فصل ششم

راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه چغندرقند

نویسندگان :

عزیز مجیدی : استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌غربی

غلامرضا معافپوریان: استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

جلال قادری: مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

حمید نوشاد: مربی پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند

عبدالمحمد دریاشناس : مربی پژوهشی بازنشسته موسسه تحقیقات خاک و آب

سعید غالبی: مربی پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب

محمد مهدی طهرانی: استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

6-1- کلیات 1
6-2- روشهای تشخیص کمبود عناصر غذایی 4
6-2-1- آزمون خاک 4
6-2-2- تجزیه گیاه 6
6-2-3- علائم ظاهری کمبود عناصرغذائی 9
6-2-3-1-علائم کمبود عناصرغذائی پرمصرف 10
6-2-3-2- علائم کمبود عناصرغذائی کم مصرف 14
6-3-1- مصرف بهینه کودهای شیمیایی 18
6-3-1-1- توصیه مصرف نیتروژن 19
6-3-1-2- توصیه مصرف فسفر 22
6-3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم 23
6-3-1-4- توصیه مصرف گوگرد 25
6-3-1-5- توصیه کاربرد عناصر کم‌مصرف 27
6-3-2- کاربرد ماده آلی در تولید چغندرقند 30
6-3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت چغندرقند 30
6-4- مدیریت تغذیه گیاه چغندرقند در شرایط خاک های شور 33
6-5- عملیات زراعی مناسب در شرایط فشردگی خاک 35

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول 6-1- محدوده تغییرات میزان برداشت عناصر غذائی پرمصرف در چغندرقند بر مبنای تراکم...3

جدول 6-2- مقدار متوسط برداشت (کیلوگرم بر تن ریشه) عناصر غذایی مختلف توسط چغندرقند....3

جدول 6-3- اعداد مرجع دامنه بحرانی عناصر غذائی در برگ چغندرقند (JONES و همکاران، 1991).....8

جدول 6-4- غلظت کفایت برای 9 عنصر غذائی جهت دستیابی به عملکردهای بالای 50 تن در هکتار با استفاده از روش CND (دریاشناس و ثقفی، 1389).....9

جدول 6-5- شدت عکس العمل چغندرقند به عناصر کم مصرف.....14

جدول 6-6- توصیه کود نیتروژن بر اساس آزمون خاک جهت تولید 80 تن در هکتار ریشه چغندرقند....22

جدول 6-7- توصیه* کود فسفره بر اساس آزمون خاک جهت تولید 80 تن در هکتارمحصول ریشه چغندرقند.....23

جدول 6-8- توصیه کود پتاسیمی بر اساس آزمون خاک جهت تولید 80 تن در هکتار محصول ریشه چغندرقند.....25

جدول 6-9- توصیه های کودی عناصر ریزمغذی براساس آزمون خاک برای محصول چغندرقند.....29

جدول 6-10- توصیه کودی برای چغندرقند (کیلوگرم در هکتار) در اقلیم سرد 29

جدول 6-11- توصیه کودی عمومی برای چغندرقند(کیلوگرم در هکتار) در اقلیم معتدل سرد.....29

جدول 6-12- توصیه کودی برای چغندرقند (کیلوگرم در هکتار) در اقلیم گرم 29

جدول پیوست1- تقویم کوددهی چغندرقند منطیق بر مراحل فنولوژیکی 43

فهرست شکلها

عنوان **صفحه**

شکل 6-1- رابطه بین عملکرد محصول و غلظت عنصر غذائی در بافت گیاهی 7
شکل 6-2- رشد چغندر قند در خاک با نیتروژن کافی (سمت راست)و کمبود نیتروژن (سمت چپ) 10
شکل 6-3- مقایسه برگ با نیتروژن کافی وبرگ دارای کمبود نیتروژن 11
شکل 6-4 - بوته دارای کمبود نیتروژن.....11
شکل 6-5- برگ دارای کمبود فسفر 12
شکل 6-6- کمبود فسفر در بوتهٔ چغندرقند.....12
شکل 6-7- کمبود پتاسیم در برگ (سمت راست) و بوته(سمت چپ) چغندرقند 13
شکل 6-8- کمبود گوگرد در برگ (پایین) و بوته (بالا) چغندر قند.....14
شکل 6-9- علائم کمبود بور (مرگ مریستم مرکزی) در بوته و ریشه چغندرقند 15
شکل 6-10- علائم کمبود آهن در برگ و بوته چغندرقند 16
شکل 6-11- علائم کمبود روی در برگ چغندرقند.....16
شکل 6-12- علائم کمبود منگنز در برگ چغندرقند 17

1-6- کلیات

چغندرقند یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که نقش مهمی در تولید شکر دارد. بنابراین، مدیریت مصرف بهینه عناصر غذایی چغندرقند از اهمیت ویژه ای برخوردار است. سابقه تحقیقات در زمینه تغذیه چغندرقند در ایران حدوداً به سال 1349 برمی‌گردد. تحقیقات مذکور غالبا به صورت آزمایش‌های مزرعه در یک نقطه بوده که محققین با اعمال تیمارهای مختلف کودی، بهترین تیماری که پاسخ بهینه گیاه (عملکرد کمی و کیفی) را به دنبال داشته است به‌عنوان توصیه منطقه ارائه داده اند.

در طی بیست سال گذشته در کشورهای پیشرفته تحقیقات گسترده‌ای در زمینه تغذیه گیاه چغندرقند صورت گرفته و به نتایج مهمی دست یافته اند که با بکارگیری آنها عملکرد کمی و کیفی محصول بطور قابل توجهی بهبود یافته است و از این طریق توانسته‌اند با اعمال روش‌های مدیریتی نوین ضمن افزایش راندمان تولید، کیفیت محصول را نیز افزایش دهند.

چغندرقند با نام علمی ***Beta Vulgaris*** گیاهی دو لپه از خانواده اسفناج (*Chenopodiaceae*) می باشد. دوره زندگی در چغندرقند دو ساله بوده که سال اول رشد رویشی داشته و تشکیل یک ریشه قطور و سال دوم رشد زایشی و تولید ساقه گل دهنده و میوه را می نماید. جهت انتقال از مرحله رویشی به زایشی، گیاه احتیاج به یک دوره درجه حرارت پایین همراه با روزهای بلند دارد. چغندرقند از نظر تکنولوژیکی و زراعی گیاهی یکساله است که جهت استخراج شکر از ریشه آن مورد کشت قرار می‌گیرد.

براساس تقسیم‌بندی فائو مراحل چهارگانه رشد چغندر قند عبارتند از:

1- جوانه زنی تا استقرار بوته (مرحله 4 برگی)
2- مرحله رشد رویشی (مرحله 16 برگی) به مدت 30- 25 روز
3- شکل‌گیری عملکرد (پوشش برگی تقریبا ثابت) به مدت 125- 75روز
4- رسیدگی محصول به مدت 40 تا 50 روز

رشد و نمو چغندرقند با سایر گیاهان زراعی تفاوتهای بارزی دارد. در چغندرقند بر حسب ضرورت بخشی از ساکارز ذخیره شده در ریشه جهت تولید مجدد اندام‌های فتوسنتزی صرف خواهد شد که در اکثر گیاهان زراعی چنین وضعیتی دیده نمی شود. دوره رشد چغندرقند از کاشت تا زمان برداشت غده معمولا بین 170 تا 200 روز می‌باشد. میزان محصول زیاد در چغندرقند بیشتر مربوط به طولانی بودن دوره رشد آن است. رشد و توسعه برگ ها تا 112 روز بعد سبز شدن و با دریافت حدود 1450 درجه روز رشد[1]، نسبت به ریشه‌ها غالب بوده و از آن پس رشد ریشه بر اندام هوایی برتری می یابد.

مراحل رشد چغندرقند شامل مرحله جوانه زدن، مرحله رشد مقدماتی و مرحله رشد اصلی است که مربوط به رشد رویشی چغندرقند است. در شرایط مناسب رشد، مراحل جوانه زنی و سبز شدن حداکثر 12 روز پس از کاشت صورت می گیرد. تشکیل و تکامل 20 برگ اولیه در چغندرقند بعد از مرحله سبز شدن را دوره رشد مقدماتی می نامند. برگ های اولیه پس از تشکیل برگ های اصلی به سرعت از بین می‌روند، در این دوره از رشد حجیم شدن غده قابل توجه نیست، در صورتیکه سیستم ریشه‌ای گیاه جهت جذب آب و مواد غذایی رشد قابل ملاحظه ای دارد. تعداد برگ‌ها در هر گیاه نه تنها به رقم بلکه به نیاز غذایی، تاریخ کاشت و تراکم وابسته است. در شرایط مطلوب از نظر درجه حرارت، رطوبت و نیتروژن کافی هر هفته 4 تا 6 برگ ظاهر می شود، دوره رشد و طول زندگی برگ متغیر است. برگ‌های تولید شده در شروع و انتهای رشد رویشی کوتاهترین طول عمر را دارند. برگ‌های دهم تا بیستم برای مدت طولانی‌تر باقی می‌مانند، همچنین اندازه برگ‌ها در زمان رسیدن کامل از برگ اول تا بیستم افزایش می یابد و برگ‌های بعد از آن معمولاً کوچک و ضخیم‌تر می‌شوند. در این دوره علاوه بر 20 برگ دوره مقدماتی رشد، برگ‌های دیگری نیز تشکیل شده که تعداد آن به حداکثر 40 عدد یا بیشتر نیز می‌رسد. همچنین حجیم شدن غده توام با افزایش درصد قند در سلول‌های پارانشیمی در این هنگام آغاز می‌شود. ساکارز از

1 - GDD (Growing Degree Daus)

طریق آوندهای آبکش وارد ریشه شده و در سلول‌های پارانشیمی ذخیره می شود. به نظر می‌رسد اندازه سلول هم عامل تعیین کننده ای در میزان غلظت ساکارز باشد. از طرفی درصد بالای ساکارز در ارتباط مستقیم با واریته‌هایی از چغندرقند است که دارای مسیر انتشار کوتاهتری بین آوندهای آبکش و سلول‌های ذخیره‌ای باشند. در مراحل اولیه حجیم شدن غده، افزایش درصد قند با سرعت کمتری همراه است ولی در اواخر دوره اصلی رشد تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی، سرعت افزایش درصد قند بیشتر می شود. بطور کلی در اکثر مناطق چغندر کاری کشور روند تجمع قند در ریشه معمولاً از هنگام کاشت تا برداشت به صورت افزایشی است گرچه شیب خط بسته به شرایط محیطی ممکن است تا حدی تفاوت نماید، ولی حالت افزایشی خود را همواره طی می‌کند در جدول (6-1) و (6-2) میزان برداشت عناصر غذایی توسط چغندرقند نشان داده شده است.

جدول 6-1- محدوده تغییرات میزان برداشت عناصر غذائی پرمصرف در چغندرقند بر مبنای تراکم

عملکرد (تن در هکتار)	تراکم	تعداد بوته در هکتار	برداشت عنصر غذائی (کیلوگرم در هکتار)				
			N	P_2O_5	K_2O	MgO	S
20	کم	30000	100	40	160	28	10
40	متوسط	50000	180	64	240	50	18
60	زیاد	75000	240	90	300	72	24

جدول 6-2- مقدار متوسط برداشت (کیلوگرم بر تن ریشه) عناصر غذایی مختلف توسط چغندرقند

گوگرد	کلسیم	منیزیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن
0/8	1/5	1	7تا10	1	5 تا 7

2-6- روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی

معمولاً دو روش برای توصیه و بهینه‌سازی مصرف کود در چغندرقند مورد استفاده قرار می‌گیرد. قبل از کشت در مرحله تعیین کود پایه با انجام آزمون خاک برای عملکردهای مورد انتظار مقادیر کودهای شیمیائی، آلی و زیستی برآورد می‌گردند. در طول دوره رشد چغندرقند با استفاده از روش تجزیه گیاه، غلظت عناصر بخصوص نیتروژن و عناصر کم مصرف به منظور کنترل و افزایش ویژگی‌های کیفی محصول مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و در صورت کمبود هرکدام از این عناصر تصمیمات لازم برای رفع ناهنجاری موجود گرفته می‌شود.

امروزه استفاده از هر دو روش آزمون خاک و تجزیه گیاه در یک فصل زراعی برای بهبود کارائی عناصر، ایجاد توازن تغذیه‌ای به ویژه در گیاهان با تولید کیفی نظیر چغندرقند بطور گسترده ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصرف بی‌رویه کود به ویژه کودهای نیتروژنی بدون توجه به مقدار قابلیت استفاده عناصر در خاک از یکسو باعث افزایش قابل توجه عملکرد غده چغندر قند ولی از سوی دیگر، موجب کاهش کیفیت محصول آن می‌شود. به سبب چنین تأثیر متضادی، تغذیه متعادل چغندرقند و بهینه سازی کود برای تولید محصول بهینه از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

معمولا سه روش برای تشخیص کمبود عناصر در سطح مزارع مورد استفاده قرار می گیرد. این سه روش عبارتند از آزمون خاک، تجزیه گیاه و علائم ظاهری.

1-2-6- آزمون خاک

با آزمون خاک قبل از کشت مشخص خواهد شد که چه عناصری برای رشد کافی چغندرقند در طول فصل زراعی مورد نیاز خواهد بود. به عبارت دیگر، آزمون خاک به منظور تعیین مقدار عناصر غذایی قابل استفاده گیاه در خاک انجام می‌گیرد. از این طریق و براساس نتایج به دست آمده می‌توان توصیه کودی مناسب را انجام داد. آزمون خاک روشی سریع، کم خرج و دقیق بوده که با انجام آن می‌توان توصیه کودی صحیح را ارایه کرد. برنامه آزمون خاک شامل:

- نمونه‌برداری صحیح از خاک که بیشتر توسط زارعین انجام می شود،
- تجزیه صحیح خاک در آزمایشگاه تجزیه خاک و گیاه به منظور تعیین دقیق غلظت عنصر غذایی قابل استفاده گیاه در خاک
- تفسیر نتایج آزمایشگاهی و انجام توصیه کودی که توسط کارشناسان مسائل تغذیه گیاهی صورت می گیرد.

نمونه برداری صحیح از خاک، کاری بسیار مهم و حساس است. نمونه‌های برداشت شده از مزرعه باید به گونه‌ای باشند تا بتوان آنها را نماینده کل خاک آن مزرعه دانست. معمولا از هر 10 تا 15 هکتار مزرعه با خاک یکنواخت، یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی تهیه می‌کنند. بدین منظور یک مسیر مارپیچ در مزرعه در نظر می‌گیرند. در طی مسیر، حدود 7 الی 10 نمونه برداشت می‌کنند و پس از مخلوط کردن، یک کیلوگرم از آن را به آزمایشگاه می‌فرستند. عمق نمونه‌برداری در حدود 30 سانتیمتری خاک سطحی است که غالباً عمق منطقه گسترش ریشه چغندرقند در خاک می‌باشد.

نکاتی که باید در موقع نمونه برداری از خاک مزرعه رعایت شود، عبارتند از:

- نمونه خاکی که به آزمایشگاه ارسال می شود باید نمودار واقعی زمین زراعی باشد. یعنی اینکه زمین باید قبلاً به قطعات یکنواخت از نظر رنگ، شیب، تاریخچه کشت، تناوب و نوع محصول و غیره تقسیم‌بندی شود.

- قبل از نمونه‌برداری باید کاملاً اطمینان حاصل شود که سطح خاک آغشته به کودهای حیوانی و یا شیمیایی و یا بقایای گیاهی نباشد.

- حتی الامکان باید از برداشت نمونه از قطعاتی نظیر راه‌آبها، توده‌های قدیمی و پوسیده کاه، کناره دیوار و یا پرچینها خودداری شود.

- در موقعی که زمین خیلی مرطوب است باید از نمونه برداری اجتناب کرد. بهترین موقع نمونه‌برداری وقتی است که زمین گاورو باشد.

- به طور کلی بهترین موقع نمونه‌برداری از خاک در مورد گیاهان زراعی، قبل از کشت می‌باشد.

- نمونه مرکب خاک می‌بایست قبل از انتقال به آزمایشگاه در داخل یک کیسه پلاستیکی، کاغذی، قوطی، جعبه مقوایی و یا بطری سرگشاد ریخته شده و مشخصات آن روی دو اتیکت نوشته شود. یک اتیکت در داخل ظرف قرار گرفته و دیگری روی ظرف چسبانده می‌شود. بر روی اتیکت زمان نمونه برداری، محل نمونه برداری، نام نمونه بردار، عمق نمونه‌برداری و کشت قبلی نوشته می‌شود.

6-2-2- تجزیه گیاه

تجزیه گیاه یک وسیله بسیار مفید و کارآمد برای ارزیابی نیازهای غذائی چغندرقند است. مبنای این روش بر این اصل استوار است که غلظت عناصر غذایی معدنی در بافت‌های گیاه تأثیری کنترل کننده روی رشد و تولید محصول می‌گذارد. انجام تحقیقات گسترده در مناطق مختلف جهان به توسعه غلظت‌های مرجع عناصر غذایی برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای چغندرقند منجر شده است. تکنیک های نمونه برداری استاندارد شده است و این امکان وجود دارد که اعداد مرجع توسعه یافته برای یک خاک و شرایط اقلیمی ویژه در سایر مناطق با اطمینان قابل قبولی مورد استفاده قرار گیرند.

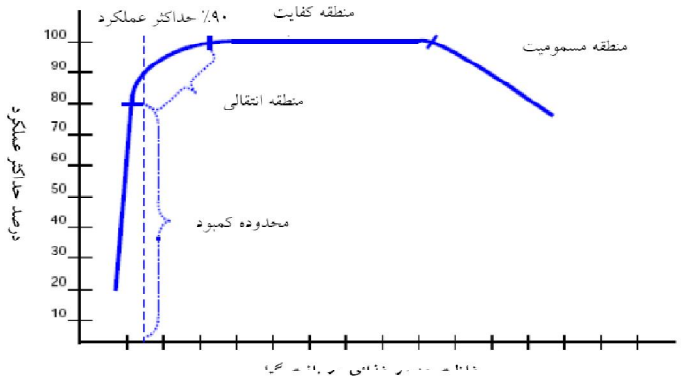
انتخاب اندام نمونه‌برداری برای تجزیه، عامل مهمی در ارزیابی نیازهای غذایی چغندرقند است. اندام‌های مختلف چغندر قند شامل برگ‌ها، ریشه‌ها، دمبرگ‌ها و حتی کل گیاه برای تجزیه‌های آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این وجود، نتایج تحقیقات نشان داده است که در مورد چغندرقند برگ و یا دمبرگ، بهترین اندام برای نمونه‌برداری به علت سهولت انجام نمونه برداری است. مزیت برگ این است که عناصر غذایی در برگ جمع شده، متراکم گردیده و مجدداً در سرتاسر گیاه توزیع می‌گردند و هرگونه کمبود یا سمیت یک عنصر که در خاک وجود دارد در نهایت در برگ منعکس می‌شود. روش نمونه‌برداری برگ بدین صورت است که باید در زمان مشخصی از رشد برداشت گردد. این محدودیت به دلیل مقایسه نتایج تجزیه برگ با اعداد مرجعی است که بر مبنای آن نتایج تفسیر می‌گردند.

مناسب ترین اندام چغندرقند جهت نمونه‌برداری، برگ‌های کامل تازه تکامل یافته (جوانترین برگ‌هائی که سطح برگ آنها به حداکثر رسیده) است. نمونه‌های برگ باید در دو ماهگی از زمان کاشت برداشت گردند.

سه روشی که بطور گسترده برای تفسیر نتایج تجزیه برگ مورد استفاده قرار می‌گیرند. عبارتند از (1) غلظت یا دامنه بحرانی عناصر غذایی (2) سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه (DRIS[1]) (3) روش تشخیص چند گانه عناصر غذایی (CND[2]).

تفسیر نتایج با روش‌های غلظت بحرانی و دامنه بحرانی عناصر غذایی، بر مبنای مطالعات همبستگی و واسنجی که رابطه معنی دار و رضایت بخشی را بین غلظت عناصر غذایی گیاه و عملکرد محصول در نتیجه افزودن عنصر غذایی نشان می‌دهد، تکیه دارد (شکل6-1). در بیشتر حالات، نتایج تجزیه گیاه با دامنه غلظت (CNRs[3]) مقایسه می‌شوند (جدول6-3).

دامنه غلظت بحرانی (CNR) به محدوده‌ای از غلظت عنصر در گیاه اطلاق می‌گردد که کمتر از آن حالت کمبود و بیشتر از آن حالت کفایت عنصر در گیاه وجود دارد. در کمتر از حالت کمبود عملکرد کمتر از بهینه و در بالاتر از آن عملکرد محصول بهینه است.



شکل 6-1- رابطه بین عملکرد محصول و غلظت عنصر غذائی در بافت گیاهی

از اشکالات اساسی روش‌های دامنه بحرانی، محدود بودن اعداد مرجع آن به زمان و مکان است. در مقابل هرچند در روش دریس با در نظر گرفتن نسبت های عناصر غذائی این اشکالات تا حدودی مرتفع شده است ولی، برای برآورد اعداد مرجع در این روش نیاز به

1 - Diagnosis and Recommendation Integrated system
2 - Compositional Nutrient Diagnosis
3 - Critical Nutrient Range

بانک اطلاعاتی نسبتا بزرگی است. همچنین در روش دریس از فرمول‌های زیادی برای تهیه اعداد مرجع استفاده می شود. در این روش، تفکیک جامعه به گروه عملکرد کم و زیاد اختیاری بوده و در آن وضعیت عناصر غذائی بطور نسبی ارزیابی می شود. از طرفی، اثرات متقابل عناصر در روش دریس کامل نیست.

روش مناسبی که بتواند نارسائی دو روش مذکور را مرتفع سازد، سامانه سی ان دی (CND) است روش سی ان دی بوسیله روش تحلیل داده‌های مرکب[1] پشتیبانی می شود. این روش شرح و بسط ریاضی و آماری روش‌های دامنه بحرانی و دریس است. روش سی ان دی قادر است اثرات متقابل متغیرهای درون یک سیستم را دقیق تر بیان کند.

با استفاده از روش CND غلظت کفایت 9 عنصر غذایی برای تولید چغندرقند در جدول (6-4) نشان داده شده است.

جدول 6-3- اعداد مرجع دامنه بحرانی عناصر غذائی در برگ چغندرقند (Jones و همکاران، 1991)

عنصر	واحد	محدوده کمبود	محدوده انتقالی	محدوده کفایت	محدودیت غلظت بالا
نیتروژن	(%)	-	<4/30	4/30-5/00	> 5/00
فسفر	(%)	-	<0/45	0/45-1/10	> 1/10
پتاسیم	(%)	<0/50	0/50-1/99	2/00-6/00	> 6/00
کلسیم	(%)	<0/1	0/10-0/49	0/50-1/5	>1/5
منیزیم	(%)	<0/05	0/05-0/24	0/25-1/00	> 1/00
بور	($mg\ kg^{-1}$)	<20	20-30	31-200	201-800
آهن	($mg\ kg^{-1}$)	<50	50-59	60-140	>140
منگنز	($mg\ kg^{-1}$)	<10	10-25	26-360	> 360
مولیبدن	($mg\ kg^{-1}$)	<0/10	0/10-0/19	0/20-2/0	2/1-20
روی	($mg\ kg^{-1}$)	<5	5-9	10-80	>80

1- Compositional data analysis (CDA)

جدول 6-4- غلظت کفایت برای 9 عنصر غذائی جهت دستیابی به عملکردهای بالای 50 تن در هکتار با استفاده از روش CND (دریاشناس و ثقفی، 1389)

عناصر	واحد	میانگین	انحراف معیار	عملکرد بحرانی $mg.ha^{-1}$
نیتروژن	درصد	3/970	0/395	79/164
فسفر	درصد	0/273	0/032	59/707
پتاسیم	درصد	3/168	0/685	49/176
منگنز		110	28/7	56/299
روی	(mg/kg)	34	8/7	57/377
آهن	(mg/kg)	355	122	66/343
مس	(mg/kg)	16/5	4/3	48/894
بور	(mg/kg)	40	11/8	48/745
گوگرد	درصد	0/520	0/180	46/173
				52/611

6-2-3- علائم ظاهری کمبود عناصرغذائی

کمبود یک عنصر غذائی که عامل بروز علائم کمبود است بعضی اوقات در کشت‌های چغندرقند در ایران مشاهده می‌شود. هنگامی که علائم ظاهری کمبود مشاهده می‌شود، علت آن همیشه به دلیل کم بودن مقدار عنصر قابل استفاده در خاک نیست. بعضی اوقات عوامل فیزیکی یا زیستی جذب ریشه را کاهش داده و در نتیجه علائم کمبود ظهور می‌کند. سایر عواملی که ممکن است موجب رشد ضعیف ریشه یا جذب کم عناصر غذائی شود تراکم خاک، خشکی و امراض و آفات خاکزی می‌باشند. نماتدها فعالیت ریشه را می‌توانند کاهش دهند که بیماری‌های ریشه نیز دارای چنین اثر مشابهی بر رشد و فعالیت ریشه است. تحرک عناصر غذائی در داخل گیاه تعیین می‌کند که در ابتدا علائم کمبود در برگ‌های جوان یا پیر دیده شود. عناصر غذائی متحرک نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و منگنز معمولا علائم را در ابتدا در برگ های مسن تر نشان می دهند. علائم کلسیم، بور، آهن، روی و مس در ابتدا در برگ های جوان تر یا اندام های در حال رشد دیده می شوند که در ادامه به اختصار

به آنها در گیاه چغندرقند اشاره خواهد شد.

6-2-3-1-علائم کمبود عناصرغذائی پرمصرف

کمبود نیتروژن: بذر چغندرقند دارای مقدار کافی نیتروژن برای ظهور کوتیلدون‌ها است. در صورتی‌که خاک از لحاظ میزان نیتروژن فقیر باشد، علایم کمبود نیتروژن از زمان ظهور اولین برگ‌های حقیقی آغاز و متعاقب آن سایر برگ‌ها نیز شروع به زرد شدن می‌کنند. چون عنصر نیتروژن یکی از عنصرهای اصلی تشکیل‌دهنده ترکیب کلروفیل در برگ‌ها است و کاهش این عنصر باعث کاهش میزان کلروفیل گیاه می‌شود، بنابراین اولین علایم کمبود این عنصر در گیاه ایجاد رنگ زرد و پیچیدگی برگ‌ها است. از طرفی، به‌دلیل متحرک بودن نیتروژن در گیاه، برگ‌های جوان با توانایی بیشتر نیتروژن موجود در برگ‌های پیر را جذب می‌کنند. بنابراین، رنگ زرد ابتدا از برگ‌های پیر شروع و در صورت تداوم کمبود، متعاقب آن برگ‌های جوان نیز زرد خواهند شد. از دیگر علایم کمبود می‌توان به کوچک شدن پهنک و بلند شدن دمبرگ اشاره کرد (شکل‌های 6-2، 6-3و 6-4).

شکل 6-2- رشد چغندر قند در خاک با نیتروژن کافی (سمت راست)و کمبود نیتروژن (سمت چپ)

شکل 6-3- مقایسه برگ با نیتروژن کافی وبرگ دارای کمبود نیتروژن

شکل 6-4 - بوته دارای کمبود نیتروژن

علایم کمبود نیتروژن، شبیه علایم برخی از بیماری‌ها مانند ریزومانیا و یا فشردگی خاک است. گاهی اوقات، علیرغم وجود نیتروژن کافی در خاک، به‌دلیل برخی شرایط حاکم بر رشد (مانند سرما و یا تهویه نامناسب در خاک)، گیاه قادر به جذب این عنصر نیست. به‌طور کلی، هر عاملی که باعث عدم تبدیل نیتروژن غیرقابل جذب به قابل‌جذب و در نهایت، خلل در جذب نیتروژن موجود در خاک شود، علایمی شبیه کمبود نیتروژن ایجاد خواهد کرد.

کمبود فسفر: علایم کمبود فسفر به ندرت در گیاه بالغ چغندرقند دیده می‌شود و تنها هنگامی این علایم بروز می‌کند که غلظت فسفر قابل‌جذب خاک به‌شدت کاهش یافته باشد. از علایم مشخصه کمبود فسفر، سبز تیره شدن رنگ برگ‌ها و پوسیده شدن کل گیاه است. از دیگر علایم کمبود، ایجاد رنگدانه های بنفش در حاشیه و سپس کل برگ است. در نهایت، برگ‌ها قهوه‌ای و سپس از بین خواهند رفت. تأخیر در رشد ریشه و همچنین تشکیل توده‌ای از ریشه‌های خشبی ثانوی، از دیگر علایم کمبود فسفر است (شکل‌های 6-5 و 6-6).

شکل 6-5- برگ دارای کمبود فسفر

شکل 6-6- کمبود فسفر در بوتهٔ چغندرقند

کمبود پتاسیم: علایم کمبود پتاسیم مانند علایم کمبود فسفر به‌ندرت بر روی برگ چغندرقند دیده می‌شود. در صورت بروز کمبود پتاسیم در چغندرقند، ابتدا حاشیه برگ‌ها به رنگ سبز زیتونی کم‌رنگ درآمده و متعاقب آن، رگبرگ‌ها بی‌رنگ می‌شوند. پس از آن، تمام برگ‌ها تیره و به رنگ قهوه‌ای کم‌رنگ درآمده و در روی آن، لکه‌های نخودی رنگ به‌صورت خوشه‌های کوچک ظاهر می‌شوند. معمولاً در روی دمبرگ، زخم‌های قهوه‌ای راه راه دیده می‌شود (شکل 6-7).

شکل 6-7- کمبود پتاسیم در برگ (سمت راست) و بوته(سمت چپ) چغندر قند

کمبود گوگرد: علایم کمبود گوگرد در زراعت چغندرقند شبیه علایم کمبود نیتروژن و به‌صورت زرد شدن برگ‌ها است. با این تفاوت که در مراحل ابتدایی، کمبود نیتروژن ابتدا برگ‌های مسن‌تر زرد شده و برگ‌های جوان مرکزی سبز باقی می‌مانند. در حالی‌که در کمبود گوگرد، زردی عمومی بوده و برگ‌های پیر و جوان هم‌زمان زرد می‌شوند. در کمبود شدید، لکه‌های قهوه‌ای نامنظم در روی برگ و دمبرگ ظاهر می‌شود (شکل 6-8).

شکل 6-8- کمبود گوگرد در برگ (پایین) و بوته(بالا) چغندر قند

6-2-3-2- علائم کمبود عناصرغذائی کم مصرف

در مزارع چغندرکاری ایران مشاهده کمبودها بیشتر براساس میزان عکس‌العمل آنها نسبت به عناصر کم مصرف مورد انتظار است (جدول 6-5). علائم کمبود عمدتاً در ارتباط با عناصر بور و روی و در برخی موارد، آهن یا منگنز مشاهده می‌شود. در ارتباط با مس، تاکنون گزارشی دال بر کمبود آن وجود ندارد.

جدول 6-5- شدت عکس العمل چغندرقند به عناصر کم مصرف

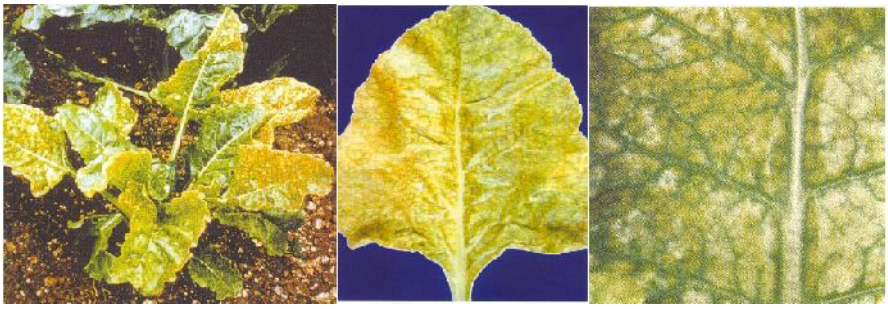
عنصر	آهن	منگنز	روی	مس	بور
عکس العمل	متوسط	کم	متوسط	کم	زیاد

کمبود بُور: یکی از مهم‌ترین عنصرهای موردنیاز چغندرقند بور است. کمبود بور موجب نوعی بیماری در چغندرقند به نام پوسیدگی مغزی[1] می‌شود. کمبود بور در چغندرقند در خاک های خنثی و قلیائی در نواحی چغندر کاری ایران دیده شده است. همچنین این کمبود در خاک های شنی با بافت سبک که مواد آلی کمی دارند دیده می‌شود و در تابستان های خشک خیلی معمول است. در مراحل اولیه این کمبود برگ‌های جوان تغییر شکل یافته و ممکن است رشد آنها متوقف شود. دمبرگ‌ها و پهنک برگ‌ها دارای ترک‌های متقاطعی می‌شوند که باعث پیچش دمبرگ ها و رگبرگ های میانی می شوند. برگ های مسن تر شبیه حالت کمبود نیتروژن روی زمین پهن می شوند. کمبود بور در چغندرقند باعث کاهش شدید کیفیت ریشه چغندرقند می‌شود. در اثر کمبود بور، نه‌تنها علایم ظاهری روی برگ‌ها ظاهر می‌شود بلکه در طوقه، دمبرگ و گیاهچه مرکزی پوسیدگی مشاهده می‌گردد که اصطلاحا به آن دل سیاهی می‌گویند (شکل 6-9).

شکل 6-9- علائم کمبود بور (مرگ مریستم مرکزی) در بوته و ریشه چغندر قند

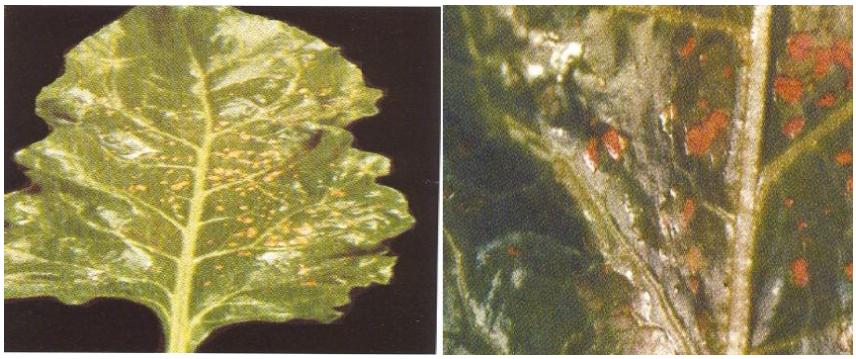
کمبود آهن: در اثر کمبود آهن، ابتدا رنگ‌پریدگی به‌صورت لکه‌ای و با تشدید کمبود، لکه‌ها به‌هم پیوسته و در نهایت، رگبرگ‌ها سبز باقی مانده و زردی وسط رگبرگ‌ها را می‌پوشاند (شکل 6-10). علایم کمبود آهن در مزرعه به‌صورت لکه‌ای است که این نوع ظهور علایم بیشتر در خاک‌های غیریکنواخت شنی و آهکی رخ می‌دهد.

1- Heart rot



شکل 6-10- علائم کمبود آهن در برگ و بوته چغندر قند

کمبود روی: در مراحل اولیه، کمبود روی باعث ایجاد لکه‌های رنگ‌پریده بین رگبرگ‌ها در پهنک برگ می‌شود. در مراحل پیشرفته کمبود، تمام پهنک بجز رگبرگ های اصلی مرده و خشک خواهند شد (ابتدا کلروز و در نهایت نکروزه می‌شود) (شکل6-11).



شکل 6-11- علائم کمبود روی در برگ چغندر قند

کمبود منگنز: در اثر کمبود منگنز، برگ‌های چغندرقند رشد عمودی داشته و به طرف داخل لوله می‌شوند. برگ‌ها همچنین دارای لکه‌های رنگی زاویه‌دار می‌شوند (شکل 6-12).

شکل 6-12- علائم کمبود منگنز در برگ چغندر قند

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه بر مبنای علائم ظاهری کمبود به دلایل مختلفی نمی‌تواند به عنوان روشی قابل اطمینان برای مدیریت بهینه مصرف کود مورد استفاده قرار گیرد. از مهمترین دلایل ذکر شده در رابطه با اشکالات این روش می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- مخلوط شدن علائم کمبود در صورت وجود کمبود بیش از یک عنصر در گیاه،
- اثر جوی، مثل سرما و گرمای بی موقع، کم آبی و آب زیاد
- شباهت علائم کمبود یک عنصر با عناصر دیگر (مثل نیتروژن و گوگرد)
- زیادی یک عنصر ممکن است علائمی شبیه کمبود آن را نشان دهد.
- آفات و امراض هم علائم شبیه کمبود ایجاد می کنند.
- معمولا علائم کمبود وقتی ظاهر می شود که تاثیر خود را بر روی رشد و عملکرد به جا گذاشته است؛ بنابراین دیر بودن آن برای جلوگیری از بروز خسارت مطرح است.
- امکان گرسنگی پنهان وجود دارد که گیاه دچار کمبود یک عنصر بوده ولی علائم ظاهری ایجاد نمی کند.

بنابراین برای مدیریت مصرف بهینه کود باید از روش‌های علمی تر استفاده کرد.

6-3- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه چغندرقند

تولید غذا برای جمعیت در حال رشد مستلزم مدیریت تلفیقی میزان عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک توسط کشاورزان می باشد. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، به صورت استفاده

هوشمندانه از ترکیب بهینه منابع آلی، معدنی و بیولوژیکی عناصر غذایی در یک تناوب زراعی برای دستیابی به عملکرد و تولید بهینه بدون آسیب رساندن به اکوسیستم خاک تعریف می شود. به عبارت دیگر مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه با حفظ حاصلخیزی خاک و فراهمی عناصر مورد نیاز گیاه در سطح بهینه، منجر به تولید پایدار محصول به میزان مورد انتظار می گردد. استفاده مداوم از مقادیر بالای کودهای شیمیایی اثرات منفی بر تولید پایدار محصول داشته و استفاده نابجای آنها می تواند به آلودگی محیط زیست منجر شود. کشاورزی پایدار چیزی جز مدیریت ماده آلی خاک و استفاده نسبی از کودهای آلی و بیولوژیک، کود سبز، بقایای گیاهی و انواع کمپوست نخواهد بود. از آنجایی که، کودهای آلی به تنهایی قادر به تأمین نیازهای غذایی محصولات کشاورزی پربازده در کشاورزی امروزی نیست، استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی راه حل مناسبی در توصیه کود می باشد. از طرف دیگر، استفاده توأم کودهای شیمیایی و آلی می‌تواند به بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک کرده و به دنبال آن سبب افزایش میزان کربن آلی و عناصر غذایی خاک گردد.

6-3-1- مصرف بهینه کودهای شیمیایی

مقدار و نوع کودهای مصرفی به درجه حاصلخیزی خاک، پتانسیل تولید، شرایط اقلیم و نیازهای غذائی محصول بستگی دارد. بنابراین، برای انجام هر گونه توصیه کودی بهینه نیاز به انجام آزمون خاک و تجزیه گیاه بوده و بدون انجام آنها ارائه هر گونه توصیه کودی خالی از اشکال نخواهد بود. در شرایطی که امکان انجام آزمون خاک و تجزیه گیاه وجود ندارد، فرمول‌های توصیه عمومی کودی که متناسب با میزان برداشت عناصر غذائی و شرایط اقلیمی منطقه، شرایط متوسط درجه حاصلخیزی خاک و تجربیات محققان مناطق مختلف کشور تنظیم گردیده، پیشنهاد می شود. برگ پاشی عناصر برای عملکردهای متوسط و بالا

باید انجام شود. در انجام برگ پاشی رعایت نکات فنی ضروری است. برای نیل به عملکردهای حداکثر مصرف کودهای زیستی و آلی باید به فرمول‌های کودی اضافه شوند.

6-3-1-1- توصیه مصرف نیتروژن

مدیریت نیتروژن یکی از عملیات جدی، مهم و حیاتی جهت کسب عملکرد بهینه محصول چغندرقند است. بیشترین تحقیقات انجام شده در ارتباط با تغذیه چغندرقند، به عنصر نیتروژن و برآورد مقدار موردنیاز آن اختصاص دارد. تاکنون روش‌های مختلفی مانند آزمون خاک، تجزیه گیاه و روش های غیر تخریبی مانند کلروفیل‌سنج، جهت برآورد نیتروژن موردنیاز چغندرقند ارائه شده‌اند. روش آزمون خاک نسبت به سایر روش‌ها، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است.

مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان کود نیتروژنی موردنیاز چغندرقند عبارتند از: (1) میزان نیتروژن معدنی باقیمانده در خاک، (2) عملکرد مورد انتظار، (3) میزان مواد آلی موجود در خاک، (4) تناوب زراعی و سابقه کشت قبلی، (5) شرایط آب و هوایی، (6) سایر مشخصات شیمیایی و یا فیزیکی خاک (از جمله بافت خاک)، (7) مدیریت زراعی (از جمله آبیاری، تراکم، تاریخ کاشت)، (8) میزان کارآیی مصرف کود نیتروژنی (9) روش آبیاری (سطحی یا تحت فشار). با در نظر گرفتن عوامل مذکور، ارایه یک فرمول کلی نه تنها برای چند منطقه مشابه حتی برای یک منطقه نیز، خالی از اشکال نخواهد بود. مصرف بیش از نیاز کودهای نیتروژنی قبل از کاشت، علاوه بر امکان شسته شدن عنصر و خارج شدن آن از دسترس ریشه و آلودگی محیط زیست، اثر نامطلوبی بر جوانه زنی بذر چغندرقند داشته و از سویی دیگر، عدم مصرف کود نیتروژن با وجود نیاز به آن نیز تأثیر منفی بر کمیت و کیفیت این محصول می‌گذارد. به‌طور کلی با توجه به شرایط اقلیم و نیازهای غذائی جهت تولید هر تن ریشه چغندرقند، نیاز به 12-5 کیلوگرم نیتروژن خالص وجود دارد. در شرایط

اقلیمی ایران، میزان کود نیتروژنی موردنیاز جهت تولید هر تُن ریشه چغندرقند، حدود 7-5 کیلوگرم نیتروژن خالص است (جدول 6-2).

به‌منظور برآورد نیتروژن موردنیاز این محصول، غلظت نیترات خاک در عمق صفر تا 30 سانتی‌متر درمرحله رشد6-4 برگی اندازه گیری می‌شود. در ایران و در خاک‌هایی با ماده آلی بیش از 1/5 درصد با بافت متوسط، چناچه قبل از کاشت، نیتروژن نیتراتی عمق صفر تا 30 سانتی‌متر خاک حدود 15 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باشد، بدون مصرف کود نیتروژن، عملکرد ریشه حدود 60 تن در هکتار قابل دست‌یابی است. بنابراین، در حال حاضر در ایران ــ مانند سایر کشورها ــ به‌منظور برآورد نیتروژن موردنیاز چغندرقند، انجام آزمون خاک و اندازه گیری نیترات در عمق صفر تا 30 سانتی‌متر، با در نظر گرفتن عملکرد مورد انتظار، پیشنهاد می‌شود.

نمونه‌برداری از عمق صفر تا 30 سانتی‌متر خاک (از کف جویچه‌ها)، چنانچه میزان نیتروژن نیتراتی خاک کمتر از 25 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باشد، کود نیتروژن مصرف شود، در غیر این صورت، نیازی به مصرف کود نیتروژن نیست. به‌منظور رسیدن به حد مطلوب نیتروژن قابل استفاده در خاک، لازم است که برای افزایش هر یک میلی‌گرم در کیلوگرم نیترات خاک، حدود 20-15 کیلوگرم در هکتار کود اوره (بنا به شرایط راندمان مصرف، وضعیت ماده آلی و بافت خاک) مصرف شود. چناچه وضعیت ماده آلی خاک بیش از 1/5 درصد، همچنین خاک دارای بافت متوسط و لومی باشد و در زمان تنک و وجین، نیتروژن نیتراتی عمق صفر تا 30 سانتی‌متر کف جویچه بیش از 25 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باشد، دستیابی به عملکرد بیش از 80 تن در هکتار بدون استفاده از کود نیتروژن، دور از انتظار نیست. در مناطق گرم، مانند دزفول که چغندرقند به‌صورت پاییزه، و در مناطق سرد مانند کرج که چغندرقند به صورت بهاره کشت می‌شود، میزان کود نیتروژن موردنیاز به شرح جدول (6-6) خواهد بود.

مناسب ترین روش مصرف، روش کود کاری (مصرف نواری) است. در روش کود کاری با قرار دادن کود های نیتروژن در طرفین بوته چغندرقند و در عمق 4 تا 7 سانتی متری خاک، راندمان مصرف کود و خصوصیات کمی وکیفی ریشه افزایش می یابد. مصرف کودهای نیتروژن قبل از کاشت علاوه بر شسته شدن و خارج شدن از دسترس ریشه و آلودگی محیط زیست، تاثیر نا مطلوبی بر جوانه زدن بذر چغندرقند می گذارد. بنا براین اگر خاک فقیر و نیاز به مصرف کود نیتروژن در زمان ابتدای فصل رشد داشته باشد بایستی پس از آبیاری سنگین اول و دوم کود مصرف شود.

میزان مصرف کود نیتروژنی در این زمان تا 50 کیلوگرم اوره در هکتار توصیه می‌گردد. دومین زمان مصرف کود نیتروژنی در زمان 6-4 برگی و پس از اندازه‌گیری نیترات خاک می‌باشد. در این مرحله 30 تا 40 درصد کود نیتروژنی مورد نیاز مصرف می‌گردد. باقیمانده کود نیتروژنی به طور مساوی در مراحل 8 تا 10 برگی و 10 تا 12 برگی مصرف می‌شود. تعداد دفعات مصرف نیتروژن در این مرحله سیستم به بافت خاک متفاوت است در بافت سبک 2 بار و در بافت سنگین یکبار مصرف کود نیتروژنی کفایت می‌کند. در مدیریت مصرف کود نیتروژنی به دلیل افزایش در عیار چغندرقند تولیدی از مصرف کود نیتروژنی هر هفته قبل از برداشت می‌بایست خودداری شود. 6 تا 8 هفته قبل از برداشت میزان نیترات موجود در دمبرگ نباید بیش از 1000 میلی‌گرم در کیلوگرم باشد.

جدول 6-6- توصیه کود نیتروژن بر اساس آزمون خاک جهت تولید 80 تن در هکتار ریشه چغندرقند

مناطق گرم (کشت پاییزه)		مناطق سرد (کشت بهاره)	
نیترات خاک (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	کود اوره (کیلوگرم درهکتار)	نیترات خاک (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	کود اوره (کیلوگرم درهکتار)
<5	300-400	<5	300-400
10-5	250-300	5-10	250-300
15-10	150-250	10-15	150-250
20-15	100-150	15-20	100-150
25-20	100	20-25	100
>25	صفر	>25	صفر

6-3-1-2- توصیه مصرف فسفر

به‌منظور تولید هر تن ریشه چغندرقند، حدود یک کیلوگرم فسفر خالص نیاز است (جدول 6-2). در مناطق گرم و در کشت‌های پاییزه، چنانچه میزان فسفر قابل‌جذب در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک قبل از کشت حدود 12 میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، نیازی به مصرف کود فسفری نیست. در اقلیم‌های سردتر ــ مانند کرج ومناطق مشابه ــ حد بحرانی فسفر در خاک افزایش می‌یابد. در این مناطق، اگر میزان فسفر قابل‌جذب در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک قبل از کشت بیش از 20 میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، نیازی به مصرف کود فسفری نیست. در غیر این‌صورت، بایستی میزان فسفر موجود در خاک را به حد مطلوب رساند. یکی از مشکلات عمده در زراعت چغندرقند ایران، عدم وجود تراکم مناسب در سطح مزرعه است. وجود فسفر کافی در خاک، نقش مهمی در استقرار گیاه در مراحل اولیه رشد چغندرقند دارد. در مناطق گرم، مانند دزفول که امکان کشت پاییزه چغندرقند وجود دارد و در مناطق سرد

مانند کرج که چغندرقند به صورت بهاره کشت می‌شود، میزان کود فسفری موردنیاز به شرح جدول (6-7) است.

کود فسفری برآورد شده می‌بایست قبل از کاشت همزمان با عملیات آماده سازی زمین با خاک مخلوط شود. در صورت استفاده از دستگاه کود کار-بذر کار، مصرف کود فسفری همزمان با کاشت بذر و به صورت جایگذاری نواری کود در زیر و کنار بذر خواهد بود. در این صورت میزان مصرف کود به دو سوم تا یک دوم مقدار کود فسفری توصیه شده کاهش می‌یابد. در خاکهای با بافت سنگین تاکید برکاربرد کود فسفری است.

جدول 6-7- توصیه* کود فسفره بر اساس آزمون خاک جهت تولید 80 تن در هکتارمحصول ریشه چغندرقند

مناطق گرم (کشت پاییزه)		مناطق سرد (کشت بهاره)	
فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم خاک	سوپر فسفات تریپل (کیلوگرم درهکتار)	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم خاک	سوپر فسفات تریپل (کیلوگرم درهکتار)
<5	200	<5	300
10-5	150-200	10-5	250-300
15-10	100-150	15-10	200-250
>15	صفر	20-15	150-200
-	-	25-20	100-150
-	-	>25	صفر

*توصیه های فوق در خاکهایی با بافت رسی، مواد آلی کمتر از یک درصد و pH بیش از 7/5 معتبر است. در صورت کاهش pH و یا افزایش مواد آلی و تغییر بافت خاک به لومی و متوسط، حدود 100 کیلوگرم از توصیه های فوق کاهش می یابد.

6-3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم

میزان پتاسیم خاک معمولاً خیلی بیشتر از میزان عنصرهای غذایی پرمصرف دیگر مانند نیتروژن و فسفر است. میزان پتاسیم خاک‌ها خیلی متغیر است، در بعضی از خاک‌ها

مقدار پتاسیم خاک کم بوده و ضروری است هرساله کودهای پتاسیمی به خاک افزوده شود و در برخی دیگر، مانند اکثر خاک‌های ایران مقدار پتاسیم در حد مطلوب می‌باشد. به‌طور کلی، در خاک‌های مناطق خشک و با درصد رس بالا، پتاسیم خاک بیشتر است.

به‌منظور تولید هر تن ریشه چغندرقند، حدود هفت کیلوگرم پتاسیم خالص نیاز است (جدول 6-2). غلظت بحرانی پتاسیم خاک، 180 میلی‌گرم در کیلوگرم توصیه می‌شود. توصیه کود در غلظت زیر حد بحرانی باعث افزایش عملکرد و کیفیت محصول چغندرقند می‌شود. توصیه کودی پتاسیم در محدوده غلظت بحرانی 200-150 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک با توجه به شرایط تولید باید مورد توجه قرار گیرد. از سوی دیگر، توصیه کود پتاسیم در محدوده 180-150 میلی‌گرم در کیلوگرم با هدف مدیریت نگه‌داشت سطوح عنصر غذایی پتاسیم، تضمین افزایش عملکرد و جلوگیری از خطر کاهش این عنصر غذایی مورد توجه قرار می‌گیرد. به‌منظور اطمینان و جلوگیری از کمبود احتمالی این عنصر و همچنین، نگه‌داشت غلظت پتاسیم در محدودهٔ بالای غلظت بحرانی، با در نظر گرفتن میزان برداشت پتاسیم از خاک توسط گیاه و در نهایت، خارج شدن این عنصر از مزرعه و همچنین پتانسیل عملکرد مورد انتظار در کوددهی سالیانه، می‌بایست میزان پتاسیم در خاک حدود 250 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک نگه داشته شود. اخیراً از روش جدید دیگری برای محاسبه پتاسیم موردنیاز گیاهان از جمله چغندرقند استفاده می‌شود. در این روش میزان رس موجود در خاک نیز به‌عنوان فاکتوری مؤثر در تأمین پتاسیم موردنیاز گیاه در نظر گرفته می‌شود. به‌طوری که، با افزایش درصد رس خاک، حد غلظت بحرانی (حداقل) پتاسیم قابل جذب خاک افزایش می‌یابد زیرا رس، قابلیت تثبیت پتاسیم قابل‌جذب در خاک را دارد و موجب غیرقابل جذب کردن این عنصر برای گیاه می‌شود. در این روش، با یک حساب ساده

صرف‌نظر از نوع رس به ازای هر یک درصد رس، باید 10 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل‌جذب در خاک در نظر گرفت. به‌عنوان مثال اگر میزان رسِ خاک 35 درصد باشد؛ حداقل باید 350 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل‌جذب در خاک موجود باشد. در غیر این صورت، بایستی با افزایش کودهای شیمیایی پتاسیمی کمبود جبران شود. توصیه کود پتاسیمی بر اساس آزمون خاک جهت تولید 80 تن در هکتار محصول ریشه چغندرقند در جدول (6-8) آورده شده است. مقدار توصیه شده کود پتاسیمی می‌بایست قبل از کشت با خاک به طور یکنواخت مخلوط گردد. به دلیل نیاز بالای چغندرقند به پتاسیم محلول‌پاشی کودهای قابل حل با پتاسیم بالا در مراحل 6 برگی تا 18 برگی تا سه مرحله توصیه می‌شود.

جدول 6-8- توصیه کود پتاسیمی بر اساس آزمون خاک جهت تولید 80 تن در هکتار محصول ریشه چغندرقند

درصد رس پایین تراز 30%		درصد رس بالاتر از 30%	
پتاسیم قابل جذب خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	پتاسیم قابل جذب خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)
<100	200	<100	250
100-150	150	100-150	175
150-200	100	150-200	125
200-250	50	200-250	75
>250	0	>250	0

6-1-3-4- توصیه مصرف گوگرد

گوگرد از لحاظ مقدار موردنیاز گیاه در ردیف پنجم عناصر غذایی پرمصرف و پس از نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم قرار می‌گیرد. علاوه بر نقش تغذیه‌ای گوگرد، این عنصر خواص زیادی از جمله نقش مؤثری در اصلاح اراضی سدیمی و شور و همچنین در

تجزیه مواد آلی دارد. نیاز چغندرقند به فسفر و گوگرد جهت تولید یک تن ریشه تقریباً برابر یک کیلوگرم است. از طرفی، نسبت نیتروژن به گوگرد در چغندرقند حدود 17 به یک است. بنابراین، بایستی توجه داشت که گیاه به این دو عنصر به نسبت متعادل نیاز دارد. چنانچه به‌هر دلیلی، همانند بیش‌بود و یا کم‌بود، تعادل و توازن بین دو عنصر نیتروژن و گوگرد در گیاه به‌هم زده شود، باعث ایجاد اختلال در تغذیه خواهد شد. در حالت کمبود نیتروژن، در برخی موارد، این نسبت (N/S) در گیاه چغندرقند به حدود هشت به یک می‌رسد. در حالی‌که با افزایش کود نیتروژن این نسبت به میزان بیست و هشت به یک افزایش یافته است. در تجزیه مواد آلی، توجه به میزان نیتروژن و گوکرد موجود ضروری است. نسبت متعادل گوگرد به نیتروژن در مواد آلی خاک، یک به هشت است. بنابراین، اگر در مواد آلی نپوسیده این نسبت کوچک‌تر و یا درصد گوگرد، کمتر از 0/15 درصد باشد حتی اگر به‌همراه افزایش مواد آلی به خاک کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم داده شود هم پوسیدگی محصول افزایش خواهد یافت و هم عملکرد محصول بعدی، کاهش می‌یابد. بنابراین، بایستی در مصرف نیتروژن در خاک‌های فقیر از مواد آلی و یا با مواد آلی نپوسیده، به وضعیت گوگرد خاک توجه کافی شود تا محصول بعدی دچار کمبود نیتروژن نشود.

کودهای گوگرددار به دو شکل پودری و دانه‌ای (گرانوله) در بازار عرضه می‌شوند. مصرف شکل دانه‌ای آن مانند کودهای فسفری آسان‌تر است. اخیراً گوگرد به شکل پاستیل در ایران تولید می‌گردد که کاربرد آسانی دارد. روش متداول مصرف گوگرد در زراعت به‌صورت خاکی است و زمان پخش آن، قبل از کاشت است. پخش آن را می‌توان به آسانی به دو روش دستی و یا با دستگاه‌های کودپاش انجام داد و پس کاملاً با خاک مخلوط کرد. در مصرف کودهای گوگرددار، توجه به این نکته ضروری است که خاک از لحاظ زیستی فعال بوده و میزان مواد آلی خاک در وضعیت مناسبی باشد. به‌طور کلی، کمبود گوگرد در اکثر خاک‌ها به‌ندرت دیده می‌شود. زیرا گوگرد از طریق بارندگی، آب آبیاری، آفت‌کش‌ها ، مواد آلی و بقایای گیاهی و یا عنصر فرعی همراه با عناصر اصلی

به خاک اضافه شده و در کل، موجودی خاک کافی است.

6-3-1-5- توصیه کاربرد عناصر کم‌مصرف

تاکنون در ارتباط با مصرف عناصر غذایی موردنیاز گیاهان بیش از همه به عناصر پرمصرف و آن هم به تعداد محدود از جمله نیتروژن، فسفر و تاحدودی پتاسیم توجه شده است. عوامل متعددی در چگونگی تأثیر عناصر کم مصرف (ریزمغذی) بر کمیت و کیفیت چغندرقند نقش دارند که می‌بایست به آن‌ها توجه کافی شود. از جمله این موارد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

(1) ویژگی های خاک که شامل قابلیت جذب عنصر کم مصرف موردنظر در خاک، pH خاک، مقدار کربنات‌ها، هدایت الکتریکی (شوری)، بافت، میزان مواد آلی، غلظت سایر عناصر کم‌مصرف و پرمصرف (اثرمتقابل آن‌ها) و برخی ویژگی های دیگر که در نهایت، تعیین‌کننده مقدار و روش مصرف و نوع منبع کودی است.

(2) زمان مصرف از نظر مرحله رشد فیزیولوژیکی گیاه

(3) تعداد دفعات مصرف.

عملکرد کمی و کیفی گیاه زمانی به حداکثر مقدار خود نزدیک می‌شود که بتوان عوامل مؤثر و قابل‌کنترل در رشد گیاه از جمله عناصر غذایی را به حد بهینه و متعادل رساند.

بور : مقدار کل بور در خاک از 2 تا بیش از 100 میلی‌گرم در کیلوگرم متفاوت است. هر چند که بخش کوچکی از این مقدار برای تغذیه گیاه کفایت می‌کند، ولی بیشتر به شکل تورمالین (یک ترکیب معدنی نامحلول) در خاک است. کمبود بُور در بخش وسیعی از مناطق چغندرکاری به‌خصوص در خاک‌های با PH بالا با بافت سبک و شنی دیده می‌شود. حد بحرانی بوُر در خاک، حدود 0/5-0/7 میلی‌گرم در کیلوگرم است و با افزایش مقدار بور به بیش از یک، علائم مسمومیت ایجاد می‌شود. بور از منبع اسید بوریک به دو صورت همراه با آبیاری و برگ‌پاشی مصرف می‌شود. مصرف خاکی اسید بوریک به میزان 20

کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود در اراضی که میزان شوری خاک بیش از 2 دسی زیمنس برمتر باشد از مصرف اسید بوریک می‌بایست اجتناب گردد.

آهن : در مزارع چغندرکاری ایران مقدار آهن قابل‌جذب در خاک بین 1/5-25/4 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک متغیر است. به‌طور کلی در اراضی که آهن قابل‌جذب در خاک بیش از شش میلی‌گرم در کیلوگرم باشد چغندرقند دارای عملکرد بالایی است. غلظت بحرانی آهن قابل‌جذب در خاک پنج میلی‌گرم در کیلوگرم است. بهترین روش مصرف ترکیبات کلات آهن (ای‌دی‌تی‌ا) برگ‌پاشی و کلات آهن (ای دی دی اچ ا)همراه با آب آبیاری است. کاربرد 10-5 کیلوگرم کلات آهن در هکتار برای مصرف خاکی توصیه می‌شود. بهترین منبع کود آهن برای مصرف در خاک کلاتهای آلی آهن می‌باشد. مصرف سولفات آهن و کلات آهن به صورت برگ پاشی نیز قابل توصیه است.

روی: در مزارع چغندرکاری ایران، حداقل روی قابل‌جذب 0/26 (کم) میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و حداکثر 4/5 (خیلی زیاد) میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است. غلظت بحرانی عنصر روی در خاک برای چغندرقند 10 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک برآورد شده است. روش مصرف روی به سه صورت پخش سطحی، نواری و برگ‌پاشی مصرف می‌شود. منبع کودی عمده، سولفات روی و یا کلاتهای روی به ویژه در خاک‌های قلیایی است. کود سولفات روی را در شرایط کمبود شدید می‌توان به میزان 40 کیلوگرم در هکتار به صورت خاکی مصرف نمود.

منگنز: در مزارع چغندرکاری ایران، حداقل منگنز قابل‌جذب در خاک دو میلی‌گرم در کیلوگرم و حداکثر 24/3 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است. غلظت بحرانی حدود 5 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد. کاربرد منگنز به‌صورت برگ‌پاشی و مصرف نواری راندمان بیشتری دارد و پخش سطحی آن قابل‌توصیه نیست. منبع کودی مورداستفاده به‌خصوص در خاک‌های قلیایی سولفات منگنز و یا کلاتهای منگنز است. میزان مصرف خاکی سولفات منگنز در شرایط کمبود 20 کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

توصیه های کودی عناصر ریز مغذی برای محصول چغندرقند مطابق جدول (6-9) است.

جدول 6-9- توصیه های کودی عناصر ریزمغذی براساس آزمون خاک برای محصول چغندرقند

عناصر کم مصرف									
آهن قابل جذب خاک (mg/kg)	سولفات آهن (kg/ha)	روی قابل جذب خاک (mg/kg)	سولفات روی (kg/ha)	منگنز قابل جذب خاک (mg/kg)	سولفات منگنز (kg/ha)	مس قابل جذب خاک (mg/kg)	سولفات مس (kg/ha)	بور خاک mg/kg)	اسید بوریک (kg/ha)
<5	15	<1	40	5<	20	<1	20	<0/7	20

جدول 6-10- توصیه کودی برای چغندرقند (کیلوگرم در هکتار) در اقلیم سرد

عملکرد (تن در هکتار)	اوره	سوپر فسفات تریپل	سولفات پتاسیم	سولفات روی	گوگرد گرانوله	اسید بوریک
<30	220	90	135	25	150	-
30-50	300	150	215	40	300	5-10
>50	400	220	325	50	300	10-15

جدول 6-11- توصیه کودی عمومی برای چغندرقند(کیلوگرم در هکتار) در اقلیم معتدل سرد

عملکرد (تن در هکتار)	اوره	سوپر فسفات تریپل	سولفات پتاسیم	سولفات روی	گوگرد گرانوله	اسید بوریک
<30	200	75	120	25	150	-
30-50	250	135	200	40	250	5-10
>50	350	200	300	50	250	10-15

جدول 6-12- توصیه کودی برای چغندرقند (کیلوگرم در هکتار) در اقلیم گرم

عملکرد (تن در هکتار)	اوره	سوپر فسفات تریپل	سولفات پتاسیم	سولفات روی	گوگرد گرانوله	اسید بوریک
<30	250	50	100	25	150	-
30-50	300	100	150	40	250	5-10
>50	400	150	250	50	250	10-15

در اراضی که میزان شوری خاک بیش از 2 dS/m باشد، از مصرف اسید بوریک اجتناب گردد. مصرف کودهای مایع بور به صورت محلول پاشی نیز روش اقتصادی برای رفع کمبود بور در مزارع چغندرقند می‌باشد.

6-3-2- کاربرد ماده آلی در تولید چغندرقند

جدول 6-13- توصیه عمومی کودهای زیستی، برگ پاشی و آلی برای چغندرقند

مرحله رشد	نام کود مصرفی	میزان مصرف	روش مصرف	ملاحظات
6 تا 8 برگی	کود میکروی کامل+ کود ماکرو با فرمول (20-20-20)	2 در هزار+ 1 در هزار	برگ پاشی	1- تمامی کودهای مصرفی باید دارای تائیدیه کیفیت محصول از موسسه تحقیقات خاک و آب باشند.
12-10 برگی	کود میکروی کامل+ کود ماکرو با فرمول (43-3-12)	2 در هزار+1 در هزار	برگ پاشی	
18-16 برگی	اسید بوریک+ سولوپتاس	1 در هزار+ 2/5 در هزار	برگ پاشی	2- در اراضی لب شور یا شور برگ پاشی انجام نشود.

- در مزارع چغندرقند مصرف حداقل 10 تن در هکتار مواد آلی توصیه می گردد.

6-3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت چغندرقند

کودهای زیستی به مواد جامد (عمدتاً پودری)، مایع و یا در برخی موارد ژله مانند اطلاق می شود که قادر است جمعیت انبوه از یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک آنها را روی یک ماده نگاهدارنده یا حامل از زمان تولید تا زمان مصرف نگهداری نماید. این دسته از کودها به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و یا

افزایش رشد وعملکرد آنها، استفاده می شوند. انواع متفاوتی از کودهای زیستی امروزه در دنیا معرفی شده است که توسط زارعین برای کشت مورد استفاده قرار می گیرد.

کودهای زیستی حاوی باکتریهای محرک رشد گیاه از مهمترین انواع کودهای زیستی قابل استفاده در کشت چغندر قند می باشند. باکتریهایی مانند سودوموناس، فلاوباکتریوم، باسیلوس، ازتوباکتر و آزوسپیریلوم از انواع شناخته شده باکتریهای محرک رشد گیاه می باشند. باکتری‌های محرک رشد گیاه بوسیله مکانیسم های مختلف، بطور مستقیم و یا غیر مستقیم رشد گیاهان را افزایش می‌دهند.

مکانیسم های مستقیم شامل تثبیت بیولوژیک نیتروژن، حلالیت فسفاتهای نامحلول، تولید تنظیم کننده های رشد و ویتامین ها می باشند که با تاثیرات مستقیم بر رشد گیاه سبب افزایش عملکرد گیاهان می باشند. از مکانیسم های غیر مستقیم می توان به خصوصیاتی مانند تولید سیانید هیدروژن، آنتی بیوتیک ها و سیدروفورها اشاره کرد. مکانیسم های غیر مستقیم با تعدیل تاثیرات منفی تنش های زنده و غیر زنده سبب بهبود رشد گیاهان می شوند.

نحوه مصرف کودهای زیستی محرک رشد گیاه در چغندر قند:

مقدار و نحوه مصرف کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه بستگی زیادی به نوع فرمولاسیون آنها دارد. این کودها عموما به شکل مایع و یا پودری و به ندرت به صورت گرانول تولید می‌شوند. حسب نوع فرمولاسیون هر کود نحوه مصرف آن به شرح زیر می‌باشد.

الف- کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه با فرمولاسیون مایع

1- بذر مال:

ابتدا مقدار معینی از بذر داخل ظرف مناسب تمیزی میشود. سپس متناسب با مقدار بذر مصرفی، کود بیولوژیک مایع به آن اضافه شده و برای چند دقیقه محتویات ظرف به خوبی

تکان داده میشود تا از آغشته شدن کلیه بذور به کود بیولوژیک اطمینان حاصل گردد. سپس بذر ها برای کاشت آماده هستند. در صورت آماده نبودن شرایط کاشت، بذر ها درمکان مناسب تمیزی (دور از نور مسقیم خورشید و ترجیحا هوای سرد و خشک) نگهداری میشوند. نگهداری بذور در این شرایط بیش از 24 ساعت توصیه نمی شود.

مقدار کود بیولوژیک مایع مصرفی بستگی به میزان و نوع بذر دارد. درمورد چغندر قند به ازای هر یک کیلوگرم بذر چغندر قند کاربرد 30 میلی لیتر از مایه تلقیح مایع توصیه می‌گردد.

2- محلول پاشی:

نتایج آزمایشات سالهای اخیر نشان داده است کاربرد باکتریهای محرک رشد گیاه بصورت محلولپاشی دارای اثرات مثبتی در رشد و عملکرد گیاهان زراعی و از جمله چغندر قند است. برای اینکار ابتدا با استفاده از یک سمپاش مقدار آب مصرفی برای محلول پاشی مزرعه کالیبره میشود. محلول پاشی معمولا در دو تا سه مرحله توصیه می شود. بنابراین با توجه به سطح سبز مزرعه، مقدار کود بیولوژیک مصرفی متفاوت خواهد بود. در روش محلول پاشی، به لحاظ اقتصادی قطعا می بایستی کود مورد نظر رقیق گردد. بر اساس جمعیت میکروارگانیسم موثر موجود در کود رقیق سازی تا صد بار نیز مجاز می باشد. بهتر است از کودهای بیولوژیک با جمعیت پایه 10^7 و انواعی که بیش از دو ماه از تاریخ تولید آنها گذشته باشد استفاده نشود. محلول پاشی بهتر است در هنگام غروب آفتاب صورت گیرد تا ضمن جلوگیری از تاثیرات منفی امواج ماوراء بنفش نور خورشید، از فرصت کافی برای نفوذ به فیلوسفر برخوردار باشد.

ب- کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه با فرمولاسیون پودری:

میزان مصرف کودهای زیستی پودری نیز بستگی به میزان و نوع بذر دارد. همچنین این کود ها برای استقرار بهتر بر روی بذر نیازمند به استفاده از یک ماده چسباننده می باشند. بعضی از کمپانی های معتبر در فرمولاسیون خود از مواد چسباننده استفاده کرده اند و

در نتیجه در خصوص این کودها نیازی به ماده چسباننده وجود ندارد؛ ولی عموما تولیدکننده ها یا در کنار کود خود این ماده چسباننده را قرارداده و یا مصرف کننده را به استفاده از ماده چسباننده راهنمایی می کنند.

به منظور تلقیح بذر با کودهای پودری ابتدا بذر مورد نیاز به داخل ظرف مناسب تمیزی منتقل میشود. سپس متناسب با مقدار بذر درون ظرف، مقدار مشخصی از محلول ماده چسباننده به آن اضافه شده و به خوبی بهم میشود. پس از اطمینان کافی از چسبناک بودن کلیه بذور، کود زیستی اضافه شده و مجددا به خوبی بهم زده میشود. در صورت امکان بهتر است قبل از کشت بذرها اندکی هوا خشک شده(در سایه و در سطح تمیز) و سپس کشت شوند.

برای چسبناک کردن بذور از مواد متعددی استفاده می‌شود. محلول 40 درصد صمغ عربی، 20 درصد شکر، 4 درصد متیل اتیل سلولز نمونه ای از این مواد می باشند. مقدار مواد چسباننده مصرفی بسار مهم می باشد چرا که اگر ماده چسباننده بیش از نیاز اضافه گردد موجب چسبیدن بذر ها به یکدیگر شده و در حالتی که کمتر از نیاز اضافه گردد مقدار کود اندکی را بر روی خود جای خواهد داد. در مورد چغندر قند کاربرد 20 میلی لیتر محلول چسباننده و حدود 25 گرم مایه تلقیح پودری توصیه می گردد.

4-6- مدیریت تغذیه گیاه چغندرقند در شرایط خاک های شور

شوری در ایران و بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک جهان عامل محدود کننده رشد و نمو گیاهان زراعی است. براساس آمار موجود، سطح کل خاک های شور در کشور درحدود 44 میلیون هکتار برآورد شده است. شوری خاک به روش های متعدد در عملکرد محصول اثر می‌گذارد. از مهم‌ترین آثار شوری می‌توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه، ایجاد مسمومیت توسط برخی یون های سمی، فعالیت اندک در گیاه، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای، کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود. در شرایط شور، غلظت سدیم معمولاً بیش از

غلظت عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف دیگربوده و این امر موجب می‌شود در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تعادل تغذیه‌ای به اشکال گوناگون بروز کند.

اعضای خانواده اسفناجیان از جمله چغندرقند نسبت به شوری متحمل هستند و نه تنها رشدشان در شوری‌های کم (5-4 دسی زیمنس بر متر) متوقف نمی‌شود، بلکه بهبود نیز می‌یابد. از طرف دیگر، عکس العمل ریشه چغندرقند به شوری کم نسبت به اندام هوایی بیشتر است در این شرایط وزن توده زنده ریشه افزایش می یابد.

حد آستانه تحمل به شوری چغندرقند 7 دسی‌زیمنس برمتر اعلام شده است و به ازاء هر واحد افزایش از حد آستانه، 6 درصد کاهش عملکرد را پیش‌بینی کرده‌اند. با این وصف، چنانچه در شرایط شور چغندرقند مرحله جوانه‌زنی را با موفقیت سپری نماید، تحمل‌اش در مراحل بعدی رشد افزایش یافته به طوری که می‌توان آن را با آب‌های شور نیز آبیاری کرد.

جوانه زنی بذر اولین مرحله رشد چغندرقند است که تنش شوری تاثیر معنی‌داری بر آن دارد. شوری 6 دسی‌زیمنس برمتر به عنوان آستانه کاهش درصد جوانه‌زنی و سبزشدن بذر تعیین می‌گردد، ضمناً با افزایش شوری از این حد، طول دوره سبزشدن نیز به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.

علت کاهش عملکرد در بسیاری از گیاهان تحت تنش شوری، کاهش در ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها اعلام شده است. هر چند عوامل محدود کننده فرآیند فتوسنتز در تعداد کمی از گونه‌های گیاهی مطالعه شده است، با این وجود، الگوی بازدارندگی این فرآیند در اثرتنش شوری به طور کامل مشخص نشده است. تنش شوری ممکن است رشد گیاه را به طور غیرمستقیم از طریق کاهش دادن سرعت فتوسنتز یا با تاثیر مستقیم بر دستگاه فتوسنتزی و بسته شدن روزنه ها کاهش دهد.

از بین ویژگی‌های مهم جوانه‌زنی بذر، تأثیر شوری در درجه اول بر طول ریشه‌چه، سپس بر سرعت جوانه‌زنی (یا زمان لازم برای جوانه‌زنی) و در نهایت بر تعداد بذرهای جوانه‌زده تاثیر دارد. به عبارت بهتر در صورت وجود شوری، بیشتر بذرها جوانه می‌زنند ولی

این عمل در مدت زمان طولانی‌تری انجام می‌شود و شوری بیشترین تأثیر خود را بر رشد ریشه‌چه به عنوان اولین و مهم‌ترین اندام گیاه در مرحله جوانه‌زنی اعمال می‌دارد. در واقع اگرچه با استفاده از آب شور می‌توان بذرهای چغندرقند را در مدت طولانی‌تری سبز نمود اما بدین معنی نیست که بذرهای سبز شده بتوانند بقای خود را تا مرحله استقرار حفظ کنند، بلکه ادامه تنش شوری (شوری آب بیش از 6 دسی‌زیمنس بر متر) خسارت جبران ناپذیری بر استقرار بوته‌ها خواهد داشت و در نهایت بیشتر گیاهچه‌های سبز شده از بین می‌روند. چنانچه شوری آب آبیاری افزایش یابد (بیش از 10 دسی‌زیمنس بر متر) این روند به نابودی کامل مزرعه می‌انجامد.

6-5- عملیات زراعی مناسب در شرایط فشردگی خاک

چغندرقند محصولی است که نسبت به روش آماده سازی زمین و نحوه کاشت حساس بوده و دستیابی به عملکرد مطلوب منوط به استفاده صحیح از ماشین ها و ادوات مناسب می باشد. کیفیت و ساختمان خاک و وجود ماده آلی خاک از مواردی است که تأثیر بسزایی در رشد و توسعه غده چغندرقند دارد. خاک تحت الارضی بایستی قابلیت نفوذ ریشه داشته باشد. وجود لایه سخت در عمق توسعه ریشه باعث کاهش شدید عملکرد می گردد. تراکم خاک موجب کاهش نفوذپذیری و عدم توسعه ریشه می گردد که بنوبه خود عامل کاهش محصول بوده و افزایش بیماری‌ها را نیز بدنبال دارد. موضوع فشردگی به دلائل متعدد بوجود می آید که شخم مداوم در یک عمق مشخص، عبور و مرور ماشین آلات سنگین و سبک، فرسایش آبی و حرکت مواد از لایه های مختلف به پائین و رسوب آنها در لایه های پائین و هم چنین خاصیت پدوژنیکی خاک ها در برخی مناطق را می توان نام برد. فشردگی، مقدار آب موجود در خاک و همچنین میزان نفوذ آب در خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این مسئله به واسطه اصلاح توزیع اندازه خلل و فرج خاک است. در این حالت خلل و فرج بزرگ خاک کاهش می‌یابد. این روند اولاً باعث کاهش درصد مقدار آب در خاک شده و

ثانیاً هدایت الکتریکی اشباع خاک را کاهش می‌دهد. لذا میزان آب سهل الوصول برای گیاه به شدت کاهش می یابد. به علاوه مقدار اکسیژن لازم برای گیاه کاهش می‌یابد. عدم مصرف کودهای آلی از جمله کمپوست، کود حیوانی، کود سبز و نداشتن تناوب زراعی مناسب و مصرف بی رویه کودهای شیمیایی از عوامل تخریبی ساختمان خاک، کاهش نفوذپذیری و افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک‌ها هستند (جواهری و همکاران، 1384).

برای جلوگیری از فشردگی خاک موارد ذیل توصیه می‌گردند:

- اجرای خاک ورزی حفاظتی: در صورت اجرای خاک ورزی حفاظتی، بذر و کود مصرفی به حداقل رسیده و تنک کردن یا واکاری مزرعه نیز منتفی می شود. در شرایط خاک مرطوب استفاده از سیکلوتیلر و یا خاک ورز مرکب برای تهیه بستر کشت کاملاً مناسب است.
- استفاده از زیرشکن. این عملیات حتما باید با ابزار مناسب بویژه زیرشکنهای ویژه و در رطوبت مناسب انجام گیرد که موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش درجه تخلل خاک گردد.

منابع

ابطحی، ع. 1371. حد تحمل گیاهان به شوری. نشریه فنی شماره 16، دانشگاه شیراز. 34 صفحه.

احمدی، ن. 1363. فیزیولوژی گیاهی (فتوسنتز و تغذیه). مرکز نشر دانشگاهی، ص‌ص: 166-168.

الفتی، م. 1376. تعیین حد متعادل عناصر غذایی در چغندرقند با روش دریس. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه.

الفتی، م. 1365. بررسی اثر عناصر اصلی NPK بر روی کمیت و کیفیت محصول چغندرقند. ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت. مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه.

اوراضی‌زاده م.ر. 1378. بررسی اثر زمان مصرف کود نیتروژن (نسبت تقسیط) بر ارزش

تکنولوژیکی چغندرقند زمستانه در دزفول. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان.

بساطی، ج. 1377. تعیین مناسبترین زمان مصرف کود نیتروژنه بر روی دو رقم چغندرقند در ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه.

تقی‌پور، ف. 1375. بررسی و تعیین نیاز چغندرقند به عناصر غذایی اصلی (مزرعه زیرآب واقع در میامی متعلق به کارخانه قند شاهرود). گزارش نهایی.

دریاشناس ع. ا. وک. ثقفی. 1389. تعیین و ارزیابی نرم های استاندارد عناصر غذایی به روش CND برای بهینه سازی توصیه های کود در چغندرقند. اولین کنگره چالش های کود در ایران : نیم قرن مصرف کود 12-10 اسفند 1389

دریاشناس، ع. ا. و ع.ر. پاک نژاد.1384 .تعیین نرمهای استاندارد دریس برای چغندر قند پاییزه استان خوزستان. نهمین کنگره علوم خاک ایران،6 تا 9 شهریور،1384. کرج، ایران.

جواهری ،م.ع.رشیدی ،ع.و باقی زاده ،ا.1384. تاثیر کود دامی و پتاسیم روی عملکرد کمی وکیفی چغندرقند در منطقه بردسیر، مجله علمی چغندرقند، شماره 21 صفحه 34الی 56

جهاداکبر، م.ر. 1375. تأثیر متقابل نیتروژن و تقسیط آن بر ارزش تکنولوژی چغندرقند. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.

جهاداکبر، م.ر. و ح.ر. ابراهیمیان. 1377. تاثیر متقابل نیتروژن و تقسیط آن بر ارزش تکنولوژِی چغندرقند. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.

خدادادی، ح و ح.ر. ابراهیمیان. 1376. بررسی و تعیین نیاز چغندرقند به کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسه در منطقه شهرکرد.گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. ایستگاه تحقیقاتی چهارتخته شهرکرد.

سالاردینی، ع.ا. 1379. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم.

سجادی، ا.ا. 1375. حد متعادل عناصر غذایی چغندرقند با روش DRIS درکرج و قزوین. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

سیفی، س. و ص. نیک‌مرام. 1370. اثرات کودهای شیمیائی بر روی چغندرقند در مناطق آذربایجانغربی (مناطق خوی و مهاباد). گزارش طرح مشترک تحقیقی و ترویجی آذربایجانغربی.

شریعتمداری، م. 1377. تعیین حد بهینه فسفر موردنیاز چغندرقند بر اساس فسفر قابل‌جذب خاک. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه.

شریفی، ح. 1378. بررسی اثرات توأم قطع آبیاری در زمان مختلف قبل از برداشت و مصرف دیر هنگام کود نیتروژنه بر روی عملکرد ریشه، درصد قند و پوسیدگی ریشه چغندرقند در دزفول. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول.

عبدالهیان، م. 1379. توصیه کودی مزارع چغندرقند استان خراسان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان.

فارسی‌نژاد، ک. 1377. یافته‌های تحقیقاتی چغندرقند در استان فارس. نشریه تحقیقی ـ ترویجی. مرکز تحقیقات کشاورزی فارس.

فرشاد، ا. 1368. بررسی اثر منابع و مقادیر مختلف نیتروژن و زمان مصرف آن بر روی محصول چغندرقند. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی فارس.

رنجی، ذ.، ج. گوهری و م. مصباح. 1372. نتایج حاصل از ارقام مقاوم به شوری در چغندرقند. چکیده مقالات اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه 139.

کلارستاقی، ک. 1363. بررسی درصد قند و عملکرد چغندرقند در ارتباط با عناصر اصلی موجود در خاک، برگ و دمبرگ در خراسان (ایستگاه گلمکان). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان.

کوک، دی.ا. و آر.کی. اسکات. 1377. چغندرقند از علم تا عمل. ترجمه اعضاء هیئت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند. نشر علوم کشاورزی. تهران. ایران.

گوهری، ج.، ا. روحی و ف. حمدی. 1378. بررسی برخی ویژگیهای تغذیه‌ای چغندرقند (کرج، مشهد، اصفهان، مغان). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

گوهری، ج.، س. غالبی و ح. نوشاد. 1383. مقدار کود فسفره مصرفی (کالیبراسیون) با توجه به مقادیر آن در خاک در زراعت چغندرقند. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

ماس، ای. و. ی. 1371. راهنمای تحمل گیاهان نسبت به شوری. (ترجمه غ. ح. حق‌نیا). جهاد دانشگاهی مشهد.32 صفحه.

ملکوتی،م.ج. و م.ن. غیبی. 1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و میوه. معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی. آموزش کشاورزی، چاپ سوم.

مینایی،س.نیک اندیش ، ب و شیخ داوودی، م. 1385. تکمیل و آزمون زیرشکن ارتعاشی سه شاخه .دانش کشاورزی شماره 16 صفحات 43 الی 56.

نوشاد، ح. 1382. اهمیت کودهای ریزمغذی (میکروالمنت) در زراعت چغندرقند. بیست و پنجمین سمینار کارخانجات قند و شکر ایران، مشهد.

نوشاد، ح. 1385. ایجاد بانک اطلاعاتی تحقیقات چغندرقند. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

نوشاد، ح. 1388. بررسی بهبود مصرف نیتروژن با استفاده از آزمون نیترات و آمونیوم خاک و محل نمونه‌برداری در زراعت چغندرقند. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

نوشاد، ح.و م. نیرومند جهرمی. 1387. تعیین نیاز غذایی رقم زرقان در مزارع سالم و آلوده به آلودگی ریزو مانیا. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

نیازی، ج.و بذر افشان،م.1393.تحمل به شوری ارقام مختلف تجارتی چغندرقند در مراحل

رشد رویشی اولیه (جوانه زنی، سبز شدن و استقرار گیاه) وتاثیر آبیاری با آب شور بر ویژگیهای ارقام متحمل(گزارش نهایی زیر چاپ).

نیرومند جهرمی، م. 1375 . تعیین میزان مناسب کودهای نیتروژنه و فسفره در زراعت چغندرقند (اراضی کارخانه قند یاسوج). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی فارس.

نیرومند جهرمی، م. و خ. نصرالهی. 1376. ارزیابی میکروالمنتها در اراضی چغندرقندکاری استان فارس. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.

یوسف‌آبادی، و. 1382. بررسی تأثیر تقسیط نیتروژن و زمان برداشت محصول بر کمیت و کیفیت چغندرقند. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

Cooke. A. D. and Scott R. K. 1993. The Sugar Beet Crop: Science into Practice. Chapman & Hall, London. 675pp.

Draycott, A.P. and D.R. Christenson. 2003. Nutrients for sugar beet production soil-plantrelationships. CABI publishing. PP: 7-32.

Draycott, A.P. and W. Martindale. 2000. British sugarbeet Review. 68(4).

Dunn, G. M. and T. F. Neales. 1993. Are the effects of salinity on growth and leaf gas- exchange related. Photosynthetica 29: 33-42.

Escano, C.R., C.A. Jones, and Uehara.G. 1981. Nutrient diagnosis in corn grown on Hydric Dystrandepts.II. Comparision of two systems of tissue diagnosis. Soil Science Society of America Journal 45:1140-1144.

Franscois, L. E. and E. V. Maas. 1994. Crop response and management on salt-affected soils. Pages 149-181. In: M. Pessarakli, (ed.) Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc., New York.

Gemtos T, Goulas C, Lellis T. 2000.Sugar beet genotype response to soil compaction stress. European Journal of Agronomy. 12(3-4): 201-209.

Haneklaus, S. and E. Schnug. 1998. Minimum factors for the mineral nutrient of field grown sugar beet in northern Germany and eastern Denmark (In protection andproduction of sugar beet and potatoes). Association of applied Biologists. PP. 57-64.

Hajiboland, R. and A. Joudmand. 2009. The K/Na replacement and

function of antioxidant defence system in sugar beet (Beta vulgaris L.) cultivars. Acta Agricultura Scandinavica, Section B- Soil and Plant Science. 59 (3): 246-259.

Hills, F.J. and A. Ulrich. 1992 . Plant analysis as aguide for mineral nutrition of sugar beets.

Hoffmann C, and Jungk A. 1995.Growth and phosphorus supply of sugar beet as affected by soil compaction and water tension. Plant and Soil. 1995; 176(1): 15-25.

Joyce, E. 2000. Nitrogen management of sugar beet. MontanaWyoming Sugar Beet Symposium, P: 50-52.

Jamil, M. and E. S. Rha. 2004. The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (Beta vulgaris L.) and cabbage (Brassica oleracea capitata L.). Korean J. Plant Res. 7: 226- 232.

Jamil, M., D. B. Lee., K. Y. Jung, M. Ashraf, S. C. Lee, and E. S. Rha. 2006. Effect of salt stress on germination and early seedlings growth of four vegetable species. J. Eur. Agric. 7 (2): 273- 282.

Kaffka, S. R., D. Darue, and G. R. Peterson. 1999. Saline water can be applied to sugar beets. Calif. Agric. 53:11-15.

Kaffka, S. R. and K. Hembree. 1999. The emergence of autumn planted sugar beet seedlings under saline conditions. Pages 195-199. Proceeding of 62nd IIRB Congress, Sevilla.

Mass, E. V. 1986. Salt tolerance of plants. Appl. Agric. Res. 1:12-26.

Mass, E. V. and G. J. Hoffman, 1977. Crop salt tolerance: Current assessment, J. Irrig. Drainage Div., Amer. Soc. Civ. Eng. 103: 113-134.

Marchner, H., A. Kylin, and P. J. C. Kuiper. 1981. Genotypic differences in the response of sugar beet plants to replacement of potassium by sodium. Physiologia Plantarum, 51: 239-244.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic press. London.

Mortvedt. J. 2003. Efficient fertilizer use micronutrient. http:// www. Rain bow plant food.com / agronomics /efu/micronutrients.pdf.

Rhoades, J. D. and J. Loveday. 1990. Salinity in irrigated of agriculture. Pages 1091-1142. In: B. A. Stewart et al. (eds.) Irrigation of Agricultural Crops. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.

Sumner, M.E., and N.W. Barbour. 1992. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) as an ecological indicator p. 663-674, *In* D. H. Mackenzie, ed. Ecological indicators. Elsevier

Publishers, New York, NY.

Ryan, J., S. Garabet, K. Harmsen and A. Rashid. 1996. A soil and plant analysis annual adapted for the west Asia and North Africa region. ICARDA, Aleppo, Syria. 140pp.

Steduto, P., R. Albrizo, P. Giorio and G. Sorentino. 2000. Gas exchange response and stomotal and non–stomotal limitation to carbon assimilation of sunflower under salinity. Environ. & Exp. Bot. 44: 243- 255.

Tehrani, M. and M.J. Malekouti. 2001. Evaluation of pre-sidedress soil nitrate test for sugar beet in Iran. Symposium which symposium? no.14 paper no. 323 presentation: poster.

Ulrich, A. and j. Hills.1991. Plant analysis as a guide for mineral nutrient of sugarbeet.

Walworth, J.L., and M.E. Sumner. 1988 .Foliar diagnosis: A review.

Advanced Plant Nutrition 3:193-241.

Welbaum, G. E., T. Tissaoui, K. J. Bradforf. 1990. Water relations of seed development and germination in muskmelon (Cucumis melo L.) III sensitivity of germination to water potential and abssic acid during development. Plant Physiol. 92: 1029-1037.

Wilson, R.G. 2001. Sugar beet production guide. University of Nebraska Cooperative Extension, EC01-156.

پیوست:

جدول پیوست 1- تقویم کوددهی چغندرقند منطبق بر مراحل فنولوژیکی

مراحل فنولوژیکی نوع کود	قبل از کاشت	سومین آبیاری	4-6 برگی	6 تا 8 برگی	10 تا 12 برگی	16 تا 18 برگی
کوددهی نیتروژن		20 درصد توصیه شده	30 درصد توصیه شده	30 درصد توصیه شده		
کوددهی فسفر	100 درصد توصیه ترجیحا نواری					
کوددهی پتاسیم	100 درصد توصیه ترجیحا نواری					
کودهای آلی	توسط دیسک با خاک مخلوط شود					
کودهای حاوی عناصر ریزمغذی (به ویژه بور)				محلول پاشی	محلول پاشی	محلول پاشی
اسید هیومیک		همراه با آب آبیاری			محلول پاشی	همراه با آب آبیاری
محرکهای رشد گیاهی				محلول پاشی	محلول پاشی	
کودهای قابل حل با پتاسیم بالا				محلول پاشی	محلول پاشی	
کودهای مرکب قابل حل				محلول پاشی		محلول پاشی
کودهای قابل حل با فسفر بالا			محلول پاشی (کود آبیاری)	محلول پاشی		
کود زیستی	بذر مال					