بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه علوم خاک

عنوان:

واسنجی نیترات پای بوته با پاسخ ارقام مختلف جو دیم در مدیریت‌های مختلف کود اوره

استاد راهنما:

دکتر کاظم هاشمی مجد

استاد مشاور:

مهندس ولی فیضی اصل

توسط :

الناز حسین‌زاده چوان

دانشگاه محقق اردبیلی

تابستان ۱۳۹۱

تقدیم به:

پدرم، بزرگ استادم که درس تلاش و زندگی را از او آموختم

به مادرم، بلند تکیه‌گاهم، مظهر صبر و مهربانی که هر چه دارم از اوست

دو وجود مقدسی که توانشان رفت تا من به توانایی رسم

و موهایشان سپیدی گرفت تا من سپید روی شوم

همسر مهربان و فرهیخته‌ام که از آغاز راه همواره مشوق، پشتیبان

و همگام من بوده و کمک‌های شایانی در به ثمر رسیدن پایان‌نامه نموده‌اند

سپاسگزاری:

خداوند متعال را بسیار شاکر و سپاسگزارم که توفیق داد تا این پایان‌نامه را به اتمام برسانم.
از خانواده خود که با کمک‌های بی دریغ خود مسیر را برای من هموار نموده و از هیچ کوششی فروگذار ننمودند کمال تشکر را دارم و امیدوارم که قدردان زحماتشان باشم.
از جناب آقای دکتر کاظم هاشمی‌مجد استادیار گروه خاک شناسی دانشگاه محقق اردبیلی که راهنمائی این پایان‌نامه را قبول فرمودند، سپاسگزاری می‌نمایم.
همچنین از جناب آقای مهندس ولی فیضی اصل عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور (مراغه) که مشاوره این پایان‌نامه را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی نموده و آرزوی موفقیت و طول عمر با برکت برای ایشان از خداوند متعال خواستارم و فراهم نمودن امکانات تحقیق از سوی ایشان را به خاطر خواهم داشت.
از ریاست محترم مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور جناب آقای دکتر عبدالعلی غفاری به خاطر حمایت‌های بی دریغ خود از انجام پایاننامه‌های دانشجویی در راستای اهداف مؤسسه و انجام هماهنگی-های لازم، کمال تشکر و قدردانی را دارم.
همچنین از مدیر گروه محترم علوم خاک جناب آقای دکتر اسماعیل گلی و مسئول آزمایشگاه جناب آقای مهندس انوار نهایت تشکر را دارم. و در پایان سپاسگزار از دوست عزیزم کبری عاصمی وتک تک هم کلاسی‌هایم، و همه کسانی که در این راه یاری کردند می‌باشم.

نام خانوادگی دانشجو: **حسین‌زاده چوان** نام: **الناز**

عنوان پایان نامه: **واسنجی نیترات پای بوته با پاسخ ارقام مختلف جو دیم در مدیریت‌های مختلف کود اوره**

استاد راهنما: **دکتر کاظم هاشمی مجد**

اساتید مشاور: **مهندس ولی فیضی اصل**

مقطع تحصیلی:**کارشناسی ارشد** رشته: **علوم خاک** گرایش: **شیمی و حاصلخیزی خاک**

دانشگاه:**محقق اردبیلی** دانشکده: **کشاورزی** تاریخ دفاع: **۱۳۹۱/۶/۲۰** تعداد صفحه: **۸۵**

کلید واژه‌ها: **مقدار و زمان مصرف، اوره، نیاز نیتروژنی، کارآیی مصرف نیتروژن و ژنوتیپ‌های جو دیم**

چکیده:

نیتروژن به عنوان دومین عامل محدود کننده رشد گیاهان پس از آب در شرایط دیم بشمار می‌رود، زیرا در این مناطق میزان ماده آلی موجود در خاک به عنوان منبع طبیعی نیتروژن مورد نیاز گیاه پائین می‌باشد. بنابراین برای تولید اقتصادی جو در این مناطق استفاده مناسب از کودهای نیتروژنی به منظور افزایش کمیت و کیفیت دانه آن از ضروریات کشت این محصول می‌باشد. به منظور بررسی اثرات مقادیر و زمان مصرف نیتروژن در نیاز نیتروژنی، کارآیی استفاده از نیتروژن و صفات گیاهی بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف جو دیم، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده با زمان مصرف نیتروژن در کرت‌های اصلی (کل نیتروژن در پائیز، $\frac{۱}{۲}$ در پائیز و $\frac{۱}{۲}$ در بهار و $\frac{۲}{۳}$ در پائیز و $\frac{۲}{۳}$در بهار)، مقادیر نیتروژن در کرت‌های فرعی (۰، ۳۰ ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) از منبع اوره و ژنوتیپ‌های جو دیم در کرت‌های فرعی در فرعی (سهند، آبیدر، دایتون، آلفا و بی سی) در ۴ بلوک و به مدت ۳ سال زراعی (۸۹-۸۶) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم (مراغه) به اجرا در آمد. نتایج این پژوهش داده‌ها نشان داد، میزان مصرف نیتروژن بر روی عملکردهای دانه، بیولوژیک و کاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و رابطه بین میزان نیتروژن مصرفی با عملکرد دانه از رگرسیون درجه دوم پیروی نمود. مصرف نیتروژن از طریق افزایش معنی‌دار تعداد سنبله در واحد سطح و وزن تر و خشک ریشه باعث افزایش عملکرد دانه گردید. بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما زمان مصرف نیتروژن اثر معنی‌داری بر روی این صفت داشت و مناسب‌ترین زمان مصرف نیتروژن تماماً در پائیز همزمان با کاشت جو دیم و با سیستم جایگذاری کود در زیر بستر بذر بود مطابق این نتایج نیاز عمومی جو دیم به نیتروژن برای دستیابی به ۹۰ درصد حداکثر عملکرد دانه این محصول در شرایط دیم منطقه مراغه و مناطق مشابه با آن حدود ۴۰ کیلوگرم در هکتار می باشد.کارایی زراعی استفاده از نیتروژن در نیاز نیتروژنی تعیین شده برای جو دیم ۱۰/۶کیلوگرم در کیلوگرم بود که. بدین معنی که مصرف هر کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره توانسته است ۱۰/۶ کیلوگرم عملکرد دانه در جو دیم تولید نماید. نتایج مقایسه میانگین برای کارایی زراعی استفاده از کود نیتروژنی نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن این کارایی نیز به طور معنی‌دار و به صورت نمایی کاهش یافت. در مجموع می‌توان استنباط نمود که کاربرد مقادیر و زمان‌های مختلف مصرف نیتروژن توانست خصوصیات مورفولوژیک، اجزای عملکرد، عملکرد و کارآیی استفاده از نیتروژن را در جو دیم تغییر دهد و در افزایش عملکرد مؤثر واقع شود.

فهرست مطالب

عنوان مطالب **صفحه**

فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱: مقدمه ۲

۱-۱-۱: کلیات ۲

۱-۱-۲: اهمیت و سطح زیر کشت جو دیم درجهان و ایران ۴

۱-۲: مروری بر تحقیقات گذشته ۶

۱-۲-۱: اثرات کاربرد کودهای نیتروژنی بر روی خصوصیات و اجزای عملکرد جو ۶

۱-۲-۲:اثرات اشکال معدنی نیتروژن(آمونیوم و نیترات)خاک بر روی خصوصیات و اجزای عملکرد ۹

۱-۲-۳:مقایسه اشکال معدنی نیتروژن در خاک از جنبه‌های مختلف (میزان جذب، آبشویی، آلودگی)...۱۱

۱-۲-۴: نیاز نیتروژنی جو دیم (نوع کود، زمان مصرف، میزان مصرف) ۱۳

۱-۲-۵: اثرات اقلیم (گرما و تنش رطوبتی) در پاسخ جو دیم به نیتروژن ۱۵

۱-۲-۶: اثرات متقابل نیتروژن با عناصر غذایی در جو دیم ۲۲

فصل دوم: مواد و روش ها

۲-۱: مشخصات جغرافیایی و اقلیمی محل اجرای آزمایش ۲۵

۲-۲: قالب طرح آماری ۲۷

۲-۳: روش اجرای آزمایش ۲۸

۲-۴:روش نمونه برداری از اندام‌های هوایی ۲۸

۲-۵: تجزیه‌های آزمایشگاهی ۲۹

۲-۶: نتایج تجزیه خاک ۲۹

۲-۷: روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها ۳۰

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱: نتایج تجزیه واریانس ۳۲

۳-۲: تاثیر سطوح مختلف و زمان مصرف نیتروژن بر خصوصیات گیاهی و عملکرد ۳۵

۳-۳: مقایسه میانگین خصوصیات گیاهی و عملکرد برای ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم..... ۵۴

۳-۴: ضرایب همبستگی بین صفات گیاهی مورد مطالعه ۶۳

۳-۵: نتیجه گیری ۶۷

۳-۶: پیشنهادات ۶۷

فهرست منابع ۶۸

فهرست جدول ها

عنوان جدول **صفحه**

۲-۱:آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در سال ۸۷- ۸۶ و میانگین بلند مدت ۲۶

۲-۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش در عمق ۰ الی ۲۵ سانتی‌متری ۳۰

۳-۱: میانگین مربعات و سطح معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد ۳۳

۳-۲: میانگین اثر سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات عملکرد و اجزای عملکرد ۴۲

۳-۳:میانگین اثرسطوح مختلف نیتروژن برغلظت پتاسیم،سدیم ونیترات وآمونیوم باقیمانده درخاک.....۵۳

۳-۴: میانگین اثر ژنوتیپ‌های مختلف بر خصوصیات عملکرد و اجزای عملکرد..... ۵۷

۳-۵: میانگین اثر ژنوتیپ‌های مختلف بر غلظت پتاسیم، سدیم و نیترات و آمونیوم باقیمانده در خاک...۶۲

۳-۶:ضریب همبستگی بین صفات گیاهی وغلظت پتاسیم،سدیم ونیترات وآمونیوم باقیمانده درخاک... ۶۶

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

۳-۱: رابطه بین نیتروژن مصرفی با عملکرد دانه جو دیم ۳۶

۳-۲:رابطه بین نیتروژن مصرفی با عملکرد بیولوژیک جو دیم ۳۷

۳-۳:رابطه بین نیتروژن مصرفی باپتاسیل قابل جذب(الف)ومقدار پتاسیم قابل جذب اضافه شده به خاک در اثر مصرف اوره(ب)..... ۴۵

۳-۴: رابطه بین نیتروژن مصرفی با آمونیوم قابل جذب در خاک ۴۷

۳-۵: رابطه بین میزان آمونیوم و پتاسیم قابل جذب در خاک ۴۸

۳-۶: رابطه بین میزان آمونیوم و سدیم قابل جذب در خاک ۴۹

۳-۷: رابطه بین میزان نیتروژن مصرفی با نیترات باقیمانده در خاک ۵۰

۳-۸: رابطه بین میزان نیتروژن مصرفی بعلاوه نیترات خاک با عملکرد دانه جو دیم ۵۱

۳-۹: میانگین اثر ژنوتیپ بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه جو دیم ۵۵

۳-۱۰: میانگین اثر ژنوتیپ بر تغییرات عملکرد دانه جو دیم و پتاسیم قابل جذب در خاک ۶۰

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

۱-۱-۱- کلیات

نیتروژن عنصری مهم و حیاتی برای گیاهان به شمار میرود که توسط بشر قابل تنظیم است (لاگرید و همکاران، ۱۹۹۹). برای تولید اقتصادی غلات در مناطق خشک و نیمه خشک، مدیریت نیتروژن از اولویت ویژه ای برخوردار است و استفاده مناسب از کودهای نیتروژنی به منظور افزایش کمیت و کیفیت دانه غلات از ضروریات کشت این محصول به شمار می رود (فاتیما و همکاران، ۱۹۹۲). در کشاورزی مدرن، کمبود نیتروژن بیشتر از هر عنصر دیگر، عامل محدود کننده رشد می باشد. این عنصر به مقدار زیاد به وسیله گیاهان از خاک جذب می شود. بنابراین تامین نیتروژن قابل استفاده کافی در خاک برای رشد بهینه گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار است (آنتپ، ۱۹۹۷). نتایج پژوهش‌ها نیز اثر مثبت نیتروژن را بر جو دیم نشان می‌دهد، به طوری که با افزایش نیتروژن عملکرد دانه و میزان پروتئین آن به صورت خطی یا درجه دوم افزایش می‌یابد (کوسی، ۱۹۸۷؛ رایان و همکاران، ۲۰۰۹). در شرایط نیمه خشک، نیاز نیتروژنی غلات دانه ریز (گندم، جو و...) بستگی زیادی به رطوبت و مقدار نیتروژن قابل استفاده آن دارد. در شرایط دیم و در سالهای نسبتاً خشک، آب عامل محدود کننده به شمار میرود. مصرف کودهای نیتروژنی قبل از کشت، یا افزایش کود سرک در مراحل اولیه رشد، سبب رویش گیاهی بیش از حد گردیده و در نتیجه آب ذخیره شده سریعاً به اتمام میرسد. در صورت وجود تنشهای رطوبتی، افزایش کود نیتروژنی به گندم، موجب کاستی عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد سنبله در واحد سطح می شود (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). شکل های عمده نیتروژن معدنی خاک به صورت تبادلی (NH_4^+)، کاملا محلول در آب (NO_3^-) و نیتریتی(NO_2^-) است. پویایی و تحرک شکل نیتراتی زیاد بوده، بنابراین می تواند به راحتی شسته شده و به افق های پایینی خاک انتقال یابد. در حالی که شکل تبادلی، جذب کلوئیدهای خاک شده و پویایی کمتری دارد. همچنین به وسیله باکتری های نیترات ساز به نیترات تبدیل شده و یا این که جذب گیاه می شود . شکل نیتریتی معمولا در خاک ناچیز است، مگر اینکه آمونیوم یا کودهای حاوی آمونیوم به خاک های خنثی و یا قلیایی اضافه شده باشد (میولوانی، ۱۹۹۶).

رشد و تولیدات گیاهی به ویژه محصولات کشاورزی وابستگی شدیدی به میزان نیترات موجود در محلول خاک دارد. جو دیم نیز به مجموع نیترات موجود در خاک و نیتروژن مصرفی تا سطح ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار پاسخ مثبت نشان می‌دهد، به طوری که این پاسخ برای عملکرد دانه اغلب به صورت درجه دوم و برای پروتئین دانه خطی است (جکسون، ۲۰۰). متأسفانه، اغلب خاک های زراعی و حتی اکوسیستم های طبیعی مواجه با کمبود شدید نیترات هستند. عدم وجود سنگ معدن نیترات در طبیعت، رقابت شدید بین گیاهان جهت جذب این ماده، محلول بودن نمک های نیتراتی که باعث شستشوی آنها در اثر بارندگی و آبیاری به اعماق خاک و در نتیجه غیرقابل دسترس شدن آن برای ریشه های گیاهی می شود و تغییرات فصلی، زمانی و مکانی از جمله مهمترین عواملی هستند که در کمبود نیترات خاک سهم به سزایی دارند (فیلیور و دانیل ودل، ۱۹۹۹؛ زو و همکاران، ۱۹۹۹). تنظیم کود مصرفی از دیگر روشهای کاهش آبشویی نیترات است. اصولاً، تا زمانی که مقدار کود مصرفی با مقدار برداشت گیاه متناسب باشد، میزان آبشویی نیترات به کمترین مقدار میرسد. چنانچه تمام کود به یکباره (روشی که در مناطق خشک و نیمه خشک مرسوم است) به کار رود، تلفات نیترات افزایش و بازده کود کاهش خواهد یافت. مصرف چند باره کودهای نیتروژنی در مراحل مختلف رشد گیاه، برای حل مشکل میتواند راهگشا باشد(لاگرید و همکاران، ۱۹۹۹).راههای متعددی برای مصرف متعادل و جلوگیری از مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی وجود دارد که استفاده از واسنجی نیترات پای بوته (PSNT)[1] یکی از این روشهاست. با اعمال روش اندازه‌گیری نیترات پای بوته ثابت شده است که نیاز اکثر محصولات کشاورزی به نیتروژن، به طور عمده از ماه دوم رشد به بعد شروع میشود. چون در ایران کودهای نیتروژنی عمدتاً قبل از کشت به خاک داده میشود، به دلیل پویایی کود نیتروژنی و رشد محدود ریشه در اوایل فصل رشد، گیاه قادر به استفاده از این مقدار نیتروژن نبوده و این عمل باعث افت بازدهی کودی و آلودگی محیط زیست میشود (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). محصولات زراعی یکساله (جو، گندم یونجه، شبدر و...) در دوره رشد نیاز به مقداری فراوان نیتروژن قابل جذب دارند. برداشت نیتروژن از مرحلهٔ نشایی آغاز گشته و در مراحل بیشترین رشد و گلدهی به حداکثر مقدار خود میرسد. این عنصر از زمان میوه‌دهی تا رسیدن بذر، از اندامهای رویشی به اندامهای زایشی منتقل میگردد. نیتروژن ماده غذایی پویایی بوده و ممکن است زمان مصرف آن برای موفقیت گیاه بحرانی باشد. با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی و محیطی، می توان با تحمل کمترین میزان تلفات، بازدهی نیتروژن را به حداکثر مقدار ممکن رساند. حداکثر بازده نیتروژن هنگامی حاصل میگردد که مقدار و زمان مصرف کود هماهنگ با نیاز گیاه باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳).

[1] Preside dress nitrogen test

اهدافی که این پایان نامه به دنبال آن می باشد، عبارتند از:

۱. بررسی امکان تعیین نیاز نیتروژنی گیاه از طریق واسنجی نیترات پای بوته در شرایط مختلف

۲. کالیبراسیون نیترات پای بوته با پاسخهای گیاهی (میزان جذب نیتروژن توسط گیاه و عملکردهای کمی و کیفی گیاه)

۳. شستشو و تغییرات نیتروژن معدنی (نیترات و آمونیوم) با اندازه گیری نیترات در پروفیل خاک

۴. رابطهٔ دامنه شستشو و تغییرات نیترات در پروفیل با مشخصات خاک ، عوامل اقلیمی و خصوصیات گیاهی

با توجه به کمبود آب در ایران، سطح وسیعی از غلات کشت شده بصورت دیم می باشد. بخاطر مشکلات مربوط به هدررفت کود نیتروژنه، کمبود نیتروژن در اغلب دیم زارها عامل اصلی افت عملکرد در این اراضی می باشد. روشهای معمول ارزیابی حاصلخیزی خاک برای نیتروژن در اراضی دیم چندان کارآیی ندارد. در سالهای اخیر روش نیترات پای‌بوته برای این عنصر در برخی از محصولات آبی پیشنهاد شده است. در ایران تحقیقی مبنی بر امکان استفاده از این روش و کارآیی آن در کشتهای دیم صورت نگرفته است. با استفاده از این روش می توان راندمان مصرف کود اوره را افزایش داد و همچنین با بررسی میزان نیترات خاک و پاسخ گیاهان می توان حد بحرانی نیترات را برای جو دیم تعیین کرد، لذا به منظور دستیابی به اهداف یاد شده انجام این پژوهش ضروری به نظر می رسد.

۱-۱-۲- اهمیت و سطح زیر کشت جو دیم درجهان و ایران:

جو یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی بوده و مبدأ آن را برخی از گیاه‌شناسان از آفریقا و عده‌ای نیز از آسیا بخصوص سوریه می‌دانند. زراعت جو در اکثرکشورهای تولیدکننده آن سابقهٔ بسیار طولانی دارد و از زمان‌های خیلی گذشته دانهٔ آن علاوه بر آن که در تغذیه انسان مورد مصرف داشته، در قنادی‌ها نیز از آن استفاده می‌شده و از مالت آن نیز در صنعت و داروسازی استفاده به عمل می‌آمده و در کارخانجات نشاسته‌سازی نیز استفاده می‌شد. در حال حاضر در اغلب کشورها از آن نوشابه‌های الکلی و غیر الکلی بدست آورده و در پرورش حیوانات بویژه در تغذیه گاوهای شیری و گوساله‌های پرواری و حتی پرندگان نیز به مقدار زیاد بکار می‌رود.این گیاه دارای مقادیر زیادی ویتامین به خصوص از نوع A-B_{12}-B_2-B_1-E بوده که علاوه برآن از نظر مواد معدنی مانند کلسیم، فسفر، مس، سدیم، منگنز، منیزیم وکبالت غنی می‌باشد. کاه آن نیز در غذای حیوانات و تهیه بستر آنها به کار رفته و حتی علوفه سبز آن نیز غذای مناسبی برای دام‌ها می‌باشد. از ساقه آن نیز در کاغذسازی استفاده می‌شود (خدابنده، ۱۳۸۷). جو به علت مقاومتش در ناسازگاری‌های محیطی و نیز به سبب نیاز کم به رطوبت و تطابق با محیط کشت، در بسیاری از نقاط جهان کشت می‌شود. هر گاه رطوبت یک عامل محدودکننده در مناطق خشک و نیمه-

خشک باشد، جو از سایر غلات سردسیری در شرایط مشابه حاصل بیشتری تولید می‌کند. جو برای سبز شدن احتیاج به رطوبت کمتری نسبت به گندم دارد. (بهنیا، ۱۳۷۶). یکی از صفات بارز این محصول سازگاری و مقاومت به خشکی آن است، به طوری که نیاز آبی جو برای تولید هر دانه کمتر از دیگر غلات می‌باشد که دلیل آن تعرق نسبی کم این گیاه است. به طوریکه برای تشکیل یک گرم ماده خشک حدود ۵۰۰ گرم آب نیازمند است. از این رو جو استقامت بیشتری به خشکی نسبت به گندم دارد و در خاک‌هایی که کم عمق و نسبتاً خشک هستند، بیش از گندم می‌تواند تولید قابل قبولی از کاه و کلش و به همان میزان دانه داشته باشد، چنین خصوصیتی حضور گسترده آن را در مناطق نیمه خشک دنیا بیان می‌کند (رایان و همکاران، ۲۰۰۹). بر اساس اطلاعات سازمان خوار بار کشاورزی جهانی، در سال ۱۹۹۷ سطح زیر کشت جو در جهان ۶۶۵۰۱ هزار هکتار بوده است که نسبت به سال گذشته حدود ۰/۳ درصد کاهش را داشته است. از سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۷ در یک دوره ده ساله سطح زیر کشت جو جهان متغیر بوده است. در این دوره کمترین میزان سطح زیر کشت مربوط به سال ۱۹۹۷ و بیشترین آن با ۷۵۵۶۷ هزار هکتار مربوط به سال ۱۹۹۱ بوده است (اداره کل آمار و اطلاعات ،۱۳۷۷). در سال‌های ۱۳۶۶ الی ۱۳۸۲ سطح زیر کشت جو دیم در کشور بین ۹۲۰۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰۰۰ هکتار در نوسان بوده است. سطح زیر کشت جو در اقلیم‌های سرد، معتدل و نیمه‌گرم به ترتیب ۳۶۳۹۸۶، ۲۲۸۲۷۰، ۳۰۲۸۸۳، هکتار است. به دلیل بالا بودن میزان شوری خاک و دما و همچنین وقوع تنش خشکی در بسیاری از استان‌های کشور کاشت جو در مناطق دیم مناسب‌تر از سایر محصولات است (بی‌نام، ۲۰۰۵). در سال زراعی ۷۶-۱۳۷۵ سطح زیر کشت جو آبی کشور برا بر ۶۲۸.۹ هزار هکتار بوده که نسبت به سال قبل ۱۱/۹ هزار هکتار افزایش داشته است.کشت جو دیم، بیشترین سهم اراضی زیر کشت جو را به خود اختصاص می دهد. مقدار سطح زیر کشت جو دیم در دوره مورد بررسی بین ۸۷۰ هزار تا ۱/۷ میلیون هکتار در نوسان بوده است.(اداره کل آمار و اطلاعات ،۱۳۷۷). مقدار تولید جو جهان در سال ۱۹۹۷ برابر ۱۵۰/۵ میلیون تن بوده است. مقدار تولید جهانی جو در سال ۱۹۹۷ نسبت به سال قبل ۲/۹ درصد و نسبت به سال ۱۹۸۸ (ده سال قبل) ۷/۸ درصد کاهش نشان می دهد.در سال زراعی ۷۶-۱۳۷۵ در ایران ۲/۵میلیون تن جو تولید شده است که نسبت به سال قبل ۸/۷ درصد کاهش داشته است. مقدار تولید جو کشور در سال زراعی ۷۶-۱۳۷۵ نسبت به ابتدای دوره مورد بررسی (۶۷-۱۳۶۶)حدود ۲۶/۴ درصد کاهش داشته است (اداره کل آمار و اطلاعات،۱۳۷۷).

۱-۲- مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۲-۱- اثرات کاربرد کودهای نیتروژنی بر روی خصوصیات و اجزای عملکرد جو

از بین سه عنصر غذایی اصلی (N,P,K) اثر نیتروژن بر خصوصیات گیاهی و اجزای عملکرد گندم در شرایط دیم بیشتر می باشد. تأمین نیتروژن کافی برای گندم اهمیت زیادی در کیفیت و کمیت گلوتن دانه دارد. مقدار و خصوصیات گلوتن نقش مهمی را در طول ساخت خمیر و فرایند پخت نان ایفا می‌کند. اثر کود فسفر بر کیفیت و کمیت گندم نیز به نسبت تغذیه ای میان فسفر و نیتروژن بستگی دارد. البته گستره مطلوب کاربرد کود برای رسیدن به عملکرد و کیفیت مطلوب دانه، در شرایط آگرواکولوژیکی مناسب به وقوع می پیوندد، چرا که به طور مثال پاسخ به مقادیر مختلف کود نیتروژنی، به مقدار زیادی به بارندگی سالیانه و توزیع آن بستگی دارد (بریسز، ۲۰۰۱).

پژوهشگران زیادی بر این باورند که مصرف کودهای نیتروژنی در شرایط دیم که اغلب گیاه با محدودیت منابع نیتروژنی مواجه است، اثرات مثبت و معنی‌داری را در افزایش عملکرد دانه و بهبود اجزای عملکرد جو دیم دارد (جونز و همکاران، ۱۹۹۳؛ لاور و پارتریج، ۱۹۹۹؛ جکسون، ۲۰۰۰؛ کنزی و جکسون، ۲۰۰۵). به نظر می‌رسد یکی از عمده‌ترین دلایل آن، افزایش سطح سبز گیاه و نقش اندام‌های رویشی در تامین مواد مورد نیاز سنبله از طریق انتقال مجدد مواد هیدروکربنی محلول و نیتروژن مورد نیاز سنبله و همچنین جلوگیری از پیری زودرس برگ‌ها در مصادف شدن گیاه با تنش‌های رطوبتی و حرارتی در مرحله پر شدن دانه جو دیم باشد (کوباتا و همکاران، ۱۹۹۲؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۰؛ وان اوستروم و همکاران، ۲۰۱۰).

فردریک و همکاران (۱۹۹۵) بیان نمودند که در محیط‌هایی که توان تولیدی بالایی دارند یا بقایای نیتروژن خاک پایین است با مصرف نیتروژن افزایش عملکرد مشاهده می‌شود. با بهبود وضعیت تغذیه‌ای (به ویژه مصرف کود نیتروژن) رشد و توسعه سایه انداز گیاهی سریع‌تر شروع شده و سریعتر سطح خاک را می‌پوشاند و باعث کاهش از دست رفتن آب از سطح خاک می‌گردد و در نتیجه منجر به افزایش کارایی تبدیل مواد نتوستنزی به ماده خشک می‌گردد (پاین و همکاران، ۲۰۰۱). پیل‌بم و همکاران (۱۹۹۷) گزارش نمودند که با افزایش مصرف نیتروژن از ۳۰ به ۹۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه گندم در حدود ۸۹۰ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد. لوید و همکاران (۱۹۹۷) با مصرف یک سطح نیتروژن در مراحل مختلف رشد گندم، نشان دادند که بین ارقام از نظر عملکرد ماده خشک اندام هوایی اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد. ویلسون و همکاران (۱۹۹۶) به عدم عکس‌العمل معنی‌دار ارتفاع بوته نسبت به سطوح مختلف نیتروژن مصرفی اشاره نمودند. شهسواری و صفاری (۱۳۸۴) در طی مطالعه‌ایی

که در آن اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در کرمان مورد بررسی قرار دادند مشاهده کردند که وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد سنبلچه در سنبله، درصد پروتئین دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن خشک در مرحله گرده افشانی و عملکرد دانه به طور معنی‌داری با مصرف مقادیر بیشتر کود نیتروژن افزایش یافتند. در غلات، نیتروژن برای پنجه‌زنی اهمیت داشته و تعداد دانه را افزایش می‌دهد و همچنین موجب افزایش وزن هزار دانه می‌شود (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۵).گودینک و دیویس (۱۹۹۲) نشان دادند که برای افزایش درصد پروتئین دانه و کیفیت پخت نان گندم محلول‌پاشی کود اوره در مرحله گل‌دهی و بعد از آن فواید زیادی نسبت به کاربرد آن در خاک دارد. شریفی الحسینی و قاسم‌زاده (۱۳۸۸) در بررسی واکنش دو رقم جدید دوروم به تقسیط و محلول-پاشی کود نیتروژن در نیشابور گزارش دادند که تقسیط چهار نوبت کود ازته مورد نیاز در زمان‌های قبل از کاشت، ابتدای ساقه رفتن، گرده‌افشانی و دانه‌بندی در افزایش خواص کیفی دانه قابل توجه بود. اعمال یک نوبت محلول‌پاشی کود نیتروژن در مرحله گرده‌افشانی اثرات موثر و معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه و مقدار پروتئین ارقام گندم داشت. موسوی و همکاران (۱۳۹۰) در طی آزمایشی به منظور ارزیابی اثرات روش‌های مختلف عرضه کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم چمران در شرایط آبی به این نتیجه رسیدند که با روش‌های تقسیطی و تلفیقی می‌توان به عملکرد مناسب دست یافت. تحقیقات انجام گرفته توسط کاظمی و همکاران (۱۳۷۹) نشان داد که نیتروژن نه تنها باعث افزایش پروتئین می‌شود بلکه سختی دانه و شیشه‌ای بودن آن را در گندم افزایش می‌دهد. طبق گزارش لطف اللهی و ملکوتی (۱۳۷۹) محلول‌پاشی کود اوره درصد پروتئین دانه را از ۱۱.۲ به ۱۲.۵ درصد در گندم افزایش داد. ارقام متفاوت گیاهان واکنش مختلفی نسبت به نیتروژن نشان می‌دهد. مطالعات مختلف در مورد ارقام گندم نشان دهنده‌ی عکس‌العمل متفاوت در مناطق کشاورزی است (هگموم، ۱۹۷۹؛ مودج و همکاران، ۲۰۰۸).

مقدار نیتروژن از ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه از ۲۳۳۲ به ۲۴۵۴ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا می‌کند، ولی افزایش بیشتر نیتروژن به ۱۵۰ کیلوگرم باعث کاهش عملکرد دانه به ۲۱۵۹ معارفی (۱۳۷۶) با بررسی اثر نیتروژن و فسفر بر کلزا (رقم بلیندا) در منطقه گنبد، نتیجه گرفت که با افزایش کیلوگرم در هکتار می‌شود. خادمی و همکاران (۱۳۷۹) گزارش کردند که به طور کلی نیتروژن مورد نیاز کلزا بهتر است در دو نوبت (یک دوم قبل از کاشت و یک دوم در مرحله شروع رشد ساقه) مصرف شود و اگر انتظار عملکرد بالا داریم می‌توان نیتروژن مورد نیاز را در نوبت سوم (مرحله غنچه-دهی) نیز مصرف نمود. محدود کننده‌ترین عنصر برای گیاه برنج نیتروژن است. نیتروژن در مراحل رشد رویشی به ویژه پنجه‌زنی از طریق افزایش تولید اسیمیلات‌ها، سبب افزایش فتوسنتز و سطح برگ گیاه می‌شود. همچنین نیتروژن در مرحله پر شدن دانه نقش به سزایی دارد (عرفانی و صالحی، ۲۰۰۱).

در گیاه گلرنگ استفاده از کودهای نیتروژن دار تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه نداشته، ولی با افزایش نیتروژن خاک درصد روغن دانه کاهش و عملکرد روغن در بوته افزایش یافته است (استر و هاریگان، ۱۹۸۶). استفاده از نیتروژن زیاد در زراعت گلرنگ ممکن است موجب افزایش پروتئین دانه و کاهش روغن آن شود همچنین در گیاه گلرنگ استفاده از کودهای نیتروژن‌دار می‌تواند از طریق تأثیر بر تعداد انشعابات و در نتیجه تعداد طبق در بوته موجب افزایش عملکرد دانه شود (ویس، ۲۰۰۰). نیتروژن یکی از عوامل کلیدی برای رسیدن به عملکرد مطلوب می‌باشد. برنج‌های هیبرید در مقایسه با سایر واریته‌ها، نیتروژن معدنی به ویژه نیترات را طی مراحل رشد به میزان بیشتری جذب می‌کنند (فاجریا و بالیگار، ۲۰۰۱؛ ملکوتی و کاووسی، ۲۰۰۵). تیموریان و همکاران (۱۳۸۸) در طی مطالعه‌ای درباره مقادیر کود نیتروژنه و محدودیت‌های منبع و مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج به این نتیجه رسیدند که مقادیر کود نیتروژن تنها روی طول خوشه اثر معنی‌داری دارد.

از آنجایی که مواد معدنی موجود در خاک مهمترین منبع تأمین عناصر غذایی اجزای مختلف گیاهی شمرده می‌شود؛ تولید هر تن بذر چغندرقند نیز در صورت استفاده مطلوب از کود به ترتیب نیاز مصرف ۱۱۴، ۳۷، ۱۲۸ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم است (زاریشناک و شیان،a۱۹۹۱). صادق‌زاده حمایتی و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایشی روی تأثیر کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن و فسفر روی روند تغییرات مؤلفه‌های فیزیولوژیکی رشد بوته‌های بذری چغندرقند دریافتند که مصرف نیتروژن و فسفر اثر معنی‌داری روی عملکرد بذر خام و عملکرد بذر قابل فروش نداشت. مصرف نیتروژن از یک سو موجب افزایش وزن خشک کل گیاه شد و از سوی دیگر، زمان به حداکثر رسیدن آن را تسریع کرد در نهایت، مصرف نیتروژن و فسفر با افزایش دوام سطح برگ و دوام زیست توده همراه شد.

جو در زمین های زهکشی شده لومی که حاوی مقدار زیادی پتاسیم و فسفر باشد بهتر رشد می کند. کم بودن نیتروژن قابل دسترس تا حدی مطلوب است. زیرا فراوانی این عنصر رشد رویشی را افزایش می دهد، در چنین شرایطی ممکن است گیاه قبل از رسیدن دانه ها ورس کند و اگر این موضوع اتفاق بیفتد میزان عملکرد و کیفیت محصول پایین می آید. مانند سایر غلات جو نیز برای رشد خوب به خاکهای حاصلخیز احتیاج دارد و به کود عکس العمل خوبی نشان می دهد. کاربرد کود شیمیایی باید بر اساس آزمایش خاک استوار باشد. بر اساس معیارهای سنتی، اگر غلات کوتاه، ضعیف و دارای رنگ سبز روشن باشند، کاربرد ۴۰ تا ۶۰ کیلو نیتروژن در هکتار توصیه می شود. بعضی معتقدند که مصرف بیش از ۵۰ کیلو ازت در هکتار خطر ورس را زیاد می کند. در مزارعی که غلات در آن کمتر ورس دارند نباید نیتروژن زیادی بکار برد (عوض کوچکی و همکاران، ۱۳۶۶). جو نیز مانند هر گیاه دیگر به عناصر غذایی متعادل نیازمند است. پایین بودن میزان نیتروژن و فسفر تا حدی پتاسیم قابل جذب می تواند عملکرد را محدود کند. به کار بردن کود به منظور تولید حداکثر محصول باید مبتنی برآب قابل مصرف

پیش بینی شده باشد. برای تولید جو به منظور تامین خوراک دام، مقدار کود مصرفی معمولا زیادتر از مقداری است که برای مصرف در صنایع تخمیری کشت می شود. مصرف ۵۰ تا ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می تواند عملکرد را افزایش دهد ولی این کار باید بر اساس نتایج آزمایشهای خاکشناسی و تعین نیاز واقعی با توجه به هدف اصلی از تولید محصول و واریته کشت شده صورت بگیرد. کودهای فسفر دار در پرشدن دانه های جو موثر می باشد ولی نیاز جو به کودهای دارای پتاسیم بسیار کم است (آرنون، ۱۹۷۲؛ چپمن و کارتر، ۱۹۷۵؛ لئونارد و مارتین، ۱۹۶۳). واکنش ارقام جو به نیتروژن در مقایسه با سایر عناصر غذایی پیچیده‌تر است اما به طور کلی از سه جنبه قابل بررسی است؛ جذب نیتروژن از خاک، رشد رویشی و عملکرد و چگونگی انتقال نیتروژن و دیگر اسیمیلات به دانه (اهدایی و واینز، ۲۰۰۱). افزایش نیتروژن عملکرد دانه و میزان پروتئین جو دیم را به صورت خطی یا درجه دوم افزایش می‌دهد. معمولاً دادن بیش از حد نیتروژن به غلات دانه ریز باعث تجمع نیتروژن در دانه‌های آنها شده و ممکن است این موضوع با کاهش محصول همراه باشد (کیوسی، ۱۹۸۷). میرلوحی و همکاران (۱۳۷۸) در یک بررسی چند ساله در مرد تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد جو گزارش کردند که کاربرد کود آلی به ویژه در مقادیر زیاد باعث بهبود کلیه‌ی صفات و در نهایت عملکرد بیشتر جو گردید. ورود مواد آلی به خاک باعث افزایش عناصر غذایی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه، افزایش تعادل نیتروژنی و کارایی جذب فسفر می‌شود.

۱-۲-۲- اثرات اشکال معدنی نیتروژن (آمونیوم و نیترات) خاک بر روی خصوصیات و اجزای عملکرد جو

نیتروژن یک ماده غذایی معدنی است که گیاهان به مقدار زیاد به آن نیاز دارند. یون های نیترات و آمونیوم دو شکل اصلی نیتروژن هستند که به وسیلهٔ گیاهان جذب می شوند. هر چند که نیترات پس از جذب و قبل از ورود به ترکیبات نیتروژن دار آلی به آمونیوم احیا می شود اما مدت هاست این عقیده مطرح می باشد که آمونیوم و نیترات به عنوان منابع نیتروژن از نظر اثر بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه با هم متفاوت هستند (ریوس- گنزالس و همکاران، ۲۰۰۲). سازگاری نسبی گیاهان برای استفاده از نیترات و آمونیوم متفاوت است. متابولیسم آمونیوم نسبت به نیترات به انرژی کمتری نیاز دارد بنابراین گیاهان باید آمونیوم را ترجیح دهند اما تنها برخی از گونه های گیاهی می توانند در محیطی که آمونیوم تنها منبع نیتروژن است به خوبی رشد کنند. بیشتر گونه های زراعی وقتی در محیط دارای آمونیوم قرار می گیرند علایم مسمومیت شدید به آمونیوم را نشان می دهند و محیط دارای نیترات برای رشد آنها مناسب تر است (کرانزاکر و همکاران، ۱۹۹۹). در انتخاب نوع کود نیتروژنی برای گندم باید از طریق آزمایشهای

گلدانی به مقدار نسبی نیترات و آمونیوم موجود در کود توجه شود (غفاری و همکاران، ۱۳۸۶). دربین فرم‌های نیتروژن، نیترات شکل معمول جذب نیتروژن به وسیله غلات است. در اوایل فصل رشد مقدار نیترات در خاک بالاست و می‌تواند برای استفاده مطلوب باشد، زیرا در بیشتر حالات شرایط خاک ترکیبات آمونیومی طی عمل نیتریفیکاسیون به سرعت به وسیله میکروارگانیسم‌های خاک به نیترات تبدیل می‌شود (پترسون وهمکاران، ۲۰۰۸).

جذب یون نیترات به وسیله گیاه، تحت کنترل ژنتیکی بوده (اهدایی و همکاران، ۲۰۰۶) و تفاوت-های قابل ملاحظه‌ای بین واریته‌ها وجود دارد. این تفاوت‌ها ناشی از اندازه و مرفولوژی ریشه‌ها، میزان عناصر معدنی مورد نیاز ناشی از سرعت رشد نسبی، جذب و انتقال یون‌ها و کارایی مصرف آنهاست. پس از جذب نیترات به وسیله ریشه‌ها، یک مجموعه نقل و انتقال مستقل از هم برای نیترات اتفاق می-افتد. نیترات می‌تواند در ریشه‌ها ذخیره شود. به وسیله بافت ریشه‌ها احیاء شده و به صورت آمینواسید سنتز شده و یا در سرتاسر سلول‌های ریشه منتقل شده و از طریق آوند چوبی به سمت قسمت‌های هوایی گیاه حرکت کند. آمینواسید تولید شده می‌تواند به سمت ریشه‌ها یا دانه از طریق آوند آبکش منتقل شود (فتحی و همکاران، ۱۳۸۸؛ آرگوی و کوئیمندا، ۲۰۰۸).

قرار دادن نیتروژن به صورت تقسیطی برای دستیابی گیاه به نیترات به صورت تدریجی تعیین کننده رشد رویشی و عملکرد است. در مطالعه‌ای بر روی ده رقم گندم نشان داده شد که تنوع ژنتیکی مشاهده شده برای درصد پروتئین دانه در رابطه با شاخص برداشت نیتروژن می‌باشد. ارقام با کارایی توزیع نیتروژن بیشتر دارای عملکرد بیشتر و درصد پروتئین دانه داشتند. شاخص برداشت نیتروژن بین ارقام گندم متفاوت بود که این صفت می‌تواند یک معیار انتخاب برای بهبود عملکرد با حفظ درصد پروتئین دانه باشد (جیانگ چنگ و همکاران، ۲۰۰۰؛ پاکاد و همکاران، ۱۹۸۵).

در آزمایشی که توسط قو و همکاران (۲۰۰۱) مشخص شد که نوع و شکل کود نیتروژنی مصرف شده در مزرعه بررشد اندام هوایی اثر می‌گذارد. هنگامی که آمونیوم (NH_4^+) و نیترات (No_3^-) به صورت جداگانه در مزرعه به کار برده شوند، رشد ریشه و میزان جذب آب به طور معنی‌داری در ریشه های تغذیه شده با نیترات بالاتر از ریشه‌های تغذیه شده با آمونیوم و تجمع بالای نیترات و پتاسیم در ریشه‌ها همراه است. زاریشناک و شکلیار (۱۹۹۵) با مطالعه روی خاک‌های چرنوزم استپ جنگلی در اوکراین با میزان ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم فسفر قابل دسترس و ۹۰ تا ۱۲۰ میلی‌گرم پتاسیم قابل جذب در کیلوگرم خاک، نشان دادند که دستیابی به بالاترین عملکرد بذر (۲ تا ۲/۵ تن در هکتار) و جوانه‌زنی (۸۵ تا ۹۰ درصد) هنگامی که در بهار مقدار نیتروژن نیتراتی، آمونیومی و مجموع نیترات + آمونیوم در عمق صفر تا ۱۰۰ سانتی‌متری خاک به ترتیب معادل ۶۰-۵۰، ۸۵-۸۰ و ۱۵۰-۱۳۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک باشد، میسر خواهد بود. ایشان همچنین نشان دادند که عملکرد بذر چغندرقند در زمان کاشت با

میزان نیتروژن معدنی عمق صفر تا ۱۰۰ سانتی‌متر و در زمان ساقه‌روی با همین عنصر در عمق صفر تا۳۰ سانتی‌متر همبستگی دارد. با توجه به وجود همبستگی بین مجموع نیتروژن و نیتروژن پروتئینی بوته به ترتیب در زمان ساقه‌روی و گلدهی با نیتروژن موجود در خاک به سهولت می‌توان از آن برای تعیین وضعیت نیتروژن موجود در خاک استفاده و میزان نیتروژن مورد نیاز گیاه را برآورد کرد. به هر حال، بایستی توجه داشت که برآورد نیتروژن مورد نیاز باید در اوایل بهار انجام گیرد.

در مورد تغذیه گیاهان برنج با نیترات و یا با آمونیوم گزارش‌های متعددی وجود دارد. براساس گزارش جی و پنگ (۲۰۰۵) مقدار کلروفیل کل و قندهای محلول کل در گیاهان برنج تغذیه نموده از آمونیوم به طور معنی‌داری از گیاهان تغذیه شد با نیترات بیشتر می‌باشد. یاماساکی و سینو (۱۹۶۵) دریافتند که تغذیه نیترات بر روی رشد و بازدهی گیاه اثر مفیدی دارد و فعالیت متابولیکی و جذب کاتیون را در ریشه‌های برنج افزایش می‌دهد که رشد و بازدهی گیاهان در محیط‌هایی که دارای مخلوطی از نیترات و آمونیوم هستند نسبت به محیط‌هایی که یکی از این دو منبع نیتروژن به تنهایی وجود دارد، بیشتر می‌باشد.

۱-۲-۳- مقایسه اشکال معدنی نیتروژن در خاک از جنبه‌های مختلف (میزان جذب، آبشویی، آلودگی)

گیاهان قادرند از نیترات و آمونیوم به عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند. آمونیوم به عنوان تنها منبع نیتروژن باعث سمیت در گیاه می‌شود و آهنگ رشد را کاهش می‌دهد در حالی که در مقابل، بیشتر گیاهان زیادی نیترات را تحمل می‌کنند و آن را درون بافتهایشان انباشته می‌کنند (روستا و اسجورینگ، ۲۰۰۷). توانایی بالا برای انباشتن نیترات در برگ‌ها (سانتاماریا و همکاران، ۱۹۹۸)، و از طرفی احتمال مضر بودن نیترات برای سلامتی بشر (گانجولی و همکاران، ۱۹۹۴) و حیوانات (برونینگ فان و کانن، ۱۹۹۳)، باعث شده که آمونیوم بتواند منبع مفید نیتروژن برای تغذیه گیاه تحت موقعیت‌های مختلف باشد. قسمت زیادی از نیترات که به صورت کودهای شیمیایی به خاک مزرعه افزوده می‌شود، ممکن است به وسیله شستشو از دست برود و منجر به آلودگی آبهای سطحی و زیر زمینی شود. با توجه به بهای اکولوژیکی و محیطی کاربرد زیاد کودهای نیتروژنی به خصوص نیترات به علاوه هزینه اقتصادی مربوط به کاربرد کودهای شیمیایی زیاد، در آینده ممکن است کاربرد نیترات محدود شود (جنکینسون، ۲۰۰۱).

آمونیوم نسبتاً در خاک ثابت است و به مقدار کمتری شسته می‌شود. نیتروژن آمونیومی نقش مهمی در تولید محصولات باغبانی دارد. آزمایش‌های مختلف در چندین سال گذشته نشان داده که ترکیب