستند. نامناسبی وضعیت اقتصادی خانوارهای شالیکار به این دلایل است که اولاً میانگین سهم سرانه شالیکاری برای هر خانوار کمتر از 0/7 هکتار بوده و این مقدار زمین با توجه به عدم کشت دوم محصولات زراعی بدلیل شرایط طبیعی نامساعد و عدم وجود عزم جدی برای توسعه کشت دوم و غیره از نظر کل تولید، قادر به ایجاد درآمد ناخالص قابل توجهی برای کشاورزان شالیکار نیست. ثانیاً فرهنگ بومی منطقه به گونه‌ای است که مصرف برنج به عنوان غذای اصلی در تمام طول سال و حداقل دو وعده در روز است که از این‌رو مقادیر بسیار قابل ملاحظه‌ای از برنج تولیدی به مصرف سرانه خانوار می‌رسد که زیاد بودن تعداد افراد خانوار این مشکلات را دو چندان می‌نماید. پیشنهاد می‌گردد به استثنای برخی واحدهایی که در اراضی پست قرار گرفته‌اند، از کشت دوم محصولات غیرغلات سازگار با شرایط منطقه از قبیل لوبیا، پاج باقلا، باقلا برکت، سبزیجات برگی و غده‌ای، شبدر برسیم، گلرنگ و کلزا استفاده شود تا سطح درآمد کشاورزان افزایش یابد.

اراضی مسطح پست محدودیت قابل توجه شوری وجود دارد که علت آن تجمع زه‌آب حاصل از آب آبیاری اراضی شالیزاری نواحی مجاور و بالادست آن منطقه می‌باشد.

عمده اراضی محدوده مطالعاتی جهت کشت محصولات زراعی همچون گندم و جو دارای وضعیت زهکشی نامناسب هستند. حتی در برخی مناطق اراضی پست محدوده مطالعاتی، این محدودیت بقدری شدت می‌یابد که درجه تناسب اراضی را برای کشت برنج به شدت کاهش می‌دهد. بنابراین کشت سایر محصولات زراعی در این مناطق به هیچ وجه توصیه نمی‌شود و پیشنهاد می‌گردد مطالعات دقیق‌تر لایه‌بندی و زهکشی زیر نظر متخصصین انجام پذیرد تا احتمالاً با طراحی و احداث زهکش‌های کنترل شده شرایطی فراهم شود که در طول دوره رشد برنج با غرقاب کردن و بستن زهکش‌ها امکان بالا آمدن آب زیرزمینی در نزدیک سطح خاک فراهم شود و در مرحله رسیدن محصول برنج و به هنگام برداشت با باز کردن زهکش‌ها آب زیرزمینی پائین رفته و اراضی زهکشی شوند.

نتایج ارزیابی کمی تناسب اراضی نشان می‌دهد که اکثر واحدهای اراضی در کلاس‌های بالاتر (S1 و S2) قرار می‌گیرند علی‌رغم مناسب بودن سود حاصل از

منابع مورد استفاده

- امیریان‌چکان ع، 1390. مدل‌سازی مکانی تناسب اراضی با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی و تکنیک‌های زمین‌آمار (مطالعه موردی: دشت سیلاخور شهرستان دورود، استان لرستان). رساله دکتری، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران، 285 صفحه.
- ایوبی ش و جلالیان ا، 1389. ارزیابی اراضی (کابری‌های کشاورزی و منابع طبیعی). ویرایش اول، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. 398 صفحه.
- ایوبی ش، گیوی ج، جلالیان ا و امینی م، 1381. ارزیابی کمی تناسب اراضی منطقه برآآن شمالی (اصفهان) برای کشت آبی گندم، جو، ذرت و برنج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 6، شماره 3، صفحه‌های 105 تا 120.
- بنایی م ح، 1377. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران. انتشارات موسسه تحقیقات آب و خاک کشور.
- ترابی‌گلسفیدی ح، 1380. پیدایش، رده‌بندی و ارزیابی تناسب خاک‌های اراضی خیس برای کشت برنج در شرق استان گیلان. رساله دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. 460 صفحه.

ترابی گل‌سفیدی ح، گیوی ج و کریمیان‌اقبال م، 1384. ارزیابی خاک‌های زیرکشت برنج با استفاد از روش FCC و پارامتریک و مقایسه آنها با یکدیگر در استان گیلان. پژوهش و سازندگی (نشریه زراعت)، جلد 18، شماره 2، صفحه‌های 20 تا 31.

شاهرخ و، ایوبی ش و جلالیان ا، 1390. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی و بررسی عواقب محیطی کشت آبی گندم و برنج بر اراضی منطقه زرین شهر و مبارکه اصفهان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد 18، شماره 3، صفحه‌های 37 تا 60.

گیوی ج، 1376. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره 1015، 100 صفحه.

گیوی ج، 1377. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب و تعیین پتانسیل تولید اراضی برای محصولات منطقه فلاورجان اصفهان. موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، تهران، 346 صفحه.

مشتاق م، 1380. ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات مهم دیم و فاریاب در استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، 172 صفحه.

ممتاز ح، 1388. بررسی خواص پدومورفولوژیک، مینرالوژیک و فیزیکی - شیمیایی در ردیف‌های مختلف توپوگرافی خاک‌های شالیزاری منطقه آمل و ارزیابی تناسب اراضی برای برنج و دانه‌های روغنی. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، 410 صفحه.

Anonymous, 2007. Land evaluation: Towards a revised framework. Land and Water Discussion Paper, No 6, FAO, Rome, 107p.

Anonymous, 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington D.C., USA.

Dengiz O, 2013. Land suitability assessment for rice cultivation based on GIS modeling. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 37: 326-334.

Gong J, Liu Y and Chen W, 2012. Land suitability evaluation for development using a matter element model: A case study in Zengcheng, Guangzhou, China. Land Use Policy 29:464-472.

McKenzi N, Grundy M, Webster R and Ringrose-Voase A, 2008. Guideline for surveying soil and land resources. CSIRO Publishing, 557P.

Olaleye AO, Akinbola GE, Marake VM, Molete SF and Mapheshoane B, 2008. Soil in Suitability Evaluation for Irrigated Lowland Rice Culture in Southwestern Nigeria: Management Implications for Sustainability. Communications in Soil Science and Plant Analysis 39: 2920-2938.

Samranpong C, Ekasingh B and Ekasingh M, 2009. Economic land evaluation for Agricultural Resource management in Northern Thailand. Environmental Modeling and Software 24(12):1381-1390.

Sys C, Vanranst E and Debaveye J, 1991. Land Evaluation. Part II. Methods in Land Evaluation. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists. Ghent University, Ghent, Belgium, 247p.

Tang H, Vanranst E and Groenemans R, 1997. Application of fuzzy set theory to land suitability assessment. Trends Soil Science 2: 191-203.

Udoh BT, Henry HB and Akpan US, 2011. Suitability evaluation of alluvial soils for rice (*Oryza sativa*) and cocoa (*Theobroma cacao*) cultivation in an acid sands area of Southeastern Nigeria. Journal of Innovative Research in Engineering and Science 2(3): 148-161.