Archive of SID

برآورد پتانسیل تولید نیشکر با مدل‌های مختلف در اراضی جنوب استان خوزستان

سیدعلیرضا سیدجلالی[1]، میرناصر نویدی و علی زین الدینی میمند

استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ **ajalali@areeo.ac.ir**

استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ **nnavidi@swri.ir**

استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ **ali_zeinadin@yahoo.com**

دریافت: **99/7/14** پذیرش: **1400/4/20**

چکیده

درک شناخت عواملی که پیش‌بینی عملکرد منطقه‌ای محصول نیشکر را محدود کرده و روش‌های مدیریت را بهبود بخشد، امری ضروری است، هدف از این تحقیق انتخاب مدلی بود که پتانسیل تولید نیشکر را با در نظر گرفتن ویژگی-های اقلیمی، گیاهی و خاکی و زمین‌نما منطقه برآورد کند. مناطق موردمطالعه در جنوب استان خوزستان شامل کشت و صنعت‌های امیرکبیر، میزا کوچک خان، دعبل خزایی، سلمان فارسی و فارابی بود. بدین منظور 100 سایت در مزارع مناطق مختلف تحت کشت نیشکر در استان خوزستان بر اساس تنوع در ویژگی های خاک موردمطالعه قرار گرفت. روش انجام این تحقیق طی دو سلسله‌مراتب انجام شد. در مرحله اول پتانسیل تولید نیشکر با استفاده از روش مدل رشد فائو برآورد شد و در مرحله دوم پتانسیل تولید اراضی برای نیشکر با توجه به تأثیر عوامل محدودکننده در خاک (که به‌صورت شاخص خاک به روش پارامتری محاسبه و موجب کاهش عملکرد محصول نیشکر در مرحله اول شد) برآورد گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ، رگرسیون به روش‌های استاندارد، گام‌به‌گام و منحنی تخمین به کار رفت. در رگرسیون به روش استاندارد و گام‌به‌گام ویژگی‌های خاک به‌عنوان متغیر مستقل و عملکرد مشاهده‌شده به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد و درروش منحنی تخمین به روش‌های خطی، درجه دوم و درجه سوم، عملکرد مشاهده‌شده نیشکر به‌عنوان متغیر مستقل و عملکرد پیش‌بینی‌شده به‌عنوان متغیر وابسته انتخاب شدند. نتایج مرحله اول نشان داد که پتانسیل تولید محصول به روش مدل رشد فائو 95/8 تن در هکتار است و نتایج مرحله دوم نشان داد که پتانسیل تولید اراضی برای نیشکر در منطقه در سطوح مختلف مدیریتی از 18 تا 69/3 تن در هکتار تخمین زده شد. از عوامل کاهش عملکرد می‌توان به عوامل محدودکننده‌ای از قبیل محدودیت‌های آهک، بافت خاک سنگین و خیلی سنگین، زهکشی، شوری و سدیمی بودن و عدم مدیریت مناسب اشاره نمود. نتایج روش رگرسیون استاندارد و گام‌به‌گام نشان دادند که به ترتیب ضریب تبیین 0/52 و 0/49 و خطای استاندارد (ME) برابر 10/13 و 9/77 تن در هکتار به دست آمد. ویژگی‌های خاک به روش استاندارد تا 52 درصد و به روش گام‌به‌گام تا 49 درصد توانست عملکرد را پیش‌بینی کند و درروش منحنی تخمین برای مدل خطی، درجه دوم و درجه سوم، ضریب تبیین به ترتیب 0/74، 0/85 و 0/87 و خطای استاندارد 7/8، 5/8 و 5/3 تن در هکتار محاسبه شد. بنابراین روش منحنی تخمین درجه سوم که از مدل رشد فائو برای پیش‌بینی عملکرد محصول استفاده نموده دارای دقت بالاتر و خطای کمتر از مدل رگرسیون استاندارد و گام‌به‌گام است که فقط از اثر ویژگی‌های سرزمین بر عملکرد مشاهده‌شده را استفاده نموده است

واژه‌های کلیدی: شاخص خاک، پیش بینی عملکرد، مدل رشد فائو

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: کرج، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، بخش تحقیقات ارزیابی اراضی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نیشکر بانام علمی "Saccharum officinarum" یکی از گیاهان عمده زراعی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است و به‌عنوان یکی از محصولات مهم کشاورزی در بیش از 69 کشور بین عرض جغرافیایی 36/7 درجه شمالی و از خط استوا تا عرض جغرافیایی 31 درجه جنوبی در منطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کشت می‌گردد. در ایران کشت نیشکر تنها محدود به 3 استان مازندران، گیلان و خوزستان می‌شود در استان‌های مازندران و گیلان کشت به‌صورت دیم بوده و در سطح کم صورت می‌گردد. کشت متداول آن در ایران بیشتر در استان خوزستان با سطح زیر کشت تقریبی 120 هزار هکتار و با عملکرد میانگین 75 تن در هکتار است (فائو، 2017). نیشکر از سطح دریا تا ارتفاع 1500 متری کشت می‌شود ولی با کاهش دما، ارتفاع آستانه از سطح دریا کاهش می‌یابد. نیشکر از مهم‌ترین گیاهان قندی در جهان محسوب می‌شود. این گیاه پتانسیل تولید شکر باکیفیت بالا به مقدار زیاد در واحد سطح زمین را دارا است(خواجه پور، 1370).

در سال زراعی 98-1397، محصولات صنعتی با سطح برداشت حدود 638 هزار هکتار، معادل 5/4 درصد از کل سطح برداشت محصولات زراعی کشور را به خود اختصاص داده است. از این مقدار 93/4 درصد به‌صورت کشت آبی و6/6 درصد به‌صورت کشت دیم بوده است. محصول کلزا با 33/5 ،چغندرقند با 12/5 ،نیشکر با 10/9 درصد از سطح برداشت محصولات صنعتی در رتبه‌های اول تا سوم سطح این گروه قرار دارند. ازلحاظ میزان تولید کل محصول صنعتی محصول نیشکر با 49/0 درصد از تولید محصولات صنعتی در جایگاه نخست قرارگرفته و محصول چغندرقند با 41/4 درصد تولید در جایگاه دوم و محصول کلزا با 4/29 درصد در جایگاه سوم قرار دارد. به‌عبارت‌دیگر حدود 90/4 درصد از تولید محصولات صنعتی به دو محصول چغندرقند و نیشکر تعلق دارد(آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، 1399).

در برزیل حدود یک درصد اراضی تحت کشت نیشکر، در استرالیا 60 % و در آفریقای جنوبی 40 % آبیاری می‌شوند. در حال حاضر برزیل، هند، چین، تایلند، پاکستان، مکزیک، کلمبیا، استرالیا، آمریکا و اندونزی بزرگ ترین کشورهای تولیدکننده نیشکر در دنیا محسوب می‌شوند (فائو، 2013). براین اساس در سال 2017 در ایران میزان سطح زیر کشت 93654هکتار و عملکرد میانگین 80740 کیلوگرم در هکتار بوده است و در رتبه 27 دنیا قرار دارد.

علت اختلاف عملکرد پتانسیل تولید نیشکر با عملکرد واقعی آن مربوط به ویژگی‌های خاک، اقلیم و مدیریت استفاده از اراضی است در مطالعاتی اثر شوری بر عملکرد نیشکر دیده‌شده است. گیاه نیشکر نسبتاً به شوری حساس است و آستانه آن برای کاهش عملکرد 1/7 دسیسیمنز بر متر است (آزمایشگاه شوری ایالات‌متحده ،1954،. برن استین و همکاران، 1966،. ماس و هافمن، 1977). ویگند و همکاران (1966) دریافتند که درازای هر یک دسیسیمنز بر متر شوری در ناحیه ریشه نیشکر عملکرد 13/7 مگاگرم در هکتار کاهش‌یافته و با افزایش شوری خاک میزان قند(ساکاروز) نیشکر کاهش می‌یابد (لینگل و ویرگند، 1977،. لینگل و همکاران، 2000). برای کشت آبی نیشکر نیاز به استفاده از زهکش زیر زمینی برای جلوگیری از تجمع نمک است و لازم است ضریب آبشویی نیز برای شستشوی نمک اضافی در ناحیه ریشه لحاظ گردد (روزف، 1998،. ویدنفلد و همکاران،. 2005). سینق و همکاران (2019) گزارش کردند که وزن نی برای واریته های مختلف از 12 تا 41 درصد در اراضی ماندابی کاهش نشان داد کاهش وزن نی به علت کاهش عملکرد فتوسنتز، توسعه ریشه، سطح برگ، مرگ نی، افتادگی و شکستگی نی است (جیفنگ و همکاران،. 2017: گوماتی و همکاران،. 2015 و ویاتور و همکاران،. 2012). ارشاد و همکاران(2019) گزارش کردند که در مناطق تحت کشت نیشکر در دره هربرت استرالیا، بافت خاک می‌تواند بر عملکرد محصول مؤثر باشد در این منطقه بافت خاک سبک موجب ظرفیت قابل‌تبادل کاتیونی پایین و درنتیجه حاصلخیزی پایین گشته و عملکرد نیشکر را کاهش می‌دهد. ادی آرمانتو (2019) گزارش کرد که مدیریت یکنواخت در مزارع نیشکر بدون آگاهی از تغییرات خاک باعث می‌شود در بعضی از مزارع کود به مقدار زیاد و در بعضی کود به مقدار کم استفاده شود. همچنین ایشان گزارش نمودند که عملکرد نیشکر در زمین شیب‌دار کاهش و در زمین پست با شیب ملایم عملکرد تا 105 تن در هکتار افزایش نشان داد.

برای تعیین میزان تقاضا برای مواد غذایی لازم است که بر عملکرد محصول در مناطق تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان نظارت و کنترل شود. افزایش تقاضا برای مواد غذایی در سراسر جهان و منابع محدود در دسترس برای تولید، لزوم استفاده از ابزارهای جدید برای برآورد تولید محصول را می‌طلبد (پادیلا و همکاران،

www.SID.ir

Archive of SID

2012). درک شناخت عواملی که پیش‌بینی عملکرد منطقه‌ای محصول را محدود می‌کند و روش‌های مدیریت را بهبود می‌بخشد امری ضروری است (بودونگ، 2009). برای پیش‌بینی عملکرد محصول قبل از برداشت، طیف وسیعی از فن‌ها مانند برآوردهای چشمی، نمونه‌برداری با قالب و اندازه‌های مشخص، روش آنالوگ، مدل‌های شبیه‌سازی محصول، وفوست، کراپسیست، سنجش‌ازدور و روش‌های رگرسیون وجود دارد (چیپانچی و همکاران، 1999، دورایوامی و همکاران، 2003؛ ماسلی و همکاران، 2001؛ پینتر و همکاران، 1981؛ وال و همکاران، 2007، زو و همکاران، 2018 و تودوریک و همکاران، 2009). در رن، چن و همکاران. (2008) از یک مدل رگرسیون خطی برای پیش‌بینی عملکرد گندم زمستان در استان شاندونگ استفاده کردند. مدل‌های محصول غالباً در اکولوژی، زراعت و علوم محیطی برای شبیه‌سازی محصول و متغیرهای محیطی استفاده می‌شود. در سال‌های گذشته، مدل‌های شبیه‌سازی رشد محصول به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان یک ابزار مهم برای بررسی رشد محصول و واریته‌ها در شرایط مختلف اقلیمی برای به حداقل رساندن ریسک، مورداستفاده قرارگرفته است. (تسکانو و همکاران، 2012).

با توجه به موارد ذکرشده کشور ایران از این مسائل مستثنای نیست با توجه به خشک بودن ایران و جمعیت رو به افزایش کشور نیاز به مدلی که بتواند که ضمن پیش‌بینی عملکرد محصول به علل کاهش عملکرد نیز پی ببرد و بتوان عملکرد محصول در سطح را افزایش دهد احساس می‌گردد. استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی رشد محصول به‌عنوان یکی از اجزای مهم دستگاه‌های یادگیری و تصمیم‌گیری کشاورزی رو به افزایش است (پارک و همکاران، 2005). وفوست، مطالعات جهانی غذا، مدل عمومی شبیه‌سازی رشد محصول است که برای طیف وسیعی از محصولات با داده‌های خاص مورداستفاده قرار گیرد. (روئتر و همکاران ، 2005 ؛ وو و همکاران، 2006). فرضیات این تحقیق این است که مدل ارائه‌شده می‌تواند برای پیش‌بینی عملکرد نیشکر استفاده شود و در ضمن ویژگی‌های خاک بر میزان عملکرد تأثیر دارند. هدف از انجام این تحقیق، در مرحله اول برآورد پتانسیل تولید نیشکر با استفاده از روش مدل رشد فائو و در مرحله دوم برآورد پتانسیل تولید نیشکر در اراضی جنوب استان خوزستان با توجه به تأثیر عوامل محدودکننده خاک بر تولید است که به‌صورت شاخص خاک و با استفاده از روش پارامتری محاسبه گردید و در نهایت موجب کاهش عملکرد محصول نیشکر در مرحله اول می‌گردد.

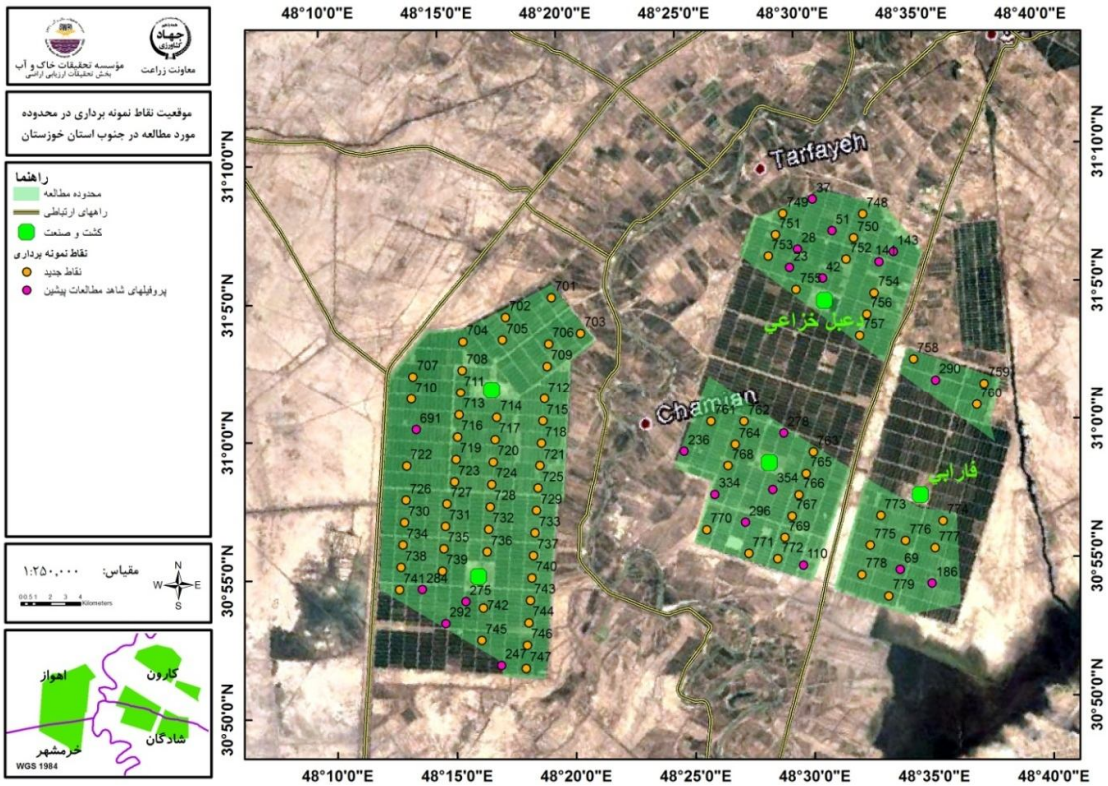
مواد و روش‌ها

با توجه به وجود منابع غنی آب و خاک در جلگه خوزستان و همچنین شرایط مناسب اقلیمی منطقه برای کشت نیشکر و اینکه گیاه نیشکر ازجمله گیاهانی است که در شرایط گرم و خشک و با انجام آبیاری از لحاظ فیزیولوژیکی بهره‌وری فیزیکی فوق‌العاده‌ای را برای تولید شکر دارا بوده و همچنین با توجه به گسترش صنایع جانبی متعددی مانند کاغذسازی، نئوپان، خوراک دام و تهیه الکل، گسترش کشت آن در استان خوزستان رو به فزونی است. و بنابراین، با توجه به اهمیت و قدمت کشت و تولید نیشکر در استان خوزستان، برای اجرای پروژه کشت و صنعت‌های امیرکبیر، میرزا کوچک، سلمان فارسی، دعبل خزاعی و فارابی، برای این مطالعه انتخاب گردید. تخمین پتانسیل تولید نیشکر با در نظر گرفتن شرایط محیطی منطقه از قبیل اقلیم، گیاه، خاک و زمین‌نما طی مراحل زیر است. در مرحله اول تخمین پتانسیل تولید نیشکر با استفاده از مدل رشد فائو (1379) و در مرحله دوم تخمین پتانسیل تولید اراضی برای خاک‌های مختلف با استفاده از تأثیر محدودیت‌های خاک که به‌صورت شاخص خاک به روش پارامتریک محاسبه می‌گردد انجام می‌شود. یک مزیت مهم استفاده از این مدل ساده در این است که اجرای آن در منطقه با استفاده از اطلاعات در دسترس امکان‌پذیر است.

بدین منظور 100 پروفیل و مته در مزارع کشت و صنعت‌های امیرکبیر، میزا کوچک خان، سلمان فارس، دعبل خزایی و فارابی از استان خوزستان حفر و مورد مطالعه قرار گرفت. که از این تعداد 45 سایت برای بررسی مدل پتانسیل تولید استفاده شده و 30 سایت کنار گذاشته شد و برای صحت سنجی مدل مورداستفاده قرار گرفت و 25 تا بقیه با توجه به داده‌های پرت عملکرد در مطالعه مورد استفاده قرار نگرفت. در ضمن موقعیت کشت و صنعت‌ها و نقاط موردمطالعه در شکل (1) نشان داده شده است. و پرسشنامه توصیف کاربری اراضی برای این نقاط برای تعیین میزان تولید واقعی و مدیریت کشت، تکمیل شد (سایس و همکاران، 1991). در انتخاب مزارع سعی شد که دامنه عملکردی مناسبی از کمترین عملکرد تا بیشترین آن در منطقه، لحاظ شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 1- مناطق مورد مطالعه و محل حفر پروفیل و مته در کشت و صنعت‌های خوزستان

روش‌ها

پردازش آماری داده‌ها

نقاط مطالعاتی به نحوی انتخاب شدند که تا حد ممکن اثرات سایر عوامل مانند مدیریت، اقلیم تا حد ممکن برای تمام مزارع شرایط تقریباً مشابهی داشته باشد تا بتوان اثرات ویژگی‌های اراضی بر عملکرد نیشکر را ازنظر آماری تجزیه‌وتحلیل نمود. نتایج تجزیه‌وتحلیل رگرسیون‌ها بین متغیر مستقل و وابسته این وضعیت را تأئید می‌نماید. تمام تجزیه‌وتحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن 24 و Minitab ورژن 17 انجام شد.

ازآنجایی‌که سطح مدیریت و سایر عوامل مؤثر بر تولید محصول مهم است و همیشه عوامل ناشناخته‌ای وجود دارد که باعث اختلاف عملکرد پتانسیل محصول و کشاورز می‌شود بدین منظور برای آگاهی از شناخت این عوامل پرسشنامه‌ای تحت عنوان فرم توصیف کاربری اراضی نیز تهیه گردید. که بر اساس آن مدیریت در سه سطح تعریف شد(جدول 2).

جدول 1- شرح تعاریف سطوح مدیریت

سطح مدیریت	تعاریف سطوح
مدیریت بالا	تمام فعالیت‌های میدانی از قبیل شخم زدن، کاشت، برداشت توسط کشاورزان به‌صورت مکانیزه انجام می‌شود. و کشاورز از سطح دانش بالا برخوردار است و به تمام فنون نوین کشاورزی از قبیل کاربرد کود و مبارزه با آفات و بیماری‌ها، کنترل علف‌های هرز و سایر مسائل مدیریتی آگاه است
مدیریت متوسط	فعالیت‌های میدانی از قبیل شخم زدن، کاشت، برداشت توسط کشاورزان به‌صورت نیمه مکانیزه انجام می‌شود. و کشاورز از سطح دانش متوسطی برخوردار است و تا حدودی به فنون نوین کشاورزی از قبیل کاربرد کود و مبارزه با آفات و بیماری‌ها، کنترل علف‌های هرز و سایر مسائل مدیریتی آگاه است
مدیریت پایین	فعالیت‌های میدانی از قبیل شخم زدن، کاشت، برداشت توسط کشاورزان تا حدودی به‌صورت نیمه مکانیزه انجام می‌شود. و کشاورز از سطح دانش پایینی برخوردار است و به فنون نوین کشاورزی از قبیل کاربرد کود و مبارزه با آفات و بیماری‌ها، کنترل علف‌های هرز آشنایی ضعیفی دارد

منبع: سیدجلالی، 1392.

www.SID.ir

Archive of SID

پتانسیل تولید آبی یا پتانسیل تولید حرارتی-تابشی (مدل رشد محصول)[1]

این مدل مقدار تولید وزن زنده خالص گیاه و عملکرد محصول را برای بهترین واریته در شرایط مطلوب ازنظر تابش خورشید، دما، آب و مواد غذائی و در شرایط کنترل آفات و بیماری‌ها، تخمین می‌زند (فائو، 1979).

برای محاسبه وزن خالص زنده گیاه از رابطه زیر استفاده شد:

رابطه (1)

$$Bn = \frac{0.36 \times bgm \times KLAI}{\left(1/I\right) + 0.25 \times ct}$$

Bn: تولید کل خالص وزن زنده گیاه (kg/ha)

bgm: حداکثر کل ناخالص وزن زنده گیاه (kg/ha)

KLAI : فاکتور تصحیح شاخص سطح برگ برای میزان حداکثر تولید بیوماس زمانی شاخص سطح برگ دارای سطحی کمتر از 5 مترمربع در مترمربع باشد. $LAI<5m^2$. M^{-2} فائو (1979) یک رابطه‌ای بین نسبت میزان حداکثر رشد و LAI به وجود آورد نسبت میزان رشد حداکثر به‌عنوان فاکتور تصحیح (KLAI) در فرمول برای bgm و برای جبران کردن LAI درزمانی است که میزان تولید بیوماس ناخالص کمتر از $5m^2/m^2$ است بکار می‌رود. میزان شاخص سطح برگ در این تحقیق از فائو (1981) اقتباس گردید.

L: تعداد روزهای بین کاشت و برداشت

ct: ضریب تنفس

$$ct = c30(0.044 + 0.0019t + 0.001t^2)$$

ضریب تنفسی بستگی به متوسط دمای روزانه (ازآنجایی‌که تنفس در هنگام روز و شب انجام می‌گیرد) و نوع عوامل مربوط به عملکرد دارد. اگر تولید عملکرد شامل تولید و حفظ قند یا نشاسته (غیر لگوم[2]) باشد تنفس کمتر از شکل پیچیده تولید که شامل تولید حفظ پروتئین‌ها (لگوم) خواهد بود.

ضریب تنفس به شرح زیر تعیین می‌گردد.

ct : ضریب تنفس

t : متوسط دمای روزانه (°C)

c30 : برای غیر لگوم ها برابر 0/0108 است.

c30 : برای لگوم ها برابر 0/0283 است.

برای محاسبه پتانسیل تولید آبی یا پتانسیل تولید حرارتی-تابشی محصول از رابطه (2) استفاده می‌شود:

رابطه (2)

$$RPP = Bn \times Hi$$

RPP: پتانسیل تولید آبی یا پتانسیل تولید حرارتی-تابشی[3] (کیلوگرم در هکتار)

Bn: تولید کل وزن زنده خالص گیاه (کیلوگرم در هکتار)

Hi: شاخص برداشت

شاخص برداشت (Hi) [4] یعنی نسبتی از بیوماس خالص محصول که ازنظر اقتصادی مفید است (مثل قسمت دانه در غلات، شکر در نیشکر و چغندرقند). مقدار شاخص برداشت بستگی به پتانسیل ژنتیکی واریته محصول (واریته با عملکرد بالا یا پائین) و رژیم آب (محصول دیم یا آبی) و عملیات زراعی دارد. در این مدل تنها واریته های با عملکرد بالا در نظر گرفته‌شده است. در این تحقیق میزان شاخص برداشت از منابع فائو (1981) برابر 0/25گرفته‌شده است.

ارزیابی ویژگی‌های اراضی

برای ارزیابی اراضی، ویژگی‌های اراضی با نیازهای نیشکر تطبیق داده شد و شاخص خاک به روش پارامتری از نوع ریشه دوم (رابطه 3) تعیین گردید (سایس و همکاران،1991، 1993). درروش پارامتری به هر خصوصیت از اراضی یک درجه‌بندی عددی اختصاص داده می‌شود (بین 0 و 100). اگر ویژگی اراضی برای نوع استفاده از اراضی دارای شرایط مطلوب باشد به آن عدد 100 و اگر شرایط نامطلوب باشد نسبت به محدودیتی که ایجاد می‌کند عدد کمتری اختصاص می‌یابد. از این درجه‌بندی عددی برای تعیین شاخص استفاده خواهد شد.

در این تحقیق با توجه به نیمه‌خشک بودن اقلیم منطقه از هشت خصوصیات اقلیم، توپوگرافی، سیل گیری، زهکشی، ترکیب بافت-سنگریزه و عمق، گچ، آهک و شوری و/یا قلیائیت استفاده گردید.

شاخص خاک به روش ریشه دوم (خدیر، 1986)

رابطه (3)

$$SI = R\min \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \ldots}$$

SI: شاخص خاک

R min : درجه حداقل

(A, B, C, ... :درجه‌بندی ویژگی‌های خاک)

1. Irrigated potential yield (radiation-thermal production potential yield)=RPP
2. *Non-legume*
3. Radiation-Thermal Production Potential
4. Harvest index

www.SID.ir

Archive of SID

پتانسیل تولید اراضی

برای تخمین پتانسیل تولید اراضی با استفاده از پتانسیل تولید آبی در مرحله اول و تأثیر محدودیت‌های خاک که به‌صورت شاخص خاک محاسبه‌شده از رابطه (4) استفاده‌شده است. در این رابطه اثر کاهش عملکرد به علت محدودیت‌های آب و هوائی تابش خورشید، دما و خصوصیات خاک دیده‌شده و پتانسیل تولید اراضی برای نیشکر تخمین گردید

رابطه (4)

$$LPP = \frac{RPP \times SI}{100}$$

LPP : پتانسیل تولید اراضی

SI : شاخص خاک (این شاخص بر اساس روش پارامتری تعیین گردید)

روش‌های آماری

برای مقایسه عملکرد پیش‌بینی‌شده توسط مدل با عملکرد کشاورز، روش‌های آماری زیر موردبررسی قرار گرفت.

همبستگی ساده: در این روش ماتریس همبستگی برای عملکرد کشاورز، ویژگی‌های اراضی از قبیل سیلت، رس، ماسه، گچ، آهک، شوری، درصد سدیم قابل تبادل (قلیائیت)، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و واکنش خاک، شاخص‌های اراضی و عملکردهای محاسبه‌شده به روش ریشه دوم تهیه گردید.

رگرسیون خطی چندگانه استاندارد: رگرسیون خطی چندگانه و ضریب تبیین (R^2) برای عملکرد پیش‌بینی‌شده و عملکرد کشاورز و ویژگی‌های اراضی به‌منظور تعیین مدل پیش‌بینی عملکرد نیشکر طبق رابطه (5) تعیین می‌شود:

رابطه 5

$$Y = a + b1X1 + b2X2 + b3X3 + \cdots + bnXn$$

رگرسیون خطی چندگانه گام‌به‌گام: این روش توسط دراپر و اسمیت (1966) برای تعیین سهم هر متغیر در تغییرات عملکرد ارائه شد. روش گام‌به‌گام طی یک مراحل گام‌به‌گام رگرسیون چند متغیره را محاسبه می‌کند. در هر مرحله یک متغیر به معادله رگرسیون اضافه می‌شود. متغیر اضافه‌شده متغیری است که بیشترین کاهش خطای مجموع مربعات[1] را داشته باشد و همچنین دارای بیشترین همبستگی را با متغیر وابسته داشته باشد و علاوه بر آن بیشترین مقدار F را داشته باشد.

رگرسیون تخمین منحنی: با استفاده از منحنی‌های تخمین می‌توان مدل‌های مختلف رگرسیون تخمین تولید کرد. درصورتی‌که رابطه رگرسیونی بین دو متغیر به‌صورت خطی نباشد، باید مدل‌های دیگر مثل مدل رگرسیون تخمین درجه دوم، سوم، هاپربولیک و سایر مدل‌ها را بررسی نمود بدین منظور برای بررسی منحنی‌های تخمین از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

نتایج و بحث

پتانسیل تولید آبی یا پتانسیل تولید حرارتی-تابشی (مدل رشد محصول)

این مدل مقدار تولید وزن زنده خالص گیاه و عملکرد محصول را برای بهترین واریته در شرایط مطلوب ازنظر تابش خورشید، دما، آب و مواد غذائی و در شرایط کنترل آفات و بیماری‌ها، تخمین می‌زند پتانسیل تولید نیشکر به روش مدل رشد فائو 95/8 تن در هکتار تخمین زده شد.

ارزیابی ویژگی‌های خاک برای نیشکر

نتایج ویژگی‌های خاک و عملکرد محصول در جدول (2) ارائه‌شده است. ارزیابی ویژگی‌های خاک برای محصول نیشکر به روش پارامتری (ریشه دوم) انجام گردید با توجه به نتایج حاصل شاخص‌های به‌دست‌آمده به روش ریشه دوم از 18/8 تا 72/4 تن در هکتار به دست آمد.

پتانسیل تولید اراضی برای نیشکر

پتانسیل تولید اراضی برای نیشکر با توجه به پتانسیل تولید حرارتی تابشی یا پتانسیل آبی و تأثیر عوامل محدودکننده در خاک که به‌صورت شاخص خاک محاسبه‌شده برای سطوح مختلف مدیریتی از 18 تا 69/3 تن در هکتار برای روش ریشه دوم تخمین زده شد. و کاهش عملکرد به علت عوامل محدودکننده از قبیل محدودیت‌های آهک، زهکشی، شوری و قلیائیت و عدم مدیریت صحیح است.

[1] Sum Square Error

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- ویژگی‌های خاک و عملکرد نیشکر در کشت و صنعت‌های نیشکر

ردیف	ESP	EC	pH	شن	سیلت	رس	TNV	SI	RPP	LPP	OBY
		$Ds.m^{-1}$			%					$t.ha^{-1}$	
1	7/9	2/2	7/9	21/3	40/3	38/6	40/8	72/4	95/8	69/3	80/0
2	7/0	2/6	8/0	32/6	34/0	33/4	37/2	70/5	95/8	67/6	75/0
3	8/2	4/2	8/0	13/4	43/9	43/8	38/5	69/9	95/8	66/9	70/0
4	6/7	1/8	7/7	11/2	50/6	38/2	33/4	67/9	95/8	65/1	63/0
5	7/2	1/8	7/9	14/6	43/8	41/6	43/8	66/9	95/8	64/0	62/3
7	8/0	2/2	8/0	18/0	46/0	36/0	38/2	66/3	95/8	63/5	60/0
8	5/8	1/8	7/9	13/0	46/7	40/3	41/6	65/8	95/8	63/0	59/0
9	8/4	2/6	8/1	15/4	48/6	36/0	36/0	65/8	95/8	63/0	59/0
10	19/7	3/9	7/7	10/2	45/7	44/2	28/0	60/6	95/8	58/1	55/0
10	14/2	6/5	8/0	17/1	40/4	38/5	36/5	56/7	95/8	54/6	54/0
11	5/8	1/7	8/3	13/3	38/6	48/2	44/2	53/2	95/8	50/9	54/0
12	7/0	1/9	8/0	24/8	44/5	30/8	38/5	49/4	95/8	47/3	52/5
13	7/9	3/1	7/9	13/4	46/6	40/0	40/3	65/4	95/8	62/7	51/9
14	5/6	4/2	7/8	13/3	38/6	48/2	36/0	65/2	95/8	62/5	51/0
15	6/0	1/5	7/9	16/2	48/9	35/0	40/0	63/9	95/8	61/2	51/0
16	6/0	1/5	7/9	16/2	48/9	34/0	48/2	63/0	95/8	60/4	51/0
17	8/7	3/4	7/9	18/0	54/0	28/0	35/0	62/8	95/8	60/2	50/0
18	6/3	1/4	8/1	30/1	33/5	36/5	35/0	61/5	95/8	58/9	40/8
19	8/7	5/7	7/7	15/8	50/0	34/2	48/2	48/2	95/8	46/2	40/0
20	13/4	7/7	8/0	8/4	45/7	45/9	30/8	47/0	95/8	45/0	40/0
21	24/3	8/2	8/0	13/1	40/0	46/9	34/2	45/4	95/8	43/5	39/5
22	7/2	1/9	8/4	42/9	39/3	17/9	45/9	43/0	95/8	41/2	39/5
23	13/4	7/7	8/0	8/4	45/7	45/9	46/9	39/4	95/8	37/8	38/0
24	14/2	7/7	7/6	3/3	49/3	47/4	17/9	39/4	95/8	37/8	38/0
25	14/2	6/5	8/0	12/0	53/0	35/0	45/9	34/1	95/8	32/7	38/0
26	11/1	5/7	7/7	24/4	44/8	30/8	47/4	31/9	95/8	30/6	37/0
27	5/4	4/2	7/8	21/2	56/0	22/8	35/0	30/1	95/8	28/8	37/0
28	7/8	5/7	7/7	13/9	49/4	37/7	30/8	28/7	95/8	27/5	37/0
29	5/8	1/7	7/5	10/0	62/0	28/0	22/8	23/9	95/8	22/9	32/0
30	11/4	5/9	8/0	13/4	44/5	42/2	37/7	18/8	95/8	18/0	32/0

ESP: درصد سدیم قابل‌تبادل، TNV: آهک، SI: شاخص خاک، RPP: پتانسیل تابشی-حرارتی یا پتانسیل تولید آبی، LPP: پتانسیل تولید اراضی، OBY: عملکرد واقعی، t.ha-1 : تن در هکتار، Ds.m-1: دسی‌سیمنز بر متر.

روش‌های آماری

آمار توصیفی

جدول 3، خلاصه پارامترهای توصیفی متغیرها را نشان می‌دهد. بررسی نتایج آمار توصیفی ویژگی‌های اراضی انتخابی تحت کشت نیشکر خوزستان را نشان می‌دهد دامنه تغییرات آهک به علت شرایط اقلمی خشک منطقه و کمبود بارندگی و عدم شستشویی آهک زیاد نبوده و مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین به ترتیب 37/2، 49/5 و 45/7 درصد است. شوری خاک از 1/4 تا 44/1 دسی سیمنز بر متر متغیر است. مقدار میانگین این ویژگی در اراضی موردبررسی 4/9 دسی زیمنس بر متر است. حداقل، حداکثر و میانگین، درصد سدیم قابل‌تبادل (ESP) در پروفیل‌های مطالعه شده به ترتیب 5/4، 24/3 و 9/8 درصد است. با توجه به اینکه اراضی کشت و صنعت‌های مناطق موردمطالعه دارای سیستم زهکشی می‌باشند و قبلاً اراضی آبشویی شده است میزان شوری و قلیائیت خاک‌ها کم است. به‌جز موارد خاصی که به علت

www.SID.ir

Archive of SID

بافت خیلی سنگین می‌باشند و آبشویی به‌خوبی انجام‌نشده دارای شوری زیاد می‌باشند.

بررسی نتایج نشان داد که میانگین درصد شن حدود 19/6 درصد و حداقل و حداکثر آن5/9 و 65/2 درصد است. نکته قابل‌توجه این است که بافت خاک در غالب مزارع نیشکر درکشت صنعت‌های نیشکر خوزستان بافت‌های سنگین است. میزان رس در مزارع نیشکر بررسی‌شده متغیر و از 12 تا 50/5 درصد تغییر می‌کند. تأثیر مقادیر رس بر رشد و عملکرد نیشکر متفاوت است. اسیدیته خاک (pH) در اراضی بررسی‌شده از 7/5 تا 8/4 متغیر و میانگین اسیدیته خاک 7/9 گزارش‌شده است. دامنه تغییرات این ویژگی نسبت به سایر ویژگی‌های اراضی محدودتر است. حداقل، حداکثر و میانگین، شاخص خاک به ترتیب 9/8، 72/4 و 57/8 است و حداقل، حداکثر و میانگین عملکرد پیش‌بینی‌شده به ترتیب 9/4، 69/3 و 53/3 تن در هکتار و حداقل، حداکثر و میانگین عملکرد واقعی به ترتیب 28/3، 103/5 و 53/3 تن در هکتار است. و علت کاهش عملکرد محصول به علت محدودیت‌های خاکی آهک، شوری، قلیائیت و بافت سنگین و مدیریت نامناسب در بعضی از اراضی در منطقه است.

در متغیرهای مطالعه شده با توجه به درصد شاخص پراکندگی (CV) ، اسیدیته خاک، درصد سیلت و درصد آهک در یک دامنه کم پراکنده هستند. درصد رس، عملکرد مشاهده‌شده و عملکرد پیش‌بینی‌شده نیشکر در دامنه تغییرات متوسط پراکنده و درصد شن، درصد سدیم قابل‌تبادل و شوری خاک در یک دامنه زیاد تغییرات پراکنده هستند.

شاخص‌های آماری مهم بررسی‌شده دیگر شامل چولگی و کشیدگی می‌باشند. این شاخص‌ها برای بررسی انحراف داده‌ها از توزیع نرمال استفاده می‌شوند. که نتایج آن‌ها در جدول 2 ارائه شده است. ضریب چولگی و کشیدگی دو شاخص اساسی توزیع داده‌ها هستند که توسط آن‌ها می‌توان نرمال بودن توزیع داده‌ها را مشخص کرد. در یک توزیع متقارن، مقدار چولگی صفر و کشیدگی، یک است. در توزیع نامتقارن، مقادیر مثبت و منفی می‌باشند و هرچه مقدار آن بیشتر باشد، عدم تقارن شدیدتر است. مقادیر چولگی و کشیدگی بین 2 تا 2- قرار داشت. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد ازنظر چولگی و کشیدگی، اکثر داده‌ها نرمال می‌باشند به‌استثنای داده‌های درصد سدیم تبادلی، شوری و درصد شن که این دو مورد نیز نرمال شدند بیشترین مقدار چولگی و کشیدگی مربوط به شوری و سدیمی خاک بود. بررسی نتایج، داده‌ها و مطالعات میدانی مشخص کرد که مقادیر شوری در مناطق موردمطالعه در استان خوزستان زیاد بوده که باعث افزایش چولگی و کشیدگی شده است. البته لازم به توضیح است که برخی از ویژگی‌های دیگر هم دارای مقادیر چولگی و کشیدگی زیاد بودند که پس از بررسی داده‌های پرت، مشخص شد این ویژگی‌های دارای داده پرت هستند. پس از حذف داده‌های پرت، مقادیر چولگی و کشیدگی این ویژگی‌های نیز در دامنه موردقبول برای توزیع نرمال قرار گرفت.

آنالیز همبستگی ساده

ضرایب همبستگی ساده متغیرها باهم در جدول ماتریس (3) ارائه‌شده است. مقادیر نزدیک به 1 نشان می‌دهد که دو متغیر تقریباً شبیه هم هستند و باهم همبستگی مثبت دارند و بالعکس مقادیر نزدیک به 1- رفتار عکس‌دارند و نشان می‌دهد که دو متغیر باهم همبستگی منفی دارند. به‌عبارت‌دیگر وقتی مقدار یک متغیر افزایش می‌یابد دیگری کاهش می‌یابد. و مقدار 0 نشان می‌دهد که دو متغیر مستقل از هم هستند و هیچ‌گونه همبستگی باهم ندارند.

شناخت رابطه بین عملکرد نیشکر و ویژگی‌های خاک اهمیت زیادی دارد. بر اساس ویژگی‌های خاک ضرایب همبستگی ساده بین ویژگی‌های مختلف خاک، عملکرد مشاهده‌شده نیشکر، و عملکردهای پیش‌بینی‌شده به‌وسیله مدل به روش ریشه دوم، شاخص خاک به روش ریشه دوم ، سیلت، رس، ماسه، گچ، آهک، شوری، درصد سدیم قابل‌تبادل (قلیائیت)، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و واکنش خاک موردبررسی قرار گرفت نتایج همبستگی ساده در جدول (2) نشان می‌دهد که عملکرد نیشکر مشاهده‌شده در سطح یک درصد، با شوری، درصد سدیم قابل‌تبادل (قلیائیت) وشن همبستگی بسیار معنی‌دار دارد. و در سطح 5 درصد باسیلت همبستگی معنی‌دار و با رس و آهک بدون همبستگی و غیر معنی‌دار است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- جدول آمار توصیفی متغیرهای استفاده‌شده در اراضی کشت صنعت جنوب خوزستان

ویژگی‌ها	N	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	CV	%CV	چولگی	کشیدگی
pH	45	7/5	8/4	7/9	0/17	0/02	2/15	-0/01	0/66
EC(ds.m^{-1})	45	1/4	44/1	4/9	6/38	1/3	130/2	5/57	34/53
TNV(%)	45	37/2	49/5	45/7	2/75	0/06	6/02	--1/23	1/74
Clay(%)	45	12	50/5	36/5	8/5	0/23	23/29	-0/82	0/72
Silt(%)	45	22/8	56	44	6	0/14	13/64	-0/93	2/60
Sand(%)	45	5/9	65/2	19/6	11/6	0/59	59/18	1/82	4/44
ESP	45	5/4	24/3	9/8	4/4	0/45	44/90	2/1	4/4
Oby(t.ha^{-1})	45	28/3	103/5	53/3	16/2	0/30	30/39	0/95	0/85
SI	45	9/8	72/4	57/8	12/9	0/22	22/32	-1/94	4/16
LPP(t.ha^{-1})	45	9/4	69/3	55/3	12/4	0/22	22/42	--1/94	4/16

N: number of samples ., (تعداد نمونه) CV: coefficient variance ((ضریب تغییرات

TNV: آهک Oby: ,عملکرد واقعی SI: ,شاخص خاک LPP: , عملکرد پیش‌بینی‌شده

آنالیز رگرسیون خطی چندگانه

آنالیز رگرسیون چندگانه خطی[1] به روش‌های استاندارد، گام‌به‌گام و منحنی تخمین با استفاده از نرم‌افزار Minitab نسخه 17 انجام و برای بررسی هم‌زمان متغیرهای مستقل بر روی متغیرهای وابسته از رگرسیون چندمتغیره استفاده شد. در این مدل، متغیرهای شوری خاک، درصد سدیم قابل‌تبادل، اسیدیته، آهک، شن، سیلت، رس به‌عنوان متغیر مستقل و عملکرد نیشکر به‌عنوان متغیر وابسته وارد مدل شدند. نتایج رگرسیون چند متغیره استاندارد در جدول 5 نشان می‌دهد که دارای ضریب تبیین حدود 0/52 و ضریب تبیین تعدیل‌شده 0/36 و خطای استاندار برابر 10/13 تن در هکتار است. مفهوم آن این است که متغیرهای واردشده به مدل توانسته‌اند حدود 52 درصد از واریانس تغییرات مربوط به متغیر وابسته را تعیین نمایند.

ضریب تبیین تعدیل‌یافته از ضریب رگرسیون، حقیقی‌تر است زیرا کمتر تحت تأثیر حجم و تعداد نمونه قرار می‌گیرد (غیاثوند، 1391). نتایج تجزیه واریانس معادله چندمتغیره در جدول 4 ارائه‌شده است. با توجه به اینکه ارزش P value کمتر از 0/01 است بنابراین با اطمینان 99 درصد می‌توان گفت که رابطه مذکور دارای معنی‌داری است و تجزیه واریانس و ایجاد معادله با دقت قابل‌قبول انجام‌شده است.

نتایج رگرسیون به روش گام به‌گام

در این مدل، متغیرهای شوری خاک، درصد سدیم قابل‌تبادل، اسیدیته، آهک، شن، سیلت، رس به‌عنوان متغیر مستقل و عملکرد نیشکر به‌عنوان متغیر وابسته وارد مدل شدند. نتایج حاصل بیانگر آن است که از میان متغیرهای مستقل واردشده به مدل به ترتیب شوری، شن، سیلت و رس با توجه به معنی‌داری وارد مدل شده و متغیرهای اسیدیته، آهک و رس و درصد سدیم قابل‌تبادل با توجه به درصد پایین معنی‌داری از مدل حذف گردید. نتایج رگرسیون چند متغیره استاندارد در جدول 5 نشان می‌دهد که دارای ضریب تبیین حدود 48/85 و ضریب تبیین تعدیل‌شده 40/67 و خطای استاندار برابر 9/77 تن در هکتار است. مفهوم آن این است که متغیرهای واردشده به مدل توانسته‌اند حدود 48/85 درصد از واریانس تغییرات مربوط به متغیر وابسته را تعیین نمایند.

1. Multilinear Regression

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- نتایج همبستگی پیرسون بین متغیرهای مستقل و عملکرد

ویژگی‌های خاک و عملکرد	عملکرد واقعی تن در هکتار	TNV %	EC $ds.m^{-1}$	pH	شن	سیلت %	رس	SAR	ESP %	SQRTSAND	LNESP
عملکرد	1	0/165	0/812**	0/123	0/348**	-0/302*	-0/191	-0/430**	-0/445**	0/358**	-0/481**
TNV	**.165**	1	-0/106	-0/103	0/185	0/145	-0/360**	0/142	0/149	0/127	0/170
EC	**-.812****	**-.106**	1	-0/243*	-0/351**	0/252*	0/236	0/601**	0/617**	-0/366**	0/646**
pH	0/123	-0/103	-0/243*	1	0/125	-0/314**	0/107	-0/120	-0/126	0/139	-0/136
شن	0/348**	0/185	-0/351**	0/125	1	-0/605**	-0/750**	-0/254	-0/254	0/974**	-0/231
سیلت	-0/302*	0/145	0/252*	-0/314**	-0/605**	1	-0/070	0/121	0/140	-0/592**	0/197
رس	-0/191	-0/360**	0/236	0/107	-0/750**	-0/070	1	0/258	0/245	-0/728**	0/177
SAR	-0/430**	0/142	0/601**	-0/120	-0/254	0/121	0/258	1	0/998**	-0/279	0/963**
ESP	-0/445**	0/149	0/617**	-0/126	-0/254	0/140	0/245	0/998**	1	-0/280	0/978**
SQRTSAND	0/358**	0/127	-0/366**	0/139	0/974**	-0/592**	-0/728**	-0/279	-0/280	1	-0/260
LNESP	-0/481**	0/170	0/646**	-0/136	-0/231	0/198	0/177	0/963**	0/978**	-0/260	1

همبستگی معنی‌دار در سطح یک درصد **.****

همبستگی معنی‌دار در سطح پنج درصد **.***

SQRTSAND: ریشه دوم شن, LNESP: Natural logarithm of ESP, TNV: درصد سدیم قابل‌تبادل, ESP: آهک

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 5- تجزیه واریانس رابطه رگرسیون چندمتغیره بین عملکرد و متغیرهای مستقل

مدل	مجموع مربعات	Df	میانگین مربعات	F	P value
رگرسیون	2405/9	7	343/7	3/35	0/014
باقیمانده	2258	22	102/6		
مجموع	4663/9	29			

جدول 6- جدول نتایج رگرسیون چند متغیره به روش خطی و گام‌به‌گام

نوع رگرسیون	معادله رگرسیون	درصد ضریب تبیین (R-Sq)	درصد ضریب تبیین تعدیل‌شده (R-Sq(adj))	خطای استاندارد (SE)
رگرسیون چندگانه خطی	OBY(t.ha-1) = - 1836+ 0.543ESP - 4.11EC - 10.9pH + 19.8sand +19.3silt+20.2clay +0.193TNV	51/6	36/3	10/13
رگرسیون به روش گام‌به‌گام	OBY(t.ha-1) = -1758 -3.31EC+18silt+18sand+19clay	48/85	40/67	9/77

OBY(t.ha-1): عملکرد واقعی

رگرسیون به روش تخمین منحنی

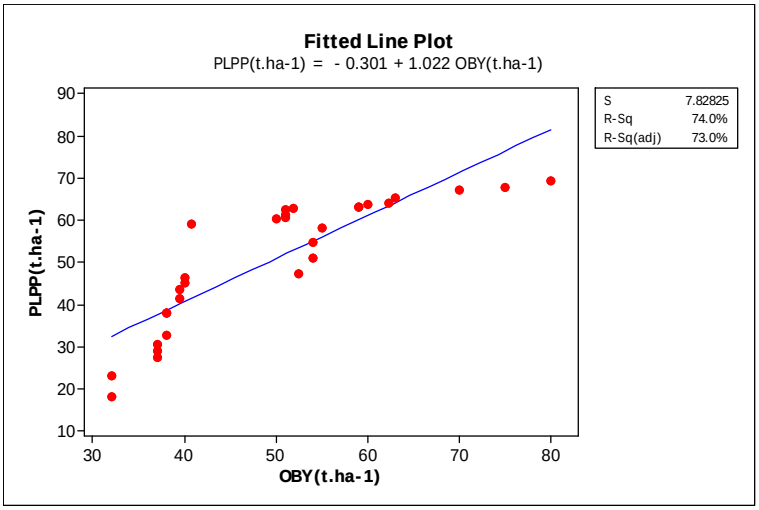
در این تحقیق از رگرسیون منحنی تخمین سه مدل خطی، درجه دوم و درجه سوم استفاده گردید. در این روش عملکرد پیش‌بینی‌شده به روش ریشه دوم به‌عنوان متغیر مستقل و عملکرد مشاهده‌شده به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. با توجه به جدول (6) ضریب تبیین برای مدل‌های خطی، درجه دوم و درجه سوم به برای روش ریشه دوم به ترتیب 74، 85/3 و 87/5 است. که این نشان می‌دهد که منحنی درجه سوم نسبت به درجه‌یک و درجه‌دو ضریب تبیین (R^2) را افزایش داد و رابطه بهتری بین عملکرد واقعی و عملکرد پیش‌بینی‌شده وجود دارد بطوریکه در مدل خطی تنها 74 درصد تغییرات عملکرد توسط مدل پیش‌بینی می‌شود ولی در مدل درجه دوم و سوم به ترتیب 85 و 88 درصد تغییرات عملکرد توسط این دو مدل پیش‌بینی می‌شود. در ضمن معنی‌دار بودن F در هر سه مدل کمتر 0.0001 است که بدین معنی است که تغییرات در مدل به‌طور اتفاقی نیست. همان‌طور که ملاحظه می‌شود سهم افزایش پیش‌بینی عملکرد توسط معادله درجه‌یک 74 درصد، سهم درجه دوم 85 درصد و سهم درجه سوم 88 درصد است. شکل 2، 3 و 4 به ترتیب منحنی رگرسیون برای مدل‌های درجه‌یک، درجه دوم و سوم را نشان می‌دهد.

جدول 7- خلاصه پارامترهای تخمینی رگرسیون منحنی تخمین برای روش ریشه دوم

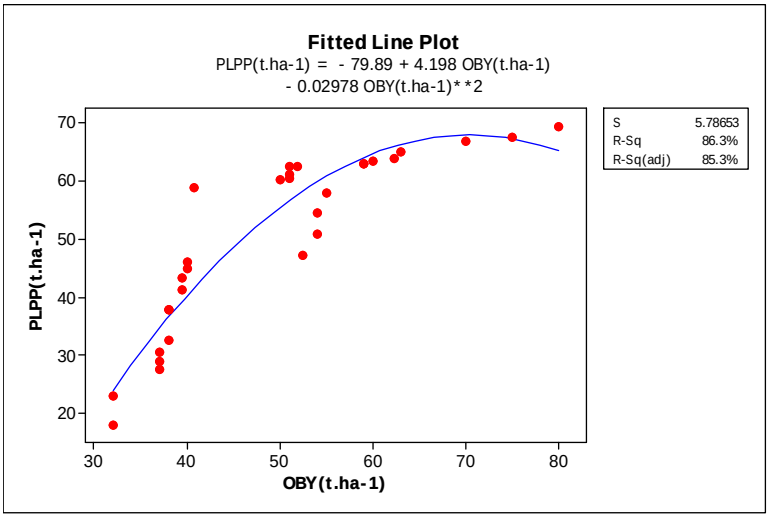
معادله	خلاصه مدل				تخمین ضرایب			
	ضریب تبیین	F	درجه آزادی	سطح معنی‌داری	ضریب ثابت	b1	b2	b3
خطی	0/74	79/5	1	0/000	-0/301	1/022		
درجه دوم	85/3	84/9	2	/000	79/9	4/2	0/029	
درجه سوم	87/5	68/6	3	/000	239/9	14/45	-0/222	0/001

www.SID.ir

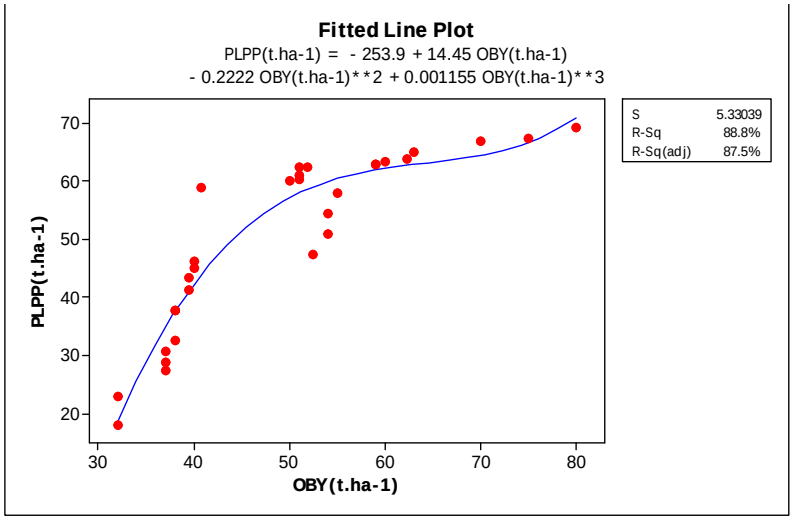
Archive of SID



شکل 2- رگرسیون منحنی تخمین مدل خطی بین عملکرد پیش‌بینی‌شده و مشاهده شده



شکل 3- رگرسیون منحنی تخمین مدل درجه دوم بین عملکرد پیش‌بینی‌شده و مشاهده‌شده



شکل 4- رگرسیون منحنی تخمین مدل درجه سوم بین عملکرد پیش‌بینی‌شده و مشاهده‌شده

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

ارزیابی ویژگی‌های اراضی برای محصول نیشکر به روش پارامتری (ریشه دوم) انجام گردید با توجه به نتایج حاصل شاخص به‌دست‌آمده به روش ریشه دوم از 19 تا 72 به دست آمد. نتایج حاصل از مرحله اول نشان می‌دهد که پتانسیل تولید نیشکر به روش مدل رشد فائو 95/8 تن در هکتار تخمین زده شد. پتانسیل تولید اراضی برای نیشکر با توجه به پتانسیل تولید حرارتی تابشی یا پتانسیل آبی و تأثیر عوامل محدودکننده در خاک که به‌صورت شاخص خاک محاسبه‌شده برای سطوح مختلف مدیریتی از 18 تا 69/3 تن در هکتار برای روش ریشه دوم تخمین زده شد. و کاهش عملکرد به علت عوامل محدودکننده از قبیل محدودیت‌های بافت سنگین تا خیلی سنگین، آهک، زهکشی، شوری و قلیائیت و عدم مدیریت صحیح است. اراضی تحت کشت در خوزستان در اراضی پست با شیب ملایم کشت می‌شود و عملکرد 104 تن در هکتار گزارش‌شده که با نتایج ادی آرمانتو (2019) که عملکرد نیشکر در اراضی پست با شیب ملایم را تا 105 تن در هکتار گزارش نموده مطابقت دارد. در مزارع تحت کشت نیشکر خوزستان باوجود تنوع در تغییرات خاک کود بر اساس نیاز مصرف می‌شود که خود موجب مدیریت صحیح کشت و افزایش عملکرد می‌شود.

در کشت و صنعت های خوزستان نیز یکی از عوامل کاهش عملکرد نیشکر محدودیت زهکشی نامناسب است که موجب کاهش عملکرد نیشکر گردید که با تحقیقات سینق و همکاران (2019) و جیفنگ و همکاران،، 2017؛ گوماتی و همکاران،، 2015 و ویاتور و همکاران،، 2012)که گزارش کردند که وزن نی برای واریته های مختلف از 12 تا 41 درصد در اراضی ماندابی کاهش نشان داد و کاهش وزن نی در اراضی ماندابی به علت کاهش عملکرد فتوسنتز، توسعه ریشه، سطح برگ، مرگ نی، افتادگی و شکستگی نی است مطابقت دارد. درکشت و صنعت‌های جنوب خوزستان بافت خاک سنگین و خیلی سنگین است و بافت خیلی سنگین و تراکم ایجادشده در سطح خاک به علت استفاده زیاد ماشین‌آلات کشاورزی در زمان کاشت و برداشت باعث کاهش عملکرد نیشکر گردیده است. ارشاد و همکاران(2019) گزارش کردند که در مناطق تحت کشت نیشکر در دره هربرت استرالیا، بافت خاک می‌تواند بر عملکرد محصول مؤثر باشد در این منطقه بافت خاک سبک موجب ظرفیت قابل‌تبادل کاتیونی پایین و درنتیجه حاصلخیزی پایین گشته و عملکرد نیشکر را کاهش می‌دهد. در این تحقیق در شوری 3/4 دسیسیمنز بر متر نسبت به شوری آستانه 1/7 دسیسیمنز بر متر، عملکرد محصول نیشکر 17/5 تن در هکتار کاهش یافت. و عملکرد واقعی 13/2 تن نسبت به عملکرد پیش‌بینی‌شده کاهش نشان داد. که با نتایج ویرگند و همکاران (1996) که گزارش کردند که در شوری 3/4 دسی سیمنز بر متر نسبت به شوری آستانه 1/7 دسی سیمنز بر متر، عملکرد محصول نیشکر 23/3 تن در هکتار کاهش یافت. و عملکرد واقعی 14/1 تن نسبت به عملکرد پیش‌بینی‌شده کاهش نشان داد مطابقت دارد. شناخت رابطه بین عملکرد نیشکر و ویژگی‌های خاک اهمیت زیادی دارد. نتایج درروش رگرسیون استاندارد و گام‌به‌گام نشان داد که به ترتیب ضریب تبیین 0/52 و 0/49 و خطای استاندارد برابر 10/13 و 9/77 تن در هکتار است. که نشان داد ویژگی‌های خاک به روش استاندارد تا 52 درصد و به روش گام‌به‌گام تا 49 درصد می‌تواند عملکرد را پیش‌بینی کند و خطای پیش‌بینی آن‌ها به ترتیب 10/13 تن و 9/77 تن در هکتار است و درروش منحنی تخمین برای مدل خطی، درجه‌دو و سه، ضریب تبیین به ترتیب ۰/۸۵/74، 0/ و 0/87 و خطای استاندارد 7/8، 5/8 و 5/3 تن در هکتار است. که این نشان می‌دهد که منحنی درجه سوم نسبت به درجه‌یک و درجه‌دو دقت بالاتر و خطای تخمین پایین‌تری در پیش‌بینی عملکرد نیشکر دارد. بنابراین روش منحنی تخمین درجه سوم که از مدل تخمین عملکرد برای پیش‌بینی محصول استفاده نموده دارای دقت بالاتر و خطای کمتر از مدل تأثیر ویژگی‌های خاک بر عملکرد دارد.

نتیجه‌گیری

استفاده از مدل رشد فائو به همراه شاخص خاک و مدیریت می‌تواند ابزار مناسبی برای پیش‌بینی عملکرد محصول باشد. در این مطالعه نیز از روش پارامتری (ریشه دوم) و ویژگی‌های اراضی برای پیش‌بینی محصول استفاده گردید. برای مقایسه عملکرد محصول کشاورز با عملکرد پیش‌بینی‌شده از روش رگرسیون چندگانه استاندارد، رگرسیون گام‌به‌گام و رگرسیون منحنی تخمین استفاده شد. و برای ارزیابی مدل از معیارهای ضریب تبیین (R^2)، ضریب تبیین تعدیل‌شده (R^2-adj) و خطای استاندار (S) استفاده گردید. نتایج نشان داد که روش ریشه دوم نسبت به استفاده از ویژگی‌های اراضی با توجه به ضریب تشخیص بالاتر و خطای کمتر در اولویت استفاده قرار دارد. با توجه به نتایج رگرسیون منحنی تخمین مدل درجه سوم، برای عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

پیش‌بینی‌شده به روش پارامتریک از نوع ریشه دوم برای نیشکر با عملکرد مشاهده‌شده نیشکر با ضریب تشخیص (R^2) برابر 0.87 نسبت به سایر روش‌ها دقت بالاتری را نشان داد. این روش می‌تواند با تخمین 87 درصد عملکرد مشاهده‌شده را با خطای 5/3 تن در هکتار پیش‌بینی کند. درروش ویژگی‌های اراضی مقدار R^2 رابطه ضعیفی را با عملکرد مشاهده‌شده را نشان داد. و خطای پیش‌بینی آن نسبت به سایر روش‌ها زیاد بود. بنابراین استفاده از ویژگی‌های اراضی بدون استفاده از مدل‌های پیش‌بینی محصول توصیه نمی‌گردد. می‌توان نتیجه گرفت که برای پیش‌بینی عملکرد محصول استفاده از مدل رشد فائو با تلفیق شاخص‌های به‌دست‌آمده از روش ریشه دوم که از روش‌های پارامتری هستند نسبت به استفاده از ویژگی‌های اراضی در اولویت قرار دارد. بررسی‌ها نشان داد که برخی از مزارع نیشکر به‌رغم شاخص اراضی نسبتاً مشابه، عملکردهای متفاوت و برخی مزارع پایین‌تر از حد انتظار می‌باشند، که این مسئله مربوط به مدیریت متفاوت استفاده از اراضی است. نتایج آمار توصیفی نشان داد، شوری و قلیائیت خاک، از عوامل اصلی و مؤثر در کاهش عملکرد است. بنابراین اعمال مدیریت مناسب در این خصوص و انجام عملیات اصلاحی و آبشویی بسیار ضروری است. کمبود مقدار ماده آلی و پایین بودن وضعیت حاصلخیزی خاک‌های اکثر مزارع به‌خصوص کشت و صنعت‌های نیشکر استان خوزستان، سبب افت عملکرد شده است، تهیه نقشه‌های تناسب اراضی برای مزارع نیشکرهای کشور و شناخت عوامل محدودکننده تولید می‌تواند به اصلاح و مدیریت مناسب آن‌ها کمک کند. به‌عنوان‌مثال می‌تواند به شناخت اراضی نامناسب برای نیشکر و اصلاح وضعیت تولید منجر شود. نتایج این پژوهش نشان داده عوامل اصلی محدودکننده تولید نیشکر در خوزستان، شوری و قلیائیت خاک و ویژگی‌های فیزیکی خاک از قبیل بافت سنگین و خیلی سنگین و ساختمان ضعیف در استان خوزستان است. لذا معرفی ارقام سازگار با این شرایط خاک بسیار ضروری است.

فهرست منابع:

1. خواجه پور، م. 1370. تولید نباتات صنعتی .انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان .اصفهان، 257 صفحه.
2. سلطانی، ا. 1380. احتمالات و آمار برای علوم و مهندسی. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شیراز، 376 صفحه.
3. سیدجلالی، س.ع. 1392. مدل‌سازی ارزیابی تناسب اراضی و تخمین پتانسیل تولید اراضی برای گندم آبی با استفاده از نظریه‌ی سامانه‌های فازی و زمین‌آمار در دشت گتوند، استان خوزستان. رساله دکتری. دانشگاه تهران. 229 صفحه.
4. وزارت جهاد کشاورزی. 1399. آمارنامه کشاورزی سال زراعی 1378-1377.معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.
5. Armanto, M. 2019. Soil Variability and Sugarcane (Saccharum officinarum L.) Biomass along Ultisol Toposequences. *Journal of Ecological Engineering*, *20*(7).
6. Arshad, M., Li, N., Zhao, D., Sefton, M., & Triantafilis, J. (2019). Comparing management zone maps to address infertility and sodicity in sugarcane fields. *Soil and Tillage Research*, *193*, 122-132.
7. Bernstein, L., Clark, R.A., Francois, L.E., Derderian, M.D., 1966. Salt tolerance of NCo varieties of sugar cane. II. Effects of soil salinity and sprinkling on chemical composition. Agron.J. 58, 503–507.
8. Budong Q, Reinder De J, and G. Samuel. 2009. Multivariate analysis of water-related agroclimatic factors limiting spring wheat yields on the Canadian prairies. Europ. J. Agronomy 30, 140–150
9. Chipanshi, A. C., Ripley, E. A., & , R. G., Lawford. 1999. Large-scale simulation of wheat yields in a semi-arid environment using a crop-growth model. Agricultural Systems, 59, 57–66.
10. Doraiswamy, P. C., Moulin, S., Cook, P. W., & V., Stern. 2003. Crop yield assessment from remote sensing. Photo .
11. FAOSTAT. 2013. World agricultural data, http://apps.fao.org/faostat/.grammetric Engineering and Remote Sensing, 69, 665–674.
12. FAO statistic. 2017. Available: http// faostat.fao.org/site/567/default.aspx.

www.SID.ir

Archive of SID

13. FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation.
14. Food and Agricultural Organization. 1979. Report on agro-ecological zones project. Vol. 1: Methodology and result for Africa. World soil resources report No. 48, FAO, Rome.
15. Gomathi, R., P.N. 2015. Gururaja Rao, K. Chandran and A. Selvi: Adaptive responses of sugarcane to waterlogging stress: An overview.*Sugar Tech.*, 17, 325–338.
16. Jaiphong, T., J. Tominaga, K. Watanabe, R. Suwa, M. 2017. Ueno and Y.Kawamitsu: Changes in photosynthesis, growth and sugar content of commercial sugarcane cultivars and *Erianthus* under flood conditions. *Plant Prod. Sci.*, 20, 126-135.
17. Khiddir, S. M. 1986. A statistical approach in the use of parametric systems applied to the FAO framework for land evaluation. Ph. D. Thesis, State university of Ghent, Belgium.
18. Lingle, S.E., Wiedenfeld, R.P., Irvine, J.E., 2000. Sugarcane response to saline irrigation water. J. Plant Nutr. 23,469–486.
19. Lingle, S.E., Wiegand, C.L., 1997. Soil salinity and sugarcane juice quality. Field Crop Res. 54, 259–26.
20. Maas, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop salt tolerance—current assessment. J. Irrig. Drain. Div., ASCE 103, 115–134.
21. Maselli, F., & , F, Rembold. 2001. Analysis of GAC NDVI data for cropland identification and yield forecasting in Mediterranean African countries. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67, 593−60.
22. Minitab, I. 2014. MINITAB release 17: statistical software for windows. *Minitab Inc, USA, 371*.2.
23. Padilla., F.L.M. ., Maas., S.J., Gonz M.P., lez-Dugo., F. Mansilla, N. Rajan, Gavil, P., and J. Donguez. 2012. Monitoring regional wheat yield in Southern Spain using the GRAMI model and satellite imagery. Field Crops Research 130, 145–154
24. Park, S.J., C.S. Hwang and P.L.G. Vlek 2005. Comparison of adaptive techniques to predict crop yield response under varying soil and land management conditions. Agricultural Systems 85(1): 59-81.
25. Pinter, P. J., Jackson, R. D., Idso, S. B., & Reginato, R. J. (1981). Multidate spectral reflectance as predictors of yield in water stressed wheat and barley. International Journal of Remote Sensing, 2, 43−48.
26. Ren, J. Q., Chen, Z. X., Zhou, Q. B., & , H. J, Tang. 2008. Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong, China. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 10, 403−413.
27. Roetter, R.P., C.T. Hoanh, A.G. Laborte, H. Van Keulen, M.K. Van Ittersum,C. Dreiser, C.A. Van
28. Diepen, N. De Ridder and H.H. Van Laar 2005. Integration of Systems Network (SysNet) tools for regional land use scenario analysis in Asia. Environmental Modeling & Software 20(3): 291-307.
29. FAO. 1979. Report on the Agro-ecological Zones Projects: Vol. 1 , Methodology and results for Africa. World Soil Resources Report Nº 48, FAO, Rome, 251 pp.
30. FAO, 1981. Report on the Agro-ecological Zones Project. Vol. 3. Methodology and results for south snd central America. World Soil Resource Report Nº 48/3. FAO, Rome, 237 pp.
31. Rozeff, N., 1998. Sugarcane irrigation management. In: Rozeff, N., Amador, J.M., Irvine, J.E. (Eds.), South Texas Sugarcane Production Handbook. Texas A&M University Research & Extension Center at Weslaco, and Rio Grande Valley Sugar Growers Inc., Santa Rosa, TX.
32. Singh, S; Singh, S P; Pathak, A D; Pandey, N. 2019 Assessment of water logging induced physiobiochemical changes in sugarcane varieties and its association with water logging tolerance.

www.SID.ir

Archive of SID

33. Arifin, J. 2017. *SPSS 24 untuk Penelitian dan Skripsi*. Elex Media Komputind.
34. Sys, C, E,Van Ranst. J. Debaveye. 1991. Land evaluation, Part I and II. GeneralAdmhnstration for development cooperation, Brussels.
35. Sys, C, E,Van Ranst. J. Debaveye. 1991. Land evaluation, Part I and II. GeneralAdmhnstration for development cooperation, Brussels.
36. Sys, C, E,Van Ranst. J. Debaveye.1993. Land evaluation, Part III. Crop requirements. General Administration for development cooperation, Brussels.
37. Sys, C, E,Van Ranst. J. Debaveye.1993. Land evaluation, Part III. Crop requirements. General Administration for development cooperation, Brussels.
38. Todorovic, M., Albrizio, R., Zivotic, L., Saab, M. T. A., Stöckle, C., & Steduto, P. (2009). Assessment of Aqua Crop, CropSyst, and WOFOST models in the simulation of sunflower growth under different water regimes. *Agronomy Journal*, *101*(3), 509-521.
39. Toscano, P., Ranieri, R., Matese, A. ., Vaccari, F.P., Gioli , B. A. Zaldeia, M. Silvestri , C. Ronchi,P. La Cava, J.R. Porter and F. Miglietta. 2012. Durum wheat modeling: The Delphi system, 11 years of observations in Italy. Europ. J. Agronomy 43 (2012) 108–118
40. U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook No. 60.
41. Viator, R. P., Jr. P. M. White, A. J. Hale and H. L. 2012. Waguespack: Screening for tolerance to periodic flooding for cane grown for sucrose and bioenergy. *Biomass Bioenergy*, 44, 56–63.
42. Wall, L., Larocque, D., & P. M., Leger. 2007. The early explanatory power of NDVI in crop yield modeling. International Journal of Remote Sensing, 29, 2211−2225.
43. Wiedenfeld, B., Enciso, J., Fipps, G., Robinson, J., 2005. Irrigation of sugarcane in Texas. Texas Cooperative Extension and Texas Agricultural Experiment Station B-6156. p. 15
44. Wiegand, C., Anderson, G., Lingle, S., Escobar, D., 1996. Soil salinity effects on crop growth and yield—illustration of an analysis and mapping methodology for sugarcane. J. Plant Physiol. 148, 418–424
45. Wu, D., Q. Yu, C. Lu and H. Hengsdijk 2006. Quantifying production potentials of winter wheat in the North China Plain. European Journal of Agronomy 24(3): 226-235.
46. Zhu, J., Zeng, W., Ma, T., Lei, G., Zha, Y., Fang, Y., & Huang, J. (2018). Testing and Improving the WOFOST Model for Sunflower Simulation on Saline Soils of Inner Mongolia, China. *Agronomy*, *8*(9), 172.

www.SID.ir

Archive of SID

Estimation of Sugarcane Production Potential Using Different Models in the Southern Lands of Khuzestan Province

S. A. Seyed Jalali[1], M. Navidi, and A. Zaeinaldini Mimand

Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: ajalali@areeo.ac.ir
Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: nnavidi@swri.ir.
Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: ali_zeinadin@yahoo.com.

Received: October, 2020 and Accepted: July, 2021

Abstract

Understanding the factors that limit prediction of regional performance of sugarcane crop and improve management practices is essential. The purpose of this study was to select a model that could estimate the potential of sugarcane production by considering the climatic, plant, and soil and terrain characteristics of the region. The study areas in the south of Khuzestan Province included the agro-industries of Amir Kabir, Miza Kuchak Khan, Dabal Khazaei, Salman Farsi, and Farabi. For this purpose, 100 sites in farms of different areas under sugarcane cultivation were studied based on diversity in soil characteristics. The method of this research was done in two hierarchies. In the first stage, estimation of sugarcane production potential using FAO growth model and, in the second stage, estimation of land production potential for sugarcane according to the effect of limiting factors in soil (as calculated using soil index with parametric method) that reduced yield in the first stage. To analyze the data, regression by standard methods, stepwise, and estimation curve were used. In standard and stepwise regression, soil properties were considered as an independent variable and the observed yield was considered as a dependent variable. In the linear, second and third degree estimation curve methods, the observed yield of sugarcane was considered as an independent variable and predicted yield was selected as dependent variable. The results of the first phase showed that the production potential of the FAO growth model was 95.8 tons/ha while the results of the second phase showed that the production potential of sugarcane in the region at different management levels was estimated from 18 to 69.3 tons/ha. Factors of yield reduction included limiting factors such as lime content, heavy and very heavy soil texture, drainage, salinity and sodicity, and lack of proper management. The results of standard and stepwise regression methods showed that the coefficient of determination was 0.52 and 0.49 and the standard error (ME) was 10.13 and 9.77 tons/ha, respectively. Soil properties could predict yield by standard method up to 52% and stepwise method up to 49%. In the estimation curve method for linear model, second degree, and third degree, the coefficients of determination were 0.74, 0.85, and 0.87, respectively, and standard errors were 7.8, 5.8 and 5.3 tons/ha. Therefore, the third degree estimation curve method, which uses the FAO growth model to predict crop yield, has higher accuracy and less error than the standard and stepwise regression model, which use only the effect of land characteristics on the observed yields.

Keywords: Soil index, Yield prediction, FAO crop model

[1]. Corresponding author: Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

www.SID.ir