نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
"مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب"
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴
توجه به گسترش پدیده‌های حدی،
هوش مصنوعی و جامع نگری در برنامه‌های ملی و محلی خاک

کاربرد مدل CND در ارزیابی وضعیت تعادل عناصر غذایی نیشکر

عادل نیسی[۱]، مصطفی چرم[۲*]، حیدر غفاری[۳]، جعفر آل کثیر[۴]

۱و۲*و۳- دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و مهندسی خاک؛ * پست الکترونیکی نویسنده مسئول مقاله **(m.chorom@scu.ac.ir)**

۴- عضو هئیت علمی موسسه تحقیقات و آموزش نیشکر خوزستان

چکیده:

درک چرخه‌های رشد فنولوژیکی و تغییرات نیازهای تغذیه‌ای نیشکر (*Saccharum officinarum L.*) مستلزم دانش جامع از مراحل رشد این گیاه و انجام فرآیندهای تجزیه خاک و برگ در طول این مراحل است. هدف از این مطالعه ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای نیشکر با استفاده از مدل تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) در مزارع پلنت نیشکر کشت و صنعت امام خمینی واقع در شمال استان خوزستان، طی سال زراعی ۱۴۰۲–۱۴۰۳ انجام شد. با استفاده از روش CND، تعیین اعداد مرجع و بر اساس تابع توزیع تجمعی واریانس، عملکرد ۱۳۱/۴۸ تن در هکتار نیشکر بعنوان عملکرد میانی مشخص شد در نتیجه مزارع نیشکر مورد مطالعه به دو گروه عملکردی مطلوب و نامطلوب تقسیم شدند. سپس شاخص‌های عناصر غذایی محاسبه و براساس آن اولویت‌بندی نیاز عناصر غذایی به‌ترتیب Zn > Mn > Mg > Fe > Ca > K > N > Cu > P مشخص گردید و روی به‌عنوان محدودکننده‌ترین عنصر کم مصرف و پتاسیم به‌عنوان محدودکننده‌ترین عنصر پرمصرف شناسایی شدند. میانگین شاخص تعادل تغذیه ای (r^2) در مزارع گروه عملکردی نامطلوب (۹/۲۳) بود که نشان دهنده عدم تعادل تغذیه‌ای در این مزارع است. بنابراین روش CND در افزایش عملکرد از طریق شناسایی محدودیت‌های تغذیه‌ای و برطرف کردن آن ها موثر باشد.

واژگان کلیدی: تجزیه بافت برگ، عناصر غذایی نیشکر، مدیریت کوددهی، مدل CND.

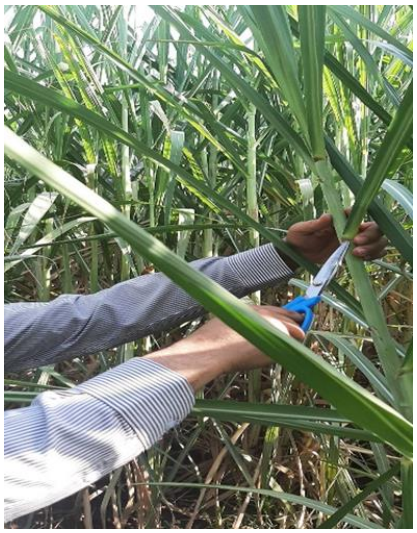
مقدمه:

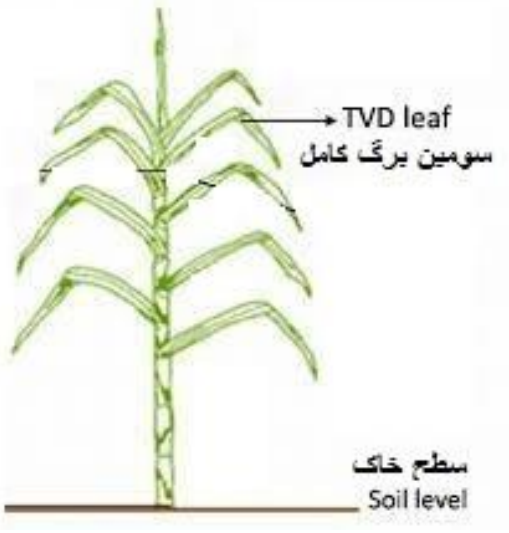
تغذیه متعادل گیاهان یکی از عوامل اساسی در بهبود عملکرد و کیفیت محصولات زراعی به‌شمار می‌رود (Calheiros et al., 2018). در این میان، نیشکر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات صنعتی و اقتصادی کشور، نیازمند مدیریت دقیق عناصر غذایی در طول دوره رشد خود است. نیشکر با نام علمی (*Saccharum officinarum L.*) گیاهی چند ساله از تیرهٔ غلات یک محصول کشاورزی مهم است که در بسیاری از مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان کشت می‌شود (Salman et al., 2023). در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی آن پنج رقم تجاری با سطوح مختلف در اراضی زراعی به زیر کشت می‌روند که از بین این ارقام، رقم CP69-1062 واریته تجاری متداول بوده و بیشترین سطح زیر کشت در اراضی نیشکر را به خود اختصاص داده است (Rahimi Jamnani et al., 2019). با توجه به ماهیت پیچیده جذب عناصر غذایی و تأثیرات متقابل آن‌ها، روش‌های سنتی ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاهان غالباً با محدودیت‌هایی همراه هستند و نمی‌توانند به‌طور دقیق کمبود یا بیش‌بود عناصر را شناسایی کنند. یکی از روش‌های نوین و دقیق در این حوزه، مدل تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND: Compositional Nutrient Diagnosis) است که با در نظر گرفتن هم‌زمان غلظت‌های نسبی عناصر مختلف، امکان تحلیل جامع‌تری از وضعیت تغذیه‌ای گیاه فراهم می‌آورد (de Mello Prado & Rozane, 2020). تجزیه و تحلیل بافت برگ در مراحل مختلف رشد، به‌ویژه زمانی که با مدل CND تلفیق شود، می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد برای پایش تغذیه‌ای و تعیین نیاز واقعی گیاه به کودها مورد استفاده قرار گیرد (Silva et al., 2020). روش CND مبتنی بر روابط تبدیل شده بین تک تک عناصر غذایی مورد ارزیابی و میانگین هندسی تمام عناصر غذایی بافت نمونه‌برداری شده است که در واقع یک روش چند متغیره برای تجزیه و تحلیل روابط همه عناصر غذایی با هم است. ایده اولیه

این روش برگرفته از تجزیه و تحلیل داده‌های چندگانه (CDA) است که یک داده را به‌صورت کمی و نسبت به کل توصیف می‌کند (Parent & Dafir, 1992). روش CND دارای مزایایی است که علاوه بر دریافت سریع استانداردهای به‌روز، می‌توان عناصر غذایی مسئول عدم تعادل تغذیه‌ای و در نتیجه بهره‌وری پایین را شناسایی کرد. با این حال، می‌تواند محدودیت‌های ناشی از کمبودها، بیش بودها که به‌ترتیب توسط شاخص‌های منفی و مثبت شناسایی می شوند را شناسایی کند (Nowaki et al., 2017). در این مطالعه، با هدف ارزیابی وضعیت عناصر غذایی نیشکر رقم CP69-1062، از مدل CND در سطح ۲۴ مزرعه کشت و صنعت امام خمینی در شمال استان خوزستان استفاده شده است. یافته‌های این پژوهش می‌توانند مبنایی برای تدوین برنامه‌های بهینه کوددهی و افزایش بهره‌وری در مزارع نیشکر کشور فراهم سازند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در منطقه شعیبیه در شمال خوزستان، مزارع نیشکر کشت و صنعت امام خمینی واقع در عرض جغرافیایی در ۳۱ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ انجام شد. مدیریت کوددهی مرسوم مزارع نیشکر پلنت بدین صورت که ۱- کود فسفاته (سوپرفسفات تریپل) ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت جامد در خاک ۲- کود آلی کمپوست (بقایای نیشکر) ۳۵-۴۰ تن در هکتار و ۳- کود ازته (اوره) ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت کود آبیاری بوده، مورد استفاده قرار می‌گیرد. آبیاری مزارع نیشکر توسط لوله‌های هیدروفلوم کم فشار به صورت جوی ته بسته انجام می‌شود. در این پژوهش، تعداد ۲۴ مزرعه با واریته CP69-1062 از مزارع نیشکر پلنت با مساحت کل ۵۵۵ هکتار انتخاب شد و نمونه‌برداری خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر بصورت نمونه مرکب از هر مزرعه مورد مطالعه جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک صورت پذیرفت. نمونه‌های خاک، هواخشک و کوبیده شده سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱). به‌منظور تجزیه برگی برای ایجاد پایگاه داده جهت استفاده از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) در بررسی وضعیت تعادل عناصر غذایی نیشکر، نمونه‌برداری بافت برگ براساس روش نمونه‌برداری ارائه شده توسط مک کری و میلاواراپو مؤسسه تحقیقات و آموزش کشاورزی دانشگاه فلوریدا (McCray & Mylavarapu, 2020) انجام شد. نمونه‌های برگ نیشکر در هفته اول شهریور و پس از گذشت دوره رشد حداکثری گیاه نیشکر یعنی زمانی‌که غلظت عناصر غذایی در گیاه نسبتاً ثابت باقی می‌ماند، تهیه گردید. البته در روش CND چون نسبت یک عنصر به همه عناصر بجای غلظت هر عنصر غذایی در نظر گرفته می‌شود بنابراین تفسیر نتایج تجزیه برگی به سن فیزیولوژیک و محل نمونه‌برداری بستگی ندارد (Parent & Dafir, 1992).





شکل ۱- موقعیت برگ کامل قابل مشاهده بالا (TVD Leaf) مورد نظر نمونه‌برداری

جدول ۱- ویژگی‌های خاک مزارع نیشکر مورد مطالعه

ویژگی	واحد	بیشترین	کمترین	میانگین	انحراف معیار
هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع	$dS\ m^{-1}$	2.05	1.25	1.60	0.26
پ هاش عصاره گل اشباع	-	7.87	7.47	7.66	0.11
درصد اشباع	%	62.40	46.90	56.25	3.65
شن	%	41.40	5.50	12.75	9.33
سیلت	%	55.50	38.60	47.37	4.16
رس	%	50.00	33.00	39.88	7.73
کربنات کلسیم معادل	%	38.70	33.00	36.28	1.82
کربن آلی	%	0.98	0.65	0.79	0.13
نیتروژن	%	0.09	0.06	0.08	0.01
فسفر قابل جذب	$mg\ kg^{-1}$	9.79	3.18	6.66	2.34
پتاسیم قابل جذب	$mg\ kg^{-1}$	222.3	120.9	156.0	33.49
کلسیم	$mg\ kg^{-1}$	424.0	152.0	276.8	1.49
منیزیم	$mg\ kg^{-1}$	177.39	48.6	83.35	1.37
آهن	$mg\ kg^{-1}$	36.70	3.08	15.88	7.70
روی	$mg\ kg^{-1}$	16.78	0.66	6.51	4.72
مس	$mg\ kg^{-1}$	5.55	1.14	3.91	1.26
منگنز	$mg\ kg^{-1}$	52.56	9.02	23.26	13.66

در این روش جهت نمونه‌برداری برگ، در هر مزرعه ده نقطه مکان تعیین شد و از هر نقطه مکان ۱۰ نمونه برگ کامل قابل مشاهده (سومین برگ از بالا) گرفته شد (شکل ۱). در پایان یک نمونه مرکب برگ (تعداد ۱۰۰ برگ) تهیه شد. به‌منظور حذف ذرات خاک، ابتدا نمونه‌های برگ با آب مقطر شستشو داده شدند و پس از هواخشک نمودن آنها، حدود ۲۰ سانتی‌متر از قسمت میانی نمونه برگ‌ها را جدا کرده و رگبرگ اصلی آنها حذف شد. سپس درون آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده تا خشک شدند و در مرحله بعد با دستگاه آسیاب گیاه، آسیاب شده‌اند و اندازه‌گیری N، P، K، Ca، Mg، Cu، Fe، Mn و Zn با استفاده از روش Bataglia و همکاران (1983) انجام شد. بازده یا عملکرد مزارع منتخب در این طرح در فصل برداشت، با انجام برداشت مکانیزه توسط دستگاه دروگر نیشکر، در پایگاه داده ثبت گردید.

مدل تشخیص چندگانه عناصر غذایی(CND)

یک پایگاه داده جامع با استفاده از تجزیه شیمیایی محتوای عناصر غذایی برگ و داده‌های عملکرد مزارع نیشکر پلنت ایجاد شد. با استفاده از مدل (CND)، این پایگاه داده، شامل عملکرد مزرعه و غلظت عناصر غذایی برگ، به ترتیب نزولی عملکرد مرتب شد.

سپس مزارع بر اساس روش Khayari و همکاران (2001a) به دو دسته - عملکرد بالا و عملکرد پایین طبقه‌بندی شدند. این طبقه‌بندی امکان تعیین مقادیر مرجع عناصر غذایی را فراهم کرد. برای سازگاری، تمام غلظت‌های عناصر غذاییبه یک واحد مشترک (گرم در کیلوگرم) تبدیل شدند، که از Pereira da Silva and Justino Chiaia (2021) پیروی می‌کند. محاسبه اجزای باقیمانده (R) برای هر نمونه مزرعه، که نشان دهنده ماده خشک تکمیلی برای دستیابی به ۱۰۰۰ گرم است، با استفاده از معادله (۱) انجام شد:

$$R = 1000 - \sum VX \quad (1)$$

که در آن R نشان دهنده اجزای باقیمانده و VX نشان دهنده غلظت هر عنصر غذایی ارزیابی شده (به عنوان مثال، N، P، K، Zn است (Parent and Daffir, 1992).

پس از آن، میانگین هندسی غلظت عناصر غذایی(معادله ۲) و نسبت‌های لگاریتمی طبیعی عناصر غذایی(معادله ۳) محاسبه شدند:

$$GM = (VX1 \times VX2 \times ... \times VXN)^{(1/N)} \quad (2)$$

$$\ln(VX/GM) \quad (3)$$

این نسبت‌ها امکان مقایسه استاندارد غلظت عناصر غذایی را فراهم می‌کنند. مجموع نسبت‌های لگاریتمی برای همه عناصر غذاییو باقیمانده‌های ارزیابی شده (R) برابر با صفر است و تعادل را تضمین می‌کند. برای طبقه‌بندی مزارع به دو دسته با عملکرد بالا و پایین، میانگین عملکرد با استفاده از روش تحلیل واریانس کیت-نلسون تعیین شد که جداسازی دقیق ریاضی را تضمین می‌کند. میانگین هندسی و نسبت‌های لگاریتمی عناصر غذایی در مزارع با عملکرد بالا به عنوان مقادیر مرجع(VN) CND ، VP، VKو (VR تعیین شدند. شاخص‌های عناصر غذایی (IN، IP، IK، IR) با استفاده از معادله (۴) محاسبه شدند:

$$IX = (VX - VX) / SDX \quad (4)$$

که در آن IX شاخص عنا صرغذایی، VXنسبت لگاریتمی عنا صر غذایی برای نمونه مورد مطالعه، VXمقدار مرجع برای مزارع با عملکرد بالا و SDX انحراف معیار گروه مرجع است. سپس شاخص تعادل عناصر غذایی (r^2)با استفاده از معادله (۵) محاسبه شد:

$$r^2 = \sum (IX)^2 \quad (5)$$

نتایج و بحث:

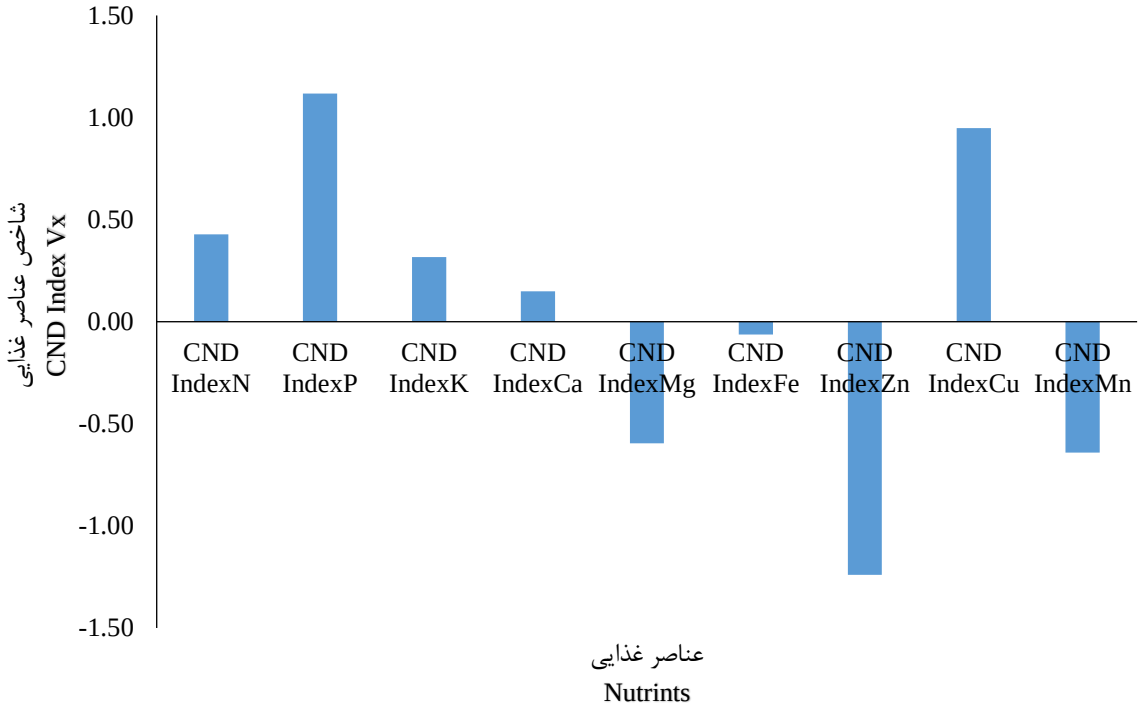
با توجه به ویژگی‌های خاک نشان داده شده در جدول ۱ خاک مزارع مورد مطالعه دارای متوسط درجه شوری ۱/۶ $ds\ m^{-1}$ و متوسط اسیدیته ۷/۶۶ بوده که برای رشد گیاه نیشکر فاقد محدودیت می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که متفاوت بودن اجزاء بافت خاک (شن، سیلت و رس) برخی از مزارع دارای ۵۰ درصد رس و برخی مزارع دارای ۵ درصد شن نشان‌دهنده وجود بافت متفاوت در مزارع مورد مطالعه است که می‌تواند روی عملکرد محصول نیشکر تأثیرگذار باشد و در فراهمی و ایجاد تعادل بین عناصر غذایی اختلالاتی بوجود بیاورد. نتایج اندازه‌گیری درصد ماده آلی خاک نشان داد که اکثر مزارع مورد مطالعه خصوصاً مزارع با عملکرد کم از فقر ماده آلی برخوردار بوده است که این امر می‌تواند بدلیل اقلیم گرم منطقه و اکسیداسیون سریع ماده آلی خاک باشد. نتایج نشان داد که خاک مزارع مورد مطالعه دارای مقادیر بسیار کمی از عناصر کم‌مصرفی است که از عوامل تأثیرگذار بر روی عملکرد نیشکر است.

در روش CND شاخص تعادل عناصر غذایی r^2 نشان‌دهنده مجموع شاخص‌های مجذور عناصر غذایی است و می‌تواند صفر، مساوی یا بزرگتر از صفر باشد. در تئوری، مقدار کمتر r^2 نشان‌دهنده تعادل مطلوب‌تری از عناصر غذایی است (Ross, 1987). مقدار شاخص تعادل عناصر غذایی (r^2) با استفاده از روش کیت- نلسون بر اساس تابع توزیع آماری کای اسکوئر (K^2) با درجه آزادی ۱+d معادله (۵) مشخص شد و نتایج آن در جدول ۱ گزارش شده است. براساس شکل ۲ بیش بود عناصر غذایی به‌ترتیب شدت عبارت است از: فسفر، مس، نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و کمبود عناصر غذایی به‌ترتیب شدت شامل: روی، منگنز، منیزیم و آهن در این پژوهش تشخیص داده شد. براساس نتایج جدول ۲ شاخص تعادل عناصر غذایی (r^2) نشان داد که مقدار عددی این شاخص با پایین آمدن مقدار عملکرد مزارع نیشکر نیز افزایش می‌یابد و هر چه مقدار عددی این شاخص بزرگتر باشد عدم تعادل عناصر غذایی را نشان می‌دهد در نتیجه عملکرد مزرعه کاهش می‌یابد اما هرچه این مقدار به سمت صفر میل داشته باشد تعادل عناصر غذایی برقرار بوده

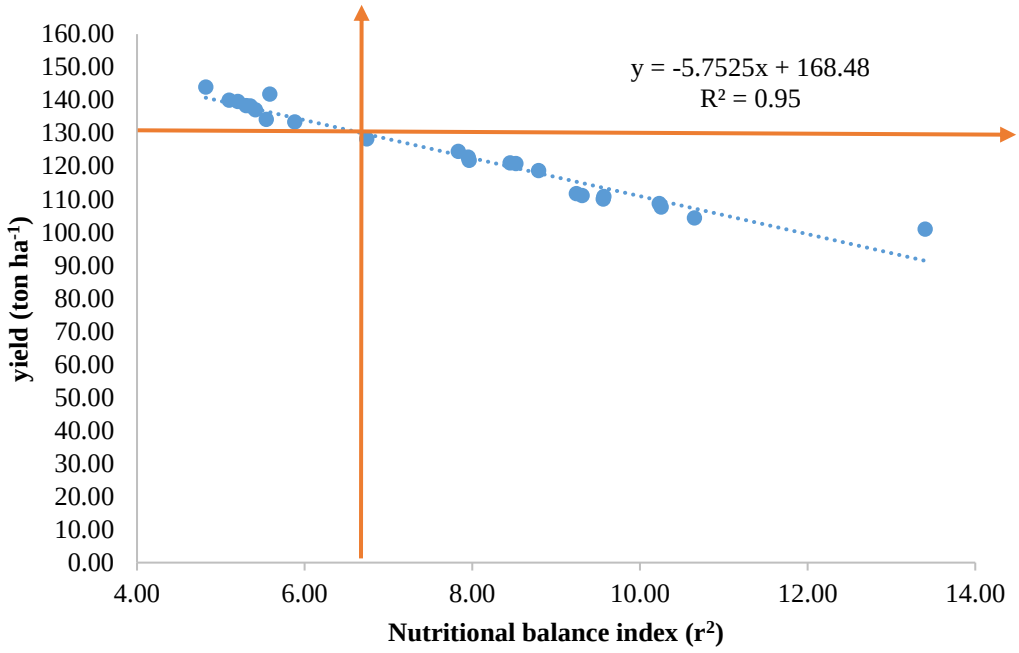
و مدیریت کوددهی را بر روی افزایش عملکرد اثرگذار نشان می‌دهد بطوری‌که این شاخص در مزارع گروه عملکردی بالا با میانگین ۱۳۸/۵۲ تن در هکتار در محدوده (۴/۸۲ تا ۵/۸۸) قرار داشته و بیشترین مقدار این شاخص (۱۳/۴۰ =r2) مربوط به مزرعه نیشکر با عملکرد ۱۰۰/۹۳ تن در هکتار است (شکل ۳).

جدول ۲- شاخص عناصر غذایی CND در مزارع نیشکر پلنت با عملکرد کم

عملکرد Yeild	CND IndexMn	CND IndexCu	CND IndexZn	CND IndexFe	CND IndexMg	CND IndexCa	CND IndexK	CND IndexP	CND IndexN	r^2
128.29	0.16	-0.32	0.22	-0.63	-0.50	-0.03	0.05	0.28	0.26	6.74
124.47	-3.29	3.61	1.07	0.92	2.52	2.06	1.97	4.33	2.54	7.83
122.78	0.39	-0.29	0.07	-0.08	-1.37	0.00	-0.14	-0.45	-0.63	7.95
121.83	0.23	0.19	0.96	-0.46	-1.08	-0.33	-0.99	1.69	-0.96	7.96
121.06	-1.86	3.23	1.41	0.95	0.08	0.58	0.66	3.47	1.00	8.45
120.86	-2.53	2.38	2.16	1.33	-0.02	0.76	1.92	2.95	2.01	8.52
118.65	-0.88	0.64	1.13	-1.44	0.07	1.10	0.36	3.26	0.21	8.79
111.68	-0.78	2.28	2.27	0.40	-2.49	-1.20	0.50	-0.64	1.66	9.24
111.12	0.43	-0.69	0.87	-0.44	-1.16	-0.77	-0.35	0.57	-0.52	9.31
110.81	-1.03	0.31	2.36	-0.30	0.85	0.69	0.22	2.27	-0.36	9.57
110.05	1.38	-1.10	-0.29	-0.70	-2.06	-1.04	-0.64	-1.72	-0.80	9.56
108.73	-0.89	0.99	1.69	-0.16	0.16	0.70	0.28	0.96	0.90	10.23
107.61	-1.73	2.54	1.75	0.57	0.32	1.26	0.54	1.03	1.47	10.25
104.32	1.01	0.76	1.41	-0.48	-3.04	-1.55	-0.20	-3.26	-0.30	10.65
100.93	-0.24	-0.29	1.51	-0.42	-1.21	0.00	0.56	2.00	-0.04	13.40



شکل ۲- میانگین شاخص‌های CND عناصر غذایی مزارع نیشکر پلنت با عملکرد کم



شکل ۳- میانگین شاخص های CND عناصر غذایی مزارع نیشکر پلنت با عملکرد کم

نتیجه‌گیری:

این پژوهش نشان داد که با توجه به آزمون خاک کمبود نیتروژن، ماده آلی، فسفر و عناصر کم‌مصرف وجود دارد اما از نظر پتاسیم از وضعیت مناسب‌تری برخوردار است. همچنین وجود درصد آهک بالا در خاک سبب تثبیت فسفر در خاک ها و کم شدن مقدار قابل جذب فسفر شده است. ارزیابی وضعیت عناصر غذایی نشان داد که روی به‌عنوان محدودکننده‌ترین عنصر کم مصرف و پتاسیم به‌عنوان محدودکننده‌ترین عنصر پرمصرف می‌باشند. بنابراین توصیه‌های کودی تنها به استناد ویژگی‌های خاک کافی نیست و انجام تجزیه برگ در شناسایی و جلوگیری از بروز علائم کمبودهای پنهان حائز اهمیت است. در این پژوهش عملکرد ۱۳۱/۴۸ تن در هکتار بعنوان عملکرد حدوا سط برای تفکیک گروه‌های عملکردی مطلوب و نامطلوب در نظر گرفته شد که با انجام تحلیل به روش CND نیز تأیید شد. بر اساس این آستانه، ۳۷٪ درصد مزارع نیشکر پلنت در گروه عملکردی مطلوب و ۴۸ درصد این مزارع در گروه عملکردی نامطلوب قرار گرفته‌اند. میانگین کلی عملکرد در تمام مزارع ۱۲۳/۷۵ تن در هکتار بود، که مزارع با عملکرد بالا به طور متو سط ۱۳۸/۵۲ تن در هکتار و مزارع با عملکرد پایین به طور متو سط ۱۱۴/۸۸ تن در هکتار تولید دا شتند. نتایج بد ست آمده تا حدودی بیانگر مدیریت کوددهی نامتعادل بوده که با توجه به کار بردن دیگر منابع کودی می‌توان رشد و عملکرد مزارع نیشکر و افزایش چرخه آن را در منطقه بهبود بخشید.

تشکر و قدردانی

از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه (گرنت تحقیقاتی SCU.AS1403.692) و مدیریت شرکت کشت و صنعت نیشکر امام خمینی به خاطر حمایت و فراهم کردن کلیه امکانات برای نمونه‌برداری از مزارع نیشکر، تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

1. Bataglia, O.C., Furlani, A.M.C., Teixeira, J.P.F., Furlani, P.R., & Gallo, J.R. (1983). Methods of chemical analysis of plants. Campinas: Agronomic Institute. (Boletim Técnico, 78).
2. Calheiros, L.C., Freire, F.J., Moura Filho, G., Oliveira, E.C., Moura, A.B., Costa, J.V., & Rezende, J.S. (2018). Assessment of nutrient balance in sugarcane using DRIS and CND methods. Journal of Agricultural Science, 10(9), 164-79. https://doi.org/10.5539/jas.v10n9p164
3. de Mello Prado, R., & Rozane, D.E. (2020). Leaf analysis as diagnostic tool for balanced fertilization in tropical fruits. Fruit Crops, 131-143. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00011
4. Khiari, L., Parent, L.E., & Tremblay, N. (2001a). The phosphorus compositional nutrient diagnosis range for potato. Agronomy Journal, 93(4), 815-819. https://doi.org/10.2134/agronj2001.934815x
5. McCray, J.M., & Mylavarapu, R. (2020). Sugarcane Nutrient Management Using Leaf Analysis: SS-AGR-335/AG345, 2/2020. EDIS, 2020(11).
6. Nowaki, R.H., Parent, S.É., Cecílio Filho, A.B., Rozane, D.E., Meneses, N.B., Silva, J.A., Natale, W., & Parent, L.E. (2017). Phosphorus over-fertilization and nutrient misbalance of irrigated tomato crops in Brazil. Frontiers in Plant Science, 8, 825. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00825
7. Parent, L.E., & Dafir, M. (1992). A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117(2), 239-242.
8. Pereira da Silva, G., & Justino Chiaia, H.L. (2021). Limitation due to nutritional deficiency and excess in sugarcane using the Integral Diagnosis and Recommendation System (DRIS) and Nutritional Composition Diagnosis (CND). Communications in Soil Science and Plant Analysis, 52(12), 1458 -1467.
9. Rahimi Jamnani, M., Liaghat, A., & Sadeghi Loyeh, N. (2019). Sugarcane yield prediction at farm scale using remote sensing and artificial neural network. In 11th World Congress on Water Resources and Environment: Managing Water Resources for a Sustainable Future-EWRA 2019. Proceedings
10. Ross, S.M. (1987). Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. John Wiley & Sons, New York, NY.
11. Salman, M., Inamullah, Jamal, A., Mihoub, A., Saeed, M.F., Radicetti, E., & Pampana, S. (2023). Composting sugarcane filter mud with different sources differently benefits sweet maize. Agronomy, 13(3), 748. https://doi.org/10.3390/agronomy13030748
12. Silva, G.P., Prado, R.D.M., Wadt, P.G.S., Moda, L.R., & Caione, G. (2020). Accuracy of nutritional diagnostics for phosphorus considering five standards by the method of diagnosing nutritional composition in sugarcane. Journal of Plant Nutrition, 43(10), 1485–97. https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1730902

چکیده انگلیسی

Application of the CND model in assessing the nutrient balance status of sugarcane

Adel Neisi[1], Mostafa Chorom[2]*, Heidar Ghafari[3] Jafar Alkasir[4]
1,2*,3- Shahid Chamran University of Ahvaz, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Engineering;
* Corresponding author's email (m.chorom@scu.ac.ir)
4-Member of the academic staff of Khuzestan Sugarcane Research and Education Institute

Abstract

Understanding the phenological growth cycles and changes in the nutritional requirements of sugarcane (*Saccharum officinarum L.*) requires a comprehensive knowledge of the growth stages of this plant and the processes of soil and leaf decomposition during these stages. The aim of this study was to evaluate the nutritional status of sugarcane using the multiple nutrient detection (CND) model in the sugarcane plant farms of Imam Khomeini Agriculture and Industry located in the north of Khuzestan province during the 1402-1403 crop year. Using the CND method, determining reference numbers and based on the cumulative variance distribution function, the yield of 131.48 tons per hectare of sugarcane was determined as the median yield. As a result, the studied sugarcane farms were divided into two groups of desirable and undesirable performance. Then, nutrient indices were calculated and based on that, the priority of nutrient requirements was determined in the order Zn > Mn > Mg > Fe > Ca > K > N > Cu > P, and zinc was identified

as the most limiting element with low consumption and potassium as the most limiting element with high consumption. The average nutritional balance index (r^2) in the unfavorable performance group was (9.23), which indicates nutritional imbalance in these farms. Therefore, the CND method is effective in increasing yield by identifying nutritional limitations and removing them.

Keywords: Leaf tissue analysis, sugarcane nutrients, fertilization management, CND model.