

# فراهمی نیتروژن و آهن از خاک غنی شده با پودر خون و تأثیر آن بر رشد گیاه ذرت

نسرین قربان زاده - غلامحسین حق نیا\* - امیر لکزیان - امیر فتوت<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۳۰

تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۲۲

## چکیده

پودر خون دارای مقادیر زیادی آهن و نیتروژن است که می‌تواند به منظور تأمین نیاز گیاهان به جای کودهای شیمیایی استفاده شود. نیتروژن مهمترین عنصر غذایی در رشد گیاه ذرت می‌باشد. از این رو به منظور بررسی توان پودر خون در آزادسازی نیتروژن و آهن و تأثیر آن بر تأمین مواد غذایی مؤثر در رشد گیاه ذرت آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار شامل سه سطح پودر خون (۱/۵، ۳ و ۶ تن در هکتار)، کود اوره به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، کود سکوسترین آهن به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار و شاهد، با ۳ تکرار در شرایط آزمایشگاه و گلخانه انجام شد. نتایج حاصل از آنکوباسیون خاک نشان داد که آزادسازی آهن از پودر خون مشابه کود سکوسترین آهن بود و مقدار آهن فراهم پس از گذشت ۳۰ روز از افزودن آن در خاک به بیشترین مقدار رسید. آزادسازی نیتروژن از تیمارهای حاوی پودر خون در تمامی سطوح کاربردی روندی کندتر از کود اوره داشت و مقدار افزایش نیتروژن معدنی با گذشت زمان در آنها کمتر بود. نتایج کشت گیاه نیز حاکی از آن بود که کاربرد پودر خون یک ماه قبل از کاشت گیاه ذرت می‌تواند نیازهای نیتروژن و آهن ذرت را تأمین و بر رشد آن تأثیری مثبت داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: پودر خون، آزادسازی، نیتروژن، آهن، ذرت

## مقدمه

فعالیت کشتارگاه‌ها تنها کودآلی حاوی نیتروژن قابل حل در آب می‌باشد که علاوه بر نیتروژن و آهن، فسفر و هورمون‌های مفید در رشد گیاهان، کمپلکس‌های آلی واسیدهای آمینه سودمند را نیز دارا می‌باشد (۲۴). زمانی که پودر خون در خاکی با شرایط گرم و مرطوب و با تهویه مناسب قرار می‌گیرد به وسیله باکتری‌ها به سرعت تجزیه شده و به آمونیوم تبدیل می‌شود (۱۱). پودر خون در شرایط خاک‌های آهکی آزادسازی سریع تری داشته و بر اثر تجزیه آن پهاش خاک کاهش می‌یابد (۱۱). در این ماده نسبت کربن به نیتروژن پایین و لیگنین به نیتروژن صفر است. این دو نمایه مهم نمایانگر معدنی شدن سریع تر و فراهمی

خون مهمترین فرآورده جانبی تولید شده در کشتارگاه‌ها است که در فرآیند رندرینگ با اعمال فشار و دمای زیاد به پودر خون تبدیل شده و در تغذیه دام و یا به عنوان کود استفاده می‌شود (۱۱). خون در حدود ۲/۴ تا ۸ درصد از وزن زنده بدن دام‌ها را شامل می‌شود و نیتروژن اصلی ترین بخش پروتئین خون است. خون منبع ارزشمندی از آهن آلی نیز هست. در میان کودهای آلی، پودر خون به دست آمده از

۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار، استادیار گروه خاکشناسی،

دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

## مواد و روش‌ها

مقدار ۷۲ کیلوگرم خاک تیسک‌هاپل کمبید<sup>۱</sup> با بافت لومی از مزرعه دانشکده کشاورزی مشهد از عمق ۳۰-۰ سانتی متری تهیه و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلیمتری خصوصیات آن اندازه گیری (جدول ۱) و به گلخانه دانشکده منتقل گردید. نیتروژن کل و قابل دسترس خاک با استفاده از هضم کجلدال (۱۰)، آهن قابل دسترس گیاه در خاک نیز به روش (DTPA-TEA) (۱۲) و خواندن آن با دستگاه جذب اتمی مدل شیمادزو ۶۷۰، درصد کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید و درصد کربن و ماده آلی به روش اکسایش با دی کرومات (۲۸)، صورت گرفت. پودر خون نیز از کشتار گاه صنعتی دام مشهد تهیه و برخی خصوصیات آن اندازه گیری شد (جدول ۲). نیتروژن کل و قابل دسترس (آمونومی و نیتراتی) در پودر خون به روش هضم کجلدال اندازه گیری شدند (۱۰) و برای اندازه گیری فسفر فراهم، سدیم و پتاسیم محلول، کلسیم و منیزیم تبادل و آهن آن، در ابتدا پودر خون به روش خشک هضم (۲۷) و سپس در عصاره حاصله این عناصر اندازه گیری شدند. اندازه گیری کربن آلی آن نیز به روش اکسایش با دی کرومات انجام گرفت (۲۸). pH و EC آن نیز در نسبت ۱ به ۲ پودر خون به آب تعیین شد (۵). به منظور مطالعه فراهمی نیتروژن و آهن در خاک، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو بخش کشت گلخانه ای و انکوباسیون خاک با ۶ تیمار آزمایشی (۱) شاهد (C)، (۲) کود سکوسترین آهن به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار (F)، (۳) کود اوره به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (N) و پودر خون با سه سطح (۴) ۱/۵ تن در هکتار (B1.5)، (۵) ۳ تن در هکتار (B3) و (۶) ۶ تن در هکتار (B6) با سه تکرار در نظر گرفته شد. چهار کیلوگرم نمونه‌های خاک تیمار

بیشتر نیتروژن در این ماده می‌باشند (۵). آهن خون به شکل کلات است که این امر موجب می‌شود آهن از واکنش‌های شیمیایی و تبدیل شدن به شکل‌های غیرقابل استفاده محافظت شود (۱۴).

گیاه ذرت از جمله غلات با ارزشی است که افزون بر تأمین نیاز تغذیه ای بسیاری از مردم دنیا به ویژه در مناطق فقیر، اهمیت زیادی را نیز برای تأمین مواد غذایی دام‌ها دارد. در ایران نیز هم اکنون ۱۴ هزار هکتار از اراضی کشور زیر کشت آن قرار دارد (۴). کود نیتروژن معمولاً تأثیر مثبت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دارد و مصرف به موقع و مناسب این کود می‌تواند بر روی عملکرد ذرت تأثیر مثبتی داشته باشد. تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه به وسیله کودهای شیمیایی منجر به هدر رفتن نیتروژن از طریق نترات زدایی، آبشویی نترات و خارج شدن آن از دسترس گیاه و در نتیجه سرشار شدن سطح آب‌های زیرزمینی از نترات می‌شود (۲۵). در حالی که مواد آلی، همانند پودر خون، مانع آبشویی نیتروژن شده و نترات زدایی کاهش می‌یابد که به این ترتیب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز بهبود پیدا می‌کند. از طرفی خون با دارا بودن مقدار زیادی آهن و ایجاد وضعیت اسیدی در خاک می‌تواند تأثیر مفیدی بر انحلال بیشتر ترکیبات آهن داشته باشد (۱۴). کشتار گاه صنعتی دام مشهد با ظرفیت کشتار روزانه سه هزار رأس دام سبک و دویست و پنجاه رأس دام سنگین، توان تولید روزانه یک تا یک و نیم تن پودر خون را دارا می‌باشد. بخشی از پودر خون تولید شده به مصرف خوراک دام و طیور می‌رسد و بخش عمده ای از آن به هدر می‌رود. از این رو کاربرد این ماده در کشاورزی به منظور حاصلخیزی خاک علاوه بر جلوگیری از هدرروی آن، به رفع مشکلات زیست محیطی نیز منجر خواهد گردید. هدف از انجام این تحقیق مطالعه روند آزادسازی نیتروژن و آهن از پودر خون و توان آن در تأمین مواد غذایی مورد نیاز رشد ذرت بود.

آزمایشی بدون کشت گیاه به منظور آزمایش انکوباسیون خاک فقط بر روی نمونه‌های خاک اعمال شد و نمونه برداری از هر کدام از گلدان‌ها در زمان‌های ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز انجام گرفت. نمونه برداری به وسیله حلقه برنده در عمق یکسان از همه گلدان‌ها به صورت یکنواخت انجام شد و پس از هوا خشک شدن به مدت ۲۴ ساعت و عبور از الک ۲ میلی متری اندازه گیری نیتروژن کل و قابل دسترس با استفاده از هضم کجلدال (۱۰) و آهن فراهم به روش (DTPA-TEA) (۱۲) با دستگاه جذب اتمی انجام گرفت. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی با یکدیگر با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

شده به گلدان‌های پلاستیکی منتقل و رطوبت گلدان‌ها در حد ۶۵ درصد ظرفیت زراعی نگهداری شد. پس از گذشت یک ماه تعداد ۵ عدد بذر ذرت رقم سینگل کراس در فواصل منظم در عمق ۲ سانتی متری در هر گلدان کشت و بذرها دو هفته بعد از کاشت به تعداد ۲ عدد در هر گلدان تنک شدند. گلدان‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در روز و ۱۶ درجه سانتیگراد در شب نگهداری شدند. ۵۵ روز پس از کشت اندام هوایی از سطح خاک گلدان‌ها برداشت و درون پاکت‌های کاغذی به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از آماده سازی اولیه گیاهان، وزن خشک اندام هوایی اندازه گیری شد و سپس نمونه‌ها آسیاب گشته و پس از عبور از الک ۴ میلی متری به روش خشک هضم شدند (۲۷) و نیتروژن نمونه‌ها با استفاده از هضم کجلدال (۱۰)، و خواندن آهن با دستگاه جذب اتمی صورت گرفت (۱۲). همان تیمارهای

(جدول ۱) - ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

رس	شن	سیلت	آهک	OC	Fe	N <sub>T</sub>	N(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> +NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	CEC	EC(1:5)	pH(1:5)
درصد							(mg/Kg)	(cmol(c)/Kg)	(dS/m)	
۲۲/۱	۴۹	۳۲	۱۴/۶	۱/۱۵	۷/۷	۰/۰۶	۲۲	۱۵/۱	۰/۸۹	۷/۵

(جدول ۲) - ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی پودر خون کشتارگاه صنعتی دام مشهد

N <sub>T</sub>	OC	P	K	Ca	mg	Na	Fe	رطوبت	N(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> +NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	C/N	EC(1:2)	pH(1:2)
درصد									(mg/Kg)		(dS/m)	
۱۳	۴۱/۶	۱/۵	۰/۵۴	۰/۹	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۷/۳	۱۴۰	۳/۲	۴۶/۲	۶/۳

در مدت ۱۲۰ روز از انکوباسیون و دیگری اثر زمان بر مقدار نیتروژن و آهن تیمارهای آزمایشی در مدت ۱۲۰ روز انکوباسیون می‌باشد.

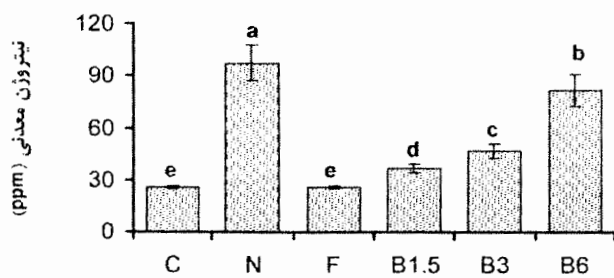
همانطور که نتایج حاصل از (جدول ۱) نشان می‌دهد مقدار عناصر نیتروژن و آهن بالاترین مقدار را در پودر خون دارا می‌باشند.

### نیتروژن کل و معدنی

مقدار نیتروژن کل در مجموع ۱۲۰ روز انکوباسیون و در همه زمان‌های نمونه برداری، در تیمارهایی که به مقدار ۳ و ۶ تن در هکتار (B3) و (B6) پودر خون دریافت کرده

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از انکوباسیون خاک شامل دو بخش عمده که یکی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراهمی نیتروژن و آهن

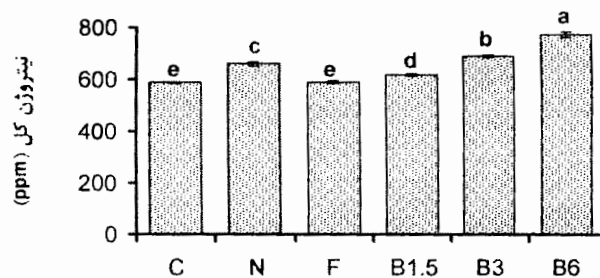


تیمار آزمایشی

(شکل ۲) - مقایسه میانگین‌های نیتروژن معدنی تیمارهای آزمایش در مجموع ۱۲۰ روز انکوباسیون

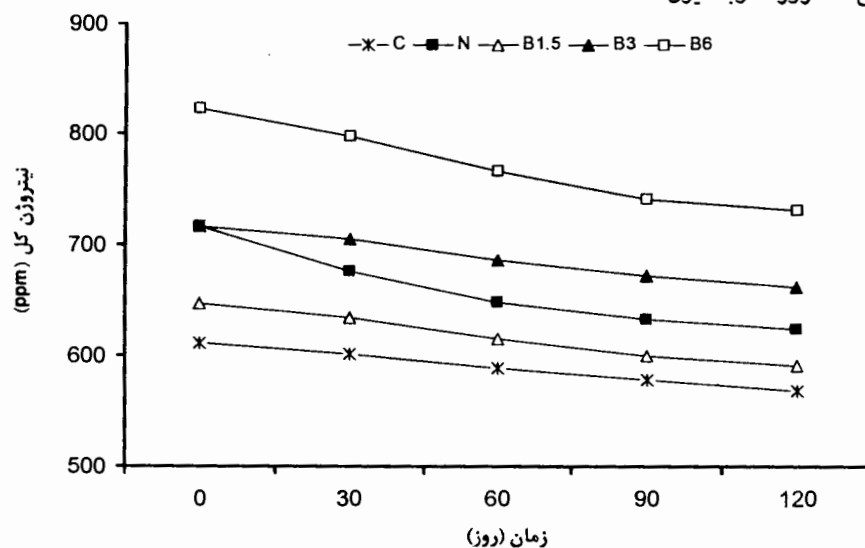
مقدار نیتروژن کل در تیمار شاهد و تمامی تیمارهایی که منبع کود نیتروژن دریافت کرده بودند از زمان شروع آزمایش تا پایان آزمایش روند کاهشی نشان داد (شکل ۳).

بودند، بیشتر از کود اوره بود و میان این تیمارها اختلاف آماری معنی داری مشاهده شد (شکل ۱). در صورتی که مقدار نیتروژن معدنی در مجموع ۱۲۰ روز انکوباسیون و در همه زمان‌های نمونه برداری در کود اوره بیشتر از تیمارهای حاوی پودر خون بود (شکل ۲).



تیمار آزمایشی

(شکل ۱) - مقایسه میانگین‌های نیتروژن کل تیمارهای آزمایش در مجموع ۱۲۰ روز انکوباسیون



(شکل ۳) - مقایسه تغییرات نیتروژن کل از کود اوره و تیمارهای پودر خون در خاک

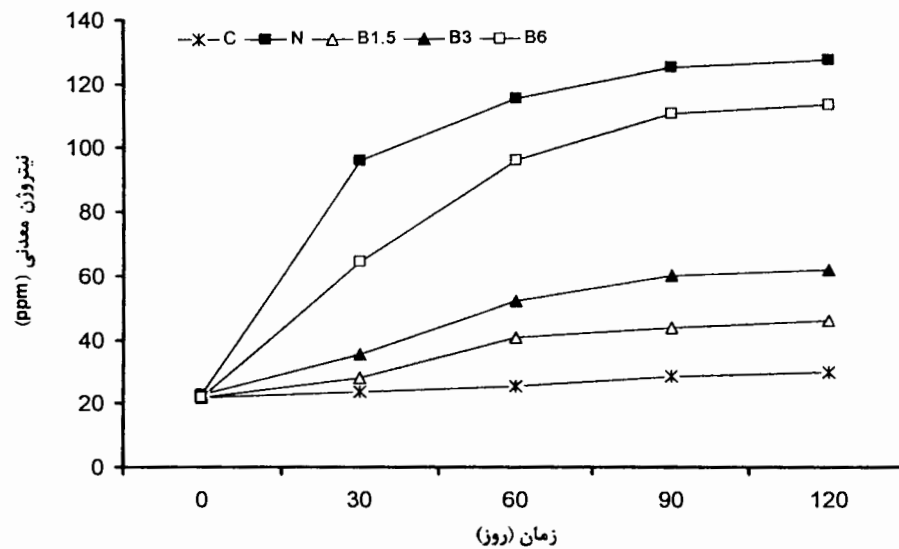
از آن جا که در این آزمایش رطوبت گلدان‌ها در حدود ۶۵ درصد ظرفیت زراعی تا پایان آزمایش نگهداری شد، بنابراین آبیاری نمی تواند عاملی برای کاهش مقدار نیتروژن باشد و لیکن نترات زدایی و از همه مهم تر تصعید نیتروژن از سطح گلدان‌ها می تواند عاملی برای کاهش مقدار نیتروژن کل در طول دوره انکوباسیون باشند (۹). رایت و گچ پول

به نظر می رسد که عوامل متعددی موجب هدررفت نیتروژن افزوده شده به خاک می شود. مقدار نیتروژن کل در تیمار کود اوره ۱۳ درصد کاهش و در تیمارهای پودر خون ۱۱-۷ درصد کاهش داشت. نترات زدایی، آبیاری، تثبیت به وسیله کانی های خاک و در نهایت تصاعد از مهمترین مکانیسم هایی هستند که موجب هدر رفت نیتروژن می شوند.

بیشتری را نشان می‌دهد. از سوی دیگر مواد آلی با افزایش دادن بار منفی خاک (CEC) موجب نگهداری  $\text{NH}_4^+$  شده و در نتیجه کاهش غلظت این یون به کاهش هدر رفت نیتروژن می‌انجامد (۱۶). با گذشت زمان از هدر رفت نیتروژن به صورت تصاعد کاسته شده و تبدیل نیتروژن آلی در مراحل انتهایی انکوباسیون به نیتروژن نیتراتی می‌تواند عاملی برای کاهش مقدار نیتروژن کل با گذشت زمان باشد. از آن جا که مقدار نیتروژن نیتراتی در اندازه گیری نیتروژن کل لحاظ نمی‌شود بنابراین از مقدار نیتروژن کل با گذشت زمان کاسته شده (۱۹)، لیکن مقدار نیتروژن معدنی با گذشت زمان در همه تیمارها روند افزایشی را دارا بود (شکل ۴).

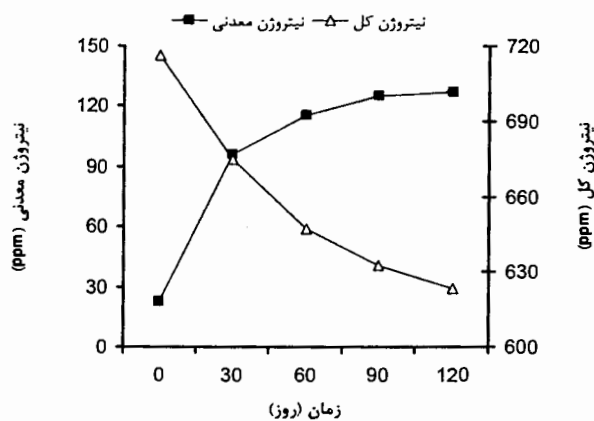
افزایش در مقدار نیتروژن معدنی در خاک شاهد به گونه‌ای چشمگیر پایین بود و در پایان دوره انکوباسیون بالاترین مقدار نیتروژن معدنی در تیمارهای آزمایشی مشاهده شد که در مجموع کود اوره تأثیر بیشتر و سریع تری را بر روی معدنی شدن نیتروژن نسبت به تیمارهای حاوی پودر خون داشت. نیتروژن معدنی در تیمار کود اوره نسبت به شاهد ۵/۵ برابر افزایش داشت. در حالی که این افزایش در تیمارهای پودر خون از بالاترین تا پایین ترین سطح به ۵-۲ برابر تیمار شاهد رسید. هر چه پودر خون به کار برده شده در تیمارها بیشتر می‌شود، مجموع نیتروژن معدنی آزاد شده از آن نیز در طول ۱۲۰ روز انکوباسیون افزایش می‌یابد. کودهای نیتروژن پتانسیل معدنی شدن نیتروژن در خاک را افزایش می‌دهند زیرا با افزودن مقادیر بیشتر کود آلی، ترکیبات آلی نیتروژن دار بیشتری به خاک افزوده شده و در نتیجه نیتروژن قابل معدنی شدن بیشتری وجود خواهد داشت (۹). در این آزمایش مقدار آزادسازی نیتروژن معدنی از تیمار کود اوره در مدت ۱۲۰ روز انکوباسیون ۹۰ درصد نیتروژن اولیه بود که با نتایج مک لین و همکاران (۱۳) تطابق دارد.

(۲۹) نیز در انواع سیستم‌های خاک- گیاه فقدان ۲۷ درصدی نیتروژن را گزارش کردند که علت این کاهش را در ارتباط با تبخیر آمونیاک و نترات زدایی دانستند. فرقانی (۳) بیان کرد که تصاعد آمونیوم اگرچه زیر تأثیر دما می‌باشد ولی به شدت به شرایط موجود و مقدار کربنات کلسیم به خصوص در خاک‌های آهکی و نوع ترکیبات آمونیومی وابسته است. کربنات کلسیم در خاک‌های آهکی اثر خود را بیشتر با افزایش دادن pH خاک نمایان می‌سازد، به گونه ای که در pH بالاتر از ۶ مقدار  $\text{NH}_3$  در سیستم تعادلی به روشنی افزایش می‌یابد که این امر موجب هدر رفت نیتروژن از کودهای نیتروژن می‌شود. دیگر پژوهشگران نیز (۲۰) تصاعد ۱۵ تا ۲۰ درصد از آمونیوم کود اوره افزوده شده به یک خاک آهکی را گزارش نموده‌اند. باکتری‌های احیاء کننده نترات نیز می‌توانند روزانه بیشتر از ۵ درصد نیتروژن نیتراتی قابل دسترس را به گازهای نیتروژن تبدیل نمایند (۱۷). از آن جایی که نترات زدایی بیشتر در شرایط بی‌هوازی رخ می‌دهد و در شرایط هوازی مقدار آن کاهش می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد که نترات زدایی در این آزمایش به اندازه فرآیند تصعید اهمیت ندارد. هر چند که در مطالعه ای که توسط سی گونگا و همکاران (۲۲) روی مقدار نترات زدایی انجام گرفت، سطح بحرانی رطوبت برای شروع این فرآیند را ۶۰ درصد ظرفیت زراعی اعلام کردند از این رو به نظر می‌رسد رطوبت ۶۵ درصد ظرفیت زراعی در این آزمایش نیز توانسته به طور لحظه ای به کاهش نیتروژن از طریق نترات زدایی منجر شود. کاهش در مقدار نیتروژن کل در تیمارهای حاوی پودر خون کمتر از تیمار کود اوره بود، زیرا معدنی شدن نیتروژن آلی در پودر خون نسبت به کود اوره با سرعت کمتری انجام می‌گیرد و در طول زمان انکوباسیون مقدار نیتروژن نیتراتی کمتری تولید شده و در نتیجه نیتروژن کل مقدار



(شکل ۴) - مقایسه تغییرات نیترژن معدنی از کود اوره و تیمارهای پودر خون در خاک

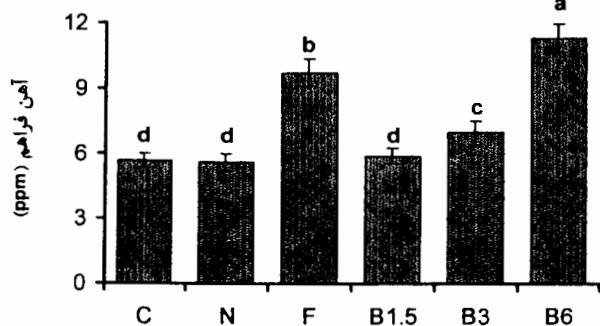
بیشتری انجام می‌شود (۱۵). از طرفی نسبت کربن به نیترژن در کود اوره ۰/۴۳ و در پودر خون ۳/۲ است که این خود نیز یکی از عوامل تجزیه سریع تر آن در خاک است (۵). معدنی شدن نیترژن در کود اوره در ۳۰ روز ابتدای آزمایش بسیار سریع تر از پودر خون بود لیکن پس از گذشت ۶۰ روز تا پایان دوره انکوباسیون پودر خون افزایش بیشتری را در معدنی شدن نیترژن نسبت به کود اوره نشان داد که (شکل‌های ۵ و ۶) می‌توانند گویای این مطلب باشند.



(شکل ۵) - تغییرات مقدار نیترژن کل و معدنی در تیمار کود اوره

آن‌ها هیدرولیز سریع اوره را که چیزی در حدود بیش از ۹۰ درصد در طول مدت پنج روز است، گزارش کردند. تومار و همکاران (۲۶) نیز هیدرولیز اوره را بعد از چهار هفته انکوباسیون در یازده خاک متفاوت ۸۳ درصد گزارش نمودند. تیمارهایی که نیترژن را به شکل پودر خون دریافت کرده بودند به زمان بیشتری برای تجزیه و معدنی شدن نیاز داشتند و نیترژن معدنی کمتری را نیز آزاد کردند. حتی در تیمار (B6) نیز، مقدار نیترژن قابل دسترس کمتری پس از گذشت ۱۲۰ روز انکوباسیون در مقایسه با تیمار کود اوره تولید شد. مقدار آزادسازی نیترژن معدنی از تیمارهای حاوی پودر خون در مدت ۱۲۰ روز در این آزمایش ۴۵ درصد نیترژن اولیه بود. سیاواتا و همکاران (۸) نیز مقدار نیترژن معدنی شده از پودر خون را پس از ۱۲۰ روز انکوباسیون ۷۵ درصد گزارش کردند. آگه‌ارا و وارنک (۵) نیز مقدار معدنی شدن نیترژن را ۶۱-۵۶ درصد پودر خون اولیه پس از گذشت ۱۲ هفته گزارش کردند. اوره در مقایسه با پودر خون که یک کود اسیدی به شمار می‌رود، یک کود بازی بوده و نترات‌زایی در این کود با سرعت

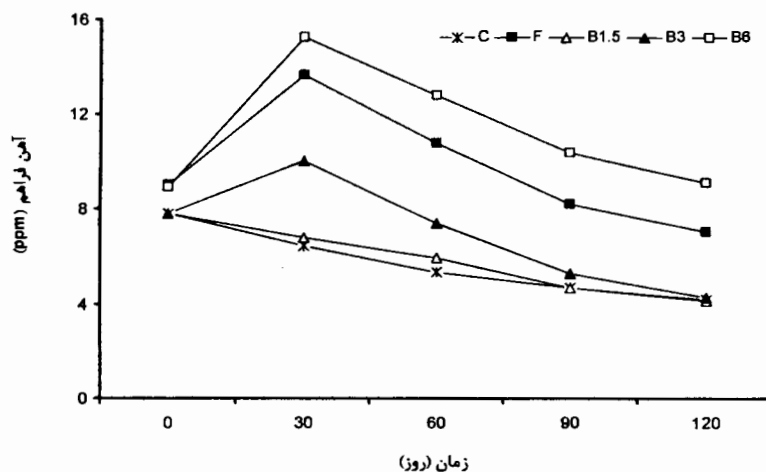
آهن مشاهده شد (شکل ۷). از این رو کاربرد پودر خون بیشتر به آزادسازی آهن فراهم بیشتری منجر گردید.



تیمار آزمایشی

(شکل ۷) - مقایسه میانگین‌های آهن فراهم تیمارهای آزمایش در مجموع ۱۲۰ روز انکوباسیون

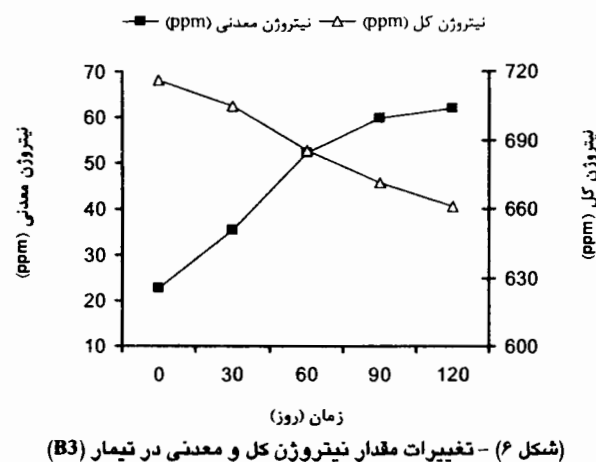
مقدار آهن فراهم در تیمارهای (B6)، (B3) و (F) نسبت به شروع آزمایش افزایش داشت و پس از ۳۰ روز به بیشترین مقدار رسید و بعد از آن روند کاهشی را نشان داد. اما مقدار آهن فراهم در سایر تیمارها نسبت به شروع آزمایش کاهش نشان داد (شکل ۸).



(شکل ۸) - مقایسه تغییرات آهن فراهم از کود سکوسترین آهن و تیمارهای پودر خون در خاک

آهن را پویا می‌کند و درجه پویایی با افزایش یافتن سطوح عوامل کلات کننده کاربردی افزایش می‌یابد. علت را می‌توان افزایش فعالیت ریز جانداران به دنبال مصرف پودر خون و کود آهن و آزادسازی عوامل کلات کننده آهن در خاک دانست (۱). در مطالعه ای که به وسیله ساهراوات

این نتایج با یافته‌های آزمایش‌های گلخانه ای سینگ و سینها (۲۳) نیز هماهنگ است. آن‌ها گزارش کردند که کلات‌های مصرفی آهن هم به شکل منابع طبیعی و هم منابع کودی، قابلیت دسترسی به آهن را افزایش می‌دهند. کاربرد عوامل کلات کننده در یک خاک آهکی مقادیر متفاوتی از

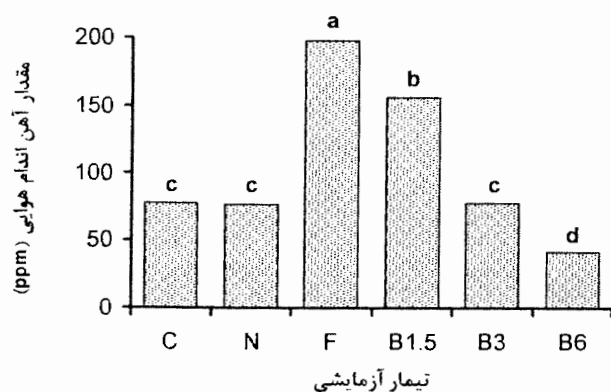


(شکل ۶) - تغییرات مقدار نیتروژن کل و معدنی در تیمار (B3)

## آهن فراهم

مقدار آهن فراهم در مجموع ۱۲۰ روز و در همه زمان‌های نمونه برداری در تیمار (B6) بیشترین بود و اختلاف افزایشی معنی داری را با تیمار کود سکوسترین نشان داد. مقدار آهن فراهم در تیمارهای (B3) و (B1.5) از تیمار کود سکوسترین کمتر بود و اختلاف کاهشی معنی داری میان این دو تیمار از پودر خون با تیمار سکوسترین

در اندام هوایی گیاه، در تیمار (B1.5) مشاهده شد و غلظت آهن در اندام هوایی گیاه در این تیمار به ۲ برابر تیمار شاهد رسید و در تیمار (B3) اختلاف آماری معنی داری را با تیمار شاهد نشان نداد. همراه با افزایش مقدار آهن در تیمارهای پودر خون، غلظت آهن نسبت به شاهد کاهش یافت به گونه‌ای که این کاهش در تیمار (B6) نسبت به شاهد و تیمار کود آهن معنی دار شد (شکل ۱۰). شریعتمداری (۲) توان پودر خون در جذب یا کلات نمودن آهن محلول خاک را مورد بررسی قرار داد و اعلام کرد پودر خون قادر به جذب آهن از محلول‌های استاندارد می‌باشد، بنابراین با افزودن پودر خون به خاک احتمالاً این ترکیب در جذب آهن محلول خاک با گیاه رقابت نموده و شرایط کمبود را برای گیاه تشدید کرده است. نتایج حاصل از آزمایشی که توسط اجرایی و کریمیان (۱) نیز انجام شد، حاکی از آن بود که پودر خون قادر به جذب مقدار زیادی آهن از محلول خاک می‌باشد.



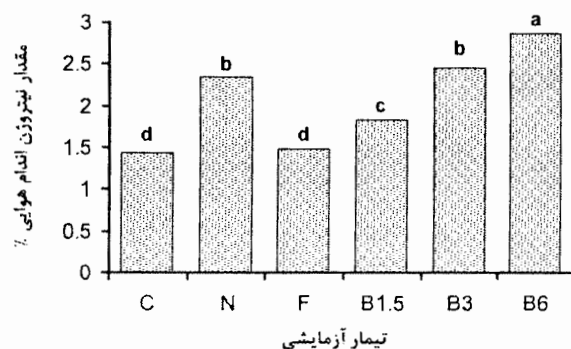
(شکل ۱۰) - مقدار آهن اندام هوایی گیاه در تیمارهای مختلف آزمایش

**وزن خشک اندام هوایی:** وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت پس از برداشت در تیمارهای مختلف آزمایشی با یکدیگر اختلاف معنی داری را نشان داد (شکل ۱۱). وزن خشک اندام هوایی گیاه در تیمار کود اوره (N) و همچنین در تیمار (B1.5) بیشترین بود. این دو تیمار اختلاف معنی داری را با یکدیگر نشان ندادند و وزن خشک اندام هوایی گیاه در این تیمارها به ۲/۵ برابر تیمار شاهد رسید که اختلاف معنی داری را با گیاه تیمار شاهد نشان دادند. پس از

(۱۸) روی منابع کودی مختلف انجام گرفت، کود سکوسترین آهن در نگهداری آهن فراهم قابل استخراج با DTPA در طول ۸ هفته در خاک‌های با pH زیاد مؤثرترین بود. سایر منابع کودی در خاک‌های با pH بالا کاملاً بی اثر بودند. کاهش فراهمی آهن پس از گذشت ۳۰ روز می‌تواند به دلیل pH زیاد و افزایش در سطوح بالای  $\text{HCO}_3^-$  (یون بی کربنات) در آب آبیاری یا خاک باشد (۲۱). زیرا هم حضور خود این یون و هم ایجاد pH زیاد در خاک توسط این یون از فراهمی آهن می‌کاهد. انحلال پذیری آهن موجود در محلول خاک در خاک‌هایی با pH ۷/۵ - ۸/۵ کاهش می‌یابد و به کمترین مقدار می‌رسد (۲۱).

### نتایج حاصل از کاشت گیاه

**نیترژن:** بیشترین غلظت نیترژن در اندام هوایی گیاه ذرت در تیمار (B6) مشاهده شد و غلظت نیترژن در این تیمار به ۲ برابر تیمار شاهد رسید. تیمار (B3) از نظر غلظت نیترژن در اندام هوایی تفاوت آماری معنی داری با تیمار کود اوره نشان نداد ولی این تیمارها با تیمار شاهد اختلاف افزایشی معنی داری را نشان دادند و غلظت نیترژن در این تیمارها به ۱/۵ برابر تیمار شاهد رسید. تیمار (B1.5) نیز با تیمار شاهد اختلاف افزایشی معنی داری را نشان داد (شکل ۹).



(شکل ۹) - مقدار نیترژن اندام هوایی گیاه در تیمارهای مختلف آزمایش

**آهن:** غلظت آهن در اندام هوایی گیاه در تیمار سکوسترین آهن، بیشترین بود و به ۲/۵ برابر تیمار شاهد رسید. در تیمارهای حاوی پودر خون بیشترین غلظت آهن

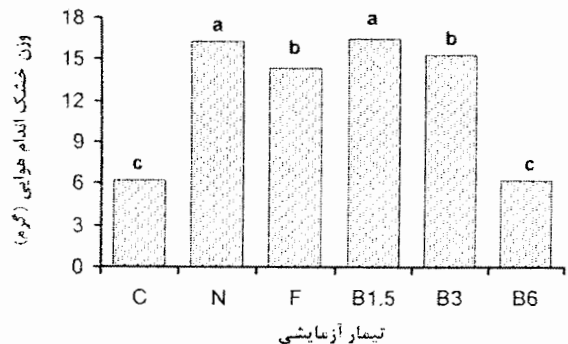


### تطابق نیاز ذرت به کودهای نیتروژن و آزادسازی نیتروژن معدنی از پودر خون

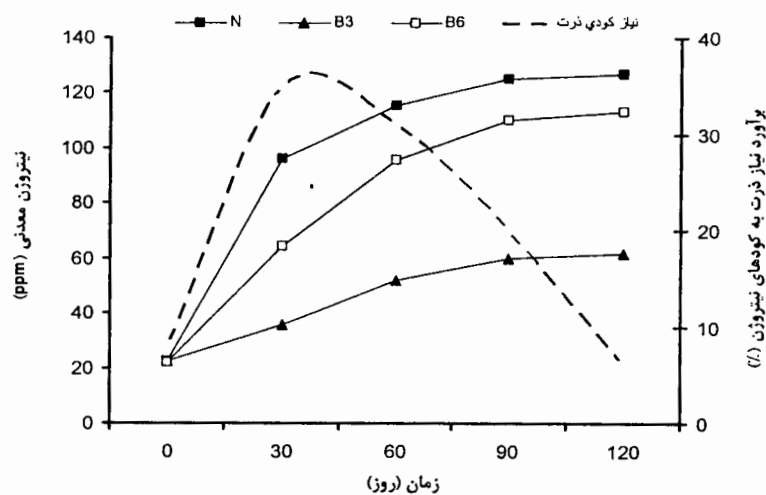
ذرت گیاهی است که در اوایل دوره رشد نیتروژن را به مقدار کمی جذب کرده، اما در مرحله ظهور گل این مقدار به سرعت افزایش می‌یابد. بنجامین و همکاران (۲۵) در آزمایشی مشخص کردند که بیشترین مقدار جذب عنصر نیتروژن در ذرت در مراحل ۲۵ تا ۷۵ روز اول رشد (۱ تا ۲/۵ ماه) پس از کشت انجام می‌گیرد (شکل ۱۲).

با توجه به نتایج آنکوباسیون خاک در شکل ۱۲ به نظر می‌رسد که، کاربرد پودر خون یک ماه قبل از کاشت ذرت می‌تواند، در فاصله ۲۵ تا ۷۵ روز از کشت ذرت که گیاه بیشترین نیاز را به نیتروژن دارد، بخشی از نیازهای گیاه را به این عنصر غذایی برآورده کند. زیرا فاصله زمانی ۲۵ تا ۷۵ روز از کشت ذرت هم‌زمان با زمان ۶۰ تا ۹۰ روز از کاربرد پودر خون در خاک خواهد شد، که در آن زمان مقدار نیتروژن معدنی در پودر خون رو به افزایش است.

این تیمارها، تیمار کود سکوسترین آهن (F) و همچنین تیمار (B6) بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی را نشان دادند. این تیمارها اختلاف آماری معنی داری را با تیمار شاهد نشان داده و وزن خشک اندام هوایی در این تیمارها به ۲/۳ برابر تیمار شاهد رسید. کاربرد پودر خون در سطوح تیمارهای (B1.5) و (B3) از این ماده باعث افزایش رشد گیاه شد ولی مصرف آن در سطح تیمار (B6) رشد گیاه را کاهش داد. این امر احتمالاً به علت اثر سوء نیتروژن زیاد موجود در پودر خون و کاهش توانایی گیاه در جذب آهن از خاک به دلیل رقابت با پودر خون می‌باشد. از طرفی شاید بتوان وجود بعضی از ترکیب‌های محلول را در پودر خون عامل تشدید کننده کاهش عملکرد دانست (۲).



(شکل ۱۱) - وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت در تیمارهای مختلف آزمایش



(شکل ۱۲) - مقایسه نیاز ذرت به کود نیتروژن و مقدار نیتروژن معدنی در تیمارهای اوره و پودر خون

## نتیجه

لیکن در شرایط کاشت گیاه بنا به دلایل گفته شده این تیمار مناسب نیست. نتایج بیانگر آن است که وجود گیاه در خاک و خصوصیات ویژه خاص آن، شرایط را با انکوباسیون خاک متفاوت نموده و نتایج حاصل از انکوباسیون خاک و کاشت گیاه مکمل یکدیگر خواهند بود. امروزه با توجه به هزینه بالای کودهای شیمیایی و از طرفی کمبود آن‌ها، کاربرد این نوع مواد در کشاورزی به منظور حاصلخیزی خاک به تنهایی و یا به عنوان مکمل همراه با کودهای شیمیایی می‌تواند، علاوه بر کاهش هزینه‌ها در کاهش عواقب سوء ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی نیز مؤثر باشد.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و کشتارگاه صنعتی دام مشهد که امکان این تحقیق را فراهم کردند تشکر می‌کنیم.

نتایج حاصل از آزمایش نشان می‌دهد که کاربرد پودر خون در سطحی معادل با کود سکوسترین آهن در تیمار (B1.5) یک ماه قبل از کاشت گیاه، بر غلظت آهن در اندام هوایی گیاه و وزن خشک اندام هوایی آن تأثیر مثبت دارد زیرا ذرت نیاز بالایی به آهن ندارد و از طرفی توانسته است نیاز نیتروژن گیاه را نیز تا حدودی برطرف سازد و افزون بر آن از هدر رفت نیتروژن به وسیله نیترات زدایی و آبشویی نیترات نیز جلوگیری به عمل خواهد آمد. از این رو پیشنهاد می‌شود که این مقدار از پودر خون به همراه کودهای شیمیایی نیتروژن و کلات‌های آهن به کار رود تا هم نقش مکمل در برآورده کردن نیاز گیاه به آهن و نیتروژن داشته باشد و هم به عنوان ماده آلی موجب بهبود شرایط خاک شود. بنابراین گرچه که نیتروژن و آهن فراهم در آزمایش انکوباسیون خاک در تیمار (B6) به بیشترین مقدار رسیدند

## منابع

- ۱- اجرائی، ع.ک.، کریمیان، ن.ع. ۱۳۷۶. مقایسه زمان آزادسازی آهن از پودر خون و سولفات آهن مصرفی در یک خاک آهکی. ششمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲- شریعتمداری، ح. ۱۳۶۸. بررسی امکان استفاده از پودر خون به عنوان کود آهن. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۳- فرقانی، ا. ۱۳۷۵. مقایسه هدرروی اوره و سولفات آمونیوم. سومین همایش توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی.
- ۴- ملکوتی، م.ج.، همایی، م. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک (مشکلات و راه حل‌ها). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- 5- Agehara, S. and D. Warncke. 2005. Soil moisture and temperature effects on nitrogen release from organic nitrogen resources. Soil Science Society of American Journal 69:1844-1855.
- 6- Benjamin, J.G., L.K. Porter, H.R. Duke and L.R. Ahuja. 1997. Corn growth and nitrogen uptake with furrow irrigation and fertilizer bands. Agronomy Journal 89:609-612.
- 7- Cardwell, V.B. 1982. Fifty years of Minnesota corn production: Sources of yield increase. Agronomy Journal 74:984-990.
- 8- Ciavatta, C.M., L. Govi, L. Sitti and C. Gessa. 1997. Influence of blood meal organic fertilizer on soil organic matter: A laboratory study. Journal Plant Nutrition 20:1573-1591.

- 9- Fox, T.R. 2004. Nitrogen mineralization following fertilization of Douglas-fir forests with urea in Western Washington. *Soil Science Society of American Journal* 68:1720-1728.
- 10-Gupta, P.k. 1999. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Published by Agrobios (INDIA).
- 11-Koenig, R. and M. Johnson. 1999. Selection and using organic fertilizers. Utah State University Extension. Department of Agriculture.
- 12-Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal* 42:421-428.
- 13-MacLean, A.A. and K.B. McRae. 1987. Rate of hydrolysis and nitrification of urea and implications of its use in potato production. *Canadian Journal of soil Science* 67:679-686.
- 14-Mortvedt, J.J. 1986. Iron sources and management practices for correcting iron chlorosis problem. *Journal Plant Nutrition* 9:967-974.
- 15-Mulvaney, R.L. and S.A. Khan. 1995. **Denitrification of different nitrogen fertilizers**. Illinois Fertilizer Conference.
- 16-Nielsen, R.L. 2006. N loss mechanisms and nitrogen use efficiency. Purdue University.
- 17-Ouyang, D.S., A.F. Mackenzie and M.X. Fan. 1998. Ammonia volatilization from urea amended with triple superphosphate and potassium chloride. *Soil Science Society of American Journal* 5:1443-1447.
- 18-Sahrawat, K.L. 1988. Extractable iron in two soils of contrasting pH fertilized with ferrous sulfate, FeEDTA and FeEDDHA. *Journal Nutrient Cycling of Agroecosystems* 16(1):31-35.
- 19-Sanchez-Monedero, M.A., A. Roig, C. Paredes and M.P. Bernal. 2001. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Journal Bioresour Technology* 78(3):301-308.
- 20-Sarker, M.C., N.K. Banerjee, D.S. Raha and K.S. Uppal. 1991. Field measurements of ammonia volatilization loss of nitrogen from urea applied to wheat. *Fertility. News* 36(11):25-29.
- 21-Scianna, J. 2003. *OG Solutions, Organic Gardening*. Vol. 50, No.3, page 6.
- 22-Sigunga, D.O., B.H. Jansen and O. Oenema. 2002. Denitrification risks in relation to fertilizer nitrogen losses from vertisols and phaeozems. *Communication of Soil Science and Plant Analysis* 33: 561 – 578.
- 23-Singh, R. and M.K. Sinha. 1977. Reactions of iron chelates in calcareous soil and their relative efficiency in iron nutrition of corn. *Journal Plant and Soil*. vol 46. Number:1.
- 24-Solomon, S. 2004. *Organic Gardener's Composting*. Chapter 4. All About Materials. p:49-66.
- 25-Sridhar, M.K., G.O. Adeoye and O.O. Adeoluwa. 2001. Alternate nitrogen amendments for organic fertilizers. *Journal Scientific World* 2:142-147.
- 26-Tomar, J.S. and R.J. Soper. 1981. An incubation study of nitrogen added as urea to several Manitoba soils with particular reference to retention of nitrogen. *Canadian Journal of soil Science* 61:1-10.
- 27-Waling, I., Van Vark, W., Houba, V.J.G., and Der Lee, J.J. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7, Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University.
- 28-Walkley, A., and Black, A.I. 1934. Examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic and titration method. *Soil Science* 34:29-38.
- 29-Wright, G.C. and V.R. Catchpoole. 1985. Fate of urea nitrogen applied at planting to grain sorghum grown under sprinkler and furrow irrigation on a cracking clay soil. *Australian Journal of Agricultural Research* 36(5) 677 – 684.