

تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و کود NPK بر عملکرد و کیفیت ریزغده‌های دو رقم سیب‌زمینی در منطقه اردبیل

مسعود غفاری^۱، رضا تقی زاده^{۲*}، داود حسن پناه^۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱۵

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا
 - ۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا
 - ۳- استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل
- *مسئول مکاتبه: r.taghizadeh@iau-astara.ac.ir

چکیده

این تحقیق برای بررسی تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و ترکیب کود NPK بر صفات کمی و کیفی ریزغده‌های دو رقم سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی زرع گستر آرتا در منطقه اردبیل در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل سه سطح اسید هیومیک (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، فاکتور دوم شامل ترکیب کود NPK 20-20-20 در دو سطح صفر (شاهد) و ۵۰ کیلوگرم در هکتار و فاکتور سوم ریزغده دو رقم سیب‌زمینی به نام آگریا و اسپیریت بود. براساس نتایج ارقام سیب‌زمینی و سطوح مختلف اسید هیومیک از نظر کلیه صفات موردبررسی با هم تفاوت معنادار داشتند. اثر کود شیمیایی (NPK)، بر کلیه صفات به غیر از تعداد ساقه اصلی در بوته و تعداد غده در بوته موردبررسی معنادار بود. اثر متقابل رقم×اسید هیومیک از نظر ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی، اثر متقابل رقم×NPK فقط از نظر ارتفاع بوته و اثر متقابل اسید هیومیک×NPK از نظر ارتفاع بوته، وزن غده در بوته، عملکرد غده کل و قابل‌فروش معنادار بود. اثر متقابل رقم×اسید هیومیک×NPK نیز فقط از نظر وزن غده در بوته، عملکرد کل و قابل‌فروش و درصد ماده خشک غده معنادار بود. مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که بیشترین تعداد غده در بوته، جرم مخصوص و درصد نشاسته با مصرف ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک و بیشترین جرم مخصوص و درصد نشاسته در سطح کودی ۵۰ کیلوگرم NPK بدست آمد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های صفات برای اثر متقابل، بالاترین وزن غده در بوته، عملکرد غده کل و قابل‌فروش با مصرف ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی و ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک حاصل شد. بر اساس نتایج، برای هر دو رقم، دریافت ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی NPK همراه با ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک برای دستیابی به عملکرد غده کل و قابل‌فروش بالا قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، ریزغده، سیب‌زمینی، عملکرد غده، کود شیمیایی

Effects of Different Levels of Humic Acid and NPK Fertilizers on Yield and Mini-Tubers Quality of Two Potato Cultivars in Ardebil

Masood Gafari¹, Reza Taghizadeh^{2*}, Davoud Hassanpanah³

Received: November 8, 2018 Accepted: March 6, 2019

1- Master of Agriculture, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran.

2- Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran.

3. Assist. Prof., Research Staff, Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, AREEO, Ardabil, Iran.

*Corresponding Author Email: r.taghizadeh@iau-astara.ic.ir

Abstract

This research was carried out to investigate the effects of different levels of humic acid and NPK fertilizers on quantitative and qualitative traits of mini-tubers of two potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars in the research farm of Zare Gostar -Arta Agricultural Co. in the province of Ardebil in 2016. The experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replications. The first factor consisted of three levels of humic acid (0, 200 and 400kg.ha⁻¹), the second factor including the compound NPK 20-20-20 fertilizer combination at zero (control) and 50kg.ha⁻¹, and the third factor was the mini-tuber of two potato cultivars Agria and Sprite. According to the results, potato cultivars and different levels of humic acid were significantly different for all studied traits. The effect of fertilizer (NPK) on all traits except the number of main stems per plant and the number of tubers per plant was significant. The interaction between cultivar×humic acid in terms of plant height and the number of main stems, the interaction between cultivar×NPK only in terms of plant height and interactions of humic acid×NPK in terms of plant height, tuber weight per plant, tuber yield and tuber yield were significant. Interaction of cultivar×humic acid×NPK cultivar was significant only in terms of tuber weight per plant, yield, tuber yield and tuber dry matter percentage. Comparison of simple effects means showed the highest number of tubers per plant, specific gravity and percentage of starch were obtained using 400 kg of humic acid and the highest specific gravity and percentage of starch at 50 kg NPK fertilizer level. According to the comparison of the mean of traits for interaction, the highest tuber weight per plant, marketable and total tuber yield were obtained by using 50 kg of fertilizer and 400 kg of humic acid. Based on the results, for both cultivars, 50kg.ha⁻¹ of NPK fertilizers with 400kg/ha of humic acid is recommended to achieve high marketable and total tuber yield.

Keywords: Chemical Fertilizer, Humic Acid, Mini-tubers, Potato, Tuber Yield

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از اعضای مهم خانواده سولاناسه است که در سراسر جهان کشت و مصرف می‌شود. سیب‌زمینی پس از غلات، از جمله ذرت، گندم و برنج، چهارمین محصول مهم غذایی در جهان محسوب می‌شود. سیب‌زمینی منبع غنی از کربوهیدرات‌ها و نشاسته بوده و بخشی جدایی‌ناپذیر از سیستم غذای جهانی است و به دلیل افزایش جمعیت، اهمیت آن روز به روز افزایش می‌یابد (قدیر و همکاران ۲۰۱۵). از این رو توجه بیشتر به نوآوری در تولید سیب‌زمینی و بهبود خصوصیات کیفی در کنار افزایش عملکرد سیب‌زمینی، اجتناب‌ناپذیر است (بونو و همکاران ۲۰۰۹).

کود دهی متناسب به‌عنوان یک عملیات زراعی مهم در تولید محصول در شرایط زراعی مختلف، شناخته‌شده که باعث افزایش تقریباً ۵۰ درصدی در تولیدات کشاورزی می‌شود (سینگ و همکاران ۲۰۱۲). مهم‌ترین عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد سیب‌زمینی نیتروژن، پتاسیم و فسفر است. دادن نیتروژن برای رشد رویشی، تجمع ماده خشک و جذب مواد مغذی توسط گیاه سیب‌زمینی مطلوب است (هرفوش و همکاران ۲۰۱۷). بر اساس مشاهدات جامی معینی و همکاران (۲۰۱۰) با افزایش غلظت نیتروژن، حجم، وزن تر، وزن خشک، مجموع سطح و مجموع طول ریشه و همچنین وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه سیب‌زمینی افزایش می‌یابد. فسفر نیز، یکی از عناصر ضروری است که نقش مهمی را در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و سیستم انتقال انرژی در گیاه دارد (سیمز و شارپلی ۲۰۰۵). مصرف فسفر در سیب‌زمینی تعداد برگ، طول ساقه، طول برگ، هدایت روزنه ای و وزن خشک بخش هوایی (مطلبی‌فرد و همکاران ۲۰۱۴)، عملکرد غده (مطلبی‌فرد و همکاران ۲۰۱۳) را افزایش و باعث کاهش غلظت نیتروژن و افزایش غلظت نشاسته، قندهای احیایی و فسفر غده (مطلبی‌فرد و همکاران

۲۰۱۶) می‌شود. پتاسیم همیشه بر عملکرد مؤثر نبوده ولی تأثیر زیادی بر کیفیت محصول، درصد ماده خشک، لکه سیاهی و آسیب دیدگی سیب‌زمینی دارد (بیوکما و واندرزاگ ۲۰۰۴).

با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند. در این میان از اسید هیومیک به‌عنوان کود آلی دوستدار طبیعت نام برده می‌شود (سماوات و ملکوتی ۲۰۰۵). ترکیبات هوموسی در تمام محیط‌های خاکی و آبی یافت می‌شوند و یکی از فراوان‌ترین شکل‌های مواد آلی را در سطح زمین تشکیل می‌دهند (مک کارتی ۲۰۰۱). با توجه به پتانسیل‌های هیومیک، توسعه مداوم آن‌ها به در دسترس بودن فرآورده‌های تجاری مختلفی بر پایه اسید هیومیک منجر گردیده است که به‌طور وسیعی به فروش می‌رسند (فونگ و همکاران ۲۰۰۷).

تحقیقات متعدد انجام‌شده مزیت‌های مفید کاربرد مواد هیومیکی در گیاهان عالی را روشن ساخته است (اشرف و همکاران ۲۰۰۵ و سوسیلاواتی و همکاران ۲۰۰۹). اضافه کردن مواد هیومیک همراه با کود NPK منجر به شستشوی کمتر نیتروژن و پتاسیم به لایه‌های عمیق‌تر خاک و افزایش فسفر قابل‌دسترس منجر به افزایش عملکرد غده، کیفیت و وضعیت تغذیه ارگان‌های سیب‌زمینی می‌شود (هرفوش و همکاران ۲۰۱۷). سانجیتا و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای گلخانه‌ای اثر اسید هیومیک را روی قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد پیاز بررسی کردند و مشاهده نمودند که کاربرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به همراه NPK، بیشترین عملکرد پیاز را به همراه ۱۲ درصد

۱۳۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا و طول و عرض جغرافیایی ۴۸/۲۰ و ۳۸/۱۵ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل سه سطح اسید هیومیک صفر، ۲۰ و ۴۰ گرم در مترمربع، فاکتور دوم شامل کود مرکب NPK 20-20-20 و میکرو در دو سطح صفر (شاهد) و ۵ گرم در مترمربع و فاکتور سوم ریزغده دو رقم سیب‌زمینی به نام آگریا و اسپیریت بود.

خاک محل آزمایش از نوع لومی رسی و میزان مواد آلی ۰/۹۷ درصد بود. زمین مورد نظر مسطح بوده و وضعیت آن از نظر زهکشی مناسب و سفره آب زیرزمینی در آن عمیق و وضعیت تهویه خاک نیز مطلوب می‌باشد. در جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب محل آزمایش نشان داده شده است.

ترکیبات اسید هیومیک پودری تهیه شده از شرکت سینا تولید و ترکیبات کود ماکرو (NPK) و میکرو مورد مطالعه در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. ریز غده‌ها از شرکت فناوری زرع گستر آرتا دارای مجوز تولید از موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کشور تهیه شدند که دارای سن فیزیولوژیکی یکسان بودند و دارای جوانه نوری منظم و یکسان بودند. ابتدا شیاری در خاک ایجاد کودها به خاک اضافه و ۵ سانتی‌متر خاک روی آن ریخته و سپس ریزغده‌های تهیه شده کشت و با خاک پوشش داده شد. تیمارها در کرت‌هایی به طول ۳ متر و به فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته ۲۵ سانتی‌متر در ۴ ردیف کشت شدند. عملیات داشت از قبیل وجین علف‌های هرز و آبیاری به صورت غرقابی در جوی‌های ایجاد شده در کرت‌ها انجام شد.

افزایش در جذب NPK موجب می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر مصرف اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی در گندم موجب افزایش ۲۴ درصدی عملکرد در این گیاه شد (دلفین و همکاران ۲۰۰۵). در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که افزودن مقادیر ویژه از مواد هیومیکی به گیاه می‌تواند پارامترهای رشد رویشی یعنی ارتفاع (طول) گیاه، تعداد ساقه اصلی در بوته، وزن تر و وزن خشک شاخسار در بوته را افزایش دهد (وارلیندن و همکاران ۲۰۰۹ و اوارد و الگمری ۲۰۰۷). در آزمایش ال-سعید حمدا و همکاران (۲۰۱۱) مشخص شد که استفاده از مواد هیومیکی باعث افزایش معنادار صفات رویشی، عملکرد غده و اجزای آن از جمله تعداد غده در بوته و وزن غده و همچنین خصوصیات کیفی سیب‌زمینی گردید. قاسمی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثرات ترکیبات حاوی نیتروژن و پتاسیم همچنین اسید هیومیک بر جذب عناصر نیتروژن و پتاسیم بر مینی تیوبرهای سیب‌زمینی رقم ساوالان نشان دادند که کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش ۱۰ درصدی تعداد برگ و افزایش ۲۸ درصدی وزن خشک اندام زیرزمینی شد. عظیم شاه و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان دادند در گیاه سیب‌زمینی نصف مقادیر توصیه شده نیتروژن، فسفر و پتاسیم (به صورت کاربرد خاکی) و محلول‌پاشی اسید هیومیک (۰/۰۳ درصد) اقتصادی و سودمند است.

هدف از این تحقیق بررسی اثرات مقادیر مختلف اسید هیومیک و ترکیب کود NPK بر صفات زراعی و کیفی ریزغده‌های دو رقم سیب‌زمینی در منطقه اردبیل برای تولید نشاهای قوی‌تر و نیل به عملکرد بیشتر غده بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی زرع گستر آرتا در منطقه اردبیل با

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب محل آزمایش

آب	نوع تجزیه	خاک	نوع تجزیه
$1500 \mu S.m^{-1}$	شوری	$1/25 dS.m^{-1}$	شوری
۷/۶۶	pH	۷/۶۴	pH
۰	کربنات	۲۹	درصد اشباع
۲۸۲	بی کربنات ($mg.L^{-1}$)	۷/۵	درصد آهک
۱۵۵	سولفات ($mg.L^{-1}$)	لومی رسی	بافت
۱۹۵	کلر ($mg.L^{-1}$)	۰/۹۷	کربن آلی
۱۲۲/۹۸	سدیم ($mg.L^{-1}$)	۰/۱	درصد نیتروژن کل
۱۱۸	کلیسم ($mg.L^{-1}$)	۳/۴	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)
۴۴/۲	منیزیم ($mg.L^{-1}$)	۲۳۰	پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)
۲/۴۶	SAR	۱/۲۲	روی ($mg.kg^{-1}$)
۷۵۰	TDS ($mg.L^{-1}$)	۳/۲۲	آهن ($mg.kg^{-1}$)
۴۸۰	سختی کل	۳/۲	مس ($mg.kg^{-1}$)
		۴/۲	منگنز ($mg.kg^{-1}$)

جدول ۲- ترکیب اسید هیومیک

عناصر میکرو	آهن (Fe)	کلسیم (Ca)	گوگرد (S)	پتاسیم (K)	نیتروژن (N)	فسفات	اسید فولویک	اسید هیومیک	غلظت (%)
۲	۱/۵ - ۲	۲	۲	۲	۲	۳	۱۰	۵۵	

جدول ۳- ترکیبات کود NPK

Zn	Mo	Mn	Fe	Cu	B	K	P	N	عنصر
۰/۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۲	۲۰	۲۰	۲۰	غلظت (%)

مجدداً توزین و به عنوان عملکرد غده قابل فروش در نظر گرفته شد.

برای تعیین درصد ماده خشک غده، برش‌های نازک ۴ غده متوسط (۴۰-۸۰ میلی‌متر) از هر رقم را به صورت جداگانه در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده و از طریق رابطه ۱ اندازه‌گیری شد:

در مرحله رسیدگی با رعایت اثر حاشیه ده بوته انتخاب و ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد غده در بوته، وزن غده در بوته اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها ثبت شد. همچنین غده‌های برداشت شده از هر کرت توزین و به تن در هکتار تبدیل و به عنوان عملکرد غده کل در نظر گرفته شد. پس از جدا کردن غده‌های با قطر کوچک ۳۵ میلی‌متر، غده‌های بزرگتر از ۳۵ میلی‌متر

$$100 \times (\text{وزن غده اولیه} / \text{وزن غده پس از خشک شدن}) = \text{درصد ماده خشک}$$

رابطه [۱]

بسته با استفاده از ترازوی خاص در داخل آب توزین و جرم مخصوص آن از طریق رابطه ۲ (کلینکوف و همکاران ۱۹۸۷) محاسبه شد:

برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ابتدا وزن حدود ۳ تا ۵ کیلوگرم سیب‌زمینی از هر رقم در داخل بسته‌های توری پلاستیکی دقیقاً توزین شده و سپس وزن همان

رابطه [۲] (وزن همان بسته در آب - وزن بسته در هوا) / وزن بسته سیب‌زمینی در هوا = جرم مخصوص

درصد نشاسته نیز از طریق رابطه ۳ (بورتون ۱۹۴۸) محاسبه شد.

رابطه [۳] $(1/0.988 - \text{جرم مخصوص}) \times 119/0.7 + 17/0.546 = \text{درصد نشاسته}$

معنادار را بین سطوح اسید هیومیک گرانوله از نظر صفات وزن غده و ارتفاع بوته را گزارش نمود.

پس از بررسی نرمال بودن داده‌های خام با آزمون کلموگرف - اسمیرنوف، برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS 9.3 استفاده شد و مقایسات میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

ارتفاع بوته

رقم آگria از نظر ارتفاع بوته نسبت به رقم اسپیریت برتری داشت (جدول ۵). همچنین از نظر سطوح کود NPK، مصرف ۵۰ کیلوگرم کود در هکتار نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش معنادار ارتفاع بوته شد (جدول ۵). در خصوص مصرف اسید هیومیک نیز مصرف ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار باعث افزایش معنادار ارتفاع بوته شد. در بررسی اثر متقابل رقم \times NPK بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۷۲/۸۹ سانتی‌متر به رقم آگria با مصرف ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار تعلق داشت (جدول ۶). از نظر اثر متقابل رقم \times اسید هیومیک، بیشترین ارتفاع (۸۷/۶۷ سانتی‌متر) به رقم آگria با مصرف ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک تعلق داشت. واکنش رقم آگria در مقابل افزایش سطح اسید هیومیک مصرفی از نظر افزایش ارتفاع بوته نسبت به رقم اسپیریت بیشتر بود (جدول ۷). بیشترین ارتفاع بوته (۷۱/۱۸ سانتی‌متر) نیز متعلق به مصرف توأم ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار بود (جدول ۸). اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم و قابلیت دسترسی عناصر از جمله نیتروژن (آیاس و گوسلر ۲۰۰۵) موجب بهبود رشد رویشی در گیاه می‌شود، به طوری که افزایش

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴)، ارقام مورد مطالعه از نظر کلیه صفات مورد بررسی تفاوت معنادار داشتند. اثر کود شیمیایی (NPK)، به غیر از تعداد ساقه اصلی در بوته و تعداد غده در بوته بر سایر صفات مورد بررسی اثر معنادار داشت؛ اما اسید هیومیک، بر همه صفات مورد بررسی اثر معنادار داشت. اثر متقابل رقم \times اسید هیومیک از نظر ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته معنادار بود. اثر متقابل رقم \times NPK فقط از نظر ارتفاع بوته معنادار بود. اثر متقابل اسید هیومیک \times NPK از نظر ارتفاع بوته، وزن غده در بوته، عملکرد غده و عملکرد غده قابل‌فروش معنادار بود. اثر متقابل رقم \times اسید هیومیک \times NPK نیز، فقط از نظر وزن غده در بوته و عملکرد غده، عملکرد غده قابل‌فروش و درصد ماده خشک غده معنادار بود. بلندی و حمیدی (۲۰۰۸) نیز در بررسی اثر اندازه و تراکم کاشت ریز غده بر تولید غده چه سیب‌زمینی گزارش کردند که ارقام مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار داشتند. محمدزاده مطلق (۲۰۱۴) نیز در مطالعه خود وجود تفاوت

مارابل، کنکور و ولوکس نشان دادند که تفاوت معنی-داری بین ارقام از نظر عملکرد غده، تعداد غده و میانگین وزن غده وجود داشت.

وزن غده در بوته

از نظر وزن غده در بوته رقم آگرا با میانگین ۸۸۶/۴ گرم نسبت به رقم اسپیریت (۸۲۸/۳۹ گرم) برتری داشت (جدول ۵). از نظر سطوح کود NPK، مصرف ۵۰ کیلوگرم کود در هکتار نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش معنادار ۹/۱ درصدی وزن غده در بوته شد (جدول ۵). در خصوص مصرف اسید هیومیک نیز مصرف ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار (به ترتیب با میانگین ۹۰۷/۰۸ و ۹۳۳/۲۵ گرم) باعث افزایش معنادار وزن غده در بوته شد (جدول ۵). بیشترین وزن غده در بوته (۱۰۶۱/۵ گرم) نیز متعلق به مصرف توأم ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار بود (جدول ۸). هر دو رقم آگرا و اسپیریت با دریافت ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی NPK همراه با ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک با قرار گرفتن در رتبه اول (گروه a) بیشترین وزن غده در بوته را داشتند (جدول ۹). صمدیان (۲۰۱۴) نیز در بررسی تأثیر کود مرغ غنی شده با هیومیک اسید بر عملکرد ریزغده سیب زمینی رقم آگرا وجود تفاوت معنادار بین ارقام و همچنین افزایش صفت وزن غده در بوته تحت تأثیر مصرف اسید هیومیک را گزارش نموده است.

عملکرد غده کل

از نظر عملکرد غده کل رقم آگرا با میانگین ۴۷/۱۵ تن در هکتار نسبت به رقم اسپیریت برتری داشت (جدول ۵). از نظر سطوح کود NPK، مصرف ۵۰ کیلوگرم کود در هکتار نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش معنادار ۹/۰۶ درصدی عملکرد غده کل شد (جدول ۵). در خصوص مصرف اسید هیومیک نیز مصرف ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار (به ترتیب با میانگین ۴۸/۲۵ و ۴۹/۶۴ تن در هکتار) باعث افزایش معنادار

ارتفاع در گیاهان مختلف به واسطه کاربرد مواد هیومیکی توسط محققین متعدد گزارش شده است (قاسمی و همکاران ۲۰۱۲، وارلیندن و همکاران ۲۰۰۹ و اوارد و الگمری ۲۰۰۷).

تعداد ساقه اصلی در بوته

رقم اسپیریت از نظر تعداد ساقه اصلی در بوته (با میانگین ۴/۲۷۸) نسبت به رقم آگرا برتری داشت (جدول ۵). همچنین از نظر سطوح کود NPK، مصرف کود شیمیایی در مقایسه با عدم مصرف آن تأثیری بر تعداد ساقه اصلی در بوته نداشت (جدول ۵)؛ اما مصرف ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار باعث افزایش معنادار تعداد ساقه اصلی در بوته شد. از نظر اثر متقابل رقم × اسید هیومیک، تعداد ساقه اصلی در بوته (۵/۶۷) به رقم آگرا با مصرف ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک تعلق داشت. واکنش رقم آگرا در مقابل افزایش سطح اسید هیومیک مصرفی از نظر افزایش تعداد ساقه اصلی در بوته نسبت به رقم اسپیریت بیشتر بود (جدول ۷). افزودن مقادیر ویژه از مواد هیومیکی به گیاه می تواند پارامترهای رشد رویشی یعنی ارتفاع (طول) گیاه، تعداد ساقه اصلی در بوته، وزن تر و وزن خشک شاخسار در بوته را افزایش دهد (وارلیندن و همکاران ۲۰۰۹ و اوارد و الگمری ۲۰۰۷).

تعداد غده در بوته

رقم اسپیریت با میانگین ۶/۱۶۷ غده از نظر تعداد غده در بوته نسبت به رقم آگرا برتری داشت (جدول ۵). همچنین از نظر مصرف اسید هیومیک نیز مصرف ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنادار تعداد غده در بوته نسبت به سایر سطوح (۱۰/۱۶ درصد افزایش نسبت به شاهد) شد (جدول ۵). در تحقیقات دیگر نیز تیمار غده-های سیب زمینی با هومات پتاسیم در کیفیت تولیدی و همسانی اندازه غده تأثیر داشت (چن و آویاد ۱۹۹۰). اوزکایناک و سامانچی (۲۰۰۵) با مطالعه بر اجزاء عملکرد گیاهچه های حاصل از کشت بافت سه رقم سیب زمینی

(جدول ۵). بیشترین عملکرد غده قابل‌فروش (۵۳/۹۲ تن در هکتار) نیز متعلق به مصرف توأم ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار بود (جدول ۸). هر دو رقم آگریا و اسپیریت با دریافت ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی NPK همراه با ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک (به ترتیب با میانگین ۵۴/۲۶ و ۵۳/۵۸ تن در هکتار) بیشترین عملکرد غده قابل‌فروش را داشتند (جدول ۹). ال سید حمدا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که مصرف اسید هیومیک در خاک باعث افزایش عملکرد غده قابل‌فروش در سیب‌زمینی شیرین می‌شود. سانلی و همکاران (۲۰۱۳) نیز، نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

درصد ماده خشک غده

رقم آگریا با میانگین ۲۱/۲۹ درصد نسبت به رقم اسپیریت از نظر درصد ماده خشک غده برتری داشت (جدول ۵). از نظر سطوح کود NPK، مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار (با میانگین ۲۱/۱۰ درصد) نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش معنادار درصد ماده خشک غده شد (جدول ۵). همچنین مصرف ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار باعث افزایش معنادار درصد ماده خشک غده نسبت به شاهد شد (جدول ۵). رقم آگریا با مصرف ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک با و بدون مصرف کود شیمیایی NPK (به ترتیب با میانگین ۲۱/۷۵ و ۲۱/۸۴ درصد) دارای بیشترین درصد ماده خشک غده بود (جدول ۹).

عملکرد غده کل شد. نظام‌الدین و همکاران (۲۰۰۳) آزمایشی را برای بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن، پتاسیم و فسفر بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی انجام دادند. در این آزمایش ۵ ترکیب NPK به همراه شاهد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج افزایش عملکرد سیب‌زمینی را به میزان ۲۱ تا ۱۱۰٪ نسبت به شاهد (۲۱ تن در هکتار) نشان داد. بیشترین عملکرد غده کل (۵۶/۴۶ تن در هکتار) نیز متعلق به مصرف توأم ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار بود (جدول ۸). هر دو رقم آگریا و اسپیریت با دریافت ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی NPK همراه با ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک (به ترتیب با میانگین ۵۶/۳۱ و ۵۶/۶۲ تن در هکتار) بیشترین عملکرد غده کل را داشتند (جدول ۹). محمدزاده مطلق (۲۰۱۴) و صمدیان (۲۰۱۴) نیز در مطالعات خود وجود تفاوت معنادار بین ارقام و همچنین افزایش عملکرد غده با مصرف اسید هیومیک را گزارش نموده‌اند. محمود و حافظ (۲۰۱۰) نیز افزایش کیفیت و عملکرد غده سیب‌زمینی را در نتیجه افزایش مصرف هیومیک اسید گزارش نمودند. سلیم و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که مصرف هر دو شکل جامد و مایع اسید هیومیک باعث افزایش عملکرد می‌شود.

عملکرد غده قابل‌فروش

از نظر عملکرد غده قابل‌فروش رقم آگریا با میانگین ۴۴/۶۴ تن در هکتار نسبت به رقم اسپیریت (۴۱/۲۴ تن در هکتار) برتری داشت (جدول ۵). از نظر سطوح کود NPK، مصرف ۵۰ کیلوگرم کود در هکتار (با میانگین ۴۶/۷۱ تن در هکتار) نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش معنادار ۸/۷۹ درصدی عملکرد غده قابل‌فروش شد (جدول ۵). در خصوص مصرف اسید هیومیک نیز همچون عملکرد غده کل، مصرف ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار (به ترتیب با میانگین ۴۴/۹۷ و ۴۷/۶۰ تن در هکتار) باعث افزایش معنادار عملکرد غده قابل‌فروش نسبت به شاهد شد

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در دو رقم سیبزمینی تحت دو عامل کود NPK و اسید هیومیک

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد ساقه اصلی در بوته	تعداد غده در بوته	وزن غده در بوته	عملکرد غده کل	عملکرد قابل فروش	درصد ماده خشک غده	جرم مخصوص	درصد نشاسته غده
بلوک	۲	۰/۷۸ ^{ns}	۱/۰۸ ^{ns}	۰/۷۸ ^{ns}	۱۹۸/۵۸ ^{ns}	۰/۵۶ ^{ns}	۱/۴۹ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}
رقم	۱	۷۹۲/۳۶ ^{**}	۱۳/۴۴ ^{**}	۱۷/۳۶ ^{**}	۳۰۳۳۴/۰۳ [*]	۸۵/۶۹ [*]	۱۰۳/۳۶ [*]	۲/۵۳۹ ^{**}	۰/۰۰۰۰۷۲۳ ^{**}	۱/۰۲۳۵ ^{**}
اسید هیومیک	۲	۱۳۴۶/۸۶ ^{**}	۹/۷۵ ^{**}	۸/۳۶ ^{**}	۱۴۳۸۰۶/۳۳ ^{**}	۴۰۶/۹۹ ^{**}	۴۲۳/۱۱ ^{**}	۲/۸۴۸ ^{**}	۰/۰۰۰۰۰۸۵۴ ^{**}	۱/۲۱۳۱ ^{**}
NPK	۱	۶۸۴/۶۹ ^{**}	۱/۷۸ ^{ns}	۱/۳۶ ^{ns}	۲۱۷۳۱۱/۳۶ ^{**}	۶۱۴/۸۸ ^{**}	۵۱۲/۷۳ ^{**}	۰/۱۸۲ ^{**}	۰/۰۰۰۰۰۶۳ ^{**}	۰/۰۰۸۹۰ ^{**}
رقم×اسید هیومیک	۲	۱۵۴/۱۹ ^{**}	۱/۶۹ [*]	۰/۸۶ ^{ns}	۵۴۶۱/۴۴ ^{ns}	۱۵/۴۲ ^{ns}	۱۹/۹۰ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۹۴ ^{ns}
رقم×NPK	۱	۶۶/۶۹ ^{**}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۵۵۰۰/۶۹ ^{ns}	۱۵/۵۵ ^{ns}	۳/۶۹ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۵ ^{ns}
اسید هیومیک×NPK	۲	۱۱۳/۱۹ ^{**}	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۳۱۷۵۰/۷۸ ^{**}	۸۹/۸۱ ^{**}	۹۴/۲۳ ^{**}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۸۳ ^{ns}
رقم×اسید هیومیک×NPK	۲	۱۴/۱۹ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}	۱/۰۸ ^{ns}	۳۷۳۱۴/۷۸ ^{**}	۱۰۵/۵۸ ^{**}	۹۰/۸۷ [*]	۰/۰۸۶ [*]	۰/۰۰۰۰۰۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۲۷۰ ^{ns}
اشتباه آزمایشی	۲۲	۴/۷۲	۰/۴۸	۰/۸۱	۵۱۹۱/۰۴	۱۴/۶۹	۱۶/۰۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۹۹
ضریب تغییرات (%)		۳/۴۸	۱۸/۸۴	۱۶/۴۳	۸/۴۰	۸/۴۰	۹/۳۳	۰/۶۴۸	۰/۰۷۷۲۱	۰/۶۵۲۶

ns, * و ** به ترتیب غیر معنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات ساده فاکتورهای مورد بررسی بر صفات مورد مطالعه

رقم	ارتفاع بوته (cm)	تعداد ساقه اصلی در بوته	تعداد غده در بوته (g)	وزن غده در بوته (g)	عملکرد غده کل (t.ha ⁻¹)	عملکرد قابل فروش (t.ha ⁻¹)	ماده خشک غده (%)	نشاسته غده (%)	جرم مخصوص (g.cm ⁻³)
آگریا	۶۷/۱۶۷a	۳/۰۵۶b	۴/۷۷۸b	۸۸۶/۴۴a	۴۷/۱۵a	۴۴/۶۳۴a	۲۱/۲۹۴a	۱۵/۳۹۴a	۱/۰۸۱a
اسپیریت	۵۷/۷۷۸b	۴/۲۷۸a	۶/۱۶۷a	۸۲۸/۳۹b	۴۴/۰۶۴b	۴۱/۲۴۵b	۲۰/۷۶۳b	۱۵/۰۵۷b	۱/۰۷۸
NPK	۵۸/۱۱۱b	۳/۴۴۴a	۵/۲۷۸a	۷۷۹/۷۲b	۴۱/۴۷۴b	۳۹/۱۶۶b	۲۰/۹۵۸b	۱۵/۱۷۶b	۱/۰۷۹b
صفر کیلوگرم در هکتار	۶۶/۸۳۳a	۳/۸۸۹a	۵/۶۶۷a	۹۳۵/۱۱a	۴۹/۷۴a	۴۶/۷۱۳a	۲۱/۱a	۱۵/۲۷۵a	۱/۰۸a
اسید هیومیک	۵۲/۱۶۷c	۲/۹۱۷b	۴/۶۶۷b	۷۳۱/۹۲b	۳۸/۹۳۱b	۳۶/۲۵۳b	۲۰/۵۳۸c	۱۴/۹۱c	۱/۰۷۷c
صفر کیلوگرم در هکتار	۶۱/۹۱۷b	۳/۴۱۷b	۵/۴۱۷b	۹۰۷/۰۸a	۴۸/۲۴۹a	۴۴/۹۶۷a	۲۱/۰۳۸b	۱۵/۲۲b	۱/۰۷۹b
۲۰۰ کیلوگرم در هکتار	۷۳/۳۳۳a	۴/۶۶۷a	۶/۳۳۳a	۹۳۳/۲۵a	۴۹/۶۴۲a	۴۷/۵۹۸a	۲۱/۵۱۲a	۱۵/۵۴۶a	۱/۰۸۲a
۴۰۰ کیلوگرم در هکتار									

در هر ستون میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD دارای تفاوت معنادار نیستند

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته مینی تیوبر سیب‌زمینی برای اثر متقابل کود NPK و رقم

رقم	NPK ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	ارتفاع بوته (cm)
آگریا	صفر	۶۱/۴۴b
	۵۰	۷۲/۸۹a
اسپیریت	صفر	۵۴/۷۸b
	۵۰	۶۰/۷۸b

در هر ستون میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD دارای تفاوت معنادار نیستند.

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته مینی تیوبر سیب‌زمینی برای اثر متقابل اسید هیومیک و رقم

رقم	اسید هیومیک ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد ساقه اصلی در بوته
آگریا	صفر	۵۳c	۲/۶۷d
	۲۰۰	۶۹/۸۲b	۲/۸۳d
	۴۰۰	۷۸/۶۷a	۳/۶۷bc
اسپیریت	صفر	۵۱/۳۳c	۳/۱۷dc
	۲۰۰	۵۴c	۴b
	۴۰۰	۶۸b	۵/۶۷a

در هر ستون میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD دارای تفاوت معنادار نیستند.

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی مینی تیوبرهای سیب‌زمینی برای اثر متقابل کود NPK و اسید هیومیک

هیومیک اسید ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	NPK ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	ارتفاع بوته (cm)	وزن غده در بوته (g)	عملکرد غده کل ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)	عملکرد غده قابل فروش ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)
صفر	صفر	۵۰/۱۷d	۶۵۲/۵d	۳۴/۷۱d	۳۲/۰۲c
۵۰	۵۴/۱۷cd	۵۴/۱۷cd	۸۱۱/۳۳c	۴۳/۱۶c	۴۰/۴۸b
۲۰۰	صفر	۵۸/۶۷bc	۸۸۱/۶۷bc	۴۶/۹bc	۴۴/۲b
۵۰	۶۵/۱۷b	۶۵/۱۷b	۹۳۲/۵b	۴۹/۶b	۴۵/۷۴b
۴۰۰	صفر	۶۵/۵b	۸۰۵c	۴۲/۸۲c	۴۱/۲۸b
۵۰	۸۱/۱۷a	۸۱/۱۷a	۱۰۶۱/۵a	۵۶/۴۶a	۵۳/۹۲a

در هر ستون میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD دارای تفاوت معنادار نیستند.

کاربرد اسید هیومیک به این دلیل دانست که اسید هیومیک موجب افزایش کلروفیل و در پی آن افزایش فتوسنتز و ماده خشک تولیدی در گیاه می‌شود (قاسمی و همکاران، ۲۰۱۲). قاسمی و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش ۲۸

افزایش وزن اندام زیرزمینی با افزایش مصرف کود نیتروژن را می‌توان به دلیل بهبود شرایط تغذیه‌ای و رشد گیاه در مقادیر بالای نیتروژن نسبت داد، که سبب افزایش رشد اندام‌های زیرزمینی شده است. می‌توان علت افزایش وزن خشک اندام زیرزمینی را با

در غده را داشت. قناد و همکاران (۲۰۱۴) و آلیسون و همکاران (۲۰۰۱) نیز افزایش درصد ماده خشک را در نتیجه کاربرد هیومیک اسید و کودهای NPK را گزارش نمودند.

درصدی وزن خشک اندام زیرزمینی می‌شود. عفت نژاد و صفری دولت آباد (۲۰۱۴) نیز در بررسی اثرات اسید هیومیک بر ارقام سیب‌زمینی وجود اثرات معنادار بین ارقام و سطوح اسید هیومیک مصرفی را گزارش نمودند. در گزارش ایشان رقم آگریا بالاترین درصد ماده خشک

جدول ۹- نتایج مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی مینی تیوبرهای سیب زمینی برای اثر متقابل کود NPK و اسید

هیومیک و رقم

رقم	اسید هیومیک (Kg.ha ⁻¹)	NPK (Kg.ha ⁻¹)	وزن غده در بوته (g)	عملکرد غده کل (t.ha ⁻¹)	عملکرد غده قابل‌فروش (t.ha ⁻¹)	ماده خشک غده (%)
آگریا	صفر	صفر	۶۱۳/۳۴	۳۲/۶۲۴	۲۹/۶۴g	۲۰/۸۹fe
	۵۰	۵۰	۸۷۳/۳c	۴۶/۴۵c	۴۳/۵۸cd	۲۰/۷۷f
	۲۰۰	صفر	۹۳۶/۷cb	۴۹/۸۲c	۴۷/۱cb	۲۱/۰۶de
	۵۰	۵۰	۹۲۳/۳c	۴۹/۱۱c	۴۶/۴۲c	۲۱/۴۶b
	۴۰۰	صفر	۹۱۳/۳c	۴۸/۵۸c	۴۶/۸cb	۲۱/۷۵a
	۵۰	۵۰	۱۰۵۸/۷ab	۵۶/۳۱ab	۵۴/۲۶a	۲۱/۸۴a
اسپیریت	صفر	صفر	۶۹۱/۷ef	۳۶/۷۹ef	۳۴/۴fg	۲۰/۱۳h
	۵۰	۵۰	۷۴۹/۳ed	۳۹/۸۶ed	۳۷/۳۸fd	۲۰/۳۶g
	۲۰۰	صفر	۸۲۶/۷cd	۴۳/۹۷cd	۴۱/۲۹cd	۲۰/۷۸f
	۵۰	۵۰	۹۴۱/۷cb	۵۰/۰۹cb	۴۵/۰۵c	۲۰/۸۶fe
	۴۰۰	صفر	۶۹۶/۷ef	۳۷/۰۶ef	۳۵/۷۶fg	۲۱/۱۴dc
	۵۰	۵۰	۱۰۶۴/۳a	۵۶/۶۲a	۵۳/۵۸ab	۲۱/۳۱bc

در هر ستون میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD دارای تفاوت معنادار نیستند.

جرم مخصوص

۴۰۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار نیز، باعث افزایش معنادار جرم مخصوص نسبت به دو سطح دیگر شد (جدول ۵). گزارش شده است که بهترین زمان برداشت سیب‌زمینی زمانی است که جرم مخصوص به ۱/۰۷ رسیده باشد (زل عالم و همکاران ۲۰۰۹). کایا و همکاران (۲۰۰۵) نیز نشان داد که کاربرد کودهای NPK در جاهایی که محتوای خاک محدود است باعث افزایش در جرم مخصوص غده‌ها خواهد شد. قناد و همکاران (۲۰۱۴) و آلیسون و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که مدیریت متعادل مواد غذایی با کودهای NPK منجر به جرم مخصوص غده و وزن خشک غده بالا در سیب‌زمینی می‌شود که با نتایج این آزمایش تطابق دارد.

جرم مخصوص سیب‌زمینی خام به طور گسترده‌ای در صنعت فرآوری سیب‌زمینی به عنوان معیار سنجشی از کل مواد جامد، نشاسته و دیگر خصوصیات پذیرفته شده است؛ و جرم مخصوص بالا و یکنواخت در غده‌های سیب‌زمینی برای پرورش دهندگان و فرآوری کنندگان مهم است (زل عالم و همکاران ۲۰۰۹). در این آزمایش رقم آگریا با میانگین جرم مخصوص ۱/۰۸۱ نسبت به رقم اسپیریت (۱/۰۷۸) برتری داشت (جدول ۵). همچنین، از نظر سطوح کود NPK، مصرف ۵۰ کیلوگرم کود در هکتار نسبت به عدم مصرف آن برتری معنادار داشت (جدول ۵). مصرف

درصد نشاسته غده

نشاسته ترکیب اصلی و مهم سیب‌زمینی است که ۱۷ تا ۲۱ درصد از وزن تازه سیب‌زمینی و حدود ۸۰ درصد ماده خشک غده‌ها را تشکیل می‌دهد. نشاسته به‌عنوان اندوخته غذایی بسیاری از گیاهان محسوب می‌شود و گرانول‌های نشاسته در اصل بسته‌های فشرده‌ای از پلیمرهای گلوکز محسوب می‌شوند (سوزوکی و همکاران ۱۹۹۴ و ساساکی و همکاران ۲۰۰۰). به‌طور کلی خصوصیات نشاسته تحت تأثیر وارثه و شرایط محیطی از قبیل میزان بارندگی و پراکنش آن در طی فصل رویش گیاه و دامنه درجه حرارت در طی رشد سیب‌زمینی قرار می‌گیرد (سوزوکی و همکاران ۱۹۹۴ و کائور و همکاران ۲۰۰۲). در این تحقیق رقم آگریا با میانگین ۱۵/۳۹ درصد نسبت به رقم اسپیریت درصد نشاسته غده بیشتری داشت (جدول ۵). یقبنانی و محمدزاده (۲۰۰۶) نیز در مطالعه بررسی خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی نشاسته ارقام غالب سیب‌زمینی منطقه گلستان وجود تفاوت معنادار از نظر

درصد نشاسته و ماده خشک بین ارقام مختلف سیب‌زمینی را گزارش نمودند. از نظر سطوح کود NPK، مصرف ۵۰ کیلوگرم کود در هکتار (با میانگین ۱۵/۲۸ درصد) نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش معنادار درصد نشاسته غده شد (جدول ۵). مصرف اسید هیومیک به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار (میانگین ۱۵/۵۵ درصد) باعث افزایش معنادار درصد نشاسته غده نسبت به شاهد و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در متر مربع اسید هیومیک شد.

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، برای هر دو رقم آگریا و اسپیریت با دریافت ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK همراه با ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک برای دستیابی به عملکرد غده کل و قابل‌فروش و افزایش جرم مخصوص و درصد ماده خشک و نشاسته غده‌ها قابل توصیه است.

منابع مورد استفاده

- Allison MF, Fowler EJ and Allen JH. 2001. Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) to potassium fertilizers. *The Journal of Agricultural Science*, 136(4): 407-426.
- Ashraf MW, Saqib N and Sarfraz TB. 2005. Biological effect of bio-fertilizer humic acid on mung beans (*Vigna radiata* L.). *Journal of Biology and Biotechnology*, 2(3): 737- 739.
- Awad EIMM and EI-Ghamry AM. 2007. Effect of humic acid effective microorganisms (EM) and magnesium on potato in clayey soil. *Journal of Agriculture Science. Mansoura University*, 32(9): 7629-7639.
- Ayas H and Gulser F. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. *Journal of biological sciences*, 5(6): 801- 804.
- Azam Shah, S, Mohammad W, Shahzadi SS, Elahi R, Ali A, Basir A and Haroon A. 2016. The effect of foliar application of urea, humic acid and micronutrients on potato crop. *Iran Agricultural Research*, 35(1): 89-94.
- Beukema HP and Vanderzaag DE. 2004. Introduction to potato production. Translated by Rezaei, A.M. and A. Soltani. Fourth Edition. *Jehad University Press, Mashad*. 179pp. (In Persian).
- Bolandi AR and Hamidi H. 2008. Effect of microtuber size and planting density on minituber production in potato. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(3): 208-218. (In Persian) .
- Buono V, Paradiso A, Serio F, Gonnella M, Gara L de and Santamaria P. 2009. Tuber quality and nutritional components of "early" potato subjected to chemical haulm desiccation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6): 556- 562.

- Burton WG. 1948. The potato. Chapman and Hall, London.
- Chen Y and T Aviad. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: MacCarthy P, Clapp CE, Malcolm RL and Bloom PR, editors. Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings). Soil Science Society America, Madison, WI. pp: 161-187.
- Delfine S, Tognetti R, Desiderio E and Alvino A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25(2): 183-191.
- Effatnezhad M and Safaridolatabad S. 2014. Effect of humic acid on different cultivars of potato tubers (*Solanum tuberosum*). *International Journal of Biosciences*, 5(12): 12-17.
- El-Sayed Hameda EA, Saif-El-Dean A, Ezzat S and El-Morsy AHA. 2011. Responses of productivity and quality of sweet potato to phosphorus fertilizer rates and application methods of the humic acid. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 1(9): 383-393.
- Fong SS, Seng L and Mat HB. 2007. Reuse of nitric acid in the oxidative pretreatment step for preparation of humic acids from Low Rank Coal of Mukah, Sarawak. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 18(1): 41-46.
- Ghannad M, Ashraf S and Alipour Z. 2014. Enhancing yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber using an integrated fertilizer management. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 7(10), 742-748.
- Ghasemi E, Toglo M and Zabihi H. 2012. Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato minituber in greenhouse condition. *Journal of Agronomy and Plant Breeding Iran*, 8 (1): 56-39. (In Persian) .
- Harfoush EA, Abdel-Razek AH, El-Adgham FI and El-Sharkawy AM. 2017. Effects of humic acid and chitosan under different levels of nitrogen and potassium fertilizers on growth and yield potential of potato plants (*Solanum tuberosum*, L.). *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 62(1): 135-148.
- Jami Moeini M, Modarres Sanavy SAM, Keshavarz P, Sorooshzadeh A and Ganjeali A, 2010. Relationship between root morphological characteristics and nitrogen use efficiency in six potato cultivars. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(3): 444-454. (In Persian).
- Kaur L, Singh N and Sodhi NS. 2002. Some properties of potatoes and their starches II. Morphological, thermal and rheological properties of starches. *Food Chemistry*, 79(2): 183-192.
- Kaya M, Atak CY, Ciftci S and Unver M. 2005. Effects of zinc and humic acid applications on yield and some yield components of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Natural and Applied Sciences*, 9(3): 21-33.
- Kleinkopf GE, Westermann DT, Wille MJ and Kleinsmidt GD. 1987. Specific gravity of russet Burbank potatoes. *American Potato Journal*, 64: 579-587.
- Maccarthy P. 2001. The principles of humic substances. *Soil Science*, 166(11): 738-751.
- Mahmoud Asmaa R and Hafez Magda M. 2010. Increasing productivity of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. *International Journal of Academic Research*, 2(2): 83-88.
- Mohammadzade Motlagh R. 2014. Determine of suitable age's potato seedlings from meristem cultuer for transfer to greenhouse in granular humic fertilizer presentation. M.Sc Thesis Islamic Azad University, Astara Branch. (In Persian) .
- Motalebifard R, Najafi N and Oustan S, 2016. Effects of zinc and phosphorus on nutrients, starch and reducing sugar concentrations of potato tubers under with or without water deficit stress. *Journal of Water and Soil-Ferdowsi University of Mashhad*, 30(2): 497-510. (In Persian)

- Motalebifard R, Najafi N, Oustan S, Nyshabouri MR and Valizadeh M, 2014. Effects of soil moisture, phosphorus and zinc levels on the growth attributes of potato in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Water and Soil Research*, 45(1): 75-86. (In Persian).
- Motalebifard R, Najafi N, Oustan S, Nyshabouri MR and Valizadeh M, 2013. The combined effects of phosphorus and zinc on evapotranspiration, leaf water potential, water use efficiency and tuber attributes of potato under water deficit conditions. *Scientia Horticulturae*, 162: 31-38.
- Nizamuddin M, Mahmood M, Farooq K and Riaz S. 2003. Response of potato crop to various level of NPK. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(2): 149-151.
- Ozkaynak E and Samanci B. 2005. Yeild and yield components of greenhouse, field and seed bed grown potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets. *Akdeniz University Ziraat Fakultesi Dergisi* (Turkey), 18(1): 125-129.
- Qadri RWK, Khan I, Jahangir MM, Ashraf U, Samin G, Anwer A, Adnan M and Bashir M. 2015. Phosphorous and foliar applied nitrogen improved productivity and quality of potato. *American Journal of Plant Sciences*, 6(01), 144-149.
- Samadian H. 2014. Study the effects of poultry litter fortified with humic acid on yield of potato cv. Agria minituber. M.Sc Thesis Islamic Azad University, Astara Branch. (In Persian) .
- Samavat S, Malakuti M. 2005. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. *Water and soil researchers' technical issue*, 463: 1-13.
- Sangeetha M, Singaram P and Uma Devi R. 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability. *Proceedings of the 18th World Congress of Soil Science*, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 163.
- Sanli A, Karadogan T and Tonguc M. 2013. Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 18(1), 20-26
- Sasaki T, Yasui T and Matsuki J. 2000. Effect of amylose content on gelatinization, retrogradation and pasting properties of starches from waxy and non-waxy wheat and their F1 seeds. *Cereal Chemistry*, 77(1): 58-63.
- Selim EM, Shedeed SI, Asaad FF and El-Neklawy AS. 2012. Interactive effects of humic acid and water stress on chlorophyll and mineral nutrient contents of potato plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(1): 531-537.
- Sims JT and Sharpley AN. 2005. Phosphorus: Agriculture and the environment. American Society of Agronomy, Inc, Wisconsin USA.
- Singh SK and Lal SS. 2012. Effect of potassium nutrition on potato yield, quality and nutrient use efficiency under varied levels of nitrogen application. *Potato Journal*, 39(2): 155-165.
- Susilawati K, Ahmed OH, Nik Muhammad AM and Khanif MY. 2009. Effect of organic based N fertilizer on dry matter (*Zea mays* L.), ammonium and nitrate recovery in an acid soil of Sarawak, Malaysia. *American Journal of Applied Science*, 6(7): 1282-1287.
- Suzuki A, Shibnuma K, Takeda Y, Abe J and Hizukuri S. 1994. Structure and pasting roperties of potato starches from jga kids purple 90 and red 90. *Journal of Applied Glycoscience*, 41,425-432.
- Verlinden G, Pycke B, Mertens J, Debersaques F, Verheyen K, Baert G, Brifs J and Haesaert G. 2009. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. *Journal of Plant Nutrients*, 32(9): 1407-1426.
- Yaghbani M and Mohammadzadeh J. 2006. Study on physico-chemical properties of starch from potato cultivars in Golestan province. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 2 (4), 71-79. (In Persian).
- Zelalem A, Tekalign T and Nigussie D. 2009. Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) to different rates of nitrogen and phosphorus fertilization on vertisols at Debre Berhan, in the central highlands of Ethiopia. *African Journal of Plant Science*, 3(2): 16-24.