بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی
گروه زراعت و اصلاح نباتات

تاثیر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف کود در ذرت

استاد راهنما:
دکتر رئوف سید شریفی

استاد مشاور:
دکتر عبدالقیوم قلی پوری

نگارش:
علیرضا نعمتی

خرداد ماه - ۱۳۸۹

تقدیم به

پدر و مادرم اولین تفسیرکنندگان عشق، محبت و ایثار که در ذهن و دلم با حضور همیشگی خود تسلی بخش و نیرودهندهای برای ادامه راهم بوده و هستند و خواهند بود

نام خانوادگی دانشجو: نعمتی **نام:** علی رضا

عنوان پایان‌نامه: تأثیر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و کارآیی مصرف کود در ذرت

استاد راهنما: دکتر رئوف سیدشریفی **استاد مشاور:** عبدالقیوم قلی پوری

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی کشاورزی **گرایش:** زراعت **دانشگاه:** محقق اردبیلی

دانشکده: کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** ...۳../../۶.../۱۳۸۹ **تعداد صفحه:** .....

واژه‌های کلیدی: ذرت، عملکرد دانه، کارایی مصرف و بازیافت نیتروژن، مقدار و زمان مصرف نیتروژن

چکیده:

به منظور بررسی تاثیر مقدار و زمان مصرف نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه، برخی خصوصیات زراعی و کارآیی مصرف نیتروژن، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸ اجرا شد. کود نیتروژن با چهار سطح (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های اصلی، زمان مصرف کود نیتروژن در سه سطح (۳/۱ زمان کاشت + ۳/۱ ۸ تا۱۰ برگی + ۳/۱ ظهور گل تاجی، ۲/۱ زمان کاشت + ۲/۱ ظهور گل تاجی و ۲/۱ کاشت + ۴/۱ ۸ تا۱۰ برگی+ ۴/۱ ظهور گل تاجی) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. انباشت ماده خشک کل در تمامی ترکیبات تیماری ، به آهستگی تا دریافت ۳۰۰-۴۰۰ درجه روز-رشد بعد از کاشت روند صعودی داشت و سپس به طور سریعی تا ۸۵۰-۹۰۰ درجه روز-رشد افزایش یافت و از ۹۰۰ درجه روز-رشد تا رسیدگی، به اهستگی بواسطه افزایش پیری برگ ها و کاهش سطح برگ کاهش یافت. بیشترین میزان انباشت ماده خشک کل در کرت هایی مشاهده گردید که مقدار ۲۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن به صورت تقسیط مساوی در سه مرحله ۳/۱ زمان کاشت + ۳/۱ ۸ تا۱۰ برگی + ۳/۱ ظهور گل تاجی به کار برده شد. روند مشابهی نیز در سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی براورد گردید. افزایش در مقدار کود نیتروژن به طور معنی داری شاخص سطح برگ را افزایش داد. بیشترین مقدار آن در بالاترین سطح از کود نیتروزنی در صورت تقسیط مساوی کود در سه مرحله ۳/۱ زمان کاشت + ۳/۱ ۸ تا۱۰ برگی + ۳/۱ ظهور گل تاجی با دریافت ۸۵۰-۹۰۰ درجه روز-رشد و کمترین مقدار آن در پایین ترین سطح از کود نیتروزنی در صورت تقسیط مساوی کود در دو مرحله ۲/۱ زمان کاشت + ۲/۱ در مرحله ظهور گل تاجی براورد گردید که در مقایسه با عدم مصرف کود، ۵/۲۳ درصد افزایش نشان می‌داد. نتایج نشان داد که فیلوکرون، فاصله زمانی بین ظهور دو برگ بالغ متوالی، تحت تاثیر مقدار، زمان مصرف و اثر متقابل این دو قرار دارد. افزایش مقدار نیتروژن منجر به کاهش فیلوکرون و افزایش سرعت ظهور برگ شد. بین زمان های مصرف نیتروزن نیز از این نظر تفاوت های معنی داری وجود داشت. سرعت ظهور برگ ها در صورت تقسیط مساوی کود در سه مرحله ۳/۱ زمان کاشت + ۳/۱ ۸ تا۱۰ برگی + ۳/۱ ظهور گل تاجی بیشتر از دیگر زمان های مصرف بود. بالاترین سرعت ظهور برگ و نیز کوتاه ترین زمان برای فیلوکرون به ترکیب تیماری مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت تقسیط مساوی کود در سه مرحله ۳/۱ زمان کاشت + ۳/۱ ۸ تا۱۰ برگی + ۳/۱ ظهور گل تاجی تعلق داشت. مقدار، زمان و اثر متقابل این دو عامل بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه معنی دار شد. حداکثر عملکرد دانه (۶/۷۹۲۸ کیلوگرم در هکتار) به ترکیب تیماری مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت ۳/۱ زمان کاشت + ۳/۱ ۸ تا۱۰ برگی + ۳/۱ ظهور گل تاجی تعلق داشت. اثر ترکیب تیماری مقدارکود در زمان های مختلف مصرف آن بر کارایی مصرف کود معنی دار شد. حداکثرکارایی (۱۶/۳۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) مربوط به کرت هایی بود که مقدار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن بهصورت ۳/۱ زمان کاشت + ۳/۱ ۸ تا۱۰ برگی + ۳/۱ ظهور گل تاجی، و حداقل آن (۴۱/۱۹کیلوگرم بر کیلوگرم) مربوط به کرت هایی می شد که مقدار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت تقسیط مساوی در دو مرحله ۲/۱ زمان کاشت + ۲/۱ در مرحله ظهور گل تاجی به کار برده شد. بنابراین، به نظر می رسد که به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و دیگر شاخص های رشد مانند بیوماس کل و سرعت رشد محصول از سطح کودی ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار و به صورت تقسیط مساوی کود در سه مرحله ۳/۱ زمان کاشت + ۳/۱ ۸ تا۱۰ برگی + ۳/۱ ظهور گل تاجی در شرایط اقلیمی اردبیل استفاده شود.

فهرست مطالب :

عنوان ..... **صفحه**

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- تاریخچه و اهمیت اقتصادی ۴

۱- ۲- خصوصیات گیاه‌شناسی ذرت ۵

۱-۳- شرایط اقلیمی ۵

۱-۴- خاک ۶

۱-۵- نور ۷

۱-۶- عناصر غذایی و کود نیتروژن ۷

۱-۷- تاثیر مقدار نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی ذرت ۸

۱-۸- راه‌های هدر رفت نیتروژن ب ۱۳

۱-۹- تاثیر زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات زراعی ذرت ۱۴

۱-۱۰- کارایی مصرف نیتروژن ۱۷

۱-۱۱- تاثیر نیتروژن بر فیلوکرون و ظهور برگ ۲۱

۱-۱۲- تاثیر نیتروژن بر شاخص‌های رشدی ذرت ۲۲

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت محل اجرای آزمایش ۳۱

۲-۲- خصوصیات خاک محل آزمایش ۳۲

۲-۳- نوع طرح ولیری و تیمارهای آزمایشی ۳۲

۲-۴- نقشه طرح و عملیات زراعی ۳۲

۲-۵- صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آنها ۳۳

۲-۵-۱- شاخص‌های رشد ۳۳

۲-۵-۲- تعیین میزان نیترات اندام های هوایی ۳۵

۲-۵-۳- کارایی مصرف نیتروژن و بازیافت آن ۳۶

۲-۵-۴- تعیین عملکرد، اجزای عملکرد دانه و برخی دیگر از صفات ۳۷

۲-۶- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۳۷

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- شاخص‌های رشد ۳۹
۳-۱-۱- ماده خشک کل (TDM) ۳۹
۳-۱-۲- شاخص سطح برگ (LAI) ۴۳
۳-۱-۳- سرعت رشد محصول (CGR) ۴۸
۳-۱-۴- سرعت رشد نسبی (RGR) ۵۲
۳-۱-۵- سرعت جذب خالص (NAR) ۵۶
۳-۲- فیلوکرون و سرعت ظهور برگ ۶۰
۳-۳- عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ۶۶
۳-۳-۱- عملکرد دانه ۶۶
۳-۳-۲- تعداد ردیف در بلال ۶۷
۳-۳-۳- تعداد دانه در ردیف ۶۸
۳-۳-۴- تعداد دانه در بلال ۶۹
۳-۳-۵- وزن هزار دانه ۶۹
۳-۳-۶- بیوماس کل ۷۰
۳-۳-۷- شاخص برداشت ۷۱
۳-۳-۸- تعداد کل برگ ۷۲
۳-۳-۹- ارتفاع گیاه ۷۲
۳-۳-۱۰- ارتفاع بلال از سطح خاک ۷۳
۳-۳-۱۱- طول بلال ۷۳
۳-۳-۱۲- وزن خشک چوب بلال ۷۴
۳-۳-۱۳- قطر بلال ۷۵
۳-۳-۱۴- قطر چوب بلال ۷۶
۳-۳-۱۵- نیتروژن دانه ۷۶
۳-۳-۱۶- محتوی پروتئین دانه ۷۷
۳-۳-۱۷- عملکرد پروتئین دانه ۷۸
۳-۴- همبستگی بین صفات مورد بررسی ۸۷
۳-۵- کارایی مصرف و بازیافت نیتروژن دانه ۸۹

۳-۵-۱- کارایی مصرف نیتروژن دانه ۸۹
۳-۵-۲- بازیافت نیتروژن دانه ۹۰
نتیجه گیری کلی ۹۴
پیشنهادها: ۹۵
منابع مورد استفاده ۹۶

مقدمه

در سال ۱۹۳۰ میلادی جمعیت جهان در حدود ۲ میلیارد نفر بودند. این تعداد در سال ۱۹۹۰ بـه ۳/۵ میلیارد نفر رسید و در سال ۲۰۰۰ از ۶ میلیارد نفر تجاوز کرد و پیش بینی مـی شـود کـه در سـال ۲۰۲۵ میلادی به ۵/۸ میلیارد نفر برسد (فائو، ۲۰۰۱). در این راستا مشکل تغذیه مهم ترین دغدغه بشر به ویـژه در کشورهای فقیر و در حال توسعه به شمار می رود. افزایش سطح زیر کشت، تنها بخشی از این مشکل را می تواند حل کند، بنابراین لازم است استفاده از گیاهان پر بازده، به کارگیری عملیات زراعی پیشـرفته و استفاده بهینه از نهاده های کشاورزی، بیش از پیش مد نظر قرار گیرد. گیاهـان گـروه غـلات بـه طـور مستقیم و غیر مستقیم عمده‌ترین بخش مواد غذایی را تشکیل می‌دهنـد، لـذا بـا توجـه بـه اهمیـت ایـن محصولات، برنامه‌ریزی در جهت افزایش تولید این محصولات بسیار ضروری به نظر می‌رسد (طهماسبی سروستانی و همکاران، ۱۳۸۰). ذرت بعد از گندم و برنج، سومین گیاه غله‌ای مهم در دنیا محسـوب مـی شود. ذرت نه تنها یک منبع غذایی و علوفه ای برای دام محسوب می‌شود، بلکه فـرآورده هـایی از قبیـل گلوکز، نشاسته و روغن از آن به عمل می‌آید. ذرت در طیف دمایی وسیعی در مناطق گرمسـیری و نیمـه گرمسیری دنیا رشد می‌کند. دانه‌های ذرت ارزش غذایی بالایی داشته و حـاوی ۷۲ درصـد نشاسـته، ۱۰ درصد پـروتئین، ۸/۴ درصـد روغـن، ۵/۸ درصـد الیـاف، ۳ درصـد قنـد و ۷/۱ درصـد خاکسـتر اسـت (چادهاری، ۱۹۸۳). پتانسیل عملکرد ذرت در واحد سطح به گونه ای است که برداشت ۱۵ تا ۲۰ تن دانه در هکتار را در سطح تجاری امکان پذیر می سازد (تولنار و دیر، ۱۹۹۹). تولنار و لی (۲۰۰۲) معتقدند که ۶۰ درصد افزایش عملکرد این گیاه بر اثر عملیات به نژادی و ۴۰ درصد بر اثر عملیات به زارعی حاصل می شود. مصرف درست نیتروژن در مقدار و زمان مناسب می تواند در افزایش تولید موثر باشد. یکـی از عوامل موثر بر عملکرد ذرت حاصلخیزی خاک به ویژه از نظر کود نیتروژنی است (اوهارت و آندرادک، ۱۹۹۵؛ کاتسوایرو و همکاران، ۲۰۰۲). نیتروژن وظایف متعددی در گیاه بر عهده دارد و به عنـوان عنصـر ضروری در ساختار اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و بخش اسیدهای نوکلئیـک محسـوب مـی‌شـود (بلـود و همکاران، ۱۹۸۴). با این که آزمایش‌های کودی سال‌هاست که به طور وسیعی انجام می‌شـود و نیازهـای کودی گیاهان زراعی تا حدود زیادی مشخص شده است، ولی نتایج آزمـایش‌هـای مختلـف بـر اسـاس

عوامل محیطی و شرایط به زراعی دستخوش تغییر می‌باشند، چرا که این عوامـل در افـزایش محصـول و میزان کود مورد نیاز موثر می‌باشند (فرشادفر، ۱۳۷۳). ذرت گیـاهی کودپـذیر بـوده و واکـنش مثبـت بـه نیتروژن نشان می‌دهد و برای تولید بالا به مقدار مناسبی از نیتروژن نیازمنـد اسـت. بنـابراین، لازم اسـت مقدار مناسبی از کود نیتروژن در زمان مناسب استفاده شود (رضوان، ۲۰۰۳). تحقیقات متعدد حاکی از آن است که با انتخاب عوامل زراعی موثر همانند نیتروژن می‌توان عملکرد کمّی و کیفی ذرت را افزایش داد (کگب و آددیران، ۲۰۰۳؛ ویدیکومب و تلن، ۲۰۰۲). با این حال در بحث استفاده از کود نیتروژن مسـاله کارایی مصرف آن بسیار حایز اهمیت است، چرا که کارایی مصرف نیتروژن به ویژه در مناطق خشـک و نیمه خشک به دلیل پایین بودن مواد آلی خاک پایین است، به طوریکه کارایی استفاده از نیتروژن در دنیـا برای غلات در کشورهای در حال توسعه و پیشرفته به ترتیب ۲۹ و ۴۲ درصد گزارش شده است. کمـی کارایی استفاده از نیتروژن نه تنها به کمبود مواد آلی خاک منجر می شود، بلکه به هـدررفت آن از طریـق نیترات زدایی، آبشویی و تصعید آمونیوم نیز مربوط می شود که این امر در دراز مدت می تواند خطـرات زیان باری بر محیط زیست و آبهای زیرزمینی داشته باشد. بر اساس برخی بررسی ها در استفاده مفیـد و کارآمد از نیتروژن، نه تنها مقدا، بلکه زمان مصرف آن نیز بسیار مهم است. ثابت شده اسـت کـه مصـرف مقدار مناسبی از کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد گیاه به ویژه مراحل حساس به کمبود نیتـروژن، در افزایش بیوماس کل، تولید دانه و بهبود کارایی استفاده از کود می تواند مفیـد باشـد. در ایـن راسـتا ایـن آزمایش به منظور بررسی تاثیر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه و کارایی استفاده از آن در ذرت رقم کوردونا در شرایط اقلیمی اردبیل انجام گرفت تا مناسب ترین مقدار و زمـان مصـرف کـود نیتروژن برای دستیابی به بالاترین عملکرد دانه و کارایی مصرف کود تشخیص داده شود.

فصل اول:

بررسی منابع

۱-۱- تاریخچه و اهمیت اقتصادی

ذرت یک گیاه بومی آمریکای مرکزی و جنوبی است و سابقه کشت آن در دیگر نقاط جهان چندان طولانی نیست (مودب شبستری و مجتهدی، ۱۳۶۹؛ خدابنده، ۱۳۶۹). برطبق برخی از گزارش های باستان شناسی، مشخص شده است که در حدود ۴۵۰۰ سال پیش این گیاه در کشورهای آمریکای جنوبی کشت می‌شده است. تصور می شود که محل اصلی و اولیه اصلاح ذرت، کشور پرو و سپس مکزیک باشد. از بررسی های متعدد و مختلفی که در اثر تجزیه دانه های گرده ذرت در مکزیک به عمل آمده است، توانسته اند قدمت آن را در حدود ۸۰۰۰ سال تخمین بزنند (کریمی، ۱۳۷۵). ذرت در سال ۱۵۱۹ توسط فرناندوکورتز به اسپانیا و در اوایل قرن ۱۶ توسط پرتغالی‌ها به آفریقا، هند و چین آورده شده است. ورود ذرت به ایران را به دوران شاه اسماعیل صفوی نسبت می دهند. در عین حال با توجه به نام این گیاه در ایران و بالاخص آذربایجان که به گندم مکه معروف است، احتمال می‌رود توسط حجاج ایرانی از عربستان وارد شده باشد (بی نام، ۱۳۸۷).

مهم‌ترین کشورهای تولید کننده ذرت شامل آمریکا، آرژانتین، برزیل، کلمبیا، مکزیک، رومانی و فرانسه می‌باشد. عمده ترین مصارف آن در تغذیه دام و طیور به دلیل غنی بودن این گیاه از پروتئین و مواد قندی می‌باشد. به طوری‌که در این کشورها حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد تولید ذرت به صورت سیلویی یا علوفه تازه برای تغذیه دام می‌رسد. در آمریکای لاتین ذرت مهمترین غله محسوب شده و گندم و برنج در رده های بعدی قرار دارند (تولنار و مبیر، ۱۹۹۹). مواد تشکیل دهنده آن به طور تقریبی حاوی ۷۴-۵۲ درصد نشاسته، ۱۲-۲ درصد مواد چربی، ۲/۳-۷/۱ درصد سلولز، ۱۶-۵/۵ درصد مواد پروتئینی، ۴-۵/۰ درصد مواد معدنی و رطوبت آن ۱۵-۱۳ درصد می‌باشد. در صنعت از ساقه ذرت برای کاغذ سازی، مقوا

سازی و از آرد و جوانه ذرت در صنایع روغن کشی، تهیه گلوتن خوراکی، پلاستیک سازی، صابون سازی، غذای کودکان، الکل گیری و تولید مالت استفاده می‌شود (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶).

۱- ۲- خصوصیات گیاه‌شناسی ذرت

ذرت با نام علمی (*Zea mays* L) گیاهی است تک لپه، یکساله و تنها گونه زراعی وابسته به جنس Zea می باشد. این گیاه به تیره پوآسه، زیر تیره پانیکوئیده و طایفه مایدآ تعلق دارد و تعداد کروموزوم آن به ۲۰ عدد می رسد (نورمحمدی و سیادت، ۱۳۷۶). ذرت گیاهی یک پایه[1] است، بدین معنی که گل‌های نر و ماده جدا بوده، ولی بر روی یک پایه قرار دارد. گل‌های ماده ذرت توسط جوانه‌هایی که در قاعده غلاف برگ وجود دارد تشکیل می‌شود. محور سنبلچه‌های ذرت بعد از تکامل تبدیل به مغز بلال (چوب محور بلال) شده که در روی محور بلال سنبلچه‌های متعددی که به طور جفت قرار دارند و هر کدام دارای دو گل ماده می‌باشند، به وجود می‌آورند. دانه ذرت گندمه[2]، ساقه راست و مستقیم، برگ های آن شبیه سایر غلات و شامل پهنک بزرگ و غلاف است. طول برگ در حدود ۳۰ -۸۰ سانتی متر و در برخی موارد به ۱۵۰ سانتی‌متر می‌رسد. عرض آن در حدود ۱۰ سانتی‌متر و ضخامت آن ۲ میلیمتر است. ارتفاع آن در ارقام زودرس ۱ متر و در ارقام دیررس به ۳ متر نیز می‌رسد. ضخامت ساقه حدود ۳ سانتی‌متر و تعداد میان گره از ۸ تا ۱۴ عدد متغیر می‌باشد. تعداد برگ به طور متوسط ۱۲ تا ۱۸ عدد می‌باشد (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶).

۱-۳- شرایط اقلیمی

رطوبت، دما و میزان تابش نور خورشید بر رشد ذرت تاثیر می‌گذارد. خسارت بارندگی بر کیفیت علوفه و دانه برداشتی ذرت زیاد است. تاخیر در برداشت بواسطه شرایط اقلیمی نامساعد موجب می شود گیاه ذرت از نظر تولید کمی و کیفی علوفه و دانه با افت مواجه شود. دماهای بالا ممکن است که تجمع لیگنین را افزایش و کیفیت علوفه را پایین بیاورد. ذرت نیازمند گرما و دما بالا است. بهترین عملکرد دانه

---

[1] - Monoecious
[2] - Caryopsis

در مناطقی با تابستان گرم و تابش نور کافی و پاییز خشک به دست می‌آید. نیاز دمایی ارقام گوناگون آن بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه روز – رشد متفاوت است. دمای پایه برای ذرت ۱۰ درجه سانتی گـراد، بـرای جوانه زنی ۱۸ تا ۲۰ و برای رشد رویشی ۲۰ تا ۳۷ درجه سانتی گراد می باشد. در دماهـای بـالاتر از ۳۷ درجه سانتی گراد به دلیل مشکلات ناشی از تلقیح گل ها، پوکی دانه ها زیـاد مـی شـود. مناسـب تـرین محیط برای کشت این گیاه، ناحیه ای است که دمای آن دست کم به مدت ۳ تا ۴ ماه متوالی در سال بین ۲۱ تا ۳۲ درجه سانتی گراد باشد (کریمی، ۱۳۷۵). اگر دمای اواسط تابسـتان کمتـر از ۱۳ درجـه سـانتی گراد شود، میزان رشد گیاه کاهش و اگر کاهش دما طولانی شود، کشت ذرت در عمل غیر ممکن خواهد شد (کاظمی اربط، ۱۳۷۸). دمای بحرانی موثر بر عملکرد ذرت در حدود ۳۲ درجـه سـانتی گـراد اسـت (کریمی، ۱۳۷۵). میزان بارندگی ۶۰۰ تا ۷۰۰ میلی متر با توزیع مناسب، بـرای رشـد و نمـو ذرت کـافی می‌باشد. بـرای تولیـد یـک کیلـوگرم مـاده خشـک ذرت بـه حـدود ۴۱۵-۳۱۵ لیتـر آب احتیـاج اسـت (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). از نظر فیزیولوژیکی، ذرت دارای کارآیی تعرق بالایی می باشد. به ازای هر ۱۰۰۰ واحد آب مصرفی، به طور متوسط ۸۷/۲ واحد ماده خشک تولید می کند، بنابراین نسبت تعرق آن در حدود ۳۵۰ است. در گیاهانی مانند برنج، جو، گندم، یولاف و چاودار با مصـرف حـدود دو برابـر این میزان آب، یک واحد ماده خشک تولید می شود (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶).

۱-۴- خاک

حاصلخیزی خاک عملکرد کمی و کیفی ذرت را تحت تاثیر قرار می دهد. ذرت می توانـد در خـاک های مختلف رشد کند و به دلیل داشتن ریشه عمیق توسعه یافته و قدرت جذب مواد غذایی، نسـبت بـه حاصلخیزی خاک توقع زیادی ندارد. ذرت را می توان در اراضی متفاوت از نظـر حاصـلخیزی، بافـت و pH خاک کشت کرد (نورمحمدی و همکاران،۱۳۷۷). در حالت کلی، خـاک مناسـب کشـت ذرت بایـد دارای عمق کافی، نرم، قابل نفوذ و از تهویه مناسبی برخوردار باشد. از نظر آهک و هوموس غنی بـوده و دما کافی داشته باشد. زمین‌های رسی هوموسی و رسی شنی که عمق کافی داشته باشند، برای کشت ایـن گیاه مناسب هستند. برای رشد و نمو ذرت pH خاک باید بین ۵/۵ تا ۵/۶ و مناسب‌ترین آن بـین ۶ تـا ۷

باشد (کریمی، ۱۳۷۵). از عوامل دیگر تاثیر گذار بر روی عملکرد ذرت می توان به ولیده کردن زمین، عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، انتخاب بذر و زمان مناسب کاشت، داشت و برداشت اشاره کرد.

۱-۵- نور

ذرت گیاهی روز کوتاه است و گلدهی آن در شرایط روز کوتاهی تسریع می شود (کاظمی اربط، ۱۳۷۸). در مناطقی با روزهای بلند، تعداد برگ های آن افزایش می یابد، اندازه بوته بزرگ تر می شود و گلدهی آن تا فرا رسیدن روزهای کوتاه به تاخیر می افتد (کاظمی اربط، ۱۳۷۸). این گیاه جزو گیاهان C4 می باشد، در صورتیکه دمای مناسب در دوره رشد وجود داشته باشد، می تواند در مقایسه با گیاهان C3 از نور خورشید استفاده بیشتری کند. انرژی ذخیره شده در دانه های ذرت دو تا سه درصد کل انرژی خورشیدی است که در تمام مراحل رشد و نمو خود دریافت می کند و انرژی ذخیره شده در کل زیست توده آن ۶ تا ۸ درصد می باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۷).

۱-۶- عناصر غذایی و کود نیتروژن

ذرت به کود دامی واکنش مثبت نشان می دهد. میزان کاربرد کود دامی بین ۱۶ تا ۲۴ تن در هکتار متغیر است. از بین عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم از مهمترین عناصری هستند که باید هر ساله به خاک اضافه شود، ولی مصرف کود نیتروژن ضروری ترین عنصر در ذرت به شمار می رود. در خاک‌های با تهویه مناسب، نیترات (NO_3^-) فرم غالب و اصلی نیتروژن قابل دسترس در گیاهان است. جذب آن از خاک و الگوی توزیع در قسمت‌های مختلف گیاه بسیار مهم است.

نیتروژن عنصری ضروری است و برگشت اقتصادی مطلوب آن باعث شده است که این عنصر نقش بسیار مهمی در عملکرد گیاهان داشته باشد (احمد، ۲۰۰۰). کمبود آن به عنوان یکی از عاملهای محدود کننده اصلی تولید برای غلات به شمار می‌رود (شاه و همکاران، ۲۰۰۳). نیترات غیرقابل جذب توسط گیاه ممکن است آب‌های زیرزمینی یا سطحی را بوسیله آبشویی یا فرسایش خاک آلوده کند. به عبارت دیگر، جذب بالای نیترات سبب تجمع آن در گیاهان می‌شود که این موضوع خود یکی از نگرانی‌های

اصلی در سال‌های اخیر محسوب می‌شود (بائو-مینگ و همکاران، ۲۰۰۴). افزایش کارایی مصرف نیتروژن در گیاهان به عنوان راه حل اصلی در جهت کاهش تجمع نیترات و آبشویی آن در خاک مورد توجه است. منبع نیتروژن و روش کاربرد کود، همچنین، مسیر اتلاف نیتروژن از سیستم خاک- گیاه بعنوان عواملی اثرگذار بر کارایی مصرف نیتروژن شناسایی شده‌اند (رائون و جانسون، ۱۹۹۹).

مصرف نیتروژن روش مناسبی برای افزایش عملکرد ذرت است (نورود، ۲۰۰۰؛ واینهولد و همکاران، ۱۹۹۵)، ولی مدیریت نادرست، آلودگی محیط زیست و منابع زیرزمینی را در بر خواهد داشت (متسون و همکاران، ۱۹۹۷؛ هرمن و تاوب، ۲۰۰۵). مصرف کود نیتروژن در زمانی که نیتروژن خاک پایین است، می تواند عملکرد گیاه را به نحو قابل توجهی افزایش دهد (واینهولد و همکاران، ۱۹۹۵؛ سکستون و همکاران، ۱۹۹۶). تاثیر کود نیتروژن بر روی تولید ماده خشک ذرت، ناشی از توسعه سطح برگ، دوام سطح برگ و کارایی فتوسنتز سطح برگ می‌باشد (موچوو، ۱۹۸۸).

۱-۷- تاثیر مقدار نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی ذرت

از میان عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاه، نیتروژن اثر عمده ای در رشد داشته و در آزمایش‌های مختلف انجام شده، ارتباط مستقیم و مثبت آن با رشد بوته، عملکرد علوفه و دانه ذرت ثابت شده است (کگب و آدِدیران، ۲۰۰۳؛ کُستا و همکاران، ۲۰۰۲). نیتروژن رشد و نمو ذرت و عملکرد دانه را به نحو قابل توجهی تحت تاثیر قرار می دهد به خصوص در خاک‌هایی که با محدودیت قابلیت دسترسی به نیتروژن برخوردارند. بررسی های زیادی نشان داده است که کمبود نیتروژن موجب کاهش ارتفاع گیاه، وزن ساقه و جذب نیتروژن توسط گیاه می‌گردد (ایک، ۱۹۸۴؛ پاندی و همکاران، ۱۹۸۴؛ موچوو، ۱۹۸۸؛ مک کلوچ و همکاران، ۱۹۹۴).

جوکیلا و رندل (۱۹۸۹) گزارش نمودند که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی با افزایش بیشتر آن تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نشد. پراساد و سینگ (۱۹۹۰) مشاهده نمودند که در ارقام مختلف ذرت با افزایش میزان نیتروژن، ارتفاع بوته، طول بلال، وزن هزار دانه، وزن بلال، وزن هکتولیتر

و عملکرد دانه افزایش یافت. اولیری و رهم (۱۹۹۰) افزایش خطی عملکرد ماده خشک ذرت را با مقدار نیتروژن مصرفی در سه منطقه و افزایش خطی منحنی عملکرد ماده خشک ذرت را با مقدار نیتروژن در پنج منطقه گزارش نمودند. تاکر و مالهوترا (۱۹۹۱) دریافتند که وزن هزار دانه به طور معنی داری با کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن در مقایسه با شاهد افزایش یافت. هانوی (۱۹۹۲) گزارش کرد که تعداد دانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه بوده و تاثیر مثبت افزایش نیتروژن در بهبود عملکرد دانه بیشتر از طریق افزایش تعداد دانه در بلال است. کوکس و همکاران (۱۹۹۳) حداکثر عملکرد اقتصادی ماده خشک ذرت را با مقدار نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. جمیل (۱۹۹۶) گزارش کرد که عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با افزایش سطوح نیتروژن نسبت به شاهد افزایش یافت. صابر و همکاران (۲۰۰۰) و محمود و همکاران (۲۰۰۱) طی بررسی های جداگانه اعلام کردند که تعداد دانه در بلال با افزایش مقادیر نیتروژن به طور معنی‌داری افزایش یافت. اکبر و همکاران (۱۹۹۹) دریافتند که ارتفاع بوته با افزایش مقدار نیتروژن افزایش یافت.

بررسی های متعدد نشان داده است که افزایش میزان نیتروژن خاک، موجب افزایش حجم دانه و کاهش شکنندگی دانه‌های حساس می‌گردد که این به نوبه خود باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (بائور و والتر، ۱۹۸۶؛ زاباتا و ماسون، ۱۹۹۲). در آزمایشی در نیجریه با افزایش میزان نیتروژن از صفر تا ۱۰۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه افزایش یافت و با افزایش نیتروژن از ۱۰۹ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در میزان عملکرد دانه تغییری حاصل نشد (اویکن و همکاران، ۱۹۹۸). در یک بررسی با اعمال سطوح ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، قطر بلال، طول بلال با افزایش سطح کود نیتروژن افزایش معنی‌داری داشت که این افزایش اجزای عملکرد به نوبه خود باعث افزایش عملکرد دانه گردید، به طوری‌که عملکرد دانه بین ۴۱ تا ۴۵ درصد با افزایش سطح کود نیتروژن از ۲۰۰ به ۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت (اولگر و همکاران، ۱۹۹۷).

براساس بررسی های وانگ و همکاران (۱۹۸۹) و کارا و همکاران (۱۹۹۹) مشخص شده است که پائین‌ترین عملکرد ماده خشک از کرت‌های شاهد (کود داده نشده) به دست آمده و کاربرد نیتروژن عملکرد دانه ذرت را افزایش داد. یلماز و ساقلام تیمار (۱۹۹۶) گزارش کردند که اعمال کود نیتروژن در سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار تاثیر معنی‌داری بر روی تعداد برگ ذرت نشان نداد. مطالعات متعددی

نشان می‌دهد که ارتفاع گیاه با افزایش مقدار نیتروژن افزایش می‌یابد (یلماز و ساقلام تیمار، ۱۹۹۶؛ سرین و ساد، ۱۹۹۵؛ پارادکار و شارما، ۱۹۹۳). در حالت کلی کاهش عملکرد دانه ناشی از پائین بودن تعداد بلال‌ها (هاشمی دزفولی و هربرت، ۱۹۹۲a)، کمبود دانه در بلال (کوکس، ۱۹۹۶)، وزن دانه کمتر (هاشمی دزفولی و هربرت، ۱۹۹۲b) و یا ترکیبی از این اجزا می‌باشد. در تراکم های فشرده، ممکن است دانه به خوبی توسعه و نمو نیابد. این اتفاقات در برخی ژنوتیپ‌ها به واسطه گرده افشانی ضعیف که ناشی از یک دوره تاخیری ابریشم‌دهی در زمان ظهور گل تاجی (هاشمی دزفولی و هربرت، ۱۹۹۲b؛ اوتگویو، ۱۹۹۷) و یا به واسطه محدودیت در تهیه آسیمیلات باشد که منجر به سقط دانه و بلال می‌شود (کارلن و کمپ، ۱۹۸۵؛ زینزلمیر و همکاران، ۱۹۹۵). کوکس و همکاران (۱۹۹۳) حداکثر عملکرد ماده خشک اقتصادی ذرت با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش کردند. همچنین، آنان حداکثر شاخص برداشت را در مقادیر نیتروژن ما بین۱۲۰ تا ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار بدست آوردند. کوکس و همکاران (۲۰۰۱) با مصرف مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، نشان دادند که عملکرد ماده خشک و بلال ذرت در واکنش به مقادیر نیتروژن واکنش مثبت نشان داده و حداکثر عملکرد (به ترتیب با ۶/۲۰ و ۱/۱۷ تن بر هکتار) با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. علاوه بر این، مقدار نیتروژن بر شاخص برداشت تاثیر مثبت و معنی داری داشت.

با افزایش مصرف نیتروژن کاهش معنی‌دار دوره لازم برای ظهور گل تاجی و کاکل‌دهی و افزایش وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در بلال مشاهده شد (ال–رودها و ال–یونس، ۱۹۷۸). یوهارت و آندرید (۱۹۹۵) معتقدند که کاهش عملکرد در نتیجه کمبود نیتروژن هم از طریق کاهش تعداد دانه و هم وزن دانه صورت می‌گیرد و علت از بین رفتن دانه‌ها ممکن است عدم باروری یا افزایش سقط و یا عدم تکامل آنها باشد. در آزمایش قیصری و همکاران (۲۰۰۹) کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، بیوماس کل، وزن خشک برگ، ساقه و بلال داشت، ولی بر میزان قطر ساقه تاثیر معنی داری نداشت. آنان با در نظر گرفتن میزان نیتروژن موجود در خاک، بالاترین میزان بیوماس کل را با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آوردند. کمبود عناصر غذایی به ویژه نیتروژن موجب کاهش فعالیت‌های متابولیسمی (فتوسنتز و متابولیسم نیتروژن) و اختلال در حمل مواد فتوسنتزی به بلال (مقصد فیزیولوژیک اصلی) و کاهش جبران ناپذیر عملکرد دانه ذرت می‌گردد

(کوکس، ۱۹۹۶). رید و همکاران (۱۹۸۸) با بررسی تاثیر نیتروژن بر عملکرد ذرت‌های علوفه‌ای و دانه‌ای چنین نتیجه گرفتند که با افزایش نیتروژن، عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد بلال، تعداد دانه در بلال و وزن دانه افزایش می‌یابد.

کسکین و همکاران (۲۰۰۵) طی آزمایشی دو ساله با چهار سطح کودی صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر روی ارقام ذرت بیان داشتند که تاثیر مقادیر مختلف کودی بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد، آنان اظهار داشتند که بالاترین سطح نیتروژن (۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین مقدار پروتئین خام را به همراه داشت و به دنبال آن به ترتیب مقادیر ۱۶۰، ۸۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار قرار داشتند. با افزایش مقدار مصرفی نیتروژن، نسبت بلال به ماده خشک کل افزایش یافت، ولی بین سطوح کودی ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی داری وجود نداشت. مقادیر کودی ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالاترین ارتفاع بوته (به ترتیب ۴/۲۵۲ و ۸/۲۵۳ سانتی متر) را داشتند و بالاترین وزن خشک تک بوته (۵/۸۳۹ گرم) در بالاترین سطح کودی به دست آمد. ولین اله و همکاران (۲۰۰۹) عنوان داشتند که افزایش مقدار مصرفی نیتروژن مقدار بیوماس تولیدی، ارتفاع گیاه و بلال را در ذرت افزایش داد و اظهار داشتند که این افزایش ممکن است در نتیجه افزایش تعداد برگ و اندازه آنها در سطوح بالاتر کودی باشد.

دِجان وایلر و همکاران (۲۰۰۵) طی آزمایش سه ساله‌ای بر روی ذرت به افزایش تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در نتیجه مصرف نیتروژن اشاره داشته‌اند، هر چند در آزمایش ایشان میزان مقادیر نیتروژن به کار برده شده تاثیر یکسانی طی سه سال بر روی صفات اندازه‌گیری شده نشان نداد. طی تحقیقی عنوان شده است که مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تاثیری بر میزان برگ ذرت نداشت (یلماز و ساگلام تیمور، ۱۹۹۶). ایپرسیل و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که عملکرد پروتئین خام ذرت با مصرف کود نیتروژن افزایش یافت. بر اساس بررسی های سابدی و همکاران (۲۰۰۶) عملکرد دانه ذرت با افزایش مقدار نیتروژن به طور نمایی افزایش یافت و حداکثر عملکرد دانه با مقدار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. کستا و همکاران (۲۰۰۲) با به کارگیری سطوح مختلف کود نیتروژن در دو منطقه اُوتاوا و مکدونالد نشان دادند که با افزایش میزان نیتروژن تا ۸۵ کیلوگرم در هکتار، طول بلال حدود ۸ تا ۱۷ درصد و عملکرد دانه در منطقه اُوتاوا، ۴۳/۱ برابر و در منطقه مکدونالد،