بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک

بررسی اثر کود شیمیایی نیتروژنه و کود آلی بر کارایی مصرف نیتروژن و پویایی آن در خاک در گیاه ذرت

نگارنده: افسانه یحیایی

استاد راهنما

حمیدرضا اصغری

استاد مشاور

مهدی رحیمی

دی۱۳۹۷

شماره: ۴۶۲/ک
تاریخ: ۱۳۹۷/۱۱/۳۰

باسمه‌تعالی

دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم افسانه یحیایی با شماره دانشجویی ۹۵۱۶۱۲۴ رشته مهندسی کشاورزی گرایش اگرو اکولوژی تحت عنوان بررسی اثر کود شیمیایی نیتروژنه و کود آلی بر کارایی مصرف نیتروژن و پویایی آن در خاک در گیاه ذرت که در تاریخ ۱۳۹۷/۱۰/۲۹ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

قبول (با درجه: خیلی خوب) ☑ **مردود** ☐

نوع تحقیق: **نظری** ☐ **عملی** ■

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنمای اول	دکتر حمیدرضا اصغری	دانشیار	
۲- استاد مشاور	مهندس مهدی رحیمی	مربی	
۳- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر شاهرخ قرنجیک	دانشیار	
۴- استاد ممتحن اول	دکتر مهدی برادران فیروز آبادی	دانشیار	
۵- استاد ممتحن دوم	دکتر حمید عباسدخت	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر محمدرضا عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹

۹۷/۱۱/۲۶

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم اثر

تقدیم به پشتوانه‌های بزرگ زندگیم،

پدر دلسوز و مادر مهربانم

و خواهران عزیزتر از جانم،

که در تمام مراحل زندگی حامی و یاورم بوده‌اند،

و تمامی شهدای پاسدار وطن،

که نعمت آرامش، امنیت و امکانات در کسب علم، برای تمامی علم

دوستان و علم آموزان مدیون روح بزرگ و از خودگذشتگی آن‌هاست.

تشکر و قدردانی

نخست سپاس می‌گویم خداوند بخشنده‌ام را که به من نعمت خواندن و نوشتن عطا نمود. در درجه‌ی دوم از صبوری و زحمات بسیار پدر و مادر گرامی‌ام تشکر می‌کنم که همواره دعای خیرشان حامی و پشتیبانم بود و از خواهران عزیزم که با یاری من و قبول مسئولیتهایم در خانواده فرصت تحصیل را برایم فراهم آوردند صمیمانه تشکر می‌نمایم.

این پایان نامه ماحصل زحمات فراوان و راهنمایی‌های ارزنده و علمی استاد گرامی‌ام جناب آقای دکتر حمیدرضا اصغری می‌باشد که از زحمات بی‌دریغ ایشان کمال تشکر را دارم، همچنین از استاد مشاور این پایان نامه جناب آقای مهندس مهدی رحیمی به سبب راهنمایی‌های دقیق، علمی و دلسوزانه و از اساتید محترم داور این پایان نامه آقای دکتر عباس دخت و آقای دکتر برادران فیروزآبادی که زحمت بازخوانی این پایان نامه را به عهده داشتند تشکر و قدردانی می‌نمایم. از دوست عزیزم خانم مهندس فائزه سادات قریشی به

سبب حمایت همیشگی از اینجانب صمیمانه سپاسگزارم. از ریاست محترم دانشکده کشاورزی و کارکنان آموزش دانشکده، از کارشناسان آزمایشگاه‌های گیاهشناسی، بیماری‌شناسی، خاکشناسی و زراعت، از خانم دکتر فاطمه رسولی، خانم مهندس فاطمه دهقانی، خانم مهندس احمدی و باقی دوستان خوبم و سرورانی که با کمک‌ها و راهنمایی‌شان مسیر کسب علم را برایم هموارتر کردند بی‌نهایت تشکر و قدردانی می‌نمایم. برای همه بهترین آرزوها را دارم.

افسانه یحیایی دی ماه ۱۳۹۷

تعهد نامه

اینجانب افسانه یحیایی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد (دکتری) رشته کشاورزی اکولوژیک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه بررسی اثر کود شیمیایی نیتروژنه و کود آلی بر کارایی مصرف نیتروژن و پویایی آن در خاک در گیاه ذرت تحت راهنمائی حمیدرضا اصغری متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

با توجه به آثار نا مطلوب کودهای شیمیایی بر محیط زیست، آزمایشی با هدف بررسی مدیریت مصرف کود شیمیایی نیتروژن در ترکیب با کود دامی بر کارایی مصرف و بازیافت نیتروژن در گیاه ذرت، و همچنین پویایی نیتروژن در خاک در سال ۱۳۹۶ به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد.

فاکتورهای آزمایش شامل کود آلی در دو سطح {مصرف ۲۰ تن کود دامی گاوی در هکتارa_1، بدون مصرف کود دامی a_2 } و مدیریت مصرف کود نیتروژن از نوع اوره در شش سطح،{ میزان ۱۰۰ کیلوگرم (۵۰ درصد پایه +۵۰ درصد شش برگی) b_1، میزان ۱۰۰ کیلوگرم (۲۵ درصد پایه +۷۵ درصد شش برگی)b_2 ، میزان ۱۰۰ کیلوگرم (۲۵ درصد پایه +۵۰ درصد شش برگی+ ۲۵ درصد دوازده برگی)b_3 ، میزان ۲۰۰ کیلوگرم (۵۰ درصد پایه+۵۰ درصد شش برگی b_4 ، میزان ۲۰۰ کیلوگرم(۲۵ درصد پایه+۷۵ درصد شش برگی)b_5 و میزان ۲۰۰ کیلوگرم (۲۵ درصد پایه + ۵۰ درصد شش برگی+ ۲۵ درصد دوازده برگی)b_6 } بودند. نتایج نشان داد تلفیق کود دامی با کود شیمیایی اوره در اکثر موارد تاثیر مثبت و معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه از قبیل درصد نیتروژن دانه و برگ، عملکرد دانه، وزن صد دانه، میزان کربن آلی خاک و میزان فعالیت آنزیم اوره آز داشت. در خصوص پویایی نیتروژن نیز در اکثر موارد تیمار تلفیقی کود دامی و کود اوره منجر به محتوای نیترات و آمونیوم بیشتری در خاک شد، همچنین در حضور کود دامی کمترین سطوح اوره با تیمارهایی با بالاترین سطح کود اوره اما بدون کاربرد کود دامی از نظر کارایی مصرف نیتروژن در یک سطح معنی داری قرار گرفتند. این نتیجه نشان داد که احتمالا می توان با اعمال تلفیقی کود دامی و اوره از مصرف کود شیمیایی کاست و همزمان به کارایی مطلوب رسید. در مقایسه تیمارها دو سطح b_2 و b_5 (میزان ۱۰۰ و۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت ۲۵درصد پایه+۷۵درصد شش برگی) چه در ترکیب با کود دامی و چه به تنهایی

در بیشتر مواقع سبب پاسخ مطلوب گیاه در صفات مورد مطالعه مانند کارایی جذب نیتروژن، عملکرد دانه، فعالیت آنزیم اوره آز و... شد که این برتری احتمالا به دلیل نوع تقسیط کود طبق تیمارهای نامبرده می‌باشد. این نتیجه نشان داد که تقسیط دو مرحله‌ای کود بصورت ۲۵درصد پایه+ ۷۵درصد شش برگی مطلوب‌ترین روش اعمال کود برای گیاه بود که احتمالا ارائه نسبت بیشتری از کود در مراحل بالای رشدی گیاه (شش برگی) و همزمانی با نیاز گیاه سبب برتری این تیمارها نسبت به سایرین شده است.

کلمات کلیدی (۵ تا ۷ کلیدواژه): نیتروژن، کود دامی، ذرت، کارایی مصرف کود، محیط زیست

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

۱- یحیایی ا، اصغری ح. ر، رحیمی م (۱۳۹۷) " بررسی اثر مقادیر مختلف کوده اوره و کود دامی بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیک گیاه ذرت علوفه‌ای"، پانزدهمین کنگره ملی و سومین کنگره بین المللی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.

فهرست مطالب

فصل ۱ : مقدمه ---------- **۱**

فصل ۲ :بررسی منابع ---------- **۹**

۲-۱-گیاهشناسی و اهمیت گیاه ذرت ---------- **۱۰**

۲-۲- اهمیت نقش نیتروژن در رشد ذرت ---------- **۱۱**

۲-۳-کود شیمیایی نیتروژنه و کودهای آلی ---------- **۱۲**

۲-۴- تاثیر کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ---------- **۱۶**

۲-۴-۱- ماده آلی خاک ---------- ۱۶

۲-۴-۲- تخلخل و فشردگی خاک ---------- ۱۷

۲-۴-۳- بافر نمودن pH ---------- ۱۸

۲-۴-۴- افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک ---------- ۱۸

۲-۴-۵- فسفر خاک ---------- ۱۹

۲-۴-۶- غلظت عناصر غذایی کم مصرف ---------- ۱۹

۲-۵- شکلهای مختلف نیتروژن و پویایی این عنصر در خاک ---------- **۲۰**

۲-۶- راهکارهای موثر درکاهش هدر روی کود نیتروژنه ---------- **۲۱**

۲-۷- اهمیت وتوجیه اقتصادی بازیافت وکارایی مصرف نیتروژن ---------- **۲۲**

۲-۸- بازیافت نیتروژن و کارایی مصرف نیتروژن ---------- **۲۳**

فصل ۳ :مواد و روش ها ---------- **۲۷**

۳-۱- موقعیت جغرافیایی ومشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش ---------- **۲۸**

۳-۲-مراحل اجرای آزمایش و معرفی تیمارها ---------- **۲۸**

۳-۳- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش ---------- **۲۹**

۳-۴- داشت ---------- **۲۹**

۳-۵- نمونه برداری ---------- **۳۰**

۳-۶- صفات مورد بررسی ---------- **۳۰**

۳-۶-۱- برخی خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت ---------- **۳۰**

۳-۶-۱-۱- سنجش آنتوسیانین ---------- ۳۱

۳-۶-۱-۲-اندازه گیری کلروفیل ---------- ۳۱

۳-۶-۱-۳- محتوای آب نسبی برگ ---------- ۳۲

۳-۶-۱-۴-اندازه گیری درصد نیتروژن دانه، برگ و ساقه ---------- ۳۲

۳-۶-۲-اندازه گیری برخی خصوصیات شیمیایی خاک ---------- ۳۴

۳-۶-۲-۱-اندازه گیری نیتروژن کل خاک ---------- ۳۴

۳-۶-۲-۲- اندازه گیری آمونیوم خاک ---------- ۳۴

۳-۶-۲-۳- اندازه گیری نیترات ---------- ۳۶

۳-۶-۲-۴-اندازه گیری کربن آلی خاک ---------- ۳۶

-۳-۶-۲-۵-اندازه گیری فعالیت آنزیم اوره آز ---------- ۳۸

۳-۶-۳- صفات رویشی و اجزای عملکرد ---------- ۳۸

۳-۶-۴-عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک ---------- ۳۹

۳-۶-۵-کارایی مصرف و بازیافت نیتروژن ---------- ۳۹

-۳-۷تجزیه تحلیل آماری داده ها ---------- **۳۹**

فصل ۴:نتایج و بحث ---------- **۴۱**

۴-۱-صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد ---------- **۴۲**

۴-۱-۱-ارتفاع بوته ---------- ۴۲

۴-۱-۲-قطر ساقه ---------- ۴۳

۴۴ ---------- ۴-۱-۳-تعداد برگ در بوته
۴۴ ---------- ۴-۱-۴-عملکرد دانه
۴۶ ---------- ۴-۱-۵-عملکرد علوفه خشک
۴۸ ---------- ۴-۱-۶- وزن صد دانه
۴۹ ---------- ۴-۱-۷-وزن خشک بلال
۵۰ ---------- ۴-۱-۸-تعداد ردیف در بلال
۵۱ ---------- ۴-۱-۹-تعداد دانه در ردیف
۵۲ ---------- ۴-۱-۱۰-طول چوب بلال
۵۳ ---------- ۴-۱-۱۱- قطر چوب بلال
۵۴ ---------- ۴-۱-۱۲- تعداد دانه در بلال
۵۵ ---------- ۴-۲- صفات فیزیولوژیکی ذرت
۵۵ ---------- ۴-۲-۱-محتوای آب نسبی برگ
۵۷ ---------- ۴-۲-۲-میزان کاروتنوئید
۵۸ ---------- ۴-۲-۳-میزان کلروفیل b
۶۰ ---------- ۴-۲-۴-میزان کلروفیل a
۶۲ ---------- ۴-۲-۵-میزان کلروفیل کل
۶۳ ---------- ۴-۲-۶- آنتوسیانین:
۶۳ ---------- ۴-۲-۷- نیتروژن ساقه و برگ
۶۵ ---------- ۴-۲-۸- نیتروژن دانه
۶۷ ---------- ۴-۳- کارایی مصرف نیتروژن
۶۸ ---------- ۴-۴- کارایی جذب نیتروژن
۷۰ ---------- ۴-۵- صفات مربوط به خاک
۷۰ ---------- ۴-۵-۱-نیتروژن کل خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری

۴-۵-۲-نیتروژن کل خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری ---------- ۷۱
۴-۵-۳- نیترات خاک در عمق۱۵-۰ سانتیمتری ---------- ۷۲
۴-۵-۴- نیترات خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری ---------- ۷۴
۴-۵-۵- آمونیوم خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری ---------- ۷۵
۴-۵-۶-آمونیوم خاک در عمق۳۰-۱۵ سانتیمتری ---------- ۷۷
۴-۵-۷- کربن آلی خاک در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتیمتری ---------- ۷۸
۴-۵-۸-فعالیت آنزیم اوره آز ---------- ۸۰
نتیجه گیری کل..... ۸۲
مراجع ---------- ۸۹

فهرست جداول

جدول۳-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش ----------۲۹

جدول۴-۱- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایش بر صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت ----------۸۴

جدول۴-۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت----------۸۵

جدول۴-۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر برخی صفات فیزیولوژیکی ذرت ----------۸۶

جدول۴-۴- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر کارایی مصرف و جذب نیتروژن و صفات مربوط به خاک ---------۸۷

جدول۴-۵- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مربوط به خاک----------۸۸

فهرست اشکال

شکل۴-۱- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تأثیر مدیریت مصرف سطوح کود اوره----------۴۳

شکل۴-۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ----۴۶

شکل۴-۳- مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود اوره ----------۴۸

شکل۴-۴- مقایسه میانگین وزن ۱۰۰ دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی --۴۹

شکل ۴-۵- مقایسه میانگین وزن خشک بلال تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ۵۰

شکل ۴-۶- مقایسه میانگین تعداد دانه در ردیف بلال تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود اوره ----------۵۲

شکل ۴-۷- مقایسه میانگین طول چوب بلال تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ۵۳

شکل۴-۸- مقایسه میانگین قطر چوب بلال تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی -۵۴

شکل ۴-۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود اوره ----------۵۵

شکل۴-۱۰- مقایسه میانگین صفت رطوبت نسبی برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ----------۵۷

شکل۴-۱۱- مقایسه میانگین میزان کاروتنوئید تحت تأثیر کود دامی ----------۵۸

شکل۴-۱۲- مقایسه میانگین میزان کاروتنوئید تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود شیمیایی ----------۵۸

شکل۴-۱۳- مقایسه میانگین صفت کلروفیل b تحت تأثیر سطوح کود دامی ----------۵۹

شکل۴-۱۴- مقایسه میانگین میزان کلروفیل b تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود شیمیایی----------۶۰

شکل۴-۱۵- مقایسه میانگین صفت کلروفیل a تحت تأثیر سطوح کود دامی ----------۶۱

شکل۴-۱۶- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود اوره ----------۶۱

شکل۴-۱۷- مقایسه میانگین صفت کلروفیل کل تحت تأثیر کود دامی----------۶۲

شکل۴-۱۸- مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود شیمیایی ----------۶۳

شکل۴-۱۹- مقایسه میانگین درصد نیتروژن برگ و ساقه تحت تأثیر اثر متقابل کود دامی * مدیریت مصرف کود شیمیایی---۶۵

شکل۴-۲۰- مقایسه میانگین درصد نیتروژن دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از کود دامی و مدیریت مصرف کود شیمیایی ----------۶۶

شکل۴-۲۱- مقایسه میانگین کارایی مصرف نیتروژن تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ----------۶۸

شکل۴-۲۲- مقایسه میانگین کارایی جذب نیتروژن تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ----------۶۹

شکل۴-۲۳- مقایسه میانگین نیتروژن خاک عمق ۱۵-۰ سانتیمتری تحت تأثیر تر کیبات تیماری حاصل از کود دامی و مدیریت مصرف کود شیمیایی ----------۷۱

شکل۴-۲۴- مقایسه میانگین درصد نیتروژن خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و. کود دامی ----------۷۲

شکل۴-۲۶- مقایسه میانگین غلظت نیترات خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ----------۷۵

شکل ۴-۲۷- مقایسه میانگین غلظت آمونیوم خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ----------۷۶

شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین غلظت آمونیوم خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ----------۷۸

شکل۴-۲۹- مقایسه میانگین درصد کربن آلی عمق اول تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از کود دامی و مدیریت مصرف کود شیمیایی ----------۷۹

شکل۴-۳۰- مقایسه میانگین درصد کربن آلی عمق دوم خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ----------۸۰

شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین فعالیت آنزیم اوره آز در خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی ----------۸۲

فصل ۱ : مقدمه

هرچه جمعیت جهان گسترش می‌یابد، فشاری بیش از پیش به تمام منابع اصلی که به نوعی در تولید مواد غذایی نقش بنیادی دارند وارد می آید. متاسفانه در مقابل رشد تصاعدی جمعیت انسان، تولید غذا با رشد خطی افزایش می‌یابد. علاوه بر این، زمین، آب، انرژی و منابع زیستی که برای کشاورزی جنبه حیاتی دارند همچنین رو به زوال است.

بیش از ۹۹ درصد از ذخیره غذایی جهان از طریق زمین‌های کشاورزی وکمتر از یک درصد از طریق اقیانوس ها و دیگر زیستگاه های آبی تامین می‌شود. گرسنگی در جهان در حال افزایش است. اوایل دهه۱۹۹۰، افزایش تعداد افراد گرسنه در سطح جهان بعد از طی یک دهه سیر نزولی دچار تغییر فاحشی شد و از آن پس به دلیل افزایش قیمت غذا در اثر بحران مالی، روبه افزایش گذاشت. تولید مستمر اندوخته غذایی به مقدار کافی مستقیما به فراوانی زمین‌های حاصلخیز، آب شیرین، انرژی و گوناگونی زیستی بستگی دارد.

فشار رشد جمعیت و کاهش منابع طبیعی امنیت غذایی را تهدید می‌کند. امروزه ۴۰۰ میلیون کشاورزی که خود به سختی امرار معاش می‌کنند قادر نیستند موادغذایی ۱/۵ بیلیون انسان شهرنشین را تامین کنند، در نتیجه ۸۰۰ میلیون کشاورزی که در سال ۲۰۲۵ زندگی خواهند کرد نیز احتمالا قادر به تامین مواد غذایی جمعیت ۴ بیلیونی ساکن شهر نخواهند بود. درسال ۱۹۵۰ جمعیت جهان ۵/۲ بیلیون نفر بوده و در۵۰ سال اخیر شاهد بیشترین میزان رشد جمعیتی که تاکنون اتفاق افتاده است، بوده ایم. تا سال ۲۰۲۵ این احتمال وجود دارد که جمعیت جهان به بیش از ۹ بیلیون نفر برسد. بی‌گمان تغذیه چنین جمعیتی که عمدتا مصرف کننده اند، بارعظیمی بر دوش جامعه خواهد بود. برای هرنفر که به جمعیت اضافه می‌شود، باید چهار هزار متر مربع زمین زیر کشت برود و این در حالی است که هر ساله هفتاد هزار کیلومتر از زمین‌های کشاورزی جهان از بین می‌رود. اکنون سرعت رشد جمعیت (۱۰درصد در سال) و در نتیجه سرعت رشد تقاضا از سرعت افزایش محصول غله جهان (۱درصد در سال) پیشی گرفته و به همین دلیل تولید سرانه غلات (برای هر نفر) از ۱۹۸۴ تاکنون از ۳۴۶ به ۳۰۳ کیلوگرم در سال سقوط کرده است (رحمانی، ۱۳۸۹).

متاسفانه کاربرد کود بیشتر برای برداشت محصول بیشتر گریزناپذیر است. آشنا ساختن کشاورزان با روش‌های صحیح کاربرد کودهای شیمیایی به گونه‌ای که تنها در صورت ضرورت، و آن هم به اندازه‌ای که آزمون خاک نشان می‌دهد کار دشواری است. از زمان جنگ جهانی دوم تا به حال استفاده از کودهای شیمیایی، عمدتا به صورت ازت خالص، افزایش چشمگیری داشته است. در حال حاضر مصرف کودهای شیمیایی در ایران بالاتر از مصرف جهانی (۱۱۰ کیلوگرم درهکتار) و معادل میانگین مصرف در کشورهای توسعه یافته (۱۱۶کیلوگرم در هکتار) است (رحمانی، ۱۳۸۹)، اما تولید در واحد سطح عمدتا به دلیل عدم آگاهی زارعین، عدم شناخت نیازکودی گیاهان زراعی، عدم عرضه کود به تناسب نیاز و عدم رعایت تعادل بین عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف خیلی پایین‌تر ازعملکرد در کشورهای توسعه یافته است (رحمانی، ۱۳۸۹). در کشورهای درحال توسعه میزان مصرف کودهای نیتروژنی در اوایل دهه۶۰ بسیار اندک بود، باشروع انقلاب سبز مصرف این کودها به صورت تصاعدی افزایش یافت. اگرچه درسال‌های اخیر سرعت رشد مصرف کودهای نیتروژنی کاهش یافته است ولی باز هم به طور میانگین در طی ۲۰ سال گذشته مصرف این کودها سالانه ۳۲ درصد افزایش یافته است. افزایش مصرف کودهای نیتروژنی از دهه۶۰ به بعد باعث کاهش شدید کارایی نیتروژن در کلیه کشورهای درحال توسعه شده است (دوبرمن و کاسمن، ۲۰۰۵). نتیجه‌ی این شیوه‌ی مصرف، تحمیل هزینه‌های گزاف تامین کود بر گرده نظام اقتصادی کشور و البته خود مصرف کننده کود، کاهش مواد آلی و فرسایش پذیری خاک، آلودگی منابع آب و تجمع بیش از اندازه برخی عناصر سمی در محصول تولید شده، تداخل در جذب عناصرغذایی ضروری و در نهایت حتی کاهش عملکرد می‌باشد. کاربرد روز افزون این کودها باعث بروز خسارت جبران ناپذیر زیست محیطی، بهداشتی و اقتصادی شده است.

کاربرد کود شیمیایی نیتراته به واسطه‌ی برجای ماندن آن در طبیعت، باعث آلودگی آب و خاک شده و از این طریق باعث ایجاد بیماری‌های مختلفی از قبیل سرطان و سندروم کودکان آبی (Methemoglobinemia) در انسان می‌باشد. در این بین نیترات تجمع یافته درمحصولات کشاورزی از جایگاه بسیار مهمی برخوردار است. نیترات تجمع یافته درمحصول کشاورزی پس از مصرف در محیط

دستگاه گوارش به دلیل حاکم بودن شرایط بی‌هوازی به یون نیتریت وسپس نیتروزآمین که ترکیب اصلی ایجاد کننده سرطان در دستگاه گوارش می‌باشد تبدیل می‌گردد. به گزارش پژوهشکده‌ی بیماری‌های گوارش و کبد دانشگاه علوم پزشکی تهران، شایع‌ترین و مرگبارترین سرطان در ایران سرطان دستگاه گوارش است (نور افکن و حسنی دستگیری، ۱۳۸۷). لیکن ضروری است به کیفیت محصولات کشاورزی نیز توجه شده تا ضمن جلوگیری از آلودگی محیط زیست و تخریب منابع با ارزش خاک و آب، از تجمع بیش از حد عناصر غذایی و سایرآلاینده ها در بافت‌های گیاهی جلوگیری شود.

ذرت از محصولات استراتژیک کشور است که به دلیل کاربرد گسترده در زمینه هایی نظیر تغذیه انسان، دام و طیور، صنایع و داروسازی از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی و عدم توانایی اکثر خاک‌های زراعی در تأمین این عناصر، میزان مصرف کودهای شیمیایی و به خصوص نیتروژن در زراعت این گیاه، بسیار بالاست و کمبود این عنصر موجب کاهش چشمگیر عملکرد دانهٔ ذرت از طریق کاهش تعداد و وزن دانه‌ها می‌گردد. این گیاه دارای ریشه نسبتا عمیق است و نیتروژن را به صورت مداوم از زمین جذب می‌کند. درمرحله تکامل دانه، قسمت عمده نیتروژن از برگ‌ها به دانه منتقل می‌شود و حتی دراین مرحله مصرف کود نیتروژن به منظور حصول اطمینان از وجود نیتروژن کافی در برگ‌ها جهت تداوم فتوسنتز با اهمیت است (بیندر و همکاران،۲۰۰۰).

ذرت پرمحصول ترین غله به شمار می‌رود و از لحاظ مقدار تولید بعد از گندم و برنج سومین محصول غله‌ای جهان است. مصرف کافی نیتروژن با تولید بیشتر غلات همراه است، هنگامی که این عنصر به مقدار کافی عرضه شود علاوه بر افزایش کمیت، کیفیت محصول را نیز افزایش می‌دهد. بر اساس تحقیقات افزایش میزان نیتروژن از صفر تا ۴۲ گرم در مترمربع، وزن خشک کل بوته را بیش از دو برابر، عملکرد دانه را حدود ۴ برابر و شاخص برداشت را ۲ برابر افزایش داد (موچر و همکاران،

۱۹۸۸). ذرت قادر است نیتروژن را به اشکال نیترات، نمک های آمونیوم، نیتریت و به شکل نیتروژن آلی جذب نماید ولی مطلوب ترین فرم جذب نیترات است (امام، ۱۳۸۵).

درسال۱۹۹۶ در حدود ۸۳ میلیون تن نیتروژن در سراسر جهان مصرف شده که حدود ۴۹/۷ درصد آن در غلات بکار رفته است و از این مقدار تنها ۱۶/۶ میلیون تن آن توسط دانه غلات برداشت شده است. حدود ۱۵ تا ۴۰ درصد نیتروژن از طریق شستشو ۹ تا ۲۲ درصد از طریق دنیتریفیکاسون و ۷۰ درصد از طریق تصعید از بین می‌رود.

باید در نظر گرفت مقدار زیادی از شستشوی نیترات و تصعید آمونیوم مربوط به مدیریت نا صحیح مصرف نیتروژن است. برای افزایش کارایی نیتروژن و درصد بازیافت چندین فاکتور باید در نظر گرفته شود. تحقیقات در مورد مصرف بهینه کودهای نیتروژنه و ترویج آن افزایش بازیافت نیتروژن را تا حدود ۸۰ درصد در روش های علمی کشاورزی به همراه دارد (لطف اللهی و وفایی، ۱۳۹۵).

میزان کل نیتروژن ورودی به زمین های کشاورزی سالانه حدود ۱۶۹ میلیون تن است. از این مقدار ۴۶ درصد به صورت نیتروژن معدنی (از طریق کاربرد کودهای شیمیایی)، ۲۰ درصد در اثر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، ۱۲ درصد توسط رسوب نیتروژن موجود در اتمسفر، ۱۱ درصد از طریق کاربرد کودهای دامی و ۷ درصد توسط بقایای گیاهی به خاک اضافه می‌شود (کاسمن و همکاران،۲۰۰۲).

درمقیاس جهانی طی ۴۰ سال گذشته میزان تولید غلات، عملکرد در واحد سطح و همچنین میزان مصرف کودهای نیتروژن تقریبا به صورت خطی افزایش یافته است. با این حال تفاوت‌های قابل توجهی در نقاط مختلف دنیا از لحاظ پارامترهای فوق و همچنین کارایی مصرف نیتروژن وجود دارد (رستمی،۱۳۸۷).

معمولا بالاترین کارایی با مصرف اولین واحد کود حاصل می‌شود و کاربرد واحدهای بعدی عملکرد را به میزان کمتری افزایش می‌دهد (معزاردلان و ثوابقی،۱۳۸۱)، همچنین درصد بازیابی نیتروژن توسط گیاه زراعی، با افزایش مصرف کودهای نیتروژنه کاهش می‌یابد. بیشترین بازیابی مربوط به

مقادیر کم کودهای نیتروژنه است. راندمان بازیابی (Recovery Efficiency) در واقع نسبت نیتروژن جذب شده توسط گیاه به مقدار نیتروژن موجود در خاک است. نیتروژن باقی مانده در خاک پس از برداشت محصول معمولا حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد نیتروژن مصرفی است و افزایش بازده نیتروژن مصرفی یکی از اهداف مهم در کشاورزی حال حاضر است. حفاظت و افزایش بازده نیتروژن موجود در خاک در درجه اول بستگی به حفاظت خاک از عوامل فرسایشی، کم کردن تلفات به علت شستشو و ممانعت از تشکیل ترکیبات نیتروژنی فرار در خاک خواهد داشت. در نواحی که مقدار بارندگی خیلی زیاد است نیتروژن خاک می‌تواند تا اعماق بیشتر از عمق نفوذ ریشه مهاجرت کرده موجب هدر رفت نیتروژن شود. همانطور که بیان شد مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی گسترده‌ای از جمله کاهش حاصلخیزی خاک‌ها شده است (فاکروس و همکاران، ۱۹۹۷)، بنابراین برای داشتن یک سیستم کشاورزی پایدار استفاده از نهاده‌های که جنبه‌های اکولوژی سیستم را حفظ نموده و مخاطرات محیط را کاهش دهد ضروری است (پناهیان و همکاران، ۲۰۰۹). از جمله این نهاده‌ها می‌توان کودهای دامی را نام برد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۶). استفاده از سیستم تلفیقی کود دامی و شیمیایی باعث می‌شود در ابتدای دوره رشد، کود شیمیایی عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاه را فراهم کند و پس از آن در طول دوره رشد با معدنی شدن تدریجی نیترات کود دامی و آزاد شدن آن، گیاه از این نیترات در طول دوره رشد استفاده نماید. همچنین با پوسیده شدن کود دامی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تغییر کرده که باعث بهبود ساختمان خاک می‌شود و امکان نفوذ و رشد بیشتر ریشه و جذب بیشتر مواد غذایی توسط ریشه را فراهم می‌کند (قنبری و همکاران، ۲۰۱۳)، همچنین کودهای دامی مواد آلی خاک و در نتیجه ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهند. این کودها ساختار فیزیکی خاک را بهبود می-بخشند که موجب افزایش تهویه ریشه های گیاه می‌شود. مواد غذایی که به صورت آلی در اختیار گیاه قرار گرفته‌اند، به کندی از خاک شسته می‌شوند و موجب کاهش آلودگی آب در مقایسه با کودهای شیمیایی می‌شود (سیادت و مرادی تلاوت، ۱۳۸۹).

اگر روند کاهش سطح زیر کشت غلات به همین صورت ادامه پیدا کند و کارایی مصرف نیتروژن نیز به صورت اساسی افزایش نیابد، براساس پیش بینی‌های انجام شده برای تامین نیاز جهانی به غلات در سال ۲۰۲۵ مقدارمصرف کودهای نیتروژن در واحد سطح در مقایسه با اکنون باید ۷۴ درصد افزایش یابد، این افزایش شدید مصرف نیتروژن اثرات زیست محیطی قابل توجهی در مقیاس محلی، منطقه ای و جهانی در پی خواهد داشت. این عنصر قابلیت تحرک زیادی در گیاهان و خاک دارد و بنابراین قادر است به سرعت هم آب‌های جاری و هم آب‌های زیرزمینی را آلوده کند (رستمی،۱۳۸۷)، همچنین در صورت عدم جذب نیترات توسط گیاه، نیتروژن تثبیت شده طی فرایند دنیتریفیکاسیون و بصورت N_2 مولکولی احیا شده و وارد اتمسفر می‌شود.

آبشویی نیتروژن از خاک و همچنین تجمع و تمرکز بالای NO^-_3 و NO^-_2 باعث سمی شدن آب‌ها و ایجاد خطرات جدی برای بشر و حیوانات شده و منجر به آلودگی محیط زیست می‌شود. اکسید نیتروژن در جریان دنیتریفیکاسیون یا نیتریفیکاسیون در خاک آزاد شده و باعث گرم شدن جهانی و از بین رفتن لایه اوزن می‌شود. امروزه استفاده بیشتر از کودهای دامی در زراعت یکی از رویکردهای کشاورزی بر پایه اصول بوم شناختی است، زیرا این کودها با داشتن نسبت مناسبی از همه عناصر غذایی برای افزایش کیفیت و کمیت محصول مناسب می‌باشند (فلاح و همکاران، ۱۳۸۶)، افزون بر این، کاربرد کودهای دامی در خاک لوم رسی باعث افزایش فعالیت آنزیمی و میکروبی خاک و افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه می‌شود (هاتک و همکاران، ۲۰۰۷) و این شرایط تغذیه ای غلظت نیتروژن گیاه را نیز افزایش می‌دهد (جاسینسکا و همکاران، ۱۹۹۳).

با توجه به رشد جمعیت و نیاز روز افزون به افزایش تولید محصولات کشاورزی از طریق کاربرد نهاده‌های زراعی و نیز با توجه به آثار نامطلوب کودهای شیمیایی بر محیط زیست، این تحقیق با هدف بررسی مدیریت بهینه کود و امکان کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن و به جای آن کاربرد تلفیقی کود دامی و کود شیمیایی و همچنین افزایش کارایی مصرف، بازیافت و پویایی نیتروژن در خاک انجام شد.

فصل ۲ :بررسی منابع

۲-۱-گیاه‌شناسی و اهمیت گیاه ذرت

ذرت با نام علمی (*Zea mays* L.) گیاهی است تک لپه ای، یک ساله و یک پایه، از خانواده گندمیان Poaceae زیر خانواده Maydeae از جنس Zea و از گونه Mays و از غلات مهم مناطق گرمسیر و معتدل جهان است که ارتفاع ساقه آن تا چهار متر می‌رسد، تعداد بلال های ذرت در هر گیاه بسته به واریته‌های مختلف، کاملا متفاوت بوده و بین یک تا ۱۲ عدد در نوسان است. ذرت بر خلاف گندم و جو احتیاج به گرما و حرارت زیاد خورشید دارد به همین دلیل حرارت عامل محدود کننده رشد و نمو این گیاه محسوب می‌شود. جوانه‌زنی در ذرت از دمای ۸ تا۱۰ درجه سانتی گراد در عمق کاشت شروع می‌شود. مناسب‌ترین درجه حرارت در طول دوره رشد بین ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی-گراد می‌باشد. ذرت از جمله محصولات زراعی است که نسبت به سایر غلات از طول دوره رشد کمتری برخوردار بوده و این در حالی است که عملکرد آبی آن نیز به مراتب بالاتر می باشد. این گیاه دارای ریشه نسبتا عمیق است و نیتروژن را به صورت مداوم از زمین جذب می‌کند. دسترسی به آب و عناصر غذایی دو عامل اصلی تولید ذرت در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند (رحمانی، ۱۳۸۹).

ذرت گیاهی چهار کربنه است که پس از گندم و برنج، مهمترین ماده غذایی دنیا را تشکیل می‌دهد. ذرت علوفه ای یکی از محصولات استراتژیک و مهم کشور می‌باشد که سهم عمده ای در تامین پروتئین مورد نیاز به ویژه گوشت قرمز و سفید ایفا می‌کند، این گیاه به دلیل اهمیت فزاینده‌ای که در تغذیه انسان و دام داشته و سازگاری گسترده‌ای که با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود. گیاه ذرت مواد قندی و نشاسته زیادی دارد و یکی از بهترین گیاهان برای تولید علوفه سبز، سیلو و دانه است (غیاث آبادی و همکاران، ۱۳۹۳).

ذرت علوفه ای، علوفه بسیار خوشخوراکی جهت مصرف گاو و گوسفند است و شرایط مکانیزاسیون را به خوبی می‌پذیرد. با توجه به مصارف متعدد آن، سطح زیر کشت ذرت در چند دهه اخیر افزایش چشمگیری داشته است (خدابنده، ۱۳۸۸). بزرگترین صادرکنندگان ذرت را کشورهای آمریکا، چین و

برزیل تشکیل می‌دهند. سطح زیر کشت ذرت علوفه-ای و دانه‌ای در ایران به ترتیب ۱۶۴ و ۲۶۵ هزار هکتار در سال ۱۳۹۰ و میانگین عملکرد علوفه تر و دانه به ترتیب ۵۷ و۷/۲ تن بوده است (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰).

امروزه دامنه استفاده از ذرت علاوه بر تغذیه دام و طیور در تغذیه انسان و در صنعت نیز رو به گسترش است و از طرفی سلامت محصولات تولید شده در سیستم‌های مختلف از نظر وجود بقایای سموم و مواد شیمیایی و تاثیر آن‌ها بر سلامت انسان و محیط زیست، توجه ویژه ای را به روش‌های تولید و نهاده‌های به کار رفته در امر تولید معطوف داشته است.

۲-۲- اهمیت نقش نیتروژن در رشد ذرت

نیتروژن به عنوان یک جز اصلی درساختمان تعدادی از مولکول‌های زنده از قبیل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، اسیدهای آمینه، آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و رنگیزه‌ها نقش اساسی در گیاهان ایفا می-کند (هسیگاو و همکاران ۲۰۰۸). ذرت از جمله محصولات زراعی است که به عناصر غذایی موجود در خاک سریعا عکس العمل نشان می‌دهد. میزان تولید در واحد سطح این گیاه به شدت تحت تأثیر تغذیه عناصر به ویژه نیتروژن قرار دارد به طوری که نیتروژن، عنصر کلیدی در تغذیه گیاه به شمار می‌رود (سالام و سبرامانین، ۱۹۹۸). نیتروژن به عنوان یکی از عناصر اصلی متابولیسم از ضروری‌ترین نیازهای ذرت محسوب می‌شود لذا این عنصر را باید در مراحل حساس رشد گیاه که بیشترین مقدار جذب را داراست تامین کرد.کمبود نیتروژن نمو فنولوژیک رویشی و زایشی را به تاخیر می‌اندازد، سرعت ظهور برگ را به مقدار اندکی و سرعت توسعه برگ و دوام سطح برگ ذرت را به شدت کاهش می‌دهد (یوهارت و آندرید، ۱۹۹۵). با فراهمی نیتروژن شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، عملکرد ماده خشک، کیفیت علوفه و راندمان استفاده از نور افزایش می‌یابد (یوهارت و آندرید، ۱۹۹۵). همانطور که پیش از این اشاره شد، نیتروژن پرمصرف ترین عنصر برای رشد گیاهان زراعی به ویژه غلات بوده و تغییر در مقادیر قابل دسترس آن به ویژه در شرایط مختلف رطوبتی خاک، عملکرد گیاه را به شدت

تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقدار نیتروژن قابل دسترس بر توزیع مقدار مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی موثر بوده و مراحل فنولوژیکی رشد و نمو در اثر کمبود نیتروژن به تاخیر می‌افتد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۷) همچنین تولنار (۱۹۹۹) گزارش کرده‌است که، نیتروژن در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه از جمله فتوسنتز نقش بارز دارد و باعث افزایش دوام سطح برگ و به تاخیر افتادن پیری می‌شود و نیز تاثیر زیادی بر تعداد دانه‌های پرشده و اندازه نهایی دانه دارد.

جذب نیتروژن و تولید اسیمیلات نقش مهمی در شکل گیری بلال، تحت شرایط تنش خشکی ایفا میکند. نیتروژن اگر به مقدار کافی در دسترس گیاه قرار گیرد باعث رشد سریع ذرت خواهد شد و نیز اثرات مثبتی بر روی ذخیره شدن مواد پروتئین در دانه خواهد گذاشت (ملکوتی ونفیسی، ۱۳۷۳). در نتیجه، افزایش سطح زیر کشت ذرت طی چند دهه گذشته و نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی بخصوص نیتروژن موجب شده است که علاوه بر مصرف مفرط نهاده‌های شیمیایی، هزینه‌های تولید افزایش یافته و خطرات زیست محیطی ایجاد شود (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۷). از طرف دیگر، نیتروژن دارای حلالیت بسیار زیادی در آب بوده و در شرایط رطوبت بالا بسیار حساس به آبشویی است، بنابراین مدیریت نامناسب آبیاری و نیتروژن اصلی ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد ذرت محسوب می‌شود و تعیین مقدار مناسب مصرف نیتروژن از مهمترین عوامل موثر بر کارایی مصرف این عنصر محسوب می‌شود (صادقی و بحرانی، ۱۳۸۰).

۲-۳-کود شیمیایی نیتروژنه و کودهای آلی

کودهای نیتروژنه تاثیر عمده ایی در تولید ساقه، برگ و جوانه‌های جدید در گیاهان داشته و به طور کلی رشد رویشی گیاهان را سرعت می‌بخشد (امیدبیگی، ۱۳۸۶). از جمله نقش‌های دیگر نیتروژن افزایش پروتئین در اندام هوایی است که نسبت اندام هوایی به ریشه را افزایش می‌دهد (ملکوتی، ۱۳۷۴). نیتروژن یکی از عناصر غذایی مهم محسوب می‌شود و تأمین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی، یکی از دلایل آلودگی چرخه ی آب در طبیعت می‌باشد. پاسخ نسبتا مطلوب ذرت

علوفه ای به کاربرد نیتروژن که عمدتا به شکل نیترات و آمونیوم جذب شده و از طریق تاثیر بر شاخص های فیزیولوژیکی رشد سبب دستیابی به عملکرد بالاتر می‌گردد، معمولا دلیلی برای مصرف بی رویه کودهای نیتروژنی از سوی کشاورزان می‌باشد (خودشناس و همکاران، ۱۳۹۴).

در ایران به دلایل متعدد از جمله عدم ترویج مبنای صحیح تغذیه گیاهی و روش غلط نحوه مصرف کود نیتروژن، کارایی مصرف کود نیتروژن بسیار پایین است (فرهمند و همکاران، ۱۳۸۵). بنابراین بر اثر مصرف مقادیر زیاد کودهای شیمیایی نیتروژن دار از جمله کود اوره آلودگی نیتراتی ایجاد می‌شود که باعث به خطر افتادن سلامت بشر از طریق آبهای سطحی و آشامیدنی می‌شود (تونسند و همکاران، ۲۰۰۳)، علاوه بر آن، آلودگی نیترات منجر به مردابی شدن و در نتیجه تغییراتی در عملکرد اکولوژیکی و شبکه‌های غذایی می‌شود (National Research Council, 2000).

یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی و دامی در اکوسیستم های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده های شیمیایی است، از طرف دیگر کودهای آلی در مزرعه برای چند سال می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. برخی از پژوهشگران اظهار داشته اند که می توان با مصرف کودهای دامی حدود ۴۲٪ نیتروژن، ۲۹٪ فسفر و ۷۵٪ پتاسیم مورد نیاز گیاهان را تأمین کرد، این امر، بدست آمدن حداکثر عملکرد محصول و بهبود کارایی دیگر کودها را در پی خواهد داشت (لائور، ۱۹۷۵). در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای آلی از اهمیت ویژه ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار برخوردار است، به طوری که کاربرد این کودها با افزایش سطوح کربن آلی و اثرات مستقیم و غیر مستقیم روی خصوصیات و فرآیندهای خاک در حفظ حاصلخیزی آن موثر است (پراکش و همکاران، ۲۰۰۷). در سال های اخیر در پی بحران آلودگی‌های زیست محیطی تلاش‌های گسترده ای به منظور یافتن راه کارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، حذف آلاینده‌ها و حفظ پایداری اکوسیستم‌های طبیعی آغاز شده است (ورما و همکاران، ۲۰۱۴). امروزه در کشاورزی ارگانیک علاوه بر کمیت تولید، به کیفیت، ثبات و پایداری در تولید نیز توجه خاص می‌شود، با این حال به یکباره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از سیستم‌های زراعی

حذف نمود، زیرا لازمه پایداری در کشاورزی، اطمینان از درآمد کافی و امنیت غذایی است و در این رابطه، کاربرد توام کودهای شیمیایی و آلی، نه تنها کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می دهد، بلکه سبب ذخیره انرژی، کاهش آلودگی محیط، بهبود شرایط فیزیکی خاک و قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه می‌شود.

از سویی با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین تاثیر سو ناشی از کشاورزی فشرده، استفاده از کودهای آلی می‌تواند اثرگذاری سودمندی بر خواص فیزیکی و تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاه در بر داشته باشد (توسلی و همکاران، ۱۳۸۹). کودهای دامی به عنوان نمونه‌ای از کودهای آلی، منبع آلی عناصر غذایی برای تولید گیاهان به صورت پایدار می‌باشند که علاوه بر تامین عناصر غذایی در افزایش ماده آلی خاک، قابلیت جذب عناصر توسط گیاه و حفظ تعادل نسبی نیتروژن نیز موثرند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه زنی بذور، رشد و توسعه ریشه و ساقه می‌شود (بلایز و همکاران، ۲۰۰۵). کود دامی در خاک ضمن تامین مقادیری عناصر غذایی، باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش نگهداری رطوبت، امکان آماده سازی بستر مناسب تر برای رشد ریشه، افزایش رشد سبزینگی و بهبود کیفیت و افزایش عملکرد گیاهان می‌شود. استفاده از مواد آلی در مزارع کشاورزی باعث کاهش نیاز به استفاده و مصرف کودهای شیمیایی شده و اختلاف عملکرد بین کشاورزی مرسوم و کشاورزی با مصرف نهاده کمتر را می‌کاهد (جنوبی و دانشیان، ۱۳۹۱).

در این بین کود گاوی یک منابع بیولوژیکی ارزشمند است که دارای مزایای مثبت اکولوژیکی، زیست محیطی و زراعی است. کود گاوی قادر به افزایش قدرت نگهداری آب توسط خاک، افزایش تنوع میکروبی خاک، بهبود ساختمان فیزیکی خاک و جلوگیری از فرسایش خاک می‌باشد که به همراه تامین بخشی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه، رشد و عملکرد گیاه را بهبود داده و کیفیت و سلامت محصول را افزایش می‌دهد (امین و همکاران، ۱۳۹۶).

بررسی‌ها نشان داده‌اند که منابع زیستی مانند کود دامی در تلفیق با کود شیمیایی می‌تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول کمک کند. این سیستم ها اکثر نیازهای غذائی گیاه را تامین

کرده و کارائی جذب مواد غذایی را افزایش می‌دهند (جنوبی و دانشیان، ۱۳۹۱). کاربرد تلفیقی کود آلی و غیر آلی وابستگی کشاورز به کودهای شیمیایی و همچنین مواجه شدن خاک با پیامدهای کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد (آیوولا و مکیند، ۲۰۰۷).

با توجه به اینکه کودهای دامی ضمن داشتن منابعی از نیتروژن، از سایر عناصر ماکرو و میکروالمنت-ها نیز برخوردار هستند این ویژگی موجب می‌شود کود دامی در مقایسه با مصرف تنها نیتروژن از کارایی بیشتری برخوردار شود (جنوبی و دانشیان، ۱۳۹۱)، همچنین اثرات مثبت مصرف بقایای آلی روی خصوصیات خاک مثل ساختمان خاک، وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت تبادل کاتیونی و فعالیت‌های بیولوژیکی خاک به اثبات رسیده است (میرزایی تالارپشتی و همکاران، ۱۳۸۸).

کودهای آلی تاثیر کودهای شیمیایی را در عمل مساعدتر نموده و کودهای شیمیایی با ازدیاد عملکرد فرآورده های زراعی، بقایای آن‌ها را که در زمین تولید هوموس (کود آلی) می‌کند، افزایش می‌دهند (ملکوتی، ۱۳۸۴). مجیدیان و همکاران (۱۳۸۷) اظهار داشتند، با کاربرد توام کودهای شیمیایی و دامی علاوه بر کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، عملکرد دانه ذرت افزایش یافت. یزدانی و همکاران (۱۳۸۷) نیز گزارش کردند، مصرف کود دامی در مقایسه با تیمار شاهد با افزایش تعداد دانه در بلال و وزن بلال باعث افزایش عملکرد دانه ذرت گردید. خالیک و همکاران (۲۰۰۴) همچنین با بررسی مقادیر مختلف کود آلی، شیمیایی و تلفیقی بر عملکرد ذرت اظهار داشتند که بیشترین تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سیستم تلفیقی مشاهده شد. در تحقیق انجام شده توسط گوش و همکاران (۲۰۰۴)، افزایش کود آلی به همراه کود شیمیایی نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی، محصول سورگوم و سویا را افزایش داد. همچنین در این تحقیق مصرف تلفیقی کود آلی و شیمیایی موجب ۲۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف کود شیمیایی شد. میشرا و همکاران (۱۹۹۰) همچنین بیان کردند که کودهای آلی نقش تکمیلی در ازدیاد مقدار عناصر ضروری جهت رشد محصول دارند که این اثر با توجه به معدنی‌شدن مداوم کود آلی ایجاد می‌گردد، جنوبی و دانشیان (۱۳۹۱) نیز در خصوص فواید

تلفیق کودهای شیمیایی و آلی گزارش کرد کاربرد کود نیتروژن به خصوص به صورت تلفیقی می تواند مقابله با تنش رطوبتی را افزایش دهد که این می تواند به علت نگهداری آب در کود دامی باشد.

۲-۴- تاثیر کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

کودهای آلی مواد آلی خاک را افزایش می‌دهند و در نتیجه ظرفیت نگه‌داری آب خاک را افزایش می‌دهند. این کودها ساختار فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد که موجب افزایش تهویه ریشه‌های گیاه می‌گردد. هنگامی که منابع آلی به عنوان کود استفاده بشود، قارچ ها و باکتری‌های خاک را افزایش می‌دهد. مواد غذایی که به صورت آلی در اختیار گیاه قرار گرفته‌اند، به کندی از خاک شسته می‌شوند و موجب کاهش آلودگی آب در مقایسه با کودهای شیمیایی می‌گردد (سیادت و همکاران، ۱۳۸۹). بطور خلاصه کودهای آلی اثرات زیر را بر خاک دارند.

۲-۴-۱- ماده آلی خاک

از تمام ویژگی‌های خاک، ماده آلی خاک عاملی است که انسان می‌تواند بیشترین نقش را در تغییرات آن داشته باشد. ماده آلی در خاک نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند و در پایداری کشاورزی اهمیت دارد. ماده آلی علاوه بر اینکه منبع غذایی مهمی را برای رشد گیاهان فراهم می‌سازد، در حفاظت و نگهداری اکوسیستم خاک نیز اهمیت دارد و به عنوان جز مهم ساختمان خاک جهت افزایش نگهداری آب و عناصر غذایی به عنوان منبع غذا برای میکروارگانیسم‌های خاک و فراهم کننده حفاظت مکانیکی سطح خاک مطرح است (نجاتی مقدم و بوزر جمهری، ۱۳۹۱). آلیستون (۱۹۷۶) بطور خلاصه موارد سودمندی ماده آلی خاک را به اینصورت ذکر می‌کند:

- ماده آلی منبع مواد معدنی و انرژی برای گیاهان و موجودات خاک است.
- با کلات کردن عناصر غذایی، آن‌ها را به شکل قابل جذب در خاک نگه می‌دارد.

- خاکدانه‌سازی و توسعه ریشه را افزایش می‌دهد .
- نفوذ پذیری خاک به آب و راندمان آب مصرفی را افزایش می‌دهد و ویژگی‌های فیزیکی خاک را بهبود بخشیده و عملیات کشاورزی را تسهیل می‌کند.
- افزودن کود آلی به خاک باعث افزایش ماده آلی خاک و افزایش اثرات مثبت ذکر شده می-شود.

۲-۴-۲- تخلخل و فشردگی خاک

عامل مهم دیگر که تاثیرگذار در کیفیت خاک می‌باشد میزان تخلخل است. رضایی (۱۳۹۲) گزارش کرد، درصد تخلخل خاک با ماده آلی همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. به عبارتی افزایش ماده آلی سبب بهبود دانه‌بندی خاک شده و می‌تواند تخلخل و نفوذ پذیری خاک را بهبود دهد و یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار بر فشردگی خاک است. از ویژگی‌های متاثر از فشردگی می‌توان به کاهش فراهمی و جذب آب و عناصر غذایی به وسیله گیاه به دلیل کاهش رشد ریشه، کاهش نفوذ آب به خاک و کاهش تهویه خاک اشاره نمود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۴). کاهش عملکرد محصول به دلیل فشردگی، ممکن است به دنبال فراهمی کم نیتروژن خاک باشد. همچنین فشردگی خاک غلظت برخی از ترکیبات ریشه که با تامین نیتروژن مرتبط می‌باشد را تغییر می‌دهد و همچنین فشردگی می‌تواند تاثیر زیادی بر نیترات‌زدایی و تصعید گازهای نیتروژن و در نتیجه تاثیر مستقیم بر هوای خاک و تاثیر غیر مستقیم بر تبدیل نیتروژن و کربن داشته باشد. در تایید مطالب ذکر شده چراتی (۱۳۹۰) گزارش کرد که فشردگی سبب بروز تنش ماندابی در نواحی جلگه‌ایی می‌شود که این امر کاهش جذب مواد غذایی بخصوص نیتروژن را به دنبال دارد، همچنین بیان کرد آب ماندگی موقت سبب تشدید پدیده دنیتریفیکاسیون می‌شود که این پدیده در نهایت به کاهش سطح نیترات در خاک‌ها می‌انجامد. به طور کلی افزودن کودهای دامی به خاک، با تاثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، اثرات منفی تراکم بر فراهمی نیتروژن را کاهش می‌دهد. مصدقی و

همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند خاک‌هایی که ماده آلی زیادی دارند در برابر فشردگی مقاومت بیشتری نشان می‌دهند. همچنین گزارش شده است که افزودن مکرر کود دامی و یا سایر مواد آلی و تجمع آن‌ها در خاک طی سالیان متوالی می‌تواند تاثیرات مثبتی بر بهبود تراکم و ویژگی‌های فیزیکی خاک داشته باشد.

کاهش وزن مخصوص ظاهری و در نتیجه افزایش خلل و فرج و بهبود خاصیت نگهداری آب در خاک و سایر خواص فیزیکی خاک، از دیگر مزایای مصرف کودهای آلی است (فراسر و همکاران، ۲۰۰۶).گزارش‌های مختلفی در خصوص استفاده از مواد آلی به ویژه کودهای دامی در کاهش تنش وارد شده به خاک در اثر تردد و همچنین کاهش فرسایش پذیری خاک نیز وجود دارد که به بهبود ساختمان خاک نسبت داده می‌شود (رضایی، ۱۳۹۲).

۲-۴-۳- بافر نمودنpH

مواد آلی توانایی خاک را در برابر تغییرات واکنش خاک افزایش می‌دهند و به عبارتی خاک را نسبت به تغییرات pH بافر می‌کنند. مساله قدرت بافری خاک در مورد خاک‌های ما بیشتر در جلوگیری از افزایش واکنش خاک مطرح است. افزایش واکنش خاک هرچند اندک باشد، تاثیر زیادی بر کاهش قابلیت جذب پاره‌ایی از عناصر غذایی دارد (محمودی میمند، ۱۳۸۶).

۲-۴-۴- افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک

یکی از مشکلات عمده خاک‌های شنی و سبک پایین بودن ظرفیت نگهداری آب در این خاک‌ها می‌باشد. بلافاصله بعد از آبیاری، خاک‌های شنی آب خود را از دست داده و خشک می‌شوند و بنابراین برای برداشت محصول مناسب باید دور آبیاری کوتاه شود. با وجود محدودیت منابع آب در کشور ما این امکان وجود ندارد. در مقابل، هوموسی که در اثر تجزیه مواد آلی به وجود می‌آید قادر به جذب و نگهداری مقدار زیادی رطوبت است که به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (محمودی میمند،

.(۱۳۸۶

۲-۴-۵- فسفر خاک

فسفر به عنوان یکی از عناصر مهم در تغذیه گیاه است که مقدار آن در کودهای دامی قابل توجه می‌باشد. حلاج نیا و همکاران (۱۳۸۵)، تاثیر مواد آلی را بر فراهمی فسفر بررسی کردند و گزارش کردند که در پایان دوره ۱۵۰ روزه‌ی آزمایش تنها ۱۷ درصد فسفر افزوده شده قابل دسترس بوده در حالی که در همین زمان این مقدار در تیمار کود دامی ۳۴ درصد بوده است. مخلوط کردن کودآلی و بقایای گیاهی موجب افزایش مقدار مواد آلی محلول (به‌طور عمده اسیدهای آلی) می‌گردد که خود موجب افزایش آزادسازی فسفات گردیده و بنابراین، محتوای فسفر قابل دسترس خاک را بهبود می-بخشد.(رضایی، ۱۳۹۲). تور و بال (۱۹۹۹) گزارش کردند که افزودن کودآلی به خاک موجب افزایش تولید اشکال کم کریستاله فسفات در فاز نسبتا پایدار و یا اشکال کم کریستاله در خاک‌های آهکی و غیرآهکی می‌گردد، بنابراین به حلالیت و فراهمی فسفر در این خاک‌ها افزوده می‌شود. در بررسی اقبال و پاور (۱۹۹۹) نیز رابطه ی مستقیم بین مقدار فسفر آزمون خاک و کل فسفر اضافه شده توسط کود آلی وجود داشت. موهنتی و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از تکنیک‌های رادیوایزوتوپی دریافتند که اثر کودآلی بر جذب فسفر توسط گیاه بادام‌زمینی در مقایسه با سوپرفسفات ساده به صورت معنی-داری بیشتر است. فراهمی فسفر با افزایش کلاته کردن کاتیون‌ها توسط اسیدهای آلی حاصل از تجزیه کودهای آلی افزوده می‌گردد.

۲-۴-۶- غلظت عناصر غذایی کم مصرف

تاثیر کودهای آلی بر فراهمی عناصر روی، مس، آهن و دیگر عناصر به دو صورت مستقیم مانند افزایش غلظت یک عنصر در خاک به علت مقدار زیاد آن عنصر در کود و غیر مستقیم، مانند تاثیر برpH، شوری غلظت‌های یونی، فعالیت میکروبی و رشد ریشه در خاک گزارش شده است (پنی،

۲۰۰۲). نژاد حسینی و آستارایی (۱۳۸۹) در گزارشی افزایش فراهمی این عناصر را به بالا بودن درصد کربن آلی کود گاوی نسبت دادند. وانگ و همکاران (۲۰۰۳) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عناصر روی و مس عصاره‌گیری شده و افزایش کربن آلی خاک گزارش کردند. افزایش فراهمی عناصر کم مصرف خاک پس از کاربرد کودهای آلی را می‌توان به افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک و واکنش‌های کلات سازی و در نتیجه افزایش فراهمی عناصر غذایی بومی خاک علاوه بر مقادیر اضافه شده به خاک نسبت داد (نژادحسینی و آستارایی، ۱۳۸۹). غفاری نژاد (۱۳۹۵) هم معنی‌داری اثر کودهای آلی به خصوص کود گاوی را بر قابلیت استفاده مس، فسفر، منگنز و روی گزارش کرد.

۲-۵- شکل‌های مختلف نیتروژن و پویایی این عنصر در خاک

نیتروژن موجود در خاک را به‌طور کلی می‌توان به معدنی یا آلی طبقه بندی کرد. شکل‌های آلی نیتروژن خاک به صورت اسیدآمینه یا پروتئین متراکم، اسیدهای آمینه آزاد و سایر ترکیبات کمپلکس و عموما ناشناخته هستند که به عنوان منبع انرژی برای سایر واکنش‌ها لازم اند. شکل‌های معدنی نیتروژن خاک شامل، NH_4^+، NO، NO_2^-، N_2O، NO_3^- و نیتروژن عنصری است. نیتروژن خاک به‌صورت نیترات و آمونیوم توسط گیاهان قابل استفاده می‌باشد و نیترات و آمونیوم منابع اصلی نیتروژن غیرآلی ریشه گیاهان عالی هستند. از نظر حاصلخیزی خاک هم شکل‌های NH_4^+ وNO_3^- بیشترین اهمیت را دارد، اکسید نیترو و اکسید نیتریک نیز اهمیتی منفی دارند چون معرف شکل‌هایی از نیتروژن هستند که از طریق نیترات‌زدایی از دسترس گیاه خارج می‌شود. آمونیوم به کلوئیدهای دارای بار منفی خاک جذب می‌شود و در نتیجه به آسانی شسته نمی‌شود (ولی‌پور چهارده چریکی و همکاران، ۱۳۹۶). اما نیترات به دلیل داشتن بار منفی، توسط رس جذب نمی‌شود و به آسانی همراه با آب آبیاری از لایه های بالایی شسته شده و به اعماق خاک راه می‌یابد (سروش، ۱۳۸۹).

اگر شرایط برای شوره‌سازی مناسب نباشد، نیتروژن آمونیومی برای دوره‌های زمانی طولانی در خاک می‌ماند. حضور نیتروژن به شکل کاتیونی آن به هر حال جلوگیری از هدر رفتن آن را در مقابل

آبشویی تضمین نمی‌کند، لازم است که خاک ظرفیت تبادلی بالایی داشته باشد تا نیتروژن آمونیومی افزوده شده را نگه‌دارد، در غیر اینصورت نیتروژن به وسیله آب نفوذ پذیر از دسترس خارج خواهد شد. خاک شنی دارای ظرفیت تبادلی کم، به آمونیوم اجازه حرکت قابل توجهی به عمق خاک می‌دهد. همین که آمونیوم تبدیل به نیترات شد در معرض آبشویی قرار می‌گیرد. نیترات در خاک‌ها کاملا پویاست و در محدوده‌ای به مقدار قابل توجهی با آب حرکت می‌کند. در شرایط خیلی خشک و وقتی که حرکت مویینه‌ای آب ممکن باشد، حرکت رو به بالایی همراه با حرکت آب انجام می‌شود که تحت چنین شرایطی نیترات‌ها در افق بالایی خاک یا حتی در سطح خاک انباشته می‌شوند(سروش و همکاران، ۱۳۹۰).

۲-۶- راهکارهای موثر درکاهش هدر روی کود نیتروژنه

هدر روی کود خود به چند عامل بستگی دارد که عبارتند از، زمان مصرف کود، مقدار کود مصرف شده، شرایط خاک مزرعه، بارندگی و سایر عوامل اقلیمی و ... . برای داشتن کمترین هدر روی و حداکثر بازدهی مصرف کود، آخرین زمان مصرف کود باید در مرحله ایی از رشد گیاه باشد که گیاه هنوز فرصت جذب نیتروژن را دارد و باید از مصرف غیر ضروری کود اجتناب کرد. همچنین با مصرف نیتروژن در زمانی که گیاه دارای مجموعه‌ای از ریشه‌های فعال می‌باشد می‌توان از هدرروی نیتروژن از طریق آبشویی نیترات و تصعید آن جلوگیری کرد. برای پیشگیری و کاهش تلفات کودهای نیتروژنی از طریق آبشویی و تصعید، پیشنهاد شده است که این کودها را به دفعات و در مراحل مورد نیاز گیاه مصرف نموده و اگر این امکان وجود ندارد از کودهایی با حلالیت کمتر مثل اوره با پوشش گوگردی استفاده شود (رستمی و احمدی، ۱۳۹۳).کودهای کندر ها (Slow Release) می‌توانند راه حلی برای غلبه بر مشکلات هدر روی کودهای رایج شیمیایی باشند. کودهای کند رها با قابلیت رهاسازی آرام یا کنترل شده، محتویات غذایی خود را به تدریج و منطبق با نیاز غذایی گیاه در خاک رها می‌کنند

(ملکوتی، ۱۳۹۳). این کودها از طریق به حداقل رساندن اتلاف در فاصله بین مصرف و جذب کود کارایی مصرف کود را افزایش می‌دهند (شیر دره و همکاران، ۱۳۹۶). کودهای کند رها از طریق پوشش‌دار کردن ذرات کودهای شیمیایی توسط موادی که موجب کاهش سرعت انحلال آن‌ها در آب می‌شوند، تهیه می‌شوند.

برخی از نمونه‌های دیگر کودهای کند رهای نیتروژنه به غیر از اوره با پوشش گوگردی عبارتند از: اوره با پوشش رزین، ایزوبوتیلیدین دی اوره، متیلن اوره و اوره فرمالدهید.

قنبری کاشان و همکاران (۱۳۹۵) مصرف تلفیقی کود دامی با کودهای شیمیایی را در کاهش هدرروی و میزان آبشویی عناصر غذایی خصوصا نیتروژن، موثر گزارش کردند.

رضایی و ملکوتی (۱۳۸۲) نیز، مصرف سرک (تقسیط هر چه بیشتر کودهای نیتروژنه) طی دوره‌ی رشد و مطابق با نیاز و همچنین روش‌های کودآبیاری و محلول پاشی را از راه‌های موثر در کاهش تلفات کودهای نیتروژنه بیان کرده‌اند.

۲-۷- اهمیت وتوجیه اقتصادی بازیافت وکارایی مصرف نیتروژن

امروزه به دلیل مشکلات ذکرشده‌ی کودها و هزینه های سنگین آن‌ها لازم است که جذب و مصرف عناصر غذایی از کارایی بالایی برخوردار باشد تا بدین وسیله از هزینه‌های تولید کاسته و سود بیشتری نصیب کشاورزان شود. به منظور دستیابی به این اهداف لازم است که کارایی مصرف عناصر غذایی و عوامل موثر بر آن شناخته شود و با استفاده از روش‌های نوین بدون کاهش عملکرد، کارایی مصرف را افزایش داد. کارایی به عنوان مقدار محصول تولید شده به ازای هر واحد نهاده مصرف شده تعریف می شود (معزاردلان وثواقبی، ۱۳۸۱). راه های زیادی برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن وجود دارد که می‌توان به مواردی همچون اجرای تناوب صحیح غلات و بقولات، بهبود روش‌های کاربرد کود، استفاده از کودهای آمونیومی، تنظیم زمان کود دهی و استفاده از ارقام مناسب (با کارایی بالا) اشاره کرد (آنکوما و همکاران، ۲۰۰۳).

درکل امکان استفاده از اراضی جدید و گسترش سطح زیر کشت محدود است. بنابراین برای پاسخ به نیاز این جمعیت روز افزون ۲ راه‌کار وجود دارد. در مناطقی که از لحاظ نیتروژن فقیرند مثل آفریقا می‌توان با افزایش عاقلانه مصرف کود عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش داد، در حالیکه در کشورهایی که در حال حاضر میزان مصرف کود در آنها زیاد است باید از طریق افزایش کارایی مصرف نیتروژن به این هدف رسید.

مصرف کافی نیتروژن با تولید بیشتر غلات همراه است، هنگامی که این عنصر به مقدارکافی عرضه شود علاوه بر افزایش کمیت، کیفیت محصول را نیز افزایش می‌دهد. در سال ۱۹۹۶ در حدود ۸۳ میلیون تن نیتروژن در سراسر جهان مصرف شده که حدود ۴۹/۷ درصد آن در غلات بکار رفته است و از این مقدار تنها ۱۶/۶ میلیون تن آن توسط دانه غلات برداشت شده است. برای افزایش کارایی نیتروژن و درصد بازیافت چندین فاکتور باید در نظر گرفته شود. یکی از نکات ضروری برای بهبود کارایی مصرف نیتروژن در سطح کنوپی گیاهی آگاهی از نیاز متغیر گیاهان و میزان فراهمی نیتروژن در مراحل مختلف رشد است. زمان عرضه نیتروژن بسته به اینکه تا چه میزان با مرحله رشدی گیاه و نیاز آن به نیتروژن مطابقت داشته باشد میتواند اثرات متفاوتی بر تولید بیوماس داشته باشد. تحقیقات در مورد مصرف بهینه کودهای نیتروژنه و ترویج آن افزایش بازیافت نیتروژن را تا حدود ۸۰ درصد در روش های علمی کشاورزی به همراه دارد (لطف اللهی و وفایی، ۱۳۹۵).

باتوجه به موارد فوق اگر بتوان تنها یک درصد بازیافت نیتروژن را افزایش داد در کل دنیا حدود ۳۳۵ میلیون دلار صرفه‌جویی می‌شود.

۲-۸- بازیافت نیتروژن و کارایی مصرف نیتروژن

تحقیقات بسیاری در مورد تاثیرعوامل مختلف بر میزان بازیافت و کارایی مصرف نیتروژن انجام گرفته است که چند نمونه از نتایج حاصل از این تحقیقات عبارتند از:

- شاخص کارایی بازیافت نیتروژن تحت تأثیر فاکتورهای مثل اندازه مقصد نیتروژن گیاه و روش کاربرد کود نیتروژن، شامل مقدار، زمان، جای گذاری و شکل نیتروژن موجود در کود است (دوبرمن، ۲۰۰۵).

- در تحقیقی نیز با تعیین زمان مناسب مصرف نیتروژن (کاربرد 3 تا 4 مرحله‌ای) متناسب با حداکثر نیاز گیاه افزایش معنی‌دار در شاخص بازیافت نیتروژن حاصل شد (سرخوش و ابوطالبیان، ۱۳۹۲).

-کارایی مصرف نیتروژن در شرایط اقلیمی متفاوت متغیر است و محیط اثر قابل توجهی بر صفات مرتبط با جذب و مصرف نیتروژن دارد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۷).

- در پژوهشی مشخص شد که با افزایش مصرف کودهای نیتروژنه در گندم، میزان درصد کارایی بازیافت نیتروژن به طور چشمگیری کاهش یافت (هاتفیلد و پروگر، ۲۰۰۴).

- کارایی بازیافت عناصر در مزارع کشاورزان حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد است و میزان مصرف صحیح، به موقع و جای‌گذاری مناسب کود بهترین عملیات کشاورزی برای دستیابی به حد مطلوب کارایی استفاده از عناصر است (سرخوش و ابوطالبیان، ۱۳۹۲).

- میانگین جهانی کارایی نیتروژن و بازیافت آن در دانه غلات به ترتیب ۲۰ کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن و ۳۳ درصد است که از مقادیر استاندارد جهانی آنها بسیار کمتر است (ملکوتی، ۲۰۰۴).

-با استفاده از ارقامی که کارایی مصرف نیتروژن بالایی دارند، میتوان ضمن حفظ توان تولید عملکرد از مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی جلوگیری کرد. تفاوت‌های ژنتیکی برای جذب نیتروژن یا استفاده از آن در ارقام مختلف گندم، جو، ذرت، سورگوم، یولاف و برنج گزارش شده است (موچر و همکاران، ۱۹۹۸).

- در مصرف کود نیتروژن به صورت نواری چون مجاورت کود با ریشه گیاه بیشتر شده و همچنین به احتمال باعث کاهش تلفات ناشی از تصعید و آب‌شویی نیتروژن گشته، لذا مصرف نیتروژن در این حالت نسبت به پخش سطحی از کارایی مطلوب‌تری برخوردار است (لرزاده و عنایت قلی زاده، ۱۳۸۸)

- تحقیقات نشان داده است که اگر کود اوره با پوشش گوگردی به صورت پایه در کشت گندم استفاده شود، نسبت به مصرف پایه اوره عملکرد و درصد بازیافت نیتروژن از ۲۰ به ۳۰ درصد افزایش می‌یابد و این به دلیل جلوگیری از آبشویی و هدر رفت اوره می‌باشد (لطف اللهی و همکاران، ۱۳۸۸).

- درکشورهای پیشرفته در غلات درصد بازیافت نیتروژن ۳۳ درصد است و ۶۷ درصد بقیه به طرق مختلفی از قبیل آبشویی، تصعید و رواناب سطحی هدر رفته که معادل ۱۵/۵ میلیارد است.

به دلیل پویایی نیتروژن، مصرف تقسیطی آن برای استفاده حداکثر گیاهان بسیار مهم است. استفاده تدریجی از نیتروژن در طول فصل رشد می تواند کارایی مصرف و بازیافت نیتروژن را افزایش دهد (خادمی، ۱۳۷۷؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۸).

- در مطالعه‌ای در مقیاس جهانی تخمین زده شد که ۵۰ درصد همه‌ی نیتروژن مصرفی، توسط گیاهان و بقایای آن‌ها بازیافت می‌شود که این گزارش‌ها برای کشورهای کانادا و آمریکا به ترتیب میزان ۵۲ و۵۶ درصد بود (کروپنیک و همکاران، ۲۰۰۴).

-مصرف کودهای کامل پرمصرف و SCU (Sulphur Coated Urea) به جای اوره پایه (قبل از کاشت) علاوه بر افزایش عملکرد هکتاری و بهبود کیفیت، کارایی و درصد بازیافت کودهای نیتروژن را ارتقا می‌دهد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۸).

فصل ۳ :مواد و روش ها

۳-۱- موقعیت جغرافیایی ومشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش

شهرستان شاهرود با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۲۵دقیقه شمالی دارای اقلیم خشک و سرد می‌باشد. ارتفاع مرکز شهرستان از سطح دریا ۱۳۶۷متر است. براساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی میانگین سالانه دما در این منطقه ۱۴/۴درجه سانتی گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۱۶۰میلی‌متر گزارش شده است.

۳-۲-مراحل اجرای آزمایش و معرفی تیمارها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار با ۲ فاکتور در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در سال ۱۳۹۶ انجام شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم و دو دیسک عمود برهم و تسطیح زمین با استفاده از لولر در اسفند ماه ۱۳۹۵ انجام شد. ایجاد ردیف‌ها و کرت‌ها در خرداد ماه ۱۳۹۶ انجام گرفت. بذر ذرت مورد استفاده رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود. کشت به شکل ردیفی شامل ۴ ردیف ۵ متری با فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۷۰ سانتی‌متر انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل کود آلی در دو سطح {مصرف ۲۰ تن کود دامی گاوی در هکتارa_1، بدون مصرف کود دامی a_2 } و مدیریت مصرف کود نیتروژن از نوع اوره در شش سطح،{ میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (۵۰ درصد پایه +۵۰ درصد شش برگی) b_1، میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (۲۵ درصد پایه +۷۵ درصد شش برگی)b_2 ، میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (۲۵ درصد پایه +۵۰ درصد شش برگی+ ۲۵ درصد دوازده برگی)b_3 ، میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار(۵۰ درصد پایه+۵۰ درصد شش برگی)b_4 ، میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار(۲۵ درصد پایه+۷۵ درصد شش برگی)b_5 و میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار(۲۵ درصد پایه + ۵۰ درصد شش برگی+ ۲۵ درصد دوازده برگی)b_6 } بودند. کود دامی قبل از کاشت با خاک طبق نقشه آزمایش مخلوط شد و

میزان کود اوره هم برای هر کرت اندازه‌گیری شده و به‌صورت دستی در زمان‌های اعمال تیمارها طبق نقشه به خاک اضافه شد.

۳-۳- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

قبل از انجام آزمایش از چند نقطه زمین محل کشت، نمونه برداری خاک انجام شد و پس از تهیه یک نمونه مرکب، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق ۰تا ۳۰ سانتی‌متری طبق جدول ۳-۱ تعیین شد.

جدول۳-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

بافت خاک	%O.C	% N	K ppm	P ppm	pH	EC (dS/m)	عمق (cm)
لوم سیلتی	۰/۶۰	۰/۰۶۶	۱۴۹	۱۹	۸/۳۶	۰/۷۱	۳۰-۰

۳-۴- داشت

عملیات داشت با اعمال تیمارها طی مراحل تعیین شده یعنی ابتدای کاشت، (یکم تیرماه ۹۶)، شش برگی (بیستم تیرماه) و دوازده برگی (شانزدهم مرداد) صورت گرفت. پس از اطمینان از سلامت و استقرار بوته‌های رشد یافته، یک بوته نگه داشته و باقی بوته‌ها حذف شدند. مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی انجام گرفت و همچنین آبیاری به‌صورت قطره‌ای با استفاده از تیپ و به‌طور منظم هر هشت الی ۱۰ روز یکبار انجام گرفت. به‌دلیل کم بودن آفات و به‌عبارتی زیر حد آستانه بودن خطر آفات گیاه، مبارزه خاصی در این زمینه صورت نگرفت.

۳-۵- نمونه برداری

اولین نمونه‌برداری در تاریخ ۵ شهریور در مرحله‌ی گل‌دهی انجام گرفت. برای نمونه‌برداری نیم متر ابتدا و انتهای هر کرت و همچنین دو خط کشت از هر طرف به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد، سپس برای نمونه‌برداری اولیه دو بوته به‌طور تصادفی از هر کرت برداشت شد. پارامترهایی از قبیل ارتفاع بوته‌ها و تعداد برگ و طول و عرض برگ در همان ابتدا اندازه‌گیری شد و سپس بوته‌ها در پاکت‌هایی قرار گرفتند و برای خشک شدن به آون انتقال یافتند و سپس وزن خشک کل گیاه و ساقه و برگ اندازه‌گیری شد. برای خشک کردن، نمونه‌ها در آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. توزین بوته‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱گرم صورت گرفت. نمونه برداری آخر در تاریخ۱۰ مهرماه همزمان با رسیدگی کامل انجام گرفت که در این مرحله از هر کرت ۴ بوته به‌طور تصادفی نمونه‌برداری شد و صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد و طول و عرض برگ، قطرساقه، تعداد بلال، قطر و طول بلال، تعداد دانه و وزن ۱۰۰ دانه، وزن چوب بلال و وزن تر و خشک بوته، ساقه و برگ، و تعداد ردیف بلال و دانه در ردیف اندازه گیری شد. در کل دو بار نمونه‌برداری صورت گرفت.

۳-۶- صفات مورد بررسی

۳-۶-۱- برخی خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت

به‌منظور بررسی اثر عوامل آزمایش بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک گیاه ذرت پارامترهای زیر مورد ارزیابی قرار گرفت.

۳-۶-۱-۱- سنجش آنتوسیانین

اندازه گیری میزان آنتوسیانین با استفاده از روش میتا و همکاران (۱۹۹۴) انجام شد. مقدار ۰/۰۵ گرم از بافت تر برگ با ۴ میلی‌لیتر اسید کلریدریک در متانول یک درصد (یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک و ۹۹ میلی‌لیتر متانول) هموژن گردید و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال قرار داده شد. مخلوط حاصل به مدت ۱۵ دقیقه و سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. جذب نور در فاز رویی با استفاده از روش اسپکتروفوتومتری در طول موج‌های ۶۵۷ و ۵۳۰ نانومتر خوانده شد و با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$A=A530- ((0.25) A657) \qquad (۳-۱)$$

۳-۶-۱-۲- اندازه گیری کلروفیل

جهت سنجش این پارامتر استخراج از روش آرنون (۱۹۶۷) و اندازه گیری غلظت کلروفیل از روش اردکانی و نادور (۲۰۰۹) استفاده گردید. برای این منظور ۰/۲۵گرم وزن تر برگ که از برگ‌های کاملاً توسعه یافته فوقانی برداشت گردیده بود با ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد در هاون چینی ساییده و هموژنیزه گردید. آنگاه در داخل لوله سانتریفیوژ ریخته و به مدت ۵ دقیقه با شدت ۵۰۰۰ دور در دقیقه ساتریفیوژ شد. فاز بالایی (شفاف) برداشته و در داخل لوله داخل بالون ژوژه ۲۵ میلی‌لیتر ریخته شد. مواد ته لوله سانتریفیوژ مجدداً به همراه ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد دوباره ساییده و سپس سانتریفوژ گشت. فاز بالایی شفاف به بالون ژوژه اضافه شد. این عمل تا خاکستری شدن بافت برگ و رسیدن بالون به حجم ۲۵ میلی‌لیتر ادامه یافت. سپس با اسپکتروفوتومتر مدل S2000 UV/VIS در طول موج‌های ۴۸۰، ۵۱۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شد. میزان کلروفیل a و b و کاروتنوئید با استفاده از فرمول‌های (۲-۳)، (۳-۳) و (۴-۳) محاسبه گردید. قبل از قرائت در این طول موج‌ها ابتدا با شاهد (استون ۸۰ درصد) صفر شد.

$$Chla=12/7 (A663) - 2/69 (A645) \times v/1000*w \qquad (۳-۲)$$

$$Chlb=22/9\ (A645) - 4/68\ (A663) \times v/1000*w \quad (۳-۳)$$

$$C=7/6\ (A480) - 1/49\ (A510) \times v/1000*w \quad (۳-۴)$$

V حجم عصاره مصرف شده، W وزن نمونه و Chla، Chlb و C به ترتیب غلظت کلروفیل a، b و کارتنوئید بر حسب (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) می‌باشد.

۳-۶-۱-۳- محتوای آب نسبی برگ

برای اندازه گیری این پارامتر میزان ۰/۲گرم از برگ نمونه‌ی هرکرت اندازه گیری شد و سپس ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شده و۲۴ساعت بعد مجدد وزن نمونه اندازه گیری شد. سپس نمونه به مدت ۲۴ ساعت درون آون قرار گرفت و مجدد وزن آن با ترازوی دقیق اندازه گیری شد. در نهایت با استفاده از رابطه‌ی زیر محتوای رطوبت نسبی بدست آمد (بار،۱۹۶۲؛ اسکنفلد، ۱۹۸۸).

$$RWC=[(WF-WD)/(WT-WD)] *100 \quad (۳-۵)$$

WF=وزن تازه

WD=وزن خشک

WT=وزن آماس

۳-۶-۱-۴- اندازه گیری درصد نیتروژن دانه، برگ و ساقه

مقدار نیتروژن موجود در دانه از روش (پاپاکوستا و گاگیاناس ۱۹۹۱) و با استفاده از دستگاه کجلدال نیمه اتوماتیک مدل Vapodest 45S ساخت شرکت Gerhand کشور آلمان انجام شد. دستگاه دارای دو بخش هضم و تقطیر می‌باشد.

مواد شیمیایی مورد نیاز:

۱-مخلوط کاتالیست سولفات پتاسیم:۲۰۰ گرم سولفات پتاسیم، ۲۰ گرم سولفات مس و ۲ گرم سلنیوم

۲-اسید سولفوریک غلیظ

۳-سود۱۰ نرمال: مقدار ۴۰۰ گرم سود در بشر ۱ لیتری ریخته شد. سپس بشر زیر هود قرار گرفت و به آن ۸۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و بعد از سرد شدن به بشر ۱ لیتری منتقل و به حجم رسانده شد.

۴-مخلوط معرف۰/۱۲ گرم متیل رد و ۰/۲ گرم بروموکروزول در ۲۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶درصد

۵- اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال

برای انجام عمل هضم نمونه‌ها، ۰/۵گرم از نمونه خشک و پودر شده را درون لوله های دستگاه ریخته (دستگاه شامل ۹ لوله می باشد) و سپس ۷ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ (۹۶٪) و ۱/۱گرم کاتالیزور (مخلوطی از ۱۰۰گرم سولفات پتاسیم و۱۰گرم سولفات مس و ۱گرم سلنیوم (برای ۱۰۰نمونه) در لوله‌ها ریخته و در جایگاهشان در دستگاه هضم قرار داده شد. درجه دستگاه در ابتدا روی ۱۸۰ و سپس به ۳۰۰ درجه رسید و عمل هضم حدود سه ساعت به طول انجامید. در پایان عمل هضم، نمونه‌ها به رنگ سبز شفاف در می‌آیند. پس از سرد شدن کامل نمونه‌ها حجم عصاره‌ی بدست آمده یادداشت و عمل تقطیر انجام شد.

بخش تقطیر دارای دو جایگاه می‌باشد که در یکی، لوله مربوط به بخش هضم و در دیگری ارلنی حاوی ترکیبی از ۵۰ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد که برای هر نمونه ۲۴ میلی‌لیتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، بعد از اتمام کار دستگاه (حدود ۴دقیقه)، رنگ محلول داخل ارلن سبز می‌شود که هر چه این رنگ تیره‌تر باشد نشان دهنده غلظت نیتروژن بیشتر در نمونه خاک یا گیاه است. برای عمل تیتراسیون، چند قطره معرف متیل رد (حاوی ۶۶ میلی گرم متیل رد و ۹۹ میلی گرم بروموکروزول گرین در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول، با رنگ قرمز) و اسید سولفوریک ۰/۱نرمال به صورت دستی انجام گرفت، که با عمل تیتراسیون رنگ محلول از سبز به قرمز (آلبالویی) تغییر پیدا می‌کند. پس از یادداشت نمودن حجم اسید مصرفی مقدار کل نیتروژن موجود در نمونه از فرمول زیر قابل محاسبه است.

$$\%N=0.56t(a-b)\ v/w100/DM \qquad (۳-۶)$$

T= غلظت اسید a=میزان اسید مصرفی جهت تیتر نمونه

b = میزان اسید مصرفی جهت تیتر شاهد v=حجم عصاره حاصل از عمل هضم

w =وزن نمونه گیاه جهت انجام عمل هضم DM =.درصد ماده خشک گیاه

۳-۶-۲- اندازه گیری برخی خصوصیات شیمیایی خاک

برای اندازه‌گیری پارامترهای خاکی در پایان رشد گیاه از دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متری هر کرت در محدوده‌ی وسط کرت با بیلچه و به‌صورت دستی نمونه‌گیری انجام شد.

۳-۶-۲-۱- اندازه گیری نیتروژن کل خاک

اندازه گیری نیتروژن کل خاک هم مانند روش ذکر شده برای نیتروژن دانه بود با این تفاوت که در این آزمایش برای عمل هضم ۶ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ اضافه شد و در پایان عمل تقطیر و اتمام کار دستگاه محلول به‌دست آمده با استاندارد اسید سولفوریک ۰/۰۱ ۰نرمال تیتر شد و مانند نمونه‌های نیتروژن دانه و برگ و ساقه محلول از سبز به قرمز تغییر رنگ داد و در نهایت درصد نیتروژن کل خاک با استفاده ازرابطه ۳-۸ محاسبه شد.

$$\%N=[(a-b)/s]\ *M*1.4*mcf \qquad (۳-۷)$$

۳-۶-۲-۲- اندازه گیری آمونیوم خاک

برای اندازه گیری آمونیوم از روش سینگ (۱۹۸۸) استفاده شد. برای اندازه‌گیری آمونیوم و همچنین نیترات اولین کار عصاره‌گیری خاک با محلول KCL دو مولار است. لازم به ذکر است این آزمایش بسیار حساس است و برای دستیابی به داده‌های قابل استناد از عدم وجود هر گونه آلودگی در ظروف، مواد و وسایل آزمایش باید اطمینان حاصل کرد، به این منظور اولین کار در کل آزمایش

استریل کردن ظروف مورد نیاز با محلول هیدروکلریک و آب به نسبت سه به یک می‌باشد. به این صورت که ظرفی به حجم پنج لیتر تهیه و به نسبت ذکر شده اسید و آب درون آن ریخته و تمامی ظروف لازم برای آزمایش به مدت ۲۴ ساعت قبل ازاستفاده درون ظرف (حمام اسید) قرار داده می-شود.

ساخت محلول KCL دو مولار: که برای این کار میزان۱۴۹/۱۲ گرمKCL را در بالن یک لیتری ریخته و با آب مقطر به حجم یک لیتر می رسانیم، سپس میزان ۱۰ گرم خاک مرطوب از هر نمونه خاک درون فالکون‌های ۵۰ ریخته شده و ۲۵ میلی‌لیتر عصاره KCL دو مولار به آن اضافه شد، سپس فالکون ها به مدت بیست دقیقه درون دستگاه شیکر قرار گرفته و بعد از آن به مدت چهار تا پنج دقیقه درون سانتریفیوژ با سرعت۲۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفته و در نهایت عصاره‌ی رویی با صافی جدا و در یخچال نگهداری شد. لازم به ذکر است از عصاره تهیه شده برای هر دو آزمایش نیترات و آمونیوم استفاده شد.

مواد لازم برای اندازه گیری آمونیوم:

معرف اول:

۶/۵ گرم سالسیلات سدیم

۵گرم سیترات سدیم

۵گرم تارتارات سدیم

۰/۰۲۵گرم سدیم نیترو فرو سیانید دی‌هیدرات

معرف دوم:

اضافه کردن ۶ گرم هیدروکسید سدیم و ۴/ ۲ میلی‌لیتر هیپوکلرایت سدیم در۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر.

روش کار به این صورت بود که با استفاده از سمپلر میزان۱۰۰۰میکرولیتر از معرف اول، ۸۰ میکرولیتر از نمونه و۱۰۰۰ میکرولیتر از معرف دوم را درون سل‌ها ریخته و پس از گذشت یک الی دو ساعت با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج۶۵۰ نانومتر قرائت شد.

۳-۶-۲-۳- اندازه گیری نیترات

از روش سینگ (۱۹۸۸) استفاده شد.

معرف اول:

۰/۴گرم کلراید وانادیوم (VCL_3)

۵۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک

معرف دوم:

۰/۲گرم سولفانیل آمید ($C_6H_8N_2O_2S$) و ۰/۰۱گرم NED در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد.

روش کار به اینصورت است که محلول اول به محلول دوم اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت درون یخچال قرار گرفت. پس از اطمینان از عدم وجود هر گونه آلودگی ۱۸میکرولیتر عصاره نمونه و میزان ۱۷۷۰ میکرولیتر معرف درون سل‌ها ریخته شده و دوباره پس از گذشت ۲۴ ساعت و اطمینان از صحت انجام آزمایش و عدم آلودگی در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت انجام شد.

لازم به ذکر است هم در این آزمایش و هم اندازه‌گیری آمونیوم برای ارزیابی صحت، نیاز به ساخت محلول استاندارد می باشد.

۳-۶-۲-۴- اندازه گیری کربن آلی خاک

روش مورد استفاده در این اندازه‌گیری روش والکلی-بلاک می‌باشد (نلسون و سومرز ۱۹۸۲) به این صورت که اسید سولفوریک غلیظ و بی کرومات به نمونه خاک اضافه شد و پس از اتمام واکنش اکسیداسیون احیا، زیادی بیکرومات باقیمانده با فرو آمونیوم سولفات تیتر شد.

محلول های لازم:

۱- بیکرومات پتاسیم ۱نرمال: مقدار ۴۹/۰۴گرم بیکرومات پتاسیم با ترازوی حساس توزین و پس از حل نمودن در بالن ژوژه به حجم یک لیتر رسانده شد.

۲- اسید سولفوریک غلیظ۹۶٪

۳- فرو سولفات آمونیوم ۰/۵نرمال : مقدار ۱۹۶/۰۸گرم فرو سولفات آمونیوم توزین و در بالن یک لیتری حل شد و مقدار ۱۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به آن اضافه شد. پس از سرد شدن محلول به حجم یک لیتر رسانده شد.

۴- معرف ارتو فنانترولین فرو: مقدار ۳۷/۱ گرم ارتوفنانترولین منوهیدرات را وزن کرده و ۱/۷۳ گرم سولفات فرو به آن اضافه کرده و بعد از حل شدن حجم بالن به ۲۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد.

روش کار به این صورت بود که مقدار یک گرم خاک خشک درون ارلن مایر ۵۰۰ ریخته شده و سپس میزان ۱۰ میلی‌لیتر بیکرومات و بعد از آن ۲۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به نمونه خاک اضافه گردید. تمامی این مراحل باید زیر هود انجام شود. پس از ۲۰ دقیقه استراحت ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر و سپس ۱۰ قطره معرف به هر ارلن اضافه شد. پس از اضافه کردن معرف ارلن را کمی تکان داده و در آخر محلول با فرو آمونیوم سولفات تیتر شده که از رنگ سبز به قرمز تغییر رنگ داد. نمونه-ی شاهد حاوی تمام محلول‌های ذکر شده بدون نمونه‌ی خاک می‌باشد.

$$\%OC=M*0.39*\{(V1-V2)/S\} \qquad (۳-۸)$$

M=نرمالیته فرو آمونیوم سولفات

V1=میلی لیتر فرو آمونیوم سولفات مصرفی برای بلانک

V2=میلی لیترفرو امونیوم سولفات مصرفی برای نمونه

S=وزن خاک خشک شده در هوای آزاد

۳-۶-۲-۵- اندازه گیری فعالیت آنزیم اوره آز

برای سنجش فعالیت آنزیم اوره آز از روش هافمن و تیچر (۱۹۶۱) استفاده شد. طبق این روش میزان ۲۰ گرم خاک داخل یک بالن ۱۰۰ریخته شد و ۱۰ میلی‌لیتر محلول اوره ۱۰درصد و ۲۰ میلی-لیتر بافر سیترات (pH=6.7) به آن اضافه شد. پس از قرار دادن نمونه در دستگاه شیکر به مدت ۱۵ دقیقه، نمونه به مدت سه ساعت در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد نگهداری شد و سپس با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید و پس از آن با کاغذ صافی صاف و عصاره آن به‌دست آمد.

برای سنجش از روش رنگ سنجی استفاده شد که طبق آن ۱ میلی‌لیتر عصاره با آب مقطر به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسیده و سپس ۴ میلی‌لیتر سدیم فنولات و ۳ میلی‌لیتر هیپوکلرایت سدیم به محلول اضافه شده و در نهایت در طول موج ۶۳۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. لازم به ذکر است برای هر نمونه خاک یک شاهد مورد نیاز است که برای شاهد به‌جای اوره از ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر استفاده می‌شود. در نهایت فعالیت آنزیم اوره آز بر حسب میلی‌گرم NH_4-N استخراج شده بر گرم خاک خشک در سه ساعت انکوباسیون، گزارش شد.

برای تهیه‌ی محلول فنولات۲۰ میلی‌لیتر محلول فنول با۲۰ میلی‌لیتر محلول سود ترکیب شد. برای ساخت محلول فنول نیز ۶۲/۵ گرم از فنول در ۱۸/۵ میلی‌لیتر استون حل شد و با الکل به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید و برای ساخت محلول سود همچنین، ۲۷ گرم از سدیم هیدروکساید در ۱۰۰ میلی‌لیترآب مقطر حل شد. (لازم به ذکر است که هر دو محلول باید در فریزر نگهداری شود).

۳-۶-۳- صفات رویشی و اجزای عملکرد

پارامترهای رشدی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن خشک بلال، وزن صد دانه، قطر چوب بلال، وزن چوب بلال، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر بوته، قطر ساقه، طول چوب بلال، تعداد ردیف بلال و تعداد دانه در ردیف هم با نمونه برداری از چهار بوته در زمان قبل از گل‌دهی، برای برخی صفات رویشی و بعد از رسیدگی، برای اجزای عملکرد اندازه‌گیری شد.

۳-۶-۴- عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک

برای محاسبه عملکرد علوفه خشک و عملکرد دانه، بوته‌های موجود در یک متر مربع از هرکرت انتخاب شد و پس از توزین عملکرد به صورت کیلوگرم در هکتار بیان شد.

۳-۶-۵- کارایی مصرف و بازیافت نیتروژن

از فرمول های زیر محاسبه شد (تیمسینا، ۲۰۰۱).

$NRE= LNY_f/N_f$

NRE : کارایی جذب یا بازیافت نیتروژن

LNY_f : میزان نیتروژن در گیاه (گرم در مترمربع)

N_f: ذخیره نیتروژن در دسترس گیاه (گرم در متر مربع)

$NUE(g_f g_n^{-1}) = LYLD_f/LNY_f$

NUE :کارایی مصرف نیتروژن (گرم ماده خشک بر گرم نیتروژن)

$LYLD_f$:عملکرد گیاه (گرم بر متر مربع)

LNY_f:ذخیره نیتروژن در دسترس گیاه (گرم بر متر مربع)

۳-۷-تجزیه تحلیل آماری داده ها

تجزیه وتحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

فصل ۴:نتایج و بحث

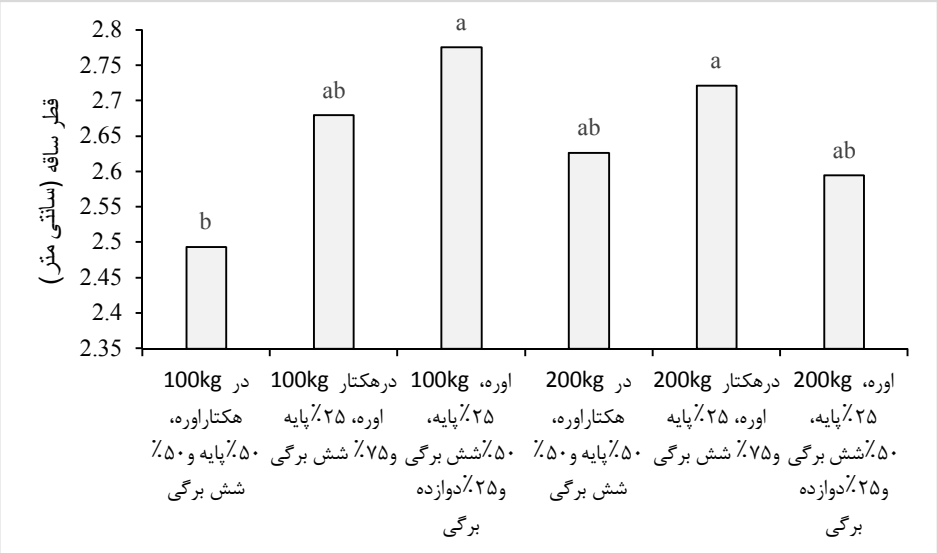
۴-۱-صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد

۴-۱-۱- ارتفاع بوته

ارتفاع بوته جزء مهمی در تعیین عملکرد دانه نمی‌باشد، ولی احتمالا ارقام با ارتفاع بلندتر عملکرد ماده خشک بیشتری دارند (سلیمی،۱۳۸۹). هیچ کدام از فاکتورهای آزمایش تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته‌ها نداشتند (جدول۴-۱). این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش امیری و همکاران (۱۳۹۴) و جلیلیان و همکاران (۱۳۹۳) مبنی بر عدم معنی‌داری تیمارهای نیتروژن بر ارتفاع بوته و قطر ساقه مطابقت دارد. اما این نتیجه با نتایج علی بخشی و میرزا خانی (۱۳۹۵) در تضاد بود. بنظر می رسد صفت ارتفاع بوته علاوه بر تاثیر پذیری از محیط و نوع و نحوه ی تغذیه گیاه به ژنتیک گیاه بستگی داشته باشد (امیری و همکاران، ۱۳۹۴). در یک آزمایش با بررسی سه سطح کود نیتروژن ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد سیاهدانه مشخص شد که بیشترین تعداد فولیکول در بوته و عملکرد دانه از تیمار با ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و بیشترین وزن هزار دانه با تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن حاصل شد ولی ارتفاع گیاه و تعداد دانه در فولیکول تحت تأثیر نیتروژن قرار نگرفت (صالحی و همکاران، ۱۳۹۳). در پژوهش دیگری که توسط نجفی و همکاران (۱۳۹۲) انجام شد، گزارش شد که با مصرف کود دامی و افزایش سطح آن ارتفاع بوته ذرت به طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین ارتفاع ذرت با مصرف ۶۰ تن کوددامی در هکتار بدست آمد. زمانی باب‌گهری و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش دادند که مصرف ۴۵ تن کود گاوی در هکتار موجب افزایش ارتفاع ذرت شد. افزایش ارتفاع بوته ذرت با مصرف کود دامی را می‌توان به بهبود تغذیه گیاه از جمله افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و روی نسبت داد.

۴-۱-۲- قطر ساقه

طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۱) صفت قطر ساقه فقط تحت تأثیر فاکتور مدیریت مصرف کود اوره قرار گرفت و در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. این نتایج با نتایج نادری و قدیری (۲۰۱۰) و ابراهیم قوچی و همکاران (۱۳۹۴) مبنی بر تأثیر سطوح کود اوره بر قطر ساقه مطابقت داشت. طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین (شکل۴-۱)، سطح b_3 با چهار سطح اختلاف معنی‌داری نداشت و فقط نسبت به سطح b_1 از لحاظ آماری برتر بود. بنظر می‌رسد در مقایسه این دو تیمار با میزان مشابه ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار اوره، نحوه‌ی تقسیط سه مرحله‌ایی کود طبق تیمار b_3 (۲۵درصد پایه+۵۰درصد شش برگی+۲۵درصد دوازده برگی)، در زمان بیشتری از فاز رویشی نیتروژن را در اختیار گیاه قرار داده و برای رشد عرضی ساقه مطلوب بوده است. همچنین نتایج نشان دهنده‌ی این است که استفاده از کود نیتروژن باعث افزایش قطر ساقه ذرت می‌شود هر چند اختلاف معنی‌داری بین ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم وجود نداشت.



شکل۴-۱- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تأثیر مدیریت مصرف سطوح کود اوره

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی

۴-۱-۳- تعداد برگ در بوته

اثر هیچکدام از فاکتورها روی این صفت معنی دار نشد (جدول۴-۱). نجفی و همکاران (۱۳۹۲) از عدم تاثیر مصرف کود دامی بر تعداد برگ ذرت خبر داده و اظهار داشتند که این صفت نیز به ژنتیک گیاه وابسته می‌باشد، همچنین سرمدنیا و کوچکی (۱۳۷۶) ، بیان داشتند که تعداد و اندازه برگ تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط قرارمی‌گیرد. کوثری فر و همکاران (۱۳۹۴) در تضاد با این نتیجه گزارش کردند افزایش در سطوح کود نیتروژنه و فسفاته سبب افزایش معنی‌دار تعداد برگ در بوته شده است. همچنین در مطالعه‌ای دیگر تیمارهای کود شیمیایی، مرغی و گاوی از نظر تعداد برگ نسبت به شاهد برتری معنی‌داری را نشان دادند (نجفی و همکاران، ۱۳۹۲).

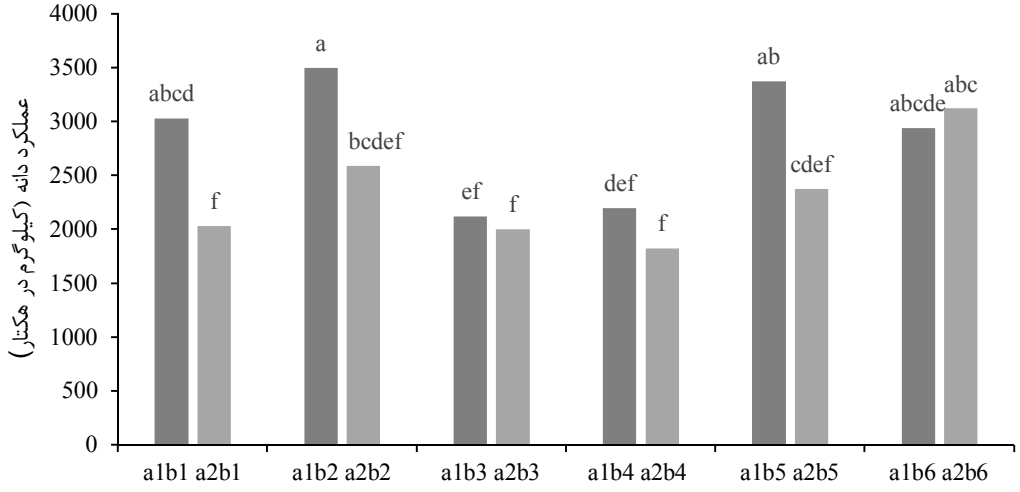
۴-۱-۴- عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه نشان داد که فاکتور مدیریت مصرف کود اوره و اثر متقابل فاکتورها بر این پارامتر به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شد اما اثر کود دامی معنی‌دار نبود (جدول۴-۱). به دلیل اینکه کود نیتروژن موجب افزایش تولید ماده خشک و دوام سطح برگ می‌شود انتظار می‌رود که دانه ذرت با افزایش مصرف نیتروژن سنگین‌تر شود (امام و نیک نژاد، ۱۳۷۳). از نظر فیزیولوژیکی سه عامل قابلیت جذب پس از ظهور کامل، سرعت و زمان دانه بندی و سرعت سنتز زئین که تحت تأثیر نیتروژن می‌باشد، در میزان عملکرد دانه مهم هستند. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد (شکل۴-۲) که در حالت مقایسه، تیمار a_1b_2 نسبت به تیمار a_1b_3 و پس از آن تیمارa_1b_5 نسبت به تیمار a_1b_4 برتر بود در حالی که این تیمارها تیمارهایی مشابه از لحاظ میزان کود با تیمارهای نامبرده هستند، نکته جالب توجه اشتراک این تیمارها در همزمانی مرحله‌ی کود دهی و تقسیط دو مرحله ایی کود اوره بصورت (۲۵درصد پایه+۷۵ درصد شش برگی) بود. این نتایج نشان دهنده‌ی تاثیر ارائه کود در مراحل بالای رشد است. بدین معنی که احتمالا وقتی

بیشترین نسبت کود در مرحله شش برگی در اختیار گیاه قرار گرفته است گیاه استفاده کاراتری از کود کرده و عملکرد و رشد بهتری داشته است. سرخوش و ابوطالبیان (۱۳۹۲) گزارش کردند،کاربرد تقسیطی کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد ذرت دانه ایی نشان داد که هر چه مصرف کود نیتروژن در زمان کاشت کمتر باشد، عملکرد دانه افزایش می‌یابد. در هنگام کاشت، گیاه توانایی چندانی برای جذب نیتروژن ندارد و کاربرد کود نیتروژن کمتر در زمان کاشت و مصرف بقیه‌ی آن در طول دوره‌ی حداکثر رشد رویشی گیاه، عملکرد را افزایش می‌دهد. به نظر می آید اعمال مرحله ایی کود اوره و در دسترس قرار گرفتن نیتروژن در زمان نیاز گیاه باعث فراهم شدن نیتروژن مورد نیاز برای تشکیل و پر شدن دانه ها و متعاقبا افزایش عملکرد دانه شده است. لک (۱۳۹۲) نیز گزارش کرد با افزایش کاربرد نیتروژن عملکرد دانه بطور معنی داری افزایش یافت و بیان داشت این افزایش بیشتر ناشی از افزایش تعداد دانه در بلال بود. مالاناگودا (۱۹۹۵) گزارش داد که عملکرد دانه گشنیز در تیمار تلفیق کودهای شیمیایی با کود دامی بیشتر از کاربرد جداگانه هر یک از آن‌ها بود، وی دلیل این افزایش را به نقش کود دامی در بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه ذکر کرد. مجیدیان و همکاران (۱۳۸۷) اظهار داشتند، با کاربرد توام کودهای شیمیایی و دامی علاوه بر کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، عملکرد دانه ذرت افزایش یافت. اقبال و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند کاربرد کودهای آلی می‌تواند باعث افزایش عملکرد ذرت نسبت به شاهد گردد که دلیل آن را بهبود وضعیت عناصر غذایی و اسیدیته خاک دانستند. فلاح و تدین (۱۳۸۸) همچنین مشاهده نمودند که با افزایش مصرف کود مرغی مقدار عناصر غذایی پرمصرف و ریز مغذی خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت و در نتیجه جذب این عناصر و رشد رویشی گیاه افزایش یافت و در نهایت از طریق بهبود اجزای عملکرد مقدار عملکرد گیاه زیاد شد، به طوری که بالاترین عملکرد با تیمار ۳۰ تن کود مرغی در هکتار به دست آمد.

شهسواری و صفری (۱۳۸۴) بیان کردند از آن جایی که مصرف کود حاوی نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویش، تجمع ماده خشک بیش‌تر اندام هوایی و

اجزای عملکرد دانه موثر است، بنابراین تاثیر آن بر عملکرد دانه بدیهی است. به طور معمول، عملکرد دانه ذرتی که در خاک‌های کم کود رشد می‌کند با افزودن نیتروژن افزایش می‌یابد، ولی پس از دست-یابی به حداکثر عملکرد، اضافه کردن آن به خاک، تاثیری بر صفت گفته شده نداشته و یا باعث کاهش مقدار عملکرد می‌شود (گوکمنت و همکاران، ۲۰۰۱).

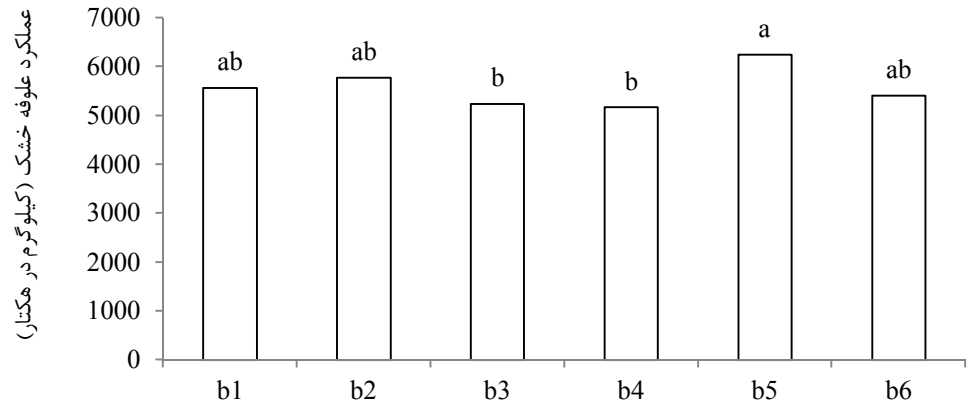


شکل۴-۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی
b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی
b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۱-۵- عملکرد علوفه خشک

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۴-۱) نشان داد که عملکرد علوفه خشک فقط تحت تأثیر اثر فاکتور مدیریت مصرف کود اوره قرار گرفت و در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. احتمالا راحتی جذب و فراهمی مناسب‌تر نیتروژن برای گیاه از منبع شیمیایی نسبت به ارگانیک و آزاد سازی تدریجی نیتروژن از منابع کود آلی سبب بدست آمدن این نتیجه شده است. طبق نتایج مقایسه

میانگین (شکل۴-۳) تیمار b_5 (۲۰۰کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵درصد پایه+۷۵درصد شش برگی) با سه تیمار b_1، b_2 و b_6 در یک سطح آماری قرار گرفت اما با دو تیمار b_3 و b_4 اختلاف معنی‌داری داشت. جدا از تاثیر میزان کود بر عملکرد علوفه خشک بنظر می‌رسد همزمانی مرحله‌ی کود دهی با نیاز گیاه و کاربرد نسبت بیشتر کود در مرحله‌ی بالای رشد رویشی (شش برگی) سبب این تاثیر مثبت و اختلاف معنی‌دار شده است. کرامر و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند کود شیمیایی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد ذرت نسبت به کاربرد کود آلی شد. در بسیاری از موارد، کمبود نیتروژن و یا پایین بودن قابلیت دسترسی آن در شرایط رطوبت کافی، کاهش مضاعفی بر رشد و عملکرد گیاه وارد می‌آورد. لک و همکاران (۱۳۸۶) همچنین بیان کردند، کمبود نیتروژن به علت کاهش اندازه و دوام سطح برگ، باعث کاهش میزان نور دریافتی، کاهش کارایی استفاده از نور و به دنبال آن کاهش فتوسنتز گیاه زراعی می‌شود. از طرفی دیگر، کاربرد زیاده از حد نیتروژن از سنتز نشاسته در اندام‌های هوایی ممانعت به عمل می‌آورد و سطح قند ریشه را کاهش می‌دهد، بنابراین رشد ریشه و به دنبال آن رشد اندام‌های هوایی به واسطه‌ی مصرف بیش از نیاز نیتروژن محدود می‌شود (ونگ و همکاران، ۲۰۰۸). بنظر می‌رسد افزایش عملکرد علوفه خشک به افزایش عناصر قابل جذب گیاه و رشد بیشتر ساقه و سطح برگ مربوط باشد. در مطالعه‌ای استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر باعث بهبود عملکرد بیولوژیک کنجد شد و کودهای شیمیایی را سبب تامین عناصر غذایی خصوصا نیتروژن برای گیاه و باعث افزایش بیوماس گیاه دانستند (کومار و همکاران، ۱۹۹۶). لرزاده و عنایت قلی زاده (۱۳۸۸) هم، معنی‌داری اثر تیمار کودی نیتروژنه بر عملکرد علوفه خشک ذرت را گزارش کردند.



شکل۴-۳- مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود اوره

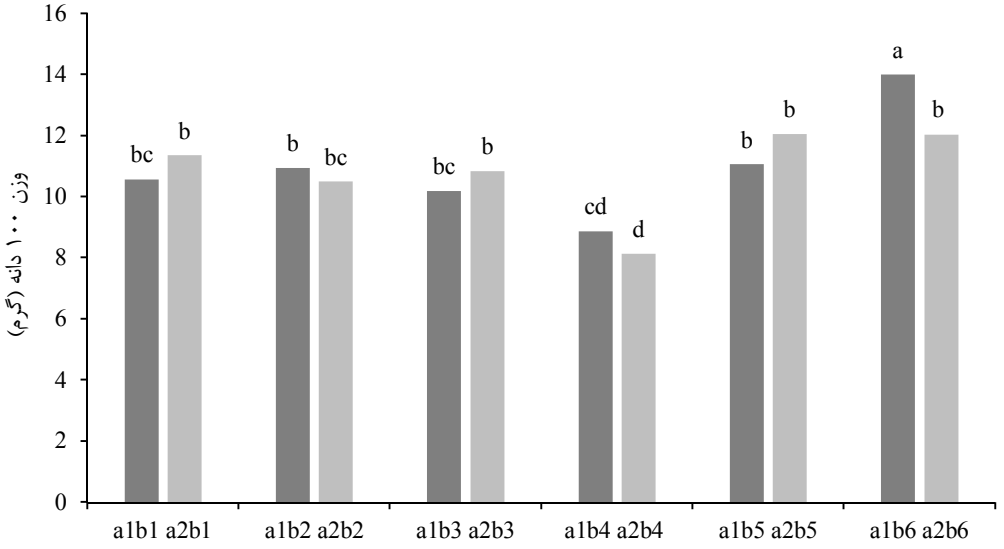
b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی

۴-۱-۶- وزن صد دانه

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن صد دانه تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود اوره و دامی و همچنین اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۲). وزن دانه یکی از مؤلفه‌های مهم عملکرد ذرت به شمار می‌رود. این مؤلفه به میزان اسیمیلات موجود به ویژه در مراحل اولیه‌ی رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه‌ی در حال رشد (مخزن) برای استفاده از اسیمیلات موجود بستگی دارد. هم سرعت پرشدن و هم طول دوره‌ی پرشدن دانه در تعیین حداکثر وزن خشک آندوسپرم اهمیت دارند (لرزاده و عنایت قلی زاده، ۱۳۸۸). طبق گزارشات سطوح کود نیتروژنه بالاتر باعث افزایش دوره پر شدن مؤثر دانه و در نهایت باعث افزایش وزن دانه می‌شود (لرزاده و عنایت قلی زاده، ۱۳۸۸).

مقایسه میانگین (شکل۴-۴) اثر متقابل فاکتورها نشان از برتری تیمارa_1b_6 با میانگین ۱۴گرم نسبت به سایر تیمارها داشت. همانطور که از نتایج بر می‌آید کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی منجر به بیشترین وزن صد دانه شده است. فلاح و همکاران (۱۳۸۶) مطابق با این نتیجه گزارش

کردند اثر بخشی تلفیق کود شیمیایی با کود آلی (مرغی) بر اجزای عملکرد ذرت در مقایسه با مصرف جداگانه هر کدام از آن‌ها بیشتر بود. از بین عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم)، نیتروژن بیشترین نقش را در افزایش وزن هزار دانه دارد (نیک نژاد و همکاران، ۱۳۸۵). پرویزی و نباتی (۱۳۸۳) مطابق با این نتیجه گزارش کردند که با مصرف کود دامی وزن صد دانه ذرت افزایش یافت و حداکثر مقدار آن با مصرف ۶۰ تن در هکتار بدست آمد.

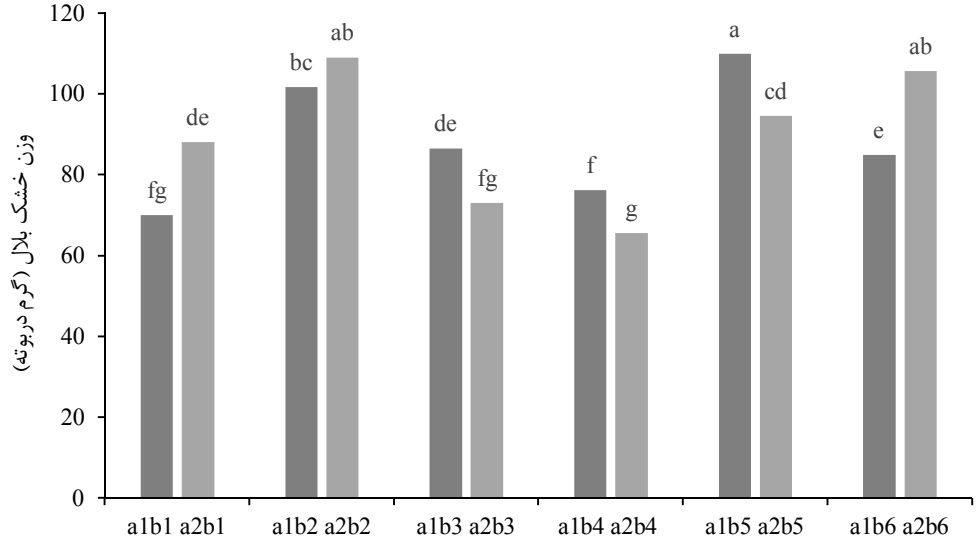


شکل۴-۴- مقایسه میانگین وزن ۱۰۰ دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی
b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۱-۷- وزن خشک بلال

طبق نتایج تجزیه واریانس این صفت تحت تأثیر فاکتور مدیریت مصرف کود اوره و اثر متقابل مدیریت مصرف کود اوره و کود دامی قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی‌دار شد، اما اثر فاکتور کود دامی بر وزن خشک بلال معنی‌دار نبود (جدول۴-۲). نتایج مقایسه میانگین (شکل۴-۵) نشان داد تیمار a_1b_5 با دو تیمار a_2b_2 و a_2b_6 از نظر آماری در یک سطح قرار گرفت اما نسبت به سایر تیمارها

برتر بود. احتمالا تقسیط کود و ارائه نسبت کود بیشتر در زمان مناسب با نیاز گیاه سبب این تاثیر مثبت در رابطه با تیمار a_1b_5 شده است. در تایید این نتیجه فرخی و ارادتمند اصلی (۱۳۸۷) بیان کردند، تامین عنصر اصلی برای پرشدن دانه و وزن گرفتن بلال‌ها در زمان مناسب سبب افزایش وزن خشک بلال شده است. قاسمی گلعذانی و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند، در سیستم تلفیقی نقش کود شیمیایی جبران کردن کاهش موقتی نیتروژن در اوایل دوره رشد و در نتیجه شروع تجزیه میکروبی کود دامی و در نهایت فراهم نمودن مواد غذایی قابل دسترس است. تلفیق کود دامی و کود شیمیایی سبب پر شدن دانه‌ها و قاعدتا افزایش وزن خشک بلال می‌شود (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷).



شکل ۴-۵- مقایسه میانگین وزن خشک بلال تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی
b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی
b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

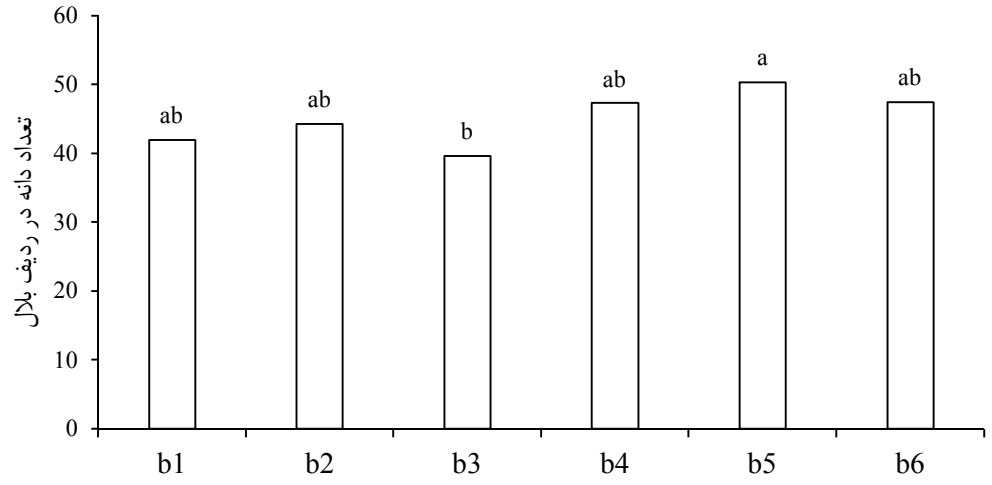
۴-۱-۸- تعداد ردیف در بلال

این صفت تحت تأثیر هیچ یک از فاکتورها قرار نگرفت و معنی‌دار نشد (جدول۴-۲). موچر(۱۹۹۸) نیز اثرات مجموعه‌ایی از تیمارهای کودی را بر روی ذرت بررسی کرد و گزارش کرد که افزایش

نیتروژن از صفر تا ۴۲ گرم در متر مربع هیچ تأثیر معنی‌داری بر روی تعداد ردیف در بلال نداشت، لرزاده و عنایت قلی زاده (۱۳۸۸) هم اظهار کردند که این مولفه به شدت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی در گیاه قرار دارد. این نتیجه با نتایج (علی بخشی و میرزاخانی، ۱۳۹۵)، (جلیلیان و همکاران، ۱۳۹۳) و (باقری و همکاران، ۱۳۸۹) مطابقت داشت و با نتایج (حمزه ای و سرمدی نائبی، ۱۳۸۹) در تضاد بود.

۴-۱-۹- تعداد دانه در ردیف

طبق نتایج تجزیه واریانس فقط اثر مدیریت مصرف کود اوره بر این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد (شکل۴-۶)که تیمار b_5 با تیمار b_3 اختلاف معنی‌داری داشت ولی با چهار تیمار دیگر در یک سطح قرار گرفت. تعداد دانه در ردیف بلال قبل از ظهور بلال و عمدتا براساس پتانسیل ژنتیکی گیاه تعیین می‌گردد، بعد از لقاح دانه ها ادامه رشد و پر شدن آن‌ها منوط به ارسال مواد فتوسنتزی از منبع تولید کننده مواد پرورده به سوی آن‌ها می‌باشد. قاعدتا افزایش عناصر و جذب آنها باعث افزایش مواد فتوسنتزی و افزایش تعداد دانه در ردیف بلال شده است (فرخی و ارادتمند اصلی، ۱۳۸۷). علی بخشی و میرزاخانی (۱۳۹۵) نیز گزارش کردند این صفت تحت تأثیر تیمار سطوح کود اوره قرار گرفت و در سطح پنج درصد معنی‌دار شد و با افزایش میزان استفاده از کود اوره از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در هر ردیف بلال روند افزایشی نشان داد. هوبر و همکاران (۱۹۸۴) نیز تاثیر معنی‌دار میزان نیتروژن بر روی تعداد دانه در ردیف را گزارش کرده‌اند.



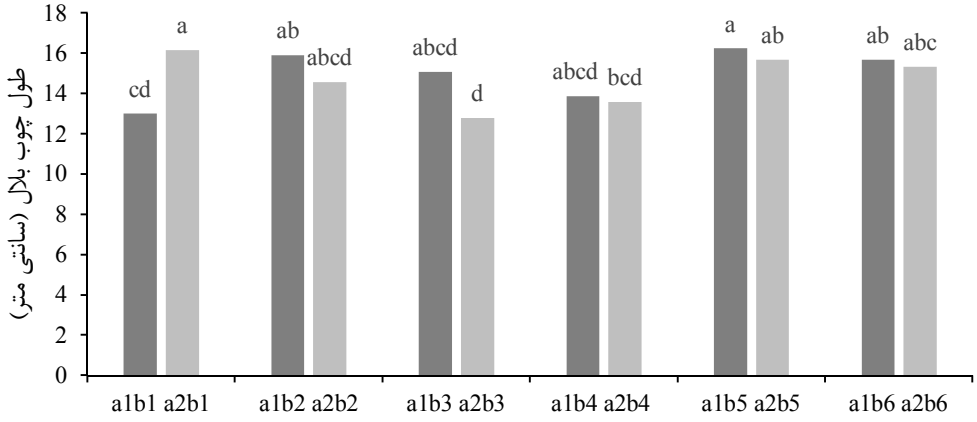
شکل ۴-۶- مقایسه میانگین تعداد دانه در ردیف بلال تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود اوره

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی

۴-۱-۱۰- طول چوب بلال

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۴-۲) نشان داد که صفت طول چوب بلال تحت تأثیر اثر اصلی فاکتورهای بکار برده شده در آزمایش قرار نگرفت اما اثر متقابل کود دامی و مدیریت مصرف کود اوره بر این صفت معنی‌دار بود. طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین (شکل۴-۷)، تیمار a_1b_5 فقط نسبت به سه تیمار a_1b_1، a_2b_3 و a_2b_4 برتر بود و با بسیاری از تیمارهای دیگر در یک سطح آماری قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری نداشت. این نتایج بیانگر افزایش طول بلال در اثر دسترسی مناسب به مواد غذایی در زمان تشکیل دانه ها می‌باشد و به نظر می‌رسد در سیستم تلفیقی فراهم بودن عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و فسفر قابل دسترس گیاه باعث افزایش طول چوب بلال و طول بلال و به دنبال آن افزایش تعداد دانه در ردیف می‌شود. غدیری و مجیدیان (۱۳۸۲) گزارش کردند افزایش نیتروژن باعث افزایش طول بلال و قطر بلال شد. چنانچه گیاه در مرحله‌ی رشد بلال با کمبود مواد غذایی رو به رو نشود رشد بلال مطلوب خواهد شد. قاسمی و همکاران (۱۳۹۴) همچنین در تایید با این نتیجه گزارش کردند، کودهای آلی خصوصا کود دامی و کود سبز که علاوه بر مواد آلی از نظر

عناصر غذایی نیز تامین کننده هستند، در تمامی مراحل رشد گیاه همراه با کاربرد کود شیمیایی، به صورت یکنواخت عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار داده و از کمبود عناصر غذایی جلوگیری می‌کند، این امر افزایش معنی‌دار طول بلال با کاربرد تلفیقی کود اوره و کود دامی را توجیه می‌کند.

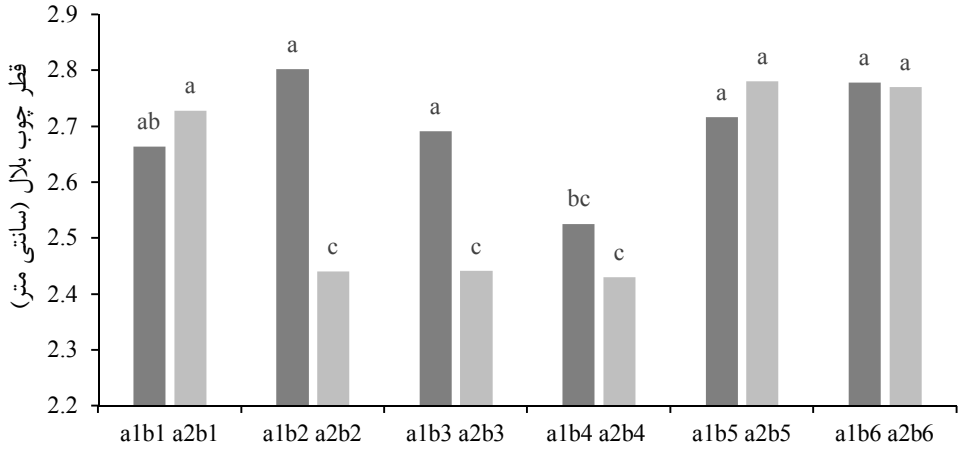


شکل ۴-۷- مقایسه میانگین طول چوب بلال تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۱-۱۱- قطر چوب بلال

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) اثر تمامی فاکتورها و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر میزان قطرچوب بلال در سطح یک درصد معنی‌دار شد، طبق نتایج مقایسه میانگین (شکل۴-۸) ترکیب تیماری a_1b_2 از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با بسیاری از تیمارها مانند، a_1b_1،a_2b_1 و a_2b_6 نداشت و این تیمارها در سطح بالاتری نسبت به بقیه قرار گرفتند. همانطور که طبق شکل مشخص است در مقایسه تیمارهای a_1b_2 با a_2b_2 و a_1b_3 با a_2b_3، تلفیق کود دامی و کود اوره نسبت به شرایط عدم مصرف کود دامی تاثیر مثبت قابل توجهی داشته و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

غدیری و مجیدیان(۱۳۸۲) و پراساد و سینگ (۱۹۹۰) نیز به نتایج مشابه دست پیدا کردند و اظهار داشتند افزایش نیتروژن باعث افزایش وزن کل بلال، طول بلال و قطر بلال می‌شود.

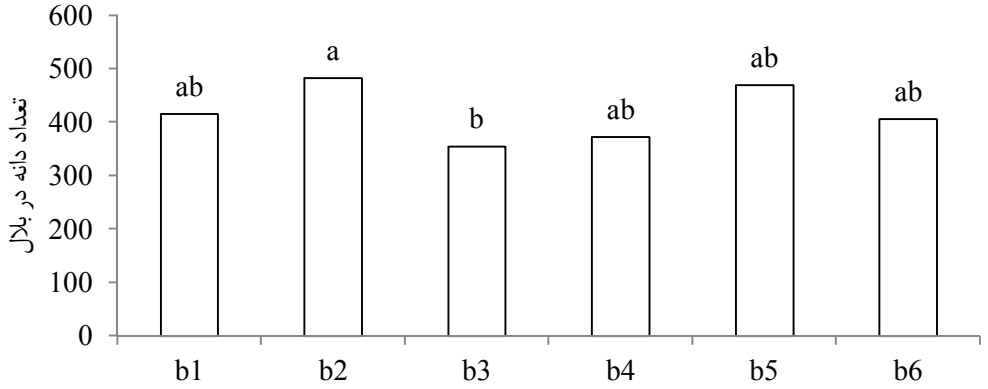


شکل۴-۸- مقایسه میانگین قطر چوب بلال تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۱-۱۲- تعداد دانه در بلال

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح مدیریت مصرف کود اوره بر تعداد دانه در بلال در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول۴-۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین(شکل۴-۹) سطح b_2 با میانگین ۴۸۲/۸ با تیمارهایb_4 ،b_1، b_5 و b_6 در یک سطح معنی‌داری قرار داشت اما نسبت به تیمار b_3 اختلاف معنی‌داری داشت. با توجه به این مسئله که تعداد دانه در ردیف یک فاکتور اصلی تشکیل دهنده تعداد دانه در بلال می‌باشد بنابراین افزایش تعداد دانه در بلال در پی افزایش تعداد دانه در ردیف قابل توجیه است (مجاب قصرالدشتی و همکاران، ۱۳۹۶). افزایش کود تا حد مورد نیاز گیاه و بهینه و اعمال مرحله ایی آن در زمان‌های مناسب نیاز گیاه باعث تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه در مرحله گلدهی، جلوگیری از سقط گلچه‌ها و افزایش تعداد دانه در بلال شده است. شبیه چنین نتیجه ایی

توسط فرخی و ارادتمند اصلی (۱۳۸۷) گزارش گردیده است. نتایج بررسی دیگر محققان نیز حاکی از تاثیر مثبت و معنی‌دار نیتروژن بر تعداد دانه در بلال بود (لک و همکاران، ۱۳۸۵و تقی‌زاده و سید شریفی، ۱۳۸۷). نیتروژن از طریق افزایش سرعت رشد گیاه بر تعداد دانه تولیدی در بلال موثر بوده و همچنین موجب فراهمی مواد پرورده برای بلال از طریق دوام فتوسنتز آن هم به دلیل تداوم سطح برگ می‌شود و به دلیل کاهش رقابت دانه‌ها برای عناصر غذایی، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه افزایش می‌یابد (جوانمرد و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۴-۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود اوره

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی

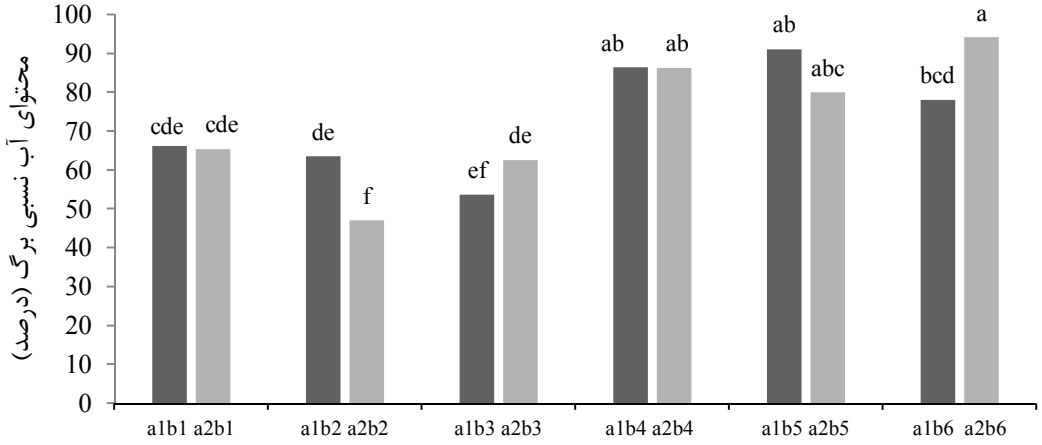
۴-۲- صفات فیزیولوژیکی ذرت

۴-۲-۱- محتوای آب نسبی برگ

نتایج تجزیه واریانس میزان رطوبت نسبی برگ (جدول۴-۳) نشان داد که اثر مدیریت مصرف کود اوره و نیز اثر متقابل کود دامی و مدیریت مصرف کود اوره در سطح احتمال یک درصد بر صفت مقدار رطوبت نسبی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل (شکل۴-۱۰) نشان دادکه تیمارهای a_2b_6،

a_2b_5، a_1b_5، a_2b_4 و a_1b_4 در مجموع تیمارهای برتر بودند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. نتایج نشان داد مصرف بالاتر کود نیتروژن توانست درصد رطوبت نسبی برگ را نسبتا افزایش دهد. مثلا در مقایسه تیمار a_1b_4 (۲۰ تن کود دامی+ میزان ۲۰۰ کیلوگرم اوره بصورت،۵۰درصد پایه+۵۰ درصد شش برگی) با تیمار a1b1 (۲۰تن کود دامی+ میزان ۱۰۰ کیلوگرم اوره بصورت، ۵۰ درصد پایه+۵۰ درصد شش برگی)، همانطور که مشاهده می‌شود تیمار a_1b_4 نسبت به a_1b_1 برتر است. جدا از میزان مصرف کود همان‌طور که قبلا از سایر منابع استناد شد، تقسیط چند مرحله‌ایی کود شیمیایی نیتروژنه به کاهش تلفات و فراهمی نیتروژن برای گیاه در زمان‌های حساس رشد آن کمک می‌کند که این امر در تایید نتایج بنت و همکاران (۱۹۸۶) و امانی و همکاران (۱۳۹۶)، افزایش آب نسبی برگ را به دنبال خواهد داشت. امانی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند، احتمالا تغذیه مناسب گیاه به ویژه به لحاظ تأمین کافی نیتروژن مورد نیاز برای سنتز آنزیم_های آنتیاکسیدانت باعث افزایش پایداری غشای سلولی و در نتیجه افزایش رطوبت نسبی خواهد شد، همچنین نتایج تحقیقات نشان داده است مصرف کود نیتروژنه بـر سـرعت فتوسـنتز، میزانSPAD و محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی تأثیر مثبت و معنی‌داری دارد (سی و سه مرده، ۱۳۹۳). جنوبی و دانشیان (۱۳۹۱) در خصوص فواید تلفیق کود دامی و شیمیایی گزارش کرد کاربرد کود نیتروژن به خصوص به صورت تلفیقی می‌تواند مقابله با تنش رطوبتی را افزایش دهد که این امر می‌تواند به علت نگهداری آب در کود دامی باشد.

بنت و همکاران (۱۹۸۶) گزارش کردند برگ گیاهانی که دارای نیتروژن کافی هستند کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد، دلیل این امر می‌تواند توانایی بالاتر حفظ پتانسیل فشاری برگ این گیاهان باشد و همچنین گیاهانی که کود نیتروژن بیشتری دریافت کردند از رطوبت نسبی برگ بیش-تری برخوردار بودند.

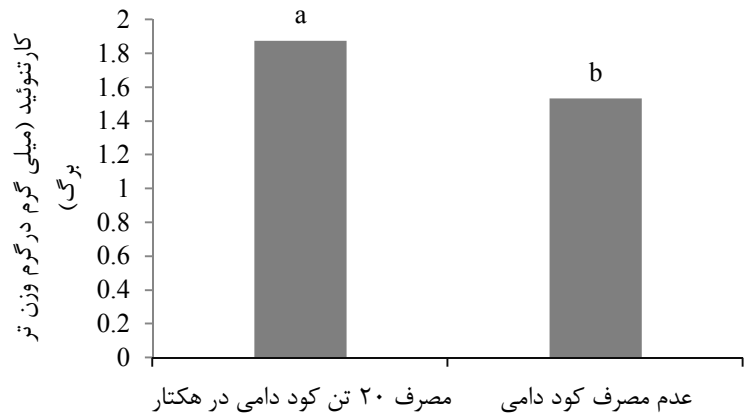


شکل۴-۱۰- مقایسه میانگین صفت رطوبت نسبی برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی

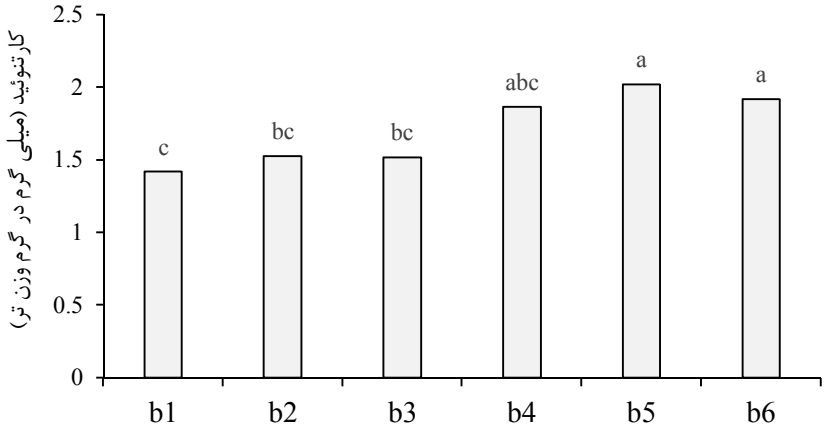
b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۲-۲- میزان کاروتنوئید

نتایج تجزیه واریانس فاکتورها بر این صفت حاکی از معنی‌دار شدن اثر مدیریت مصرف کود اوره و اثرکود دامی برمیزان کاروتنوئید به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد بود. اما اثر متقابل فاکتورها معنی‌دار نشد (جدول۴-۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده کود دامی (شکل۴-۱۱) نشان داد سطح a_1 (مصرف ۲۰ تن کود دامی در هکتار) نسبت به سطح a_2 (عدم مصرف کود دامی) به میزان ۰/۳۴۱ میلی گرم بر گرم وزن تر، برتری داشت. در تحقیقی نشان داده شد که کاربرد کود دامی بر میزان کاروتنوئید تاثیر معنی دار داشت وکاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب نشان داد که کمترین میزان کاروتنوئید در عدم کاربرد کود دامی حاصل شد (رضایی و رفیعی الحسینی، ۱۳۹۶). همچنین مقایسه میانگین اثرات فاکتور مدیریت کود اوره (شکل۴-۱۲) نشان داد سطوحb_5، b_4 و b_6 نسبت به فاکتورهای b_1، b_2 و b_3 برتر بودند. این نتیجه نشان از برتری سطوح بالاتر نیتروژن در میزان کاروتنوئید داشت.



شکل۴-۱۱- مقایسه میانگین میزان کاروتنوئید تحت تأثیر کود دامی



شکل۴-۱۲- مقایسه میانگین میزان کاروتنوئید تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود شیمیایی

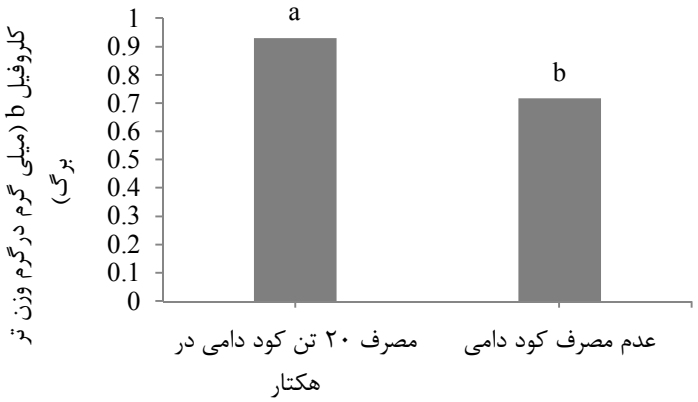
b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی

۴-۲-۳- میزان کلروفیل b

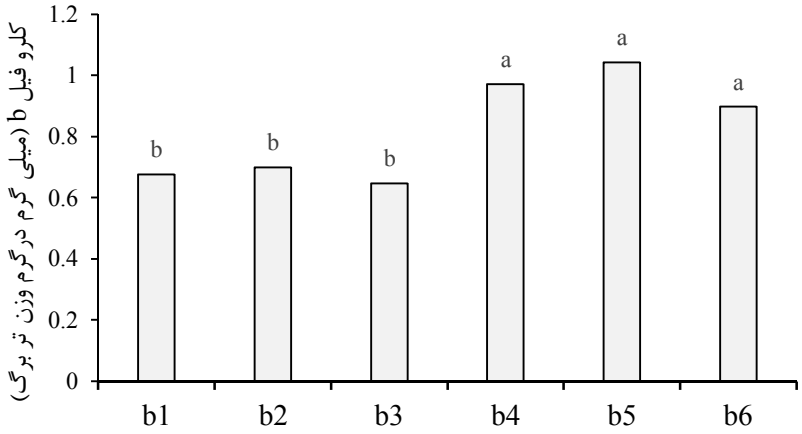
تجزیه واریانس فاکتورهای آزمایش (جدول۴-۳) بر میزان کلروفیل b حاکی از معنی‌داری اثر مدیریت مصرف کود اوره و اثر کود دامی در سطح احتمال یک درصد بود اما اثر متقابل فاکتورها معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین اثرات ساده کود دامی (شکل۴-۱۳) برتری سطح a_1 نسبت به a_2 را

نشان داد که فراهمی نیتروژن بیشتر برای گیاه در حالت مصرف کود دامی در مقایسه با عدم مصرف کود و به دنبال آن افزایش میزان کلروفیل b قابل توجیه به نظر می‌رسد. مقایسه میانگین اثر فاکتور مدیریت کود اوره نیز (شکل۴-۱۴) نشان داد که سطوح b_5 میزان ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره (۲۵درصد پایه + ۷۵ درصد شش برگی)، b_4 میزان ۲۰۰کیلوگرم کود اوره (۵۰ درصد پایه +۵۰ درصد شش برگی) و b_6 میزان ۲۰۰کیلوگرم کود اوره (۲۵درصد پایه + ۵۰ درصد شش برگی +۲۵ درصد دوازده برگی)، تیمارهای برتری بودند که از لحاظ آماری در یک سطح معنی‌داری قرار داشتند، باقی سطوح نیز در یک گروه دیگر قرار گرفته و باهم تفاوت نداشتند. این نتیجه برتری نسبی سطوح بالاتر نیتروژن را در میزان کلروفیل b نسبت به سطوح پایین نشان می‌دهد.

تحقیقات نشان داده است که در حدود ۷۱ درصد نیتروژن برگ در کلروپلاست‌های آن انباشته می‌شوند و در نتیجه مقدار کلروفیل همبستگی زیادی با مقدار نیتروژن دارد (امانی و همکاران، ۱۳۹۶). سرمدنیا و کوچکی (۱۳۷۶) گزارش کردند عنصر نیتروژن علاوه بر شرکت در ساختمان پروتئین‌ها، بخش مهمی از ملکول کلروفیل را تشکیل می‌دهد و از این رو کمبود نیتروژن در گیاه، کاهش سنتز کلروفیل، زردی رنگ برگ‌ها و در نهایت توقف رشد را به دنبال دارد.



شکل۴-۱۳- مقایسه میانگین صفت کلروفیل b تحت تأثیر سطوح کود دامی



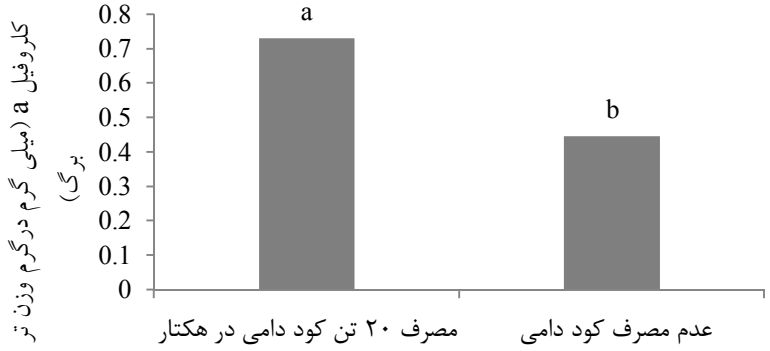
شکل۴-۱۴- مقایسه میانگین میزان کلروفیل b تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود شیمیایی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی

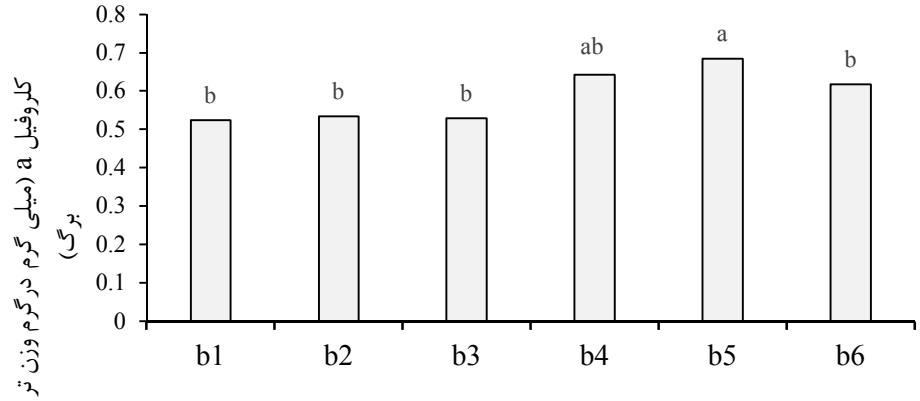
۴-۲-۴-میزان کلروفیل a

نتایج تجزیه واریانس تیمارها(جدول۴-۳) بر میزان کلروفیل a نیز نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر مدیریت مصرف کود اوره و همچنین اثر کود دامی بر این صفت به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد بود. بررسی مقایسه میانگین (شکل۴-۱۵) اثرات ساده کود دامی حاکی از برتری سطح a_1 (مصرف ۲۰ تن کود دامی در هکتار) با میانگین ۰/۷۳۲ نسبت به سطح a_2 (عدم مصرف کود دامی) با میانگین ۰/۴۴۷ میلی گرم بر گرم وزن تر بود. پور موسوی و همکاران (۱۳۸۶) نیز تحت تأثیر کود دامی بیشترین مقدار کلروفیل a در برگ سویا را گزارش کردند. احتمالا فراهم کردن نیتروژن به صورت تدریجی از کود دامی و کاهش تلفات نیتروژن سبب این امر شده است. مقایسه میانگین اثر فاکتور مدیریت مصرف کود اوره (شکل۴-۱۶) نیز نشان از برتری سطح b_5 نسبت به سطوح b_1، b_2، b_3 و b_4 داشت اما با تیمار b_6 در یک سطح آماری قرار گرفت. شخمگر و همکاران (۱۳۹۲) گزارش دادند افزایش نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار کلروفیل a، کاروتنوئیدها و مجموع رنگدانه‌ها در شنبلیه شده است.

این نتیجه همچنین نشان می‌دهد همزمان با تاثیر افزایش میزان مصرف کود بر این صفت، میزان کلروفیل a گیاه تحت تأثیر مراحل مختلف تقسیط کود اوره نیز قرار گرفته است، زیرا همانطور که در شکل مشخص است تیمار b_5 و b_4 از نظر میزان کود با هم برابرند و آنچه باعث برتری تیمارb_5 نسبت به b_4 شده است احتمالا زمان‌های اعمال کود می‌باشد که در حالت تقسیط دو مرحله‌ایی بصورت ۲۵درصد پایه+۷۵ درصد شش برگی، برگ‌گیاه محتوی کلروفیل بیشتری نسبت به تقسیط بصورت ۵۰درصد پایه+۵۰ درصد شش برگی داشت. این امر احتمالا به دلیل در دسترس قرار گرفتن سهم بیشتری از نیتروژن در مرحله‌ی مهمی از رشد گیاه (شش برگی) می‌باشد.



شکل۴-۱۵- مقایسه میانگین صفت کلروفیل a تحت تأثیر سطوح کود دامی



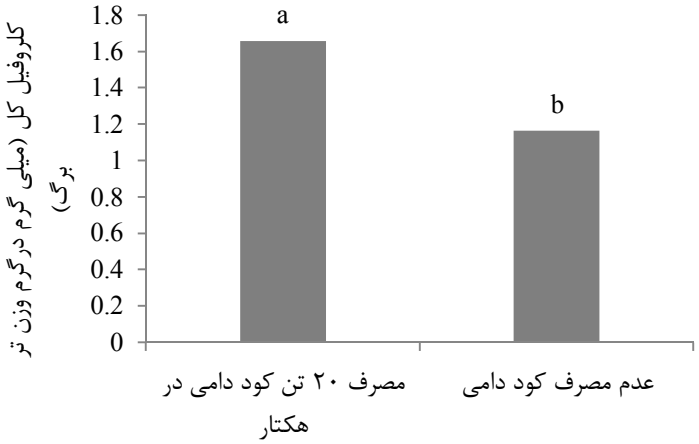
شکل۴-۱۶- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود اوره

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی

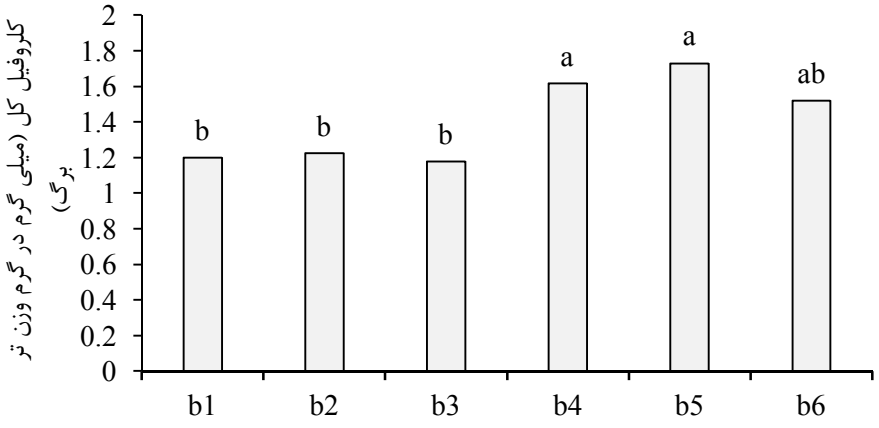
۴-۲-۵- میزان کلروفیل کل

طبق نتایج تجزیه واریانس، (جدول۴-۳) اثر فاکتورهای آزمایش بر میزان کلروفیل کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل آن ها معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر فاکتور کود دامی نشان داد (شکل۴-۱۷) که سطح a_1 نسبت به سطح a_2 برتری داشت و این اختلاف به میزان ۰/۴۹۶ میلی گرم بر گرم وزن تر بود. بررسی مقایسه میانگین (شکل۴-۱۸) سطوح مدیریت مصرف کود اوره نیز نشان از برتری سطوح b_4 و b_5 نسبت به سطوح b_1، b_2 و b_3 داشت و اما با سطح b_6 از لحاظ آماری در یک سطح قرار داشتند. باتوجه به این که میزان کلروفیل در برگ به طور مستقیم با فراهمی نیتروژن در ارتباط است طبق نتایج تحقیقات قبل نشان داده شد که افزایش کاربرد کود آلی و شیمیایی باعث افزایش جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها و افزایش تولید برگ و افزایش سطح جذب نوری و فتوسنتز و متعاقبا افزایش مقدار کلروفیلa، b وکلروفیل کل می‌شود (اکبرپور و همکاران، ۱۳۹۵).

نجفی و همکاران(۱۳۹۲) گزارش کردند بیشترین اعداد کلروفیل‌متر در کل مراحل رشد گیاه ذرت دانه‌ایی در بالاترین سطوح کود نیتروژن مشاهده شد. همانطور که مشخص است سطوح بالاتر نیتروژن میزان کلروفیل کل بیشتری را در گیاه در پی داشتند.



شکل۴-۱۷- مقایسه میانگین صفت کلروفیل کل تحت تأثیر کود دامی



شکل۴-۱۸- مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل تحت تأثیر سطوح مدیریت مصرف کود شیمیایی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی

۴-۲-۶- آنتوسیانین:

آنتوسیانین‌ها ترکیبات گلیکوزیدی هستند که وجود قند برای تشکیل آن‌ها ضروری است. هیچ کدام از فاکتورها تاثیر معنی داری بر میزان آنتوسیانین نداشتند (جدول۴-۳). در تضاد با این نتیجه اکبرپور و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند حداکثر عملکرد آنتوسیانین برگ از تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار کود شیمیایی ۵۵ درصد افزایش داشت. بیشترین میزان عملکرد آنتوسیانین ریشه نیز مربوط به تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار(دو برابر تیمار شاهد) بود که با تیمار ۱۵ تن کود دامی+۷۵ درصد تیمار کود شیمیایی در هکتار از لحاظ آماری در یک سطح قرار داشت. (اکبرپور و همکاران، ۱۳۹۵).

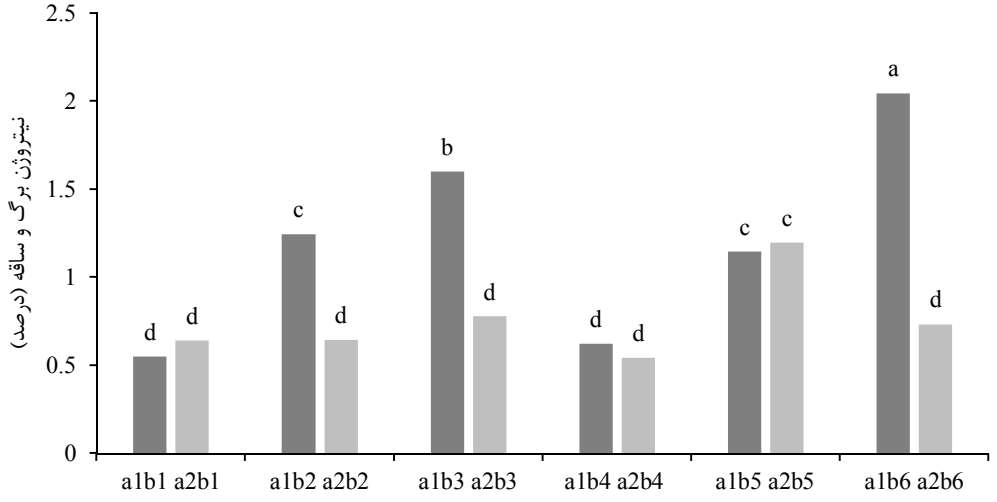
۴-۲-۷- نیتروژن ساقه و برگ

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایش همچنین اثر متقابل آن‌ها بر درصد نیتروژن ساقه و برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۳). فراهم بودن مقدار کافی از کود

نیتروژن در محیط ریشه‌ها باعث افزایش توان جذب آن توسط ریشه‌های گیاه می‌گردد و با ادامه روند جذب نیتروژن و تامین مقدار مورد نیاز بافت‌های گیاه، قطعا در مرحله بعدی غلظت نیتروژن در بافت-های گیاه افزایش خواهد یافت (علی بخشی و میرزاخانی، ۱۳۹۵).

بر اساس نتایج مقایسات میانگین (شکل۴-۱۹)، در بین سطوح تیمارها، تیمارa_1b_6 با میانگین ۲/۰۴ ٪ دارای بیشترین درصد نیتروژن در برگ و ساقه بود که با توجه به رابطه‌ی مستقیم فراهمی نیتروژن و افزایش غلظت نیتروژن در بافت‌های گیاه قابل توجیه بنظر می‌رسد (لک، ۱۳۹۲). گزارش شده است که درصد نیتروژن گیاه ذرت با افزایش استفاده از نیتروژن ابتدا به صورت خطی و سپس به صورت منحنی درجه دوم افزایش می‌یابد (علی بخشی و میرزاخانی، ۱۳۹۵). در آزمایش نورقلی پور و همکاران (۱۳۸۵) نیز، مشاهده شد با مصرف کودهای نیتروژن در گندم، جذب نیتروژن به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت، همچنین لطف اللهی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند تجزیه رگرسیون محتوای نیتروژن ساقه نشان داد که با افزایش سطوح نیتروژن، محتوای نیتروژن ساقه به صورت یک رابطه درجه ۲ افزایش یافت. لک (۱۳۹۲) نیز،گزارش کرد که میزان نیتروژن برگ بلال با افزایش کاربرد کود افزایش یافت و بیان کرد این وضعیت حاکی از افزایش جذب نیتروژن توسط ریشه‌های گیاه در هنگام مصرف مقادیر زیاد کود بود که با نتایج لوییس و همکاران (۲۰۰۱) هم مبنی بر افزایش درصد نیتروژن برگ بلال به شکل خطی همراه با افزایش مصرف کود، مطابقت داشت.

همانطور که از شکل پیداست پس از تیمار a_1b_6، تیمار a_1b_3 تیمار برتر نسبت به سایر تیمارهاست و نکته‌ی جالب توجه همزمانی و شباهت مراحل تقسیط کود در این دو تیمار برتر است. این نتیجه نشان می‌دهد که جدا از تاثیر مثبت میزان افزایش کود و تلفیق کود دامی و کود اوره بر این صفت، نوع تقسیط و مرحله‌ی اعمال کود هم بر درصد نیتروژن برگ و ساقه اثر گذاشته و تقسیط سه مرحله-ایی کود اوره بصورت (۲۵درصد پایه+ ۵۰درصد شش برگی+ ۲۵ درصد دوازده برگی) برای گیاه مطلوب بوده و توانسته بیشترین میزان نیتروژن ساقه و برگ را به خود اختصاص دهد.



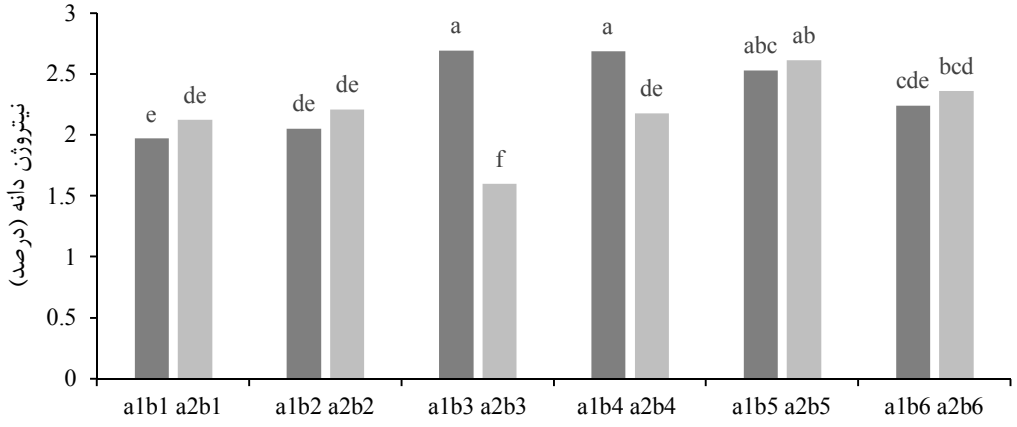
شکل۴-۱۹- مقایسه میانگین درصد نیتروژن برگ و ساقه تحت تأثیر اثر متقابل کود دامی * مدیریت مصرف کود شیمیایی
b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی
b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۲-۸- نیتروژن دانه

اثر فاکتور مدیریت مصرف کود اوره و کود دامی و اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد بر میزان نیتروژن دانه معنی‌دار شد (جدول۴-۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد (شکل۴-۲۰) تیمار a_1b_3 اختلاف معنی‌داری با سه تیمارa_1b_4، a_1b_5 و a_2b_5 نداشت و این مسئله نشان داد با افزایش کود تا حد بهینه و مورد نیاز گیاه افزایش نیتروژن در دانه صورت گرفته و سطوح بالاتر کودی تاثیر معنی‌داری در افزایش درصد نیتروژن دانه نداشتند و در نتیجه با اعمال تیمار ذکر شده می‌توان در مصرف کود نیتروژن صرفه‌جویی و از مصرف سطوح بالاتر نیتروژن جلوگیری کرد. یکی از دلایل این تاثیر مثبت می‌تواند اعمال چند مرحله ایی کود در تیمارهای نامبرده باشد که احتمالا با زمان‌های حساس و مورد نیاز گیاه همانگ بوده است. جعفرنژادی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود عنوان کردند که تاخیر در مصرف کود نیتروژنی در کشت گندم باعث افزایش کارایی نیتروژن، میزان نیتروژن دانه، عملکرد دانه و پروتئین آن گردیده است. همان طور که انتظار می‌رود کود دامی با آزاد سازی تدریجی نیتروژن

و کود شیمیایی اوره با ویژگی جذب آسان و سهل نیتروژن برای گیاه هر دو باهم باعث افزایش درصد نیتروژن دانه شدند و مشاهده شد تیماره تلفیقی کود دامی و شیمیایی درصد نیتروژن بیشتری نسبت به تیمارهای شیمیایی به تنهایی، اما با سطوح بیشتر نیتروژن داشت.

جاسمی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر کاربرد کود دامی وشیمیایی نیتروژن بر میزان نیتروژن دانه گزارش کردند که اثرات متقابل کود دامی و کود نیتروژنه بر درصد نیتروژن دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود به طوری‌که بشترین مقدار از تیمار مصرف کود دامی+سطح بالای کود نیتروژن و پایین-ترین مقدار از تیمار عدم کاربرد کود دامی+سطح پایین کود نیتروژن حاصل شد. بنظر می‌رسد بهبود خصوصیات خاک و فعالیت‌های آنزیمی و فراهمی عناصری مانند نیتروژن (تجادا و همکاران،۲۰۰۳) توسط منبع کود دامی و همچنین سهل الوصول بودن نیتروژن از منبع کود شیمیایی سبب تاثیر مثبت تیمارتلفیقی بر درصد نیتروژن دانه گیاه شده است.



شکل۴-۲۰- مقایسه میانگین درصد نیتروژن دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از کود دامی و مدیریت مصرف کود شیمیایی

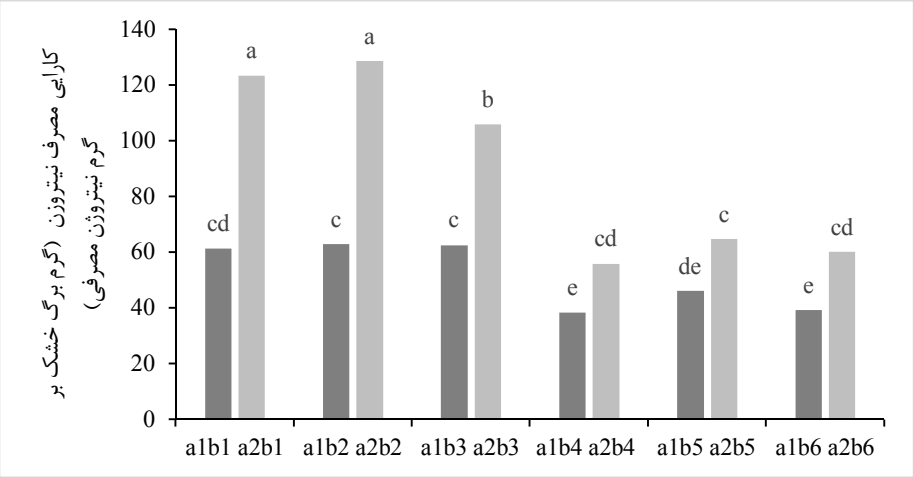
b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۳- کارایی مصرف نیتروژن

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح کود دامی، سطوح مدیریت مصرف کود اوره و اثر متقابل تیمارها در سطح احتمال یک درصد برای این پارامتر معنی‌دار شد (جدول۴-۴). طبق تعریف کارایی مصرف نیتروژن در واقع نشان دهنده‌ی توانایی گیاه در تولید عملکرد دانه و یا بیولوژیک به ازای هر واحد نیتروژن مصرف شده می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۳). علاوه بر توانایی گیاه در جذب نیتروژن از خاک، کارایی مصرف نیتروژن می‌تواند تحت تأثیر میزان تخصیص نیتروژن جذب شده به اندام و نیز نوع منبع تامین کننده این عنصر قرار بگیرد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۳). طبق نتایج مقایسه میانگین (شکل۴-۲۱)، همانطور که انتظار می‌رفت سه تیمار با بیشترین میزان کود یعنی تیمارهای a_1b_6، a_1b_5 و a_1b_4 دارای کمترین میزان کارایی استفاده از نیتروژن بودند و این با اصل بازده نزولی هماهنگی داشت. کاهش کارایی مصرف نیتروژن با افزایش کود مصرفی توسط محققان بسیاری گزارش شده است (هوکینگ و همکاران، ۲۰۰۲; جودی و همکاران، ۱۳۹۰و پایکول و همکاران، ۲۰۰۵). عواملی مانند آبشویی زیاد کود نیتروژن و عدم انطباق زمان اوج نیاز گیاه به نیتروژن با زمان حداکثری دسترسی ریشه‌ها به کود از دلایلی هستند که علی‌رغم استفاده از مقادیر بیشتر کود نیتروژن، موجب کاهش کارایی استفاده از کود می‌شوند. این دو عامل از مهمترین دلایل کاهش کارایی استفاده از نیتروژن در شرایط مزرعه می‌باشد (علی بخشی و میرزاخانی، ۱۳۹۵).

آنچه در این نتیجه جالب توجه می‌باشد این نکته است که، درحضور کود دامی کمترین سطوح اوره (تیمارهای a_1b_1، a_1b_2 و a_1b_3) با تیمارهایی با بالاترین سطح کود اوره اما بدون کاربرد کود دامی (a_2b_4، a_2b_5 و a_2b_6) در یک سطح معنی‌داری قرار گرفتند. این نتیجه نشان می‌دهد که احتمالا می‌توان با اعمال تلفیقی کود دامی و اوره از مصرف کود شیمیایی کاست و همزمان به کارایی مطلوب رسید. ابراهیم قوچی و همکاران (۱۳۹۴) نیز گزارش کردند که افزودن کود دامی و زیستی با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر توانایی ریشه در دسترسی به حجم وسیع‌تر خاک اثر گذاشته و قابلیت استفاده و جذب عناصر غذایی و آب را افزایش می‌دهد که در نهایت منجر به افزایش کارایی

مصرف کود می‌شود. همچنین اسدی و همکاران(۱۳۹۰) بیان کردند که در شرایط استفاده از مقادیر بالاتر نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن ممکن است به علت هدر رفتن آن از طریق تصعید، دنیتریفیکاسیون، آبشویی و یا به سبب عدم جذب نیتروژن به وسیله محصول کاهش یابد. بی‌یارت و روی (۲۰۰۵) هم اظهار داشتند که تقسیط نیتروژن جهت افزایش کارایی مصرف در مقایسه با مصرف یکباره آن مفید بوده است.



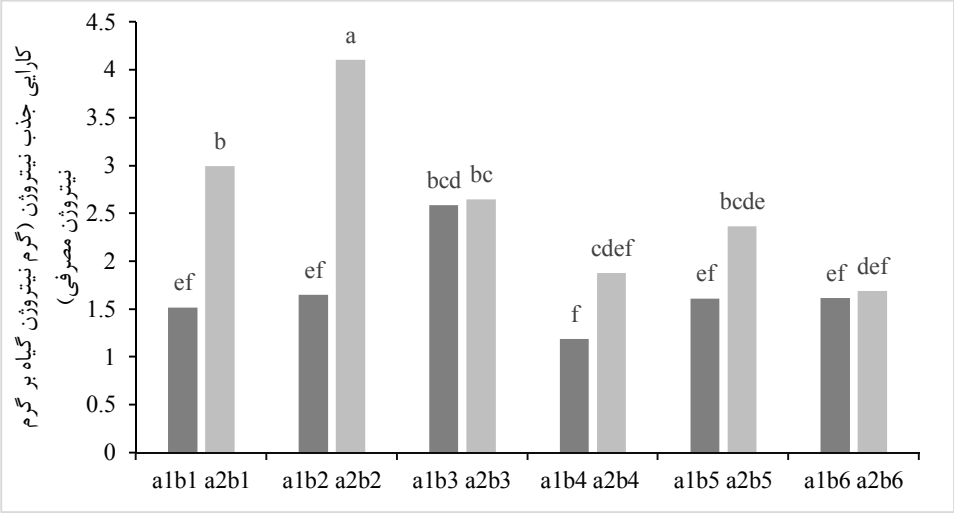
شکل۴-۲۱- مقایسه میانگین کارایی مصرف نیتروژن تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۴- کارایی جذب نیتروژن

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر مدیریت مصرف کود اوره، اثر کود دامی و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر کارایی جذب نیتروژن معنی‌دار شد (جدول۴-۴). کارایی جذب نیتروژن بیانگر میزان نیتروژن جذب شده در گیاه به ازای هر واحد نیتروژن مصرف شده می‌باشد. همانند کارایی مصرف کود، کارایی جذب کود هم با افزایش کود کاهش یافته و روند نزولی را طی می‌کند. مقایسه میانگین (شکل۴-۲۲) حاکی از برتری تیمارa_2b_2 با میانگین۴/۱۱ گرم نیتروژن گیاه بر گرم نیتروژن

مصرفی و به عنوان پایین‌ترین سطوح کودی بود و به عبارت دیگر افزایش کارایی جذب در نهایت منجر به افزایش کارایی مصرف نیتروژن در این تیمار شد. بنظر می‌رسد به غیر از تاثیر میزان کود بر کارایی جذب و مصرف، این پارامترها تحت تأثیر نوع تقسیط کود ومراحل اعمال کود نیز قرار گرفته‌اند و طبق نتایج تقسیط کود بصورت (۲۵٪پایه و۷۵٪شش برگی) کارآمدترین نوع تقسیط کود برای گیاه بوده‌است. رسو و همکاران (۲۰۱۰) کاهش معنی‌دار کارایی جذب نیتروژن تیمار کود دامی را نسبت به شیمیایی گزارش کردند که آن را به نبودن همزمانی آزادسازی نیتروژن با نیاز گیاه در تیمار کود دامی نسبت دادند، اما در تضاد با این نتیجه عادلی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که کارایی جذب نیتروژن توسط سویا در کود دامی بالاتر از کود شیمیایی بوده است. هایرزل و همکاران (۲۰۰۷) هم بالا بودن کارایی جذب نیتروژن در تیمارهای کود دامی نسبت به کود اوره را به دلیل افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن در کود دامی و کاهش قابلیت آبشویی آن اعلام کردند (نصیرزاده و همکاران، ۱۳۹۳).



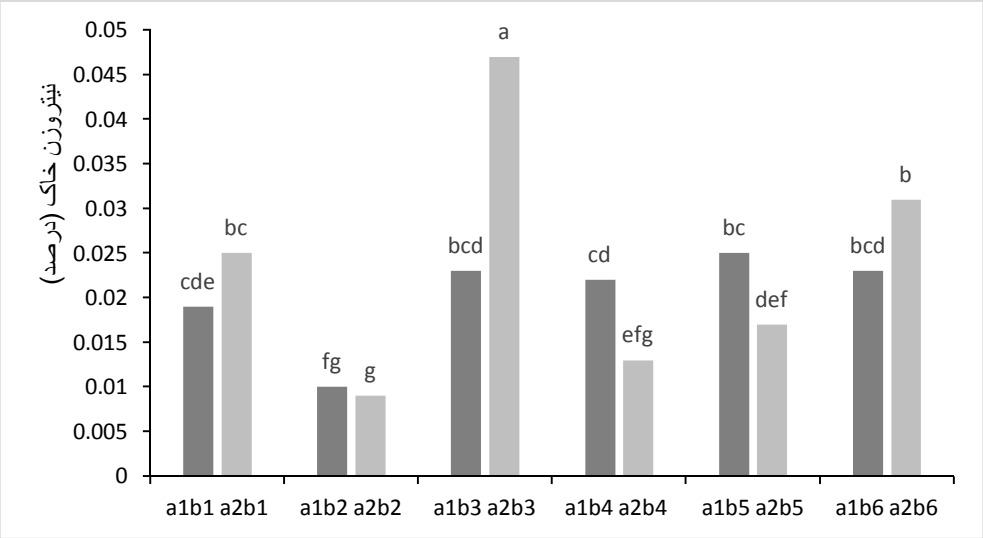
شکل۴-۲۲- مقایسه میانگین کارایی جذب نیتروژن تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۵- صفات مربوط به خاک

۴-۵-۱-نیتروژن کل خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس تمامی اثرات ساده و همچنین اثر متقابل فاکتورها بر درصد نیتروژن کل خاک به ترتیب در عمق اول در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی دار شد. (جدول۴-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل فاکتورها نشان داد (شکل۴-۲۳) که تیمار a_2b_3 با میانگین ۰/۰۴۷٪ نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. لطفی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که، کرت‌هایی که کود دامی به میزان ۲۵ تن در هکتار دریافت کرده بودند افزایش معنی داری در مقدار نیتروژن کل خاک نداشته، اما در تیمار کود دامی به میزان ۱۰۰ تن در هکتار موارد فوق افزایش یافت. همچنین بغدادی (۱۳۹۶) گزارش کرد که کمترین نیتروژن کل خاک در دو عمق در پیش کاشت کود دامی به همراه ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که این موضوع می‌تواند به علت استفاده دامداران و تولیدکنندگان کود از آهک جهت تسریع در فرآیند پوسیدگی کود دامی باشد، که این موضوع کیفیت کود دامی را به طور قابل توجهی کاهش داده است. همچنین مطابق این نتیجه گزارش شده است که کودهای آلی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه رشد و تراکم بیشتر علف-های هرز می‌شود و احتمالا وجود علف‌های هرز به استفاده‌ی بیشتر از نیتروژن خاک انجامیده و درصد نیتروژن خاک در تیمارهای تلفیقی کودآلی و شیمیایی را کاهش داده است. همچنین انتظار می‌رفت درصد نیتروژن کل در صورت مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره تفاوت معنی‌داری با تیمارهای دارای ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره داشته باشد اما نتایج اینگونه نشان نداد.



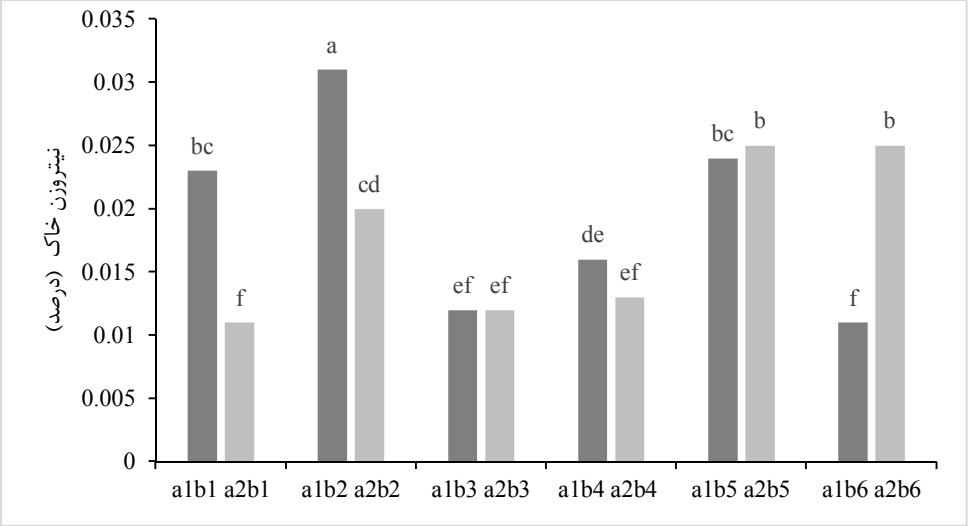
شکل۴-۲۳- مقایسه میانگین نیتروژن خاک عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری تحت تأثیر تر کیبات تیماری حاصل از کود دامی و مدیریت مصرف کود شیمیایی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۵-۲-نیتروژن کل خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری

نتایج تجزیه واریانس نیتروژن خاک در عمق دوم هم معنی‌دار شدن اثرات ساده و همچنین اثر متقابل فاکتورها در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان داد (جدول۴-۴). مقایسه میانگین تیمارها (شکل۴-۲۴) هم حاکی از برتری تیمار a_1b_2 با میانگین ۰/۰۳٪ نسبت به سایر تیمارها بود. شمس الدین سعید و همکاران(۱۳۹۶)، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین درصد نیتروژن خاک و میزان ماده آلی را گزارش کردند. همچنین مشخص شده که کودهای آلی موجب تحریک تثبیت نیتروژن در خاک شده که ممکن است موجب افزایش نیتروژن خاک شوند (لادها و همکاران، ۱۹۹۸). در حالت کلی و در مقایسه‌ی نیتروژن در دو عمق نمونه برداری مشاهده شد که با افزایش عمق غلظت نیتروژن کاهش یافت، همانطور که سروش و همکاران (۱۳۸۹) بیان کرده‌اند این حالت در غالب خاک‌ها حتی خاک-های غیر کشاورزی نیز مشاهده می‌شود، زیرا تجمع نیتروژن در خاک با تجمع مواد آلی رابطه نزدیک

دارد و از آن‌جایی که بخش عمده نیتروژن کل خاک از مواد آلی ناشی می‌شود و به دلیل این که با افزایش عمق خاک میزان ماده آلی کاهش می‌یابد، بنابراین مقدار نیتروژن کل نیز کم می‌شود. در بررسی نتایج این عمق هم انتظار می‌رفت سطوح تیماری با میزان ۲۰۰ کیلوگرم اوره برتری معنی-داری نسبت به سطوح تیماری پایین، یعنی میزان ۱۰۰ کیلوگرم اوره داشته باشد که این نتیجه مشاهده نشد، احتمالا کمبود نیتروژن خاک و یا یک سری واکنش‌های بیولوژیک سبب تغییرات غیر متعارف نیتروژن خاک شده است.



شکل۴-۲۴- مقایسه میانگین درصد نیتروژن خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و. کود دامی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1 : مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

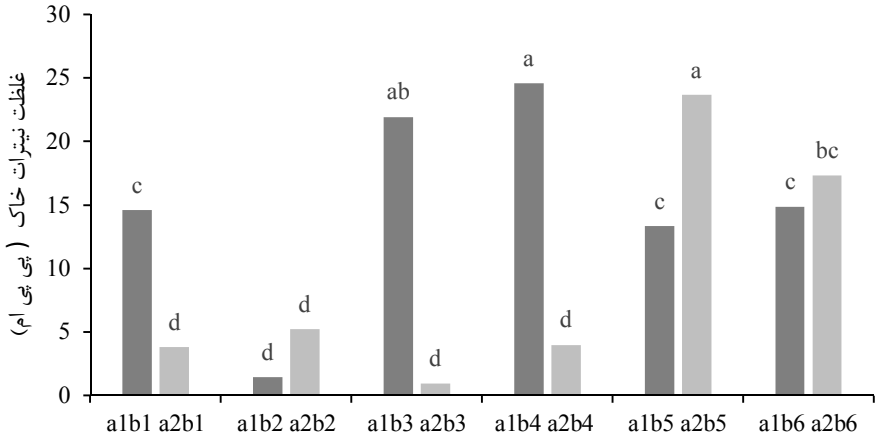
۴-۵-۳- نیترات خاک در عمق۱۵-۰ سانتی‌متری

نتایج تجزیه واریانس معنی‌دار شدن تمامی اثرات ساده و اثر متقابل فاکتورها را در سطح احتمال یک درصد بر غلظت نیترات خاک نشان داد (جدول۴-۵). نیترات مهمترین منبع نیتروژن برای گیاهان غیرلگوم است و به وسیله‌ی جریان توده‌ای به ناحیه ریشه منتقل می‌شود، به صورت فعال جذب می-

شود و می‌تواند در ریشه یا ساقه ذخیره و یا احیا و تبدیل شود (سید شریفی و همکاران، ۱۳۹۶). در اکو سیستم‌های زراعی و طبیعی و در خاک‌هایی که تهویه مناسبی دارند، نیتروژن بیشتر به شکل نیترات وجود دارد. میزان فراهمی نیتروژن خاک مخصوصا شکل نیتراتی آن دستخوش نوسانات فصلی می‌شود و به عواملی مانند محتوی آب، اکسیژن و دمای خاک بستگی دارد (سید شریفی و همکاران، ۱۳۹۶).

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (شکل۴-۲۵) که تیمار a_1b_4 (مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار+۲۰۰کیلوگرم اوره در هکتار،۵۰٪پایه و۵۰٪شش برگی) با میزان ۲۴/۶۳ پی‌پی‌ام با تیمارهای a_2b_5 (عدم مصرف کود دامی+۲۰۰کیلوگرم اوره، ۲۵٪پایه و۷۵٪شش برگی) و a_1b_3 (مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار+۱۰۰کیلوگرم اوره در هکتار،۵۰٪پایه و۵۰٪شش برگی) دریک سطح آماری قرار داشت اما نسبت به باقی تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و برتر بود. رنجبر و همکاران (۱۳۹۶) از معنی‌داری میزان کود بر غلظت نیترات خبر دادند که با نتیجه‌ی بدست آمده مطابقت دارد. برلند و هانسون (۱۹۹۶) گزارش کرده‌اند که مقدار نیتروژن معدنی در خاک‌های متراکم به دلیل کاهش نیترات‌سازی حاصل از کاهش اکسیژن خاک و همچنین از دست رفتن نیتروژن به صورت تصعید کمتر از خاک‌های غیر متراکم است و همانطور که در گزارشات بسیاری آمده است کودهای دامی سبب بهبود وضعیت فیزیکی خاک شده و از فشردگی و تراکم آن جلوگیری می‌کنند و می‌توان نتیجه گرفت باعث افزایش روند نیترات‌سازی و در نتیجه افزایش غلظت نیترات خاک می‌شوند. احتمالا حضور ماده آلی در فرآیند نیتریفیکاسیون با تامین کربن آلی به عنوان یک منبع غذایی برای میکروارگانیسم‌های تولید کننده نیترات، موثر است. نتایج این تحقیق با گزارشات مصدقی و همکاران (۲۰۰۰) و بریدا و همکاران (۲۰۰۶) نیز مطابقت دارد. آنان گزارش کردند که افزودن مواد آلی به خاک به طور مستقیم چگالی ظاهری و فشردگی خاک را کاهش داده و سبب می‌شود که آب و هوای کافی برای فعالیت میکروبی در دسترس گیاهان و ریزجانداران قرار گرفته و در نتیجه معدنی شدن نیتروژن افزایش یابد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۴). رسولی صدقیان و سپهر (۱۳۹۰) گزارش کردند، افزایش منابع آلی نظیر

لجن و انواع کودهای دامی باعث افزایش جمعیت و فعالیت میکروب‌ها و به دنبال آن افزایش فرآیند معدنی شدن نیتروزن آلی (آمونیفیکاسیون و نیتریفیکاسیون) می‌گردد.



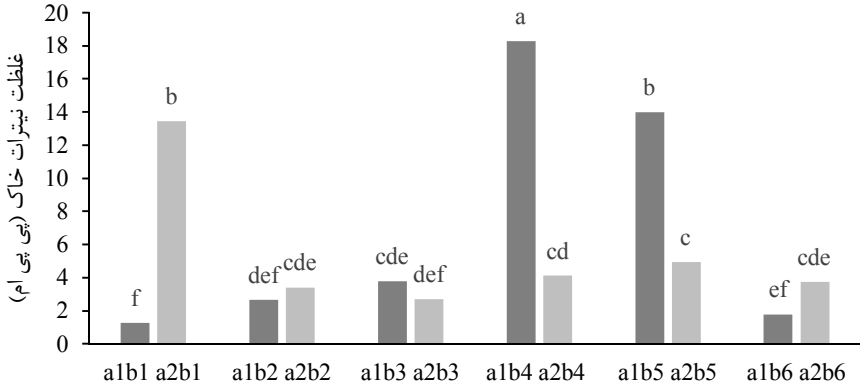
شکل۴-۲۵- مقایسه میانگین غلظت نیترات خاک عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۵-۴- نیترات خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری

اثر ساده فاکتورها و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر غظت نیترات خاک در عمق دوم معنی‌دار بود(جدول۴-۵). مقایسه میانگین‌ها در این عمق هم نشان داد (شکل۴-۲۶) تیمار a_1b_4 (مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار+۲۰۰کیلوگرم اوره در هکتار،۵۰٪پایه و۵۰٪شش برگی) با میانگین ۱۸/۳ پی‌پی‌ام نسبت به سایر تیمارها برتر بود. همانند عمق اول احتمالا سطوح کود بالاتر و بهبود شرایط خاک توسط کود دامی و به دنبال آن شرایط مناسب برای فرآیند نیترات‌زایی منجر به برتری تیمار a_1b_4 شده است. در حالت کلی غلظت نیترات در عمق صفرتا ۱۵ بیشتر از عمق ۱۵ تا ۳۰ بود و این احتمالا به دلیل شرایط مساعد خاک و عدم آبشویی نیترات به اعماق خاک می‌باشد. همچنین رحمان و همکاران (۱۹۹۹) در تحقیقات خود حرکت رو به بالای نیترات از طریق صعود مویینگی بر

اثر تبخیر و تعرق را گزارش کردند که اظهار داشتند یک پدیده‌ی طبیعی است و در دوره‌های خشک اتفاق می‌افتد (کاشی‌ساز و همکاران، ۱۳۹۴). این نتیجه همچنین با نتایج سروش و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت داشت.



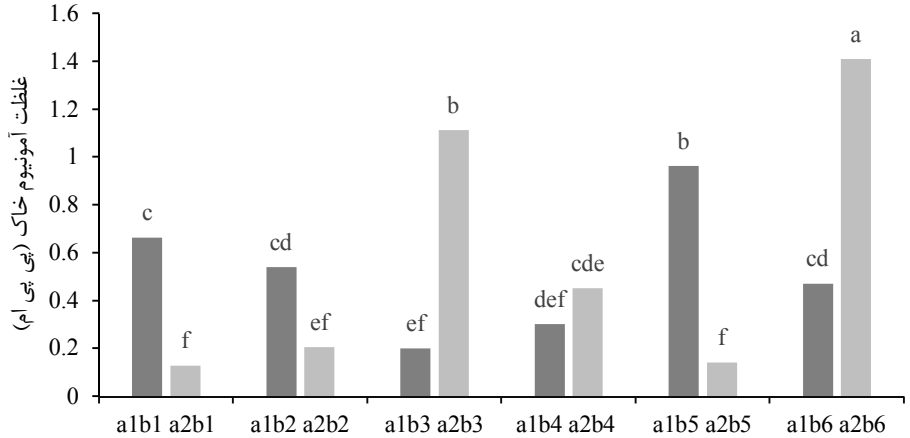
شکل۴-۲۶- مقایسه میانگین غلظت نیترات خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۵-۵- آمونیوم خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر مدیریت مصرف کود اوره و اثر متقابل مدیریت مصرف کود اوره و کود دامی بر غلظت آمونیوم در سطح یک درصد معنی‌دار شد، اما اثر ساده کود دامی بر این پارامتر معنی‌دار نبود (جدول۴-۵). به گفته‌ی کرونزوکر و همکاران (۲۰۰۰) در خاک‌هایی که تهویه مناسبی دارند و زمین‌های زراعی و طبیعی، نیتروژن بیشتر به شکل نیترات وجود دارد و آمونیوم معمولا همیشه غلظت کمتری نسبت به نیترات داشته است. طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل۴-۲۷)، تیمار a_2b_6 (عدم مصرف کوددامی+۲۰۰کیلوگرم اوره، ۲۵٪پایه،۵۰٪شش برگی و ۲۵٪دوازده برگی) با میانگین ۱/۴۱ پی‌پی ام بیشترین میزان آمونیوم را در بر داشت و بعد از آن تیمار a_2b_3 (عدم مصرف

کود دامی+۱۰۰کیلوگرم اوره، ۲۵٪پایه،۵۰٪شش برگی و ۲۵٪دوازده برگی) با میانگین ۱/۱۳ پی‌پی‌ام و تیمار a_1b_5 (مصرف ۲۰ تن کود دامی+۲۰۰کیلوگرم اوره، ۲۵٪پایه+۷۵٪شش برگی) با میانگین ۰/۹۶۳ پی‌پی‌ام در رتبه‌ی دوم و در یک سطح آماری قرار گرفتند. غیر از دو تیمار ذکر شده و تیمار a_1b_4 و a_2b_4، همانطور که نتایج نشان می‌دهد تیمار تلفیقی کود دامی و شیمیایی سبب افزایش معنی‌دار آمونیوم نسبت به کاربرد کود شیمیایی به تنهایی شده است (بطور مثال مقایسه بین تیمار a_1b_1 با a_2b_1). طبق گزارشات ذکر شده‌ی قبلی کود دامی سبب بهبود وضعیت فشردگی و تهویه خاک و به دنبال آن فرآیند آمونیفیکاسیون و نیتریفیکاسیون می‌شود و نتایج نشان دهنده‌ی تحریک فرآیند آمونیفیکاسیون توسط ماده آلی است. موسوی و همکاران (۱۳۹۴) اظهار داشتند که محدود کردن وضعیت تهویه و مرطوب ماندن بیشتر خاک و در نتیجه دمای کمتر از کامل شدن فرآیند معدنی شدن نیتروژن (تبدیل نیتروژن آلی به آمونیوم و سپس نیترات) ممانعت به عمل آورده و در نتیجه مقدار نیتروژن بیشتری به شکل آمونیوم در خاک باقی می‌ماند که شاید برتری تیمارهایی با ویژگی عدم مصرف کود دامی در این صفت به همین دلیل می‌باشد.

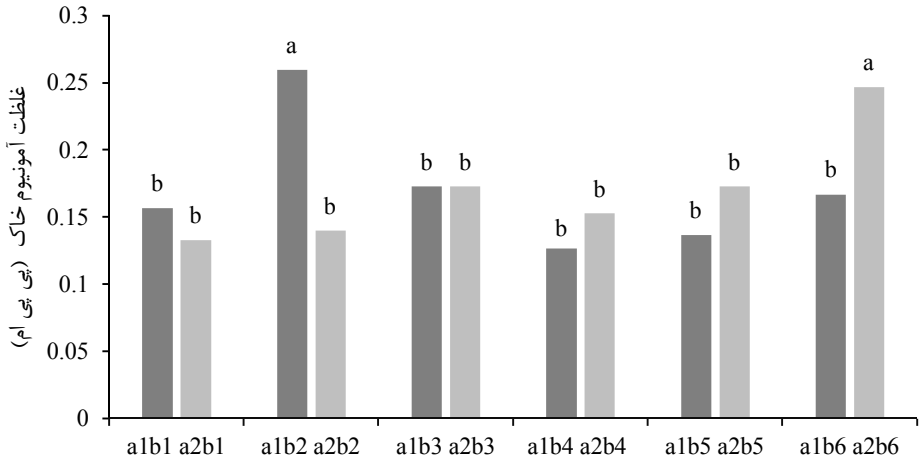


شکل ۴-۲۷- مقایسه میانگین غلظت آمونیوم خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۵-۶- آمونیوم خاک در عمق۳۰-۱۵ سانتی‌متری

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر مدیریت مصرف کود اوره و اثر متقابل مدیریت مصرف کود اوره و کود دامی بر میزان غلظت آمونیوم در سطح یک درصد معنی‌دار بود(جدول۵-۴)، اما اثر ساده کود دامی معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (شکل۴-۲۸)، تیمار a_1b_2 (مصرف ۲۰ تن کود دامی+۱۰۰کیلوگرم کود اوره (۲۵٪پایه و۷۵٪شش برگی) با میانگین ۰/۲۶۰ پی‌پی‌ام با تیمار a_2b_6 (عدم مصرف کود دامی+۲۰۰کیلوگرم اوره(۲۵٪پایه،۵۰٪شش برگی و ۲۵٪دوازده برگی) با میانگین ۰/۲۴۷ در یک سطح آماری قرار داشت و نسبت به بقیه برتری داشتند. همانطور که در شکل مشخص می‌باشد بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند. در خصوص برتری دو تیمار با میزان مختلف سطوح کودی، مطابق با این نتیجه سروش و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که میزان کود تاثیر معنی‌داری بر غلظت آمونیوم نداشت. همانطور که مشخص است طبق نتایج بدست آمده با افزایش عمق غلظت آمونیوم کاهش پیدا کرده و در تمامی تیمارها غلظت آمونیوم در عمق ۳۰ تا ۱۵ در مجموع کمتر از عمق صفر تا ۱۵ می‌باشد، این نتیجه در تضاد با نتایج حاصل از پژوهش سروش و همکاران مبنی بر یکنواختی توزیع آمونیوم در طول نیمرخ خاک بود و با نتیجه کاشی‌ساز و همکاران (۱۳۹۴) که گزارش کردند میزان آمونیوم در عمق نزدیک به سطح خاک بیشتر از اعماق خاک بود مطابقت داشت، آن‌ها دلیل این پدیده را وجود مواد آلی در سطح خاک بیان کردند و چون آمونیوم بار مثبت دارد در لایه‌های سطحی می‌ماند.



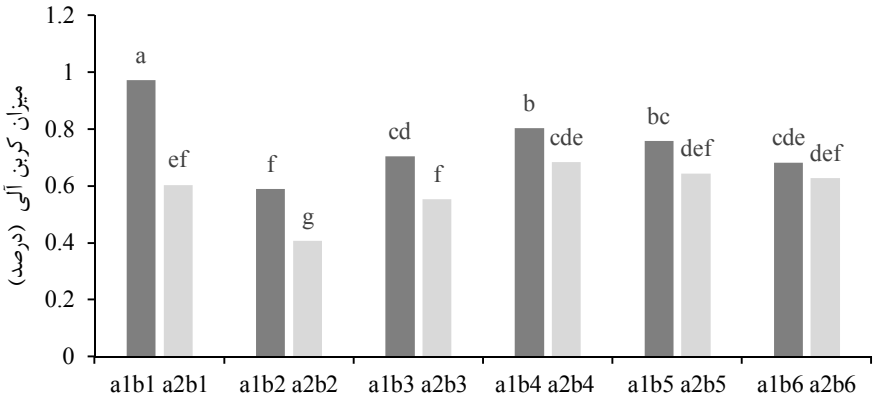
شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین غلظت آمونیوم خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۵-۷- کربن آلی خاک در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری

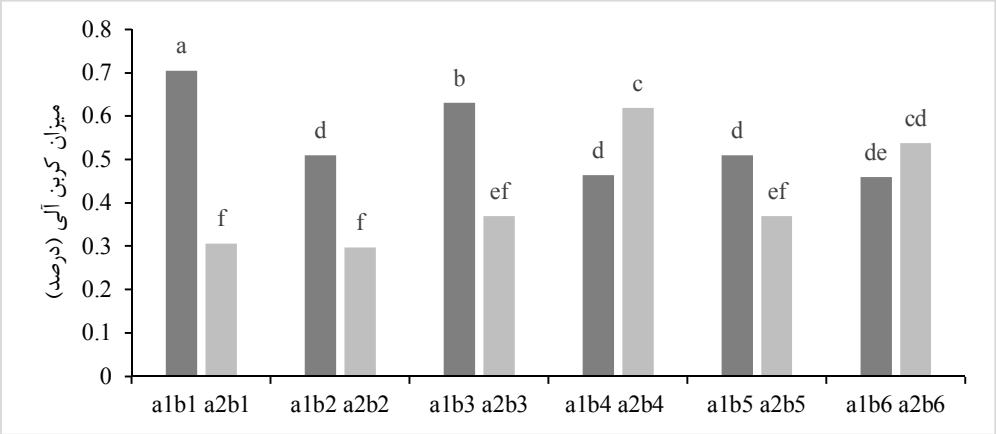
نتایج این تحقیق نشان داد اثر سطوح کود دامی و مدیریت مصرف کود شیمیایی نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر روی میزان کربن آلی در عمق اول، در سطح یک درصد معنی دار شد(جدول۵-۴). اصولا کودهای آلی با افزایش کربن آلی خاک باعث افزایش مواد آلی و درنتیجه حاصلخیزی خاک می-شوند اما کودهای آلی تنها بخش کوچکی از عوامل تاثیر گذار دراین چرخه هستند. شیدای کرکج و همکاران (۱۳۹۴) نیز بیان کردند اقلیم (دما و رطوبت)، عوامل بیولوژیکی (اضافه شدن عوامل بیولوژیکی به خاک) و ویژگی‌های فیزیکی –شیمیایی خاک سه مولفه‌ی مهم کنترل کننده‌ی میزان کربن آلی خاک می‌باشند. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد (شکل۴-۲۹) که تیمار a_1b_1 با میانگین ۰/۹۴٪ برتر از سایر تیمارها بود. همان‌طور که انتظار می‌رود افزودن کودآلی به خاک باعث افزایش کربن آلی و درپی آن ماده آلی خاک می‌شود. کمترین درصد کربن آلی هم به تیمار a_2b_2 با میانگین ۰/۴٪ تعلق دارد. درعمق دوم نیز اثر ساده و متقابل فاکتورها در سطح یک درصد بر میزان

کربن آلی معنی‌دار شد و مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد (شکل۴-۳۰) که باز هم تیمار a_1b_1 دارای بیشترین میزان کربن آلی با میانگین ۰/۷٪ بود و پس از آن تیمار a_1b_3 با ۰/۶٪ کربن در رتبه‌ی دوم قرار داشت. در مطالعه‌ای ثابت شد که تیمارهای کمپوست و کود دامی بطور معنی‌داری وزن مخصوص ظاهری خاک را کاهش و غلظت مواد آلی خاک را افزایش دادند. اساسا بقایای محصول، کود دامی و کمپوست از بقایای آلی، برای افزایش میزان مواد آلی خاک به کار برده می‌شوند و موجب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک در زمین‌های زراعی می‌شوند (میرزایی تالارپشتی و همکاران، ۱۳۸۸). محققان دیگر نیز افزایش کربن آلی خاک را در اثر مصرف کودهای آلی گزارش کردند. ردی و همکاران (۲۰۰۰) و کانچکریمث و ساینگ (۲۰۰۱) نیز افزایش درصد کربن آلی خاک را در اثر مصرف کود دامی نسبت به تیمار شیمیایی گزارش کردند. در مطالعه‌ایی مشاهده شد که کاربرد کود شیمیایی میزان کربن آلی خاک را کاهش و وزن مخصوص ظاهری خاک را در همه‌ی تیمارها افزایش داد (سیکس و همکاران، ۱۹۹۸).



شکل۴-۲۹- مقایسه میانگین درصد کربن آلی عمق اول تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از کود دامی و مدیریت مصرف کود شیمیایی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی



شکل۴-۳۰- مقایسه میانگین درصد کربن آلی عمق دوم خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

۴-۵-۸- فعالیت آنزیم اوره آز

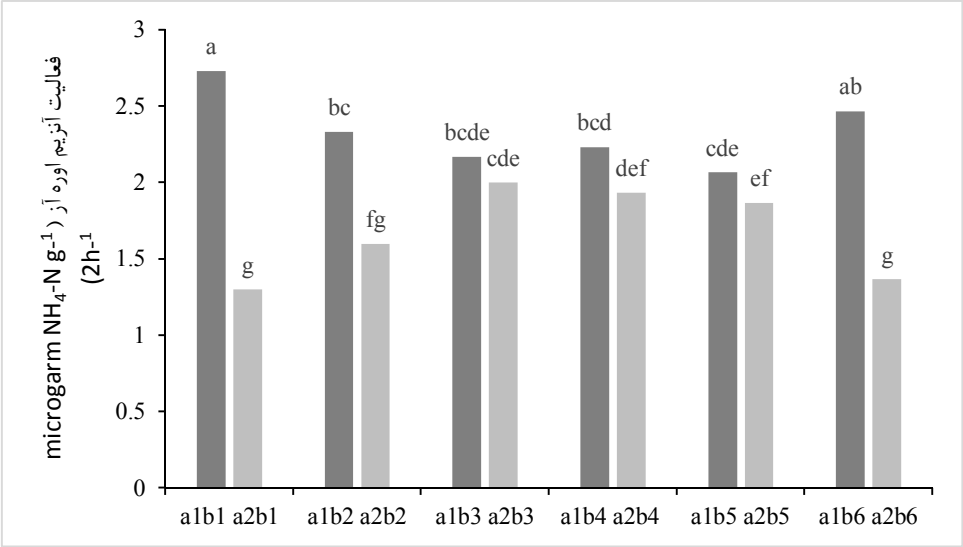
طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۵-۴) فعالیت آنزیم اوره آز تحت تأثیر کود دامی و اثرات متقابل کود دامی و مدیریت مصرف کود شیمیایی قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی‌دار شد. کود دهی یکی از عملیات مدیریتی است که به سرعت ویژگی‌های میکروبی خاک را تحت تأثیر قرار می-دهد و آنزیم ها به سرعت به این تغییرات واکنش می‌دهند. این ماکرومولکول‌ها نقش حیاتی در فرآیندهای میکروبی و بیوشیمیایی خاک ایفا می‌کنند و به همین دلیل فعالیت آنزیمی خاک از شاخص‌های مهم کیفیت آن به شمار می‌آید (فریدونی ناغانی و همکاران، ۱۳۸۸). اوره آز آنزیمی است که هیدرولیز اوره به دی اکسید کربن و آمونیاک را انجام می‌دهد. این آنزیم نقش مهمی در معدنی کردن نیتروژن ترکیب‌های آلی و تامین نیتروژن برای گیاهان و ریزجانداران از منابع طبیعی و کودها در خاک دارد (شیخلو و رسولی صدقیانی، ۱۳۹۵).

نتایج مقایسه میانگین نیز نشان داد (شکل۴-۳۱) تیمارهای a_1b_1 و a_1b_6 تیمارهای برتر بودند که

در یک سطح معنی‌داری قرار داشتند. به نظر می‌رسد کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی سبب بهبود فعالیت بیولوژیکی و آنزیمی خاک شده و در نتیجه سبب میزان بالای فعالیت آنزیم اوره آز شده است.

مطابق با این نتیجه فریدونی ناغانی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند با افزودن کود اوره و کود مرغی به خاک جمعیت میکروبی و به دنبال آن فعالیت آنزیم اوره آز افزایش یافت و دلیل این امر را به ورود کربن، نیتروژن و سایر مواد غذایی از طریق کود و در نتیجه تحریک فعالیت میکروبی نسبت دادند، همچنین آن‌ها اظهار کردند کود مرغی به دلیل تحریک فعالیت میکروبی ناشی از کربن قابل تجزیه در آن، در افزایش فعالیت آنزیمی خاک موثرتر از کود اوره عمل می‌کند. کانچکریمث و سینگ (۲۰۰۱) نیز افزایش فعالیت اوره آز را در حضور مقادیر کود شیمیایی و آلی گزارش کردند. باچاریا و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثر کود گاوی، کمپوست زباله‌های شهری و اوره به تنهایی و در تلفیق باهم گزارش کردند که تیمار تلفیقی کود گاوی تجزیه شده و اوره بیشترین مقدار فعالیت آنزیم اوره آز را دارا بود.

پژوهش‌گران بسیاری از همبستگی بسیار زیاد فعالیت آنزیم اوره آز با میزان کربن آلی خبر داده‌اند و بیان کردند دلیل این همبستگی این مسئله است که مواد آلی خاک می‌توانند مولکول‌های آنزیم اوره آز را روی سطوح خود جذب سطحی (تثبیت) نمایند. (نور بخش و همکاران، ۱۳۸۰: کوکسون و لپیز، ۱۹۹۶: دیک و طباطبایی، ۱۹۹۳). همراستا با این نتایج عباسیان و همکاران (۱۳۹۳) بیان کردند که همبستگی قوی این آنزیم با مقدار کربن آلی خاک نشان دهنده تمایل قوی آنزیم برای برقراری پیوند با بخش آلی خاک می‌باشد و وانگ و ژائو (۲۰۱۳) دلیل این همبستگی انکار ناپذیر را نقش کلیدی کربن آلی به عنوان پیش ماده برای سنتز آنزیمی عنوان کردند.



شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین فعالیت آنزیم اوره آز در خاک تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از مدیریت مصرف کود شیمیایی و کود دامی

b_1: صد کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ ٪پایه+۵۰٪شش برگی b_2: صد کیلوگرم در هکتار اوره،۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_3 : صدکیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی b_4: دویست کیلوگرم در هکتار اوره،۵۰٪پایه+۵۰٪شش برگی b_5: دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪ پایه+۷۵٪ شش برگی b_6 : دویست کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۵٪پایه+۵۰٪شش برگی+۲۵٪ دوازده برگی، a_1: مصرف ۲۰ تن کود دامی درهکتار a_2: عدم مصرف کود دامی

نتیجه گیری کلی

این پژوهش نشان داد که استفاده تلفیقی از کود دامی و کود شیمیایی در اکثر مواقع تیمار برتر نسبت به کاربرد تنها برای هر دو نوع کود بود. در مقایسه تیمارها دو سطح b_2 و b_5 (میزان ۱۰۰ و۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت ۲۵درصد پایه+۷۵درصد شش برگی) چه در ترکیب با کود دامی و چه به تنهایی در بیشتر مواقع سبب پاسخ مطلوب گیاه در صفات مورد مطالعه مانند کارایی جذب نیتروژن، عملکرد دانه، فعالیت آنزیم اوره آز و... شد که این برتری احتمالا به دلیل نوع تقسیط کود طبق تیمارهای نامبرده می‌باشد. طبق این نتایج بنظر می‌رسد تقسیط کود به نحوی که نسبت کمتری از کود در زمان کاشت و نسبت بیشتر آن در مراحل بالای رشد رویشی به گیاه عرضه گردد سبب واکنش مثبت گیاه و استفاده کاراتر از کود و به دنبال آن اثرات مثبت بعدی در رشد و ...خواهد شد.

ترکیب کود دامی با کود شیمیایی نیز بر میزان کربن آلی خاک، ذخیره نیترات خاک، فعالیت آنزیم

اوره آز و بسیاری پارامترهای دیگر اثر مثبت و معنی‌داری داشت. به نظر می‌رسد با کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و کود دامی میتوان اثرات کاهش کود شیمیایی را خنثی و در نتیجه به عملکرد و صفات مطلوب دیگر رسید، همچنین با کاهش مصرف کود شیمیایی از اثرات مخرب آن بر محیط زیست کم کرد.

جدول۴-۱- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایش بر صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد برگ	عملکرد دانه	عملکردعلوفه خشک
		میانگین مربعات				
بلوک	۲	۱۱۶۶/۱۸۶	۰/۰۱۱ns	۱/۰۰۰ns	۳۸۳۱۱۳/۰۴۱ns	۱۱۷۱۴۴۳/۰۳۲*
کوددامی (A)	۱	۴۸/۲۵۶ns	۰/۰۲۱ns	۰/۴۴۴ns	۳۷۴۲۴۴/۱۲۴ns	۵۶۹/۶۲۳ns
مدیریت کود اوره(B)	۵	۲۵۷/۴۹۰ns	۰/۰۶۰*	۰/۸۰۰ns	۱۳۱۵۲۲۵/۰۱۶**	۹۵۴۸۴۵/۱۲۵*
اثرمتقابل A*B	۵	۸۲/۴۷۱ns	۰/۰۲۱ns	۰/۵۱۱ns	۸۲۹۷۶۸/۰۴۲*	۲۰۹۴۶۷/۰۶۳ns
خطا	۲۲	۱۴۴/۶۴۷	۰/۰۱۷	۰/۹۰۹	۲۶۹۳۶۱/۰۲۱	۳۱۸۴۴۶/۴۸۹
CV%		۷/۵۴	۴/۸۷	۷/۸۴	۲۰/۰۱	۱۰/۱۳

*، ** و ns به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد ..

جدول۴-۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن ۱۰۰ دانه	وزن خشک بلال	تعداد ردیف بلال	تعداد دانه در ردیف	طول چوب بلال	قطر چوب بلال	تعداد دانه در بلال
		میانگین مربعات						
بلوک	۲	۵/۵۰۷*	۲۰/۱۹۹ns	۱۰/۳۳۳ns	۲۷/۴۴۴ns	۱/۸۸۷ns	۰/۰۰۲ns	۳۲۱۹/۱۹۴ns
کوددامی(A)	۱	۱۱/۳۳۷**	۱۷/۲۱۹ns	۷/۱۱۱ns	۲۳/۳۶۱ns	۰/۷۰۸ns	۰/۰۸۵**	۲۸۳/۳۶۱ns
مدیریت کود اوره(B)	۵	۷/۰۳۵**	۱۱۹۷/۹۵۰**	۵/۶۰۰ns	۹۳/۳۶۱*	۴/۷۵۹ns	۰/۰۷۷**	۱۵۷۹۷/۶۲۸*
اثرمتقابل A*B	۵	۷/۵۹۹**	۳۹۷/۴۹۴**	۰/۹۷۸ns	۲۴/۶۹۴ns	۵/۱۴۹*	۰/۰۶۸**	۴۴۷۶/۵۶۱ns
خطا	۲۲	۱/۲۱۴	۲۲/۸۶۲	۳/۷۸۸	۲۹/۳۲۳	۱/۹۵۸	۰/۰۰۸	۵۷۲۶/۵۸۸
CV%		۱۰/۴۱	۵/۳۸	۱۴/۶۰	۱۱/۹۸	۹/۴۴	۳/۴۰	۱۸/۱۶

*، ** و ns به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد.

جدول۴-۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر برخی صفات فیزیولوژیکی ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	مقدار آب نسبی برگ	کاروتنوئید	کلروفیلb	کلروفیلa	کلروفیل کل	آنتوسیانین	نیتروژن ساقه و برگ	نیتروژن دانه
				میانگین مربعات					
بلوک	۲	۱۸۱۲/۳**	۰/۷۴۱*	۰/۵۷۸**	۰/۶۰۷**	۲/۳۳۲**	۰/۰۰۳ns	۰/۰۱۷ns	۰/۰۲۶
کود دامی(A)	۱	۲/۶۳۸ns	۱/۱۰۵**	۰/۴۱۱**	۰/۷۳۱**	۲/۲۱۴**	۰/۰۰۵ns	۱/۷۸۳**	۰/۲۹۱**
مدیریت کود اوره(B)	۵	۱۳۰۹/۹۶**	۰/۳۸۳*	۰/۱۷۳**	۰/۰۲۸*	۰/۳۴۷**	۰/۰۰۷ns	۰/۶۶۸**	۰/۲۴۴**
اثرمتقابلA×B	۵	۲۲۰/۰۶*	۰/۰۸۵ns	۰/۰۱۳ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰۲۷ns	۰/۰۰۳ns	۰/۴۷۶**	۰/۳۹۷**
خطا	۲۲	۷۲/۵۸	۰/۱۳۰	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸	۰/۰۴۳	۰/۰۰۵	۰/۰۲۰	۰/۰۳۴
CV%		۱۱/۶۹	۲۱/۱۲	۱۸/۱۲	۱۵/۸۲	۱۴/۶۷	۲/۵۵	۱۴/۵۳	۸/۱۰

*، ** و ns به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد

جدول۴-۴- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر کارایی مصرف و جذب نیتروژن و صفات مربوط به خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	کارایی مصرف نیتروژن	کارایی جذب نیتروژن	نیتروژن خاک عمق ۰-۱۵	نیتروژن خاک عمق ۱۵-۳۰
		میانگین مربعات			
بلوک	۲	۱۹۹/۹۷۱ns	۰/۰۲۸ns	۰/۰۳۸ns	۰/۰۰۳ns
کود دامی (A)	۱	۱۳۰۴۸/۴۹۳**	۹/۴۰۴**	۰/۲۷۴*	۰/۰۰۷ns
مدیریت مصرف کود اوره (B)	۵	۳۰۱۸/۸۴۶**	۱/۸۱۹**	۱/۴۳۹**	۰/۵۷۲**
اثر متقابل A*B	۵	۷۴۱/۱۴۳**	۱/۸۶۴**	۰/۷۵۵**	۰/۴۳۴**
خطا	۲۲	۸۶/۷۰۹	۰/۲۱۳	۰/۰۶۸	۰/۰۲۸
CV%		۱۳/۱۷	۲۰/۶۶	۲۰/۲۹	۱۵/۷۲

*، ** و ns به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد.

جدول۴-۵- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مربوط به خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	غلظت نیترات خاک عمق ۰-۱۵	غلظت نیترات خاک عمق ۱۵-۳۰	غلظت آمونیوم خاک عمق ۰-۱۵	غلظت آمونیوم خاک عمق ۱۵-۳۰	کربن آلی خاک عمق ۰-۱۵	کربن آلی خاک عمق ۱۵-۳۰	فعالیت آنزیم اوره آز
		میانگین مربعات						
بلوک	۲	۱۱/۶۲۳ns	۳/۰۲۸ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۰ns	۰/۰۰۶ns	۰/۰۰۹ns
کود دامی (A)	۱	۳۲۰/۷۶۸**	۲۲/۰۲۱**	۰/۰۲۵ns	۰/۰۰۰ns	۰/۶۸۹**	۰/۰۶۱**	۸/۲۱۸**
مدیریت کود اوره (B)	۵	۱۷۶/۵۸۸**	۸۱/۳۱۸**	۰/۲۹۸**	۰/۰۰۵**	۰/۱۳۸**	۰/۰۵۸**	۰/۰۲۸ns
اثرمتقابلA*B	۵	۲۶۸/۹۴۰**	۱۲۶/۵۳۱**	۰/۸۳۸**	۰/۰۰۷**	۰/۲۵۷**	۰/۰۴۸**	۰/۴۱۴**
خطا	۲۲	۱۲/۰۶۸	۱/۵۴۱	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۴۶
CV%		۲۸/۵۳	۲۰/۰۳	۲۸/۳۱	۲۱/۰۷	۱۶/۰۸	۱۲/۶۳	۱۱/۶۲

*، ** و ns به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد.

مراجع

ابراهیم قوچی ز، محسن آبادی غ. ر، احتشامی م. ر و فرقانی ا، (۱۳۹۴) "تاثیر کاربرد تلفیقی منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد و جذب نیتروژن توسط ذرت علوفه‌ایی (*Zea mays L.*) در منطقه رشت" **نشریه فناوری و تولیدات گیاهی،** جلد۱۵، شماره۲، ص ۱۰۷-۹۵.

اردکانی م و ا نادور، (۱۳۸۷) " اصول و تکنیک‌هایی برای گیاه‌شناسان" انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ص ۲۷۰.

اسدی س، زواره م و شاهین رخسار پ، (۱۳۹۰) "تأثیر محلولپاشی نیتروژن و پتاسیم مکمل بر عملکرد، کیفیت دانه و کارآیی استفاده از نیتروژن در برنج دورگ بهار" **مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی،** جلد۴، دوره ۳: ص ۱۵۷-۱۰۹.

اکبرپور و، آشناور م و بهمنیار ع، (۱۳۹۵) "اثر کود دامی و شیمیایی روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه سرخار گل" **مجله به زراعی کشاورزی،** دوره ۱۸: ص ۷۱۱-۷۰۱.

امانی ن، سهرابی ی و حیدری غ، (۱۳۹۶) "عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ذرت با کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی تحت سطوح خشکی" **نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار،** دوره ۲۷: ص ۶۵-۸۳.

امام ی، (۱۳۸۵)، **"زراعت غلات"** انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ص ۱۹۰.

امام ی و نیک نژاد م، (۱۳۷۳) **"مقدمه‌ایی بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی"** (ترجمه)، انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ص۳۵ -۳۰.

امید بیگی ر، (۱۳۸۶)**" تولید و فراوری گیاهان دارویی"** جلد اول، انتشارات آستان قدس رضوی، ص ۳۴۷.

امیری م، منصوری فر س، سادات اسیلان ک و حیدری ح،(۱۳۹۴) "تاثیر فاصله آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و محتوای رنگدانه‌های شوید" **مجله علمی کشاورزی،** جلد۳۸، شماره۴، ص ۸۰-۷۱.

امین ز، فلاح س و عباسی سورکی ع، (۱۳۹۶)، "تاثیر روش کاربرد و سطوح مختلف کود گاوی بر عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی گیاه سیر(*Allium sativum*)" **نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار،** جلد ۷، شماره۳، ص ۱۲۱-۱۰۷.

باقری ر، اکبری غ، کیانمهر م.ح و طهماسبی سروستانی ز، (۱۳۸۹) "بررسی کاربرد کود پلت شده نیتروژنه و دامی بر توسعه ریشه در راستای (مطالعه دقیق و توسعه پایدار) مطالعه موردی ذرت سینگل کراس ۷۰۴"، دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار (فرصتها و چالش های پیش رو)، ص ۲۰، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز.

بغدادی ا، بالازاده م، کاشانی ع و گل زردی ف، (۱۳۹۶) "تاثیر مدیریت تلفیقی محصول بر کربن و اشکال نیتروژن خاک" **نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)**، جلد۳۱، شماره۴، ص ۱۱۰۷-۱۰۹۳.

پرویزی ی و نباتی ع، (۱۳۸۳) "تاثیر دور آبیاری و کود دامی بر کارآیی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه ای" **پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی،** شماره ۶۳، ص ۲۹-۲۱.

پور موسوی س. م، گلوی م، دانشیان ج، قنبری ا. و بصیرانی ن، (۱۳۸۶) "بررسی تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت نسبی، میزان پایداری غشا سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا" **مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی،** شماره۴، جلد۱۴، ص ۱۳۴-۱۲۵.

تقی زاده ر و سید شریفی ر، (۱۳۸۷) " بررسی عملکرد و کارایی مصرف کود نیتروزن در ارقام ذرت متأثر از سطوح مختلف کود نیتروژن"، اولین همایش ملی مدیریت و توسعه کشاورزی پایدار در ایران، اهواز، مؤسسه عالی علمی پژوهشی سیمای دانش.

توسلی ا، قنبری ا، حیدری م، پای گذار ی و اسماعیلیان ی، (۱۳۸۹) "اثر فاضلاب تصفیه شده همراه با مقادیر مختلف کود های دامی و شیمیایی بر غلظت عناصر و عملکرد ذرت" **مجله آب و فاضلاب**، شماره ۲۱، دوره ۳: ص ۴۴ -۳۷.

جعفرنژادی ع، معزی ع، موسوی م و صیاد غ، (۱۳۸۹) "بررسی کارایی انواع کودهای نیتروژنی و عملکرد گندم" **مجله علمی مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی)**، شماره ۲، دوره۳۳، ص ۹۱-۱۰۰.

جعفری ح، باقی م و پزشک‌پور پ، (۱۳۹۶) "بررسی تاثیر مقادیر متفاوت کود دامی و سوپرجاذب بر ویژگی‌های رشدی و عملکردی گیاه ماش تحت شرایط تنش خشکی" **پژوهشنامه کشاورزی**، شماره۴، دوره۹، ص ۲۴.

جلیلیان ع، قبادی ر، شیرخانی ع و فرنیا ا، (۱۳۹۳)، "بررسی اثرات نیتروژن و تنش خشکی بر اجزای عملکرد، عملکرد و کیفیت دانه ذرت سینگل کراس۷۰۴" **نشریه زراعت**، شماره ۱۰۲، دوره ۲۷: ص ۱۶۰-۱۵۱.

جنوبی پ و دانشیان ا، (۱۳۹۱) "تاثیر تنش کم آبی بر اجزای عملکرد ارقام سویا (*Glycine max* L.)، دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ص ۵۶، کرج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

جوانمرد ع، مصطفوی ح، خضری ا و محمودی س، (۱۳۹۴) "بهبود تجمع عناصر غذایی پر و کم نیاز در ذرت با کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی" **ویژه‌نامه نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار**، شماره۲۱، دوره ۲۵، ص ۴۳-۲۷.

جودی ف، توبه ا، عبادی ع، مصطفایی ح و جماعتی ثمرین ش، (۱۳۹۰) " تاثیر نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد، کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن در ژنوتیپ های عدس" **نشریه تولید گیاهان زراعی (مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی)** شماره ۴، دوره۴، ص۵۰-۳۹.

چراتی ع، (۱۳۹۰) " مطالعه فشردگی لایه‌های مختلف خاک در برخی اراضی زراعی شرق مازندران"، اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، ص ۳۳، ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی ساوه.

حلاج نیا ا، حق نیا غ، فتوت ا. و خراسانی ر، (۱۳۸۵) "تاثیر ماده آلی بر فراهمی فسفر در خاکهای آهکی" **نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)**، شماره۴، دوره ۱۰، ص ۱۳۳-۱۲۱.

حمزه ای ج و سرمدی ح، (۱۳۸۹) "تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد, اجزای عملکرد, کارایی زراعی و جذب نیتروزن در ذرت" **فناوری تولیدات گیاهی**، شماره ۲، دوره ۱۰: ص ۲۶-۱۲.

خادمی ز، (۱۳۷۷) "بررسی تأثیر زمان مصرف و تقسیط کود ازت بر عملکرد و درصد پروتئین گندم" **خاک و آب**، شماره ۱۲، دوره ۵: ص ۱۸-۹.

خدابنده ن، (۱۳۸۸) **"زراعت گیاهان علوفه‌ایی"** نشر علم کشاورزی ایران، ص۳۰۷.

خودشناس م. ع، قدبیک‌لو ج و دادیور م، (۱۳۹۴) "اثرات نوع و مقدار نیتروژن و آبیاری بر جذب نیتروژن ذرت علوفه‌ایی و نیترات باقی مانده خاک" **نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)**، جلد۲۹، شماره۶، ص ۱۶۵۰-۱۶۴۰.

رحمانی ح، (۱۳۸۹)، **"کشاورزی پایدار و چالشهای تولید محصول سالم"**، انتشارات نصوح، اصفهان، ص ۲۶۴.

رستمی م، (۱۳۸۷)، پایان نامه دکترا:" بررسی کارایی مصرف وپویایی نیتروژن درارقام ذرت"، دانشگاه فردوسی مشهد.

رستمی م، احمدی ع، (۱۳۹۳) "بررسی تاثیر نوع و دفعات کاربرد کودهای نیتروژنه بر عملکرد و درصد نیتروژن دانه دو رقم ذرت" **نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی،** شماره۱۰۴، دوره۲۷، ص ۴۶-۴۰.

رسولی صدقیانی م. ح، و سپهر ا، (۱۳۹۰)"تاثیر کاربرد لجن فاضلاب و کودهای دامی در معدنی شدن نیتروژن و خصوصیات ریزوسفری گیاهان ذرت و آفتابگردان" **نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)**، جلد۲، شماره۲، ص ۳۳۷-۳۲۷.

رضایی ح، (۱۳۹۲) "مروری بر تحقیقات کاربرد کودهای دامی در اراضی کشاورزی ایران" **نشریه علمی- ترویجی مدیریت اراضی،** جلد۱، شماره۱، ص ۶۸-۵۵.

رضایی ز و رفیعی الحسینی م، (۱۳۹۶) "پاسخ فیزیولوژیک گیاه رازیانه به کود دامی و پلیمر سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی" **نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی،** شماره۱۱ ، ص ۵۶۴-۵۴۷.

رضایی ز و ملکوتی م. ج، (۱۳۸۲) **"اصول تغذیه ذرت"**، راه‌های افزایش کارایی نیتروژن در ذرت و جلوگیری از هدر رفتن آن، صفحات ۴۹-۳۹.

رنجبر ا، رحیمی خوب ع، وراوی‌پور م و ابراهیمیان طاشی ح، (۱۳۹۶) "بررسی توزیع نیترات و آمونیوم در زیر جویچه و پشته و جذب نیتروژن توسط ذرت در شرایط کاربرد مقادیر مختلف کود اوره" **نشریه تحقیقات آب و خاک ایران**، شماره ۴، دوره ۴۸، ص ۹۰۴-۸۹۱.

زمانی باب گهری ج، افیونی م، خوشگفتارمنش ا. ح و عشقی‌زاده ح. ر، (۱۳۸۹) "اثر لجن فاضلاب کارخانه پلی اکریـل، کمپوسـت زباله شهری و کود گاوی بر ویژگی‌های خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای" **علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)**، جلد۱۴، شماره۵۴، ص ۱۶۶-۱۵۳.

سرخوش ع و ابوطالبیان م، (۱۳۹۲) "کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ذرت تحت پرایم بذر وزمان کاربرد نیتروژن" **نشریه به زراعی کشاورزی**، شماره ۳، دوره ۱۵، ص ۱۲۸-۱۱۷.

سرمدنیا غ و کوچکی ع، (۱۳۷۶) "**جنبه های فیزیولوژیکی زراعت دیم**" انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد، ص ۴۲۰.

سروش ن، (۱۳۸۹)، پایان نامه ارشد:"بررسی آبشویی شکل‌های مختلف نیتروژن با کاربرد مقادیر متفاوت کود اوره در کشت ذرت در شمال خوزستان"، دانشگاه شهید چمران اهواز.

سروش ن، صیاد غ.ع، معزی ع.ا، خرمیان م, (۱۳۸۹) "بررسی توزیع نیترات و آمونیوم در پروفیل خاک تحت تأثیرمقادیر مختلف کود نیتروژن در سیستم کود آبیاری ذرت در شمال خوزستان" سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، ص ۴۲، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز.

سروش ن، صیاد غ.ع، معزی ع.ا، خرمیان م، (۱۳۹۰) "حرکت شکل های مختلف نیتروژن در خاک تحت تأثیر مقادیر مختلف کود اوره در سیستم کود آبیاری ذرت در شمال خوزستان" **نشریه**

مهندسی کشاورزی، شماره۳۴، دوره۲، ص ۵۳-۴۱.

سلیمی ح، (۱۳۸۹)، پایان نامه ارشد:"بررسی اثرات پرایمینگ، باکتری ریزوبیوم و کود آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

سیادت ع. ا و مرادی تلاوت م. ر، (۱۳۸۹) "**جنبه‌های کاربری کشاورزی ارگانیک**"، انتشارات آموزش ترویج کشاورزی، تهران، ص ۲۳۳.

سید شریفی ر، افسری ف و سید شریفی ر (۱۳۹۶) "تاثیر مقادیر کود نیتروژن در مراحل مختلف رشدی بر انتقال مجدد ماده خشک و صفات موثر بر انباشت ماده خشک در دانه جو (*Hordeum vulgar L.*)" **نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی**، جلد۶، شماره ۱۹، ص ۳۳۷-۳۵۰.

سی وسه مرده ع، فاتح ح و بدخشان ه، (۱۳۹۳) "واکنش سرعت فتوسنتز، پایداری غشا و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت به تنش خشکی و کود ازته در دو رقم جو تحت شرایط کنترل شده" **نشریه پژوهشهای زراعی ایران**، دوره ۱۲: ۲۲۸-۲۱۵.

شخمگر م، برادران ر، موسوی غ، پویان م و آرزمجو ا، (۱۳۹۲) "اثر دور آبیارگی و مصرف کود نیتروژن بر تغییرات عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیک شنبلیله (*Triganella foenum-gracum L.*)"، **فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران**، جلد۲، شماره ۳، ص ۵۳۸-۵۲۷.

شمس الدین سعید م، قنبری ا، رمرودی م و خضری ا، (۱۳۹۶) "تاثیر مدیریت کاربرد کود سبز و تیمارهای کوددهی آن بر خصوصیات فیزیکی-شیمیایی و حاصلخیزی خاک"، **نشریه علوم آب و خاک**، سال۲۱، شماره۱، ص ۴۹-۳۷.

شهسواری ن و صفاری م، (۱۳۸۴) "اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم

در کرمان" **مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی**، شماره ۶۶، ص ۸۷-۸۲.

شیخلو ف و رسولی صدقیانی م.ح، (۱۳۹۵) " تاثیر کاربری‌های زراعی و جنگلی بر فعالیت برخی آنزیم‌های خاک" **تحقیقات آب و خاک ایران**، شماره۱، دوره۴۷، ص ۲۱۶-۲۰۵.

شیدای کرکج ا، سپهری ع، بارانی ح و معتمدی ج، (۱۳۹۴) " ارتباط ذخیره کربن آلی خاک با برخی ویژگی‌های خاک در مراتع آذربایجان شرقی" **نشریه علمی پژوهشی مرتع**، شماره۲، دوره ۱۱، ص ۱۳۸-۱۲۵.

شیر دره ط، پاساری ب و محمدی خ، (۱۳۹۶) "بررسی اثرات کود کند رهای اوره با پوشش گوگردی (SCU) در قیاس با کود اوره". نخستین کنفرانس بین المللی علوم کشاورزی، دامی و منابع طبیعی، ص ۲۴، مشهد، سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی.

صادقی ح و بحرانی م.ج، (۱۳۸۰) "تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر شاخص های فیزیولوژیک ذرت دانه ای (*Zea mays L.*)" **مجله علوم زراعی ایران**، شماره ۳، دوره ۱: ص ۲۵-۱۳.

صالحی ع، فلاح س، ایرانی‌پور ر و عباسی سورکی ع، (۱۳۹۳) "اثر زمان مصرف کود شیمیایی در تلفیق با کود گاوی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa L.*)" **نشریه بوم شناسی کشاورزی**، جلد۶، شماره۳، ص ۵۰۷-۴۹۵.

عباسیان ا، گلچین ا و شکل ابادی م، (۱۳۹۳) "بررسی برخی از فعالیت‌های آنزیمی دو خاک هیستول و ارتباط آن‌ها با خصوصیات بیولوژیکی و شیمیایی خاک" **نشریه زیست شناسی خاک**، جلد۲، شماره۲، ص ۱۲۴-۱۱۱.

علی‌بخشی ا و میرزاخانی م، (۱۳۹۵) "کشت مخلوط لگوم‌ها و ذرت با مصرف کود اوره" **نشریه علمی –پژوهشی-اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی،** جلد۱۰، شماره۳، ص ۵۸۵-۵۶۷.

غدیری ح و مجیدیان م، (۱۳۸۲) "تأثیر سطوح نیتروژن و قطع آبیاری در مراحل شیری و خمیری شدن دانه بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی استفاده از آب در ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)" **مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،** سال۷، شماره ۲، ص ۱۳۰-۱۱۳.

غفاری‌نژاد ع، (۱۳۹۵) "پاسخ خیار گلخانه‌ایی به سطوح و منابع مختلف کودهای آلی و تاثیر این کودها بر برخی ویژگی‌های خاک" **نشریه علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ایی،** سال۸، شماره۲، ص ۸۰-۶۷.

غیاث آبادی م، خواجه حسینی م و محمد آبادی ع، (۱۳۹۳) "بررسی اثر تاریخ نشاکاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد علوفه ذرت" **نشریه پژوهش‌های زراعی ایران،** جلد۱۲، شماره۱، ص ۱۴۵-۱۳۷.

فرخی غ و ارادتمند اصلی د، (۱۳۸۷) "تاثیر پیریدوکسین و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای رقم کراس۷۰۴" **نشریه زراعت و اصلاح نباتات ایران،** شماره۱، ص ۵.

فرهمند ع، فرداد ح، لیاقت ع.ا و کاشی ع.ا، (۱۳۸۵) "بررسی تأثیر میزان آبیاری و کود نیتروژن بر کمیت و کیفیت گوجه فرنگی در شرایط کم آبیاری" **مجله علوم کشاورزی ایران،** شماره ۳۷، دوره ۲: ص ۲۷۹-۲۷۳.

فریدونی ناغانی، م. رئیسی، ف. فلاح، س. (۱۳۸۸). "تأثیر منبع و مقدار نیتروژن بر روند فعالیت آنزیمی یک خاک آهکی تحت کشت ذرت علوفه‌ای" **نشریه آب و خاک،** شماره ۲۳، دوره ۴: ص ۱۳۶-۱۲۷.

فلاح س.ا و تدین ع، (۱۳۸۸) "تأثیر تراکم بوته و مقدار نیتروژن بر عملکرد نیترات و پروتئین ذرت سیلویی"، **مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی،** شماره ۲، دوره۱: ص ۱۲۱-۱۰۵.

فلاح س.ا، قلاوند ا و خواجه پور م، (۱۳۸۶) "تأثیر نحوه اختلاط کود دامی با خاک و تلفیق آن با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در خرم آباد لرستان" **مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،** شماره ۱۱، دوره ۴۰: ص ۲۴۲-۲۳۳.

قاسمی م، مدرسی م، باقری ن.ع، بابائیان ن.ع، (۱۳۹۴) "بررسی اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر روی برخی صفات رویشی بابونه آلمانی در شرایط تنش گرما"**مجله کشاورزی،** شماره۷، دوره۳: ص۱-۱.

قنبری کاشان م، میرزاخانی م، هاشمی ا.ف، (۱۳۹۵) " پاسخ کارایی فیزیولوژیک نیتروژن گلرنگ به مصرف کودهای دامی و شیمیایی در منطقه کاشان" **نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی،** سال یازدهم، شماره۴۱، ص ۶۴-۵۳.

کاشی‌ساز م، معزی ع، صیاد غ و لطفعلی آینه غ، (۱۳۹۴) "بررسی روند تغییرات غلظت آمونیوم و نیترات در نیمرخ خاک، در سه نوع تناوب زراعی" **نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار،** جلد۵، شماره۲، ص ۱۶۳-۱۴۹.

کریمی م، اصفهانی م، علی بیگلوئی م.ح و ربیعی ب، (۱۳۸۷) "بررسی اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و کیفیت ذرت علوفه ای در منطقه ی رشت"، دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، تهران، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

کوثری فر م، خواجوئی نژاد غ، مقصودی مود ع. ا و قنبری ج، (۱۳۹۴) "اثر کاربرد تیمارهای کودی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کنجد (*Sesamum-indicum L.*) در شرایط آب و هوایی کرمان" **نشریه پژوهش‌های زراعی ایران،** جلد۳، شماره۲، ص ۳۹۰-۳۷۸.

کوچکی ع، جمشید عینی م و سیدی م، (۱۳۹۳) "نقش اندازه بنه مادری و نوع کود بر کارایی مصرف نیتروژن در زعفران زراعی" **نشریه زراعت و فناوری زعفران،** جلد۲، شماره۴، ص ۲۵۴-۲۴۳.

لرزاده ش، و عنایت قلی زاده م، (۱۳۸۸) "بررسی کارایی مصرف نیتروژن تحت شیوه های مختلف اعمال کود نیتروژنه برروی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی شاخص های زراعی ذرت S.C.۷۰۴ درخوزستان" **نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی،** شماره ۲، دوره ۱: ص ۶۱-۴۶.

لطف اللهی م، ملکوتی م. ج و صفری ح، (۱۳۸۸) "افزایش کارایی نیتروژن با استفاده از اوره با پوشش گوگردی در خاک‌های سبک بافت کرج" روشهای نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات ملکوتی و همکاران)، انتشارات سنا، تهران، ص ۷۵۹-۷۵۱.

لطف الهی م و وفایی غ، (۱۳۹۵) "تعیین میزان پراکندگی نیتروژن معدنی در پروفیل خاک برای افزایش کارایی کودهای نیتروژنه در گندم" **نشریه زراعت و اصلاح نباتات،** شماره ۲، دوره ۱۲، ص ۸۱-۶۹.

لطفی ی، نوربخش ف، و ملکی ع، (۱۳۸۸) "یک روش آسان و سریع جهت سنجش پتانسیل معدنی شدن نیتروژن در زمین های آهکی تیمار شده با کود گاوی" **مجله پژوهش در علوم زراعی،** جلد ۱، شماره ۴، ص ۹۴-۸۳.

لک ش، (۱۳۹۲) "ارزیابی صفات فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد دانه ذرت در سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته" **فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی،** سال۵، شماره۱۹، ص ۳۳-۱۷.

لک ش، نادری ا، سیادت س.ع، آینه بند ا، نورمحمدی ق و موسوی س.ه، (۱۳۸۶) "تأثیر

سطوح مختلف آبیاری, نیتروزن و تراکم بوته برعملکرد,اجزای عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذرت دانه ای در شرایط آب و هوایی خوزستان" **مجله علوم آب و خاک**، شماره۱۱، دوره ۴۲: ص ۱-۱۴.

لک ش، نادری ا، سیادت ع، آینه بند ا و نورمحمدی ق، (۱۳۸۵) "اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در شرایط مختلف رطوبتی بر عملکرد, اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴ در خوزستان" **مجله علوم زراعی ایران**، شماره ۸، ص ۱۷۰-۱۵۳.

محمودی میمند س، (۱۳۸۶) "نحوه عمل آوری و استفاده از کودهای حیوانی در باغ‌های پسته" سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

مجاب قصرالدشتی ع، مقصودی ع، بهزادی ی و فریدونی م، (۱۳۹۶) "تاثیر منابع مختلف کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین" **نشریه بوم شناسی کشاورزی**، جلد۹، شماره۱، ص ۱۷۱-۱۸۴.

مجیدیان م، قلاوند ا، کریمیان ن.ع و کامگار حقیقی ع.ا، (۱۳۸۷) "تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن، کود دامی و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت" **مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی**، شماره ۱، دوره۱: ۶۷-۸۵.

مصدقی م، حاج عباسی م. ع، همت ع و افیونی م، (۱۳۷۸) "اثر رطوبت خاک و کود دامی بر تراکم پذیری خاک مزرعه لورک" **مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی**، شماره ۴، دوره ۳: ص ۴۰-۲۷.

معزاردلان م و ثواقبی فیروزآبادی غ (۱۳۸۱) **" مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار "** انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۵۵۱.

ملکوتی م ج، (۱۳۷۴) "چگونگی استفاده از کودهای شیمیایی و آلی در افزایش تولید سیب زمینی در ایران" **نشریه فنی شماره یک موسسه تحقیقات خاک و آب،** معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تات تهران، ص ۱۲.

ملکوتی م.ج، (۱۳۸۴) "کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران"، انتشارات سنا، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران، ص ۲۷۰.

ملکوتی م. ج، (۱۳۹۳)"توصیه بهینه کود برای محصولات کشاورزی در ایران"، چاپ اول، انتشارات مبلغان، ص ۳۱۸.

ملکوتی م. ج، بابا اکبری ج و نظامی س، (۱۳۸۸) "تاثیرمنابع مختلف کودهای محتوی نیتروژن پایه بر عملکرد، کارایی و درصد بازیافت نیتروژن در گندم" **نشریه علوم آب و خاک،** جلد ۱۳، شماره ۴۹، ص ۱۳۸-۱۲۹.

ملکوتی م. ج، کشاورز پ، کریمیان ن، (۱۳۷۸) **"روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی .پایدار"** چاپ هفتم با بازنگری کامل، مرکز نشر دانشگاه تربیت مدرس، شماره ۱۰۲، ۷۵۵ صفحه، تهران.

ملکوتی م. ج، و نفیسی م، (۱۳۷۳) "مصرف کود در اراضی زارعی (قاریاب و دیم)"، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

موسوی ع. ا، صالحی ب، دهقان م و جعفری حقیقی م، (۱۳۹۴) "اثر تراکم خاک و ماده آلی بر معدنی شدن نیتروژن در خاک‌های آهکی" **نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک،** جلد۲۲، شماره۳، ص ۲۰۶-۱۹۳.

میرزایی تالارپشتی ر، کامبوزیا ج، صباحی ح و دامغانی م، (۱۳۸۸) "اثر کاربرد کودهای آلی بر

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum L.*)" **مجله پژوهش‌های زراعی ایران**، جلد۷، شماره۱، ص ۲۷۰-۲۵۹.

نژاد حسینی ط و آستارایی ع، (۱۳۸۹) "مطالعه اثر باقیمانده کودهای آلی، عناصر بر و روی بر ویژگی‌های خاک، وزن خشک و ترکیب شیمیایی گندم (*Triticum aestivum L.*)" **نشریه بوم-شناسی کشاورزی**، جلد۳، شماره۲، ص ۳۱۵-۲۳۴.

نجاتی مقدم ز، و بوزرجمهری خ، (۱۳۹۱) "بررسی اثر نهاده های شیمیایی کشاورزی بر محیط زیست". اولین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، همدان، دانشگاه آزاد اسلامی.

نجفی ن، مصطفایی م، دباغ محمدی نسب ع. و اوستان ش، (۱۳۹۲) "اثر کشت مخلوط و کود دامی بر رشد، عملکرد و غلظت پروتئین ذرت، لوبیا و گاودانه" **نشریه دانش کشاورزی و تولیدپایدار**، جلد۲۳، شماره۱، ص ۱۱۵-۹۹.

نصیرزاده س، فلاح س و حیدری م، (۱۳۹۳) "تبیین تاثیر تغییر غلظت وجذب عناصر غذایی پر مصرف، کارایی کوددهی ومصرف نیتروژن در تولید گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata Forssk.*) با کاربرد تیمارهای مختلف کود آلی وشیمیایی" **مجله کشاورزی**، شماره ۴، دوره ۲: ص ۳۲-۲۱.

نورافکن ح، حسنی دستگیری س، (۱۳۸۷) " تجمع نیترات در سبزیجات و عوامل موثر در افزایش یا کاهش آن" دومین همایش تخصص مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران.

نوربخش ف، حاج رسولی‌ها ش و امتیازی گ، (۱۳۸۰) "تأثیر برخ ی از ویژگیهای خاک بر فعالیت آنـزیم اوره آز در شـماری از خاک‌های استان اصفهان" **علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی**، شماره۵، دوره۳: ص ۱۰۶-۹۵.

نورقلی پور ف، خاوازی ک، بشارتی ح و فلاح ع، (۱۳۸۵) "بررسی تاثیر کاربرد خاک فسفات به همراه گوگرد و باکتری تیوباسیلوس برعملکرد کمی و کیفی سویا و اثرات باقی مانده آن بر ذرت" **مجله علوم آب و خاک، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،** شماره ۲۰، ص ۱۳۲-۱۲۲.

نیک نژاد ی، ضرغامی ر، نصیری م و پیر دشتی ه.ا، (۱۳۸۵) "تعیین نقش منبع و مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید و قدیم برنج" نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

ولی پورچهارده چریکی ی، عبدل زاده ا و قادری فر ف، (۱۳۹۶) "اثرانواع ومقادیرمتفاوت کود نیتروژن برمیزان رشد، کلروفیل، روغن واسانس گیاه دارویی سیاه دانه" **نشریه فیزیولوژی محیطی،** شمار۱۲، ص ۸۰-۶۸.

هاشمی دزفولی ا، کوچکی ع و بنایان م، (۱۳۷۷) "**افزایش عملکرد گیاهان زراعی**" انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

یزدانی م، بهمنیار م.ع، پیردشتی ه.ا و اسماعیلی م.ع، (۱۳۸۷) "اثر کود های بیولوژیک حل کننده ی فسفات و باکتری های افزاینده ی رشد گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت" **مجله بین المللی بیولوژیک و دانش زندگی،** شماره ۱، ص ۷-۲.

Adeli A., Sistani K.R., Rowe D.E. and Tewolde H. (2005)"Effects of broiler litter on soybean production and soil nitrogen and phosphorus concentration" **Agronomy Journal**., 97,314-321.

Aliston A. M. (**1976**)" Effects of depth of fertilizer placement on wheat grown under there water ergimes" 27: 1-10

Ankumah Ro., Khan V., Mwamba K. and Kpomblekou AK. (**2003**)"The influence of source and timing of nitrogen fertilizers and yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars" **Agriculture.Ecosystems and Environment**., 100:201-207.

Arnon A.N. (**1967**) "Method of extraction of chlorophyll in the plants" **Agronomy Journal**., 23: 112-121.

Ayoola O.T. and Makinde E.A. (**2007**)"Complementary organic and inorganic fertilizer application: influence on growth and yield of cassava/maize/melon intercrop with a relayed cowpea" **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**., 1(3): 187-291.

Barr H.D., and Weatherley P.E. (**1962**) "Are-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves" **Aust. J. Biol**. Sci. 15, 413-428.

Bennet J.M., Jones J.W., Zur B. and Hammond L.C. (**1986**) **"**Interaction effects of nitrogen and water stress on water relations of field-grown corn leaves" **Agronomy Journal**., 78: 273-280.

Beyaert RP. and Roy RC. (**2005**) "Influence of nitrogen fertilization on multi-cut forage sorghum – sudangrass yield and nitrogen use" **Agronomy Journal.**, 97:1493-1501.

Bhattcharyya P., Chakrabarti K., and Chakraborty A. (**2005**)" Microbial biomass and enzyme activities in submerged rice soil amended with municipal solid waste compost and decomposed cow manure" Chemospher, 60:310-318.

Binder DL., Sander DH., and Walters D. (**2000**)"Maize response to time of nitrogen application as affected by level of nitrogen deficiency" **Agron J**., 92:1228-1236.

Blaize D., Singh J.V., Bonde A.N., Tekale K.V. and Mayee C.D. (**2005**) "Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fiber quality and nutrient balance of rainfield cotton (*Gossypium hirsutum*)" **Bioresource Technology.,** 96: 345-.943

Braida J.A., Reichert J.M., Veiga M., and Reinert D.J. (**2006**) "Mulch and soil organic carbon content and the relationship with the maximum soil density obtained in the proctor test" Revista Brasileira de Cie^ncia doSolo., 30:605-614.

Breland T.A. and Hansen S. (**1996**) "Nitrogen mineralization and microbial biomass as affected by soil compaction" **Soil Biol. Biochem**., 28: 655-663.

Cassman K.G., Dobermnn A., Achim R. and Walters D.T. (**2002**) "Agroecosystems,Nitrogen-use Efficiency.and Nitrogen Management" **Agronomy & Horticulture – Faculty Publications**., 356.

Cookson P. and Lepiece G.L. (**1996**)"Urease enzyme activities in soil of the Bathina region of the Sultanate of Oman" **J. Arid Environ**., 32:225-238.

Dick W. A. and Tabatabai M. A. (**1993**)"Significance and potential uses of soil enzymes" PP. 95-127. In: F. B. Metting (Ed.), **Soil Microbial Ecology**. Appl. in Agric and Environ. Manage., Marcel Dekker, Inc., New York.

Dobermann AR. (2005) "Nitrogen Use Efficiency - State of the Art. University of Nebraska – Lincoln" DigitalCommons@University of Nebraska – Lincoln.

Dobermann A. and K.G. Cassman. (**2005**)"Cereal area and nitrogen use efficiency are drivers of future nitrogen fertilizer consumption" **Sci. China Ser.C Life Sci**., 48:745-758.

Eghbal B. and Power J.F. **(1999**) "Composted and noncomposted manure application to conventional and no-tillage systems: Corn yield and nitrogen uptake" **Agronomy Journal**., 91, 819-825.

Eghbal B., Ginting D. and Gilly JE. (**2004**) "Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties" **Agronomy Journal.,** 96:442-447.

Fougereux J.A., Dore T., ladonne F. and Fleury A. (**1997**) "Water stress during reproductive stages affects seed quality and yield of Pea (*Pisum Sativum L.*)" **Crop Science**., 37: 1247-1252.

Fraser M., Felming R. J., Ohalloran I. P., Van Etrad L. L. and J. W. Zandstra. (**2006**) " Non nutrient value of manure", literature review. Ridgetown College, University of Guelph, Ontario.

Ghanbari A.A., Shakiba M.R., Toorchi M. and Choukan R. (**2013**) "Nitrogen changes in the leaves and accumulation of some minerals in the seeds of red, white and chitti bean (Phaseolus vulgaris L.) under water deficit conditions" **Australian Journal of Crop Science.,** 7:706-712.

Ghassemi-Golezani K., Ghanehpoor S. and Mohammadi-Nasab A.D. (**2009**) "Effects of water limitation on growth and grain filling of faba bean cultivars" **Journal of Food,Agriculture and Environment**., 7: 442-447.

Ghosh P.K., Ramesh P., Bandyopadhay K.K., Tripathi A.K., Hati K.M. and Misra A.K. (2004) "Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisoils of semi-arid tropics" **I. Crop yields and systems in performance. Bioresource Technology**., 95: 77-83.

Gokmen S., Sencar O. and Sakin M.A. (**2001**) "Response of popcorn (*Zea mays everta*) to nitrogen rates and plant densities" **Turk J Agric.,** 25: 15-23

Hatch D.J., Goodlass G., Joynes A. and Shepherd M.A. (**2007**) "The effect of cutting, mulching and applications of farmyard manure on nitrogen fixation in a red clover grass sward"**Bioresource Technology**., 98, 3243-3248.

Hassegawa R. H., Fonseca H., Fancelli A. L., da Silva V. N., Schammass E. A., Reis T. A., and Corre^a B. (2008) "Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains" **Food Control**., 19: 36-43.

Hirzel J., Matus I., Novoa F. and Walter I. (**2007**) "Effect of poultry litter on single maize (*Zea mays* L.) production and nutrient uptake" **Spanish Journal of Agricultural Research**., 5 (1): 102-109.

Hocking P.J., Kirkegaarda J.A., Angusa J.F., Bernardib A. and Masona L.M. (**2002**) "Comparison of canola, Indian mustard and Linola in two contrasting environments:III. Effect of nitrogen fertilizer on nitrogen uptake by plants and on soil nitrogen extraction" **Field Crops Res**., 79:153-172.

Hoffmann G. and Teicher K. (**1961**) "Colorimetric determination of urease activity in soil"., *Z*. 95: 55-63.

Hotfiled J.L. and Prueger J. (**2004**) "Nitrogen overuse, under use and efficiency". 4 th Intrtnational Crop Science Congress. Brisbane Australia.

Huber D.M., Tasi C.Y., Glover D.V. and Waren H.L. (**1984**) "Relationship of N depositition to grain yield and response of three maize hybrids" **Crop. Sci**., 24: 277-281.

Jasemi M., Haji A. and Gharibi M. (**2014**) " Competence of vendor managed inventory in supply chains using basic mathematical inventory models" **Scientia Iranic**. Transation E, Industrial Engineering, 21(3):1061-1071.

Jasinska Z., Malarz W., Budzunski W. and Tobala P. (**1993**) "Effect of the method of applying nitrogen fertilizer in spring on the yield of Simard", R.R., 1993. Ammonium

acetate- extractable elements. In: Carter, M.R. (Eds.), Soil Sampling and Method of Analysis. Lewis Publishers, Boca Raton F.L. USA, pp. 39-42.

Kanchikerimath M. and Singh D. (**2001**) "Soil organic matter and biological properties after 26 years of maizewheat-cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a combisol India" **Agriculture, Ecosystems and Environment.**, 86:155-162.

Khaliq T., Mahmood T., Kamal J. and Masood A. (**2004**) "Effectiveness of farmyard manure, poultry manure and nitrogen for corn (*Zea mays* L.) productivity" **International Journal of Agriculture and Biology.,** 6(2): 260-263.

Kramer A.W., Timothy A.D., Horwath W. R. and Kessel C.V. (**2002**) "Combining fertilizer and organic input to synchronize N supply in alternative cropping systems in California" **Agriculture, Ecosystems and Environment.**, 91: 233-243.

Kronzucker H.J., Siddiqi M.Y., Glass ADM. and Kirk GJD. (**2000**) " Comparative kinetic analysis of ammonium and nitrate acquisition by tropical lowland rice: implication for rice cultivation and yield potential" **New phytologist**., 145:471-476.

Krupnik T.J., Six J., Ladha J.K., Paine M.J., and Van Kessel C. (**2004**) "An assessment of fertilizer nitrogen recovery efficiency by grain crops across scales".

Kumar A. S., Prasad T. N. and Prasad U. K. (**1996**) "Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield/oil content, nitrogen uptake and water-use of summer sesame (*Sesamum indicum*)" **Indian Agronomy.,** 41: 111-115.

Ladha J.K., Padre A.T., Punzalan G.C., Garcia M. and Watanabe I. (**1989**) "Effect of inorganic N and organic fertilizer on nitrogen-fixing (acetylene-reducing) activity associated with wetland rice plants. In: Skinner, F. A., et al. (Eds.), N_2 fixation with Non-legumes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 263-272.

Laur D.A. (**1975**) "Limitation of animal waste replacement of inorganic fertilizer" Energy Agriculture and Waste Management Proceeding Agricultural Waste Management Conference, Annal Arbor, Science, October: 409-432

Luis S., Marcio E., Guidolin A.F.M., Almidia L.D. and Konslanz V.A. (**2001**) "Nitrogen fertilization impact on agronomic traits of maize hybrids released at different decades" **Pesq Agropee Bras, Brazilian**., D.V. 36(5): 757-764. Maio.

Malakouti M.J. (**2004**) "Fertilizer use by crops in Iran. Report prepared for FAO" Soil and Water Research Institute. Tehran. Iran.

Mallanagouda B. (**1995**) "Effects of N. P.K and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander" **Journal of Medic and Aromatic Plant Science**., 4: 916-918.

Mishra S. N. and A. P. Singh. (**1990**) "Studies on sulphur and phosphorus availability and uptake by groundnut" **Legume Research.,** 12: 160–164.

Mita S., Murano N., Akaike M. and Nakamura k. (**1994**)"Mutants of Arabidopsis thaliana with pleiotropic effects on the expression of the gene for beta-amylase and on the accumulation of anthocyanin those are inducible by sugars" **Plant J**., 11:841-851.

Mohanty S., Paikarayc N. K. and Rajan A. R. (**2006**) "Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.) corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique" **Geoderma.,** 133: 225–230.

Moscheler W.W., Shear G.M. and Martens D.C. (**1998**) "Comparative yield and fertilizer efficiency of no tillage and conventionally tillrd corn" **Agron J.**, 64: 229-231.

Naderian R. and Ghadiri H. (**2010**) "Urban waste compost, manure and nitrogen fertilizer effects on the initial growth of corn (*Zea mays* L.)" **Desert**., :51 159-561.

National Research Council. (**2000**) "Clean coastal waters: Understanding and reducing the effects of nutrient pollution" National Academy Press, Washington, DC.

Nelson D. W. and Sommers L. P. (**1982**) "Total carbon, organic carbon" **American Society Agronomy, Madison, WI.**, 539-579.

Panahyan-e-Kivi M., Ebadi, Ahmad Tobeh A. and Jamaati-e-Somarin Sh. (**2009**) "Evaluation of yield and yield components of lentil genotypes under drought stress" **Research Journal of Environmental Sciences**., 3: 456-.064

Papakosta D. K. and Gagianas A. A. (**1991**) "Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling" **Agron. J**., 83: 864-870.

Penney D. (**2002**) "Micronutrients, Agriculture, Food and Rural Development", ASEA. Soil Quality Benchmark Sites.

Pikol J.k., Hammack L. and Riedell W.E. (**2005**) "Corn yield, nitrogen use, and corn rootworm infestation of rotations in the Northern Corn Belt" **Agron. J**., 97:854-863.

Prakash V., Bhattacharyya R. and Selvakumar G. (**2007)** "Long-term effects fertilization on some properties under rainfed soybean-wheat cropping in the Indian Himalayas" **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**., 170: 224-233.

Prasad K. and singh P. (**1990**) "Response of promising rainfed maize (*Zea mays* L.) varieties to nitrogen application in North Western Hymalayan region" **Indian Journal of Agricultural Sciences**., 60: 475-477.

Reddy D.D., Subba A. and Rupa T.R. (**2000**) "Effect of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yield and soil organic in a vertical" **Bioresource Technology**., 75, 113-118.

Rehman R., Sial J.K., Arshad M. and Zaman W.U. (1999) "Effect of fertilizer doses on nitrate-nitrogen leaching" **Journal of Agriculture and Biology.**,1(4):356-358.

Russo M.A., Belligno A., Wu J.Y. and Sadro V. (**2010**) "Comparing mineral and organic nitrogen fertlizer impact on soil–plant–water system in a succession of three crops" **Recent Research in Science and Technology.,** 2: 14-22.

Salam A.M., and Sabramanian S. (**1988**) "Influence of nitrogen, zinc and interaction on yield and nutrient uptake of IR 20 rice (Orysa sativa L.) in different seasons" **Indian Journal of Agricultural Sciences.,** 58: 190-193.

Schonfeld M.A., Johnson R.C., Carver B.F., Mornhinweg D.W. (**1988**) "Water relations winter wheat as drought resistance indicator" **Crop Sci**., 28, 526-531.

Singh J.P. (**1988**) "A rapid method for determination of nitrate in soil and plant extract" **Plant and soil**., 110: 137-139.

Six J., Elliott K., Paustain A. and Doran J.W. (**1998**)"Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soil" **Soil Sci. Soc. Am.,** J. 62, 1367-1377.

Tejada M. and Gonzalez J. (**2003**)" Effect of the application of a compost originating from crushed cotton gin residues on wheat yield under dry land conditions" **Europ. J. Agron.,** 19:357-368.

Timsina J., Singh U., Badaruddin M., Meisner C. and Amin M. R. **(2001)** "Cultivar, rice-wheatsequences of Bangladesh" **Field Crops Res**., 72: 43-161.

Tollennar M. and Dwyer L. M. (1999) "Physiology of maize. In: Smith, D. L. and Hamel, C. (Eds.)" **Crop Yield, Physiology and Processes**., pp:169-204

Toor G.S. and Bahl G.S. (**1999**) "Kinetic of phosphate desorption from different soils as influenced by application of poultry manure and fertilizer phosphorous and its uptake by soybean" **Bioresource Technology.**, 69:117-121.

Townsend A.R., Howarth R., Bazzaz F.A., Booth M.S., Cleveland C.C., Colling S.K., Dobson A.P., Epstein P.R., Holland E.A., Keeney D.R., Mallin M.A., Rogers C.A., Wayne P. and Wolfe A.H. (**2003**) "Human health effects of a changing global nitrogen cycle" **Frontiers Ecology and Environment.,** 1: 240-246.

Uhart S.A. and Andrade F.H. (**1995**) "Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development to dry matter partitioning, and kernel" **Crop Science.,** 35:1376-1383.

Verma JP., Yadav J., Tiwari KN. and Jaiswal DK. (**2014**) "Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India" **Soil Biology & Biochemistry**., 70: 33-37.

Wang C., Jian D., Hui J. and Juan R. **(2003**) "Optimum nitrogen rate for a high productive rice-wheat system and its impact on the ground water in the Taihu Lake area" **Acta Pedologica Sinica**., 40 (3), P. 426–432.

Wang H. and Zhou J. (**2013**) "Root-zone fertilization-A key and necessary approach to improve fertilizer use efficiency and reduce non-point source pollution from the cropland Soils", 05:785–790.(In Chinese)

Wang Z.R., Rui Y.K., Shen J.B. and Zhang F.S. (**2008**) "Effects of N fertilizer on root growth in Zea mays L. seeding" **Spanish Journal of Agricultural Resarch**., 6:4:677-682.

Abstract

Chemical fertilizers has undesirable effect on environment. An experiment was conducted to investigate the effects of chemical fertilizer management with combined use of manure fertilizer on nitrogen consumption efficiency, nitrogen recycling and soil dynamic nitrogen on *Zea mays* L. This experiment arranged in factorial on randomized complete blocks design with three replications. Factors were included organic fertilizer (0 a2 and 20 ton/ha a1), and nitrogen fertilizer management with the resources of urea in six levels including 100 kg (50% base+50 % in six levels stage, b1)), (100 kg (25 % base+75% six leaves stage b2), (100 kg (25 % base+ 50 % six leaves stage +25 % twelve leaves stage b3)), (200 kg (50% base +50% six leaves stage b4)), 200 kg (25 % base + 75% six leaves stage b5)), 200 kg (25% base +50% six leaves stage +25 % twelve b6)). The results of experiment showed that combined use of manure fertilizer and urea in most traits has significant effect on nitrogen percentage of seed and leaf, weight of 100 seeds, seed yield, organic carbon content and ureas activity content.

Regarding nitrogen dynamics, in most cases, the combined treatment of manure and urea fertilizer resulted in more nitrate content in the soil. Also, in the presence of manure, the lowest level of urea fertilizer with treatments with the highest level of urea but without application of manure for nitrogen use efficiency was at a significant level. This result showed that the combination of manure and urea may reduce fertilizer use and achieved at the same time to optimal efficiency.

In comparing treatments b_2 and b_5 (100 and 200 kg (25 % base+75% six leaves stage) that combination of it with manure or alone were the best treatments. For example in traits such as, nitrogen recovery efficiency, seed yield and ureas activity. These results showed that two stage splitting of fertilizer (25%+75% in six leaves stage)) was the best method of application of fertilizer that causes the transferring of fertilizer in plant concurrency the plants need.

Keywords: Nitrogen, Manure fertilizer, *Zea mays*, Fertilizer Use Efficiency, Environment.

Shahrood University of Technology
Faculty of Agriculture
M.Sc. Thesis in Agroecology

Effects of nitrogen fertilizers and organic fertilizer on use efficiency and nitrogen dynamic in soil in corn

By: Afsane yahyaei

Supervisor:
Hamid Reza Asghari

Advisor:
Mehdi Rahimi

2018