

## تأثیر اسید هیومیک و کود فسفر بر عملکرد دانه و گل، رنگدانه‌های فتوسنتزی و مقادیر عناصر معدنی در گیاه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)

مصطفی حیدری<sup>۱\*</sup> و سمانه خلیلی<sup>۲</sup>

۱. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرود.

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت (آگرواکولوژی)، دانشگاه زابل.

(تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۷ - تاریخ تصویب: ۹۳/۱/۲۵)

### چکیده

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۱ در دانشگاه زابل اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود فسفر در سه سطح ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان عامل اول، و چهار سطح محلول‌پاشی اسید هیومیک ۰، ۷۵۰، ۱۵۰۰، ۲۲۵۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب به‌عنوان عامل دوم بودند. نتایج نشان داد تیمار فسفر تأثیر معناداری بر عملکرد دانه، گل و اجزای عملکرد دانه شامل عملکرد بیولوژیکی، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، وزن بذر در تک‌بوته و وزن هزاردانه داشت و سبب افزایش آنها شد. بیشترین عملکرد دانه به مقدار ۰/۶۱ تن در هکتار و عملکرد گل به مقدار ۰/۶۳ تن در هکتار از سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. تیمار فسفر به صورت معناداری سبب افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی، قند محلول برگ و غلظت فسفر دانه شد. اسید هیومیک با بهبود اجزای عملکرد دانه سبب افزایش عملکرد گل و دانه شد. اثر متقابل کود فسفر و اسید هیومیک به جز عملکرد بیولوژیکی تأثیر معناداری بر تمامی اجزای عملکرد دانه و مقدار قند محلول برگ داشت. بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته و وزن هزاردانه از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۱۵۰۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب به دست آمد.

**واژه‌های کلیدی:** اسید هیومیک، خصوصیات کیفی، چای ترش، عملکرد کمی، فسفر.

### مقدمه

چای ترش با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* از خانواده ختمی (Malvaceae)، گیاهی است بومی آفریقا و در تمام مناطق استوایی و گرم کشت می‌شود. این گیاه در ایران با نام چای مکی یا چای قرمز و چای ترش شناخته می‌شود (Torabi, 2003). بیش از ۳۰۰ گونه از این گیاه در سراسر جهان و در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر یافت می‌شود. چای ترش گیاهی است یکساله، روزکوتاه، خودگشن، که به سرما و یخبندان بسیار حساس است و به دو منظور کشت و کار می‌شود. به‌طور کلی در بسیاری از کشورها، کاسبرگ این گیاه به‌دلیل خواص دارویی به‌عنوان دارو برای کاهش فشار خون استفاده می‌شود، اما الیاف و چوب آن نیز در تولید خمیر کاغذ کاربرد دارد

(Duke, 2006). رشد و نمو و عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی همانند سایر گیاهان متأثر از عوامل ژنتیکی و محیطی است. اگرچه مواد مؤثره و ترکیب‌های ذخیره گیاهان دارویی بیشتر ژنتیکی کنترل می‌شوند، همانند عملکرد کمی تحت تأثیر وضعیت محیطی، عناصر غذایی و دیگر فاکتورهای زراعی قرار می‌گیرند. از آنجا که در گیاهان دارویی، مهم‌ترین مسئله طبیعی بودن مواد استحصال‌شده از آنها است، باید در به‌کارگیری کودهای شیمیایی دقت بیشتری لحاظ کرد (Abbaszadeh, 2000). از این رو به‌منظور تولید گیاهانی با عملکرد مطلوب، باید عناصر غذایی مناسب در خاک وجود داشته باشند. فسفر از عناصر ضروری و پرمصرف برای رشد و نمو، ذخیره‌سازی و انتقال انرژی در گیاهان

و در نتیجه جذب بیشتر عناصر غذایی می‌شود. از طرفی به سبب زیاد بودن ظرفیت تبادل کاتیونی، اسید هیومیک سبب در اختیار قرار دادن عناصر مفید و دفع عناصر سمی و فلزات سنگین در ریشه گیاهان می‌شود. در یک تحقیق بر روی گوجه فرنگی، اثر اسید هیومیک به سبب افزایش مواد فتوسنتزی، قند و مواد محلول، موجب افزایش عملکرد میوه و کیفیت محصول شد (Noori Hosseini 2007).

فسفر و اسید هیومیک از عوامل محرک رشد رویشی، بهبود رشد زایشی و افزایش عملکرد کمی و کیفی در انواع گیاهان به شمار می‌روند. در این بین تأثیرات مثبت به مقدار و چگونگی مصرف آنها بستگی دارد. در این راستا، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و کود فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد گل، رنگدانه‌های فتوسنتزی و مقادیر عناصر معدنی در گیاه چای ترش انجام پذیرفت.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل (چاه نیمه) واقع در شهرستان زهک، با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۸۷ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۶۳ میلی‌متر، و متوسط حداقل و حداکثر دمای سالانه آن به ترتیب ۱۶ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. منطقه از لحاظ اقلیمی جزء مناطق گرم و خشک به شمار می‌رود. نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت در جدول ۱ ارائه شده است.

به شمار می‌رود. این عنصر جزء ترکیبات ساختمانی سلول‌ها و بسیاری از ترکیبات شیمیایی است و بعد از نیتروژن، دومین ماده مغذی معدنی است که کمبودش محدودکننده رشد گیاهان است. حدود ۲ درصد از وزن خشک گیاهان توسط فسفر تأمین می‌شود (Hopkins & Ellsworth, 2003). Kaya et al. (2001) گزارش کردند که کاربرد فسفر، وزن خشک اسفناج رشد کرده در وضعیت شور را افزایش داد. همچنین کاربرد فسفر بر وزن تر، غلظت کلروفیل، عناصر پتاسیم، آهن و منگنز در این گیاه تأثیر معناداری داشت و سبب افزایش آنها شد. Zarhzadeh et al. (2011) گزارش کردند کود فسفره تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد دانه تولیدی در گیاه انیسون داشت، بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره در هکتار حاصل شد. در این بین تأثیر مصرف کود فسفره بر عملکرد اسانس گیاه انیسون معنادار نبود. امروزه توجه به مصرف انواع کودهای آلی، زیستی و ترکیباتی از این نوع در تولید این گونه محصولات رو به افزایش است (Maccarthy, 2001). در بین ترکیبات آلی، اسید هیومیک به سبب خاصیت کلات‌کنندگی عناصر معدنی مختلف از جمله پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و دیگر عناصر غذایی می‌تواند به عنوان یکی از ترکیبات مهم و جایگزین در تأمین نیاز غذایی گیاهان عمل کند (Aiken et al., 1985). Ghorbani et al. (2010) گزارش کردند که اسید هیومیک تأثیر معناداری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص سطح برگ و دوام برگ در گیاه ذرت داشت و سبب افزایش آنها شد. Jones et al. (2004) اظهار داشتند اسید هیومیک خاصیت شبیه هورمون دارد و سبب افزایش حجم ریشه

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری

بافت خاک	شن	رس	لای	منگنز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	مواد آلی	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)
		درصد				بی‌بی‌ام			(درصد)		
شنی-لومی	۶۰	۱۲	۲۸	۲/۲	۲/۳	۱/۶	۱۴۷	۷/۶	۰/۷	۷/۹	۲/۸

به عنوان عامل اول و چهار سطح محلول پاشی اسید هیومیک شامل  $H_1=0$ ،  $H_2=750$ ،  $H_3=1500$  و  $H_4=2250$  گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب به عنوان عامل دوم لحاظ شد. ابعاد هر کرت در این آزمایش  $4 \times 2$  متر،

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل در سه سطح  $P_1=0$ ،  $P_2=100$  و  $P_3=200$  کیلوگرم در هکتار

آرنون (۱۹۶۷) و برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین کاسبرگ‌های گیاه از روش Krizek *et al.* (1998) استفاده شد. برای اندازه‌گیری عناصر فسفر و پتاسیم دانه‌های گیاه در مرحله رسیدگی، از روش خاکسترگیری خشک استفاده شد. مقادیر پتاسیم در دستگاه فلم فتومتر قرائت و فسفر از طریق روش طیف‌سنجی نوری و با دستگاه اسپکتروفومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت مقادیر این دو عنصر براساس میلی‌گرم در گرم ماده خشک محاسبه شد. در پایان داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS 6.12 تجزیه شد و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها و جدول‌ها از برنامه‌های EXCEL 2003 و WORD 2007 استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### عملکرد گل و عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمار کودی فسفر تأثیر معناداری بر عملکرد گل و عملکرد دانه تولیدی در گیاه چای ترش دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین مقادیر این دو صفت با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر حاصل شد (جدول ۳). از آنجا که کاربرد کود فسفر تأثیر مثبتی بر صفات مورفولوژیکی گیاهان دارد، به تبع آن سبب افزایش تعداد گل در بوته و در نهایت افزایش عملکرد خواهد شد. *et al.* Balak (1999) گزارش کردند که دلیل تأثیر مصرف کود بر افزایش عملکرد گل ممکن است فراهم بودن عناصر غذایی برای تک‌بوته‌ها باشد که به کاهش رقابت بین بوته‌ها منجر می‌شود و افزایش عملکرد در واحد سطح را به دنبال خواهد داشت.

تیمار اسید هیومیک در این آزمایش تأثیر معناداری بر عملکرد گل و دانه تولیدی در گیاه چای ترش داشت، اما اثر متقابل کود فسفر و اسید هیومیک در این بین تأثیر معناداری نداشت (جدول ۲). بیشترین مقدار عملکرد گل و دانه تولیدی با مصرف مقادیر ۷۵۰ و ۱۵۰۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب به ترتیب برای گل و دانه حاصل شد (جدول ۳). *Chen & Aviad* (۱۹۹۰) نشان دادند اسید هیومیک تا حد زیادی سبب افزایش رشد و عملکرد گیاه جو می‌شود.

فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین برای اجرای طرح شامل شخم، دیسک، کرت‌بندی و اضافه کردن کودهای شیمیایی بود. قبل از کاشت مقادیر مورد نیاز هر یک از این کودهای پایه، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۷۵ کیلوگرم پتاسیم به همراه کود فسفر برای هر کرت محاسبه و با خاک مخلوط شد. یک‌سوم کود نیتروژن قبل از کاشت و دوسوم باقی‌مانده ۵۰ روز بعد از کاشت به صورت سرک در اختیار گیاهان قرار داده شد. در نهایت عملیات کاشت در اوایل اردیبهشت ۱۳۹۱ انجام گرفت. برای اعمال تیمار اسید هیومیک از اسید هیومیک ۸۰ درصد با نام تجاری هیومکس استفاده شد. برای این منظور مقادیر هر یک از سطوح اسید هیومیک به دو قسمت مساوی تقسیم و در دو مرحله رشد رویشی و اوایل گلدهی بر روی گیاهان محلول‌پاشی شد. ابتدا محلول‌ها براساس مقادیر هر یک از سطوح در هزار لیتر آب تهیه، و با استفاده از سمپاش پشتی روی گیاهان افشانه شدند. بعد از محلول‌پاشی، آبیاری مزرعه انجام گرفت. در این طرح، بذر گیاه چای ترش توده بومی منطقه سیستان بود که از پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل تهیه شد. مقدار بذر مصرفی این گیاه ۱۵ کیلوگرم در هکتار بود. پس از اتمام دوره رشد و رسیدگی (اواسط آبان ۱۳۹۱)، برای اندازه‌گیری عملکرد گل، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی، از یک متر مربع وسط هر کرت با حذف اثر حاشیه گیاهان برداشت شدند. بعد از خشک کردن گل‌ها، دانه‌های موجود در کپسول‌ها برداشت و در نهایت وزن شدند. همچنین برای اجزای عملکرد دانه شامل تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، وزن بذر در کپسول و وزن هزاردانه، پنج بوته از خطوط مجاور ردیف‌های وسط هر کرت به صورت تصادفی برداشت و اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری مقدار کربوهیدرات‌های محلول در برگ و رنگدانه‌های فتوسنتزی در مرحله گلدهی، نمونه‌هایی از برگ‌های جوان گیاهان برداشت و با استفاده از اتانول ۹۵ درصد و براساس روش اسید سولفوریک، کربوهیدرات‌های برگ استخراج شد (*et al.*, Irrigoyen 1992). برای اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید) از روش

سبب افزایش چشمگیر عملکرد میوه در بوته شد (Radpour et al., 2007). در این تحقیق نیز مشخص شد اسید هیومیک در افزایش جذب فسفر، افزایش مقادیر رنگدانه‌های فتوسنتزی و نیز بهبود اجزای عملکرد دانه و گل در گیاه چای ترش مؤثر است (جدول‌های ۲ و ۳). این امر یکی از دلایل افزایش عملکرد گل و دانه در این گیاه در طی استفاده از اسید هیومیک بود.

Sharif et al. (2002) گزارش کردند که اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه در ذرت شد که دلیل آن تأثیر مثبت اسید هیومیک در بهبود فتوسنتز و افزایش جذب عناصر غذایی در گیاه بود (Pinton et al., 1999). Jones et al. (2004) گزارش کردند که اسید هیومیک به دلیل در دسترس قرار دادن عنصر فسفر و سایر عناصر غذایی برای گیاه گندم، سبب افزایش عملکرد در واحد زایشی و دانه‌بندی شده است. در یک تحقیق بر روی گوجه فرنگی استفاده از اسید هیومیک

جدول ۲. تجزیه واریانس عملکرد دانه و گل، رنگدانه‌های فتوسنتزی و مقادیر عناصر معدنی در گیاه چای ترش

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد گل	عملکرد بیولوژیکی	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد کپسول در بوته	وزن بذر در تک بوته	وزن هزار دانه	رنگدانه‌های فتوسنتزی			قندهای محلول	آنتوسیانین		عناصر
									کلروفیل (a)	کلروفیل (b)	کارتنوئید		فسفر	پتاسیم	
تکرار	۲	۰/۰۶۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۹۱ <sup>ns</sup>	۱/۰۱ <sup>ns</sup>	۲۵/۱ <sup>ns</sup>	۱۱/۸ <sup>ns</sup>	۲۹/۲ <sup>ns</sup>	۰/۳ <sup>ns</sup>	۱/۰۳ <sup>**</sup>	۰/۴ <sup>ns</sup>	۹/۶ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱۳ <sup>**</sup>	۱/۹ <sup>ns</sup>
فسفر	۲	۰/۰۷۸ <sup>*</sup>	۰/۰۴۹ <sup>*</sup>	۰/۳۷ <sup>*</sup>	۲۷/۷ <sup>**</sup>	۱۰۲/۴ <sup>*</sup>	۸۵/۳ <sup>**</sup>	۸/۱ <sup>ns</sup>	۹/۳ <sup>**</sup>	۰/۳۹ <sup>*</sup>	۲/۶۱ <sup>**</sup>	۹/۸ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۱۴ <sup>**</sup>	۰/۰۰۶ <sup>**</sup>	۲/۳ <sup>ns</sup>
اسید هیومیک	۳	۰/۰۸۳ <sup>*</sup>	۰/۰۸ <sup>**</sup>	۰/۴۴ <sup>*</sup>	۷/۴ <sup>**</sup>	۱۵۱/۱ <sup>**</sup>	۲۱/۶ <sup>*</sup>	۶۳/۲ <sup>**</sup>	۹/۴ <sup>**</sup>	۰/۴۴ <sup>*</sup>	۱/۹۲ <sup>**</sup>	۳/۴ <sup>*</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۴ <sup>*</sup>	۱۱/۴ <sup>*</sup>
فسفر × اسید هیومیک	۶	۰/۰۳۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۵ <sup>ns</sup>	۲/۵۹ <sup>ns</sup>	۴۴۹/۴ <sup>**</sup>	۲۲/۵ <sup>*</sup>	۷۳/۴ <sup>**</sup>	۱/۷ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۷۱ <sup>ns</sup>	۱۵/۲ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۱۷ <sup>ns</sup>	۴/۹ <sup>ns</sup>
خطا	۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۱۱	۰/۰۸۴	۰/۱۰۲	۲۸/۷	۸/۵	۱۲/۴	۱/۳	۰/۱۴	۰/۳۹	۰/۸۳	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱۱	۵/۰۸
%CV		۱۴/۸	۱۸/۵	۱۷/۹	۱۴/۸	۱۳/۳	۱۷/۱	۱۶/۸	۱۶/۵	۱۸/۵	۱۳/۲	۶/۱	۱۶/۵	۰/۹	۶/۱

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیر معنادار، و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های تیمار فسفر و اسید هیومیک بر عملکرد دانه و گل، رنگدانه‌های فتوسنتزی و مقادیر عناصر معدنی گیاه

تیمار	عملکرد دانه	عملکرد گل	عملکرد بیولوژیکی	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد کپسول در بوته	وزن بذر در تک بوته	وزن هزار دانه (گرم)	رنگدانه‌های فتوسنتزی			قندهای محلول	عناصر غذایی		
								کلروفیل a	کلروفیل (b)	کارتنوئید		فسفر	پتاسیم	
								فسفر (کیلوگرم در هکتار)						
P <sub>1</sub> =۰	۰/۶۰a	۰/۵۳b	۶/۰۱b	۹/۰۱b	۳۷/۱۶b	۱۷/۱۱b	۲۰/۷۱a	۸/۵۷a	۱/۰۹b	۴/۶۵b	۱۵/۰۷b	۰/۰۰۰۴۷b	۱/۰۰b	۳۱/۳۲a
P <sub>2</sub> =۱۰۰	۰/۶۱a	۰/۶۳a	۶/۵۰ab	۱۱/۷۵a	۴۳/۱۰a	۱۴/۵۴c	۲۰/۳۰a	۸/۶۹a	۲/۲۳a	۵/۲۶a	۱۴/۳۲b	۰/۰۰۰۰۶۷a	۱/۱۳b	۳۱/۱۷a
P <sub>3</sub> =۲۰۰	۰/۵۸b	۰/۵۷ab	۷/۱۴a	۹/۲۵b	۴۰/۶۶ab	۱۹/۸۷a	۲۱/۸۳a	۸/۰۶b	۱/۹۴b	۴/۳۴b	۱۶/۱۲a	۰/۰۰۰۰۶۵a	۱/۳۴a	۳۰/۵۰a
								اسید هیومیک (گرم در هزار لیتر آب)						
H <sub>1</sub> =۰	۰/۶۰a	۰/۵۴b	۶/۲۵ab	۸/۷۷c	۳۸/۲۲b	۲۱/۱۱ab	۱۷/۵۵ab	۷/۸۳b	۲/۲۳a	۴/۷۶b	۱۵/۵۰a	۰/۰۰۰۰۶۵a	۱/۰۲b	۲۰/۸۲b
H <sub>2</sub> =۷۵۰	۰/۶۱a	۰/۶۱a	۷/۵۸a	۱۰/۸۸a	۴۱/۲۲ab	۱۴/۹۴b	۲۰/۶۰b	۷/۵۶b	۱/۷۶b	۴/۳۹b	۱۵/۶۱a	۰/۰۰۰۰۶۲a	۱/۱۳a	۳۳/۲۲a
H <sub>3</sub> =۱۵۰۰	۰/۶۴a	۰/۵۷b	۵/۷۳b	۹/۸۸b	۳۶/۱۱b	۱۷/۷۸b	۱۸/۵۲a	۸/۵۳b	۱/۹۴ab	۴/۴۵b	۱۴/۲۷b	۰/۰۰۰۰۵۸a	۱/۱۴a	۳۰/۶۵b
H <sub>4</sub> =۲۲۵۰	۰/۵۵b	۰/۶۰a	۶/۷۸ab	۱۰/۴۴ab	۴۵/۵۵a	۱۷/۶ab	۲۴/۳۳a	۹/۸۵a	۲/۲۳a	۵/۴۱a	۱۵/۳۰a	۰/۰۰۰۰۵۵a	۱/۱۴a	۳۰/۳۰b

در هر ستون و برای هر تیمار، دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری ندارند.

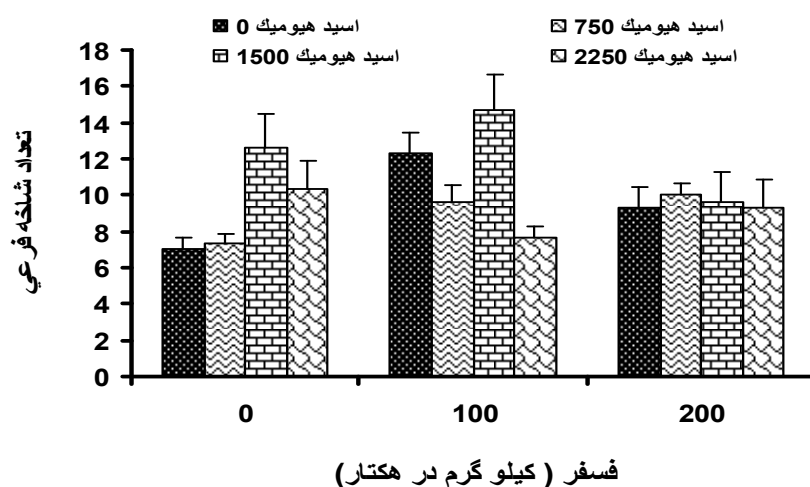
گیاه چای ترش داشت. مقایسه میانگین داده‌ها در سطح ۵ درصد نشان داد به جز تعداد شاخه فرعی و تعداد کپسول در تک بوته که بیشترین مقدار آنها با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر حاصل شد، بیشترین مقادیر دیگر اجزای عملکرد دانه با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفر در هکتار به دست آمد (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیکی، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، وزن بذر در تک بوته و وزن هزار دانه نتایج تجزیه آماری داده‌ها در جدول ۲ نشان داد تیمار کود فسفره تأثیر معناداری بر کلیه اجزای عملکرد دانه شامل عملکرد بیولوژیکی، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، وزن بذر در تک بوته و وزن هزار دانه در

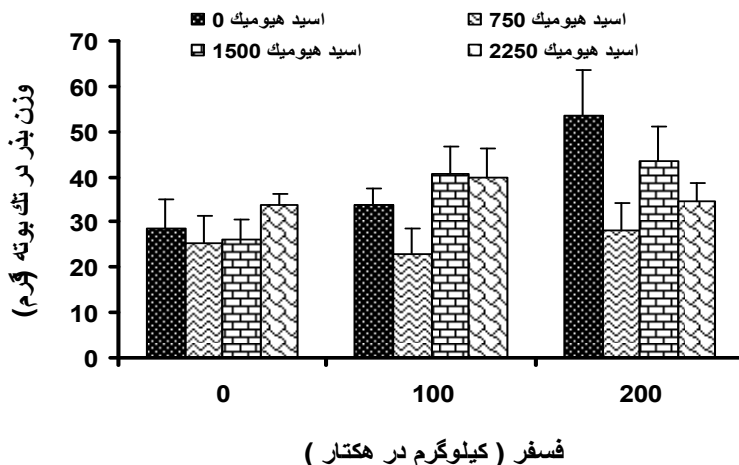
هیومیک با افزایش دوام برگ‌ها سبب بهبود رشد، افزایش بیوماس تولیدی و ارتفاع بوته در اسفناج می‌شود. Kaya *et al.* (2002) گزارش کردند اسید هیومیک نقش مهمی در جذب عناصر غذایی دارد. این ترکیب با افزایش جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در گیاهان سبب افزایش رشد و عملکرد آنها می‌شود.

اثر متقابل کود فسفره و اسید هیومیک به‌جز عملکرد بیولوژیکی تأثیر معناداری بر تمامی اجزای عملکرد دانه دارا بود (جدول ۲). در این بین بیشترین مقدار وزن بذر در تک‌بوته از تیمار  $P_3H_1$ ، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته و وزن هزاردانه از تیمار  $P_2H_3$  حاصل شد (شکل‌های ۱ تا ۴). Kirshnamoorthy & Madalager (2000) گزارش کردند در گیاه دارویی زنیان، عملکرد دانه و اجزای عملکرد با مصرف کودهای شیمیایی تا سطح مشخصی افزایش داشت، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد از تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به‌دست آمد. در این بین براساس نظر Naderi *et al.* (2002)، اسید هیومیک از طریق تأثیرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله افزایش متابولیسم در درون سلول‌ها و همچنین افزودن مقدار کلروفیل در برگ‌ها سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها می‌شود و در نتیجه عملکرد تولیدی و بیوماس تولیدی در گیاهان آلی افزایش می‌یابد.

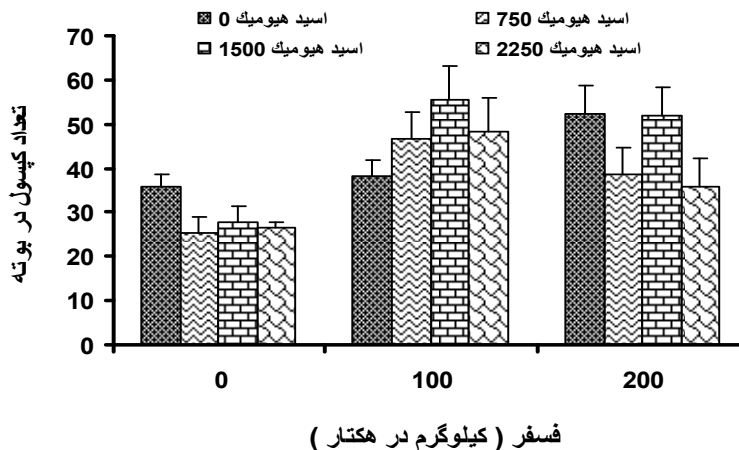
Pop *et al.* (2007) گزارش کردند افزایش صفت ارتفاع بوته به‌همراه اجزای عملکرد دانه و گل نظیر تعداد ساقه اصلی و فرعی گل‌دهنده در بوته در گیاه گل جعفری را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که با مصرف کود، گیاهان آسان‌تر به عناصر غذایی دسترسی پیدا می‌کنند و بهتر استقرار می‌یابند. از این‌رو نیاز ندارند که حجم ریشه خود را افزایش دهند و در نتیجه انرژی بیشتری برای توسعه بخش‌های هوایی خود صرف می‌کنند. تیمار اسید هیومیک در این آزمایش تأثیر معناداری بر پنج صفت عملکرد بیولوژیکی، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، وزن بذر در تک‌بوته و وزن هزاردانه در گیاه چای ترش داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین مقادیر تعداد شاخه فرعی و عملکرد بیولوژیکی از مصرف ۷۵۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب، تعداد کپسول در بوته و وزن هزاردانه از مصرف ۲۲۵۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب و وزن بذر در تک‌بوته از تیمار ۱۵۰۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب حاصل شد (جدول ۳). Naderi (2002) گزارش کردند اسید هیومیک از طریق تأثیرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و همچنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاهان می‌شوند. آياس و گالسر (۲۰۰۵) اعلام کردند اسید



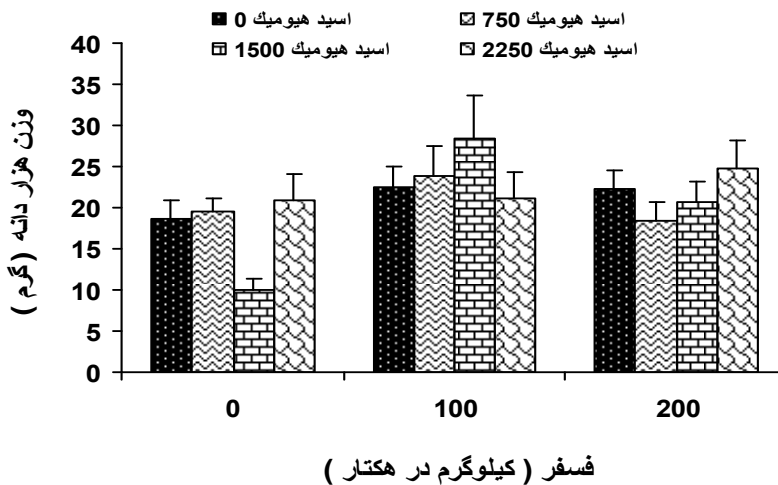
شکل ۱. اثر متقابل کود فسفر و اسید هیومیک بر تعداد شاخه‌های فرعی گیاه چای ترش



شکل ۲. اثر متقابل کود فسفر و اسید هیومیک بر وزن دانه در تک بوته گیاه چای ترش



شکل ۳. اثر متقابل کود فسفر و اسید هیومیک بر تعداد کپسول در بوته گیاه چای ترش



شکل ۴. اثر متقابل کود فسفر و اسید هیومیک بر وزن هزاردانه گیاه چای ترش

افزایش می‌دهد و نیز از طریق تأثیرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ، افزایش عملکرد گیاهان را در پی دارد (Naderi *et al.*, 2002). در بین رنگیزه‌های فتوسنتزی و مقدار قند محلول، اثر متقابل کود فسفره و اسید هیومیک تنها تأثیر معنادار بر مقدار قند محلول در برگ بود (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار کربوهیدرات محلول در تیمار  $P_3H_4$  به دست آمد. براساس نظر Thi Lua & Bome (2001) اسید هیومیک دارای فعالیت شبه‌هورمونی است و جذب عناصر معدنی همانند فسفر و پتاسیم را در گیاهان افزایش می‌دهد. این امر خود سبب بهبود فتوسنتز و افزایش مقدار قند تولیدی خواهد شد.

#### عناصر فسفر و پتاسیم

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ نشان داد تیمار کودی فسفر تنها بر مقدار فسفر دانه تأثیر معنادار داشت و تأثیری بر غلظت پتاسیم دانه‌های گیاه چای ترش نداشت. با افزایش مقدار فسفر مصرفی از سطح شاهد تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، بر مقدار فسفر دانه‌های چای ترش افزوده شد. این افزایش معادل ۲۵/۱ درصد بود (جدول ۳).

Naheed *et al.* (2008) گزارش کردند کاربرد فسفر در خاک‌های معمول و شور، سبب افزایش مقدار جذب عناصر معدنی پتاسیم، کلسیم و فسفر در برنج شد. Marschner (1995) اظهار داشت فسفر سبب ازدیاد رشد، توسعه و گسترش ریشه‌ها در گیاهان می‌شود. بدین ترتیب گیاه می‌تواند از حجم بیشتری از خاک به‌منظور جذب عناصر غذایی و رطوبت استفاده کند که در چنین وضعیتی جذب و کارایی استفاده از اکثر عناصر غذایی افزایش می‌یابد.

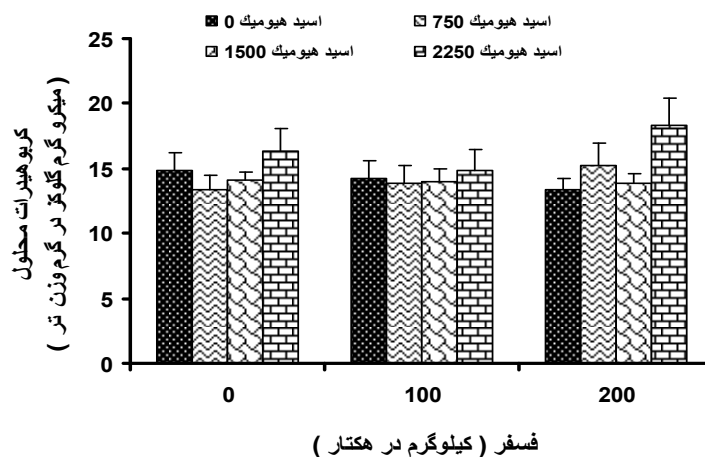
استفاده از تیمار اسید هیومیک در این آزمایش تأثیر معناداری بر غلظت عناصر فسفر و پتاسیم در دانه‌های گیاه چای ترش داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن دو از تیمار  $H_2$  حاصل شد (جدول ۳). در بررسی Liu *et al.* (1998) در مورد تأثیر اسید هیومیک بر گیاه بنت گراس، مشخص شد که اسید هیومیک

#### مقادیر کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید، فندهای محلول و مقدار آنتوسیانین

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ نشان داد، تیمار کودی فسفر تأثیر معناداری بر رنگدانه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید، آنتوسیانین و نیز مقدار فندهای محلول در برگ گیاه چای ترش داشت. به‌جز کربوهیدرات که بیشترین مقدار آن در سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد، در تمامی رنگدانه‌های فتوسنتزی، بیشترین مقدار از سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳).

فسفر از عناصر ضروری در ترکیبات ساختمانی سلول‌ها و بسیاری دیگر از ترکیبات شیمیایی درگیر در فرایند فتوسنتزی است (Hopkins & Ellsworth, 2003). این عنصر علاوه بر تأثیر در فتوسنتز و تنفس، در تولید اسکلت کربنی (پیرووات) لازم برای بیوسنتز ترکیبات آلی، اسانس و ترکیبات قندی نیز دخالت دارد. فسفر در ساختمان سه کوآنزیم آدنوزین تری فسفات، کوآنزیم آ و نیکوتین امید دی نکلوتید فسفات که در بیوسنتز ترکیبات قندی و ترپنوئیدها دخالت دارند شرکت می‌کند (Shell, 2003). این عنصر می‌تواند با افزایش فعالیت آنزیم رایبوسکو سبب افزایش سرعت فتوسنتز و افزایش سنتز کربوهیدرات‌ها در گیاهان شود. فسفر فرایند فتوسنتز را تحریک می‌کند و در ساختن هیدرات‌های کربن، فسفولیپدها، پروتئین‌ها و دیگر ترکیبات آلی نیز دخالت دارد (Marschner, 1995). تأثیر استفاده از سطوح مختلف اسید هیومیک بر مقدار رنگیزه‌های کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید و مقدار قند محلول در برگ معنادار بود، اما کاربرد آن تأثیر معناداری بر مقدار آنتوسیانین موجود در برگ‌های گیاه چای ترش نداشت (جدول ۲). در این بین بیشترین مقدار کلروفیل a و کارتنوئید از تیمار  $H_4$ ، کلروفیل b از تیمار  $H_1$  و قند محلول در برگ از تیمار  $H_2$  حاصل شدند (جدول ۳). Astarai & Ivani (2008) افزایش مقدار سطح برگ و تولید مقدار کلروفیل بیشتر در برگ‌های گیاه لوبیا را در طی استفاده از تیمار اسید هیومیک گزارش کردند. اسید هیومیک سبب تداوم بافت‌های فتوسنتزکننده می‌شود و عملکرد گیاهان را

به‌طور معناداری سرعت فتوسنتز، توسعه زیست‌توده ریشه و محتوای عناصر غذایی در بافت‌های گیاه را افزایش داد. این افزایش به‌ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بود.



شکل ۴. اثر متقابل کود فسفر و اسید هیومیک بر مقدار کربوهیدرات محلول گیاه چای ترش

قند محلول در برگ دارا بود. بیشترین مقادیر وزن بذر در تک‌بوته از تیمار  $P_3H_1$ ، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته و وزن هزاردانه از تیمار  $P_2H_3$  و کربوهیدرات محلول برگ از تیمار  $P_3H_4$  به‌دست آمدند. به‌طور کلی از نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که: ۱. استفاده از ۱۵۰۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب همراه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه چای ترش از کارایی بهتری برخوردار است؛ ۲. کاربرد غلظت‌های بالاتر فسفر و اسید هیومیک هر چند در بهبود برخی از اجزای عملکرد گل و دانه مؤثر بود، تفاوت معناداری با سطح پیشنهادی از دو تیمار نداشت و مصرف زیاد این دو تنها ممکن است به افزایش هزینه‌های تولید منجر شود.

#### نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد تیمار کودی فسفر تأثیر مثبت و معناداری بر گیاه چای ترش داشت. با افزایش کود فسفر مصرفی از سطح ۰ (شاهد) به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه و گل، اجزای عملکرد دانه، رنگدانه‌های فتوسنتزی و مقدار عنصر فسفر دانه افزایش یافت. بیشترین مقدار عملکرد گل، عملکرد دانه، وزن بذر در تک‌بوته و وزن هزاردانه از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر حاصل شد. اسید هیومیک در این بین با بهبود اجزای عملکرد دانه، سبب افزایش عملکرد گل و دانه گیاه چای ترش شد. بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۱۵۰۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب به‌دست آمد. اثر متقابل کود فسفر و اسید هیومیک به‌جز عملکرد بیولوژیکی تأثیر معناداری بر اجزای عملکرد دانه و مقدار

#### REFERENCES

1. Abbaszadeh, B. (2000). *Effects of nitrogen fertilizer and methods for its used on essence oil concentration in Melissa officinalis*. MSC thesis, Islamic Azad University of Karaj.
2. Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L. & MacCarthy, P. (1985). *Substances in soil, sediment and water*. New York. USA. John Wiley and Sons, Science.
3. Astaraei, A. R. & Ivani, R. (2008). Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition in cowpea plant. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3, 352-356.
4. Balak, R., Misra P. N., Sharma, N. L. & Nagari, A. A. (1999). Effects of different levels of sodicity and fertility on the performance of German chamomile under subtropical conditions oil content and composition of essential oil. *Journal of Medicinal and Aromatic plants Science*, 21, 969-971.



5. Chen, Y. & Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. P. 161-186 In P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, and P. R. Bloom (Eds.) *Humic substances in soil and crop sciences: selected readings*. Am Soc. Of Agronomy and Soil Sci. Soc. of AM, Madison WI.
6. Duke, j. A. (2006). Ecosystematic data on economic plants. *Journal of Crude Research*, 17 (3), 91-110.
7. Ghorbani, S., Khazaei, H. R., Kafi, M. & Bannayan Aval, M. (2010). Effects of humic acid application in irrigation water on yield and yield components of maize. *Journal of Agroecology*, 2, 123-131.
8. Irrigoyen, J. H., Emerich, D. W. & Sanchez Diaz, M. (1999). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa plant. *Physiologia Plantarum*, 84, 55-66.
9. Jones, C. A., Jacobsen, J. S. & Mugaas, A. (2004). *Effects of humic acid on phosphorus availability and spring wheat yield*. Facts Fertilizer. 32.
10. Hopkins, B. & Ellsworth, J. (2003). *Phosphorus nutrition on potato production*. Idaho Potato Conference. Pp. 22-23.
11. Kaya, C., Higgs, D. & Kirnak, H. (2001). The Effects of salinity and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 27 (3-4), 47-59.
12. Kaya, M., Atak, M., Khawar, K. M., Ciftic, C. Y. & Ozcan, S. (2005). Effect of pre- sowing seed treatment with zinc and foliar of humic acids on yield of common bean. *International Journal of Agricultural and Biology*, 875-878.
13. Kirshmamoorthy, V. & Madalager, M. B. (2000). Effect of interaction of nitrogen and phosphorus on seed and essential oil of ajowan (*Trachyperrum ammi*). *Journal of Spices and Aromatic Crop*, 9, 137-139.
14. Krizek, D. T., Brita, S. J. & Miekwcki, R. M. (1998). Inhibitory effects of ambient level of solar UV-A and UV-B on growth of cv. New Red Fire Lettuce. *Physiology Plantarum*, 103, 10-7.
15. C., Cooper, R. J. & Bowman, D. C. (1998). Humic acid application affects photosynthesis, root development and nutrient of creeping bentgrass. *American Society for Horticultural Science*, 33, 1023-1025.
16. Maccarthy, P. (2001). The principles of humic substances. *Soil Science*, 166, 738-751.
17. Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2<sup>nd</sup> Academic Press. Ltd. London.
18. Naderi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 1527-1536.
19. Naheed, G., Shahbz, M. & Akram, N. A. (2008). Interactive effect of rooting medium application phosphorus and NaCl on plant biomass and mineral nutrients of rice. *Pakistan Journal of Biology*, 40, 1601-1608.
20. Noori Hosseni, S., Khoogar, M. & Ahmed Pur, Z. A. (2007). Study o organic fertilizers in agriculture tomato. *The First National congress of Tomato processing Technology*. January- Mashhad.
21. Pinton, R., Cesco, S., Lacolettig, G., Astolfi, S. & Varanini, Z. (1999). Modulation of NO<sub>3</sub>-uptake by water – extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H<sup>+</sup>Atpase. *Plant and Soil*, 215, 155-161.
22. Pop, G., Pirsan, P., Mateoc-Sirb, N. & Mateoc, T. (2007). Influence of technological elements on yield quantity and quality in marigold cultural conditions of Timisoara. 1<sup>st</sup> *International scientific conference on medicinal, aromatic and spice plants*. Slovak University of Agriculture in Nitra. Pp. 20-23.
23. Radpour, S., Sohani. A. R. & Roust Nazhad, M. R. (2007). Effects of organic and inorganic elements on quantitative characteristics of tomato cultivars Mobil. *The First National congress of Tomato processing Technology*. January- Mashhad.
24. Sharif, M., Khattak, R. A. & Sarir, M. S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal driven humic acid on growth of maize plants. *Plant Analysis*, 33, 3560-3567.
25. Shell, C. S. (2003). *A fragrant introduction to terpenoid chemistry*. The royal of chemistry. Thomas Graham House. Science Park. Milton Road. Cambridge. Uk. 410p.
26. Thi Lua, H. & Bome, M. (2001). The influence of humic acid on tomato in hydroponic system. *Acta Horticulturae*, 548, 451-458.
27. Torabi, A. (2003). *Effect of palnting data and row spacing on the yield of Sour tea*. MSC thesis. Azad University of Jiroft.
28. Zarhzadeh, A., Mirshamsi, M. R., Mir-Houssani, A. & Arabzadeh. M. R. (2011). Effect of nitrogen and phosphorus fertiliers on seed yield and essential oil of Anise (*Pimpinella anisum*). *Seed and Plant Production Journal*, 28, 363-371.