

# بررسی تأثیر هومات پتاسیم بر جوانه‌زنی بذر، عملکرد و اجزای عملکرد غده و برآورد میزان هتروزیس و درجه غالبیت در هیبریدهای بذر حقیقی سیب‌زمینی

داود حسن پناه\*<sup>۱</sup> و انور اسدی<sup>۲</sup>

## چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر هومات پتاسیم بر میزان جوانه‌زنی بذر در گلخانه، عملکرد و اجزا عملکرد غده در مزرعه و برآورد میزان هتروزیس و درجه غالبیت در هیبریدهای بذر حقیقی سیب‌زمینی به مدت سه سال (۸۹-۱۳۸۷) اجرا شد. در این آزمایش تعداد ۳۵۰۰ بذر حقیقی هیبرید سیب‌زمینی رقم HPS-II/67 پس از تیمار کردن با محلول هومات پتاسیم به مدت ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعت و کشت مستقیم بذر به عنوان شاهد، در بستر پیت‌ماس بیولان در گلخانه کاشته شد. در گلخانه، صفاتی مانند زمان شروع جوانه‌زنی بذر، درصد جوانه‌زنی بذر و تعداد روز تا جوانه‌زنی ثبت شد. تعداد ۵۴۰ نشاء سیب‌زمینی در مرحله ۴-۵ برگی به مزرعه منتقل شد و براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شدند. پس از برداشت، تعداد و وزن غده در بوته، متوسط اندازه غده و عملکرد غده قابل فروش شمارش و اندازه‌گیری و تعداد ۳۰۰ هیبرید انتخاب شد. در سال ۱۳۸۹ هیبریدهای انتخابی با رقم شاهد آگریا در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل کشت و بررسی شدند. نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف هومات پتاسیم از لحاظ تعداد و وزن غده در بوته، متوسط وزن غده و عملکرد غده قابل فروش در مزرعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر، تعداد و وزن غده در بوته و عملکرد غده قابل فروش در تیمار ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت نگهداری بذر در هومات پتاسیم تولید شد. در این آزمایش هومات پتاسیم باعث شد که میزان جوانه‌زنی ۴۱ درصد و عملکرد غده به مقدار ۱/۲ کیلوگرم در مترمربع افزایش یابد. میانگین عملکرد تک بوته در شاهد ۵۵۰ گرم و در هیبریدها ۶۱۳/۰۸ گرم مشاهده شد. عملکرد تک بوته هیبریدها دارای ۲۳/۶۷ درصد فوق‌غالبیت، ۶/۳۳ درصد غالبیت کامل، ۶۴ درصد کاهش غالبیت و ۶ درصد بدون غالبیت بودند. در این آزمایش ۵۰/۳۳ درصد هیبریدها (تعداد ۱۵۱ هیبرید) عملکرد تک بوته بیشتری نسبت به شاهد داشتند. میزان هتروزیس برای عملکرد تک بوته ۵۰/۳۳ درصد بدست آمد. در این تحقیق، از نظر عملکرد غده، یکنواختی غده، سطحی بودن عمق چشم، کوتاه بودن استولون، رنگ پوست و گوشت زرد، میزان هتروزیس و درجه غالبیت، تعداد ۵۰ هیبرید انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: بذر حقیقی سیب‌زمینی، هومات پتاسیم، هیبرید، میزان هتروزیس، درجه غالبیت.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۳

۱ و ۲- به ترتیب استادیار پژوهش و محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

نویسنده مسئول: d\_hassanpanah@yahoo.com

## مقدمه

در ۲۵ سال آینده، برای تأمین غذای جمعیت دنیا، عملکرد محصولات زراعی بایستی به میزان ۶۰ درصد افزایش یابد، در حالی که منابع طبیعی و بالطبع منابع غذایی روز به روز محدودتر می‌شوند. برای حل مشکل غذا و حفظ سلامت محیط زیست، راهکاری به جز استفاده از فناوری‌های جدید وجود ندارد (Arshi, 2000). در اواخر دهه ۱۸۰۰ و اوایل دهه ۱۹۰۰ زارعین متوجه این حقیقت شدند که ارقام سیب‌زمینی پس از سال‌ها تکثیر غیرجنسی، رو به تباهی و زوال می‌روند. آن‌ها این زوال را بر اثر تداوم تکثیر غیرجنسی می‌دانستند، تا این که در حدود سال ۱۹۳۰ بیماری شناسان گیاهی متوجه شدند که این امر بر اثر آلودگی ارقام قدیمی به بیماری‌های ویروسی است. چون ویروس‌ها از طریق بذور حقیقی به گیاه منتقل نمی‌شوند، لذا در ارقام جدیدی که از بذور حقیقی به دست می‌آمد، آلودگی وجود نداشت، تا زمانی که آن‌ها نیز به نوبه خود با یک یا چند ویروس آلوده شوند (Almekinder et al., 1996). مرکز بین‌المللی سیب‌زمینی از سال ۱۹۷۷ تحقیقات خود را برای نشان دادن توان بذر حقیقی سیب‌زمینی در کشورهای در حال توسعه آغاز کرد. در حال حاضر در کشورهای در حال توسعه تولیدکننده سیب‌زمینی، معدود کشوری را شاید بتوان یافت که برای حل تنگناها و مشکلات بذر سیب‌زمینی خود از بذر حقیقی استفاده نکند (Almekinder et al., 1996; Arshi, 2000). از بذر حقیقی سیب‌زمینی برای اصلاح خصوصیات ارقام، انتقال ژن، بهنژادی برای کیفیت و کاهش میزان ماده گلیکوآلکالوئید، قندهای احیایی، افزایش میزان ماده خشک و کیفیت پخت از طریق روش‌های بهنژادی لاین × تستر، دی‌الل و دیگر روش‌های اصلاحی که به طریقی با تولیدمثل جنسی سر و کار دارد، استفاده گردید (Arshi, 2000).

پتاسیم به استفاده کارآمدتر آب در گیاهان زراعی کمک می‌نماید، این عنصر به ایجاد ریشه‌های عمیق‌تر یعنی به نفوذ ریشه‌های گیاه به منظور دسترسی به آب‌های عمقی‌تر کمک می‌کند (Cakmak, 2005). سیب‌زمینی در مقایسه با سایر سبزیجات به پتاسیم زیادی نیازمند بوده و برای پایداری در عملکرد این گیاه، لازم است کودهای پتاسه در زراعت آن مورد استفاده قرار گیرد. همچنین مصرف کافی پتاسیم در این گیاه از

ورس بوته‌های آن جلوگیری می‌کند و از سوی دیگر اجازه سازگاری سیب‌زمینی را به تنش‌های محیطی می‌دهد و منجر به افزایش مقاومت آن به آفات می‌شود (AL-Moshileh and Errebi, 2007).

هومات پتاسیم مولکول آلی است که از تجزیه مواد گیاهی و جانوری تشکیل شده و نسبتاً پایدار بوده و در تغذیه گیاهی، بهبود حاصل‌خیزی خاک و کاهش آب مصرفی موثر می‌باشد (Heuer and Nadler, 1995). هومات پتاسیم از بقایای گیاهان و حیوانات موجود در ته باتلاق‌ها بدست می‌آید و از نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مولیبدن، مس، روی، بر، کبالت و منیزیم تشکیل شده است (Gadimov et al., 2007). هومات پتاسیم باعث افزایش عملکرد، کیفیت غده و تحمل سیب‌زمینی به تنش آبی (Hoseni et al., 2009; Hassanpanah, 2009b)، افزایش تحمل به شوری در نخود (Gadimov et al., 2007)، کاهش میزان نیترات در برگ و ریشه نخود (Gadimov et al., 2007) و در غده سیب‌زمینی (Hassanpanah et al., 2007)، افزایش متوسط اندازه مینی‌تیوبر، تعداد و وزن مینی‌تیوبر در بوته (Hassanpanah, 2009 a) و کاهش زمان انتقال گیاهچه از آزمایشگاه به گلخانه (Hassanpanah, 2009 b) می‌شود. تیمار کردن غده سیب‌زمینی قبل از کاشت با محلول ۰/۱ تا ۰/۲ درصد هومات پتاسیم به مدت ۲۴ ساعت، باعث افزایش عملکرد به میزان ۲۳ درصد، بهبود کیفیت غده‌های تولیدی و کاهش میزان نیترات در غده از ۴۷ به ۱۸/۵ میلی‌گرم در هکتار گردیده است (Anonymous, 2007). استفاده از هومات پتاسیم در گل رز باعث افزایش غنچه‌زایی، رشد سریع گیاه و افزایش مقاومت آن در برابر خشکی، گرما و سرما (Loon, 1986) شده است. در بذر گوجه فرنگی استفاده از ۰/۱ درصد محلول هومات پتاسیم قبل از کاشت به مدت ۲۴ ساعت باعث افزایش تولید به میزان ۲۵-۲۰ درصد شده است (Anonymous, 2007). بستان و اسلام (Bostan and Islam, 2003) آزمایشی را جهت بررسی اثر هومات پتاسیم بر رشد طول و قطر گیاهچه‌های گردو در سه زمان از ۲۵ خرداد تا ۲۵ تیر، از ۲۵ تا ۲۵ مرداد و از ۲۵ مرداد تا ۲۵ شهریور با چهار سطح هومات پتاسیم ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۱ و ۲ میلی‌لیتر انجام دادند. بیشترین طول و قطر گیاهچه و کوتاه شدن دوره رشد در تیمار ۰/۵ میلی‌لیتر هومات پتاسیم در تاریخ ۲۵ خرداد تا ۲۵ تیر

شاهد، در آزمایشگاه و مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل و گلخانه شرکت ویلکیج اردبیل به مدت سه سال (۸۹-۱۳۸۷) مورد بررسی قرار گرفت. خاک آزمایشی پیت ماس بیولان بود که آنالیز آن در جدول ۱ نشان داده شده است. از هومات پتاسیم به مقدار ۴۰ میلی لیتر در دو لیتر آب در هر کیلوگرم بذر استفاده گردید. آنالیز ماده هومات پتاسیم در جدول ۲ نشان داده شده است.

در گلخانه از کود اوره به میزان ۵-۴ گرم، فسفات آمونیوم به میزان ۸-۶ گرم و سولفات پتاسیم به مقدار ۱۰ گرم در هر متر مربع استفاده شد. بذور در عمق یک سانتی متر، فاصله ردیف پنج سانتی متر و فاصله بین بوته دو سانتی متر در دمای  $20 \pm 2$  درجه سلسیوس کاشته شدند. جهت نگهداری رطوبت بستر بذر، آبیاری سبک هر روز براساس نیاز گیاه انجام شد. از سایه بان در ارتفاع یک متری برای جلوگیری از تابش مستقیم نور در طول روز استفاده گردید. زمانی که گیاهچه‌ها به ۲-۳ برگگی رسیدند، محلول پاشی با اوره ۱/۰ درصد به مدت ۲-۳ روز صورت گرفت (Hassanpanah et al., 2009). در گلخانه، صفاتی مثل زمان شروع جوانه زنی بذر، درصد جوانه زنی بذر و تعداد روز تا جوانه زنی یادداشت برداری شدند. تعداد ۵۴۰ نشاء سیب زمینی در مرحله ۵-۴ برگگی به مزرعه منتقل شد و براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شدند. در هنگام نشاءکاری، خاک مزرعه رطوبتی شبیه رطوبت خزانه داشت تا شوک‌های ناشی از نشاءکاری کاهش یابد. از آبیاری سبک به صورت نشئی یک روز قبل از انتقال نشاءها به زمین استفاده شد. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۳ نشان داده است.

نشاءها پس از ایجاد شیار نزدیک در یکی از دو لبه پشته به اندازه ۱۰ سانتی متر بالاتر از کف جوی‌ها کاشته شدند تا هنگام آبیاری، آب در تماس مستقیم با نشاءها نباشد. در موقع نشاء اولین گره گیاهچه زیر خاک قرار گرفت. نشاءها در فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی متر و بین بوته ۲۵ سانتی متر کشت شدند. نشاءکاری صبح زود صورت گرفت. بلافاصله پس از نشاءکاری آبیاری انجام شد تا از پژمردگی نشاءها جلوگیری شود و احتمال زنده ماندن آن‌ها افزایش یابد. خاک‌دهی پای نشاءها انجام شد، زیرا این موجب می‌شود که تهویه بهتری در محیط ریشه بوجود آید و از تبدیل ساقه‌های زیرزمینی به ساقه‌های هوایی

مشاهده گردید. بستان و همکاران (Bostan et al., 2004) درصد و زمان جوانه زنی بذرفندق را با استفاده از هومات پتاسیم در سه میزان ۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۳ میلی لیتر در یک لیتر آب برای یک کیلوگرم بذر در دو زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که افزایش درصد جوانه زنی بسته به نوع رقم ۳۷/۰۸-۶۴/۱۴ درصد می‌باشد. این محققین بیشترین درصد جوانه زنی با ۵۳ درصد را در غلظت ۰/۰۲ میلی لیتر در یک لیتر آب برای یک کیلوگرم بذر نسبت به شاهد با ۴۳ درصد مشاهده نمودند.

هتروزیس یا قدرت هیبرید به عنوان کارایی بهبود برای تولید هیبرید F1 از طریق دورگیری بین دو والد می‌باشد (Biswas et al., 2005). مول و استوبر (Moll and Stuber, 1974) گزارش کردند که هر ترکیب از میان تنوع والدین، هیبرید بالاتر از والدین تولید کند، ممکن است دارای ژن‌های غالبیت مطلوب، فوق‌غالبیت یا عمل اپیستازی بین ژن‌ها باشد. هتروزیس مثبت و منفی برای بهبود و اصلاح گیاهان مفید می‌باشد. به عنوان مثال هتروزیس مثبت برای عملکرد و هتروزیس منفی برای زودرسی مناسب است. دایال و همکاران (Dayal et al., 1988) با بررسی ۷۲ هیبرید برای هتروزیس والد برتر در گیاه سیب زمینی نتیجه گرفتند که دامنه هتروزیس از ۲۳/۲- تا ۳۰/۹ درصد در F1 مشاهده شد. میزان هتروزیس برای عملکرد غده و تعداد برگ در ساقه اصلی ۱۷۴-۲ درصد بود. پاتل و همکاران (Patel et al., 2007) میزان هتروزیس برای عملکرد غده در هیبرید Kufri-Lauvkar×DP-9904 را ۳۵/۱۵ درصد گزارش کردند.

هدف از این تحقیق بررسی اثر هومات پتاسیم بر میزان جوانه زنی بذور حقیقی، تعداد و وزن غده در بوته سیب زمینی و تعیین پارامترهای مهم ژنتیکی از جمله میزان هتروزیس و درجه غالبیت برای انتخاب هیبریدهای برتر از لحاظ صفات عملکرد غده بالا، رسیدگی، یکنواختی غده، رنگ گوشت زرد، طول استولون کوتاه و سطحی بودن عمق چشم نسبت به والدین بوده است.

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۳۵۰۰ بذر حقیقی هیبرید سیب زمینی رقم HPS-II/67 پس از تیمار کردن با محلول هومات پتاسیم به مدت ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعت و کشت مستقیم بذر به عنوان

درجه غالبیت: درجه غالبیت با استفاده از روش بیبل و آتکینس (Biel and Atkins, 1965) محاسبه گردید:

$$HP = \frac{F - C}{Ft - C}$$

که HP: درجه غالبیت، C: میانگین رقم شاهد<sup>۱</sup>، F: میانگین کل هیبریدها و Ft: میانگین هیبرید می‌باشند.

اگر درجه غالبیت مساوی صفر باشد بدون غالبیت، برابر یک غالبیت کامل، بزرگ‌تر از یک فوق‌غالبیت، کوچک‌تر از یک کاهش غالبیت، بین صفر و یک غالبیت ناقص، بین ۰/۵ و -۰/۵ غالبیت سرگردان و بین ۰/۵ و ۱ غالبیت جزئی یا ناچیز می‌باشد.

هتروزیس: میزان هتروزیس والد برتر با استفاده از روش ورمانی و همکاران (Virmani et al., 1997) محاسبه شد.

$$SH = \frac{F1 - C}{C} \times 100$$

که SH<sup>۲</sup>: هتروزیس استاندارد (درصد)، F1: میانگین هیبرید و P: میانگین رقم شاهد می‌باشند.

### نتایج و بحث

کمترین زمان جوانه‌زنی بذور در گلخانه در تیمارهای ۶ و ۱۲ ساعت استفاده از محلول هومات پتاسیم مشاهده شد. در تیمارهای ۶ و ۱۲ ساعت استفاده از محلول هومات پتاسیم جوانه‌زنی بذور دیرتر شروع شد و زودتر پایان یافت (شکل ۱). در این آزمایش هومات پتاسیم باعث شد جوانه‌زنی بذور حدود ۳ روز زودتر به پایان برسد. با افزایش مدت نگهداری بذور در محلول هومات پتاسیم از ۶ و ۱۲ به ۱۸ و ۲۴ ساعت، تعداد روز تا جوانه‌زنی کاهش نشان داد (شکل ۱). بستان و اسلام (Bostan and Islam, 2003) گزارش کردند که استفاده از هومات پتاسیم به مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر باعث کوتاه شدن دوره رشد فندق گردید. حسن پناه (Hassanpanah, 2009 b) نتیجه گرفت که استفاده از هومات پتاسیم در شرایط درون‌شیشه‌ای باعث کاهش زمان انتقال گیاهچه از آزمایشگاه به گلخانه می‌شود.

درصد جوانه‌زنی نهایی بذور در گلخانه در تیمار ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت هومات پتاسیم نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (شکل ۲). بین سه تیمار ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت نگهداری بذور در

جلوگیری شود. اولین خاک‌دهی ۱۵ روز بعد از نشاکاری انجام شد. در جریان روند رشد بوته‌ها و ظهور و پیدایش علف‌های هرز با هدف مبارزه با آن‌ها و قرار دادن ساقه‌های زیرزمینی در داخل خاک و جلوگیری از صدمات نور خورشید به ساقه‌های زیرزمینی در مرحله ۱۵ سانتی‌متری بوته‌ها خاک‌دهی دوم نیز صورت گرفت. آخرین خاک‌دهی در مرحله ۳۰ سانتی‌متری گیاه همراه با مصرف کود نیتروژن انجام شد که در این حالت گیاهچه‌های کاشته شده روی پشته به تدریج در میان پشته قرار گرفته بودند (Hassanpanah et al., 2009). به علت حساسیت نشاهای سیب‌زمینی به علف‌کش، مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. قسمت‌های هوایی ۱۰ روز قبل از برداشت سربرداری شده و در نهایت غده‌ها برداشت شدند. پس از برداشت صفات تعداد و وزن غده در بوته، متوسط اندازه غده و عملکرد غده قابل فروش اندازه‌گیری و تعداد ۳۰۰ هیبرید انتخاب شدند. محاسبات آماری و تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

تعداد ۳۰۰ هیبرید انتخابی با رقم آگریا (شاهد) در آزمایش مقدماتی با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از همدیگر و فاصله بین دو بوته ۲۵ سانتی‌متر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در سال ۱۳۸۹ کشت گردید. مصرف کودهای فسفاته در دو نوبت (۵۰ درصد موقع کاشت و ۵۰ درصد در دوره تشکیل غده)، کود نیتروژن در سه نوبت (۲۵ درصد موقع کاشت، ۵۰ درصد در زمان سبز شدن و ۲۵ درصد بلافاصله پس از تشکیل غده) و کود پتاسه در یک نوبت (موقع کاشت) براساس آزمون خاک بود. برای کنترل آفت سوسک کلرادو از سم کنفیدور به مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار در دو نوبت استفاده گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز در دو نوبت قبل از غده‌زایی و جین دستی صورت پذیرفت. در طی دوره رشد و پس از رسیدگی فیزیولوژیکی هیبریدها، صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد و وزن غده در بوته، متوسط اندازه غده و عملکرد غده قابل فروش اندازه‌گیری شد. با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده میزان هتروزیس و درجه غالبیت در هیبریدها به شرح ذیل محاسبه شد.

<sup>1</sup> Check variety

<sup>2</sup> Standard hetrosis

هومات پتاسیم اختلاف معنی داری مشاهده نشد. میانگین درصد جوانه زنی در سه تیمار ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت هومات پتاسیم حدود ۸۸٪ و در شاهد ۴۷/۵٪ بود. در این آزمایش نگهداری بذور در محلول هومات پتاسیم به مدت ۱۸-۶ ساعت باعث افزایش ۴۰/۵ درصدی جوانه زنی بذور نسبت به شاهد گردید (شکل ۲). بستان و همکاران (Bostan et al., 2004) نتیجه گرفتند که افزایش درصد جوانه زنی بذور بسته به نوع رقم بین ۱۴/۱۴-۳۷/۰۸ درصد متفاوت بود. این محققین بیشترین درصد جوانه زنی را در غلظت ۰/۰۲ میلی لیتر در یک لیتر آب برای یک کیلوگرم بذر با ۵۳ درصد نسبت به شاهد با ۴۳ درصد مشاهده نمودند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مزرعه نشان داد که بین تیمارهای مختلف هومات پتاسیم از لحاظ تعداد و وزن غده در بوته، متوسط وزن غده و عملکرد غده قابل فروش اختلاف معنی داری وجود دارد. بیشترین تعداد و وزن غده در بوته و عملکرد غده قابل فروش در مترمربع برای ۶ و ۱۲ ساعت تیمار بذر با هومات پتاسیم نسبت به سایر تیمارها بدست آمد (جدول ۵). در این آزمایش تیمار بذور به مدت ۶ و ۱۲ ساعت در محلول هومات پتاسیم نسبت به شاهد عملکرد غده قابل فروش را به مقدار ۱/۱۴ کیلوگرم در مترمربع، تعداد غده در بوته را ۴/۸ عدد و وزن غده در بوته را ۳۰۲/۳ گرم افزایش داد (جدول ۵).

برای افزایش احتمال زنده ماندن بذور جوانه زده، هر چند که قبل از کاشت و بلافاصله بعد از کاشت، آبیاری صورت گرفت، ولی به علت ضعیف بودن بذر و سازگاری دیر با محیط، شوک و تنش‌های محیطی باعث شد که درصد جوانه زنی در گلخانه از ۸۸ به ۴۵ درصد کاهش یابد و نشاهای ضعیفی تولید شود که در نهایت منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شد. گزارش شده است تیمار بذر گوجه فرنگی و بذر خیار با ۰/۰۱ درصد محلول هومات پتاسیم قبل از کاشت به مدت ۲۴ ساعت باعث افزایش عملکرد به میزان ۲۵-۲۰ درصد در گوجه فرنگی و ۳۸ درصد در خیار شد (Anonymous, 2007). بستان و اسلام (Bostan and Islam, 2003) گزارش کردند که استفاده از هومات پتاسیم به مقدار ۰/۵ میلی لیتر در یک لیتر آب برای یک کیلوگرم بذر فندق باعث افزایش طول و قطر گیاهچه می-شود. هومات پتاسیم باعث افزایش عملکرد و کیفیت غده

میانگین ارتفاع بوته در شاهد ۸۵ سانتی متر و در هیبریدها ۷۲ سانتی متر بود. نتایج حاصل از هیبریدها دارای ارتفاع بوته بین ۹۲-۴۲ سانتی متر بودند (جدول ۷). میزان هتروزیس برای ارتفاع بوته ۳۳ درصد بود (جدول ۸). ارتفاع بوته در هیبریدها ۱۱ درصد فوق‌غالبیت و ۱۴ درصد غالبیت کامل و ۷۵ درصد کاهش غالبیت نشان داد. ۲۵ درصد هیبریدها ارتفاع بوته بیشتر

میانگین درصد هیبریدها ۶۱۳/۰۸ گرم بود. نتایج حاصل از هیبریدها عملکرد غده تک بوته بین ۱۹۲۷-۱۸ گرم داشتند (جدول ۷). در این آزمایش ۵۰/۳۳ درصد هیبریدها (به تعداد ۱۵۱ هیبرید) عملکرد غده تک بوته بیشتری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۸). عملکرد غده تک بوته هیبریدها دارای ۲۳/۶۷ درصد فوق-غالبیت، ۶/۳۳ درصد غالبیت کامل، ۶۴ درصد کاهش غالبیت و ۶ درصد بدون غالبیت بودند (جدول ۹). در این آزمایش میزان هتروزیس برای عملکرد غده تک بوته ۵۰/۳۳ درصد بدست آمد. دایال و همکاران (Dayal et al., 1988) میزان هتروزیس برای عملکرد غده را بین ۳۳/۲-۳۰/۹ درصد و پاتل و همکاران (Patel et al., 2007) ۳۵/۱۵ درصد گزارش نمودند. تعداد غده در بوته در شاهد ۶ عدد و در هیبریدها ۸/۸۱ عدد مشاهده شد (جدول ۷). هیبریدها ۶۸ درصد تعداد غده در بوته بیشتری نسبت به شاهد تولید نمودند. میزان هتروزیس برای تعداد غده در بوته ۶۸ درصد بدست آمد (جدول ۸). تعداد غده در بوته هیبریدها ۶۷/۶۷ درصد فوق‌غالبیت، ۸/۶۷ درصد بدون غالبیت و ۲۳/۶۶ درصد کاهش غالبیت بود (جدول ۹).

میانگین عملکرد غده تک بوته در شاهد ۵۵۰ گرم و در هیبریدها ۶۱۳/۰۸ گرم بود. نتایج حاصل از هیبریدها عملکرد غده تک بوته بین ۱۹۲۷-۱۸ گرم داشتند (جدول ۷). در این آزمایش ۵۰/۳۳ درصد هیبریدها (به تعداد ۱۵۱ هیبرید) عملکرد غده تک بوته بیشتری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۸). عملکرد غده تک بوته هیبریدها دارای ۲۳/۶۷ درصد فوق-غالبیت، ۶/۳۳ درصد غالبیت کامل، ۶۴ درصد کاهش غالبیت و ۶ درصد بدون غالبیت بودند (جدول ۹). در این آزمایش میزان هتروزیس برای عملکرد غده تک بوته ۵۰/۳۳ درصد بدست آمد. دایال و همکاران (Dayal et al., 1988) میزان هتروزیس برای عملکرد غده را بین ۳۳/۲-۳۰/۹ درصد و پاتل و همکاران (Patel et al., 2007) ۳۵/۱۵ درصد گزارش نمودند. تعداد غده در بوته در شاهد ۶ عدد و در هیبریدها ۸/۸۱ عدد مشاهده شد (جدول ۷). هیبریدها ۶۸ درصد تعداد غده در بوته بیشتری نسبت به شاهد تولید نمودند. میزان هتروزیس برای تعداد غده در بوته ۶۸ درصد بدست آمد (جدول ۸). تعداد غده در بوته هیبریدها ۶۷/۶۷ درصد فوق‌غالبیت، ۸/۶۷ درصد بدون غالبیت و ۲۳/۶۶ درصد کاهش غالبیت بود (جدول ۹).

میانگین ارتفاع بوته در شاهد ۸۵ سانتی متر و در هیبریدها ۷۲ سانتی متر بود. نتایج حاصل از هیبریدها دارای ارتفاع بوته بین ۹۲-۴۲ سانتی متر بودند (جدول ۷). میزان هتروزیس برای ارتفاع بوته ۳۳ درصد بود (جدول ۸). ارتفاع بوته در هیبریدها ۱۱ درصد فوق‌غالبیت و ۱۴ درصد غالبیت کامل و ۷۵ درصد کاهش غالبیت نشان داد. ۲۵ درصد هیبریدها ارتفاع بوته بیشتر

در نهایت پس از بررسی از لحاظ پرمحصولی، یکنواختی غده، سطحی بودن عمق چشم، کوتاه بودن استولون و رنگ پوست و گوشت زرد، تعداد ۵۰ هیبرید انتخاب شد. هیبریدهای انتخابی دارای رنگ پوست و گوشت زرد داشتند. رنگ گوشت و پوست غده در بازارپسندی ارقام بسیار موثر بوده و ارقام با گوشت سفید و رنگ پوست قرمز از بازارپسندی کمتری برخوردار می‌باشند (Hassanpanah *et al.*, 2008 a). موسی‌پور گرجی (Mousapour Ghorji, 2005) با در نظر گرفتن فاکتورهای عملکرد، تردی چپیس، قابلیت پذیرش عمومی و فرم غده، ارقام جلی، مارلا، کلمبوس، آگریا و اسپونتا را برای مصرف فرنچ فرایز و ارقام اسپریت و سانته را برای مصرف چپیس پیشنهاد نمودند. هیبریدهای انتخابی دارای غده‌های یکنواخت و عمق چشم سطحی بودند. ظاهر غده تأثیر زیادی بر قابلیت عرضه محصول به بازار دارد. یکنواختی غده از نظر اندازه و شکل باید در حد قابل قبول باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که برای تولید عملکرد غده بیشتر و افزایش درصد جوانه‌زنی، از ۶ و ۱۲ ساعت تیمار بذر با هومات پتاسیم استفاده شود. از لحاظ صفات مطلوب از جمله عملکرد غده قابل فروش، یکنواختی غده، سطحی بودن عمق چشم، کوتاه بودن استولون و رنگ پوست و گوشت زرد و بازارپسندی بالا، هتروزیس و درجه غالبیت، تعداد ۵۰ هیبرید برای ادامه ارزیابی هیبریدها برای مناطق کشت بهاره و هم اقلیم منطقه اردبیل انتخاب شدند.

و ۷۵ درصد ارتفاع بوته کمتری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۹). نتاج حاصل از هیبریدها دارای تعداد ساقه اصلی در بوته بین ۶-۲ عدد بودند (جدول ۷). میانگین تعداد ساقه اصلی در بوته در شاهد ۳ عدد و در هیبریدها ۴ عدد بود (جدول ۷). میزان هتروزیس برای تعداد ساقه اصلی در بوته ۷۴ درصد بدست آمد (جدول ۸). تعداد ساقه اصلی در بوته در هیبریدها دارای ۴۶ درصد فوق‌غالبیت و ۲۳ درصد غالبیت کامل و ۳۱ درصد کاهش غالبیت بود. ۶۹ درصد هیبریدها تعداد ساقه اصلی در بوته بیشتر و ۳۱ درصد تعداد ساقه اصلی در بوته کمتری نسبت به شاهد تولید نمودند (جدول ۹). ارقام و هیبریدهای که دارای تعداد ساقه‌های قوی، ایستاده و باز بوده و در چند هفته پس از کاشت دارای سبز یکنواخت هستند، انتخاب می‌شوند. هر چه رشد اولیه بوته‌ها سریع‌تر باشد عملکرد غده نیز بالا خواهد بود (Anonymous, 2010).

اصلاح برای تعداد روز تا رسیدگی از خصوصیات ژنتیکی مهم ژنوتیپ بوده و بستگی به عوامل محیطی دارد. در این تحقیق تعداد روز تا رسیدگی در هیبریدها ۹۵-۱۲۵ روز بود، در حالی در شاهد ۱۱۰ روز مشاهده شد. تعداد روز تا رسیدگی هیبریدها ۸۷ درصد فوق‌غالبیت داشتند و جز گروه رسیدگی متوسط دیررس بودند. واریته‌های زودرس مناسب مناطق معتدل به طول روز ۱۵ تا ۱۷ ساعت احتیاج دارند. در حالی که واریته‌های دیررس تحت شرایط روز کوتاه و روز بلند تولید خوبی دارند. در مناطق گرمسیر ارقامی سازگار و موفق هستند که بتوانند روز کوتاهی را تحمل کنند (Fox and Guerinot, 1998).

Table 1. Analysis of Biolan planting bed

جدول ۱- آنالیز بستر کاشت پیت ماس بیولان

pH	SP	Mg	TNV	OC	Nitrat	P	K
5.98	17 %	62.4 ppm	4 %	7.11 %	0.71 %	91.89 ppm	880 ppm

Table 2. Analysis of potassium humate matter

جدول ۲- آنالیز ماده هومات پتاسیم

N	Humid	P	K	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mgo
2.8 %	5.0 %	0.4 %	10 %	460 mg L <sup>-1</sup>	890 mg L <sup>-1</sup>	890 mg L <sup>-1</sup>	8600 mg L <sup>-1</sup>	620 mg L <sup>-1</sup>
Zn	S	Fe	Mn	B	Mo	Co	Cu	pH
11.5 mg L <sup>-1</sup>	400 mg L <sup>-1</sup>	15 mg L <sup>-1</sup>	10 mg L <sup>-1</sup>	2 mg L <sup>-1</sup>	2 mg L <sup>-1</sup>	1 mg L <sup>-1</sup>	4.5 mg L <sup>-1</sup>	8.2

Table 3. Soil characteristics of the experimental site

جدول ۳- ویژگی های خاک محل آزمایش

pH	EC	Ca	SP	Mg	TNV	OC	Nitrat	P	K
7.80	1.084 mmos cm <sup>-1</sup>	6.68 ppm	51%	6.59 ppm	8.95%	1.10 %	0.14 %	17.9 ppm	433 ppm

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در سببزمینی در زمانهای مختلف تیمار با هومات پتاسیم

Table 5. Mean comparison for the evaluated traits of potato in different treatments times with potassium humate

Treatment	Tuber number per plant	Tuber weight per plant (g)	Average of tuber size (g)	Marketable tuber yield (kg m <sup>-2</sup> )
0	4.28 <sup>c</sup>	207.2 <sup>d</sup>	48.41 <sup>cd</sup>	1.56 <sup>d</sup>
6 h	9.46 <sup>a</sup>	509.0 <sup>a</sup>	53.81 <sup>c</sup>	2.69 <sup>a</sup>
12 h	8.63 <sup>a</sup>	510.5 <sup>a</sup>	59.15 <sup>bc</sup>	2.71 <sup>a</sup>
18 h	5.78 <sup>b</sup>	407.6 <sup>b</sup>	70.52 <sup>a</sup>	2.46 <sup>b</sup>
24 h	6.07 <sup>b</sup>	392.0 <sup>c</sup>	64.58 <sup>ab</sup>	2.41 <sup>b</sup>

در هر ستون، میانگینهای دارای حداقل یک حرف مشترک با همدیگر در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% of probability level.

جدول ۶- همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در سببزمینی در سطوح مختلف هومات پتاسیم

Table 6. Correlation between the evaluated traits of potato in different treatments of potassium humate

Correlation	Tuber number per plant	Tuber weight per plant	Average tuber size	Marketable tuber yield
Tuber number per plant	-			
Tuber weight per plant	0.90 <sup>**</sup>	-		
Average of tuber size	0.85 <sup>*</sup>	0.59 <sup>ns</sup>	-	
Marketable tuber yield	0.89 <sup>**</sup>	0.89 <sup>**</sup>	0.60 <sup>ns</sup>	-

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

ns, \* and \*\*: non-significant, significant at 5 and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۷- میانگین صفات کمی مورد ارزیابی در هیبریدهای انتخابی سببزمینی

Table 7. Means of evaluated quantitative traits in selected potato hybrids

	Plant height (cm)	Main stem number	Tuber weight per plant (g)	Tuber number per plant	Average tuber size (mm)
$\bar{x}$	72.0	4.0	613.08	8.81	75.58
R	42-92	2-6	18-1927	2-36	6-262

جدول ۸- میزان هتروزیس در صفات کمی مورد ارزیابی در هیبریدهای انتخابی سببزمینی

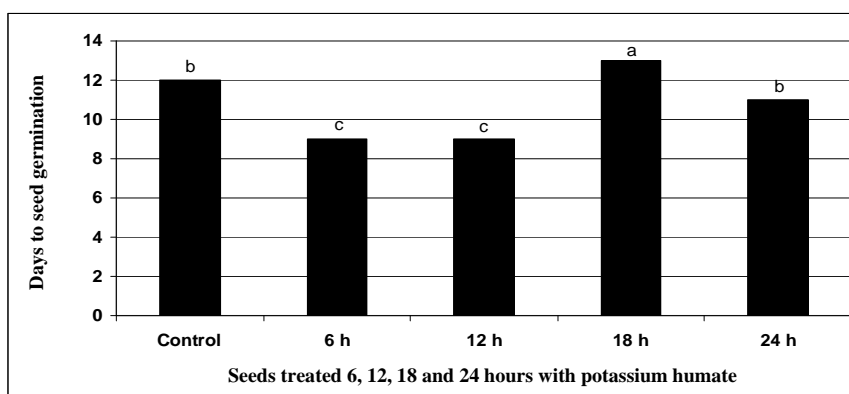
Table 8. Heterosis rate in evaluated quantitative traits of potato in selected hybrids

Heterosis	Plant height (cm)	Main stem number	Tuber weight per plant (g)	Tuber number per plant	Average tuber size (mm)
Positive	33	74	50.33	68	27
Negative	67	26	49.67	32	73

جدول ۹- درجه غالبیت در صفات کمی مورد ارزیابی در هیبریدهای انتخابی سیب‌زمینی

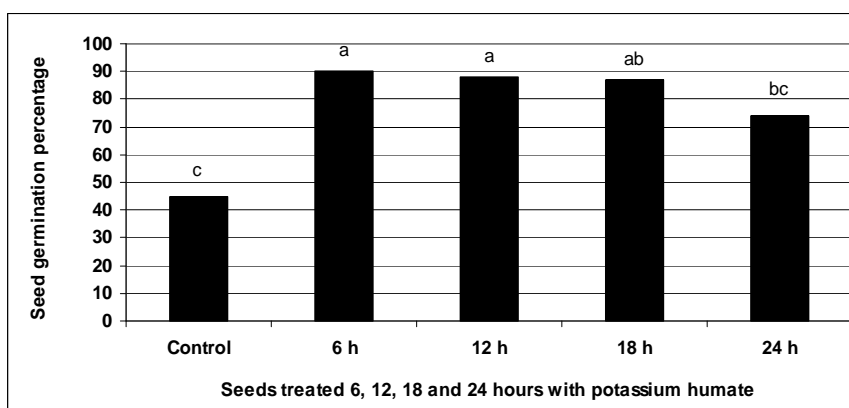
Table 9. Dominance degree in evaluated quantitative traits in selected potato hybrids

Dominance degree	Plant height (cm)	Main stem number	Tuber weight per plant (g)	Tuber number per plant	Average tuber size (mm)
Without dominance	0.00	0.00	6.00	8.67	0.00
Complete dominance	14.0	23.0	6.33	-	4.33
Over dominance	11.0	46.0	23.67	23.66	14.67
Reduction dominance	75.0	31.0	64.00	23.66	81.67



شکل ۱- میانگین تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر سیب‌زمینی در زمان‌های مختلف تیمار با هومات پتاسیم

Table 1. Average days to potato seeds germination at different treatment hours with potassium humate



شکل ۲- میانگین درصد جوانه‌زنی بذر سیب‌زمینی در زمان‌های مختلف تیمار با هومات پتاسیم در گلخانه

Table 2. Mean potato seeds germination percentage at different treatment hours with potassium humate in the greenhouse



## References

- Almekinder CJM, Chilver AS, Renia HM (1996) Current status of the TPS technology in the world. *Potato Research* 40: 24-31.
- AL-Moshileh AM, Errebi MA (2007) IPI workshop on potassium and fertigation development in West Asia and North Africa region. Proceedings of the Regional Workshop in Rabat, Morocco, 24-28 November 2004. 331pp.
- Anonymous (2007) K-Humate. Focus on form: Retrieved May 2007, from [www.australianhumates.com](http://www.australianhumates.com)
- Anonymous (2011) Statistics vegetables (potato). Ministry of Jihad-Agriculture. <http://www.maj.ir>
- Arshi Y (2000) Genetic improvement of vegetable crops. Jihad-e-Daneshgahi, Mashhad University. 514 pp.
- Biel G, Atkins P (1965) Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Lower State Journal Silence* 39(3): 321-324.
- Biswas MK, Mondal MAA, Ahmed MG, Hoque A, Hossain MM, Islam R (2005) Study on genetic variability and heterosis in potato. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 8(1): 6-9.
- Bostan SZ, Islam A (2003) Effect of potassium humate on walnut seedling growth. *Atatürk Univ. Ziraat Fak. Derg.* 34 (1): 29-33.
- Bostan SZ, Islam A, Yilmaz M (2004) Effect of potassium humate on hazelnut seed germination. *Acta Horticulturae (ISHS)* 556: 287-290.
- Cakmak I (2005) The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Plant Neutral Soil Science* 168: 521-530.
- Dayal TR, Upadhyaya MD, Chaturvedi SN (1988) Heterosis for yield and other traits in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Journal* 15 (3, 4): 139-147.
- Fox TC, Guerinot ML (1998) Molecular biology of action transport in plant calcium. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 49: 669-96.
- Gadimov AG, Ahmaedova AN, Alieva RC (2007) Symbiosis nodules bacteria *Rhizobium leguminosarum* with peas (*Pisum sativum*) nitrate reductase, salinification and potassium humus. *Azarbayjan National Academy of Science*.
- Hassanpanah D (2009 a) Effects of water deficit and potassium humate on tuber yield and yield component of potato cultivars in Ardabil region, Iran. *Journal of Environmental Science* 3(3): 351-356.
- Hassanpanah D (2009 b) *In vitro* and *in vivo* screening of potato cultivars against water stress by polyethylene glycol and potassium humate. *Biotechnology Journal* 8(1): 132-137.
- Hassanpanah D, Gurbanov E, Gadimov A, Shahriari R (2007) Reduction of nitrate accumulation in potato by use of potassium humate for human safety. *Iranian Biomedical Journal* 11(1): 461. [In Persian With English Abstract].
- Hassanpanah D, Gurbanov E, Gadimov A, Shahriari R (2008 a) Determination of yield stability in advanced potato cultivars as affected by water deficit and potassium humate in Ardabil region, Iran. *Pakistan Journal of Biology Science* 11(10): 1354-1359.
- Hassanpanah D, Gurbanov E, Gadimov A, Shahriari R (2008 b) Shortening transplantation periods of potato plantlets by use of potassium humate and kadostim and their effects on mini-tuber production. *Pakistan Journal of Biology Science* 11(10): 1370-1374.
- Hassanpanah D, Gurbanov E, Gadimov A, Shahriari R (2008 c) Effect of potassium humate on production of advanced potato mini-tuber cultivars. 14<sup>th</sup> International Meeting of IHSS, September 14 -19, Russia. pp. 655-658.
- Hassanpanah D, Hassanabadi H, Nikshad KH, Hassani M (2009) Technical guideline for principles of production and planting of true potato seed (TPS). Jihad-e-Agricultural Organization of Ardabil Province, Iran. [In Persian With English Abstract].
- Hassanpanah D, Hassanabadi H, Yarnia M, Khorshidi MB (2008 a) Evaluation of quantitative and qualitative characters of advanced cultivars and clones of potato in Ardabil region. *Journal of Agricultural Science* 2(5): 19-31. [In Persian With English Abstract].
- Heuer B, Nadler A (1995) Growth and development of potatoes under salinity and at water deficit. *Australian Journal of Agricultural Research* 46: 1477-1486.
- Hoseni AH, Khorshidi MB, Hassanpanah D, Mirshekari B, Ajali J (2009) Effect of potassium humate on the yield of three potato cultivars under normal and water stress conditions in Ardabil region. *Journal of Agricultural Sciences* 3(11): 15-26.
- Loon CDV (1986) Drought, a major constrain in potato production and possibilities for screening for drought resistance. *Potato Research Wageningen*. 516 pp.
- Moll RH, Stuber CW (1974) Quantitative genetics - empirical results relevant to plant breeding. *Advances in Agronomy* 26: 277-313.

- Mousapour Ghorji A (2005) Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of new potato cultivars in spring cultivation. Final Report of a Research Project, Seed and plant Institute Improvement. [In Persian With English Abstract].
- Patel VP, Patel PS, Patel NH (2007) Heterosis for tuber yield and its components in potato. *Potato Journal* 34 (1, 2): 55-56.
- Peloquin SJ (1983) New approaches to breeding for the potato for the year 2000. In: Hooker WJ (Ed). *Research for the potato in the year 2000. Proceeding of International Congress, CIP, Lima, Peru.* pp. 32-34.
- Raman KV, Golmirzaie AM, Palacios M, Tenorio J (1994) Inheritance of resistance to insects and mites. In: Bradshaw JE, Mackay GR (Eds). *Potato genetic.* CAB International. Wallingford, UK. pp. 447-463.
- Virmani SS, Viraktamath BC, Cassal CL, Toledo RS, Lopez MT, Manalo JO (1997) *Hybrid rice breeding manual.* International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines. 194 pp.