

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر خصوصیات کمی و کیفی سیب زمینی رقم آگریا در منطقه اراک

حمید مدنی*، دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
اکبر فرهادی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
علیرضا پازکی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهری
مهدی چنگیزی، مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و زئولیت بر خصوصیات کمی و کیفی سیب زمینی رقم آگریا، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرادی واقع در ۵ کیلومتری اراک، در بهار سال ۱۳۸۸ اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل نیتروژن در سه سطح ۹۶، ۱۸۴ و ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار و زئولیت در چهار سطح صفر، ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر مقادیر مختلف زئولیت و نیتروژن بر تعداد ساقه در بوته، ارتفاع بلندترین ساقه اصلی، وزن خشک اندام هوائی، وزن کل غده در بوته، وزن غده های با قطر بیشتر از ۵/۵ سانتی متر و عملکرد غده در هکتار در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد. همچنین مقایسه میانگین ها نشان داد که اثرات متقابل زئولیت و نیتروژن بر وزن کل غده در بوته، وزن غده های با قطر بیشتر از ۵/۵ سانتی متر و عملکرد غده در واحد سطح معنی دار بود. بالاترین عملکرد غده با کاربرد مقدار ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۶ تن زئولیت به میزان ۶۱ تن در هکتار به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن و ۶ تن زئولیت در هکتار نداشت. بنابراین با مصرف کمتر کود نیتروژن تا ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار می توان بدون کاهش معنی دار عملکرد، در مصرف کود نیتروژن صرفه جویی به عمل آورد.

واژه های کلیدی: سیب زمینی، نیتروژن، زئولیت، عملکرد

* نویسنده مسئول : E-mail: hmadania@yahoo.com

مقدمه

سیب زمینی با نام علمی *Solanum tubersum* از نظر اهمیت غذایی بعد از گندم، برنج و ذرت مقام چهارم را داراست (۲). اهمیت استراتژیکی و ارزش غذایی سیب زمینی در تغذیه انسان و تنوع آب و هوایی مناطق مختلف کشور، تحقیقات منطقه ای را برای دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح ضروری می سازد (۵). یکی از کودهای مهم که نقش زیادی در افزایش عملکرد محصول دارد، نیتروژن است. بخش عمده نیتروژن مورد نیاز گیاه به صورت نترات (NO_3^-) جذب می شود و تجمع بیش از حد نیتروژن در محصولات نظیر سیب زمینی می تواند سلامت مصرف کننده را به خطر اندازد (۱۴). از طرف دیگر مصرف بیش از حد کود های حاوی نیتروژن سبب آلودگی منابع آب های زیرزمینی و افزایش هزینه های تولید می گردد (۱۳). اگر چه پتانسیل عملکرد سیب زمینی به بیش از ۱۰۰ تن در هکتار می رسد اما عملکرد های بیش از ۴۰ تن در هکتار مطلوب به شمار می روند (۱۸).

دستیابی به کشاورزی پایدار در کنار افزایش عملکرد محصولات کشاورزی و تامین سلامت جامعه از اهداف محققین در بخش کشاورزی است. استفاده از ژئولیت کلینوپتیلولیت در اراضی کشاورزی به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و تمایل زیاد آن برای جذب و نگهداری آمونیم، می تواند نقش موثری در کاهش شستشوی عناصر غذایی خاک به ویژه نیتروژن داشته باشد (۲۱). ژئولیت ها ترکیبات حفره دار و چارچوب های آلومینوسیلیکاتی ($\text{AlO}_4, \text{SiO}_4$) و با ساختمان کریستالی خود مانند غربال مولکولی عمل کرده و به وسیله قابلیت تبادل کاتیونی مناسب و از طرفی جذب انتخابی یون آمونیم که در حفرات و کانال های ژئولیت قرار می گیرد ولی اندازه این حفرات و کانال ها به گونه ای است که مانع از ورود باکتری های نیتریفیکاسیون کننده به داخل ساختمان ژئولیت می شود، بنابراین در حضور ژئولیت کلینوپتیلولیت در خاک نرخ تبدیل آمونیم به نترات کاهش پیدا می کند و این موجب کاهش شستشوی نیتروژن می گردد (۲۱). روزبھانی و همکاران (۱۳۸۳) در منطقه دماوند اثر تراکم بوته و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی را بررسی کردند و نتایج نشان داد که اثر تراکم و کود نیتروژن بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی دار بود (۳). محمود زاده (۱۳۸۷) در بررسی مقادیر مختلف نیتروژن و تاریخ های کاشت سیب زمینی در منطقه اراک اثر معنی دار نیتروژن را بر صفات کمی و کیفی این گیاه گزارش کرد (۱۱). غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۶) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که کود نیتروژن، ژئولیت و اثر متقابل آنها بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان معنی داری بود (۸). قلی زاده و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایش روی گیاه دارویی بادرشبی تحت شرایط تنش به این نتیجه رسیدند که استفاده از ۲۵ گرم ژئولیت در ۱۲ کیلوگرم خاک در شرایط تنش باعث افزایش سطح برگ، تعداد ساقه و برگ، تعداد گل و درصد اسانس می شود (۱۰). غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) به این نتیجه رسیدند که استفاده از ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن با ۹ تن ژئولیت در هکتار می تواند بیشترین افزایش را

در صفات کمی و کیفی کلزا ایجاد کند (۷). توران (۱۹۹۶) در بررسی مقادیر مختلف زئولیت بر خصوصیات کمی و کیفی یونجه در شرایط گلخانه ای به این نتیجه رسید که ارتفاع و وزن خشک کل گیاه به طور معنی داری تحت تاثیر مصرف زئولیت قرار گرفت (۲۷). این آزمایش با هدف بررسی تاثیر کاربرد تلفیقی نیتروژن و زئولیت بر عملکرد کمی و کیفی سیب زمینی در منطقه اراک اجرا شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی واکنش سیب زمینی رقم آگريا نسبت به مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن و زئولیت در منطقه اراک آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت برادران مرادی واقع در کیلومتر ۵ جاده اراک به فراهان با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۶۸ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۷۰۸ متر از سطح دریا در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. میزان بارندگی در سال زراعی مذکور ۲/۲۵۰ میلی متر، میانگین حداکثر و حداقل دمای سالیانه بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی محل آزمایش به ترتیب برابر با ۳۶ و ۵- درجه سانتی گراد بود. این تحقیق بصورت آزمایش فاکتوریل و در قالب بلوک های کامل تصادفی با ۴ سطح زئولیت، ۳ سطح کود شیمیایی نیتروژن و ۳ تکرار انجام شد، مقادیر مختلف کود نیتروژن در سه سطح شامل ۹۶، ۱۸۴ و ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تیمار زئولیت در چهار سطح شامل مقادیر ۰، ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار در نظر گرفته شد. قبل از کاشت آزمون خاک انجام و پس از آماده سازی زمین و عملیات خاک ورزی، زئولیت، کل کود پتاسه و فسفات بر اساس آزمون خاک و به ترتیب از منبع سولفات پتاسیم (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سوپر فسفات تریپل (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کود نیتروژن به میزان یک چهارم از منبع اوره با خاک مخلوط و عملیات کاشت در تاریخ ۲۰ خرداد ماه انجام شد. باقیمانده تیمار کود نیتروژن بصورت سرک داده شد. فاصله ردیف ها ۰/۷۵ متر، فاصله بوته ها روی ردیف ۲۰ سانتی متر و نوع رقم سیب زمینی آگريا حاصل از بذر مینی تیوبر بود.

صفات مورد بررسی در طول دوره رشد شامل تعداد ساقه اصلی در بوته، میانگین طول ساقه اصلی، وزن خشک اندام های هوایی در بوته، وزن کل غده ها در بوته، وزن غده های با قطر بیشتر از ۵/۵ سانتی متر در بوته و عملکرد غده در هکتار بودند. به منظور بررسی وضعیت رشد سیب زمینی در تیمارهای مختلف آزمایشی از تمام کرت ها طی شش مرحله نمونه برداری صورت گرفت. اولین نمونه برداری ۳۰ روز پس از کاشت انجام و پس از آن نمونه برداری های بعدی نیز به طور منظم هر ۱۵ روز یکبار از ۴ بوته به طور تصادفی با رعایت اثر حاشیه ای انجام گرفت، برای اندازه گیری صفت تعداد ساقه اصلی در بوته، در هر نمونه برداری تعداد ساقه های اصلی به طور دقیق شمارش و یادداشت گردید و در انتها میانگین تعداد ساقه اصلی در هر بوته برداشت شده محاسبه گردیده و به عنوان صفت تعداد ساقه اصلی در بوته ثبت

گردید. برای اندازه گیری صفت طول ساقه اصلی پس از برداشت بوته ها از هر کرت طول بلندترین ساقه از محل طوقه تا انتهای ساقه اصلی اندازه گیری شده و میانگین آنها به عنوان طول ساقه اصلی در بوته ثبت گردید. پس از قرار دادن برگ های تر توزین شده هر بوته، به کمک آون در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک برگ ها در بوته با ترازوی دیجیتالی تعیین شد. وزن خشک ساقه نیز پس از قرار دادن ساقه های هر بوته درون آون پس از خشک شدن کامل آنها توزین شده و نتایج به عنوان وزن خشک ساقه یادداشت گردید سپس وزن خشک برگ و ساقه با یکدیگر جمع گردیدند و به عنوان وزن خشک اندام های هوایی یادداشت شدند. پس از برداشت در ۲۰ آبان برای تعیین عملکرد نهایی و اجزا عملکرد سیب زمینی تعداد ۱۴ بوته سیب زمینی به طور کامل از هر کرت برداشت و عملکرد آن ها توزین گردید. به منظور انجام محاسبات آماری و تجزیه واریانس از نرم افزار MSTAT-C استفاده شد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد و نمودارها به کمک نرم افزار Excel ترسیم گردید.

جدول ۱: خصوصیات خاک مزرعه تحقیقاتی

| عمق (cm) | درصد اشباع | هدایت الکتریکی | اسیدیته | درصد مواد خشتی | درصد کربن آلی | قلی سنجی (ppm) | تیتراژ (ppm) | درصد ازت کل | منگنز (ppm) | مس (ppm) | روی (ppm) | آهن (ppm) | درصد شن | درصد سیلت | درصد رمل |
|----------|------------|----------------|---------|----------------|---------------|----------------|--------------|-------------|-------------|----------|-----------|-----------|---------|-----------|----------|
| ۰-۳۰ | ۴۶/۶ | ۱/۱ | ۷/۷ | ۲۰ | ۰/۹ | ۱۰ | ۲۲۰ | ۰/۰۹ | ۷/۶ | ۱/۷ | ۵ | ۶/۴ | ۸ | ۵۲ | ۴۰ |

نتایج و بحث

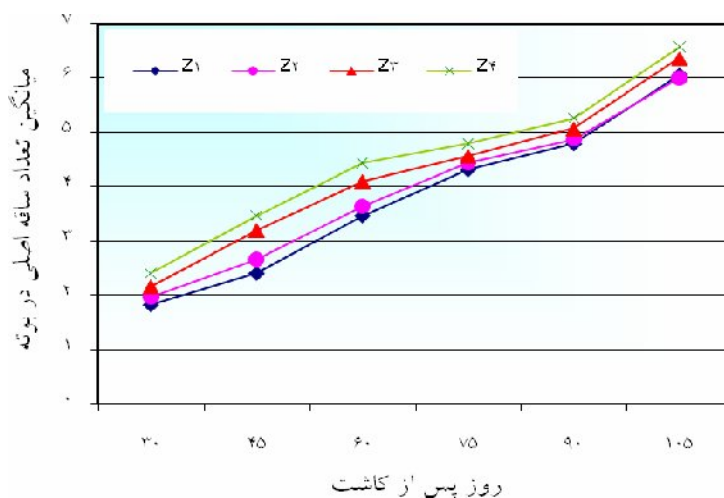
بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف زئولیت تاثیر معنی داری بر تعداد ساقه در بوته گیاه سیب زمینی در مرحله ۳۰ و ۴۵ روز پس از کاشت داشته است و توانست تعداد ساقه در بوته را در این مراحل در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر قرار دهد (جدول ۲)، با توجه به نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین ها، افزایش تدریجی تعداد ساقه در بوته همزمان با افزایش مصرف زئولیت و در زمان رشد رویشی گیاه سیب زمینی است. بیشترین تعداد ساقه مربوط به تیمار مصرف ۶ تن زئولیت در هکتار بود (شکل ۱) و این مسئله می تواند به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری مواد غذایی و به ویژه نیتروژن برای استفاده بیشتر گیاه باشد که با نتایج قلی زاده و همکاران (۱۳۸۵) در گیاه دارویی بادرشی و غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) در کلزا همخوانی دارد (۷ و ۱۰).

همچنین مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن توانست تعداد ساقه در بوته را در مرحله ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۱۰۵ روز پس از کاشت تحت تاثیر قرار دهد. افزایش تدریجی تعداد ساقه در بوته همزمان با افزایش مصرف نیتروژن است و شکل ۲ این مطالب را نشان می دهد. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج فرزانه و همکاران (۱۳۷۸) که گزارش کردند افزایش مصرف کود نیتروژن موجب افزایش تعداد ساقه اصلی در بوته های سیب زمینی می گردد، مطابقت داشت (۹). اثرات متقابل میان مصرف سطوح مختلف ژئولیت و نیتروژن، در مراحل رشد گیاه بر تعداد ساقه اصلی فاقد اثر معنی داری بود.

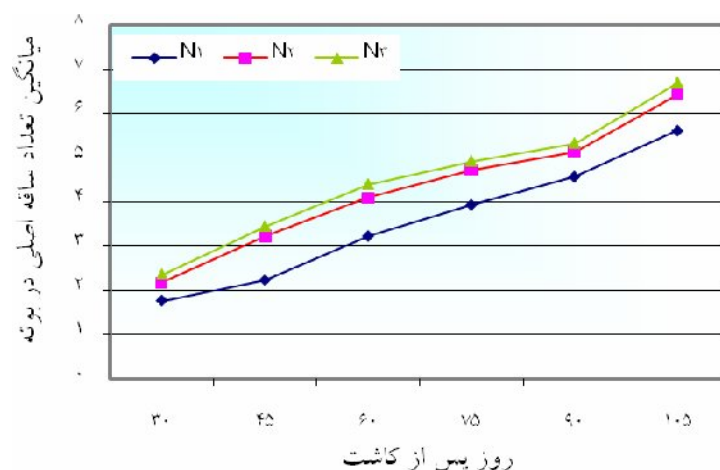
جدول ۲: تجزیه واریانس تعداد ساقه در بوته در مراحل مختلف رشد سیب زمینی رقم آگریا

| میانگین مربعات | | | | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|------------------|
| ۱۰۵ روز پس از کاشت | ۹۰ روز پس از کاشت | ۷۵ روز پس از کاشت | ۶۰ روز پس از کاشت | ۴۵ روز پس از کاشت | ۳۰ روز پس از کاشت | | |
| ۰/۸۸۲ ^{ns} | ۰/۰۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۵۲ ^{ns} | ۰/۳۹۱ ^{ns} | ۰/۲۲۶ ^{ns} | ۰/۱۹ ^{ns} | ۲ | تکرار |
| ۰/۶۴۲ ^{ns} | ۰/۳۴۶ ^{ns} | ۰/۳۷۷ ^{ns} | ۱/۷۴۹ ^{ns} | ۱/۷۴۷ ^{**} | ۰/۵۷ ^{**} | ۳ | ژئولیت |
| ۳/۸۰۵ ^{**} | ۱/۷۹۹ ^{ns} | ۳/۲۸۱ ^{ns} | ۴/۴۷۲ [*] | ۵/۱۰۳ ^{**} | ۱/۱۰۹ ^{**} | ۲ | کود نیتروژنه |
| ۰/۳۶۴ ^{ns} | ۰/۰۲۶ ^{ns} | ۰/۰۲۷ ^{ns} | ۰/۲۰۹ ^{ns} | ۰/۲۰۹ ^{ns} | ۰/۰۳۴ ^{ns} | ۶ | ژئولیت × نیتروژن |
| ۰/۶۴۶ | ۱/۱۰۹ | ۰/۹۹۲ | ۰/۸۴۶ | ۰/۱۴۲ | ۰/۰۳ | ۲۲ | خطا |
| ۱۲/۸۶ | ۲۱/۰۴ | ۲۲/۰۱ | ۲۳/۵۴ | ۱۲/۷۱ | ۸/۳۳ | | ضریب تغییرات (%) |

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند



شکل ۱- مقایسه روند تغییرات تعداد ساقه اصلی سیب زمینی در مقادیر مختلف نیتروژن



شکل ۲- مقایسه روند تغییرات تعداد ساقه اصلی سیب زمینی در مقادیر مختلف زئولیت

نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف زئولیت ارتفاع بلندترین ساقه اصلی گیاه سیب زمینی را در مراحل ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۵ روز پس از کاشت تحت تاثیر قرار داده است. نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین ها نشان داد افزایش تدریجی ارتفاع بلندترین ساقه در بوته همزمان با افزایش مصرف زئولیت در گیاه است، بیشترین ارتفاع بلندترین ساقه اصلی مربوط به تیمار مصرف ۶ تن زئولیت در هکتار بود (شکل ۳). افزایش ارتفاع ساقه با تولید ماده خشک و عملکرد غده همبستگی مثبت دارد. نتایج مشابهی نیز توسط غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) روی کلزا و توران (۲۰۰۶) روی یونجه گزارش شده است. همچنین مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن توانسته است ارتفاع بلندترین ساقه در بوته را در مرحله ۳۰ روز پس از کاشت در سطح احتمال ۵ درصد و ارتفاع بلندترین ساقه در بوته را در مراحل ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵ روز پس از کاشت در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر قرار دهد. مقایسه میانگین ها نیز نشان دهنده افزایش تدریجی ارتفاع بلندترین ساقه در بوته همزمان با افزایش مصرف نیتروژن است (شکل ۴). نتایج به دست آمده از این آزمایش مطابق با نتایجی می باشد که شیرانی راد و احمدی (۱۳۷۴) بیان نمودند (۶). اثر متقابل سطوح مختلف زئولیت و نیتروژن بر ارتفاع بلندترین ساقه اصلی در مراحل رشد گیاه معنی دار نبود (جدول ۳). همان طور که در جدول ۴ ملاحظه می شود مصرف زئولیت تاثیر معنی داری بر وزن خشک کل اندام های هوایی گیاه سیب زمینی در مرحله ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۵ روز پس از کاشت در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین ها نشان داد افزایش تدریجی وزن خشک کل اندام های هوایی در بوته همزمان با افزایش مصرف زئولیت در گیاه است، بیشترین وزن خشک کل اندام های هوایی مربوط به تیمار مصرف ۶ تن زئولیت در هکتار و در زمان رشد رویشی و گل دهی کامل گیاه بود (شکل ۵).

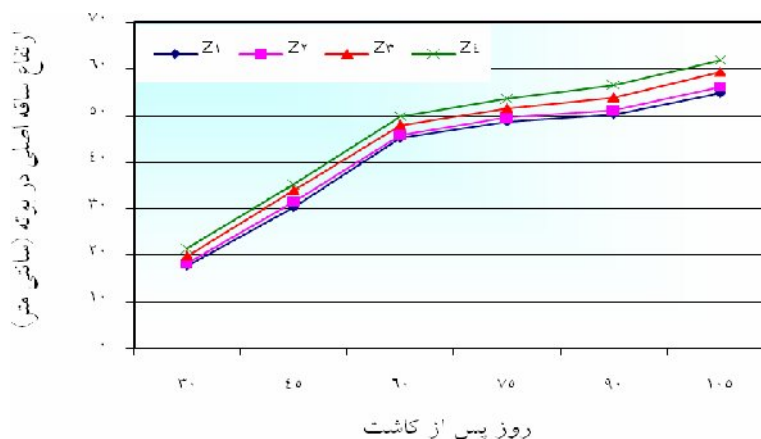
جدول ۳: تجزیه واریانس میانگین ارتفاع بلندترین ساقه اصلی در بوته در مراحل مختلف رشد (سانتی متر)

| میانگین مربعات ارتفاع ساقه اصلی | | | | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------|------------------|
| ۱۰۵ روز پس از کاشت | ۹۰ روز پس از کاشت | ۷۵ روز پس از کاشت | ۶۰ روز پس از کاشت | ۴۵ روز پس از کاشت | ۳۰ روز پس از کاشت | | |
| ۳/۴۳۶ ^{ns} | ۰/۰۶۱ ^{ns} | ۱/۰۲۲ ^{ns} | ۶/۰۰۳ ^{ns} | ۱/۷۰۱ ^{ns} | ۳۵/۳۰۶ ^{ns} | ۲ | تکرار |
| ۹۰/۴۷۰* | ۷۲/۰۴۲** | ۴۲/۰۹۲** | ۳۹/۹۲۲** | ۴۴/۴۱۶ ^{ns} | ۲۵/۳۹۶ ^{ns} | ۳ | ژنوتیپ |
| ۲۷۵/۴۷۰** | ۱۷۹/۴۶۷** | ۱۵۱/۸۵۴** | ۱۳۷/۱۸۳** | ۲۱۶/۴۹۰** | ۵۷/۰۲۲* | ۲ | کود نیتروژنه |
| ۱۰/۴۱۰ ^{ns} | ۶/۲۸۸ ^{ns} | ۳/۷۷۶ ^{ns} | ۵/۷۸۳ ^{ns} | ۵/۳۱۳ ^{ns} | ۲/۸۲۶ ^{ns} | ۶ | ژنوتیپ × نیتروژن |
| ۱۸/۹۹۸ | ۵/۱۸۶ | ۴/۵۰۸ | ۷/۵۸۸ | ۱۶/۸۸۰ | ۱۶/۲۲۳ | ۲۲ | خطا |
| ۷/۵۱ | ۴/۳۰ | ۴/۱۷ | ۵/۸۳ | ۱۲/۵۵ | ۲۰/۸۴ | | ضریب تغییرات (%) |

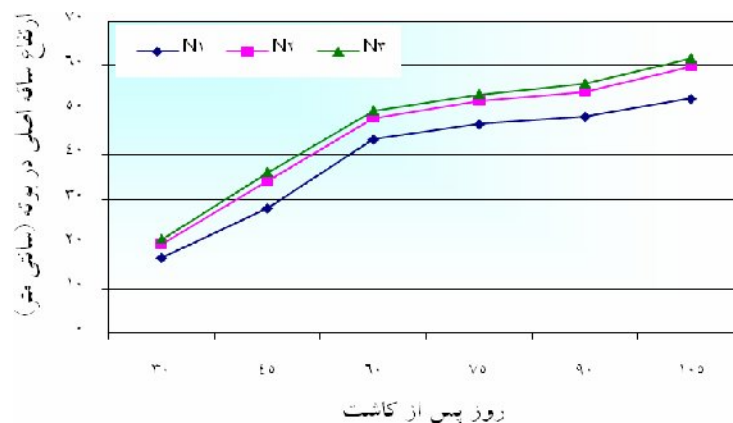
ns, * و **: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشد

کاظمیان (۲۰۰۰) نیز در کلزا نتایج مشابهی گزارش نموده اند (۱۹). همچنین مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن توانست وزن خشک کل اندام های هوایی در بوته را در مرحله ۴۵ روز پس از کاشت در سطح احتمال ۵ درصد و وزن خشک کل اندام های هوایی را در مراحل ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۵ روز پس از کاشت در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر قرار دهد. پس از گلدهی کامل و با شروع رشد زایشی کم کم از وزن خشک اندام هوایی کاسته شد (شکل ۶).

نتایج به دست آمده از این آزمایش مطابق با نتایجی می باشد که ملکوتی و غیبی (۱۳۷۶) و روزبهانی و همکاران (۱۳۸۳) بیان نمودند. اثر متقابل سطوح مختلف ژنوتیپ و نیتروژن بر وزن خشک کل اندام های هوایی در مراحل رشد گیاه معنی دار نبود (جدول ۴).



شکل ۳- مقایسه روند تغییرات ارتفاع بلندترین ساقه اصلی در مقادیر مختلف نیتروژن

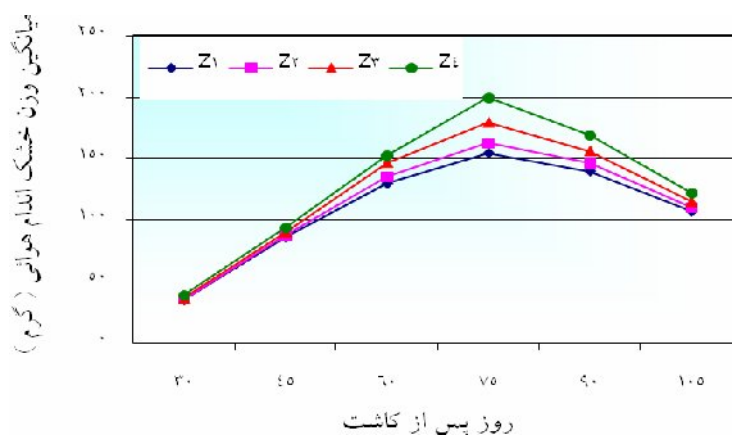


شکل ۴- مقایسه روند تغییرات ارتفاع بلندترین ساقه اصلی در مقادیر مختلف زئولیت

جدول ۴: تجزیه واریانس وزن خشک کل بوته در مراحل مختلف رشد سیب زمینی رقم آگریا (گرم)

| میانگین مربعات | | | | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------|------------------|
| ۱۰۵ روز پس از کاشت | ۹۰ روز پس از کاشت | ۷۵ روز پس از کاشت | ۶۰ روز پس از کاشت | ۴۵ روز پس از کاشت | ۳۰ روز پس از کاشت | | |
| ۲/۹۷۶ ^{ns} | ۱۰۶/۱۵۷ ^{ns} | ۷۳/۰۸۵ ^{ns} | ۸۴/۲۶۱ ^{ns} | ۶۶/۹۷۰ ^{ns} | ۳۲/۱۹۶ ^{ns} | ۲ | تکرار |
| ۳۷۲/۱۱۰ ^{**} | ۱۴۵۶/۵ ^{**} | ۳۶۱۰/۵۶۲ ^{**} | ۹۸۰/۴۸۳ ^{**} | ۹۶/۶۴۹ ^{ns} | ۲۷/۶۲۷ ^{ns} | ۳ | زئولیت |
| ۱۵۶۳/۶ ^{**} | ۶۴۱۶/۵ ^{**} | ۱۱۲۶۷/۵ ^{**} | ۴۷۹۰/۵ ^{**} | ۳۴۳/۵۶۹ [*] | ۲۹/۹۰۵ ^{ns} | ۲ | کود نیتروژنه |
| ۹/۶۵۰ ^{ns} | ۳۱/۲۱۷ ^{ns} | ۱۳۷/۵۵ ^{ns} | ۸۶/۷۴۳ ^{ns} | ۸/۱۸۱ ^{ns} | ۰/۴۶۷ ^{ns} | ۶ | زئولیت × نیتروژن |
| ۵۲/۱۷۵ | ۱۱۲/۳۶۸ | ۲۰۹/۳۱۳ | ۱۳۹/۸۰۹ | ۶۸/۷۲۳ | ۳۲/۲۴۹ | ۲۲ | خطا |
| ۶/۳۶ | ۶/۹۳ | ۸/۳۱ | ۸/۳۸ | ۹/۲۸ | ۱۵/۶۰ | | ضریب تغییرات (%) |

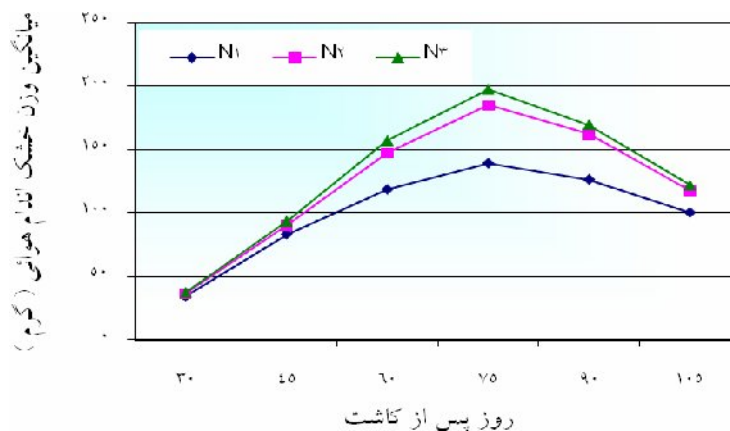
ns, * و ** به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند



شکل ۵- مقایسه روند تغییرات وزن خشک کل اندام هوایی در مقادیر مختلف زئولیت

عملکرد غده

وزن کل غده در بوته در این آزمایش مطابق با جدول ۵ تحت تاثیر مصرف مقادیر مختلف زئولیت در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت و این به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و تمایل زیاد آن برای جذب و نگهداری آمونیوم و جلوگیری از شستشوی عناصر غذایی خاک به ویژه نیتروژن می تواند باشد (۲۱). همچنین مصرف مقادیر مختلف نیتروژن توانست وزن کل غده در بوته را به طور معنی داری در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر قرار دهد.



شکل ۶- مقایسه روند تغییرات وزن خشک کل اندام هوایی در مقادیر مختلف نیتروژن

مصرف کافی کود های نیتروژنه در اوایل فصل رشد سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می گردد (۱۶). بررسی های مولر هاگن (۱۹۹۳)، اوساکی و همکاران (۱۹۹۲)، پروسیا (۱۹۹۳) و هوشمند و ملکوتی (۱۳۷۴) نیز رابطه میان وزن غده در بوته و مصرف نیتروژن را در زراعت سیب زمینی مورد تاکید قرار می دهند (۱۲، ۲۰، ۲۳ و ۲۴).

جدول ۵: تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد و سیب زمینی رقم آگریا

| میانگین مربعات | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|---------------------------|--|-------------------------|------------|------------------|
| عملکرد غده در هکتار (ton) | وزن غده های با قطر بیشتر از ۵/۵ سانتی متر در بوته (kg) | وزن کل غده در بوته (kg) | | |
| ۴۹/۷۱۱ ^{ns} | ۰/۰۰۳ ^{ns} | ۰/۰۱۱ ^{ns} | ۲ | تکرار |
| ۵۱۱/۸۴۹** | ۰/۰۷۴** | ۰/۱۱۲** | ۳ | زئولیت |
| ۴۹۸/۹۶۶** | ۰/۱۳۹** | ۰/۱۱۱** | ۲ | کود نیتروژنه |
| ۸۵/۶۷۵** | ۰/۰۰۹** | ۰/۰۱۹** | ۶ | زئولیت × نیتروژن |
| ۱۸/۱۵۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۴ | ۲۲ | خطا |
| ۱۰/۰۷ | ۷/۲۲ | ۱۰/۰۹ | | ضریب تغییرات (%) |

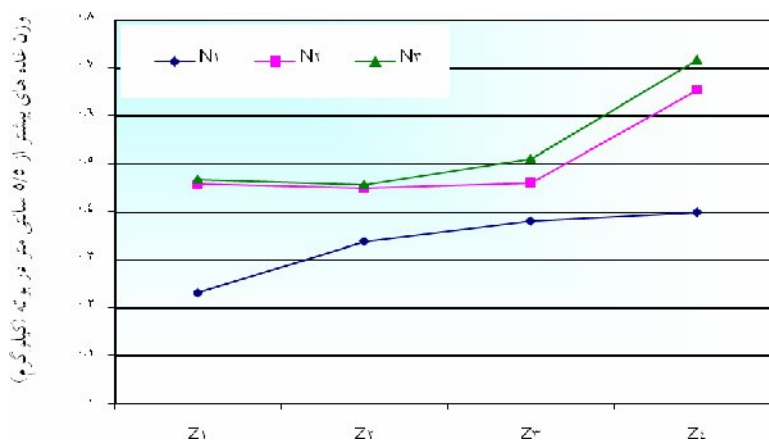
ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند

اثر متقابل مقادیر مختلف زئولیت و نیتروژن بر وزن غده در بوته معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل زئولیت و کود نیتروژن مشخص ساخت، مصرف ۱۸۴ و ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در شرایط مصرف ۶ تن زئولیت در هکتار بالاترین، وزن کل غده در بوته یعنی ۰/۹۱۴ کیلوگرم را موجب گردیده است و کمترین وزن کل غده در بوته به میزان ۰/۴۳۸ کیلوگرم مربوط به تیمار مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و عدم کاربرد زئولیت است. در شرایط مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و مصرف ۶ تن زئولیت در هکتار وزن کل غده در بوته ۰/۹۱۴ کیلوگرم بدست آمده که عملکرد مطلوبی می باشد. بنابراین در شرایط مصرف ۶ تن زئولیت در هکتار و مصرف کمتر کود نیتروژن تا ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار می توان بدون کاهش عملکرد مصرف کود نیتروژن را کاهش داد.

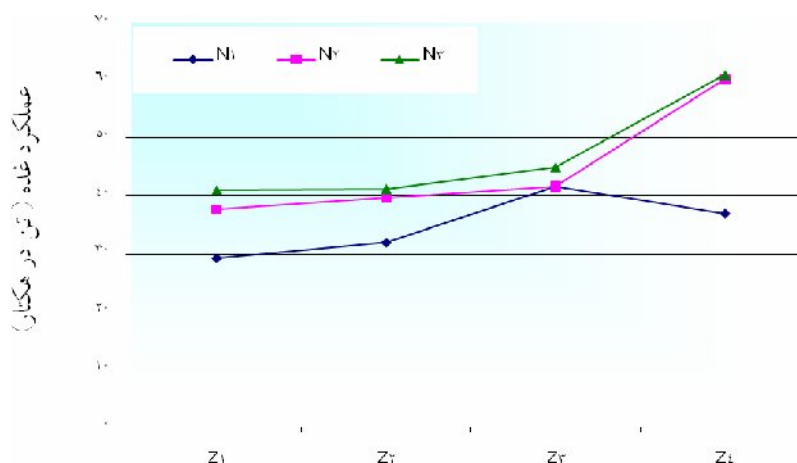
وزن غده های با قطر بیش از ۵/۵ سانتی متر تحت تاثیر مصرف مقادیر مختلف زئولیت در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت. همچنین مصرف مقادیر مختلف نیتروژن توانست وزن غده هایی با قطر بیش از ۵/۵ سانتی متر را به طور معنی داری در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر قرار دهد (جدول ۵). اثر متقابل مصرف مقادیر مختلف زئولیت و نیتروژن در مورد این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل زئولیت و کود نیتروژن مشخص ساخت، مصرف ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در شرایط مصرف ۶ تن زئولیت در هکتار بالاترین وزن غده های با قطر بیش از ۵/۵ سانتی متر در بوته یعنی ۰/۷۱۶ کیلوگرم را موجب گردیده است و کمترین وزن غده های با قطر بیش از ۵/۵ سانتی متر در بوته به میزان ۰/۴۵۷ کیلوگرم مربوط به مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و بدون مصرف زئولیت است (شکل ۷).

مطابق با جدول ۵ عملکرد غده در هکتار تحت تاثیر مصرف مقادیر مختلف زئولیت ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت. همچنین مصرف مقادیر مختلف نیتروژن توانست عملکرد غده در هکتار را به طور معنی داری در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر قرار دهد. این موضوع نشان می دهد برای افزایش وزن غده در بوته نیاز به تغذیه کامل نیتروژن وجود دارد و در این شرایط نیتروژن یک عامل محدود کننده در افزایش وزن غده ها محسوب می گردد. بررسی های هوشمند و ملکوتی (۱۳۷۴) نیز رابطه میان وزن غده در بوته و مصرف نیتروژن را در زراعت سیب زمینی مورد تاکید قرار می دهد (۱۲). نتایج این تحقیق مطابق با گزارشات یزدان دوست همدانی (۱۳۷۸) می باشد که بر تاثیر مصرف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی انجام گردید و طبق گزارشات او کمترین عملکرد با کمترین مصرف نیتروژن حاصل گردید (۱۸). حسندخت و همکاران (۱۳۷۷) و رئیسی و خواجه پور (۱۳۷۱) نیز به همین نتایج دست یافتند و گزارش کردند با افزایش مصرف نیتروژن، متوسط وزن غده ها تا حد معینی افزایش می یابد (۱ و ۴).

اثر متقابل مصرف مقادیر مختلف زئولیت و نیتروژن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده گردید. مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل عملکرد و اجزای عملکرد، عملکرد غده در هکتار با مقادیر مختلف زئولیت ۲، ۴ و ۶ تن در سطح احتمال ۱٪ افزایش یافت. عملکرد غده در هکتار تحت تاثیر مصرف مقادیر مختلف نیتروژن از ۹۲، ۱۸۴ و ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار باعث افزایش عملکرد غده در هکتار همزمان با افزایش مصرف نیتروژن می باشد. مقایسه میانگین اثر متقابل زئولیت و کود نیتروژن مشخص ساخت، مصرف ۹۶ کیلوگرم نیتروژن خالص باعث کاهش عملکرد شد و این ممکن است به دلیل آن باشد که کمبود نیتروژن در اوایل فصل رشد می تواند با تاثیر سوء بر غده بندی، عملکرد را کاهش دهد (۲۲). مصرف ۱۸۴ و ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در شرایط مصرف ۶ تن زئولیت در هکتار بالاترین عملکرد غده در هکتار یعنی ۶۰/۲۶ و ۶۱ تن را موجب گردیده است. عملکرد غده با مقدار ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۶ تن زئولیت ۶۱ تن در هکتار بدست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن و ۶ تن زئولیت نداشت. بنابراین با مصرف کمتر کود نیتروژن تا ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار می توان بدون کاهش معنی دار عملکرد، در مصرف کود نیتروژن صرفه جویی به عمل آورد (شکل ۸).



شکل ۷- مقایسه میانگین وزن غده هایی با قطر بیش از ۵/۵ سانتی متر در بوته با مصرف مقادیر مختلف زئولیت و نیتروژن



شکل ۸- مقایسه میانگین عملکرد غده در هکتار تحت تاثیر مقادیر مختلف زئولیت و نیتروژن

منابع

- ۱- حسندخت، م. ر.، کاشی، ع. ک.، حامدی، م. و غفاری، ه. ۱۳۷۷. بررسی اثر کود دامی و ازت بر صفات کمی و کیفی سیب زمینی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. صفحه ۵۰۲.
- ۲- رضائی، ع. و سلطانی، ا. ۱۳۷۵. زراعت سیب زمینی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۳- روزبهای، آ. و میرزایی، م. م. ۱۳۸۳. اثر تراکم بوته و مقادیر مختلف کود نیتروژن به صورت سرک بر عملکرد سیب زمینی در منطقه دماوند. مجله یافته های نوین کشاورزی. سال اول، شماره ۱، صفحه ۲۱-۱۳.
- ۴- رئیس، ف. و خواجه پور، م. ر. ۱۳۷۱. تاثیر مقادیر کودهای ازت، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد سیب زمینی.
- ۵- زاهدی، م. ح. ۱۳۶۴. زراعت سیب زمینی. انتشارات سازمان ترویج کشاورزی. ۴۴ صفحه.
- ۶- شیرانی راد، ا. م. و احمدی، م. ۱۳۷۴. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر صفات زراعی دو رقم کلزای پاییزه. مجله نهال و بذر جلد ۱۱. شماره ۲. صفحه ۴۹.
- ۷- غلامحسینی، م.، آقا علیخانی، م. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۷. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر عملکرد کمی و کیفی علوفه کلزای پاییزه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۴۵. صفحه ۵۴۸-۵۳۷.
- ۸- غلامحسینی، م.، فلاوند، ا.، مدرس ثانوی، ع. م. و جمشیدی، ا. ۱۳۸۶. تأثیر کاربرد کمپوست های زئولیتی در اراضی شنی بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان. مجله علوم محیطی، سال پنجم، شماره اول، صفحه ۳۶-۲۳.
- ۹- فرزانه، س. م.، ضعیفی زاده، ر.، سیدشریفی، م.، دهقان شعار، ن. و اسودی، ج. ۱۳۸۵. تعیین مناسب ترین سطوح کودی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر تولید بذر چغندر قند در منطقه اردبیل. مجله چغندر قند، ۲۲: ۷۹-۸۹.
- ۱۰- قلی زاده، آ.، اصفهانی، م. و عزیزی، م. ۱۳۸۵. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنشینی. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شماره ۷۳. صفحه ۱۰۲-۹۶.

- ۱۱- محمود زاده، م. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر مصرف مقادیر مختلف نیتروژن در تاریخ های مختلف کاشت در شرایط حضور و عدم حضور علف های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.
- ۱۲- ملکوتی، م. ج. و هوشمند، س. ۱۳۷۴. چگونگی استفاده از کود های شیمیایی آلی در افزایش تولید سیب زمینی در ایران. نشریه فنی. شماره ۱. معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان نفت.
- ۱۳- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد به بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات نشر آموزش کشاورزی
- ۱۴- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹. کنترل غلظت نترات در سیب زمینی، پیاز و سبزیها ضرورتی انکار ناپذیر در حفظ سلامتی جامعه. خاک و آب. ویژه نامه کشاورزی پایدار. جلد ۱۲. شماره ۶: ۹-۱.
- ۱۵- ملکوتی، م. ج. و غیبی، م. ن. ۱۳۷۶. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. نشریه شماره ۱۱. نشر آموزش کشاورزی. کرج.
- ۱۶- مؤدب شبستری، م. و مجتهدی، م. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی.
- ۱۷- هوشمند، س. ۱۳۷۷. بررسی تاثیر مقادیر نیتروژن و پتاسیم بر ماده خشک غده و اندام هوایی در سیب زمینی، ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.
- ۱۸- یزدان دوست همدانی، م. ۱۳۷۸. بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر رشد و عملکرد سیب زمینی. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

- 19- kazemian, H. 2000. Recent research on the Iranian natural zeolite resource (Areview). Access in Nanoporous Materias-II. Banff, Alberta, Canada.
- 20- Molerhagen, P. J. 1993. The influence of nitrogen fertilizer application on tuber yield and quality in three potato varieties grown at different locations in Norway. Norsk – land bruks for sking. 7:279-296.
- 21- Mumpton, F. 1999. La roca magica: Uses of natural zeolite in agriculture and industry. National acad. Sci. 96:3467-3470.
- 22- Oern, B. C. and Vitosh, M. L. 1995. Influence of applied on potato. Part I: yield, quality and nitrogen uptake. Am. Potato J. 72:51-63.
- 23- Osaki, M., Sagara, K. and Tanaka, A. 1992. Effect of nitrogen application on growth of various organs of potato plant. Japanese jornal of soil science and plant nutron. 63:46-52.
- 24- Prospa, B. U. 1996. The effects of nitrogen rates and planting dates on nitrate content in potato tubers. Biuletyn-Institutu-Ziemniaka. 42:29-37.
- 25- Reda, S., Lojkowska, E. and Jasterzebska, Z. 1993. The influence of nitrogen fertilizer application on nitrate content in potato tubers. Biuletyn-Institutu-Ziemniaka. 46:73-81.
- 26- Shaw. J. W. and Andrews, R. 2001. Cation exchange capacity affects greens truf growth. Course Manag. 73-77.
- 27- Turan, Z. M. 2006. Effect of natural zeolite on growth and yield of Medicago Sativa L. Journal of agronomy. 5: 118-121.

