

## بررسی تاثیر کود های نانو روی و مقادیر کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

حدیث دالوند<sup>۱\*</sup>، امین فرنی<sup>۲</sup>، شهرام نخجوان<sup>۳</sup>

\*۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

\*Email: dalvand\_h@hotmail.com

۲- استادیار گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

۳- استادیار گروه اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

### چکیده:

به منظور بررسی تاثیر کود های نانو روی و مقادیر کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ بر خصوصیات کمی و کیفی سویا آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در شهرستان دورود در سال ۱۳۹۳ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل کود نانو روی در ۳ سطح شامل سولفات روی و نانو روی و شاهد با کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ در ۴ سطح که شامل فسفات بارور ۲ بر اساس میزان مصرف کاتالوگ و ۲۵٪ مصرف فسفات بارور ۲ بیشتر از کاتالوگ و شاهد بود. نتایج نشان داد که منابع کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه در تک بوته و عملکرد دانه در متر مربع داشت. همچنین نتایج نشان داد که محلول پاشی سولفات روی نیز تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه در تک بوته، عملکرد دانه در متر مربع، شاخص برداشت داشت، اثر متقابل تیمارهای آزمایش نیز بر تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه در تک بوته، عملکرد بیولوژیک بدست آمد. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که استفاده از کودهای زیستی فسفات بارور ۲ به همراه محلول پاشی روی تأثیر بیشتری بر خصوصیات مهم رویشی و زایشی داشت.

**کلمات کلیدی:** کود زیستی بارور ۲، سولفات روی، نانو روی، سویا، عملکرد

## مقدمه:

سویا گیاهی است از تیره فاباسه که مهمترین محصول از نظر تولید روغن و پروتئین در سراسر جهان محسوب می شود. دانه سویا ارزش غذایی بالایی از نظر مواد معدنی و ویتامین ها دارد و پروتئین آن حاوی تمامی اسیدهای آمینه لازم برای تغذیه انسان و دام است در چند دهه اخیر مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک، گردیده است (شوت، ۲۰۰۶). فسفر یکی از عناصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان است. اگر چه میزان فسفر کل در خاک ممکن است بالا باشد، اما اغلب در فرم هایی وجود دارد که یا برای گیاه غیر قابل استفاده اند و یا تنها در محیط خارج ریزوسفر قابل استفاده می باشند این مواد در مدتی کوتاه پس از مصرف کودهای شیمیایی فسفاتی در خاک پدید می آیند و سپس به سرعت به مواد با حالیت کمتر (تری کلسیم فسفات) تبدیل می شوند (ملکوتی، ۲۰۰۱ طبق تحقیقات انجام شده بر روی گندم نشان داد افزایش سطوح سولفات روی باعث افزایش معنی دار تعدادسنبله بارور، وزن صد دانه و عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم شهریار داشتند. در این مطالعه بیشترین اجزاء عملکرد و عملکرد دانه با مصرف ۶۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و ارقام الوند و زرین (به ترتیب ۱۰۰۴۰ و ۱۰۰۳۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. لذا مصرف این مقدار سولفات روی و ارقام الوند و زرین برای تولید گندم در شرایطی مشابه با مطالعه حاضر مناسب به نظر می رسد (میر طالبی و همکاران، ۱۳۹۰). به نظر بسیاری از محققان از گزینه های مناسب که می تواند بدون تخریب محیط زیست، باروری خاک و نهایتاً افزایش عملکرد گیاهان را تضمین کند استفاده از کودهای بیولوژیک است. کودهای زیستی یا همان بیولوژیک همچنین به عنوان مایه تلقیح میکروبی که توانایی متحرک سازی عناصر غذایی خاک را برای گیاه زراعی از حالت غیرقابل دسترس به دسترس از طریق فرآیندهای بیولوژیک دارند بیان می شوند (فتحی و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج حاصل از اکثر مطالعات انجام گرفته بر روی رشد غلات نشان داده است که تلقیح بذور با کود بیولوژیک آزوسپیریولوم موجب افزایش شاخص های رشد رویشی و زایشی می شود (مستاجران و همکاران، ۲۰۰۴). فتحی و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند که کود های زیستی از جمله ازتوباکتر شاخص های رشد نظیر تعداد برگ، سطح برگ و وزن تر و خشک اندام های رویشی را افزایش می دهد. آزمایش حاضر به منظور بررسی بررسی تاثیر کود های نانو روی و مقادیر کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا انجام شد.

## مواد و روش ها

این آزمایش در مزرعه ای در شهرستان دورود لرستان اجرا شد. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در ۳ تکرار اجرا گردید. به منظور تعیین خصوصیات خاک قبل از اجرای آزمایش نمونه گیری از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک صورت گرفت و خصوصیات آن مورد آزمایش قرار گرفت. این آزمایش دارای دو فاکتور شامل کود نانو روی در ۳ سطح شامل سولفات روی و نانو روی و شاهد با کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ در ۴ سطح که شامل فسفات بارور ۲ بر اساس میزان مصرف کاتالوگ و ۲۵٪ مصرف فسفات بارور ۲ بیشتر از کاتالوگ و ۵۰٪ مصرف فسفات بارور ۲ بیشتر از کاتالوگ و شاهد بود. این آزمایش دارای دو فاکتور کود بیولوژیک فسفات بارور ۴ سطح و نانو روی در ۳ سطح می باشد، که ۱۲ تیمار در هر کرت و در مجموع ۳۶ تیمار آزمایشی در مزرعه اجرا خواهد شد. در این بررسی جهت مرتب کردن داده ها از Excel و برای تجزیه و تحلیل آماری داده های حاصل از نمونه برداری، از برنامه های آماری SAS و MINITAB و جهت مقایسه میانگین صفات مورد نظر نیز از آزمون LSD استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بر ای اثر اصلی کود فسفات بارور ۲ و اثر محلول پاشی روی و همچنین اثرات متقابل آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.

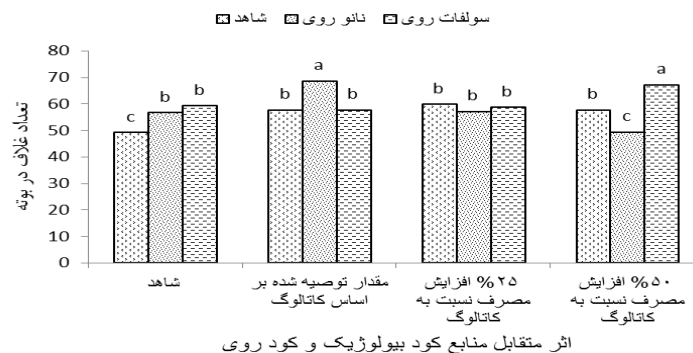
جدول ۱ تجزیه واریانس صفات مورد بررسی اثرات فسفات بارور ۲ و کود روی بر روی سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه در متر مربع	شاخص برداشت
تکرار	2	96.78**	0.094**	1175.6**	380.03**	715.58**	0.001ns
کود زیستی فسفات	3	60.47*	0.037**	460.8*	116.69**	348.55*	0.005ns
محلول پاشی روی	2	64.72*	0.031**	129.8ns	174.19**	320.25*	0.009*
کود زیستی فسفات × محلول پاشی روی	6	126.55**	0.005	465.8*	38.64*	259.66ns	0.002ns
خطا	22	13.26	0.004	144.6	10.54	90.25	0.002
ضریب تغییرات	-	6.25	3.24	10.2	12.96	7.62	10.48

ns و \*\* و \*\*\*: به ترتیب معنی داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار را نشان می دهند

## تعداد غلاف در بوته

بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثر فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی هر کدام در سطح ۵ درصد تأثیر معنی داری بر تعداد غلاف در بوته داشت، همچنین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر این صفت در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار مصرف توصیه شده فسفات بارور ۲ براساس کاتالوگ با ۶۱/۲۸ و کمترین تعداد غلاف در بوته مربوط به شاهد با ۵۴/۹۵ بدست آمد (شکل ۱). سروش و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کرد که منبع کود فسفره تأثیر معنی داری بر روی تعداد غلاف در بوته دارد. همچنین اثر اصلی محلول پاشی روی نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار سولفات روی با ۶۰/۶۳ و کمترین تعداد غلاف در بوته مربوط به شاهد با ۵۶/۰۱ بدست آمد (جدول ۲). مهدی نیا و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کرد که منبع محلول پاشی روی تأثیر معنی داری بر روی تعداد غلاف در بوته دارد. در ادامه نتایج نشان داد که اثر متقابل فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی هم تأثیر معنی داری بر روی سویا داشت به طوری که بیشترین میزان تعداد غلاف در بوته در تیمار مصرف فسفات بارور ۲ براساس مقدار توصیه شده و محلول پاشی نانو روی با تعداد غلاف در بوته ۶۸/۵۳ بدست آمد و کمترین میزان هم در تیمار بدون مصرف هیچکدام از کود ها با میزان ۴۹/۰۶ بدست آمد (شکل ۱).



شکل ۱: اثر متقابل فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی بر تعداد غلاف در بوته سویا

### تعداد دانه در غلاف

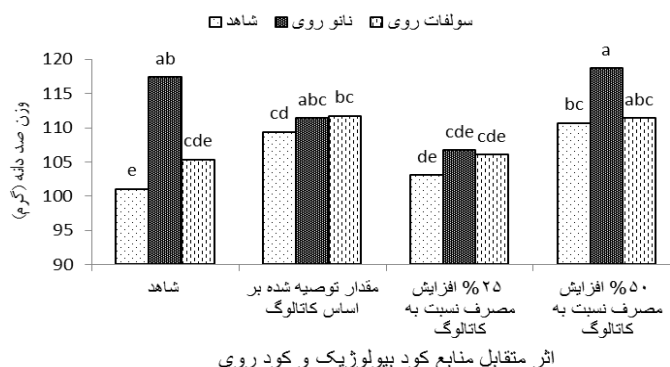
بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثر فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی هر کدام در سطح یک درصد تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در غلاف داشت، ولی اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر این صفت در هیچکدام از سطوح معنی دار نبود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار مصرف توصیه شده فسفات بارور ۲ بر اساس کاتالوگ با ۲/۰۷ و کمترین تعداد دانه در غلاف مربوط به شاهد با ۱/۹۲ بدست آمد (جدول ۲). همچنین اثر اصلی محلول پاشی روی نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار نانو روی با ۲/۰۶ و کمترین تعداد دانه در غلاف مربوط به شاهد با ۱/۹۶ بدست آمد (جدول ۲). بررسی نتایج تحقیق بدست آمده در مورد بر همکنش فسفر و روی در اراضی زراعی و آبی نشان داد که در محدوده مطالعاتی با افزایش میزان فسفر خاک، مقدار روی قابل جذب خاک کاهش یافته و حدود ۵۰ درصد اراضی زراعی آبی محدوده بابیش بود فسفر و کمبود روی مواجه هستند با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می رسد یکی از دلایل مهم این امر وجود رابطه آنتاگونیسمی و برهمکنش بین این دو عنصر می باشد (طاهری و همکاران، ۱۳۹۰).

### وزن صد دانه

بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثر فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی هر کدام در سطح یک درصد تأثیر معنی داری بر وزن صد دانه داشت، همچنین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن صد دانه در تیمار ۵۰ درصد مصرف فسفات بارور ۲ بیشتر از کاتالوگ با ۱۱۳/۵ گرم و کمترین وزن صد دانه مربوط به شاهد با ۱۰۵/۲ گرم بدست آمد (جدول ۲). فتحی و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ تأثیر معنی داری بر روی گیاه دارد که به دلیل افزایش قدرت فتوسنتزی منبع و مخزن قوی تری ایجاد می کند که سبب می شود مواد فتوسنتزی بیشتری در دانه ذخیره بشود و سبب شود که وزن صد دانه هم افزایش پیدا کند.

همچنین اثر اصلی محلول پاشی روی نشان داد که بیشترین وزن صد دانه در تیمار نانو روی با ۱۱۳/۵ گرم و کمترین وزن صد دانه مربوط به شاهد با ۱۰۶ گرم بدست آمد (جدول ۲). طبق مطالعات انجام شده اثر تیمار روی بر سویا سبب افزایش وزن صد دانه و افزایش عملکرد بیولوژیک و در مجموع سبب افزایش کمیت و کیفیت دانه سویا شد (قاسمی و همکاران ۱۳۸۷).

در ادامه نتایج نشاد داد که اثر متقابل فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی هم تأثیر معنی داری بر روی سویا داشت به طوری که بیشترین میزان وزن صد دانه در تیمار افزایش ۵۰ درصد مصرف فسفات بارور ۲ بیشتر از کاتالوگ و محلول پاشی نانو روی با وزن صد دانه ۱۱۸/۶ گرم بدست آمد و کمترین میزان هم در تیمار بدون مصرف هیچکدام از کود ها با میزان ۱۰۱ گرم بدست آمد (شکل ۲).



شکل ۲: اثر متقابل فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی بر وزن صد دانه در سویا

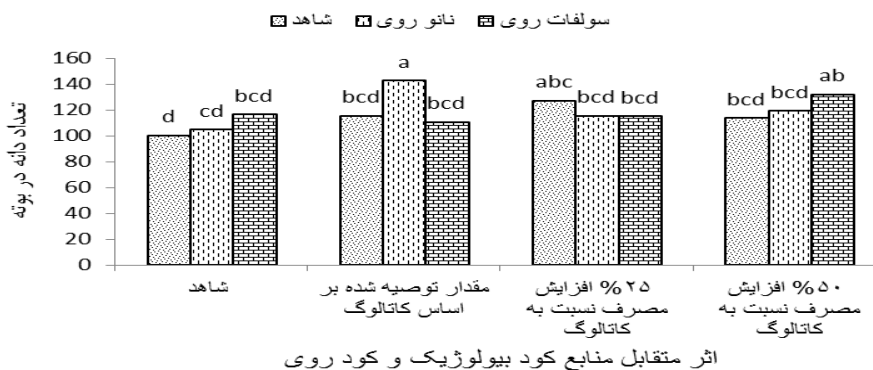
جدول ۲ مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای آزمایش بر صفات مورد بررسی

عامل	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه در متر مربع	شاخص برداشت	
کود زیستی فسفات	شاهد	54.96b	1.93bc	107.13b	107.8ab	11.2b	0.43a
	مقدار توصیه شده	61.29a	2.07a	122.73a	110.7a	12.3a	0.48a
	25% افزایش مصرف	58.44ab	2.05ab	119.16ab	105.2b	11.7ab	0.45a
	50% افزایش مصرف	58.02ab	1.99c	121.51a	113.5a	12.6a	0.46a
محلول پاشی روی	شاهد	56.02b	1.97b	114.03a	106b	11b	0.43b
	نانو روی	57.88ab	2.07a	120.48a	113.5a	12.8a	0.48a
	سولفات روی	60.63a	2b	118.38a	108.5ab	11.9b	0.44ab

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می باشد.

#### تعداد دانه در بوته

بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثر فسفات بارور ۲ در سطح ۵ درصد تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در بوته ولی اثر ساده محلول پاشی روی تأثیر معنی داری بر روی تعداد دانه در بوته نداشت، همچنین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار مصرف فسفات بارور ۲ بر اساس کاتالوگ با ۱۲۲/۷۳ و کمترین تعداد دانه در بوته مربوط به شاهد با ۱۰۷/۱۳ بدست آمد (جدول ۲). فتحی و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ را بر روی گیاه ذرت بررسی کرد نتایج نشان داد که با مصرف فسفات بارور ۲ تأثیر معنی داری بر میزان تعداد دانه در بوته ذرت داشت. در ادامه نتایج نشان داد که اثر متقابل فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی هم تأثیر معنی داری بر روی تعداد دانه در بوته سویا داشت به طوری که بیشترین میزان تعداد دانه در بوته در تیمار مصرف فسفات بارور ۲ بر اساس کاتالوگ و محلول پاشی نانو روی با تعداد دانه در بوته ۱۴۲/۶ بدست آمد و کمترین میزان هم در تیمار بدون مصرف هیچکدام از کود ها با میزان ۱۰۴/۷ بدست آمد (شکل ۳). با توجه به گزارش مارشدر (۱۹۹۳) عنصر روی در سنتز پروتئین شرکت کرده که سبب ذخیره پروتئین می گردد که این امر منجر به افزایش گرده افشانی و تشکیل میوه و دانه‌ی بیشتر می شود.



شکل ۳: اثر متقابل فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی بر تعداد دانه در بوته سویا

عملکرد دانه در متر مربع بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثر فسفات بارور ۲ و محلول پاشی روی هر کدام در سطح ۵ تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه در متر مربع داشت، همچنین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر این صفت در هیپکدام از سطوح معنی دار نشد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در متر مربع در تیمار مصرف فسفات بارور ۲ بر اساس کاتالوگ با ۱۳۰/۰۷ گرم و کمترین عملکرد دانه در متر مربع مربوط به شاهد با ۱۱۶/۲۲ گرم بدست آمد (جدول ۲). فتحی و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند که اثر فسفات بارور ۲ عملکرد ذرت تأثیر معنی دارد. حیدریان و همکاران (۱۳۹۲) نیز تأثیر کود بیولوژیک فسفات را بر گیاه گندم در منطقه ایوان را گزارش کرد و نتایج نشان داد که با افزایش میزان مصرف کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ تأثیر معنی داری بر روی عملکرد دانه به دلیل تأثیری که بر روی اجزای عملکرد دارد می گذارد. همچنین اثر اصلی محلول پاشی روی نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در متر مربع در تیمار نانو روی با ۱۳۰/۰۸ گرم و کمترین عملکرد دانه در متر مربع مربوط به شاهد با ۱۱۹/۸۳ گرم بدست آمد (جدول ۲).

### شاخص برداشت

بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثر فسفات بارور ۲ و اثر متقابل در هیپکدام از سطوح تأثیر معنی داری بر شاخص برداشت نداشت ولی اثر محلول پاشی روی در سطح ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت در تیمار نانو روی با ۰/۴۸ و کمترین شاخص برداشت مربوط به شاهد با ۰/۴۳ بدست آمد (جدول ۲).

### نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش می توان اظهار کرد که کودهای زیستی فسفات و محلول پاشی روی می تواند قسمت اعظم عناصر غذایی مورد نیاز گیاه سویا را تأمین کنند. همچنین اگر محلول پاشی روی به شکل توأم با کودهای بیولوژیک فسفات مصرف شوند، می توانند در بهبود و افزایش عملکرد دانه و اجزاء آن و همچنین عملکرد بیولوژیک واقع شوند. این موضوع می تواند در کاهش هزینه ها و حفظ پایداری کشاورزی و سلامتی خاک تأثیر بسزایی داشته باشد.

### منابع

۱. سروش، م.، عاشوری، م.، امیری، ا.، ۱۳۹۳. تأثیر محلول پاشی روی و کود نیتروژن بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سویا. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان
۲. طاهری، م.، اسماعیلی، م.، داورپناه، غ و نایب دانشی، س. ۱۳۹۰. بررسی بر همکنش سفر و روی در اراضی زراعی آبی حاشیه رودخانه قزل اوزن در شهرستان طارم با استفاده از روش های درون یابی در محیط GIS. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران .
۳. فتحی، ا.، ۱۳۹۱. تأثیر کودهای بیولوژیک نیتروژن و فسفات بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ذرت تحت شرایط آب و هوایی شهرستان دره شهر. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد.

۴. فتحی، ا.، صحرایی، ا.، شریفی مقدم، ح.، مقدم، ع.، کرمی چمه، س. ۱۳۹۱. تاثیر تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی و دامی بر روی عملکرد کیفی آفتابگردان در شرایط آب و هوایی شهرستان دره شهر. سومین همایش ملی علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا، ۱۶ آذر ۱۳۹۱
۵. فتحی، ا.، فرنی، ا. و ملکی، ع. ۱۳۹۲. اثر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفات بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت as71 در شرایط آب و هوایی شهرستان دره شهر. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی تبریز. جلد هفتم (۲۵) ص ۱۰۵-۱۱۴.
۶. فلاحی، ج.، کوچکی، ع.، و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*). مجله پژوهش های زراعی ایران. ۱: ۱۳۵-۱۲۷
۷. قاسمی، ا. و چراتی، ع. ۱۳۸۷. بررسی کاربرد پتاسیم، گوگرد، روی، منگنز و مس بر عملکرد محصول سویادر مازندران. ششمین کنگره علوم خاک ایران شهرکرد، ایران.
۸. مهدی نیا افرا، ج.، قلی زاده، ع.، محمودی، م.، مبصر، ح.، معنوی امری، م. ۱۳۹۳. پاسخ دو رقم سویا به اثر متقابل عناصر فسفر و روی. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. جلد چهارم، شماره اول، صفحه ۸۹ تا ۱۰۸.
۹. مهدی نیا افرا، ج.، قلی زاده، ع.، محمودی، م.، معنوی امری، م. ۱۳۹۲. برخی پاسخ های کیفی سویا (رقم ساری) به اثر متقابل عناصر فسفر و روی. اولین کنفرانس ملی علوم کشاورزی و محیط زیست. صفحه ۸۵.
۱۰. میر طالبی، س.، ح.، حسینی، س.، م.، خواجه پور، م.، سلیمانی، ع. و امینی، ز. ۱۳۹۰. اثر سولفات روی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام گندم در منطقه سردسیر شمال فارس. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران.
11. Malakoti, M. G. (2001), fertilizers and soil fertility, publications press center of Tehran University.
12. McArthur, D. A. J. and N. R. Knowles. 1993. "Influence of species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus nutrition on growth, development, and mineral nutrition of potato (*Solanum tuberosum* L.)." *Plant Physiology* 102(3): 771-782.
13. Mostajeran, A., Amoaghaei, R., and Emtiazi, G. (2004). Azospirillum and alkaline pH of irrigation water on yield and protein content of wheat cultivars. *Iranian Journal of Biology*. Vol, 18, NO, 3, pp, 260-248.
14. Shute, T. and S. M. Macfie. 2006. "Cadmium and zinc accumulation in soybean: A threat to food safety?" *Science of the total environment* 371(1): 63-73.