



## کاهش اثر تنش کم آبی با محلول پاشی هومات پتاسیم در ارقام سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

ابوالحسن حسینی<sup>۱</sup>، محمد باقر خورشیدی بنام<sup>۲\*</sup>، داود حسن پناه<sup>۳</sup> و فریبرز شکاری<sup>۴</sup>

### چکیده

به منظور بررسی اثرات هومات پتاسیم (PH) در کاهش اثرات تنش آبی بر ارقام سیب زمینی (کایزر، آگریا و ساتینا)، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای اصلی شامل چهار سطح آبیاری ۷ روز یکبار، ۷ روز یکبار آبیاری + هومات پتاسیم، ۱۰ روز یکبار آبیاری و ۱۰ روز یکبار آبیاری + هومات پتاسیم بود که هومات پتاسیم به صورت محلول پاشی به مقدار ۲۵۰ میلی لیتر در ۳۰۰ لیتر آب در هکتار در سه مرحله سبز شدن کامل، قبل و بعد از غده زایی استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که با کاهش آبیاری، تعداد ساقه در بوته از ۳/۵ به ۲/۵ عدد، تعداد روز تا گلدهی از ۶۰ روز به کمتر از ۵۰ روز و عملکرد غده ارقام از ۴۵ تن به کمتر از ۳۵ تن کاهش یافت. اثر متقابل رقم با تیمارهای آبیاری در هیچ صفتی معنی دار نبود. بیشترین عملکرد غده در شرایط ۷ روز یکبار آبیاری + هومات پتاسیم در رقم کایزر حدود ۵۵ تن و کمترین آن در شرایط تنش در رقم آگریا کمتر از ۲۰ تن بود. رقم کایزر علاوه بر پرمحصولی در شرایط دور آبیاری ۱۰ روز یکبار و ۷ روز یکبار دارای عملکرد بیشتری (به ترتیب حدود ۵۰ و ۲۰ تن) نسبت به سایر ارقام بود. استفاده از رقم کایزر در منطقه کم آبی مانند اردبیل مناسب به نظر می رسد و اگر آب مورد نیاز این رقم تامین گردد متوسط عملکرد غده آن ۵۰ درصد افزایش می یابد. استفاده از هومات پتاسیم باعث افزایش عملکرد غده در شرایط کم آبی از ۲۵ به ۵۰ تن گردید.

**واژگان کلیدی:** تعداد ساقه، تعداد روز تا گلدهی، عملکرد غده، تعداد غده در بوته، *Solanum tuberosum*.

۱- دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

۲- عضو هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران (\* نگارنده‌ی مسئول)  
mb.khorshidi@yahoo.com

۳- عضو هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران  
تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۲۴

۴- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران  
تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۲۰

## مقدمه

هومات پتاسیم مولکول‌های آلی هستند که از تجزیه مواد گیاهی و جانوری تشکیل شده، نسبتاً پایدار بوده و در تغذیه گیاهی، بهبود و حاصل‌خیزی خاک و کاهش آب مصرفی گیاهان موثر می‌باشند (Karafylidis *et al.*, 1996). گزارش‌ها نشان داد که کاربرد هومات پتاسیم با پوشش اوره باعث افزایش عملکرد در سیب‌زمینی، گوجه فرنگی، خیار و برنج می‌گردد (به نقل از Karafylidis *et al.*, 1996).

آقازاده (Aghazadeh, 2003) گزارش داد که تنش خشکی بیشترین خسارت را از طریق کاهش عملکرد و تعداد غده اعمال می‌کند. استرویک و وان ورس (Struik and Van Voorst, 1986) گزارش دادند که تنش خشکی اثری بر روی استولون و یا تعداد غده نداشته اما عملکرد را کاهش و تأثیر منفی بر روی کیفیت ظاهری غده‌ها دارد. تیمه‌گودا و دیواکومار (Thimmegouda and Devakumar, 1993) گزارش دادند که تنش آبی در اوایل دوره رشد تعداد غده در بوته را کاهش می‌دهد. جوادی (Djavadi, 2008) نتیجه گرفت که تنش آبی باعث کاهش تعداد غده در بوته سیب‌زمینی می‌شود.

حسن‌پناه (HassanPanah, 2007) نشان داد تنش آبی نه تنها عملکرد غده سیب‌زمینی، بلکه کیفیت آن را نیز کاهش می‌دهد و تأمین آب نامنظم به رشد نامنظم غده‌ها منجر می‌شود و ممکن است باعث تشکیل غده‌های بد شکل و ایجاد ترک روی غده‌ها و کاهش کیفیت بازاریابی آنها شود. همچنین، تنش آبی تعداد غده‌های بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متر را تحت تأثیر قرار داد و باعث کاهش تعداد آنها شد. دماغانت و همکاران (Demagante *et al.*, 1995) نتیجه گرفتند که کاهش رطوبت به‌طور معنی‌داری وزن خشک غده و کل گیاه را کاهش می‌دهد.

دون دام (Doan Dam, 1993) اظهار داشت در ارقام مختلف سیب‌زمینی تحت تیمارهای مختلف آبیاری درصد ماده خشک اختلاف معنی‌داری نشان داد. روسوئو و واگمار (Rossouw and Wagmarae, 1995) در بررسی اثرات تنش کم آبی مشاهده کردند که کاهش تعداد ساقه در اثر کمبود آب در ارقام مقاوم، کم‌تر از ارقام حساس بود و تنش باعث کاهش تعداد غده سیب زمینی گردید. شیمشی و ساسنوشی (Shimshi and Susnoschi, 1985) نشان دادند که افزایش میزان آب آبیاری باعث بالا رفتن تولید ماده خشک غده می‌گردد و ارقام نسبت به تنش خشکی عکس‌العمل متفاوتی از خود نشان می‌دهند. کارافیلیدیس و همکاران (Karafylidis *et al.*, 1996) گزارش دادند کمبود رطوبت باعث زودرسی محصول و کاهش کل وزن تر، تعداد ساقه و ماده خشک سیب‌زمینی می‌شود. لاهلو و همکاران (Lahlou *et al.*, 2003) اظهار داشتند که در سیب‌زمینی تنش خشکی تعداد کل ساقه را تا ۲۸ درصد کاهش می‌دهد. المحمود و همکاران (Al-Mahmud *et al.*, 2014) نشان دادند که عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها با درجات مختلف تنش کاهش می‌یابد. دو ژنوتیپ ۱۲ و ۵۸ در شرایط تنش شدید عملکرد بهتری نشان دادند. بیتشترین درصد غده‌ریز و دفورمه از ژنوتیپ استریکس و ۱۸ و بیشترین غده معمولی در ژنوتیپ ۱۲ و ۵۸ مشاهده شد. همچنین، این ژنوتیپ‌ها محتوای رطوبت نسبی (RWC) بیشتری داشتند.

حسن‌پناه و همکاران (HassanPanah *et al.*, 2008) سه رقم آگریا، ساتینا و کایزر را در سه رژیم آبیاری پس از ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر و سپس مصرف هومات پس از هر ۶۰ میلی‌متر تبخیر در دو منطقه مطالعه کردند. هومات عملکرد را تا ۱۱ تن در هکتار افزایش داد. کایزر متحمل‌ترین ارقام به تنش

تنش خشکی اظهار داشتند که تنش در مراحل اولیه و حیاتی رشد به شدت باعث کاهش عملکرد غده می‌شود و در اثر کمبود آب تعداد غده در بوته و متوسط وزن آنها کم می‌شود ولی تعداد ساقه اصلی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. قدیم‌وف و الله‌وردیف (Gadimov and Allahverdiev, 2007) مشاهده کردند که مصرف هومات پتاسیم باعث افزایش تحمل ارقام نخود به شوری در شرایط تنش شوری و نیز افزایش وزن دانه‌های نخود و کاهش میزان نیترات در برگ و ریشه گردید.

هاورکرت و همکاران (Haverkort *et al.*, 1990) نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش تعداد غده‌ها در بوته می‌گردد اما روی تعداد ساقه‌ها تأثیر ندارد. هیور و نادلر (Heuer and Nadler, 1995) گزارش دادند که تعداد ساقه در بوته و درصد ماده خشک غده کمتر تحت تأثیر تنش آبی قرار می‌گیرد. محمدی (Mohammadi, 2001) اظهار داشت در شرایط تنش، تعداد غده در بوته و عملکرد غده در سیب زمینی کاهش می‌یابد. خورشیدی (Khorshidi, 2002) نتیجه گرفت که با اعمال تنش آبی تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه، تعداد و وزن غده و در نهایت عملکرد ارقام کاهش می‌یابد. لون (Loon 1986) اظهار داشت که اگر آب مورد نیاز سیب‌زمینی تامین گردد متوسط عملکرد آن ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین هدف از این آزمایش، بررسی روند بهبود عملکرد غده در شرایط تنش با استفاده از هومات پتاسیم بود.

### مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۳ رقم سیب‌زمینی کایزر، آگریا و ساتینا با طول دوره رسیدگی متفاوت در چهار تیمار آبیاری شامل آبیاری هر ۷ روز یکبار (نرمال)، آبیاری هر ۷ روز یکبار با محلول‌پاشی هومات پتاسیم، آبیاری هر ۱۰ روز یکبار (تنش)، و آبیاری هر ۱۰ روز

بود. وقتی هومات مصرف شد کاهش عملکرد از ۱۳ تن به یک تن رسید. اما عملکرد رقم ساتینا از ۱۶/۷ تن به ۷/۸ تن کاهش یافت. حسن‌پناه (HassanPanah, 2009) همچنین نشان داد که در حالت بدون تنش و نیز مصرف هومات بیشترین عملکرد غده، ارتفاع بوته، تعداد و وزن غده در بوته تولید شد. مصرف هومات با ۳۰ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر عملکرد غده را حدود یک تن و ۹/۵ تن افزایش داد.

ملاصادقی و همکاران (Mollasadeghi *et al.*, 2011) نشان داد که رقم توس و ۴۰۵۷ گندم بیشترین عملکرد را در هر دو شرایط بدون تنش و با تنش نشان دادند. توس، کاسکوژن، ۴۰۵۵ و ۴۰۵۷ در شرایط تنش و با مصرف هومات بیشترین عملکرد را داشتند. مصرف هومات اثر شرایط تنش را ۱۲ درصد کاهش داد. رفعت و همکاران (Rafat *et al.*, 2012) نشان دادند که تنش کم آبی، اغلب صفات را در ذرت کاهش داد اما مصرف هومات تحمل به تنش را افزایش داد. آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر و مصرف محلول ۲ درصد حجمی هومات بیشترین عملکرد را نشان داد و کمترین عملکرد در آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر و بدون مصرف هومات به دست آمد. ایمان‌پرست (Imanparast *et al.*, 2013) اثر هومات را بر رشد اولیه سه رقم گندم مقایسه کرد. مصرف هومات در همه حالات عملکرد را نسبت به شرایط تنش و بدون تنش افزایش داد.

مطالعات نشان دادند که تیمار غده‌های سیب‌زمینی بذری با هومات پتاسیم قبل از کاشت و محلول‌پاشی روی غده‌های جوانه‌زده باعث افزایش رشد بوته، توسعه سیستم ریشه، افزایش مقاومت به بیماری‌ها، کیفیت غده تولیدی و عملکرد به میزان ۲۲ درصد و یکنواختی اندازه غده شد (به نقل از Karafylidis *et al.*, 1996). لینچ و همکاران (Lynch *et al.*, 1995) با بررسی هشت رقم سیب‌زمینی تحت

و حسن پناه (HassanPanah, 2009) در سیب زمینی که نشان دادند مصرف هومات اثر تنش را کاهش می دهد مطابقت دارد. در تیمارهای مختلف تنش آبی، اختلاف تعداد ساقه ارقام با هم معنی دار نبود (شکل ۱). روسوئو و واگماره (Rossouw and Waghmarae, 1995)، کارافیلیدیس و همکاران (Karafylidis et al., 1996)، لاهلو و همکاران (Lahlou et al., 2003)، این نتایج را تأیید ولی لینچ و همکاران (Lynch et al., 1995) و هاورکرت و همکاران (Haverkort et al., 1990) نشان دادند که تعداد ساقه اصلی تحت تاثیر تنش خشکی قرار نمی گیرد. در آزمایش آنها از هومات استفاده نشده بود. اما هیور و نادلر (Heuer and Nadler, 1995) گزارش کردند که تعداد ساقه اصلی کمتر تحت تاثیر تنش قرار می گیرد.

بیشترین تعداد روز تا گل دهی در شرایط آبیاری ۱۰ روز یکبار با مصرف هومات پتاسیم و نیز آبیاری ۷ روز یکبار بود. مصرف هومات تاثیر سوء یا تسریع در گلدهی ناشی از تنش خشکی را بهبود بخشید. کمترین تعداد روز تا گلدهی در شرایط آبیاری ۱۰ روز یکبار و نیز آبیاری ۷ روز یکبار با مصرف هومات بود. با توجه به اثرات هومات در بهبود کیفیت گیاه (Al-Mahmud et al., Imanparast et al., 2013)، Mollasadeghi et al 2011، 2014) به نظر می رسد که مصرف هومات منجر به رشد بیشتر و بلوغ زودرس بوته شده و در نتیجه دوره زایشی بوته افزایش یافته و منجر به افزایش عملکرد غده گردیده است. خورشیدی (Khorshidi 2002) گزارش کرد که تنش باعث تسریع گلدهی می شود. کمترین تعداد روز تا گلدهی با بیشترین ارتفاع هماهنگ بود. این بدان معنی است که دور آبیاری ۷ روز یکبار همراه با مصرف هومات سرعت رشد گیاه را به صورت افزایش ارتفاع (آورده نشده است) و تسریع بلوغ نشان داد (شکل ۲). بیشترین ارتفاع بوته در شرایط آبیاری ۷

یکبار با محلول پاشی هومات پتاسیم در مزرعه ای در شهرستان اردبیل در سال ۱۳۸۹ کشت شدند. طرح آزمایشی به صورت اسپلیت پلات بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی دور آبیاری بود. مقدار آب آبیاری برای تمام کرت ها و تیمارها یکسان بود به نحوی که تا عمق ۵۰ سانتی متری نفوذ می نمود. محلول پاشی هومات پتاسیم در سه مرحله ۱- سبز شدن، ۲- قبل از غده زایی، ۳- بعد از غده زایی و به مقدار ۲۵۰ میلی لیتر در ۳۰۰ لیتر آب برای یک هکتار انجام شد. تهیه زمین از فصل پاییز با انجام شخم عمیق، دیسک و تسطیح آغاز و در هفته اول اردیبهشت عملیات کاشت انجام گردید. صفات مورد مطالعه شامل تعداد روز تا گل دهی، تعداد ساقه در بوته، تعداد غده در بوته، تعداد غده قابل فروش، درصد ماده خشک و عملکرد غده بود. مقایسه میانگین ارقام بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام پذیرفت.

### نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که تیمارهای آبیاری بر صفات تعداد ساقه در بوته، روز تا گلدهی، تعداد غده در بوته، و عملکرد کل غده اثر معنی دار دارد. همچنین، ارقام در صفات تعداد غده قابل فروش، تعداد غده در بوته، و درصد ماده خشک اختلاف معنی دار داشتند. اما اثر متقابل رقم با تیمارهای آبیاری بر هیچ یک از صفات معنی دار نبود یعنی ارقام مختلف در تیمارهای متفاوت آبیاری عکس العمل یکسان نشان دادند (جدول ۱).

مقایسات میانگین نشان داد که کمترین تعداد ساقه در شرایط آبیاری ۱۰ روز یکبار و بدون محلول پاشی هومات به دست آمد. تنش آبی، تعداد ساقه در بوته را (در شرایط آبیاری ۱۰ روز یکبار) کاهش ولی مصرف هومات باعث افزایش آن گردید. این موضوع با نتایج رفعت و همکاران (Rafat et al., 2012) در ذرت

اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ولی مصرف هومات علاوه بر افزایش عملکرد، اختلاف بین ارقام را غیر معنی‌دار نمود (شکل ۳). آزمایش‌های لینچ و همکاران (Lynch *et al.*, 1995)، محمدی (Mohammadi, 2001)، خورشیدی (Khorshidi, 2002)، آقازاده (Aghazadeh, 2003)، حسن‌پناه و همکاران (HassanPanah *et al.*, 2008)، حسن‌پناه (HassanPanah, 2009)، و المحمود و همکاران (Al-Mahmud *et al.*, 2014) در سیب‌زمینی و ملاصادقی و همکاران (Mollasadeghi *et al.*, 2011)، ایمان‌پرست و همکاران (Imanparast *et al.*, 2013) در گندم، رفعت و همکاران (Rafat *et al.*, 2012) در ذرت این نتایج را تأیید می‌کنند.

با توجه به این که صفت تعداد غده در بوته از مهم‌ترین اجزای عملکرد سیب‌زمینی محسوب می‌شود این صفت در کنار صفت وزن غده دو رکن اساسی اجزای عملکرد را تشکیل می‌دهد. بیشترین تعداد غده در بوته در شرایط آبیاری ۷ روز یک‌بار با محلول‌پاشی هومات پتاسیم در رقم آگریا و کایزر و کمترین آن در شرایط آبیاری ۱۰ روز یک‌بار در ارقام کایزر و ساتینا مشاهده گردید (شکل ۴). آقازاده (Aghazadeh, 2003) و تیمه‌گودا و دیواکومار (Thimmegouda and Devakumar, 1993) و لینچ و همکاران (Lynch *et al.*, 1995) هاورکرت و همکاران (Haverkort *et al.*, 1990) و المحمود و همکاران (Al-Mahmud *et al.*, 2014) نشان دادند که تنش آبی تعداد غده را کاهش می‌دهد ولی استرویک و وان‌ورست (Struik and van Voorst, 1986) نشان داد که تنش آبی تأثیری بر تعداد غده ندارد. تعداد غده در بوته در رقم آگریا و ساتینا از تیمارهای آبیاری تأثیر نپذیرفت (Anonymous, 2007) ولی مصرف هومات در دور آبیاری ۷ روز یک‌بار منجر به افزایش معنی‌دار تعداد غده در بوته گردید.

روز یک‌بار با محلول‌پاشی هومات پتاسیم و کمترین آن در شرایط آبیاری ۱۰ روز یک‌بار با محلول‌پاشی هومات پتاسیم بود. نتایج لینچ و همکاران (Lynch *et al.*, 1996) و خورشیدی (Khorshidi, 2002) نیز این موضوع را تأیید کردند که تاخیر در آبیاری موجب کاهش ارتفاع می‌شود ولی حسن‌پناه (HassanPanah, 2007) نشان داد که مصرف هومات با افزایش تعداد ساقه موجب کاهش ارتفاع می‌گردد.

در هر سه رقم مصرف هومات پتاسیم در شرایط تنش آبی باعث بهبود اثرات تنش آبی و افزایش طول دوره رشد شد. مصرف هومات پتاسیم در شرایط آبیاری ۷ روز یک‌بار منجر به کاهش معنی‌دار تعداد روز تا گلدهی گردید (شکل ۲). به نظر می‌رسد هومات با تامین عناصر لازم، ساختارهای گیاه را تقویت و منجر به تسریع در گذر از مرحله رویشی به زایشی گردیده است (Anonymous, 2007). نتایج لینچ و همکاران (Lynch *et al.*, 1995) و حسن‌پناه (HassanPanah, 2007)، حسن‌پناه و همکاران (HassanPanah *et al.*, 2008)، حسن‌پناه (HassanPanah, 2009) و المحمود و همکاران (Al-Mahmud *et al.*, 2014) موید این موضوع می‌باشد.

بیشترین عملکرد غده کل در شرایط آبیاری ۷ روز یک‌بار با محلول‌پاشی هومات پتاسیم در هر سه رقم و کمترین مقدار عملکرد غده کل در شرایط ۱۰ روز یک‌بار و در رقم آگریا بود. کاهش مصرف آب موجب کاهش عملکرد غده شد اما بهبود عملکرد در زمان تنش با مصرف هومات بسیار معنی‌دار بود (HassanPanah, 2007, HassanPanah, 2009).

همچنین، درصد افزایش در رقم آگریا از همه بیشتر بود (از ۲۰ تن به ۵۳ تن). مصرف هومات در شرایط بدون تنش موجب افزایش معنی‌دار عملکرد رقم کایزر از ۴۳ به ۵۵ تن شد (Anonymous, 2007). در شرایط آبیاری ۱۰ روز یک‌بار بین عملکرد ارقام

(Karafylidis *et al.*, 1996) نشان دادند که تنش آبی درصد ماده خشک غده را کاهش اما شیمی و سانسوشی (Shimshi and Susnoschi, 1985) گزارش دادند که افزایش میزان آب باعث بالا رفتن تولید ماده خشک غده می گردد و ارقام نسبت به تنش خشکی عکس العمل متفاوتی از خود نشان می دهند (Anonymous, 2007). در حالی که هیور و نادلر (Heuer and Nadler, 1995) گزارش دادند که تعداد ساقه اصلی در بوته و در صد ماده خشک غده کمتر تحت تأثیر تنش آبی قرار می گیرد.

### نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که هر سه رقم علاوه بر پر محصولی در شرایط آبیاری ۱۰ روز یکبار و آبیاری ۷ روز یکبار به مصرف هومات پاسخ مثبت نشان دادند. لون (Loon, 1986) اظهار داشت که اگر آب مورد نیاز سیب زمینی تامین گردد متوسط عملکرد آن ۵۰ درصد افزایش می یابد. رقم کایزر دارای درصد ماده خشک بیشتر و پایدارتری نسبت به دو رقم دیگر بود که استفاده از این رقم به همراه هومات پتاسیم در منطقه کم آبی مثل اردبیل را توجیه و منجر به افزایش عملکرد غده قابل فروش در شرایط کم آبی می شود.

تعداد غده قابل فروش را می توان به عنوان یک عامل تعیین کننده در کیفیت محصول تولیدی در نظر گرفت. بیشترین تعداد غده قابل فروش در شرایط آبیاری ۷ روز یکبار با محلول پاشی هومات پتاسیم و در ارقام آگریا و کایزر و کمترین آن در شرایط آبیاری ۱۰ روز یکبار در ارقام کایزر و ساتینا به دست آمد. تنها رقم کایزر در شرایط آبیاری ۷ روز یکبار به مصرف هومات پاسخ داد و تعداد غده قابل فروش آن افزایش معنی داری نشان داد (شکل ۵).

میزان درصد ماده خشک از صفات مهم پس از برداشت می باشد زیرا وارسته هایی که دارای درصد ماده خشک بالا هستند هم به لحاظ صنعتی و اقتصادی و هم به لحاظ خاصیت انبارمانی از اهمیت زیادی برخوردار می باشند و اساساً هدف از تولید هر محصولی میزان ماده خشک تولیدی آن می باشد. بیشترین درصد ماده خشک در شرایط آبیاری ۱۰ روز یکبار با محلول پاشی هومات پتاسیم و در رقم کایزر و آگریا و کمترین آن در شرایط آبیاری ۱۰ روز یکبار و بدون مصرف هومات در رقم آگریا و ساتینا بود (شکل ۶). کایزر در تمام تیمارها بیشترین درصد ماده خشک غده را نشان داد. دماغانت و همکاران (Demagante *et al.*, 1995) و کارافیلیدیس و همکاران

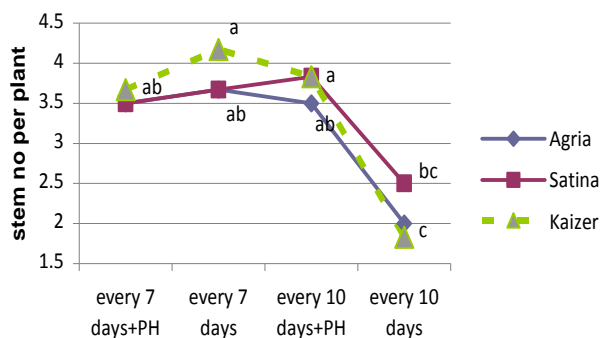
جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای آبیاری و رقم بر صفات مورد بررسی در ارقام سیبزمینی

**Table 1-** Analysis of variance for irrigation treatments and cultivars on attributes in potato

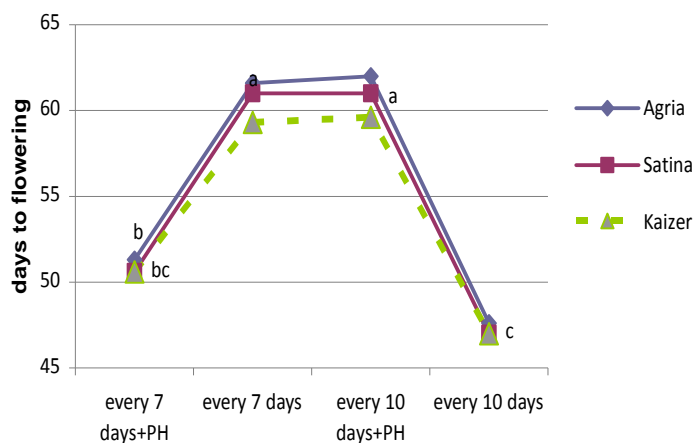
منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات					
		تعداد ساقه در بوته Stem per plant	روز تا گلدهی Days to flowering	تعداد غده قابل فروش Marketing tuber number	تعداد غده در بوته Tuber per plant	درصد ماده خشک Dry matter percent	عملکرد غده Tuber yield
تکرار Rep	2	0.049	53.58	29.9	59.4**	3.5	111
تیمار آبیاری (I) Irrigation levels	3	5.82*	448**	7.7	25.8*	0.3	1466.7**
اشتباه اصلی Main error	6	0.43	11.8	3.4	5.3	5.7	37.3
رقم (C) Cultivar	2	0.17	4.8	38.8**	56.8**	48.1**	51.4
رقم × آبیاری C×I	6	0.19	1.4	6.3	11.9	3.9	45.1
اشتباه Error	16	0.38	5.3	3.9	5.4	5.1	23.4
ضریب تغییرات % - CV %		18.53	4.2	16.7	14.8	9.7	13.4

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

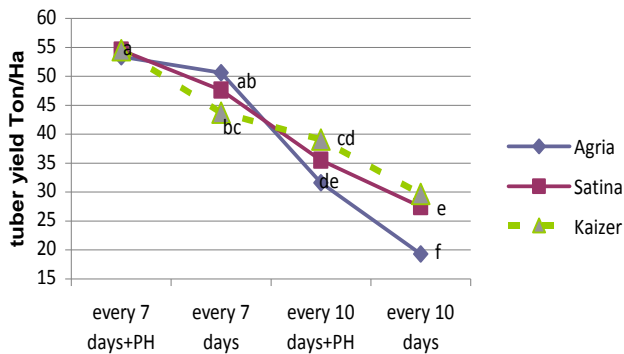
\* and \*\* are significant in 5% and 1%, respectively



شکل ۱- تعداد ساقه در بوته ارقام مختلف سیب زمینی تحت تیمارهای مختلف آبیاری و مصرف هومات پتاسیم  
**Figure 1-** Stem per plant of potato cultivars to different irrigation treatment and PH application

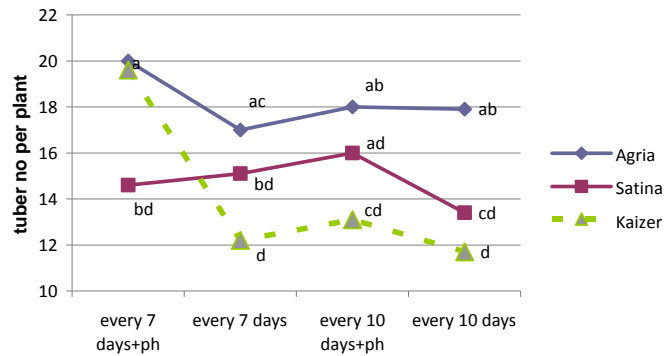


شکل ۲- تعداد روز تا گل دهی ارقام مختلف سیب زمینی تحت تیمارهای مختلف آبیاری و مصرف هومات پتاسیم  
**Figure 2-** Days to flowering of potato cultivars to different irrigation treatment and PH application

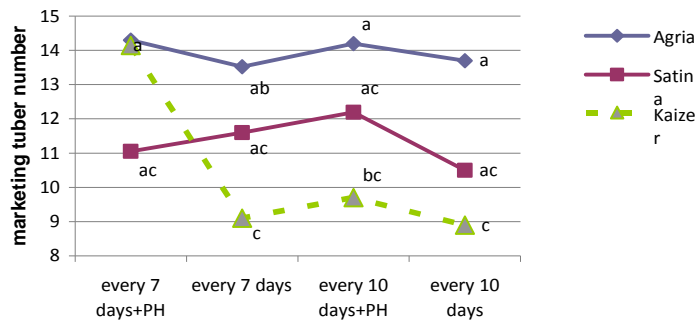


شکل ۳- عملکرد غده ارقام مختلف سیب زمینی تحت تیمارهای مختلف آبیاری و مصرف هومات پتاسیم  
**Figure 3-** Tuber yield of potato cultivars to different irrigation treatment and PH application

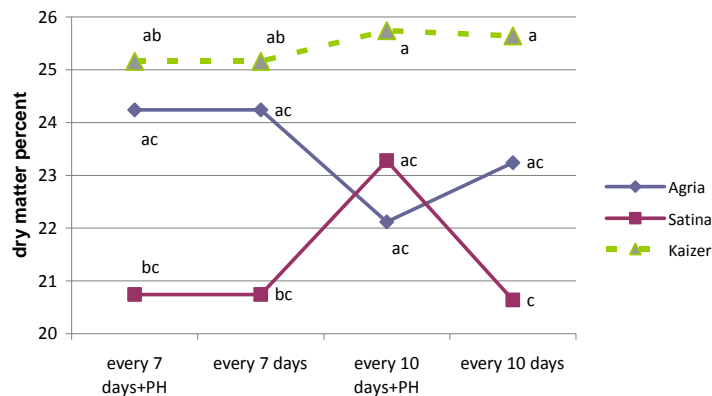




شکل ۴- تعداد غده در بوته ارقام مختلف سیبزمینی تحت تیمارهای مختلف آبیاری و مصرف هومات پتاسیم  
**Figure 4-** Tuber number per plant of potato cultivars to different irrigation treatment and PH application



شکل ۵- تعداد غده قابل فروش ارقام مختلف سیبزمینی تحت تیمارهای مختلف آبیاری و مصرف هومات پتاسیم  
**Figure 5-** Marketing tuber number of potato cultivars to different irrigation treatment and PH application



شکل ۶- درصد ماده خشک ارقام مختلف سیبزمینی تحت تیمارهای مختلف آبیاری و مصرف هومات پتاسیم  
**Figure 6-** Dry matter percent of potato cultivars to different irrigation treatment and PH application

## References

## منابع مورد استفاده

- Aghazadeh, B. 2003. Evaluation of new potato cultivars quantitative and qualitative attributes in different water regimes in Ardabil. MSc dissertation in Agronomy, Islamic Azad University, Ardabil Branch. 102 pp.
- Al-Mahmud, A., M. Bazzaz, Sh. Ali Khan, A. Hossain, and M. Hossain. 2014. Tuber yield, tuber quality and plant water status of potato under drought and well watered condition. *The Global Journal of Science Frontier Research*. 14(10-D), 15-22.
- Anonymous. 2007. Humic acid humate fertilizer. <http://www.humic.org>.
- Demagante, A.L., P.M. Harris, and P. van der Zaag. 1995. A promising method for screening drought tolerance in potato using apical cutting. *American Potato Journal*. 72:577-588.
- Djavadi, M. 2008. Evaluation of drought tolerance in clones of potato produced by TPS. MSc. dissertation in Agronomy, Islamic Azad University, Ardabil Branch. 98 pp.
- Doan Dam, N. 1993. Root growth and drought resistance in potato. *College Lagunal (Philippines)*. 11: 24-95.
- Gadimov, A.G., and As. R. Allahverdiev. 2007. Nitrate reductase activity of Vigna at K-humate in conditions NaCl. *Journal of Plodorodie*. 4 (37):26-28.
- Hassan Panah, D. 2007. Application of potassium humate and cadestim for second planting on Sante cultivar in Ardabil plane. Ardebil Agricultural organization, 45pp.
- Hassan Panah, D. 2009. Effects of water deficit and pottasiun humate on tuber yield and yield component of potato cultivars in Ardabil region, Iran. *Research Journal of Environmental Sciences*. 3(3):351-356
- Hassan Panah, D., E. Gurbanov, A. Gadimov, and R. Shahriari. 2008. Determination of yield stability in advanced potato cultivars as affected by water deficit and potassium humate in Ardabil region, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 11(10):1354-1359.
- Haverkort, A.J., M. Waart, and K.A. Bodlaender. 1990. The effect of early drought stress on number of tubers and stolons of potato in controlled and field conditions. *Potato Research*. 33 (1): 89-94.
- Heuer, B., and A. Nadler. 1995 Growth and development of potatoes under salinity and at water deficit. *Australian Journal of Agricultural Research*. 46:1477-1486.
- Imanparast, F., A. Tobeh, and A. Gholipouri. 2013. Potassium humate effect on the drought stress in wheat. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4(1): 98-103.
- Karafylidis, D.I., N. Stavropoul, and D. Georgakis. 1996. The effect of water stress on the yielding capacity of potato crops and subsequent performance of seed tubers. *Potato Research*. 39:153-163

- Khorshidi Benam, M.B. 2002. Drought stress effect on potato and evaluation of resistance indices. PhD. Dissertation in Agronomy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. 180pp.
- Lahlou, O., S. Attar, and J.F. Lendent. 2003. The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato. *Agronomie*. 23: 257-268.
- Loon, C.D. 1986. Drought, a major constrain in potato production and possibilities for screening for drought resistance. *Potato Research of Tomorrow*. Purdo. Wageningen. 516.
- Lynch, D.R., N. Foroud, G.C. Kozub and B.C. Farries. 1995. The effect of moisture stress at three growth stages on the yield, components of yield and processing quality of eight potato varieties. *American potato Journal*. 72: 375-385.
- Mohammadi, A. 2001. Evaluation of drought tolerance in some potato cultivars in Ardabil region. MSc dissertation in Agronomy, Islamic Azad University, Ardabil Branch.
- Mollasadeghi, V., M. Valizadeh, R. Shahryari, and A.A. Imani. 2011. Evaluation of drought tolerance of bread wheat genotypes using stress tolerance indices at presence of potassium humate. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. 10 (2): 151-156.
- Rafat, N., M. Yarnia, and D. HassanPanah. 2012 .Effect of drought stress and potassium humate application on grain yield-related traits of corn (cv. 604). *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 10(2): 580-584.
- Rossouw, F.T., and G. Waghmarae. 1995. The effect of drought on growth and yield of two South Africa potato cultivars. *South African Journal of Science*. 91(3):149-15.
- Shimshi, D., and M. Susnoschi, 1985. Growth and yield studies of potato development in a semi-arid region. *Potato Research*. 28: 212-218.
- Struik, P.C., and C. van Voorst. 1986. Effect of drought on the initiation, yield, and size distribution of tubers of *Solanum tuberosum* L. CV. Bintje. *Potato Research*. 29: 487-500.
- Thimmegouda S., and N. Devakumar, 1993. Analysis of moisture stress on growth and tuber yield of potato. (*Solanum tuberosum* L.). *Indian Agriculture*. 37:145-150.

## Mitigating the Effect of Drought Stress on Potato Cultivars (*Solanum tuberosum* L.) by Spraying them with Potassium Humate

Hoseini, A.<sup>1</sup>, M.B. Khorshidi Benam<sup>2\*</sup>, D. Hassan Panah<sup>3</sup>, and F. Shekari<sup>4</sup>

Received: April 2015, Accepted: 11 November 2015

### Abstract

To evaluate the effect of potassium humate (PH) on drought stress in potato cultivars (Kaizer, Agria and Satina) a split plot experiment based on randomized complete block design with 3 replications was performed. Main factor was irrigation regimes, 1- irrigation every 7 days without PH application, 2- irrigation every 7 days + PH application, 3- irrigation every 10 days without PH application and 4- irrigation every 10 days + PH application, in which 250 ml of PH diluted in 300L water and plants were sprayed in three stage of plant growth: full emergence, before and after tuber initiation. Results showed that increasing irrigation interval decreased stem number per plant from 3.5 to 2.5, days to flowering from 60 to less than 50 days, , and tuber yield from 45 to less than 35 ton.ha<sup>-1</sup>. Cultivar×irrigation interaction in all attributes were not significant. The highest tuber yield produced by Kaizer (55 t.ha<sup>-1</sup>) when plants were irrigated every 7 days irrigation + PH application and lowest by Agria (20 t.ha<sup>-1</sup>) in 10 days irrigation interval without applying PH. Kaizer not only produced high yield but also produced higher yield in every 7 or 10 days irrigation without PH application: 50 and 20 ton.ha<sup>-1</sup>, respectively. It seems that Kaizer could be a proper choice to be planted in drought prone regions like Ardabil. Applying PH resulted in increasing yield from 25 to 50 t.ha<sup>-1</sup> under water deficit condition.

**Key words:** Irrigation interval, *Solanum tuberosum*, Stem and tuber number.

---

1- M.Sc. student, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran.

2- Research Staff, Agronomy and Horticulture Research Dept, East Azarbayjan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Tabriz, Iran.

3- Research Staff, Agronomy and Horticulture Research Dept, Ardabil (Moghan) Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Ardabil, Iran.

4- Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

\* *Corresponding Author:* mb.khorshidi@yahoo.com