نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۱، ص. ۸۸۵-۸۷۳

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.4, Sept.-Oct. 2012, p. 873-885

مقایسه مدل‌های فائو و واگنینگن در برآورد پتانسیل تولید ذرت علوفه‌ای و تعیین سطح مدیریت کشت آن در اطراف شهرستان شهرکرد

سپیده اعتدالی[۱]- جواد گیوی[۲*]- محمدرضا نوری[۳]

تاریخ دریافت:۹۰/۳/۹
تاریخ پذیرش:۹۱/۲/۱۰

چکیده

نیاز به استفاده بهینه از اراضی کشاورزی، بدلیل افزایش سریع جمعیت و کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بیش از پیش احساس می‌گردد. در این راستا، ارزیابی تناسب اراضی و تخمین پتانسیل تولید آنها، گام مهمی در فرآیند برنامه‌ریزی استفاده بهینه از اراضی به حساب می‌آید. این تحقیق، به منظور مقایسه دو مدل فائو و واگنینگن در تعیین پتانسیل تولید ذرت علوفه‌ای آبی و تعیین سطح مدیریت کشت آن در اطراف شهرستان شهرکرد انجام گرفت. در این ارتباط، ابتدا پتانسیل حرارتی- تابشی تولید به کمک مدل‌های نامبرده برآورد شد. سپس پتانسیل تولید اراضی با ضرب کردن شاخص خاک در آن پتانسیل، محاسبه گردید. شاخص خاک که نشان‌دهنده اثر مشخصات محدود کننده آن در کاهش تولید است، از دو فرمول استوری و ریشه دوم بدست آمد. پتانسیل بدست آمده از طریق مدل فائو بیشتر از مقدار پتانسیلی است که با استفاده از مدل واگنینگن محاسبه می‌گردد. این اختلاف به دلیل تفاوت در روش محاسبه و شکل متفاوت مدلهاست. نتایج این مطالعه نشان داد که پتانسیل تولید اراضی با عملکرد زارعین اختلاف دارد. سطح مدیریت زارعین منشا این اختلاف است. با استفاده از دو روش مشخص شد که سطح مدیریت در اغلب واحدهای اراضی بالا است. ضرایب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده، وقتی مدل فائو بکار رفت و از فرمول‌های استوری و ریشه دوم در محاسبه شاخص خاک استفاده شد، به ترتیب، ۰/۷۳۸۳ و ۰/۷۸۵۰ و زمانی که مدل واگنینگن بکار گرفته شد، به ترتیب، ۰/۷۳۸۵ و ۰/۷۷۷۵ بدست آمد. این بدین معنی است که پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده دارای همبستگی معنی داری می‌باشند و بنابراین، دقت هر دو مدل برای تخمین پتانسیل تولید اراضی، قابل قبول است. درباره عواملی که باعث افزایش ضریب تشخیص می‌شوند نیز بحث شد.

واژه های کلیدی: پتانسیل تولید اراضی، ذرت علوفه‌ای، سطح مدیریت، مدل فائو، مدل واگنینگن

مقدمه

افزایش جمعیت و بالارفتن سطح استانداردهای زندگی، باعث تقاضای بیشتر برای مواد غذایی گردیده است و تحت شرایط حاضر، در جایی که زمین فاکتور محدود کننده است، افزایش سطح زیر کشت غیرممکن است. لذا یکی از راه‌های افزایش تولید در واحد سطح، شناسایی ظرفیت تولید هر زمین و انتخاب کاربری، متناسب با این ظرفیت تولید است. برای دستیابی به این هدف، ارزیابی کمی تناسب و تعیین پتانسیل تولید اراضی راهکار مناسبی می‌باشد. پس از معرفی سیستم ارزیابی کیفی تناسب اراضی توسط فائو در سال ۱۹۷۶، ضرورت بکار گیری روش‌های ارزیابی کمی تناسب اراضی نیز احساس شد و این امر دلیلی بر برگزاری سمپوزیوم‌های سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۸۹و ۱۹۹۳ می‌باشد (۲۲). برآورد میزان تولید محصول که خود به اقلیم، نوع خاک و سیستم مدیریتی بستگی دارد، یکی از مراحل اصلی ارزیابی کمی تناسب اراضی بحساب می‌آید که بر اساس آن می‌توان باروری اراضی مختلف را با یکدیگر مقایسه کرد (۷). تخمین پتانسیل تابشی- گرمایی تولید با استفاده از مدل‌های فائو و واگنینگن امکان تعیین میزان تولید خالص زیست توده با استفاده از اطلاعات مربوط به اقلیم و گیاه را فراهم می‌سازد. این مدل‌ها، رشد بالقوه محصول را شبیه‌سازی می‌نمایند و به عبارتی، به شبیه‌سازی تجمع ماده خشک تحت شرایط مطلوب از نظر آب و مواد غذایی و در محیط‌های عاری از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌پردازند. در این شرایط، رشد گیاه تنها تحت تاثیر عوامل اقلیمی و فیزیولوژی گیاه

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: (Email: jgivi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

می‌باشد. مدل واگنینگن که یک مدل مکانیزمی است در سال ۱۹۸۲ توسط ون‌کولن و همکاران نوشته شده و در سال ۱۹۸۹ بوسیله اسپیترز ارائه و تشریح گردید (۱۲). بیان رشد در این مدل، بر اساس فرایندهای کنترل کننده آن نظیر آسیمیلاسیون CO_2 و تنفس و تاثیر شرایط محیطی می‌باشد. مدل واگنینگن تولید را در سطح پتانسیل، شبیه‌سازی می‌کند (۱۲). فتوسنتز کانوپی (تاج پوشش) مبنای محاسبه تولید ماده خشک می‌باشد. این میزان به انرژی تابشی جذب شده توسط سایه‌انداز کانوپی که تابع مقادیر اشعه ورودی و سطح برگ گیاه است، بستگی دارد. مقداری از کربوهیدرات‌های تولید شده در جریان فتوسنتز، برای نگهداری زیست توده موجود استفاده می‌شوند و سایر کربوهیدرات‌ها به ماده خشک ساختمانی تبدیل می‌گردند. مقداری از این ماده خشک، به خاطر تنفس به هدر می‌رود. ماده خشک تولیدی در بین اندام‌های مختلف گیاه توزیع می‌گردد (۱۳).

چینن (۱۸) میزان تولید و تناسب مزارع منطقه کاپینی زامبیا را برای سه محصول ذرت، آفتابگردان و کتان با استفاده از سیستم فائو ارزیابی نمود. نتایج مطالعه نشان داد که به رغم وجود همبستگی زیاد بین عملکرد برآورد شده و عملکرد واقعی، اختلاف بین آن دو معنی‌دار است که این اختلاف مربوط به سطوح مختلف مدیریت اراضی است. مساواتی و سید جلالی (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 بدست آمد، در حالت‌های مختلف شوری، از ۱۲۰۳ کیلوگرم تا ۷۴۸۲ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید. اشرف (۱۶) پتانسیل تولید منطقه‌ای واقع در شمال دامغان در استان سمنان 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. همچنین پتانسیل تولید این منطقه برای کاشت جو توسط اشرف و همکاران (۱۷) بین ۳۵۳ و ۵۲۷۸ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. سهرابی و همکاران (۵) پتانسیل تولید چغندرقند در 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 (۶) 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. زارعیان و سیدجلالی (۴) تناسب کمی اراضی و پتانسیل تولید گندم در خاک‌های شور دشت سروستان (استان فارس) را تعیین کردند. پتانسیل تولید گندم در منطقه به روش فائو ۵۹۵۰ کیلوگرم تعیین شد و عملکرد زارعین از ۴۲۰۰ کیلوگرم تا ۶۵۰ کیلوگرم متغیر بود. آنها گزارش کردند که کاهش عملکرد بعلت محدودیت‌های مختلف زمین از قبیل مقدار آهک، وضعیت زهکشی، شوری، قلیائیت و سبک بودن بافت خاک می‌باشد.

تاکنون در غالب مطالعات، پیش‌بینی پتانسیل تولید صرفاً با استفاده از مدل فائو انجام شده است. مدل واگنینگن نخستین بار در سال ۱۳۸۳ توسط نوری امامزاده‌ئی برای شبیه‌سازی فرآیند رشد و پیش‌بینی تولید سه رقم گندم در شرایط تنش رطوبتی و نیتروژن بکار رفت (۱۳).

خاقانی (۲) برای برآورد تولید پتانسیل گندم در منطقه هرزندات مرند از مدل فائو و واگنینگن استفاده کرد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که برآورد تولید پتانسیل توسط مدل واگنینگن، کمتر و از طریق مدل فائو، بیشتر از مقدار عملکرد زارعین است. بین مقدار عملکرد زارعین و تولید برآورد شده وقتی که از مدل واگنینگن استفاده شد، همبستگی بیشتری وجود داشت (R^2=۰/۸۲).

ذرت علوفه‌ای به دلیل داشتن ارزش غذایی و طیف نسبتاً گسترده سازگاری به شرایط متفاوت آب و هوایی، در سطوح وسیعی کشت می‌گردد. بهترین شرایط آب و هوایی برای تولید ذرت، مناطق نیمه-خشک با زمستان‌های معتدل است (۳). با توجه به کاهش تولیدات علوفه‌ای و منابع غذایی مورد مصرف دام و طیور و نظر به اینکه استان چهارمحال و بختیاری یکی از قطب‌های دامپروری کشور است، در شرایط کم‌آبی سال‌های اخیر، شناسایی اراضی مستعد جهت کاشت علوفه در این استان ضرورت دارد. علی‌رغم کشت ذرت علوفه‌ای در دشت شهرکرد، هنوز ارزیابی در مورد تناسب اراضی این دشت جهت کاشت این محصول صورت نگرفته و پتانسیل تولید آن برآورد نشده است. هدف از این تحقیق، تخمین پتانسیل تولید ذرت علوفه‌ای در اراضی دشت شهرکرد به روش‌های فائو و واگنینگن و بررسی نقش مدیریت زارعین در میزان تولید این محصول بوده است.

مواد و روش‌ها

اراضی مورد مطالعه شامل پنج قطعه زمین جدا از هم که در شکل ۱ با شماره های ۱ تا ۵ نشان داده شده‌اند، بین عرض‌های جغرافیائی ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه و ۳۲ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول های جغرافیائی ۵۰ درجه و ۵۳ دقیقه و ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی در جنوب شرقی شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری قرار گرفته‌اند.

این منطقه در واحد فیزیوگرافی دشت آبرفتی دامنه‌ای واقع شده است. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه، نیمه‌خشک سرد می-باشد. متوسط بارندگی سالیانه، ۳۲۱/۵ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه، متوسط حداقل دما و متوسط حداکثر دما به ترتیب ۱۱/۸، ۳/۴ و ۲۰/۲ درجه سلسیوس است.

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط ۵۵ ساله اطلاعات هواشناسی منطقه از ایستگاه هواشناسی شهرکرد که نزدیکترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه است تأمین گردید. بعضی از مشخصات گیاه مثل شاخص سطح برگ، درصد رطوبت و ضریب برداشت در آزمایشگاه اندازه گیری شد.

در این تحقیق، مطالعات تفصیلی خاک در منطقه انجام گرفت. در این ارتباط، شیب، پستی و بلندی‌های کوچک، وضعیت زه‌کشی، سیل‌گیری، ساختمان خاک، درصد سنگ و سنگریزه، عمق خاک و بعضی دیگر از مشخصات خاک به هنگام تشریح پروفیل خاک مورد مطالعه قرار گرفت. بافت، مقدار کربنات‌کلسیم معادل، مقدار گچ، واکنش خاک، شوری و قلیائیت و بعضی دیگر از مشخصات خاک در هر یک از واحدهای خاک به روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه گیری شد. در سطح فاز سری ۱۴ واحد خاک، جمعاً با وسعت ۳۴ هکتار، در منطقه شناسایی شد. آبیاری منطقه مورد مطالعه از نوع سیستم آبیاری بارانی است.

در مرحله بعد، مشخصات اندازه‌گیری شده فوق با نیازهای رویشی ذرت علوفه‌ای (به غیر از نیازهای اقلیمی) که توسط گیوی (۸)، تهیه شده است مطابقت و بسته به میزان محدودیتی که این مشخصات برای ذرت ایجاد می‌کنند، 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:

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

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

در این روابط A، B و C و....، درجات تناسب اختصاص داده شده به هر یک از مشخصه‌های خاک و R_{min}، درجه تناسب حداقل است. شاخص خاک منعکس کننده محدودیت‌های خاک، توپوگرافی و زهکشی است.

برای محاسبه پتانسیل تابشی-گرمایی تولید ذرت علوفه‌ای در اراضی مورد مطالعه، از دو مدل فائو و واگنینگن بشرح زیر استفاده شد:

مدل فائو : بر اساس مدل فائو (۲۳)، موارد زیر اندازه‌گیری و یا محاسبه گردید:

شکل ۱- موقعیت اراضی مورد مطالعه (نقاط ۱ تا ۵) در جنوب شرقی شهرکرد

www.SID.ir

۱- ضریب تنفس: برای محاسبه این ضریب از رابطه ۳ استفاده شد:

$$Ct = C_{30}(0.044 + 0.0019t + 0.001t^2) \quad (۳)$$

در این رابطه؛ Ct، ضریب تنفس؛ C30، برای گیاهان غیرلگوم، ۰/۰۱۰۸؛ و t، متوسط درجه حرارت در طول سیکل رشد (^{0}C) می‌باشد.

۲- حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست توده: برای محاسبه این متغیر، روابط ۴ و ۵ بکار رفت :

$$bgm = f \times bo.(1 + 0.002y') + (1 - f) \times bc.(1 + 0.005y') \quad (۴)$$

$$y = |(Pm - 20) \times 5| \quad (۵)$$

در این روابط؛ bgm، حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست توده (کیلوگرم در هکتار در ساعت)؛ f، بخشی از روز که آسمان ابری است؛ bo، حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست توده در روزهای ابری (کیلوگرم در هکتار در روز)؛ bc، حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست توده در روزهای آفتابی (کیلوگرم در هکتار در روز) و Pm، سرعت حداکثر فتو سنتز (کیلوگرم CH_2O در هکتار در ساعت) می‌باشد.

۳- پتانسیل حرارتی-تابشی تولید، از رابطه ۶ بدست آمد:

$$Y = 0.36\, bgm \times KLAI \times Hi / \left[(1/L) + 0.25\, Ct\right] \quad (۶)$$

در این رابطه؛ Y، پتانسیل حرارتی-تابشی تولید محصول (کیلوگرم وزن خشک در هکتار)؛ KLAI، نسبت حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست توده وقتی که شاخص سطح برگ غیر از ۵ بوده نسبت به وقتی که ۵ باشد؛ Hi، شاخص برداشت و L، طول سیکل رشد (روز) می‌باشد.

مدل واگنینگن: برای تخمین پتانسیل تولید ذرت علوفه‌ای در اراضی مورد مطالعه، بر اساس مدل واگنینگن (۱۲، ۱۳ و ۲۳)، موارد زیر اندازه‌گیری و یا محاسبه گردید:

۱- داده‌های آب و هوایی و اطلاعات جغرافیایی: اطلاعات آب و هوایی به عنوان مهم‌ترین بخش اطلاعات ورودی برای اجرای مدل می‌باشد. حداقل اطلاعات مورد نیاز برای اجرای مدل، درجه حرارت-های حداقل و حداکثر روزانه، روز سال و رطوبت نسبی می‌باشد. تقریباً در تمام ایستگاه‌های هواشناسی، اطلاعات درجه حرارت موجود است، اما تشعشع در بسیاری از این ایستگاه‌ها اندازه‌گیری نمی‌شود. برنامه این قابلیت را دارد که در صورت نبود اطلاعات تشعشع، در یک زیر برنامه جداگانه به کمک اطلاعات درجه حرارت حداقل و حداکثر، روز سال، عرض جغرافیایی منطقه، ساعات آفتابی و ارتفاع متوسط منطقه نسبت به ژئوید، آمار تشعشع روزانه را شبیه‌سازی نماید. روابط مورد استفاده در این بخش از نتایج تحقیقات آلن و همکاران (۱۴) گرفته شده است.

۲- مراحل نمو گیاهی: نمو گیاهی در حقیقت تقویمی است که بیان کننده مراحل مختلف سیکل کامل رشد گیاه است. روش‌های مختلفی برای مدل کردن مراحل نمو در مقالات یافت می‌شود که در آنها نمو را به شکل تابعی از طول روز و درجه حرارت قرار داده‌اند. اما درجه حرارت، خصوصاً در مناطق اقلیمی معتدل، مهم‌ترین عامل محیطی موثر بر سرعت نمو محسوب می‌شود (۳ و ۱۲). در مورد اغلب محصولات زراعی یک‌ساله، مرحله نمو[1] را می‌توان بر حسب متغیر بدون واحدی تعریف کرد که در مرحله سبز شدن گیاهچه، دارای مقدار صفر، در گل‌دهی مقدار ۱ و در رسیدگی دارای مقدار ۲ می‌باشد. مرحله نمو با انتگرال‌گیری از سرعت نمو که خود تابعی از درجه حرارت متوسط روزانه است محاسبه شده است (رابطه ۷) :

$$DVR = \begin{cases} 0 & T \le T_{base} \\ \dfrac{DVR_{\max}}{(T_{opt} - T_{base})} \times (T - T_{base}) & T_{base} < T \le T_{opt} \\ \dfrac{DVR_{\max}}{(T_{opt} - T_{\max})} \times (T - T_{\max}) & T_{opt} < T \le T_{\max} \\ 0 & T \ge T_{\max} \end{cases} \quad (۷)$$

در این رابطه، DVR (۱/day)، سرعت نمو، T ($^\circ$C)، T_{base} و T_{max}، به ترتیب درجه حرارت متوسط روزانه، حداقل و حداکثر درجه حرارتی که در آن DVR صفر است، T_{opt}، درجه حرارتی که در آن سرعت نمو بیشینه است و DVR_{max} (۱/day)، حداکثر سرعت نمو می‌باشد. DVR_{max}، تابعی از مرحله نمو می‌باشد که بسته به واریته و گونه گیاهی متفاوت است. مقادیر پارامترهای DVR_{max}، T_{base} و T_{max}، برای واریته‌ی سینگل کراس ۷۰۴ که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفت، در جدول ۱ ارائه شده است (۱۵ و ۱۹).

جدول ۱- مقادیر پارامترهای DVR_{max}، T_{base} و T_{max} برای واریته سینگل کراس ۷۰۴ (۱۵و ۱۹)

T_{max} (^{o}C)	T_{base} (^{o}C)	DVR_{max}(1/day)	
		DVR>1	DVR<1
۳۸	۷	۰/۰۲۷۱	۰/۰۳۱۴

۳- تنفس نگهداری: بخشی از CH_2O تولید شده، طی فرایند تنفس نگهداری برای حفظ مواد ساختمانی موجود به مصرف می‌رسد. به عبارتی، تنفس نگهداری فرایندی عکس فتوسنتز است. طی این فرایند ۱۵ تا ۳۰ درصد کربوهیدرات‌های تولید شده در طول دوره رشد گیاهی مصرف خواهند شد (۲۲). در دامنه محدودی از درجه حرارت (۵ تا ۳۰ $^\circ$C)، رابطه درجه حرارت و تنفس نمایی است و به ازای هر ۱۰ $^\circ$C افزایش دما بالاتر از T_{eff}، هزینه نگهداری ۲ برابر می‌شود (۱۳). بر این اساس T_{eff} (ضریب مربوط به تاثیر درجه حرارت بر تنفس نگهداری) طبق رابطه ۸ تعریف شده است.

$$T_{eff} = Q_{10}^{(Tav - Tref)/10} \quad (۸)$$

1 -Developing Stage

Archive of SID

www.SID.ir

در این رابطه T_{av} متوسط درجه حرارت هوا (°C)، T_{ref} درجه حرارت مبنا (°C) و Q_{10} ضریب افزایش تنفس به ازای هر ۱۰ °C افزایش دما می‌باشند. Q_{10} برای تنفس نگهداری، برابر ۲ است (۱۲).

۴- آسیمیلاسیون ناخالص روزانه: در این مدل، فرایند فتوسنتز به صورت جداگانه مدل نشده است، بلکه حداکثر ظرفیت فتوسنتز برگ کاملاً توسعه یافته‌ای در بالای کانوپی به عنوان مبنای محاسبات آسیمیلاسیون قرار گرفته است. از آنجایی که حداکثر ظرفیت فتوسنتز با سن و درجه حرارت تغییر می‌کند (۱۲و ۱۳)، لذا تاثیر این دو عامل به صورت دو ضریب کاهنده که خود تابعی از مرحله نمو و درجه حرارت هستند به صورت رابطه ۹ (۱۲)، اعمال شده است.

$$A_{max} = Amx \times C_T \times C_{DVS} \quad (۹)$$

در این رابطه Amx و A_{max}، به ترتیب حداکثر ظرفیت فتوسنتز برگ کاملا توسعه یافته‌ای در بالای کانوپی و حداکثر ظرفیت فتوسنتز در شرایط موجود و C_T و C_{DVS} به ترتیب فاکتورهای کاهنده مربوط به سن و درجه حرارت می‌باشند. جدول ۲ روند تغییرات دو پارامتر اخیر را که بین صفر و یک متغیر هستند نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقادیر ضرایب C_T و C_{DVS} در مقابل DVS و درجه حرارت (۱۲)

مرحله رشد	۰	۱	۲	۲/۵
C_T	۱	۱	۰/۵	۰
درجه حرارت	۰	۱۰	۲۵	۳۵
C_{DVS}	۰	۱	۱	۰

۵- تخصیص‌های گیاهی: در این مدل، تخصیص مواد به اندام‌های مختلف گیاه به وسیله ضرایب تخصیصی ثابتی تعریف شده‌اند که خود تابعی از مرحله نمو محصول هستند. در مدل، تخصیص طی دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول، مواد بین بخش هوایی و ریشه‌ها و در مرحله دوم، بخش تخصیص یافته هوایی بین برگ‌ها، ساقه‌ها و اندام ذخیره‌ای توزیع می‌گردد. در طی برنامه‌سازی برای مدل واگنینگن، ضرایبی از منابع مختلف علمی و از طریق آزمون و خطا و مقایسه نتایج حاصله با شرایط واقعی، بدست آورده و وارد مدل می‌شود تا تخصیص مواد را بین اندام‌های مختلف به صورت کمی نمایش دهد.

۶- تنفس رشد: بخشی از مواد فتوسنتزی تخصیص یافته به هر یک از اندام، در حین تبدیل به مواد ساختمانی آن اندام، مشمول تنفس رشد می‌شود. مقدار این اتلاف، با توجه به میانگین وزنی نیاز فتوسنتزی برای تولید ماده خشک آن اندام، در مدل لحاظ شده است. مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای تولید واحد وزن هر اندام گیاهی را می‌توان بر اساس ترکیبات شیمیایی آن اندام و در نتیجه، مقدار مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای تولید آن ترکیبات شیمیایی محاسبه کرد. مقادیر استاندارد برای تولید واحد وزن ریشه، برگ و ساقه به ترتیب ۱/۴۴۴، ۱/۴۶۳ و ۱/۵۱۳ واحد وزنی کربوهیدرات می‌باشد.

۷- تولید ماده خشک در اندام‌ها و بیلان کربن در کل گیاه: در حین شبیه‌سازی، وزن خشک اندام‌های مختلف با انتگرال‌گیری از سرعت رشد هر یک از آنها طی گام‌های زمانی متوالی محاسبه می‌شود. در اینجا از روش عددی رانگ کوتا درجه ۴ [1] برای انتگرال-گیری استفاده شده است. شرح کاملی از این روش در کتاب "کاربرد روش‌های عددی در منابع آب" (۱۱) آورده شده است. برنامه برای کنترل صحت محاسبات در انتهای هر گام زمانی شبیه‌سازی، بیلان کربن را در کل سیستم گیاهی کنترل می‌نماید. به عبارتی مقدار کربن موجود در کلیه اندام‌های گیاهی در هر لحظه، با انتگرال سرعت خالص آسیمیلاسیون مقایسه می‌شود. چنانچه بیلان برقرار نباشد، برنامه شبیه سازی را ادامه نداده و با پیغام مناسب، عدم اجرای صحیح برنامه را به اطلاع کاربر می‌رساند.

پس از محاسبه پتانسیل تابشی-حرارتی تولید از طریق دو مدل فائو و واگنینگن، پتانسیل تولید اراضی از رابطه ۱۰ محاسبه گردید (۲۳).

$$LPP = Y \times SI \quad (۱۰)$$

در این رابطه، LPP [2]، پتانسیل تولید زمین (کیلوگرم وزن تر در هکتار)، Y، پتانسیل گرمایی تابشی تولید (کیلوگرم وزن تر در هکتار) و SI شاخص خاک می‌باشد. شاخص خاک از روابط ۱ و ۲ با توجه به اینکه در محاسبه پتانسیل تابشی-گرمائی تولید، پارامترهای اقلیمی مانند دما و ساعت آفتابی مورد استفاده قرار گرفته است، برای جلوگیری از تکرار تأثیر گذاری خصوصیات اقلیمی، از شاخص خاک به جای شاخص زمین استفاده گردید. تفاوت شاخص خاک و شاخص زمین در این است که در محاسبه اولی، درجه تناسب اقلیمی وارد نمی‌شود، ولی در دومی، منظور می‌گردد (۲۳).

شاخص مدیریت [3] (MI) از تقسیم عملکرد مشاهده شده به پتانسیل تولید زمین بدست می‌آید. زیرا در پتانسیل تولید زمین که همان پتانسیل تولید برآورد شده است، همه محدودیت‌های اقلیمی و زمینی اعمال شده، بجز محدودیت مدیریت. عملکرد مشاهده شده همان عملکرد زارع است که در سطح مزرعه اندازه‌گیری شده است. روش اندازه‌گیری بدین صورت بود که در چهار طرف هر پروفیل خاک، ۴ پلات ۱ متر مربعی انتخاب و عملکرد محصول داخل هر پلات اندازه‌گیری شد. سپس از عملکرد ۴ پلات برای هر پروفیل خاک متوسط گیری بعمل آمد. برای تعیین سطح مدیریت [4] (ML)، از جدول ۳ استفاده گردید (۹). سایس و همکاران (۲۳)، معیارهائی را

1- Runge-Kutta Order 4
2- Land Production Potential
3- Management Index
4- Management Level

Archive of SID

www.SID.ir

برای تعیین سطوح مختلف مدیریت ارائه نموده‌اند. این معیارها در جدول ۴ ملاحظه می‌گردند. بر اساس این معیارها نیز سطح مدیریت در منطقه مطالعاتی تعیین و با سطح مدیریتی که از جدول ۳ بدست آمد، مقایسه شد.

جدول ۳- رابطه بین شاخص و سطح مدیریت (۹)

سطح مدیریت (ML)	شاخص مدیریت (MI)
بالا	۰/۷۵ < MI
متوسط	۰/۷۵ > MI > ۰/۵۰
پائین	۰/۵۰ > MI

میزان اعتبار و دقت روش‌های مورد استفاده، از طریق برازش رگرسیون خطی بین پتانسیل تولید زمین و عملکرد مشاهده شده مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مطالعه مشخصات اراضی، اندازه‌گیری‌های خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و درجه تناسب آنها در جدول ۵ ارائه شده است. این مشخصات اختلاف فاحشی با یکدیگر ندارند. خصوصیات گیاهی و اقلیمی مورد نیاز برای محاسبه پتانسیل حرارتی – تابشی ذرت علوفه‌ای آبی در جدول ۶ ملاحظه می‌گردد. این پتانسیل در منطقه شهرکرد بر حسب وزن تر گیاه (جدول ۷) به دلیل تغییر اندک در درصد رطوبت گیاه در واحدهای مختلف اراضی، به روش فائو و واگنینگن به ترتیب، بین ۱۰۱/۱۴ و ۱۱۴/۱۰ و بین ۹۷/۴۲ و ۱۰۹/۹۰ تن در هکتار تخمین زده شد. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، پتانسیل حرارتی – تابشی ذرت علوفه‌ای آبی که از طریق مدل فائو بدست می‌آید بیشتر از مقدار پتانسیلی است که با استفاده از مدل واگنینگن محاسبه می‌گردد. این اختلاف به دلیل تفاوت در روش محاسبه پتانسل حرارتی– تابشی تولید در هر یک از این مدل‌ها و شکل متفاوت آن مدلهاست.

مقادیر شاخص خاک، محاسبه شده توسط فرمول‌های استوری و ریشه دوم (به ترتیب روابط ۱ و ۲) و با استفاده از درجات تناسب مندرج در جدول ۵؛ پتانسیل تولید اراضی، پیش‌بینی شده از طریق روش‌های فائو و واگنینگن؛ تولید مشاهده شده (عملکرد زارعین) و شاخص مدیریت؛ درجدول ۸ ارائه شده‌اند.

پتانسیل تولید اراضی (جدول ۸) در واحدهای مختلف اراضی، به روش فائو و با استفاده از فرمول استوری، بین ۶۹/۰۴ و ۸۶/۷۱ و با استفاده از فرمول ریشه دوم بین ۷۹/۳۴ و ۹۲/۴۲ تن در هکتار برآورد شد. این پتانسیل، به روش واگنینگن و با استفاده از فرمول استوری، بین ۶۶/۵۰ و ۸۳/۵۲ و با استفاده از فرمول ریشه دوم بین ۷۶/۴۳ و ۸۹/۰۱ تن در هکتار تخمین زده شد.

جدول ٤- سطوح مدیریتی و عوامل تعیین کننده آن (۲۳)

معیار ها	سطح مدیریت		
	پایین	متوسط	بالا
مساحت قطعات زمین	کوچک اغلب اوقات خرده مالکی	کوچک اغلب اوقات خرده مالکی	بزرگ و یکپارچه
میزان سرمایه-گذاری	کم	متوسط (دریافت وام با بازپرداخت شخصی)	زیاد (کمک بلاعوض دولت)
نوع مصرف محصول	خودمصرفی	خود مصرفی و فروش تجاری مازاد محصول	فروش تجاری
کار با دست	زیاد (بدون دریافت مزد)	زیاد (بدون دریافت مزد)	کم (همراه با دریافت مزد)
منابع قدرت	کار دستی با ابزارهای دستی	کار دستی با ابزارهای دستی و نیروی حیوانات	کاملاً مکانیزه
دانش کشاورزان	پایین	متوسط	بالا
سطح تکنولوژی	استفاده از واریته‌های محلی، عدم استفاده از کود و آفت‌کش، آیش گذاشتن زمین، عدم اعمال عملیات حفاظت خاک	استفاده از واریته‌های اصلاح شده؛ استفاده از کود، کمتر از حد بهینه؛ مبارزه اجمالی با آفات و امراض، آیش گذاشتن زمین ندرتاً ، عدم اعمال عملیات حفاظت خاک	استفاده از واریته‌های پر محصول شامل هیبریدها، استفاده بهینه از کود، مبارزه با آفات و امراض و علف‌های هرز، آیش نگذاشتن زمین، اعمال عملیات حفاظت خاک شامل مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک
میزان دسترسی به مراکز ترویجی و تحقیقی	پایین	متوسط	بالا

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- میانگین وزنی و درجه تناسب مشخصات اراضی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها

واحد های اراضی	بافت خاک		سنگریزه کل		شوری		کربنات کلسیم معادل		pH		شیب	
	کلاس بافت	درجه تناسب	٪ حجمی	درجه تناسب	dS/m	درجه تناسب	٪	درجه تناسب	مقدار	درجه تناسب	٪	درجه تناسب
A-1	CL	۹۷/۵	۷/۶۲	۹۱/۱۵	۱/۲۳۴	۹۶/۹۲	۱۶/۵۶	۹۷/۰۳	۷/۶۳	۹۲/۴	۰-۲	۹۲/۵
B-1	CL	۹۷/۵	۴	۹۴/۱۷	۰/۸۷۲	۹۷/۸۲	۱۷	۹۶/۷۷	۷/۷۱	۹۰/۸	۰-۲	۹۲/۵
C-1	SiCL	۹۷/۵	۵/۹۲	۹۲/۵۷	۰/۷۸۵	۹۸/۰۴	۱۶/۵	۹۷/۰۶	۷/۶۸	۹۱/۴	۰-۲	۹۲/۵
D-1	CL-SiCL	۹۷/۵	۳	۹۵	۰/۷۸۳	۹۸/۰۵	۱۴/۵	۹۸/۲۴	۷/۷۸	۸۹/۴	۰-۲	۹۲/۵
E-1	SiCL	۹۷/۵	۳	۹۵	۰/۹۰۱	۹۷/۷۵	۱۶/۵۱	۹۷/۰۶	۷/۸۰	۸۹	۰-۲	۹۲/۵
B-2	SiCL	۹۷/۵	۶	۹۲/۵	۱/۱۳	۹۷/۱۸	۱۶/۱۶	۹۷/۲۶	۷/۶۶	۹۱/۸	۰-۲	۹۲/۵
F-1	SiL	۹۷/۵	۱۰/۳۵	۸۸/۸۸	۰/۷۹۸	۹۸	۱۷/۲۴	۹۶/۷	۷/۸۲	۸۸/۶	۰-۲	۹۲/۵
B-3	C	۹۷/۵	۷/۶۷	۹۱/۱۱	۰/۸۰۷	۹۷/۹۸	۹/۲۴	۹۸/۶۷	۷/۷۴	۹۰/۲	۰-۲	۹۲/۵
G-1	C	۹۷/۵	۴	۹۴/۱۷	۰/۸۱۱	۹۷/۹۸	۱۱/۹۵	۹۹/۷۴	۷/۷۵	۹۰	۰-۲	۹۲/۵
H-1	C	۹۷/۵	۶/۵	۹۲/۰۹	۰/۷۱۸	۹۸/۲۰	۱۰/۰۹	۹۹/۱۷	۷/۸۲	۸۸/۶	۰-۲	۹۲/۵
I-1	SiC	۹۷/۵	۲/۵	۹۵/۸۴	۰/۷۸۳	۹۸/۰۵	۱۰	۹۹/۱۱	۷/۹۱	۸۶/۸	۰-۲	۹۲/۵
J-1	SiC	۹۷/۵	۲/۵	۹۵/۸۴	۱/۰۳۸	۹۷/۴۱	۸/۳	۹۸/۱۱	۷/۸۶	۸۷/۸	۰-۲	۹۲/۵
K-1	SiC	۹۰	۱۱/۳۱	۸۸/۰۸	۰/۹۱۰	۹۷/۷۳	۱۳/۸	۹۸/۶۵	۷/۰۶	۹۹/۴	۰-۲	۹۲/۵
L-1	SiC	۹۷/۵	۳/۱۲	۹۴/۴	۰/۸۸۴	۹۷/۷۹	۱۰/۲۴	۹۹/۲۵	۷/۸۶	۸۷/۸	۰-۲	۹۲/۵

جدول ٦- مقادیر عددی متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه پتانسیل تابشی-گرمائی تولید ذرت علوفه‌ای آبی در اراضی مورد مطالعه در دشت شهرکرد

متغیر ها	اطلاعات
محصول	ذرت
طبقه‌بندی از نظر نیاز حرارتی برای فتوسنتز	C4 و گروه ۴
شروع سیکل رشد	۱۵ خرداد (۵ ژوئن)
پایان سیکل رشد	۲ مهر (۲۴ سپتامبر)
طول سیکل رشد (روز)	۱۱۲
متوسط درجه حرارت سیکل رشد (^{o}C)	۲۱/۸۱
متوسط درجه حرارت روزانه سیکل رشد (^{o}C)	۲۵/۸۸
مقدار سرعت حداکثر فتوسنتز	۶۰
شاخص سطح برگ (m^2/m^2)	۴/۸۵
ضریب برداشت	۱

پتانسیل تولید اراضی با عملکرد زارعین اختلاف دارد. سطح مدیریت زارعین منطقه منشا اختلاف بین این دو عملکرد است. در محاسبه پتانسیل تولید زمین، فرض بر این است که مدیریت هیچگونه محدودیتی برای عملکرد ایجاد نمی‌کند. یعنی شاخص مدیریت ۱ در نظر گرفته می‌شود. این در حالیست که مدیریت زارع در عملکرد او که همان عملکرد مشاهده شده است نقش دارد. تاریخ نامناسب کشت؛ عدم تامین به موقع نهاده‌های لازم نظیر بذر اصلاح شده، کود، سموم؛ عدم مبارزه بموقع با علف‌های هرز؛ مدیریت غلط آبیاری و غیره تعیین کننده سطح مدیریت زارعین می‌باشند (۷).

رابطه بین شاخص و سطح مدیریت (۹) در جدول ۳ ارائه شده است. با استفاده از این رابطه و با بکار بردن شاخص مدیریت، سطح مدیریت در هریک از واحدهای اراضی مشخص شد (جدول ۹). مدیریتی که در اغلب واحدهای اراضی اعمال می‌شود در سطح بالائی قرار دارد. براساس معیارهای ارائه شده در جدول ۴ (۲۳) و از طریق تهیه و تکمیل پرسشنامه نیز، نسبت به بررسی سطح مدیریت زارعین در منطقه مطالعاتی اقدام شد. نتایج این بررسی هم نشان داد که سطح مدیریت در اغلب واحدهای اراضی بالا است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- رطوبت و پتانسیل حرارتی- تابشی تولید ذرت علوفه‌ای، محاسبه شده از طریق دو روش فائو و واگنینگن برای واحدهای مختلف اراضی منطقه مورد مطالعه

واحد اراضی	رطوبت ذرت علوفه‌ای (٪)	پتانسیل حرارتی-تابشی با احتساب درصد رطوبت به روش فائو (تن در هکتار)	پتانسیل حرارتی تابشی با احتساب درصد رطوبت به روش واگنینگن (تن در هکتار)
A-1	۷۳/۵۵	۱۰۳/۰۵	۹۹/۲۶
B-1	۷۳/۵۵	۱۰۳/۰۵	۹۹/۲۶
C-1	۷۳/۵۵	۱۰۳/۰۵	۹۹/۲۶
D-1	۷۳/۵۵	۱۰۳/۰۵	۹۹/۲۶
E-1	۷۳/۵۵	۱۰۳/۰۵	۹۹/۲۶
B-2	۷۳/۵۵	۱۰۳/۰۵	۹۹/۲۶
F-1	۷۳/۵۵	۱۰۳/۰۵	۹۹/۲۶
B-3	۷۴	۱۰۴/۸۳	۱۰۰/۹۸
G-1	۷۴	۱۰۴/۸۴	۱۰۰/۹۸
H-1	۷۴	۱۰۴/۸۳	۱۰۰/۹۸
I-1	۷۳/۰۵	۱۰۱/۱۴	۹۷/۴۲
J-1	۷۶/۱۱	۱۱۴/۰۹	۱۰۹/۹۰
K-1	۷۶/۱۱	۱۱۴/۱۰	۱۰۹/۹۰
L-1	۷۶/۱۱	۱۱۴/۱۰	۱۰۹/۹۰

جدول ۸- تولید مشاهده شده (عملکرد زارعین)، پتانسیل تولید زمین ، شاخص خاک و شاخص مدیریت در واحدهای مختلف اراضی

واحد اراضی	تولید مشاهده شده (تن در هکتار)	شاخص خاک		تولید پتانسیل زمین به روش فائو (تن در هکتار)		شاخص مدیریت روش فائو		تولید پتانسیل زمین به روش واگنینگن (تن در هکتار)		شاخص مدیریت روش واگنینگن	
		فرمول استوری	فرمول ریشه دوم	فرمول استوری	فرمول ریشه دوم	فرمول استوری	فرمول ریشه دوم	فرمول استوری	فرمول ریشه دوم	فرمول استوری	فرمول ریشه دوم
A-1	۵۹/۸۳	۰/۷۱	۰/۸	۷۳/۱۶	۸۲/۴۴	۰/۸۲	۰/۷۲	۷۰/۴۷	۷۹/۴۰	۰/۸۵	۰/۷۵
B-1	۶۰/۰۲	۰/۷۲	۰/۸۱	۷۴/۱۹	۸۳/۴۷	۰/۸۱	۰/۷۲	۷۱/۴۶	۸۰/۴۰	۰/۸۴	۰/۷۵
C-1	۶۰/۳۱	۰/۷۲	۰/۸۱	۷۴/۱۹	۸۳/۴۷	۰/۸۱	۰/۷۲	۷۱/۴۶	۸۰/۴۰	۰/۸۴	۰/۷۵
D-1	۵۹/۹۲	۰/۷۳	۰/۸۱	۷۵/۲۲	۸۳/۴۷	۰/۸۰	۰/۷۲	۷۲/۴۵	۸۰/۴۰	۰/۸۳	۰/۷۴
E-1	۶۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۸۰	۷۴/۱۹	۸۲/۴۴	۰/۸۲	۰/۷۳	۷۱/۴۶	۷۹/۴۰	۰/۸۵	۰/۷۶
B-2	۶۰/۴۸	۰/۷۲	۰/۸۱	۷۴/۱۹	۸۳/۴۷	۰/۸۲	۰/۷۲	۷۱/۴۶	۸۰/۴۰	۰/۸۵	۰/۷۵
F-1	۵۹/۲۳	۰/۶۷	۰/۷۷	۶۹/۰۴	۷۹/۳۴	۰/۸۶	۰,۷۵	۶۶/۵۰	۷۶/۴۳	۰/۸۹	۰/۷۷
B-3	۶۳/۱۷	۰/۶۶	۰/۷۷	۶۹/۱۸	۸۰/۷۱	۰/۹۱	۰/۷۸	۶۶/۶۴	۷۷/۷۵	۰/۹۵	۰/۸۱
G-1	۶۴/۰۸	۰/۷۴	۰/۸۱	۷۷/۵۸	۸۴/۹۲	۰/۸۳	۰/۷۵	۷۴/۷۲	۸۱/۷۹	۰/۸۶	۰/۷۸
H-1	۶۴/۳۴	۰/۷۱	۰/۷۹	۷۴/۴۲	۸۲/۸۱	۰/۸۷	۰/۷۸	۷۱/۶۹	۷۹/۷۷	۰/۹۰	۰/۸۰
I-1	۶۳/۵۲	۰/۷۲	۰/۷۹	۷۲/۸۲	۷۹/۹۰	۰/۸۷	۰/۷۹	۷۰/۱۴	۷۶/۶۹	۰/۹۰	۰/۸۳
J-1	۷۳/۹۸	۰/۷۲	۰/۷۹	۸۲/۱۴	۹۰/۱۳	۰/۹۰	۰/۸۲	۷۹/۱۲	۸۶/۸۲	۰/۹۳	۰/۸۵
K-1	۷۴/۲۴	۰/۷۶	۰/۸۱	۸۶/۷۱	۹۲/۴۲	۰/۸۶	۰/۸۰	۸۳/۵۲	۸۹/۰۱	۰/۸۹	۰/۸۳
L-1	۷۴/۷۶	۰/۷۳	۰/۸۰	۸۲/۱۵	۹۱/۲۸	۰/۹۱	۰/۸۱	۷۹/۱۲	۸۷/۹۲	۰/۹۴	۰/۸۵

Archive of SID

www.SID.ir

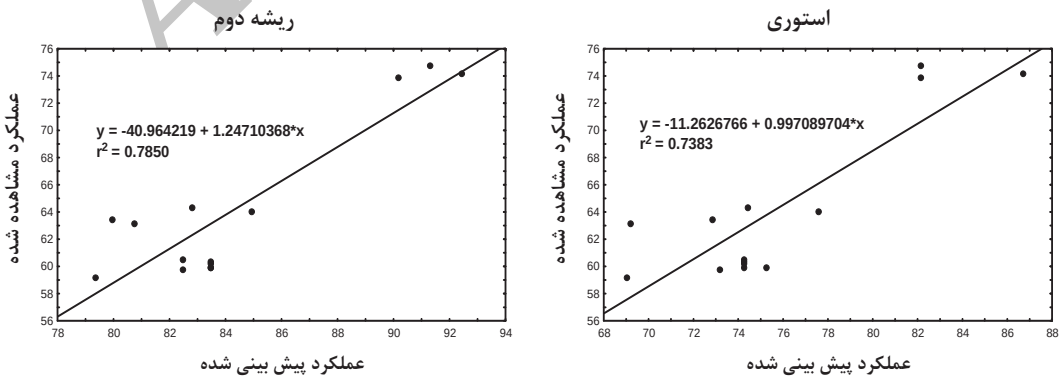
جدول ۹- سطح مدیریت در واحدهای مختلف اراضی

واحد اراضی	سطح مدیریت			
	روش فائو		روش واگنینگن	
	روش استوری	روش ریشه دوم	روش استوری	روش ریشه دوم
A-1	بالا	متوسط	بالا	بالا
B-1	بالا	متوسط	بالا	بالا
C-1	بالا	متوسط	بالا	بالا
D-1	بالا	متوسط	بالا	متوسط
E-1	بالا	متوسط	بالا	بالا
B-2	بالا	متوسط	بالا	بالا
F-1	بالا	بالا	بالا	بالا
B-3	بالا	بالا	بالا	بالا
G-1	بالا	بالا	بالا	بالا
H-1	بالا	بالا	بالا	بالا
I-1	بالا	بالا	بالا	بالا
J-1	بالا	بالا	بالا	بالا
K-1	بالا	بالا	بالا	بالا
L-1	بالا	بالا	بالا	بالا

روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی (عملکرد پیش بینی شده) برای ذرت علوفه‌ای، محاسبه شده به دو روش فائو و واگنینگن از یکطرف و عملکرد مشاهده شده از طرف دیگر در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده‌اند. در هریک از این دو روش، شاخص خاک، یک‌بار با استفاده از فرمول استوری و بار دیگر با بکار بردن فرمول ریشه دوم بدست آورده شد. ضرایب تشخیص بدست آمده برای این روابط مورد آزمون قرار گرفتند و هردو آنها در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. این بدین معنی است که پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده دارای همبستگی معنی داری می‌باشند و روش‌های بکار رفته از دقت لازم برخوردار بوده‌اند. ضرایب تشخیص مورد اشاره، وقتی مدل فائو بکار رفت و از فرمول‌های استوری و ریشه دوم در محاسبه شاخص خاک استفاده شد، به ترتیب، ۰/۷۳۸۳ و ۰/۷۸۵۰ و زمانی که مدل واگنینگن بکار گرفته شد، در صورت استفاده از فرمول‌های استوری و ریشه دوم، به ترتیب، ۰/۷۳۸۵ و ۰/۷۷۷۵ بدست آمد.

عواملی که تعیین کننده مقدار ضریب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده هستند عبارتند از: تعداد مشاهدات، استفاده از اطلاعات دهه‌ای بجای اطلاعات ماهیانه (۲۳)، دخالت دادن اثر مدیریت در پتانسیل تولید زمین (۲۰ و۲۴) و خطای اندازه گیری‌ها.

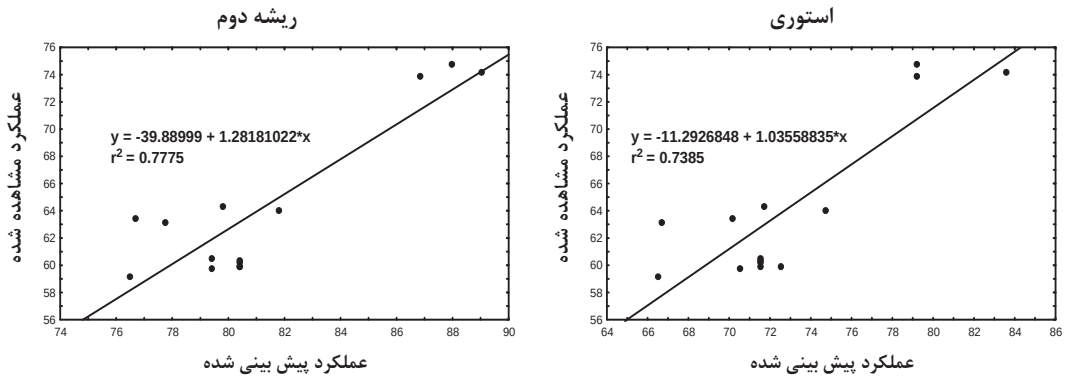
در تحقیق حاضر ۱۵ پروفیل خاک (تعداد مشاهدات) مورد مطالعه قرار گرفت و متوسط عملکرد زارع برای هر پروفیل خاک اندازه گیری شد. اگر تعداد مشاهدات از ۱۵ فراتر می‌رفت، مقدار ضریب تشخیص نیز افزایش می‌یافت.



شکل ۲- رابطه رگرسیونی بین عملکرد مشاهده شده (تن در هکتار) و عملکرد پیش‌بینی شده (پتانسیل تولید اراضی)(تن در هکتار) به روش فائو

Archive of SID

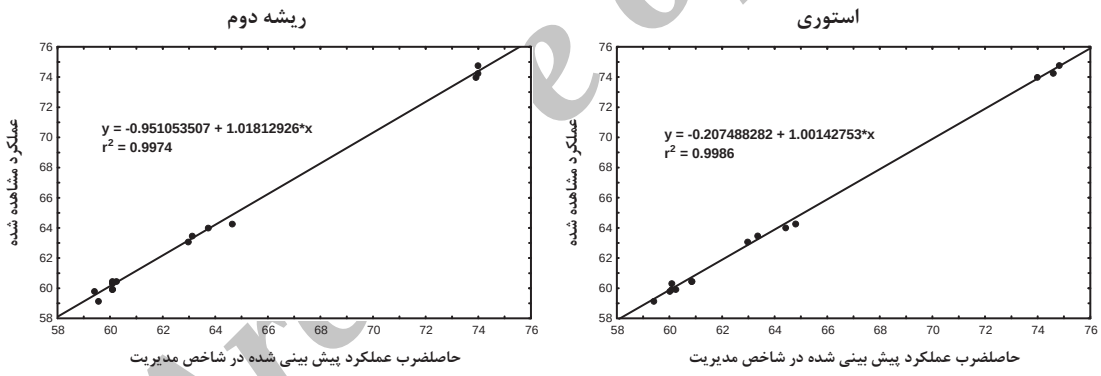
www.SID.ir



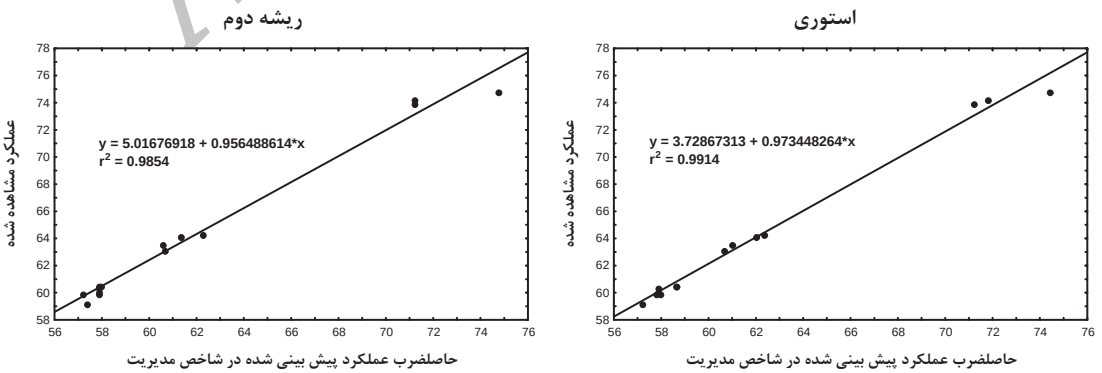
شکل ۳- رابطه رگرسیونی بین عملکرد مشاهده شده (تن در هکتار) و عملکرد پیش‌بینی شده (پتانسیل تولید اراضی) (تن در هکتار) به روش واگنینگن

در محاسبه پتانسیل تابشی-گرمائی تولید از اطلاعات ماهیانه استفاده شد. اگر اطلاعات دهه‌ای بجای اطلاعات ماهیانه بکار می‌رفت، دقت برآورد توسط مدل‌ها بیشتر می‌شد و ضریب تشخیص بیشتری بدست می‌آمد (۲۳).

اگر محدودیت مدیریت در محاسبه پتانسیل تولید زمین وارد شود، ضریب تشخیص افزایش می‌یابد، زیرا در این صورت، همانگونه که مدیریت زارع در عملکرد او (عملکرد مشاهده شده) نقش دارد، این نقش در پتانسیل تولید زمین هم دخالت داده شده و این امر باعث افزایش ضریب تشخیص می‌گردد (۲۰ و ۲۴). همانگونه که در شکل‌های ۴ و ۵ ملاحظه می‌گردد، با ضرب کردن شاخص مدیریت در پتانسیل تولید زمین روی محورهای x، ضرایب تشخیص به ترتیب از ۰/۷۳۸۳ و ۰/۷۸۵۰ در شکل ۲ به ۰/۹۹۸۶ و ۰/۹۹۷۴ در شکل ۴ و از ۰/۷۳۸۵ و ۰/۷۷۷۵ در شکل ۳ به ۰/۹۹۱۴ و ۰/۹۸۵۴ در شکل ۵ ارتقاء یافته‌اند.



شکل ٤- روابط رگرسیونی بین عملکرد مشاهده شده (تن در هکتار) و پتانسیل تولید زمین (تن در هکتار) به روش فائو



شکل ۵- روابط رگرسیونی بین عملکرد مشاهده شده (تن در هکتار) و پتانسیل تولید زمین (تن در هکتار) به روش واگنینگن

Archive of SID

www.SID.ir

اگر در اندازه‌گیری متغیرهای اقلیمی و یا مشخصات زمین و خاک خطائی صورت گیرد و یا دقت لازم در تعیین نیازهای رویشی گیاه صورت نگیرد، نقاط پرتی در اطراف خط رگرسیون بوجود می‌آیند و ضریب تشخیص را کاهش می‌دهند. در این مطالعه سعی شد تا با افزایش دقت اندازه‌گیری‌ها، از ایجاد این نقاط جلوگیری و در نتیجه ضریب تشخیص بالاتری بدست آید.

خاقانی (۲)، برای برآورد تولید پتانسیل گندم در منطقه هرزندات مرند از مدل فائو و واگنینگن استفاده کرد. بین مقدار عملکرد زارعین و تولید برآورد شده وقتی که از مدل واگنینگن استفاده شد، همبستگی بیشتری وجود داشت (R^2=۰/۸۲).

ایوبی و همکاران (۱)، پتانسیل تابشی-گرمائی تولید ذرت دانه‌ای را در منطقه براآن شمالی اصفهان ۱۳/۶۴ تن در هکتار بدست آوردند. پتانسیل تولید اراضی برای این محصول بین ۲/۰۶ و ۹/۴۲ تن در هکتار برآورد شد. آنها وجود ارتباط آماری معنی‌دار بین تولید مشاهده شده و پتانسیل تولید اراضی را گویای انتخاب صحیح فاکتورها و روش ارزیابی در این پژوهش دانستند.

گومز دیاز (۲۰) با هدف ساختن یک مدل بمنظور پیش‌بینی پتانسیل تولید اراضی هفت منطقه در مکزیک با اقلیم‌ها، خاک‌ها و شرایط مدیریتی متفاوت، ابتدا پتانسیل تابشی-گرمائی تولید ذرت دانه‌ای دیم را برای این مناطق بین ۵/۸ و ۷/۴ تن در هکتار بدست آورد. در مرحله دوم، با دخالت دادن محدودیت آب، پتانسیل تولید دیم اراضی پیش‌بینی شد. سپس ضمن طبقه‌بندی کیفی تناسب اراضی، شاخص خاک برای هر یک از واحدهای اراضی با استفاده از فرمول-های استوری و ریشه دوم محاسبه گردید. با ضرب شاخص خاک و شاخص مدیریت در پتانسیل تولید دیم ذرت دانه‌ای، پتانسیل تولید اراضی بین ۲ و ۵/۴ و بین ۲/۱ و ۵/۵ تن در هکتار به ترتیب با استفاده از فرمول‌های استوری و ریشه دوم تخمین زده شد. ضریب تشخیص رابطه بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده وقتی که از فرمول استوری استفاده شد، ۰/۸۵ و زمانی که فرمول ریشه دوم بکار رفت، ۰/۸۷ بدست آمد. وی این ضرایب تشخیص را نشانه همبستگی معنی‌دار بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده و کارآئی مدل ساخته شده در پیش‌بینی پتانسیل تولید زمین و ارزیابی اثر مشخصات آن بر تولید محصول قلمداد نمود.

نتیجه‌گیری

پتانسیل حرارتی– تابشی ذرت علوفه‌ای آبی که از طریق مدل فائو بدست می‌آید بیشتر از مقدار پتانسیلی است که با استفاده از مدل واگنینگن محاسبه می‌گردد. این اختلاف به دلیل تفاوت در روش محاسبه پتانسیل حرارتی– تابشی تولید در هر یک از این مدل‌ها و شکل متفاوت آن مدل‌هاست.

نتایج نشان داد که عملکرد زارعین منطقه (تولید واقعی یا مشاهده شده) نسبت به پتانسیل تولید اراضی (تولید پیش‌بینی شده) پائین‌تر بوده و این بخاطر تأثیر سطح مدیریت در عملکرد زارعین است. محدودیت مدیریت در محاسبه پتانسیل تولید اراضی وارد نشده و اگر تأثیر داده شود، این دو عملکرد خیلی بهم نزدیک خواهند شد.

از دو طریق مشخص شد که سطح مدیریت در اغلب واحدهای اراضی بالا می باشد. همبستگی معنی‌دار بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد زارعین نشان می‌دهد که دقت روش‌هائی که در این تحقیق برای تخمین پتانسیل تولید اراضی بکار رفته‌اند، قابل قبول می‌باشند.

عواملی که تعیین کننده مقدار ضریب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده هستند عبارتند از: تعداد مشاهدات، استفاده از اطلاعات دهه‌ای بجای اطلاعات ماهیانه، دخالت دادن اثر مدیریت در پتانسیل تولید زمین و خطای اندازه گیری‌ها.

منابع

۱- ایوبی ش.، گیوی ج.، جلالیان ا. و امینی ا.م. ۱۳۸۱. ارزیابی کمی تناسب اراضی منطقه براآن شمالی (اصفهان) برای کشت آبی گندم، جو، ذرت و برنج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۶ (۳): ۱۱۹-۱۰۵.

۲- خاقانی ر. ۱۳۸۸. مقایسه مدل فائو و واگنینگن برای برآورد تولید پتانسیل گندم در منطقه هرزندات مرند. مجموعه خلاصه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، مدیریت خاک و امنیت غذایی. صفحه ۹۸.

۳- رادمهر م. ۱۳۷۶. تاثیر تنش گرما بر فیزیولوژی رشد و نمو گندم. انتشارات دانشگاه فردوسی. مشهد.

۴- زارعیان غ.ر. و سیدجلالی ع.ر. ۱۳۸۸. تناسب اراضی کمی و پتانسیل تولید گندم در خاکهای شور دشت سروستان استان فارس. مجموعه خلاصه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، مدیریت خاک و امنیت غذایی. صفحه ۱۳۰.

۵- سهرابی ا.، گیوی ج.، ملکوتی م.ج.، مسیح آبادی م.ح. و سیدجلالی س.ع.ر. ۱۳۸۲. محاسبه دوره رشد و تخمین تولید بیوماس چغندرقند به روش فائو در دشت سیلاخور لرستان. مجله چغندرقند. ۱۹(۱): ۷۹-۶۷.

Archive of SID

www.SID.ir

۶- فاتحی ش.، قادری ج. و سیدجلالی ع.ر. ۱۳۸۶. ارزیابی تناسب اراضی و تعیین پتانسیل تولید برای ذرت در دشت کرمانشاه. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. صفحه ۲۸۷.
۷- فرجنیا ا. ۱۳۸۶. ارزیابی تناسب اراضی و تعیین پتانسیل تولید چغندرقند در دشت یکانات مرند. مجله چغندرقند. ۲۳(۱): ۵۴- ۴۳.
۸- گیوی ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. نشریه فنی شماره ۱۰۱۵. موسسه تحقیقات خاک و آب.
۹- گیوی ج. ۱۳۷۷. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب و تعیین پتانسیل تولید اراضی برای محصولات عمده منطقه فلاورجان اصفهان. موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی.
۱۰- مساواتی س.ع. و سیدجلالی س.ع. ۱۳۸۱. تعیین تناسب اراضی و پتانسیل تولید گندم در اراضی شور استان گلستان. نشریه فنی شماره ۱۱۳۶. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران.
۱۱- موسوی س.ف. و نوری امامزادهئی م.ر. ۱۳۸۰. کاربرد روشهای عددی در منابع آب. چاپ اول. انتشارات ارکان اصفهان.
۱۲- نصیری محلاتی م. ۱۳۷۹. مدلسازی فرایندهای رشد گیاهان زراعی. ترجمه. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۱۳- نوری امامزادهئی م.ر. ۱۳۸۳. شبیه‌سازی اثرات تنش آب و میزان نیتروژن بر فرآیند رشد و نمو گندم. رساله دکتری رشته آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز.

14- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirement. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome.
15- Arora V.K., and Gajri P.R. 2000. Assessment of a crop growth-water balance model for predicting maize growth and yield in a subtropical environment. Agricultural Water Management. 46: 157-166.
16- Ashraf S. 2011. Estimating the land production potential for wheat, using GIS method. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(8):118-122.
17- Ashraf S., Ashraf V., and Abbaspour H. 2011. Assessment of land production potential for barley using geographic information system (GIS) method. Indian Journal of Science and Technology. 4(12):1775-1777.
18- Chinene V.R.N. 1991. The Zimbian land evaluation system (ZLES). Soil Use and Management. 7: 21-30.
19- Dierckx, J., James R.G., Feyen J., and Belmans. C. 1998. Simulation of the soil-water dynamics and corn yields under deficit irrigation. Irrigation Science, 9(2): 105-125.
20- Gomes Diaz J.D. 1993. Modelling of land production potential of maize (*Zea mays* L.) in different zones in Mexico. M.Sc. thesis, University of Gent. Gent, Belgium.
21- Jamieson P.D., Semenov M.A., Brooking I.R., and Francis G.S. 1998. Sirius: a mechanistic model of wheat response to environmental variation. European Journal of Agronomy, 8: 161- 179.
22- Rossiter D.G. 1996. A theorical framework for land evaluation. Geoderma, 72: 165-190.
23- Sys C., Van Ranst E., and Debaveye J. 1991. Land evaluation. Part 1, Agricultural Publications 7, General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium.
24- 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.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.4, Sept.-Oct. 2012, p. 873-885

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۱، ص. ۸۸۵-۸۷۳

Comparison Between Land Production Potential Prediction for Maize, Using FAO and Wageningen Models and Assessment of Management Level for Its Cultivation Around Shahrekord City

S. Etedali[1] - J. Givi[2*] - M.R. Nouri[3]

Received: 30-5-2011
Accepted: 29-4-2012

Abstract

Proper use of agricultural lands is essential because of fast growing population and water stress which occurs in arid and semi-arid regions. In this regards, land suitability evaluation and land production potential prediction are two important prerequisites for land use planning. This research was done to compare FAO and Wageningen models which were used in land production potential prediction for irrigated maize and to determine management level around Shahrekord city. For this purpose, first, radiation thermal production potential for irrigated maize was estimated, using FAO and Wageningen models. Then, land production potential was calculated by multiplication of soil index and radiation thermal production potential. Soil index, indicating the extent of soil limitations effective in production reduction, was calculated by the Storie and the second root formulaes. The potential, obtained by the FAO model is higher, compared with that calculated by Wageningen model. This difference is due to difference in calculation method and different forms of the models. The results showed that the land production potential is higher than the observed yield. Management level of the farmers is the origin of this difference. By using two methods, it was proved that management level in most of the land units is high. Determination coefficients of correlation analysis between land production potential and observed yield were obtained as 0.7383 and 0.7850, using FAO model, and as 0.7385 and 0.7775, using Wageningen model, respectively as Storie and second root formulas were used for calculation of soil index. This means that the land production potential and the observed yield have a significant correlation and accuracy of the used methods for estimation of land production potential is acceptable. Factors that increase the determination coefficient are discussed as well.

Keywords: FAO model, Land production potential, Maize, Management level, Wageningen model

Archive of SID

1,2- MSc Student and Associated Professor, Department of Soil Science Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord
(*-Corresponding Author Email: jgivi@yahoo.com)
3- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

www.SID.ir