ارزیابی مصرف خاکی و تغذیه برگی نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام چغندرقند

الناز فرج‌زاده معماری تبریزی[۱]، مهرداد یارنیا[۲]، فرخ رحیم‌زاده خوئی[۳]و محمدباقر خورشیدی بنام[٤]

چکیده

به‌منظور بررسی اثر زمان‌های مختلف مصرف کود نیتروژن و روش‌های مختلف کاربرد آن بر عملکرد ریشه‌ی ارقام چغندرقند، آزمایشی در سال ۱۳۸۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام پذیرفت. در این آزمایش فاکتورهای مورد بررسی شامل سه رقم چغندرقند (۷۲۳۳ کالیبره ,IC، $PP_{۲۲}$) و روش‌های مختلف مصرف کود نیتروژن بودند. نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر روش مصرف کود نیتروژن و ارقام بر روی عملکرد ریشه و عملکرد قند تأثیر معنی‌داری نداشتند ولی در مورد درصد قند اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ دیده شد. محلول‌پاشی نیتروژن در رقم $PP_{۲۲}$ منجر به افزایش عملکرد ریشه نسبت به دو رقم دیگر گردید. در بین روش‌های مختلف مصرف، محلول‌پاشی نیتروژن نسبت به دو روش دیگر برتری نشان داد. مصرف خاکی نیتروژن در دو رقم ۷۲۳۳ کالیبره و IC و محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله ۱۶-۱۴ برگی در رقم $PP_{۲۲}$ منجر به افزایش عملکرد قند گردید. لذا برای افزایش عملکرد ریشه، محلول‌پاشی نیتروژن در رقم $PP_{۲۲}$ مناسب بوده ولی اگر هدف افزایش درصد قند در ارقام چغندرقند باشد، محلول‌پاشی در مرحله ۱۶-۱۴ برگی نیتروژن برای رقم$PP_{۲۲}$ و مصرف خاکی نیتروژن برای دو رقم ۷۲۳۳ کالیبره و IC توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، درصد قند، روش مصرف کود، عملکرد ریشه، عملکرد قند، نیتروژن.

تاریخ دریافت مقاله: ۸٦/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۷/٤/۸

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

٤- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی

مقدمه و بررسی منابع

چغندرقند یکی از مهم‌ترین گونه‌های گیاهان زراعی است که از نظر ارزش غذایی در ردیف گیاهانی از قبیل برنج، ذرت، سیب‌زمینی و حبوبات قرار دارد (۵). عملکرد در چغندرقند شامل عملکرد بیوماس، عملکرد ریشه و عملکرد قند و اجزای اقتصادی آن، ریشه ذخیره‌ای و به‌ویژه قند می‌باشد (۱۱،٦). نیتروژن مهم‌ترین ماده‌ی غذایی برای تولید مطلوب چغندرقند می‌باشد. مدیریت مطلوب نیتروژن در اوایل فصل، رشد مناسب گیاه را افزایش داده و تعداد روزهای تشکیل کانوپی را کاهش می‌دهد و به گیاه اجازه می‌دهد تا از انرژی خورشید بسیار مؤثرتر استفاده کند (۲۱و۱۹). نوینز و لومیس[1] (۱۹۷۰) نشان دادند که کمبود نیتروژن سبب کاهش غلظت کلروفیل و مقدار فتوسنتز برگ‌های مسن‌تر می‌گردد. این برگ‌ها اغلب پژمرده شده و قبل از رسیدن از بین می‌روند. نیتروژن اضافی در پایان فصل رویشی، کیفیت چغندرقند را با کاستن از تجمع ساکارز و افزایش ناخالصی‌ها، کاهش می‌دهد (۲۰). زائو و دریک[2] (۲۰۰۵) گزارش نمودند که کمبود نیتروژن در پنبه در طی رشد رویشی، میزان سطح برگ، فتوسنتز خالص برگ و محتوای کلروفیل برگ را کاهش می‌دهد (۲٦). کاهش میزان فتوسنتز برگ به‌دلیل کمبود نیتروژن منجر به پیری زودرس برگ‌ها و انتقال آهسته کربوهیدرات‌ها از برگ به میوه می‌شود. تغذیه برگی روش مناسبی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات محیطی آن‌هاست. بنابراین تغذیه برگی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۰). مسیر غالب برای دریافت مواد غذایی توسط بافت‌های گیاهی از طریق ریشه‌ها می‌باشد. محلول‌پاشی که اغلب به‌منظور تهیه مواد غذایی میکرو (ریز مغذی‌ها) و گاهی مواد غذایی ثانویه کاربرد دارد، باعث افزایش جذب مواد غذایی نسبت به جذب از طریق خاک می‌گردد (۱۵،۹و۱٦). محلول‌پاشی اوره دارای مزایای مختلفی در مقایسه با مصرف خاکی آن است. در این روش حدود ۸۰ درصد نیتروژن جذب شده و اگر در روش محلول‌پاشی دقت کافی به‌عمل آید و در زمان مناسب اعمال شود کارایی انتقال نیتروژن خیلی بالا خواهد بود، زیرا برگ‌ها مهم‌ترین اندام جذب کننده نیتروژن محسوب می‌شوند و تنها مقدار کمی از نیتروژن جذب شده به‌ریشه انتقال می‌یابد. با استخراج کوتیکول برگی به‌طور مصنوعی مشخص شده است که اوره عمدتاً در ۱ الی٦ ساعت اوایل محلول‌پاشی جذب می‌شود (۸). در واقع محلول‌پاشی به‌عنوان یک مکمل برای کوددهی و تکنیکی مؤثر جهت افزایش رشد گیاه و توان گیاهان زراعی به‌وسیله جذب سریع و سرعت بخشیدن به انتقال نیتروژن جذب شده از برگ‌ها به اندام‌های مختلف از طریق سلول‌های آوند آبکش می‌باشد. بر اساس نتایج بررسی‌ها اوره زمانی که با بذر و یا نزدیک آن به صورت نواری قرار داده می‌شود سمی می‌باشد ولی وقتی به‌صورت محلول‌پاشی در مقدار نرمال استفاده می‌شود، بسیار مناسب واقع می‌گردد (۱۷،۱۸، ۱٤ و ۲۳).

ساراندون و گیانیبلی[1] (۱۹۹۲) با هدف بررسی اثرات محلول‌پاشی اوره در طی شکفتن گل آذین و یا بعد از آن گزارش کردند که با محلول‌پاشی ۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت اوره در هنگام باز شدن گل آذین، میزان دوام برگ و تجمع ماده خشک در دانه تغییری نشان نمی‌دهد، اما محلول‌پاشی

1. Nevins and Loomis
2. Zhao and Derrick

1. Sarandon and Gianibelli

نیتروژن در مراحل بعد از تشکیل گل آذین، مقدار نیتروژن دانه و درصد آن را در هنگام رسیدگی در هر دو گونه افزایش داد. نتایج پژوهش سابیر[1] و همکاران (۲۰۰۲) بر روی گندم نشان داد که شاخص برداشت این گیاه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف کودی نیتروژن و فرم مصرف آن‌ها قرار گرفت، به طوری‌که حداکثر شاخص برداشت در کرت‌های محلول‌پاشی شده نیتروژن حاصل گردید (۲۳).

با توجه به این که محلول‌پاشی نیتروژن در محصولات زراعی سبب افزایش میزان رشد رویشی و پوشش گیاهی می‌گردد، این پژوهش با هدف بررسی اثرات محلول‌پاشی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف چغندرقند انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در فصل زراعی ۱۳۸٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در اراضی کرکج در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز اجرا گردید. ارتفاع محل آزمایش ۱۳٦۰ متر از سطح دریای آزاد در طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی می‌باشد. آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از ارقام چغندرقند IC معمولی، $PP_{۲۲}$ و۷۲۳۳ کالیبره و روش‌های مصرف کود نیتروژن (مصرف خاکی، محلول‌پاشی در مراحل ۸-٦ برگی و ۱٦-۱٤ برگی). جهت تجـــزیه خاک محل اجـــرای طرح، دو نمونه خاک از ٤ نقطه مزرعه بر اساس پروفیل تهیه شده از اعماق۲۰-۰ و ۳۵-۲۰ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاوزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز ارسال گردید. خاک مورد نظر به‌طور متوسط دارای ٦٦ درصد شن، ۲۰ درصد سیلت و ۱٤ درصد رس بود که با توجه به مثلث بافت خاک، خاک منطقه دارای بافت لومی شنی[1] است. PH خاک در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط (۷/۸-۸/۹) قرار داشت و از این نظر جذب برخی از عناصر کم مصرف نظیر آهن، منگنز، مس و روی توسط گیاه با اشکال مواجه می‌شود. نتایج مربوط به قابلیت هدایت الکتریکی خاک نشان‌گر آن است که EC خاک در عمق نمونه‌برداری در محدوده ۱/٤-۰/۳ دسی زیمنس بر متر متغیر بود، میزان سدیم قابل تبادل در اکثر موارد محدودیتی در رشد و تغذیه گیاهان به‌وجود نمی‌آورد. میزان پتاسیم قابل تبادل خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک سطح الارض در حد متوسط تا خوب بود و اصولاً نیاز زیادی به کودهای پتاسی در این نوع خاک‌ها ملاحظه نمی‌شود. میزان فسفر قابل جذب گیاه ppm٦-۵ بود که در محدوده بسیار فقیر قرار داشت. در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸٤ عملیات تکمیلی تهیه زمین شامل شخم دوم و پخش کودهای پایه مورد نیاز، دیسک و تهیه پشته صورت گرفت. مقدار کود مصرفی طبق تجزیه خاک و توصیه آزمایشگاه خاک‌شناسی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم بود. مصرف کودهای فسفره و پتاسه در زمان تهیه زمین و کود اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار طی دو مرحله شامل نصف در زمان کاشت و نصف باقی‌مانده به‌صورت سرک (۱۲ برگی) اعمال گردید. قبل از کاشت زمین به‌صورت ۸۱ کرت به ابعاد ٤×۳ متر تقسیم و جوی پشته‌هایی به فاصله بین

1. Sabir

1. Sandy loam

ردیف‌های کاشت ٦٠ سانتی‌متر و روی ردیف‌ها ١٨سانتی‌متر و عمق کاشت برابر ٤ سانتی‌متر منظور گردید. با توجه به ابعاد کرت‌ها، جهت سهولت محلول‌پاشی و هم‌چنین افزایش دقت در آن، از سم‌پاش تلمبه‌ای دستی که پاشش محلول را به صورت یکنواخت و مطلوب بر روی کانوپی انجام می‌داد، استفاده شد. برای جذب بهتر عناصر غذایی از طریق برگ، از مایع ظرفشویی با غلظت ٠/٢ در هزار به‌عنوان مویان[1] در محلول‌های کودی تهیه شده، استفاده گردید (٨). اوره به‌عنوان ترکیب حاوی نیتروژن در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. این ترکیب دارای ٤٦ درصد نیتروژن خالص می‌باشد. میزان مورد استفاده در کاربرد خاکی آن ٣٠٠ کیلوگرم در هکتار (نصف هنگام کاشت و بقیه به‌صورت سرک در مرحله ١٢ برگی) و جهت محلول‌پاشی غلظت ٥ درصد در نظر گرفته شد (٩ و٢٤). عملیات برداشت چغندرقند در آبان ماه ١٣٨٤ برای هر کرت به‌طور جداگانه از مساحتی معادل٢/٥ مترمربع انجام شد. بعد از توزین ریشه‌های برداشت‌شده جهت تعیین عملکرد، صفاتی از جمله بیوماس تر و خشک نیز اندازه‌گیری گردید، سپس نمونه‌هایی از هر کرت به‌طور اتفاقی جهت تعیین عیار قند با استفاده از روش ساکارومتری، ماده خشک ریشه و درجه تمیزی ریشه با استفاده از معادله زیر:

$$\text{درجه تمیزی ریشه (Q)} = \frac{\text{درصد قند (Pol)}}{\text{درصد ماده خشک (Brix)}}$$

پس ارسال به آزمایشگاه تکنولوژی کارخانه قند میاندوآب محاسبه و تعیین گردید.

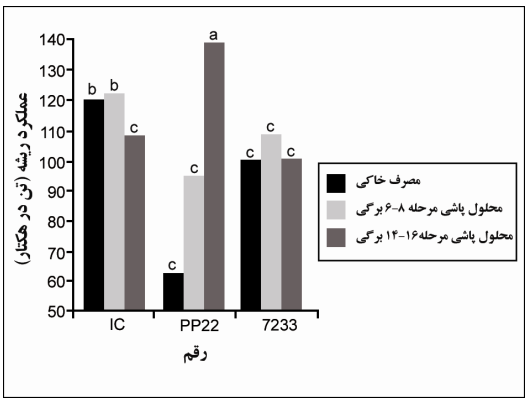
تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن در سطح ٥ درصد استفاده گردید. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین با استفاده از برنامه آماری MSTATC و محاسبه ضرایب همبستگی با استفاده از برنامه آماری SPSS و رسم نمودارها با بهره‌گیری از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

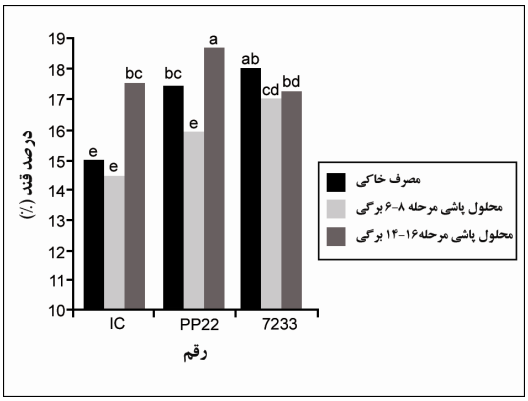
عملکرد ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم در روش‌های مختلف مصرف کود در سطح احتمال ٥٪ معنی‌دار بود (جدول١). در رقم IC بیشترین میزان عملکرد با محلول‌پاشی در مرحله ٨ـ٦ برگی معادل ٨٧/٢٢ تن در هکتار و با اختلاف معنی‌داری نسبت به محلول‌پاشی در مرحله ١٦-١٤ برگی حاصل شد. در این رقم کمترین میزان عملکرد با محلول‌پاشی در مرحله ١٦ـ١٤ برگی معادل٧٥/٢ تن در هکتار حاصل شد، محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله ٨ـ٦ برگی منجر به افزایش ١/١١ درصدی در میزان عملکرد ریشه نسبت به مصرف خاکی و ١٥/٩٨ درصدی نسبت‌به محلول‌پاشی در مرحله ١٦ـ١٤ برگی گردید، لذا در این رقم، محلول‌پاشی در مراحل اولیه رشد ٨ـ٦ برگی می‌تواند در افزایش عملکرد ریشه مؤثر واقع شود ولی بعد از این مرحله محلول‌پاشی مناسب نبوده و مصرف خاکی نیتروژن ترجیح داده می‌شود. در رقم $PP_{٢٢}$ نیز اختلاف معنی‌داری از لحاظ روش‌های مختلف مصرف نیتروژن وجود داشت. بیشترین میزان عملکرد با محلول‌پاشی در مرحله ١٦ـ١٤ برگی معادل١٠٠ تن در هکتار و با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر

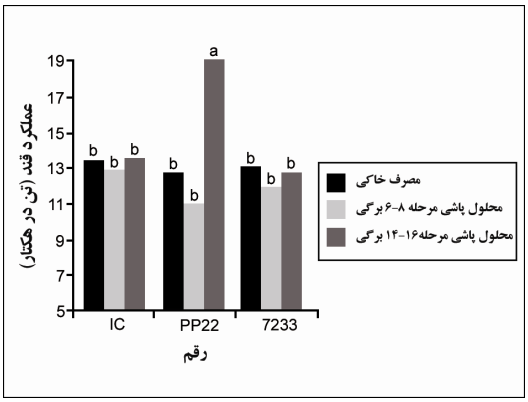
1. Surfactant



نمودار۱- تأثیر روش‌های مختلف مصرف نیتروژن بر میزان عملکرد ریشه ارقام چغندرقند



نمودار۲- تأثیر نحوه مصرف نیتروژن بر میزان درصد قند ارقام چغندرقند



نمودار۳- تأثیر روش‌های مختلف مصرف نیتروژن بر میزان عملکرد قند ریشه ارقام چغندرقند

روش‌های مصرف حاصل گردید. در این رقم کمترین میزان عملکرد ریشه با محلول‌پاشی در مراحل اولیه رشدی (۸-۶ برگی) معادل ۶۸/۸۶ تن در هکتار حاصل گردیده است که با مصرف خاکی آن اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد. محلول‌پاشی در مرحله ۱۶-۱۴ برگی منجر به افزایش ۳۸/۰۸ و ۴۲/۲۲ درصدی عملکرد ریشه به‌ترتیب نسبت به مصرف خاکی و محلول‌پاشی در مرحله ۸-۶ برگی گردیده است (نمودار۱). بنابراین محلول‌پاشی کود نیتروژن در دو رقم IC و ۷۲۳۳ کالیبره در مرحله رشدی ۸-۶

برگی و در رقم PP_{22} در مرحله رشدی ۱۶-۱۴ برگی منجر به افزایش میزان عملکرد هکتاری ریشه ارقام چغندرقند می‌گردد. نتایج حاصل از محلول‌پاشی نیتروژن توسط پلتونن[1] (۱۹۹۲) نیز بیان‌گر تأثیر مثبت تغذیه برگی اوره در میزان عملکرد گندم می‌باشد (۲۲). گارسیا و مونوی[2] (۱۹۶۷) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی سویا در طول دوره پرشدن دانه با ترکیبی از N-P-K-S، عملکرد را ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (۱۳). نتایج حاصل از محلول‌پاشی نیتروژن توسط بلی و همکاران در سال ۱۹۹۸ نیز نشان داد که محلول‌پاشی نیتروژن می‌تواند منجر به افزایش معنی‌دار میزان عملکرد ارقام چغندرقند شود (به‌نقل از۹ و ۱۲). مصرف کود نیتروژن به صورت محلول‌پاشی سبب افزایش در قدرت جذبی برگ گردیده و با افزایش توان فتوسنتزی و تولید فرآورده‌های آن سبب افزایش دوام سطح برگ و در نهایت افزایش عملکرد می‌گردد (۱۳).

درصد قند

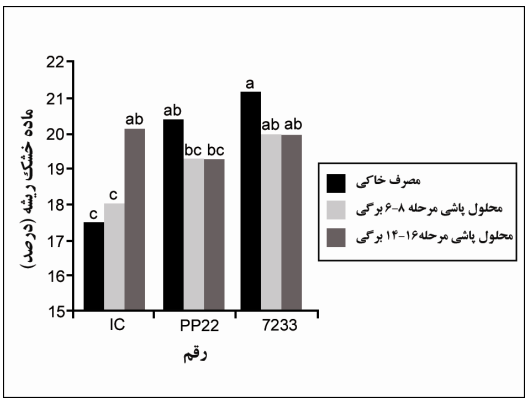
تجزیه واریانس نتایج حاصل نشان داد که اثرات رقم و روش‌های مصرف نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ و اثرات متقابل رقم در روش‌های کاربرد کود در سطح احتمال ۵٪ بر درصد قند معنی‌دار شد (جدول۱). در رقم PP_{22} بیشترین درصد قند با محلول‌پاشی در مرحله ۱۶ـ۱۴ برگی معادل ۱۸/۶۵ درصد با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر روش‌های مصرف حاصل گردید. در این رقم کمترین میزان درصد قند با محلول‌پاشی در مرحله ۸ـ۶ برگی معادل ۱۵/۶۵ درصد حاصل شد. محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله ۱۶ـ ۱۴ برگی منجر به افزایش ۳ درصدی در میزان درصد قند نسبت به مرحله ۸- ۶ برگی و افزایش ۱/۵۳ درصدی نسبت به مصرف خاکی گردید. در رقم ۷۲۳۳ کالیبره، بیشترین میزان درصد قند در صورت مصرف خاکی نیتروژن معادل ۱۷/۸۵ درصد با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر روش‌های مصرف حاصل شده است. در این رقم کمترین میزان درصد قند با محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگی معادل ۱۶/۲۷ حاصل شد. در این رقم مصرف خاکی نیتروژن منجر به افزایش ۱/۶۱ درصدی قند نسبت به محلول‌پاشی در مرحله ۸-۶ برگی و افزایش ۰/۹۱ درصدی قند نسبت به محلول‌پاشی در مرحله ۱۶-۱۴ برگی شد. محلول‌پاشی کود نیتروژن در مرحله ۱۶- ۱۴ برگی بیشترین اثر را در افزایش درصد قند رقم IC داشته است و کمترین میزان آن معادل ۱۴/۳۳ درصد در صورت محلول‌پاشی در مرحله ۸-۶ برگی حاصل گردید (نمودار۲). می‌توان چنین بیان نمود که اختلاف ژنتیکی موجود در بین ارقام عامل عکس‌العمل متفاوت آن‌ها نسبت به روش‌های مختلف مصرف نیتروژن می‌باشد. لمب[1] و همکاران (۲۰۰۱) و کتاناچ[2] و همکاران (۱۹۹۱) نیز بیان نمودند که نیتروژن اضافی در پایان فصل رویشی، کیفیت چغندرقند را با کاستن از تجمع ساکارز و افزایش ناخالصی‌ها، کاهش می‌دهد ولی در صورت ارایه آن به‌صورت محلول‌پاشی سبب جذب سریع و ذخیره قند می‌گردد (۱۸، ۱۱).

عملکرد قند

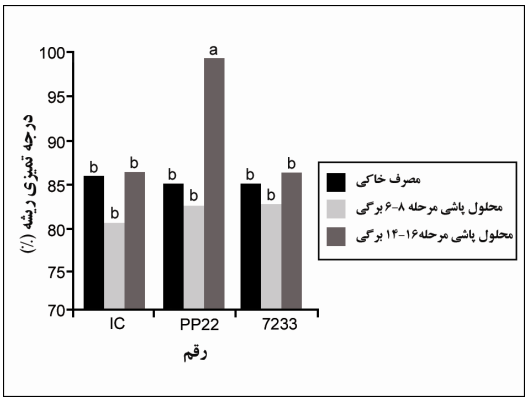
اثر متقابل رقم در روش‌های مصرف بر میزان این صفت در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول۱). حداکثر عملکرد قند همانند عملکرد ریشه در صورت محلول‌پاشی در مرحله رشدی ۱۶-۱۴ برگی معادل

1. Peltonen
2. Garcia and Monway

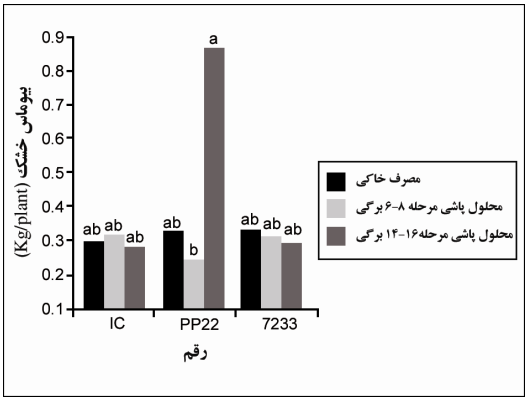
1. Lamb
2. Cattanach



نمودار٤ـ تأثیر نحوه مصرف نیتروژن بر میزان درصد ماده خشک ریشه ارقام چغندرقند



نمودار٥- تأثیر روش‌های مختلف مصرف نیتروژن بر میزان درجه تمیزی ریشه ارقام چغندرقند



نمودار٦- تأثیر روش‌های مختلف مصرف نیتروژن بر بیوماس خشک ارقام چغندرقند

۱۸/٦۸ تن در هکتار در رقم $PP_{۲۲}$ با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر روش‌های مصرف حاصل گردید. کمترین میزان در صورت محلول‌پاشی در مرحله ۸ـ٦ برگی معادل ۱۰/۷۳ تن در هکتار در همین رقم حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت. محلول‌پاشی در مرحله ۱٦ـ۱٤ برگی افزایش ۵۰/۸۹ درصدی در میزان عملکرد قند نسبت به مصرف خاکی و افزایش ۷٤/۰۹ ٪ نسبت به محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله ۸ـ٦ برگی نشان داد (نمودار۳). در کل می‌توان بیان کرد که در دو رقم IC

و ۷۲۳۳ کالیبره مصرف نیتروژن به‌صورت خاک مصرف سبب افزایش در میزان عملکرد قند می‌شود در حالی‌که در رقم $PP_{۲۲}$ محلول‌پاشی به ویژه در مرحله ۱۶–۱۴ برگی سبب افزایش میزان عملکرد قند گردید. عملکرد قند در چغندرقند در صورت افزایش مقدار بالایی از نسبت نیتروژن به شرط آن که رطوبت خاک رشد چغندر قند را محدود نکند، افزایش می‌یابد (۱۴). نتایج آزمایشات کلارستاقی و خلیلی (۱۳۷۹) نیز نشان داد که برگ پاشی اوره با غلظت های ۲ تا ۳ درصد به میزان ۱۵ تا ۲۰ درصد در افزایش عملکرد ریشه و قند قابل استحصال مؤثر بوده است (۸).

ماده خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس حاصل از مصرف نیتروژن نشان داد که اثرات رقم در سطح احتمال ۱٪ و اثرات متقابل رقم در روش‌های مصرف این کود در سطح ۵٪ از نظر ماده خشک ریشه اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول۱).

در رقم IC بیشترین میزان ماده خشک ریشه با محلول‌پاشی در مرحله ۱۶–۱۴ برگی معادل ۲۰/۰۶ درصد به دست آمد. در این رقم کمترین میزان ماده خشک ریشه با مصرف خاکی معادل ۱۷/۳۴ درصد حاصل شد، لذا افزایش ۲/۷۲ و ۲/۱۲ درصدی در میزان ماده خشک ریشه به‌ترتیب نسبت به مصرف خاکی نیتروژن و محلول‌پاشی در مرحله ۸–۶ برگی در مقایسه با محلول‌پاشی در مرحله ۱۶–۱۴ برگی دیده شد. در رقم$PP_{۲۲}$ بیشترین میزان درصد ماده خشک ریشه معادل ۲۰/۲۵ درصد در صورت مصرف خاکی نیتروژن حاصل شده است. در این رقم کمترین میزان ماده خشک معادل ۱۹/۰۴درصد مربوط به محلول‌پاشی در مرحله ۱۶ـ۱۴ برگی می‌باشد که کاهشی معادل ۱/۲۱ درصد نسبت به مصرف خاکی آن نشان می‌دهد.

در رقم ۷۲۳۳ کالیبره حداکثر میزان ماده خشک در صورت مصرف خاکی نیتروژن معادل ۲۱/۱۵ درصد حاصل گردید. در این رقم کمترین میزان ماده خشک ریشه مربوط به محلول‌پاشی در مرحله ۱۶ـ۱۴ برگی معادل ۱۹/۸۲ درصد بود. مصرف خاکی نیتروژن سبب افزایش ۱/۳ و ۱/۳۳ درصدی به‌ترتیب در میزان ماده خشک ریشه نسبت به محلول‌پاشی در مرحله ۸ـ۶ برگی و محلول‌پاشی در مرحله ۱۶ـ ۱۴ برگی گردید (نمودار۴). بنابراین محلول‌پاشی در مرحله ۱۶ـ۱۴ برگی در میزان ماده خشک ریشه رقم IC نقش به‌سزایی داشته است، در حالی‌که در دو رقم ۷۲۳۳ کالیبره و$PP_{۲۲}$ مصرف خاکی این کود باعث افزایش میزان ماده خشک گردید.

علیمرادی (۱۳۷۷) بیان نمود که عنصر نیتروژن در چغندرقند علاوه بر بهبود رنگ برگ‌ها در اوایل فصل رشد، سبب افزایش ماده خشک شده و در اواخر فصل نیز علاوه بر بالا نگه داشتن مقدار ماده خشک برگ و دمبرگ، این عنصر سبب افزایش تولید ماده خشک در ریشه شده و تولید بیشتر شکر را در واحد سطح به همراه خواهد داشت (۷).

درجه تمیزی ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل روش‌های مختلف مصرف نیتروژن در رقم در سطح احتمال ۵٪ و روش‌های مصرف در سطح ۱٪ در میزان درجه تمیزی ریشه معنی‌دار شد (جدول۱). در رقم $PP_{۲۲}$ حداکثر میزان درجه تمیزی با اختلاف معنی‌داری در اثر محلول‌پاشی در مرحله ۱۶ـ ۱۴ برگی معادل ۹۷/۹۵ درصد و کمترین میزان آن مربوط به محلول‌پاشی در مرحله ۸ـ۶ برگی معادل ۸۲/۱۵

بـود کـه اخـتلاف معنـی‌داری بـا مـصرف خـاکی آن نداشت.

در صورت محلول‌پاشی در مرحله ۱۶ـ۱۴ برگی افزایش ۱۵/۸ درصدی نسبت به محلول‌پاشی در مرحله ۸ـ۶ برگی حاصل شد. بنابراین در این رقم محلول‌پاشی بعد از ۸ برگی می‌تواند مفید واقع شود (نمودار۵). زائو و دریک (۲۰۰۵) گزارش نمودند که برگ‌های گیاهان دارای کمبود نیتروژن به‌طور معنی‌داری دارای ساکارز کمتر، نشاسته بیشتر و غلظت‌های پایین‌تری از کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی می‌باشند (۲۶). این نتایج نشان می‌دهد که کمبود نیتروژن در طی میوه دهی، فتوسنتز برگ و هم‌چنین انتقال مواد فتوسنتزی از برگ به میوه‌ها را افزایش می‌دهد. در چغندرقند با تأمین اوره در اواخر رشد درجه تمیزی ریشه افزایش می‌یابد.

بیوماس خشک

اثرات متقابل روش‌های مصرف نیتروژن در ارقام چغندرقند در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول۱). حداکثر میزان بیوماس خشک طی نمونه‌برداری‌های مختلف در رقمIC در شرایط مصرف نیتروژن به‌صورت محلول‌پاشی در مرحله ۸ـ۶ برگی و کمترین میزان آن با محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله ۱۶–۱۴ برگی حاصل شد. مصرف نیتروژن به صورت محلول‌پاشی در مرحله ۸ـ۶ برگی سبب افزایش ۶/۶۹ و۹/۲۶ درصدی بیوماس خشک به ترتیب نسبت به مصرف خاکی و محلول‌پاشی در مرحله ۱۶ـ۱۴ برگی گردید. در رقم PP_{22} بین روش‌های مختلف مصرف نیتروژن اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین میزان بیوماس خشک در صورت محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله ۱۶–۱۴ برگی حاصل گردید که نشان‌دهنده افزایشی معادل ۱۹/۲۲ درصد نسبت به مصرف خاکی آن می‌باشد. کمترین میزان وزن خشک ریشه رقم PP_{22} در صورت محلول‌پاشی در مرحله ۸ـ۶ برگی حاصل گردید (نمودار ۶).

بررسی همبستگی بین صفات مورد مطالعه در حالت مصرف نیتروژن نشان داد که عملکرد ریشه دارای همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ۵ درصد با درصد قند می‌باشد. عملکرد قند نیز دارای همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ۵ درصد با درصد قند و همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح ۱ درصد با عملکرد ریشه می‌باشد. هم‌چنین همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین ماده خشک ریشه با درصد قند وجود دارد. همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین درجه تمیزی ریشه با درصد قند، عملکرد ریشه و عملکرد قند وجود دارد.

هم‌چنین همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین بیوماس خشک با عملکرد ریشه و عملکرد قند حاصل گردیده است (جدول۲). در این آزمایش بیشترین میزان همبستگی صفات بین عملکرد ریشه و عملکرد قند مشاهده شد. نتایج آزمایشات آخوندی و همکاران (۱۳۸۵) در ارقام کلزا نشان داده است که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد دانه دارند (۱). انصاری و همکاران (۱۳۸۵) نیز طی بررسی خود، همبستگی و معنی‌داری بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و شاخص برداشت را در ارقام تریتیکاله گزارش نمودند. اظهری و همکاران (۲) نیز بیان نمودند که عملکرد روغن در کلزا دارای بالاترین و تعداد دانه در خورجین دارای پایین‌ترین میزان همبستگی با عملکرد دانه می‌باشد (۲).

نتایج تجزیه رگرسیون چندگانه برای درصد قند در صورت مصرف نیتروژن (معادله۱) نشان داد که دو صفت ماده‌ی خشک ریشه و درجه تمیزی ریشه تأثیر معنی‌داری بر میزان درصد قند دارند و به‌ازای هر واحد افزایش در ماده خشک ریشه، ۰/۸۳۷ واحد بر میزان درصد قند افزوده می‌شود و هم‌چنین به‌ازای افزایش هر واحد در میزان درجه تمیزی به میزان ۰/۱۹۰ واحد بر میزان درصد قند افزوده می‌شود (جدول۳).

هم‌چنین دو صفت عملکرد قند و درصد قند تأثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد ریشه نشان دادند (معادله۲). درصد قند رابطه منفی با عملکرد ریشه دارد، به‌ازای هر واحد افزایش در درصد قند ٤٧٧٩/٦٢- کیلوگرم در هکتار از میزان عملکرد ریشه کاسته می‌شود و به‌ازای هر واحد افزایش میزان عملکرد قند به اندازه ٥/٨٣٤ کیلوگرم در هکتار بر میزان عملکرد ریشه افزوده می‌شود (جدول٤).

امینی و سعیدی (۱۳۸۵) نیز بر اساس رگرسیون مرحله‌ای عملکرد دانه در بوته و ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ بیان نمودند که تعداد دانه در قوزه و تعداد قوزه در بوته بیشترین درصد تغییرات عملکرد حاصل می‌شود (۳).

نتایج تجزیه رگرسیون چندگانه برای عملکرد قند (جدول۵) نیز نشان داد که سه صفت عملکرد ریشه، درصد قند و درجه تمیزی ریشه تأثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد قند دارند. به‌ازای هر واحد افزایش در درصد قند ٧٦٤/٣٩٣ کیلوگرم در هکتار بر میزان عملکرد قند افزوده می‌شود و به‌ازای هر واحد افزایش در میزان عملکرد ریشه به اندازه ۰/۱٦۷ کیلوگرم در هکتار بر میزان عملکرد قند افزوده می‌شود، هم‌چنین به‌ازای افزایش هر واحد از درجه تمیزی به‌میزان ۲۵/۰٤۱ کیلوگرم در هکتار بر میزان عملکرد قند افزوده می‌شود (معادله۳). ملاحظه می‌شود که درصد قند تأثیر بیشتری بر میزان عملکرد قند دارد و کمترین تأثیر را عملکرد ریشه دارد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این بررسی، استفاده از محلول‌پاشی نیتروژن به‌دلیل جذب سریع و رفع کمبود می‌تواند منجر به افزایش کمی و کیفی عملکرد ریشه ارقام مختلف چغندرقند شود.

معادله (۱) (درجه تمیزی) ***۰/۱۹۰+(ماده خشک) ***۰/۸۳۷+ **۱۵/۸۹۷- = درصد قند

معادله (۲) (درصد قند)٤٧٧٩/٦٢- (عملکرد قند)** ۰/۸۳٤ + **۸۱٦٨٩/۰۰ = عملکرد ریشه

معادله (۳) (درجه تمیزی)۲۵/۰٤۱+ (درصد قند)٧٦٤/٣٩٣ + (عملکرد ریشه)** ۰/۱٦۷+ **۱٤۸۸۰/٤- = عملکرد قند

جدول۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	بیوماس خشک	عملکرد ریشه	عملکرد قند	درصد قند	ماده خشک ریشه	درجه تمیزی
تکرار	۲	۰/۰۰٤ $^{n.s}$	۷۲۷۵۹٤٦٤۷/٦۵۲$^{n.s}$	۲۱٦٤۵۷۰۷/۷۷۲$^{n.s}$	۱/۳۵۹$^{n.s}$	۱/۵٤۳$^{n.s}$	۵/۵۹۵$^{n.s}$
رقم	۲	۰/۰۰۱ $^{n.s}$	۳۲٦۳٦۵۹٦۲/۹۲$^{n.s}$	۷۲۵٤۳۰۳/۲٦۹$^{n.s}$	۷/۹۱۱**	۷/۵۷۲**	۵۵/۲۲۵*
روش مصرف	۲	۰/۰۰۲ $^{n.s}$	۱۱۱۲۸۳۱٦۵/٤۳۳$^{n.s}$	۲۰۵۷٤۲۱۹/۲۷$^{n.s}$	۱۰/۸۸**	۱/۲۹۵$^{n.s}$	۱۵۹/٤۸**
رقم×روش مصرف	٤	۰/۰۰۵*	٤٤۸۸۰۸۹۸٦/٤۵*	۱٦۵۹۸۰۱۳/۹۵*	۲/٤٤٤*	۳/۹۹٦*	٤۹/۲۷۲*
خطای آزمایش	۱٦	۰/۰۰۳	۲۵۵۵۵٤۵٦۳/۹۸٤	۸۰۷۳۱۷۵/۱۰۸	۰/۵٤۳	۰/۸٦۵	۱۱/۰۲۷
%CV		۱۹/۸۱	۲۰/۳٤	۲۱/۹۱	٤/٤۵	٤/۷۹	۳/۸۹

*و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول۲- جدول همبستگی بین صفات مورد مطالعه در صورت مصرف نیتروژن

	درصد قند	ماده خشک ریشه	عملکرد ریشه	عملکرد قند	درجه تمیزی	بیوماس خشک
درصد قند	۱					
ماده خشک ریشه	۰/۷۱۰**	۱				
عملکرد ریشه	۰/۰۷۷*	۰/۳۵۸	۱			
عملکرد قند	۰/٤۳٥*	-۰/۰۷۷	۰/۹۲۹**	۱		
درجه تمیزی	۰/٦۳۳**	۰/۰۹٥	۰/٥۰۱**	۰/۷۰۰**	۱	
بیوماس خشک	۰/۳٤٦	۰/۱۱۲	۰/٦۳۱**	۰/٦۹٤**	۰/۳٦۲	۱

جدول۳- تجزیه رگرسیون چندگانه براساس درصد قند با مصرف نیتروژن

مدل	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	مقادیر	معنی‌داری
	B	اشتباه استاندارد	Beta		
۱ عدد ثابت	۱/۷۰٥	۲/۹٤۸		۰/٥۷۸	۰/٥٦۸
ماده خشک	۰/۷٦٥	۰/۱٥۲	۰/۷۱۰	٥/۰٤۷	۰/۰۰۰
۲ عدد ثابت	-۱٥/۸۹۷	۰/۱٦٥		-۹٦/۳٤٦	۰/۰۰۰
ماده خشک	۰/۸۳۷	۰/۰۰٥	۰/۷۷۷	۱٥۳/۰٥۸	۰/۰۰۰
درجه تمیزی	۰/۱۹۰	۰/۰۰۱	۰/۷۰۷	۱۳۹/۱۱۰	۰/۰۰۰

جدول٤- تجزیه رگرسیون چندگانه براساس عملکرد ریشه با مصرف نیتروژن

مدل	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	مقادیر	معنی‌داری
	B	اشتباه استاندارد	Beta		
۱ عدد ثابت	۱٤٦٥٦/٤٦	٥۲٤٤/٥٤۱		۲/۷۹٥	۰/۰۱۰
عملکرد قند	٤/۹۰٤	۰/۳۹۲	۰/۹۲۹	۱۲/٥۱٥	۰/۰۰۰
۲ عدد ثابت	۸۱٦۸۹/۰۰	۲۹۰۲/۲٤٦		۲۸/۱٤۷	۰/۰۰۰
عملکرد قند	٥/۸۳٤	۰/۰۸٦	۱/۱۰٥	٦۷/٥۹۸	۰/۰۰۰
درصد قند	-٤۷۷۹/٦۲	۱۹۳/۲۰۲	-۰/٤۰٤	-۲٤/۷۳۹	۰/۰۰۰

جدول۵- تجزیه رگرسیون چندگانه براساس عملکرد قند با مصرف نیتروژن

مدل	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	مقادیر	معنی داری
	B	اشتباه استاندارد	Beta		
۱ عدد ثابت	-۷۹۱/۹٤٦	۱۱۲٦/٥٤۷		-۰/۷۰۳	۰/٤۸۹
عملکرد ریشه	۰/۱۷٦	۰/۰۱٤	۰/۹۲۹	۱۲/٥۱٥	۰/۰۰۰
۲ عدد ثابت	-۱۳۹٤٦/۳	٥۱۹/۱٥۹		-۲٦/۸٦۳	۰/۰۰۰
عملکرد ریشه	۰/۱۷۱	۰/۰۰۳	۰/۹۰۱	٦۷/٥۹۸	۰/۰۰۰
درصد قند	۸۲۰/۱۲٥	۲۹/۸۲٦	۰/۳٦٦	۲۷/٤۹۷	۰/۰۰۰
۳ عدد ثابت	-۱٤۸۸۰/٤	٦٥۸/٦۷۰		-۲۲/٥۹۲	۰/۰۰۰
عملکرد ریشه	۰/۱٦۷	۰/۰۰۳	۰/۸۸۲	٥۷/۲٦۳	۰/۰۰۰
درصد قند	۷٦٤/۳۹۳	۳۸/٥۱۳	۰/۳٤۱	۱۹/۸٤۸	۰/۰۰۰
درجه تمیزی	۲٥/۰٤۱	۱۱/۹۲٤	۰/۰٤۲	۲/۱۰۰	۰/۰٤۷

منابع

۱- آخوندی، ن.، م. رشدی.، ع. حسن‌زاده.، ح. رنجی.، ع. پیرمرادی و م. همایون‌فر. ۱۳۸٥. بررسی ویژگی‌های زراعی و محصول‌دهی ارقام پیشرفته کلزا در مناطق سرد و معتدل آذربایجان‌غربی. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، صفحه۲۲٥.

۲- اظهری، ا.، ب. علیزاده.، ح. امیری، ر. اصغری و ف. پیغامی. ۱۳۸٥. تعیین سازگاری و واکنش ارقام و هیبریدهای بهاره کلزا در شرایط محیطی منطقه کرج. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، صفحه۲۲۹.

۳- امینی، ف.، و ق. سعیدی. ۱۳۸٥. بررسی تنوع ژنتیکی در ارقام مختلف گلرنگ ایرانی و خارجی با استفاده از صفات زراعی. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، صفحه۲۳۲.

٤- انصاری، س.، ا. ارزانی و ع. میبدی. ۱۳۸٥. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام تریتیکاله. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، صفحه۲۳۳.

٥- خدابنده، ن. ۱۳٦۸. زراعت گیاهان صنعتی. انتشارات سپهر تهران، ٤٥۰ صفحه.

٦- سرمدنیا، غ. و ع . کوچکی. ۱۳۷٦. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). چاپ ششم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۳۲۰ صفحه.

۷- علیمرادی، ا. ۱۳۷۷. ترکیبات چغندرقند و اثر آن‌ها بر کیفیت تکنولوژیکی آن. مجله صنایع قند ایران، شماره۱۳۱، صفحه ۲۱۳.

۸- کلارستاقی، ک. و ا. خلیلی. ۱۳۷۹. برگ پاشی ازت به‌عنوان مکمل مصرف خاکی در چغندرقند. خلاصه مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه ۳۹۱.

9. Archer, J. 1993. Crop nutrient and fertilizer use.Farming Press Ltd, 225pp.
10. Arrigoni, O., S. Dipierro and G. Borraccino, 1981. Ascorbater free radical reductase, a key enzyme of the ascorbic acid system. FEBS Letters 125: 242-244.
11. Cattanach, A. W., A. G. Dexter, and E. S. Oplinger. 1991. Sugarbeet research and extension reports. volume 1 to 20. North Dakota State University and University of Minnesota Extension Services.
12. Evans, L.T. and R. A. Fisher. 1999. Yield potential: its definition, measurement and significance. Crop Science 39: 1544-1551.
13. Garcia, R. L. and J. J. Monway. 1967. Foliar fertilization of soybean during the seed filling period. Agronomy Journal 68:653-657.
14. George, K. 2003. Foliar fertilization current topic. Agronomy Journal 58: 245-249
15. Gransee, A. 1993. Future prospects for the use of micronutrients in sustainable agriculture. Social responsibility. Environmental care, food production and economy.
16. Gormufi, O. 2005. Interactive effect of nitrogen and boron on cotton yield and fiber quality. Turk Journal of Agriculture 29: 51 -59.
17. Holmes, M. R. J. and J. R. Devine. 1976. Nitrogen requirement of sugar beet. Journal of Agricultural Science 87: 549 _ 558.
18. Lamb, J., A. Albert, L. Sims, Larry J. Smith, and G.W. Rehm. 2001. Fertilizing sugar beet in Minnesota and north Dakota. Regents of the University of Minnesota.
19. Loomis, W. D., and R. W. Durst. 1992. Chemistry and biology of boron. Biofactors 3: 229-239.
20. Nevins, D. J. and R. S. Loomis. 1970. Nitrogen nutrition and photosynthesis in sugarbeet. Crop Science 10: 21–26.
21. Nijjar, G. S. 1990. Nutrition of fruit tress. Kalyani Publishers, New Delhi.
22. Peltonen, J. 1992. Ear development stage used for timing supplemental nitrogen application to spring wheat. Crop. Science 32:1029-1033.
23. Sabir, S., J. Bakht, M. Shafi and W. Alishah. 2002. Effect of foliar vs. broadcast application of different doses nitrogen on Wheat. Asian Journal of Plant Science 1 (4): 300-303.
24. Salwau, M. I. M. 1994. Effect of soil and foliar application of nitrogen levels on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Field Crop 49: 21-92.
25. Sarandon, S. J. and M. C. Gianibelli. 1992. Effect of foliar sprayings of urea during or after anthesis on dry matter and nitrogen accumulation in the grain of two wheat cultivars of *T. aestivum* L. Crop Science 31(1): 79–84.
26. Zhao, D. and M. Derrick. 2005. Nitrogen application effect on leaf photosynthesis, nonstructural carbohydrate concentrations and yield offield-growth cotton. Crop, Soil, and Environmental Sciences Department, Fayetteville 4 (5): 69-72.