

DOI: 10.22070/HPN.2022.14789.1144

The effect of different amounts of nitrogen fertilizer and poultry manure on yield and nitrate concentration in autumn potato crop in Jiroft region

Javad Sarhadi¹, Saber Heidari^{2*}, Mehri Sharif³

1- Research Assistant Professor of Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran.

javad.sarhadi2009@gmail.com

2- Corresponding Author and Research Assistant Professor of Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft,

s.heydari@areeo.ac.ir

3- M. Sc. Of Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran.

z.sh1394@yahoo.com

Received Date: 2021/06/27

Accepted Date: 2021/11/14

Abstract

Introduction: Due to the fact that it is not possible to remove chemical fertilizers in agriculture at once and also the use of organic fertilizers alone cannot fully complete the nutritional needs of plants, especially annuals plants. so the use of organic fertilizers with optimal use of Chemical fertilizers can play an important role in maintaining the physical and chemical structure of soil, increasing crop yield and reducing the negative environmental effects of chemical fertilizers. In the southern region of Kerman province, potatoes have been cultivated in autumn and winter for more than a decade. According to the studies on the amount and type of fertilizers used in autumn cultivation in the region, it seems that there is excessive consumption of fertilizers, especially urea, which, while producing a problematic crop, has destroyed soil fertility and polluted groundwater. One of the effective actions to reduce or stop this wrong process is the optimal use of chemical fertilizers and the use of organic fertilizers. This study was conducted to evaluate the application of poultry manure and urea fertilizer in potato production in the south of Kerman province.

Material and methods: The experiment was conducted in a randomized complete block design with five treatments, in three replications and for two years in Jiroft. The research treatments were: 1- Control (as in the region), 2- Recommended optimal urea limit for the region crop + Optimal consumption of other nutrients based on soil test, 3- Urea consumption 25% more than the optimal limit + Optimal consumption of other nutrients based on soil test, 4- Consumption of urea 25% less than the optimal limit + five tons of poultry manure per hectare + optimal consumption of other nutrients based on soil test and 5- Consumption of urea 25% less than the optimal limit + ten tons of poultry manure per hectare + Optimal consumption of other nutrients based on soil test. At the end of each year, the performance of each treatment was measured. Also, random samples were prepared from the tubers and leaves of each plot and potassium, iron, zinc, manganese and nitrate were measured in the tubers and leaves.

Results and discussion: The results showed that the control treatment had the lowest yield (20 t / ha) and the highest nitrate concentration (293.3 and 639.5 mg/kg dry matter, respectively) and the lowest concentrations of potassium, iron, zinc and manganese in tubers and leaves. While treatment number five had the highest yield, which shows an increase of 74% compared to the control. Treatment number four had the lowest amount of nitrate, which had 48.8%, 14.6, 32.3 and 13.8% less nitrate in the tuber than treatments one, two, three and five, respectively.

Conclusions: The results showed that the application of treatment number five caused the production of about 35 tons per hectare and reduced the concentration of nitrate in the tuber (30% less than the critical level in Iran). Also, in terms of economic importance, the application of the recommended treatment, while reducing the consumption of urea fertilizer by 50% and increasing production by 75%, resulted in an income of about 50% more than the control treatment.

Keywords: Economic justification, Optimal consumption, Urea fertilizer, tuber

اثر مقادیر مختلف کود نیتروژنه و مرغی بر عملکرد و غلظت نیترات در محصول سیب زمینی کشت پاییزه در منطقه جیرفت

جواد سرحدی^۱، صابر حیدری^{۲*}، مهری شریف^۳

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.
javad.sarhadi2009@gmail.com

۲- نویسنده مسئول و استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.
s.heydari@areeo.ac.ir

۳- کارشناسی ارشد باغبانی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.
z.sh1394@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۶

چکیده

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کاربرد تلفیقی کود مرغی و کود اوره در تولید سیب زمینی و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار در طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در شهرستان جیرفت انجام گرفت. تیمارهای پژوهش عبارت بودند از: ۱- شاهد (عرف منطقه) ۲- حد بهینه توصیه شده کود اوره برای محصول منطقه+مصرف بهینه سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک ۳- مصرف اوره ۲۵٪ بیشتر از حد بهینه+مصرف بهینه سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک، ۴-مصرف اوره ۲۵٪ درصد کمتر از حد بهینه+پنج تن کود مرغی در هکتار+مصرف بهینه سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک و ۵- مصرف اوره ۲۵٪ کمتر از حد بهینه+ده تن کود مرغی در هکتار+مصرف بهینه سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک. نتایج داد که اثر تغذیه با کود شیمیایی و مرغی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد غده سیب زمینی معنی دار بود. تیمار شاهد دارای کمترین عملکرد (۲۰ تن در هکتار) و بیشترین غلظت نیترات در غده و برگ (به ترتیب ۲۹۳/۳ و ۶۳۹/۵ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کمترین غلظت پتاسیم، آهن، روی و منگنز در غده و برگ بود. در حالی که تیمار شماره پنج دارای بیشترین عملکرد بود که نسبت به شاهد ۷۴٪ افزایش نشان داد. تیمار شماره چهار کمترین مقدار نیترات را داشت که نسبت به تیمارهای یک، دو، سه و پنج به ترتیب ۴۸/۸، ۱۴/۶، ۳۲/۳ و ۱۳/۸ درصد نیترات کمتری در غده داشت. کاربرد تیمار شماره پنج موجب تولید محصولی در حدود ۳۵ تن در هکتار و کاهش غلظت نیترات در غده (۳۰ درصد کمتر از حد بحرانی در ایران) شد. همچنین از نظر اهمیت اقتصادی، کاربرد تیمار توصیه شده ضمن کاهش ۵۰ درصدی مصرف کود اوره و افزایش ۷۵ درصدی تولید محصول، درآمدی حدود ۵۰ درصد بیشتر نسبت به تیمار شاهد (عرف منطقه) را موجب گردید.

کلمات کلیدی: غده، کود اوره، مصرف بهینه، توجیه اقتصادی.

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) به عنوان چهارمین محصول غذایی مهم در جهان پس از گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.) و ذرت (*Zea Mays* L.) بوده و نقش مهمی در تغذیه تقریباً نیمی از افراد در سراسر کره زمین دارد (Faostat, 2015). غده سیب-زمینی بسته به نوع رقم آن حاوی ۱۷-۳۰ درصد ماده خشک، ۸۰-۷۰ درصد نشاسته و حداکثر تا ۳ درصد پروتئین می-باشد. همچنین از مقدار مناسبی اسید آمینه با توجه به نیاز انسان برخوردار است و به طور متوسط دو برابر برنج و گندم در هر هکتار کالری تولید می‌کند (Nurmanov et al., 2019). در کشاورزی، کود عامل کلیدی در رشد و عملکرد محصول زراعی است. به طور مثال، نیتروژن نقش مهمی در تولید سیب‌زمینی دارد و کمبود آن می‌تواند سبب کاهش عملکرد محصول به میزان قابل توجهی شود. بنابراین، به منظور حصول حداکثر عملکرد در سیب‌زمینی، همیشه باید کود، خصوصاً نیتروژن به خاک مزارع اضافه شود (Goffart et al., 2008). از طرف دیگر، مقادیر اضافی کود خصوصاً کود نیتروژنه می‌تواند رشد غده را به تأخیر بیندازد، عملکرد محصول را کاهش دهد و همچنین موجب ایجاد اثرات منفی مانند آلودگی آب‌های زیرزمینی و غده سیب‌زمینی به نیترات گردد (Sharifi et al., 2009). در دهه‌های اخیر به دلایلی مانند نقش بسیار زیاد نیتروژن در افزایش عملکرد، دسترسی آسان کشاورزان به کود نیتروژنه و ارزانی نسبی این کودها سبب افزایش قابل توجهی در مصرف کودهای نیتروژنه خصوصاً اوره شده است (Aulakh et al., 2012).

با توجه به اینکه حذف یکباره کودهای شیمیایی در کشاورزی صنعتی امکان‌پذیر نمی‌باشد و همچنین استفاده از کودهای آلی به تنهایی نمی‌تواند نیاز غذایی گیاه خصوصاً گیاهان یکساله را به‌طور کامل تامین کند، در نتیجه استفاده از کودهای آلی به همراه مصرف بهینه کودهای شیمیایی می-تواند نقش بسزایی در حفظ ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش عملکرد محصول و کاهش اثرات منفی زیست

محیطی کودهای شیمیایی داشته باشد (Ghosh et al., 2004). کودهای آلی خصوصاً کود دامی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به‌عنوان منبعی از عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم به حساب آیند (Amini et al., 2017). کود مرغی از مواد آلی متداولی می‌باشد که به‌صورت گسترده‌ای در کشت‌های مختلف از جمله سیب-زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کود مرغی عمدتاً از نظر مقدار نیتروژن مورد توجه می‌باشد و یک سوم نیتروژن موجود در آن به صورت آمونیم است (Yazdanpanah and Motallebifard, 2017). در تحقیق (Amini et al., 2017) مشاهده شد که کاربرد تلفیقی کود گاوی به همراه ۵۰ درصد کود اوره علاوه بر این که موجب حصول عملکرد مشابه تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره شد، توانست موجب کاهش معنی‌دار غلظت نیترات نسبت به این تیمار شود. شارما (Sharma, 2002) نشان داد که عملکرد غده سیب‌زمینی با ترکیب ۵ تن کود دامی در تیمارهای مختلف فسفر افزایش معنی‌داری یافت. Yazdanpanah and Motallebifard (2017) تأثیر کود مرغی و کود پتاسه در عملکرد سیب‌زمینی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که با افزایش مصرف کود مرغی تا ۵ تن در هکتار، عملکرد غده سیب-زمینی افزایش یافت، ولی با مصرف مقادیر بیشتر از ۵ تن در هکتار، عملکرد حتی از تیمار شاهد نیز کمتر شد. مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کود مرغی سبب افزایش عملکرد بخش هوایی در اواخر فصل رشد و نهایتاً کاهش عملکرد غده گردید.

تاکنون پژوهش‌های قابل توجهی در زمینه کاهش انباشت نیترات در سبزی‌ها و محصولات دیگر صورت گرفته‌است که در اغلب این پژوهش‌ها عوامل موثر بر انباشت نیترات در سه گروه عوامل تغذیه‌ای، ژنتیکی و محیطی بررسی شده‌اند (Anjana and Iqbal, 2007). در بیشتر مطالعات انجام شده دما و شدت نور از عوامل محیطی بسیار تأثیرگذار بر میزان انباشت نیترات به شمار می‌روند. لذا با توجه به اینکه تغییر عوامل محیطی در وضعیت طبیعی و

موجب از بین بردن قدرت حاصلخیزی خاک و آلوده کردن آب‌های محدود زیرزمینی گردد که یکی از اقدامات موثر جهت کاهش یا توقف این روند نادرست، مصرف بهینه کودها از نظر نوع و مقدار می‌باشد (Yeganeh *et al.*, 2019). این تحقیق بر روی سیب‌زمینی به عنوان یکی از محصولات اقتصادی منطقه انجام شد تا کاربرد توام کود مرغی و کود اوره در تولید سیب‌زمینی و سلامت محصول از نظر شاخص‌هایی مانند نیترات مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این آزمایش بصورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با پنج تیمار و طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب کرمان از توابع شهرستان جیرفت در مختصات ۵۷ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۷ دقیقه شمالی اجرا شد. قبل از انجام آزمایش، بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986) و برخی خصوصیات خاک مانند اسیدیته، هدایت الکتریکی (EC)، کربن آلی (OC)، فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف با روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد (Sparks *et al.*, 1996). همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، خاک محل مورد آزمایش دارای بافت شنی لوم بوده و از نظر ماده آلی و عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف تقریباً فقیر و فاقد محدودیت شوری برای سیب‌زمینی بود. در جدول ۲ ویژگی‌های کود مرغی مورد استفاده در آزمایش نشان داده شده است. همچنین مشخصات تیمارهای مورد آزمایش در جدول ۳ نشان داده شد.

مزرعه‌ای دشوار است عمدتاً نقش عوامل تغذیه‌ای به ویژه وقتی که غلظت نیترات در محیط خارجی زیاد باشد نسبت به دو عامل دیگر به مراتب از اهمیت بیشتری برخوردار است (Zhou *et al.*, 2000). طبق نتایج تحقیقات Malakouti (2011)، با مصرف نامتعادل کودها و بویژه زیاده‌روی در مصرف کودهای نیتروژنی در انواع سبزی و صیفی علاوه بر افزایش تجمع نیترات، غلظت ویتامین ث به میزان قابل توجهی در آنها کم شد، لیکن با رعایت اصول مصرف بهینه کود غلظت نیترات در محصول کاهش یافت. جلینی و دوستی (2011) Joleini and Dousti وجود رابطه خطی بین تجمع نیترات در گوجه فرنگی و سیب‌زمینی با افزایش مصرف کود نیتروژن خصوصاً اوره را گزارش دادند. (Kaymak, 2013) اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر رشد و غلظت نیترات در خرفه را مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمود که با مصرف کود نیتروژن غلظت نیترات گیاه افزایش یافت ولی کمترین میزان آن مربوط به منبع سولفات آمونیوم بود.

در منطقه جیرفت و کهنوج بیش از یک دهه است که کشت پاییزه و تولید زمستانه سیب‌زمینی جهت تأمین خلاء فصل زمستان این محصول در کشور صورت می‌گیرد. بر همین اساس کشاورزان منطقه هر ساله اقدام به کشت سیب‌زمینی در قالب فوق که از هزینه بسیار بالایی برخوردار است، می‌نمایند. به طور متوسط سطح زیر کاشت این محصول در منطقه جیرفت و کهنوج حدود ۴۰۰۰ هکتار و عملکرد متوسط آن ۲۵ تن در هکتار می‌باشد (Ahmadi *et al.*, 2020) که در بسیاری از سال‌ها کمبود سیب‌زمینی کشور در زمستان را مرتفع می‌کند. طبق بررسی‌های اولیه از میزان و نوع کودهای مصرفی در کشت پاییزه منطقه به نظر می‌رسد که هر ساله ضمن تولید محصول، چه بسا مشکل دار، این اقدام

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مورد مطالعه

Table 1- Physical-chemical properties of the Experimental soil

Soil texture	Sand %	Clay %	pH	Ec mmohs.cm-1	OC %	P mg.kg-1	K mg.kg-1	Fe mg.kg-1	Mn mg.kg-1	Zn mg.kg-1
S.L	63	13	7.8	2.3	0.31	12.5	181	3.1	2.5	1.5

جدول ۲- ویژگی‌های کود مرغی

Table 2- Characteristics of poultry manure

Ec	PH	P	N	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn
mmohs.cm-1		%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg
35.2	7.4	1.88	3.5	1.4	4.8	0.81	1202.5	412.5	511.3

جدول ۳- مشخصات تیمارهای آزمایشی

Table 3- Characteristics of experimental treatments

Treatments	Chemical Fertilizer	Poultry Manure
T1	شاهد (عرف زارع)- ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار Control - 276 kg nitrogen per hectare	-
T2	۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (حد بهینه توصیه شده برای محصول منطقه) + مصرف بهینه سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک 184 kg Pure Nitrogen per hectare (optimal limit) + other nutrients based on soil test	-
T3	۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۲۵ درصد بیشتر از حد بهینه) + مصرف بهینه سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک 230 kg nitrogen per hectare (25% more than optimal) + other nutrients based on soil test	-
T4	۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۲۵ درصد کمتر از حد بهینه) + مصرف بهینه سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک 140 kg nitrogen per hectare (25% less than optimal) + other nutrients based on soil test	پنج تن در هکتار five tons per hectare
T5	۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۲۵ درصد کمتر از حد بهینه) + مصرف بهینه سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک 140 kg nitrogen per hectare (25% less than optimal) + other nutrients based on soil test	ده تن در هکتار ten tons per hectare

از وجین دستی انجام و هیچ علف‌کشی مورد استفاده قرار نگرفت. در این آزمایش بجز تیمارها، سایر عناصر غذایی بر اساس نتایج آزمون خاک برای گیاه سیب‌زمینی در نظر گرفته شد و عنصر فسفر و پتاسیم به ترتیب از منابع سوپرفسفات (۵۰ کیلوگرم در هکتار و تماماً قبل از کاشت) و سولفات پتاسیم (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار با تقسیط ۵۰ کیلوگرم قبل از کاشت از طریق خاک و مابقی در مراحل رشد رویشی، تشکیل غده و پرشدن غده از طریق سیستم) مصرف شد. در این آزمایش ۴۰ کیلوگرم سولفات روی، ۴۰ کیلوگرم سولفات منگنز، دو کیلوگرم سکوسترین آهن و ۵۰ کیلوگرم سولفات منیزیم در هکتار مصرف شد که هر کدام در سه تقسیط تقریباً مساوی در مراحل رشد رویشی، تشکیل غده و پرشدن غده از طریق سیستم در اختیار گیاه قرار گرفت. بخش نیتروژنه تیمارها از منبع اوره در مرحله رشد رویشی، غده‌زایی و بزرگ شدن غده از طریق سیستم با عرف منطقه زیر تیپ‌ها ریخته و با خاک پوشانده شد.

در این تحقیق روش کشت همانند عرف منطقه انجام شد. کشت در هفته اول مهر انجام شد. مطابق تقویم زراعی منطقه عملیات کاشت از بیستم شهریورماه تا پایان مهرماه انجام می‌شود. همچنین برداشت و عرضه محصول سیب‌زمینی از بهمن ماه شروع و تا پایان اسفندماه ادامه می‌یابد. شخم زمین دو بار به صورت عمود بر هم انجام شده و برای از بین بردن کلوخ‌ها و علف‌های هرز از دیسک استفاده شد. همچنین عملیات تسطیح زمین و تهیه جوی و پشته انجام گردید. ابعاد هر کرت آزمایشی ۱۵ متر مربع بود. روش کشت همانند عرف منطقه، پشته‌ای و با تراکم حدود ۴۰ هزار بوته در هکتار بود. سیستم آبیاری از نوع تحت فشار تیپ بود و آب آبیاری از نظر کیفی برای گیاه سیب‌زمینی محدودیتی نداشت. آبیاری اول بعد از سبز شدن غده‌های سیب‌زمینی انجام شد و آبیاری بعدی هم با فاصله ۷ تا ۱۰ روز انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز با استفاده و بخش کود مرغی تیمارها در مرحله رشد رویشی مطابق

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات تیمارهای مختلف کود شیمیایی و مرغی بر عملکرد و غلظت عناصر در غده سیب‌زمینی در جدول ۴ و بر غلظت عناصر در اندام هوایی سیب‌زمینی در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثرات تیمارهای کود بر غلظت نیترات، پتاسیم، آهن، روی و منگنز در برگ و غده سیب‌زمینی و نیز عملکرد محصول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال در صفات عملکرد محصول، پتاسیم، آهن، منگنز در غده و پتاسیم، روی و نیترات در برگ معنی‌دار بوده و اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های مورد اندازه‌گیری در سال‌های اول و دوم وجود داشت ولی اثر متقابل سال با تغذیه کودی در بیشتر صفات معنی‌دار نشده است. دلیل این امر به ثابت بودن روند تغییرات صفات مورد آزمایش در سطوح مختلف هر یک از تیمارها در هر سال مرتبط می‌باشد. اختلاف بین صفات در دو سال آزمایش معنی‌دار بود اما روند تغییرات صفات در هر سال تحت تیمارها، یکسان بود و اختلاف معنی‌داری در تیمارها در دو سال آزمایش وجود نداشت. به همین دلیل تنها نتایج ادغام دوساله مورد بررسی قرار گرفت.

در ماه بهمن برداشت نهایی در زمان خشک شدن ۵۰ درصد اندام هوایی با حذف قسمت‌های هوایی گیاه انجام گرفت. نیم متر از ابتدا و انتهای ردیف‌های کاشت و دو ردیف کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده و نمونه-برداری از دو ردیف وسط هر کرت انجام شد. در پایان هر سال میزان عملکرد در هکتار مربوط به تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. همچنین از غده‌های هر کرت نمونه‌ای تصادفی به وزن یک کیلوگرم تهیه و اندازه‌گیری پتاسیم در غده و برگ با روش شعله‌سنجی و با دستگاه فلیم فتومتر و اندازه‌گیری منگنز، روی و آهن با دستگاه جذب اتمی انجام شد (Motsara and Roy, 2008). همچنین اندازه‌گیری غلظت نیترات در آنها به روش Cataldo *et al.* (1975) صورت گرفت. به منظور توجیه اقتصادی تیمارهای کودی، قیمت تمام شده محصول و نهاده‌های کودی برای هر یک تیمارها از اساس قیمت سال ۹۹-۱۳۹۸ محاسبه شد. در نهایت داده‌های حاصل با نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و غلظت عناصر در غده سیب‌زمینی

Table 4- Combined Analysis variance of yield and concentration of elements in the tuber

S.O.V	df	میانگین مربعات Mean of square					
		Yield	Concentration of elements in the tuber				
			NO ₃ -	K	Fe	Mn	Zn
Year	1	594.96**	2594.70ns	0.363*	1127.31**	5298.72**	3162.13**
Year×Repetition	4	3.43ns	286.46ns	0.04ns	25.28ns	110.43ns	117.68**
Treatment	4	195.73**	19322.11**	2.53**	768.46**	3712.40**	3581.15**
Year×Treatment	4	7.26ns	180.25ns	0.03ns	67.64*	431.73**	237.48**
Error	16	4.27	612.11	60.05	18.14	61.17	22.68
CV(%)		6.51	9.98	18.66	30.85	16.51	14.99

ns, * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱٪

ns, * and ** non-significant, significant at 5 and 1% probability level respectively

نتایج و بحث

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب غلظت عناصر در اندام هوایی سیب‌زمینی

Table 5- Combined Analysis variance of concentration of elements in the leaves

S.O.V	df	میانگین مربعات Mean of square				
		NO ₃ ⁻	K	Fe	Mn	Zn
Year	1	25942.55*	1.54**	126.87ns	2241.22ns	853.33**
Year×Repetition	4	592.68ns	0.30ns	231.06ns	575.23ns	599.39**
Treatment	4	92207.76**	10.72**	6558.12**	37682.69**	38094.91**
Year×Treatment	4	1298.97ns	0.12ns	0.49ns	512.78ns	58.24ns
Error	16	3208.58	0.14	69.90	523.16	92.08
CV(%)		13.72	18.37	14.93	14.46	14.66

ns, * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱٪

ns, * and ** non-significant, significant at 5 and 1% probability level respectively

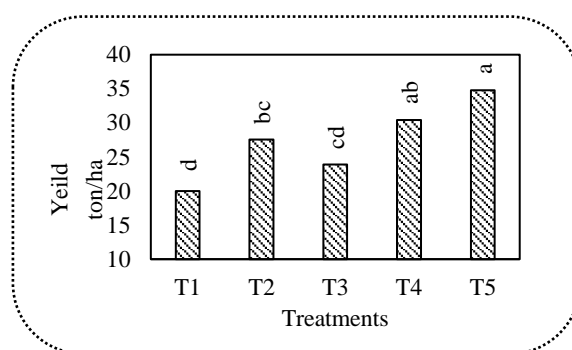
عملکرد

آنان گزارش کردند که کود مرغی در مقادیر ۱۰ و ۱۵ تن دارای مقادیر بالای نیتروژن می‌باشد که به تدریج و احتمالاً در اواخر فصل رشد آزاد گردیده و رشد رویشی سیب‌زمینی را باعث شده و سبب کاهش فرآیند غده‌زایی و تشکیل غده شده است. در تحقیق حاضر عملکرد غده سیب‌زمینی با مصرف ۱۰ تن در هکتار کود مرغی بر خلاف پژوهش Yazdanpanah and Motallebifard (2017) افزایش یافت که احتمالاً به دلیل تفاوت وضعیت خاک دو پژوهش می‌باشد. خاک مورد مطالعه در پژوهش حاضر برخلاف پژوهش Yazdanpanah and Motallebifard (2017) دارای بافت سبک و دچار کمبود مواد آلی و عناصر غذایی مورد نیاز بود. (Cambouris *et al.*, 2016) در بررسی اثر بافت خاک و میزان کود نیتروژنه در عملکرد ذرت بیان داشتند که در خاک‌های با بافت رسی و سپس لومی، عملکرد ذرت بیشتر تحت تاثیر افزایش کود نیتروژنه بود که به دلیل توان کمتر این خاک‌ها در فرآهمی نیتروژن می‌باشد. هرچقدر خاک مزرعه رسی‌تر باشد توان بیشتری در تثبیت عناصر غذایی داشته و مانع از رهاسازی زیاد این عناصر خصوصاً در پایان فصل رشد می‌شود. Parvizi and Bayat (2020) بیان داشتند که استفاده از کود مرغی به میزان شش تن صرفاً در زمانی که مصرف کودهای اوره، فسفر، پتاسیم و همچنین کود میکرو کامل مطابق آزمون خاک صورت گرفته بود، سبب افزایش معنی‌دار عملکرد کل خیار

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، کمترین میزان عملکرد غده با مقدار ۲۰ تن در هکتار مربوط به تیمار یک (کود اوره بر اساس عرف منطقه یا مقدار ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) بود. با مصرف کود نیتروژن بر اساس آزمون خاک (تیمار دو)، میزان عملکرد غده نسبت به تیمار یک ۳۷/۸ درصد افزایش یافت. با افزایش مصرف مقدار نیتروژن به بیش از مقدار بهینه در تیمار سه، میزان عملکرد نسبت به تیمار دو کاهش یافت اما همچنان بالاتر از تیمار یک بود. در تیمار چهار و پنج با کاهش مقدار مصرف نیتروژن و استفاده از کود مرغی به ترتیب به میزان ۵ و ۱۰ تن در هکتار، میزان عملکرد غده افزایش یافت به طوری که بیشترین مقدار عملکرد سیب‌زمینی (۳۴/۸ تن در هکتار) در تیمار پنج (مصرف کود نیتروژنه به میزان ۲۵ درصد کمتر از حد بهینه به علاوه ۱۰ تن در هکتار کود مرغی به دست آمد که نسبت به تیمار یک ۷۳/۸ درصد افزایش عملکرد را نشان می‌دهد. Yazdanpanah and Motallebifard (2017) با بررسی سطوح ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود مرغی در هکتار بر روی سیب‌زمینی ملاحظه نمودند که بیشترین عملکرد مربوط به مصرف ۵ تن کود مرغی در مقایسه با شاهد بود و با افزایش میزان کود مرغی به بیش از ۵ تن، عملکرد غده سیب‌زمینی کاهش یافت.

نیترورژنه خصوصاً اوره ابتدا به کربنات آمونیوم و سپس به نیترات تبدیل شده و به سرعت و میزان زیاد توسط ریشه گیاه جذب می‌شوند. به همین دلیل غلظت نیترات در گیاه افزایش می‌یابد. (Ali et al., 2009). افزایش نیترات در گیاه در نتیجه افزایش مصرف کودهای نیترورژنه توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Zhou et al., 2000; Amini et al., 2017). (Tucker et al., 2004) بیان داشتند هنگامی که جذب نیترات توسط گیاه پایین باشد، بخش عمده آن در ریشه احیا می‌شود. اما اگر میزان بالایی کود نیترورژنه مصرف شود، جذب نیترات توسط ریشه زیاد شده و گیاه نیترات تجمع یافته را به برگ‌ها می‌فرستد، در این حالت مقدار نیترات در غده یا سوخ‌های پیاز کاهش می‌یابد. در بسیاری از کشورهای اروپایی، ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر به عنوان حد مجاز نیترات در غده‌های سیب‌زمینی معرفی شده است (Cieslik and Sikora, 1998). البته در سند استاندارد ملی شماره ۱۶۵۹۶ حد مجاز نیترات در غده سیب‌زمینی ۱۷۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ذکر شده است. البته این عدد بسیار سخت گیرانه بوده و نحوه دستیابی به این عدد نیز ذکر نشده است (Yeganeh et al., 2019). حتی اگر حد مجاز غلظت نیترات در غده سیب-زمینی را ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در نظر بگیریم، تیمار یک باعث ذخیره نیترات بیش از حد مجاز در غده سیب-زمینی شده است. در پژوهش (Yeganeh et al., 2019) منظور بررسی میزان باقیمانده نیترات در سیب‌زمینی مناطق عمده تولید کشور بیان گردید که مزارع جیرفت با ۵۰٪ نمونه‌های بالای ۲۰۰ میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم غده، بیشترین درصد غده‌های آلوده را دارا بودند. در صورتیکه هدف از تولید، صادرات این محصول باشد با توجه به استاندارد ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیترات در غده سیب‌زمینی به عنوان حداکثر حد مجاز در اکثر کشورها، غلظت نیترات در محصول سیب‌زمینی کاشته شده طبق عرف کشاورزی منطقه قابلیت صادرات را نخواهند داشت. از طرف دیگر حتی با در نظر گرفتن استاندارد پیشنهادی

شد اما با مصرف کود مرغی در حد ۱۲ تن در هکتار در تمامی سطوح کود شیمیایی به‌طور متوسط افزایش عملکرد معنی‌داری نسبت به عدم کاربرد آن ایجاد شد.



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد غده در

سیب‌زمینی بر اساس آزمون دانکن

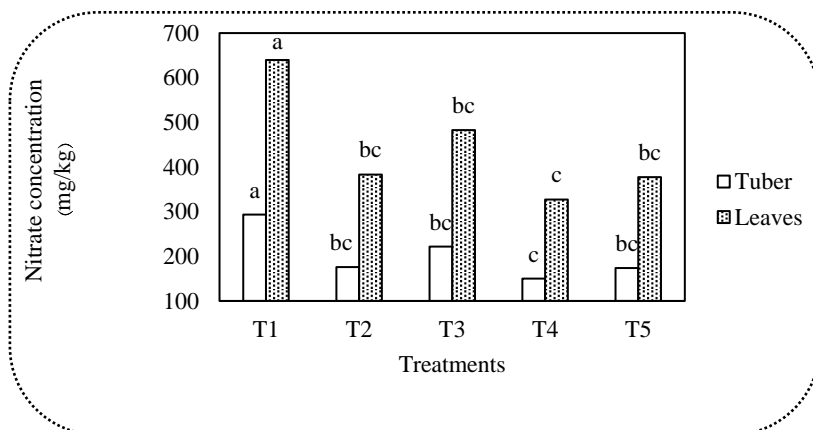
Fig 1- The effect of different fertilizer treatments on yield of potato tuber based on duncan test

غلظت نیترات غده و بخش هوایی

تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای کودی از نظر غلظت نیترات در غده و اندام هوایی سیب‌زمینی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). همانطور که در شکل دو نشان داده شد، تیمار شماره یک بالاترین غلظت نیترات در غده (۲۹۳/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و اندام هوایی (۶۳۹/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را داشت. تیمار شماره چهار (۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیترورژن و ۵ تن در هکتار کود مرغی) کمترین مقدار نیترات در غده (۱۵۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و اندام هوایی (۳۲۷/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) دارد که نسبت به تیمارهای شماره ۱، ۲، ۳ و ۵ به ترتیب ۴۸/۸، ۱۴/۶، ۳۲/۳ و ۱۳/۸ درصد نیترات کمتری در غده و ۴۷/۸، ۱۵/۳، ۳۲/۲ و ۱۳/۳ درصد نیترات کمتری در بخش هوایی دارد. تیمارهایی که دارای سطح کود نیترورژن مصرفی بالایی هستند از غلظت نیترات بیشتری در بخش هوایی و غده برخوردارند. با کاهش مصرف نیترورژن و مصرف سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک و مصرف کود مرغی غلظت نیترات غده و برگ کاهش معنی‌داری یافت. کودهای

کاشته شده بر طبق کوددهی منطقه (تیمار یک) از سلامتی مناسبی برخوردار نخواهد بود.

۲۶۶ میلی گرم نیترات در کیلوگرم وزن تر غده سیبزمینی برای مصارف داخلی (Yeganeh et al., 2019)، محصول



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت نیترات در غده و اندام هوایی سیبزمینی بر اساس آزمون دانکن

Fig 2- The effect of different fertilizer treatments on nitrate concentration in potato tubers and leaves based on duncan test

آزمایش در تیمارها یکسان بود اما غلظت آنها در سال اول بیشتر از سال دوم بود. دلیل این امر را می توان به تفاوت شرایط آب و هوایی خصوصاً دمای هوا در سال اول و دوم آزمایش ارتباط داد. دمای هوای بالاتر زمستانه در سال اول منجر به تجزیه سریعتر کود مرغی و دسترسی سریعتر و بیشتر عناصر برای گیاه شد. بر طبق جدول شماره ۲ بر اساس درصد هر یک از عناصر در کود مرغی، با مصرف ۱۰ تن در هکتار کود مرغی ۱۴۰ کیلوگرم پتاسیم، ۱۲ کیلوگرم آهن، ۵ کیلوگرم منگنز و ۴ کیلوگرم روی خالص وارد مزرعه می شود. این مقادیر به تدریج آزاد شده و در اختیار گیاه قرار گرفته و در نتیجه غلظت این عنصر در بخش هوایی و غده افزایش یافت. Yazdanpanah and Motallebifard (2017) بیشترین غلظت عناصر غذایی غده و بخش هوایی در تیمار مصرف ۱۵ تن در هکتار کود مرغی مشاهده کردند. در این تیمار غلظت روی و مس غده به ترتیب ۹۱/۲۳ و ۲۳/۴۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن ماده خشک بود. این محققین یکی از اثرات کودهای آلی در افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش محصول را ناشی از نقش این کودها در پایداری خاکدانه های ناحیه ریزوسفر و

غلظت عناصر غذایی غده و بخش هوایی

در جدول ۶ مقایسه میانگین های غلظت عناصر در غده و بخش هوایی سیبزمینی تحت اثر تیمارهای کودی در دو سال اجرای آزمایش نشان داده شده است. به ترتیب کمترین و بیشترین غلظت پتاسیم، آهن، منگنز و روی در غده و بخش هوایی در تیمار شماره یک (۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و پنج (با مصرف ۲۵ درصد کمتر کود نیتروژن به علاوه ۱۰ تن بر هکتار کود مرغی) به دست آمد. غلظت پتاسیم در تیمار شماره پنج نسبت به تیمارهای شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۱۰۳/۸، ۱۹/۴، ۵۰/۲ و ۱۰/۳ درصد در غده و ۸۲/۲، ۱۸/۳، ۴۵/۴ و ۲/۹ درصد در بخش هوایی بیشتر بود. کود مرغی دارای مقادیر متفاوتی از عناصر مختلف است. غلظت آهن در تیمار پنج نسبت به تیمارهای شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۲۱۴/۴، ۳۷/۱، ۵۵/۳ و ۱۱/۹ درصد در غده و ۲۹۳/۱، ۳۲/۲، ۵۵/۸ و ۱۱/۷ درصد در بخش هوایی بیشتر بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر تلفیقی سال با تغذیه کودی در عناصر آهن، روی و منگنز در غده معنی دار بود. اگرچه ترتیب غلظت این عناصر در غده در سال اول و دوم

ماکرو و میکرو، بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک و راندمان آبیاری، بهبود خواص بیولوژیکی و بهبود قابلیت استفاده عناصر غذایی و به خصوص ریزمغذی‌ها مربوط دانستند. ماده آلی موجب کاهش پتانسیل اکسیداسیون و احیا شده و با افزایش میزان آن در خاک حالت احیا ایجاد شده و آهن و منگنز از حالت اکسیدی به حالت دوظرفیتی و احیا درآمده و قابلیت تحرک و استفاده آنها افزایش می‌یابد (Dhaliwal *et al.*, 2019).

تحرک میکروارگانیزم‌های مفید خاکری دانستند. Oustani *et al.* (2015) بیان نمودند با افزایش مصرف کود مرغی تعداد، اندازه و عملکرد غده و غلظت عناصر معدنی به ویژه پتاسیم و نیتروژن در برگ و غده نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار یافت و بیشترین میزان پارامترهای فوق از مصرف ۶۰ تن در هکتار کود مرغی در شوری خاک ۵/۹ دسی‌زیمنس بر متر ملاحظه شد. آنها اثر مثبت کود مرغی را به نقش مثبت این کود در تأمین تدریجی عناصر غذایی

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر در غده و بخش هوایی سیب‌زمینی تحت اثر تیمارهای کودی در دو سال آزمایش

Table 6- Mean comparison of elements concentrations in potato tubers and leaves under the effect of fertilizer treatments in two years of experiment

Treatments	Concentration of elements in the tuber				Concentration of elements in the leaves			
	K	Fe	Mn	Zn	K	Fe	Mn	Zn
	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg
T1	1.57d	13.58d	12.22c	18.60c	3.83d	29.15d	29.65d	36.5e
T2	2.68b	31.33bc	44.28b	52.77b	5.90b	86.70bc	140.30bc	151.30c
T3	2.13c	27.68c	35.10b	43.48b	4.80c	73.53c	110.20c	111.00d
T4	2.90ab	38.40ab	62.18a	72.22a	6.78a	102.60ab	179.60b	209.50b
T5	3.20a	42.97a	76.82a	80.30a	6.98a	114.60a	242.40a	236.30a

وجود حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است

Similar letters indicate no significant difference at 5% probability level

نیترات در برگ‌های اسفناج شد. پتاسیم علاوه بر فعال کردن آنزیم‌ها، موجب تنظیم pH سلول‌های گیاهی در محدوده مناسب برای فعالیت‌های آنزیمی از جمله آنزیم نیترات رداکتاز شد که این امر باعث بهبود احیای نیترات ذخیره شده در گیاه و کاهش غلظت آن در محصول شد (Hawkesford and De Kok, 2006). همچنین بین نیترات و عناصر آهن، روی و منگنز گیاه همبستگی منفی بسیار معنی‌داری با ضرایب بین ۰/۵۲ تا ۰/۸۱ وجود دارد. عنصر آهن، به دلیل حضور در ترکیب نیترات رداکتاز و فردوکسین که یک آنزیم احیاء کننده است، مهمترین نقش را در فرآیند تغییر بیولوژیکی نیترات دارد و مشخص شده است که در سبزیجاتی که تمایل به تجمع نیترات دارند، آهن بیشتری نیز جذب می‌شود (Sikora and Cieslik, 1999). اثر مثبت عناصر غذایی نظیر پتاسیم، روی، منگنز و مولیبدن به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت آنزیم نیترات

در جدول ۷ ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داده شده است. بین همه صفات در برگ و غده همبستگی معنی‌داری وجود دارد. همانطور که در جدول شش نشان داده شده است بین نیترات و پتاسیم موجود در گیاه همبستگی منفی بسیار معنی‌داری با ضرایب بین ۰/۶۹ تا ۰/۷۷ وجود دارد. افزایش میزان پتاسیم در گیاه می‌تواند جذب و انتقال نیترات به سمت قسمت‌های هوایی گیاه را تسهیل کند. همچنین متابولیسم نیترات را شدت بخشیده و در نهایت نیترات در گیاه را کاهش دهد (Hanafy Ahmed *et al.*, 2002). (Gairola *et al.* (2009) گزارش دادند که پتاسیم باعث افزایش سطح برگ، درصد ماده خشک، شاخص کلروفیل و نیز افزایش فعالیت نیترات رداکتاز شد و در نتیجه تجمع نیترات را کاهش داد. تیمارهای کودی بدون پتاسیم، فعالیت نیترات رداکتاز کمتر و تجمع نیترات بیشتر داشتند و مصرف نیتروژن بدون پتاسیم باعث افزایش

Sharma *et al.* (Malakouti and Lotfolahi, 1999) گیاه و محصولات کشاورزی می‌شود (Hawkesford and De Kok, 2006). عنصر روی نقش کوانزیمی در بسیاری از آنزیم‌های متابولیسم هیدرات‌های کربن و پروتئین دارد و نیز ضمن افزایش فعالیت آنزیم نیترات رداکتاز موجب احیا نیترات و تبدیل آن به قند و پروتئین می‌شود و از غلظت اضافی نیترات در محصولات کشاورزی می‌کاهد

در اکتاز و فرایند فتوسنتز موجب کاهش غلظت نیترات در گیاه و محصولات کشاورزی می‌شود (Hawkesford and De Kok, 2006). عنصر روی نقش کوانزیمی در بسیاری از آنزیم‌های متابولیسم هیدرات‌های کربن و پروتئین دارد و نیز ضمن افزایش فعالیت آنزیم نیترات رداکتاز موجب احیا نیترات و تبدیل آن به قند و پروتئین می‌شود و از غلظت اضافی نیترات در محصولات کشاورزی می‌کاهد

جدول ۷- ماتریس ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه

Table 7- Matrix of correlation coefficients between studied traits

Traits	Yield	Leaves					Tuber				
		NO ₃ -	K	Fe	Mn	Zn	NO ₃ -	K	Fe	Mn	Zn
Yield	1										
Leaves	NO ₃ -	-0.40*	1								
	K	0.78**	-0.74**	1							
	Fe	0.72**	-0.75**	0.92**	1						
	Mn	0.74**	-0.71**	0.89**	0.92**	1					
	Zn	0.75**	-0.79**	0.94**	0.95**	0.95**	1				
Tuber	NO ₃ -	-0.45*	0.99**	-0.77**	-0.77**	-0.73**	-0.81**	1			
	K	0.79**	-0.69**	0.96**	0.93**	0.91**	0.93**	-0.72**	1		
	Fe	0.87**	-0.52**	0.85**	0.86**	0.84**	0.83**	-0.57**	0.83**	1	
	Mn	0.86**	-0.53**	0.83**	0.81**	0.87**	0.84**	-0.56**	0.82**	0.95**	1
	Zn	0.85**	-0.65**	0.89**	0.86**	0.90**	0.91**	-0.68**	0.85**	0.93**	0.95**

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱٪

* and ** significant at 5 and 1% probability level respectively

توجیه اقتصادی

از حد بهینه) + مصرف بهینه سایر عناصر غذایی + ۱۰ تن در هکتار کود مرغی) نسبت به تیمار یک (۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) باعث افزایش سود خالص به میزان ۳۰۱،۱۳۰،۰۰۰ ریال در هکتار شد. با مقایسه تیمارها با یکدیگر می‌توان اذعان داشت که کاربرد کود مرغی به همراه کاهش ۲۵ درصدی مصرف کود اوره، میزان درآمد بیشتری را نصیب کشاورز کرده و ضمن این که محصول تولیدی در تیمار توصیه شده در مقایسه با محصول تولیدی در تیمار شاهد (زارع) محصولی سالم از نظر غلظت نیترات بوده است.

بررسی نتایج به دست آمده از درآمد ناخالص بعد از کسر هزینه کود حاکی از آن است که محصول حاصل از تیمارهای دارای کود مرغی (تیمارهای چهار و پنج) بیشترین درآمد را نسبت به دیگر تیمارها دارند (جدول ۸). بیشترین سود به دست آمده از تیمار شماره پنج گزارش شد که به ترتیب به میزان ۵۰/۸، ۱۵/۱، ۳۴/۴ و ۹/۸ درصد نسبت به تیمارهای یک، دو، سه و چهار افزایش سود داشت. مطابق نتایج به دست آمده صرف ۱۴۱،۹۷۰،۰۰۰ ریال در هکتار هزینه بیشتر برای تامین کود در تیمار پنج (۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) ۲۵ درصد کمتر

جدول ۸- هزینه، درآمد تیمارهای مختلف

Treatments	Yield (t/ha)	Gross income (Rials)	Cost of fertilizer (Rials)	Gross income after deducting fertilizer costs (Rials)
T1	20.00	600,000,000	7,800,000	592,200,000
T2	27.57	827,100,000	51,018,000	776,082,000
T3	23.90	717,000,000	52,318,000	664,682,000
T4	30.43	912,900,000	99,770,000	813,130,000
T5	34.77	1,043,100,000	149,770,000	893,330,000

Amini, R., Dabbagh Mohammadi Nasab, a., and S. Mahdavi. 2017. Effect of Organic Fertilizers in Combination with Chemical Fertilizer on Tuber Yield and Some Qualitative Characteristics of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal Of Agroecology*. 9 (3):734-748.

Anjana, S. U., and M. Iqbal. 2007. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. A review. *Agronomy for sustainable development*. 27 (1):45-57.

Aulakh, M. S., Manchanda, J. S., Garg, A. K., Kumar, S., Dercon, G., and M.-L. Nguyen. 2012. Crop production and nutrient use efficiency of conservation agriculture for soybean-wheat rotation in the Indo-Gangetic Plains of Northwestern India. *Soil and Tillage Research*. 120:50-60.

Cambouris, A. N., Ziadi, N., Perron, I., Alotaibi, K. D., Luce, M., and N. Tremblay. 2016. Corn yield components response to nitrogen fertilizer as a function of soil texture. *Canadian Journal of Soil Science*. 96 (4):386-399.

Cataldo, D., Maroon, M., Schrader, L. E., and V. L. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in soil science and plant analysis*. 6 (1):71-80.

Cieslik, E., and E. Sikora. 1998. Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of potassium, calcium and magnesium in potato tubers. *Food Chemistry*. 63 (4):525-528.

Dhaliwal, S., Naresh, R., Mandal, A., Singh, R., and M. Dhaliwal. 2019. Dynamics and transformations of micronutrients in agricultural soils as influenced by organic matter build-up: A review. *Environmental and Sustainability Indicators*. 1:100007.

Faostat, F. 2015. *FAO Statistics Division*; 2014.

Gairola, S., Umar, S., and S. Suryapani. 2009. Nitrate accumulation, growth and leaf quality of spinach beet (*Beta vulgaris* Linn.) as affected by NPK fertilization with special reference to potassium. *Ind J Sci Technol*. 2:35-40.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مصرف کود مرغی علاوه بر افزایش عملکرد و کاهش میزان نیترات محصول تولیدی، غلظت عناصر پتاسیم، روی، آهن و منگنز محصول را نیز در مقایسه با شاهد به صورت معنی داری افزایش داد. در این پژوهش مشخص گردید مصرف ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۲۵ درصد کمتر از حد بهینه) به همراه ۱۰ تن کود مرغی و مصرف بهینه سایر عناصر غذایی ضروری بر اساس نتایج آزمون خاک (تیمار پنج) موجب تولید محصولی در حدود ۳۵ تن در هکتار و غلظت نیترات ۱۷۴ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک غده (۳۰ درصد کمتر از حد بحرانی در ایران) شد و از نظر غلظت عناصر پتاسیم، روی، آهن و منگنز در حد مطلوب بوده که می تواند اثر مفیدی برای سلامت مصرف کننده داشته باشد. همچنین از نظر اهمیت اقتصادی، کاربرد تیمار توصیه شده (تیمار پنج) ضمن مصرف ۵۰ درصد کمتر کود اوره (یکی از عوامل اصلی افزایش نیترات محصول) و با افزایش تولید حدود ۷۵ درصدی محصول، درآمدی حدود ۵۰ درصد بیشتر نسبت به تیمار شاهد (عرف منطقه) را موجب می گردد.

منابع

Ahmadi, K., Abadzadeh, H., Hatami, F., Hosseinpour, R., and H. Abdshah. 2020. *Agricultural statistics of the crop year 2018-2019*. Tehran: Ministry of Agriculture.

Ali, E., Abbas, G., Khan, M., Khan, M., Hussain, F., and I. Hussain. 2009. Soil fertility and fertilizers-an introduction to nutrient management. *Asian Journal of Crop Science*. 4 (4):135-139.

- Reproductive Traits of Field Cucumber in Hamedan Province of Iran. *Journal of Vegetables Sciences*. 4 (1):147-160.
- Sharifi, M., Lynch, D. H., Zebarth, B. J., Zheng, Z., and R. C. Martin. 2009. Evaluation of nitrogen supply rate measured by in situ placement of plant root simulator™ probes as a predictor of nitrogen supply from soil and organic amendments in potato crop. *American journal of potato research*. 86 (5):356-366.
- Sharma, A. K. 2002. *A Handbook of Organic Farming: Agrobios*.
- Sharma, C., Sharma, P., Bisht, S., and B. Nautiyal. 1982. Zinc deficiency induced changes in cabbage. Paper read at Plant nutrition 1982: proceedings of the ninth International Plant Nutrition Colloquium, Warwick University, England, August 22-27, 1982/edited by A. Scaife.
- Sikora, E., and E. Cieslik. 1999. Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of iron, copper and manganese in potato tubers. *Food Chemistry*. 67 (3):301-304.
- Sparks, D., Page, A., Helmke, P., Loeppert, R., Soltanpour, P., Tabatabai, M., Johnston, C., and M. Summer. 1996. *Methods of soil analysis, parts 2 and 3 chemical analysis*. Soil Science Society of America Inc., Madison.
- Tucker, D. E., Allen, D. J., and D. R. Ort. 2004. Control of nitrate reductase by circadian and diurnal rhythms in tomato. *Planta*. 219 (2):277-285.
- Yazdanpanah, A., and R. Motallebifard. 2017. The Effects of Chicken Manure and Potassium Fertilizer on Yield and Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Zinc and Copper Uptake of Potato. *Applied Soil Research*. 4 (2):60-71.
- Yeganeh, M., Bazargan, K., Samaee, M., Feizolahzadeh Ardebili, M., and S. Tabbakhian. 2019. Residual Nitrate in Potato Tuber Samples Collected from Fields in Important Production Areas and the Main Fruit and Vegetables Supply Center of Tehran. *Iranian Journal of Soil Research*. 32 (4):471-482.
- Zhou, Z.-Y., Wang, M.-J., and J.-S. Wang. 2000. Nitrate and nitrite contamination in vegetables in China. *Food Reviews International*. 16 (1):61-76.
- Gee, G., and J. Bauder. 1986. *Particle-size analysis 1: Soil science society of America: American Society of Agronomy Madison, WI*.
- Ghosh, P., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K., Tripathi, A., Hati, K., Misra, A., and C. Acharya. 2004. Comparative effectiveness of cattle.
- Goffart, J., Olivier, M., and M. Frankinet. 2008. Potato crop nitrogen status assessment to improve N fertilization management and efficiency: past-present-future. *Potato Research*. 51 (3-4):355-383.
- Hanafy Ahmed, A., Khalil, M., and A. M. Farrag. 2002. Nitrate accumulation, growth, yield and chemical composition of Rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plant as affected by NPK fertilization, kinetin and salicylic acid. *ANNALS OF AGRICULTURAL SCIENCE-CAIRO*. 47 (1):1-26.
- Hawkesford, M. J., and L. J. De Kok. 2006. Managing sulphur metabolism in plants. *Plant, Cell & Environment*. 29 (3):382-395.
- Joleini, M., and F. Dousti. 2011. The study of nitrate accumulation in potato and tomato. *Iranian Journal of Environmental*. 50:62-71.
- Kaymak, H. 2013. Effect of nitrogen forms on growth, yield and nitrate accumulation of cultivated purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 19 (3):444-449.
- Malakouti, M. J. 2011. Relationship between Balanced Fertilization and Healthy Agricultural Products (A Review). *Journal of Crop Ecophysiology*. 4 (16(4)):133-150.
- Malakouti, M. J., and M. A. Lotfolahi. 1999. *The role of zinc on the improvement of the quality*. Karaj, Iran: Agricultural Education Publications.
- Motsara, M., and R. N. Roy. 2008. *Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis*. Vol. 19: Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- Nurmanov, Y. T., Chernenok, V. G., and R. S. Kuzdanova. 2019. Potato in response to nitrogen nutrition regime and nitrogen fertilization. *Field Crops Research*. 231:115-121.
- Oustani, M., Halilat, M. T., and H. Chenchouni. 2015. Effect of poultry manure on the yield and nutrients uptake of potato under saline conditions of arid regions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 106-120.
- Parvizi, K., and F. Bayat. 2020. Investigating the Effect of Composition and Type of Chemical and Poultry Fertilizers on Yield, Vegetative and