نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ص. ۵۲۷- ۵۱۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 4, Winter 2016, P. 518-527
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تأثیر کاربرد سولفات پتاسیم و اسیدهیومیک بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گل راعی (*Hypericum perforatum*)

هلاله کابلی‌فرشچی[۱] - مجیدعزیزی[۲*] -حسین نعمتی[۳] - وحید روشن سروستانی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۹/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دو نوع کود مختلف آلی (اسید هیومیک مایع) و غیر آلی (سولفات پتاسیم) بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس گل راعی، آزمایشی به صورت فاکتوریل (۳×۳) با سه تکرار بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه فردوسی مشهد طی سال زراعی ۹۱-۹۰ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل سولفات پتاسیم (K_x) در غلظت‌های (صفر، ۶۰ و ۱۰۰) کیلوگرم در هکتار و اسید هیومیک (H_x) در سه سطح (صفر، ۲۰ و ۴۰) لیتر در هکتار بودند که به ترتیب در دو مرحله (در اسفند ماه) قبل از گلدهی و هر پانزده روز یک‌بار (در مجموع چهار بار) همراه با آب آبیاری اعمال گردیدند. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه، تعداد ساقه گل‌دهنده و تعداد خوشه گل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است؛ اما اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نشد. از سویی در بالاترین سطح تیمارها (۱۰۰ کیلوگرم کود پتاسیم (K_{100}) و ۴۰ لیتر اسید هیومیک (H_{40})) بالاترین میزان وزن تر و خشک در واحد مترمربع در برداشت اول و دوم تولید گردید. از سوی دیگر بالاترین میزان ارتفاع، تعداد گل و تعداد شاخه گل‌دهنده نیز متعلق به همین تیمار بود. میزان اسانس به دست آمده در دو تیمار ($K_{100}\times H_{20}$) و ($K_{100}\times H_{40}$) از سایر تیمارها بیشتر و با سایر سطوح تیماری اختلاف معنی‌دار نشان داد. این دو سطح کودی میزان اسانس در این گیاه را نیز افزایش داد. تجزیه عناصر غذایی ماکرو در گیاه نشان داد که تیمارهای اعمال شده بر مقادیر فسفر و نیتروژن جذب شده تأثیر معنی‌دار نداشت اما میزان پتاسیم در تیمار $K_{100}\times H_{40}$ از سایر تیمارها بالاتر بود. با توجه به این‌که پراکنش طبیعی گل راعی در اراضی با پتاسیم بالا گزارش شده است احتمال می‌رود تغذیه این گیاه با کودهای حاوی پتاسیم برای بهبود کیفیت و کمیت مواد مؤثره نیز مفید واقع گردد.

واژه‌های کلیدی: کود آلی، کود شیمیایی، گیاهان دارویی

مقدمه

در تولید گیاهان دارویی علاوه بر شرایط آب و هوایی، فاکتورهای خاکی نیز از اهمیت خاصی برخوردار هستند. در بین فاکتورهای مربوط به خاک، نقش عناصر غذایی از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود. چرا که این عامل به راحتی قابل تغییر بوده و می‌توان با تغییر آن‌ها، تغییرات قابل توجهی را در کمیت و کیفیت گیاهان دارویی ایجاد نمود. عناصر غذایی نه تنها در افزایش میزان محصول گیاهان دارویی همانند بقیه گیاهان مؤثر هستند بلکه کیفیت محصول تولیدی را نیز تغییر می‌دهند (۴). در گل راعی اثر کودهای نیتروژن و فسفره جهت افزایش عملکرد و هم‌چنین بالابردن ماده مؤثره گزارش گردیده است (۳) ولیکن بر اساس مطالعات صورت گرفته تاکنون اثر کودهای پتاسیم‌دار بر این گیاه مورد بررسی قرار نگرفته است.

گل راعی یا علف چای (*Hypericum perforatum*) متعلق به تیره‌ی Hypericaceae بوده که این تیره با نام‌های دیگر هم‌چون Guttiferae و Clusiaceae نیز شهرت دارد (۲). این گیاه از نظر آب و هوایی با مناطق معتدل سازگار است و گیاهی روز بلند و مقاوم به سرما نیز می‌باشد (۱۲). بیشترین مقدار متابولیت‌های ثانویه نظیر نفتودیانترون‌ها و اسیل فلوروگلوسینول‌های گیاه مذکور در اندام‌های اختصاصی مانند پرچم، گلبرگ و مادگی آن وجود دارند. علاوه بر فلاونویید، گل راعی حاول اسانس نیز می‌باشد که در پیکر رویشی آن ذخیره می‌گردد.

کاسیلیا و همکاران (۱۳) سطوح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک را به صورت کودهی با آب آبیاری هر ۲ هفته یک بار روی گیاه آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) به کار بردند. افزایش سطوح مختلف اسید هیومیک تاثیر معنی‌داری در افزایش

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: azizi@um.ac.ir)
۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز

ارتفاع گیاه نداشت، اما به طورمعنی‌داری وزن تر و خشک گیاه و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش داد. از طرفی افزایش سطوح کودی سبب کاهش میزان اسانس گردید. مطالعه دیگری توسط پرابهو و همکاران (۲۲) بر روی عملکرد و وزن تر و خشک گیاه ریحان (*Ocimum santum*) انجام پذیرفت که با افزایش سطح کود اسید هیومیک از صفر تا ۴ درصد، میزان وزن تر و خشک و در نهایت عملکرد گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت. خزاعی و همکاران (۱۷) غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک را بر میزان رشد اندام هوایی، عملکرد گیاه و میزان اسانس گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis*) مورد بررسی قرار دادند. کاربرد این ترکیب آلی، اثر بسیار مطلوبی بر افزایش عملکرد و رشد اندام‌های هوایی گیاه داشت. بالاترین غلظت کاربردی اسید هیومیک با افزایش معنی‌دار اندام‌های هوایی و بعلاوه افزایش تعداد برگ‌ها و زیست‌توده گیاهی همراه بود. میزان اسانس نیز در نهایت به طور معنی‌داری از شاهد بیشتر گزارش شد.

تغذیه گیاهان توسط کودهای حاوی نیتروژن و پتاسیم تأثیر بسزایی بر افزایش اجزای عملکرد زراعی و همچنین ترکیبات شیمیایی گیاهان دارویی دارد (۱۱). هیلال و همکاران (۱۴) و احمد و همکاران (۹) اثر دو نوع کود پتاسیم دار یعنی K_2SO_4 و KCl را بر کیفیت و عملکرد سیر (*Allium sativum*) بررسی نمودند. آنان اظهار داشتند که پتاسیم به فرم K_2SO_4 بسیار مطلوب‌تر و مناسب‌تر از نوع دیگر یعنی KCl می‌باشد. با کاربرد K_2SO_4 میزان رشد رویشی، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، میزان اسانس، وزن تر و خشک به طور معنی‌داری افزایش یافت و باعث افزایش عملکرد در گیاهان مورد تیمار نسبت به شاهد گردید.آبو ال مگد و همکاران (۷) نیز اثر مقادیر صفر، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم را بر رشد، عملکرد و میزان اسانس در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) مورد مطالعه قرار دادند. بالاترین میزان رشد رویشی، تعداد و ابعاد برگ، ارتفاع گیاه در بالاترین مقدار کاربردی کود یعنی ۷۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم دیده شد.

میزان مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی به شرایط آب و هوایی، روش‌های زراعی، مدیریت آبیاری و هم‌چنین تغذیه‌ی کودی بستگی دارد کونتال و همکاران (۱۹)؛ بنابراین بهبود عملکرد کمی و کیفی می‌تواند توسط هر یک از این عوامل حاصل گردد. گیاهان نسبت به مقادیر مختلف کودهای مورد استفاده پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند و مدیریت تغذیه‌ای مناسب می‌تواند در افزایش عملکرد و کیفیت محصول حائز اهمیت باشد (۱۶). بدیهی است که تغذیه بهینه‌ی گل راعی نیز همانند سایر گیاهان دارویی می‌تواند در ارتقای ویژگی‌های مورفولوژیک و فیتوشیمیایی مؤثر واقع شود. با توجه به اینکه بر اساس مطالعات صورت گرفته تاکنون گزارشی از تأثیر کاربرد کود پتاسیم در گل راعی در ایران و خارج از کشور منتشر نشده است و به نظر می‌رسد این گیاه خاک‌های دارای پتاسیم را ترجیح دهد، بخشی از اهداف این تحقیق بنا نهاده شد. لذا به طور کلی هدف از این تحقیق بررسی سطوح مختلف کودهای پتاسیم و اسید هیومیک جهت بالابردن ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد اسانس در این گیاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه زمین

ابتدا زمین مورد نظر جهت کشت نشاءها به ابعاد ۵۸ متر مربع در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طی سال زراعی ۹۱-۹۰ تهیه گردید. زمین مذکور به ۲۷ کرت جداگانه به ابعاد ۱/۲×۱/۲ متر تقسیم گردید. پس از تسطیح زمین، کرت‌ها آماده گردید و به جوی و پشته تقسیم شد.

مشخصات خاک محل اجرای طرح

قبل از عملیات کاشت و آماده‌سازی زمین نمونه‌هایی از خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر بطور تصادفی برداشت گردید و پس از اختلاط، جهت آزمون خاک به آزمایشگاه آنالیز خاک، گروه خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد ارسال شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک نشان داد که بافت خاک مورد استفاده لومی می‌باشد (جدول ۱).

نشای گیاه مورد نظر از پارک علم و فناوری خراسان رضوی، کلکسیون گیاهان دارویی تهیه گردید. در هر کرت ۳ ردیفِ کاشت به فاصله ۶۰ سانتی‌متر و روی هر ردیف ۳ نشا به فاصله ۵۰ سانتی‌متر کاشته شد تا در مجموع در هر کرت ۹ بوته گل راعی وجود داشته باشد. با احتساب ۲۷ کرت حدود ۲۴۳ اصله نشاء در زمین کاشته شد. تاریخ کشت نشاءها اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰ بود.

جدول ۱- نتایج آنالیز خاک مزرعه تحت کشت

Table 1- The results of soil analysis of the experimental plot

بافت (Texture)	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	ازت (کل) (ppm) Nitrogen(Total)	پتاسیم در دسترس(ppm) Available Potasium	فسفر در دسترس (ppm) Available Phosphorous	EC ds/m^{-1}	pH
لومی Loam	38	40	22	735	150	15.3	2.28	7.28

مراحل کوددهی از اسفندماه ۹۰ بصورت پیش‌رویشی آغاز و تا خردادماه ۹۱ ادامه داشت. برداشت محصول نیزدو باردر ماه‌های تیر و مرداد صورت گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل (۳×۳) با سه تکرار بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل سولفات پتاسیم (K_x) در غلظت‌های (صفر، ۶۰ و ۱۰۰) کیلوگرم در هکتار و اسید هیومیک (H_x) در سه سطح (صفر، ۲۰ و ۴۰) لیتر در هکتار بودند که به ترتیب در دو مرحله قبل از گلدهی و هر پانزده روز یک‌بار (در مجموع چهار بار) همراه با آب آبیاری اعمال گردیدند.

کوددهی و مراحل آن

کود پتاسیم

کود سولفات پتاسیم (K_2SO_4) آزمایشگاهی (MERCK) تهیه گردید که پس از استقرار گیاهان حاصل از کاشت نشاها در زمین، مراحل کوددهی آغاز شد. بر اساس توصیه (باداوی و همکاران ۱۱) و (احمد و همکاران ۹)، کود پتاسیم در سطوح مختلف صفر، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. جهت جذب بیشتر کود و در اختیار گیاه قرار گرفتن بهتر آن، مقدار مورد نظر نصف شده و به صورت سرک طی ۲ مرحله همراه با آب آبیاری به گیاه داده شد. از آنجایی که هدف بررسی اثر کود مورد نظر روی عملکرد بود، هر ۲ مرحله کوددهی قبل از گلدهی گیاه صورت گرفت.

اسید هیومیک

اسید هیومیک به دو شکل مایع و پودری در دسترس است. از آنجایی‌که استفاده از این کود برای نخستین بار در گیاه راعی آزمایش شده است لذا از فرم مایع آن که دارای درصد پایینی از مواد آلی (۱۶/۵ درصد) است، استفاده گردید. میزان مصرفی صفر، ۵ و ۱۰ لیتر در هکتار بوده است. بنا به توصیه‌های کودی رایج سطوح کاربردی هر دو هفته، از اواسط فروردین ۹۱ به مدت دو ماه همراه با آبیاری به زمین داده شد.

اسانس‌گیری

گل راعی میزان کمی اسانس تولید می‌نماید اما اسانس آن سرشار از ترپن و ترپنوییدهاست (۱۲). برای اسانس‌گیری از دستگاه کلونجر استفاده شد. جهت استخراج اسانس ۳۰ گرم از سرشاخه‌های گلدار گیاه کاملاً خشک توزین گردید و به نسبت ۱ به ۲۰ آب مقطر، داخل بالون های مربوطه قرار داده شد. مدت زمان اسانس‌گیری ۴ ساعت در نظر گرفته شد. اسانس به دست آمده در۱۰۰ گرم گیاه خشک محاسبه گردید.

تجزیه عناصر غذایی

پس از برداشت سرشاخه‌های گلدار گیاه در مرحله‌ی تمام گل، اندام مربوطه در آون خشک و میزان عناصرغذایی شامل ازت، فسفر و پتاسیم با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل Varian Spectra AA 220FS) و فلیم فوتومتر (مدل Jenway PFP7) اندازه‌گیری شد (۱).

تجزیه آماری

آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS9.1 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. نمودارها نیز با نرم افزار EXCEL 2007 ترسیم گردید.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی گل راعی

Table 2-Analysis of variance (mean square) in items investigated in *Hypericum perforatum*

منبع تغییرات (The source of variation)	درجه آزادی Degree of freedom	تعدادخوشه گل Cluster of flowers	ساقه گل دهنده Flowering stem	ارتفاع Height	
پتاسیم Potassium	2	186.46^{**}	14457.00^{**}	2315.81^{**}	
اسید هیومیک Humic acid	2	185.7^{**}	787.44^{**}	417.14^{**}	
پتاسیم ×اسید هیومیک Potassium×Humic acid	4	23.56^{**}	70.77^{ns}	64.68^{ns}	
خطا Error	18	18	18	18	خطا Erro

* و.** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد،ns عدم تفاوت معنی‌دار

*, **: Significant at 5 and 1% possibility level respectively; ns: None significant

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین صفات مورد بررسی حاکی از آنست که بالاترین میزان ارتفاع (۹۱ سانتی‌متر) در بیشترین سطح پتاسیم (K_{100}) وجود داشت، در حالی‌که پایین‌ترین میزان ارتفاع (۶۰ سانتی‌متر) در کمترین سطح پتاسیم (K_0) مشاهده شد.

از سوی دیگر بیشترین میزان ارتفاع (۸۰ سانتی‌متر) در بیشترین سطح اسید هیومیک (H_{40}) مشاهده شد؛ اما بین سطح بالا (H_{40}) و متوسط اسید هیومیک (H_{20}) اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. این در حالیست که بین این دو سطح و تیمار شاهد (H_0) اختلاف معنی‌دار مشاهده شد؛ یعنی کمترین ارتفاع (۶۶/۷ سانتی‌متر) در سطح صفر (تیمار شاهد) مشاهده شد.

اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک بر تعداد ساقه گل‌دهنده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳)، اما اثر متقابل این دو نوع کود بر این صفت معنی‌دار نبود. در تیمارهای پتاسیمی بالاترین تعداد ساقه گل‌دهنده (۱۰۶ عدد در کرت)، در بالاترین سطح کود پتاسیم وکمترین تعداد (۳۱ عدد در کرت) در تیمار شاهد مشاهد شد (جدول ۳).

بالاترین تعداد ساقه گل‌دهنده (۶۸/۲ عدد در کرت) در سطح بالای اسید هیومیک وجود داشت و این مقدار با سطح متوسط این کود (۶۲/۲ عدد در کرت) اختلاف معنی‌داری نداشت؛ اما بین سطح اول و دوم با سطح شاهد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. کمترین تعداد ساقه گل‌دهنده نیز در سطح شاهد (۵۰ عدد در کرت) ثبت گردید. این نتایج با نتایج باداوی و همکاران (۱۱) مطابقت داشت. آنها نشان دادند که سطوح مختلف پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع و تعداد ساقه گل‌دهنده در گیاه *Artemisia annua* گردید. شدمِرت (۲۴) نیز گزارش نمود که افزایش کود پتاسیم در تمام اکوتیپ‌های *Artemisia annua* سبب افزایش معنی‌دار در ارتفاع و تعداد ساقه گل دهنده گردید. آرانکو (۸) نیز نشان داد که کاربرد سطوح مختلف (۵۰۰–۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اسید هیومیک باعث افزایش ارتفاع بوته‌های توت فرنگی شد.

تعداد گل در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اسید هیومیک بر تعداد خوشه گل در گل راعی معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین مندرج در جدول ۳ نیز نشان داد که بیشترین تعداد خوشه گل در هر بوته گل راعی که ۳۴ عدد بود، مربوط به بالاترین سطح کودی اسید هیومیک یعنی ۴۰ لیتر در هکتار بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده کود پتاسیم واسید هیومیک در برخی صفات مورد مطالعه‌ی گل راعی

Table 3- Analysis of variance of simple effect of potassium fertilizer and humic acid on some items investigated in *Hypericum perforatum*

	تیمارها Treatment	تعداد ساقه گل‌دهنده (در کرت) The number of flowering stem/Plot.	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Height (Cm)	تعداد گل (در بوته) Flower number/Plant
سولفات پتاسیم PotassiumSulphate	K_{100}	106.00a	97.6a	24.33a
	K_{60}	44.00b	69.6a	18.30b
	K_0	31.00b	60.4b	15.53b
اسید هیومیک Humic acid	H_{40}	68.22b	80.33a	34.33a
	H_{20}	62.77a	74.6a	17.92b
	H_0	50.00b	66.7b	5.64c

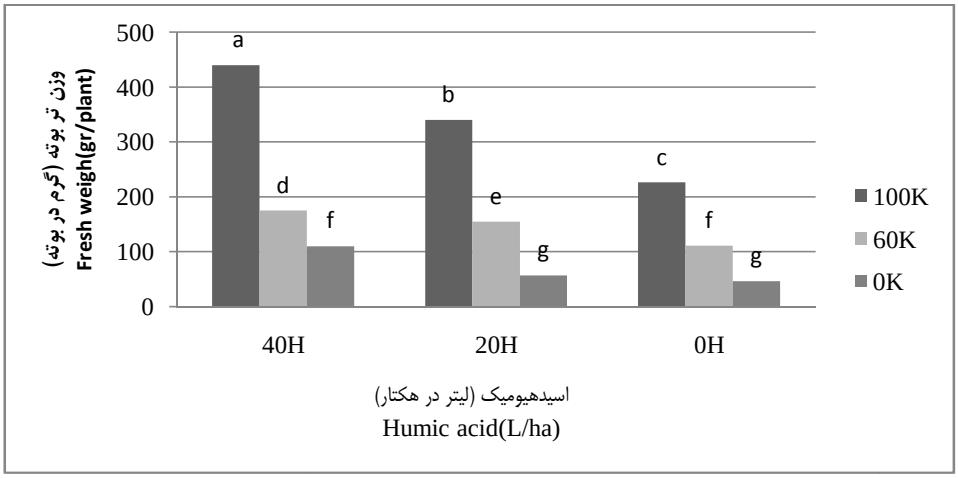
در هر ستون تیمارهایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نمی‌باشند

Numbers in each column followed by the same letter are not significantly differents

بعد از آن تعداد ۱۷ و ۵/۶ عدد در هر بوته مربوط به سطوح بعـدی اسید هیومیک یعنی ۲۰ لیتر در هکتار و سطح شاهد بود. این نتایج بـا نتایج راجامن و بالاکومباهان (۲۳) مطابقت داشت. آنان اعلام داشـتند که اسید هیومیک از طریق تغییـر در خصوصـیات فیزیولوژیـک ماننـد افزایش فتوسنتز گیاه سبب افزایش رشد می‌شود. از سوی دیگـر آنـان پیشنهاد نمودند که اسید هیومیک سبب افزایش سـطح بـرگ در گیـاه شده و از این طریق باعث افزایش میزان فتوسنتز و به دنبال آن سـبب افزایش عملکرد می‌گردد.

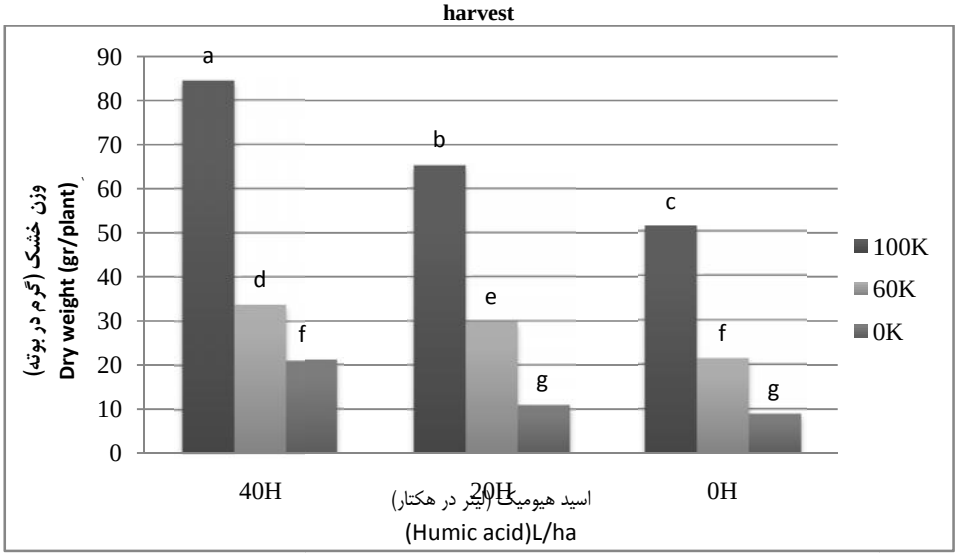
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کود پتاسیم بر میـزان عملکرد وزن تر و عملکرد وزن خشک در برداشت اول و دوم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است و هم‌چنین اثر ساده اسید هیومیک بر عملکرد وزن تر و خشک در برداشـت اول و دوم نیـز معنـی‌دار بـود (جدول ۲).

برهمکنش تیمارها بر میزان وزن تر و خشـک در برداشـت اول در شکل ۱ و ۲ آمده است.



شکل ۱- اثر متقابل اسید هیومیک و سولفات پتاسیم بر عملکرد وزن ترگل راعی در برداشت اول

Figure 1- Interaction between humic acid and potassium sulphate on wet weight yield in *Hypericum perforatum* in first harvest



شکل ۲- اثر متقابل اسید هیومیک و سولفات پتاسیم میزانوزن خشک گل راعی در برداشت اول

Figure 2- Interaction between humic acid and potassium sulphate on dry weight in *Hypericum perforatum* in first harvest

بالاترین میزان عملکرد وزن تر و خشک (۴۴۰ گرم در بوته وزن تر و ۸۴/۴ گرم در بوته وزن خشک) در بالاترین تیمار دیده شد، پایین ترین میزان نیز در تیمار شاهد (۴۶/۶ گرم در بوته وزن تر و ۸/۹ گرم در متر بوته خشک) مشاهده گردید. بین تیمار شاهد و سطح K_0H_{20} نیز اثر معنی‌دار دیده نشد. بین سطح K_0H_{40} و $K_{60}H_0$ نیز اثر معنی‌دار مشاهده نشد؛ اما بین این دو سطح و تیمار شاهد و K_0H_{20} اختلاف معنادار وجود داشت. بین پنج سطح باقیمانده با یکدیگر نیز اختلاف معنادار وجود دارد.

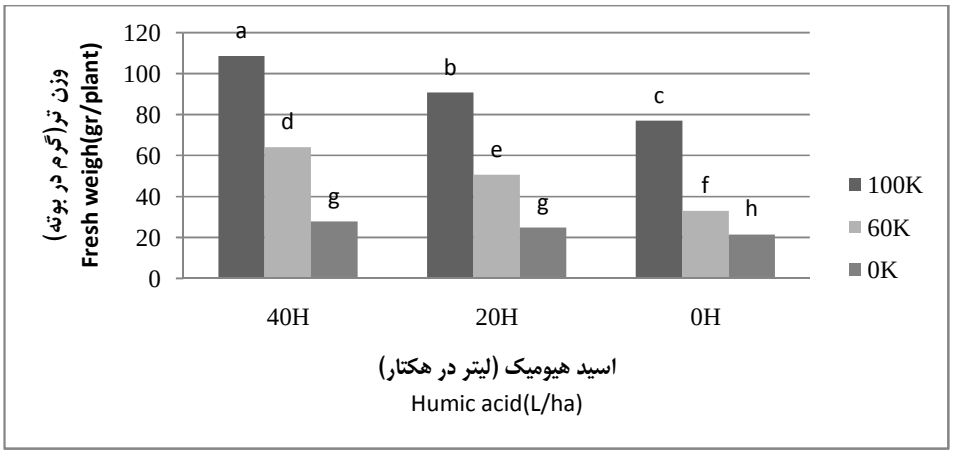
اثر متقابل دو نوع کود در برداشت دوم

اثر متقابل تیمارها بر میزان وزن تر و خشک بوته در برداشت دوم در شکل ۳ آمده است.

بالاترین میزان وزن تر (۵۷۰ گرم در بوته) و وزن خشک (۱۰۵/۵ گرم در بوته) در بالاترین تیمار کودی و پایین ترین میزان آن‌ها، وزن تر (۱۱۰/۹ وزن تر و ۲۱/۵ وزن خشک) در تیمار شاهد دیده شد. بین سطح بالای کود و سایر سطوح اختلاف معنادار مشاهده گردید؛ اما بین سطح K_0H_{40} و K_0H_{40} اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. اما بین این دو سطح کودی و سطوح بالاتر و سطح شاهد تفاوت معنادار وجود دارد.

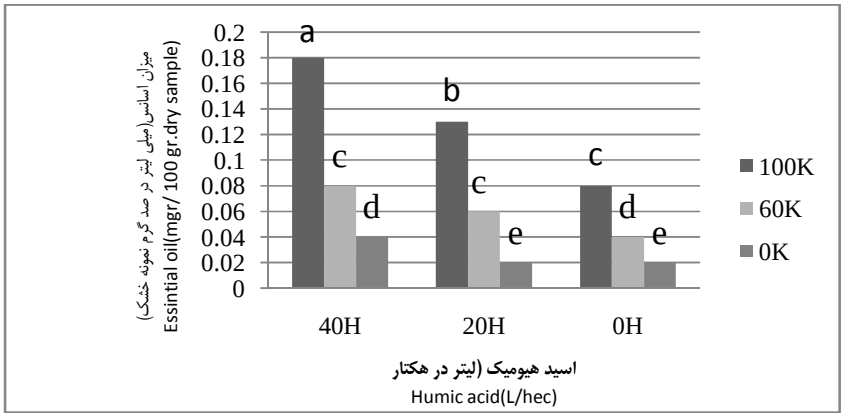
اثر کود پتاسیم و اسید هیومیک بر میزان اسانس

از جدول تجزیه واریانس میزان اسانس مشخص گردید که اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک و اثر متقابل این دو نوع کود، بر مقدار اسانس به دست آمده، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است.



شکل ۳- اثرمتقابل اسید هیومیک وسولفات پتاسیم برمیزانوزن تر در برداشت دوم

Figure 3- Interaction between humic acid and potassium sulphate on wet weight in *Hypericum perforatum* in second harvest



شکل ٤- اثر متقابل تیمارهای مختلف بر میزان اسانس به دست آمده در گل راعی

Figure 4- Interaction between different treatments on essential oil content in *Hypericum perforatum*

از شکل ۴ که مقایسه میانگین را نشان می‌دهد، مشخص شد که بالاترین مقدار اسانس استخراجی در بالاترین سطح کودی، هم در کود پتاسیم و هم در اسید هیومیک مشاهده گردید. پایین‌ترین میزان اسانس به دست آمده در هر دو تیمار مربوط به سطح شاهد است. با افزایش سطح کود پتاسیم از صفر تا صد کیلوگرم در هکتار و افزایش اسید هیومیک از صفر تا شصت لیتر در هکتار میزان اسانس به دست آمده به طور معنی‌دار افزایش یافت. میزان اسانس به دست آمده در این آزمایش با نتایج اسکوپ و همکاران (۲۴) مطابقت دارد.

خلید و همکاران (۱۸) کاربرد همزمان کودهای ماکرو و یک نوع کود آلی را بر افزایش میزان اسانس در گل بابونه (*Matricaria chamomilla*) بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که کاربرد همزمان این دو نوع کود، نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها، باعث افزایش بیشتر در میزان اسانس شد. در ادامه پیشنهاد شد که کاربرد این کودها باعث افزایش تعداد و ابعاد گل‌ها در بابونه شد و به دنبال آن افزایش اسانس را در برداشت.

حسن پور و همکاران (۱۵) اثر سطوح مختلف پتاسیم و نیتروژن را بر افزایش میزان اسانس در گیاه (*Tanacetum balsamita*) بررسی کردند. بالاترین میزان اسانس در بالاترین میزان کود کاربردی به دست آمد. کاربرد همزمان این دو نوع کود، در افزایش اسانس اثر معنی‌دار داشت. این محققان اعلام کردند که، تغذیه مناسب گیاهان در غالب کودهای مختلف، سبب تقویت مسیرهای درگیر در تولید متابولیت‌های ثانویه می‌شود. به نظر می‌رسد که پتاسیم در ساختمان آنزیم‌هایی که در مسیرهای بیوشیمیایی درگیر در سنتز مواد موثره گیاهی موثر هستند، دخیل است. آنها همچنین اظهار داشتند که همانطور که کمبود مواد غذایی سبب کاهش عملکرد و به دنبال آن کاهش میزان مواد موثره است، عدم توازن در کاربرد کودها نیز اثری مشابه داشته و سبب کاهش میزان اسانس تولیدی خواهد شد.

غلظت عناصر غذایی ماکرو در گیاه

گیاهان برداشت شده از برداشت دوم، از هر ۲۷ کرت جهت تجزیه عناصر ماکرو (نیتروژن، فسفر و پتاس) نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در جدول ۴ آمده است.

جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که اثر ساده کود پتاسیم بر میزان فسفر و نیتروژن جذب شده در گیاه اثر معنی‌دار نداشته اما بر تجمع میزان پتاس معنی‌دار است. اثر ساده اسید هیومیک بر میزان فسفر معنی‌دار نیست اما بر میزان نیتروژن و پتاس معنی‌دار است. اثر متقابل این دو نوع کود بر میزان فسفر معنی‌دار نشد اما بر میزان نیتروژن و پتاسیم و معنا دار است.

شکل ۵ و ۶ مقایسه میانگین اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک را در میزان عناصر ماکرو در گل راعی نشان می‌دهد.

همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده، سطوح مختلف پتاسیم در جذب ازت توسط گیاه، اختلاف معنی‌دار نداشته اند، یا به عبارتی در سطح K_{100} و K_{60} با سطح شاهد، تفاوتی در جذب ازت مشاهده نمی‌گردد. همین حالت در مورد میزان جذب فسفر نیز مشاهده شد؛ یعنی سطح بالا، متوسط و شاهد تفاوتی در میزان فسفر جذب شده نداشتند؛ اما در مورد جذب پتاس اگرچه بین K_{100} و K_{60} تفاوت معنی‌دار وجود ندارد، اما بین این دو سطح با سطح K_0 تفاوت معنی‌داری دیده شد.

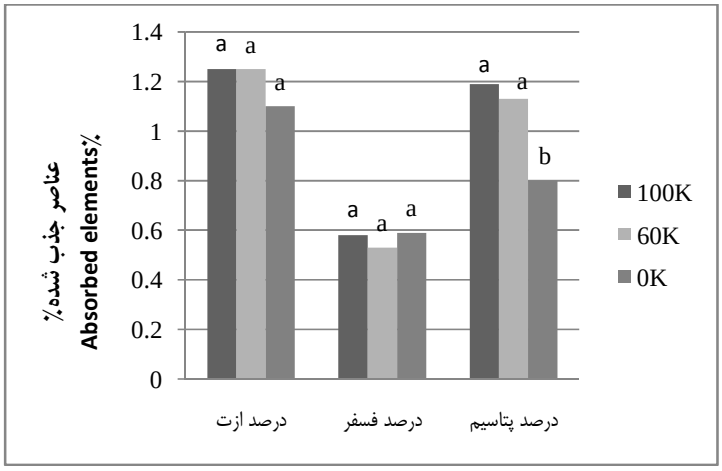
جدول ٤- تجزیه واریانس غلظت عناصر ماکرو در گل راعی

Table 4- Analysis of variance of the macro elements concentration in *Hypericum perforatum*

منبع تغییرات	درجه آزادی	%K	%N	%P
پتاسیم Potassium	2	0.396^{**}	0.04^{ns}	0.008^{ns}
اسید هیومیک Humic acid	3	6.53^{**}	0.0143^{**}	0.0109^{ns}
پتاسیم ×اسید هیومیک Potassium*Humic acid	4	10.15^{*}	0.3^{*}	0.0365^{ns}
خطا Error	18	0.037	0.037	0.037

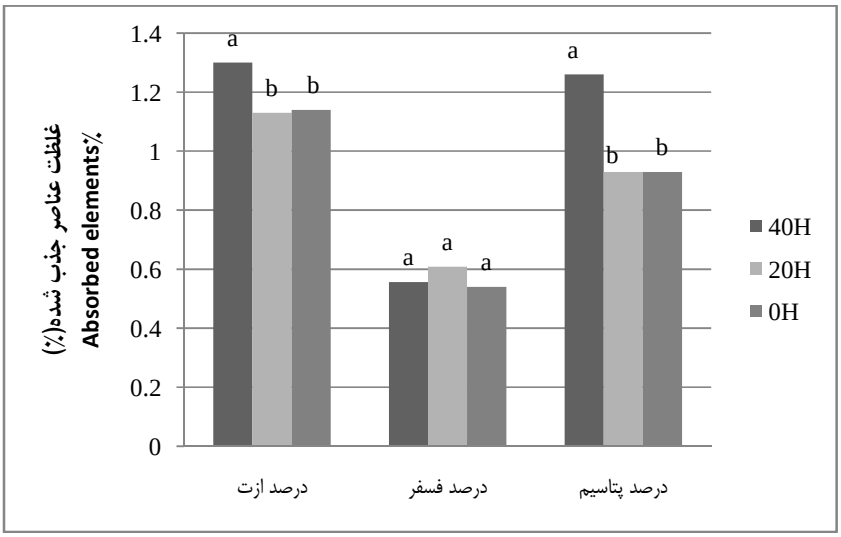
* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns عدم تفاوت معنی‌دار

*,**: Significant at 5 and 1% possibility level respectively; ns: None significant



شکل ۵- مقایسه میانگین سطوح مختلف پتاسیم بر میزان عناصر ماکرو جذب شده در گل راعی

Figure 5- Mean analysis of different levels of potassium on macro element absorption in *Hypericum perforatum*



شکل ٦- مقایسه میانگین سطوح مختلف اسید هیومیک بر میزان عناصر ماکرو جذب شده در گل راعی

Figure 6- Mean comparison of different levels of humic acid on the macro element absorption in *Hypericum perforatum*

در شکل بالا مشاهده می‌شود که بین سطح H_0 و سطح H_{20} تفاوت معنی‌دار در میزان جذب نیتروژن توسط گیاه وجود ندارد، اما بین این دو سطح با سطح H_{40} یعنی بالاترین سطح اسید هیومیک تفاوت معنا دار دیده شد. بین سه سطح اسید هیومیک در جذب فسفر تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. در سطح H_{40} بالاترین میزان جذب پتاسیم دیده شد. در این سطح با سطوح دیگر تفاوت معنی‌دار وجود داشت. اما بین سطح H_0 و H_{20} با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دیده نشد. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج استف و همکاران (۲۵) مطابقت دارد. آنان میزان عناصر غذایی ماکرو را در شماری از گیاهان دارویی از جمله گل راعی اندازه‌گیری کردند و میزان پتاسیم را در این گیاه ۰/۹۵۲ درصد بیان داشتند. به عنوان مثال میزان پتاسیم در گیاه نعناع (*Mentha piperita*) ۱/۰۸۷ درصد بیان شد. از بین تمامی گیاهان مورد تحقیق، میزان پتاسیم در نوعی ختمی (*Malva silvestris*) بالاترین مقدار یعنی ۱/۴۱ درصد و در توسکا (*Rhamnus frangula*) کمترین مقدار یعنی ۰/۳۱۹ گزارش شد. از سوی دیگر نتایج به دست آمده، با نتایج هیکارو و همکاران (۱۶) نیز مطابقت دارد. آنان میزان سدیم را در گیاهان مورد تحقیق از همه کمتر و بعد از آن میزان فسفر را از بقیه کمتر گزارش نمودند. این نتایج با نتایج به دست آمده در مورد گل راعی مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

بر طبق نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد این دو نوع کود به

صورت توأم یا حتی به تنهایی سبب افزایش عملکرد در گل راعی شد. میزان وزن تر و خشک در برداشت اول و دوم به طور معنی‌داری افزایش یافت. ارتفاع و میزان شاخه گل‌دهنده نیز در بالاترین سطح کودی K100H40 از سایر سطوح بیشتر بود. تعداد گل نیز در این سطح در هر دو برداشت در اثر ساده پتاسیم و اسید هیومیک و حتی در اثر متقابل این دو نوع کود، نسبت به سایر سطوح اختلاف معنی‌داری نشان داد.

درصد اسانس نیز در بالاترین سطح کودی $K_{100}H_{40}$ نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. افزایش تعداد گل و تعداد شاخه گل‌دهنده در اثر کاربرد کودها که محل تجمع اسانس است، می‌تواند علت افزایش میزان اسانس باشد که در تحقیقات سایر محققین نیز مورد تأیید قرار گرفته است. تجزیه عناصر ماکرو در گیاه نیز نشان داد که میزان تأثیر کاربرد کود پتاسیم بر جذب فسفر و نیتروژن معنی‌دار نبوده است و فقط میزان پتاسیم جذب شده در بالاترین سطح با سایر سطوح تفاوت معنی‌دار نشان داد.

-

منابع

1- Amanifar S.,Aliasgharzad N., Najafi N., Oustan Sh., andBolandnazar, S. 2010. Effect of ArbuscularMycorrhizal Fungi on Lead Phytoremediationby Sorghum (*Sorghum bicolor* L.).Soil and Water Journal, 22(1):156-170

2- Omidbaigi R. 2007. Production and Processing of Medicinal Plants. Behnashr Publication. 238PP.

3- Azizi M. 2000. The study on the effect of physiological and environmental factors on growth, yield and active substances in *Hypericumperforatumin vitro* and *in Vivo* condition. PhD Dissertation in TarbiatModarres University of Tehran, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. 129PP.

4- Azizi M., 2005. Change in Content and Chemical Composition of*Hypericumperforatum* L. Oil at Three Harvest Time. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 13(2):79-85.

5- Gadzovska S., Maury S., Ounnar S., Righezza M., Kascakova S., Refregiers M,, Spasenoski, M., Joseph, C., andHagege D.,2005. Identification and quantification of hypericin and pseudohypericin in different *Hypericumperforatum* L. in vitro cultures. Plant Physiology and Biochemistry, 43: 591 - 601.

6- Barnes J, Anderson LA, Phillipson D. St. John's Wort (*Hypericumperforatum*L.):.2001. A review of its chemistry, pharmacology and clinical properties. J. Pharm. Pharmacol; 53: 583

7- Abou El-Magd M. M.,Zaki, M. F.andCamilia, Y. 2010. Effect of planting dates and different levels of potassium fertilizers on growth, yield and chemical composition of sweet fennel cultivars under newly reclaimed sandy soil conditions.*American Science.6(7):89-106.*

8- Arancon N., Edwards, C., Lee, S., Byrne, R. 2006.Effects of humic acid from vermicomposts on plant growth.*European Journal of Soil Biology*, 42: 65–69.

9- Ahmed M.E.,Derbala, M., El-Kade, A., and Abd, N. 2009. Effect of irrigation frequency and potassium source on the productivity، quality and storability of garlic. *Irrigation and Drainage, 26(3):1245- 1262.*

10- Azizi M.,Omidbaigi, R. 2002.Effect of NP supply on herb yield,hypericin content and cadmium accumulation of St. John's Wort (*Hypericumperforatum* L.)*ActaHorticulturae*. 576:267-7.

11- Badawy E.M.,Maadawy, E.I., Heikal, A. 2009. Effect of nitrogen, potassium levels and harvesting date on growth and essential oil productivity of *Artemisia annua L.* plants. *4th Conference on RecentTechnologies in Agriculture, 600-616.*Cairo, Giza, Egypt.

12- Bertoli A., Cirak, C., Jamic, A. and Silva, T. 2010.Species as sources of valuable essential oil.*Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology* .5(1):29-47.

13- Cacilia R., Juarez, R.,Craker, L. and Mendoza, A. 2011.Humic substances and moisture content in the production of biomass and bioactive constituents of *Thymus vulgaris.*L.*ArticuloCientifico.* 34(3):183-188.

14- Hilal M.H.,Selim, A.M. and El-Neklawy, A.S. 1992. Enhancing and retarding effect of combined sulphur and fertilizers applications on crop production in different soils.*In Proceedings Middle East Sulphur Symposium 12-16 February. Cairo, Egypt.*

15- HassanpouraghdamM.B.,Tabatabaie, S.J.,Nazemiyeh, H.andAflatuni, A. 2008. N and nutrition levels affect growth and essential oil content of costmary (*Tanacetumbalsamita* L.).*Food، Agriculture and Environment*، 6(2):150-154.

16- Hikaru A., Amzad, H., Yukio, I., Kenichi, Y., Kazuo, H., Yukikazu, I. and Yoko, A. 2007.Effect of application of N, P and K alone or in combination of growth, yield and curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.).Plant production science. 10(1):151-154.

17- Khazaie H.R.,EyshiRezaie, E. and Bannayan, M. 2011. Application times and concentration of humic acid impact on above ground biomass and oil production of hyssop (*Hyssopusofficinalis*).*Medicinal Plants Research.*5(20):5148-5154.

18- KhalidKh. andHendway,S. 2009. Effect of chemical and organic fertilizers on yield and essential oil of chamomile flower heads. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*,5(1):43-48.
19- Kuntal D., Raman, D., Thippenahalli, N.S. and Sekeroglu, N. 2007. Influence of bio-fertilizers on the biomass yield and nutrient content in *Stevia rebaudiana* Bert. grown in Indian subtropics. Journal of Medicinal Plants Research, 1(1),005-008.
20- Mert A. 2008.The effect of some agronomic practices on yield and yield components with quality of *Artemisiaannua* L. PhD Thesis.Cukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Adana, Turkey. (Cited afterÖzgüven*etal*.,*Industrial Crops andProducts*,27(1):60-64.
21- Michałojc Z. and Buczkowska, H.2009. Influence of varied potassium fertilization on eggplant yield and fruit qualityin plastic tunnel cultivation. *Folia Horticulturae*, 21(1):17-26.
22- Prabhu M., Ramesh Kumar, A. and Rajamani, K. 2010. Influence of different organic substances on growth and herb yields of sacred basil (*Ocimumbasilicum* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*. 44(1):48–52.
23- Rajaman K. and Balakumbahan, R. 2010. Effect of bio-stimulant on growth and yield of senna (*Cassiaangustifolia*).*Horticultural Science and Ornamental Plant*, 2(1):16-18.
24- Schwob I.,Bessiere, J., Masotti, V., Viano, J. 2004. Change in essential oil composition in saint jon's wort (*Hypericumperforatum*)aerial parts during its phonological cycle.*Biochemical Systematic and Ecology*.32:735-745.
25- Stef D., Gergen, I., Stef, L., Harmanescu, M., Pop, C., Druga, M., Bujanca, G. and Pop, M. 2010.Determination of the macro elements content of some medicinal herbs.*Animal Science and Biotechnologies*, 43(1):122-126.