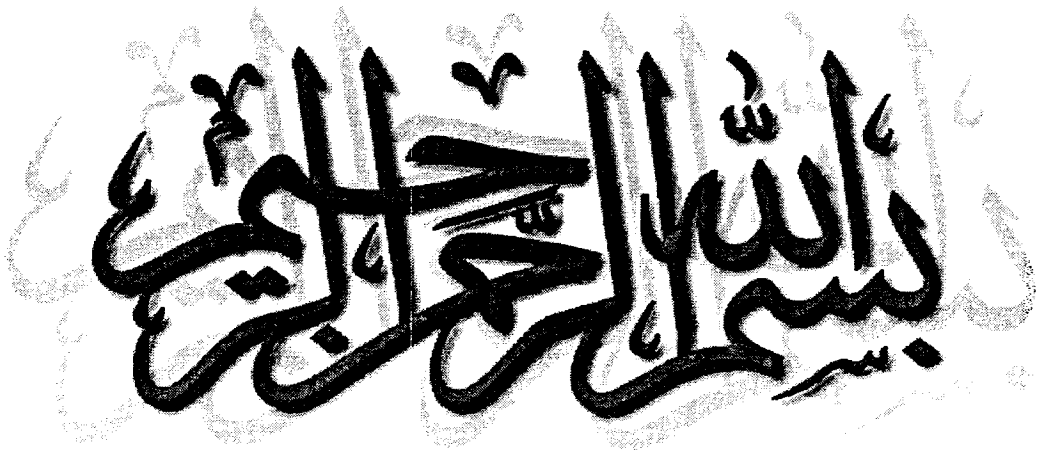

٢٢٨٣٧

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

اثر عناصر ریز مغذی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت، سینگل کراس ۷۰٤.

اساتید راهنما:

پروفسور دکتر مهدی تاجبخش _ دکتر علیرضا عیوضی

دکتر علیرضا پیرزاد

۱۳۸۹/۱۰/۱۱

توسط:

حبیب احمدی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
IRANDOC

زمستان ۱۳۸۸

۱۴۸۸۶۶

تقدیر و تشکر

حمد و سپاس بی‌پایان به درگاه الهی که با الطاف بیکران خود همواره یار و یاورم بوده و هست و توفیق به پایان رسانیدن این پژوهش را به حقیر عنایت فرمود. ضمن سپاس و قدردانی از اساتید راهنمای ارجمندم؛ جناب آقای پروفسور دکتر مهدی تاجبخش، جناب آقای دکتر علیرضا عیوضی و جناب آقای دکتر علیرضا پیرزاد که بهین راهنمایم بودند، از تمامی رهنمودها و زحمات بی دریغ ایشان کمال تشکر و امتنان را دارم. همچنین از تمامی اساتید گرانقدر گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و سایر همکاران و کادر شاغل در دانشگاه نیمه حضوری و دانشکده کشاورزی ارومیه و پرسنل شاغل در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه نهایت امتنان را دارم. نهایتا از خانوادهٔ ارجمندم به خاطر محبت‌های بی دریغ‌شان، بی‌نهایت سپاسگزارم و همواره سلامتی و سعادت ایشان را آرزومندم.

حبیب احمدی

پایان نامه آقای حبیب احمدی به تاریخ ۸۸/۱۲/۱۰ شماره ۸۵-۳ مورد پذیرش هیات محترم داروان با رتبه بسیار خوب و نمره ۱۷/۸ قرار گرفت.

1 – استاد راهنما و رئیس هیئت داوران :

2 – استاد مشاور : علیرضا میرزاد

3 – داور خارجی : رضا امیرنیا

4 – داور داخلی : جلال حسینی

5 – نماینده تحصیلات تکمیلی : امیر برزین

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

فصل اول

مقدمه و هدف ۱

فصل دوم

بررسی منابع ۵

۲-۱ ذرت و اهمیت اقتصادی ۵

۲-۲ گیاه‌شناسی ذرت ٦

۲-۳ مورفولوژی و فیزیولوژی ذرت ٦

۲-٤ اکولوژی ذرت ۸

۲-۵ اهمیت کودها و مواد ریزمغذی ۱۰

۲-٦ روی ۱۳

۲- ٦-۱ نقش روی در گیاه ۱۳

۲-٦- ۲ نیاز تغذیه‌ای ذرت دانه‌ای به روی ۱٤

۲- ٦-۳ اثر متقابل بین روی و سایر عناصر ۱۷

۲- ٦- ٤ نقش روی در بدن انسان ۱۸

۲- ٦- ۵ رفتار روی در خاک و عوامل موثر بر آن ۱۸

۲- ٦- ٦ محلول پاشی روی ۱۹

۲- ۷ آهن ۲۱

۲- ۷- ۱ نقش آهن در گیاه ۲۱

۲- ۷ – ۲ نیازهای تغذیه‌ای گیاهان به آهن ۲۲

۲- ۷ – ۳ اثر متقابل آهن و سایر عناصر ۲۳

۲- ۷- ٤ نقش آهن در بدن انسان ۲٤

۲- ۷- ۵ رفتار آهن در خاک و عوامل موثر بر آن ۲۵

۲- ۷- ٦ منابع کود آهن ۲۷

۲- ۷- ۷ محلول پاشی آهن ۲۸

۲- ۸ بر ۲۹

عنوان | صفحه

۲- ۸- ۱ نقش بر در گیاه ۲۹
۲- ۸- ۲ نیاز تغذیه‌ای گیاهان به بر ۳۰
۲- ۸- ۳ کودهای حاوی بر ۳۲
۲- ۸- ٤ نقش بر در بدن انسان ۳۲
۲- ۸- ٥ محلول پاشی بر ۳۳
۹- ۲ منگنز ۳٤
۲- ۹- ۱ نقش منگنز در گیاه ۳٤
۲- ۹- ۲ نیازهای تغذیه‌ای گیاهان به منگنز ۳٥
۲- ۹- ۳ کودهای حاوی منگنز ۳٥
۲- ۹- ٤ نقش منگنز در بدن انسان ۳٦
۲- ۹- ٥ محلول پاشی منگنز ۳٦

فصل سوم

مواد و روش‌ها ۳۸
۳-۱ روش اجرای آزمایش ۳۸
۳-۲ مشخصات فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش ۳۹
۳-۳ خصوصیات اقلیمی محل اجرای آزمایش ۳۹
۳-٤ عملیات زراعی ۳۹
۳-٥ مقادیر مصرف عناصر ریز مغذی (تیمار ها) ٤۰
۳-٦ اندازه‌گیری صفات ٤۰
۳-۷ محاسبات آماری ٤۲

فصل چهارم

نتایج ٤۳
٤-۱ ارتفاع و قطر ساقه ٤۳
٤-۲ تعداد برگ ٤٤

عنوان | صفحه

٤-٣ طول و قطر بلال ٤٦
٤-٤ تعداد ردیف دانه در بلال ٤٧
٤-٥ تعداد دانه در ردیف بلال ٤٧
٤-٦ تعداد دانه در بلال ٤٨
٤-٧ وزن دانه در بلال و وزن هزار دانه ٤٩
٤-٨ عملکرد دانه ٥١
٤-٩ عملکرد بیولوژیکی ٥٢
٤-١٠ شاخص برداشت ٥٤
نتیجه گیری و پیشنهادات ٥٥
منابع ٥٧

فهرست جداول

عنوان — صفحه

جدول ٤-١ جدول تجزیه واریانس..... ٤٥

فهرست اشکال

عنوان — صفحه

شکل ٤-٢ مقایسهٔ تأثیر عناصر ریز مغذی بر ارتفاع ساقه در ذرت، رقم ٧٠٤..... ٤٤
شکل ٤ -٣ مقایسهٔ تأثیر عناصر ریز مغذی بر طول بلال در ذرت، رقم ٧٠٤..... ٤٦
شکل ٤ -٤ مقایسهٔ تأثیر عناصر ریز مغذی بر تعداد دانه در ردیف ذرت، رقم ٧٠٤..... ٤٨
شکل ٤ -٥ مقایسهٔ تأثیر عناصر ریز مغذی تعداد دانه در بلال ذرت، رقم ٧٠٤..... ٤٩
شکل ٤ -٦ مقایسهٔ تأثیر عناصر ریز مغذی بر وزن دانه در بلال ذرت، رقم ٧٠٤..... ٥٠
شکل ٤-٧ مقایسهٔ تأثیر عناصر ریز مغذی بر وزن هزار دانه در ذرت، رقم ٧٠٤..... ٥٠
شکل ٤-٨ مقایسهٔ تأثیر عناصر ریز مغذی بر عملکرد دانه در ذرت، رقم ٧٠٤..... ٥١
شکل ٤-٩ مقایسهٔ تأثیر عناصر ریز مغذی بر عملکرد بیولوژیکی در ذرت، رقم ٧٠٤..... ٥٣
شکل ٤-١٠ مقایسهٔ تأثیر عناصر ریز مغذی بر شاخص برداشت در ذرت، رقم ٧٠٤..... ٥٤

چکیده

به منظور بررسی اثر عناصر ریز مغذی بر صفات مورفوفیزیولوژیکی در ذرت سینگل کراس ۷۰٤، آزمایشی تحت شرایط مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٦ تکرار و ٥ تیمار از عناصر ریز مغذی شامل روی (Zn)، بُر (B)، آهن (Fe)، منگنز (Mn) و شاهد (Control) اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارتفاع ساقه و بلال، همچنین صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه حداقل در سطح احتمال ٥ درصد معنی‌دار بود. بیشترین افزایش عملکرد دانه از تیمار روی به دست آمد. روی با افزایش تعداد دانه در ردیف، وزن دانه در بلال، وزن هزار دانه و طول بلال موجب افزایش عملکرد دانه شد. بعد از روی، به ترتیب بر و آهن قرار داشت و کمترین افزایش دانه مربوط به تیمارمنگنز بود. همچنین آهن بیشترین افزایش را در عملکرد بیولوژیکی باعث گردید و روی، بر و منگنز در مرحله بعدی بودند. و بهترین شاخص برداشت مربوط به تیمار منگنز در این آزمایش بود.

کلمات کلیدی: ذرت، عناصر ریز مغذی، صفات مورفوفیزیولوژیکی، شاخص برداشت.

فصل اول

مقدمه و هدف

توسعه اقتصادی جامعه نوین بستگی به گیاهان زراعی دارد زیرا به طور مستقیم یا غیرمستقیم برای مصرف انسان مورد نیاز می‌باشند. با وجود این که افزایش قابل ملاحظه‌ای در طی بیست سال گذشته در تولید گیاهان زراعی بویژه غلات به دست آمده است، متوسط عملکرد اکثر گیاهان زراعی هنوز کمتر از حد پتانسیل بالقوه آن‌هاست. عملکرد بالقوه تنها با استفاده از ارقام پرمحصول و در شرایط مدیریتی ایده‌آل و همراه با محیط فیزیکی و شیمیایی مطلوب به دست می‌آید (۱۰). یکی از مهم‌ترین راه‌های دستیابی به عملکرد بهینه، تأمین مقادیر کافی عناصر معدنی مورد نیاز گیاهان زراعی است (۱۹). مطالعات سازمان خوار و بار جهانی[۱] نشان داده است که در ٤١ درصد از کشورهای جهان همبستگی مثبتی بین افزایش مصرف کود و افزایش عملکرد وجود دارد (۵۱). از آن زمان که ارزش عناصر معدنی به عنوان یکی از اهرم‌های افزایش تولید محصول توسط کارل اسپرنگل [۲] و یوستوس ون لیبیگ[۳] مشخص گردید علم تغذیه گیاهی دارای اهمیت فراوانی شد و از آن پس دانشمندان سعی نمودند توسط آزمایش‌های کودی راه‌هایی را برای کسب محصول بیشتر پیدا کنند. با پیشرفت دانش بشر در این زمینه و مشخص شدن نقش گسترده

۱- FAO
۲- C.Sprengel
۳- J.Von Liebig

این عناصر در فرآیندهای حیاتی که نهایتاً در مقدار و کیفیت مواد غذایی اثر خواهد گذاشت (۲۸). علاوه بر آن در روش تأمین نیازهای غذایی گیاه نیز مشکلاتی بروز کرد و معلوم شد که خاک سیستم بسیار پیچیده‌ای است که عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی زیادی در آن دخالت دارند و کودهای محتوی عناصر داده شده با خاک فوراً تحت تأثیر این عوامل در این پیچیدگی وارد می‌شوند و این که چه مقدار از آن‌ها جذب نبات خواهد شد، بستگی به عوامل و شرایط آن‌ها دارد که باید دقیقاً مورد بررسی قرار گیرند (۲۸). تغذیه گیاه شامل تأمین، جذب و مصرف عناصر غذایی ضروری برای رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (۱۰). امروزه ۵۰ درصد عملکرد ذرت و سایر غلات بدون احتساب بهبود کیفیت و ارزش غذایی محصول، معلول کاربرد کودهای تجارتی است (۱۸). عملکرد پایین محصول در بسیاری از کشورها در درجه اول مربوط به کمبود عناصر غذایی گیاهی است. مصرف صحیح و متناسب انواع کودها (شیمیایی، حیوانی، کمپوست گیاهی و کود سبز) مهم‌ترین و اساسی‌ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش میزان عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد. کاربرد صحیح و علمی کودهای شیمیایی برای حصول شرایط بهینه در بهره‌وری از منابع آب و خاک منوط به شناخت کامل قدرت حاصلخیزی خاک، تعیین نیاز گیاه به عناصر کودی پرمصرف و کم‌مصرف در شرایط مختلف اقلیمی و محیط کشت و سعی در تلفیق و اصلاح عوامل رشد به منظور برداشت عملکرد بهینه به طور مستمر می‌باشد (۱۰). در کشور ما به دلیل این که نسبت مصرف ازت، فسفر و پتاسیم نامتعادل می‌باشد لذا مصرف عناصر کم‌مصرف در سطح وسیعی چندان مطرح نمی‌باشد. در حالی که در کشورهای پیشرفته نسبت مصرف ازت، فسفر، پتاسیم به ترتیب در حدود ۱۰۰، ۵۰، ٤۰ است (مقدار متوسط جذب توسط محصولات زراعی معمولاً به نسبت ۱۰، ۲، ۸ است) این نسبت مصرف در ایران تقریباً ۱۰۰، ۸۰، ۵ می‌باشد (۱۹). کشورهایی که دارای کشاورزی پیشرفته هستند بیش از چهار درصد کود شیمیایی مصرفی آنها را عناصر کم‌مصرف تشکیل می‌دهد و این وضعیت در حالی است که در کشور ما این رقم از یک صدم درصد نیز کمتر می‌باشد (۲٦). برای رسیدن به عملکرد بالای ذرت باید عوامل محیطی از جمله مواد غذایی برای رشد بهینه گیاه فراهم گردد. نگاهی به آمار ۳۰ ساله مصرف کود در کشور و مقایسه تفاوت میزان تولید کشاورزان نمونه کشور با مقدار متوسط تولیدات کشور، گویای این واقعیت تلخ است که مصرف ازت و فسفر فراوان در اکثر

محصولات کشاورزی مسأله آفرین شده است. متأسفانه به دلیل مصرف غیرعلمی کود در جامعه کشاورزی که عمدتاً اوره و فسفات آمونیوم بوده، باعث شده تا علاوه بر بهم خوردن تعادل مواد غذایی در خاک، آلودگی محیط زیست، همچنین هدر رفت سرمایه‌های ملی کشور، عملکرد مناسبی از این محصول عاید نگردد (متوسط عملکرد ذرت دانه-ای در کشور در حدود ۵/۸ تن در هکتار است). کمبود روی در خاک‌های آهکی ایران به دلایل متعدد منجمله آهکی بودن خاک‌های زراعی، مصرف بیش از نیاز کودهای فسفاته، وجود آنیون بی‌کربنات در آب‌های آبیاری، کمی مواد آلی و مهم‌تر از همه عدم رواج کودهای محتوی روی است (۱۰). همچنین باید توجه داشت که ذرت از جمله گیاهان حساس به کمبود روی بوده و نیاز غذایی این گیاه به روی زیاد می‌باشد (۲). در آزمایشی، استفاده از اشکال آلی کودهای آهن عملکرد ماده خشک را در ذرت افزایش داد. در حالی که تأثیر اشکال معدنی، معنی‌دار نبود. اثر آهن در بهبود مادهٔ خشک عملکرد در نتیجه کاهش اثر منفی کربنات است، هم در خاک‌های آهکی و هم در خاک-های شنی غلظت آهن در برگ و ساقه افزایش پیدا کرد (۵۳). بالاترین غلظت آهن در ریشه گیاه ذرت و کمترین غلظت آن در بلال و چوب بلال یافت می‌شود. با تولید ۷/٤ تن دانه ذرت در هکتار ۱٤۳/ کیلوگرم آهن در دانه در هکتار و ۲/۷٤ کیلوگرم در هکتار آهن در علوفه وجود دارد و برگ‌ها به تنهایی بیش از نصف آهن را در خود جمع می‌کنند (۳۵). استفاده از کود سولفات پتاسیم باعث بهبود قابلیت جذب آهن می‌شود.این امر به دلیل کاهش PH خاک در نتیجه اثر سولفات می‌باشد (۷۰). در آزمایشی، غلظت آهن در ۲٤ محصول مورد بررسی قرار گرفت. در حالت کلی هنگامی که مقدار آهن کمتر از ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم در ماده خشک باشد نشانه کمبود آن است. وقتی مقدار بین ۲۵۰-۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد حد کفایت محسوب می‌شود. غلظت آهن در گیاهان جوان بالاتر می‌باشد.

غلظت آهن در گیاهان جوان ذرت ۳۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده و با افزایش سن قبل از کاکل دهی به ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم کاهش می‌یابد (٦۷). در ذرت رشد یافته در محیط کشت هیدروپونیک غلظت آهن در ریشه هنگام تنش آهن با سرعت کاهش می‌یابد (٦۹). با توجه به مطالب فوق، آزمایش تاثیر عناصر ریز مغذی (روی، آهن، بر و منگنز) و با اهداف ذیل صورت گرفت:

اهداف تحقیق

با توجه به اهمیت تولید ذرت به عنوان یک غله مهم تاثیر عناصر روی، آهن، بر و منگنز بر رشد و عملکرد آن، بررسی عملکرد ذرت با کاربرد هر کدام از عناصر مذکور در مقایسه با شرایط بدون کاربرد آن‌ها، ضروری می‌باشد. همچنین تفکیک عملکرد و تعیین سهم اجزاء عملکرد بر تولید ذرت و میزان تاثیر پذیری این اجزاء از عناصر روی،آهن، بر و منگنز می‌تواند تولید کننده‌گان را در کاربرد موثرتر این عناصر کمک کند.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ ذرت و اهمیت اقتصادی

ذرت[1] در بین غلات از نظر عملکرد بیشترین مقدار تولید را داراست و از لحاظ سطح زیر کشت بعد از گندم و برنج، مقام سوم را به خود اختصاص داده است. اما مقدار تولید آن برابر حجم تولید هر یک از دو غلهٔ فوق است و یکی از گیاهان غله‌ای مهم و درآمدزا به شمار می‌رود (٤). ذرت به مناسبت آن که دارای مواد قندی و نشاسته‌ای زیادی بوده و از طرفی مقدار محصول آن در واحد سطح بالاست، یکی از مناسب‌ترین محصولات برای علوفه سبز و یا سیلو می‌باشد (۸). ذرت بیشتر برای استفاده از دانه و سیلو کردن آن که دارای مصارف مختلف می‌باشد، کشت می‌گردد. نزدیک به ۲۰ الی ۲۵ درصد از تولیدات جهانی آن به صورت مستقیم در اشکال مختلف (آرد ذرت، شیرینی، کنسرو، فرنی ذرت) در تغذیهٔ انسان، حدود ٦۰ الی ۷۵ درصد به صورت‌های مختلف مانند دانه، خمیر، پودر و غیره به مصرف غذای دام می‌رسد. به علاوه تقریبا پنج درصد تولید نیز جهت فرآورده‌های صنعتی ذرت به کار می‌رود. ذرت یکی از ارزان‌ترین و خالص‌ترین منابع تولید مواد آلی جهت مصارف صنعتی است. در کارخانجات نشاسته سازی از ذرت نشاسته، خوراک دام، شربت قند و روغن استخراج می‌کنند. امروزه بیش از ۵۰۰ نوع فرآوردهٔ درجهٔ دوم از ذرت به دست می‌آید. از ساقه‌های ذرت در صنعت کاغذ سازی، مقوا سازی و از چوب

---

[1]- *Zea mays* L.

بلال نیز در تهیهٔ اسید استیک، قطران زغال و فورفورال که در صنایع رنگ و لاستیک سازی به کار می‌رود، استفاده می‌گردد (۳۰).

۲-۲ گیاه‌شناسی ذرت

ذرت گیاهی است تک لپه، ساقه بلند و یک ساله از خانواده گرامینه (پوآسه)[۱]، زیر خانواده مایدآ[۲]، از جنس زآ[۳] و از گونه مایز[۴] با ۲۰ عدد کروموزوم (۵) که شامل سه جنس مهم زآ[۵]، اکلانا[۶] و تریپساکوم[۷] می باشد. این گیاه بومی قاره آمریکا است (۳۰).

۲-۳ مورفولوژی و فیزیولوژی ذرت

ذرت دارای سه نوع ریشه‌های اولیه[۸]، ریشه‌های ثانویه[۹] و ریشه‌های هوائی[۱۰] می‌باشد. تعداد ریشه‌های اولیه ۵-۳ عدد بوده و بر خلاف ریشه‌های اولیه برخی از غلات که پس از تکمیل ریشه‌های ثانویه از بین می‌روند، در ذرت باقی مانده و از گیاه جدا نمی‌شوند. ریشه‌های ثانویه که به ریشه‌های دائمی یا ریشه‌های طوقی نیز مشهورند، به تعداد ۱۵ الی ۲۰ برابر ریشه‌های اولیه بوده و از میانگره ساقه و ۳-۵ سانتی‌متری زیر خاک تشکیل می‌گردد. نهایتا ریشه‌های هوائی که به ریشه‌های نابجا یا جانبی مشهورند، از گره‌های دوم و سوم بالای سطح خاک به وجود می‌آیند و ممکن است به استقرار نبات و همچنین جذب آب و مواد غذائی نیز مؤثر باشند.

قسمت اعظم ریشه در ذرت در عمق ۷۰ الی ۷۵ سانتی‌متری سطح خاک بوده و پراکندگی جانبی ریشه معمولا تا دو هفته قبل از تشکیل کاکل متوقف شده و رشد عمقی ریشه ادامه می‌یابد (۹). ذرت دارای ساقهٔ استوانه‌ای شکل است

۱- *Gramineae(poaeae)*
۲- *Maydeae*
۳- Zea
۴- *Mays*
۵- Zea
۶- *Oklena*
۷- *Tripsacum*
۸- Seminal roots
۹- Corenal roots
۱۰- Brace roots

که در مقطع عرضی بیضوی بوده و ساقه بند بند، گره‌دار، توپر و معمولا مستقیم و بدون انشعاب است (۸) با تعداد میانگره‌های بین ۸ الی ۲۱، طول ساقه بین ۶۰ سانتی‌متر الی ٦ متر و قطر ساقه نیز ۱/۵ الی ۵ سانتی‌متر و برگ با تعداد ۸ تا ٤۸ عدد که به طور متناوب بر روی ساقه قرار می‌گیرد. ذرت‌هائی که لیگول ندارند دارای برگ‌های ایستاده هستند که این طرز قرار گرفتن برگ‌ها باعث جذب بیشتر نور و در نتیجه افزایش فتوسنتز می‌شود. ذرت گیاهی است یک‌پایه و گل‌های نر تاجی به صورت خوشه‌ای منشعب در انتهای ساقه قرار گرفته است که به آن گل-آذین نر یا تاسل[۱] نیز می‌گویند. در روی خوشه نر خوشه‌های فرعی به صورت جفت، جفت قرار می‌گیرند. در هر سنبلک دو عدد گل یافت می‌شود که گل بالائی به لحاظ رشد کامل‌تر است. هر گل نر شامل سه پرچم، دو لودیکول و یک مادگی تکامل نیافته است (۵). از سنبلچه‌های جفتی، سنبلچه پائینی و بالائی به ترتیب بدون دم‌گل و با دم‌گل بوده و گل‌آذین نر قبل از بلال ظاهر می‌شود. گل‌آذین ماده یا سنبله ماده یا بلال که به وسیله برگ‌های تغییر شکل یافته احاطه شده است از جوانه‌های جانبی واقع در روی گره‌های ساقه ظاهر می‌گردد (۱). گل‌آذین ماده دارای خوشه‌ای با محوری نسبتا قطور است و بر روی آن سنبله‌های فرعی دوتائی در کنار هم قرار گرفته‌اند. هر سنبله فرعی دارای دو گل است که یکی از آن‌ها بارور شده و دیگری عقیم می‌ماند. اگر هر دو بارور شوند ترتیب دانه در بلال به هم می‌خورد. هر گل دارای تخمدانی است که از آن کاکل یا ابریشم به طول ۱۰ الی ۲۰ سانتی متر که مجموعا خامه و کلاله است، خارج می‌شود. سنبل ذرت توسط پوشش‌هائی که در حقیقت غلاف‌های تغییر شکل یافته برگ است، پوشیده شده است که به آن‌ها چمچه یا اسپات[۲] می‌گویند. گرده‌افشانی در ذرت ضمن آلوگام بودن، پروتاندر نیز هست. عمل گرده‌افشانی به وسیله باد صورت گرفته و ۹۵ درصد، به صورت دگرگشن و پنج درصد به صورت خودگشن است. دانهٔ ذرت میوهٔ گندمه یا کاریوپس[۳] میوه‌ای تک دانه‌ای خشک و نا شکوفا است. به طول ۹ الی ۱٦ میلی‌متر ، ٦ الی ۹ میلی‌متر عرض و ۳ الی ٦ میلی‌متر قطر داشته و ساختمان آن شامل پوست میوه یا پریکارپ[٤]: که ٦ درصد دانه را تشکیل داده و غنی از مواد سلولزی و همی‌سلولزی بوده و آن را از صدمات مکانیکی محافظت می‌کند. لایه آلورن که بلافاصله بعد از پوست قرار گرفته و رنگ آبی یا بنفش مربوط به وجود این لایه

۱-tasell
۲-Spatte
۳- cariyops
٤- pericarpe

است. پروتئین نیز در این لایه جمع می‌شود. نهایتا آندوسپرم یا لایه آردینه که همان بافت غذائی دانه بوده و ۸۵ درصد دانه را تشکیل می‌دهد. دو نوع آندوسپرم در دانهٔ ذرت دیده می‌شود، آندوسپرم سخت، شاخی یا شیشه‌ای و با پروتئین بالا به رنگ زرد و آندوسپرم نرم، آردی یا نشاسته‌ای و با پروتئین کم و نشاسته بالا به رنگ مات یا سفید. جنین دانه در کل ۸ الی ۱۲ درصد دانه را تشکیل می‌دهد و در پائین دانه قرار داشته و وزن هزار دانهٔ ذرت بین ۱۰۰ الی ٤۰۰ گرم است. دانه بدون جذب آب ۷۷ درصد نشاسته (دو سوم از نشاسته در دانه ذرت، معمولا آمیلوپکتین و یک سوم آن آمیلوز است)، ۹ درصد پروتئین، ۵ درصد چربی (تا ۷ درصد)، ۵ درصد پنتوزان، ۲ درصد قند و ۲ درصد خاکستر دارد. دانه از لحاظ شکل ظاهری، صفات مشخص آندوسپرم، کیفیت دانه و موارد مصرف به هفت گروه ذرت دندان اسبی[۱]، ذرت سیلوئی سخت[۲]، ذرت بو داده[۳]، ذرت آردی یا نرم[٤]، ذرت شیرین[۵]، ذرت مومی[٦]، ذرت غلاف‌دار[۷] تقسیم می‌شود. دو ژن اوپاکوریز[۸] و فلوریز[۹] باعث افزایش اسیدهای آمینهٔ لیزین و تریپتوفان در پروتئین ذرت گردیده در نتیجه کیفیت محصول ۳۰ الی ۵۰ درصد افزایش می‌یابد (۵).

۲-٤ اکولوژی ذرت

ذرت دارای تنوع رویشی بسیار گسترده‌ای است و کشت ذرت دانه‌ای در محدوده ٤۲ درجه در نیمکرهٔ جنوبی و ۵۳ درجه در نیمکرهٔ شمالی صورت می‌گیرد. اما ذرت علوفه‌ای را می‌توان در خارج از این محدوده نیز کشت نمود (۳۰). ذرت عموما مخصوص مناطق گرم بوده و یک گیاه چهار کربنه بوده و درجه حرارت عامل محدود کنندهٔ رشد این گیاه است. حداقل درجه حرارت برای جوانه‌زنی بذر ۱۰ درجه، مناسب‌ترین دما در دورهٔ رشد ۲۰ الی ۳۰ درجه، و درجه حرارت بحرانی در دوره رشد ۳۲ درجه سانتی‌گراد است. ذرت برای رشد و نمو به آب بالائی نیاز دارد. برای ذرت دانه‌ای آب و هوای آفتابی و نسبتا خشک لازم است. اما در کشت ذرت علوفه‌ای وجود رطوبت بالا

۱- Dente Corn
۲- Flint Corn
۳- Pop Corn
٤- Floor Corn
۵- Sweet Corn
٦- Waxy Corn
۷- Pod Corn
۸- Opoqurez
۹- Floryz

ضروری است. به طور کلی کشت دیم ذرت در مناطقی با بارندگی بیش از ۶۰۰ میلیمتر صورت می‌گیرد. مرحلهٔ بحرانی نیاز به آب در ذرت، یعنی در مرحلهٔ پیدایش گل‌آذین نر و ماده و گرده‌افشانی مقدار تبخیر و تعرق به بیشترین حد خود می‌رسد و کمبود آب در این مرحله، موجب عقیمی دانه‌های گرده و خوشه گردیده و خسارت ناشی از کمبود آب در این مرحله، غیر قابل جبران است. همچنین اگر رطوبت در مراحل مختلف رشد بیش از حد معمول باشد جذب فسفر و پتاس دچار اختلال می‌گردد. ذرت به طور طبیعی گیاه روز کوتاه بوده و با کوتاه شدن طول روز، گل دادن آن به جلو می‌افتد و روزهای بلند طول دورهٔ رویشی را طولانی نموده و سبب افزایش تعداد برگ‌ها و جثهٔ نبات می‌گردد. مقدار مادهٔ خشک تولیدی از زراعت کامل ذرت در واحد سطح بسیار بیشتر از تولید سایر گیاهان زراعی است و انرژی شیمیائی ذخیره شده در دانه‌های ذرت دو الی سه درصد کل انرژی خورشیدی است که در تمام دورهٔ رشد و نمو دریافت می‌دارد. گرچه ذرت در طیف وسیعی از خاک‌ها می‌روید اما مناسب‌ترین خاک برای ذرت خاک حاصلخیز، لومی عمیق و هوموس‌دار و با بافت متوسطی است که به خوبی زهکشی شده و ظرفیت نگه‌داری آب آن بالا باشد. کمبود مواد غذائی در خاک موجب طولانی شدن دورهٔ رشد و نمو گیاه می‌گردد. PH مناسب برای رشد ذرت ۵/۵ الی ۷ است (۵). ذرت نسبت به خاک‌های شور حساس بوده و در ۵، ۶ و۷ دسی-زیمنس بر متر به ترتیب ۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصد از عملکرد آن کاسته می‌شود. گیاه ذرت در مناطق معتدله توقع زیادی به زراعت قبلی در تناوب ندارد چون در بهار دیر کشت می‌شود، می‌توان آن را به سادگی در تناوب زراعی منطقه قرار داد (۳۰). نتایج تحقیقات اخیرا نشان می‌دهند که در مناطقی که ذرت به طور وسیعی کشت می‌گردد با حداقل عملیات زراعی[۱] و همچنین بدون عملیات زراعی[۲] می‌توان به همان نتایجی که از اجرای شخم و عملیات زراعی معمولی حاصل می‌گردد، دست یافت. لذا بستر بذر ذرت باید سفت و بستر ریشه تا حد ممکن و به مدت طولانی نرم باشد. ذرت پس از پنبه سازگاری خوبی نداشته و بهتر است در تناوب با آن قرار نگیرد و همچنین نسبت به رطوبت دورهٔ آیش عکس‌العمل خوبی نشان نمی‌دهد (۵).

۱- minimum tillage
۲- zero tillage

۲-۵ اهمیت کودها و مواد ریز مغذی

با توجه به مصرف بیشتر کودها در کشورهای توسعه یافته و تولید بیشتر در این کشورها مشخص می‌شود که حاصلخیزی خاک و استفاده از کودها نقش مهمی در افزایش تولید و بهبود وضعیت اقتصادی کشورها دارد (۱۲). تغذیه گیاه شامل تأمین، جذب و مصرف عناصر غذایی ضروری برای رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (۱۰). کودهای شیمیایی به عنوان عامل مهمی در جهت بهبود عملیات زراعی به شمار می‌آیند. البته نمی‌توان ادعا نمود که تمام افزایش تولید محصول نتیجه افزایش مصرف کودها می‌باشد ولی به هر حال می‌توان نتیجه گرفت که با مصرف متعادل کودهای شیمیایی همراه با عملیات زراعی بهتر به نتایج بهتری می‌توان دست یافت (۲). پیشرفت‌های اولیه در بهبود درک و مفاهیم حاصلخیزی خاک و تغذیه نبات کند بود، گرچه یونانی‌ها و اهالی روم در سال‌های بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ قبل از میلاد سهم قابل ملاحظه‌ای در این زمینه داشته‌اند. اعتبار بیشتر این امر به یوستوس ون لیبیگ مربوط بود که اطلاعات پراکنده در ارتباط با اهمیت عناصر غذایی معدنی برای رشد گیاه را جمع‌آوری و خلاصه نمود و تغذیه معدنی گیاهان به عنوان موضوع علمی جا افتاد. پیشرفت‌های علمی در تغذیه گیاهی و حاصلخیزی خاک انقلابی در تولید محصولات به وجود آورده است به طوری که ۵۰ درصد عملکرد ذرت و سایر غلات بدون احتساب بهبود کیفیت و ارزش غذایی محصول، معلول کاربرد کودهای تجارتی است (۱۸). عملکرد پایین محصول در بسیاری از کشورها در وهله اول مربوط به کمبود عناصر غذایی گیاهی است. مصرف صحیح و متناسب انواع کودها (شیمیایی، حیوانی، کمپوست گیاهی و کود سبز) مهم‌ترین و اساسی‌ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش میزان عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد. کاربرد صحیح و علمی کودهای شیمیایی برای حصول شرایط بهینه در بهره‌وری از منابع آب و خاک منوط به شناخت کامل قدرت حاصلخیزی، خاک تعیین نیاز گیاه به عناصر کودی پرمصرف و کم‌مصرف در شرایط مختلف اقلیمی و محیط کشت و سعی در تلفیق و اصلاح عوامل رشد به منظور برداشت عملکرد بهینه به طور مستمر می‌باشد (۱۰). کشورهایی که دارای کشاورزی پیشرفته هستند بیش از چهار درصد کود شیمیایی مصرفی آن‌ها را عناصر کم مصرف تشکیل می‌دهد (۲۶). عناصر غذایی کم‌مصرف در اعمال مختلف بیوشیمیایی سلول‌های گیاهی نقش غیرقابل انکاری دارند. کمبود عناصر غذایی

کم‌مصرف در گیاهان و محصولات زراعی گسترش جهانی دارد، به طوری که در ۳۰ کشور جهان، ۳۰ درصد از خاک‌های این کشورها به کمبود یک یا چند عنصر کم‌مصرف مبتلا هستند (۱٤). اثرات کمبود روی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک بویژه خاک‌های آهکی، در کاهش تولیدات کشاورزی مخصوصاً در غلات در اکثر کشورهای جهان از جمله هندوستان، چین، استرالیا، ترکیه و بالاخره ایران مشهود است، حتی در شرایطی بیش از ۵۰ درصد کاهش تولید در غلات را این کمبود سبب شده است. بی دلیل نیست که حدود ٤۰ درصد از مردم جهان از کمبود عناصر کم مصرف مخصوصاً روی رنج می‌برند. یکی از علل عمده کمبود روی با این گستردگی این است که غلات غذای اصلی مردم این قبیل کشورها را تشکیل می‌دهد. در استرالیا با تغذیه خوب و مصرف بالای گوشت، ٦۷ درصد مردان و ۸۵ درصد زنان نیاز روزانه خود به روی را تأمین ننموده و به ناچار از قرص‌های محتوی روی مصرف می‌کنند. بدیهی است در ایران و سایر کشورهای جهان سوم که بیش از ۵۰ درصد کالری مورد نیاز آن‌ها از نان و برنج تأمین می‌گردد این کمبود شدیدتر خواهدبود (۲٦). برای رسیدن به عملکرد بالای ذرت باید عوامل محیطی از جمله مواد غذایی برای رشد بهینه گیاه فراهم گردد. نگاهی به آمار ۳۰ ساله مصرف کود در کشور و مقایسه تفاوت میزان تولید کشاورزان نمونه کشور با مقدار متوسط تولیدات کشور، گویای این واقعیت تلخ است که مصرف ازت و فسفر فراوان در اکثر محصولات کشاورزی مسأله آفرین شده است. متأسفانه به دلیل فرهنگ غیرعلمی مصرف کود در جامعه کشاورزی که عمدتاً اوره و فسفات آمونیوم بوده و باعث شده تا علاوه بر بهم خوردن تعادل مواد غذایی در خاک، آلودگی محیط زیست، همچنین هدر رفت سرمایه‌های ملی کشور، عملکرد مناسبی از این محصول عاید نگردد. کمبود روی در خاک‌های آهکی ایران به دلایل متعدد منجمله آهکی بودن خاک‌های زراعی، مصرف بیش از نیاز کودهای فسفاته، وجود آنیون بی‌کربنات در آب‌های آبیاری، کمی مواد آلی و مهم‌تر از همه عدم رواج کودهای محتوی روی است (۱۰). همچنین باید توجه داشت که ذرت از جمله گیاهان حساس به کمبود روی بوده و نیاز غذایی این گیاه به روی زیاد می‌باشد (۲۵). گیاهان حاوی بیش از ۹۰ عنصر می‌باشد ولی فقط ۱٦ عنصر برای گیاه بسیار ضروری هستند. عناصر ضروری، براساس نیاز کمی گیاهان به دو گروه تقسیم می‌شوند. دسته‌ای که گیاه نیاز بیشتری به آن‌ها داشته و میزان مورد نیاز آن‌ها در بافت گیاهی معادل ۱۰۰