یافته های نوین کشاورزی
سال پنجم- شماره٤-تابستان ۱۳۹۰

# تاثیر کاربرد باکتری های آزاد کننده فسفر و محلول پاشی با سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سیب زمینی در استان مرکزی

، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران*حمید مدنی
ایرج بیات، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
مهدی چنگیزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران
مجتبی جلالوندی، کارشناس ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

## چکیده

**به منظور بررسی تاثیر باکتری های آزاد کننده فسفر و محلول پاشی با سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سیب زمینی اگریا و مارکیز، آزمایشی به صورت اسپیلت فاکتوریل در سه تکرار در منطقه توره از توابع شهرستان سربند واقع در ٤٥ کیلومتری اراک، در بهار سال زراعی ۸۸- ۸۹ اجرا شد. تیمارها شامل دو رقم سیب زمینی اگریا و مارکیز، تیمار محلولپاشی با سولفات روی در دو سطح با و بدون محلولپاشی و تیمار فسفر شامل مصرف فسفر در چهار سطح شامل صرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل بر اساس آزمون خاک($P_1$) ، ($P_2$) ۱۰۰کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و باکتری های آزاد کننده فسفر، ($P_3$) مصرف باکتری های محلول کننده فسفر به تنهایی($P_4$) مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و اضافه کردن باکتری های محلول کننده فسفر در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد بین ارقام مورد استفاده در این بررسی از نظر عملکرد بیوماس، ارتفاع بوته، تعدا غده در بوته و عملکرد غده ها تفاوت معنی داری وجود داشت. همچنین نتایج حاکی از آن بود که رقم مارکیز در تمام صفات مورد بررسی در این تحقیق حائز برتری معنی داری نسبت به رقم شاهد یا اگریا بود. در تمام موارد با اضافه کردن کود باکتریایی حل کننده فسفر با کود شیمیایی عملکرد صفات ارتقاء نشان داد. رقم مارکیز حساسیت بیشتری نسبت به رقم اگریا به فراهمی فسفر از خود نشان داد به طوری که با کمبود فسفر وزن خشک غده های آن از ۸۱ گرم به ۵۱ گرم کاهش یافت. این تغییرات برای رقم اگریا از ٦٦ به ٥٤ گرم بود.**

**واژه های کلیدی:** سیب زمینی، فسفات، باکتری، عملکرد غده

---

* نویسنده مسئول: E-mail:h-madani@iau-arak.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۸/۲۰

**مقدمه**

سیب زمینی با نام علمی *Solanum tubersum* از نظر اهمیت غذایی بعد از گندم، برنج و ذرت دارای گسترده ترین توزیع در دنیا است. این محصول در حدود ۱٤۰ کشور کشت می شود که بیش از ۱۰۰ کشور آن در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری واقع شده اند اما، هنوز بیشترین تولید در مناطق معتدله در کشور های صنعتی متمرکز است. تقریبا یک سوم این محصول در کشورهای در حال توسعه، عمدتا در کشورهایی در آسیا تولید می شود. مبدأ سیب زمینی کوهستان های امریکای جنوبی است که در آن جا از دیر باز به عنوان یک محصول مهم غذایی مطرح بوده است. در قرن شانزدهم میلادی سیب زمینی به اروپا وارد شده و تدریجا به صورت یک محصول غذایی در آمد. در قرن هیجدهم و نوزدهم میلادی در کشورهای مختلف اروپایی سیب زمینی به طور گسترده برای تولید پوره مورد استفاده قرار داشت. در امریکای شمالی نیز جایی که مهاجران از اروپا غده های سیب زمینی را با خود آورده بودند، این محصول جای خود را در میان سایر محصولات پیدا کرد. در خلال قرن نوزدهم سیب زمینی عمدتا توسط استعمارگران از اروپا به چند کشور گرمسیری و نیمه گرمسیری وارد گشت. در سال های اخیر، سیب زمینی به کشورهای زیادی که دارای اقلیم های گرمتر و خشکتر هستند وارد شده و در مناطقی مثل آفریقای شمالی، دشت های هندوستان، بنگلادش و پاکستان آمریکای مرکزی چین، آرژانتین، اروگوئه و دشت های ساحلی پرو ، اهمیت یافته است.(۲)

افزایش سطح زیر کشت این محصول در ایران نیز اهمیت آن را نشان می دهد با توجه به تنوع ارقام این محصول و تنوع اقلیمی ایران چنانچه برنامه منظمی در جهت زمان کشت و کار این محصول و شکستن مناسب خواب غده های تازه تولید شده پیاده شود، می توان بازار مصرف این محصول را به نحوی تنظیم کرد که همیشه سیب زمینی تازه در اختیار مصرف کننده قرار گیرد و نیازهای انباری و ضایعات ناشی از انبار داری این محصول را طبق آمار FAO ۳۰ ٪ کاهش داد. با توجه به روند رو به رشد جمعیت در جهان پیش بینی می شود که جمعیت جهان در سال ۲۰۱۵ به ۸ میلیارد نفر برسد(٤).

در کنار این رشد روز افزون جمعیت پیامدهایی همچون کمبود غذا قحطی و گرسنگی هر روز خودش را بهتر نمایان می کند. همچنین با توجه به افزایش سرانه غذا و مصرف کالری تلاش برای تولید بیشتر محصولات کشاورزی در جهان و به خصوص در کشورهای در حال توسعه امری اجتناب ناپذیر است. در این میان تولید محصول سیب زمینی با توجه به ارزش غذایی که در جیره روزانه انسان دارد به ویژه در کشورهای اروپایی و برخی کشورهای آمریکایی که جایگزین نان شده است، اهمیت ویژه ای دارد (۲). اهمیت استراتژیکی و ارزش غذایی سیب زمینی در تغذیه انسان و دام و تنوع آب و هوا و خاک مناطق مختلف کشور تحقیقات منطقه ای را برای دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح ضروری می سازد.

هدف عمده این تحقیق بررسی اثرات کاربرد تلفیقی باکتری های آزاد کننده فسفر و ترکیبات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سیب زمینی اگریا و مارکیز در استان مرکزی می باشد.

ملکوتی و همکاران در بررسی اثرات باکتری های حل کننده فسفات و ماده آلی بر قابلیت جذب فسفر از منبع خاک، جمع بندی نتایج این تحقیق نشان داد استفاده از خاک فسفات به تنهایی تاثیرات اصلی و باقیمانده مثبت و معنی داری نداشت ولی استفاده از خاک فسفات به همراه باکتری های حل کننده فسفات اثرات اصلی مثبت و معنی داری از خود بر جای گذاشت و تاثیرات خود را با قاطعیت نشان داد. در ارتباط با اثرات باقیمانده، تیمار خاک فسفات به همراه باکتری های حل کننده فسفات و مواد آلی دارای برتری نسبی و بیشترین تاثیرات باقیمانده بود. همچنین نتایج تحقیقات ترهان و گروال (۱۹۸۳) نشان داد که غلظت بالای فسفر باعث کاهش جذب روی و کاهش انتقال آن با تجمع در ریشه، ساقه و گره ها می شود ایشان نتیجه گرفتند که نسبت P/Zn ۱/۱۰۰ تا ۱/۲۰۰ برای سیب زمینی مناسب می باشد(۵).

## مواد و روش ها

به منظور بررسی اثرات استفاده از باکتری های آزاد کننده فسفر[۱] و ترکیبات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سیب زمینی اگریا و مارکیزدر استان مرکزی آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی جلالوند واقع در ٤٥ کیلومتری اراک در حومه شهر توره با طول جغرافیایی ٤۹ درجه و ١٦ دقیقه و عرض جغرافیایی ٣٤ درجه و ٤ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۷۰ متر در بهار سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. میزان بارندگی در سال زراعی مذکور ٤٣٥/٨ میلی‌متر ، میانگین حداکثر و حداقل دمای سالیانه بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی محل آزمایش به ترتیب برابر با ۳۵ و ۱۲- درجه سانتی گراد بود.

قبل از کاشت آزمون خاک انجام و پس از آماده سازی زمین و عملیات خاک ورزی ، بر اساس نتایج آزمون خاک مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره که یک چهارم آن قبل از کاشت با خاک مزرعه مخلوط و سپس عملیات کاشت در تاریخ ۲۱ خرداد ماه ۱۳۸۸ انجام شد. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ آمده است. باقی‌مانده کود نیتروژن بصورت سرک تا قبل از گلدهی در ۳ مرحله به مزرعه داده شد (۸).

این تحقیق در سه تکرار به صورت آزمایش اسپیلت فاکتوریل با دو رقم سیب زمینی اگریا ($V_1$) و مارکیز ( $V_2$) و مصرف ترکیب سولفات روی دو سطح شامل بدون محلول پاشی($Z_1$) و محلول پاشی با غلظت ۱٪ سولفات روی($Z_2$) و چهار سطح تیمار کودی فسفر شامل شاهد یا مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار

---

۱- باکتری های آزاد کننده فسفر مورد استفاده در این تحقیق با نام علمی باسیلوس مگاتریوم و واریته فسفاتیکوم که در ایران با نام تجاری بارور-۲ به بازار عرضه می شود می باشد. که به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار مصرف گردید.

مقدار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل بر اساس آزمون خاک($P_1$) ، ($P_2$) ۱۰۰کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و باکتری های آزاد کننده فسفر، ($P_3$) مصرف باکتری های محلول کننده فسفر به تنهایی($P_4$) مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و اضافه کردن باکتری های محلول کننده فسفر در نظر گرفته شد (٦). هر کرت شامل ٤ ردیف کاشت با فاصله ۰/۷۵ متر و به طول ٦ متر بود. فاصله کشت غده ها روی ردیف ۰/۲ متر در نظر گرفته شد. پس از انجام عملیات اعمال کودهای پایه و تیمارهای آزمایشی انجام کشت غده ها با دست انجام شد. اولین آبیاری سه روز پس از کاشت و هر ٦ روز تکرار گردید. عملیات خاکدهی پای بوته در دو مرحله یکی هنگامی که ارتفاع بوته ها حدود ۱۰ سانتی متر و دیگری در ارتفاع ۲۰ سانتی متری بوته ها انجام شد (۸ و ۱۱).

مبارزه با علف های هرز مزرعه در تاریخ ۱۰ تیر ماه و تاریخ سبز شدن بذور رقم اگریا ۸ تیرماه و مارکیز ۱۳ تیر ماه بود. برای اطمینان از اعمال تیمار روی عملیات محلول پاشی با سولفات روی ۱٪ در دو مرحله ابتدا دو هفته بعد از سبز شدن و مرحله دوم همزمان با تکمیل کنوپی و تکمیل رشد رویشی اعمال شد (۳).

جدول۱: خصوصیات خاک مزرعه

| عمق (cm) | درصد اشباع | هدایت الکتریکی (mμ/cm) | اسیدیته گل اشباع | مواد خنثی شونده | کربن آلی (٪) | ازت کل | فسفر قابل جذب (ppm) | پتاسیم قابل جذب (ppm) | شن (٪) | سیلت (٪) | رس (٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳۰-۰ | ٤٤/۸ | ۰/٦۱ | ۷/۸ | ۲۸ | ۰/٦۵ | ۰/۰۷ | ۱۰ | ۲۵۰ | ۷ | ٤۵ | ٤۸ |

صفات مورد بررسی در این تحقیق مزرعه ای شامل تعیین وزن خشک بوته یا عملکرد بیوماس، ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، متوسط تعداد غده در بوته، درصد ماده خشک غده و عملکرد غده بود.

به منظور تعیین صفات ز سیب زمینی در تیمارهای مختلف آزمایشی از تمام کرت ها نمونه برداری از تعدا ٤ بوته صورت گرفت. اعی مورد نظر در این بررسی نمونه های گیاهی به طور تصادفی و با رعایت اثرات حاشیه ای انتخاب می شدند.به منظور اندازه گیری عملکرد بیوماس یا وزن خشک هر بوته سیب زمینی ابتدا کلیه غده های تولیدی از ٤ بوته در مرحله رسیدگی سیب زمینی برداشت و با کارد خرد شدند. سپس به مدت ۳ روز در هوای معمولی رطوبت آن ها به حداقل ممکن رسید. بعد از آن بوته به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد و به کمک آون قرار خشک و سپس نمونه ها توزین و متوسط عملکرد بیوماس برای هر بوته تعیین گردید.

برای تعیین ارتفاع بوته ها اندازه گیری ها از روش غیر تخریبی و در مرحله برداشت محصول صورت گرفت. در تمام کرت ها نمونه ها به طور تصادفی انتخاب بر حسب سانتی‌متر اندازه گیری شدند.

تعداد ساقه در بوته نیز بر اساس شمارش تعداد ساقه های اصلی در هر بوته انجام شد برای این کار تعداد انشعابات اصلی ساقه که از روی غده مادری تشکیل شده بودند به طور دقیق شمارش، سپس میانگین مجموع ساقه ها جهت محاسبات ثبت گردید. همچنین تعداد غده ها در هر بوته از شمارش تعداد غده های برداشت شده از چهار بوته در هر کرت به دست آمد.

برای محاسبه درصد ماده خشک غده ها مقدار وزن تازه و خشک ٤ نمونه ۱۰۰ گرمی از غده های تولیدی در هر کرت اندازه گیری شد و درصد ماده خشک غده ها با کسر درصد رطوبت غده ها به دست آمد. در نهایت و در مرحله برداشت نهایی غده ها که در تاریخ ۱۵ آبان ماه سال ۱۳۸۹ صورت گرفت ابتدا تعداد بوته های هر کرت شمارش شد تا تراکم بوته اصلی و نهایی بوته ها در هر کرت تعیین گردد و سپس عملیات برداشت انجام گردید.

برای تعیین عملکرد نهایی محاسبات بر اساس تعیین وزن کل غده های تازه برداشت شده هر کرت و با توجه به تراکم بوته در هکتار بر حسب تن در هکتار محاسبه شد. به منظور انجام محاسبات آماری و تجزیه واریانس از نرم افزار MSTAT-C استفاده شد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ ٪ استفاده و شکل‌ها به کمک نرم افزار EXCEL ترسیم گردید.

## نتایج و بحث

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد، بین ارقام مورد استفاده در این بررسی از نظر عملکرد بیوماس، ارتفاع بوته، تعدا غده در بوته و عملکرد غده ها تفاوت معنی داری وجود داشت. این بررسی نشان داد ارقام اگریا و مارکیز از نظر تعداد ساقه در بوته، درصد ماده خشک غده و عملکرد ماده خشک غده تفاوت معنی داری نداشتند. تیمار محلول پاشی با محلول ۱٪ سولفات روی نیز در این آزمایش توانست به عنوان یک عامل موثر در بروز اختلاف معنی دار بر صفات وزن خشک نهایی بوته، درصد ماده خشک غده و عملکرد غده تاثیر داشته باشد. همچنین در تیمارهای مختلف فسفر تاثیر معنی داری در صفات مورد بررسی به جز تعداد غده در بوته مشاهده گردید.

استفاده از محلول سولفات روی در زراعت سیب زمینی تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۹۵٪ در صفات وزن خشک بوته، درصد ماده خشک غده ها و عملکرد نهایی محصول داشت که حاکی از تاثیر این عنصر بر بالا بردن راندمان عملکرد کلی گیاه و اثر مثبت آن می باشد.

جدول ۲: خلاصه تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد بیوماس | ارتفاع بوته | تعداد ساقه در بوته | تعداد غده در بوته | درصد ماده خشک غده | وزن خشک غده | عملکرد غده |
| تکرار | ۲ | ۱۱۸/۲٤$^{ns}$ | ۱٦٤/۷$^{ns}$ | ۱/۰۲$^{ns}$ | ٦٦/٦۱$^{ns}$ | ٤٦/٦٥$^{ns}$ | ۳٦/٤۰$^{ns}$ | ۳۱۸۱۳/٤$^{ns}$ |
| رقم V | ۱ | ۲٦٤٤/۰٤* | ٤۲۰** | ۱۰/۰۸$^{ns}$ | ۳۸/۹۷* | ۷/٥۲$^{ns}$ | ۱۹٦۳/٥۲$^{ns}$ | ۳٦۳۲۷۷۲۰/۰۸** |
| خطا | ۲ | ٤۹/۷۲۳ | ۸/٤٦ | ۰/۲۷ | ۲/۰۸۷ | ۷٤/۷۷ | ۲٥۱/٥۲ | ٥۷۳۲/٦٥ |
| رویZ | ۱ | ۳٤۳۸/۳۱٤** | ۱۲۸/٤$^{ns}$ | ۰/۰۰۰$^{ns}$ | ۰/۸۱$^{ns}$ | ۰/۱۹** | ۲۷٥/٥۲$^{ns}$ | ٥۰۹٦۰۳۳/۳۳** |
| V.Z | ۱ | ۱۸/٤۳۹$^{ns}$ | ٥۹/٦۳$^{ns}$ | ۰/۳۳** | ۱/۲٥$^{ns}$ | ۰/٥۲** | ۲۱٤٦/٦۹** | ۱۰۱۹۳٦/۳۳** |
| فسفرP | ۳ | ۲۸۷۲/۰٦** | ۱٥٦/۹* | ٤٦/۰۸** | ۱/۹٦$^{ns}$ | ۰/٦۳** | ۱٦۳٦/۹۱** | ۲٥۱٤٥۷٦٦/۱٤** |
| V.P | ۳ | ۱٤۹/۱٦$^{ns}$ | ۳/۷۲$^{ns}$ | ۸/۷٥$^{ns}$ | ٤/۲۸$^{ns}$ | ۸/۱۹$^{ns}$ | ٤۸۱/۲٤* | ۳۱۱۸۱٤۸٤/۱٤** |
| Z.P | ۳ | ٦۹۹۷/۷۷** | ۹۳/۹۳$^{ns}$ | ۰/٦۷$^{ns}$ | ۱/۹۹$^{ns}$ | ٦/٦۳$^{ns}$ | ۷۰۰/٥۸** | ۲٦۱٥٦۲۸۰/۷۲** |
| VZP | ۳ | ۳۱۱٥/۸۱** | ٥٤/۳۰$^{ns}$ | ۰/٥٦$^{ns}$ | ٥/٦۱$^{ns}$ | ۲/٦۳$^{ns}$ | ۱۷۷۹/٦۳** | ۲۳۲٥۷۸۱۷/۰٦** |
| خطا | ۲۸ | ٥۹/۳۱۹ | ٤۷/٥٥ | ۰/۳۸ | ٤/۳۹ | ٤٦/۳۳ | ۷٥/۹٥۸ | ۱۳۱٤۰/۰۷ |
| ضریب تغییرات (٪) | | ۱۲/۰۸۰ | ۸/۳٤ | ۱۸/۲۹ | ۱٦/٦۳ | ۱٤/۱۳ | ۱۲/٥۸ | ۸/۸۷ |

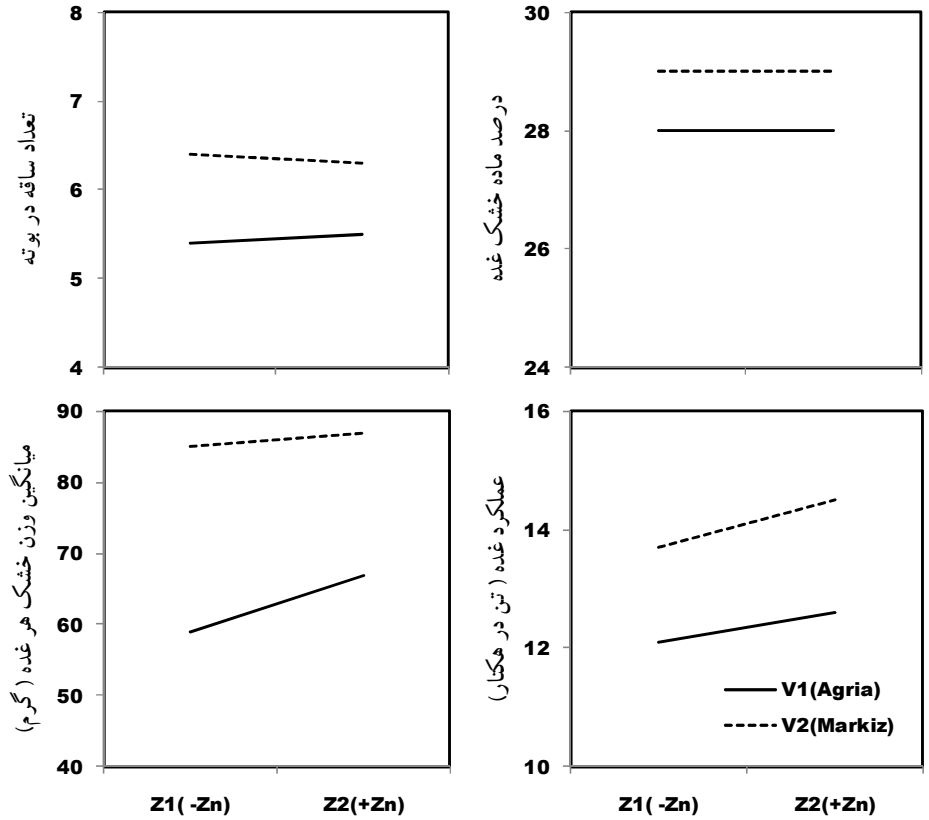
ns، *و**: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ٥ درصد و ۱ درصد می باشند

بررسی اثرات متقابل تیمارها نشان داد اثرات متقابل نوع رقم و محلول پاشی با سولفات روی به جز متوسط عملکرد بیوماس در هر بوته و ارتفاع بوته سایر صفات یعنی تعداد ساقه در بوته، وزن خشک غده، درصد ماده خشک غده ها و عملکرد نهایی غده ها در سطح احتمال ۹۹٪ تفاوت معنی داری را نشان دادند. اثر متقابل نوع رقم و تیمار فسفر نشان داد اثر متقابل تیمارها صفات وزن خشک غده و عملکرد نهایی غده را به ترتیب در سطح احتمال ۹٥٪ و ۹۹٪ تحت تاثیر قرار داد.

در این تحقیق مزرعه ای اثرات متقابل سطوح مختلف تیمار روی و فسفر توانست صفات متوسط وزن خشک هر بوته و غده و عملکرد نهایی غده ها را به نحو معنی داری تحت تاثیر قرار دهد.

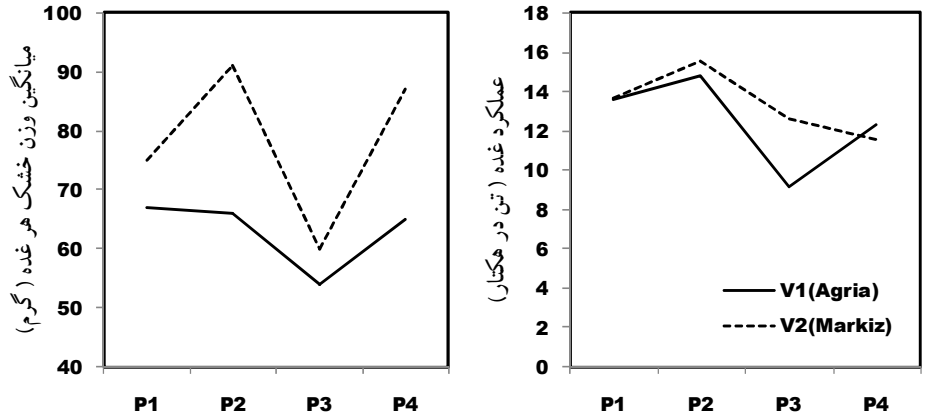
اثر متقابل سه گانه تیمارهای آزمایشی نیز چنین تغییرات معنی داری را روی صفات وزن خشک بوته و غده و عملکرد نهایی غده ها نشان داد (جدول۲).

مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی نشان داد به طورکلی رقم مارکیز در تمام صفات مورد بررسی در این تحقیق حائز برتری معنی داری نسبت به رقم شاهد یا اگریا بود. برای مثال مطابق با شکل ۱ تعداد ساقه در بوته در رقم مارکیز اولا بیشتر از رقم اگریا ( از ٥/٤ به ٦/٤ عدد رسید) و ثانیا با اعمال تیمار محلول پاشی رقم اگریا بیشتر از رقم مارکیز به این عامل واکنش نشان می دهد هر چند این تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود.




شکل۱- رابطه میان مصرف یا عدم مصرف سولفات روی و ارقام مختلف سیب زمینی از نظر تعداد ساقه در بوته، درصد ماده خشک، میانگین وزن خشک هر غده و عملکرد نهایی غده. در این شکل Z1 عدم محلولپاشی روی و Z2 محلول پاشی با سولفات روی۱٪ و V1و V2 به ترتیب ارقام اگریا و مارکیز هستند.

این روند پاسخ ارقام به محلول پاشی روی در صفات درصد ماده خشک غده ( از ۲۸ به ۲۹٪) ، میانگین وزن خشک هر غده ( از ۵۹ به ٦٧ گرم) و عملکرد غده ( از ۱۲/٦ به ۱٤/۵ تن در هکتار) برتری رقم مارکیز را نشان می دهد. هر چند نحوه تاثیر عنصر روی در این صفات روند صعودی برای همه این خصوصیات اختصاصی سیب زمینی را نیز نشان داد. برای مثال با مصرف روی در هر هکتار سیب زمینی رقم اگریا عملکرد محصول از ۱۲ به ۱۲/٦ تن در هکتار و در رقم مارکیز از ۱۳/۷ به ۱٤/۵ تن در هکتار افزایش یافت.

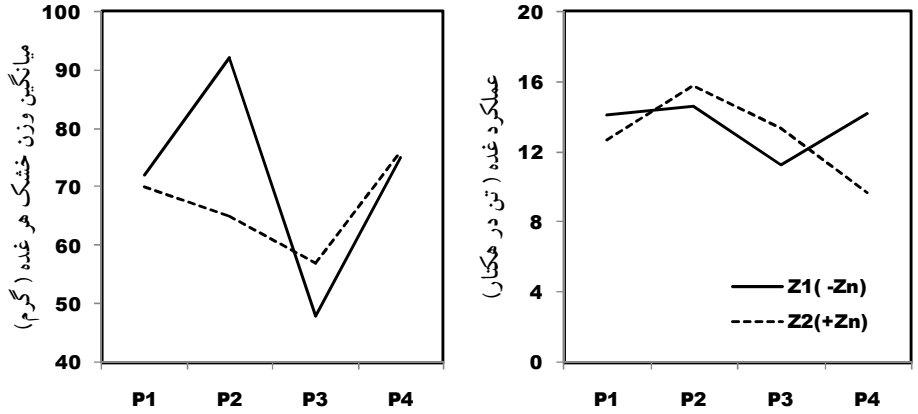



شکل۲- رابطه میان سطوح مختلف تیمار فسفر و ارقام مختلف سیب زمینی از نظر میانگین وزن خشک و عملکرد نهایی غده. در این شکل P1 عبارتست از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، P2مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به انضمام کاربرد باکتری های حل کننده فسفر ،P3 تنها مصرف باکتری های حل کننده فسفر و P4 مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به انضمام کاربرد باکتری های حل کننده فسفر. Z1 عدم محلولپاشی روی و Z2 محلول پاشی با سولفات روی۱٪.

شکل ۲ اثرات متقابل میان سطوح مختلف فسفر و ارقام سیب زمینی در این بررسی نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود روند تغییرات میانگین وزن خشک هر غده و عملکرد غده در واحد سطح به صورت معنی داری قرار گرفتن این صفات را تحت تاثیر تیمارهای فسفر و ارقام منعکس می کند. در تمام موارد با اضافه کردن کود باکتریایی حل کننده فسفر با کود شیمیایی عملکرد صفات ارتقاء نشان داد. برای مثال افزایش وزن متوسط غده ها از ۷۵ گرم ( P1V2) به ۹۱ گرم (P2V2) رقم مارکیز ناشی از اثرات متقابل معنی دار این عوامل تغذیه ای می باشند که بهبود وزن خشک غده ها را نشان داد. تیمار P3 نشان دهنده حذف کود شیمیایی فسفر به یکباره و سنجش کارایی کود فسفر بیولوزیک را نشان می دهد. نتایج به عدم کفایت اینگونه باکتری ها برای تامین نیاز طبیعی سیب زمینی اشاره دارد. به طوری که رقم مارکیز با حساسیت فراوانی که به فراهمی فسفر در این تحقیق از خود نشان داد وزن خشک غده های خود را از ۸۱ گرم به ۵۱ گرم کاهش داد. هر چند پاسخ رقم اگریا نیز مشابه رقم مارکیز بود ولی از شدت تغییرات کمتر این رقم به فسفر خبر داد. کاهش وزن خشک غده ها در این رقم با حذف کود شیمیایی ار ٦٦ به ٥٤ گرم بود. با توجه به اینکه یکی از اهداف انتخاب تیمارهی آزمایشی کاهش مصرف کودهای شیمیایی و استفاده همزمان از کود باکتریایی حل کننده فسفر بارور۲ بود لذا تیمار P4 که نشان‌دهنده مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و باکتری های آزاد کننده فسفر به طور همزمان بود توانست عملکرد غده و مسانگین وزن خشک غده ها را به نتایج تیمار برگرداند. بنابراین مطابق با شکل ۲ مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل در هکتار به ۵۰٪ آن کاهش یافت و با کاربرد

باکتری های آزاد کننده فسفر شاخص میانگین وزن خشک هر غده حدود ٦٥ و عملکرد غده ۱۳/٦ تن در هکتار را نشان داد ( شکل ۲ چپ).

شکل زیر نشان می دهد عملکرد غده در هر دو رقم تحت اعمال باکتری های آزاد کننده فسفر هنگامی که بخشی از نیاز گیاه با کمک کود شیمیایی غفسفر نیز تامین شده باشد به طور معنی داری افزایش یافت. این افزایش از ۱۳/٦ تن در هکتار در رقم اگریا به ۱٤/۹ در رقم مارکیز به کمک تیمار P1 رسید. این در حالی بود که ۱/۳ تن اختلاف موجود ناشی از اضافه شدن باکتری های بارو کننده خاک به P1 بوده است (شکل ۲ راست).




شکل۳- رابطه میان سطوح مختلف تیمار فسفر و مصرف یا عدم مصرف سولفات روی از نظر میانگین وزن خشک و عملکرد نهایی غده. در این شکل P1 عبارتست از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، P2مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به انضمام کاربرد باکتری های حل کننده فسفر ،P3 تنها مصرف باکتری های حل کننده فسفر و P4 مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به انضمام کاربرد باکتری های حل کننده فسفر. Z1 عدم محلولپاشی روی و Z2 محلول پاشی با سولفات روی۱٪.

با لاترین میزان عملکرد غده در این تحقیق به میزان ۱۵/۸ تن در هکتار در شرایطی حاصل شد که از ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل در هکتار و همزمان با آن از باکتری های حل کننده فسفر استفاده شد. رابطه میان سطوح مختلف تیمار فسفر و مصرف یا عدم مصرف سولفات روی در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می شود اثر متقابل این تیمارها بر میانگین وزن خشک هر غده نشان داد در شرایط محدودیت فسفر شیمیایی در خاک (P4 وP3) مصرف روی به صورت محلول‌پاشی منجر به تغییر روند کاهشی صفت وزن غده گردید. در این شرایط افزایش عنصر روی موجب بهبود وزن خشک غده شد. این مطلب نشان می دهد کارایی جذب و اهمیت فسفر در شرایط کمبود فسفر بیشتر بروز می کند و یا این عناصر با هم همبستگی معکوس دارند. این موارد در رابطه با

عملکرد غده نیز به اثبات رسید. کرستینسن و جکسون (۱۹۸۱) با تحقیق بر روی ذرت و سیب زمینی مشاهده نمودند که این گیاهان وقتی به روی پاسخ می دهند که فسفر عامل محدود کننده رشد نباشد.

به طور کلی می توان اظهار داشت در شرایط کمبود فسفر در خاک تا ۱۰ پی پی ام محلول پاشی محصول سیب زمینی با سولفات روی نتایج مطلوبی را در جلوگیری از کاهش عملکرد نهایی به دنبال دارد. به طوری که در شرایط کمبود فسقر و بدون محلول پاشی عملکرد غده به ۱۱ تن کاهش یافت ولی با انجام عملیات محلول‌پاشی این میزان از عملکرد در شرایط مشابه از نظر فسفر خاک به ۱۳/٤ تن در هکتار افزایش یافت. بنابراین به کشاورزانی که در شرایط کمبود فسفر زراعت سیب زمینی را تجربه می کنند پیشنهاد می شود برای جلوگیری از افت عملکرد حتمی نسبت به اعمال محلولپاشی با روی اقدام کنند.

از سایر نتایج این بررسی می توان به این موضوع که بر اساس نتایج این تحقیق با استفاده از باکتری های آزاد کننده فسفر در زراعت سیب زمینی می توان مصرف کود فسفاته را با حفظ میزان عملکرد مطلوب تا حد ۵۰٪ در خاک هایی که دارای ۱۰ پی پی ام فسفر قابل جذب باشند کاهش داد.

واکنش میان فسفر و روی عمدتاً مربوط به مقادیر زیاد فسفر و یا استفاده از آن در خاک هایی است که از نظر عنصر روی با کمبود مواجه اند می باشد. وقتی روی و فسفر در حد توازن در گیاه وجود دارند سبب افزایش عملکرد می شوند ولی وقتی بین فسفر و روی توازنی وجود نداشته باشد این دو عنصر دارای اثرات متقابل می شوند.

## منابع


۱- **آق قلعه، ب. ع. ۱۳۷۹.** بررس مصرف کود فسفات و کود دامی بر خصوصیات زراعی سیب زمینی. مجله منابع طبیعی و علوم کشاورزی پاییز ۱۳۷۹، ۷، ۲۳-۱۳.

۲- **رضایی ع . و سلطانی.۱۳۷۵**. زراعت سیب زمینی (بیوکاما. وان درزاگ )انتشارات دانشگاه مشهد

۳- **پورحن، ر. و همکاران. ۱۳۸۵**. بررسی اثر قارچ میکروریزا و اربوسکولار و مقادیر فسفر بر جذب فسفر در نهال چای. نشریه علوم کشاورزی ایران دوره ۳۸، شماره ۲.

٤- **زاهدی، م. ح. ۱۳٦٤**. زراعت سیب زمینی شماره ۲۰۸ انتشارات سازمان ترویج کشاورزی

۵- **بای بوردی، ا. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹**. بررسی تاثیر کاربرد سطوح مختلف عناصر فسفر و روی بر غلظت کادمیوم در دو رقم سیب زمینی . نشریه علوم خاک و آب ۱۵، ۳۸-۲۵.

٦- **مطلبی فرد، ر. و یزدان پناه، ع. ۱۳۸٦**. کنگره علوم خاک ایران. بررسی راندمان جذب کود روی در شرایط متغیر فسفر و تاثیر آن بر عملکرد و کیفیت سیب زمینی.

۷- **ایرانپور و همکاران. ۱۳۸۵**. بررسی اثرات باکتری های حل کننده فسفات و ماده آلی بر قابلیت جذب فسفر از منبع خاک فسفات با استفاده از تکنیک رقت ایزوتوپی

۸- **فلاحی، م. ۱۳۷٦**. دانش و تکنولوژی سیب زمینی. ترجمه، انتشارات بارثاوا.

**۹- رابرت.ک. رام. هی. اندرج. واکر.۱۳۷۳.** مقدمه ای بر عملکرد فیزیولوژیکی گیاهان زراعی ترجمه یحیی امام، منصور نیک نژاد. انتشارات دانشگاه شیراز

**۱۰- کوچکی، ع.، حسینی، م. و نصیری محلاتی، م.** رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. ترجمه، انتشارات دانشگاه مشهد

**۱۱- شیرانی راد ، ا. ۱۳۸۲ .** فیزیولوژی گیاهان زراعی.۳۵۸ صفحه

**۱۲- کوچکی، ع.، خیابانی، ح. و سرمدنیا، غ.۱۳۷۵.** تولید محصولات زراعی .دانشگاه فردوسی مشهد ٦۳۸ صفحه

**۱۳- خواجه پور. ۱۳۸۱.** زراعت گیاهان صنعتی .انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان

**۱٤- فتحی،ق. و اسماعیل پور، ب. ۱۳۷۹.** مواد تنظیم کننده رشد گیاهی. ترجمه، انتشارات دانشگاهی مشهد.

**15-Minhe, T. U. V. and Vanderzage, P. 1990.** Rapid multiplication of potato.Influence of environment and management on growth jurenile apical. Amer potato J.67: 789-797.

**16- Linford, K. l. and Medole, B. E. 1997.** proc.28 th Annu. Fertilizer conf – pac. Northtest, Twin falls, Idaho.

**17- Falton, J. M. Can, J. 1970.** Soil sei , 50, 92-94 (1970)

**18- Levy, D.1985.**The response of potato to a single tran sient heat of drought stress imposed of different stage of tuber growths. Potato Research. 1985. 28: 3, 415-424

**19- Cavalier, A. J. and Smit, A. S. 1985.** grain filling and fild drying of a set maizehybrids released from 1930 to 1982. crop Sci. 25: 585-860

**20- Gay, S .D. Egli. and Reiosky, D. A. 1980.** Physiological aspects of yield improvment in soybean . Agron.J. 72: 387-391 .

**21- Estilai, A. and Knowles, P. F.1980.** Aneuploids in safflower .crop sci. 20: 516- 518

**22- Siddique, K. H., Tennant, K., Perry, W. and Belford, P. K. 1990.** Growths development and weight interception of old and modem wheat cultivar in a Mediterranian type environment. Aust. J.Agric. Res. 41: 431- 437

**23- Vanheemst, H. D. J. 1986.** The distribution of dry matter daring growths of a potato. Crop. Potato Research . 29: 55- 66

**24- Allen, E. J. and Scott, R. K. 1980.** Plant density. PP. 278- 320

**25- Moorby, J.1978.**The Physiology of growth and tuber yield.pp.(53-194)

**26- Rykbost, K. A. and Max Well, J. 1993.** Effect of plant population on perfomance of seven varieties in the klonath Basin of Oregon. Am. Potato. J.463- 474.

**27- Hansen, S. E. 1990.** Influence of planting time and pre- warming on yield of
seed the state EXP. Station lyistrup. DE 938 ovostbjerg 1328- 1354.

**28- Travis, K. Z. 1987.** Use of a simple model study factor effecting the s distribution of tubers potato crops. J. Ayric. Sci. Camb. 109: 563- 571.

**29- lerna, A. and Mauromicale, G. 2005.** Physiological and growth responseto moderate water deficit of off-season potatoes in a Mediterranean environment. W.W.W. Elsevier/ Science direct.

**30- Karimi, M. M. and Siddique, K. H. M. 1991.** Crop growth and redative '\L L

**31- Heritage A. D. and Harrigan, E. K. S. 1984.** Environment Factors in floienciy sease. 68: 767- 769.

**32- Bulloch, D.G., Nielson, R. L. and Nyqu ist, W. E. 1998.** A growth analysis camparsion of corn groeyh in can ventional and equidistant plant spacing.

**33- Van der Zaag, D. E. 1999.** potato and their cultivation hn the netherlan.