اثر سولفات پتاسیم برمقاومت به خشکی سیب زمینی در اقلید فارس

سیدماشاالله حسینی[۱] * و زهره امینی

استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، ایران.

Mhoseini20@yahoo.ca

کارشناس ارشد زراعت. عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید. ایران.

Zohreh_amini61@yahoo.com

Archive of SID

چکیده

سیب زمینی جزء گیاهان حساس به خشکی است و یکی از محصولات اصلی شهرستان های شمال استان فارس می باشد. از آنجایی که کشت آن همزمان با مرحله داشت و آبیاری گندم می باشد باید به دنبال راه حلی بر ای کاهش مصرف آب در این محصول بود. در این پژوهش به بررسی اثر سولفات پتاسیم در مقاومت به خشکی سیب زمینی پرداخته شد. آزمایش در قالب طرح آماری کرت های خرد شده در سه تکرار با تیمارهای کودی زیر در کرت فرعی: ۱- مصرف پتاسیم بر اساس آزمون خاک، ۲- مصرف پتاسیم۲۰ درصد کمتر از آزمون خاک، ۳- مصرف پتاسیم۴۰ درصد کمتر از آزمون خاک، ۴- مصرف پتاسیم ۲۰ درصد بیشتر از آزمون خاک و ۵- مصرف پتاسیم ۴۰ درصد بیشتر از آزمون خاک و تیمارهای آبیاری در سه تکرار در کرت اصلی به صورت زیر اعمال شد: ۱- دور آبیاری ۶ روزه، ۲- دور آبیاری ۱۲ روزه و ۳- دور آبیاری ۱۸ روزه. پاسخ های اندازه گیری شده گیاهی شامل عملکرد غده در هکتار، متوسط وزن یک غده، قطر غده، متوسط وزن غده های یک بوته و تعداد غده در یک بوته بودند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد غده از تیمار دور آبیاری ۶ روزه و پتاسیم۴۰ ٪ بیشتر از آزمون خاک بدست می آید ولی در دوره های خشکسالی و شرایط کمبود آب تیمار دور آبیاری ۱۲ روزه و مصرف پتاسیم ۴۰ درصد بیشتر از آزمون خاک می تواند راه حل مناسبی برای جلو گیری از کاهش عملکرد سیب زمینی در منطقه باشد.

واژه های کلیدی: دور آبیاری، بر همکنش آب و کود

---

۱ – آدرس نویسنده مسئول: ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس.

* دریافت:آبان ۱۳۹۲ و پذیرش: مرداد ۱۳۹۳

www.SID.ir

مقدمه

سیب زمینی جزء گیاهان حساس به خشکی است و یکی از مهمترین محصولات شهرستان های شمال استان فارس می باشد. پتاسیم عمدتاً در گیاهان به عنوان یک تنظیم کننده اسمزی مهم است. این عنصر ممکن است ۳۰ تا ۵۰٪ مشارکت در پتانسیل اسمزی مخصوصاً در برگ های مسن داشته باشد. بعد از مدت طولانی خشکی در مزرعه، پتاسیم در برگ های چاودار (رادین و ادنبوک،۱۹۸٤) و برگ های جو (لودلو، ۱۹۷۵) انباشته می شود و می تواند نقش مهمی در پتانسیل اسمزی داشته باشد. شارپ و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند که در ریشه های ذرت در معرض شوک اسمزی حجم سلول کاهش می یابد و بیان می کنند که قندهای شش کربنه همراه با پتاسیم در تنظیم اسمزی نقش دارند.

محققان مختلف اثر سه عنصر اصلی فسفر، نیتروژن و پتاسیم بر مقاومت به خشکی را مطالعه و بررسی کرده اند. ارقام مقاوم به خشکی به طور نسبی به تشکیل حباب در آوندها مقاوم هستند و قطر آوندهای آنان نیز کمتر است. آسیب پذیری در اثر تشکیل حباب با قطر آوند چوبی رابطه مثبت و با تعرق رابطه منفی دارد.تشکیل حباب در آوندهای چوبی پتانسیل تولید را در مناطق خشک با بستن و بلوکه کردن جریان آب در آوندها کاهش می دهد.

با کاربرد نیتروژن تمایل به ایجاد حباب در آوندها افزایش می‌یابد در حالیکه کاربرد پتاسیم باعث فشردگی و جلوگیری از تشکیل حباب می شود و لذا کوددهی نیتروژن باعث افزایش تشکیل حباب در شرایط خشک مزرعه (هاروی،۱۹۹۷) و در شرایط گلخانه (هاروی و وندن، ۱۹۹۷) شده است.گزارش ها نشان دهنده اثر مثبت افزایش پتاسیم در عملکرد است که این احتمالاً به دلیل افزایش مقاومت به خشکی است که تا اندازه ای مربوط به کاهش تشکیل حباب در آوندهای چوبی است. پتاسیم به عنوان کوفاکتور آنزیم ها، فعالیت های اسمزی و تنظیم الکترولیت های گیاهی به کار می رود و عنصری ضروری برای کنترل اسمزی است(تایز و زایگر، ۱۹۹۱).

مشخص شده است که پتاسیم روی ضخامت آوندها و طول آنها اثر دارد و احتمالاً از این طریق در مقاومت به خشکی گیاه تأثیر داشته باشد(کوتر و مارفی، ۱۹۷۸).مصرف زیاد نیتروژن در شرایط خشکی تشکیل حباب در آوندها را افزایش و غلظت پتاسیم برگ را کاهش می دهد(هاروی و وندن، ۱۹۹۷). در حالیکه فسفر باعث افزایش غلظت پتاسیم در گیاه و کاهش تشکیل حباب در آوند چوبی می شود (هومان و همکاران، ۱۹۹۱). ممکن است اثر روی تشکیل حباب غیر مستقیم ازطریق اثر روی غلظت پتاسیم باشد.

پتاسیم می تواند پتانسیل اسمزی را کاهش دهد و سازگاری گیاه را با شرایط خشک بهبود بخشد. بررسی های اثر سولفات پتاسیم بر روی گیاهان در شرایط خشک نشان می دهد که یون های پتاسیم در تنظیم پتانسیل واکوئل ها حتی در خشکی مؤثر است. بنابر این کوددهی پتاسیم کافی تنظیم اسمزی را آسان می کند و فشار تورژسانس در برگ هایی که پتانسیل آب کم است را نگه می دارد و می تواند تحمل گیاه را بهبود بخشد (لندهار، ۱۹۸۵).

با مطالعه اثر پتاسیم روی مقاومت به خشکی ختمی ژاپنی معلوم شد که اثر پتاسیم بر روی رشد گیاه تحت تنش خشکی معنی دار بود به دلیل اینکه وزن خشک ریشه، ساقه و برگ در گیاهان تحت شرایط تنش خشکی با کاربرد پتاسیم افزایش یافت. در تمام غلظت های پتاسیم سطح برگ در گیاهان بدون تنش خشکی نسبت به گیاهان تحت تنش خشکی بیشتر بود. در تمامی گیاهان با افزایش غلظت پتاسیم سطح برگ افزایش می یابد. به طور کلی یکی از راه کارهایی که گیاهان با کمبود پتاسیم مقابله می‌کنند کاهش سطح برگ است(اگیلا و همکاران،۲۰۰۱). همچنین گیاهانی که پتاسیم کمتری دریافت کرده بودند حتی در شرایط آبیاری مناسب مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

فتوسنتز کمتری داشته اند. گیاهانی که کمبود پتاسیم دارند حساسیت بیشتری به کاهش پتانسیل آب داشتند. کاهش فتوسنتز در برگ گیاهانی که کمبود پتاسیم دارند به دلیل آسیب رسیدن به ظرفیت فتوسنتزی است نه به دلیل بسته شدن روزنه ها ست (اگیلا و همکاران،۲۰۰۱). گیاه سیب زمینی به مقدار زیاد پتاسیم برای رشد، تولید مناسب و کیفیت غده ها نیاز دارد.

کشاورزان در شرایط خشک وخاک های سبک وشنی عربستان کود پتاسیم زیادی بدون توجه به میزان نیاز گیاه به آن می دهند. طی آزمایشی در عربستان از ۰ تا ٦۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به سیب زمینی داده شد نتایج مشخص کرد که افزایش پتاسیم باعث افزایش معنی دار در ارتفاع، سطح برگ، غلظت کلروفیل، کربوهیدرات و پتاسیم در گیاه شد و نتیجه گیری شد برای حداکثرعملکرد اقتصادی در شرایط خشک و خاک های شنی حداقل ٤۵۰ کیلو گرم سولفات پتاسیم در هکتار مورد نیاز است (آل موشیله و اربی، ۲۰۰٤).

در آزمایشی که به منظور بررسی مقادیر مختلف کود سولفات پتاسیم و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت ارقام سیب زمینی آگریا و ساتینا در میانه انجام شد. مناسب ترین مقدار کود پیشنهادی، افزایش مقدار ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بود ولی در مجموع در منطقه میانه رقم آگریا از نظر عملکرد ماده تر و خشک و سایر شاخص ها نسبت به رقم ساتینا برتری نشان داد(قنبری و همکاران،۱۳۸۵).

سیب زمینی نسبت به سایر محصولات به پتاسیم بیشتری نیازمند است، بنابراین حتی در خاک های غنی از پتاسیم کاربرد کودهای حاوی پتاسیم می تواند برای افزایش عملکرد به کار برده شود(زاگ،۱۹۹۱). کار برد کودهای پتاسیم موجب استحکام ساقه سیب زمینی، افزایش عملکرد وبهبود کیفیت غده ها می گردد و همچنین گیاه به تنش های محیطی سازگار می شود و مقاومت آن به آفات و بیماری های قارچی افزایش می یابد(برینگر، ۱۹۷۸و امران و همکاران،۱۹۹۱).

در مطالعات اولیه توسط ترمان(۱۹۵۰) اشاره شد که با افزایش مقدار پتاسیم مقدار نشاسته غده های سیب زمینی نیز افزایش یافت. درتحقیقات مشابه ای گزارش شد که پتاسیم باعث افزایش وزن خشک غده های سیب زمینی می شود(هارت و اسمیت، ۱۹٦٦) در شرایط گرم و خشک عربستان سعودی محصول سیب زمینی برای عملکرد بالا به مقدار زیاد پتاسیم نیازمند است(اربیه و همکاران، ۱۹۹۸). کمبود پتاسیم موجب کاهش عملکرد و تولید غده های کوچک می گردد(وسترمان و همکاران، ۱۹۹٤و پانیک و همکاران، ۱۹۹۷).

در آزمایشی دیگر در شرایط خشک عربستان حداقل ۲۱۵ کیلو گرم در هکتار پتاسیم برای تولید اقتصادی با کیفیت بالا توصیه شده است(آبدلگادیر و همکاران، ۲۰۰۳). در پژوهشی توسط اندر و همکاران(۲۰۰۵) با اعمال تیمارهایی تأثیر میزان آب آبیاری و دور آبیاری بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی مطالعه و مشخص شد که تنش آبی اثر معنی داری برعملکرد سیب زمینی دارد.

در تحقیقی دیگر دور آبیاری بر رشد و عملکرد سیب زمینی مطالعه شد و آبیاری در زمان هایی انجام شد که پتانسیل آب در خاک به ۰/۳ MPa و ۰/۸ MPa رسیده باشد و مشخص شد که کمبود آب و تنش موجب کاهش معنی دار عملکرد غده ها می گردد (لاهلو و لندنت، ۲۰۰۵). در شهرستان اقلید سطح زیر کشت سیب زمینی حدود ۲۵۰۰ هکتار می باشد که متوسط عملکرد آن در حدود ۳۵ تن در هکتار می باشد. از آنجایی که کشت آن همزمان با مرحله داشت و آبیاری گندم می باشد باید به دنبال راه حلی جهت کاهش مصرف آب در این محصول بود که ضمن صرفه جویی در مصرف آب کاهشی در عملکرد یا سطح زیر کشت این محصول پدید نیاید.

مواد و روش ها

آزمایش در بهار و تابستان ۱۳۹۰ در دشت نمدان شهرستان اقلید به منظور مقایسه عملکرد سیب

Archive of SID

www.SID.ir

زمینی (رقم اگریا، به دلیل وسعت سطح زیر کشت در منطقه) تحت دور های مختلف آبیاری و سطوح کود سولفات پتاسیم اجرا گردید. جدول(۱) نتایج آزمون خاک و جدول(۲) برخی از خصوصیات فیزیکی خاک از محل آزمایش را نشان می دهد. بافت خاک مزرعه لومی- شنی بود. آزمایش در قالب طرح کرت های خرد شده و در سه تکرار انجام شد.

پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم با پنج تیمار کودی در سطوح فرعی شامل: ۱- مصرف پتاسیم بر اساس آزمون خاک (۱۸۰کیلوگرم در هکتار) ۲- مصرف پتاسیم ۲۰ درصد کمتر از توصیه آزمون خاک (۱٤٤کیلوگرم در هکتار) ۳- مصرف پتاسیم ٤۰ درصد کمتر از توصیه آزمون خاک (۱۰۸کیلوگرم در هکتار) ٤- مصرف پتاسیم ۲۰ درصد بیشتر از توصیه آزمون خاک (۲۱٦کیلوگرم در هکتار ۵- مصرف پتاسیم ٤۰ درصد بیشتر از توصیه آزمون خاک (۲۵۲کیلوگرم در هکتار) قبل از کاشت استفاده گردید.

تیمارهای آبیاری بر اساس بررسی های به عمل آمده و در نظر گرفتن عرف کشاورزان منطقه در سطوح اصلی به صورت زیر اعمال گردید: ۱- دور آبیاری شش روزه ۲- دور آبیاری ۱۲ روزه ۳- دور آبیاری ۱۸ روزه.

رطوبت خاک قبل از آبیاری در تمام کرت‌ها اندازه گیری شد و در زمان آبیاری رطوبت خاک درمحدوده توسعه ریشه به Fc رسانده شد و از سیستم لوله و کنتور برای توزیع و اندازه گیری آب استفاده شد.

فرمول عمومی محاسبه عمق آبیاری به صورت زیر بود:

$D=(fc - ai)*d*b/۱۰۰$

D= عمق آب آبیاری (میلیمتر)

Fc= ظرفیت زراعی مزرعه

ai = رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری

d= عمق ریشه بر حسب میلیمتر

b= وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)

میزان غده مصرفی معادل چهار تن در هکتار از رقم اگریا بود. هر کرت شامل چهار ردیف کشت به طول ۱۰ متر و فاصله بین دو ردیف ۷۵ سانتی متر و فاصله بین دو بوته ۲۵ سانتی متر بود، انتهای کرت ها به دلیل خارج نشدن آب بسته بود. تاریخ کاشت ۹۰/۲/۲۹ و برداشت۹۰/۷/۲۵ بود. کلیه عملیات زراعی مانند وجین، کوددهی و سم پاشی مطابق نیاز مزرعه به طور یکسان در هر واحد آزمایشی انجام شد.

در این آزمایش پاسخ های گیاهی شامل عملکرد غده در هکتار، متوسط وزن یک غده، قطر غده، متوسط وزن غده های یک بوته و تعداد غده در یک بوته بود. در انتهای فصل از هر کرت آزمایشی دو خط مجاور میانی به طول شش متر انتخاب شد و غده های سیب زمینی به منظور تعیین عملکرد در هکتار برداشت شد. همچنین غده های پنج بوته برداشت و متوسط وزن، قطر و تعداد غده های یک بوته برای هر تیمار محاسبه شد. داده های حاصل با نرم افزار آماری MSTATC تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای آزمون دانکن انجام شد.

جدول۱- نتایج آزمون خاک محل آزمایش

عمق	PH	Ec (dsm^{-1})	O.C (%)	T.N.V (%)	K P (mg/kg^{-1})	N (%)	رس	شن (%)	سیلت
۰	۸/۱	۰/۴۹	۰/۵۹	۳۷	۲۴۲ ۱۴	۰/۰۷	۱۹	۴۲/۸	۳۸/۲

جدول ۲- برخی از خصوصیات فیزیکی خاک

عمق نمونه برداری	Fc(%)	Pwp(%)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)
۰-۱۵	۱۶/۶	۷/۵	۱/۱۶
۱۵-۳۰	۱۴/۱	۷/۶	۱/۳۱
۳۰-۴۵	۱۳	۸/۶	۱/۴۶

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

تعداد غده در یک بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر دور آبیاری برتعداد غده معنی دار نیست در حالیکه اثر سولفات پتاسیم در سطح یک درصد معنی دار شده است. همکنش دور آبیاری و سولفات پتاسیم نیز تاثیر معنی داری بر تعداد غدهای یک بوته نداشت جدول(۳). با افزایش مصرف پتاسیم تعداد غده در بوته افزایش یافت. بطور مثال این افزایش در تیمار ۲۰ درصد بیشتر از آزمون خاک نسبت به تیمار ٤٠ درصد کمتر از آزمون خاک ۳٦ درصد بود جدول(٥).

در همکنش تیمارها بیشترین تعداد غده در بوته (۱۲/٤) از دور آبیاری شش روزه و پتاسیم۲۰ درصد بیشتر از آزمون خاک مشاهده شد جدول(٦). نتایج این پژوهش تأیید کننده نتیجه تحقیقات اخوان و همکاران (۱۳۸٤) بود که گزارش کرده اند که اثر مقدار آب آبیاری بر تعداد غده معنی دار نیست. یوان و همکاران (۲۰۰۳) و فوتی وهمکاران (۱۹۹٥) نتایج مشابهی گزارش کردند.

قطرغده

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر دور آبیاری، سولفات پتاسیم و همکنش آنها بر قطر غده معنی دار نبوده است جدول(۳). مقایسه میانگین ها نشان می دهد که حداکثر قطرغده (٤۱/۸ میلیمتر) از دور آبیاری شش روز و پتاسیم مطابق آزمون خاک و حداقل قطر غده (۳۳/۹ میلیمتر) از دور آبیاری ۱۸ روزه و پتاسیم۲۰ درصد کمتر از آزمون خاک بدست آمده است جدول(٦).

متوسط وزن یک غده

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر سولفات پتاسیم بر متوسط وزن یک غده معنی دار نیست جدول(۳)، در حالیکه تأثیر دور آبیاری بر وزن غده ها در سطح پنج درصد معنی دار بود جدول(۳) مقایسه میانگین-های دورآبیاری نشان می دهد که بالاترین وزن غده (۱۱۰/٦ گرم) از دور آبیاری شش روز حاصل شده است جدول(٤). با افزایش دور آبیاری متوسط وزن غده کاهش یافت به طوریکه وزن غده در دور آبیاری ۱۲ و ۱۸ روز نسبت به دور آبیاری شش روزه به ترتیب ٤/۱ و ۲۱/٦ درصد کاهش یافت جدول(٤).

همکنش دور آبیاری و سولفات پتاسیم نیز تأثیر معنی داری بر متوسط وزن یک غده داشت و بیشترین وزن غده (۱۲٥گرم) در تیمار آبیاری شش روزه و پتاسیم مطابق آزمون خاک و کمترین وزن غده (۳۳/۹ گرم) در تیمار آبیاری ۱۸ روزه و پتاسیم ٤۰ درصد بیشتر از آزمون خاک مشاهده گردید جدول(٦). درتحقیقات مشابه‌ای گزارش شد که پتاسیم همرا با آب کافی باعث افزایش وزن خشک غده های سیب‌زمینی می شود (هارت و اسمیت،۱۹٦٦).

متوسط وزن غده های یک بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد اثر دور آبیاری، سولفات پتاسیم و همکنش آنها بر متوسط وزن غده های یک بوته در سطح یک درصد معنی دار بود جدول(۳). با افزایش دور آبیاری متوسط وزن غده های یک بوته کاهش یافت بالاترین متوسط وزن غده ای یک بوته (۱۱٥٤گرم) از تیمار دور آبیاری شش روز حاصل شد. متوسط وزن غده های یک بوته در دور آبیاری ۱۸ روزه نسبت به دور آبیاری شش روزه ۱/۹ برابر کاهش یافت جدول(٤).

سولفات پتاسیم نیز متوسط وزن غده های یک بوته را تحت تأثیر قرار داد بطوریکه با افزایش پتاسیم خاک وزن غده های یک بوته نیز افزایش یافت، و ٤۰ درصد بیشتر از آزمون خاک نسبت به تیمار پتاسیم ٤۰ درصد کمتر از آزمون خاک ۳۳/۹ درصد افزایش وزن نشان داد جدول(٥). در همکنش تیمارها حداکثر متوسط وزن غده های یک بوته (۱۳٤۸گرم) در تیمار آبیاری شش روزه و در تیمار مطابق آزمون خاک بدست آمد جدول(٦). مطالعات نشان داد که اثر پتاسیم بر رشد گیاه

Archive of SID

www.SID.ir

تحت تنش خشکی معنی دار بود و موجب افزایش وزن خشک ریشه، ساقه و برگ در گیاهان تحت شرایط تنش خشکی با کاربرد پتاسیم شده است (اگیلا و همکاران،۲۰۰۱).

عملکرد غده

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد اثر دور آبیاری، سولفات پتاسیم و همکنش آنها بر عملکرد غده در سطح یک درصد معنی دار بود جدول(۳). مقایسه میانگین های عملکرد غده نشان داد جدول(٤،٥،٦)که هر چه آب بیشتری برای گیاه تأمین شود عملکرد غده ها افزایش می یابد و با افزایش دور آبیاری عملکرد کاهش یافت به طوریکه عملکرد در دور آبیاری ۱۲ و ۱۸ روزه نسبت به دور آبیاری شش روزه به ترتیب ۵/۲ و ۲۷/۳ درصد کاهش یافت. بالاترین عملکرد (۳۸٤۰۰ کیلوگرم در هکتار) از دور آبیاری شش روز حاصل شده است جدول(٤).

در اثر سولفات پتاسیم بر عملکرد بالاترین عملکرد (٤۲٤۹۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار پتاسیم ٤۰٪ بیشتر از آزمون خاک حاصل شده است. با افزودن پتاسیم به خاک عملکرد نیز افزایش یافت، به طوریکه تیمارهای پتاسیم۲۰ درصد کمتر از آزمون خاک، مطابق آزمون خاک، ۲۰و ٤۰ درصد بیشتر از آزمون خاک نسبت به تیمارهای پتاسیم٤۰ درصد کمتر از آزمون خاک به ترتیب ۱/۱، ۱/۵، ۱/٦ و ۱/۷ برابر افزایش عملکرد نشان دادند جدول(۵).

درتحقیقات مشابه ای گزارش شد که پتاسیم باعث افزایش وزن خشک غده های سیب زمینی (هارت و اسمیت،۱۹٦٦) و کمبود پتاسیم موجب کاهش عملکرد و تولید غده های کوچک می گردد(وسترمن و همکاران، ۱۹۹٤ و پانیک و همکاران، ۱۹۹۷). سیب زمینی نسبت به سایر محصولات به پتاسیم بیشتری نیازمند است، بنابراین حتی در خاکهای غنی از پتاسیم کاربرد کودهای حاوی پتاسیم می تواند برای افزایش عملکرد به کار برده شود(زاگ،۱۹۹۱).کاربرد کودهای پتاسیم موجب استحکام ساقه سیب زمینی، افزایش عملکرد و بهبود کیفیت غده ها می گردد و همچنین گیاه به تنش های محیطی سازگار می شود و مقاومت آن به آفات و بیماری های قارچی افزایش می یابد(برینگر،۱۹۷۸ و امران و همکاران،۱۹۹۱).تحقیقات انجام شده روی سیب زمینی در عربستان این نتایج را تأیید و نشان می دهد که با افزایش پتاسیم افزایش معنی‌داری در ارتفاع، سطح برگ، غلظت کلروفیل،کربوهیدرات، پتاسیم و نهایتاً عملکرد غده در گیاه دیده می شود (آل مشیری و اربی،۲۰۰٤).

بررسی اثر سولفات پتاسیم بر روی گیاهان در شرایط خشک نشان می دهد که یون های پتاسیم در تنظیم پتانسیل واکوئل ها حتی در خشکی موثر است. بنابراین کوددهی پتاسیم کافی تنظیم اسمزی را آسان می کند و فشار تورژسانس در برگ هایی که پتانسیل آب کم است را نگه می دارد و می تواند تحمل گیاه را بهبود بخشد (لیندهار،۱۹۸۵). کوددهی پتاسیم مقاومت به خشکی را در گندم(پیر و بکابیتز، ۱۹۸۷) و در کاج اسکاتلندی (*Pinus sylvestris*) (چارسترسن، ۱۹۷۸) نیز افزایش داده است.مشخص شده است که پتاسیم روی ضخامت آوندها و طول آنها اثر دارد و احتمالا از این طریق در مقاومت به خشکی گیاه تاثیر داشته باشد(سوتر و مارفی،۱۹۷۸).همکنش دور آبیاری و سولفات پتاسیم نیز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد غده داشت جدول(۳).

حداکثر عملکرد (۵۰۳۳۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری شش روزه و پتاسیم٤۰ درصد بیشتر از آزمون خاک بود و حداقل عملکرد (۲۳۰۰۰کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری ۱۸ روزه و در تیمار پتاسیم ۲۰ درصد کمتر از آزمون خاک مشاهده گردید جدول(٦). همچنین مقایسه میانگین های عملکرد غده نشان می دهد در دور آبیاری ۱۲ روز و پتاسیم به میزان ۲۰ تا ٤۰ درصد بیشتر از آزمون خاک عملکرد قابل ملاحظه ای بدست آمده است که میتوان در زمان های کمبود آب از دور آبیاری ۱۲ روز و پتاسیم به میزان ۲۰ تا ٤۰ درصد بیشتر از آزمون خاک استفاده کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس سیب زمینی تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و سولفت پتاسیم

سولفات پتاسیم	تعداد غده در بوته	قطر غده (میلیمتر)	متوسط وزن یک غده (گرم)	متوسط وزن غده های یک بوته (گرم)	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار)
۴۰٪کمتراز آزمون خاک	۸/ ۲۴c*	۳۷/۵۹	۱۰۵/۳	۸۶۸/۲ c	۲۴۹۹۰ d
۲۰٪کمتراز آزمون خاک	۹/۳۳b	۳۷/۳۷	۱۰۴/۴	۹۸۳ b	۲۷۴۵۰ c
مطابق آزمون خاک	۱۰/۶۱ a	۳۸/۸۰	۹۷/۰۱	۱۰۲۲ b	۳۹۱۹۰ b
۲۰٪بیشتراز آزمون خاک	۱۱/۲۸ a	۳۷/۹۰	۱۰۲/۸	۱۱۲۶ a	۴۰۵۰۰ b
۴۰٪بیشتراز آزمون خاک	۱۰/۹۱ a	۳۸/۰۲	۱۰۳/۳	۱۱۶۳ a	۴۲۴۹۰ a

* و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطح آماری ۵٪ و ۱٪ می باشد.

جدول۴- مقایسه میانگین صفات سیب زمینی در دورهای مختلف آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غده در بوته	قطر غده	متوسط وزن یک غده	متوسط وزن غده های یک بوته	عملکرد غده
تکرار	۲	۰/۶۲	۱/۴۲	۱۵۲/۹۶	۵۷۱۹/۰۲	۵۴۴۱۵۷۷/۸
دور آبیاری	۲	۴/۸	۱۶/۲	۱۵۵۸/۱*	۳۸۱۲۲۹/۲۸**	۲۷۸۵۲۸۴۹۶/۲ **
خطا	۴	۰/۷۵	۳/۹	۱۳۰/۷۱	۱۶۲۹۴/۸۹	۴۱۴۰۵۲۸/۱
سولفات پتاسیم	۴	۱۴/۲**	۲/۷	۹۵/۴۸	۱۲۴۳۱۰۰**	۶۰۳۳۸۳۱۸۲/۳۶۷**
دور آبیاری * سولفات پتاسیم	۸	۰/۹	۱۱/۸	۴۹۲/**	۶۸۸۲۰/۵**	۴۹۲۳۱۵۵۴**
خطا	۲۴	۰/۶	۷/۸	۱۳۹/۱	۷۳۳۵/۱	۳۷۹۷۵۰۱/۴۴

* اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری را در سطح آماری ۵٪ نشان نمی دهند

جدول۵- مقایسه میانگین صفات سیب زمینی در سطوح مختلف سولفات پتاسیم

دور آبیاری	تعداد غده در بوته	قطر غده (میلیمتر)	متوسط وزن یک غده (گرم)	متوسط وزن غده های یک بوته (گرم)	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار)
۶ روز	۱۰/۴ a*	۳۸/۱	۱۱۰/۶ a	۱۱۵۴ a	۳۸۴۰۰ a
۱۲ روز	۱۰/۳ a	۳۸/۸	۱۰۶/۲ a	۱۰۹۲ a	۳۶۴۸۰ b
۱۸ روز	۹/۴ b	۳۶/۸	۹۰/۹ b	۸۵۱ b	۳۰۱۶۰ c

* اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری را در سطح آماری ۵٪ نشان نمی دهند

جدول۶- همکنش دور آبیاری و سولفات پتاسیم بر میانگین صفات سیب زمینی

دور آبیاری	سولفات پتاسیم	تعداد غده در بوته	قطر غده (میلیمتر)	متوسط وزن یک غده (گرم)	متوسط وزن غده های یک بوته (گرم)	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار)
دور آبیاری ۶ روز	۴۰٪کمتراز آزمون خاک	۷/۹ f*	۳۵/۸ bc	۱۰۰/۸bcde	۷۹۷/۲ fg	۲۱۱۹۰ f
	۲۰٪کمتراز آزمون خاک	۹/۴ cde	۳۸/ ۴ abc	۱۱۳/۲ abc	۱۰۷۳ cd	۳۳۸۸۰ c
	مطابق آزمون خاک	۱۱ abc	۴۱/۸ a	۱۲۵/۰a	۱۳۴۸ a	۴۲۶۶۰ b
	۲۰٪بیشتراز آزمون خاک	۱۱/۴ ab	۳۷/۱ abc	۱۰۲/۷abcd	۱۲۷۰ ab	۴۳۹۴۰ b
	۴۰٪بیشتراز آزمون خاک	۱۲/۵ a	۳۷/۵ abc	۱۱۱/۱ abc	۱۲۷۹ ab	۵۰۳۳۰a
دور آبیاری ۱۲ روز	۴۰٪کمتراز آزمون خاک	۸/۸ def	۳۹/۷ ab	۱۱۲/۴ abc	۹۸۹/۱ de	۳۰۰۸۰ d
	۲۰٪کمتراز آزمون خاک	۱۰/۱ bcd	۳۹/۷ ab	۱۱۳/۵ abc	۱۱۵۳ bc	۲۵۴۶۰ e
	مطابق آزمون خاک	۱۰/ ۷ bc	۳۷/ ۳ abc	۷۹/۸ e	۸۵۱/۴ efg	۴۰۷۸۰ b
	۲۰٪بیشتراز آزمون خاک	۱۰/۶bc	۳۸/۴ abc	۱۱۴/۵ ab	۱۲۹۶ ab	۴۳۹۷۰ b
	۴۰٪بیشتراز آزمون خاک	۱۱/۳ ab	۳۸/۹ abc	۱۱۰/۷ abc	۱۱۷۰ bc	۴۲۰۹۰ b
دور آبیاری ۱۸ روز	۴۰٪کمتراز آزمون خاک	۸ f	۳۷/۱ abc	۱۰۲/ ۷abcd	۸۱۸/۱ fg	۲۳۷۰۰ ef
	۲۰٪کمتراز آزمون خاک	۸/۴ ef	۳۳/۹ c	۸۶/۵ de	۷۲۲/۸ g	۲۳۰۰۰ ef
	مطابق آزمون خاک	۱۰/۱ bcd	۳۷/۲۷ abc	۸۶/۱۳ de	۸۶۷/۶ efg	۳۴۱۴۰ c
	۲۰٪بیشتراز آزمون خاک	۱۰/۱ bcd	۳۸ abc	۸۸/۱۳ de	۹۲۲/۸ def	۳۳۵۹۰ c
	۴۰٪بیشتراز آزمون خاک	۱۰/۵ bc	۳۷/۵abc	۳۳/۹ cde	۹۲۷/۹ def	۳۶۴۰۰c

* اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری را در سطح آماری ۵٪ نشان نمی دهند

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۷- میزان آب مصرفی در دورهای مختلف آبیاری

مصرف آب در تیمار ۶ روز (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در تیمار ۱۲ روز (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در تیمار ۱۸ روز (مترمکعب در هکتار)
۱۵۰۲۴	۹۱۹۸	۷۴۰۱

میزان آب مصرفی

طبق جدول (۷) مصـرف آب در تیمـار ۱۲ روز نسـبت بـه شـش روز ۳۹/۵ درصـد و در تیمـار ۱۸ روز نسبت به شش روز ۵۱/۳ درصد کمتر بوده است.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان می دهد که بیشترین عملکرد غده از تیمار دور آبیاری شش روزه وپتاسیم۴۰ ٪ بیشتر از آزمون خاک بدست آمده است ولی در دوره های خشکسالی و شرایط کمبود آب تیمار دور آبیاری ۱۲ روزه و مصرف پتاسیم به میزان ۲۰ تا ۴۰ درصد بیشتر از آزمون خاک می تواند راه حل مناسبی برای جلوگیری از کاهش عملکرد سیب زمینی در منطقه باشد.

فهرست منابع

۱.اخوان، س.، مصطفی زاده فرد، ب. موسوی، س.ف. قدمی فیروز آبادی،ع. و بهرامی، ب. ۱۳۸٤. تأثیر مقدار و روش آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت سیب زمینی رقم آگریا. مجله پژوهش کشاورزی. ۵ (۲): ۲۷-۴۰ .

۲.قنبری، ا. فربودی، م. علی محمدی، ر. فرامرزی،ع. جمشیدی، س. شمس پور، ش. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر سولفات پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی سیب زمینی رقم آگریا و ساتینا در منطقه میانه. فصلنامه دانش نوین کشاورزی پایدار.۲ (۵). ۵۱- ٦٦.

3. Abdeldgadir, A.H., M.A. Errebhi, H.M. Al Sarhan, and M. Ibrahim. 2003. The effect of different levels of additional potassium on yield and industrial qualities of potato (*Solanum tuberosum L.*) in an irrigated arid region. American journal of Potato Reserach. 80:219-222.
4. AL-Moshileh, A.M., and M.A. Errebi. 2004. Effect of various potassium sulfate rates on growth, yield and quality of potato grown under sandy soil and arid conditions. Journal of Experimental Agriculture 32:521-527.
5. Beringer, H. 1987. Tuber growth of potato in relation to soil moisture and K nutrition. Abstracts 14th International Botanical Congress. Berlin/FR Germany. Abstract Book.
6. Christersson, L. 1978. The effect of in organic nutrients on water economy and hardiness of conifers. II. The effect of vary ing potassium and calcium contents on water status and drought hardiness of pot-grown *Pinus silvestris(L.*) and *Picea abies(L)* Karst. seedlings. Studia Forstalia Suecica. 136:1–23.
7. Cutter, B.C. and W.K. Murphey. 1978. Effects of potassium on growth and wood anatomy of a *Populus* hybrid. Wood Fiber Science. 9:282–288.
8. Egilla J.N., F.T. Davies, and Drew. 2001. Effect of potassium on drought resistance of *Hibiscus rosa-sinensis* cv. Leprechaun: Plant growth, leaf macro- and micronutrient content and root longevity. Plant and Soil. 229: 213–224
9. Errebi, M., C.J. Rosen, S. C. Gupta, and D. E. Birong. 1998. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. Agronomy journal. 90:10-15.
10. Foti, s., Mauromicale, G. and A. Ierna. 1995. Influence of irrigation levels on growth and yield of potato cv. Spunta Potato Research. 38: 307-318.

Archive of SID

www.SID.ir

11. Hart, T.G. and O. Smith 1966. Effect of levels sources of potassium on absorption of phosphorus by potatoes. American Potato Journal. 43: 217-235.
12. Harvey, H.P. 1997. Relationships between mineral nutrition, drought resistance and clone in Populous. Ph.D. Dissertation. University of Victoria, Canada, pp 113, 160.
13. Harvey, H.P., and R. van den Driessche. 1997. Nutrition, xylem cavitations and drought resistance in hybrid poplar. Tree Physiology.17:647–654
14. Houman, F., D.L. Godbold, A. Majcherczyk, W. Shasheng and S. Wang. 1991. Polyamines in leaves and roots of Populous maximowiczii grown in differing levels of potassium and phosphorus. Canadian Journal of Forest Research. 21:1748–1751
15. Lahlou, O., and J.F. Lentent. 2005. Root mass and depth stolons and root formed in four cultivar of potato under water stress. European Journal Agronomy. 22: 159-173.
16. Lindhauer, M.G. 1985. Influence of K nutrition and drought on water relations and growth of sunflower (Helianthus annuus L.) Z. Pflanzenernaehr. Jornal of Plant Nutrition and Soil Science. 148, 654–669.
17. Ludlow, M.M. 1975. Effect of water stress on the decline of leaf net photosynthesis with age. In environmental and 6 illogical control of photosynthesis, pp.123_B3.
18. Omran, M.S., M.Taysee, M.M. El-Shinnawi, and M. M. El-Sayed. 1991. Effect of macro – and micro-nutrients application on yield and nutrients content of potatoes. Egypt. Journal Soil Science. 31 (1): 27-42.
19. Onder, S., M. Emin Caliskan., D. Onder and S. Caliskan. 2005 . Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. Agricultural Water Management. 73 : 73–86
20. Panique, E., K.A. Kelling, E. E. Schulte, D. E. Hero, W. R. Stevenson, and R.V. James. 1997. Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction. American Potato Journal. 74: 379-398.
21. Pier, A.P., and G.A. Berkowitz. 1987. Modulation of water stress effects on photosynthesis by altered leaf K+. Plant Physiology. 85:65–661.
22. Radin, J.W., and M.P. Eidentoock. 1984. Hydraulic conductance as a factor limiting Leaf expansion of phosphorus deficient cotton plants. Plant Physiology. 75:372_377.
23. Sharp, R.E., T.C. Hsiao, and W.K. Silk. 1995. Growth of the maize primary root at low water potential. I the role of growth and deposition of hexose and potassium in osmotic adjustmet. Plant Physiology:93:1337_1346.
24. Taiz, L., and E. Zeiger. 1991. Plant physiology. Benjamin/Cummings Publishing Company. Inc. Red wood City.CA. pp 68–70. 88–89.114. 353.
25. Terman, G.L. 1950. Effect of rate and source of potash on yield and starch content of potatoes. Results over 20-years period. The maine Agricultural Experiment Station Orono, Maine. 481: 6.
26. Westermann, D.T., D.W. James, T.A. Tindall, and R. L. Hurst. 1994. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: Yield and specific gravity. American Potato Journal. 71:417- 432.
27. Yuan, B.Z., S. Nishiyama and Y. Kang. 2003. Effect of different irrigation regimes on the growth and yield of deep-irrigated potato. Agriculture Water Manage. 63: 153-167.
28. Zaag, D.E. 1991. The Potato Crop in Saudi Arabia Saudi Potato Development Program. Ministry of Agriculture and Water, Riyadh. Saudi Arabia. 34:124-133.

Archive of SID

www.SID.ir