نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۴، ص. ۱۶۶۱-۱۶۵۱

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1651-1661

برآورد پتانسیل تولید و ارزیابی کمی تناسب اراضی شمال شهرکرد برای کشت آبی کلزا *(Brassica napus)*

جواد گیوی[1*] – امین حقیقی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۳۰

چکیده

یکی از راه‌های افزایش تولید در واحد سطح، شناسائی ظرفیت تولید اراضی و انتخاب کاربری متناسب با این ظرفیت است. هدف این پژوهش، تعیین پتانسیل تولید و ارزیابی کمی تناسب اراضی شمال شهرکرد برای کشت آبی کلزا بوده است. جمع آوری نیازهای رویشی کلزا از منابع علمی و درجه بندی آن‌ها برای کلاس های مختلف تناسب از نوآوری‌های پژوهش حاضر می‌باشد. منطقه مورد تحقیق در شمال شهرکرد قرار دارد. شاخص سطح برگ، شاخص برداشت، درصد رطوبت دانه کلزا و عملکرد زارع برای هر خاکرخ اندازه‌گیری و اطلاعات اقتصادی جمع‌آوری گردید. تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک طبق روش‌های استاندارد آزمایشگاهی انجام شد. پتانسیل تابشی- گرمایی تولید کلزا، پتانسیل تولید اراضی و تولید بحرانی محاسبه و کلاس‌های تناسب کمی اراضی و سطح مدیریت تعیین گردید. به‌منظور ارزیابی دقت و صحت روش‌های بکار رفته، همبستگی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد زارع مورد بررسی قرار گرفت. پتانسیل تابشی-گرمائی تولید کلزا، متوسط پتانسیل تولید زمین با استفاده از فرمول‌های ریشه دوم و استوری، و میانگین عملکرد زارع به ترتیب، ۷۶۰۳، ۳۲۱۴، ۲۲۹۱ و ۱۹۴۳ کیلوگرم در هکتار و سطح مدیریت، متوسط به‌دست آمد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که ۵۹ درصد اراضی در کلاس S_3، ۳۵ درصد آن‌ها در کلاس N و ۶ درصدشان در کلاس S_2 قرار می‌گیرند. روش استفاده از فرمول ریشه دوم برای محاسبه پتانسیل تولید اراضی نسبت به روش استفاده از فرمول استوری مناسب‌تر است. نیاز کشور به تولید روغن کلزا و نقش مؤثر این گیاه در کنترل آفات و بیماری‌ها و تغذیه دام مؤید اهمیت نتایج این پژوهش می‌باشد.

واژه های کلیدی: پتانسیل تولید، مدیریت، نیازهای رویشی

مقدمه

ارزیابی اراضی فرایند پیش‌بینی و تعیین پتانسیل تولید اراضی بر اساس خصوصیات آن‌ها برای کاربری‌های خاص است (۱۴). خصوصیات فیزیکی اراضی از جمله شرایط اقلیمی و خصوصیات خاک، نوع کاربری زمین، مدیریت اراضی و مسائل اقتصادی- اجتماعی، تعیین‌کننده مقدار تولید اراضی می‌باشند. به‌منظور افزایش تولید هر محصولی در واحد سطح باید ظرفیت تولید اراضی انتخاب شده متناسب با نیازهای رویشی آن محصول باشد. برای رسیدن به چنین تناسبی، لازم است تناسب اراضی انتخاب شده برای کشت گیاه، مورد ارزیابی کیفی و کمی قرار گیرد. در ارزیابی کمی تناسب اراضی، کلاس تناسب بر اساس مقدار تولید در واحد سطح تعیین می‌شود. در این راستا، لازم است پتانسیل تابشی-گرمائی تولید برآورد گردد که این کار از طریق استفاده از مدل‌هایی همچون مدل فائو (۱۶) امکان‌پذیر است. در کشت آبی، پس از اعمال محدودیت‌های زمین و خاک، پتانسیل تولید اراضی به‌دست می‌آید. اگر در این پتانسیل، محدودیت مدیریت نیز وارد شود، این پتانسیل تولید با تولید زارع تقریباً برابری می‌کند (۷).

کلزا (*Brassica napus*) از گیاهان روغنی می‌باشد که درکشور ما مورد کشت و کار قرار می‌گیرد و امروزه بیش از ۹۰ درصد روغن مورد نیاز کشور را تامین می‌کند (۱۳). این گیاه در کنترل بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز مزارع مؤثر می‌باشد. روغن دانه ارقام خوراکی کلزا دارای کیفیت بسیار مطلوب است. در نهایت پس از استحصال روغن، کنجاله باقیمانده سرشار از پروتئین بوده و برای استفاده در تغذیه دام مناسب می‌باشد (۱۲).

اعتدالی و همکاران (۴) در پژوهشی، دو مدل فائو و واگنینگن را برای تعیین پتانسیل تولید ذرت علوفه‌ای آبی و تعیین سطح مدیریت کشت آن در اطراف شهرستان شهرکرد مقایسه کردند. در این ارتباط، ابتدا پتانسیل حرارتی- تابشی تولید به کمک مدل‌های نامبرده برآورد

۱ و ۲- دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسؤل: Email: jgivi@yahoo.com)

شد. سپس پتانسیل تولید اراضی با ضرب کردن شاخص خاک در آن پتانسیل، محاسبه گردید. پتانسیل به‌دست آمده از طریق مدل فائو بیشتر از مقدار پتانسیلی بود که با استفاده از مدل واگنینگن محاسبه شد. نتایج این مطالعه نشان داد که پتانسیل تولید اراضی با عملکرد زارعین اختلاف دارد و سطح مدیریت زارعین منشأ این اختلاف است. خاقانی (۸) برای برآورد تولید پتانسیل گندم در مرند از دو روش فائو و واگنینگن استفاد کرد. تولید پیش‌بینی شده با مدل فائو غالبا بیش از تولید واقعی و با مدل واگنینگن کمتر از آن بود. نتایج نشان داد که برآورد با مدل واگنینگن دارای همبستگی بیشتری با تولید واقعی است. مساواتی و سیدجلالی (۱۰) مطالعه‌ای تحت عنوان تعیین تناسب اراضی و پتانسیل تولید گندم در مناطق شور استان گلستان انجام دادند. پتانسیل تولید اراضی در این مناطق که به روش فائو به‌دست آمد، در حالت‌های مختلف شوری، از ۱۲۰۳ تا ۷۴۸۲ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید. اشرف (۱) پتانسیل تولید منطقه‌ای واقع در شمال دامغان 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 شد. سهرابی و همکاران (۱۵) پتانسیل تولید چغندرقند در دشت سیلاخور لرستان را با روش فائو، ۶۸ تن در هکتار برآورد و گزارش کردند که بین شاخص اراضی محاسبه شده به روش پارامتریک و عملکرد زارعین، همبستگی خوبی وجود دارد. فاتحی و همکاران (۵) تناسب اراضی دشت کرمانشاه را برای کشت ذرت تعیین و پتانسیل تولید این اراضی را تخمین زدند. حداکثر پتانسیل تولید با استفاده از مدل فائو برای گیاه مذکور ۷۹۰۷ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. حداکثر پتانسیل تولید محاسبه شده، بسیار نزدیک به میانگین عملکرد زارعین (۷۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. مظفریان و همکاران (۱۱) پتانسیل تولید اراضی را برای گندم آبی در جنوب غرب استان تهران بر حسب وزن مرطوب گیاه، ۱۰۴۸۴ کیلوگرم در هکتار تخمین زدند. در این پژوهش، عملکرد پیش‌بینی شده گندم آبی با عملکرد زارع مقایسه گردید. ضریب همبستگی ۹۴ درصد نشان داد که مدل تهیه شده برای تخمین پتانسیل تابشی-گرمایی تولید با شرایط منطقه تطابق خوبی دارد. خسرویانی (۹) تناسب کیفی و کمی اراضی برای گلرنگ در شهرستان سورشجان را بررسی کرد. کلاس‌های کیفی تناسب اراضی به دو روش پارامتریک و محدودیت ساده مشابه بودند. در این پژوهش، پتانسیل تابشی-گرمایی تولید گلرنگ حدود ۶۷۳۸ کیلوگرم در هکتار (وزن تر) به‌دست آمد. تولید پیش‌بینی شده نیز برای هر واحد از اراضی تعیین گردید. زارعیان و سید جلالی (۱۸) تناسب کمی اراضی و پتانسیل تولید گندم در خاک‌های شور دشت سروستان را بررسی کردند. میزان همبستگی بین عملکرد واقعی و مقدار تخمین زده شده نشان داد که استفاده از روش پارامتریک (فرمول ریشه دوم) مناسب‌تر از سایر روش‌ها بوده و اختلاف مقدار واقعی با مقدار تخمینی حدود ۱۰ درصد می‌باشد. چینن (۲) ضمن برآورد میزان تولید مزارع منطقه کاپینی در زامبیا برای سه محصول ذرت، آفتاب‌گردان و کتان در دو سطح نهاده کم و زیاد، هم‌بستگی معنی‌داری ($P<0/05$) را بین محصول واقعی و محصول پیش‌بینی شده به‌دست آورد. آزمون کای‌اسکوئر نشان داد که به رغم وجود همبستگی مثبت زیاد بین دو محصول واقعی و پیش‌بینی شده، اختلاف میان آن دو معنی‌دار است. امبرخت و همکاران (۳) در سوماترای شمالی میزان تولید بحرانی و بهینه را برای نخل روغنی به ترتیب ۱۰ و ۳۰ تن میوه تازه در هکتار برآورد نمودند. همچنین با ایجاد ارتباط رگرسیونی معنی‌دار بین شاخص اراضی و تولید، محدوده کلاس‌های کمی تناسب اراضی را به‌دست آوردند.

پیش‌بینی پتانسیل تولید و ارزیابی کمی تناسب اراضی برای کلزای آبی با استفاده از مدل فائو از اهداف این پژوهش بوده است. در هیچیک از منابع معتبر مربوطه، جداول از پیش تهیه شده نیازهای رویشی کلزا موجود نبود. تهیه این جداول از مهمترین نوآوری‌های این پژوهش به‌شمار می رود. از دیگر موارد اهمیت پژوهش حاضر می توان به نیاز کشور به تولید روغن، سهم زیاد کلزا در تأمین این نیاز (۱۳)، کیفیت بالای روغن کلزا، نقش مؤثر این گیاه در کنترل بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز و تغذیه دام (۱۲) اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در زمینی به مساحت حدود ۲۵ هکتار در اراضی شمال شهرکرد، سمت چپ جاده شهرکرد- سامان، جنب شهرک صنعتی قدیم سامان انجام شد. در این مطالعه از نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک که ایستگاه هواشناسی سامان است استفاده گردید. میانگین بارندگی سالیانه در منطقه مطالعاتی، ۳۷۰ میلیمتر و میانگین دمای سالیانه آن ۱۳/۱ درجه سلسیوس برای یک دوره آماری ۱۱ ساله از ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ می‌باشد. بعضی از مشخصات گیاه مثل شاخص سطح برگ (به روش وزنی)، درصد رطوبت و ضریب برداشت در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. ۱۹ خاکرخ در امتداد چند ترانسکت (شکل ۱) به‌منظور مطالعه خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها تشریح شد. تجربه نشان داده است که اگر برای ارزیابی تناسب اراضی، مطالعات خاکشناسی، تفصیلی باشد، نتایج بهتری عاید می‌شود. برای رسیدن به این مقصود باید فاصله خاکرخ‌ها زیاد نباشد. در پژوهش حاضر، این فاصله بین ۵۴۸ و ۲۵ متر متغیر بود. با توجه به مساحت زمین و فاصله خاکرخ‌ها تعداد آن‌ها به ۱۹ رسید. نیاز های رویشی کلزا برای اولین بار برای کلاس های مختلف تناسب درجه بندی شدند. در مرحله بعد، مشخصات اندازه‌گیری شده بالا با نیازهای رویشی کلزا (به غیر از نیازهای اقلیمی) که قبلاً تهیه شده بود، مطابقت و بسته به

میزان محدودیتی که این مشخصات برای کلزا ایجاد می‌کردند، به هر کدام از مشخصات، درجه تناسبی اختصاص داده شد. با استفاده از این درجات تناسب، به کمک روابط ۱ (فرمول استوری) و ۲ (فرمول ریشه دوم)، شاخص خاک (SI) محاسبه گردید. فرق شاخص خاک با شاخص زمین این‌است که در فرمول‌های محاسبه شاخص خاک درجه تناسب اقلیم وارد نمی‌شود، ولی فرمول های محاسبه شاخص زمین شامل درجه تناسب اقلیم هم می‌شوند. علت اینکه درجه تناسب اقلیم در محاسبه شاخص خاک منظور نمی‌شود اینست که در برآورد پتانسیل تابشی-گرمایی تولید، محدودیت های اقلیمی مثل تابش خورشید و درجه حرارت قبلاً در نظر گرفته شده است.

$$SI = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times ..... \quad (۱)$$

$$SI = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times .....} \quad (۲)$$

در این روابط؛ A، B، C و ....، درجات تناسب اختصاص داده شده به هر یک از مشخصه‌های خاک و R_{min}، درجه تناسب حداقل است. شاخص خاک منعکس‌کننده محدودیت‌های خاک، توپوگرافی و زهکشی برای کشت آبی گیاه می‌باشد.

برای محاسبه پتانسیل تابشی-گرمایی تولید (RTPP) کلزا در اراضی مورد مطالعه، از مدل فائو (۱۶) استفاده شد. پس از محاسبه این پتانسیل، پتانسیل تولید اراضی (LPP) از رابطه ۳ محاسبه گردید (۱۶).

$$LPP = RTPP \times SI \quad (۳)$$

در این رابطه، LPP، پتانسیل تولید زمین (کیلوگرم وزن تر در هکتار)، RTPP، پتانسیل تابشی- گرمایی تولید (کیلوگرم وزن تر در هکتار) و SI شاخص خاک می‌باشد.

در مرحله بعد، تولید بحرانی که از تقسیم هزینه‌های کشت، داشت و برداشت کلزا به قیمت فروش واحد وزن آن در بازار به‌دست می آید، محاسبه شد. اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه تولید بحرانی از پرسشنامه‌های تکمیل‌شده در سطح مزارع استخراج گردید.

در نهایت برای تعیین کلاس کمی تناسب اراضی، ۷۵ درصد پتانسیل تابشی-گرمائی تولید، ۱۴۰ و ۹۰ درصد مقدار تولید بحرانی به ترتیب حد بین کلاس‌های S_1 و S_2؛ S_2 و S_3 و S_3 و N در نظر گرفته شد (۱۶).

حال به‌منظور تعیین سطح مدیریت، شاخص مدیریت (MI) در هر واحد زمین محاسبه گردید (۶). این شاخص از تقسیم متوسط عملکرد زارع به پتانسیل تولید زمین هر یک از واحدهای اراضی به‌دست آمد. سطح مدیریت طبق جدول ۱ تعیین شد (۶). بر اساس معیارهایی که توسط سایس و همکاران (۱۶) ارائه شده است نیز سطوح سه‌گانه مدیریت تعیین و با نتایج به‌دست آمده از روش اول مقایسه گردید.

روش اندازه‌گیری عملکرد در سطح مزرعه بدین صورت بود که در چهار طرف هر خاکرخ، ۴ پلات ۱متر × ۱متر انتخاب و عملکرد محصول داخل هر پلات اندازه‌گیری شد. سپس از عملکرد ۴ پلات برای هر خاکرخ متوسط‌گیری به‌عمل آمد.

نتایج و بحث

خصوصیات گیاهی و اقلیمی، مورد نیاز برای محاسبه پتانسیل تابشی-گرمائی تولید کلزا در جدول ۲ ارائه شده‌اند. مقدار این پتانسیل ۷۶۰۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۴). یعنی اگر عوامل محدودکننده خاکی (جدول ۳) و مدیریتی (جدول ۴) وجود نداشت، این مقدار تولید برای کلزا امکان‌پذیر بود. البته دست یافتن به چنین تولیدی معمولاً دست نیافتنی است، زیرا به هر حال عوامل محدود-کننده خاکی و مدیریتی وجود دارند. این میزان تولید با عملکرد زارعین که متأثر از محدودیت‌های خاک، آب و مدیریت است، اختلاف فاحشی دارد (جدول ۴).

حال زمانی که محدودیت خصوصیات خاک (شاخص خاک) (جدول‌های ۳ و ۴) نیز اعمال شود؛ به عبارت دیگر، پتانسیل تولید اراضی (LPP) محاسبه گردد، هنوز این عملکرد از عملکرد اندازه‌گیری شده بیشتر است (جدول ۴). زیرا در این عملکرد دوم هنوز محدودیت مدیریت زارع وارد نشده است. در صورتی که مدیریت زارع در سطح عالی باشد و محدودیت ایجاد نکند، انتظار می‌رود که پتانسیل تولید اراضی (LPP) با عملکرد زارعین برابری کند. در این پژوهش، پتانسیل تولید اراضی با عملکرد اندازه‌گیری شده (عملکرد زارعین) اختلاف دارد (جدول ۴). این بدین معنی است که مدیریت زارعین محدودیت ایجاد می‌کند. تاریخ نامناسب کشت، عدم تامین به موقع نهاده‌های لازم نظیر بذر اصلاح شده، کود، سموم، عدم مبارزه به‌موقع با علف‌های هرز، مدیریت غلط آبیاری و غیره تعیین کننده سطح مدیریت می‌باشند. برای اعمال محدودیت مدیریت در پتانسیل تولید اراضی، شاخص مدیریت در پتانسیل تولید زمین ضرب شد (۱۷). در این حالت، پتانسیل تولید اراضی به عملکرد زارع نزدیک گردید.

به‌منظور تعیین کلاس‌های کمی تناسب اراضی، مقدار تولید بحرانی که از نسبت مقدار کل هزینه‌های متغیر (۱۲۹۶۰۰۰۰ ریال) در یک هکتار به قیمت هرکیلوگرم دانه کلزا (۶۴۰۰ ریال) به‌دست آمد، ۲۰۲۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. در صورتی که میزان عملکرد بیش از ۵/۷ تن در هکتار باشد، کلاس تناسب S_1 ، اگر بین ۲/۸ و ۵/۷ تن درهکتار باشد، کلاس تناسب S_2، و وقتی بین ۱/۸ و ۲/۸ تن در هکتار باشد، کلاس تناسب S_3 و چنانچه کمتر از ۱/۸ تن در هکتار باشد، کلاس تناسب N می‌شود. بر این اساس ۵۹ درصد از اراضی مورد مطالعه در کلاس S_3، ۳۵ درصد آن‌ها در کلاس N و ۶ درصدشان در کلاس S_2 قرار گرفتند. کلاس‌های کمی تناسب اراضی

در جدول ۴ ارائه شده‌اند. شکل ۱ محدوده کلاس‌های کمی تناسب اراضی را بر روی نقشه نشان می‌دهد. سطح مدیریت، وقتی که از فرمول استوری استفاده شد، برای اکثر اراضی، بالا و زمانی که فرمول ریشه دوم بکار رفت، متوسط به‌دست آمد. طبق معیارهائی که سایس و همکاران (۱۶) برای تعیین سطح مدیریت پیشنهاد نموده‌اند نیز سطح مدیریت در اراضی مطالعاتی متوسط تعیین شد. بنابراین، استفاده از فرمول ریشه دوم برای محاسبه شاخص مدیریت و تعیین سطح آن بر فرمول استوری ارجحیت دارد.

به‌منظور ارزیابی میزان صحت و دقت مدل فائو در برآورد پتانسیل تولید اراضی و روش کلاس‌بندی کمی تناسب اراضی، رابطه رگرسیونی بین پتانسیل تولید پیش‌بینی شده اراضی (پتانسیل تولید اراضی) و عملکرد زارع مورد بررسی قرار گرفت. این رابطه در شکل ۲ نشان داده شده است. ضریب تشخیص ۰/۶۸۳۴ و ۰/۷۲۷۳ بترتیب برای فرمول‌های استوری و ریشه دوم و معنی‌دار شدن همبستگی بین عملکرد زارع و پتانسیل تولید زمین با احتمال ۹۹ درصد، بیانگر دقت قابل قبول روش‌های استفاده شده در این تحقیق، برای ارزیابی کمی تناسب اراضی می‌باشد.

جدول ۱- رابطه بین شاخص و سطح مدیریت (٦)

Table 1- Relaionship between management index and management level (6)

سطح مدیریت (Management Level, ML)	شاخص مدیریت (Management Index, MI)
بالا (High)	MI > 0.75
متوسط (Intermediate)	0.50 < MI < 0.75
پائین (Low)	MI < 0.50

جدول ۲- خصوصیات گیاهی و متغیرهای اقلیمی مورد نیاز برای محاسبه پتانسیل تابشی-گرمائی تولید کلزا و مقدار این پتانسیل، برآورد شده بر اساس مدل فائو

Table 2- Required plant characteristics and climatic parameters for calculation of canola radiation thermal production potential and value of this potential, estimated based on FAO model

متغیرها Parameters	اطلاعات Data
نیاز حرارتی کلزا برای فتوسنتز Thermal requirement of canola for photosynthesis	C3, Group 2
رقم Variety	Okapi
متوسط درجه حرارت سیکل رشد (^0C) Mean temperature of the growing cycle	14.72
مقدار سرعت حداکثر فتوسنتز ($Kg\ CH2O\ ha^{-1}\ h^{-1}$) Maximum photosynthesis rate	29
شاخص سطح برگ ($m^2.\ m^{-2}$) Leaf area index	4.8
ضریب برداشت Harvest index	0.32
متوسط bo ($Kg\ CH2O\ ha^{-1}\ h^{-1}$) Mean bo of the growing cycle	210.06
متوسط bc ($Kg\ CH2O\ ha^{-1}\ h^{-1}$) Mean bc of the growing cycle	403.29
C_t	0.0031
رطوبت دانه کلزا (٪) Canola grain moisture	12
پتانسیل تابشی-گرمائی تولید، وزن تر ($Tons\ CH2O\ ha^{-1}$) Radiation thermal production potential, moist weight	7.6

جدول ۳- میانگین وزنی و درجه تناسب مشخصات زمین مورد مطالعه

Table 3- Weighted average and suitability rating of the studied land characteristics

خاکرخ Soil profile	شیب (٪) Slope	درجه تناسب Suitability rating	بافت و ساختمان Texture and structure	درجه تناسب Suitability rating	سنگریزه (Vol.%) Gravels	درجه تناسب Suitability rating	عمق خاک (Cm) Soil depth	درجه تناسب Suitability rating	کربنات‌ها (٪) Carbonates	درجه تناسب Suitability rating	ماده آلی (٪) Organic matter	درجه تناسب Suitability rating	شوری (dS/m) salinity	درجه تناسب Suitability rating
1	6	76.9	SiC_s	*59.1	46.1	-	120	92.5	36.7	76.6	0.59	60	0.18	100
2	5	79.6	SiCL	**52.8	50.1	-	90	-	35.2	70.6	2.12	100	0.17	100
3	6	76.9	SiCL	*76.2	27.8	-	105	92.5	35.2	70.6	1.79	92.5	0.23	100
4	7	76.0	CL	*70.7	33.9	-	110	92.5	37.8	68.7	1.92	92.5	0.29	100
5	6	76.9	SiCL	**52.7	22.7	-	70	-	24.0	78.5	2.81	100	0.18	100
6	5	79.6	SiCL	*59.9	45.2	-	140	100	39.7	67.3	1.62	92.5	0.22	100
7	5	79.6	L	*48.1	57.9	-	150	100	45.1	63.5	1.65	92.5	0.14	100
8	6	76.9	CL	*49.1	55.8	-	105+	100	37.8	68.7	2.45	100	0.26	100
9	7	76.0	SiC_s	**66.0	33.1	-	80	-	26.4	76.8	1.89	92.5	0.21	100
10	5	79.6	SiCL	*70.3	31.2	-	110	92.5	42.6	65.2	1.49	92.5	0.22	100
11	5	79.6	CL	*51.4	54.3	-	170	100	45.7	63.1	1.62	92.5	0.45	100
12	6	76.9	SiCL	*75.2	28.1	-	110+	100	30.6	73.8	1.69	92.5	0.27	100
13	7	76.0	CL	*47.3	52.2	-	180	100	42.3	65.5	1.85	92.5	0.20	100
14	6	76.9	SiCL	*69.7	34.5	-	120	100	39.5	67.5	1.75	92.5	0.16	100
15	5	79.6	CL	*59.1	41.1	-	160	100	25.4	77.5	2.38	100	0.38	100
16	6	76.9	L	*57.8	47.7	-	100+	92.5	27.4	76.1	3.38	100	0.43	100
17	6	76.9	SiCL	*87.3	14.6	-	150	100	37.6	72.4	0.82	63.5	0.14	100
18	6	76.9	CL	*51.2	53.6	-	135	100	51.7	60.0	1.26	77.8	0.14	100
19	5	79.6	SiCL	*71.8	32.2	-	200	100	34.3	71.2	2.08	100	0.29	100

* درجه تناسب بافت و سنگریزه با هم تعیین شده است

** درجه تناسب بافت، سنگریزه و عمق با هم تعیین شده است

*Texture and coarse fragments are evaluated together and represented by one rating

**Texture, coarse fragments and depth are evaluated together and represented by one rating

این ضرایب تشخیص بیانگر آن هستند که روش استفاده از فرمول ریشه دوم (ضریب تشخیص بیشتر) برای محاسبه پتانسیل تولید زمین نسبت به روش استفاده از فرمول استوری (ضریب تشخیص کمتر) مناسب‌تر است (۱۷).

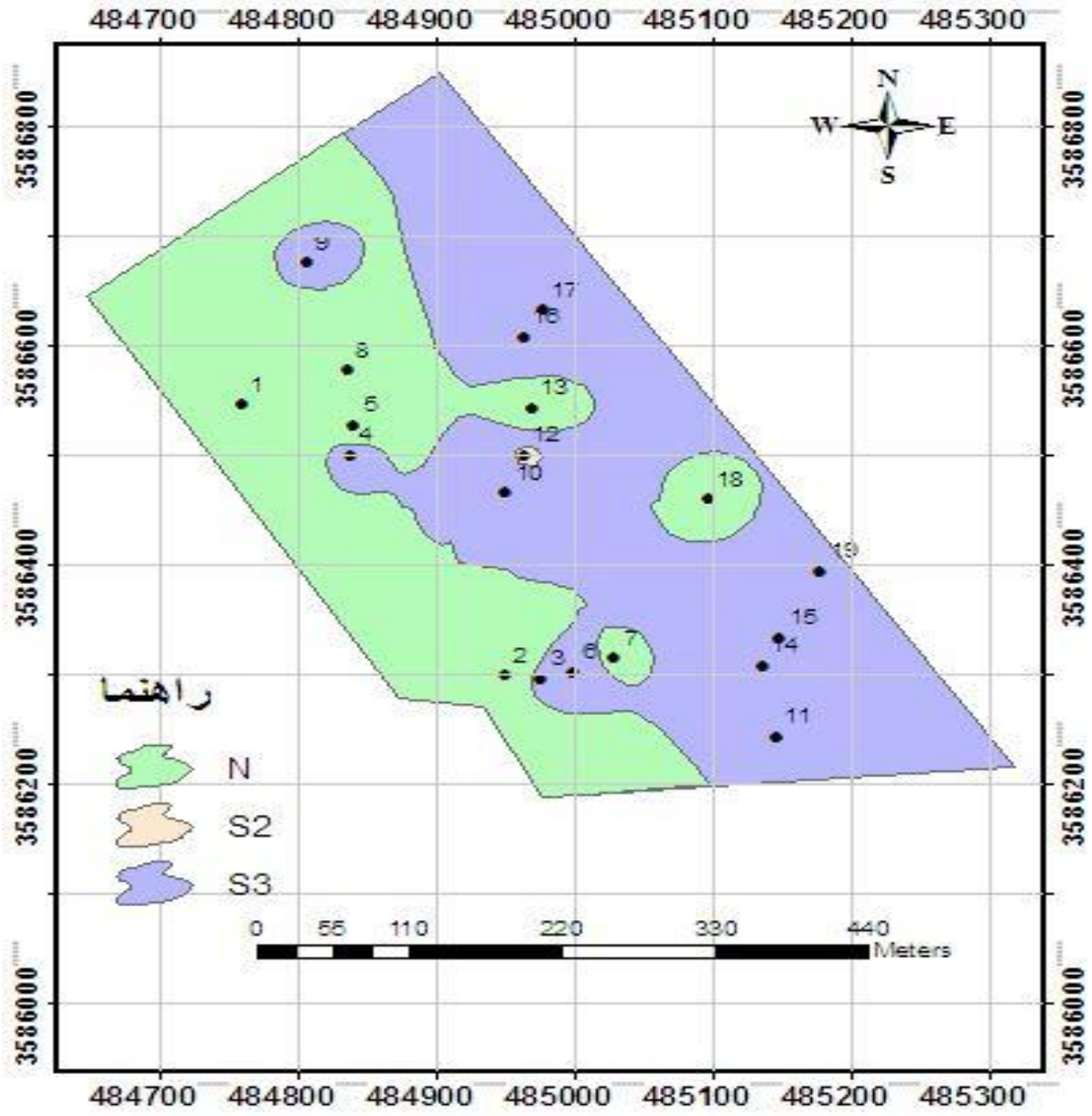
نتیجه گیری

محدودیت متوسط شیب، مقدار کربنات ها و محدودیت متوسط تا شدید مقدار سنگریزه در خاک باعث شده است تا یک اختلاف ۴۴۰۰ تا ۵۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بین پتانسیل تابشی-گرمائی تولید کلزا و متوسط پتانسیل تولید اراضی مورد مطالعه بوجود آید. اختلاف ۳۴۸ تا ۱۲۷۱ کیلوگرم در هکتار بین پتانسیل تولید اراضی و متوسط عملکرد زارع به‌خاطر سطح بالا تا متوسط مدیریت است که در سطح اراضی اعمال می‌گردد. محدودیت‌های فیزیکی زمین و سطح مدیریت، موجبات قرار گرفتن بیش از ۵۰ درصد اراضی در کلاس تناسب پائین را فراهم و ۳۵ درصد آن ها را نامناسب ساخته است.

جدول ٤- پتانسیل تابشی گرمایی تولید، شاخص خاک، پتانسیل تولید اراضی، عملکرد اندازه گیری شده، شاخص مدیریت و کلاس کمی تناسب اراضی

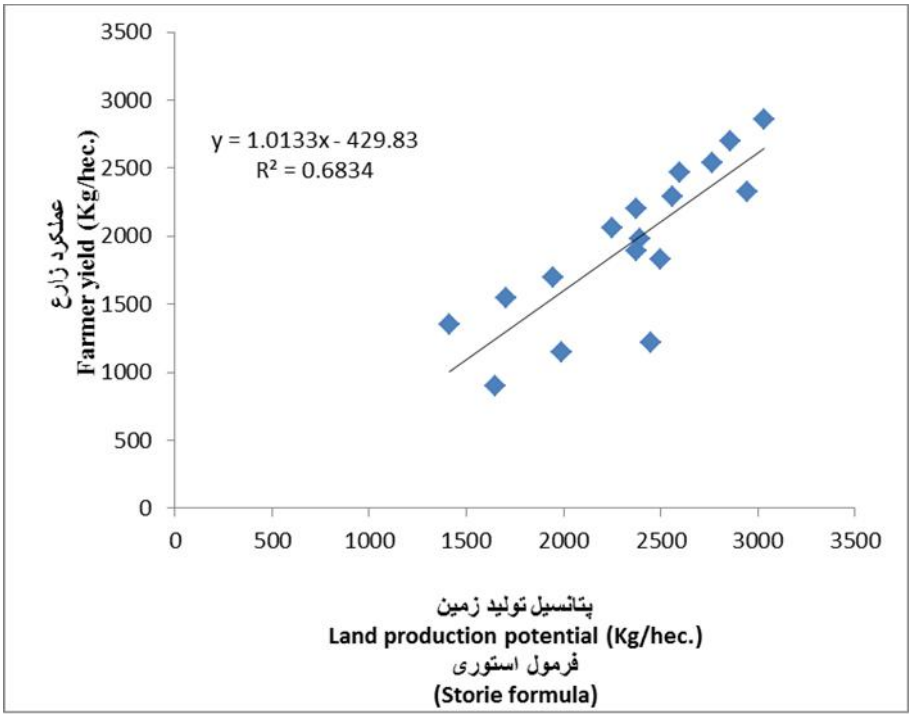
Table 4- Radiation-thermal production potential, soil index, land production potential, measured yield, management index and quantitative land suitability class

خاکرخ Soil profile	شاخص خاک Soil index SI		پتانسیل تولید زمین Land production potential LPP ($Kg\ ha^{-1}$)		عملکرد اندازه گیری شده Measured yield ($Kg\ ha^{-1}$)	شاخص مدیریت Management index		کلاس کمی تناسب اراضی Quantitative land suitability class
	ریشه دوم Second root	استوری Storie	ریشه دوم Second root	استوری Storie		ریشه دوم Second root	استوری Storie	
1	0.34	0.20	2577.3	1482.5	-	-	-	-
2	0.40	0.30	3003.1	2250.4	-	-	-	-
3	0.52	0.39	3968.7	2942.3	2326.3	0.59	0.79	S_3
4	0.47	0.32	3535.3	2394.9	1982.2	0.56	0.83	S_3
5	0.41	0.32	3132.3	2448.1	1221.5	0.39	0.50	N
6	.0.42	0.30	3200.8	2250.4	2063.3	0.64	0.92	S_3
7	0.33	0.22	2493.7	1703.0	1546.0	0.62	0.91	N
8	0.36	0.26	2729.4	1991.9	1150.6	0.42	0.58	N
9	0.47	0.33	3542.9	2501.3	1830.8	0.52	0.73	S_3
10	0.45	0.31	3428.9	2372.1	1895.6	0.55	0.80	S_3
11	0.36	0.26	2767.4	1946.3	1700.2	0.61	0.87	N
12	0.54	0.40	4128.3	3033.5	2860.2	0.69	0.94	S_2
13	0.32	0.22	2432.9	1649.8	895.6	0.37	0.54	N
14	0.47	0.34	3573.3	2557.3	2290.3	0.64	0.89	S_3
15	0.46	0.36	3520.1	2767.4	2538.6	0.72	0.92	S_3
16	0.45	0.34	3383.2	2600.2	2468.5	0.73	0.95	S_3
17	0.45	0.31	3383.2	2372.1	2205.2	0.65	0.93	S_3
18	0.31	0.19	2341.7	1414.1	1352.0	0.58	0.96	N
19	0.52	0.38	3930.6	2858.6	2700.2	0.69	0.94	S_3

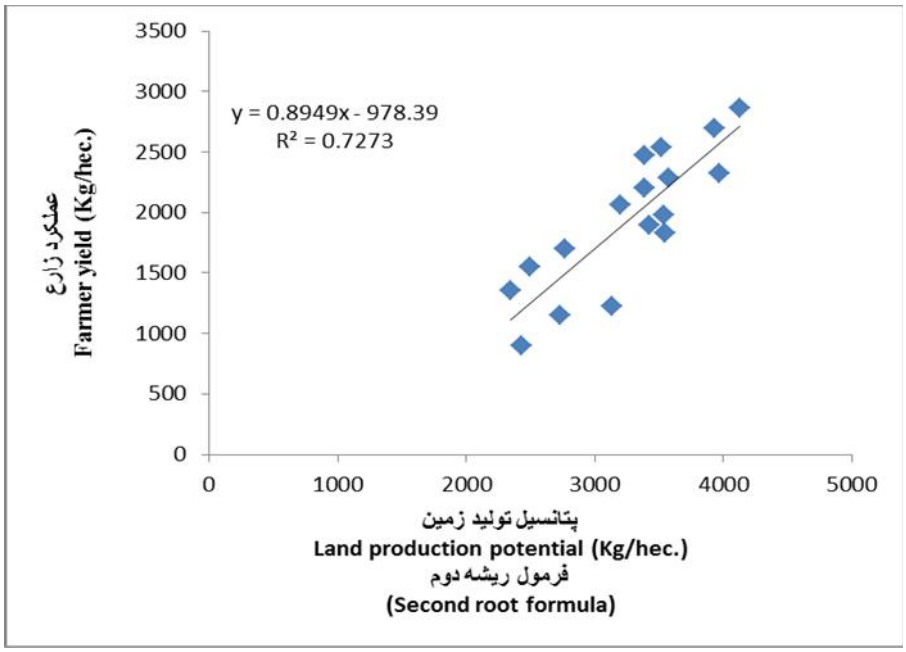


شکل ۱- نقشه کلاس های تناسب کمی اراضی

Figure 1- Map of quantitative land suitability classes



الف (A)



ب (B)

شکل ۲- رابطه رگرسیونی بین عملکرد زارع و پتانسیل تولید زمین (الف و ب به ترتیب: محاسبه پتانسیل تولید زمین با استفاده از فرمول‌های استوری و ریشه دوم)

Figure 2- Regressional relation between farmer yield and land production potential (A and B respectively: calculation of land production potential, using storie and second root formulas)

منابع

1- Ashraf S. 2011. Estimating the land production potential for wheat, using GIS method. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(8): 118-122.
2- Chinene V.R.N. 1991. The Zambian land evaluation system (ZLES). Soil Use and Management, 7: 21-30.
3- Embrechts J., Poeloengan Z. and Sys C. 1988. Physical Land Evaluation: Using a parametric method applied to oilpalm plantation in north Sumatra, Indonesia. Soil Survey and Land Evaluation, 8: 111-122
4- Etedali S., Givi J. and Nouri M.R. 2012. Comparison between land production potential prediction for maize, using FAO and Wageningen models and assessment of management level for its cultivation around Shahrekord city. Journal of Water and Soil, 26 (4): 873-885. (in Persian with English abstract)
5- Fatehi Sh., Ghaderi J., and Seiedjalali A.R. 2007. Land suitability evaluation and production potential assessment for maize in Kermanshah plain. p.287. In Agriculture and Natural Resources Pardis (ed.). Proceedings of the 10th Iranian Soil Science Congress, 26-28 Aug. 2007. Agriculture and Natural Resources Pardis, Tehran University, Karaj. (in Persian)
6- Givi J. 1998. Qualitative, quantitative and economical land suitability evaluation and land production potential assessment for important field crops of the Felavarjan area, Isfahan province. Project report, Agricultural Economy and Planning Research Institute, Tehran. (in Persian)
7- Haghighi A. 2014. Qualitative land suitability evaluation and land production potential prediction for irrigated cultivation of canola in north Shahrekord district, using ALES program. M.Sc. thesis in soil science, Shahrekord University, Shahrekord. (in Persian with English abstract)
8- Khaghani R. 2009. Comparing FAO and Wageningen models for wheat production potential estimation in Harzandat area, Marand. p. 98. In Gorgan agricultural sciences and natural resources university (ed.). Proceedings of the 11th Iranian Soil Science Congress, 12-15 Jul. 2009. Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan. (in Persian)
9- Khosraviani D. 2007. Soil survey and qualitative and quantitative land suitability evaluation for safflower cultivation in part of Sureshjan town, Chaharmahal va Bakhtiary province, using GIS. M.Sc. thesis in soil science, Shahrekord University, Shahrekord. (in Persian with English abstract)
10- Mosavati S.A. and Seiedjalali A.R. 2002. Land suitability assessment and land production potential estimation for wheat in saline soils of Golestan province. Technical publication No. 1136, Soil and Water Research Institute, Tehran. (in Persian)
11- Mozaffarian M., Nezami M., Zarrinkafsh M. and Jalali A. 2009. Land production potential estimation for irrigated wheat in south-west Tehran province. p. 444-445. In Gorgan agricultural sciences and natural resources university (ed.). Proceedings of the 11th Iranian Soil Science Congress, 12-15 Jul. 2009. Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan. (in Persian)
12- Plant medicians of Tabriz University 2010. Available athttp://www.tabrizugiyahpezeshki.blogfa.com/post-40.aspx
13- Rezai H. and Malakuti M.J. 2000. Method of oil seeds nutrient requirement supply. Part 2, optimum fertilizer use in canola plantation, technical publication No. 116, Soil and Water Research Institute, Tehran. (in Persian)
14- Rossiter D.G. 1996. A theoretical framework for land evaluation. Geoderma, 72:165-190.
15- Sohrabi A., Givi J., Malakuti M.J., Masihabadi M.H. and Seiedjalali A.R. 2003. Calculation of growth period duration and estimation of suger beet radiation-thermal production potential, using FAO model in Seilakhor plain, Lorestan. Suger beet journal, 19 (1): 67-79. (in Persian)
16- Sys C., Van Rant E. and Debaveye J. 1991. Land evaluation. Part 1, Agricultural Publications No 7. General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium.
17- Tang H. 1993. Land suitability classification based on fuzzy set theory and modeling of land production potential of maize and winter wheat in different zones of China. Ph.D thesis, University of Gent. Gent, Belgium.
18- Zareeian GH.R. and Seiedjalali A.R. 2009. Quantitative land suitability evaluation and land production potential estimation for wheat in saline soils of Sarvestan plain (Fars province). p. 645-647. In Gorgan agricultural sciences and natural resources university (ed.). Proceedings of the 11th Iranian Soil Science Congress, 12-15 Jul. 2009. Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan. (in Persian)

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1651-1661

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۶، بهمن –اسفند ۱۳۹۴، ص. ۱۶۶۱- ۱۶۵۱

Production Potential Prediction and Quantitative Land Suitability Evaluation for Irrigated Cultivation of Canola (*Brassica napus*), North of Shahrekord District

J. Givi[1*]- A. Haghighi[2]
Received: 29-02-2014
Accepted: 20-05-2015

Introduction: Land suitability evaluation and land production potential estimation are considered as prerequisites for land use planning. In quantitative land suitability evaluation, land suitability is evaluated based on production per surface area unit. In this kind of evaluation, first, radiation thermal production potential is calculated, using different models such as FAO model. This potential is a genetical one which is not under influence of water, soil and management limitations. If soil limitations are exerted in the radiation thermal production potential, land production potential is resulted. The difference between the land production potential and the farmer yield is that the first one is not under influence of management limitation but the second one is under influence of management. Management level is determined based on management index. Canola (*Brassica napus*) is one of the oil crops which is cultivated in Iran and provides more than 90% of the required oil of the country. This crop is effective in the control of pests, diseases and weeds. Oil of the edible varieties of canola has good quality. After extraction of the oil, the remained meal is full of protein and is appropriate for animal nutrition. The aims of this research have been land production potential prediction and quantitative land suitability evaluation for irrigated canola in the north of Shahrekord. In the present research, for the first time, canola growth requirements were rated for different suitability classes.

Materials and Methods: The studied land with a total surface area of 25 hectares is located north of Shahrekord, in the vicinity of the previous Saman industrial district. The average annual precipitation in the studied area is 370 mm and the mean annual temperature is 13.1 ^{OC}. 19 soil profiles were dug and described. Leaf area index, harvest index and canola grain moisture percentage were measured. Farmer yield was also measured for each profile and economic data were collected. Physical and chemical analyses of the soils were done according to the standard laboratory methods. For the first time, canola growth requirements were rated for different suitability classes. In a next step, the measured land characteristics were matched with the canola growth requirements (except climatic requirements) and depending on the limitation level of the land characteristics for canola, a suitability rating was considered for each land property. By using these ratings in the second root and story formulas, soil index was calculated. Radiation-thermal production potential was calculated, using FAO model, considering temperature, solar radiation, leaf area index and harvest index limitations. Land production potential was determined by multiplication of the radiation-thermal production potential and the soil index. Margin yield was calculated by dividing total costs to the price of one kilogram of canola in the market. The limits between quantitative land suitability classes of S1 and S2, S2 and S3 and S3 and N were considered to be 75% of the radiation-thermal production potential, 140% and 90% of the marginal yield, respectively. Management index was calculated by dividing the farmer yield to the land production potential. Management index of 0.75 and 0.50 was considered respectively to be the limits between management levels of high and intermediate and intermediate and low. To evaluate the accuracy of the used methods, the correlation between the land production potential and the farmer yield was investigated.

Results and Discussion: Canola radiation-thermal production potential was calculated as 7603 kg. ha.$^{-1}$; mean land production potentials, using second root and story formulas were predicted respectively, as 3214 and 2291 kg. ha.$^{-1}$ and mean farmer yield was measured as 1943 kg. ha.$^{-1}$. Management level was determined as high to intermediate. The marginal yield was calculated as 2025 kg. ha.$^{-1}$ The results of this study showed that 59 and 6 percent of the land is marginal (S_3) and moderated (S_2) suitable respectively. 35 percent of them are not suitable (N). Use of the second root formula is more appropriate than story formula as far as land production potential calculation is concerned.

1 and 2- Associate Professor and M.Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Respectively
(*- Corresponding Author Email: jgivi@yahoo.com)

Conclusion: Moderate limitation of slope and carbonate content and moderate to severe limitation of gravels in the soils are the origin of a difference of 4400 to 5300 kg. ha.$^{-1}$ between the radiation-thermal production potential and the land production potential. A difference of 348 to 1271 kg. ha.$^{-1}$ between the land production potential and the average farmer yield is due to the high to intermediate management level. Land physical limitations and management level have caused more than 50% of the lands to have marginal suitability and 35% of them become non-suitable.

Keywords: Growth Requirements, Management, Production Potential