بررسی تأثیرعوامل خاکی بر رشد نیشکر در اراضی تحت کشت نیشکر در استان‌های خوزستان و مازندران

سیدعلیرضا سیدجلالی[1]، رمضانعلی دهقان، ابوالفضل آزادی، علی زین الدینی میمند ، میرناصر نویدی و زهرا محمد اسماعیل

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

مربی پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ **.ramezanalidehghan@gmail.com**

استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ **azadi697@gmail.com**

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

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

محقق، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ **mesmaily_n@yahoo.com**

دریافت: **99/4/7** و پذیرش: **99/7/15**

چکیده

هدف از اجرای این تحقیق بررسی تأثیر ویژگی‌های خاک بر عملکرد نیشکر و اصلاح جدول نیازهای خاکی و زمین نما برای نیشکر بود. بدین منظور 120 نقطه در مناطق مختلف تحت کشت نیشکر در استان خوزستان و مازندران بر اساس تنوع در تغییرات خاک مطالعه شد. روش‌های مورد استفاده در این تحقیق برای تعیین شاخص سرزمین روش پارامتریک بود و برای تجزیه و تحلیل داده ها از رگرسیون چندمتغیره به روش گام به گام و رگرسیون ساده استفاده گردید. عملکرد محصول نیشکر به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد و متغیرهای مستقل شامل شوری، درصد سدیم قابل‌تبادل، اسیدیته خاک، گچ، آهک، رس، شن، سیلت بود. سپس، با بررسی روابط رگرسیون ساده بین ویژگی‌های مهم و مؤثر خاک با عملکرد نیشکر، معادلات و نمودارهای مربوطه ترسیم گردید و درجه‌بندی ویژگی‌های خاک به روش فائو انجام شد. نتایج همبستگی نشان داد که به ترتیب متغیرهای درصد سدیم قابل تبادل، رس، آهک، اسیدیته و شوری با عمکرد دارای همبستگی معنی دار بود و همبستگی متغیرهای شن و سیلت معنی‌دار نبود. ضریب تبیین رگرسیون چند متغیره نشان داد که متغیرهای واردشده به مدل توانسته‌اند 67% از واریانس مربوط به متغیر وابسته را تعیین نمایند. در معادلات رگرسیون ساده، شوری خاک، درصد سدیم قابل تبادل و آهک اثر کاهشی بر عملکرد نیشکر دارند. بیشترین تأثیر بر عملکرد نیشکر را متغیرهای درصد سدیم قابل تبادل و شوری خاک داشتند. برای ارزیابی و صحت‌سنجی جدول نیازهای خاکی پیشنهادی، از داده‌های خاک و عملکرد نیشکر 30 سرزمین که برای استخراج این جدول مورد استفاده قرار نگرفته بود، استفاده شد و ضریب تبیین بین عملکرد نیشکر با شاخص سرزمین حدود0/81 بود که نشان از دقت قابل‌قبول جدول ارائه شده داشت.

واژه‌های کلیدی: شاخص های سرزمین، ویژگی های خاک، درصد سدیم قابل تبادل، عملکرد نیشکر

---

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

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مراحل انجام مطالعات تناسب سرزمین، تعیین نیازهای رویشی گیاه می‌باشد. از جمله نیازهای مهم هر گیاه در تناسب سرزمین، بررسی ویژگی-های اقلیم و وضعیت خاک است که به‌عنوان بستر رشد تمام گیاهان در تعیین تناسب سرزمین، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. لذا برای تعیین وضعیت آن، ویژگی‌هایی مانند شیب سرزمین، حاصلخیزی خاک مانند واکنش خاک، کربن آلی و ویژگی‌های شوری و قلیائیت از قبیل هدایت الکتریکی(شوری) و درصد سدیم قابل تبادل (قلیائیت) مورد بررسی قرار می‌گیرد. البته در هر منطقه بسته به نیاز گیاهان مورد نظر ممکن است تمام ویژگی ها فوق و یا تنها برخی از آن‌ها بررسی شوند. این مسئله بستگی به نوع گیاه مورد نظر و محدودیت‌های موجود در منطقه دارد.

برای انجام مطالعات تناسب سرزمین، تهیه جداول نیازهای رویشی گیاهان از اساسی‌ترین نیازها می‌باشد و تهیه این جداول در ارزیابی تناسب سرزمین ضروری است (سایس و همکاران، 1991). بنابراین، با توجه به ضرورت مطالعات تناسب سرزمین در راستای برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع تولید، درجه‌بندی نیازهای رویشی و تهیه جداول برای گیاهان مهم و عمده زراعی کشور، امری اجتناب ناپذیر است. هدف از انجام این تحقیق بررسی نیازهای خاکی برای نیشکر می‌باشد. بخش تحقیقات ارزیابی اراضی موسسه تحقیقات خاک و آب به منظور انجام طرح ملّی تعیین تناسب سرزمین دشت‌های آبی کشور برای گیاهان مهم زراعی و باغبانی، در فاصله سال‌های 1394 تا 1397، اقدام به تهیه و تدوین جداول نیازهای رویشی گیاهان مهم زراعی و باغبانی کشور نموده است. این جداول از طریق بررسی منابع، گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با متخصصان صاحب نام، پروژه های تحقیقاتی و کنترل و صحت سنجی بر اساس شرایط واقعی کلاسهای تناسب سرزمین برای محصولات زراعی و باغی در کشور تهیه شده است. در حال حاضر، جداول تهیه شده در غالب دو کتاب نیازهای رویشی محصولات زراعی (سیدجلالی و همکاران، 1398) و نیازهای رویشی محصولات باغی (زین‌الدینی و همکاران، 1398) به چاپ رسیده است. در این تحقیق نیازهای خاکی و زمین نما نیشکر در استان‌های خوزستان و مازندران مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در سال زراعی 96-1395، محصولات صنعتی با سطح برداشت حدود 552 هزار هکتار، معادل 5/02 درصد از کل سطح برداشت محصولات زراعی کشور را به خود اختصاص داده است. از این مقدار 92/6 درصد به‌صورت کشت آبی و7/4 درصد به‌صورت کشت دیم بوده است. محصول‌های چغندرقند با 25/5 ،کلزا با 18/6 ،نیشکر با 16/8 درصد از سطح برداشت محصولات صنعتی در رتبه‌های اول تا سوم سطح این گروه قرار دارند. حدود 64/3 درصد از سطح برداشت محصولات صنعتی در استان‌های خوزستان با 22/6 ،گلستان با 11، آذربایجان غربی با 10/8 ، فارس با 10 و خراسان رضوی با 9/9 درصد است. کمترین سطح این گروه از محصولات متعلق به استان البرز با 523 هکتار سطح برداشت است. ازلحاظ میزان تولید کل محصول صنعتی محصول چغندرقند با 49/1 درصد از تولید محصولات صنعتی در جایگاه نخست قرارگرفته و محصول نیشکر با 47/4 درصد تولید در جایگاه بعدی است به‌عبارت‌دیگر حدود 96/5 درصد از تولید محصولات صنعتی به دو محصول چغندرقند و نیشکر تعلق دارد(آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، 1396).

تولید نیشکر در جهان 1450 میلیون تن و سطح زیر کشت آن حدود 22 میلیون هکتار است. نیشکر در بیش از 100 کشور جهان کشت می‌شود ولی 60 %آن در دو کشور برزیل و هند تولید می‌شود. چین، تایلند، مکزیک، پاکستان، استرالیا و کلمبیا سایر کشورهای عمده تولید کننده نیشکر هستند (عباسی و شینی دشتکل، 1395). در برزیل حدود یک درصد سرزمین 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 بزرگترین کشورهای تولید کننده نیشکر در دنیا محسوب می‌شوند (فائو، 2017). براین اساس در سال 2017 در ایران میزان سطح زیر کشت 93654هکتار و عملکرد 80740 کیلوگرم در هکتار بوده است و در رتبه 27 دنیا قرار دارد.

درخصوص انجام مطالعات تعیین نیازهای رویشی محصولات می‌تواند به موارد ذیل اشاره نمود. مطالعاتی توسط زین‌الدینی(1392) برای پسته در باغات استان کرمان انجام داد. همچنین زین الدینی و همکاران (2018) پژوهش‌هایی را با هدف درجه بندی ویژگی های سرزمین و تهیه جداول نیازهای رویشی برای ذرت دانه ای در جنوب ایران به روش های رگرسیونی و شبکه عصبی انجام دادند. در پژوهش دیگری سیدجلالی و همکاران (1386a) به تصحیح درجه‌بندی آهک در جدول نیازهای رویشی گندم پرداختند. سیدجلالی و همکاران

(1386b) به بررسی اثر گچ بر عملکرد گندم، در استانهای فارس، اصفهان و کرمان راپرداخت. عماری و همکاران (1388)، در پژوهشی جداول نیازهای رویشی گردو برای استان آذربایجان غربی را تهیه کردند. در پژوهش مشابهی قائمیان و همکاران (1388)، جداول نیازهای رویشی برای کشت بادام در استان آذربایجان غربی را ارائه نمودند. همچنین قائمیان و همکاران (1389) در استان آذربایجان غربی، به بررسی ویژگی های فیزیکی-شیمیایی خاک و اقلیم برای تهیه جداول نیازهای رویشی سیب پرداختند. فرج نیا و همکاران (1391)، پژوهشی در راستای تهیه جداول نیازهای اقلیمی و خاکی پایه مو و مطالعات تعیین تناسب سرزمین برای احداث تاکستان در شمال‌غرب کشور انجام دادند.

در مطالعات دیگر اثر شوری بر عملکرد نیشکر دیده شده است. گیاه نیشکر نسبتاً به شوری حساس است و آستانه آن برای کاهش عملکرد 1/7 دسیسیمنز بر متر است (آزمایشگاه شوری ایالات متحده ،1954، برن استین و همکاران، 1966، ماس و هافمن، 1977). ویگند و همکاران (1966) دریافتند که در ازای هر یک دسیسیمنز بر متر شوری در ناحیه ریشه نیشکر عملکرد 13/7 مگاگرم[1] در هکتار کاهش می‌یابد. 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 و لازم است ضریب آبشویی نیز برای شستشوی نمک اضافی در ناحیه ریشه می‌باشد (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 سرزمین ماندابی کاهش نشان داد کاهش وزن نی در سرزمین ماندابی به علت کاهش عملکرد فتوسنتز، توسعه ریشه، سطح برگ، مرگ نی، افتادگی و شکستگی نی می‌باشد (جیفنگ و همکاران، 2017: گوماتی و همکارن، 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 مصول مؤثر باشد در این منطقه بافت خاک سبک موجب ظرفیت قابل تبادل کاتیونی پایین و در نتیجه 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 ازمزارع کود به مقدار زیاد و در بعضی کود به مقدار کم استفاده شود. همچنین ایشان گزارش نمودند که عملکرد نیشکر در سرزمین شیبدار کاهش و در سرزمین پست با شیب ملایم عملکرد تا 105 تن در هکتار افزایش نشان داد.

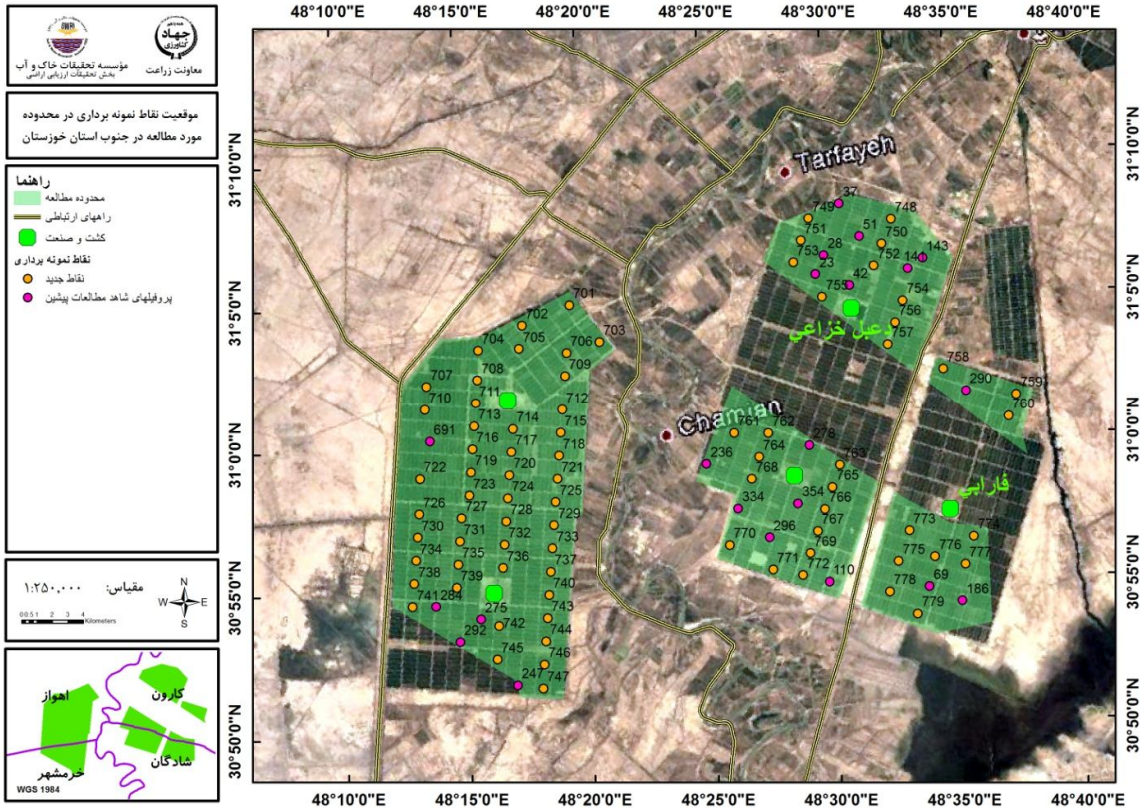
مواد و روش‌ها

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 از جمله گیاهانی است که در شرایط گرم و خشک و با انجام آبیاری از لحاظ فیزیولوژیکی بهره دهی فوق العاده را برای تولید شکر و همچنین با توجه به گسترش صنایع جانبی متعددی مانند کاغذ سازی، نئوپان، خوراک دام و... گسترش کشت نیشکر در استان خوزستان رو به فزونی می باشد. و با توجه به اهمیت و قدمت کشت و تولید نیشکر در استان خوزستان، برای اجرای پروژه کشت و صنعت های امیرکبیر، میرزا کوچک، سلمان فارسی ، دعبل خزاعی و فارابی، برای این مطالعه انتخاب گردید.

برای توسعه کشت نیشکر در استان‌های خوزستان و مازندران نیاز به انجام مطلعات تناسب سرزمین است و یکی از مراحل انجام مطالعات تناسب سرزمین استفاده از جداول نیازهای رویشی مناسب و درست برای نیشکرمی‌باشد. بنابراین تهیه جداول نیازهای رویشی این گیاه رو به توسعه برای ارزیابی تناسب سرزمین، بسیار ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش با هدف بررسی ویژگی های مختلف سرزمین، مطالعات آمار توصیفی، بررسی‌های رگرسیون چندمتغیره و ساده، مطالعه تأثیر ویژگی‌های مهم و مؤثر خاک بر عملکرد، درجه‌بندی ویژگی‌های سرزمین و تهیه جدول نیازهای رویشی برای نیشکر انجام شده 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 (شکل 1) و 20 مته و پروفیل در مزارع تحت کشت نیشکر در استان مازندران حفر و مورد مطالعه قرار گیرد. و در ضمن پرسشنامه توصیف کاربری سرزمین برای این نقاط نیز تکمیل گردید. در انتخاب مزارع سعی شد که دامنه عملکردی مناسبی از کمترین عملکرد تا بیشترین آن در منطقه، لحاظ شود. همچنین پدون‌ها در طیف وسیعی از خاک‌ها به نحوی انتخاب شدند که اثرات سایر عوامل مانند مدیریت و اقلیم تا حد ممکن برای تمام مزارع شرایط نسبتاً مشابهی داشته باشد تا بتوان اثرات ویژگی های سرزمین را بر عملکرد نیشکر، تجزیه و تحلیل آماری نمود. همچنین به منظور صحت‌سنجی نتایج حاصل از انجام پروژه،30 پروفیل و مته در مزارع نیشکر به صورت مجزا در استان‌های مطالعه شده انتخاب شدند و داده‌های

[1] Megagram=1000 kilogram=1ton

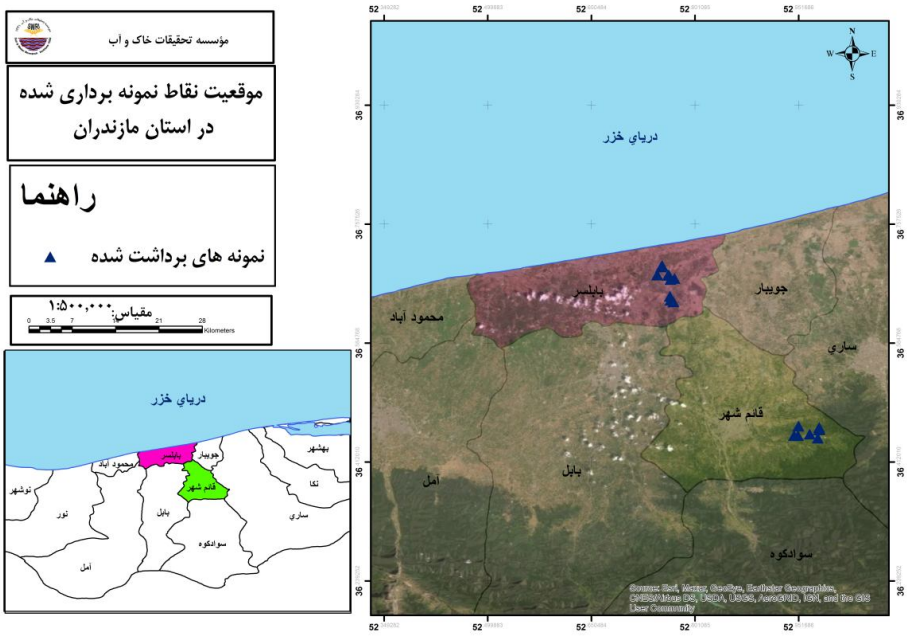
مربوط به آن‌ها اندازه‌گیری شد اما در فرآیند تهیه جدول نیاز رویشی نیشکر وارد نشدند.



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

منطقه دوم مورد مطالعه در استان مازندران قرار دارد آب و هوای مازندران، معتدل مرطوب (معروف به معتدل خزری) بوده و امتداد کوه‌های البرزدرجنوب، نزدیکی به دریا و پوشش گیاهی از دلایل اصلی تعدیل آب و هوای این منطقه است. مناطق جلگه‌ای استان مازندران به دلیل موقعیت مکانی خود، دارای آب و هوایی متأثر از همسایگی با سواحل دریای خزر است. کناره‌های کم عرض ساحلی واقع در حد فاصل کوهستان البرز و دریای خزر، اصولاً دارای آب و هوایی معتدل و مرطوب است. نیشکر در استان مازندران در دو منطقه کشت می‌شود منطقه اول بهنمیر است سطح زیر کشت این محصول در بهنمیر 150 هکتار و عملکرد 55 تن در هکتار می باشد. منطقه دوم در استان مازندران در قائم شهر در 70 هکتار از زمین های کشاورزی شهرستان قائمشهر نیشکر کشت می شود. (شکل 2). متوسط عملکرد در این منطقه 32 تن در هکتار است.

تاریخ کاشت قلمه ها اواخر اسفند و اوایل فروردین ماه می باشد و تاریخ برداشت آن آبان و آذر ماه می باشد. زمین‌های کاشت نیشکر در مازندران به‌صورت خرده مالکی و قطعات کوچک چند هزار متری می‌باشد. نیشکر تولیدی استان در تهیه و فراوری شکر قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکر قرمز یکی از محصولات بومی مازندران به شمار می‌آید؛ محصولی که از نیشکر استخراج می‌شود و فرآوری سنتی آن تقریباً از 200 سال پیش در مازندران رواج دارد. برای اجرای این پروژه،20 نقطه از سرزمین تحت کشت استان مازندران برای نمونه‌برداری انتخاب گردید.



شکل 2- مناطق مورد مطالعه و محل حفر پروفیل و مته در مزارع نیشکر استان مازندران

پردازش آماری داده‌ها

خاک، یکی از مهمترین ارکان محیط‌زیست و تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. بنابراین شناخت جنبه‌های مختلف آن و جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مختلف و دقیق در راستای استفاده بهینه و پایدار و جلوگیری از تخریب این منبع با ارزش با استفاده از روش‌های کمی و آماری امکان‌پذیر است (محمدی،1385). بنابراین در این تحقیق به‌منظور مطالعه تاثیر ویژگی های مختلف خاک و سرزمین بر عملکرد نیشکر و بررسی نقش پارامترها با یکدیگر و یا مستقل از هم، ازتجزیه و تحلیل آماری استفاده گردید. در این مطالعات عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته و ویژگی های سرزمین شامل شوری و قلیائیت خاک، اسیدیته خاک، گچ، آهک، شن، سیلت، رس به‌عنوان متغیر مستقل بررسی شدند. بررسی‌های آماری شامل سه مرحله آمار توصیفی، رگرسیون چندمتغیره و رگرسیون ساده بین عملکرد با هر پارامتر می‌باشد. برای تحلیل آماری ابتدا برای هر ویژگی میانگین وزنی با شاخص تصحیح عمق برای هر پروفیل محاسبه گردید (سایس و همکاران، 1991).

همانطور که ذکر شد، 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 سرزمین بر عملکرد نیشکر را از نظر آماری تجزیه وتحلیل نمود. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون‌ها بین متغیر مستقل و وابسته این وضعیت را تأئید می‌نماید. تمام تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن 24 انجام شده است.

درجه‌بندی ویژگی‌های سرزمین و تدوین جدول نیازهای خاک و زمین نما

با توجه به اینکه جدول تهیه شده برای نیشکر به منظور مطالعات تناسب سرزمین و بر مبنای روش فائو (1976) انجام شده است، لذا مرز کلاس‌های مختلف تناسب در جدول پیشنهادی، مطابق با جداول سایس (1991) می‌باشد. پس از مشخص شدن ویژگی های سرزمین مهم و موثر بر عملکرد نیشکر و بررسی رگرسیون ساده بین عملکرد با هر ویژگی سرزمین، منحنی بین عملکرد با ویژگی‌های سرزمین بر اساس معادله رگرسیونی ساده به صورت مجزا ترسیم گردید. سپس، روی محور عملکرد نقاط ، 80، 40 و 20 درصد عملکرد حداکثر مشخص و به منحنی متصل شد. از محل تلاقی نقاط عمود شده به منحنی به محور پارامتر مورد نظر (مانند شوری خاک، ESP و ...) عمود شد. محل تلاقی خط از منحنی به محور ویژگی از عملکرد 80 درصد که معادل درجه بندی 85 به روش پارامتریک و نشان دهنده

مقدار پارامتر مربوط بـه مـرز S1 و S2 ، از عملکـرد 40 درصد که معادل درجه بنـدی 60، نشـان دهنـده مـرز S2 و S3، عملکرد 20 درصد (عملکرد سر به سر) که معـادل درجه بندی 40 نشان دهنده مرز S3 و N بود

در نهایت برای راستی آزمایی جـدول نیازهـای رویشی خاک و سرزمین ارائه شده برای نیشـکر، درجـه-بندی ویژگی‌های سـرزمین بـرای 30 پروفیـل مربـوط بـه مناطق تحت کشت نیشکر کـه از آن هـا در بررسـی‌هـای آماری و استخراج درجه‌بندی‌ها استفاده نشده بـود، انجـام شد. طبقه بندی تناسب سرزمین در این صحت‌سنجی، بـه روش پارامتریک (سایس و همکاران، 1991) انجام گرفت.

سپس بر اساس نتایج ارزیابی تناسب سرزمین به روش پارامتریک، عملکردهای واقعی با شاخص سـرزمین مقایسه و رابطه شاخص سرزمین با عملکردهای واقعی بـا رگرسیون ساده بررسی و تحلیل شد. بر این اساس، درجه بندی ویژگی های سرزمین در جدول پیشنهادی، ارزیـابی شده و در صورت نیاز اصلاح گردید.

نتایج و بحث

جدول 2، خلاصه پارامترهای توصیفی متغیرهـا را نشان می‌دهد. بررسی نتایج آمار توصیفی ویژگـی‌هـای سرزمین انتخابی تحت کشت نیشـکر خوزسـتان را نشـان می‌دهد دامنه تغییرات آهک زیاد بـوده و مقـادیر حـداقل، حداکثر، میانگین و دامنه تغییرات به ترتیب 1، 56، 38/1 و 55 درصد می‌باشد. بیشترین مقدار آهک مربوط به کشـت های نیشکرخوزستان و کمتـرین آهـک مشـاهده شـده در مناطق مورد مطالعه متعلق به استان مازندران است. شوری خاک از 0/23 تا 9/7 دسی سـیمنز بـر متـر متغیـر اسـت. مقدار میانگین این ویژگی در سرزمین مـورد بررسـی 3/3 دسی زیمنس بر متر و دامنـه تغییـرات آن 9/5 مـی‌باشـد. میزان حداقل، حداکثر، میانگین و دامنـه تغییـرات درصـد سدیم قابـل تبـادل (ESP) در پروفیـل‌هـای مطالعـه شـده به‌ترتیب 5/4 ، 24/3، 8/9 و 18/9 درصد می‌باشد.

بررسی نتایج نشان داد که میانگین درصد شن حدود 20/8 درصد و حداقل و حداکثرآن 0/6 و 65/2 درصـد و دارای دامنه تغییرات 64/6 درصد می‌باشد. نکته قابل توجه ایـن است که بافت خاک در غالـب مـزارع نیشـکر مازنـدران، سبک و متوسط و بافت‌های سنگین‌تـر در کشـت صـنعت های نیشکر خوزستان تفکیک شده اسـت. میـزان رس در مزارع نیشکر بررسی شده متغیر و از 12 تا 87/2 درصد با میانگین40/1 و دامنه تغییرات 75/2 درصد تغییر مـی‌کنـد. تأثیر مقادیر رس بر رشد و عملکرد نیشکر متفاوت اسـت. اسیدیته خاک (pH) در سرزمین بررسی شده از 6/0 تا 8/4 متغیر و میانگین اسیدیته خاک 7/8 و دامنه تغییرات آن 2/4 گزارش شده اسـت. دامنـه تغییـرات ایـن ویژگـی نسـبت بـه سـایر ویژگـی هـای سـرزمین محـدودتـر می‌باشد. در متغیرهای مطالعه شده، اسـیدیته خـاک در یک دامنه کم پراکنده اسـت. انحـراف معیـار شـاخص پراکندگی می‌باشد که نتایج آن در جدول آمار توصیفی محاسبه شده اسـت. انحـراف اسـتاندارد نیـز هـر چـه کوچک‌تر باشد، نشـان مـی‌دهـد متغیرهـا متجـانس‌تـر هستند. در جدول آمار توصـیفی، حـداکثر، حـداقل و ضریب تغییرات نیز ذکر شده است.

شاخص‌های آماری مهم بررسی‌شده دیگر شامل چولگی و کشیدگی می‌باشند. این شاخص‌ها برای بررسی انحراف داده‌ها از توزیع نرمال استفاده می‌شـوند. ضـریب چولگی و کشـیدگی دو شـاخص اساسـی توزیـع داده‌هـا 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، مقـادیر مثبـت و منفی می‌باشند و هرچه مقدار آن بیشتر باشد، عدم تقـارن شدیدتر است. مقادیر چـولگی و کشـیدگی بـین 2 تـا 2- قرار داشت. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد از نظر چولگی و کشیدگی، اکثر داده‌ها نرمال می‌باشند به استثنای داده‌هـای درصد سدیم تبادلی، درصد شن و اسـیدیته کـه بیشـترین مقدار چولگی و کشیدگی مربوط به درصد سدیم تبـادلی، درصد شن و اسیدیته بود. بررسی نتایج، داده‌ها و مطالعات میدانی مشخص کرد که مقـادیر شـوری در منـاطق مـورد مطالعه در استان خوزستان زیاد و در استان مازندران بدون شوری می‌باشد.

جدول 2- آماره‌های توصیفی داده‌های ویژگی های خاک و عملکرد

آماره	کربنات کلسیم	pH	شن	سیلت	رس	هدایت الکتریکی	عملکرد	ESP
	(%)			(%)		$ds.m^{-1}$	$(t.ha^{-1})$	(%)
حداقل	1/00	6/0	0/6	5/9	12/0	0/23	35/5	5/4
حداکثر	56/0	8/4	65/2	68/7	87/2	9/7	103/5	24/3
میانگین	38/1	7/8	20/8	42/0	40/1	3/3	63/5	8/9
میانه	45/8	7/8	18/9	44/6	37/8	2/9	64/6	8/3
دامنه تغییرات	55/0	2/4	64/6	62/8	75/2	9/5	68/0	18/9
انحرف معیار	16/7	0/32	11/3	13/7	16/1	2/5	17/4	4/4
ضریب تغییرات	7/0	2/7	62/0	17/0	27/0	52/6	25	44/4
چولگی	-1/26	-2/46	1/23	-1/35	1/22	0/73	0/36	2/12
کشیدگی	-0/09	10/37	2/43	1/72	1/60	-0/29	-0/65	4/36

3- نتایج همبستگی پیرسون بین متغیرهای مستقل و عملکرد

	عملکرد	کربنات کلسیم	EC	pH	شن	سیلت	رس	ESP
عملکرد	1	0/000**	0/032**	0/005**	0/348**	0/492	0/003**	0/004**
کربنات کلسیم	0/000**	1	0/000**	0/000**	0/026**	0/000**	0/000**	0/352
EC	0/032**	0/000**	1	0/115	0/701	0/000**	0/007**	0/000**
pH	0/005**	0/000**	0/115	1	0/701	0/433	0/869	0/433
شن	0/204	0/026*	0/000**	0/701	1	0/000**	0/019*	0/110
سیلت	0/492	0/000**	0/000**	0/433	0/000**	1	0/000**	0/383
رس	0/003**	0/000**	0/000**	0/869	0/019*	0/000**	1	0/123
ESP	0/004**	0/352	0/000**	0/433	0/110	0/383	0/123	1

رگرسیون چندمتغیره

برای بررسی همزمان متغیرهای مستقل بر روی متغیرهای وابسته از رگرسیون چندمتغیره استفاده می‌شود. در این تحقیق، متغیرهای شوری خاک، درصد سدیم قابل تبادل، اسیدیته، آهک، شن، سیلت، رس به‌عنوان متغیر مستقل و عملکرد به عنوان متغیر وابسته وارد نرم افزار شدند. همانطور که گفته شد، در این بررسی با توجه به مزایا و کاربرد بهتر روش همزمان[1] از آن استفاده گردید.

نتایج حاصل بیانگر آن است که از میان متغیرهای مستقل، به ترتیب شوری، درصد سدیم قابل تبادل ، سیلت، شن، آهک و رس وارد معادله شده است ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای مستقل و عملکرد در جدول3 ارائه شده است. رابطه 1، بهترین معادله رگرسیونی چندمتغیره به روش همزمان را نشان می‌دهد معادله مذکور دارای ضریب تبیین حدود 0/67 و ضریب تبیین تعدیل شده 0/61 می‌باشد(جدول 5). مفهوم آن این است که متغیرهای وارد شده به مدل توانسته‌اند حدود 67 درصد از واریانس تغییرات مربوط به متغیر وابسته را تعیین نمایند. ضریب تبیین تعدیل یافته 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 ارائه شده است. با توجه به اینکه ارزش P value کمتر از 0/0001 است بنابراین با اطمینان 99 درصد می‌توان گفت که رابطه مذکور دارای معنی‌داری است و تجزیه واریانس و ایجاد معادله با دقت قابل قبول انجام شده است.

(1)

$$Y=87.27-5.75EC-0.07ESP-0.066Silt-0.29Sand+0.097TNV-0.1Clay$$

[1] Enter

4- تجزیه واریانس رابطه رگرسیون چندمتغیره بین عملکرد و متغیرهای مستقل

مدل	مجموع مربعات	Df	میانگین مربعات	F	P value
رگرسیون	7829	7	1118	9/78	0/0001
باقیمانده	3774	33	114/4		
مجموع	11603	**40**			

5- ضریب همبستگی و تبیین بهترین رابطه رگرسیون چندمتغیره بین عملکرد و متغیرهای مستقل*

مدل	ضریب همبستگی(R)	ضریب تبیین (R2)	ضریب تبیین اصلاح شده (R2)	تخمین خطای استاندارد
1	0/82	0/67	0/61	10/7

* Predictors: (Constant), clay %, TNV (%), sand (%),silt(%),clay(%), ESP, EC(dS/m)

تحلیل رگرسیون ساده

همانطور که گفته شد، در تحلیل رگرسیون ساده، یک متغیر از ویژگی های سرزمین به عنوان متغیر مستقل و عملکرد به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. در تحلیل رگرسیون، امکان بررسی تغییرات متغیر وابسته پیش‌بینی و سهم هر متغیر در تبیین متغیر وابسته مشخص می‌شود (سلطانی، 1380). ساده ترین حالت تحلیل رگرسیون زمانی است که رابطه متغیر مستقل و وابسته خطی باشد.کاربرد اصلی رگرسیون ساده در این بررسی‌ها، درجه‌بندی ویژگی های سرزمین با عملکرد نیشکر می‌باشد. رابطه رگرسیون تک متغیره برای همه ویژگی های مورد بررسی با عملکرد در نرم‌افزار **SPSS** مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و همه معادلات ممکن (خطی، لگاریتمی، نمایی، درجه دوم، توانی و سایر معادلات، استخراج شدند. در نهایت معادله تک متغیره‌ای که دارای بیشترین مقدار ضریب همبستگی بود، انتخاب گردید.

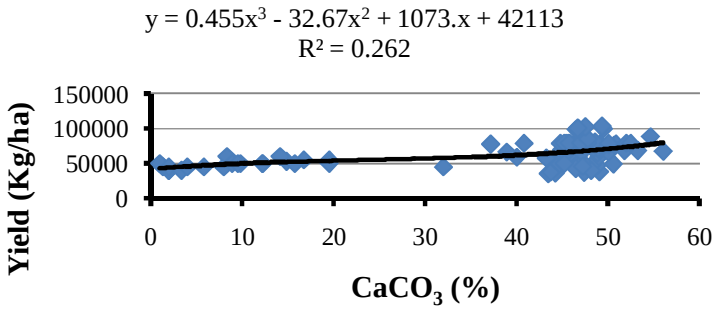
بهترین معادلات به‌دست آمده برای هر یک از پارامترها، در جدول 5 ارائه شده است.همچنین نمونه‌ای از این روابط مربوط به عملکرد و آهک، عملکرد و شوری، عملکرد و سدیم قابل تبادل و عمکرد و مقدار رس به ترتیب در شکل‌های 3 تا 6 نشان داده شده است. ویرگند و همکاران (1996) گزارش کردند که در شوری 3/4 دسیسیمنز بر متر نسبت به شوری آستانه 1/7 دسیسیمنز بر متر، عملکرد محصول نیشکر 23/3 تن در هکتار کاهش یافت. و عملکرد واقعی 14/1 تن نسبت به عملکرد پیشبینی شده کاهش نشان داد. در حالی که در این تحقیق در شوری 3/4 دسیسیمنز بر متر نسبت به شوری آستانه 1/7 دسیسیمنز بر متر، عملکرد محصول نیشکر 17/5تن در هکتار کاهش یافت. و عملکرد واقعی 13/2 تن نسبت به عملکرد پیشبینی شده کاهش نشان داد. که با نتایج ویرگند و همکاران (1996) با نتایج حاصل از این تحقیق تطابق دارد (شکل 3).

5- معادلات استخراج شده با بیشترین ضریب همبستگی بین متغیرهای مستقل و عملکرد نیشکر

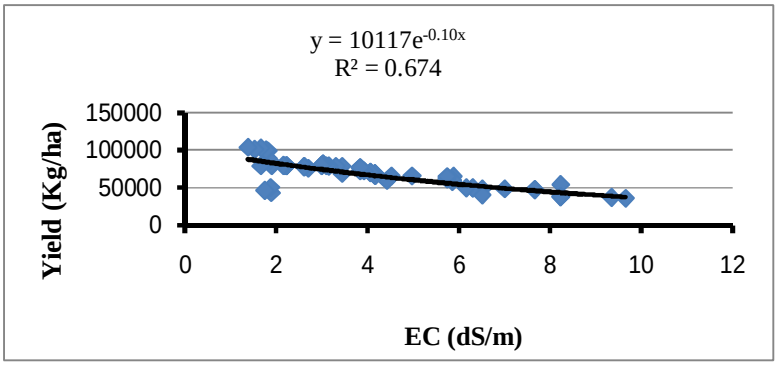
متغیر مستقل	نوع معادله	ضریب همبستگی	معادله	سطح معنی‌داری
آهک	درجه سوم	0/51	$y = 0.4554x^3 - 32.676x^2 + 1073.6x + 42113$	0/346
اسیدیته خاک	درجه سوم	0/30	$y = 29425x^3 - 658737x^2 + 5E+06x - 1E+07$	0/175
شوری خاک	نمایی	0/82	$y = 101175e^{-0.103x}$	0/0001
قلیائیت	دوم	0/50	$y = 170.8x^2 - 6583.x + 11387$	0/001
شن	درجه دوم	0/37	$y = -10.47x^2 + 1104.1x + 52546$	0/008
رس	لگاریتمی	0/19	$y = -10306\ln(x) + 104430$	0/08
سیلت	درجه سوم	0/34	$y = -0.5411x^3 + 100.03x^2 - 6342.4x + 199745$	0/0001

*در معادلات فوق x متغیر مستقل و y عملکرد نیشکر می‌باشد.

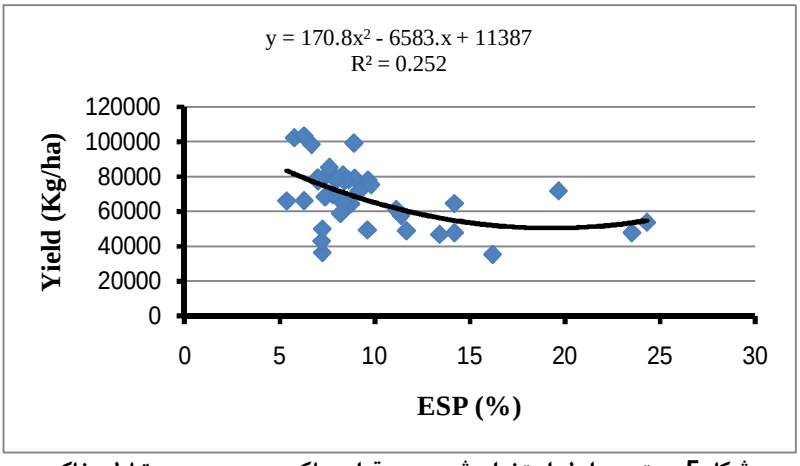
پس از استخراج معادلات تک متغیره و انتخاب مناسب‌ترین آن‌ها برای هر متغیر، با استفاده از نمودار مربوط به هر یک از این معادلات و مقادیر عملکرد، مقدار مناسب برای حدود مرز بین کلاس‌های تناسب سرزمین تعیین شد. سپس، جدول نیازهای رویشی خاک و سرزمین برای محصول نیشکر در مناطق مورد اصلاح گردید که می‌تواند در محاسبات ارزیابی تناسب سرزمین برای کشت این محصول مورد استفاده قرار گیرد. جدول 6، نتیجه حاصل را نشان می‌دهد. بافت **SiCm** با توجه به اینکه عملکرد نیشکر در منطقه مورد مطالعه برای این بافت از نظر اقتصادی نسبتا مناسب بود کلاس نامناسب N در جدول نیازهای رویشی برای نیشکر توسط سیدجلالی و همکاران (1398) به کلاس مناسب (S3) تغییر یافت. در ضمن در این جدول میزان درجه بندی شوری (EC) و قلیائیت یا درصد سدیم قابل تبادل (ESP) نیز با توجه به تحقیقات انجام شده در این پژوهش و منحنی رگرسیون در شکل 4 و 5 نیز اصلاح گردید.



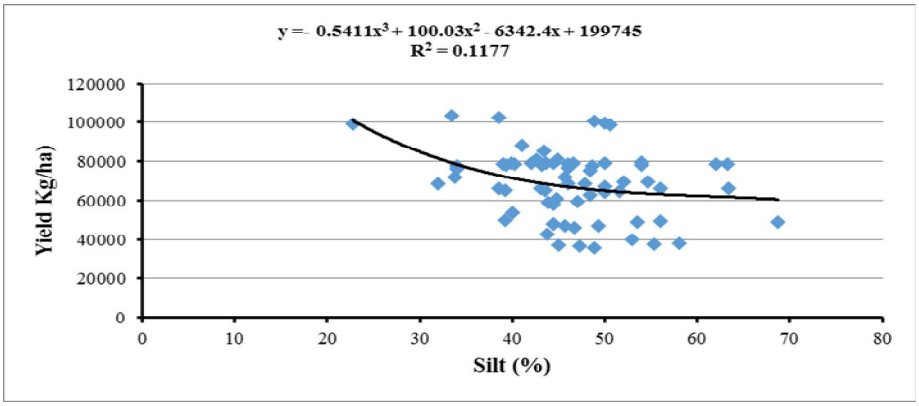
شکل 3- بهترین رابطه استخراج شده بین مقدار عملکرد نیشکر و درصد آهک خاک



شکل 4- بهترین رابطه استخراج شده بین مقدار عملکرد نیشکر و مقدار شوری خاک



شکل 5- بهترین رابطه استخراج شده بین مقدار عملکرد و درصد سدیم تبادلی خاک



شکل 6- بهترین رابطه استخراج شده بین مقدار عملکرد نیشکر و درصد رس خاک

6- نیازهای خاکی و زمین نما برای نیشکر(سیدجلالی، 1398)

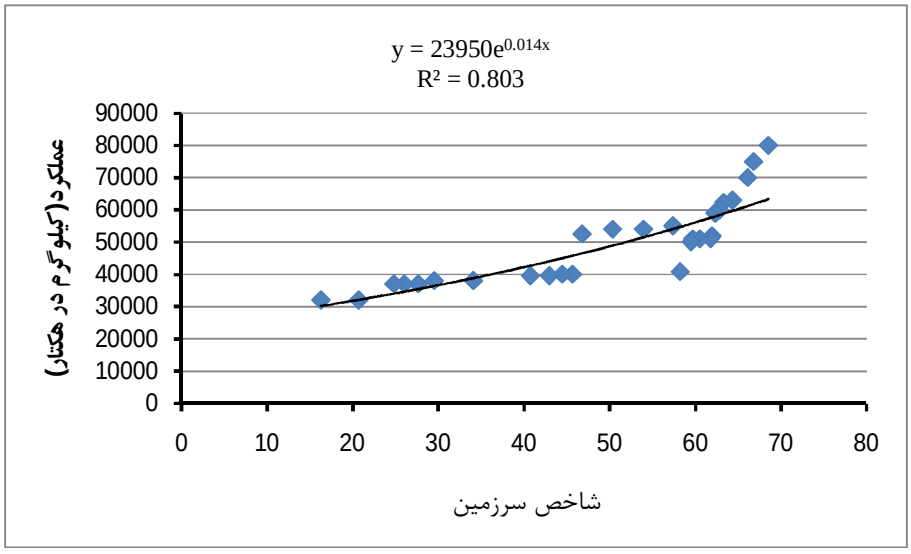
Land characteristics	Class, degree of limitation and rating scale					
	S1		S2	S3	N1	N2
	0	1	2	3	4	
	100	95	85	60	40	25	0
Topography (t)						
Slope(%) (1)	0-1	1-2	2-4	4-6		>6
(2)	0-2	2-4	4-8	8-16		>16
(3)	0-4	4-8	8-16	16-30	30-50	>50
Wetness (w)						
Flooding	Fo	-	-	F1	-	F2+
Drainage (4)	good	Moderate	imperfect	poor and	poor but	poor not
(5)	imperfect	Moderate	Good	Aeric	Drainable	Drainable
Physical soil characteristics (s)						
Texture/structure	C<60s, SiC, Co, SiL, CL, Si, SiCL, SiCs	C<60v, C>60s, SC, L, SCL	C>60v, SL, LfS	LcS, fS, LS, SiCm		Cm, S, cS
Coarse fragment (vol%)	0-3	3-15	15-35	35-55		>55
Soil depth(cm)	>125	125-80	80-50	50-25		>25
$CaCO_3$ Primary (6)	0-20	20-40	40-60	60-70		>70
Secondary (7)	0-20	20-30	30-40	40-60		>60
Gypsum (%)	0-3	3-6	6-12	12-20	-	>20
Soil fertility characteristics (f)						
Apparent CEC (cmol(+)/kg clay)	>24	24-16	<16(-)	<16(+)		
Base saturation (%)	>80	80-50	50-35	<35		
Sum of basic cations (cmol(+)/kg soil)	>8	8-5	5-3.5	<2		
pH(H_2O)	7.0-6.5	6.5-6.0	6.0-5.6	5.6-5.2	<5.2	
	7.0-7.5	7.5-8.2	8.2-8.3	8.3-8.5		>8.5
Organic carbon (%) (8)	>2.5	2.5-1.5	1.5-1	<1		
(9)	>1.5	1.5-1	1-0.6	<0.6		

(10)	>0.8	0.8-0.4	<0.4			
Salinity and Alkalinity (n)						
EC (dS/m)	0-2	2-3	3-8	8-12	>12	
ESP (%)	0-10	10-15	15-25	25-30	>30	

شرح اعداد درجدول نشان دهنده موارد زیر است:
(1) کشت آبی، آبیاری جوی پشته و کرتی، (2) سطح مدیریت بالا با مکانیزاسیون کامل، (3) سطح مدیریت پایین، شخم با استفاده از حیوانات و کارهای دستی، (4) خاکهای با بافت متوسط و ریز، (5) خاک‌های با بافت درشت (فامیلی‌های شنی)، (6) خاکهای با منشای آهک اولیه، (7) خاکهای با منشای آهک ثانویه، (8) خاک‌ها دارای مواد کائولینیتی، (9) خاکها با مواد غیر کائولینیتی، مواد غیر آهکی، (10) خاک ها با مواد آهک.

صحت سنجی نتایج

به منظور صحت‌سنجی جدول نیازهای رویشی خاک و سرزمین مستخرج از نتایج این پژوهش (جدول 6)، 30 پروفیل خاک در ابتدای کار از مناطق مورد مطالعه به صورت تصادفی انتخاب شده و کنار گذاشته شدند. ویژگی‌های خاک این30 پروفیل در جدول 7 ارائه شده است. برای این پروفیل‌ها، شاخص سرزمین به روش ریشه دوم محاسبه شد. عملکرد گزارش شده در هر سرزمین که پروفیل در آن واقع شده نیز مشخص است. بنابراین با رسم نمودار بین مقدار عملکرد و شاخص سرزمین می‌توان صحت و دقت نتایج را بررسی نمود. این نمودار در شکل 8 نشان داده شده است. مقدار ضریب تبیین بین عملکرد و شاخص سرزمین، 0/80 بدست آمده است و نشان دهنده قابل اعتماد بودن درجه‌بندی ویژگی های خاک و زمین نما در جداول تهیه شده در این پژوهش می‌باشد. داده‌های مربوط به 30 پروفیل مورد استفاده در صحت‌سنجی جدول و شاخص سرزمین محاسبه شده هر یک از آنها در جدول 7 ارائه شده است.



شکل 7- رابطه میان شاخص سرزمین و مقدار عملکرد نیشکر

7- ویژگی های خاک و عملکرد برای صحت سنجی جدول پیشنهادی نیازهای رویشی خاک برای کشت نیشکر

ردیف	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	pH	EC (dS/m)	ESP	درصد آهک	شاخص سرزمین	yield(kg/ha)
1	38/5	40/25	21/25	7/89	2/23	7/90	40/8	69	80000
2	33/375	34	32/625	7/98	2/61	6/99	37/16	67	75000
3	43/75	43/875	12/375	7/97	4/42	8/18	40	66	70000
4	38/2	50/57	11/22	7/65	1/82	6/66	46/47	64	63000
5	41/6	43/8	14/6	7/85	1/89	7/20	46/45	63	62300
6	36	46	18	8/09	2/22	8/03	45/4	63	60000
7	40/32	46/67	13	7/92	1/75	5/76	47/19	62	59000
8	35/97	48/62	15/4	8/13	2/62	8/40	45/25	62	59000
9	40	46/57	13/42	7/87	3/1	7/93	46/4	62	51860
10	48/15	38/55	13/3	7/81	4/17	5/35	45/5	62	51000
11	34/95	48/85	16/2	7/93	1/53	5/96	46/67	60	51000
12	34/95	48/85	16/2	7/93	1/53	5/96	46/67	60	51000
13	28	54	18	7/88	3/44	8/73	50/83	59	50000
14	36/5	33/45	30/05	8/09	1/38	6/26	49/32	58	40800
15	44/2	45/65	10/15	7/72	3/92	19/67	48/41	57	55000
16	38/5	44/4	17/1	7/98	6/51	14/19	47/48	54	54000
17	48/15	38/55	13/3	8/27	1/66	5/76	47/49	50	54000
18	30/8	44/45	24/75	8/03	1/91	7/02	45/76	47	52500
19	34/2	50	15/8	7/73	5/74	8/73	45/9	46	40000
20	45/9	45/74	8/35	8	7/66	13/40	48/51	44	40000
21	46/87	40	13/12	7/95	8/23	24/32	44/67	43	39500
22	17/85	39/25	42/9	8/37	1/88	7/23	45/19	41	39500
23	45/9	45/74	8/35	8	7/66	13/40	48/51	34	38000
24	47/44	49/28	3/28	7/62	7/66	14/19	48/8	34	38000
25	35	53	12	8	6/51	14/19	48/15	29	38000
26	30/8	44/8	24/4	7/66	5/74	11/13	46/77	28	37000
27	22/8	56	21/2	7/82	4/16	5/35	47/08	26	37000
28	37/7	48/4	13/9	7/7	5/74	8/73	46/14	25	37000
29	28	62	10	7/54	1/66	5/76	50/05	21	32000
30	42/15	44/47	13/37	8/01	5/86	11/38	43/24	16	32000

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این پژوهش و با بررسی اطلاعات جمع‌آوری شده، تحلیل‌های آماری و جدول نیازهای خاک و زمین نمای تهیه شده برای نیشکر موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد: بررسی ها نشان داد که برخی از مزارع نیشکر به رغم شاخص سرزمین نسبتاً مشابه، عملکردهای متفاوت و برخی مزارع پایین‌تر از حد انتظار

می‌باشند، که این مسئله مربوط به مدیریت متفاوت استفاده از سرزمین 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 به خصوص کشت و صنعت های نیشکر استان خوزستان، سبب افت عملکرد شده است، بنابراین ارائه راهکار مناسب توسط متخصصین تغذیه گیاه می‌تواند راهگشا باشد. تهیه نقشه های تناسب سرزمین برای مزارع نیشکر های کشور و شناخت عوامل محدود کننده تولید می‌تواند به اصلاح و مدیریت مناسب آنها کمک کند. به عنوان مثال می‌تواند به شناخت سرزمین نامناسب برای نیشکر و اصلاح وضعیت تولید منجر شود. با توجه به اینکه جدول پیشنهادی نیازهای رویشی بر مبنای ویژگی‌های سرزمین مناطق تحت کشت نیشکر خوزستان و مازندران تهیه و صحت سنجی شده است، بنابراین دقت لازم برای انجام مطالعات تناسب سرزمین را دارد. نتایج این پژوهش نشان دادکه عوامل اصلی محدودکننده تولید نیشکر در خوزستان، شوری و قلیائیت خاک و ویژگی های 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. زین الدینی، ع1392.. مطالعات تناسب سرزمین کی‌فی محصولات مهم زراعی و باغی منطقه شهداد (استان کرمان). نشریه شماره 1654. موسسه تحقیقات خاک.
2. زین الدینی، ع.، تومانیان، ن.، نویدی، م.ن.، فرج نیا، ا. و سیدجلالی، س.ع.ر.. 1398. کتاب نیازهای رویشی گیاهان باغی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب. 310 ص.
3. سلطانی، ا. 1380. احتمالات و آمار برای علوم و مهندسی. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شیراز، 376 صفحه.
4. سیدجلالی، س.ع.، زارعیان، ع.، زین الدینی، ع.، و سعادتمند، غ. 1386b. تعیین تناسب اراضی و تخمین پتانسیل تولید گندم در خاکهای گچی استانهای خوزستان، فارس، اصفهان و کرمان، نشریه فنی شماره 1345، موسسه تحقیقات خاک و آب.
5. سیدجلالی، س.ع.، زارعیان، ع.، زین الدینی، ع، سعادتمند، غ. و بنی نعمه، ج. a 1386. تعیین تناسب اراضی و تخمین پتانسیل تولید گندم در خاکهای آهکی استانهای خوزستان، فارس، اصفهان و کرمان، نشریه فنی شماره 1341، موسسه تحقیقات خاک و آب.
6. سیدجلالی، ع.ر.، زین‌الدینی، ع.، نویدی، م.ن.، محمداسماعیل، ز. 1398. نیازهای رویشی گیاهان مهم زراعی کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب.
7. عماری، پ. و همکاران. 1388. درجه بندی ویژگی های سرزمین و نیازهای رویشی گردو تناسب سرزمین در استان آذربایجان شرقی، موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره 1429.
8. غیاثوند، ا. 1391. کاربرد آمار و نرم‌افزار SPSS در تحلیل داده‌ها. چاپ چهارم، انتشارات متفکران، 282 صفحه.
9. فرج نیا، ا. 1391. ارزیابی کیفی تناسب سرزمین برای محصولات عمده زارعی در دشت هرزندات مرند استان آذربایجان شرقی. نشریه شماره 1825. موسسه تحقیقات خاک و آب.
10. قائمیان، ن. و همکاران. 1388. درجه بندی ویژگی های سرزمین و نیازهای رویشی بادام جهت تهیه جداول پایه تناسب سرزمین در استان آذربایجان غربی، موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره 1430.

11. قائمیان، ن. و همکاران. 1389. طبقه بندی ویژگی های سرزمین و نیازهای رویشی سیب جهت تهیه جداول پایه تناسب سرزمین در استان آذربایجان غربی، موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره 1509.
12. گیوی، ج. 1376. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. نشریه شماره 1015. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. 100ص.
13. محمدی، ج.1385. پدومتری: آمار کلاسیک. جلد اول، انتشارات پلک، تهران، 532 صفحه.و آب.
14. وزارت جهاد کشاورزی. 1396. آمارنامه کشاورزی.معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.
15. Armanto, M. 2019. Soil Variability and Sugarcane (Saccharum officinarum L.) Biomass along Ultisol Toposequences. Journal of Ecological Engineering, 20(7).
16. 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.
17. 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.
18. FAO statistic. 2017. Available: http// faostat.fao.org/site/567/default.aspx.
19. FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation.
20. 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.
21. 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.
22. Lingle, S.E., Wiedenfeld, R.P., Irvine, J.E., 2000. Sugarcane response to saline irrigation water. J. Plant Nutr. 23,469–486.
23. Lingle, S.E., Wiegand, C.L., 1997. Soil salinity and sugarcane juice quality. Field Crop Res. 54, 259–26.
24. Maas, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop salt tolerance—current assessment. J. Irrig. Drain. Div., ASCE 103, 115–134.
25. 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.
26. Singh, S; Singh, S P; Pathak, A D; Pandey, N. 2019 Assessment of waterlogging induced physiobiochemical changes in sugarcane varieties and its association with waterlogging tolerance
27. Sys, C, E,Van Ranst. J. Debaveye. 1991. Land evaluation, Part I and II. GeneralAdmhnstration for development coopration ,Brussels.
28. Sys, C, E,Van Ranst. J. Debaveye.1993. Land evaluation, Part III. Crop requitements. General Admhnstration for development coopration ,Brussels.
29. U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook No. 60.
30. 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.
31. 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

32. 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.
33. Zeinadini Meymand,A., Bagheri Bodaghabadi, M., Moghimi, A., Navidi, M.N., Ebrahimi Meymand, F., Amir Pour,M. 2018. Modeling of yield and rating of land characteristics for corn based on artificial neural network and regression models in southern Iran. Desert 23-1. pp: 85-95.

Investigation of the Effect of Soil Factors on Sugarcane Growth in Sugarcane Cultivated Lands in Khuzestan and Mazandaran Provinces

S. A. Seyed Jalali[1], R. Dehghan, A. Azadi, A. Zaeinaldini Mimand, M. Navidi, and Z. Mohammad Esmaiel

Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; E-mail: ajalali@areeo.ac.ir
Research Instructor, Mazandaran Agricultural and Natural Resources, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO); E-mail: ramezanalidehghan@gmail.com.
Assistant Professor, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO); E-mail: azadi697@gmail.com.
Assistant Professor, Soil and Water research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO); E-mail: ali_zeinadin@yahoo.com.
Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; E-mail: nnavidi@swri.ir.
Researcher, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; E-mail: mesmaily_n@yahoo.com.

Received: June, 2020 and Accepted: October, 2020

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of soil characteristics on sugarcane yield and to revise the "Table of Soil and Landscape Requirements for Sugarcane". For this purpose, 120 points in different areas under sugarcane cultivation in Khuzestan and Mazandaran provinces were studied based on diversity in soil characteristics. Parametric methods were used in this study to determine the land index. For data analysis, multivariate regression by stepwise method and simple regression were used. Sugarcane yield was considered as a dependent variable and factors including salinity, percentage of exchangeable sodium, soil acidity, gypsum, lime, clay, sand and silt, as independent variables. Then, by examining the simple regression between important and effective land characteristics with sugarcane yield, the relevant equations and diagrams were drawn and soil properties were rated by FAO method. The results showed that exchangeable sodium, clay, lime, acidity, and salinity, in decreasing order, had a significant correlation with yield of sugarcane, while and the variables of sand and silt had no significant correlation. Multivariate regression coefficient analysis showed that the variables entered in the model were able to explain 67% of the variance related to the dependent variable. In simple regression equations, soil salinity, exchangeable sodium content, and lime had a decreasing effect on yield. The variables of exchangeable sodium percentage and soil salinity had the greatest effect on sugarcane yield. The proposed table on sugarcane soil and landscape requirements was evaluated and validated by using soil data and yields of 30 sugarcane fields that had not been used to extract this table. The coefficient of determination between the sugarcane yield and the land index was about 0.81, indicating the acceptable accuracy of the table.

Keywords: Land index, Soil characteristics, Exchangeable sodium, Sugarcane yield

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