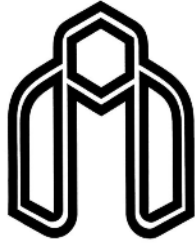


رسالة



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد

تأثیر مدیریت کود نیتروژن بر عملکرد و شاخص های رشد گندم زمستانه

دانشجو

زهرا شیرازی

استاد راهنما

دکتر احمد غلامی

استاد مشاور

دکتر مهدی برادران فیروزآبادی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

خرداد ۱۳۸۸

تقدیم به عزیزانم:

مادرم

که آفتاب مهرش بر آستانه قلبم تا ابد پابرجاست

و

پدرم

آن که وجودم برایش همه رنج و وجودش برایم همه مهر است.

تقدیر و تشکر

سپاس یزدان پاک را که بندگان را به علم‌آموزی و درک حقیقت سفارش نمود تا شاید هر یک دری به روی عظمت پنهانش بگشایند. اینک که به یاری خدا پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خویش را به پایان رسانده‌ام بر خویش وظیفه می‌دانم تا از کلیه عزیزانی که بنده را در این راه یاری نمودند و نظراتشان چراغ راه من بود کمال سپاس و قدردانی را به جای آورم.

از زحمات استاد مهربان و عزیزم جناب آقای دکتر غلامی که خالصانه راهنما و مشوق بنده در این پروژه بودند صمیمانه سپاسگزارم و برای ایشان سلامتی و طول عمر آرزو مندم. از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر برادران که در طی پروژه پیوسته راهنما و مشوقم بودند کمال امتنان و تشکر را دارم. بر خود وظیفه می‌دانم از کلیه اعضای هیأت علمی گروه زراعت دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود سپاسگزاری و تشکر نمایم. همچنین از جناب آقای مهندس مطهری‌نژاد مسئول آزمایشگاه زراعت و جناب آقای بیاری مسئول دفتر دانشکده کشاورزی، که کمال همکاری و مساعدت را داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم. از جناب آقای مهندس شاکری مسئول مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و کارکنان صدیق و زحمت کش مزرعه جناب آقای شفقی، محمدی و حسین‌پور که در تحقیق من از هیچ کوششی دریغ نورزیدند خالصانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از همکلاسی‌ها و دوستان مهربانم به‌خصوص خانم‌ها الهام ابراه، محبوبه بصیری، دریا محمدنظر و رادنوش جمالی که در تمام مراحل یاریم نمودند بی‌نهایت سپاسگزارم.

از پدر و مادر فداکار، دلسوز و صبورم که همواره تکیه‌گاه مطمئنی در پیچ و خم زندگی‌ام هستند، کمال تشکر را دارم.

زهرا شیرازی

بهار ۸۸

چکیده

به منظور بررسی تاثیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم زمستانه آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۴ تکرار و ۱۲ تیمار (۱۱ تیمار مختلف کودی همراه با یک تیمار شاهد) به اجرا درآمد. در ۵ تیمار مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ و ۱۵۰ و ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم اوره در نظر گرفته شد که در تمامی آنها ۵۰ کیلوگرم کود در مرحله کاشت و مابقی در ساقه روی به زمین اضافه شد. در ۳ تیمار دیگر با مقادیر کودی ۱۵۰ و ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم اوره، ۵۰ کیلوگرم در مرحله کاشت و ۵۰ کیلوگرم در گرده افشانی به صورت خاک کاربرد و مابقی در ساقه روی به زمین داده شد. در ۳ تیمار دیگر با مقادیر ۱۵۰ و ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم اوره نیز مانند ۳ تیمار قبلی کود استفاده شد، با این تفاوت که در مرحله گرده افشانی به جای کاربرد خاکی از محلول پاشی روی برگها استفاده گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر صفات: وزن خشک کل، ارتفاع بوته، عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد سنبلچه در سنبله، طول محور سنبله، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و تعداد سنبله در مترمربع معنی دار بوده و صفات مزبور تحت تاثیر مدیریت های مختلف مصرف کود نیتروژن قرار گرفتند. حداکثر عملکرد دانه و وزن هزار دانه و شاخص برداشت و تعداد سنبلچه در سنبله در تیمار کودی ۲۵۰ کیلوگرم و همراه با محلول پاشی در گرده افشانی حاصل شد و بیشترین وزن خشک کل بوته، وزن سنبله، طول محور سنبله، ارتفاع بوته و تعداد سنبله در متر مربع در تیمار کودی ۲۵۰ کیلوگرم اوره با حداکثر کوددهی در ساقه روی (۲۰۰ کیلوگرم) به دست آمد.

واژگان کلیدی: مدیریت مصرف نیتروژن، محلول پاشی، عملکرد، اجزای عملکرد، گندم.

فصل اول: مقدمه

مقدمه.....	۱
------------	---

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

۱-۲- تولید غذا و ضرورت تولید عناصر غذایی.....	۸
۲-۲- تقسیم بندی عناصر غذایی.....	۸
۳-۲- نیتروژن.....	۱۰
۴-۲- لزوم استفاده از نیتروژن به عنوان کود.....	۱۰
۵-۲- منابع نیتروژن.....	۱۱
۶-۲- نیاز گیاه به نیتروژن.....	۱۲
۷-۲- عوامل مهم در مدیریت مصرف کودهای نیتروژنی.....	۱۴
۸-۲- مقدار مصرف کود نیتروژن.....	۱۴
۹-۲- زمان مصرف نیتروژن.....	۱۵
۱۰-۲- روش مصرف کود نیتروژن.....	۱۷
۱۱-۲- تاثیر نیتروژن بر ویژگی های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم.....	۱۸
۱۲-۲- محلول پاشی نیتروژن: مزایا و مکانیسم.....	۲۰
۱۳-۲- عوامل موثر بر محلول پاشی و جذب برگی.....	۲۲
۱۴-۲- کود اوره و خصوصیات آن در تغذیه برگی.....	۲۴
۱۵-۲- تاثیر محلول پاشی کود اوره بر عملکرد و رشد گندم.....	۲۵

فصل سوم: مواد و روش ها

۱-۳- زمان و موقعیت محل اجرای طرح.....	۲۸
۲-۳- خصوصیات خاک محل آزمایش.....	۲۸

۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی..... ۲۹

شماره صفحه

فهرست مطالب

۴-۳- عملیات اجرایی..... ۲۹

۳-۴-۱- تیمارهای مورد آزمایش..... ۲۹

۳-۴-۲- آماده سازی زمین و کوددهی..... ۳۰

۳-۴-۳- کاشت بذر..... ۳۰

۳-۵- عملیات داشت و برداشت..... ۳۱

۳-۵-۱- مبارزه با علفهای هرز و دفع آفات..... ۳۱

۳-۵-۲- آبیاری..... ۳۱

۳-۵-۳- برداشت..... ۳۱

۳-۶- صفات مورد ارزیابی..... ۳۲

۳-۶-۱- عملکرد و اجزای عملکرد..... ۳۲

۳-۶-۲- تجزیه و تحلیل شاخصهای رشد..... ۳۲

۳-۶-۲-۱- شاخص سطح برگ (LAI)..... ۳۳

۳-۶-۲-۲- سرعت رشد گیاه (CGR)..... ۳۳

۳-۶-۲-۳- سرعت رشد نسبی (RGR)..... ۳۳

۳-۶-۲-۴- سرعت جذب خالص (NAR)..... ۳۴

۳-۶-۲-۵- تغییرات وزن خشک کل (TDW)..... ۳۴

۳-۷- محاسبات آماری طرح..... ۳۴

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- بررسی عملکرد و اجزای عملکرد..... ۳۶

۴-۱-۱- وزن خشک کل بوته..... ۳۶

۴-۱-۲- تعداد سنبله..... ۳۷

۴-۱-۳- وزن سنبله..... ۳۸

۴-۱-۴- طول محور سنبله..... ۴۰

شماره صفحه

فهرست مطالب

۴-۱-۵- تعداد سنبلچه در سنبله..... ۴۰

۴-۱-۶- تعداد دانه در سنبله..... ۴۲

۴-۱-۷- وزن هزار دانه..... ۴۳

۴-۱-۸- عملکرد دانه..... ۴۴

۴-۱-۹- شاخص برداشت..... ۴۶

۴-۱-۱۰- ارتفاع بوته..... ۴۷

۴-۲- آنالیزهای رشد..... ۴۹

۴-۲-۱- تغییرات وزن خشک (TDW)..... ۴۹

۴-۲-۲- تغییرات سرعت رشد محصول (CGR)..... ۵۲

۴-۲-۳- تغییرات شاخص سطح برگ (LAI)..... ۵۴

۴-۲-۴- تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR)..... ۵۶

۴-۲-۵- تغییرات سرعت جذب خالص (NAR)..... ۵۸

۴-۳- مقایسات اورتوگونال..... ۶۰

۴-۳-۱- مقایسه محلول پاشی کود اوره و کاربرد خاکی آن در مرحله گرده افشانی..... ۶۰

۴-۳-۱-۱- تاثیر روش کوددهی در گرده افشانی بر عملکرد دانه..... ۶۱

۴-۳-۱-۲- تاثیر روش کوددهی در گرده افشانی بر وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله..... ۶۲

۴-۳-۱-۳- تاثیر روش کوددهی در گرده افشانی بر وزن خشک کل و شاخص برداشت..... ۶۳

۴-۳-۱-۴- تاثیر روش کوددهی در گرده افشانی بر تعداد سنبله در مترمربع..... ۶۴

۴-۳-۲- تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم..... ۶۵

۴-۳-۲-۱- تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر وزن خشک کل..... ۶۶

۴-۳-۲-۲- تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر تعداد سنبله در مترمربع..... ۶۷

۴-۳-۲-۳- تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه..... ۶۸

۴-۳-۲-۴- تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد دانه و شاخص برداشت ۶۹

شماره صفحه

فهرست مطالب

۴-۴- نتیجه گیری ۷۰

۴-۵- پیشنهاد ۷۱

مراجع

منابع و مراجع ۷۲

پیوست

پیوست ۸۴

- جدول (۱-۳) - نتایج تجزیه فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه..... ۲۸
- جدول (۲-۳) - تیمارهای تقسیط کود نیتروژن..... ۲۹
- جدول (۱-۴) - مجموع مربعات عملکرد و اجزای عملکرد گندم پس از انجام مقایسات اورتوگونال ۶۱
- جدول (۲-۴) - مجموع مربعات عملکرد و اجزای عملکرد گندم پس از انجام مقایسات اورتوگونال ۶۶
- جدول پ ۱- میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تاثیر تیمارهای مختلف کاربرد کود نیتروژن ۸۵
- جدول پ ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر وزن خشک بوته به روش دانکن..... ۸۶
- جدول پ ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر وزن تعداد سنبله در مترمربع به روش دانکن..... ۸۶
- جدول پ ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر وزن یک سنبله به روش دانکن ۸۷
- جدول پ ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر وزن سنبله (گرم در مترمربع) به روش دانکن ۸۷
- جدول پ ۶- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر طول محور سنبله به روش دانکن ۸۸
- جدول پ ۷- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر تعداد سنبلچه در سنبله به روش دانکن ۸۸
- جدول پ ۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر تعداددانه در سنبله به روش دانکن ۸۹
- جدول پ ۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر وزن هزار دانه به روش دانکن ۸۹
- جدول پ ۱۰- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد دانه به روش دانکن ۹۰
- جدول پ ۱۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر شاخص برداشت به روش دانکن..... ۹۰
- جدول پ ۱۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر ارتفاع بوته به روش دانکن..... ۹۱

- شکل (۳-۱) - نقشه طرح آزمایشی..... ۳۱
- شکل (۴-۱) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک کل بوته..... ۳۷
- شکل (۴-۲) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر تعداد سنبله در مترمربع..... ۳۸
- شکل (۴-۳) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر وزن یک سنبله..... ۳۹
- شکل (۴-۴) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر وزن سنبله در متر مربع..... ۳۹
- شکل (۴-۵) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر طول محور سنبله..... ۴۰
- شکل (۴-۶) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر تعداد سنبلچه در سنبله..... ۴۱
- شکل (۴-۷) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر تعداد دانه در سنبله..... ۴۳
- شکل (۴-۸) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر وزن هزار دانه..... ۴۴
- شکل (۴-۹) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه..... ۴۶
- شکل (۴-۱۰) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر شاخص برداشت..... ۴۷
- شکل (۴-۱۱) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر ارتفاع بوته..... ۴۸
- شکل (۴-۱۲) - روند تغییرات وزن خشک کل بوته در مقادیر مختلف کود نیتروژن..... ۵۰
- شکل (۴-۱۳) - روند تغییرات وزن خشک کل بوته در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی..... ۵۱
- شکل (۴-۱۴) - روند تغییرات سرعت رشد محصول در مقادیر مختلف کود نیتروژن..... ۵۳
- شکل (۴-۱۵) - روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی..... ۵۳
- شکل (۴-۱۶) - روند تغییرات شاخص سطح برگ در مقادیر مختلف کود نیتروژن..... ۵۵
- شکل (۴-۱۷) - روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی..... ۵۵
- شکل (۴-۱۸) - روند تغییرات سرعت رشد نسبی محصول در مقادیر مختلف کود نیتروژن..... ۵۶

- شکل (۴-۱۹) - روند تغییرات سرعت رشد نسبی محصول در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی ۵۷
- شکل (۴-۲۰) - روند تغییرات سرعت جذب خالص در مقادیر مختلف کود نیتروژن ۵۸
- شکل (۴-۲۱) - روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی ۵۹
- شکل (۴-۲۲) - تاثیر روش کوددهی بر عملکرد دانه ۶۲
- شکل (۴-۲۳) - تاثیر روش کوددهی بر وزن هزار دانه ۶۳
- شکل (۴-۲۴) - تاثیر روش کوددهی بر تعداد دانه در سنبله ۶۳
- شکل (۴-۲۵) - تاثیر روش کوددهی بر وزن خشک کل بوته ۶۴
- شکل (۴-۲۶) - تاثیر روش کوددهی بر شاخص برداشت ۶۴
- شکل (۴-۲۷) - تاثیر روش کوددهی بر تعداد سنبله در مترمربع ۶۵
- شکل (۴-۲۸) - تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر وزن خشک کل بوته ۶۷
- شکل (۴-۲۹) - تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر تعداد سنبله در مترمربع ۶۷
- شکل (۴-۳۰) - تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله ۶۸
- شکل (۴-۳۱) - تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر وزن هزار دانه ۶۸
- شکل (۴-۳۲) - تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد دانه ۶۹
- شکل (۴-۳۳) - تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر شاخص برداشت ۶۹

فصل اول

مقدمه

مقدمه:

از ۳۵۰ هزار گونه گیاهی موجود بر روی زمین، تنها ۱۵ گونه در سطح تجاری تولید شده و بخش عمده عرضه غذا در بازار جهانی را تشکیل می‌دهند (کسرای، ۱۳۷۲). به دلیل وابستگی شدید ما به تعداد محدودی از گونه‌های گیاهی، رفاه بشر در آینده به شدت در گرو میزان شناختی است که ما درباره تولید و تطابق پذیری بالقوه این گیاهان کسب می‌کنیم. بیش از نیمی از این ۱۵ گونه مهم گیاهی را غلات تشکیل می‌دهند. غلات از مهم‌ترین گیاهان زراعی می‌باشند که تأمین‌کننده ۷۰ درصد نیازهای غذایی جمعیت کره زمین می‌باشند (کسرای، ۱۳۷۲). گندم نان بی‌شک در بین گیاهان انگشت شماری که به عنوان منبع غذایی در سطح گسترده‌ای کشت می‌شوند، نقش عمده‌ای ایفا می‌کند. از اوایل دهه ۱۹۵۰ تولید جهانی گندم تنها به دلیل بهبود عملکرد افزایش یافت. اگر افزایش چشمگیر سطح زیر کشت گندم مورد انتظار نباشد، افزایش آتی تولید، بیش از پیش به توانایی ما برای حفظ روند افزایش عملکرد بستگی خواهد داشت. از آنجایی که جمعیت جهان به افزایش خود ادامه می‌دهد، ما باید حداقل قادر به حفظ نرخ افزایش عملکردی که در بیشتر سالهای نیمه دوم قرن بیستم تجربه شد، باشیم تا بتوانیم نیازهای پیش‌بینی شده را برآورده سازیم. حدود نیمی از بهبود عملکرد گندم از طریق پیشرفت ژنتیکی ناشی شده و نیمی دیگر به دلیل بهبود فناوری‌ها و عملیات زراعی است (کافی و همکاران، ۱۳۸۴).

متخصصین فیزیولوژی گیاهی از دیر باز هنگام تلاش برای مشخص کردن فاکتورهایی که عملکرد را کنترل می‌کنند، یک رهیافت جزء گرایانه اتخاذ کرده‌اند و معمولاً این‌طور فرض می‌کنند که بهبود در یک یا چند فرآیند محدود منجر به افزایش چشمگیر عملکرد می‌شود. فرایندهایی که به‌طور قابل ملاحظه‌ای روی رشد و نمو گندم موثر هستند، شامل جذب و متابولیسم عناصر غذایی، فتوسنتز و تنفس، اختصاص کربن، پیری و مرگ و روابط آبی گیاه می‌باشند. هم‌اکنون این باور همگانی وجود دارد که عملکرد دانه گندم، یک تابع و تلفیقی از تمام این فرآیندها است و هر یک از آن‌ها می‌توانند توسط شرایط اقلیمی در طی فصل رشد و عملیات زراعی تغییر یابند.

در حال حاضر ارقام پر محصول تولید شده از نظر پروتئین و خواص نانوائی فقیرند. در چنین شرایطی، استفاده از تکنیک‌های صحیح زراعی و زمان بندی دقیق مصرف کودهای شیمیایی بخصوص کود نیتروژن ممکن است با حصول عملکرد بالاتر، این مشکل را نیز تا حدود زیادی رفع نماید (عباس دخت و مروی، ۱۳۸۳). از آنجایی که افزایش عملکرد گندم با توجه به افزایش نیاز روز افزون به این گیاه اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد، در این میان نقش عناصر غذایی در افزایش عملکرد در واحد سطح بسیار مهم است. به نحوی که عملکرد کم محصولات زراعی از جمله گندم در بسیاری از نقاط دنیا مربوط به کمبود عناصر غذایی است (سرمندیا و کوچکی، ۱۳۷۲).

نیتروژن عنصری است که کمبود آن اغلب اوقات عملکرد محصولات زراعی را محدود می‌کند. نیتروژن برای تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها ضروری بوده و باعث افزایش سطح برگ و دوام آن و نیز افزایش تعداد پنجه و بقای آن می‌گردد که در نتیجه این عوامل تولید ماده خشک بیشتر می‌گردد (سیمپسون و همکاران، ۱۹۸۲).

واکنش گیاه به نیتروژن، حتی در مدیریت‌های صحیح زراعی، در بین مناطق و سالها و برحسب آب و هوا و حاصلخیزی خاک بسیار متغیر است. این گوناگونی نتایج به تفاوت‌های فصلی در میزان و توزیع بارندگی و تفاوت‌های مکانی در ذخایر نیتروژن خاک ارتباط دارد (روث و مارشال، ۱۹۸۷). برای رشد و نمو مطلوب گیاهان زراعی، تأمین نیتروژن مورد نیاز آن‌ها در طول مراحل رشد تعیین مقدار مناسب کود نیتروژن و تأمین مداوم این عنصر در طول دوره رشد دارای اهمیت است. بدین ترتیب اینگونه می‌توان نتیجه گرفت که زمان و نحوه مصرف کودهای نیتروژنه نقش بسیار مهمی در میزان تولید محصولات زراعی دارد (حسینی و مفتون، ۱۳۸۴). تعیین مقدار نیتروژنی که طی مرحله رویشی توسط فرآیند معدنی شدن قابل دسترس می‌شود، به دلیل پیچیدگی عوامل مؤثر، امری دشوار می‌باشد (الیسون، ۱۹۶۶).

مسئله مهم دیگر پس از تعیین میزان بهینه نیتروژن، زمان توزیع کود است. تقاضای نیتروژن گندم در طی زمستان در حداقل مقدار خود است و پس از ساقه دهی سریعاً افزایش و پس از گلدهی

به تدریج کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، کود نیتروژن در خاک بسیار متحرک است که این امر خطر آشفته‌باری را در پی دارد. بنابراین تقسیط کود و زمان صحیح مصرف آن در ارتباط با تقاضای متغیر محصول در طی چرخه زندگی، جنبه مهمی از کود دهی نیتروژن به شمار می‌رود (کافی و همکاران، ۱۳۸۴).

مقدار و زمان مصرف نیتروژن می‌تواند بر رشد و نمو بوته‌ها و نهایتاً بر اجزای عملکرد ودانه مؤثر واقع شود. بعنوان مثال زمان مصرف نیتروژن در تعیین نسبت پنجه‌های باقی مانده برای تولید سنبله ممکن است بسیار مهم باشد، در صورتی که تأمین نیتروژن در پایان دوره آغازش سنبله که تقاضای بوته به شدت در حال افزایش است، ممکن است بر بقای سنبله و گلچه تأثیر داشته باشد (امام، ۱۳۸۳). پس از تصمیم‌گیری در مورد میزان مصرف کود، لازم است در مورد چگونگی توزیع آن در طول فصل رشد برای کسب حداکثر تأثیر تصمیم‌گیری شود. این امر مستلزم شناخت هدر روی بالقوه نیتروژن به ویژه به وسیله آشفته‌باری و دی‌نیتریفیکاسیون در طول زمستان و بهار و تغییر فصلی در نیاز نیتروژن می‌باشد. به طوریکه در حال حاضر علی‌رغم اینکه مصرف کودهای شیمیایی در ایران بالاتر از متوسط جهانی و معادل متوسط مصرف کود در کشورهای توسعه یافته است، میزان تولید در واحد سطح عمدتاً به دلیل عدم شناخت نیاز واقعی گیاه، زمان نیاز و عدم تعادل بین عناصر غذایی پائین تر از این کشورها است (ملکوتی، ۱۳۸۴).

به نظر می‌رسد که بررسی پیرامون مدیریت مناسب مصرف نیتروژن در گندم، به نحوی که علاوه بر ظهور پتانسیل عملکرد، امکان بهبود خواص کیفی آن را فراهم سازد، حائز اهمیت باشد (شهسواری و صفاری، ۱۳۸۴). اگر چه با توجه به نیاز متفاوت غلات به نیتروژن در مراحل مختلف رشد، مصرف نیتروژن برای آن‌ها در چند مرحله توصیه می‌شود اما باید توجه داشت که این عمل در مناطقی که پراکنش باران مناسب باشد، امکان‌پذیر خواهد بود و در مناطق خشک مصرف نیتروژن بلافاصله قبل از مرحله گلدهی گندم موفقیت‌آمیز نخواهد بود و مصرف کود نیتروژن به صورت سرک در موقع گلدهی یا بعد از آن دارای اشکالاتی می‌باشد. از جمله اینکه به علت رشد رویشی گندم، رفت

و آمد وسایل کودپاشی مشکل بوده و باعث صدمه دیدن گیاه می شود. از طرف دیگر مقداری از کود پاشیده شده بین برگ ها و ساقه ها تجمع پیدا می کند و به زمین نمی رسد (سجادی، ۱۳۶۱ و لطف اللهی و ملکوتی، ۱۳۷۷). علاوه بر آن مصرف کود نیتروژن به خاک در اواخر دوره رویش گیاه ممکن است به دلیل خشک بودن سطح خاک و کاهش فعالیت ریشه چندان مناسب نباشد (عباس دخت و مروی، ۱۳۸۳). از این جهت، یافتن روش مناسب برای جبران نیتروژن مورد نیاز گندم در مراحل زایشی ضروری به نظر می رسد به همین دلیل مصرف نیتروژن در این مرحله علاوه بر تأثیر بر عملکرد دانه، کیفیت دانه آن را نیز افزایش خواهد داد.

یکی از روش هایی که به عنوان مکمل برای مصرف کودهای نیتروژنه در خاک مطرح می شود، محلول پاشی کود اوره است (فیضی اصل و همکاران، ۱۳۸۲). محلول پاشی نیتروژن به جهت مزیت های متعددی چون جذب سریعتر و بیشتر توسط گیاه، آسانی کاربرد و غیره می توان به عنوان راهی سریع و کارآمد جهت رفع نیاز غذایی گیاه مطرح باشد. به طوریکه این مسئله در سالهای اخیر به مقدار زیاد توجه کشاورزان را به خود جلب نموده است (سالمون و همکاران، ۱۹۹۰).

تغذیه گیاه از طریق شاخ و برگ، بیشتر در مورد عناصر کم مصرف بوده و در محصولات باغی استفاده وسیعتری داشته است. با این وجود محلول پاشی عناصر پر مصرف مثل نیتروژن گرچه قادر به تأمین نیاز غذایی گیاه نیست اما به عنوان تکمیل کننده نیاز گیاه در محصولات زراعی نقش مهمی را ایفا می کند. محلول پاشی اوره از اوایل دهه ۱۹۵۰ مطرح بوده و در مقایسه با مصرف خاکی دارای مزایای مختلفی است. در این روش برگ ها مهمترین اندام جذب کننده نیتروژن محسوب می شوند و کارایی انتقال نیتروژن به دانه بسیار بالاست بطوریکه در این روش حدود ۸۰ درصد نیتروژن جذب شده به دانه ها انتقال می یابد. نتایج پژوهش های انجام شده نشان می دهد که محلول پاشی اوره در مراحل مختلف رشد گندم عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد ماده خشک، شاخص براشت، مقدار پروتئین و کیفیت نانوائی و راندمان استفاده از نیتروژن را افزایش می دهد (قرنجیک و گالشی، ۱۳۸۰). تعداد زیادی از پژوهشگران اعتقاد دارند که اواخر دوره رشد گیاه در مناطق خشک مناسب ترین زمان

انجام عمل محلول پاشی اوره است. لازم به ذکر است که محلول پاشی نیتروژن به هیچ وجه کود پایه مورد نیاز گیاه را جبران نمی‌کند و معمولاً از این روش هنگام ظهور علائم کمبود و همچنین به منظور افزایش کیفیت محصول استفاده می‌شود (وارگا و اسونجاک، ۲۰۰۵).

با توجه به اینکه تعیین مقدار، زمان و روش مناسب مصرف کود نیتروژن برای تعیین واکنش محصول نسبت به کود نیتروژن ضروری است، این موضوع به طور گسترده طی آزمایش‌هایی که در طول سال‌های متمادی انجام شده مورد مطالعه قرار گرفته است. در این گونه آزمایش‌ها تغییرات منطقه‌ای خاک، شرایط آب و هوایی و ارقام حائز اهمیت است زیرا ممکن است شرایط محیطی با میزان مصرف کود نیتروژن واکنش متقابل داشته باشد. این آزمایش جهت بررسی تاثیر مدیریت‌های مختلف کود نیتروژن بر روی یکی از ارقام مهم مورد کشت (الوند) در منطقه انجام گردید تا واکنش رقم مزبور نسبت به مدیریت‌های مختلف کاربرد نیتروژن مشخص گردد.

فصل دوم

مروری بر مطالعات انجام شده

۱-۲- تولید غذا و ضرورت تامین عناصر غذایی

جمعیت جهان به طور روزافزونی در حال افزایش است و پیش بینی می شود که جمعیت دنیا تا سال ۲۰۲۵ به ۸ میلیارد نفر برسد و اغلب پیش بینی کرده اند که کمبود جدی مواد غذایی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک تشدید خواهد شد. تقاضا برای مصرف مواد غذایی در کشورهای کمتر توسعه یافته از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۳۰ حدود ۲/۷ برابر خواهد بود. بنابراین، بحران غذایی از مسایلی است که انسان امروزی با آن روبرو است (نورمن و همکاران، ۱۳۷۷).

از مهمترین دستاوردهای نیمه قرن بیستم، افزایش تولید غذا به موازات افزایش جمعیت انسان از ۲/۵۲ میلیارد نفر در سال ۱۶۵۰ به ۶ میلیارد نفر در حال حاضر بوده است. از آنجایی که سرچشمه غذای تمام حیوانات و انسان از گیاهان می باشد و گیاهان نیز برای رشد و نمو به عناصر غذایی نیازمند هستند، لذا مدیریت تغذیه محصولات کشاورزی می تواند به عنوان یکی از ابزارهای رسیدن به هدف اصلی که حفظ تولید مواد غذایی در سطح تامین نیازهای رشد جمعیت است، مورد توجه قرار گیرد. در مدیریت تغذیه محصولات کشاورزی باید تمام منابع غذایی گیاهی مورد توجه قرار گیرند. منابع اصلی عناصر غذایی شامل : ۱- آزاد شدن عناصر غذایی از ذخایر خاک مثل مواد آلی خاک ۲- کود دامی ۳- بقایای گیاهی در حال تجزیه ۴- تثبیت زیستی نیتروژن ۵- آب آبیاری و جذب هوایی ۶- کودهای مصرفی می باشند. محصولات کشاورزی به تمام عناصر غذایی به مقدار کافی نیاز دارند تا به سرعت رشد و نمو نموده و عملکردهای بالایی را تولید کنند (جامی الاحمدی، ۱۳۸۵).

۲-۲- تقسیم بندی عناصر غذایی

چهارده عنصر موجود در خاک که عناصر غذایی گیاهی خوانده می شوند برای رشد گیاه ضروری هستند و چهار یا پنج عنصر دیگر نیز برای نمو مناسب برخی گیاهان سودمند می باشند. عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به سه دسته تقسیم می شوند :

۱- عناصر غذایی اصلی: نیتروژن، فسفر و پتاسیم.

۲- عناصر غذایی ثانویه: کلسیم، منیزیم و گوگرد.

۳- عناصر غذایی کم مصرف یا ریز مغذی‌ها: کلر، آهن، منگنز، بر، روی، مس، مولیبدن و نیکل. گیاهان به مقادیر زیادی از عناصر ثانویه و نخستین نیاز دارند، ریز مغذی‌ها به مقدار اندک مورد نیاز هستند. این عناصر وظایف حیاتی گوناگونی در متابولیسم گیاه دارند و بیشتر از اجزای سازنده آنزیم‌ها می‌باشند (جامی الاحمدی، ۱۳۸۵).

در تقسیم بندی دیگری ۱۶ عنصر به عنوان عناصر ضروری در نظر گرفته می‌شوند. عناصر ضروری بر اساس نیاز کمی گیاهان به دو گروه تقسیم می‌شوند. دسته‌ای که گیاه نیاز بیشتری به آنها داشته و به عنوان عناصر پر مصرف در نظر گرفته شده و دسته‌ای که گیاه به آن‌ها نیاز کمتر داشته و در طبقه بندی، جزء عناصر غذایی کم مصرف یا ریز مغذی قرار می‌گیرند. طبقه بندی عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف، بر اساس مقادیر مورد نیاز گیاه است و تمام عناصر غذایی برای رشد گیاه از اهمیت یکسانی برخوردار هستند. در صورتی که علائم کمبود هر یک از عناصر غذایی در گیاهان ظاهر شود گیاه متحمل خسارت خواهد شد (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). نیاز کم گیاهان به عناصر کم مصرف می‌تواند به دلیل مشارکت این عناصر در واکنش‌های آنزیمی باشد. بعلاوه این عناصر به عنوان اجزای تشکیل دهنده هورمون‌های رشد در نظر گرفته می‌شوند (فتحی، ۱۳۷۸). بر این اساس طبقه بندی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از نظر نحوه عمل بیوشیمیایی و فعالیت‌های فیزیولوژیکی آنها مناسب‌تر است. به همین ترتیب از نظر فیزیولوژیکی، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را می‌توان به چهار گروه زیر تقسیم کرد:

۱- کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و گوگرد: این گروه عناصر مهم‌ترین مواد تشکیل دهنده ترکیبات آلی هستند. این عناصر در فرآیندهای آنزیمی واکنش‌های اکسیداسیون و احیاء شرکت می‌کنند.

۲- فسفر و بر: این عناصر در واکنش‌های انتقال انرژی شرکت می‌کنند.

۳- پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز و کلر: این گروه عناصر در تعادل اسمزی و یونی شرکت داشته، علاوه در ساختمان آنزیم مشارکت کرده و کاتالیزور می‌باشند.

۴- آهن، مس، روی، مولیبدن .

۳-۲- نیتروژن

نیتروژن مهم ترین عنصر غذایی مورد نیاز گندم بوده و بعنوان یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب مطرح می شود. مدیریت مصرف بهینه آن برای موفقیت در افزایش تولید دانه و پروتئین از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کمبود این عنصر در اکثر خاکهای آهکی مشاهده شده و علائم کمبود از برگ های پیر شروع می شود، به طوریکه برگ های جوان سبز باقی مانده و برگ های پیرتر زرد می شوند. نیتروژن علاوه بر اینکه در ساختمان پروتئین ها نقش دارد به عنوان قسمتی از ساختمان کلروفیل ها هم مطرح می باشد (خادمی، ۱۳۷۷). همچنین در تشکیل آمینو اسیدها و ویتامین ها نیز شرکت دارد. این عنصر قابلیت تحرک بالایی در خاک دارد بنابراین مدیریت مصرف آن از قبیل میزان، نوع کود مصرفی نیتروژن، زمان مصرف و دفعات تقسیط آن اهمیت ویژه ای دارد (اوتسون، ۲۰۰۲).

۴-۲- لزوم استفاده از نیتروژن به عنوان کود

نیتروژن در حالی که یکی از فراوان ترین عناصر در بیوسفر است غالباً اصلی ترین عامل محدود کننده برای رشد گیاه است و بیشترین مقدار آن به شکلی وجود دارد که برای گیاه قابل استفاده نیست. در محیط های طبیعی و سیستم های کشاورزی عموماً نیتروژن کافی برای رشد گیاهان فراهم نیست، اما تحت برخی شرایط طبیعی نیتروژن می تواند در زمین به حدی تجمع یابد که برای رشد گیاه کافی باشد اما زمانی که برداشت نیتروژن از خاک افزایش می یابد، از جمله در تولیدات کشاورزی، در این صورت ذخیره نیتروژن به سرعت تخلیه می شود. در سیستم کشاورزی بیشتر نیتروژن جذب

شده به بخش برداشت شده محصول منتقل می‌شود در نتیجه نیتروژن برای تولید پایدار باید به صورت کود به خاک اضافه گردد. کمبود نیتروژن عموماً در اکثر خاکهای فاریاب مشاهده می‌شود. در اکثر موارد نیتروژن باید به صورت کود به منظور تولید عملکرد سیستم یا تولید حداکثر تأمین شود (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳).

۲-۵- منابع نیتروژن

به دلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد تشکیل دهنده کودهای شیمیایی و نیز اثرات متقابلی که این مواد با متغیرهای سیستمهای زراعی بر جای می‌گذارند، منبع کودهای نیتروژنی عامل مهمی در مدیریت نیتروژن می‌باشد (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳).

منابع رایج کودهای نیتروژن عبارتند از:

- ۱- آمونیوم بدون آب: این کود دارای ۸۲ درصد نیتروژن است. با توجه به ماهیت گازی شکل آن، این کود باید به داخل خاک مرطوب تزریق شود و بدین خاطر هزینه مصرف آن بالا است.
- ۲- اوره: از ترکیب آمونیاک و گاز کربنیک در شرایط حرارت و فشار بالا تولید می‌شود. درصد نیتروژن آن بیش از دو برابر نیتروژن سولفات آمونیوم است. اوره از نظر واحد نیتروژن مناسبترین کود جامد می‌باشد. اوره در خاک هیدرولیز شده به کربنات آمونیوم تبدیل می‌شود و می‌تواند مستقیماً مورد استفاده قرار گرفته و یا توسط میکروارگانیزمها به نیترات تبدیل و به مصرف گیاه برسد. اوره به صورت دانه‌های سفید کوچک است و اصطلاحاً به کود شکر معروف است. اوره با ۴۶ درصد ازت یکی از پر مصرفترین کودهای جامد است. اوره در خاک تحرک بسیار بالایی دارد بنابراین در مصرف قبل از کاشت آن بایستی تأمل بیشتری نمود و لازم است در حد امکان مصرف آن به صورت تقسیط باشد.

۳- اوره با پوشش گوگردی: دارای ۳۵ درصد نیتروژن است و به علت داشتن یک لایه از گوگرد روی آن، حلالیت کود کند است و در نتیجه به کندی در اختیار گیاه قرار گرفته و از شستشوی سریع کود اوره جلوگیری می‌شود.

۴- سولفات آمونیوم: این کود از ترکیب آمونیاک و اسید سولفوریک بدست می‌آید. یکی از کودهای مناسب برای خاکهای آهکی بشمار می‌رود.

۵- نترات آمونیوم: محتوی ۳۴ درصد نیتروژن است. این کود از ترکیب اسید نیتریک حاصله از اکسیداسیون آمونیوم با آمونیاک بدست می‌آید.

۶- نترات فسفات آمونیوم: این کود از مخلوط فیزیکی ۸۰ درصد نترات آمونیوم و ۲۰ درصد دی آمونیوم فسفات بدست می‌آید. این کود محتوای حدود ۳۰ درصد نیتروژن و ۸ درصد فسفر می‌باشد.

۷- اوره نترات آمونیوم: یکی از کودهای مایع نیتروژنه کود اوره آمونیوم با ۳۲ درصد نیتروژن می‌باشد که در چند ساله اخیر در اروپا مصرف زیادی پیدا کرده است. مصرف خاکی این کود در خاکهای بدون خاک ورزی ممکن است باعث هدر رفتن آن شود ولی مصرف آن به همراه آب آبیاری و محلول پاشی می‌تواند این را کاهش دهد (ملکوتی، ۱۳۸۴ و اسپرینگر و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۶- نیاز گیاهان به نیتروژن

نیتروژن عنصر کلیدی در تغذیه گیاهان محسوب می‌شود (بیلو و همکاران، ۱۹۸۱). نیتروژن یکی از عناصری است که در طبیعت و در سطح گسترده یافت می‌شود و اتمسفر بعد از خاک و سنگ ها بزرگ ترین منبع آن به شمار می‌رود (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳). استانکوف (۱۳۷۶) گزارش کرد که نیتروژن خاک عامل اصلی موثر بر میزان پروتئین گیاه است. گوپتا (۱۳۷۱) گزارش کرد در اغلب موارد با افزایش عملکرد دانه، پروتئین دانه کاهش می‌یابد، اما با مصرف صحیح کود نیتروژنی می‌توان تاثیر این ارتباط منفی را کاهش داد.

در مطالعه ای توسط پایین (۲۰۰۰) مشخص گردید که با بهبود وضعیت تغذیه (به ویژه مصرف مناسب کود نیتروژنی)، رشد و توسعه سایه انداز گیاهی سریعتر شروع شده و پوشش گیاهی سریع تر خاک را می پوشاند و باعث کاهش از دست رفتن آب از سطح خاک می گردد. همچنین، وجود عناصر غذایی به میزان کافی باعث بهبود وضعیت گیاه شده و در نتیجه، منجر به افزایش کارایی تبدیل مواد فتوسنتزی به ماده خشک گیاهی می گردد.

نیاز گیاه به عناصر غذایی با زمان تغییر کرده و تحت تأثیر تغییرات عوامل محیطی دیگر کنترل کننده ریشه گیاه می باشد. مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاهان در کشاورزی کمبود نیتروژن است، زیرا نیاز گیاهان به این عنصر بیش از عناصر دیگر می باشد. وقتی تغذیه نیتروژن در گیاه مناسب باشد، ساخت مواد پروتئینی و قدرت حیات گیاه افزایش یافته، رشد برگها تسریع می شود و پیری برگها کند می شود (راندال و همکاران، ۲۰۰۳). گندم همانند محصولات ریز دانه به مقدار قابل توجهی نیتروژن قابل استفاده در طول دوره رشد نیاز دارد. میزان جذب نیتروژن از مرحله جوانه زنی تا هنگام پنجه زنی ۲۵ درصد، از مرحله پنجه زدن تا تشکیل سنبله ۲۵ درصد و از این مرحله تا تکمیل دانه ۳۰ درصد نیاز کل می باشد. گندم در دو مرحله پنجه زدن و تشکیل سنبله بیشترین مقدار نیتروژن را جذب می کند (کراتوچویل و همکاران، ۲۰۰۶). در ذرت کمبود کود نیتروژن، بر روی خصوصیات مرفولوژیک تأثیر منفی دارد. به طوریکه در آزمایشات مشاهده شده است که افزایش میزان کود نیتروژن وزن دانه در بلال، طول بلال، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در ذرت را به طور معنی داری افزایش می دهد (مانیویوکس و همکاران، ۲۰۰۵). آزمایشات انجام گرفته در گیلان روی ذرت دانه ای نشان داد که مصرف کود نیتروژن در زمان کاشت و هنگامی که گیاهچه به ارتفاع ۲۰ سانتی متر رسید بازدهی مصرف کود را بهبود بخشید (قاسمی و اصفهانی، ۱۳۸۴).

۷-۲- عوامل مهم در مدیریت مصرف کودهای نیتروژنی

برای تولید اقتصادی گندم، مدیریت نیتروژن از اولویت ویژه ای برخوردار است و استفاده مناسب از کودهای نیتروژنی برای افزایش تولید گندم حائز اهمیت است (فاتیما و همکاران، ۱۹۹۲ و میسون و همکاران، ۱۹۷۲). نیتروژن محدود کننده ترین عنصر غذایی در مقیاس جهانی می باشد (زرین کفش، ۱۳۷۱ و سالاردینی، ۱۳۶۶). با توجه به افزایش هزینه کودهای شیمیایی بخصوص نیتروژن لازم است به جذب نیتروژن و کارایی مصرف آن توجه شود. کارایی نیتروژن به فاکتورهایی نظیر میزان کود، مقدار نیتروژن مورد نیاز، تقسیط نیتروژن در مراحل مختلف رشد، اختلاط کامل کود با خاک، مبارزه به موقع با علف های هرز، کنترل آفات و بیماری ها، رعایت تناوب زراعی و مصرف بهینه آب و کود بستگی دارد (ویز و همکاران، ۲۰۰۱).

راندمان مصرف نیتروژن در مزارع گندم به عواملی مانند: زمان مصرف کود نیتروژن، میزان کود مصرف شده بر اساس آزمون خاک، میزان بارندگی در طی دوران رشد، متغیرهای مربوط به اقلیم، دفعات تقسیم، منبع کودی و روش مصرف کودهای نیتروژنی بستگی دارد (جانستون و فولر، ۱۹۹۱).

۸-۲- مقدار مصرف کود نیتروژن

مقدار کود نیتروژن مورد نیاز گیاهان جهت نیل به عملکردهای بهینه با توجه به نوع محصول، خاک، اقلیم، شرایط زراعی و سن فیزیولوژیک گیاه مشخص می گردد. نیاز و زمان مصرف نیتروژن برای گیاهان مختلف، متفاوت است (مالهی و نیبورگ، ۱۹۸۳). بعنوان مثال نیاز گیاهان به نیتروژن با تغییر زراعت دیم به فاریاب یا استفاده از ارقام با ظرفیت تولیدی بالا افزایش پیدا می کند (هارمسن، ۱۹۸۴)، همچنین گیاهان دارای ریشه عمیق به دلیل اینکه می توانند نیتروژن را از اعماق پایین خاک جذب کنند بهتر از گیاهان دارای ریشه کوتاه قادر به استفاده از نیتروژن خاک هستند (اکبری و همکاران، ۱۳۸۴). مقدار کودهای نیتروژن مورد نیاز مزرعه با توجه به عملکرد مورد انتظار به نوع محصول، نوع کود و مدیریت مزرعه بستگی دارد. این مقدار برای محصولات مختلف با عنایت به نحوه

مدیریت مزرعه، پتانسیل خاک و درصد مواد آلی کاملاً متفاوت خواهد بود (خلدبرین و اسلام زاده ، ۱۳۸۰). در مطالعه ای توسط سیلینگ و همکاران (۲۰۰۵) با افزایش کود نیتروژن، عملکرد دانه گندم افزایش معنی داری پیدا کرد. کاهش عملکرد در غیاب کود نیتروژن به دلیل کاهش تراکم سنبله ها و کاهش وزن هزار دانه بود.

بلیدو و همکاران (۲۰۰۰) دریافتند سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی داری در شاخص برداشت گندم ایجاد نکرد. آن ها همچنین گزارش نمودند که واکنش گندم به نیتروژن در شرایط مرطوب بیشتر از شرایط خشک است. راسموسن و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که با افزایش نیتروژن تعداد سنبله در واحد سطح به طور معنی داری افزایش می یابد.

عدالت و همکاران (۱۳۸۵) طی آزمایشی نشان دادند با افزایش نیتروژن از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار تعداد سنبله در متر مربع افزایش می یابد. بلیدو و لویزبلیدو (۲۰۰۵) طی ۳ سال آزمایش با بررسی کارایی سطوح نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در شرایط اقلیم مدیترانه ای دریافتند که عملکرد دانه گندم عکس العمل معنی داری در پاسخ به افزایش نیتروژن بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نشان نمی دهد.

۹-۲- زمان مصرف نیتروژن

گندم در مراحل مختلف رشد به مقادیر مختلفی از نیتروژن نیاز دارد. بنابراین مصرف کودهای نیتروژنی به میزان لازم و در زمان معین برای این محصول مهم می باشد (لطف الهی و ملکوتی، ۱۳۷۷).

به دلیل حلالیت فراوان کودهای نیتروژنه زمان مصرف آنها برای محصولات زراعی بسیار مهم بوده و یکی از دلایل پایین بودن راندمان مصرف کودهای نیتروژنه، صحیح نبودن زمان مصرف آنها است. بهترین زمان مصرف کودهای نیتروژنه در گیاهان زراعی مصرف مقداری از آن قبل از کاشت و

بقیه هنگام رشد رویشی، آن هم به صورت تقسیط می‌باشد (ملکوئی، ۱۳۸۴). تحرک بالای نیتروژن در خاک زمان مصرف آن را در مراحل مختلف رشد جهت دستیابی به عملکرد بالا و افزایش پروتئین دانه تحت تاثیر قرار می‌دهد. با توجه به این موضوع و در نظر گرفتن عوامل اقتصادی می‌توان با مصرف به موقع کود از هدر روی آن جلوگیری کرده و کارایی مصرف آن را بالا برد. هدف اصلی از مصرف نیتروژن با در نظر گرفتن تاثیر آن در فرایندهای فیزیولوژیکی افزایش عملکرد و افزایش درصد پروتئین دانه در گندم می‌باشد. از جمله عوامل موثر بر این دو پارامتر (عملکرد و درصد پروتئین) زمان مصرف کود نیتروژن یا به عبارتی تقسیط آن در مراحل مختلف رشد است. به طور کلی مراحل مختلف رشد گندم به منظور توزیع کود اوره رابه ۱- قبل از کشت ۲- پنجه زنی ۳- ساقه دهی ۴- خوشه دهی تقسیم می‌کنند.

مصرف پاییزه کودهای نیتروژنی در مقایسه با مصرف سرک آن‌ها برای غلات از توصیه‌های جنجال برانگیز در کشور کانادا به شمار می‌رود. با این وجود، مصرف تمام کودهای نیتروژنی در پاییز در غرب کانادا در اکثر سال‌ها رایج است (تاناکا و همکاران ۱۹۹۰). نتایج تحقیقات فولر و برایدون (۱۹۸۹b) نشان داد که هدر روی اوره در کاربردهای سرک حدود ۵۰ درصد بیشتر از نیترات آمونیوم بوده است. همچنین، این پژوهشگران کاربرد پاییزه اوره را قبل از کاشت گندم در کاهش هدرروی اوره بسیار موثر دانستند.

پاپاستیلیانو (۱۹۹۰) اعتقاد دارد که در مورد گندم می‌توان کودهای نیتروژنی را تماماً در پاییز و یا اینکه مقداری از آن را در زمان کاشت (پاییز) و بقیه آن را به صورت سرک استفاده نمود. معمولاً دومین روش کاربرد نیتروژن زمانی است که احتمال وقوع بارش نسبتاً زیاد است. البته نتایج کاربرد نیتروژن در پاییز و یا به صورت سرک بیشتر به شرایط اقلیمی بستگی دارد و نتایج حاصله غیر قابل پیش بینی است (فولر و برایدون، ۱۹۸۹ a).

کمپل و همکاران (۱۹۸۵) نشان دادند که بالاترین عملکرد دانه گندم زمستانه با مصرف کل کود نیتروژن در پاییز نسبت به کاربرد بهاره به دست می‌آید. فولر و برایدون (۱۹۸۹b) معتقدند که

تنها در ۳۰ درصد از آزمایش های انجام گرفته در ساسکاچوان، زمان مصرف کودهای نیتروژن عملکرد دانه و پروتئین را تحت تاثیر قرار داد.

روث و مارشال (۱۹۸۷) گزارش نمودند طی شش آزمایش انجام گرفته عملکرد حاصل از تقسیط نیتروژن در مقایسه با مصرف تمامی آن در مرحله GS₃ بیشتر بوده است. وگهان و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که مصرف بهاره نیتروژن برای گندم زمستانه بیشتر قابل دسترس بوده و در مقایسه با مصرف پاییزه و یا تقسیط نیتروژن در آب و هوای خشک مزیت بیشتری دارد. تحقیقات ۱۸ ساله در بیش از ۱۰۰ آزمایش نشان داده است که مصرف ازت در بهار تاثیر بیشتری در افزایش عملکرد دانه داشت (جانستون و فولر، ۱۹۹۱).

۲-۱۰- روش مصرف کود نیتروژن

به اعتقاد تاناکا و همکاران (۱۹۹۰) روش و زمان مصرف کودهای نیتروژن، راندمان مصرف آن‌ها را تحت تاثیر قرار می دهد. قرار دادن کود نیتروژن در محل مناسب برای استفاده گیاهان، از دیدگاه کارایی مصرف کود دارای اهمیت است. با استفاده از روش مناسب قرار دادن کود نیتروژن در خاک می توان عواملی مانند تصعید، شستشوی عمقی در زیر منطقه ریشه، تغییر و تبدیل های نیتروژن را تحت کنترل در آورد.

اصولاً دو نوع قرار دادن کود در خاک وجود دارد. پخش کود در سطح خاک یا قرار دادن و پخش کردن آن در زیر سطح خاک. اصطلاحاتی مانند سرک، مصرف جانبی، پخش کردن، پخش در زیر بستر خاک، مصرف پایه، تزریق، پخش نواری یا عمیق قرار دادن کود همگی شکل های ساده شده دو روش مذکور هستند که خود ناشی از روش های مختلف توزیع مکانیکی کود، عمق قرار دادن کود، و زمان مصرف کود در رابطه با کاشت دانه و مراحل رشد گیاه می باشد. با استفاده از روش های مختلف قرار دادن کود در بستر خاک این امکان وجود دارد که بر مقدار تبدیلات نیتروژن، دنیتریفیکاسیون و نیتریفیکاسیون، به حداقل رساندن تلفات و افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه نظارت بهتری نمود.

هدف نهایی افزایش کارایی مصرف کود و کاهش آلودگی محیط می‌باشد. کودپاشی به طریق هوایی (محلول پاشی) از روش‌های دیگر است که عموماً برای کودپاشی سرک صورت می‌گیرد و مقدار آن به ندرت از ۵۰ کیلوگرم در هکتار تجاوز می‌کند (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳).

۱۱-۲ - تاثیر نیتروژن بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم

خصوصیات برگ از جمله سطح برگ، دوام سطح برگ و شاخص سطح برگ به کمبود نیتروژن حساسیت نشان می‌دهند. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که دوام سطح برگ بعد از گلدهی عامل مهمی در تولید دانه گندم می‌باشد که با مصرف کود افزایش می‌یابد. در صورت عدم تامین نیتروژن کافی در مراحل قبل از ظهور سنبله و با خارج شدن نیتروژن برگ و انتقال به اندام زایشی در حال رشد، دوام سطح برگ کاهش می‌یابد (پلتونن و پلتون، ۱۹۹۰). دوام سطح برگ و شاخص سطح برگ بر اثر کمبود نیتروژن پیش از موعد کاهش می‌یابد و با خارج شدن نیتروژن از برگ، پیری تسریع می‌شود (گودینگ و دیویس، ۱۹۹۲). سوک و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی تاثیر کود نیتروژن بر تولید ماده خشک دانه و کارایی استفاده از آب و تشعشع در شرایط نیمه خشک دریافتند که مصرف نیتروژن، تولید ماده خشک را در شرایط بارندگی و آبیاری افزایش می‌دهد. هالورسون و همکاران (۲۰۰۴) مشخص کردند که میزان زیست توده و عملکرد دانه گندم دیم با افزایش ۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت (تیمارهای استفاده شده صفر، ۲۸، ۵۶، ۸۴ و ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار بودند). در مطالعه ای توسط گان و همکاران (۲۰۰۳) همبستگی منفی بین عملکرد دانه و درصد پروتئین خام در دانه گندم وجود داشت. دیموتس میناردا و جفروی (۲۰۰۴) نشان دادند کمبود نیتروژن در طول دوره رشد خوشه و یا بعد از گرده افشانی موجب کاهش وزن سنبله و نیز تعداد دانه در سنبله شد. به طور کلی، کمبود نیتروژن قبل از گرده افشانی باعث کاهش تعداد دانه در گیاه زراعی می‌شود و در چنین حالتی کاهش تعداد دانه بیشتر به شدت و طول مدت کمبود نیتروژن بستگی دارد.

کومار و کومار (۱۹۹۷) در پژوهشی درباره تاثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی بر دو رقم گندم دوروم و سه رقم گندم نان دریافتند عملکرد دانه، عملکرد کاه و محتوای پروتئین دانه با افزایش نیتروژن به صورت خطی افزایش می یابد، ولی این افزایش تا مقداری ادامه و در صورت کاربرد بیشتر کود در مزرعه، کاهش می یابد. مصرف نیتروژن در یک مقدار مطلوب و مناسب موجب پنجه زنی و ریشه دهی، افزایش تعداد گل های بارور سنبله و بالا رفتن پروتئین در دانه می گردد. به طور کلی به منظور افزایش پروتئین دانه همراه با افزایش عملکرد توجه به وضعیت حاصلخیزی خاک به خصوص مدیریت صحیح مصرف نیتروژن (تقسیم آن) اهمیت خاصی دارد (آلکونز ، ۱۹۹۳).

سدی و ملکوتی (۱۳۷۵) و ضیائیان (۱۳۷۸) در آزمایش های متعدد اضافه شدن درصد پروتئین را در دانه های گندم با ارقام مختلف گزارش نمودند، منتها درصد افزایش تابع عوامل متعددی از جمله رقم، شرایط اقلیمی، مدیریت بهینه در مصرف متعادل کودها، سطح حاصلخیزی خاک، مدیریت صحیح در کاشت، داشت و برداشت بود.

باروری سنبله ها معمولاً به تعداد پنجه و تغذیه نیتروژن بستگی دارد. بیشترین باروری در سنبله زمانی بدست می آید که در طی پنجه زنی برای اجتناب از کمبود نیتروژن، نیتروژن کافی در اختیار گیاه قرار داده شود. اما مصرف بیش از حد نیتروژن در این مرحله باعث طولانی شدن دوره طویل شدن ساقه تا زمان رسیدن دانه می شود (نووالو و لومیس ، ۱۹۸۱). مصرف کودهای نیتروژنی تشکیل دانه را تحریک کرده و در صورت کافی بودن رطوبت خاک، بر نمو آنها تأثیر مطلوب می گذارد. در مرحله پر شدن دانه نیاز به نیتروژن زیاد می شود. اگر در این مرحله ذخائر خاک از نظر نیتروژن کمبود شدیدی نشان دهد، این اثر می تواند موجب محدودیت تولید محصول شود. بیش از نصف پروتئین دانه ممکن است از نیتروژنی که در مرحله پر شدن دانه جذب شده افزایش یابد (ویلهم و همکاران، ۲۰۰۲). گندم برای ساخت پروتئین نیاز به نیتروژن دارد. مصرف کود سرک بعد از مرحله تلقیح بر روی تعداد گلچه ها تأثیر اندکی دارد، اما می تواند موجب افزایش مقدار پروتئین دانه شود که در تعیین کیفیت پخت نان اهمیت زیادی دارد (ماکوفسکی و همکاران، ۱۹۹۹).

۱۲-۲- محلول پاشی نیتروژن: مزایا و مکانیسم

افزایش روزافزون قیمت کودهای شیمیائی در جهان، ضرورت اقتصادی بودن تولید، آلودگی آبهای زیر زمینی و تخریب ساختمان خاک در اثر مصرف بی رویه و ناآگاهانه کودهای شیمیائی مشکلاتی هستند که می بایست آنها را حل نمود. تغذیه برگ‌ریزی روشی است جهت کاهش مصرف کودهای شیمیائی و خطرات محیطی آنها و بخصوص که امروزه سیاست کاهش مصرف سم و بهینه سازی مصرف کود در دنیا مطرح شده است، در کشور ما نیز به خاطر اهمیت مسأله، شورای عالی سیاستگذاری سموم و مصرف بهینه تشکیل شده است بنابراین استفاده از روش دیگری برای تغذیه محصولات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود.

رسانیدن مواد غذایی از طریق برگ و شاخه را اصطلاحاً تغذیه برگ‌ریزی، کودپاشی یا محلول پاشی برگ‌ریزی می‌گویند. کلیه اندامهای گیاهی اعم از ریشه، ساقه، شاخه و برگ می‌توانند آب، گازها و مواد غذایی را جذب نمایند. اطلاعات موجود درباره جذب مواد غذایی از راه برگ قسمت قابل توجهی از مطالعات تغذیه گیاهی را تشکیل می‌دهد. بهترین روش برای مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف، روش محلول پاشی برگ‌ریزی است. وقتی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اعم از اسیدیته خاک میزان رطوبت و مواد آلی برای جذب عناصر غذایی از خاک توسط ریشه اختلال ایجاد می‌کنند با کمبود عناصر غذایی در گیاه مواجه می‌شویم (پلتون و همکاران، ۱۹۹۱). وقوع شرایط غرقاب در منطقه ریشه غلات موجب کاهش پنجه زنی، کاهش رشد ریشه عدم توازن یونی یا کمبود مواد غذایی می‌شود. این اثرات در مراحل اولیه رشد گیاه شدیدتر است (بیکر و همکاران، ۲۰۰۴). جذب و انتقال یون توسط ریشه‌ها در اثر کاهش اکسیژن خاک مختل می‌گردد. در شرایطی که میزان رطوبت خاک بالا است، کمبود نیتروژن گیاه علت اصلی کاهش عملکرد است. گندم توان کمی در جذب نیتروژن در خاکهای با زهکشی ضعیف دارد (آلتمن و همکاران، ۱۹۸۳). از آنجا که در مرحله گلدهی سطح برگ بیشتر گیاهان زراعی به حداکثر مقدار رسیده و از طرفی در این زمان کلیه فعالیت‌های سوخت و ساز از جمله عناصر غذایی بوسیله ریشه کاهش می‌یابد کاربرد این روش با رساندن مواد غذایی از سطوح

برگها به اندامهای مختلف گیاهی سودمند است و بیشترین زمان تأثیر محلول پاشی هنگامی است که گیاه حداکثر سطح برگ را تولید کرده باشد. از مزایای عمده این روش آن است که در صورت بروز کمبود مواد غذایی این مشکل سریعاً قابل برطرف کردن است (گودینگ و دیویس ، ۱۹۹۲). در شرایط تنش آب، رشد گندم محدود شده و غلظت عناصر غذایی کاهش می یابد این موضوع نشان‌دهنده اثرات غیر مستقیم آب خاک بر جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن است که از اثرات مستقیم تنش آبی روی رشد گیاه اهمیت بیشتری دارد (منصوری فر و همکاران ، ۱۳۸۴). تحقیقات نشان داده است که در این شرایط محلول پاشی اوره بر روی گندم موجب افزایش عملکرد می شود.

محلول پاشی اوره از اوایل دهه ۱۹۵۰ مطرح بوده و در مقایسه با مصرف خاکی دارای مزایای متعددی می باشد. به عنوان مثال هنگام محلول پاشی اوره می توان از بسیاری از مواد شیمیایی مانند آفت کش ها، به طور همزمان و در یک مخزن استفاده نمود و یا این که در این روش حدود ۸۰ درصد نیتروژن جذب شده به دانه ها انتقال می یابد. به عبارت دیگر در روش محلول پاشی اگر دقت کافی به عمل آید و در موقع مناسب اعمال شود کارایی انتقال نیتروژن به دانه افزایش می یابد. زیرا در این روش برگ ها مهم ترین اندام جذب کننده نیتروژن محسوب می شوند و تنها مقدار کمی از نیتروژن جذب شده به ریشه انتقال یافته و یا وارد خاک می شود. با استخراج کوتیکول برگی به طور مصنوعی مشخص شده است که اوره عمدتاً در ۱ الی ۶ ساعت اولیه محلول پاشی جذب می شود و برای جذب نیتروژن، اوره باید در مرحله اول هیدرولیز گردد (فیضی اصل و همکاران، ۱۳۸۲). نتایج پژوهشهای انجام گرفته نشان می دهد که محلول پاشی اوره در مراحل مختلف رشد گندم عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد ماده خشک، شاخص برداشت و مقدار پروتئین دانه را افزایش می دهد (هیگز و همکاران ، ۲۰۰۰).

مطالعات نشان می دهند مکانیسم جذب برگ تفاوت زیادی با جذب ریشه ندارند. بدین معنی که در اینجا نیز پدیده جذب فعال و غیر فعال وجود دارد (روئیز و رومرو ، ۱۹۹۹). ورود یک عنصر توسط گیاه شامل سه مرحله است: مرحله اول جذب است . مرحله دوم نفوذ عنصر یا یون بداخل

سلولهای سطحی است. این مرحله از جذب که در واقع جذب غیر فعال است، تحت تأثیر رطوبت نسبی محیط و درجه حرارت قرار می گیرد. مرحله سوم جذب از راه برگ، شامل انتقال عناصر و یونها از سلولهای سطحی به سیتوپلاسم و از آنجا به تمام بافتهای گیاهی می باشد (ملکوتی، ۱۳۷۶).

۲-۱۳- عوامل موثر بر محلول پاشی و جذب برگ

عوامل موثر بر محلول پاشی برگ عبارتند از:

۱- عوامل محیطی: از جمله درجه حرارت، رطوبت و شدت نور بر میزان جذب مواد غذایی بکار رفته در شاخ و برگ تأثیر دارند. جذب بوسیله برگ در نتیجه اثرات غیر مستقیم نور کاهش می یابد، زیرا در طی روز در اثر افزایش درجه حرارت محیط، معمولاً رطوبت نسبی کاهش می یابد و این امر منجر به تبخیر سریع محلول پاشیده شده می شود در نتیجه محلول روی سطح برگ سریع خشک می شود. درجه حرارت کافی و رطوبت نسبی زیاد باعث افزایش میزان جذب محلول می شود (ماهتو و همکاران، ۲۰۰۵). کوددهی به برگ زمانی موثر است که تبخیر کم باشد. بنابراین بهتر است محلول پاشی در اوایل صبح یا اواخر روز و یا وقتی که آب و هوا مرطوب است انجام گیرد (چالوهان و همکاران، ۲۰۰۴).

۲- سن، سطح برگ و گونه گیاهی: به سه دلیل جذب عناصر محلول پاشی شده از برگها و

اندامهای جوان بهتر صورت می گیرد:

- ضخامت کوتیکول در اندامهای جوان کمتر است در نتیجه نفوذ بهتر صورت می

گیرد.

- سلولهای جوان قدرت متابولیسی بالایی دارند و می توانند مواد جذب شده را

متابولیته نمایند و همچنین قدرت جذب بالایی دارند.

- با مسن شدن سلول، نفوذپذیری غشاء پلاسمایی افزایش یافته و مواد موجود در داخل سلول به آپوپلاست نفوذ می نمایند در نتیجه سلول به مواد محلول پاشی واکنش نشان نمی دهد.

سطح پائین برگ نسبت به سطح بالایی آن، قدرت جذب بیشتری دارد و همچنین نوع موم موجود در سطح برگ در جذب مواد موثر است. گونه های گیاهی با توجه به ساختمان کوتیکول سلولهای اپیدرمی پاسخهای متفاوتی نسبت به محلول پاشی دارند مثلاً هسته دارها به محلول پاشی اوره و سایر عناصر غذائی کمتر جواب می دهند در مقابل محلول پاشی در سیب به نحو مطلوبی موثر است.

۳- وضعیت تغذیه ای گیاه: زمانی که گیاه دچار کمبود عنصری باشد با محلول پاشی آن عنصر، جذب بیشتر و سریعتر است. موقعی که نیتروژن به مقدار زیاد در شیره سلولی گیاه موجود باشد محلول پاشی از تأثیر زیاد در رشد و نمو آن نخواهد داشت ولی به هر حال در صورت تغذیه مطلوب گیاه با عناصر غذائی اصلی، جذب عناصر کم مصرف با سهولت بیشتری انجام خواهد گرفت.

۴- ترکیب شیمیایی و pH مواد مصرفی: ترکیبات مختلف یک عنصر به مقادیر مختلف جذب می شوند. مثلاً جذب منیزیم از سولفات منیزیم ۸ درصد، از نترات منیزیم ۷۱ درصد، کلرور منیزیم ۶۴ درصد، استات منیزیم ۳۲ درصد و فسفات منیزیم ۲ درصد می باشد. جذب بعضی از مواد معدنی توسط برگها و میوه به pH آن محلول بستگی دارد. جذب اوره توسط برگهای سیب در $pH=5/4-6/6$ حداکثر، در $pH=8$ متوسط و در $pH=7/3$ حداقل می باشد. بهترین pH برای جذب کلسیم ۷ می باشد و ماکزیمم جذب فسفر در $pH=5-6$ و در پتاسیم فسفات در محدوده ۷-۸ است. اضافه نمودن اوره به محلول های Fe، Mg، Mo و P جذب آنها را در گونه های مختلف گیاهی افزایش می دهد (ملکوتی، ۱۳۷۶).

۱۴-۲- کود اوره و خصوصیات آن در تغذیه برگی

اوره دارای حدود ۴۶ درصد نیتروژن است و بیشترین غلظت را در میان کودهای نیتروژنی به خود اختصاص داده است. اوره ماده کریستال سفیدی است که به آسانی در آب حل می شود (فتحی، ۱۳۷۸). اوره تنها کود نیتروژنه است که از آن می توان بصورت محلول پاشی استفاده نمود. گرچه از میان کودهای نیتروژنه معمولی، محصول اوره پایین ترین فشار اسمزی را تولید می کند، با این وجود تنها مقدار کمی از آن را می توان به روش محلول پاشی مصرف نمود. (باربوتین و همکاران، ۲۰۰۵). محلول های غلیظ و با مقادیر زیاد بیش از آنچه که سود رسانند از طریق سوختگی در برگها سبب بروز زیان هایی می شوند. محلول نیترات آمونیم، اوره و دیگر کودهای محلول نیتروژنه باعث سوختگی برگها می شوند. به این دلیل که اولاً بین محلول کودی و برگ اختلاف فشار اسمزی وجود دارد و ثانیاً در اثر هیدرولیز اوره در داخل بافتهای برگ آمونیوم تولید می شود (هیگز و همکاران، ۲۰۰۰). غلظت زیاد اوره به برگ آسیب می زند اما می توان با بکار بردن افزودنی ها از جمله ساکارز بر این مشکل چیره شد (لندی و همکاران، ۱۹۹۰). محلول پاش اوره باید در آب و هوای ابری و یا در اوایل صبح یا غروب انجام گیرد. اگر بعد از محلول پاشی بارندگی شود، تأثیر محلول پاشی شدیداً کاهش می یابد. (آمادور و همکاران، ۲۰۰۵). چنانچه اوره به صورت محلول پاشی به کار رود تلفات آب بسیار کمتر از اوره ای است که به شکل دانه به خاک اضافه می شود. گیاه قادر است نیتروژن را به صورت آمونیوم، نیترات و اوره از طریق برگ جذب کند. در اینجا اوره با سرعت بیشتری جذب برگ می شود. بطوریکه در مدتی کمتر از ۶ ساعت بیش از ۵۰ درصد اوره ای که روی گیاه پاشیده شده است جذب می شود (گریفیتس و همکاران، ۱۹۹۵). اثر محلول پاشی بر سوختگی برگ با تفاوت فشار اسمزی بین محلول مصرف شده و شیره سلولی مشخص می شود. اگر فشار اسمزی محلول بیش از فشار اسمزی شیره سلولی باشد، آب از بافتهای گیاهی خارج شده و سوختگی حاصل می شود. بین کودهای شیمیایی مختلف تفاوت فاحشی از نظر فشار اسمزی تولید شده وجود دارد. توصیه می شود pH محلولهایی که برای پاشیدن روی برگ بکار می رود در حدود خنثی تنظیم شود. حساسیت گیاهان در

مقابل سوختگی و همچنین غلظت نمکهای مختلف متفاوت است. عموماً غلظت عناصر برای اجتناب از آسیب به شاخ و برگ را کمتر از ۱ تا ۲ درصد بکار می برند (آلمن و همکاران، ۱۹۸۳).

۱۵-۲- تاثیر محلول پاشی کود اوره بر عملکرد و رشد گندم

گودینگ و همکاران (۱۹۹۲) اذعان دارند که چنانچه نیتروژن بصورت محلول پاشی پس از مرحله گلدهی مصرف شود، باعث افزایش درصد پروتئین دانه و بهبود کیفیت نانوایی آرد حاصله می شود. کلر و همکاران (۱۹۹۳) به این نتیجه رسیده اند که مصرف نیتروژن بیش از مقدار توصیه شده همراه با محلول پاشی اوره در مرحله GS75 درصد پروتئین دانه را افزایش می دهد، اما روی عملکرد تاثیری ندارند.

نتایج تحقیقات ۷ ساله ژوبا (۱۹۹۴) که با نیتروژن نشاندار صورت گرفته است نشان می دهد که با محلول پاشی نیتروژن در زمان تشکیل دانه، درصد پروتئین دانه افزایش می یابد. نتایج پژوهش های انجام گرفته توسط فاینی و همکاران (۱۹۵۷) نشان داده است که تغذیه برگی اوره در مراحل مختلف رشد گندم می تواند عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد ماده خشک، شاخص برداشت، مقدار پروتئین، کیفیت توانایی و راندمان استفاده از نیتروژن را افزایش دهد. در آزمایشی بر روی گندم دیم سبلان نشان داده شد که تغذیه برگی اوره در مرحله ظهور برگ پرچم سبب افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن هزار دانه شد. در این آزمایش، عمده ترین عیب تغذیه برگی در اوایل دوره رشد در گندم دیم سبلان، افزایش ارتفاع بوته و در نتیجه افزایش بیشتر عملکرد بیولوژیکی بود که در شرایط دیم این صفت مطلوب نیست. زیرا گسترش بی رویه اندام های هوایی موجب تلفات آب ذخیره شده در خاک و افزایش تعرق می شود. بعلاوه این عمل راندمان استفاده از آب توسط گیاه را کاهش می دهد و با توجه به این که آب عمده ترین عامل محدود کننده رشد محصول در شرایط دیم است، لذا افزایش اندام های رویشی در مقایسه با بخش اقتصادی گیاه در شرایط دیم اثرات بسیار نامطلوبی را در پی خواهد داشت (فیضی اصل و همکاران، ۱۳۸۲).

پلتون و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که تغذیه برگی اوره در گندم در مرحله ظهور برگ پرچم، در افزایش عملکرد دانه بیشترین تأثیر را بر افزایش عملکرد دانه داشت. آنان اظهار داشتند که تغذیه برگی اوره در این مرحله تعداد دانه در سنبله و شاخص سطح برگ را افزایش داد. پژوهش‌های انجام گرفته توسط پنی و جنکین (۱۹۸۳) و ماچون و کارور (۲۰۰۵) نشان داد که مناسب‌ترین مرحله تغذیه برگی اوره در گندم، مراحل اولیه رشد یا مرحله پنجه دهی می‌باشد. در آزمایشی که توسط وارگا و اسونجاک (۲۰۰۵) انجام شد مشخص گردید که محلول پاشی کود اوره در اواخر مرحله پنجه زنی، تعداد پنجه و پنجه بارور در هر بوته، تعداد گلچه در هر سنبله، شاخص برداشت و عملکرد دانه را افزایش داد. با تأخیر در زمان محلول پاشی کود اوره در مرحله پنجه زنی، تعداد پنجه و پنجه بارور در هر بوته کاهش یافت اما تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه افزایش یافت. محلول پاشی کود اوره در زمان گلدهی یا بعد از این مرحله (اوایل سنبله دهی) باعث افزایش مقدار نیتروژن گیاه و دانه در زمان رسیدگی فیزیولوژیک گردید (وارگا و اسونجاک، ۲۰۰۵). فاینی و همکاران (۱۹۵۷) گزارش کردند که پاشیدن محلول اوره بطور مکرر در مراحل انتهایی رشد میزان پروتئین دانه را بطور معنی داری افزایش می‌دهد به طوریکه پاشیدن اوره در زمان ظهور سنبله باعث بیشترین افزایش درصد پروتئین دانه گردید.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۱-۳- زمان و موقعیت محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در شهر بسطام به اجرا درآمد. شهر بسطام در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه و ۵۵ دقیقه طول شمالی واقع شده است. بر اساس تقسیم‌بندی های اقلیمی منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالانه بین ۱۶۰-۱۵۰ میلی‌متر می‌باشد.

۲-۳- خصوصیات خاک محل آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده‌سازی و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه و سپس نمونه خاک مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک در جدول (۱-۳) نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصله، بافت خاک از نوع لومی تعیین گردید.

جدول (۱-۳) - نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

نتیجه آزمون	عوامل مورد تجزیه
۶/۴	پتاسیم قابل جذب (ppm)
۱۰	فسفر قابل جذب (ppm)
۰/۰۴	درصد نیتروژن قابل جذب
۲۲	منیزیم قابل جذب (me/1)
۳۳	کلسیم قابل جذب (me/1)
۰/۳۳	درصد مواد آلی
۰/۱۹	درصد کربن آلی
۷/۹۹	اسیدیته خاک (pH)
۰/۶۹	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)

۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش به منظور بررسی تاثیر مصرف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و در ۴ تکرار اجرا شد. نقشه طرح آزمایشی در شکل (۳-۱) مشاهده می‌گردد.

۳-۴- عملیات اجرایی

۳-۴-۱- تیمارهای مورد آزمایش

در این آزمایش در مجموع ۱۲ تیمار مصرف کود نیتروژن متشکل از میزان، زمان و نحوه مصرف کود، با استفاده از کود اوره اعمال گردید که تیمارها در جدول (۳-۲) قابل مشاهده است.

جدول (۳-۲) - تیمارهای تقسیط کود نیتروژن

علامت اختصاری	تیمار
N۰	شاهد (بدون مصرف کود اوره)
N۱	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت
N۲	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی
N۳	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی
N۴	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی و ۵۰ کیلوگرم اوره به صورت خاک‌کاربرد در مرحله‌ی گرده‌افشانی
N۵	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی و ۵۰ کیلوگرم اوره به صورت محلول‌پاشی در مرحله‌ی گرده‌افشانی
N۶	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی
N۷	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی و ۵۰ کیلوگرم اوره به صورت خاک‌کاربرد در مرحله‌ی گرده‌افشانی
N۸	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی و ۵۰ کیلوگرم اوره به صورت محلول‌پاشی در مرحله‌ی گرده‌افشانی
N۹	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی
N۱۰	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی و ۵۰ کیلوگرم اوره به صورت خاک‌کاربرد در مرحله‌ی گرده‌افشانی
N۱۱	۵۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله‌ی ساقه‌روی و ۵۰ کیلوگرم اوره به صورت محلول‌پاشی در مرحله‌ی گرده‌افشانی

در مجموع با احتساب حواشی و نهرها و فاصله ۴ متری بین تکرارها، حدود ۱۶۰۰ متر مربع زمین به اجرای این آزمایش اختصاص یافت. در هر تکرار ۱۲ کرت، هر یک به مساحت ۱۵ مترمربع قرار گرفت. هر کرت شامل ۸ ردیف کاشت بود و فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مرز بین کرت‌ها با یک پشته کشت نشده مشخص شد.

۳-۴-۲- آماده‌سازی زمین و کوددهی

زمین آزمایش در سال قبل (۸۴-۸۵) به صورت آیش بود. عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل شهریورماه ۱۳۸۶ صورت گرفت. در ابتدا زمین موردنظر توسط گاواهن برگردان‌دار شخم زده شد و پس از نمونه‌برداری از خاک به مقدار موردنیاز کود پایه فسفات‌آمونیم و پتاس به زمین اضافه شد. سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید. در پایان به وسیله فاروئر پشته‌هایی به عرض ۶۰ سانتی‌متر در جهت شمالی جنوبی ایجاد گردید. پس از تعیین محدوده کرت‌ها، به منظور جلوگیری از اختلاط تیمارهای کودی، جوی ورودی و خروجی آب برای هر تکرار به‌طور جداگانه تعبیه گردید. در طول فصل رشد نیز با توجه به هر تیمار، کوددهی در موقع مقرر و به میزان لازم انجام گردید.

۳-۴-۳- کاشت بذر

جهت کاشت از بذر گندم رقم الوند استفاده گردید. کاشت در تاریخ ۲۳ و ۲۴ مهرماه ۱۳۸۶ با دست صورت گرفت. کاشت بذور بر روی خطوط در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متری و با فاصله روی ردیف ۳ سانتی‌متر و بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر در دو طرف پشته انجام گرفت.

تکرار اول

N۰	N۱	N۲	N۳	N۴	N۵	N۶	N۷	N۸	N۹	N۱۰	N۱۱
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

تکرار دوم

N۱	N۳	N۵	N۷	N۹	N۱۱	N۲	N۰	N۴	N۶	N۸	N۱۰
----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----	-----

تکرار سوم

N۵	N۲	N۷	N۰	N۴	N۳	N۸	N۱	N۱۰	N۶	N۱۱	N۹
----	----	----	----	----	----	----	----	-----	----	-----	----

تکرار چهارم

N۲	N۴	N۶	N۸	N۱۰	N۱۱	N۳	N۵	N۷	N۹	N۰	N۱
----	----	----	----	-----	-----	----	----	----	----	----	----

شکل (۳-۱) - نقشه طرح آزمایشی

۳-۵-۵- عملیات داشت و برداشت

۳-۵-۱- مبارزه با علفهای هرز و دفع آفات

به منظور مبارزه با علفهای هرز سم پاشی در مرحله‌ی ساقه‌روی با سم d-۲,۴ انجام گرفت، همچنین با توجه به وسعت مزرعه و جین علفهای هرز در طول فصل رشد به صورت دستی نیز انجام شد. در طول فصل رشد آفت و بیماری خاصی در مزرعه مشاهده نشد.

۳-۵-۲- آبیاری

بلافاصله پس از کاشت آبیاری سنگینی به صورت نشتی انجام شد تا پشته‌ها کاملاً نم کشیده و تیره شدند. پس از آن تا پایان زمستان و شروع گرما آبیاری‌های لازم صورت گرفت. هم زمان با شروع گرما و بعد از آن آبیاری‌های بعدی در طول فصل رشد هر ۱۰ روز یک بار انجام گرفت.

۳-۵-۳- برداشت

در زمان برداشت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از هر تیمار یک متر مربع برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند.

۳-۶- صفات مورد ارزیابی

۳-۶-۱- عملکرد و اجزای عملکرد

پس از حذف اثرات حاشیه‌ای در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، یک متر مربع از بوته‌ها برداشت شده و توسط کیسه به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه ابتدا کیسه‌ها وزن شده و وزن آن‌ها به عنوان عملکرد بیولوژیک در نظر گرفته شد. پس از شمارش تعداد سنبله و اندازه‌گیری وزن آن‌ها، از هر تیمار ده سنبله به تصادف انتخاب شده و اجزای عملکرد شامل طول محور سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه و عملکرد کل دانه‌ها اندازه‌گیری شدند.

۳-۶-۲- تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد

اولین و دومین نمونه برداری به ترتیب ۵۰ روز پس از کاشت و زمان پنجه‌دهی انجام شد. سپس در بهار تا رسیدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک تا پایان فصل رشد نسبت به نمونه‌برداری اقدام گردید. به طور کلی ۱۰ مرحله نمونه‌برداری انجام گرفت. نمونه‌برداری‌ها از خطوط وسط هر کرت و با در نظر گرفتن حاشیه انجام شد. بوته‌ها به نحوی انتخاب شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوطه را نشان دهند. در هر نمونه‌برداری قطع بوته‌ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت.

پس از انجام نمونه‌برداری، بوته‌ها در پاکت‌های شماره‌گذاری شده قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه قسمت‌های مختلف گیاه شامل برگ و ساقه و سنبله جدا گشته و پس از اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک ساقه، برگ و سنبله به طور جداگانه اقدام به بررسی شاخص‌های رشدی در این گیاه شد.

شاخص‌های رشد مورد بررسی در این آزمایش شامل موارد زیر بودند:

LAI^۱: شاخص سطح برگ

CGR^۲: سرعت رشد محصول

RGR^۳: سرعت رشد نسبی

NAR^۴: سرعت جذب خالص

TDW^۵: تغییرات وزن خشک کل

۳-۶-۲-۱- شاخص سطح برگ

واتسون (۱۹۷۴) واژه شاخص سطح برگ را این طور تعریف نموده است: نسبت سطح برگ محصول به سطح زمینی که محصول روی آن سایه می‌اندازد. از آنجا که تشعشع خورشیدی به طور یکنواخت روی سطح زمین پخش می‌شود لذا، شاخص سطح برگ یک معیار تقریبی از مساحت برگ‌ها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آنها قابل دسترس می‌باشد.

۳-۶-۲-۲- سرعت رشد محصول

بامعناترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی سرعت رشد محصول است. در طول دوره رشد و در هر نمونه برداری وزن خشک کل بوته در یک متر مربع از هر کرت اندازه گیری شد. برای محاسبه سرعت رشد محصول وزن خشک کل در هر نمونه برداری از وزن خشک قبلی خود کم شده و سپس بر فاصله زمانی بین هر نمونه برداری تقسیم گردید.

۳-۶-۲-۳- سرعت رشد نسبی

سرعت رشد نسبی بیان‌کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲).

^۱ Leaf Area Index ^۲ Crop Growth Rate ^۳ Relative Growth Rate ^۴ Net Assimilation Rate
^۵ Total Dry Weight

۳-۶-۲-۴- سرعت جذب خالص

سرعت جذب خالص عبارت از سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ در زمان معین است. در واقع این صفت بیانگر کارایی فتوسنتزی برگ‌ها در یک جامعه گیاهی می‌باشد.

۳-۶-۲-۵- تغییرات وزن خشک کل

وزن خشک کل بوته‌ها (گرم در مترمربع) در هر نمونه برداری با استفاده از ترازو اندازه‌گیری شده و روند تغییرات آن رسم گردید.

۳-۷- محاسبات آماری طرح

محاسبات آماری برای تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای SAS و Mstatc انجام شد. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار Excell استفاده گردید.

فصل چہارم

نتایج و بحث

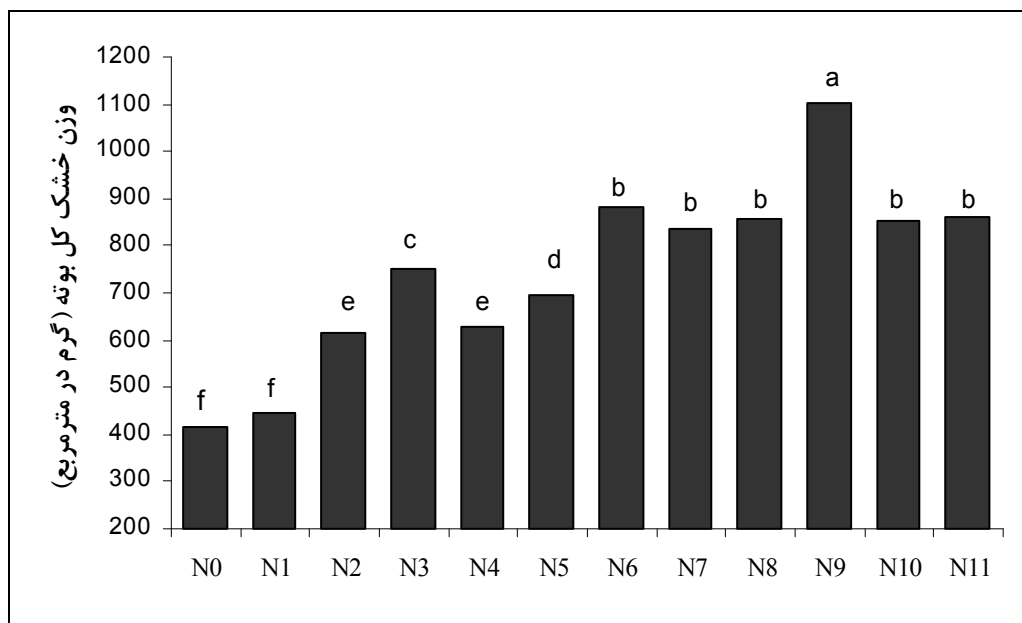
۴-۱- بررسی عملکرد و اجزای عملکرد

عملکرد و اجزای عملکرد به طور بسیار معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفتند (جدول پ-۱).

۴-۱-۱- وزن خشک کل بوته

تاثیر تیمارهای کودی بر وزن خشک کل بوته بسیار معنی‌دار بود (جدول پ-۱). حداکثر وزن خشک کل بوته در تیمار N۹ با ۲۵۰ کیلوگرم کود اوره در طول فصل رشد و ۲۰۰ کیلوگرم در ساقه-روی مشاهده گردید (شکل ۴-۱) که می‌تواند به دلیل افزایش رشد رویشی گیاه بعد از کوددهی باشد. کم‌ترین وزن خشک کل نیز در تیمار شاهد مشاهده گردید.

همانطور که در شکل (۴-۱) مشاهده می‌شود وزن خشک کل بوته با افزایش مقدار نیتروژن افزایش یافت. در بین مقادیر مختلف تیماری، تیمارهایی با کاربرد دو مرحله‌ای کود، وزن خشک کل بیشتری را نشان دادند. در حالیکه تقسیط سه مرحله‌ای نیتروژن بر عملکرد ماده خشک تاثیر منفی داشت (جدول پ-۲). قاسمی‌نژاد و همکاران (۱۳۷۹) نیز در بررسی سطوح مختلف نیتروژن و نحوه واکنش ارقام مختلف گندم دوروم دریافتند که تقسیط نیتروژن موجب کاهش سطح برگ پرچم و عملکرد ماده خشک می‌گردد. مک‌دونالد (۱۹۹۲) نیز در بررسی سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد گندم در استرالیا گزارش کرد که با افزایش مصرف نیتروژن ماده خشک به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. در آزمایشی که توسط ساران‌دون و کالدیز (۱۹۹۰) انجام شد، کاربرد نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت، عملکرد دانه و عملکرد وزن خشک کل بوته را افزایش داد. ولی به دلیل تولید پنجه بیشتر و در نتیجه مصرف نیتروژن در مراحل اولیه رشد، گیاه در اواخر دوره رشد با کمبود نیتروژن مواجه شده و موجب کاهش در شاخص برداشت، وزن سنبله و درصد نیتروژن دانه گردید.



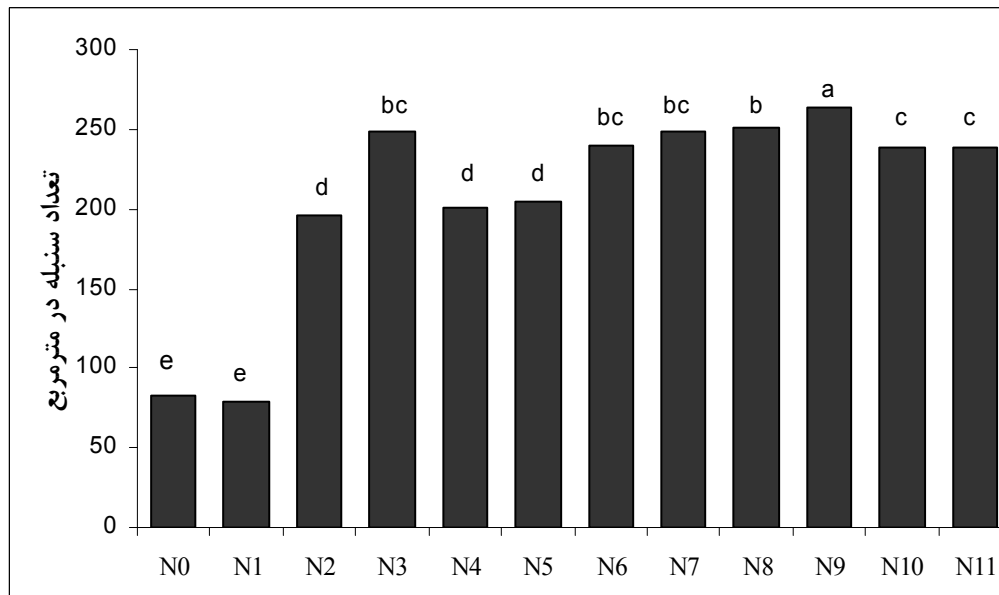
شکل (۴-۱) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک کل بوته

۴-۱-۲- تعداد سنبله

تعداد سنبله در واحد سطح تابعی از تراکم بوته، بقای پنجه‌ها و قدرت پنجه‌زنی می‌باشد. امروزه محققین سعی می‌کنند ارقامی با ظرفیت پنجه‌زنی کمتر و پنجه‌های بارور بیشتر تولید کنند. نتایج این بررسی نشان داد که تیمارهای مختلف کودی بر تعداد سنبله در متر مربع تاثیر معنی‌داری داشتند (جدول پ-۱). با افزایش مقدار کود نیتروژن به ویژه در مرحله ساقه‌روی تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافت. سیمونز و موس (۱۹۷۸) بیان کردند که بقای پنجه‌های تشکیل شده با افزایش مصرف نیتروژن بیشتر می‌گردد.

در شکل (۴-۲) ملاحظه می‌گردد هنگامی که کود سرک به صورت یکجا در مرحله ساقه‌روی اعمال گردید (تیمارهای N۳، N۶ و N۹) تعداد سنبله به دست آمده از یک متر مربع بیشتر از تیمارهایی بود که در مقادیر مشابه کود سرک طی سه مرحله اعمال گردید (تیمارهای N۵، N۷ و N۱۰). اختلاف N۵ و N۱۰ با سایر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد نیز معنی‌دار بود. در مجموع بیشترین تعداد سنبله از تیمار N۹ با حداکثر کوددهی در مرحله ساقه روی به دست آمد که ۱۸۱ سنبله نسبت به تیمار شاهد بیشتر داشت (جدول پ-۳، شکل ۴-۲). به طور کلی کوددهی در مرحله

پنجه‌زنی تعداد پنجه‌ها و در مرحله ساقه‌روی تعداد پنجه‌های بارور و در نتیجه پتانسیل تولید را تعیین می‌کند.



شکل (۴-۲) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر تعداد سنبله در مترمربع

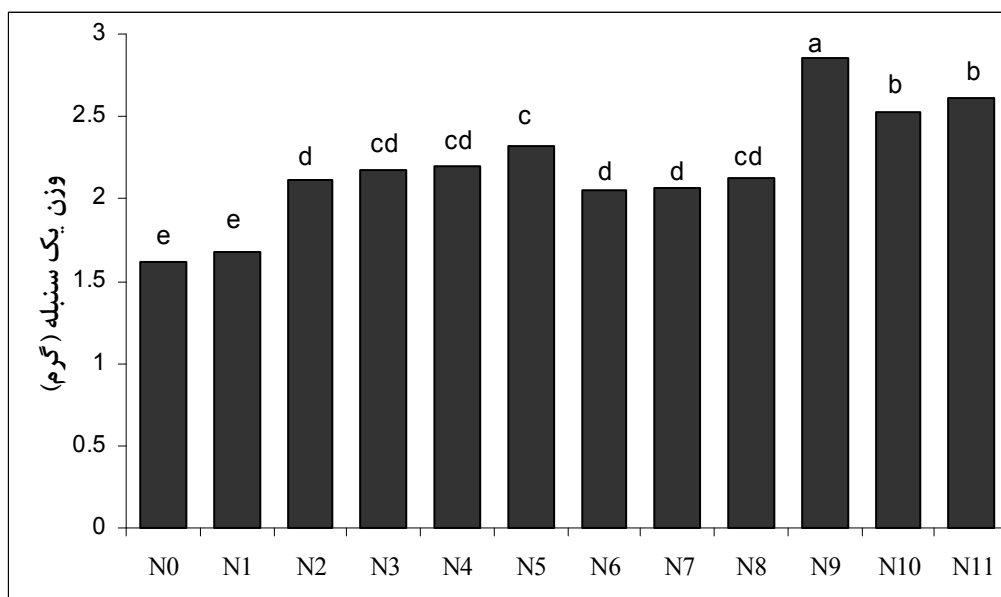
۴-۱-۳- وزن سنبله

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تاثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف کودی را بر وزن سنبله در متر-مربع نشان داد (جدول پ-۱). بیشترین وزن سنبله در متر مربع مربوط به تیمار شماره N۹ با حداکثر کوددهی در ساقه‌روی به‌دست آمد (شکل ۴-۴، جدول پ-۴). که با توجه به افزایش تعداد سنبله در مترمربع در این تیمار بدیهی به نظر می‌رسد.

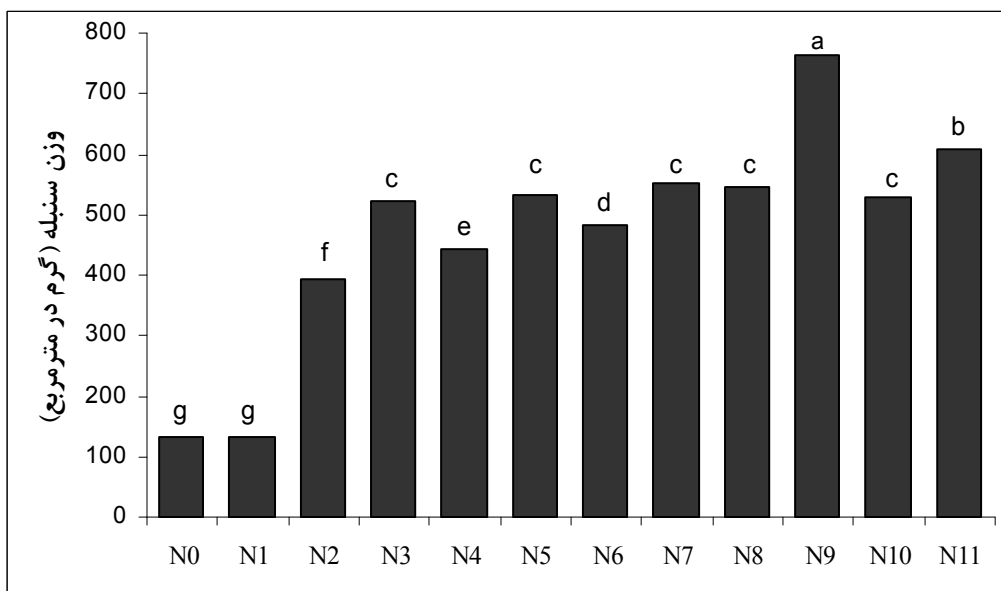
اگرچه گیاهان رشد کرده در هر سه تیمار N۹، N۱۰ و N۱۱ به طور مساوی و معادل ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار دریافت نمودند ولی تفاوت در زمان و نحوه اعمال کود بین این سه تیمار موجب شد که وزن سنبله در تیمار N۱۰ و N۱۱ نسبت به N۹ به ترتیب به میزان ۳۰/۵۶ و ۲۰/۳۲ درصد کاهش یابد. وزن سنبله در تیمار شاهد ۸۲/۷ درصد کمتر از تیمار N۹ بود.

همچنین تاثیر تیمارهای مختلف بر وزن یک سنبله معنی‌دار بود (جدول پ-۱). مقایسات میانگین (جدول پ-۴ و شکل ۴-۳) نشان می‌دهد که وزن یک سنبله همراه با افزایش مصرف کود

نیترژن افزایش می‌یابد. حداکثر وزن یک سنبله هم در تیماری مشاهده گردید که ۲۰۰ کیلوگرم اوره را در مرحله ساقه‌روی دریافت کرده بود. در رتبه بعدی، در تیمارهای N۱۰ و N۱۱ به طور معنی‌داری وزن تک سنبله بیشتر از سایر تیمارها بود.



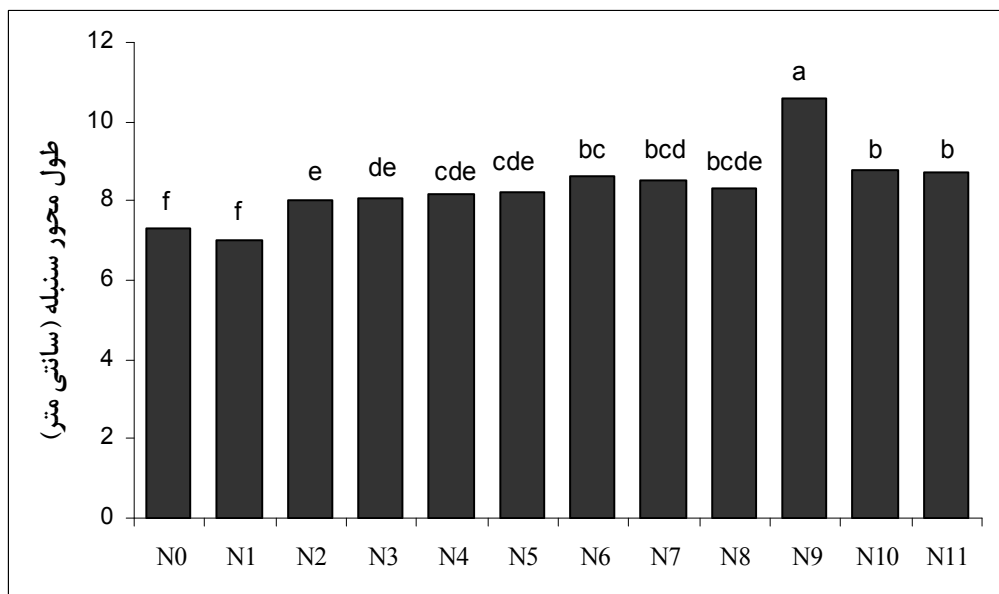
شکل (۳-۴) - تاثیر تیمارهای مختلف بر وزن یک سنبله



شکل (۴-۴) - تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر وزن سنبله (گرم در مترمربع)

۴-۱-۴- طول محور سنبله

یکی از صفات ظاهری در غلات طول محور سنبله است. این صفت تحت تاثیر توارث بوده و تاثیری بر عملکرد ندارد. طول محور سنبله درصد کمی از مواد غذایی دانه را تامین می‌کند و می‌تواند در تولید دانه موثر باشد. تیمارهای مختلف کودی بر طول محور سنبله تاثیر معنی‌دار داشتند (جدول پ-۱). بیشترین طول محور سنبله مربوط به تیمار N۹ بود که به ترتیب ۱/۸۴ و ۱/۸۹ سانتی متر بیشتر از تیمارهای N۱۰ و N۱۱ بود که مقادیر یکسانی از کود را دریافت کرده بودند (شکل ۴-۵ و جدول پ-۶). همچنین در شکل مشاهده می‌شود که در مجموع محلول‌پاشی کود اوره در مدیریت‌های مختلف کودی، این صفت را چندان متاثر نکرده است. سریواستاوا و مهروتا (۱۹۸۱) طی آزمایشات خود گزارش کردند که تقسیط کود نیتروژن به صورت ۵۰ درصد کود در مرحله کاشت و بقیه به صورت محلول‌پاشی موجب افزایش ۲ درصدی طول سنبله شد.



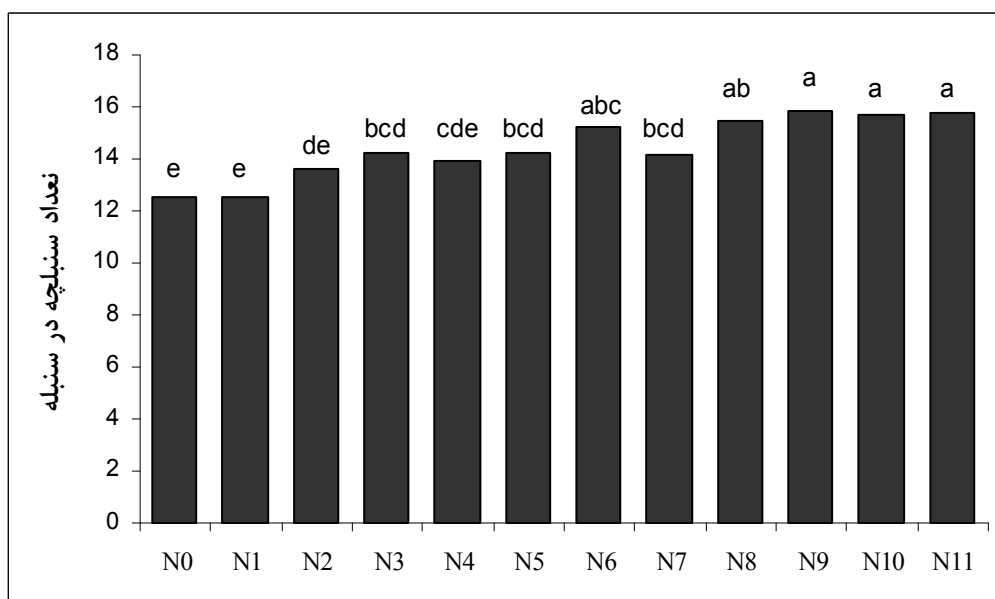
شکل (۴-۵) - تاثیر تیمارهای مختلف بر طول محور سنبله

۴-۱-۵- تعداد سنبلچه در سنبله

تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد سنبلچه در سنبله نیز بسیار معنی‌دار به دست آمد (جدول پ-۱). مقایسات میانگین (جدول پ-۷ و شکل ۴-۶) نشان می‌دهد که افزایش مصرف نیتروژن موجب

افزایش تعداد سنبلچه در سنبله شده است، به طوری که حداکثر تعداد سنبلچه در سنبله در تیمارهای N۹ و N۱۰ و N۱۱ مشاهده شد و پس از آن‌ها تیمارهای N۸ و N۶ قرار گرفتند.

همانطور که نتایج نشان می‌دهد تفاوت قابل توجهی بین تیمارهای خاک کاربرد و محلول‌پاشی شده در مرحله گرده‌افشانی از لحاظ این صفت وجود نداشت. هرچند تفاوت بین اکثر تیمارها در این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نیست ولی در مجموع در شکل (۴-۶) مشاهده می‌شود که تیمار N۳ با میانگین ۱۴/۲ و تیمار N۶ با میانگین ۱۵/۲۵ سنبلچه در سنبله به ترتیب در بین تیمارهایی که ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم کود دریافت کرده بودند، تعداد سنبلچه در سنبله بیشتری داشتند. در این دو تیمار کود بیشتری در مرحله ساقه‌روی اعمال گردید. از آنجایی که ۹۰ درصد نیاز نیتروژن در غلات قبل از گرده‌افشانی می‌باشد، لذا گیاه با دریافت نیتروژن بیشتر قبل از گلدهی اقدام به تولید سنبلچه بیشتر در سنبله نمود. این موضوع برای تیمار N۹ نیز صادق است. نزدیک بودن مقادیر تیمارهای N۱۰ و N۱۱ به تیمار N۹ در این صفت می‌تواند موید کافی بودن مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در مرحله ساقه‌روی برای دستیابی به پتانسیل تعداد سنبلچه در سنبله از رقم گندم مورد استفاده باشد.



شکل (۴-۶) - تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد سنبلچه در سنبله

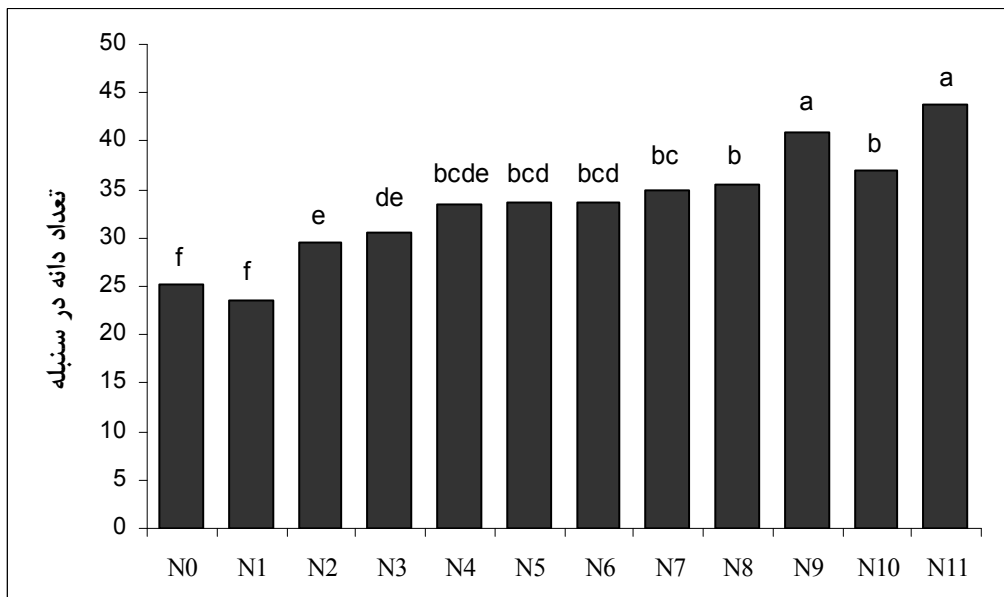
۴-۱-۶- تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله در ارقام مختلف، متفاوت بوده و در زمان گلدهی به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. این ویژگی یکی از اجزای مهم در محاسبه عملکرد دانه است.

نتایج نشان داد تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود (جدول پ-۱). با افزایش نیتروژن مصرفی تعداد دانه در سنبله افزایش یافت و در بین مقادیر مختلف کودی بیشترین تعداد دانه در سنبله، در تیمارهایی با کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار دیده شد که از میان آن‌ها تیمار N۹ و تیمار N۱۱ بیشترین تعداد دانه را داشتند. اگرچه در بالاترین مقادیر کود مصرفی بین شیوه خاک‌کاربرد و محلول‌پاشی کود اوره (به ترتیب N۱۰ و N۱۱) اختلاف معنی‌داری دیده شد ولی در سطوح پایین‌تر مصرف کود از لحاظ تعداد دانه در سنبله اختلاف ناچیز بین تیمارهای مختلف تقسیط کود (N۴ تا N۸)، از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۴-۷).

در سنبله گندم هر سنبلچه حاوی ۳-۵ گلچه می‌باشد که در شرایط مساعد محیطی و تغذیه‌ای حداکثر سه گلچه تولید شده و در هر سنبلچه سه دانه تولید می‌گردد. اگر شرایط مذکور در زمان گرده‌افشانی نامساعد باشد بدیهی است که تعداد دانه تولیدی در هر سنبلچه و در مجموع در سنبله کاهش خواهد یافت (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۴).

ساران‌دون و جیانی بلی (۱۹۹۰) در آزمایشی نشان دادند که محلول‌پاشی کود اوره در هنگام ظهور سنبله موجب افزایش تعداد دانه در سنبله می‌شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که کود نیتروژن تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع را افزایش می‌دهد (اتمن و پوپ، ۲۰۰۰). محلول‌پاشی نیتروژن تعداد دانه در سنبله را در شرایطی که کمبود نیتروژن وجود دارد افزایش می‌دهد (پلتونن، ۱۹۹۳).



شکل (۷-۴) - تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد دانه در سنبله

۷-۱-۴- وزن هزار دانه

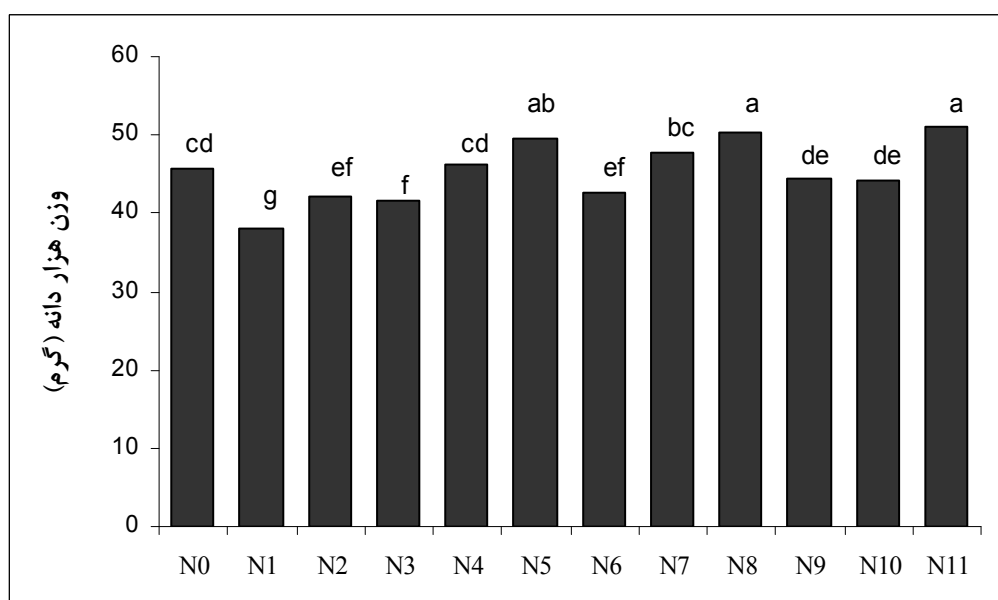
عملکرد دانه تابعی از وزن دانه‌ها می باشد که آن هم تحت تاثیر سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه‌ها قرار می گیرد. تاثیر میزان، زمان و نحوه کاربرد کود نیتروژن بر وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار به دست آمد (جدول پ-۱).

تیمارهای N۵، N۸ و N۱۱ که در مرحله گرده افشانی به صورت محلول پاشی کود اوره دریافت کرده بودند، دانه های سنگین تری تولید نمودند. در این تیمارها احتمالاً جذب سریع تر نیتروژن از طریق محلول پاشی موجب افزایش کارایی فتوسنتز جاری برگ در حمایت از دانه‌های در حال رشد شده است. البته همانطور که در تیمارهای N۴ و N۷ مشاهده می شود استفاده خاک کاربرد ۵۰ کیلوگرم اوره نیز در زمان گرده افشانی در افزایش وزن دانه‌های تولیدی بی تاثیر نبوده است.

در تیمارهایی که مقادیر متفاوتی از نیتروژن را در مرحله رشد رویشی دریافت کردند ولی در گرده افشانی تغذیه نشدند به دلیل افزایش در رشد رویشی و در نتیجه افزایش در هزینه نگهداری اندام‌های هوایی قادر به تامین کافی اسمیلات‌های مورد نیاز دانه‌های در حال رشد نشده و دانه های سبکتری تولید نمودند. به همین دلیل در تیمار N۰ که اصلاً نیتروژنی دریافت نکرده بود، به واسطه

توازی که بین جسه گیاه و تعداد سنبلچه و تعداد دانه در سنبلچه وجود داشت، وزن هزار دانه بالایی مشاهده گردید.

سادافل و داس (۱۹۶۶) نیز افزایش وزن هزاردانه را در اثر محلول پاشی گزارش کردند. شایان ذکر است که در چنین مواردی محلول پاشی اوره به دو طریق می‌تواند وزن هزار دانه گردد. یکی افزایش تولید ماده خشک و کاهش محدودیت مبدا در طول مرحله مریستمی آندوسپرم است و دیگری افزایش دوام سطح برگ و طولانی شدن دوره پر شدن دانه می‌باشد. همچنین در آزمایشی که توسط پولسون و همکاران (۱۹۸۹) انجام شد وزن هزار دانه در اثر محلول پاشی در اواخر فصل رشد افزایش یافت.



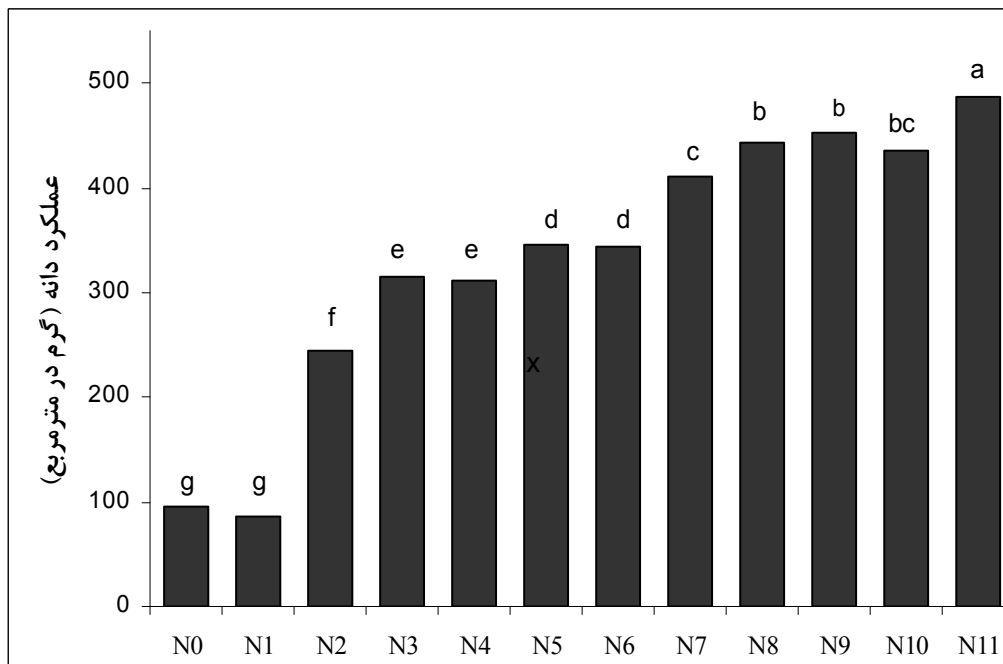
شکل (۴-۸) - تاثیر مقادیر مختلف کودی بر وزن هزار دانه

۴-۱-۸- عملکرد دانه

عملکرد دانه یکی از مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی در گیاهان به شمار می‌رود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه در مترمربع تاثیر معنی‌داری داشته‌اند (جدول پ-۱). برآیند حاصل از اجزای عملکرد در شکل (۴-۹) آورده شده است.

بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار ۱۱ با ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هنگام کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله ساقه‌روی و ۵۰ کیلوگرم اوره به صورت محلول‌پاشی در گرده‌افشانی بود و کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد با ۹۵/۶ کیلوگرم دانه در مترمربع مشاهده گردید (جدول پ ۱۰، شکل ۴-۹). همانطور که نتایج نشان می‌دهند افزایش مقدار کود موجب افزایش عملکرد دانه شده است به طوری‌که با افزایش مقدار کود نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش قابل توجهی در عملکرد دانه دیده شد. از آنجاییکه مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر اندام‌های هوایی و اجزای عملکرد دانه موثر است به نظر می‌آید تاثیر آن بر عملکرد دانه بدیهی باشد (لیود و همکاران، ۱۹۹۷ و پیلیم و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین محلول‌پاشی باعث افزایش عملکرد دانه شد و تیمارهای N۵ و N۸ و N۱۱ عملکرد بالاتری نشان دادند. هرچند تیمار N۹ با بیشترین مقدار کوددهی در ساقه‌روی بیشترین تعداد سنبله بارور در مترمربع را داشت ولی به علت کاهش در وزن هزاردانه عملکرد کمتری نسبت به تیمار N۱۱ نشان داد که به دلیل بیشتر بودن وزن هزاردانه در اثر محلول‌پاشی در تیمار N۱۱ می‌باشد.

فیضی اصل و ولی زاده (۱۳۸۳) گزارش کردند محلول‌پاشی اوره در گرده‌افشانی موجب افزایش عملکرد در گندم شد. ساراندون و جیانی بلی (۱۹۹۰) در بررسی خود نشان دادند که تغذیه برگی اوره در مرحله دانه‌بندی (اواسط مرحله شیری) در مقایسه با کاربرد آن در مرحله ظهور برگ پرچم موجب افزایش نیتروژن دانه شده و همچنین عملکرد دانه را نیز افزایش داد. فاینی و همکاران (۱۹۵۷) مشاهده کرد که محلول‌پاشی کود اوره در اواخر فصل رشد تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت، در این بررسی محلول‌پاشی عملکرد دانه را ۷/۸ درصد افزایش داد.



شکل (۹-۴) - تاثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد دانه (گرم در مترمربع)

۹-۱-۴- شاخص برداشت

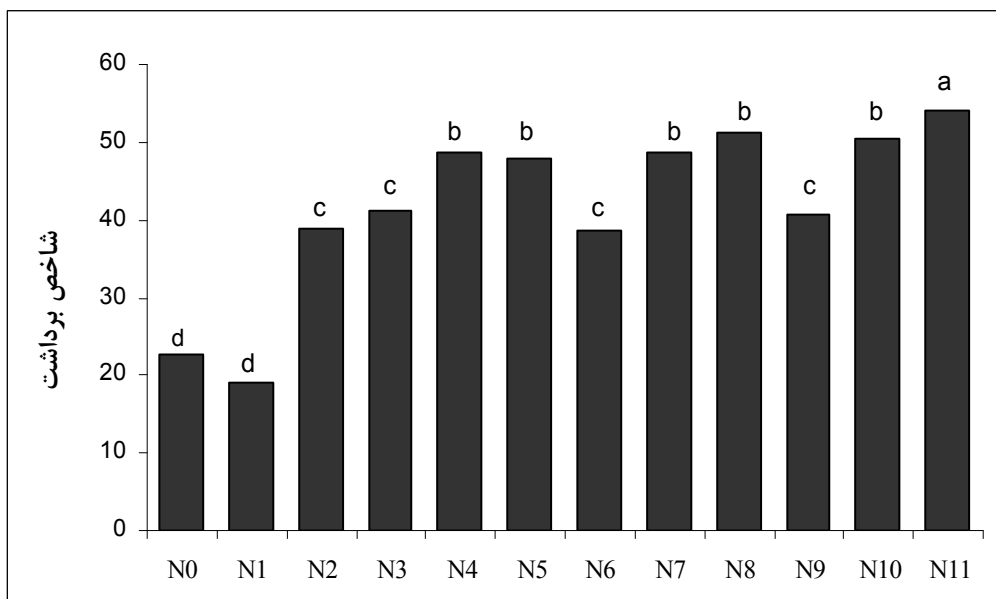
شاخص برداشت که عبارت است از نسبت عملکرد اقتصادی (که در مورد گندم دانه است) به عملکرد بیولوژیکی، از خصوصیات ژنتیکی و ثابت یک رقم می‌باشد ولی می‌تواند تحت تاثیر عملیات زراعی و بخصوص مصرف کود نیتروژن قرار گیرد (امام، ۱۳۸۳).

تاثیر تیمارهای مختلف بر شاخص برداشت نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول پ-۱). نتایج نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن و متعاقب آن افزایش عملکرد دانه و وزن خشک کل، شاخص برداشت افزایش یافت (شکل ۴-۱۰، جدول پ ۱۱). همانطور که در شکل (۴-۱۰) مشاهده می‌شود، در مجموع ترکیبات مختلف تیماری کاربرد کود نیتروژن در ۴ گروه متفاوت و معنی‌دار از لحاظ آماری قرار گرفتند.

بیشترین شاخص برداشت در تیمار N11 دیده شد. در این تیمار که ۵۰ کیلوگرم کود در هنگام کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم کود در مرحله ساقه‌روی و ۵۰ کیلوگرم دیگر به صورت محلول‌پاشی در گرده-افشانی اعمال گردیده بود، عملکرد بیولوژیک پایین بود (شکل ۴-۱) ولی اجزای عملکرد شامل تعداد

سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بالایی را به خود اختصاص داد و همین امر موجب افزایش شاخص برداشت گردید.

گروه آماری بعدی شامل تیمارهایی بود که کود نیتروژن را طی سه مرحله دریافت کرده بودند. تیمارهایی که در آنها کود در دو مرحله اعمال شده بود در رتبه بعدی قرار گرفتند و در نهایت دو تیمار N₀ و N₁ دیده شدند.

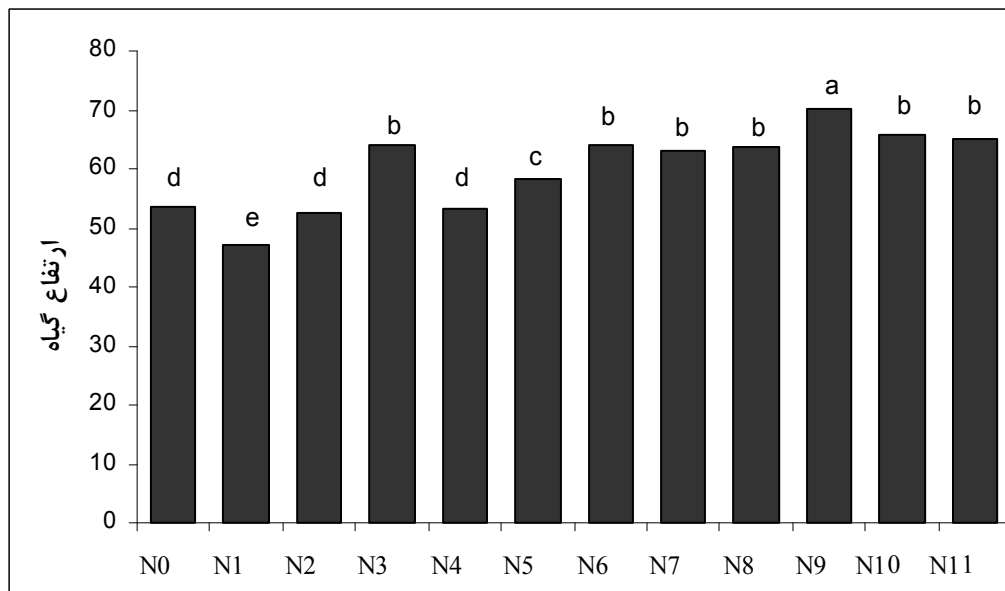


شکل (۴-۱۰) - تأثیر تیمارهای مختلف بر شاخص برداشت

۴-۱-۱- ارتفاع بوته

ارتفاع در یک رقم تابعی از محیط و توارث است. اگرچه ارتفاع نهایی گیاه معمولاً تحت تاثیر ژنتیک می‌باشد ولی محیط نیز این صفت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همانطوری که می‌دانیم ارتفاع بوته جزء مهمی در عملکرد دانه نمی‌باشد ولی ارقامی که ارتفاع بلندتری دارند معمولاً عملکرد ماده خشک بالاتری نیز دارند. بر اساس نتایج به دست آمده تیمارهای مختلف کودی صفت ارتفاع را تحت تاثیر قرار داد (جدول پ-۱). مقایسات میانگین (شکل ۴-۱۱، جدول پ-۱۲) نشان داد که از تیمار N₄ به بعد به تدریج در اثر افزایش مقدار نیتروژن مصرفی ارتفاع بوته افزایش یافت. همچنین گیاهانی که در مرحله ساقه‌روی کود بیشتری دریافت کرده بودند، قد بلندتر شدند که به دلیل فراهم شدن

نیترژن کافی در مرحله طویل شدن ساقه است. ویلسون و همکاران (۱۹۹۶) به عدم عکس العمل معنی دار ارتفاع بوته نسبت به سطوح مختلف نیترژن مصرفی اشاره کردند.



شکل (۴-۱۱) - تاثیر تیمارهای مختلف بر ارتفاع گیاه

۴-۲- آنالیزهای رشد

برای بررسی شاخص‌های رشدی ۱۰ مرحله نمونه‌برداری انجام گرفت. با توجه به تعداد تیمارها و نزدیکی برخی از خصوصیات رشدی، تیمارهایی با ویژگی‌های مشابه در یک دسته بررسی شدند. به این منظور ابتدا تیمارهایی با مقدار کود یکسان و مدیریت‌های مختلف در یک نمودار نشان داده شده‌اند و در نهایت با توجه به تفاوت‌ها نتیجه آنالیزها گزارش شد.

۴-۲-۱- تغییرات وزن خشک کل (TDW)^۱

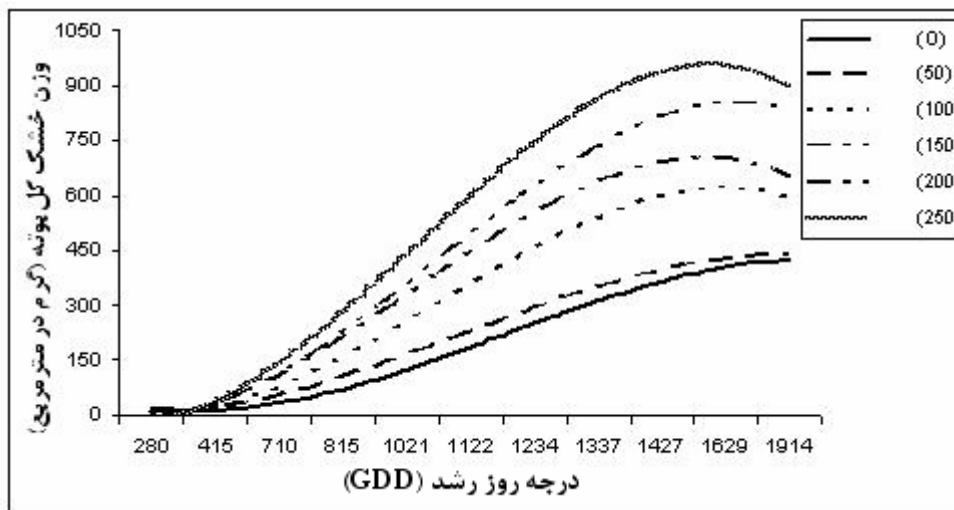
عملکرد کل ماده خشک نتیجه کارایی محصولات زراعی از نظر استفاده از تشعشع خورشید در طول فصل رویشی است. الگوی رشد در طی یک سال از تابع رشد که موسوم به منحنی سیگموئیدی است تبعیت می‌کند. الگوی تجمع سیگموئیدی ماده خشک نمایانگر رشد تمام اندام‌ها، اعضا، بافت‌ها و حتی اجزای سلول است. منحنی S شکل از سرعت‌های مختلف رشد در طول سیکل زندگی گیاه نتیجه می‌شود. برای مثال رشد گیاهچه‌ها آهسته بوده و معمولاً ماده خشک در طی یک دوره کوتاه مدت یک یا دو هفته‌ای به آرامی افزایش می‌یابد. به دنبال این مرحله دوره‌ای از رشد تصاعدی آغاز می‌شود که در جامعه گیاهی محصولات زراعی، نسبتاً کوتاه است. پس از آن مرحله رشد خطی دیده می‌شود که در طی آن ماده خشک با سرعت ثابتی افزایش می‌یابد و تا زمانی که ماده خشک به اوج خود برسد، ادامه دارد.

در تیمار N₀ (شاهد) مرحله رشد خطی با دریافت ۸۱۵ واحد گرمایی آغاز گردید و پس از دریافت حدود ۱۵۰۰ GDD منحنی رشد به حالت تقریباً ثابت رسید. گیاهانی که ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم کود دریافت کرده بودند (N₁ و N₂) اندکی زودتر فاز خطی رشد را آغاز نمودند. این موضوع در تیمارهای کودی با مقادیر بالاتر هم صادق بود. به طوری که تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم کود نیز از حدود ۴۰۰ GDD وارد مرحله رشد سریع شده و این مرحله تا رسیدن فصل رشد به

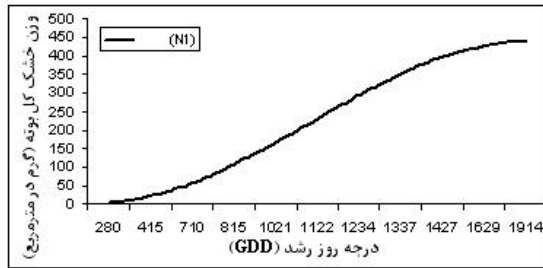
^۱ Total Dry Weight

محدوده GDD ۱۴۲۷ ادامه یافت، پس از آن با افزایش GDD روند تجمع ماده خشک کند شده و به شکل ثابت در آمد (شکل‌های ۱۲-۴ و ۱۳-۴، b و e).

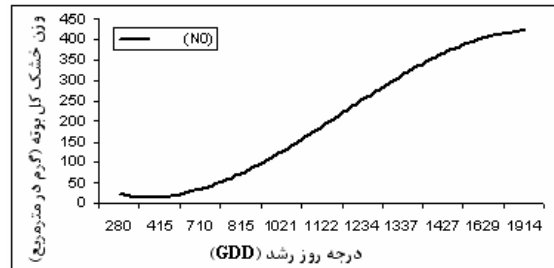
بیشترین وزن خشک در آخرین مرحله نمونه‌برداری مربوط به تیمار N_۹ بود و کمترین آن در تیمار N_۰ (شاهد) دیده شد (شکل ۱۳-۴). همچنین در مدیریت‌های مختلف کودی تیمارهایی که درساقه‌روی کود بیشتری دریافت کردند (تیمارهای N_۳، N_۶ و N_۹) وزن خشک کل بیشتری را نشان دادند (شکل ۱۳-۴، c، e و f).



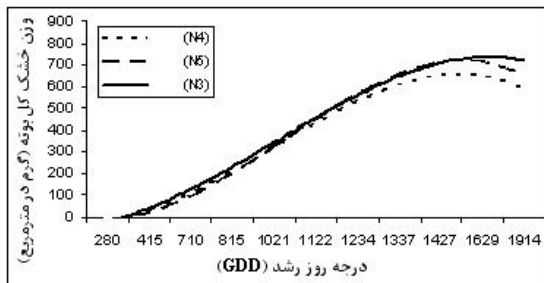
شکل (۴-۱۲) - روند تغییرات وزن خشک کل بوته در مقادیر مختلف کود نیتروژن



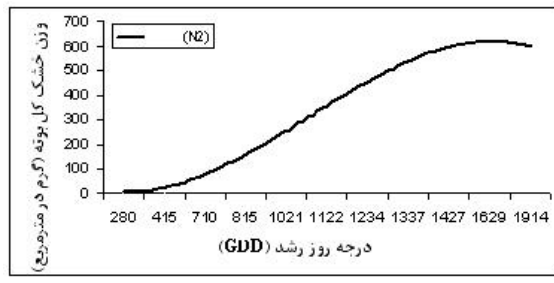
a



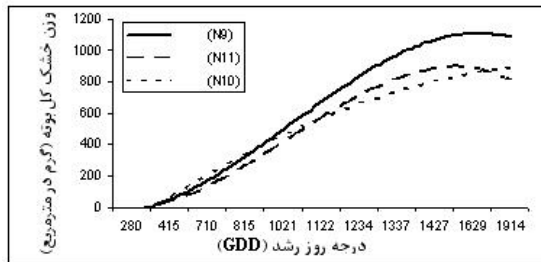
b



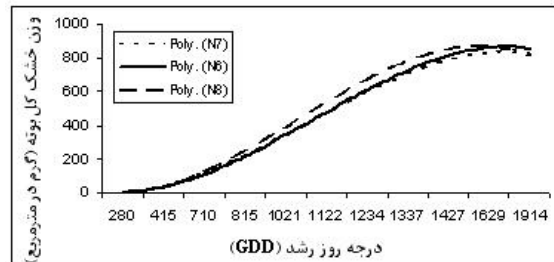
c



d



e



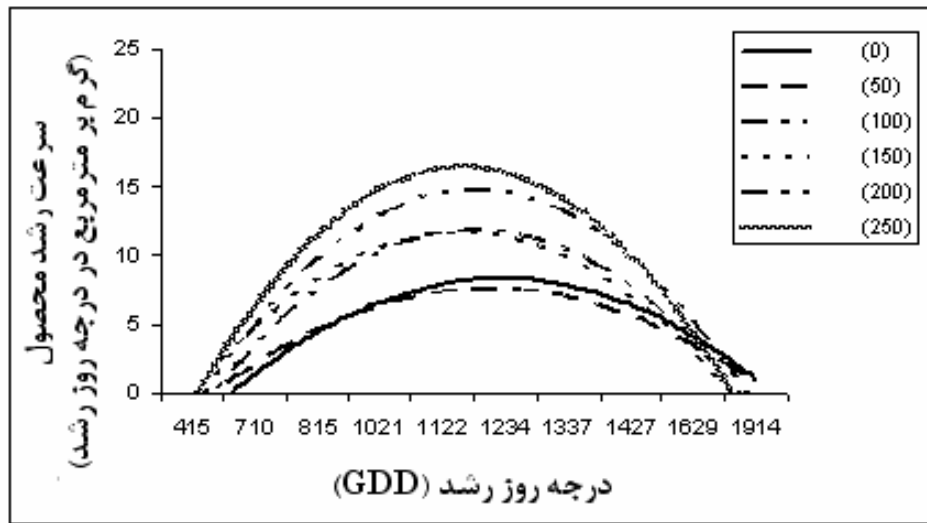
f

شکل (۴-۱۳) - روند تغییرات وزن خشک کل بوته در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی

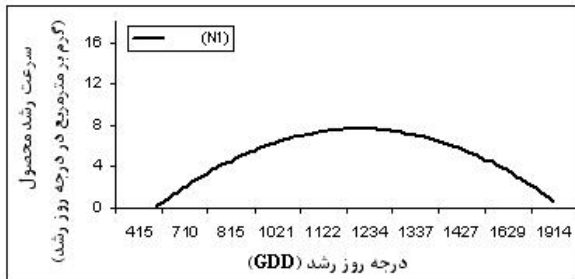
۴-۲-۲- تغییرات سرعت رشد محصول (CGR)^۱

سرعت رشد محصول معادل افزایش وزن خشک گیاه در واحد سطح زمین در واحد زمان است و به طور وسیعی در تجزیه و تحلیل رشد به کار گرفته می‌شود. به طور متوسط مقدار CGR برای گیاهان C_۳ و C_۴ به ترتیب معادل ۲۰ و ۳۰ گرم در متر مربع در روز در نظر گرفته می‌شود. در شکل (۴-۱۴) مشاهده می‌شود که در اثر مصرف بیشتر کود نیتروژن، CGR با دریافت واحد گرمایی کم‌تری به اوج خود رسید. به طوری که دو تیمار N_۰ و N_۱ در محدوده ۱۳۰۰ GDD به حداکثر CGR رسیدند، در حالی که در سایر تیمارها این مقدار در محدوده ۱۲۰۰ GDD مشاهده گردید. بررسی منحنی روند تغییرات CGR در طول فصل رشد حاکی از آن است که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی CGR محصول افزایش یافته به طوری که در بین تیمارها، تیمار N_۹ بیشترین مقدار CGR را داشت (شکل ۴-۱۵، e). در بین تیمارهای N_۳ و N_۴ و N_۵ که ۱۵۰ کیلوگرم کود در طی فصل رشد دریافت کردند بیشترین CGR مربوط به تیمار N_۵ بود که در مرحله گرده‌افشانی ۵۰ کیلوگرم کود به صورت محلول‌پاشی دریافت کرده بود (شکل ۴-۱۵، c). همچنین تیمار N_۶ نیز که در ساقه‌روی کود بیشتری دریافت کرده بود، CGR بیشتری نسبت به تیمارهای N_۷ و N_۸ داشت. هر ۳ تیمار در طول فصل رشد ۲۰۰ کیلوگرم اوره را با مدیریت‌های مختلف دریافت کرده بودند (شکل ۴-۱۵، f). در بین تیمارها تیمار N_۱ کم‌ترین مقدار CGR را نشان داد (شکل ۴-۱۵، a).

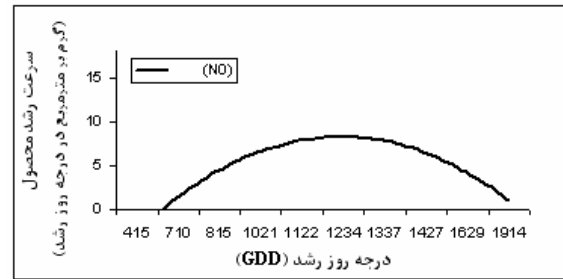
^۱Crop Growth Rate



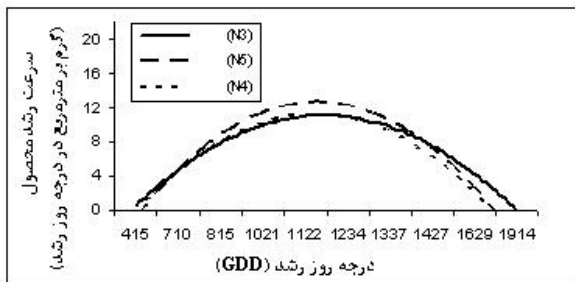
شکل (۴-۱۴) - روند تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) در مقادیر مختلف کود نیتروژن



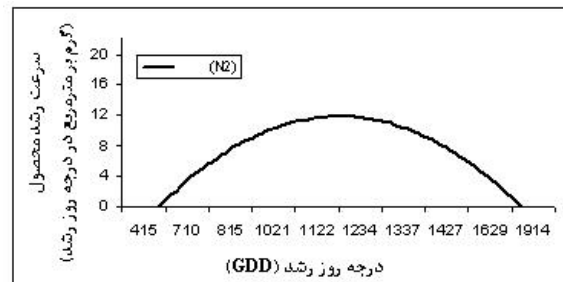
a



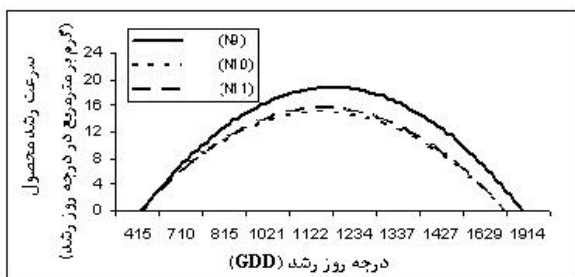
b



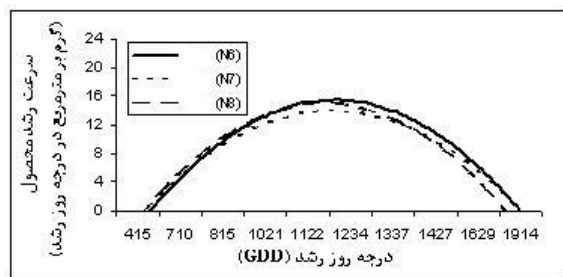
c



d



e



f

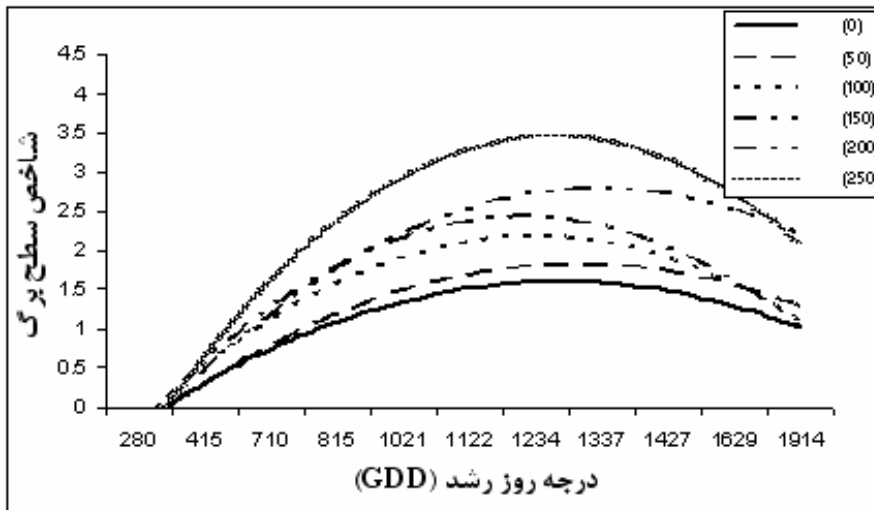
شکل (۴-۱۵) - روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی

۳-۲-۴- تغییرات شاخص سطح برگ (LAI)^۱

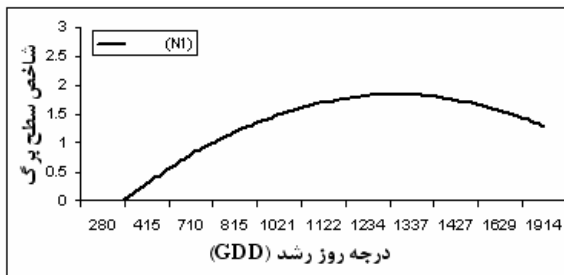
شاخص سطح برگ بیان کننده سطح برگ به سطح زمین اشغال شده توسط محصول است. LAI یک مساوی یک واحد از مساحت سطح برگ در واحد سطح زمین است، برای تولید حداکثر ماده خشک برای اکثر محصولات زراعی، LAI مساوی ۳-۵ لازم است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن مورد استفاده در طول فصل رشد، LAI نیز افزایش یافت (شکل ۴-۱۶). بیشترین LAI در تیمار N۹ و کمترین آن در تیمار شاهد به ترتیب با مقادیر ۴/۵ و ۲/۲ مشاهده شد (شکل ۴-۱۷، b و c). تیمارهای کودی N۳، N۴ و N۵ با دریافت ۱۵۰ کیلوگرم کود در طول فصل رشد تفاوتی در شاخص سطح برگ نشان ندادند (شکل ۴-۱۷، c). در بین سه تیمار کودی N۶، N۷ و N۸، تیمار N۸ در اواخر دوره از لحاظ این صفت برتری نشان داد (شکل ۴-۱۷، f). منحنی تغییرات سطح برگ در تیمارهایی که در گرده‌افشانی محلول‌پاشی شدند در اواخر دوره رشد کاهش کمتری در سطح برگ داشت. دلیل این امر افزایش در دوام سطح برگ در اثر محلول‌پاشی پس از توقف رشد رویشی می‌باشد.

همان‌طور که در کلیه تیمارهای کودی در شکل (۴-۱۷) دیده می‌شود، حداکثر LAI در محدوده ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ واحد گرمایی حاصل شد که منطبق با زمان دستیابی به حداکثر CGR در این تیمارها می‌باشد (شکل ۴-۱۵). این موضوع نشان‌دهنده این است که گیاه با دستیابی به حداکثر سطح برگ در شرایطی که نور شدید در محیط وجود دارد، می‌تواند به حداکثر تولید ماده خشک برسد.

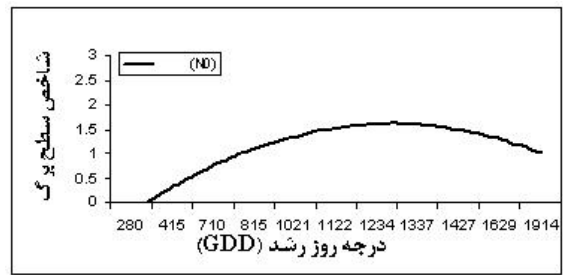
^۱ Leaf Area Index



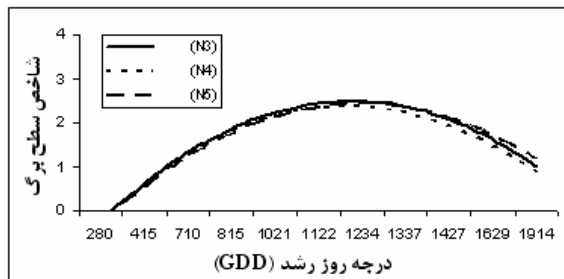
شکل (۴-۱۶) - روند تغییرات شاخص سطح برگ در مقادیر مختلف کود نیتروژن



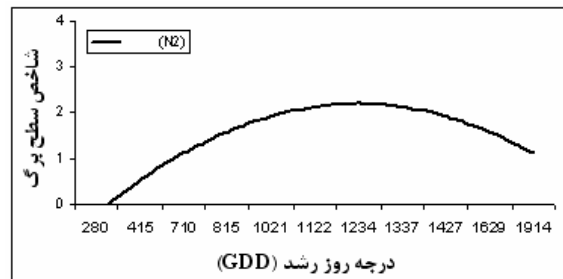
a



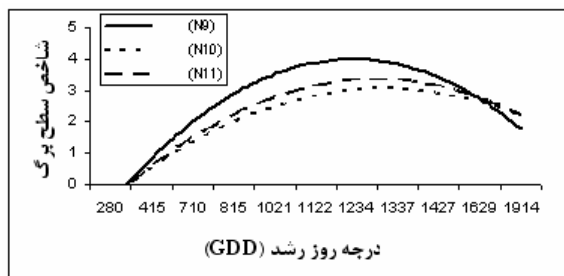
b



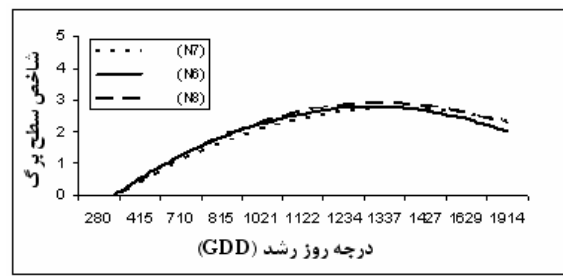
c



d



e



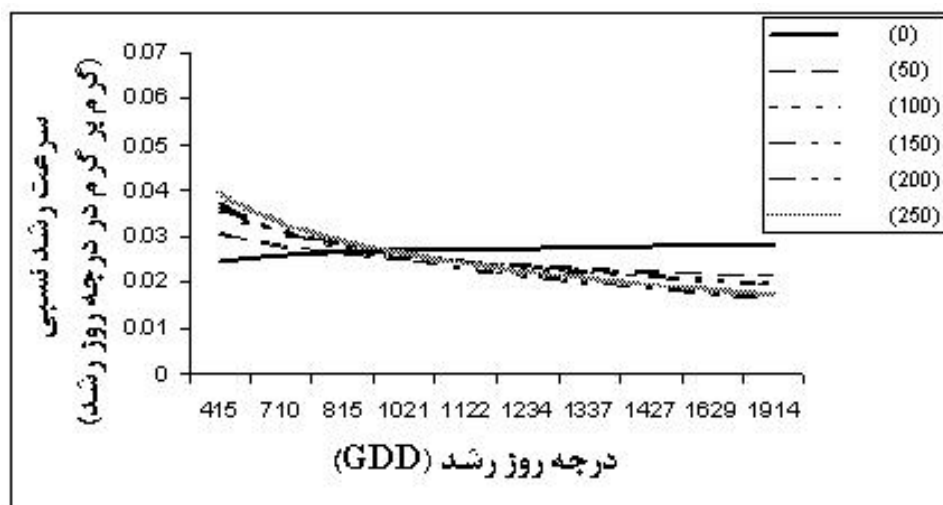
f

شکل (۴-۱۷) - روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی

۴-۲-۴- سرعت رشد نسبی (RGR)^۱

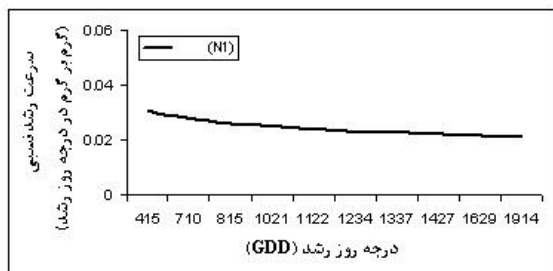
سرعت رشد نسبی وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن قبلی در فاصله زمانی مشخص است. RGR گیاهان زراعی درست بعد از جوانه‌زنی معمولاً به کندی آغاز شده متعاقب آن با سرعت بالا رفته و سپس کند می‌شود. بررسی منحنی روند تغییرات RGR در طول فصل رشد حاکی از آن است که با افزایش مقدار کود نیتروژن میزان RGR نیز افزایش می‌یابد. اما در ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کاهش مقدار RGR در اواخر دوره رشد بیشتر است (شکل ۴-۱۸).

همچنین حداکثر RGR در تیمار N۹ و کمترین آن در تیمار N۱ مشاهده شد (شکل ۴-۱۹، a و e). تیمارهای N۵ و N۶ و N۹ در میان تیمارهای دیگر RGR بالاتری را نشان دادند (شکل ۴-۱۹، c و e و f).

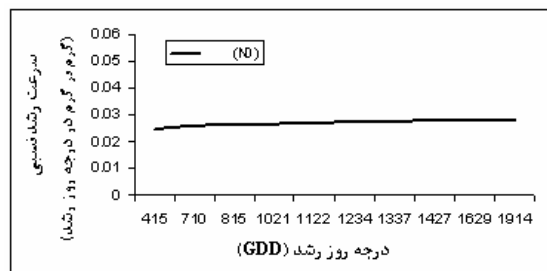


شکل (۴-۱۸) - روند تغییرات سرعت رشد نسبی محصول در مقادیر مختلف کودی

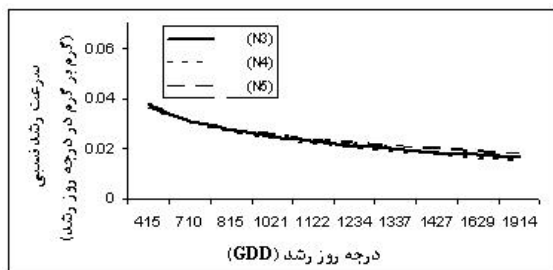
^۱. Relative Growth Rate



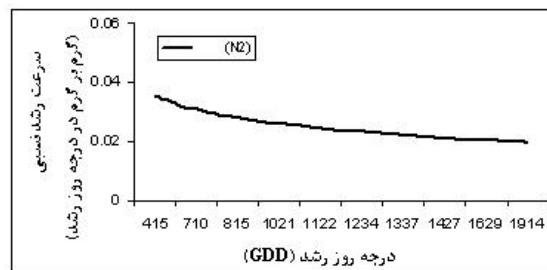
a



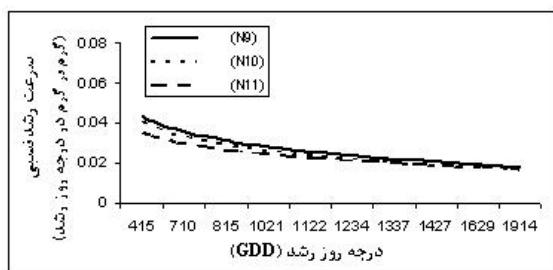
b



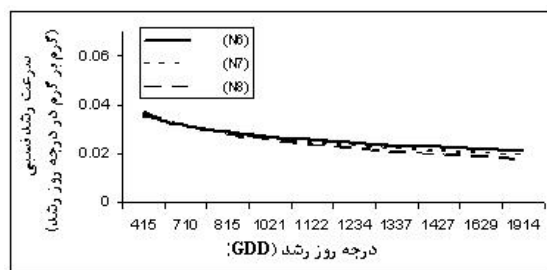
c



d



e



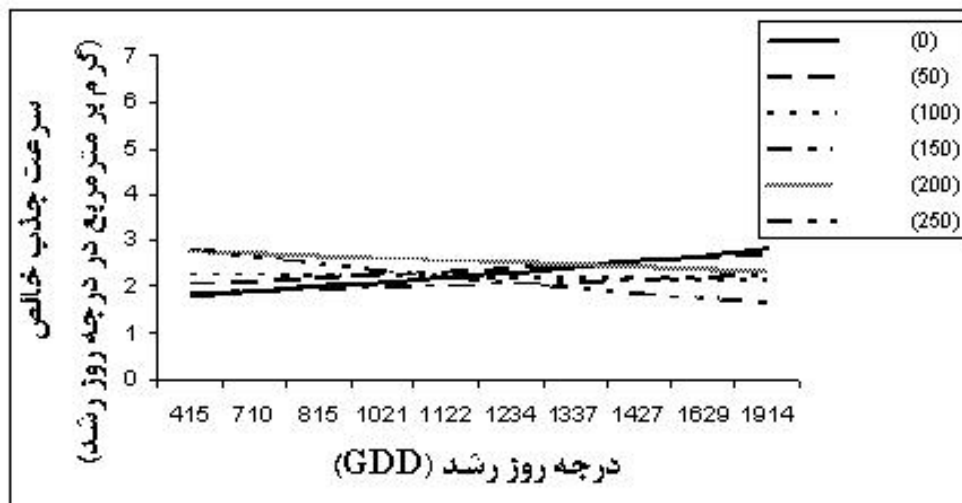
f

شکل (۴-۱۹) - روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی

۴-۲-۵- تغییرات سرعت جذب خالص (NAR)^۱

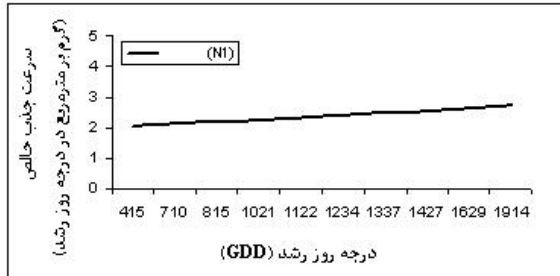
سرعت جذب خالص عبارت است از مقدار ماده فتوسنتزی ساخته شده در واحد سطح برگ در واحد زمان است. از آنجائیکه برگ عمده‌ترین اندام فتوسنتزکننده گیاه می‌باشد، لذا بیان رشد بر اساس سطح برگ مطلوب‌تر است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲). نتایج بررسی نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار سرعت جذب خالص افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در مقادیر کودی ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار دیده شد (شکل ۴-۲۰). همچنین کم‌ترین سرعت جذب خالص مربوط به تیمار شاهد بود.

از اواسط فصل رشد به بعد بین تیمارهای N۳ و N۴ و N۵، تیمار N3 (شکل ۴-۲۱، c) و در تیمارهای گروه ۲۰۰ کیلوگرم اوره در طول فصل رشد تیمار N۶ (شکل ۴-۲۱، f) و در بین تیمارهای N۹ و N۱۰ و N۱۱، تیمار N۹ بیشترین سرعت جذب خالص را نشان دادند (شکل ۴-۲۱، e). گیاهان موجود در این سه تیمار، کود بیشتری در مرحله ساقه‌روی دریافت کرده بودند و قبل از شروع رشد زایشی به اندازه کافی رشد رویشی و در راس آن سطح برگ خود را گسترش داده و از این طریق موجب افزایش در شاخص کارایی فتوسنتز گیاه گردیدند.

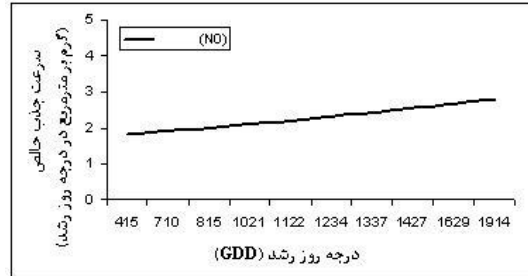


شکل ۴-۲۰ - روند تغییرات سرعت جذب خالص در مقادیر مختلف کود نیتروژن

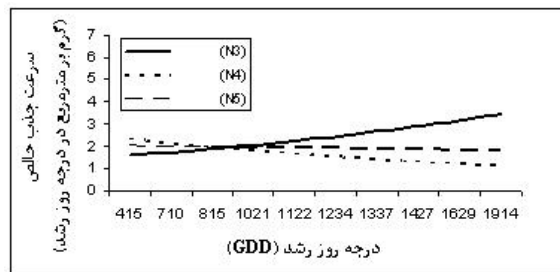
^۱. Net Assimilation Rate



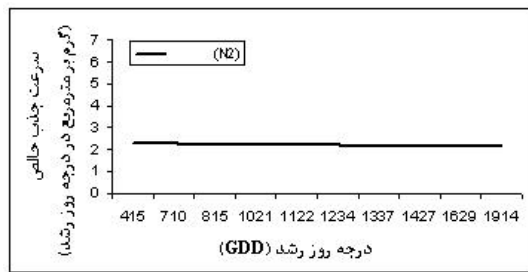
a



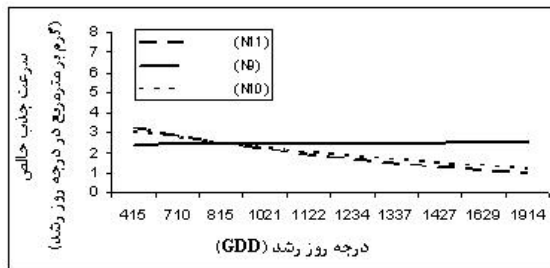
b



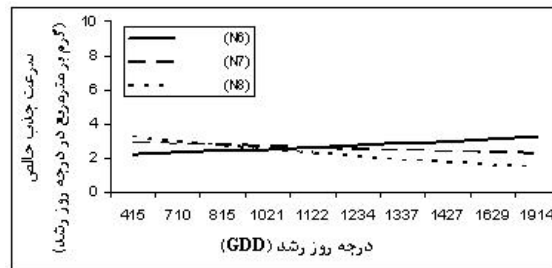
c



d



e



f

شکل (۴-۲۱) - روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای مختلف به تفکیک میزان کود مصرفی

۳-۴- مقایسات اور توگونال

در این بررسی با توجه به نوع تیمارها از مقایسات اور توگونال جهت مقایسه بیشتر و دقیق تر تیمارها استفاده گردید. به این ترتیب ۱۲ تیمار در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفتند که می توان ۱۱ مقایسه اور توگونال برای آنها تعریف کرد.

از بین تمامی مقایسات ممکن، دو مقایسه شامل مقایسه بین دو روش محلول پاشی و کاربرد خاکی نیتروژن در انتهای فصل رشد و همچنین مقایسه بین کاربرد دو مرحله ای و سه مرحله ای نیتروژن در این قسمت ارائه می گردد. عملکرد دانه، وزن خشک کل، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع از این لحاظ مورد بررسی قرار گرفتند.

۳-۴-۱- مقایسه محلول پاشی کود اوره و کاربرد خاکی آن در مرحله گرده افشانی

در این بررسی جهت مقایسات اور توگونال دو دسته تیماری جدا شدند و سپس برای مقایسه بین آنها از نرم افزار SAS استفاده گردید. نتایج نشان دادند که بین محلول پاشی و کاربرد خاکی نیتروژن در صفات وزن هزار دانه، وزن خشک کل، شاخص برداشت و عملکرد دانه تفاوت معنی دار وجود دارد ولی صفت تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله تحت تاثیر روش محلول پاشی در انتهای فصل رشد قرار نگرفت (جدول ۴-۱).

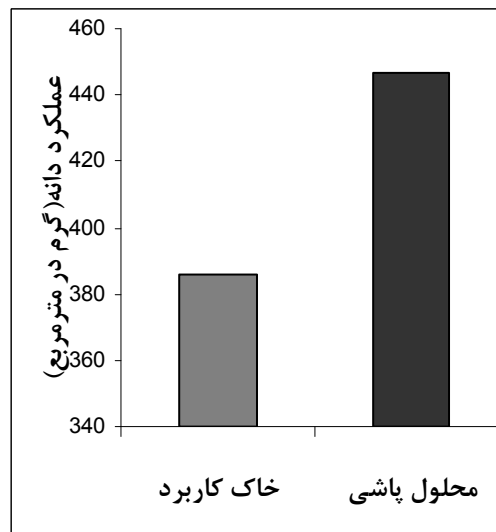
جدول (۴-۱) - مجموع مربعات عملکرد و اجزای عملکرد گندم پس از انجام مقایسات اور توگونال

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن خشک کل	تعداد سنبله	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت
بلوک	۳	۸۵۰/۵۹۲ ^{ns}	۹۲۵/۱۶۰ ^{ns}	۷۳/۷۹۶ ^{ns}	۱/۶۹۵۲ ^{ns}	۰/۵۱۸۵ ^{ns}	۷/۹۱۶۶ ^{ns}
تیمار	۱۱	۷۸۳۰۲/۰۶۸**	۱۵۴۰۱۲/۲۲**	۱۶۸۷۸/۴۲۹**	۶۶/۱۷۷۳**	۱۳۸/۸**	۵۳۱/۴۰۱**
خطا	۳۳	۳۰۹/۲۸۰	۱۰۸۰/۸۰۴	۵۸/۴۰۴	۲/۸۱	۳/۴۵۹۷	۱۰/۶۲۸۷
مقایسه مستقل	۱	۲۱۸۵۸/۷۷۰**	۶۲۸۲/۳۷۰*	۳۰/۳۷۵ ^{ns}	۱۲۸/۳۴۳**	۸/۸۶۰ ^{ns}	۶۳/۳۷۵**

ns و ** و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

۴-۳-۱-۱- تاثیر روش کوددهی در مرحله گرده‌افشانی بر عملکرد دانه

تاثیر محلول‌پاشی بر عملکرد دانه در مقایسه با کاربرد خاکی معنی‌دار شد. متوسط بیشترین عملکرد دانه با ۴۴۶/۱۸ گرم در متر مربع دانه مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی شده به‌دست آمد (تیمارهای N۵، N۸ و N۱۱). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی کود نیتروژن با افزایش وزن هزار دانه موجب افزایش عملکرد دانه شده است (شکل ۴-۲۲). نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج به دست آمده از تحقیقات اسپیرتز و آلن (۱۹۷۸) و همچنین سادافل و داس (۱۹۶۶) مطابقت دارد. نتایج تحقیقات اسونسون و همکاران (۱۹۸۸) نیز طی یک آزمایش دو ساله نشان داد که تاثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی در مراحل دو برگگی، پنجه‌زنی، ساقه‌روی، سنبله در غلاف و ظهور سنبله در یکی از سال‌ها باعث کاهش عملکرد و در سال بعد باعث افزایش آن شد. ساراندون و جیانی بلی (۱۹۹۰) در آزمایشات خود گزارش کردند در غیاب مصرف نیتروژن در زمان کاشت، محلول‌پاشی اوره در آخر مرحله پنجه‌زنی باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۴۸٪ گردید. سالوایو (۱۹۹۴) نیز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه را در نتیجه محلول‌پاشی نیتروژن گزارش کرد. البته همواره محلول‌پاشی نیتروژن با افزایش عملکرد همراه نبوده است و در برخی موارد با تاثیر اندک یا بدون تاثیر گزارش شده است. نویکوف و ویسا (۱۹۹۴) در مطالعات خود روی ۵ رقم گندم بهاره نرم به این نتیجه رسیدند که عملکرد در همه ارقام با افزایش میزان نیتروژن مصرف شده در خاک افزایش یافت ولی محلول‌پاشی نیتروژن تاثیر کمی بر عملکرد دانه داشت و یا بدون اثر بود.



شکل (۴-۲۲) - تاثیر روش کوددهی بر عملکرد دانه

۴-۳-۱-۲- تاثیر روش کوددهی در مرحله گرده‌افشانی بر وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله

همانگونه که از نتایج این تحقیق بر می‌آید با جایگزین کردن کاربرد خاکی کود اوره با محلول-

پاشی وزن هزار دانه معنی‌دار شد و محلول‌پاشی موجب افزایش وزن هزاردانه گردید (شکل ۴-۲۳).

دانه‌های در حال پر شدن از طریق دو منبع تغذیه می‌شوند، یکی فتوسنتز جاری برگ و دیگری

و دیگری انتقال مجدد ذخایر ساقه می‌باشد. در این مقطع معمولاً به دلیل پیر شدن برگ‌ها فتوسنتز

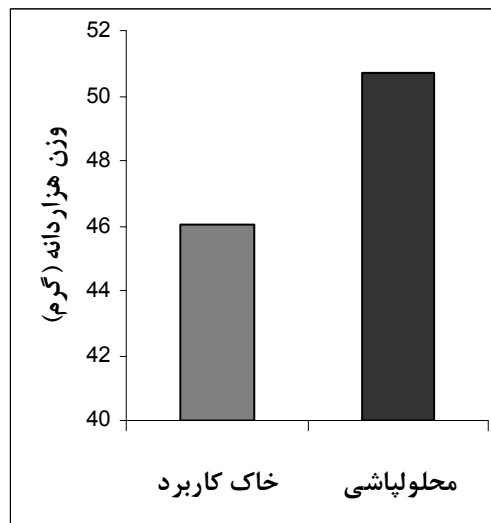
جاری نمی‌تواند کارایی لازم را داشته باشد، شاید محلول‌پاشی کود نیتروژن در مرحله گرده‌افشانی

دوام سطح برگ را افزایش داده و از این طریق تولید اسمیلات‌های ارسالی به دانه از طریق فتوسنتز

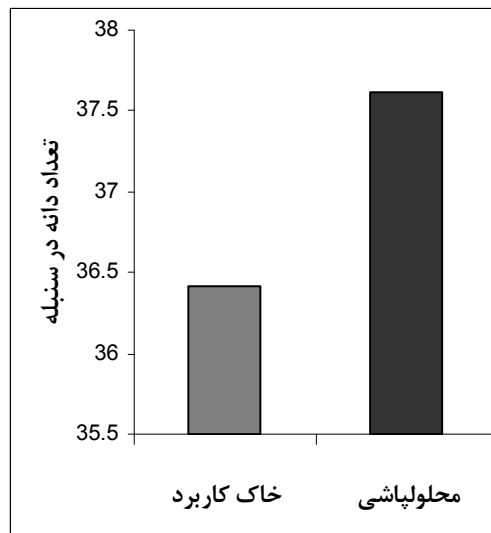
جاری برگ افزایش می‌یابد. سادافل و داس (۱۹۶۶) در تحقیقات خود نیز این نتیجه را گزارش کردند.

در این آزمایش تعداد دانه در سنبله تحت تاثیر محلول‌پاشی در مرحله گرده‌افشانی قرار نگرفت

(شکل ۴-۲۴).



شکل (۴-۲۳) - تاثیر روش کوددهی بر وزن هزار دانه (گرم)

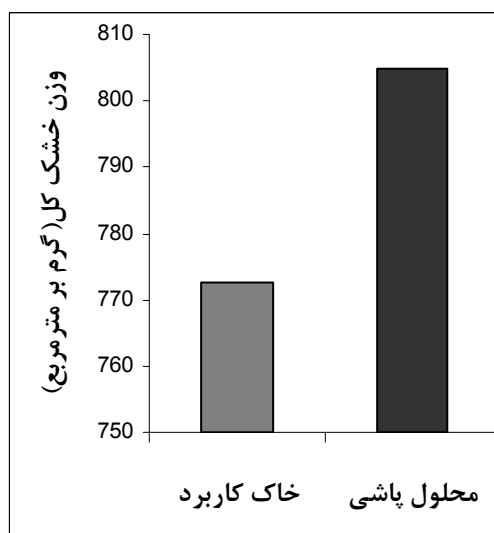


شکل (۴-۲۴) - تاثیر روش کوددهی بر تعداد دانه در سنبله

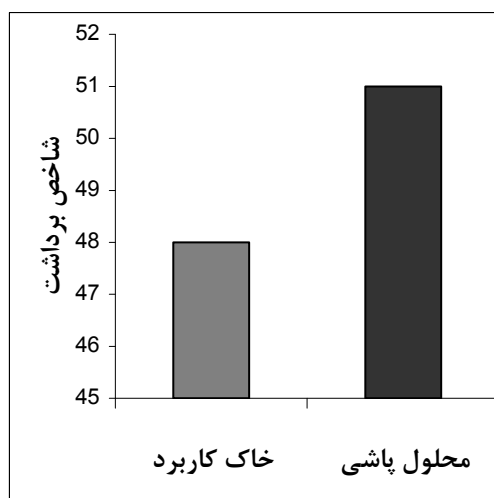
۴-۳-۱-۳- تاثیر روش کوددهی در مرحله گرده افشانی بر وزن خشک کل و شاخص برداشت

در این آزمایش وزن خشک کل با احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول ۴-۲). گیاهانی که در مرحله گرده افشانی با ۵۰ کیلوگرم اوره محلول پاشی شدند نسبت به گیاهانی که همین مقدار را به صورت خاک کاربرد دریافت کردند، شاخص برداشت بیشتری داشتند که معنی دار نیز بود (شکل ۴-۲۶). شاخص برداشت که از خصوصیات ژنتیکی و ثابت یک رقم می باشد ولی می تواند تحت تاثیر عملیات زراعی و بخصوص مصرف کود نیتروژن قرار بگیرد (امام و نیک نژاد، ۱۳۷۲). به نظر می رسد

محلول پاشی در گرده‌افشانی با افزایش عملکرد دانه و تاثیر کمتر بر وزن خشک کل بوته موجب افزایش شاخص برداشت شده است.



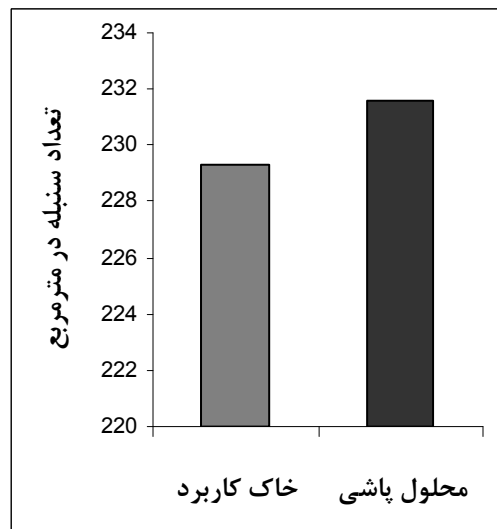
شکل (۴-۲۵) - تاثیر روش کوددهی بر وزن خشک کل



شکل (۴-۲۶) - تاثیر روش کوددهی بر شاخص برداشت

۴-۱-۳-۴- تاثیر روش کوددهی در مرحله گرده‌افشانی بر تعداد سنبله در متر مربع

تاثیر شیوه کاربرد کود در مرحله گرده‌افشانی بر صفت تعداد سنبله در مترمربع معنی‌دار نشد. به نظر می‌رسد تعداد سنبله تحت تاثیر مقدار کوددهی در مراحل قبل از گرده‌افشانی است که تعیین کننده تعداد سنبله‌های بارور در متر مربع می‌باشد (شکل ۴-۲۷).



شکل (۴-۲۷) - تاثیر روش کوددهی بر تعداد سنبله

۴-۳-۲- تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

گندم معمولا در طول دوره رشد احتیاج زیادی به نیتروژن قابل جذب دارد. جذب نیتروژن از مرحله گیاهچه‌ای آغاز و در مراحل حداکثر رشد و گل‌دهی به بیشترین مقدار خود می‌رسد (خادمی، ۱۳۷۷). هدف اصلی از مصرف کود نیتروژن با در نظر گرفتن تاثیر آن در فرآیندهای فیزیولوژیکی افزایش عملکرد و افزایش درصد پروتئین دانه در گندم می‌باشد. از عوامل موثر بر این دو پارامتر زمان مصرف کود نیتروژن و یا به عبارتی تقسیط نیتروژن در مراحل مختلف رشد است.

در این بررسی دفعات تقسیط نیتروژن در تیمارهای مختلف، در نظر گرفته شد و به جهت مقایسه دفعات تقسیط، از مقایسات اورتوگونال استفاده گردید. طبق این روش، تیمارهایی با دو بار تقسیط نیتروژن (هنگام کاشت و ساقه‌روی) با تیمارهای با سه بار کوددهی (هنگام کاشت، ساقه‌روی و گرده‌افشانی) با هم مقایسه شدند.

نتایج مقایسه نشان داد که تعداد دفعات تقسیط بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، وزن خشک کل، عملکرد و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۴-۲).

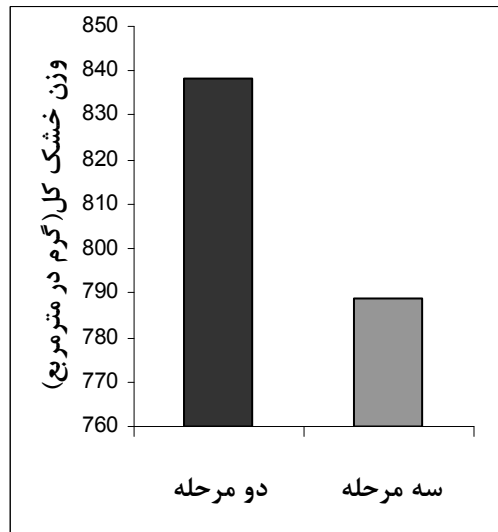
جدول (۴-۲) - مجموع مربعات عملکرد و اجزای عملکرد گندم پس از انجام مقایسات اور توگونال

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن خشک کل	تعداد سنبله	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت
بلوک	۳	۸۵۰/۵۹۲ ^{ns}	۹۲۵/۱۶۰ ^{ns}	۷۳/۷۹۶ ^{ns}	۱/۶۹۵۲ ^{ns}	۰/۵۱۸۵ ^{ns}	۷/۹۱۶۶ ^{ns}
تیمار	۱۱	۷۸۳۰۲/۰۶۸**	۱۵۴۰۱۲/۲۳**	۱۶۸۷۸/۴۲۹**	۶۶/۱۷۷۳**	۱۳۸/۸**	۵۳/۴۰۱**
خطا	۳۳	۳۰۹/۲۸۰	۱۰۸۰/۸۰۴	۵۸/۴۰۴	۲/۸۱	۳/۴۵۹۷	۱۰/۶۲۸۷
مقایسه مستقل	۱	۵۷۱۰۹/۵۲**	۲۲۰۵۳/۱۶۸**	۱۳۰۶/۶۶۶**	۳۱۰/۹۰۱**	۲۲۷/۱۷۶*	۱۱۵۲/۸۱**

ns و ** و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

۴-۳-۲-۱- تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر وزن خشک کل

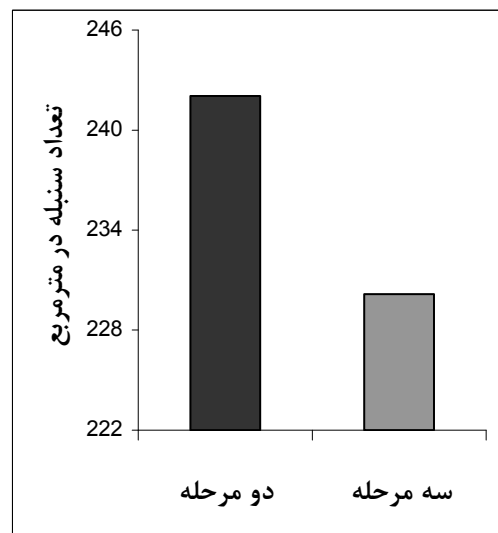
نتایج بررسی نشان داد که تیمارهایی که در دو مرحله کوددهی شدند (N۲، N۳، N۶ و N۹) با متوسط وزن خشک ۸۳۸/۵ گرم در مترمربع نسبت به تیمارهایی که کود را در سه مرحله دریافت کردند (N۴، N۵، N۷، N۸، N۱۰ و N۱۱) وزن خشک کل بیشتری داشتند (شکل ۴-۲۸). از دلایل این برتری این است که این تیمارها در مرحله ساقه‌روی کود بیشتری دریافت کردند و در اثر افزایش رشد رویشی وزن خشک بیشتری نشان دادند. سوک و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی تاثیر کود نیتروژن بر تولید ماده خشک دانه و کارایی استفاده از آب و تشعشع در شرایط نیمه خشک دریافتند که مصرف نیتروژن، تولید ماده خشک را افزایش می‌دهد. در مطالعه‌ای توسط پایین (۲۰۰۰) مشخص گردید که با بهبود وضعیت تغذیه به ویژه مصرف مناسب کود نیتروژن، رشد و توسعه سایه انداز گیاهی سریع تر شروع شده و در نتیجه، منجر به افزایش کارایی تبدیل مواد فتوسنتزی به ماده خشک گیاهی می‌گردد.



شکل (۴-۲۸) - تاثیر دفعات تقسیط نیتروژن بر وزن خشک کل بوته

۴-۳-۲- تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر تعداد سنبله در مترمربع

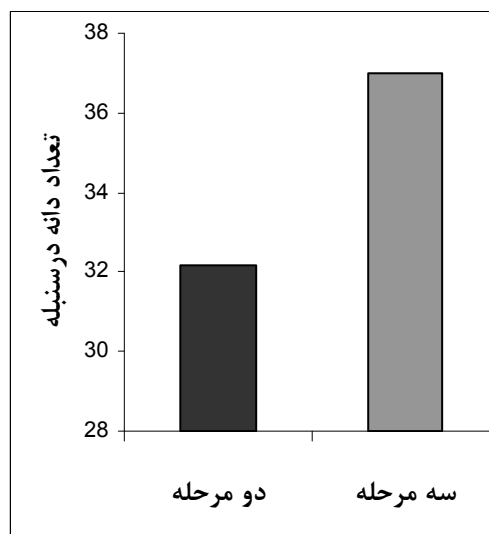
نتایج بررسی نشان داد که تیمارهایی که دفعات تقسیم نیتروژن کم تری داشتند و در نتیجه در ساقه‌روی کود بیشتری دریافت کردند تعداد سنبله بارور بیشتری در مترمربع داشتند (شکل ۴-۲۹). کوددهی در مرحله ساقه‌روی تعداد پنجه‌های بارور و در نتیجه پتانسیل تولید را تعیین می‌کند.



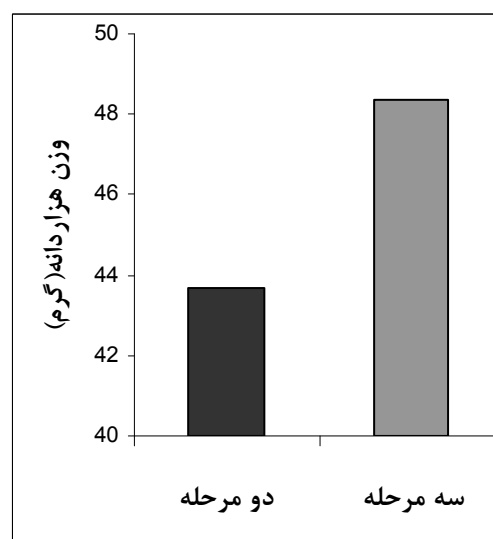
شکل (۴-۲۹) - تاثیر دفعات تقسیط نیتروژن بر تعداد سنبله در مترمربع

۴-۳-۲-۳- تاثیر دفعات تقسیط کود نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه

تاثیر دفعات تقسیط نیتروژن بر هر دو صفت تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه نیز معنی‌دار بود و بر خلاف صفات قبلی برتری در این دو صفت با تیمارهایی بوده است که در گرده‌افشانی کود دریافت کردند و در نتیجه تعداد دفعات تقسیط در آن‌ها سه مرحله بود (تیمارهای N۴، N۵، N۷، N۸، N۱۰ و N۱۱). تیمارهای فوق با ۳۷ دانه در سنبله و وزن هزاردانه ۴۸/۳۶ گرم شرایط بهتری را نشان دادند (شکل ۴-۳۰-۴).



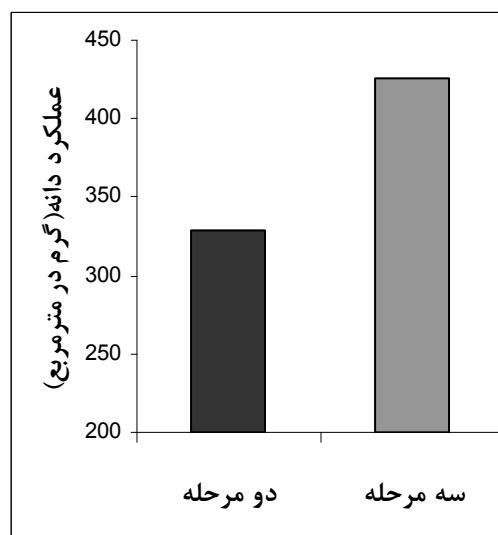
شکل (۴-۳۰) - تاثیر دفعات تقسیط نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله



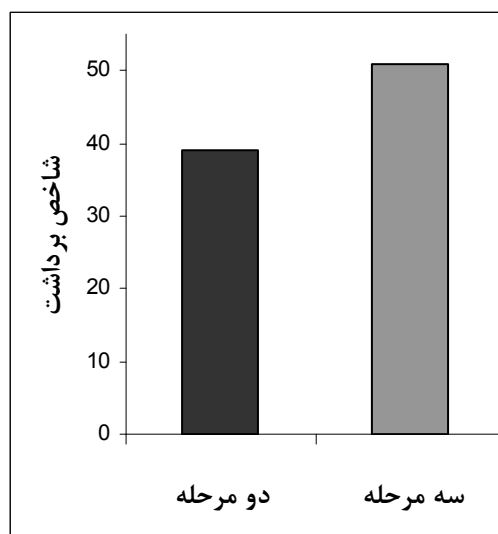
شکل (۴-۳۱) - تاثیر دفعات تقسیط نیتروژن بر وزن هزار دانه (گرم)

۴-۳-۲-۴- تاثیر دفعات تقسیط نیتروژن بر عملکرد دانه و شاخص برداشت

همانطور که نتایج نشان می‌دهد تعداد دفعات تقسیط نیتروژن بر عملکرد دانه و شاخص برداشت تاثیر مثبت داشت و با افزایش دفعات تقسیط نیتروژن، عملکرد دانه و شاخص برداشت افزایش نشان داد (شکل ۴-۳۲ و ۴-۳۳). به نظر می‌رسد فراهمی نیتروژن در زمان پر شدن دانه‌ها و افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه موجب افزایش عملکرد شده است. بیشترین مقدار عملکرد در تیمارهایی با ۳ مرحله کوددهی (تیمارهای N۴، N۵، N۷، N۸، N۱۰ و N۱۱)، ۴۲۶ گرم در متر مربع به دست آمد.



شکل (۴-۳۲) - تاثیر دفعات تقسیط نیتروژن بر عملکرد دانه



شکل (۴-۳۳) - تاثیر دفعات تقسیط نیتروژن بر شاخص برداشت

۴-۴- نتایج گیری

- ۱- با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی در تیمارهای مختلف تمامی صفات اندازه گیری شده افزایش یافت.
- ۲- بیشترین مقدار وزن خشک کل بوته، تعداد سنبله در مترمربع، وزن سنبله، طول محور سنبله و ارتفاع بوته در تیمار N۹ مشاهده شد.
- ۳- بیشترین مقدار عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در تیمار N۱۱ مشاهده شد.
- ۴- نتایج نشان داد که تعداد دفعات تقسیط نیتروژن بر عملکرد دانه و شاخص برداشت تاثیر مثبت داشت و با افزایش دفعات تقسیط نیتروژن، عملکرد دانه و شاخص برداشت افزایش نشان داد.
- ۵- نتایج بررسی نشان داد که تاثیر دفعات تقسیط نیتروژن بر هر دو صفت تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه معنی دار بوده و برتری در این دو صفت با تیمارهایی بوده است که در گرده-افشانی کود دریافت کردند و در نتیجه تعداد دفعات تقسیط در آن ها سه مرحله بود.
- ۶- تیمارهایی که دفعات تقسیم نیتروژن کم تری داشتند و در نتیجه در ساقه روی کود بیشتری دریافت کردند تعداد سنبله بارور بیشتری در مترمربع داشتند.
- ۷- تیمارهایی که در دو مرحله کوددهی شدند (N۲، N۳، N۹، و N۶) نسبت به تیمارهایی که کود را در سه مرحله دریافت کردند (N۴، N۵، N۷، N۸، N۱۰ و N۱۱) وزن خشک کل بیشتری داشتند.
- ۸- نتایج نشان داد که اضافه کردن کود در مرحله گرده افشانی به صورت محلول پاشی موجب افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت می شود.

۴-۵- پیشنهادها

- ۱- نظر به اینکه آزمایش فوق در یک سال زراعی انجام شده است، جهت بررسی دقیق‌تر حداقل به مدت یک سال دیگر آزمایش تکرار شود.
- ۲- تأثیر مقادیر دیگر کود نیتروژن و مدیریت‌های مختلف دیگر بررسی شود.
- ۳- با توجه به رفتار ارقام مختلف تحت مدیریت‌های کودی بررسی چند رقم در شرایط این آزمایش در منطقه شاهرود می‌تواند مفید باشد.
- ۴- با توجه به کمبود آب در کشور بررسی‌های لازم جهت تعیین فاصله دور آبیاری در تیمارهای مورد مطالعه صورت گیرد.
- ۵- در این تحقیق از کود اوره به عنوان منبع نیتروژن استفاده شد. استفاده از سایر منابع تامین کننده نیتروژن و بررسی چگونگی مدیریت مصرف آن در گیاه گندم توصیه می‌گردد.

منابع و مراجع

استانکوف، ن. (۱۳۷۶). "زراعت غلات". ترجمه: م.ح. راشد محصل، م. حسینی، م. عبدی و ع. ملافیانی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول. ۴۰۶ صفحه.

اکبری، غ.، د. مظا هری و ع. مختصی بیدگلی. (۱۳۸۴). "بررسی اثرات تراکم کاشت و مقادیر مختلف کود های نیتروژن و پتاس بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت". مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۲. شماره ۵: ۵۳-۴۶.

امام، ی. (۱۳۸۳). "زراعت غلات". انتشارات دانشگاه شیراز. ۷۶-۷۳.

امام، ی و م. نیک نژاد. (۱۳۷۲). "مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی". انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۰ صفحه.

پاک نژاد، ف. (۱۳۷۴). "بررسی تاثیر کودهای میکرو و سطوح کود ازته بر رشد و عملکرد کمی و کیفی گندم فلات". پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.

جامی الاحمدی، م. (۱۳۸۵). "کشاورزی، کود و محیط زیست". انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

حسینی، ی. و م. مفتون. (۱۳۸۴). "تاثیر منبع نیتروژن و میزان روی بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج". مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۹. شماره ۲: ۱۷۲-۱۶۵.

خادمی، ز. (۱۳۷۷). "بررسی تاثیر زمان مصرف و تقسیط کود ازت بر عملکرد و درصد پروتئین گندم". نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲ شماره ۵ موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده. (۱۳۸۰). "تغذیه معدنی گیاهان عالی". انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۴۹-۱۵۵.

زرین کفش، م. (۱۳۷۱). "خاک". انتشارات دانشگاه تهران. ۴۴۱ صفحه.

سالاردینی، ع.ا. (۱۳۶۶). "حاصلخیزی خاک". انتشارات دانشگاه تهران. ۴۴۱ صفحه. ۴۷.

سجادی، ا.ا. (۱۳۶۱). "فیزیولوژی رشد و نمو گندم". نشریه موسسه تحقیقات خاک و آب. شماره ۶۲۲.

سدری، م و م. ملکوتی. (۱۳۷۵). "بررسی تاثیر مصرف آهن، روی و مس در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی". نشریه علمی پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب. جلد ۱۲ شماره ۵ وزارت کشاورزی تهران، ایران.

سرمدنیا، غ و ع، کوچکی. (۱۳۷۲). "فیزیولوژی گیاهان زراعی". انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

شهسواری، ن. و م. صفاری. (۱۳۸۴). "اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در کرمان". مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۶۶: ۸۷-۸۲.

ضیائیان، ع. (۱۳۷۸). "تعیین حد بحرانی عناصر کم مصرف و نقش آنها در افزایش عملکرد و غنی سازی گندم در خاکهای شدیداً آهکی استان فارس". پایان نامه دکتری. گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران.

عباس دخت، ح. و ح. مروی. (۱۳۸۳). "تاثیر محلول پاشی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم". مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶. شماره ۶: ۱۳۳۱ - ۱۳۲۵.

عدالت، م.، ح. مدیری، ع.ا. کامکار حقیقی، ی. امام، ع. رونقی و م.ت. آساد. (۱۳۸۵). "برهم کنش دو تناوب زراعی و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم گندم در شرایط دیم در شیراز". مجله علوم زراعی ایران. جلد ۸. زیر چاپ.

فتحی، ق. (۱۳۷۸). "رشد و تغذیه گیاهان زراعی". انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶-۵۰. فیضی اصل، و. و. توشیح، ع. اشرف طلایی، و. و. بلسون. (۱۳۸۲). "بررسی اثرات محلول پاشی در گندم دیم در شمال غرب کشور". مجله علوم خاک ایران.

فیضی اصل، و. و. غ. ولی زاده. (۱۳۸۳). "اثر تغذیه برگ‌گی اوره در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و درصد پروتئین دانه گندم سبلان". مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۸. شماره ۱: ۱۱-۱۸

فیضی اصل، و. و. غ. ولی زاده. (۱۳۸۳). "بررسی اثر زمان محلول پاشی اوره بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گندم سرداری در شرایط دیم". مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵. شماره ۲: ۳۰۱-۳۱۱

قاسمی، ع. ک. و م. اصفهانی. (۱۳۸۴). "بررسی تاثیر سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در منطقه گیلان". مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران. سال ۱۲. شماره ۵: ۵۵-۶۱

قاسمی نژاد، م. ق. فتحی و م. حسین پور. (۱۳۷۹). "تعیین نقش ازت بر خصوصیات کمی و کیفی سه رقم گندم دوروم در شمال خوزستان". چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۵۴۲.

قرنجیک، الف. و س. گالشی. (۱۳۸۰). "اثر محلول پاشی کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم". مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۸. شماره ۲: ۸۷-۹۷

کافی، م. ا. جعفر نژاد و م. جامی الاحمدی. (۱۳۸۴). "گندم، اکولوژی، فیزیولوژی و برآورد عملکرد". انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۷۸ صفحه.

کسرائی، ر. (۱۳۷۲). "چکیده ای درباره علوم تغذیه گیاهی". انتشارات دانشگاه تبریز. ۱۴۱-۱۵۵

گوپتا، ی. س. (۱۳۷۱). "جنبه های فیزیولوژیکی زراعت دیم". ترجمه: غ. ح. سرمدنیا، و ع. کوچکی چاپ سوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۲۴ صفحه.

لطف الهی، م. و م. همایی. (۱۳۷۳). "حاصلخیزی خاک های مناطق خشک (مشکلات و راه حل ها)". انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۴۹۴ صفحه.

لطف اللهی، م. و م. ج. ملکوتی. (۱۳۷۷) "کاهش مصرف کود و افزایش پروتئین دانه گندم از طریق

محلول پاشی". نشریه علمی پژوهشی خاک و آب. جلد ۱۲. شماره ۱۲.

ملکوتی، م. ج. و م. نفیسی. (۱۳۷۳). "مصرف کود در اراضی زراعی". انتشارات دانشگاه تربیت

مدرس. ۴۹-۷۰.

ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۴). "کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در

ایران". انتشارات سنا. ۱۵۰-۱۶۰.

ملکوتی، م. ج. (۱۳۷۶). "تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی". نشر آموزش کشاورزی. کرج -

ایران.

ملکوتی، م. ج. و م. همایی. (۱۳۷۳). "حاصلخیزی خاک های مناطق خشک (مشکلات و راه حل

ها)". انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۴۹۴ صفحه.

منصوری فر، س.، ع. مدرس ثانوی، م. جلالی جواران و الف. قلاوند. (۱۳۸۴). "تاثیر تنش رطوبتی و

نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم ذرت". مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی.

سال ۱۲. شماره ۴: ۵۹-۵۴

نورمن، ام. جی. تی، جی. پیرسون و پی. جی. ای. سیرل. (۱۳۷۷). "اکولوژی گیاهان زراعی گرمسیری".

ترجمه م. حسینی. انتشارات بین النهرین. ۴۱۱ صفحه.

نورمحمدی، ق.، ع.ا. سیادت و ع. کاشانی. (۱۳۸۴). "زراعت غلات". جلد اول. چاپ دوم. انتشارات

شهید چمران اهواز. ۴۴۴ صفحه.

- Alconz, F.M Honz and V. A. Haby (1993) . "Nitrogen fertilization timing effect on wheat production" . Nitrogen uptake efficiency, and residual soil nitrogen . *Agron J.* 85: 1195-1203.
- Allison, F.E., (1966) . "The rate of nitrogrn applied to soiles" . *Adv. Agron.*, 18: 219-258.
- Altman, D.w., W.L. Mc cuiston, and W.E. Kostard. (1983) . "Grain protein percentage, Kernel hardness and grain yield of winter wheat with foliar applied urea" . *Agron. J.* 75:87-91.
- Amador, B. m., H. G. jones., C. Kaya., R. Aguilar, and J. L. Garcia-Hernandes. (2005) . "Effects of foliar application calcium nitrate on growth and physiological attributes of cowpea grown under salt strees" . *Field Crops Research.* 94:97-101.
- Baker, D. A., D. L. Young., D. R. Huggins, and W. L. Pan. (2004) . "Economically optimal nitrogen fertilization for yield and protein in hard red spring wheat" . *Agron. J.* 96:116-123.
- Barbottin, A., C. Bouchard, and M. Jeuffroy. (2005) . "Nitrogen remobilization during grain filling in wheat: Genotypic and environmental effect" . *Crop Sci.* 45:1141-1150.
- Bellido, L. L., R. J. L. Bellido, J.L. Castillo. And F. J. L. Bellido. (2000) . "Effect of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rainfed Mediterranean conditions" . *Agron. J.* 92: 1054-1063.
- Bellido, L. L., R. Lopez-Bellido, and R. Redordo. (2005) . "Nitrogen efficiency in wheat under rainfed Mediterranean conditions as affected by split nitrogen application" . *Field Crops Research.* 94:86-97.
- Below, F. W., L.E. Christensen, A.J. Reed, and R.H. Hageman. (1981). "Availability of reduced N and carbohydrates for development of maize" . *Plant Phisiol.* 68: 1186-1190.
- Bly, A. G, and H. J. Woodard. (2003) . "Foliar nitrogen application timing influence on graiein concentration of hard red winter and spring wheat" . *Agron. J.* 95:335-338.
- Bulman, P., and D. L. Smith. (1993) . "Yield and yield components response of spring barley to fertilizer nitrogen" . *Agron. J.* 85:226-231.
- Campbell, C.A., W. Nicholkaichuk, G.E. Parker, and J.D. Beaton. (1985) . "Effect of zero-till, snow trapping and fertilization on spring wheat and winter wheat" ., 1983-84. *Proc. Soil and Crops Workshop, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK.* P. 247.

- Chauhan, Y. S., A. Apphun., V. K. Singh, and B. S. Dwivedi. (2004) . "Foliar sprays of concentrated urea at maturity of pigeonpea to induce defoliation and increase its residual benefit to wheat" . *Field Crops Research*. 89:17-25.
- Clare, R.W., J.H. Spink., R.M. Laverick and J, Baily. (1993) . "Factor affecting the quality of milling wheat's produced in a high yields situation" . *Aspects of applied biology*. 36:241-250.
- Czuba, R. (1994) . "The results of foliar nutrition of field crops .I.Responses of plants to foliar nitrogen application" . *Field Crop Abst* . 49: 1303.
- Demotes-Mainarda, S., and M. H Jeuffroy. (2004) . "Effect of nitrogen and radition on dry matter and nitrogen accumulation in the spike of winter wheat" . *Field Crops Res*. 87: 221-233.
- Fatima, M., M. Bedhalf, and Y. Rhomeri. (1992) . "Fertilization of cereals: Soil nitrogen test. In: Ryan, and A. Matar (Eds.). Fertilizer use efficiency under rainfed agriculture in West Asia and North Africa" . *ICARDA, Aleppo Syria*. Pp. 224.
- Finney, K. F., J. W. Meyer, F. W. Smith, and H.C. Fryer. (1957) . "Effect of foliar spraying on paunee wheat with urea solution on yield, protein content, and protein quality" . *Agron. J*. 49:341-347.
- Fowler D.B., and J. Brydon. (1989a) . "No-till winter wheat production on the Canadian prairies: Placement of urea and ammonium nitrate fertilizers" . *Agron. J*. 81: 518-524.
- Fowler D.B., and J. Brydon. (1989b) . "No-till winter wheat production on the Canadian prairies: Timing of nitrogen fertilization" . *Agron. J*. 81: 817-825.
- Gan, T, P.R. Miller, B.G. Mcconkey, R. P. Zenter, F.C. Stevenson, and C.L. Mcdonald. (2003) . "Influence of diverse cropping sequences on durum wheat yield and protin in the semiard Northern Great Plains" . *Agron.J*. 95: 245-252.
- Gooding, M. J. and W. P. Davies. (1992) . "Foliar urea fertilization of cereals" . *Fertilization Research*. 32:202-222.
- Griffiths, M. W., P. S. Kettlewell, and T. J. Hocking. (1995) . "Effect of foliar – applied sulphur and nitrogen on grain growth, grain sulphur and nitrogen concentrations and yield of winter wheat" . *J. Agric. Sci. Camb*. 125: 331-339.
- Halvorson, A. D., D. C.Nielson., and C. A. Reule. (2004) . "Nitrogen fertilization and rotation effects on no-till dtyland wheat production" . *Agron. J Soc* . 96: 1196-1201.

- Harmsen, K. (1984) . "Nitrogen fertilizer use in rainfed agriculture" . *Fertilization Research*. 5: 371-382.
- Hicks, W. K., I. D. Leith., S. J. Woodin, and D. fowler. (2000) . "Can the foliar nitrogen deposition? Evidence from surreys" . *Environmental pollution*. 107: 367-376.
- Jeuffroy, M. H., and C. Bouchard. (1999) . "Intensity and duration of nitrogen deficiency on wheat grain number" . *Crop Sci*. 39: 1385-1393.
- Johnston, A.M. and D.B.Fowler. (1991) . "Notiil winter wheat production : response to spring applied nitrogen fertilizer from and placement . *Agron. J* . 83:722-728.
- Kratochvil, R. J., M. R. Harrison., K. J. Conover, and M. Sultenfuss. (2006) . "Nitrogen management fov mid-Atlantic hard red winter wheat production" . *Agron. J*. 97;257-264.
- Kumar R., and A. Kumar (1997) . "Response of wheat varieties to nitrogen, phosphorus and potassium in sandy loam soils of Haryana" . *Agric. Sci. Digest Karnal*. 17: 158-160.
- LanDoy, J., S. Legris-Delaporte, and F. Ferron. (1990) . "Foliar application of elemental sulphur on metabolism of sulphur and nitrogen compounds in leaves of sulphur-deficient wheat" . *Phytochemistry*. 30:729-732.
- Lloyd, A., J. Webb., J. R. Archer., and R. S. Bradly. (1997) . "Urea as a nitrogen fertilizer for cereals" . *Journal of Agronomy Science*. (Cambridge) 128:263-271.
- Lopez Bellido, R. J., and L. Bellido. (2001) . "Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean condition: Effect of tillage, crop rotation and N fertilization" . *Field Crop Res*. 71: 31-46.
- Mackown, C, and B. F. Carver. (2005) . "Fall forage biomass and nitrogen composition of winter wheat population selected from Grain-Only and Dual-Purpose environmental" . *Crop Sci*. 45:322-328.
- Mahto, B. N., E. Dureiller, and R.C. Sharma. (2005) . "Effect of surface seeding on foliar blight serverity and wheat performance" . *Field Crops Research*.96: 78-83.
- Makowski, D., D. Walluch, and J. M. Meynard. (1999) . "Model of yield, grain protein, and residual mineral nitrogen responses to applied nitrogen for winter wheat" . *Agron. J*. 91:337-385.
- Malhi, S.S., and M. Nyborg. (1983) . "Field study of the fate of fall-applied ¹⁵N-labeled-fertilizers in three Alberta soils" . *Agron. J*. 75:71-74.

- Masson, M.G., A.M. Rowley, and D.J. Quayle. (1972) . "The rate of urea applied at various intervals after sowing of a wheat crop on a sandy soil western Australia" . *Aust. J. Exp. Agric. Husb.* 12:171-175.
- Mc Donald, G. K. (1992) . "Effects of nitrogen fertilizer on the growth, grain yield and grain protein concentration of wheat" . *Australian Journal of Agricultural Research.* 43: 949-967.
- Monneveux, P., P. H. Zaidi, and C. Sanehez. (2005) . "Population density and low nitrogen affects yield-associated traits in tropical maize" . *Crop Sci.* 45:535-545.
- Novikov, N, N. and B. V. Voïessa. (1994) . "Formation of quality in soft spring wheat grain depending on the cultivar, condition of growing and the level of nitrogen nutrition" . *Izvestiya Timiryazevskoi Selskokhozyaistvennoi Akademii.* 3: 14-29.
- Novoa, R., and R. Loomis. (1981) . "Nitrogen and plant production" . *Plant and Soil.* 58:204.
- Otteson. B. (2002) . "*Management option for increased wheat yield profi*"t : Areview of hight input wheat production research in Nort Dakota in 2003.
- Ottman, M. J, and N. V. Pope. (2000). "Nitrogen fertilizer movement in the soil as influenced by nitrogen rate and timing irrigated wheat" . *Soil Science-Soc. Am.* 64:1883-1892.
- Papastlianou, L., (1990) . "Response of pure stand and mixture of cereal and leguomes to nitrogen fertilization and residual effect on subsequent barely" . *Journal of Agricultural Science. Cambrideg.* 115:15-22.
- Payne, W.A. (2000) . "Optimizing crop water use in sparse stands of pearl millet" . *Agron. J.* 92:808-814.
- Pelton, J., S. Kittila., P. Peltonen, and R. Karyalainen. (1991) . "Use of foliar-applied urea to inhibit the development of septoria nodorum in spring wheat" . *Field Crops Research.*
- Peltonen, J. (1993) . "Interaction of late season foliar spray of urea and fungicide mixture in wheat production" . *Crop Sci.* 170:296-308.
- Peltonen, J., and P. Pelton. (1990) . "Effect of apical timed urea spraying on yield components and quality properties of spring wheat in greenhouse experiments" . *Acta Agric* (?).
- Penny, A., and J. F. Jenkyn. (1983) . "Results from experiments with winter wheat companring top dressing of a Liquid N. fertilizer either alon or with added herbicide

- or midew fungicide or both, and of nitro-chalk without or with the herbicide or fungicide or both" . *J. Agric. Sci. Camb.* 100:163-173.
- Pilbeam, C. J., A. M. Meneil. H. C. Harris., and R. S. Swift. (1997) . "Effect of fertilizer rate and from on the recovery of 16 N-Labelled fertilizer applied to wheat in Syria" . *Journal of Agricultural Science. (Cambridge)* 128:415-424.
- Powelson., D.S., P.R. Poulton, N.E. Moller, M. V. Hewitt, A.Penny, D.S. Jenkinson. (1989) . "Uptake of foliar-applied urea by winter wheat (*Triticum aestivum*): The influence of application time and the use of a new N technique" . *J. Sci. Food Agric.* 48: 429-440.
- Randall, G. W., J. A. Vetsch, and J. R. Huffman. (2003) . "Crop production on a subsurface-Drained mollisol as a affected by time of nitrogen application and nitrogen application and nitrapyrin" . *Agron. J.* 95:1213-1219.
- Rasmussen, P. A., R. W. Richman, and B. L. Klepper. (1997) . "Residue and fertility effects on yield of no-till wheat . *Agron. J.* 89:563-567.
- Roth, G. W., and H.G Marshall. (1987) . "Effects of timing of nitrogen fertilization and a fungicide on soft red winter wheat" . *Agron. J.* 79: 197-200.
- Ruiz, J. m., and L. Romero. (1999) . "Cucumber yield and nitrogen metabolism in response to nitrogen supply" . *Scientia Horticulturae.* 82:309-316.
- Sadaphal, M. N., N. B. Das. (1966) . "Effect of spraying urea on winter wheat, *Triticum aestivum*". *Agron. J.* 58: 137-141.
- Salmon, S.E., P. Greenwell, P.M.R. Dampney. (1990) . "The effect of rate and timing of late nitrogen applications to breadmaking wheats as ammonium nitrate or foliar urea-N, and the effect of foliar sulphur application .II. Effect on milling and baking quality" . *Aspect of Applied Biol.* 25:242-253
- Salwau, M. I. M. (1994) . "Effect of soil and foliar application of nitrogen levels on yield and components of wheat (*T. aestivum L.*)" . *Annals of Agricultura Science Moshtohor*": 32: 705-715.
- Saradon, S. J., and D. O. Caldiz. (1990) . "Effects of varying nitrogen supply at different growth stages on nitrogen uptake and nitrogen partitioning efficiency in two wheat cultivars" . *Fer. Res.* 22:21-22.
- Sarandon, S. J. M.C. Gianibelli. (1990) . "Effect of foliar urea spraying and nitrogen application at sowing upon dry matter and nitrogen distribution in wheat (*Triticum aestivum L.*)" . *Agronomy. J.* 10: 183-189.

- Sieling, K., C. Stahl, C. Winkelmann, and O. Christen. (2005) . "Growth and yield of winter wheat in the first 3 years of a monoculture under varying N fertilization in NW Germany" . *Europ J.Agron.* 22: 71-84.
- Simmons, S. R., D. M. Moss. (1978) . "Nitrate reductase as a factor affecting nitrogen assimilation during the grain filling period in spring wheat" . *Crop Sci.* 18:584-586.
- Simpson, R.J., Lambers, H., and Dalling, M. J., (1982) . "Translocation of nitrogen in a vegetative wheat plant (*triticum aestivum L.*)" . *Physical Plant.*, 56: 11-17.
- Souk, K. L., S. Nortcliff, and D. W. Lawlor. (1998) . "Nitrogen fertilizer can increase dry matter, grain production and radiation and water use efficiencies for durum wheat under semi-arid conditions" . *Eur. J. Agron.* 9: 21-34.
- Spiertz, J. H. J. J. Ellen. (1978) . "Effect of nitrogen on crop development and grain growth of winter wheat in relation to assimilation and utilization of assimilates and nutrients" . *Neth. J. Agric. Sci.* 26: 210-231.
- Springer , T . L. , C. M.Taliaferro, and J. A. Hattey . (2005) . "Nitrogen Source and rate effects on the production of buffalograss forage grown with irrigation" . *Crop Sci* . 45 : 666- 672.
- Srivastava, R.D. L., O. N. Mehrota. (1981) . "Physiological studies on nutrition of dwarf wheat. Iv. Effect of rate and method of nitrogen application on yield and yield components of wheat" . *Indian. J. Agric. Chem.* 14(1-2) : 139-147.
- Staggenborg, S. A., D. A. Whitney., D. L. Fiell. And J. P. Shroyer. (2003) . "Seeding and nitrogen rates to optimize winter wheat yields folloing grain sorghum and soybean" . *Agron. J.* 95:249-253.
- Svenson, L. J., W. C. Dahnke, A. Johnson. (1988) . "The Effect of foliar application of urea ammonium nitrate on yield and protein content of wheat" . *North Dakota Farm Res.* 46: 20-22.
- Tanaka, D.L., J.S. Jacobesn, and J.W. Bauder. (1990) . "Nutrient content and water use efficiency of spring wheat as affected by fertilizer and placement" . Proc. Great Planins Soil Fertility Conference 6-7 March, *Denver, Colarado.* P. 152.
- Varga, B, and Z. Svecnjak. (2005) . "The effect of late-season urea spraying on grain yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal nitrogen fertilization" . *Field Crops Research.* 96:125-132.

- Vaughan, B., P.G. westfall, and K. A. Barbarick. (1990) . "Nitrogen rate and timing effects on winter wheat grain yield, grain protein and economics" I. *Prod . Agric.*3: 324-328.
- Vilson. W. S., K . L . Moore. A. D. Rochford., and V. Vaidyanathan. (1996) . "Fertilizer nitrogen addition to winter wheat crops in England : Comparison of farm practices with recommendation allowing for soil nitrogen supply" . *Jornal of Agricultural Science. (Cambridge)*. 127: 11-22.
- Watson, D. J., (1974) . "Comparative Physiological Studies on the Growth of Field Crops: I. Variation in Net Assimilation Rate and Leaf Area between Species and Varieties, and wittin and between Years, Ann" . *Bot.* 1974. 1 1:41-76.of field Crops.
- Weise, R., C.R. Crozier , and R.W. Heinigerl. (2001) . "Optimizing nitrogen application timing no-till soft red winter wheat" . *Agron . J.* 93:435-445.
- Wilhelm, W. W., G. S. McMaster, and D. M. Harrell. (2002) . Nitrogen and drymatter distribution by culm and leaf position at two stages of vegetative growth in winter wheat. *Agron. J.*

پیوست

جدول پ ۱- میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تاثیر تیمارهای مختلف کاربرد کود نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک کل بوته	تعداد سنبله	وزن سنبله	طول محور سنبله	تعداد سنبلجه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	ارتفاع بوته	وزن یک سنبله
بلوک	۳	۹۹۹/۴۳۴	۱۰۲/۸۰۶	۱۸۱۵/۶۸۴	۰/۰۴۲	۱/۳۵۶	۳/۰۸۲	۱/۸۴۶	۹۹۹/۴۳۴	۱۲/۶۳۲	۱۹/۱۳۹	۰/۰۶۲
تیمار	۱۱	۱۵۳۷۵۳/۳۰۷**	۱۶۹۴۲/۷۲۰**	۱۶۴۶۵۷/۵۷۵**	۳/۸۳۴**	۵۷۱/۵**	۱۳۰/۶۲۳**	۶۶/۲۶۱**	۷۸۳۸۰/۹۸۱**	۵۷۸/۲۴۸**	۱۹۴/۶۵۹**	۷/۵۱۹**
خطا	۳۳	۱۰۷۹/۳۰۸	۵۴/۸۳۶	۶۶۳/۲۵۹	۰/۰۸۵	۰/۸۶۰	۶/۸۳۲	۲/۸۱۰	۱۰۷۹/۳۰۸	۹/۶۰۲	۷/۸۹۶	۰/۵۳۶

** - بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد (آزمون دانکن).

جدول پ ۲ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر وزن خشک کل بوته به روش دانکن

۴۱۷/۳ f	N۰
۴۴۵/۸ f	N۱
۶۱۳/۶ e	N۲
۷۵۰ c	N۳
۶۲۷/۷ e	N۴
۶۹۴/۵ d	N۵
۸۸۱/۳ b	N۶
۸۳۷/۵ b	N۷
۸۵۵/۵ b	N۸
۱۱۰۲ a	N۹
۸۵۲/۸ b	N۱۰
۸۶۱/۶ b	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

جدول پ ۳ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر تعداد سنبله به روش دانکن

۸۳ e	N۰
۷۸/۵ e	N۱
۱۹۵/۵ d	N۲
۲۴۸/۳ bc	N۳
۲۰۱/۳ d	N۴
۲۰۴/۵ d	N۵
۲۴۲ bc	N۶
۲۴۸ bc	N۷
۲۵۱/۵ b	N۸
۲۶۴ a	N۹
۲۳۸/۸ c	N۱۰
۲۳۸ c	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

جدول پ ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر وزن یک سنبله (گرم) به روش دانکن

۱/۶۱ e	N۰
۱/۶۸ e	N۱
۲/۱۱ d	N۲
۲/۱۷ cd	N۳
۲/۲۰ cd	N۴
۲/۳۲e	N۵
۲/۰۵ d	N۶
۲/۰۶ d	N۷
۲/۱۳ cd	N۸
۲/۸ a	N۹
۲/۵۳ b	N۱۰
۲/۶۱ b	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد	

جدول پ ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر وزن سنبله (گرم در مترمربع) به روش دانکن

۱۳۲/۳ g	N۰
۱۳۲g	N۱
۳۹۳/۳ f	N۲
۵۲۱ c	N۳
۴۴۳/۹ e	N۴
۵۳۱/۷ c	N۵
۴۸۲ d	N۶
۵۵۰/۸ c	N۷
۵۴۴/۸ c	N۸
۷۶۳/۷ a	N۹
۵۳۰/۳ c	N۱۰
۶۰۸/۵ b	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد	

جدول پ ۶ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر طول محور سنبله به روش دانکن

۷/۳۱۳ f	N۰
۷ f	N۱
۸/۰۱۲ e	N۲
۸/۰۷۵ de	N۳
۸/۱۵ cde	N۴
۸/۲۳ cde	N۵
۸/۶۱ bc	N۶
۸/۵۲ bcd	N۷
۸/۳۲ bcde	N۸
۱۰/۶ a	N۹
۸/۷۶ b	N۱۰
۸/۷۱ b	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

جدول پ ۷ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر تعداد سنبلچه در سنبله به روش دانکن

۱۲/۵۵ e	N۰
۱۲/۵۷ e	N۱
۱۳/۶ de	N۲
۱۴/۲۰ bcd	N۳
۱۳/۹۰ cde	N۴
۱۴/۲۰ bcd	N۵
۱۵/۲۵ abc	N۶
۱۴/۱۳ bcd	N۷
۱۵/۴۸ ab	N۸
۱۵/۸۲ a	N۹
۱۵/۷۳ a	N۱۰
۱۵/۷۷ a	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

جدول پ ۸ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر تعداد دانه در سنبله به روش دانکن

۲۵/۲۵ f	N۰
۲۳/۵۸ f	N۱
۲۹/۵ e	N۲
۳۰/۵۲ de	N۳
۳۳/۴۵ bcde	N۴
۳۳/۷۵ bcd	N۵
۳۳/۷ bcd	N۶
۳۳/۸۵ bc	N۷
۳۵/۵۵ b	N۸
۴۰/۹۵ a	N۹
۳۶/۹ b	N۱۰
۴۳/۷۰ a	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

جدول پ ۹ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر وزن هزار دانه (گرم) به روش دانکن

۴۵/۷۵ cd	N۰
۳۸/۰۵g	N۱
۴۲/۲۲ ef	N۲
۴۱/۵۰ f	N۳
۴۶/۲۵ cd	N۴
۴۹/۶۳ ab	N۵
۴۲/۶۳ ef	N۶
۴۷/۶۳ bc	N۷
۵۰/۳۵ a	N۸
۴۴/۳۷ de	N۹
۴۴/۲۰ de	N۱۰
۵۱/۰۸ a	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

جدول پ ۱۰ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد دانه (گرم در مترمربع) به روش دانکن

۹۵/۶۵ g	N۰
۸۶/۶۸ g	N۱
۲۴۳/۷ f	N۲
۳۱۴/۲ e	N۳
۳۱۱/۲ e	N۴
۳۴۶/۳ d	N۵
۳۴۴/۴ d	N۶
۴۱۱/۴ c	N۷
۴۴۳/۸ b	N۸
۴۵۲/۹ b	N۹
۴۳۵ bc	N۱۰
۴۸۷ a	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

جدول پ ۱۱ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر شاخص برداشت به روش دانکن

۲۲/۷۵ d	N۰
۱۹ d	N۱
۳۹/۲۵ c	N۲
۴۱/۲۵ c	N۳
۴۸/۷۵ b	N۴
۴۸ b	N۵
۳۸/۷۵ c	N۶
۴۸/۷۵ b	N۷
۵۱/۲۵ b	N۸
۴۰/۷۵ c	N۹
۵۰ b	N۱۰
۵۴ a	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

جدول پ ۱۲ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر ارتفاع بوته به روش دانکن

۵۳/۵۰ d	N۰
۴۷/۲۵ e	N۱
۵۲/۵۰ d	N۲
۶۴ b	N۳
۵۳/۲۵ d	N۴
۵۸/۲۵ c	N۵
۶۴ b	N۶
۶۳/۷۵ b	N۷
۶۳ b	N۸
۷۰ a	N۹
۶۵/۷۵ b	N۱۰
۶۵/۲۵ b	N۱۱
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد	

Abstract

In order to study the effects of N on yield & yield components of winter wheat this experiment was conducted as a complete randomized block design with 12 treatments (11 fertilizer treatment + control) and 4 replication at farm research of shahrood university of technology. In 5 treatments the urea values equal to 50 , 150 , 200 and 250 kg.ha⁻¹ were considered which in all treatments 50kg were added at sowing date and residue were added at jointing stage. In 3 treatments with 150,200 and 250kg.ha⁻¹ urea , 50kg added at sowing date and 50kg added at the form of soil application at anthesis and the residue at jointing stage. In other 3 treatments, the value of 150,200 and 250kg.ha⁻¹, urea were added at the same way that explained above, only in the anthesis stage the soil application replaced with foliar application. In this experiment the grain yield, total dry weight, 1000 seed weight, number of seeds per spikes, number of spiklet per spike, spike weight and number of spike per square meter, height, harvest index and spike length were evaluated. The results show that the effects of all fertilizer treatments on all traits were significant. The highest amount of grain yield and 1000 seed weight, harvest index, number of seeds per spikes and number of spiklet per spike were obtained with 250 kg.ha⁻¹ urea in the form of foliar application. Also the greatest amounts of total dry weight, spike weight, number of spike per square meter and height and spike length were obtained from application of 250 kg.ha⁻¹ urea with application of 200 kg.ha⁻¹ urea at jointing stage.

Keywords: Nitrogen use management, Foliar application, Yield, Yield component, Wheat.



Shahrood University of Technology
Faculty of Agronomy Science
Thesis. MSc

**The effect of nitrogen fertilizer management
on yield and growth characteristics of winter
wheat**

Zahra Shirazi

Supervisor:
Dr.A.Gholami

Spring 2009