تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی صفات عملکردی و صفات مربوط به سلامت غذایی در ارقام سیب‌زمینی

آیدین توبه[1*] ، احمد توبه[2] و سلیم فرزانه[3]

۱، ۲ و ۳) گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه محقق اردبیلی. اردبیل، ایران.

نویسنده مسئول[*]:Aydintobeh11@gmail.com

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۱۲/۱۲ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۱**

چکیده

این تحقیق برای تعیین اثر سطوح مختلف کود نیتروژن برروی سه رقم سیب‌زمینی (ساتینا، دراگا و آگریا) با زمان رسیدگی‌های مختلف انجام گرفت. این آزمایش در سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱ در مزرعه شخصی در روستای یونجالو، واقع در ۲۵ کیلومتری شهر اردبیل اجرا و کارهای آزمایشگاهی آن در دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل چهار سطح کود نیتروژن (عدم کاربرد، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و ارقام سیب‌زمینی شامل ساتینا (زودرس)، دراگا (متوسط‌رس) و آگریا (دیررس) بود. نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و رقم بر عملکرد غده، تعداد استولون، تعداد غده، میانگین وزن غده در هر بوته، ، وزن اندام‌های زیرزمینی (استولون و ریشه‌ها)، معنی‌دار بودند. با افزایش کوددهی تا ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد غده تر در رقم آگریا نسبت به رقم ساتینا و دراگا بطور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین عملکرد غده تر در رقم اگریا با ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار، حدود ۵۱/۷۵ تن در هکتار بدست آمد. با افزایش مصرف نیتروژن به میزان حداکثر ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار ، عملکرد غدهٔتر برای رقم آگریا نسبت به مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار به میزان معنی‌دار ۲۵ درصد کاهش اما وزن ریشه و استولون افزایش یافت. بیشترین کارآیی زراعی مصرف نیتروژن مربوط به رقم آگریا با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین کارآیی زراعی مربوط به رقم دراگا با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. با افزایش میزان نیتروژن از شاهد تا بالاترین سطح نیتروژن، میزان نیترات در ماده‌تر و خشک غده نیز به طور معنی‌دار افزایش یافت. ارقام زودرس (مثل ساتینا) استعداد بیشتری از خود برای تجمع نیترات نسبت به ارقام دیررس (مثل آگریا) نشان داد. با افزایش بیش از حد مطلوب نیتروژن ضمن اینکه عملکرد بعنوان یک صفت اساسی کاهش یافته میزان نیترات که یک صفت منفی است در این محدوده افزایش نشان داده است. بنابراین، با کاربرد بی‌رویه کود نیتروژن عملکرد کاهش و هزینه‌ها افزایش خواهد یافت. میزان مصرف کود نیتروژن ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و رقم آگریا بهترین و قابل توصیه‌ترین تیمارها در این آزمایش بودند.

واژه‌های کلیدی: نیترات، کارآیی مصرف نیتروژن و عملکرد غده سیب‌زمینی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

مقدمه

سیب‌زمینی گیاهی یک ساله از جنس سولانوم و از تیرهٔ *Solanaceae* و با نام علمی *Solanum tuberosom* است. غده سیب‌زمینی ساقه‌ای تغییر شکل یافته است که جوانه‌های جانبی آن در نقاط فرو رفته به نام چشم متمرکز هستند. هورمون لازم برای تحریک شروع غده‌بندی تحت تاثیر روزهای کوتاه ترشح می‌شود. به طور کلی سیب‌زمینی گیاهی روزبلند - روزکوتاه است یعنی اندام هوائی در شرایط روزبلند و غده در شرایط روزکوتاه بهتر رشد می‌کنند (پژوهنده و همکاران ، ۱۳۹۶). افزایش عملکرد گیاه سیب‌زمینی همانند گیاهان زراعی دیگر یکی از اهداف ضروری جامعه امروزی برای هماهنگی با افزایش جمعیت جهان است. جمعیت جهان دائماً با نرخ ۱/۶ تا ۱/۷ درصد در حال رشد است و در نتیجه هر ساله ۹۰ میلیون نفر به مصرف کنندگان محصولات کشاورزی افزوده می‌شود (Byrnes and Bumb, 2017). بیشتر از ۹۰ درصد از این افزایش به کشورهای در حال رشد یعنی مناطقی که از قبل از کمبود تامین غذا در رنج بوده‌اند، مربوط است (اسفرم مشگین شهر و همکاران، ۱۳۹۹). این وضعیت به مفهوم آن است که تولید غذا باید دائماً افزایش یابد تا از کمبودهای غذایی انسان در بسیاری از نقاط جهان جلوگیری شود. نظر به اینکه پیشرفت و توسعه در کشاورزی فقط از راه شناخت علمی و اصولی اثر عوامل محیطی در رشد و نمو گیاه امکان پذیر است و برای بهبود شرایط محیط کشت به کارگیری صحیح نهاده‌های کشاورزی نظیر ماشین‌آلات، آب، کود اعم از آلی و شیمیایی، سموم دفع آفات و امراض و بذر اصلاح شده الزامی می‌باشد، لذا برای ایجاد زیر بنای مناسب برای توسعه کشاورزی در کشورهای در حال توسعه نه‌تنها تامین به موقع نهاده‌ها لازم است بلکه روش استفاده صحیح از این نهاده‌ها و همچنین اعمال مدیریت معقول در سطح مزرعه در به کارگیری این روش‌ها در مقیاس وسیع ضروری می‌باشد (Wang *et al*., 2021). اثرهای مثبت کود نیتروژن بر روی عملکرد گیاهان زراعی مختلف بر کسی پوشیده نیست. اما باید دقت کرد که کوددهی تا چه میزان مفید است.کوددهی بیش از حد می‌تواند اثرهای منفی داشته باشد. در پژوهش شایسته و همکاران (۱۴۰۱) با افزایش مصرف نیتروژن از تیمار شاهد تا ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از ۱۴ تن در هکتار به ۳۰ تن بر هکتار افزایش یافت اما میزان تجمع نیترات در غده و کارآیی مصرف نیتروژن به حد فزاینده و معنی‌داری افزایش داشت. جلالی (۱۴۰۱) نیز به نتایج مشابهی رسیده بود. وی گزارش کرد مصرف کودهای نیتروژن‌دار بیش از ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (حد توصیه‌شده) حتی به‌صورت تقسیط‌شده می‌تواند با کاهش کارایی مصرف کود و افزایش نیترات غده‌ها به مقادیر فراتر از حد مجاز همراه باشد. یکی از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی پیشرفته، مصرف صحیح و بهینه کودهای شیمیایی می‌باشد.. افزایش روند مصرف کودهای شیمیایی در ایران در سال‌های اخیر متاسفانه بسیار سریع بوده است. متاسفانه کمبود آگاهی در رابطه با مصرف صحیح و متعادل کودهای شیمیایی، کشاورزان کشور را در جهت مصرف نادرست و بی رویه و نامتناسب کودهای شیمیایی سوق داده است (عظیمی گندمانی و همکاران،۱۳۹۶). از طرف دیگر مصرف بی‌رویه و نامتناسب کودهای نیتروژنی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

با تشدید سرعت فساد مواد آلی موجب تخریب ساختمان و در نتیجه کاهش حاصلخیزی خاک‌های کشور گردیده است (میرزاشاهی و نورقلی‌پور، ۱۳۹۹). مقدار نیتروژن لازم برای زراعت سیب‌زمینی بسته به هدف از محصول، شرایط خاک و رقم متغییر است (کشمیری و همکاران، ۱۳۹۷). تولید هر تن سیب‌زمینی موجب خروج پنج تا ۶/۵ کیلوگرم نیتروژن از خاک می گردد (Hlisnikovský *et al.* , 2021). مقدار کود شیمیایی مورد نیاز به کود حیوانی مصرفی، محصول قبلی در زمین، باروری طبیعی خاک، رقم و طول فصل رشد بستگی دارد (Nurmanov *et al.* , 2019). استفاده بیش از حد و مدیریت نشده از کودهای نیروژنه تجمع نیترات در سیب زمینی را سبب می‌شود. نیترات برای حیوان یا انسان سمی محسوب نمی‌شود، اما اگر به نیتریت احیا شود نیتریت تولید شده با هموگلوبین خون ترکیب شده و تشکیل مت‌هموگلوبولین را می‌دهد (بیماری مت هموگلوبینمیا) که از ظرفیت انتقال اکسیژن خون می‌کاهد و تحت شرایطی نیتریت با یک سری از اسیدهای آمینه ترکیب و تولید نیتروزآمین را می‌نماید که در ارگانیزم زنده ماده سمی و سرطان‌زاست (Yeganeh and Bazargan , 2016). هدف این تحقیق تشویق به مصرف کم و یا زیاد کود نیتروژن نبوده، بلکه هدف عمده مصرف صحیح و مناسب این نوع کودها با در نظر گرفتن نیاز واقعی ارقام مختلف گیاه سیب‌زمینی و افزایش کارآیی مصرف کود نیتروژن و کیفیت غده‌های تولیدی از نظر خصوصیات مختلف بوده است. توصیه‌های کودی گیاهان زراعی معمولاً کلی بوده و اختلافات محصولات زراعی (زودرس، متوسط و دیررس) تا کنون بیشتر مورد توجه نبوده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱ در مزرعه شخصی در روستای یونجالو، واقع در ۲۵ کیلومتری شرق شهر اردبیل اجرا و کارهای آزمایشگاهی آن در دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. اردبیل با زمستان‌های خیلی سرد و بهار و تابستان‌های معتدل و قرار گرفتن در ارتفاع بالاتر از سطح دریا حدود ۱۳۵۰ متر، میانگین بارش سالیانه حدود ۴۰۰ میلی‌متر، شرایط مناسبی را برای کشت این گیاه فراهم می‌کند. روستای یونجالو از نظر مختصات جغرافیایی، در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۳ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۳ دقیقه واقع شده است.

جدول۱: خوصیات خاک محل آزمایش تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک

فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	شوری خاک EC (دسی زیمنس/متر)	نیتروژن کل (درصد)	کربن آلی OC (درصد)	کربنات کلسیم (T.N.V) (درصد)	رس Clay (درصد)	سیلت Silt (درصد)	شن Sand (درصد)
۲۶/۶	۵۸۴	۰/۴۱	۰/۰۵	۰/۵۳	۱/۲۵	۲۸	۵۵	۱۷

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

بافت خاک محل آزمایش لوم رسی سیلتی بود. ارقام مورد استفاده در این آزمایش سه رقم ساتینا ، دراگا و آگریا بودند. ساتینا دارای شاخ و برگ با توسعه زیاد، زودرس، تعداد غدهٔ زیاد، اندازهٔ غده‌ها درشت، جوانه‌زنی سریع، گوشت زرد تا زرد کم رنگ، فرم غده‌ها بیضی گرد و طول دورهٔ خواب غده‌ها کوتاه تا متوسط می‌باشد. دراگا دارای رسیدگی متوسط تا زودرس، رنگ پوست غده زرد کم‌رنگ تا زرد رنگ، رنگ گوشت متمایل به زرد سفید، شکل غده گرد، عمق چشم غده‌ها متوسط تا عمیق، اندازه غده‌ها درشت است (Darabad, 2014). آگریا دیررس، عملکرد خیلی خوب، غده‌ها دراز تا خیلی دراز ، درصد ماده خشک نسبتاً زیاد، مناسب برای تهیه چیپس، دارای توسعه شاخ و برگ سریع، پوشش خوب، ارتفاع زیاد، دارای ساقه‌های قوی، تقریباً حساس به بلایت غده، مقاوم به ویروس «Y» سیب زمینی می‌باشد (بهمنش و همکاران ، ۱۴۰۰). آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار پیاده شد. فاکتورهای مورد مطالعه در این آزمایش عبارت بودند از:

فاکتور A: کود با چهار سطح؛ صفر ، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و فاکتور B: رقم شامل؛ ساتینا (زودرس)، دراگا (متوسطرس) و آگریا (دیررس).

هر بلوک شامل ۱۲ کرت آزمایشی بود و ابعاد هر کرت ۶ ×۴/۵ متر تعیین گردید. تمامی مراحل آماده سازی از جمله ایجاد جوی و پشته توسط ماشین‌آلات کشاورزی و کاشت به صورت دستی صورت پذیرفت. غده‌های بذری ارقام مورد آزمایش از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل تهیه شدند عملیات پاییزه شامل مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و کود حیوانی و شخم عمیق ۳۰-۲۵ سانتی‌متر بود. عملیات کشت در تاریخ دوازدهم اردیبهشت‌ماه انجام گردید. عمق کشت در منابع مختلف از ۱۵-۱۰ سانتی‌متر توصیه شده بود که در این آزمایش ۱۲ الی ۱۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. از کود اوره ۴۶ درصد برای کوددهی استفاده شد.کوددهی در دو مرحله صورت گرفت: مرحله اول- توزیع کود در قسمت تحتانی جوی و اختلاط آن با خاک قبل از کاشت غده‌ها. مرحله دوم- کود سرک مرحله دوم همراه با خاکدهی پای بوته‌ها ۶۸ روز پس از کاشت انجام گرفت. در زمان نمونه‌برداری، از خط عملکرد به مساحت دو مترمربع بوته‌ها به طور کامل برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید و در آزمایشگاه نمونه‌های غده با آب مقطر شسته شده و وزن تر غده‌ها اندازه‌گیری شد بعد از این مرحله غده را برای خشک کردن به قطعات کوچک خرد کرده و در داخل پاکت مخصوص ریخته شد و در آون‌های تهویه‌دار جداگانه به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و یادداشت شد. و بعد از پودر کردن با ماشین آسیاب، ۰/۴ گرم از نمونه توزین و در ارلن ۵۰ سی سی ریخته شد. سپس۴۰ میلی لیتر سولفات آلومینیم ۰/۰۲۵ مولار اضافه کرده و کمی زغال گیاهی به آن اضافه کرده و به مدت ۳۰ دقیقه با ۲۰۰ دور در دقیقه نمونه ها را شیک کردیم. بعد از صاف کردن

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

نمونه‌ها برای اندازه گیری نیترات آماده شد. نیترات به کمک روش اسید سولفوسالیسیلیک محاسبه شد (Sandu *et al*., 2014). ۱/۵ سی سی از عصاره را در ارلن ۵۰ سی سی ریخته ۰/۸ سی سی اسید سولفوسالیسیلیک (پنج درصد) و ۱۷/۷ سی سی سود دو نرمال اضافه کرده و با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۱۰ نانومتر قرائت شد. برای محاسبه کارآیی یا راندمان مصرف نیتروژن نیز از رابطه ۱ استفاده شد.

رابطه ۱: میزان ازت مصرفی/عملکرد غده در کرتهای بدون مصرف ازت-عملکرد غده در کرتهای ازت مصرف‌شده=کارآیی زراعی نیتروژن

جدول ۲: زمان برداشت تیمارهای مختلف بر اساس زمان رسیدگی (۵۰٪ خشک شدن اندام هوایی)

رقم ×کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	روز پس از کاشت
ساتینا×شاهد(بدون مصرف نیتروژن)	۱۲۸
دراگا×شاهد(بدون مصرف نیتروژن)	۱۴۰
آگریا×شاهد(بدون مصرف نیتروژن)	۱۶۰
ساتینا×۸۰	۱۲۸
دراگا×۸۰	۱۴۰
آگریا×۸۰	۱۶۰
ساتینا×۱۶۰	۱۳۱
دراگا×۱۶۰	۱۴۵
آگریا×۱۶۰	۱۶۵
ساتینا×۲۴۰	۱۳۱
دراگا×۲۴۰	۱۴۵
آگریا×۲۴۰	۱۶۵

برای محاسبه شاخص برداشت از رابطه ۲ استفاده گردید (Lerna and Mauromicale , 2020):

رابطه۲: $HI=(EY/BY)\times100$

که در آن HI: شاخص برداشت،EY :عملکرداقتصادی و BY :عملکرد بیولوژیک است .

مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای پنج درصد با بهره‌گیری از نرم افزارهای رایانه‌ای SPSS24 و MSTAT-C انجام گرفت مورد مقایسه قرار گرفتند. در صورتی که داده‌های اولیه از توزیع نرمال برخوردار نبودند، از روش تبدیل لگاریتمی استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد استولون در واحد سطح

طبق جدول تجزیه واریانس بین رقم‌های مورد مطالعه ،در تعداد استولون در واحد سطح اختلاف معنی‌داری از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید. در حالی که سطوح مختلف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری روی آن

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

نگذاشته بود. همچنین برهمکنش این دو عامل نیز در جدول تجزیه واریانس غیر معنی‌دار نشان داده شد. در مقایسه میانگین انجام شده بین رقم‌های مورد مطالعه، رقم دراگا کمترین تعداد و ارقام ساتینا و آگریا در یک گروه مشترک آماری بیشترین تعداد استولون در واحد سطح را به خود اختصاص داده بودند. در مقایسه میانگین انجام شده به روش دانکن در بین میانگین‌های سطوح نیتروژن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تعداد نهایی استولون‌هایی که در واحد سطح تولید می شود متأثر از ژنوتیپ، اندازهٔ بذر و تعداد ساقه بوده و نسبت به درجه حرارت و خشکی حساس است اما حساسیتی نسبت به فتوپریود یا شدت نور ندارد. در تعداد استولون‌ها ژنوتیپ و رقم مهمترین عامل تعیین کننده است و کود بیشتر از آن که روی تعداد استولون اثرگذار باشد بر روی وزن آن موثر است (Meise *et al*. 2019). علی‌رغم اینکه اثر نیتروژن بر تعداد استولون‌ها ممکن است بسته به رقم سیب زمینی و شرایط محیطی متفاوت باشد، اما به طور کلی، افزایش نیتروژن به عنوان یک عامل کلیدی در بهبود رشد و توسعه استولون‌ها شناخته می‌شود (توبه و همکاران، ۱۳۹۰). طبق مشاهدات در این پژوهش کود نیتروژن گرچه اثر معنی‌داری بر روی تعداد استولون نداشت اما تعداد آن را تا میزان ۱۰۰ عدد در واحد سطح در میزان مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالا برد. به‌هرحال مشاهده شد پتانسیل رقم مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در مورد تعداد استولون در واحد سطح است.

وزن خشک ریشه و استولون

مطابق جدول تجزیه واریانس رقم‌های مورد مطالعه و سطوح مختلف مصرف نیتروژن برروی وزن خشک ریشه و استولون تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد گذاشته است، در صورتی که برهمکنش این دو عامل در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده است. همچنین با توجه به مقایسات میانگین انجام گرفته در جدول چهار ، برتری رقم آگریا در این صفت نسبت به ارقام دیگر مشهود و معنی‌دار بود و حداقل وزن خشک ریشه و استولون مربوط به رقم دراگا با اختلاف معنی‌دار بود. وزن استولون‌ها به عواملی چون رقم، شرایط رشد، تکنیک‌های کاشت (اندازه بذر، فاصله و عمق کاشت، خاکدهی پای بوته ها، کوددهی) بستگی دارد(Muleta and Aga, 2019). تحقیقات نشان داده‌اند که کاربرد کود نیتروژن منجر به افزایش وزن خشک ریشه در سیب زمینی می‌شود. نیتروژن به بهبود رشد ریشه‌ها کمک کرده و باعث افزایش تجمع ماده خشک در آن‌ها می‌شود (شیرزاد و همکاران، ۱۳۹۹). در این تحقیق مشاهده شد با افزایش میزان مصرف نیتروژن وزن خشک ریشه و استولون افزایش یافت که نشان دهنده آثار مثبت نیتروژن بر روی این صفت است.

تعداد غده

در صفت تعداد غده با تجزیه واریانس انجام شده فقط ارقام مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند و سطوح مصرف نیتروژن و برهمکنش این دو عامل تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

خود نشان دادند. در مقایسات میانگین هم رقم دراگا با تفاوت معنی‌دار کمترین تعداد غده را نسبت به ارقام ساتینا و اگریا که در یک گروه بودند نشان داد. در اثر اصلی کود نیتروژن هم کمترین تعداد غده را شاهد به خود اختصاص داد که با سطح ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت آماری معنی‌داری را در سطح پنج درصد داشت. در برهمکنش نیتروژن با رقم نیز، ساتینا در سطح کودی ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار با ۱۰۸ غده، و تفاوت معنی‌دار، بیشترین تعداد غده را به خود اختصاص داد. طی مشاهدات متعددی از جمله باقری و همکاران (۱۳۹۵) نیز وزن غده اثر مهم‌تری نسبت به تعداد غده در بهبود عملکرد سیب زمینی دارد. راه افزایش تعداد غده از طریق افزایش تعداد استولون است که آن هم بیشتر از کوددهی به ژنوتیپ بستگی دارد (Zaeen *et al.* , 2020). طی این پژوهش نتیجه گرفته‌شد که صفت تعداد غده بیشتر از میزان دز کود مصرفی به پتانسیل رقم وابسته است.

عملکرد غده

طبق جدول تجزیه واریانس ، فاکتورهای مورد مطالعهٔ رقم و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش این عوامل در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. در مقایسه میانگین نیز رقم آگریا و رقم ساتینا در یک گروه مشترک بیشترین عملکرد غده را داشتند که این مقدار نسبت به عملکرد دراگا کاملاً معنی‌دار بود. در اثر اصلی سطوح مصرف نیتروژن نیز بیشترین مقدار در سطح ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که عملکرد بدست آمده از این سطح نسبت به سطوح دیگر معنی‌دار بود. با افزایش مصرف نیتروژن تا حدود ۱۶۰ کیلوگرم عملکرد غده در دو رقم ساتینا و آگریا افزایش یافته و بیشترین عملکرد غده در رقم آگریا بدست آمد. رقم دراگا افزایش قابل توجهی در این محدوده مصرف نیتروژن نشان نداد. با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار عملکرد رقم آگریا (دیررس) نسبت به مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن بطور معنی‌داری کاهش یافت که این شاید به علت رشد رویشی بیش از حد و قرار گرفتن تعدادی از برگ‌ها در سایه باشد. برگ‌هایی که در سایه قرار می‌گیرند مصرف کننده شده و مواد آسمیله بجای غده به مصرف این برگ‌ها می‌رسد. همچنین مصادف شدن با درجه حرارت زیاد و روزهای بلند تابستان و کاهش ذخیره غده‌ها باشد. در مطالعه کیهانی و صانعی نژاد (۱۳۹۴) نیز کود نیتروژن تا حد معینی که در تحقیق آنها ۷۰ کیلوگرم در هکتار بود باعث افزایش عملکرد غده سیب زمینی می‌شود اما مصرف بیش از آن اثرهای منفی بر روی عملکرد داشت. عملکرد غده بیشتر از آن که اثر گرفته از وزن متوسط غده باشد، تعداد غده در واحد سطح بر روی آن نقش داشت. به بیان دیگر، تعداد غده در واحد سطح مهم‌ترین عامل اثرگذار بر عملکرد غده در این آزمایش بود.

وزن متوسط غده

طبق جدول تجزیه واریانس عامل رقم باعث ایجاد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد شد. اما عامل کود و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

همچنین برهمکنش بین عوامل کود و ارقام اختلاف معنی‌داری را سبب نشدند. مقایسات میانگین ارقام مورد مطالعه نشانگر برتری ارقام ساتینا و آگریا در یک گروه مشترک بود و دراگا با تفاوت آماری معنی‌دار دارای وزن متوسط غده پائین‌تری بود. سطح کود ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار در یک گروه مشترک دارای بیشترین وزن متوسط غده با اختلاف معنی‌دار بود. این صفت نیز در آخرین سطح کود نیتروژن یعنی مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت و افزایش بیش از ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر عکس و معنی‌داری روی وزن متوسط غده گذاشته بود. می‌توان اینگونه توجیح کرد که با کوددهی به میزان ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار مواد فتوسنتزی بیشتری در اختیار مقصد (غده) قرار می‌گیرد که باعث افزایش وزن آن می‌شود. اما با افزایش بیشتر میزان نیتروژن برگ‌های گیاه رشد بیشتری کرده بنابراین تنفس نگه‌داری افزایش یافته و فتوسنتز خالص کاهش می‌یابد. به همین دلیل مواد فتوسنتزی کمتری در اختیار مقصد یعنی غده قرار می‌گیرد و وزن متوسط غده کاهش پیدا می‌کند. استفاده از کود نیتروژن به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در بهبود وزن متوسط غده سیب‌زمینی شناخته می‌شود. این کود می‌تواند به افزایش عملکرد و کیفیت محصول کمک کند و به‌ویژه در شرایط بهینه، نتایج بهتری به همراه داشته باشد (ارشدی و همکاران، ۱۳۹۲).

شاخص برداشت

بر اساس جدول تجزیه واریانس، صفت شاخص برداشت در اثر اصلی رقم در سطح احتمال یک درصد و در اثر اصلی سطوح نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در صورتی که برهمکنش عوامل مورد آزمایش، در این جدول معنی‌دار نشد. طبق جدول چهار در مقایسه میانگین‌های این صفت نیز، در اثر اصلی ارقام بیشترین میزان مربوط به ارقام ساتینا و آگریا در یک گروه مشترک بود و کمترین شاخص برداشت را رقم دراگا داشت. همچنین در اثر اصلی سطوح مصرف نیتروژن بیشترین شاخص برداشت مربوط به سطح کودی ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود که با کمترین شاخص برداشت که به سطح ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختصاص داشت تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ نشان داد. با کوددهی بیشتر از حد مطلوب اندام‌های هوایی گیاه رشد بیشتری کرده و از شاخص برداشت می‌کاهد (کشمیری و همکاران ، ۱۳۹۷). در میزان مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن همزمان با بهبود و افزایش عملکرد غده، شاخص برداشت نیز افزایش یافته و قابل توجیح است.

تجمع نیترات

براساس جدول تجزیه واریانس ، اثر اصلی رقم و کود نیتروژن برروی تجمع نیترات در غده هم بر اساس وزن تر و هم بر اساس وزن خشک در سطح احتمال یک درصد معنی دار شده در صورتی که برهمکنش نیتروژن× رقم در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است. در اثر اصلی رقم بیشترین تجمع نیترات در رقم ساتینا (زودرس) و کمترین مقدار تجمع نیترات مربوط

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

به رقم آگریا (دیررس) بوده در حالی که رقم دراگا (متوسط‌رس) با رقم ساتینا در یک گروه مشترک بیشترین تجمع نیترات در غده را انجام دادند. این نتیجه حاکی از تاثیر زمان رسیدگی ارقام برروی تجمع نیترات در غده‌های سیب‌زمینی است. برهمکنش این دو عامل هم نشان دهنده افزایش بسیار معنی‌دار میزان نیترات در ساتینا × ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. با افزایش میزان نیتروژن از شاهد به طرف آخرین سطح نیتروژن، میزان نیترات در ماده خشک غده‌ها نیز به طور معنی‌دار در بین سطوح نیتروژن شدیداً افزایش یافت و در آخرین سطح کودی به حداکثر میزان خود (۳۳۹/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) رسید. که این میزان بالاتر از حد مجاز و قابل تحمل نیترات در غدهٔ سیب‌زمینی تعیین شده (۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در مادهٔ خشک) می‌باشد (Gorenjak *et al*. 2014).

جدول۳: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی از جمله عملکرد و اجزای عملکرد

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد غده در واحد سطح	وزن متوسط غده	عملکرد غده	شاخص برداشت	تعداد استولون در واحد سطح	وزن خشک ریشه و استولون در واحد سطح	تجمع نیترات مادهٔ خشک غده	تجمع نیترات مادهٔ تر غده
تکرار	۳	۴۷۹/۴۰۷	۷۸/۲۳۳	۲۷/۰۲۲	۱۲/۳۴۷	۱۴۷/۵۵۶	۱۲۰۸/۰۴۷	۳/۹۲۳	۱/۹۳۵
کود نیتروژن (N)	۳	۸۰۱/۷۷۸*	۹۴/۸۱۳ns	۳۵۵/۳۱۸**	۱۶۵/۲۴۲*	۴۲۴/۰۹۹ns	۱۴۱۸۹/۰۸۸**	۴۰۹/۴۷**	۱۲۲/۰۱۳**
رقم(V)	۲	۵۵۵۴/۳۷۰**	۵۲۶/۷۵۰**	۱۵۹۰/۴۵۱**	۲۵۳/۷۳۶**	۴۰۴۶/۸۱۴**	۵۷۱۳۵/۷۸۳**	۵۵/۹۱۲**	۱۵/۴۲۳**
برهمکنش N × V	۶	۱۱۹/۱۱۱*	۵۰/۲۲۵ns	۹۰/۱۶۷*	۴۰/۸۸۷ns	۲۳۲/۰۹۹ns	۳۸۵۷/۵۹۶*	*۲۱/۴۶۸	۶/۱۴۸*
اشتباه آزمایشی E	۳۳	۴۲۹/۸۴۵	۶۸/۰۸۴	۳۶/۰۲۴	۴۴/۰۳۶	۷۱۹/۴۶۱	۱۱۶۷/۹۸۰	۷/۲۳۸	۲/۶۰۰
ضریب تغییرات (درصد)		٪۲۵/۲۵	٪۲۱/۶۹	٪۱۹/۴۹	٪۱۱/۸۱	٪۲۹/۴۰	٪۲۵/۹۵	٪۲۳/۳۶	٪۲۴/۳۷

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد.

جدول۴: مقایسات میانگین اثرهای مستقیم عوامل کود نیتروژن و ارقام در سطح احتمال ۵ درصد

سطوح موردآزمایش	میانگین صفات							
	تعداد غده در واحد سطح (عدد)	وزن متوسط غده (گرم)	عملکرد غده (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد استولون در واحد سطح (عدد)	وزن خشک ریشه و استولون در واحد سطح (گرم)	نیترات در ماده خشک غده (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیترات در ماده تر غده (میلی‌گرم در کیلوگرم)
شاهد	۷۲/۰۰ b	۳۴//۶۳ a	۲۴/۳۲ c	۵۶/۱۷ ab	۸۷/۵۶ a	۱۰۱/۹ b	۲۰/۴۳d	۵/۶۱۷d
۸۰ کیلوگرم	۸۱/۷۸ ab	۳۸/۷۸a	۳۰/۴۷ b	۶۰/۳۵ a	۸۹/۷۸ a	۱۱۳/۲ b	۱۱۲/۶c	۳۴/۶۹c
۱۶۰ کیلوگرم	۹۲/۰۰ a	۴۱/۳۸ a	۳۷/۶۴ a	۵۶/۹۱ ab	۱۰۰/۰ a	۱۶۳/۱ a	۱۹۹/۶b	۶۳/۲۴b
۲۴۰ کیلوگرم	۸۲/۶۷ ab	۳۷/۴۱ a	۳۰/۷۷ b	۵۱/۳۴ b	۸۷/۵۶ a	۱۶۹/۷ a	۳۳۹/۳a	۹۹/۸۵a
ساتینا	۹۷/۳۳ a	۳۶/۰۳b	۳۴/۴۰ a	۵۹/۲۷ a	۱۰۴/۷ a	۱۴۰/۶ b	۲۰۴/۴a	۶۴/۷۱a
دراگا	۶۱/۳۳ b	۳۳/۵۹ b	۱۹/۵۳ b	۵۱/۷۰ b	۷۳/۶۷ b	۷۵/۵۴ c	۱۹۷a	۵۶/۴۳a
آگریا	۸۷/۶۷ a	۴۴/۵۲ a	۳۸/۴۷ a	۵۷/۶۱ a	۹۵/۳۳ a	۱۹۴/۹ a	۱۰۲/۵b	۳۱/۴۱b

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد

بیشترین عملکرد غده‌تر در رقم آگریا در ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست آمد که در آن تجمع نیترات حدود ۱۳۳/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. در سطح کودی ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص میزان نیترات تمامی ارقام در حد قابل قبول و مطلوب بود و از حد بحرانی بسیار پائین‌تر قرار داشت. در صورتی که در سطح ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

هکتار میزان نیترات ساتینا و دراگا از حد مجاز تجاوز کرده بود طوری که در رقم ساتینا در این سطح کودی مقدار نیترات ۴۸۰/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد که از حد مجاز نیترات حدود ۱۸۰/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم زیادتر بود. می‌توان گفت که نیتروژن یکی از اجزای اصلی پروتئین‌ها می‌باشد. هنگامی که گیاه در شرایط غیرعادی رشد نماید، تولید پروتئین کاهش یافته و نیتروژن به شکل غیر پروتئینی در گیاه تجمع می‌یابد. نیترات یکی از شکل‌های غیرپروتئینی است که مصرف بیش از حد آن در جیره غذایی باعث ایجاد سمیت می‌شود. با توجه به برهمکنش کود نیتروژن×رقم می‌توان دریافت که در تمامی سطوح کودی رقم آگریا نیترات کمتری را هم در مادهٔ خشک غده و هم در مادهٔتر غده‌ها تجمع داده است. همچنین می‌توان دریافت که با افزایش بیش از حد مطلوب نیتروژن ضمن اینکه عملکرد بعنوان یک صفت اساسی کاهش یافته میزان نیترات هم بعنوان یک صفت منفی در این محدوده بیش از حد افزایش نشان داده است. بنابر این زارع سیب‌زمینی‌کار با کاربرد بی‌رویه کود نیتروژن ضمن اینکه عملکرد را بالا نبرده، هزینه‌ها را افزایش داده است و موجب پایین آمدن کیفیت محصول تولیدی شده و میزان نیترات غده‌ها را بیش از حد مجاز افزایش داده است که از هر جنبه به ضرر زارع و محیط زیست و کشور تمام شده است.

جدول۵: مقایسات میانگین برهمکنش عوامل کود نیتروژن و ارقام در سطح احتمال ۵ درصد

سطوح مورد‌آزمایش			میانگین صفات			
			تعداد غده در واحد سطح (عدد)	عملکرد غده (تن در هکتار)	وزن خشک ریشه و استولون در هر بوته (گرم)	نیترات در ماده خشک غده (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیترات در ماده تر غده (میلی‌گرم در کیلوگرم)
رقم × نیتروژن(کیلوگرم درهکتار)							
ساتینا	×	شاهد	۸۴/۰۰ abcd	۳۰/۲۹ bcd	۶/۷۷۳ c	۱۲/۲۷g	۳/۲۳۱e
دراگا	×	شاهد	۵۸/۶۷ d	۱۶/۵۹ e	۴/۴۹۲ e	۲۳/۵۰ fg	۵/۹۷۰e
آگریا	×	شاهد	۷۳/۳۳ bcd	۲۶/۰۸ cde	۵/۹۳۲ d	۲۵/۵۴ fg	۷/۶۵۰e
ساتینا	×	۸۰	۹۸/۶۷ abc	۳۲/۲۹bc	۸/۷۵۱ b	۱۱۵/۴defg	۳۷/۳۴cde
دراگا	×	۸۰	۶۲/۶۷ d	۲۱/۹۳ de	۵/۱۷۱de	۱۳۳/۷def	۳۹/۹۱ cde
آگریا	×	۸۰	۸۴/۰۰ abcd	۳۷/۱۹ b	۸/۷۲۷ b	۸۸/۸۳def	۲۶/۸۳de
ساتینا	×	۱۶۰	۱۰۸/۰ a	۳۹/۴۰ b	۹/۰۱۹ ab	۲۰۹/۳cd	۷۲/۳۸bc
دراگا	×	۱۶۰	۶۵/۳۳ cd	۲۱/۷۶ de	۴/۹۰۰ e	۲۵۶/۲c	۷۵/۷۶bc
آگریا	×	۱۶۰	۱۰۲/۷ ab	۵۱/۷۵ a	۹/۸۲۴ a	۱۳۳/۳def	۴۱/۵۸cde
ساتینا	×	۲۴۰	۹۸/۶۷ abc	۳۵/۶۰ b	۸/۴۶۴ b	۴۸۰/۸a	۱۴۵/۹a
دراگا	×	۲۴۰	۵۸/۶۷ d	۱۷/۸۳ e	۵/۲۰۶ de	۳۷۴/۶b	۱۰۴/۱b
آگریا	×	۲۴۰	۹۰/۶۷ abcd	۳۸/۸۷ b	۸/۸۲۹ b	۱۶۲/۳cde	۴۹/۶۰cd

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد

کارآیی مصرف نیتروژن

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که کارآیی زراعی بدست آمده براساس عملکرد غده‌تر، تحت تأثیر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

فاکتور کود نیتروژن و انواع رقم به ترتیب در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد معنی‌دار شده است در حالی که برهمکنش این دو عامل برروی کارآیی زراعی مصرف نیتروژن معنی‌دار نشان نداد. مقایسات میانگین در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که در اثر اصلی نیتروژن بیشترین کارآیی زراعی مربوط به مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بوده که ضمن داشتن بیشترین مقدار در گروه اول با مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در یک گروه مشترک قرار گرفته است. در صورتی که نسبت به مصرف نیتروژن ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار که در گروه دوم قرار دارد اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهند. به همین ترتیب در اثر اصلی رقم بیشترین کارآیی‌زراعی مصرف نیتروژن مربوط به رقم دیررس آگریا بود که نسبت به دو رقم زودرس ساتینا و متوسطرس دراگا، بطور معنی‌دار به ازای مصرف هر کیلوگرم کود نیتروژن ۱۱۷/۹ کیلوگرم به عملکرد خود افزوده بود. ارقام دیررس مثل آگریا به دلیل اینکه مدت زمان بیشتری برای استفاده از کود دارند کارآیی مصرف کود بهتری دارند. با دادن کود نیتروژن به میزان ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کارآیی مصرف نیتروژن بخاطر چند دلیل کاهش پیدا می‌کند. اول اینکه با میزان مصرف کود بیشتر هدر رفت کود افزایش پیدا می‌کند. ثانیا کود نیتروژن بیشتر رشد اندام‌های هوایی را تحریک کرده و تنفس نگه‌داری را افزایش می‌دهد (موسوی و ذاکرنژاد، ۱۳۹۹). از طرف دیگر مصرف بیش از حد نیاز گیاه به‌جای افزایش تولید و عملکرد به مصرف لوکس گیاه رسیده و مواد ذخیره‌ای نیتروژنی از جمله نیترات غده را افزایش می‌دهد(Ospina *et al.* , 2019).

جدول۶: تجزیه واریانس صفت کارآیی مصرف نیتروژن تحت تاثیر سطوح مورد آزمایش (رقم و نیتروژن)

منابع تغییرات	تکرار	نیتروژن	رقم	برهمکنش نیتروژن× رقم	اشتباه آزمایشی
درجه آزادی	۳	۲	۲	۴	۲۴
میانگین مربعات	۷/۷۰۷	۲۱/۷۲۲*	۷۶/۹۸۰**	۵/۶۵۵ns	۴/۵۲۸
ضریب تغییرات (درصد)	٪۲۳/۹۲				

ns: معنی دار نیست *: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد **: معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول۷: مقایسهٔ میانگین اثرهای اصلی فاکتورهای موردآزمایش در کارآیی مصرف نیتروژن (زراعی)

	کود نیتروژن					ارقام	
	N240	N160	N80	N0	آگریا	دراگا	ساتینا
کارآیی مصرف نیتروژن	۲۸/۰۸	۸۰/۶۶	۶۶/۵۴	-	۱۱۷/۹	۱۹/۳۵	۳۷/۹۹
	b	a	a	-	a	b	b

اعدادی که دارای ضرایب‌مشترک هستند، در سطح احتمال پنج‌درصد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اینکه فصل رشد در اردبیل محدود می باشد، بایستی کمبودهای کودی این محصول بخصوص کود نیتروژن،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

به‌دقت مورد محاسبه قرار گیرد. در این پژوهش کاربرد کود نیتروژن به میزان ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار بهترین نتایج از قبیل بهترین عملکرد غده در هکتار را داشت. افزایش مقدار کوددهی به ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار علاوه بر اینکه عملکرد را کاهش داد باعث افزایش تجمع نیترات به حد بالاتر از مجاز شد. بیشترین عملکرد در بین ارقام مربوط به رقم دیررس آگریا بود که میزان تجمع نیترات کم‌تری نیز نسبت به دو رقم دیگر دارد. در برهمکنش عامل ارقام با عامل کود نیتروژن نیز رقم آگریا × ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار بهترین نتیجه را به دنبال داشت. با افزایش میزان نیتروژن از شاهد به طرف آخرین سطح نیتروژن، میزان نیترات در ماده خشک غده‌ها نیز به طور معنی‌دار در بین سطوح نیتروژن شدیداً افزایش یافت و در سطح کودی ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار به بالاتر از حد مجاز رسید. بنابراین با در نظر گرفتن تناسب بین میزان تجمع نیترات و عملکرد غده سطح کودی ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد. همچنین این سطح کودی بیشترین کارایی مصرف نیتروژن را نیز داشت. در بین ارقام ، رقم دیررس آگریا نسبت به سایر ارقام برتری واضحی داشت. رقم آگریا در بین ارقام مورد بررسی دارای بیشترین عملکرد غده (بیشترین کمیت) و کمترین میزان تجمع نیترات (بهترین کیفیت) بود.

منابع

ارشدی، م.ج.، ح. ر. خزاعی، م. کافی. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر کود سرک نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر بر عملکرد، اجزاء عملکرد و شاخص‌های رشد سیب زمینی. *پژوهش‌های زراعی ایران*. ۱۱(۴).

اسفرم مشگین شهر، ح.، ب. میرشکاری، د. حسن پناه، ف. فرح وش، و م. یارنیا. ۱۳۹۹. اثر تاریخ و عمق کشت بر صفات زراعی ارقام سیب زمینی در کشت های پاییزه و بهاره. *فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۲(۳ (پیاپی ۴۷)*: ۹۷-۸۳.

باقری، ح.ر.، م.ح. قرینه، ع. بخشنده، ج. طایی، ع. محنت‌کش، ب. اندرزیان. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر تنش کم‌آبی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی. *تنش‌های محیطی در علوم زراعی*. ۹(۱) : ۱-۱۴.

بهمنش،ص.، م. یارنیا، د. حسن پناه، ا. خلیلوند بهروزیار، و ب. میرشکاری. ۱۴۰۰. اثر آرایش کاشت بر برخی صفات کمی و کیفی مرتبط با عملکرد غده و کارایی مصرف آب ارقام سیب زمینی در *منطقه اردبیل. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳(۱ (پیاپی ۴۹))*: ۴۳-۲۵.

پژوهنده، م.، غ. کاروان، و ع. س. رضوی.۱۳۹۶. مروری بر مهندسی ژنتیک سیب زمینی تاکنون. *دوفصل نامه علمی-پژوهشی مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی. ۶ (۱)*: ۱۸۸-۱۷۵.

جلالی، ا.ه. ۱۴۰۱. تأثیر مقدار و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و مقدار نیترات غده سیب‌زمینی رقم مارفونا. *پژوهش‌های زراعی ایران.۲۰(۲): ۱۳۷-۱۴۶.*

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

شایسته،ص.، غ.ر. محمدی، ف. مندنی. ۱۴۰۱. اثر گیاهان پوششی و مصرف کود نیتروژن بر عملکرد غده و کارایی مصرف نیتروژن سیب‌زمینی. *نشریه علوم زراعی ایران*. ۲۴ (۳) :۲۳۵-۲۲۱.

شیرزاد،ج. ، م.ر. جهانسوز، ب. درویشی. ۱۳۹۹. تأثیر کاربرد کود نیتروژن و محلول‌پاشی برگی با عنصر روی بر عملکرد و برخی خصوصیات رشدی بوته‌های سیب‌زمینی. *علوم گیاهان زراعی ایران*. ۵۱(۳): ۲۰۴-۱۹۳.

عظیمی گندمانی، م.، ه. فرجی، م. موحدی دهنوی، و ا. میرشکاری. ۱۳۹۶. اثر برهمکنش کلسیم و جاسمونیک اسید, بر برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد غده سه رقم سیب زمینی. *فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹(۳۴): ۵۹-۳۷.*

عقیقی شاهوردی ، م.، ا. توبه، ع. قلیپوری، د. حسن پناه.۱۳۹۰. تاثیر تغذیه معدنی نیتروژن بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سیب زمینی. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران،اصفهان.

کشمیری، ا.، م. کافی، م. پارسا، ج. نباتی، و م. زارع مهرجردی. ۱۳۹۷. اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و اسیدیته محلول غذایی بر ویژگی های فیزیولوژیک و تولید ریز غده سیب زمینی. *فیزیولوژی گیاهان زراعی*. ۱۰(۱ (پیاپی ۳۷)): ۱۱۸-۹۷.

کیهانی،ع.، ع. صانعی نژاد. ۱۳۹۴. واکنش رشد و عملکرد گیاه سیب‌زمینی به سطوح مختلف نیتروژن .به زراعی کشاورزی. ۱۷(۳): ۵۸۳-۵۹۳.

موسوی، س.، و س. ذاکرنژاد. ۱۳۹۹. اثر مدیریت مصرف نیتروژن بر صفات مورفوفیزیولوژیکی, عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه ای . *فیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۱۲(۱ (پیاپی ۴۵)): ۱۱۱-۹۱.

میرزاشاهی، ک.، و ف. نورقلی پور. ۱۳۹۹. *بررسی میزان و نحوه مصرف نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه گلرنگ. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۲(۳ (پیاپی ۴۷)): ۶۳-۴۵.*

Byrnes, B. H., & B.L. Bumb. 2017. Population growth, food production and nutrient requirements. In *Nutrient use in crop production* (pp. 1-27). CRC Press.

Darabad, G. R. 2014. Determining effects of irrigation stress on growth and yield of potato cultivars in Ardabil cold region. *J. Biodivers. Environ. Sci.(JBES) 4*: 318-326.

Gorenjak, A. H., Urih, D., Langerholc, T., & Kristl, J. 2014. Nitrate content in potatoes cultivated in contaminated groundwater areas. *Journal of Food Research*. *3*(1): 18.

Hlisnikovský, L., L. Menšík, & E. Kunzová. 2021. The effect of soil-climate conditions, farmyard manure and mineral fertilizers on potato yield and soil chemical parameters. *Plants .10*(11): 2473.

Lerna, A., G. Mauromicale. 2020. How moderate water stress can affect water use efficiency

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

indices in potato. *Agronomy . 10*(7):1034.

Meise, P., S. Seddig, R. Uptmoor, F. Ordon, & A. Schum. 2019. Assessment of yield and yield components of starch potato cultivars (Solanum tuberosum L.) under nitrogen deficiency and drought stress conditions. *Potato research. 62*: 193-220.

Muleta, H. D., M.C. Aga. 2019. Role of nitrogen on potato production: a review. *Journal of plant sciences. 7*(2): 36-42.

Nurmanov, Y. T., V.G. Chernenok, & R.S. Kuzdanova. 2019. Potato in response to nitrogen nutrition regime and nitrogen fertilization. *Field Crops Research.* 231: 115-121.

Ospina, C. A., E.T. Lammerts van Bueren, J.J.H.M. Allefs, B.V. Engel, P.E.L. Van der Putten, C.G. Van der Linden, & P.C. Struik. 2014. Diversity of crop development traits and nitrogen use efficiency among potato cultivars grown under contrasting nitrogen regimes. *Euphytica. 199*: 13-29.

Sandu, M., T. Lupascu, A. Tarita, A.T. Goreacioc, S. Turcan, & E. Mosanu. 2014. Method for nitrate determination in water in the presence of nitrite. *Chemistry Journal of Moldova. 9*(2): 8-13.

Wang, S., Y. Liu, L. Chen, H. Yang, G. Wang, C. Wang, & X. Dong. 2021. Effects of excessive nitrogen on nitrogen uptake and transformation in the wetland soils of Liaohe estuary, northeast China. *Science of the Total Environment. 791*: 148228.

Yeganeh, M., & K. Bazargan. 2016. Human health risks arising from nitrate in potatoes consumed in Iran and calculation nitrate critical value using risk assessment study. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal . 22*(3): 817-824.

Zaeen, A. A., L. K. Sharma, A. Jasim, S. Bali, A. Buzza, & A. Alyokhin. 2020. Yield and quality of three potato cultivars under series of nitrogen rates. *Agrosystems, Geosciences & Environment. 3*(1): e20062.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

Evaluation of the Effects of Different Levels of Nitrogen Fertilizer on Functional Traits and Traits Related to Nutritional Health in Potato Cultivars

A. tobeh[1 *], A. tobeh[2] and S. farzaneh[3]
1, 2 & 3) Department of Plant Production and Genetics , University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
*** Corresponding Author : aydintobeh11@gmail.com**

Received date: 2025.03.02 **Accepted date: 2025.06.11**

Absttract

This research was conducted to determine the effect of different levels of nitrogen fertilizer on three potato cultivars (Satina, Draga, and Agria) with varying maturation times. The experiment took place during the 2021-2022 agricultural year at a private farm in the village of Yonjalu, located 25 kilometers from Ardabil city, and the laboratory work was carried out at the Faculty of Agriculture of Mohaghegh Ardabili University. The experiment was designed as a factorial based on a randomized complete block design (RCBD) with four replications. The experimental factors included four levels of nitrogen fertilizer (no application, 80, 160, and 240 kg of pure nitrogen per hectare) and potato cultivars including Satina (early maturing), Draga (medium maturing), and Agria (late maturing). The results from the analysis of variance indicated that the main effects of nitrogen and cultivar on tuber yield, number of stolons, number of tubers, average weight of tubers per plant, and weight of underground organs (stolons and roots) were significant. Increasing nitrogen application up to 160 kg per hectare significantly enhanced the fresh tuber yield in the Agria cultivar compared to Satina and Draga, with the highest fresh tuber yield in Agria at 160 kg per hectare being approximately 51.75 tons per hectare. However, when nitrogen consumption increased to a maximum of 240 kg per hectare, the fresh tuber yield for Agria decreased significantly by 25% compared to the consumption of 160 kg per hectare, although root and stolon weights increased. The highest agricultural efficiency from nitrogen application was observed in Agria with 160 kg per hectare, while the lowest efficiency was related to Draga with 240 kg per hectare. As nitrogen levels increased from control to the highest level, nitrate content in both fresh and dry tubers also significantly increased. Early maturing cultivars (like Satina) showed a greater tendency for nitrate accumulation compared to late maturing cultivars (like Agria). Excessive nitrogen application not only reduced yield as a primary trait but also increased nitrate levels, which is a negative trait within this range. Therefore, excessive use of nitrogen fertilizer will decrease yield while increasing costs. The optimal nitrogen application rate was found to be 160 kg per hectare for the Agria cultivar, making it the best and most recommended treatment in this experiment.

Key Words: Nitrate, Nitrogen use efficiency and Tuber yield of potato.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]