



## مقایسه پتانسیل تولید محاسبه شده با شاخص های اصلاح نشده و اصلاح شده اراضی برای تیپ بهره‌وری آفتابگردان

مسلم ثروتی<sup>۱</sup>، علی اصغر جعفرزاده<sup>۲</sup>، حسن محمدی<sup>۳</sup>، نیلوفر تیمورپور<sup>۴</sup>  
۱- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندواب، دانشگاه ارومیه، ۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز، ۳-  
دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شاهد تهران، ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و  
مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

### چکیده

این تحقیق به منظور مقایسه شاخص های اصلاح نشده و اصلاح شده اراضی برای تعیین پتانسیل تولید آفتابگردان انجام گردید. داده های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی از ۲۶ واحد اراضی اخذ گردید و بر اساس مدل AEZ پتانسیل حرارتی - تابشی تولید برآورد و در شاخص خاک محاسبه شده با روش های استوری و ریشه دوم اصلاح شده و نشده ضرب گردید. نتایج نشان داد که در روش های پارامتریک، شاخص های اصلاح نشده اراضی نسبتاً پایین تر از حد قابل انتظار بود. برای رفع این مشکل شاخص های اراضی اصلاح گردید که نتایج باعث بهبود کلاس های تناسب اراضی گردید. ضرایب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده، به ترتیب ۵۹/۰، ۷۱/۰، ۷۶/۰ و ۸۱/۰ برای مدل های استوری اصلاح نشده، ریشه دوم اصلاح نشده، استوری اصلاح شده و ریشه دوم اصلاح شده می باشد. بنابراین، ریشه دوم اصلاح شده با توجه به ضریب تشخیص بالاتر و خطای پایین تر نسبت به سایر روش ها، عملکرد مشاهده شده را بهتر پیش بینی می کند.

واژه های کلیدی: AEZ، فائو، عملکرد مشاهده شده، خواجه

### مقدمه

انتخاب یک روش مناسب ارزیابی زمین در کشورهای در حال توسعه مانند ایران جهت برنامه ریزی حال و آینده برای استفاده از اراضی دارای اهمیت بالایی می باشد. روش های ارزیابی به دو بخش کلی روش های کلاسیک و روش های فائو طبقه بندی می شوند (FAO, ۱۹۷۶). این روش ها با تشریح عامل های نسبتاً پایدار از نظر زمانی، اراضی را بر مبنای ویژگی های فیزیکی و برای انواع استفاده های کلی، نظیر کشاورزی، جنگل، مرتع و ... بررسی می کنند (گیوی ۱۳۷۷). فائو در سال ۱۹۷۶ گزارش نمود که ارزیابی قابلیت اراضی برای مقایسه کاربری های مختلف، به دلیل فقدان مقیاس اندازه گیری مشترک برای محدودیت های فیزیکی اراضی، روش مناسبی نیست. همچنین این روش واحدهای اراضی را با تعداد و شدت محدودیت های فیزیکی رده بندی می کند و چنین مقیاس عددی بدون منشا ذاتی نمی تواند برای تعیین ارزش اقتصادی نسبی سطوح اراضی حتی در مورد یک کاربری خاص بکار رود. مهم تر از همه کاربران اراضی و برنامه ریزان اغلب تصمیمات خود را بر اساس ارزش های اقتصادی پیش بینی شده اتخاذ می کنند. بنابراین روش های فائو که تناسب اراضی تیپ های مختلف بهره‌وری را تعیین می کند، ارائه گردید (Rossiter, ۱۹۹۵). روش ارزیابی تناسب اراضی برای کاربری های خاص به روش فائو شامل دو بخش کمی و کیفی بوده و در اکثر کشورهای در حال توسعه و اروپای شرقی محور اصلی محسوب می شود (FAO, ۱۹۷۶). در ارزیابی کیفی تنها جنبه های فیزیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد، ولی فائو معتقد است که تنها استفاده از معیارهای فیزیکی نمی تواند به عنوان معیار مناسب جهت تمایز و تفکیک اراضی مورد استفاده قرار گیرد، زیرا یکی از مهم ترین معیارهای تصمیم گیری زارعین و کاربران میزان درآمدزایی واحدهای تولیدی است (Rossiter, ۱۹۹۵). بنابراین انجام ارزیابی کمی و اقتصادی ضروری می نماید. کمالی (۱۳۸۲) ارزیابی تناسب اراضی را برای تیپ های بهره‌وری گندم آبی و جوی پاییزه، ذرت علوفه‌ای و چغندر قند در منطقه آیک قزوین با استفاده از چهار چوب فائو و روش های پیشنهادی ساینس (محدودیت ساده و پارامتریک) تعیین کرد. نتایج نشان داد که علاوه بر محدودیت های اقلیمی، شوری خاک، گچ و pH از جمله عوامل محدودیت های خاک در منطقه می باشد. همچنین نتایج به دست آمده از روش پارامتریک (ریشه دوم) نسبت به سایر روش ها همبستگی بیشتری با تولید مشاهده شده 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 پیش بینی شده در برخی واحدهای نقشه به علت محدودیت شوری و سدیمی بودن تشخیص داده شده و پتانسیل تولید این منطقه برای کشت جو توسط اشرف و همکاران (۲۰۱۱) بین ۳۵۳ و ۵۲۷۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. هدف از این تحقیق ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی آفتابگردان در منطقه خواجه در راستای ایجاد توسعه پایدار می باشد.

## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

### مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه (خواجه) با وسعتی حدود ۷۳۳۵ هکتار، در شمال شرق تبریز واقع شده و از شرق خواجه شروع و تا ساخسلو ادامه دارد. این منطقه در محدوده ۳۸.۷۳° تا ۳۸.۱۳° عرض شمالی و ۴۶.۳۷۳° تا ۴۶.۴۴۳° طول شرقی واقع شده است. دمای سالیانه خاک در عمق کمتر از ۵۰ سانتی متری ۵۸/۱۴ C<sup>o</sup> بوده و دارای رژیم حرارتی مزیک می باشد. همچنین با توجه به برنامه نیوهال، رژیم رطوبتی منطقه از نوع اریدیک هم مرز با زیریک<sup>۱۷۳</sup> است.

بر اساس نوع مطالعه (نیمه تفصیلی دقیق)، از روش شبکه بندی منظم به ابعاد ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ متر مربع (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 رده بندی آمریکایی (Anonymus, ۲۰۱۴) تشریح گردید. بر این اساس ۲۶ واحد اراضی جداسازی گردید که در ۱۷ واحد اراضی افتابگردان کشت می شد.

از آنجایی که در مناطق مرطوب ویژگی های 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)، کاتیون های بازی یا pH و کربن آلی می باشد. برای مناطق خشک، ویژگی های گچ، آهک و شوری و قلیائیت جایگزین ویژگی های مرتبط با حاصلخیزی می گردد. بنابراین با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی در این تحقیق برای محاسبه شاخص های اراضی از ویژگی های مورد استفاده برای مناطق خشک استفاده گردید. شایان ذکر است به غیر از ویژگی های سیل گیری، زه کشی و توپوگرافی از میانگین وزنی و ضرایب عمقی تا عمق ۱۰۰ سانتی متری (با توجه به یکساله بودن تیپ بهره‌وری افتابگردان) (Sys & et al., ۱۹۹۱a) 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.

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

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

در این فرمول‌ها، A، B و C و...، درجات تناسب تخصیص یافته به هر یک از ویژگی های اراضی، R<sub>min</sub> درجه تناسب حداقل در بین ویژگی هاست. سپس شاخص های اصلاح نشده اراضی با استفاده از رابطه های ۳ تا ۷ برای روش استوری و رابطه های ۸ تا ۱۲ برای روش ریشه دوم (Sys and et al., ۱۹۹۱a)، به شاخص های اصلاح شده اراضی تبدیل شدند.

$CLI = 75 + (SLI - 43)0.439$	کلاس S <sub>۱</sub>	(۳)
$CLI = 50 + (SLI - 10)0.333$	کلاس S <sub>۲</sub>	(۴)
$CLI = 25 + (SLI - 1)0.424$	کلاس S <sub>۳</sub>	(۵)
$CLI = (SLI)0.625$	کلاس N <sub>۱</sub>	(۶)
$CLI = SLI$	کلاس N <sub>۲</sub>	(۷)
$CLI = 75 + (SQRI - 60)0.625$	کلاس S <sub>۱</sub>	(۸)
$CLI = 50 + (SQRI - 24)0.410$	کلاس S <sub>۲</sub>	(۹)
$CLI = 25 + (SQRI - 5)0.455$	کلاس S <sub>۳</sub>	(۱۰)
$CLI = (SQRI)0.625$	کلاس N <sub>۱</sub>	(۱۱)
$CLI = SQRI$	کلاس N <sub>۲</sub>	(۱۲)

چنانچه کمترین درجه تناسب مربوط به ۸ ویژگی، ۸۵ یا بیشتر باشد از رابطه های کلاس S<sub>۱</sub>، ۶۰ تا ۸۵ از رابطه های کلاس S<sub>۲</sub>، ۴۰ تا ۶۰ از رابطه های کلاس S<sub>۳</sub>، ۲۵ تا ۴۰ از رابطه های کلاس N<sub>۱</sub>، کمتر از ۲۵ از رابطه های کلاس N<sub>۲</sub> استفاده می گردد. در این رابطه ها CLI<sup>۱۷۴</sup> شاخص اصلاح شده اراضی، SLI<sup>۱۷۵</sup> شاخص اصلاح نشده اراضی به روش استوری و SQRI<sup>۱۷۶</sup> شاخص اصلاح نشده اراضی به روش ریشه دوم می باشد.

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

$$Y = \frac{0.36 \text{ bgm} \cdot KLA I \cdot Hi}{\frac{1}{L} + 0.25 C_t} \quad (۱۳)$$

<sup>۱۷۳</sup> - Aridic border to Xeric

<sup>۱۷۴</sup> - Corrected Land Index

<sup>۱۷۵</sup> - Storie Land Index

<sup>۱۷۶</sup> - Square Root Land Index



## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

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

(۱۴)

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

(۱۵)

Y: تولید پتانسیل یا پتانسیل گرمائی-تابشی تولید (کیلوگرم وزن خشک در هکتار)، bgm: حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست توده (کیلوگرم بر هکتار در ساعت)، KLAI: نسبت حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست، Hi: شاخص برداشت که از تقسیم وزن دانه بر وزن کل بوته بدست می آید، I: طول سیکل رشد (روز)، Ct: ضریب تنفس، C30: برای لگومها برابر ۰/۲۸۳۳ و برای غیرلگومها برابر ۰/۱۰۸۱ می باشد، t: متوسط درجه حرارت در طول سیکل رشد، f: بخشی از روز که آسمان ابری است، (f=۱): بخشی از روز که آسمان آفتابی است، bo: حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست توده ناخالص در روزهای ابری (کیلوگرم بر هکتار در روز)، bc: حداکثر تولید زیست توده.

شاخص برداشت و شاخص سطح برگ در آزمایشگاه اندازه گیری و حداکثر سرعت فتوسنتز با توجه به تیپ بهره وری از روی نمودار مربوطه (Sys & et al., ۱۹۹۳) برآورد گردید. متوسط ۳۰ ساله اطلاعات هواشناسی منطقه بین سالهای ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۹ از ایستگاه هواشناسی تبریز نزدیکترین ایستگاه، فراهم شد. نهایتاً با ضرب شاخص خاک (اصلاح شده و اصلاح نشده) در تولید تابشی حرارتی، میزان تولید در هر واحد اراضی با شاخص های 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 باروش های 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

اطلاعات	پارامترها	اطلاعات	پارامترها
۵/۳	شاخص سطح برگ (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	آفتابگردان	تیپ بهره وری
۴۵/۰	ضریب برداشت	C <sub>t</sub> و گروه ۲	گروه فتوسنتزی
۳۳/۲۵۰	bo	۸۵/۰	KALI
۷۸/۴۶۷	bc	۸۶/۷۷۷	bgm
۲۳/۰	f	۰۰۶۵/۰	C <sub>t</sub>
۰/۱۰۸۱/۰	C <sub>30</sub>	۱۳/۲۵	متوسط درجه حرارت سیکل رشد
۲۶/۲۸	متوسط درجه حرارت روزانه سیکل رشد	۳۸	حداکثر سرعت فتوسنتز
۱۱۰۰۰	(عملکرد)	۱۹%	درصد رطوبت تیپ بهره وری

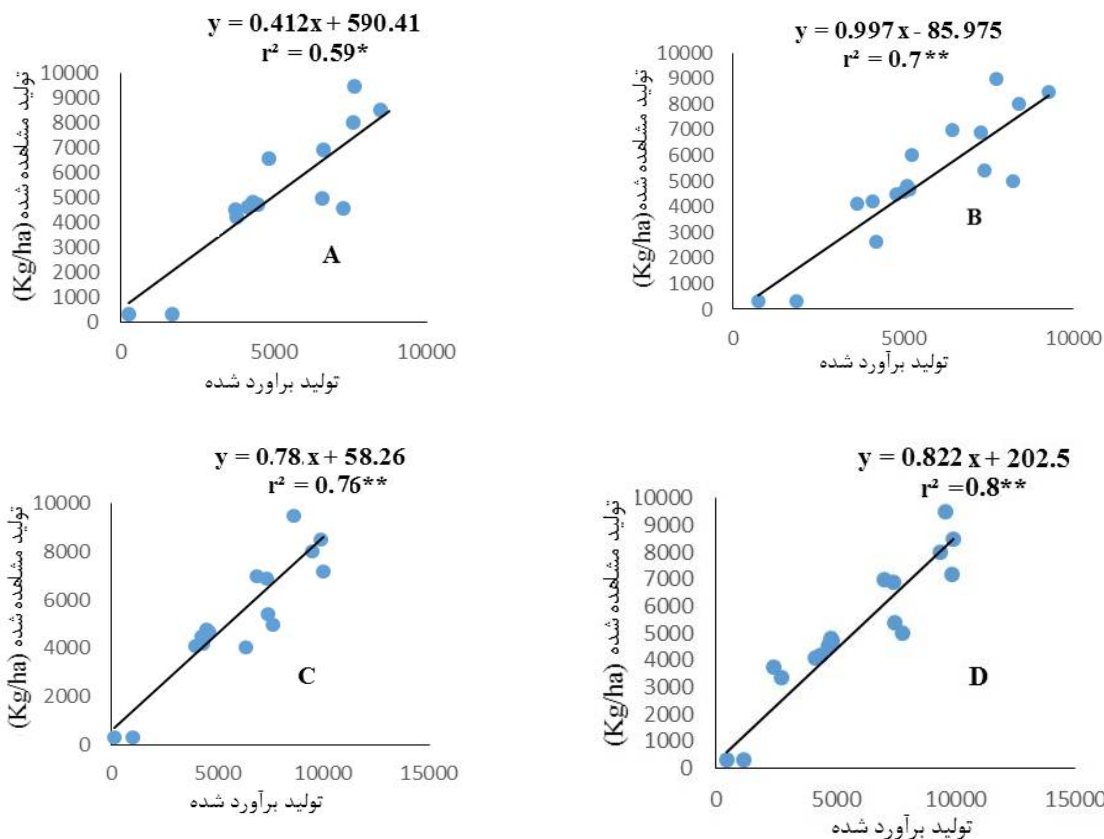
جدول ۲- پتانسیل تولید برآورد شده با روش های مختلف

واحد اراضی	تولید برآورد شده (استوری با شاخص اصلاح نشده)	تولید برآورد شده (ریشه دوم با شاخص اصلاح شده)	تولید برآورد شده (استوری با شاخص اصلاح نشده)	تولید برآورد شده (ریشه دوم با شاخص اصلاح شده)
۱	۳۹۲۰	۴۳۵۰	۴۱۵۰	۴۵۳۰
۲	۴۴۱۰	۴۵۵۰	۵۲۰۰	۴۹۱۰
۳	۴۲۳۰	۴۶۲۰	۵۱۰۰	۴۸۳۰
۴	۳۰۴۰	۴۰۹۰	۳۶۸۰	۴۲۷۰
۵	۵۲۳۰	۷۰۰۰	۶۵۴۰	۷۱۶۰
۶	۳۷۲۰	۴۳۴۰	۴۸۹۰	۴۷۸۰
۷	۸۵۳۰	۹۹۲۰	۹۳۴۰	۹۹۶۰
۸	۶۷۷۰	۷۳۵۰	۷۳۴۰	۷۴۸۰
۹	۴۵۳۰	۴۶۱۰	۵۲۴۰	۴۹۵۰
۱۰	۷۶۵۰	۷۶۳۰	۸۳۴۰	۷۸۵۰
۱۱	۱۷۸۰	۱۰۴۰	۱۸۳۰	۱۲۴۰
۱۲	۸۰۲۰	۹۷۶۰	۸۷۳۰	۹۶۸۰
۱۳	۸۸۸۰	۱۱۱۳۰	۹۲۱۰	۱۰۸۶۰
۱۴	۷۶۰۰	۹۵۴۰	۸۴۳۰	۹۴۷۰
۱۵	۵۴۰۰	۵۶۳۰	۵۶۰۰	۵۷۴۰
۱۶	۴۰۰۰	۴۱۲۰	۴۰۶۰	۴۳۰۰
۱۷	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۷۰۰۰	۵۰۰۰

آبیاری نامناسب، عدم مبارزه با علف های هرز، تاریخ نامناسب کاشت و عدم تامین به موقع سموم، آفت کش ها، کود و ... تعیین کننده در سطح مدیریت یک منطقه و واحد اراضی است. همچنین فقط در برآورد پتانسیل تولید به وسیله روش ریشه دوم اصلاح

## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

شده است که در تمامی واحدها میزان تولید مشاهده شده کمتر از پتانسیل تولید آن واحد است. در بقیه روش ها گاهی مشاهده می شود که پتانسیل تولید کمتر از تولید مشاهده شده است که این ناشی از کم برآوردی روش های مذکور است. بررسی دقت ارزیابی با استفاده از روابط رگرسیونی بین تولید مشاهده شده (واقعی) و تولید برآورد شده (پتانسیل تولید) در سطح منطقه مطالعاتی نشان داد که روش های اصلاح شده نسبت به روش های اصلاح نشده از دقت بالاتری برخوردار هستند. همچنین روش پارامتریک نسبت به روش استوری نتایج قابل قبول تری ارائه می نماید. ضرایب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده، به ترتیب ۵۹/۰، ۷۱/۰، ۷۶/۰ و ۸۱/۰ برای مدل های استوری اصلاح نشده، ریشه دوم اصلاح نشده، استوری اصلاح شده و ریشه دوم اصلاح شده می باشد. بنابراین، ریشه دوم اصلاح شده با توجه به ضریب تشخیص بالاتر و خطای پایین تر نسبت به سایر روش ها، عملکرد مشاهده شده را بهتر پیش بینی می کند.



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 (کاربری های 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 ماهواره ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه 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.



## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

- 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 Science ۱: 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 than other methods because of higher regression coefficient and lower error.