مقایسه پتاسیل تولید محاسبه شده با شاخص‌های اصلاح نشده و اصلاح شده اراضی برای تیپ‌بهره‌وری آفتابگردان

مسلم ثروتی [۱]، علی‌اصغر جعفرزاده [۲]، حسن محمدی [۳]، نیلوفر تیمورپور [۴]
۱- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز، ۳- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شاهد تهران، ۴- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

چکیده
این تحقیق به منظور مقایسه شاخص‌های اصلاح نشده و اصلاح شده اراضی برای تعیین پتانسیل تولید آفتابگردان انجام گردید. داده‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی از ۲۶ واحد اراضی اخذ گردید و بر اساس مدل AEZ پتانسیل حرارتی- تابشی تولید برآورد و در شاخص خاک محاسبه‌شده با روش‌های استوری و ریشه دوم اصلاح شده و نشده ضرب گردید. نتایج نشان داد که در روش‌های پارامتریک، شاخص‌های اصلاح‌نشده اراضی نسبتا پایین‌تر از حد قابل انتظار بود. برای رفع این مشکل شاخص‌های اراضی اصلاح گردید که نتایج باعث بهبود کلاس‌های تناسب اراضی گردید. ضرایب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده، به ترتیب ۵۹/۰، ۷/۰، ۷۶/۰ و ۸/۰ برای مدل‌های استوری اصلاح نشده، ریشه دوم اصلاح نشده، استوری اصلاح شده و ریشه دوم اصلاح شده می‌باشد. بنابراین، ریشه‌دوم اصلاح شده با توجه به ضریب تشخیص بالاتر و خطای پایین‌تر نسبت به سایر روش‌ها، عملکرد مشاهده شده را بهتر پیش‌بینی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: AEZ، فائو، عملکرد مشاهده‌شده، خواجه

مقدمه
انتخاب یک روش مناسب ارزیابی زمین در کشورهای در حال توسعه مانند ایران جهت برنامه‌ریزی حال و آینده برای استفاده از اراضی دارای اهمیت بالایی می‌باشد. روش‌های ارزیابی به دو بخش کلی روش‌های کلاسیک و روش‌های فائو طبقه‌بندی می‌شوند (FAO, ۱۹۷۶). این روش‌ها با تشریح عامل‌های نسبتاً پایدار از نظر زمانی، اراضی را بر مبنای ویژگی‌های فیزیکی و برای انواع استفاده‌های کلی، نظیر کشاورزی، جنگل، مرتع و ... بررسی می‌کنند (گیوی ۱۳۷۷). فائو در سال ۱۹۷۶ گزارش نمود که ارزیابی قابلیت اراضی برای مقایسه کاربری‌های مختلف، به دلیل فقدان مقیاس اندازه‌گیری مشترک برای محدودیت‌های فیزیکی اراضی، روش مناسبی نیست. همچنین این روش واحدهای اراضی را با تعداد و شدت محدودیت‌های فیزیکی رده‌بندی می‌کند و چنین مقیاس عددی بدون منشأ ذاتی نمی‌تواند برای تعیین ارزش اقتصادی نسبی سطوح اراضی حتی در مورد یک کاربری خاص بکار رود. مهم‌تر از همه کاربران اراضی و برنامه‌ریزان اغلب تصمیمات خود را بر اساس ارزش‌های اقتصادی پیش‌بینی‌شده اتخاذ می‌کنند. بنابراین روش‌های فائو که تناسب اراضی تیپ‌های مختلف بهره‌وری را تعیین می‌کند، ارائه گردید (Rossiter, ۱۹۹۵). روش ارزیابی تناسب اراضی برای کاربری‌های خاص به روش فائو شامل دو بخش کمی و کیفی بوده و در اکثر کشورهای در حال توسعه و اروپای شرقی محور اصلی محسوب می‌شود (FAO, ۱۹۷۶). در ارزیابی کیفی تنها جنبه‌های فیزیکی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد، ولی فائو معتقد است که تنها استفاده از معیارهای فیزیکی نمی‌تواند به عنوان معیار مناسب جهت تمایز و تفکیک اراضی مورد استفاده قرار گیرد، زیرا یکی از مهم‌ترین معیارهای تصمیم‌گیری زارعین و کاربران میزان درآمدزایی واحدهای تولیدی است (Rossiter, ۱۹۹۵). بنابراین انجام ارزیابی کمی و اقتصادی ضروری می‌نماید. کمالی (۱۳۸۲) ارزیابی تناسب اراضی را برای تیپ‌های بهره‌وری گندم آبی و جوی پاییزه، ذرت علوفه‌ای و چغندرقند در منطقه آبیک قزوین با استفاده از چهارچوب فائو و روش‌های پیشنهادی سایس (محدودیت ساده و پارامتریک) تعیین کرد. نتایج نشان داد که علاوه بر محدودیت‌های اقلیمی، شوری خاک، گچ و pH از جمله عوامل محدودیت‌های خاک در منطقه می‌باشد. همچنین نتایج به‌دست آمده از روش پارامتریک (ریشه دوم) نسبت به سایر روش‌ها همبستگی بیشتری با تولید مشاهده‌شده نشان داد. اشرف (۲۰۱۱) پتانسیل تولید در شمال دامغان (استان سمنان) را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بر مبنای روش فائو برای گندم تعیین کرد که بین ۳۸۰ و ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. پایین بودن تولید پیش‌بینی‌شده در برخی واحدهای نقشه به علت محدودیت شوری و سدیمی بودن تشخیص داده‌شده و پتانسیل تولید این منطقه برای کشت جو توسط اشرف و همکاران (۲۰۱۱) بین ۳۵۳ و ۵۲۷۸ کیلوگرم در هکتار گزارش‌شده است. هدف از این تحقیق ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی آتابگردان در منطقه خواجه در راستای ایجاد توسعه پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه (خواجه) با وسعتی حدود ۷۳۳۵ هکتار، در شمال‌شرق تبریز واقع‌شده و از شرق خواجه شروع و تا ساخسلو ادامه دارد. این منطقه در محدوده ″۳۰٫۷٫۳۸ تا ″۳۰٫۱۱٫۳۸ عرض شمالی و ″۳۰٫۳۷٫۴۶ تا ″۳۰٫۴۴٫۴۶ طول شرقی واقع شده است. دمای سالیانه خاک در عمق کمتر از ۵۰ سانتی‌متری C° ۵۸/۱۴ بوده و دارای رژیم حرارتی مزیک می‌باشد. همچنین با توجه به برنامه نیوهال، رژیم رطوبتی منطقه از نوع اریدیک هم مرز با زریک[۱۷۳] است.

بر اساس نوع مطالعه (نیمه تفصیلی دقیق)، از روش شبکه‌بندی منظم به ابعاد ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ مترمربع (۱۰۰ هکتار) استفاده گردید. بنابراین تعداد ۸۰ خاکرخ و ۸۰ مته در ۷۳۳۵ هکتار به عنوان نقاط مطالعاتی انتخاب گردید. تمامی خاکرخ‌ها بر اساس دستورالعمل تشریح خاک (Schoeneberger, ۲۰۰۶) و کلید رده‌بندی آمریکایی (Anonymous, ۲۰۱۴) تشریح گردید. بر این اساس ۲۶ واحد اراضی جداسازی گردید که در ۱۷ واحد اراضی آفتابگردان کشت می‌شد.

از آنجایی که در مناطق مرطوب ویژگی‌های اراضی مورد استفاده در ارزیابی تناسب اراضی شامل اقلیم، توپوگرافی، زهکشی، سیلگیری، مجموعه بافت-سنگریزه-عمق و سه ویژگی مربوط به حاصلخیزی خاک (ظرفیت تبادل کاتیونی ظاهری (ACEC)، کاتیون‌های بازی یا pH و کربن آلی می‌باشد. برای مناطق خشک، ویژگی‌های گچ، آهک و شوری و قلیائیت جایگزین ویژگی‌های مرتبط با حاصلخیزی می‌گردد. بنابراین با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی در این تحقیق برای محاسبه شاخص‌های اراضی از ویژگی‌های مورد استفاده برای مناطق خشک استفاده گردید. شایان ذکر است به‌غیر از ویژگی‌های سیل‌گیری، زه‌کشی و توپوگرافی از میانگین وزنی و ضرایب عمقی تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری (با توجه به یکساله بودن تیپ بهره‌وری آفتابگردان) (Sys & etal., ۱۹۹۱a) برای محاسبه سایر ویژگی‌های بکار رفته استفاده شد. سپس، این ویژگی‌ها با نیازهای رویشی آفتابگردان بر اساس جدول‌های سایس و همکاران (۱۹۹۳) مقایسه و درجه تناسب هر ویژگی محاسبه و در نهایت با استفاده از فرمول ۱ (Khidir, ۱۹۸۶) و رابطه ۲ (Storie, ۱۹۷۶) شاخص اراضی اصلاح نشده (LI) برای هر واحد محاسبه گردید.

$$LI = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots} \quad (۱)$$

$$LI = \mathrm{A} \times \frac{\mathrm{B}}{100} \times \frac{\mathrm{C}}{100} \times \dots \quad (۲)$$

در این فرمول‌ها، A، B و C و...، درجات تناسب تخصیص یافته به هریک از ویژگی‌های اراضی، R_{min} درجه تناسب حداقل در بین ویژگی‌هاست. سپس شاخص‌های اصلاح‌نشده اراضی با استفاده از رابطه‌های ۳ تا ۷ برای روش استوری و رابطه‌های ۸ تا ۱۲ برای روش ریشه دوم (Sys and etal., ۱۹۹۱a)، به شاخص‌های اصلاح‌شده اراضی تبدیل شدند.

(۳)	کلاس S_1	$CLI = 75 + (SLI - 43)0.439$
(۴)	کلاس S_2	$CLI = 50 + (SLI - 10)0.333$
(۵)	کلاس S_3	$CLI = 25 + (SLI - 1)0.424$
(۶)	کلاس N_1	$CLI = (SLI)0.625$
(۷)	کلاس N_2	$CLI = SLI$
(۸)	کلاس S_1	$CLI = 75 + (SQRI - 60)0.625$
(۹)	کلاس S_2	$CLI = 50 + (SQRI - 24)0.410$
(۱۰)	کلاس S_3	$CLI = 25 + (SQRI - 5)0.455$
(۱۱)	کلاس N_1	$CLI = (SQRI)0.625$
(۱۲)	کلاس N_2	$CLI = SQRI$

چنانچه کمترین درجه تناسب مربوط به ۸ ویژگی، ۸۵ یا بیشتر باشد از رابطه‌های کلاس S_1، ۶۰ تا ۸۵ از رابطه‌های کلاس S_2، ۴۰ تا ۶۰ از رابطه‌های کلاس S_3، ۲۵ تا ۴۰ رابطه‌های کلاس N_1، کمتر از ۲۵ از رابطه‌های کلاس N_2 استفاده می‌گردد. در این رابطه‌ها CLI[۱۷۴] شاخص اصلاح‌شده اراضی، SLI[۱۷۵] شاخص اصلاح‌نشده اراضی به روش استوری و SQRI[۱۷۶] شاخص اصلاح‌نشده اراضی به روش ریشه دوم می‌باشد.

برای ارزیابی کمی تناسب اراضی بر اساس پتانسیل ژنتیکی محصول و ویژگی‌های گیاهی آن، با استفاده از داده‌های اقلیمی همانند تابش خورشید و درجه حرارت، مقدار تولید پتانسیل برآورد گردید. معادله نهایی برای برآورد تولید پتانسیل محصول با استفاده از پهنه‌بندی اکولوژیکی-زراعی از روابط ۱۳، ۱۴ و ۱۵ قابل محاسبه است (FAO, ۱۹۹۶).

$$Y = \frac{0.36\ bgm\ .KLAI\ .Hi}{\frac{1}{L} + 0.25\ C_t} \quad (۱۳)$$

---

۱۷۳ - Aridic border to Xeric
۱۷۴ -Corrected Land Index
۱۷۵ - Storie Land Index
۱۷۶ - Square Root Land Index

$$bgm = f \times bo + (1 - f) \times bc \quad (۱۴)$$

$$C_t = C_{30}(0.044 + 0.0019\,t + 0.001\,t^2) \quad (۱۵)$$

Y: تولید پتانسیل یا پتانسیل گرمائی-تابشی تولید (کیلوگرم وزن خشک در هکتار)، bgm: حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست‌توده (کیلوگرم بر هکتار در ساعت)، KLAI: نسبت حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست‌ت، Hi: شاخص برداشت که از تقسیم وزن دانه بر وزن کل بوته بدست می‌آید، l: طول سیکل رشد (روز)، Ct: ضریب تنفس، C۳۰: برای لگوم‌ها برابر ۰۲۸۳/۰ و برای غیرلگوم‌ها برابر ۰۱۰۸/۰ می‌باشد، t: متوسط درجه حرارت در طول سیکل رشد، f: بخشی از روز که آسمان ابری است، (۱-f): بخشی از روز که آسمان آفتابی است، bo: حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست‌توده ناخالص در روزهای ابری (کیلوگرم بر هکتار در روز)، bc: حداکثر تولید زیست توده.

شاخص برداشت و شاخص سطح برگ در آزمایشگاه اندازه‌گیری و حداکثر سرعت فتوسنتز با توجه به تیپ بهره‌وری از روی نمودار مربوطه (Sys & etal., ۱۹۹۳) برآورد گردید. متوسط ۳۰ ساله اطلاعات هواشناسی منطقه بین سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۹ از ایستگاه هواشناسی تبریز نزدیکترین ایستگاه، فراهم شد. نهایتا با ضرب شاخص خاک (اصلاح شده و اصلاح نشده) در تولید تابشی حرارتی، میزان تولید در هر واحد اراضی با شاخص‌های اراضی اصلاح شده و نشده محاسبه گردید.

نتایج و بحث

مقادیر عددی متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه پتانسیل تابشی- گرمائی تولید آفتابگردان در جدول ۱ ارائه شده است. پتانسیل تولید در منطقه خواجه باروش‌های استوری و ریشه دوم اصلاح نشده و شده نیز در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- مقادیر متغیرهای استفاده شده برای محاسبه پتانسیل تابشی-گرمائی تولید آفتابگردان

پارامترها	اطلاعات	پارامترها	اطلاعات
تیپ بهره‌وری	افتابگردان	شاخص سطح برگ (m^2/m^2)	۵/۳
گروه فتوسنتزی	C_3 و گروه ۲	ضریب برداشت	۴۵/۰
KALI	۸۵/۰	bo	۳۳/۲۵۰
bgm	۸۶/۷۷۷	bc	۷۸/۴۶۷
C_t	۰۰۶۵/۰	f	۲۳/۰
متوسط درجه حرارت سیکل رشد	۱۳/۲۵	$C_{3.}$	۰۱۰۸/۰
حداکثر سرعت فتوسنتز	۳۸	متوسط درجه حرارت روزانه سیکل رشد	۲۶/۲۸
درصد رطوبت تیپ بهره‌وری	۱۹%	(عملکرد)	۱۱۰۰۰

جدول ۲- پتانسیل تولید برآورد شده با روش‌های مختلف

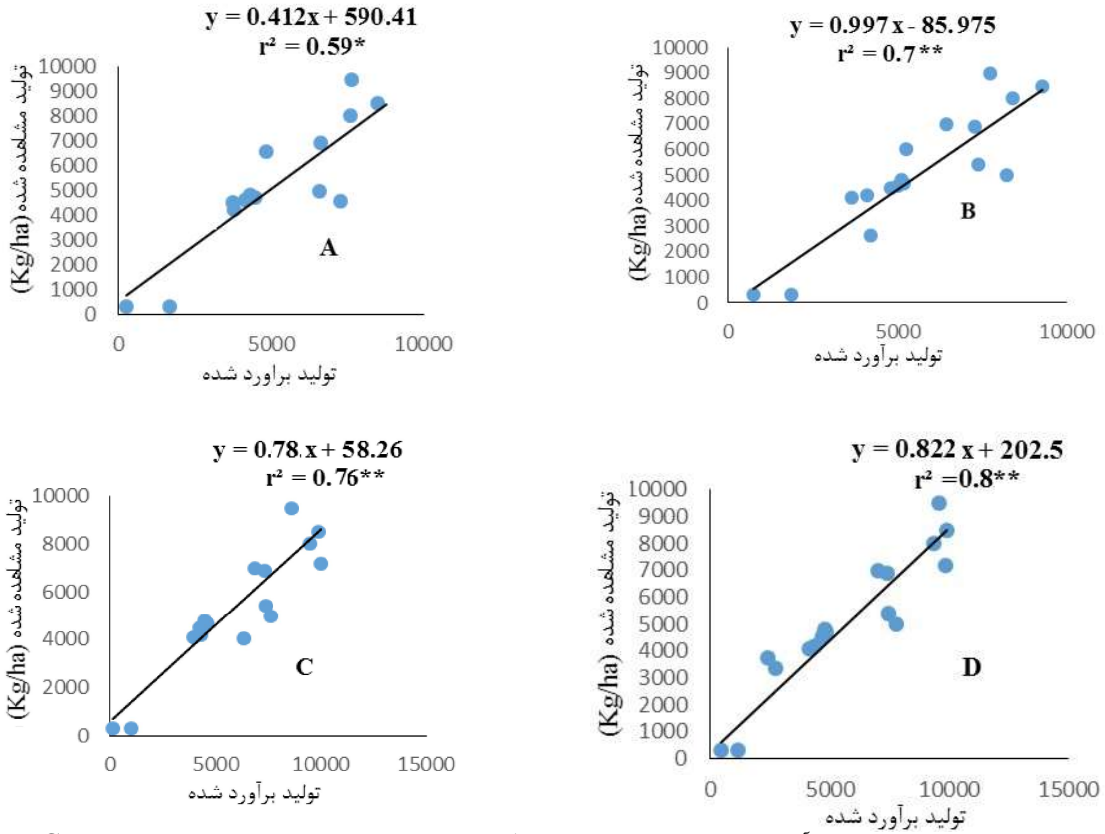
واحد اراضی	تولید براورد شده (استوری با شاخص اصلاح نشده)	تولید براورد شده (ریشه دوم با شاخص اصلاح نشده)	تولید براورد شده (استوری با شاخص اصلاح شده)	تولید براورد شده (ریشه دوم با شاخص اصلاح شده)
۱	۳۹۲۰	۴۱۵۰	۴۳۵۰	۴۵۳۰
۲	۴۴۱۰	۵۲۰۰	۴۵۵۰	۴۹۱۰
۳	۴۲۳۰	۵۱۰۰	۴۶۲۰	۴۸۳۰
۴	۳۰۴۰	۳۶۸۰	۴۰۹۰	۴۲۷۰
۵	۵۲۳۰	۶۵۴۰	۷۰۰۰	۷۱۶۰
۶	۳۷۲۰	۴۸۹۰	۴۳۴۰	۴۷۸۰
۷	۸۵۳۰	۹۳۴۰	۹۹۲۰	۹۹۶۰
۸	۶۷۷۰	۷۳۴۰	۷۳۵۰	۷۴۸۰
۹	۴۵۳۰	۵۲۴۰	۴۶۱۰	۴۹۵۰
۱۰	۷۶۵۰	۸۳۴۰	۷۶۳۰	۷۸۵۰
۱۱	۱۷۸۰	۱۸۳۰	۱۰۴۰	۱۲۴۰
۱۲	۸۰۲۰	۸۷۳۰	۹۷۶۰	۹۶۸۰
۱۳	۸۸۸۰	۹۲۱۰	۱۱۱۳۰	۱۰۸۶۰
۱۴	۷۶۰۰	۸۴۳۰	۹۵۴۰	۹۴۷۰
۱۵	۵۴۰۰	۵۶۰۰	۵۶۳۰	۵۷۴۰
۱۶	۴۰۰۰	۴۰۶۰	۴۱۲۰	۴۳۰۰
۱۷	۳۰۰	۷۰۰	۲۰۰	۵۰۰

آبیاری نامناسب، عدم مبارزه با علف‌های هرز، تاریخ نامناسب کاشت و عدم تامین به موقع سموم، آفت‌کش‌ها، کود و ... تعیین کننده در سطح مدیریت یک منطقه و واحد اراضی است. همچنین فقط در برآورد پتانسیل تولید به‌وسیله روش ریشه دوم اصلاح

شده است که در تمامی واحدها میزان تولید مشاهده‌شده کمتر از پتانسیل تولید آن واحد است. در بقیه روش‌ها گاهی مشاهده می‌شود که پتانسیل تولید کمتر از تولید مشاهده شده است که این ناشی از کم‌برآوردی روش‌های مذکور است.

بررسی دقت ارزیابی با استفاده از روابط رگرسیونی بین تولید مشاهده‌شده (واقعی) و تولید برآورد شده (پتانسیل تولید) در سطح منطقه مطالعاتی نشان داد که روش‌های اصلاح‌شده نسبت به روش‌های اصلاح‌نشده از دقت بالاتری برخوردار هستند. همچنین روش پارامتریک نسبت به روش استوری نتایج قابل‌قبول‌تری ارائه می‌نماید.

ضرایب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده، به ترتیب ۵۹/۰، ۷/۰، ۷۶/۰ و ۸/۰ برای مدل‌های استوری اصلاح نشده، ریشه دوم اصلاح نشده، استوری اصلاح شده و ریشه دوم اصلاح شده می‌باشد. بنابراین، ریشه‌دوم اصلاح شده با توجه به ضریب تشخیص بالاتر و خطای پایین‌تر نسبت به سایر روش‌ها، عملکرد مشاهده شده را بهتر پیش‌بینی می‌کند.



شکل ۱-رابطه بین پتانسیل تولید (برآورد شده) و تولید مشاهده شده (A: استوری اصلاح نشده، B : ریشه دوم اصلاح نشده، C: استوری اصلاح شده، D: ریشه دوم اصلاح شده)

منابع

ایوبی، ش. و جلالیان. ا، ۱۳۸۵. ارزیابی اراضی (کاربری‌های کشاورزی و منابع طبیعی). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

کمالی، ا. ۱۳۸۲. بررسی و تعیین تناسب اراضی برای محصولات آبی عمده منطقه آبیک (قزوین) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

Anonymous, ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy. ۱۱th edition. Soil Survey Staff, Natural Resource Conservation Service.

Ashraf, Sh, ۲۰۱۱. Estimating the land production potential for wheat, using GIS method. Australian Journal of Basic and Applied Science, ۵(۸): ۱۱۸-۱۲۲.

Ashraf, Sh., Ashraf, V. and Abbaspour, H. ۲۰۱۱. Assessment of land production potential for barley using geographic information system (GIS) method. Indian Journal of Science and Technology, ۴(۱۲):۱۷۷۵-۱۷۷۷.

FAO. ۱۹۷۶. A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin Series No. ۳۲. FAO, Rome.
FAO, ۱۹۹۶. Agro-ecological Zoning. Guidelines. FAO soils Bulletin No : ۷۶. FAO, Rome.
Khidir S.M. ۱۹۸۶. A statistical approach in the use of parametric systems applied to the FAO framework for land evaluation. PhD Thesis of State University, Ghent, Belgium.
Rossiter, D.G, ۱۹۹۵. Economic land evaluation : Why and how. Soil Use and Management, ۱۱ : ۱۳۲-۱۴۰.
Storie RE, ۱۹۵۰. Rating soils for agricultural forest and grazing use. Journal Transactions of Soil Science۱ : ۳۳۶-۳۳۹.
Schoeneberger, P.J., Wysocki D.A., Benham, E.C. and Broderson, W.D. ۲۰۰۶. Field Book for Describing and Sampling Soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
Storie, R.E. ۱۹۵۰. Rating soils for agricultural forest and grazing use. Journal Transactions of Soil Science,۱ : ۳۳۶-۳۳۹.
Sys, C., Van Ranset, E. and Debaveye J.۱۹۹۱a. Land Evaluation, Part I, Principle in Land Evaluation and Crop Production Calculation, International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent., Belgium.
Sys. C., Van Ranset, E. and Debaveye, J. ۱۹۹۱b. Land Evaluation, Part II, Methods in Land Evaluation. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent university, Ghent, Belgium.
Sys, C., Van Ranset, E., Debaveye, J. and Beernaert, F. ۱۹۹۳. Land Evaluation, Part III, Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation Place, Brussels, Belgium.

Abstract

In this research Soil morphological and analytical data were carried out for ۲۶ land units. Then, based on AEZ model, radiation thermal production potential for Sunflower was estimated and then soil index which indicate the extent of soil limitations effectiveness on production reduction, was calculated by the square root formulas. Finally land production potential was calculated by multiplication of the soil index and radiation thermal production potential. The results revealed that parametric methods uncorrected land indexes had lower values than what it was expected in real conditions. For solving this problem land indexes were corrected and the results improved land suitability classes. Coefficient of correlation values between land production potential and observed yield were ۰.۵۹, ۰.۷, ۰.۷۶ and ۰.۸ for uncorrected storie, uncorrected root mean square, corrected storie and root mean square models respectively. Based on the results, it can conclude that Root Mean Square method can predict yield better that other methods because of higher regression coefficient and lower error.