مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱
صفحات ۵۶-۳۹

تاثیر نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک بر رشد رویشی، جذب عناصر نیتروژن و پتاسیم در مینی تیوبر سیب زمینی تحت شرایط گلخانه ای

Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato minituber in greenhouse condition

الهام قاسمی[1*]، محمدرضا توکلو[1]، حمیدرضا ذبیحی[2]

چکیده

به منظور بررسی اثرات ترکیبات حاوی نیتروژن و پتاسیم همچنین اسید هیومیک بر جذب عناصر نیتروژن و پتاسیم بر روی مینی تیوبرهای سیب زمینی رقم ساوالان، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ۶ تکرار اجرا گردید. در این آزمایش عامل A شامل سه سطح کود اوره (۰، ۱۰۰و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود که در زمان کاشت و به صورت سرک در زمان طویل شدن ساقه مورد استفاده قرار گرفت، عامل B شامل سه سطح کود پتاسیم (۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در زمان کاشت و عامل C شامل دو سطح اسید هیومیک (بدون محلول پاشی و ۲ لیتر در هکتار محلول پاشی) یک هفته قبل از خاک دهی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان دادند که بیشترین سطح برگ، ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی به اندام زیر زمینی و تعداد برگ در تیمارهای کاربرد ۲۰۰ کیلو گرم کود نیتروژن و تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلو گرم کاربرد پتاسیم مشاهده شد. در تمام صفات مطالعه شده کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش از تیمار شاهد شد، به طوری که کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش ۱۰ درصدی تعداد برگ و افزایش ۲۸ درصدی وزن خشک اندام زیرزمینی شد. بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان اظهار داشت که با کاربرد اسید هیومیک همراه با کودهای نیتروژن و پتاسیم می‌توان تولید محصولات زراعی را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، پتاسیم، هومیک اسید، جذب، مینی تیوبر سیب زمینی

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بجنورد. گروه زراعت و اصلاح نباتات، بجنورد، خراسان رضوی، ایران
۲- تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، مشهد، خراسان رضوی. ایران
* نویسنده مسئول: Elham-ghasemi65@yahoo.com

مقدمه

سیب زمینی (Solanum tuberosum) یکی از محصولات غده‌ای مهم است که نقش مهمی در تغذیه مردم جهان و اقتصاد کشاورزی دارد (Haase et al., 2007). سیب زمینی در اکثر نواحی جهان در محدوده عرض جغرافیایی ۶۵ درجه‌ی شمالی تا ۴۵ درجه جنوبی و تا ارتفاع بیش از ۳۵۰۰ متر از سطح دریا کشت می‌شود (Islam et al., 1993). کشاورزان در تلاشند تا با رفع کمبود مواد غذایی و استفاده از عملیات مدیریتی صحیح، تولید محصول را به توان ژنتیکی نزدیک کنند (Rehman et al., 2002).

تولید هر تن غده سیب زمینی موجب جذب و استخراج ۸-۴/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از خاک توسط اندام‌های هوایی و غده‌ها می‌شود (رئیسی و خواجه پور، ۱۳۷۱). رقم‌های جدید سیب زمینی به نسبت‌های بالای کود نیتروژن نیاز دارند (Errebhi et al., 1999). فراوانی نیتروژن موجب تحریک رشد رویشی می‌شود و غده بندی را به تأخیر می‌اندازد، ولی تا زمانی که سایر عوامل محیطی و گیاهی محدودکننده نگردند، موجب افزایش رشد غده و عملکرد می‌گردد (Griffin and Hesterman, 1991). هنگامی که گیاه در شرایط غیر عادی از جمله مصرف بیشتر از حد کود نیتروژن رشد نماید، تولید پروتئین کاهش یافته و نیتروژن به شکل غیرپروتئینی در گیاه تجمع می‌یابد. نیترات یکی از شکل‌های غیرپروتئینی است که مصرف بیش از حد آن در زنجیره غذایی باعث سمیت می‌شود.

(Doring et al., 2005)

مصرف بی رویه کودهای نیتروژنه سبب می‌شود که حتی گیاهانی که در شرایط عادی نیترات را در اندام‌های خود ذخیره نمی‌کنند، این ماده را به مقدار زیاد تجمع نمایند (Dininitrieva et al., 1990). پایتون (Payton, 1990) گزارش کرد که مصرف بهینه کود نیتروژن، وزن خشک گیاه، تعداد غده، وزن غده و خصوصیات کیفی و کمی غده‌ها را افزایش داده ولی مصرف بیش از حد آن سبب تاخیر در نمو و کاهش خصوصیات کیفی و کمی غده‌ها گردید.

پتاسیم مانند نیتروژن جزء عناصر پر مصرف مورد نیاز گیاه می‌باشد و به صورت یون جذب گیاه می‌شود. پتاسیم بیشتر جنبه کاتالیزری دارد ولی در استحکام و ساختن پیکره گیاه نیز نقش دارد (Sharma and Arora, 1989). نظام الدین و یاپینگ (Nizamudin et al., 2003) آزمایشی را به منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن، پتاسیم و فسفر بر رشد و عملکرد سیب زمینی انجام دادند. در این آزمایش ۵ ترکیب NPK به همراه شاهد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج افزایش عملکرد سیب زمینی را به میزان ۲۱ تا ۱۱۰% نسبت به شاهد (۲۱ تن در هکتار) نشان داد.

مواد آلی خاک تاثیر کنترل کننده‌ای بر باروری خاک دارد که بدون آن لایه سطحی زمین را به سختی می‌توان به عنوان خاک در نظر گرفت (Hopkins and Stark, 2003). اسید هیومیک و اسید فولویک از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ استخراج می‌شود که در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت‌اند (Sebahattin and Necedet, 2005). اسید هیومیک در اثر تجزیه مواد آلی به ویژه مواد با منشا گیاهی به وجود می آید و در خاک، زغال سنگ و پیت یافت می شود و با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰۰- ۳۰۰۰۰ سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر میکرو می‌گردد (Mackowiak et al., 2001). کاربرد اسید هیومیک در گیاه به صورت محلول پاشی و خاکی موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکنین و جیبرلین در گیاه می‌شود (Abdel-Mawgoud et al., 2007)، اسید هیومیک از طریق افزایش رشد گیاه به خصوص ریشه‌ها، میزان فتوسنتز، جذب عناصر غذایی، سطح برگ، بیوماس گیاهی و نفوذ پذیری بافت‌های گیاهی می‌شود (Chen and Aviad, 1990). کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول پاشی و کاربرد در خاک موجب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک و کارایی عناصر غذایی در گیاه می‌شود (Adani et al., 1998). کاربرد اسید هیومیک در سیستم آبیاری تحت فشار در مزرعه موجب

افزایش ۵ درصدی عملکرد و سطح ریشه سیب زمینی شد، همچنین مصرف اسید هیومیک در این مزارع موجب کاهش مصرف کودهای نیتروژن و فسفر به میزان ۵ و ۱۵/۱ درصد شد (Ghabbour and Davies, 2000).

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی اثر کاربرد سطوح کود نیتروژن و پتاسیم و کاربرد اسید هیومیک بر مینی تیوبر سیب زمینی و تعیین بهترین تیمار برای رشد مینی تیوبر سیب زمینی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز سال ۱۳۸۸ در گلخانه‌ای واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی - ایستگاه طرق انجام شد. به منظور بررسی اثرات کودهای نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک بر جذب عناصر نیتروژن و پتاسیم توسط مینی تیوبرهای سیب زمینی رقم ساوالان، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ۶ تکرار اجرا گردید. در این آزمایش عامل A شامل سه سطح کود اوره (۰، ۱۰۰و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود که در زمان کاشت و به صورت سرک در زمان طویل شدن ساقه مورد استفاده قرار گرفت، عامل B شامل سه سطح کود پتاسیم (۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در زمان کاشت و عامل C شامل دو سطح کود اسید هیومیک (بدون محلول پاشی و ۲ لیتر در هکتار محلول پاشی) یک هفته قبل از خاک دهی مورد استفاده قرار گرفت. مینی تیوبرهای مورد استفاده توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تامین گردید که دارای میانگین وزنی ۱/۵ گرم بودند.

خاک مناسب با بافت لومی رسی به گلخانه منتقل شد. خصوصیات خاک مورد استفاده در جدول (۳) ذکر گردیده است. نمونه خاک فاقد شوری و سایر عوامل محدود کننده ی رشد از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. سپس درهر کیسه ی پلاستیکی به مقدار ۱۰ کیلوگرم خاک ریخته شد. تیمارهای کودی بر اساس روش آزمایش به خاک درون کیسه‌های پلاستیکی اضافه گردید. پس از رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی، خاک درون کیسه‌های پلاستیکی به خوبی مخلوط شد. در ابتدا یک سوم حجم خاک هر پلاستیک به درون گلدان منتقل شد و مابقی خاک به صورت سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. بدین منظور از گلدان هایی پلاستیکی با عمق ۲۶ و قطر ۲۴ سانتی متر استفاده گردید. ابتدا کلیه مینی تیوبرها با استفاده از قارچ کش کاربندازیم به نسبت ۲ در هزار ضدعفونی گردیدند، سپس یک سوم حجم گلدان خاک ریخته شد و یک عدد مینی تیوبر در عمق ۴ سانتی متری کشت شد. تیمارها درون گلخانه با حداقل دمای ۱۲ و حداکثر دمای ۳۰ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. آزمایش تا ۶۰ روز پس از جوانه زنی غده‌ها ادامه پیدا کرد.

اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت انجام گردید سپس گلدان‌ها به طور مرتب در حد ظرفیت زراعی مزرعه (خروج آب از انتهای زهکش گلدان) آبیاری شدند. اسید هیومیک یک هفته پس از اولین خاک دهی به صورت محلول پاشی در اختیار گیاه قرار گرفت. برای مبارزه با پوسیدگی فوزاریومی از قارچ کش تماسی- سیستمیک ایپرودیون+کاربندازیم ۵۲/۵% به میزان ۲ گرم در لیتر استفاده شد. پس از ۹۰ روز از اعمال تیمارهای مورد صفات زیر شامل ارتفاع، وزن تر اندام هوایی، وزن تر اندام زیرزمینی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک اندام زیرزمینی، وزن تر تک برگ، وزن خشک تک برگ، محتوای کلروفیل، شاخص سطح برگ و اندازه گیری نیتروژن و پتاسیم در گیاهان تیمار شده اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، که تیمار نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک و اثرات متقابل آن‌ها تاثیر معنی داری ($p < ۰/۰۱$) بر روی ارتفاع گیاهان در هنگام برداشت، داشت (جدول۱). در بین تیمارهای نیتروژن، ارتفاع بوته در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۵۷/۶۴ سانتی متر در مقایسه با شاهد (۳۵/۶۱۱ سانتی متر) ۳۹ درصد افزایش نشان داد. در بین سطوح پتاسیم، بیشترین ارتفاع

با ۴۹/۹۹ سانتی متر مربوط به سطح کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین ارتفاع با ۳۸/۹۷ سانتی متر به عدم کاربرد پتاسیم اختصاص داشت. کاربرد اسید هیومیک (۴۳/۶ سانتی متر) در مقایسه با عدم کاربرد اسید هیومیک (۴۵/۹ سانتی متر) موجب افزایش ارتفاع گردید (جدول۲). در اثر متقابل پتاسیم و نیتروژن بیشترین ارتفاع بوته در پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۶۱/۹۱ سانتی متر و کمترین ارتفاع در عدم تیمار پتاسیم و نیتروژن با ۲۸/۸۵ سانتی متر مشاهده شد (جدول۴).

در بر همکنش پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین ارتفاع درتیمار پتاسیم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک با ۵۰/۲۷ سانتی متر و کمترین ارتفاع در عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک با ۳۶/۳۸ سانتی متر مشاهده شد (جدول۵). در تاثیر سطوح مصرف متقابل نیتروژن و اسید هیومیک بیشترین ارتفاع در بوته در کاربرد نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک با ۵۹/۱۶ سانتی متر و کمترین ارتفاع در نیتروژن شاهد و عدم کاربرد اسید هیومیک با ۳۲/۱۶ سانتی متر مشاهده شد (جدول۶). در بر همکنش نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین ارتفاع بوته درتیمار نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک با ۶۳/۱۶ سانتی متر مشاهده شد (جدول۳). می‌توان دلیل افزایش ارتفاع را در تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را به این دلیل دانست که کاربرد نیتروژن می‌تواند موجب افزایش فتوسنتز و رشد رویشی اندام‌ها شود. نتایج تحقیقات (Xiumei and Yaping, 2003) نشان داد که کاربرد پتاسیم باعث افزایش رشد رویشی، افزایش عملکرد غده می‌شود.

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات مورفولوژیک و درصد عناصر موجود در تیمارهای مختلف پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک بر روی مینی تیوبر سیب زمینی

Table 1- Analysis of variance for morphological characteristics and minerals content in different potassium, nitrogen and humic acid treatments on potato minitubers

منابع تغییر(S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	ارتفاع بوته(سانتی متر) (Height)	وزن خشک اندام زیرزمینی(گرم) (Root dry weight)	وزن خشک اندام هوایی(گرم) (shoot dry weight)	وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی (Root dry weight to shoot dry weight)	سطح برگ (سانتی متر مربع) (LAI)	تعداد برگ (Leaf number)	درصد پتاسیم در اندام هوایی (Percent of potassium in shoot)	درصد پتاسیم در اندام زیرزمینی (Percent of potassium in underground part of plant)	درصد نیتروژن در اندام هوایی (Percent of nitogen in shoot)	درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی (Percent of nitrogen in underground part of plant)
Nitrogen (A)	2	4747/91**	17/414**	2/784**	0/339**	638/420**	23/928**	2/954**	5/991**	5/71**	0/909**
Potassium (B)	2	1006/36**	19/162**	6/751**	0/094**	8057/3**	24/3**	13/941**	23/115**	0/677**	0/023**
Humic acid (C)	2	141/48 **	10/138**	6/341**	0/136**	5051/20**	26/403**	3/86**	4/428**	0/408**	0/264**
B × A	4	14/321 **	1/043**	0/073**	0/131**	5131/56**	5/076**	4/34**	7/023v**	0/305**	0/054**
A×C	2	226/25**	1/715**	0/335**	0/81**	118/06**	0/188^{ns}	0/025^{ns}	0/736**	0/285**	0/004^{ns}
B× C	2	65/95**	1/614**	0/374**	0/044**	1717/43**	4/175*	0/111^{ns}	1/344**	0/215**	0/022^{ns}
A× B× C	4	62/949**	0/588**	0/076**	0/134**	810/28**	1/245^{ns}	0/264**	1/567**	0/422**	0/02^{ns}
Eror	90	3/222	0/033	0/012	0/006	84/106	0/976	0/09	0/087	0/091	0/0134
CV		4/01	9/57	8/89	11/665	9/063	13/33	7/252	7/625	6/852	7/145

عدم معنی داری^{ns}، تفاوت معنی دار در سطح ۱درصد،** تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد*

* Significant difference in P≤0.05, ** Significant difference in P≤0.01, Non Significant

جدول ۲- مقایسه میانگین سطوح نیتروژن، سطوح پتاسیم و سطوح اسید هیومیک بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مینی تیوبر سیب زمینی

Table2- Mean comparison of nitrogen, potassium and humic acid levels on morphological and physiological traits of potato minitubers

صفات (Trait)	ارتفاع بوته(سانتی متر) (Height)	وزن خشک اندام زیرزمینی(گرم) (Root dry weight)	وزن خشک اندام هوایی(گرم) (shoot dry weight)	وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی (Root dry weight to shoot dry weight)	سطح برگ (سانتی متر مربع) (LAI)	تعداد برگ (Leaf number)	درصد پتاسیم در اندام هوایی (Percent of potassium in shoot)	درصد پتاسیم در اندام زیرزمینی (Percent of potassium in underground part of plant)	درصد نیتروژن در اندام هوایی (Percent of nitogen in shoot)	درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی (Percent of nitrogen in underground part of plant)
سطوح نیتروژن (Nitrogen levels)										
1	35/611 c	1/256 c	8/917 c	0/774 c	96/4 c	6/59 c	3/864 c	3/435 c	3/963 c	1/473 c
2	41/027 b	1/875 b	10/64 b	0/686 b	102/79 b	7/41 b	4/113 b	4/245 a	4/962 b	1/607 b
3	57/649 a	2/644 a	13/847 a	0/59 c	104/67 a	8/22 a	4/435 a	3/927 b	4/718 a	1/79 a
سطوح پتاسیم (Potassium levels)										
1	38/972 c	1/239 c	7/159 c	0/683 c	88/61 c	6/53 c	3/435 c	2/957 c	4/271 b	1/543 b
2	45/982 b	1/845 b	11/299 b	0/74 a	90/219 b	7/53 b	4/356 b	4/187b	4/544 a	1/683 a
3	49/99 a	2/692 a	14/949 a	0/638 b	117/6 a	8/15 a	4/621 a	4/462 a	4/428 a	1/653 a
سطوح هیومیک (Humic acid levels)										
شاهد (Control)	43/61 b	1/619 b	8/955 b	0/65 b	94/35b	6/91b	3/94b	3/66 b	4/21 b	1/574 b
۲لیتر در هکتار (Two litre per hectare)	45/9a	2/232a	13/31a	0/72a	108/03a	7/9 a	4/32 a	4/071a	4/616a	1/672a

در هر ستون میانگین های که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی داری نمی باشند

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level

وزن خشک اندام زیرزمینی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن خشک اندام زیرزمینی در بوته معنی دار ($p < ۰/۰۱$) است (جدول۱). در بین سطوح نیتروژن، کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۲/۶۴۴ گرم و عدم کاربرد نیتروژن با ۱/۲۵۶ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک اندام زیرزمینی در بوته را دارا بودند. کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار با ۲/۶۹۲ گرم و شاهد با ۱/۲۳۹ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک اندام زیرزمینی در بوته را دارا بودند و کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش وزن خشک اندام زیرزمینی شدند (جدول۲).

در اثر متقابل پتاسیم و نیتروژن بیشترین وزن خشک اندام زیرزمینی در بوته در پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۳/۳۸گرم و کمترین وزن خشک اندام زیرزمینی در پتاسیم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۰/۷۷ گرم مشاهده شد (جدول۴). در بر همکنش نیتروژن و اسید هیومیک بیشترین وزن خشک اندام زیرزمینی در بوته در نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک با ۳/۲ گرم و کمترین وزن خشک اندام زیرزمینی در عدم کاربرد نیتروژن و اسید هیومیک با ۱/۰۵ گرم مشاهده شد (جدول۲). در بر همکنش پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین وزن خشک اندام زیرزمینی در بوته

در پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک با ۳/۱۵ گرم و کمترین وزن خشک اندام زیرزمینی در عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک با ۱/۱۷ گرم مشاهده شد (جدول۵). در بر همکنش نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین وزن خشک اندام زیرزمینی در بوته در تیمار پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن ۲۰۰کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک با ۳/۹۷ گرم و کمترین وزن خشک اندام زیرزمینی در عدم کاربرد پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک مشاهده شد (جدول۳). احتمالاً می‌توان افزایش وزن خشک ریشه را در کاربرد هیومیک به این دلیل دانست که اسید هیومیک با اثرات شبه هورمونی که دارد موجب افزایش رشد ریشه و بالطبع افزایش وزن خشک ریشه می‌شود. تان و تانتیویرامانوند (Tan and Tantiwiramond, 1983) اثر اسید هیومیک و اسید فولویک را در کشت بر روی بستر شن بر روی رشد سویا بادام زمینی و شبدر بررسی کردند و دریافتند که وزن ریشه‌ها و گره‌ها در پاسخ به مقادیر ۴۰۰ تا ۸۰۰ میلی گرم اسید هیومیک افزایش یافت. 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 زیر زمینی شده است. می‌توان دلیل افزایش وزن خشک اندام زیر زمینی را با 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.

جدول۳ -نتایج مقایسه میانگین بر همکنش سطوح پتاسیم، سطوح نیتروژن و سطوح اسید هیومیک بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیکی مینی تیوبر سیب زمینی

Table3- Mean comparison of interaction effects for potassium, nitrogen and humic acid treatments on morphological and physiological characteristics potato minitubers

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen Levels	سطوح پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium Levels	سطوح اسید هیومیک(لیتر در هکتار) Humic acid levels	ارتفاع بوته(سانتی متر) (Hight)	وزن خشک اندام هوایی(گرم) (shoot dry weight)	وزن خشک اندام زیرزمینی(گرم) (Root dry weight)	وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی (Root dry weight to shoot dry weight)
0	0	0	25/83^{k}	0/43^{h}	0/61^{j}	0/71^{def}
		2	31/66^{j}	0/66^{g}	0/93^{i}	0/71^{def}
	75	0	34/5^{i}	0/8^{f}	1/005^{i}	0/8^{cd}
		2	40/66^{g}	1/19^{d}	1/31^{h}	0/91^{ab}
	100	0	36/16^{e}	1/23^{e}	1/55^{h}	0/79^{cd}
		2	44/83^{hi}	1/61^{e}	2/12^{g}	0/76^{cd}
100	0	0	32/16^{f}	0/67^{d}	1/58^{g}	0/43^{cde}
		2	37/83^{h}	0/86^{gf}	0/89^{i}	0/96^{a}
	75	0	47/16^{g}	0/97^{c}	1/20^{g}	0/81^{i}
		2	37/83^{e}	1/55^{g}	1/84^{f}	0/84^{cd}
	100	0	48/33^{h}	1/26^{c}	2/35^{d}	0/54^{bc}
		2	42/83^{e}	1/76^{d}	3/37^{d}	0/52^{h}
200	0	0	51/16^{f}	0/88^{b}	1/32^{b}	0/76 ^{h}
		2	55/16^{d}	1/24^{gf}	2/08^{h}	0/60^{efg}
	75	0	56/56^{c}	1/16^{d}	2/15de	0/53^{h}
		2	59/16^{b}	1/84^{b}	3/54^{b}	0/52^{h}
	100	0	60/66^{b}	1/51^{a}	2/78^{c}	0/54^{h}
		2	63/16^{a}	1/57^{a}	3/97^{a}	0/65^{fg}

در هر ستون میانگین های که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد مطابق آزمون دانکن دارای تفاوت معنی داری نمی باشند

ادامه جدول-۳ نتایج مقایسه میانگین بر همکنش سطوح پتاسیم، سطوح نیتروژن و سطوح اسید هیومیک بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مینی تیوبر سیب زمینی

Con. Table3. Mean comparison of interaction effects for potassium, nitrogen and humic acid treatments on morphological and physiological characteristics potato minitubers

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) (Nitrogen levels)	سطوح پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) (Potassium levels)	سطوح اسید هیومیک (لیتر در هکتار) Humic acid levels	سطح برگ (سانتی متر مربع) (LAI)	تعداد برگ (Leaf number)	درصد پتاسیم در اندام هوایی(Percent of potassium in shoot)	درصد پتاسیم در اندام زیرزمینی (Percent of potassium in underground part of plant)	درصد نیتروژن در اندام هوایی(Percent of nitogen in shoot)	درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی (Percent of nitrogen in underground part of plant)
0	0	0	38/33 g	4/26 a	2/48 i	0/76 j	2/48 f	1/26 f
		2	85/38 ef	6/16 f	3/36 j	2/69 j	4/3 d	1/48 f
	75	0	100/8 cd	6/83 cdef	3/73 hi	3/59 fgh	4/39 cd	1/58 ef
		2	101/33 cd	7/66 bcd	3/83 gh	4/16 de	3/98 e	1/44 f
	100	0	121/41 c	7/06 cdef	4/78 abc	4/85 ab	4/2 de	1/36 ef
		2	125/21 ab	6/98 cdef	4/98 ab	4/54 bc	4/41 cd	1/59 de
100	0	0	88/16 ab	7/633 cdef	2/95 k	3/44 h	4/57 cd	1/505 ef
		2	122/31 b	8 bc	3/42 bcd	3/95 ef	5/04 cd	1/62 cde
	75	0	104/51 fg	6/416 def	4/69 ij	5/07 a	4/45a	1/62 cde
		2	104/08 c	7/06 cd	5/19 a	4/80 ab	5/13a	1/77 abc
	100	0	91/16 c	7/66 cdef	4/06 fgh	3/89 ef	3/94 e	1/52 ef
		2	106/5 ef	7/5 bcd	4/34 def	4/31 cd	4/22 de	1/6de
200	0	0	96/0 c	7/83 bc	4/11 fg	3/39 h	4/5 cd	1/6 de
		2	101/5 cde	6/33 ef	4/27 ef	3/5 gh	4/71 bc	1/72 bcd
	75	0	83/43 f	8/16 bc	4/16 fg	3/64 fgh	4/55 cd	1/83 ab
		2	89/15 ef	7/83 bc	4/52 cde	3/85 efg	4/75 abc	1/91 a
	100	0	119/33 b	8/66 b	4/55 cde	4/35 cd	4/72 abc	1/78 abc
		2	136/78 a	10/33 a	4/99 ab	4/81 ab	4/98 ab	1/89 a

در هر ستون میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد مطابق آزمون دانکن دارای تفاوت معنی داری نمی‌باشند

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین بر همکنش سطوح نیتروژن و سطوح پتاسیم بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مینی تیوبر سیب زمینی

Table 4-Mean comparison of interaction effects for potassium and nitrogen treatments on morphological and physiological characteristics potato minitubers

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) (Nitrogen levels)	سطوح پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) (Potassium levels)	ارتفاع بوته(سانتی متر) (Hight)	وزن خشک اندام زیرزمینی(گرم) (Root dry weight)	وزن خشک اندام هوایی(گرم) (shoot dry weight)	وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی (Root dry weight to shoot dry weight)	سطح برگ (سانتی متر مربع) (LAI)	تعداد برگ (Leaf number)	درصد پتاسیم در اندام هوایی(Percent of potassium in shoot)	درصد پتاسیم در اندام زیرزمینی (Percent of potassium in underground part of plant)	درصد نیتروژن در اندام هوایی(Percent of nitogen in shoot)	درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی (Percent of nitrogen in underground part of plant)
0	0	28/85 f	0/77 f	0/55 f	0/71 ab	61/85 c	5/21 c	2/92 d	1/73 d	3/93 d	1/35 e
	75	3/58 g	1/16 e	0/99 d	0/85 a	101/06 b	7/25 b	3/78 c	3/87 b	4/18 c	1/47 d
	100	40/5 e	1/83 c	1/42 b	0/77 ab	126/31 a	7/3 b	4/88 a	4/69 a	4/3 bc	1/56 cd
100	0	35 f	1/24 de	0/76 e	0/69 bd	10/24 b	7/2 b	3/18 d	3/69 bc	4/81 a	1/56 cd
	75	42/5 e	1/52 cd	1/26 bc	0/82 a	104/3 b	7/36 b	4/94 a	4/93 a	4/79 a	1/69 b
	100	4/58 d	2/86 b	1/51 b	0/53 e	98/83 b	7/66 b	4/2 b	4/58 a	4/08 e	1/56 cd
200	0	53/16 c	1/70 c	1/06 cd	0/63 cd	98/75 b	7/16 b	4/19 b	3/44 c	4/6 ab	1/66 bc
	75	5/86 b	2/85 b	1/50 b	0/53 e	86/29 c	8 b	4/34 b	3/74 bc	4/65 b	1/78 a
	100	61/91 a	3/38 a	2/04 a	0/59 de	125/05 a	9 a	4/77 a	4/58 a	4/89 a	1/83 a

در هر ستون میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد مطابق آزمون دانکن دارای تفاوت معنی داری نمی‌باشند

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

جدول-۵ نتایج مقایسه میانگین بر همکنش سطوح پتاسیم و سطوح اسید هیومیک بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مینی تیوبر سیب زمینی

Table5- Mean comparison of interaction effects for potassium and humic acid treatments on morphological and physiological characteristics potato minitubers

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) (Nitrogen levels)	سطوح هیومیک (لیتر در هکتار) (Humic acid levels)	ارتفاع بوته(سانتی متر) (Hight)	وزن خشک اندام زیرزمینی(گرم) (Root dry weight)	وزن خشک اندام هوایی(گرم) (shoot dry weight)	وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی (Root dry weight to shoot dry weight)	سطح برگ (سانتی متر مربع) (LAI)	تعداد برگ (Leaf number)	درصد پتاسیم در اندام هوایی (Percent of potassium in shoot)	درصد پتاسیم در اندام زیرزمینی (Percent of potassium in underground part of plant)	درصد نیتروژن در اندام هوایی (Percent of nitogen in shoot)	درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی (Percent of nitrogen in underground part of plant)
0	0	32/16 c	1/05 d	0/82 d	0/77 a	88/85 b	6/02 c	3/66 c	3/06 b	3/69 a	1/43 d
	2	39/05 b	1/45 cd	1/15 bc	0/79 a	103/97 a	7/15 b	4/06 bc	3/8 a	4/23 a	1/5cd
100	0	42/55 b	1/71 bc	0/97 cd	0/59 b	94/61 ab	6/99 b	3/9 bc	4/13 a	4/32 ab	1/55 c
	2	39/5 b	2/03 b	1/39 b	0/77 a	110/69 a	7/83 b	4/32 ab	4/35 a	4/79 a	1/66 b
200	0	50/13 a	2/08 b	1/18 bc	0/58 b	99/58 ab	7/72 b	4/27 ab	3/79 a	4/61 ab	1/73 b
	2	59/16 a	3/2 a	1/89 a	0/59 b	109/14 a	8/72 a	4/59 a	4/05 a	4/81 a	1/84 a

در هر ستون میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد مطابق آزمون دانکن دارای تفاوت معنی داری نمی‌باشند

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

جدول۶-نتایج مقایسه میانگین بر همکنش سطوح نیتروژن و سطوح اسید هیومیک بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مینی تیوبر سیب زمینی

Table6- Mean comparison of interaction effects for nitrogen and humic acid treatments on morphological and physiological characteristics potato minitubers

سطوح پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) (Potassium levels)	سطوح اسید هیومیک (لیتر در هکتار) (Humic acid levels)	ارتفاع بوته (سانتی متر) (Hight)	وزن خشک اندام زیرزمینی (گرم) (Root dry weight)	وزن خشک اندام هوایی(گرم) (shoot dry weight)	وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی (Root dry weight to shoot dry weight)	سطح برگ (سانتی متر مربع) (LAI)	تعداد برگ (Leaf number)	درصد پتاسیم در اندام هوایی (Percent of potassium in shoot)	درصد پتاسیم در اندام زیرزمینی (Percent of potassium in underground part of plant)	درصد نیتروژن در اندام هوایی (Percent of nitogen in shoot)	درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی (Percent of nitrogen in underground part of plant)
0	0	36/38 c	1/17 c	0/66 e	0/6 a	74/16 d	5/67 c	3/18 d	2/53 c	3/85 b	1/45 b
	2	41/55 bc	1/3 c	0/92 d	0/75 a	103/06 bc	7/38 b	3/68 c	3/38 b	4/68 a	1/61 a
75	0	46/07 ab	1/45 c	0/98 d	0/71 ab	96/25 c	7/35 b	4/1 b	4/10 a	4/46 a	1/65 a
	2	46/29 ab	2/28 b	1/54 b	0/75 a	97/42 c	7/7 b	4/56 ab	4/32 a	4/68 a	1/71 a
100	0	47/89 ab	2/18 b	1/33 c	0/64 b	112/50 ab	7/73 b	4/41 ab	4/31 a	4/28 a	1/61 a
	2	50/27 a	3/15 a	1/98 a	0/64 b	122/83 a	8/6 a	4/77 a	4/55 a	4/54 a	1/69 a

در هر ستون میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد مطابق آزمون دانکن دارای تفاوت معنی داری نمی‌باشند

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

همچنین کاربرد اسید هیومیک در خاک موجب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک می‌شود و رشد گیاه را بهبود می‌بخشد. در بررسی اثر اسید هیومیک بر روی گندم مشاهده شد که اثر کاربرد غلظت‌های مختلف اسید هیومیک در سه زمان محلول پاشی موجب افزایش وزن خشک ریشه‌ها می‌شود (سبزواری، ۱۳۸۹). پایتون و همکاران (Payton, 1990) نیز گزارش کردند که مصرف بهینه کود نیتروژن، وزن خشک اندام زیر زمینی گیاه را را افزایش می‌دهد، ولی مصرف بیش از حد آن موجب تاخیر در نمو و کاهش خصوصیات کیفی و کمی غده‌ها می‌گردد.

وزن خشک اندام هوایی

در بین سطوح پتاسیم، عدم کاربرد پتاسیم و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک اندام هوایی در بوته را دارا بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن خشک اندام هوایی در بوته معنی دار ($p < ۰/۰۱$) است (جدول ۱). در بین سطوح نیتروژن، نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد نیتروژن به ترتیب ۱/۵۳۸ و ۰/۹۹ گرم بیشترین و کمترین وزن خشک اندام هوایی در بوته را داشتند. در بین سطوح اسید هیومیک کاربرد اسید هیومیک و عدم کاربرد آن به ترتیب با ۱/۴۷ و ۰/۹۹۵ گرم بیشترین و کمترین وزن خشک اندام هوایی را در بوته را داشتند (جدول۲).در بر همکنش پتاسیم و نیتروژن بیشترین وزن خشک اندام هوایی در بوته در پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم، نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۲/۰۴گرم و کمترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار شاهد پتاسیم و نیتروژن با ۰/۵۵ گرم مشاهده شد (جدول۴). در بر همکنش پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین وزن خشک اندام هوایی در بوته در عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک با ۱/۹۸ گرم و کمترین وزن تر اندام زیرزمینی در عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک با ۰/۶۶ گرم مشاهده شد (جدول۵).

در بر همکنش نیتروژن و اسید هیومیک کمترین وزن خشک اندام هوایی در بوته در عدم کاربرد نیتروژن، هیومیک اسید با ۰/۳۴ گرم و بیشترین در نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم، اسید هیومیک ۲ لیتر در هکتار با ۱/۸۹ گرم مشاهده شد (جدول۶). در اثر متقابل پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک بیشترین وزن خشک اندام هوایی با ۱/۵۷ گرم در بوته در نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم، پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم و کاربرد اسید هیومیک همچنین، کمترین وزن خشک اندام هوایی با ۰/۴۳ گرم در عدم کاربرد پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک مشاهده شد (جدول۳). می‌توان علت افزایش وزن خشک اندام هوایی را با افزایش کاربرد کود نیتروژن را به دلیل افزایش سطح سبز دانست. همچنین افزایش پتاسیم با افزایش تولید ATP موجب افزایش انتقال مواد فتوسنتزی می‌شود و کمبود پتاسیم موجب ریزش برگ‌ها و کاهش وزن اندام هوایی گیاه می‌شود. آزمایشات نشان داد که بذور تیمار شده گندم در محلول اسید هیومیک ۳۸ درصد افزایش در وزن خشک ساقه را نشان دادند (Azam and Mauk, 1983). مالیکارجونا و همکاران (Mallikarjuna et al., 1987) نشان دادند که مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به طور معنی داری عملکرد ماده خشک ریشه و ساقه را در سورگوم افزایش داد، که نسبت ریشه به ساقه به مقدار بیشتری افزایش نشان داد.

در آزمایشی شریف و همکاران (Sharif, 2002) وزن خشک گیاه ذرت به طور معنی داری در ۱۵۰ میلی گرم اسید هیومیک در کیلوگرم خاک افزایش یافت. بطور کلی گزارشات علمی نشان داده‌اند که با اضافه کردن کودهای دامی و شیمیایی به خاک میزان عناصر غذایی از جمله نیتروژن در خاک افزایش یافته که این امر در رشد اندام‌های هوایی و سطح برگ گیاه موثر است (خواجه پور، ۱۳۸۳). وس و همکاران (۱۹۹۸) بیان نمودند که کمبود نیتروژن، از طریق کاهش اندازه برگ، منجر به کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه سیب زمینی شده و این امر می‌تواند در کاهش رشد اندام هوایی گیاه موثر باشد.

وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن خشک اندام زیرزمینی در بوته معنی دار ($p< ۰/۰۱$) است (جدول۱). در بین سطوح تیمار نیتروژن، نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد نیتروژن به ترتیب بیشترین و کمترین وزن تر اندام زیرزمینی در بوته را داشتند. در بین سطوح پتاسیم، پتاسیم ۷۵ و۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان وزن اندام زیرزمینی نسبت به اندام هوایی در بوته را دارا بودند. کاربرد اسید هیومیک و عدم کاربرد اسید هیومیک به ترتیب با ۰/۷۲ و ۰/۶۵ بیشترین و کمترین وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی را داشتند (جدول۲).

در اثر متقابل پتاسیم و نیتروژن بیشترین وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی در بوته در پتاسیم ۷۵ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۰/۸۵و کمترین وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی در نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۰/۵۳ مشاهده شد (جدول۴). در بر همکنش پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین میزان پتاسیم در وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی در بوته در عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک با ۰/۷۵ و کمترین وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی در پتاسیم ۷۵ کیلوگرم، اسید هیومیک شاهد با ۰/۶۴مشاهده شد (جدول۵). در بر همکنش نیتروژن و اسید هیومیک بیشترین وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی به در بوته در نیتروژن شاهد، اسید هیومیک ۲ لیتر در هکتار با ۰/۷۹ و کمترین وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی در تیمار عدم کاربرد نیتروژن و اسید هیومیک با ۰/۵۸ مشاهده شد (جدول۶). در بر همکنش پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک بیشترین میزان وزن اندام زیرمینی به اندام هوایی در بوته در نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۰/۹۶، پتاسیم شاهد و کاربرد اسید هیومیک با ۰/۸۱ کمترین نسبت وزن اندام زیرزمینی به اندام هوایی در پتاسیم ۷۵ کیلوگرم، نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم و وعدم مصرف هیومیک اسید مشاهده شد (جدول۳).

درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک و اثرات متقابل آن‌ها بر درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی معنی دار ($p< ۰/۰۱$) است (جدول ۱). در بین سطوح نیتروژن، کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم کاربرد نیتروژن به ترتیب ۱/۷۹ و ۱/۴۷ درصد بیشترین و کمترین درصد نیتروژن اندام زیرزمینی را دارا بودند. در بین سطوح پتاسیم، کاربرد ۷۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار و عدم کاربرد پتاسیم به ترتیب با ۱/۶۸ و ۱/۵۳ درصد بیشترین و کمترین درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی در بوته را دارا بودند. کاربرد و عدم کاربرد هیومیک اسید به ترتیب با ۱/۶۷ و ۱/۵۷ درصد بیشترین و کمترین درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی در بوته را داشتند (جدول۲). در برهمکنش پتاسیم و نیتروژن بیشترین درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی در بوته در پتاسیم ۷۵ کیلوگرم در هکتار و نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۱/۸۳ درصد و کمترین درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی در عدم کاربرد پتاسیم و نیتروژن با ۱/۳۵ درصد مشاهده شد (جدول۴). در برهمکنش پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی در بوته در پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک با ۱/۷۱ درصد و کمترین درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی در عدم مصرف پتاسیم و اسید هیومیک با ۱/۴۵ درصد مشاهده شد (جدول۵). در بر همکنش نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین درصد نیتروژن در اندام زیرزمینی با ۱/۹۱ درصد در کاربرد بالاترین سطح کاربرد پتاسیم، نیتروژن و هیومیک اسید و کمترین درصد نیتروژن در تیمار عدم کاربرد پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک اندام زیرزمینی با ۱/۲۶ درصد مشاهده شد (جدول۳). می‌توان گفت که کاربرد پتاسیم با افزایش دادن توسعه ریشه‌ها می‌تواند با افزایش دادن سطح جذب ریشه‌ها و تماس بیشتر ریشه‌ها با خاک جذب نیتروژن را افزایش دهد. همچنین کاربرد اسید هیومیک نیز با افزایش سطح ریشه می‌تواند موجب افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه شود (سبزواری و

خزاعی ۱۳۸۹). آزام و ماوک (Azam and Mauk, 1983) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که کاربرد اسید هیومیک به میزان ۵۴ میلی گرم در لیتر موجب افزایش ۵۰ درصدی در طول ریشه و ۲۲ درصدی افزایش در ماده خشک را به همراه داشت و همچنین جذب نیتروژن هم در حضور اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد.

درصد نیتروژن در اندام هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک و اثرات متقابل آن‌ها بر درصد نیتروژن در اندام هوایی در بوته معنی دار ($p < ۰/۰۱$) است (جدول ۱). در بین سطوح نیتروژن، تیمار نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد به ترتیب ۴/۹۶ و ۳/۹۶ درصد بیشترین و کمترین درصد نیتروژن در اندام هوایی را داشتند. در بین سطوح پتاسیم، پتاسیم ۷۵ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم شاهد به ترتیب با ۴/۵۴ و ۴/۲۷ درصد بیشترین و کمترین درصد نیتروژن در اندام هوایی در بوته را دارا بودند. کاربرد اسید هیومیک در مقایسه با شاهد موجب افزایش درصد نیتروژن در اندام هوایی شد (جدول۲). در اثر متقابل پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین درصد نیتروژن در اندام هوایی در بوته در کاربرد پتاسیم ۷۵ کیلوگرم، اسید هیومیک ۲ لیتر در هکتار با ۴/۶۸ و کمترین درصد نیتروژن در اندام هوایی در عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک با ۳/۸۵ مشاهده شد (جدول۵). در بر همکنش نیتروژن، اسید هیومیک بیشترین درصد نیتروژن در اندام هوایی در بوته در نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، اسید هیومیک ۲ لیتر در هکتار با ۴/۸۱ درصد و کمترین درصد نیتروژن درعدم کاربرد نیتروژن، اسید هیومیک با ۴/۳۲ درصد مشاهده شد (جدول۶). در بر همکنش پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک کمترین درصد نیتروژن در اندام هوایی با ۲/۴۸ در بوته در تیمار عدم کاربرد پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک مشاهده شد و بیشترین درصد نیتروژن در اندام هوایی با ۵/۱۳ درصد در پتاسیم ۷۵ و نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و بدون مصرف اسید هیومیک مشاهده شد (جدول۳). در بر همکنش پتاسیم و نیتروژن بیشترین درصد نیتروژن در اندام هوایی در بوته در پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۴/۸۹ درصد و کمترین درصد نیتروژن در اندام هوایی در تیمار شاهد پتاسیم و نیتروژن با ۴/۰۸ مشاهده شد (جدول۴).

به نظر می‌رسد که پتاسیم با تحریک تولید کربوهیدرات‌ها به متابولیسم ازت جذب شده توسط گیاه و تبدیل آن به اسیدهای آمینه و پروتئین در گیاه می‌شود. بلانگر و همکاران (Belanger et al., 2002) به بررسی تعیین اثرات آبیاری تکمیلی و شش سطح کود نیتروژن بر تعداد غده‌های هر گیاه، میانگین وزن غده، غلظت نیتروژن غده و وزن مخصوص در ارقام Shepody و Russet پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند وزن تازه غده و تعداد غده هر تک بوته با آبیاری تکمیلی افزایش پیدا می‌کند. نیتروژن، میانگین وزن تازه غده، نیتروژن غده و نیترات غده را افزایش داده و باعث کاهش وزن مخصوص می‌شود. و به طور کلی کود نیتروژن و آبیاری بر خصوصیات غده مانند اندازه غده و وزن مخصوص غده اثر می‌گذارد.

پتاسیم در ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن خشک اندام زیرزمینی در بوته معنی دار ($p <$ ۰/۰۱) است (جدول ۱). در بین سطوح نیتروژن، نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد نیتروژن به ترتیب بیشترین و کمترین میزان پتاسیم در ریشه را دارا بودند. در بین سطوح پتاسیم، عدم کاربرد پتاسیم و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب با ۴/۴۶ و ۲/۹۵ درصد بیشترین و کمترین میزان پتاسیم در بوته را داشتند. دو تیمار کاربرد و عدم کاربرد اسید هیومیک به ترتیب بیشترین و کمترین میزان پتاسیم در ریشه را دارا بودند (جدول۲). در بر همکنش نیتروژن و پتاسیم بیشترین درصد پتاسیم در اندام زیرزمینی در بوته در تیمار پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و

نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۴/۹۳ درصد مشاهده شد (جدول۴). در بر همکنش پتاسیم و اسید هیومیک کمترین میزان پتاسیم در ریشه در عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک با ۲/۵۳ درصد مشاهده شد (جدول۵). در بر همکنش نیتروژن و اسید هیومیک بیشترین میزان پتاسیم در ریشه در بوته در نیتروژن۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک با ۴/۳۵ درصد مشاهده شد (جدول۶). در بر همکنش پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک کمترین میزان پتاسیم در ریشه در تیمار شاهد نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک با ۰/۷۶ درصد و بیشترین میزان پتاسیم با ۵/۰۷ درصد در ریشه در پتاسیم ۷۵ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک مشاهده شد(جدول۳). به نظر می‌رسد اسید هیومیک با افزایش سطح ریشه گیاه و همچنین با افزایش پتاسیم محلول در خاک موجب افزایش جذب پتاسیم توسط گیاه می‌شود. آیدین و همکاران (Aydin et al., 1999) اثر هومات پتاسیم را بر میزان ماده خشک ترکیب عناصر و جذب عناصر غذایی در ذرت و آفتاب گردان بررسی کردند، نتایج نشان داد که اثر هومات پتاسیم بر محتوی ماده خشک و عملکرد در هر دو گیاه معنی دار بود.

پتاسیم در اندام هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک و اثرات متقابل آن‌ها بر درصد پتاسیم در اندام هوایی در بوته معنی دار ($p < ۰/۰۱$) است (جدول۱). در بین سطوح نیتروژن، نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد نیتروژن به ترتیب ۴/۴۳ و ۳/۸۶ بیشترین و کمترین درصد پتاسیم در اندام هوایی را داشتند. کاربرد اسید هیومیک در مقایسه با شاهد موجب افزایش درصد پتاسیم در اندام هوایی شد (جدول۲). در بر همکنش پتاسیم و نیتروژن، بیشترین درصد پتاسیم در اندام هوایی در بوته، در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، نیتروژن شاهد با ۴/۹۴ درصد و کمترین درصد پتاسیم در اندام هوایی در تیمار عدم مصرف پتاسیم و نیتروژن با ۲/۹۲ درصد مشاهده شد (جدول۴). در بر همکنش پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین درصد پتاسیم در اندام هوایی در بوته در پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، اسید هیومیک ۲ لیتر در هکتار با ۴/۷۷ درصد و کمترین درصد پتاسیم در اندام هوایی در تیمار عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک با ۳/۱۸ درصد مشاهده شد (جدول۵). در بر همکنش نیتروژن، اسید هیومیک بیشترین درصد پتاسیم در اندام هوایی در نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، اسید هیومیک ۲ لیتر در هکتار با ۴/۵۹ درصد و کمترین وزن تر اندام هوایی در عدم کاربرد نیتروژن و اسید هیومیک با ۳/۶۶ درصد مشاهده شد(جدول۶). در بر همکنش پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک کمترین درصد پتاسیم در اندام هوایی با ۲/۹۵ درصد در عدم کاربرد پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک مشاهده شد. بیشترین درصد پتاسیم در اندام هوایی با ۵/۱۹ درصد در تیمار پتاسیم ۷۵ کیلوگرم، نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد اسید هیومیک مشاهده شد (جدول۳). می‌توان علت افزایش میزان درصد پتاسیم را در تیمار کاربرد اسید هیومیک را در افزایش گسترش ریشه در هنگام به کار بردن اسید هیومیک دانست که در اثر کاربرد اسید هیومیک سطح ریشه افزایش یافته و جذب عناصر غذایی از خاک نیز افزایش می‌یابد.

سطح برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک و اثرات متقابل آن‌ها بر سطح برگ در بوته معنی دار ($p < ۰/۰۱$) است (جدول ۱). در بین سطوح نیتروژن، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم کاربرد نیتروژن به ترتیب بیشترین و کمترین سطح برگ در بوته را دارا بودند. در بین سطوح پتاسیم، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار و عدم کاربرد پتاسیم در هکتار به ترتیب ۱۱۷/۶ و ۸۸/۶۱ بیشترین و کمترین سطح برگ را دارا بودند. در بین سطوح اسید هیومیک کاربرد و عدم کاربرد اسید هیومیک به ترتیب با ۱۰۸/۰۳ و ۹۴/۳۵ بیشترین و کمترین سطح برگ در

بوته را داشتند، که مشاهده شد کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش ۱۳ درصدی سطح برگ می‌شود (جدول۲). در بر همکنش پتاسیم و نیتروژن بیشترین سطح برگ در بوته در کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با ۱۲۶/۳۱ و کمترین سطح برگ در تیمار عدم کاربرد پتاسیم و نیتروژن با ۶۱/۸۵ مشاهده شد (جدول۴). در بر همکنش پتاسیم و اسید هیومیک بیشترین سطح برگ در بوته در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و کاربرد اسید هیومیک با ۱۲۲/۸۳ و کمترین سطح برگ در پتاسیم ۷۵ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد اسید هیومیک در هکتار با ۷۴/۱۶ مشاهده شد (جدول۵). در بر همکنش نیتروژن و اسید هیومیک، بیشترین سطح برگ در بوته در تیمار کاربرد۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کاربرد اسید هیومیک با ۱۱۰/۹۶ و کمترین وزن تر اندام زیرزمینی در نیتروژن شاهد و عدم کاربرد اسید هیومیک با ۸۸/۸۵ مشاهده شد (جدول۶). در بر همکنش نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک کمترین سطح برگ با ۳۸/۳۳ در تیمار عدم مصرف پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک مشاهده شد و بیشترین سطح برگ با ۱۳۶/۷۸ در تیمار نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک مشاهده شد (جدول۳). احتمالاً می‌توان دلیل افزایش سطح برگ با افزایش کاربرد پتاسیم را می‌توان به دلیل افزایش سطح ریشه و افزایش دسترسی گیاه به عناصر مورد نیاز دانست.

نتایج تحقیقات سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) بر روی گندم نشان داد که اثر متقابل غلظت هایی مختلف اسید هیومیک در سه زمان محلول پاشی بر سطح برگ معنی داری شد. کوچکی و بنایان اول (۱۳۷۳) بیان نمودند که شاخص سطح برگ گیاه سیب زمینی ۴ است که با مصرف کودهای نیتروژن ممکن است افزایش یابد. وس و همکاران (Vos et al., 1998) اظهار داشتند که فراهمی نیتروژن در افزایش اندازه و تعداد برگ‌هایی سیب زمینی موثر است و فراهمی اندک نیتروژن بدین معنی است که گیاه نمی‌تواند به پتانسیل تولید برگ خود دست پیدا کند. کریمیان (۱۳۸۵) گزارش کرد که کاربرد نیتروژن اثر معنی داری بر شاخص سطح برگ در کلزا داشته به طوریکه با افزایش سطح کود نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار شاخص سطح برگ از ۵/۵ به ۶/۱ افزایش یافت. مصرف کافی کودهای نیتروژنه در اوایل فصل رشد سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می‌گردد (Haase et al., 2007).

تعداد برگ در بوته

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد، که تیمار پتاسیم، نیتروژن و اسید هیومیک در سطح ($p< ۰/۰۱$) تاثیر معنی داری در تعداد برگ در بوته داشت. تمام اثرات متقابل در سطح ($p< ۰/۰۱$) معنی دار شد (جدول ۱). مشاهدات نشان داد که در بین سطوح نیتروژن تعداد برگ در بوته در تیمار شاهد ۶/۵۹ بود که تیمار کاربرد ۱۰۰کیلوگرم در هکتار (۸/۲۲) ۲۰ درصد بیشتر از تیمار عدم کاربرد نیتروژن بود. بالاتر بودن تعداد برگ در سطح سوم را می‌توان به افزایش میزان کلروفیل و زیاد شدن فتوسنتز این گیاهان نسبت داد. در بین سطوح پتاسیم بیشترین تعداد برگ در بوته با ۶/۵۳ سانتی متر به مربوط به سطح سوم و کمترین تعداد برگ در بوته با ۸/۱۵ به سطح اول اختصاص داشت. در بین تیمارها کاربرد اسید هیومیک با ۶/۶۷ در مقایسه با عدم کاربرد اسید هیومیک با ۶/۸۴ بیشترین تعداد برگ در بوته را دارا بود که نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی داری را نشان داد (جدول۲). در برهمکنش پتاسیم و نیتروژن کمترین تعداد برگ در بوته به ترتیب در تیمار عدم کاربرد پتاسیم و نیتروژن با (۵/۲۱) و بیشترین در تیمار مصرف ۱۰۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار و ۲۰۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کاربرد اسید هیومیک (۹ عدد) مشاهده شد (جدول۴). در برهمکنش پتاسیم و اسید هیومیک کمترین تعداد برگ در بوته به ترتیب در تیمار عدم کاربرد پتاسیم و اسید هیومیک (۵/۶۷) و بیشترین در تیمار کاربرد۱۰۰کیلوگرم در هکتار پتاسیم وکاربرد اسید هیومیک (۸/۶) مشاهده شد (جدول۵). در برهمکنش نیتروژن

و هیومیک اسید کمترین تعداد برگ در بوته به ترتیب در تیمار عدم کاربرد پتاسیم و نیتروژن و اسید هیومیک (۶/۰۲) و بیشترین در تیمار کاربرد۱۰۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار و ۲۰۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کاربرد اسید هیومیک (۸/۷۲) مشاهده شد (جدول۶). در اثر متقابل نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک کمترین تعداد برگ در بوته به ترتیب در تیمار عدم کاربرد نیتروژن و پتاسیم و اسید هیومیک (۴/۲۶) و بیشترین در تیمار کاربرد کیلوگرم در هکتار پتاسیم۱۰۰کیلوگرم در هکتار و نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد اسید هیومیک (۱۰/۳۳) مشاهده شد (جدول۳).

اسماء و حافظ (Asmaa and Hafez, 2010) به بررسی اثر ۹ تیمار شامل ۳ سطح پتاسیم (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار K_2O) و سه سطح هیومیک اسید (۰، ۱ و ۲ کیلوگرم اسید هیومیک در آب آبیاری) بر رشد و عملکرد سیب زمینی پرداختند. نتایج آزمایش حاکی از آن بود که پارامترهای رشد گیاه (طول گیاه، تعداد برگ، تازه و خشک بودن برگ و اندام هوایی) عملکرد سیب زمینی و کیفیت غده (وزن، اندازه، طول و گرانش) با افزایش پتاسیم از ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به شدت افزایش می‌یابد.

منابع References

خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. فصل ۱۳. صفحات ۴۲۴ و ۴۴۵-۴۴۳.

رئیسی، ف. و م. ر. خواجه پور. ۱۳۷۱. تاثیر مقادیر کودهای ازت، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد سیب زمینی رقم کوزیما. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۳، شماره‌های ۳و۴. صفحات ۴۸-۳۷.

سبزواری، س. ۱۳۸۹. بررسی اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی ریشه، بخش هوایی و عملکرد گندم. پایان نامه. دانشگاه فردوسی مشهد.

سبزواری، س. و ح. خزاعی. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم پیشتاز. مجله بوم شناسی کشاورزی. جلد۱(۲): ۵۳-۶۵.

کریمیان کلیشادرخی، م. ۱۳۸۵. مطالعه ساختار کانوپی، تاثیر نیتروژن و تراکم گیاهی بر جذب و کارایی مصرف نور در دو رقم کلزای بهاره. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاه فردوسی مشهد.

Abdel-Mawgoud, A. M. R., N. H. M. El-Greadly., Y. I. Helmy and S. M. Singer. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic based Fertilizer and NPK Fertilization. Journal of Applied Sciences Research. 3(2): 169-174.

Adani, F., P. Genevini., P. Zaccheo. and G. Zocchi. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. J. plant nutr. 21(3): 561-575.

Asmaa, R. M., Hafez. M. M. 2010. Increasing productivity of potato plants (Solanum tubersom L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. International. J. Academic research. 2(2): 83-88.

Azam, F., and K. A. Mauk. 1983. Effect of humic acid soaking on seedling growth of wheat (Triticum aestivum L.) under different conditions. Pak. J. Bot. 15: 31-38.

Aydin. A., M. Turan., and Y. Sezen. 1999. Effect of fulvic and humic application on yield nutrient uptake in sunflower (Helianthus annuus) and corn (zea mays). Soil Sci. 6:249-252.

Belanger, J., R. Walsh, J. E. Richards, P. H. Milburn., and N. Ziadi.2002 . Nitrogen fertilization and irrigation affects tuber characteristics of Two Potato Cultivars. Am. J.Potato Res. 79:269-279.

Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effect of Humic Substances on Plant Growth. In: Humic substances in soil and crop sciences. Soil sci society America. 161-187.

Dininitrieva, Z. A., and I. I. Tsadko. 1990. The plant density requirements of newly adapted potato cultivars. Kartofel-i-Ovoshchi. 1:12-13.

Doring, T.F., M. Brandt, J. Heb, M. R. Finckh, H. Saucke. 2005. Effects of straw much on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil nitrogen in organically grown potatoes. Sci. Direct. 94: 238-249.

Errebhi, M., C. J. Rosen, F. L. Lauer, M. W. Martin, and J. B. Bamberg. 1999. Evaluation of tuber- bearing Solanum species for nitrogen use efficiency and biomass portioning. Am. J. Potato. Res. 76:143-151.

Ghabbour, E.A and G. Davies. 2000. Humic Substances: Structures, Models and Functions. Royal, Engineers,

Vol. 44(4):677-682.

Griffin, T. S and O. B. Hesterman. 1991. Potato response to legume and fertilizer nitrogen source. American society of agronomy. 83:1004-1012.

Haase, T., C. Schuler, and J. Heb. 2007. The effects of different N and K sources on tuber nutrient uptake, total graded yield of potatoes (solanum tuberosum L.) for processing. Agron. J. 26:187-193.

Hopkins, B.G. and J.C. Stark. 2003. Humic Acid Effects on Potato Response to Phosphorus. Extension System, Moscow, Idaho. 35:87-92.

Islam, F., M. H. Rashid, M. A. Siddique, and M. R. Karim. 1993. Effect of seed size and spacing of seedling tubers from TPS on the grown and yield of potato. Bangla. Hort. 21: 25-30.

Mackowiak, C. L., P. R. Grossl and B. G. Bugbee. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Sci. 65: 1744-1750.

Mallikarjuna, M., R. Govindasamy and S. Chandrasekaran. 1987. Effect of humic acid on sorghum vulgare var.CSH-9. Current. Sci. 56:1273-

Nizamuddin, M., M. Mahmood., K. Farooq and S. Riaz. 2003. Response of potato crop to various level of NPK. Asian J. Plant Sci. 2(2): 149-151.

Payton, F. V. 1990. The effect of nitrogen fertilizer on the growth and development of the potato in warm tropics: Dissertation abstract international. B, science and engineering. 50(9): 33-71.

Rehman, F., S. K. Lee and H. Joung. 2002. Effects of various chemicals on carbohydrate content in potato microtubers after dormancy breaking. Asian J. Plant. Sci. 3:224-225.

Sebahattin, A. and C. Necdet. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (Brassica rapa L.).Agronomy. Journal. 4: 130-133.

Sharif, M. 2002. Effect of lignite coal derived humic acid on growth yield wheat and maize in alkaline soil. Political Science: 171.

Sharma, U. C. and B. R. Arora. 1989. Critical nutrient ranges for potassium in potato leaves and petioles. Hort. Sci. J. 64:47-51

Sladky, Z. 1959. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. Biol. Plant. 1: 142-150.

Tan, K. H. and Tantiwiramanond. 1983. Effect of Humic Acids on nodulation and dry matter production of Soybean, Peanut and Clover. Soil Science Society of America Journal 47:1121-1124.

Vos, J., P. E. L. VamderPutten. 1998. Effect of nitrogen supply on leaf growth, Leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in potato. Field crops research.

Xiumei, L and L. Yaping. 2003. An experiment on the best application amount of K2 SO4 for potato (Solanum tuberosum) grown in chernozem soil. Chinese Potato.J. 17(1): 23-24