

Evaluation of vegetative properties and yield of ziziphora (*Ziziphora Clinopodioides* Lam.) under low input cropping systems

Abstract

In order to study impacts of Cow manure levels and Irrigation volume on growth, biological and Seed yield of ziziphora (*Ziziphora Clinopodioides* Lam.), a field experiment was conducted as split plot based on complete randomized block design with three replications at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, during two growing seasons of 2011-2012 and 2012-2013. Three cow manure levels (5, 10 and 15 kg.ha⁻¹) and three Irrigation volumes (1000, 2000 and 3000 m³.ha⁻¹) were allocated to main and sub plots, respectively. Plant height, canopy diameter, inflorescence No. per branch, dry weight of shoots, and essential seed yield of ziziphora were measured and calculated accordingly. The results showed that the simple and interaction effects between Cow manure levels and Irrigation volume were not significant on Plant height, canopy diameter, inflorescence No. per branch, dry weight of shoots, and essential seed yield of ziziphora at the first year, but at the second year and two cuts this factor on Irrigation volume were significant ($p \leq 0.05$). The highest of ziziphora dry weight of shoots were observed at the second year at one and two cuts in the irrigation volume with 3000 m³.ha⁻¹ (1725.55 kg.ha⁻¹ and 1950.55 kg.ha⁻¹), respectively. By decreasing irrigation volume from 3000 to 1000 m³.ha⁻¹ decrease dry weight of shoots up to 50 and 57%, respectively. The interaction effects between irrigation volume and cow manure levels on the studying factor at the second year and two cuts of ziziphora were significant ($p \leq 0.05$). The maximum dry weight of shoots at the second year and two cuts were obtain in the irrigation volume (3000 m³.ha⁻¹) and cow manure (10 t.ha⁻¹) (2348.33 kg.ha⁻¹ and 2313.33 kg.ha⁻¹), respectively and the lowest dry weight of shoots were obtain in the irrigation volume (1000 m³.ha⁻¹) and cow manure (15 t.ha⁻¹) (782.50 kg.ha⁻¹ and 647.50 kg.ha⁻¹), respectively. due to suitable establishment and more availability of nutrients was higher than the first year.

Keywords: seed yield, seed, irrigation volume, cow manure

ارزیابی خصوصیات رشد و عملکرد گیاه دارویی کاکوتی چند ساله (*Ziziphora Clinopodioides* Lam.) در شرایط زراعی کم نهاده

چکیده

بمنظور مطالعه ویژگی‌های رشد و عملکرد بیولوژیکی و بذر گیاه دارویی کاکوتی چند ساله (*Ziziphora Clinopodioides* Lam.) در واکنش به کود دامی و آبیاری در شرایط زراعی کم نهاده آزمایشی در قالب اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه در این آزمایش شامل سه حجم آبیاری (۱، ۲ و ۳ هزار متر مکعب در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی و سه سطح کود گاوی کاملاً پوسیده (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی نظر گرفته شدند. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، قطر کانوپی، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد بذر کاکوتی بودند. نتایج نشان داد که کود دامی و حجم‌های آبیاری تأثیر معنی‌داری روی ارتفاع، قطر کانوپی، وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد بذر در سال اول نداشتند، اما در سال دوم و در هر دو چین افزایش حجم آبیاری بر خصوصیات مورد بررسی معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود. بالاترین وزن خشک اندام‌های هوایی در سال دوم در چین اول و دوم برای حجم ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار به ترتیب با ۱۷۲۵/۵۵ و ۱۹۵۰/۵۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. با کاهش حجم آبیاری از ۳۰۰۰ به ۱۰۰۰ متر مکعب وزن خشک اندام‌های هوایی در سال دوم برای چین اول و دوم به ترتیب برابر با ۵۰ و ۵۷ درصد کاهش یافت. اثر متقابل حجم آبیاری و مقادیر مختلف کود دامی بر خصوصیات مورد مطالعه در سال دوم در هر دو چین معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$). بیشترین وزن خشک اندام هوایی در چین‌های اول و دوم در سال دوم آزمایش حاصل کاربرد ۳۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار و ۱۰ تن در هکتار کود دامی به ترتیب با ۲۳۴۸/۳۳ و ۲۳۱۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان این صفات برای ۱۰۰۰ متر مکعب آبیاری و ۱۵ تن کود دامی به ترتیب با ۷۸۲/۵۰ و ۶۴۷/۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. رشد و عملکرد این گیاه در سال دوم به دلیل استقرار مناسب و همچنین دسترسی بیشتر به عناصر و مواد غذایی نسبت به سال اول بالاتر بود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، بذر، حجم آبیاری، کود دامی

مقدمه

انسان در طی تاریخ تکامل و حیات خویش، همیشه برای مرتفع کردن نیازهای خود از جمله غذا، دارو، پوشاک و پناهگاه به طبیعت وابسته بوده است. در این میان، گیاهان نه تنها بخش اعظمی از غذای مورد نیاز انسان را تأمین کرده اند، بلکه سایر نیازهای بشر نیز از طریق گیاهان نیز تأمین شده که در این رابطه تا قبل از پیدایش داروهای شیمیایی، گیاهان دارویی کلیه نیازهای دارویی

انسان را تأمین کرده اند (Gurib-Fakim, 2006). امروزه تمایل به مصرف غذاهایی که حاوی گیاهان دارویی باشند بیشتر شده است که این تحول در مصرف، تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله کاربرد گسترده گیاهان دارویی در صنایع داروسازی، عطرسازی، نوشیدنی‌ها، دخانیات، دفع آفات کشاورزی و در نهایت تنوع طلبی در رژیم غذایی و گرایش به سمت فراورده‌های با طعم‌های طبیعی می‌باشد (Anonymous, 2005; Hecl & Sustrikova, 2006)، که این امر، فشار بر عرصه‌های طبیعی جهت برداشت این گیاهان را بیشتر کرده است (Craker, 2003). به همین دلیل نه تنها لازم است در بهره برداری مناسب از عرصه‌های طبیعی دقت نمود، بلکه با مطالعه ویژگی‌های این گیاهان (از جمله پراکنش، خصوصیات زیستی، عملکرد و...) به جای جمع‌آوری غیراصولی از عرصه‌های طبیعی، بایستی اقدام به کاشت این گیاهان در نظام‌های زراعی شود (Schipmann et al., 2002; Tabrizi, 2007). بدون تردید در جریان کاشت گیاهان دارویی، فرآیند اهلی کردن این گیاهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا تعداد نسبتاً گونه‌اندکی بصورت اهلی و زراعی کشت می‌شوند و عمده نیاز بازار به این گونه‌های وحشی هنوز از طبیعت جمع‌آوری می‌شود (Lange & Schipmann, 1997; Pen-Gen, 1991).

در کشت و پرورش گیاهان دارویی، هدف افزایش کمی و کیفی مواد موثره گیاهی است با این وجود استفاده از نهاده‌های شیمیایی و یا عملیات زراعی فشرده گرچه می‌توانند سبب افزایش عملکرد محصول شوند، ولی با کاهش کیفیت و درصد مواد موثره آنها همراه خواهد بود (Anonymous, 2002; Canter et al., 2005). بنابراین، با اهلی‌سازی و تعیین شرایط مطلوب زراعی برای رشد این گونه‌های حاشیه‌ای از قبیل نیاز آبی و تغذیه‌ای که مطابق با اصول کشاورزی بوم سازگار باشد، می‌توان ضمن استفاده از این گیاهان در عرصه‌های زراعی، تولید بهتر و سالم‌تر این گونه‌ها بدون نیاز به مصرف نهاده‌های اضافی را تضمین کرد. در اکوسیستم‌های زراعی و مدیریتهای متفاوت تولید، شناخت عوامل افزایش دهنده کمیّت و کیفیت امری ضروریست که بسته به نوع گونه گیاهی می‌تواند جهت دستیابی به حد مطلوب مورد استفاده قرار گیرد (Koocheki et al., 2007). مدیریت کود عامل مهمی در کاشت گیاهان دارویی می‌باشد (Chatterjee, 2002). امروزه در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای آلی از اهمیت ویژه‌ای در فراهمی منابع، افزایش تولید و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است (Esitken et al., 2003; Sharma, 2004). پالادا و همکاران (Palada et al, 2004) در مقایسه انواع کودهای آلی بر روی بهبود عملکرد آویشن (*Thymus vulgaris* L.) و چندین گونه دارویی دیگر عنوان کردند که عملکرد آویشن باغی با کاربرد کود مرغی در مقایسه با کود گاوی و دیگر منابع کود آلی بهبود یافت. در مطالعه دیگری کاربرد کمپوست و کودهای آلی اثر مثبتی بر روی رشد و عملکرد دو گونه سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) و بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) نشان دادند

(Delate, 2002). کاپلن و همکاران (Kaplan et al., 2010) با بررسی تأثیر کاربرد کودهای آلی (کود گاوی، کود گوسفندی و کود مرغی) بر وزن خشک و میزان و کمیت اسانس گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia fruticosa* Mill.) بیان داشتند که کاربرد کودهای آلی در مقایسه با شاهد موجب افزایش معنی دار میزان اسانس این گونه دارویی شد. نتایج برخی مطالعات نیز تأییدکننده عدم تأثیر بسزای افزایش کودهای آلی بر رشد گونه‌های مختلف گیاهان دارویی می‌باشد. در همین راستا، نتایج مطالعات تبریزی (Tabrizi, 2007) و خیرخواه (Kheirkhah, 2012) نیز نشان داد که افزایش کود دامی از ۱۰ تن به بالا عمدتاً تأثیری بر وزن خشک اندام‌های هوایی آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus* Klokov.) و کاکوتی (*Ziziphora Clinopodioides* Lam.) نداشت، آنها دلیل این امر را نهاده پذیرگی کم این گیاهان دارویی ذکر نمودند.

تنش آب یکی دیگر از مهمترین عوامل موثر بر خصوصیات رشدی گیاهان دارویی می‌باشد (De-Abreu & mazzafera, 2005). کوچکی و همکاران (Koocheki et al, 2004) با مطالعه تأثیر دور آبیاری و تراکم گیاه بر زیست توده گیاه و تولید اسانس آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) و زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) گزارش کردند که تولید زیست توده گیاهی در هر دو محصول و در هر دو سال آزمایش با افزایش فواصل آبیاری، کاهش یافت. نوروز پور و رضوانی مقدم (Noruz & Rezvani Moghadam, 2006) دریافتند که فاصله آبیاری به طور معنی داری عملکرد سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) را تحت تأثیر قرار داد. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که فاصله آبیاری هفت روز و تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد روغن (۴۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۱۴/۰۸ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد. در پژوهشی که بر روی آویشن خراسانی صورت گرفت مشخص گردید که افزایش فواصل آبیاری در سال اول و اوایل سال دوم (چین اول) هیچ گونه تأثیری بر وزن خشک اندام‌های هوایی نداشت، همچنین با افزایش فواصل آبیاری از ۲ به ۴ هفته، وزن خشک اندام‌های هوایی بیش از سه برابر کاهش یافت (Tabrizi, 2007). چنین روندی در مطالعه خیرخواه (KheirKhah, 2012) روی کاکوتی نیز گزارش شده است.

کاکوتی گیاهی دارویی با نام علمی *Ziziphora clinopodioides* Lam. یکی از گیاهان ارزشمند از خانواده نعنائیان است که به صورت طبیعی در بعضی مناطق ایران از جمله رویشگاه‌های طبیعی استان خراسان رشد می‌کند. در طب سنتی دم کرده گونه‌های مختلف آن را به عنوان مسکن، درمان طب (De Sousa, 2007) ضد نفخ و ضد دل درد (Naghibi, 2005) بکار می‌برند. در ایران بخش هوایی کاکوتی کوهی را به عنوان ادویه و همچنین برای درمان سرما خوردگی مورد استفاده قرار می‌دهند (Salehi, 2005). بنابراین، با توجه به این که کاکوتی گیاهی کم توقع است که در طبیعت و در مناطق حاشیه ای و کم بازده

رشد خوب و عملکرد قابل قبولی دارد و با توجه به خصوصیت نهاده پذیری کم این گونه دارویی از لحاظ کودی و آبی به نظمی‌رسد که بتوان از این گونه به عنوان گونه‌ای مناسب برای کاشت در نظام‌های زراعی کم نهاده استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی واکنش گیاه دارویی کاکوتی به آبیاری و کود دامی تحت مدیریت کم نهاده در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد (با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا) در دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ به اجرا درآمد.

قبل از انجام آزمایشات مزرعه‌ای، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه برداری به صورت تصادفی از زمین محل اجرای آزمایش انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکی - شیمیایی خصوصیات خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کاشت

Table 1- Chemical and physical characteristics of soil before planting

بافت خاک Soil texture	پتاسیم قابل دسترس (ppm) Available K (ppm)	فسفر قابل دسترس (ppm) Available P (ppm)	نیتروژن کل (%) Total N (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH
سیلتی لوم Silty loam	320.2	4.5	0.196	3.1	7.76

بمنظور انجام آماده‌سازی زمین، در شهریور ماه عملیات شخم و تسطیح زمین انجام گرفت و سپس با استفاده از دستگاه نهرکن، جویهای زهکشی در هر یک از بلوکها در آورده شد. از آنجا که تیمار کودی مورد نظر در این آزمایش کود دامی بود، لذا کود گاوی کاملاً پوسیده پنج ساله، پس از تجزیه و مشخص شدن برخی عناصر موجود در آن (جدول ۲) با نسبت‌های مختلف بر اساس تیمارهای مربوط همزمان با عملیات آماده‌سازی زمین، داخل کرت‌های مربوط به هر تیمار پخش شده و با خاک سطحی مخلوط گردیدند.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود دامی مورد استفاده

Table 2- Chemical criteria of used criteria

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	پتاسیم قابل دسترس (ppm) Available K (ppm)	فسفر (ppm) Available P(ppm)	نیترژن کل (درصد) Total N (%)	ماده آلی (%) Organic matter (%)
12.13	8.02	3787	740	0.50	62

آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سه حجم آبیاری ۱، ۲ و ۳ هزار متر مکعب در هکتار و سه سطح کود دامی از نوع گاوی کاملاً پوسیده شامل ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی در نظر گرفته شدند. ابعاد کرت‌ها ۲×۲ متر بود، چهار ردیف کاشت با فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها نیز ۰/۵ متر و روش کشت بصورت جوی و پشته‌ای در نظر گرفته شد. عملیات کاشت به صورت کشت مستقیم بذر روی چهار ردیف با طول دو متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر انجام شد. با توجه به اینکه بذر این گیاه بسیار ریز (وزن هزار دانه بین ۰/۲۵ تا ۰/۳۶ گرم) است، لذا بذور بصورت کپه‌ای (چند بذر در هر کپه) و سطحی کاشته شدند. بلافاصله پس از کاشت جوی‌ها هر روز به مدت یک هفته با دقت آبیاری شدند تا بذور به طور یکنواخت سبز گردند. روش آبیاری مورد استفاده نشتی و جوی و پشته‌ای با استفاده از سیفون بود که در آن آب به طور مستقیم در تماس با گیاه قرار نمی‌گیرد، بلکه به صورت نفوذی به پشته‌ها نشت نموده و آنها را مرطوب می‌نماید. از مرحله ۴-۳ برگی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک اقدام به اعمال تیمارهای آبیاری شد. با استفاده از کنتور حجم آبیاری مورد نظر اعمال گردید. کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی پس از هر نوبت در شرایط ظرفیت زراعی انجام شد. در طی آزمایش آفت یا بیماری خاصی مشاهده نشد.

در مرحله شروع گلدهی (۱۰٪ گل‌ها در هر بوته باز شده بودند) سه بوته به طور تصادفی انتخاب و صفاتی از جمله ارتفاع ساقه اصلی، قطر کانوپی و تعداد گل آذین اندازه‌گیری شد. در این زمان، همچنین وزن خشک اندام‌های هوایی اندازه‌گیری گردید. بمنظور تعیین عملکرد بذر کاکوتی چند ساله، نمونه برداری در هر چین در زمان رسیدگی کامل بذرها انجام شد. بدین منظور تمامی گیاهان موجود در هر کرت (در سطح چهار متر مربع) با استفاده از داس برداشت و نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک شده و در نهایت، وزن کل بذر و نسبت وزن بذر به اندام‌های هوایی اندازه‌گیری شد. قابل ذکر است که در سال اول تنها یک چین و در سال دوم دو چین از بوته‌ها برداشت شد.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 به صورت مرکب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جهت مقایسه میانگین-

ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع و قطر بوته

در جدول ۳ نتایج آنالیز واریانس اثر سطوح کود دامی و حجم‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات رشدی و عملکرد اندام هوایی و بذر گیاه دارویی کاکوتی چندساله در سال‌های اول و دوم نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح کود دامی و حجم‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه دارویی کاکوتی چندساله در سال‌های اول و دوم

Table 2- Variance analysis (mean of squares) of cow manure levels and irrigation volume effects on vegetative properties and yield of ziziphora

سال اول						
The first year						
عملکرد بذر Seed yield	وزن خشک اندام- های هوایی Dry weight of shoots	تعداد گل آذین در ساقه فرعی Inflorescence No. per branch	قطر کانوپی Canopy diameter	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات SOV
7669/52	1111834/25	64/03	129/48	37/67	2	تکرار Replication
3642/ 80 ^{ns}	528055/ 78 ^{ns}	21/ 37 ^{ns}	65/ 97 ^{ns}	22/ 20 ^{ns}	2	کود دامی (A) Cow manure (A)
2257/28	327213/77	23/64	43/44	9/97	4	خطای اصلی Main error
234/ 90 ^{ns}	34039/ 12 ^{ns}	34/ 48 ^{ns}	44/ 83 ^{ns}	6/ 46 ^{ns}	2	حجم آبیاری (B) Irrigation volume (B)
3020/ 06 ^{ns}	437809/ 24 ^{ns}	30/ 59 ^{ns}	69/ 18 ^{ns}	19/ 78 ^{ns}	4	A×B
2858/57	41438/41	22/77	63/48	20/38	12	خطای فرعی Sub error
سال دوم (چین اول)						
The second year (the first cutting)						
عملکرد بذر Seed yield	وزن خشک اندام- های هوایی Dry weight of shoots	تعداد گل آذین در ساقه فرعی Inflorescence No. per branch	قطر کانوپی Canopy diameter	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات SOV
765/69	109686/11	28/25	28/14	2/80	2	تکرار Replication
3824/24 ^{ns}	554359/02 ^{ns}	10/48 ^{ns}	66/28 ^{ns}	71/67*	2	کود دامی (A) Cow manure (A)
682/53	9893/63	13/53	18/01	5/17	4	خطای اصلی Main error

6307/79*	914314/53*	67/14*	145/45*	43/31*	2	حجم آبیاری (B) Irrigation volume (B)
4779/69*	692817/25*	67/14*	25/86*	38/40**	4	A×B
984/88	141319/90	17/66	30/84	4/60	12	خطای فرعی Sub error

سال دوم (چین دوم)

The second year (the second cutting)

عملکرد بذر Seed yield	وزن خشک اندام- های هوایی Dry weight of shoots	تعداد گل آذین در ساقه فرعی Inflorescence No. per branch	قطر کانوبی Canopy diameter	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات SOV
756/79	109686/11	24/33	28/14	1/80	2	تکرار Replication
3824/12 ^{ns}	554359/02 ^{ns}	10/11 ^{ns}	66/28 ^{ns}	71/66*	4	کود دامی (A) Cow manure (A)
682/52	98933/63	13/27	18/01	5/17	2	خطای اصلی Main error
6307/04*	914314/09*	73/00*	145/45*	43/21**	4	حجم آبیاری (B) Irrigation volume (B)
4779/58*	692817/36*	42/44*	36/25*	38/40**	12	A×B
974/95	141319/03	17/40	30/84	4/60	2	خطای فرعی Sub error

***: معنی دار در سطح احتمال یک درصد
***: significant at 1% probability level

در جدول ۴ مقایسه میانگین ارتفاع بوته و قطر کانوبی کاکوتی چندساله در واکنش به تأثیر سطوح کود دامی و حجم های مختلف آبیاری ارائه شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر مقادیر کود دامی و سطوح آبیاری بر خصوصیات رشد و عملکرد اندام های هوایی و بذر کاکوتی چندساله

Table 4- Mean comparisons of of cow manure levels and irrigation volume effects on vegetative properties and yield of ziziphora

سال اول The first year					
عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)	وزن خشک اندام های هوایی (کیلوگرم در هکتار) Dry weight of shoots (kg.ha ⁻¹)	تعداد گل آذین (تعداد در ساقه فرعی) Inflorescence Number (No.branch ⁻¹)	قطر کانوبی (سانتی متر) Canopy diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	فاکتورها Factors
مقادیر کود دامی (تن در هکتار) Cow manure (t.ha ⁻¹)					
123/75 ^a	1490 ^a	19/11 ^a	42/45 ^a	20/16 ^a	5
103/79 ^a	1249/79 ^a	18/22 ^a	40/76 ^a	19/22 ^a	10

83/51 ^a	1005/55 ^a	16/11 ^a	37/15 ^a	17/10 ^a	15
حجم آبیاری (متر مکعب در هکتار) Irrigation volume (m ³ .ha ⁻¹)					
98/28 ^a	1183/33 ^a	16/00 ^a	38/16 ^a	17/88 ^a	1000
104/35 ^a	1256/38 ^a	17/55 ^a	39/65 ^a	19/06 ^a	2000
108/43 ^a	1305/55 ^a	19/89 ^a	42/55 ^a	19/53 ^a	3000

سال دوم (چین اول)

The second year (the first cutting)

مقادیر کود دامی (تن در هکتار) Cow manure (t.ha ⁻¹)					
عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)	وزن خشک اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار) Dry weight of shoots (kg.ha ⁻¹)	تعداد گل آذین (تعداد در ساقه فرعی) Inflorescence Number (No.branch ⁻¹)	قطر کانوپی (سانتی‌متر) Canopy diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	
137/18 ^a	1651/11 ^a	31/55 ^a	56/23 ^a	25/32 ^{ab}	5
138/68 ^a	1669/72 ^a	32/22 ^a	56/76 ^a	27/30 ^a	10
102/00 ^a	1231/11 ^a	30/11 ^a	51/82 ^a	21/73 ^b	15

حجم آبیاری (متر مکعب در هکتار)
Irrigation volume (m³.ha⁻¹)

عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)	وزن خشک اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار) Dry weight of shoots (kg.ha ⁻¹)	تعداد گل آذین (تعداد در ساقه فرعی) Inflorescence Number (No.branch ⁻¹)	قطر کانوپی (سانتی‌متر) Canopy diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	
95/56 ^b	1150/55 ^b	28/44 ^b	50/61 ^b	22/66 ^b	1000
139/23 ^a	1676/38 ^a	31/55 ^{ab}	55/65 ^{ab}	26/25 ^a	2000
143/31 ^a	1725/55 ^a	33/89 ^a	58/55 ^a	25/83 ^a	3000

سال دوم (چین دوم)

The second year (the second cutting)

مقادیر کود دامی (تن در هکتار) Cow manure (t.ha ⁻¹)					
عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)	وزن خشک اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار) Dry weight of shoots (kg.ha ⁻¹)	تعداد گل آذین (تعداد در ساقه فرعی) Inflorescence Number (No.branch ⁻¹)	قطر کانوپی (سانتی‌متر) Canopy diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	
125/96 ^a	1516/66 ^a	25/33 ^a	60/33 ^a	21/82 ^a	5
127/46 ^a	1534/72 ^a	26/22 ^a	50/77 ^a	23/80 ^a	10
91/03 ^a	1096/11 ^a	24/11 ^a	55/82 ^a	18/23 ^b	15

حجم آبیاری (متر مکعب در هکتار)
Irrigation volume (m³.ha⁻¹)

عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک اندام‌های	تعداد گل آذین (تعداد)	قطر کانوپی	ارتفاع بوته	
-------------------------------	-------------------	-----------------------	------------	-------------	--

هکتار)	هوایی (کیلوگرم در هکتار)	در ساقه فرعی)	(سانتی متر)	(سانتی متر)	
Seed yield (kg.ha ⁻¹)	Dry weight of shoots (kg.ha ⁻¹)	Inflorescence Number (No.branch ⁻¹)	Canopy diameter (cm)	Plant height (cm)	
84/34 ^b	1015/55 ^b	22/22 ^b	54/61 ^b	18/76 ^b	1000
128/02 ^a	1541/38 ^a	25/55 ^{ab}	59/66 ^a	22/75 ^a	2000
132/10 ^a	1590/55 ^a	27/80 ^a	66/6 ^a	22/33 ^a	3000

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).
 * Means with the same letter(s) in each column are not significantly different based on Duncan's test ($p \leq 0.05$).

نتایج نشان داد که تیمارهای کودی و حجم‌های آبیاری تأثیر معنی‌داری بر روی ارتفاع و قطر کانوبی کاکوتی چندساله در سال اول نداشتند، اما در سال دوم و در هر دو چین افزایش حجم آبیاری بر ارتفاع گیاه معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۳). بیشترین ارتفاع و قطر کانوبی این گیاه دارویی در سال دوم برای چین اول مربوط به حجم آبیاری ۳ هزار متر مکعب به ترتیب برابر با ۲۵/۳ و ۵۸/۶ سانتی متر مشاهده شد. بالاترین میزان این صفات در چین دوم برای این فاکتورها به ترتیب برابر با ۲۲/۸ و ۶۶/۷ سانتی متر حاصل گردید. کاهش حجم آبیاری از ۳۰۰۰ به ۱۰۰۰ متر مکعب در هکتار باعث کاهش ارتفاع بوته و قطر کانوبی در چین اول (به ترتیب برابر با ۱۴ و ۱۵ درصد) و دوم (به ترتیب برابر با ۱۹ و ۱۶ درصد) شد (جدول ۴). کم شدن ارتفاع گیاه در رابطه با کاهش حجم آبیاری با توجه کاهش رشد رویشی دور از انتظار نیست و در منابع علمی متعدد برای گیاهان مختلف زراعی و دارویی به آن اشاره شده است (Ashraf & Foolad, 2007; Sreevalli et al., 2008; Koocheki, 2004). افزایش کود دامی از ۵ تن به بالا اگرچه در سال اول باعث کاهش ارتفاع گیاه شد، اما در سال دوم با افزایش کود از ۵ تن به ۱۰ تن ارتفاع گیاه افزایش یافت، اگر چه هیچ گونه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. نتایج نجفی (Nadjafi, 2006) روی گیاه پونه سای بینالودی (*Nepeta binaludensis* Jamzad.)، Tabrizi (2007) روی گیاه آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus* Klokov) Kheirkhah (2011) روی گیاه کاکوتی و بالندری (Balandari, 2011) روی گیاه کاسنی (*Cichorium intybus* L) نیز نشان دادند که کاربرد کود گاوی، تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه ندارد. کم شدن ارتفاع و قطر بوته در سال اول در اثر افزایش سطح کود دامی تواند ناشی از این موضوع باشد از آنجا که در سال اول گیاه در شرایط استقرار بوده، لذا سطوح بالای کود دامی را تحمل نکرده و نسبت به مصرف آن واکنش نشان نداده است. چنین حالتی در منابع علمی برای برخی از گیاهان دارویی از جمله آویشن خراسانی (Tabrizi, 2007)، اسفرزه (*Plantago ovata* L.) (Koocheki et al., 2004) کاکوتی (Kheirkhah, 2011) نیز گزارش شده است که در حضور سطوح کمتر کود رشد بهتری داشته‌اند. به طور کلی، فراهم بودن آب و عناصر غذایی ضروری گیاه، ارتفاع را از طریق افزایش تعداد گره و میانگره‌ها

تحت تأثیر قرار می‌دهند (Koocheki & Sarmadnia, 1990). با توجه به اینکه کودهای دامی از نظر محتوای عناصر غذایی و افزودن عناصر غذایی در کوتاه مدت به خاک، نسبت به کودهای شیمیایی ضعیف‌تر عمل می‌کنند، لذا افزایش ارتفاع و قطر بوته در سال دوم در اثر افزایش کود دامی را می‌توان به آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی و جذب آن توسط گیاهان نسبت داد. همچنین به نظر می‌رسد با توجه به چند ساله بودن این گیاه دارویی، از پتانسیل تولید جوانه‌های زیادی از محل طوقه برخوردار است. بنابراین، گیاه با داشتن فرصت مناسب در طول تابستان و پاییز سال اول و رشد رزتی ساقه‌های هوایی روی زمین توانسته است فضای خالی را پر نماید و به همین دلیل در سال دوم قطر بوته نسبت به سال اول افزایش یافته است. در سال دوم همچنین ارتفاع بوته در چین دوم نسبت به چین اول کاهش معنی داری ($p \leq 0.05$) نشان داد. دلیل این امر می‌تواند به دلیل افزایش تعداد و انشعابات فرعی ساقه، پس از چین اول بوده و به این دلیل گیاه با افزایش قطر، انرژی و مواد غذایی مورد نیاز برای افزایش ارتفاع را به توسعه قطری بوته اختصاص داده است. این نتایج مشابه نتایج تحقیقات سایر محققان (Nadjafi, 2006; Tabrizi, 2007; Teimouri, 2013) می‌باشد.

اثر متقابل حجم آبیاری و مقادیر مختلف کود دامی بر ارتفاع بوته و قطر کانوپی در سال دوم در هر دو چین معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$) بود؛ به طوریکه بیشترین ارتفاع بوته و قطر کانوپی برای کاربرد ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار آبیاری و ۵ تن کود گاوی در هکتار به ترتیب با ۲۹/۴ و ۶۷/۵ سانتی‌متر در چین اول و ۲۷/۹ و ۷۴/۳ سانتی‌متر در چین دوم و فاکتورهای ۱۰۰۰ متر مکعب آبیاری و ۱۵ تن کود دامی به ترتیب با ۱۷/۳ و ۵۱/۳ سانتی‌متر برای چین اول و ۴۸/۵ و ۱۳/۸ سانتی‌متر برای چین دوم کمترین مقدار این صفات را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل حجم آبیاری و مقادیر کود دامی بر خصوصیات رشدی و تعداد گل آذین کاکوتی چندساله

Table 5- Mean comparisons of interaction between of cow manure levels and irrigation volume effects on vegetative properties and inflorescence number of ziziphora

تعداد گل آذین (تعداد در ساقه فرعی) Inflorescence Number (No.branch ⁻¹)	چین اول First cut			
	قطر کانوپی (سانتی- متر) Canopy diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	مقادیر کود دامی (تن در هکتار) Cow manure (t.ha ⁻¹)	حجم آبیاری (متر مکعب در هکتار) Irrigation volume (m ³ .ha ⁻¹)
28/66 ^{abc}	49/16 ^{bc}	21/50 ^c	5	
30/33 ^{abc}	55/33 ^{abc}	27/96 ^{ab}	10	1000
26/33 ^c	74/33 ^c	17/33 ^d	15	
34/66 ^{abc}	60/00 ^{ab}	27/73 ^{ab}	5	2000

31/66 ^{abc}	54/96 ^{abc}	28/00 ^{ab}	10	
26/66 ^{bc}	48/46 ^c	21/13 ^{cd}	15	
32/00 ^{abc}	56/00 ^{abc}	25/03 ^{bc}	5	
36/33 ^a	63/53 ^a	29/43 ^a	10	3000
35/00 ^{ab}	59/66 ^{ab}	26/73 ^{ab}	15	
چین دوم				
Second cut				
تعداد گل آذین (تعداد در ساقه فرعی) Inflorescence Number (No.branch ⁻¹)	قطر کانوپی (سانتی- متر) Canopy diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	مقادیر کود دامی (تن در هکتار) Cow manure (t.ha ⁻¹)	حجم آبیاری (متر مکعب در هکتار) Irrigation volume (m ³ .ha ⁻¹)
19/66 ^c	53/17 ^{bc}	18/00 ^c	5	
24/33 ^{abc}	59/33 ^{abc}	24/46 ^{ab}	10	1000
22/66 ^{abc}	51/33 ^c	13/83 ^d	15	
28/66 ^{ab}	60/00 ^{abc}	23/93 ^{ab}	5	
25/66 ^{abc}	58/97 ^{abc}	24/70 ^{ab}	10	2000
20/67 ^{bc}	52/46 ^c	17/63 ^{cd}	15	
26/00 ^{abc}	67/53 ^a	21/53 ^{bc}	5	
30/33 ^a	64/00 ^{ab}	25/23 ^a	10	3000
29/00 ^a	63/67 ^{ab}	23/23 ^{ab}	15	

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with the same letter(s) in each column are not significantly different based on Duncan's test ($p \leq 0.05$)

تعداد گل آذین در ساقه فرعی: همانگونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود مصرف کود دامی هیچ گونه تأثیر معنی‌داری بر تعداد گل آذین کاکوتی در سال‌های آزمایش نداشت. با این وجود، حجم‌های آبیاری در سال دوم در هر دو چین تعداد گل آذین این گیاه دارویی را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد ($p \leq 0.05$). بیشترین تعداد گل آذین در سال دوم برای چین اول و دوم به ترتیب با ۳۳/۹ و ۲۷/۸ گل آذین در ساقه فرعی برای سطح آبیاری ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار مشاهده گردید. افزایش حجم آبیاری از ۱۰۰۰ به ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار موجب بهبود تعداد گل آذین در چین اول و دوم به ترتیب برابر با ۱۹ و ۲۵ درصد گردید (جدول ۴). تعداد گل آذین در گیاه یکی از اجزای عملکرد است که تعیین‌کننده پتانسیل عملکرد بذر می‌باشد، زیرا گل آذین‌ها در برگ‌برنده تعداد دانه بوده و از طرفی تامین‌کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه‌ها می‌باشند. تعداد گل آذین اگرچه صفتی است که به طور ژنتیکی کنترل می‌شود، ولی تحت تأثیر عملیات مدیریتی نظیر حاصلخیزکننده‌های خاک، آبیاری، تاریخ کاشت، تراکم بوته و غیره قرار می‌گیرد (Gupta, 1976). لذا با افزایش حجم آبیاری، انتظار می‌رود که گیاه تحت شرایط رشد رویشی مطلوب،

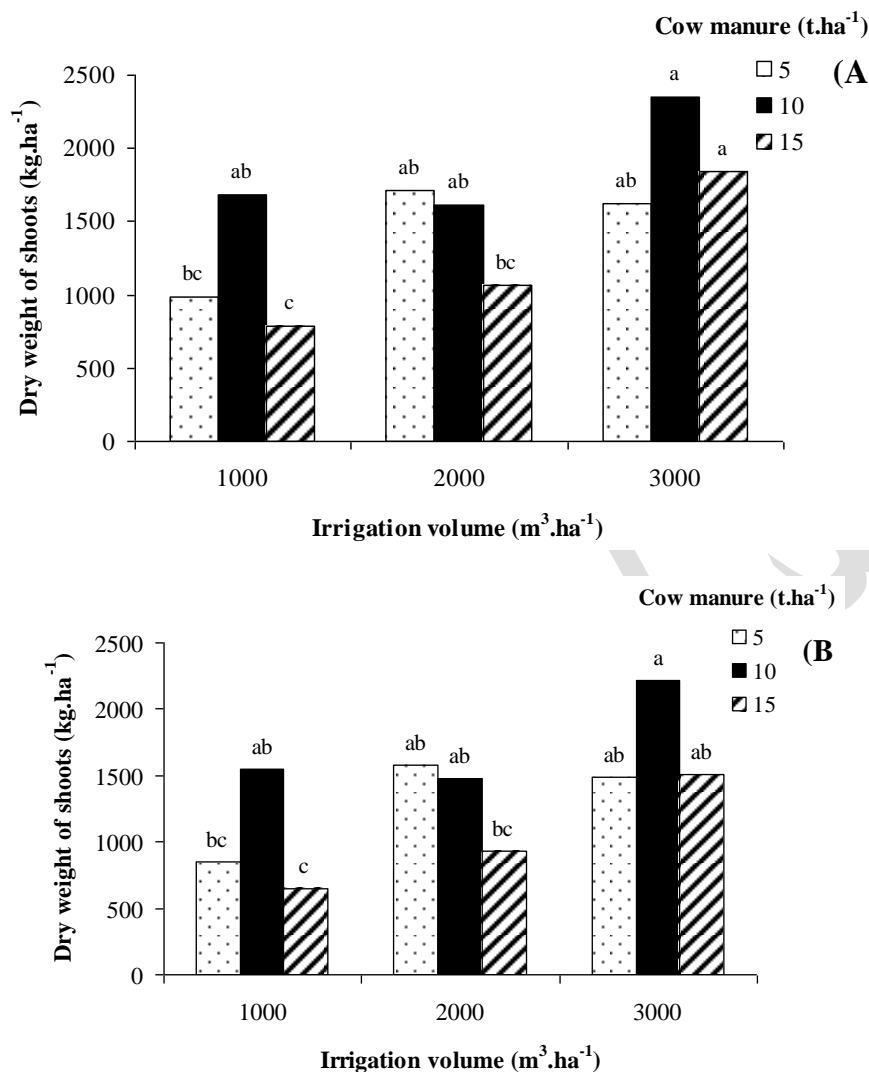
تعداد شاخه‌های جانبی خود را افزایش داده و به دنبال آن تعداد گل آذین نیز افزایش یافته است. علاوه بر این، با توجه به همبستگی مثبت بین تعداد گل آذین با عملکرد بذر، افزایش تعداد گل آذین، بهبود عملکرد بذر را به دنبال خواهد داشت. افزایش تعداد سنبله در بوته اسفرزه تحت تأثیر افزایش مقدار آبیاری توسط تبریزی (Tabrizi, 2004) و نجفی (Nadjafi, 2001) نیز گزارش شده است. نتایج مطالعه جهان (Jahan, 2004) نیز بیانگر افزایش تعداد گل در بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) تحت تأثیر مصرف سطوح کود دامی بود. لیاک و پانک (Liuc & Pank, 2005) نیز گزارش کردند که کاربرد کود آلی در گیاه دارویی بابونه رومی (*Anthemis nobilis* L.) افزایش شاخص‌های رشدی از جمله تعداد گل در بوته را موجب گردید.

وزن خشک اندام‌های هوایی: همانگونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، وزن خشک اندام‌های هوایی کاکوتی در سال اول تحت تأثیر سطوح کود دامی و افزایش حجم آبیاری قرار نگرفت، ولی در سال دوم و هر دو چین این صفت به طور معنی‌داری تنها تحت تأثیر حجم آبیاری قرار گرفت ($p \leq 0.05$).

با افزایش مصرف کود دامی از ۵ به ۱۰ تن در هکتار وزن خشک اندام‌های هوایی افزایش یافت. بررسی‌های چاوز و همکاران (۲۰۰۲) بر روی ریحان (*Ocimum basilicum*) و دلیت (۲۰۰۰) بر روی بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) نیز نشان داد که اگرچه تحت تأثیر مصرف کود دامی عملکرد ماده خشک این گیاهان دارویی افزایش یافت، ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. علاوه بر این از آنجا که مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با مصرف ۱۰ تن کود دامی در هکتار به ویژه در سال اول نقش زیادی بر بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد کاکوتی چندساله نداشته و روند نزولی برای این خصوصیات با افزایش کود دامی مشاهده شده است، بنظر می‌رسد از آنجا که گیاهان دارویی گونه‌هایی حاشیه‌ای و نسبتاً کم‌توقع هستند و نیاز آنها نسبت به عناصر غذایی خاک به طور نسبی پایین می‌باشد (Yaniv & Bachrach, 2005)، شاید بتوان دلیل این روند نزولی را با افزایش بیش از حد کود دامی به خاک به کودپذیری پایین این گیاه و سوزانده شدن اندام‌های رویشی آن نسبت داد که در نتیجه کوددهی زیاد به دلیل بروز عکس‌العمل منفی گیاه، کاهش عملکرد کمی و کیفی زوفا را موجب شده است. شباهنگ و همکاران (Shabahang et al., 2012) نیز طی مطالعه‌ای دو ساله اظهار داشتند که با افزایش مصرف کود دامی تا ۳۰ تن در هکتار خصوصیات رشدی و عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی زوفا بهبود یافت، ولی افزایش بیش از این مقدار کاهش این صفات را به دنبال داشت. البته وزن خشک اندام‌های هوایی در سال دوم و بویژه در چین اول بیشتر از سال اول (بیش از ۱/۵ برابر) و یا چین دوم بود و بیش از ۵۲/۱۳ درصد وزن خشک اندام‌های هوایی در سال دوم به چین اول اختصاص داشت و تأثیر کود بر این صفت در سال دوم (چین اول) بارزتر از سال اول بود (جدول ۴). امید بیگی (Omid Beygi, 1997) نیز دریافت که با افزایش سن گیاه

آویش باغی میزان عملکرد پیکره رویشی افزایش یافت؛ به طوریکه بیشترین میزان پیکره رویشی (۵/۸ تن در هکتار) در بوته‌های سه ساله در مقایسه با دو ساله و یک ساله بدست آمد. وی علت این امر را به استقرار کامل گیاه و بهره‌گیری بیشتر از عناصر غذایی خاک نسبت داد.

حجم‌های مختلف آبیاری به جز سال اول تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک اندام‌های هوایی کاکوتی در چین‌های اول و دوم در سال دوم داشت ($p \leq 0/05$) (جدول ۳). بالاترین وزن خشک اندام‌های هوایی در سال دوم در چین اول و دوم برای حجم ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار به ترتیب با ۱۷۲۵/۵۵ و ۱۹۵۰/۵۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. با کاهش حجم آبیاری از ۳۰۰۰ به ۱۰۰۰ متر مکعب وزن خشک اندام‌های هوایی در سال دوم برای چین اول و دوم به ترتیب برابر با ۵۰ و ۵۷ درصد کاهش یافت (جدول ۴). کاهش وزن خشک اندام‌های مختلف رویشی گیاه شامل برگ و ساقه در شرایط محدودیت رطوبتی می‌تواند به علت کاهش فتوسنتز باشد. این موضوع توسط سایر محققین نیز مورد تأیید قرار گرفته است (Zahoor et al., 2004; Ivandic et al., 2000; Mc Master & Wilhelm, 2003). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2007) با مطالعه تأثیر دور آبیاری و تراکم گیاه بر زیست توده گیاه آویشن شیرازی و زوفا گزارش کردند که تولید زیست توده گیاهی هر دو گیاه دارویی با افزایش فواصل آبیاری، کاهش یافت. در پژوهش دیگری که توسط تبریزی (Tabrizi, 2007) روی آویشن خراسانی صورت گرفت، عنوان شد که افزایش فواصل آبیاری در سال اول و اوایل سال دوم (چین اول) هیچ‌گونه تأثیری بر وزن خشک اندام‌های هوایی نداشت. همچنین با افزایش فواصل آبیاری از ۲ به ۴ هفته، وزن خشک اندام‌های هوایی بیش از سه برابر کاهش یافت. اثر متقابل مصرف کود دامی و حجم‌های آبیاری بر وزن خشک اندام‌های هوایی کاکوتی در سال دوم معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی در چین‌های اول و دوم در سال دوم آزمایش حاصل کاربرد ۳۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار و ۱۰ تن در هکتار کود دامی به ترتیب با ۲۳۴۸/۳۳ و ۲۳۱۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان این صفات برای ۱۰۰۰ متر مکعب آبیاری و ۱۵ تن کود دامی به ترتیب با ۷۸۲/۵۰ و ۶۴۷/۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱- الف و ب).



شکل ۱- اثر متقابل کود دامی و حجم آبیاری بر وزن خشک اندام‌های هوایی کاکوتی چندساله در چین‌های اول (الف) و دوم (ب)

Fig. 1- Interaction effect of cow manure levels and irrigation volume on dry weight of shoots at first cut(A) and second cut (B) of ziziphora

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل و برای هر جزء، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with the same letter(s) in each figure and for each component have not significantly difference based on Duncan's test ($p \leq 0.05$).

به نظر می‌رسد که علت عدم تفاوت معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی در بین تیمارهای مذکور در سال اول آزمایش مربوط به دیر اعمال کردن تیمارهای آبیاری جهت استقرار بهتر گیاهچه‌ها می‌باشد. علاوه بر این، کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه دارویی کاکوتی چندساله در واکنش به کاهش حجم آبیاری با نتایج مطالعات رویشگاهی خیرخواه (Kheirkhah, 2011) که بیانگر رشد مطلوب‌تر این گونه دارویی در شیب‌های شمالی و دارای رطوبت بالا می‌باشد، مطابقت داشته و نشان‌دهنده پاسخ مثبت

گیاه به تأمین رطوبت مناسب می‌باشد. نجفی (Nadjafi, 2006) نیز با مطالعات زیستگاهی گونه دارویی پونه‌سای بینالودی، روند مشابهی را برای این گونه در واکنش به آبیاری تأیید نمود. کاهش وزن خشک اندام‌های مختلف رویشی گیاه شامل برگ و ساقه در شرایط محدودیت رطوبتی می‌تواند به علت کاهش فتوسنتز باشد.

از طرفی، مقایسه عملکرد چین‌های گیاه دارویی کاکوتی چندساله در سال دوم مشخص شد که بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی در چین اول نسبت به چین دوم برابر با ۵۴ درصد بالاتر بود. بدین ترتیب، بالاتر بودن خصوصیات رشدی بوته‌های کاکوتی تحت تأثیر دوره رشد طولانی‌تر و مدت زمان بیشتر برای جذب آب و مواد غذایی تحت تأثیر بهبود خصوصیات رویشی نسبت داد که در نهایت بهبود عملکرد این گیاه دارویی را موجب شده است. نتایج مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) نشان داد که وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد اسانس زوفا، در چین اول به ترتیب ۸۰ و ۷۱ درصد بالاتر از چین دوم بود. شباهنگ و همکاران (shabahang et al, 2012) نیز بهبود ۵۸ درصدی وزن خشک اندام‌های هوایی زوفا در چین اول را در مقایسه با چین دوم گزارش نمودند.

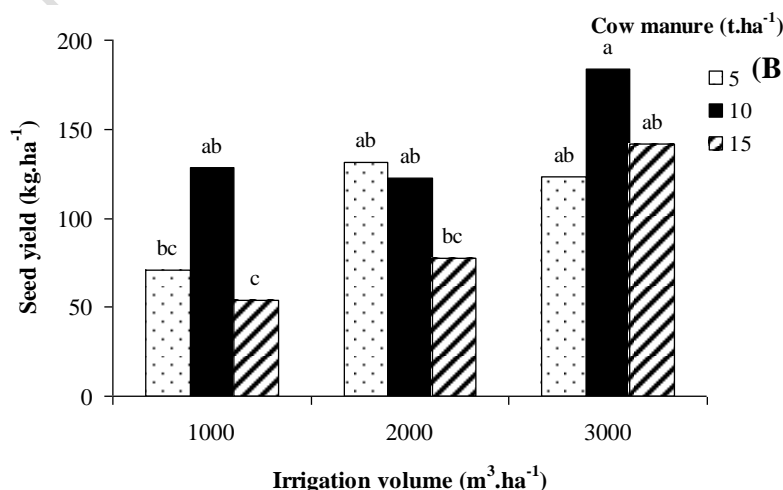
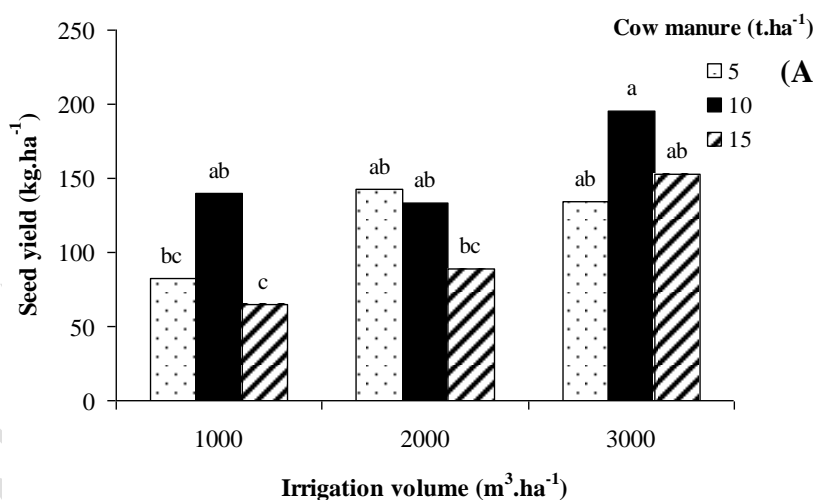
عملکرد بذر: با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌گردد که در سال اول عملکرد بذر کاکوتی تحت تأثیر سطوح کود دامی و حجم آبیاری قرار نگرفت، ولی در سال دوم در هر دو چین تنها اثر حجم آبیاری بر این صفت معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود. با این وجود، مصرف کود دامی از ۵ تا ۱۰ تن در هکتار در هر دو سال و چین‌های مختلف موجب بهبود عملکرد بذر گردید (جدول ۴).

اثر ساده حجم آبیاری بر عملکرد بذر کاکوتی در سال دوم معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۳)؛ بالاترین میزان عملکرد بذر در سال اول (برابر با ۱۰۸/۴۳ کیلوگرم در هکتار) و در سال دوم چین‌های اول (۱۴۳/۳۱ کیلوگرم در هکتار) و دوم (۱۳۲/۱۰ کیلوگرم در هکتار) برای حجم ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار مشاهده گردید. همچنین با افزایش حجم آبیاری از ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر مکعب عملکرد بذر در سال اول و چین‌های اول و دوم در سال دوم به ترتیب برابر با ۱۰، ۵۰ و ۵۷ درصد بهبود یافت (جدول ۴). کاهش حجم آبیاری به دلیل کاهش طول دوره فتوسنتزی و تعداد گل و در نتیجه کاهش تعداد بذر و کاهش ظرفیت مخزن، منجر به افت عملکرد بذر در کاکوتی گردید. به نظر می‌رسد که افزایش حجم آبیاری محتوای نسبی برگ را افزایش داده و با تأثیر مثبت بر افزایش هدایت روزنه‌ای و تبادل بیشتر دی‌اکسید کربن باعث بهبود تولید ماده خشک و در نتیجه افزایش عملکرد بذر شده است (Grzesiak et al, 2009). کاهش عملکرد بذر در حجم‌های پایین آبیاری بیانگر آن است که کمبود رطوبت به ویژه در مرحله زایشی و پر شدن دانه، اجزای زایشی را نسبت به بخش‌های رویشی به میزان بیشتری تحت تأثیر قرار داده است. نتایج این بررسی با نتایج رضوان بیدختی و همکاران (Rezvane beydohti et al., 2011) در مورد سیاهدانه مشابهت دارد. این محققان بیان

کردند که بیشترین عملکرد دانه سیاهدانه در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد؛ به طوریکه درصد کاهش عملکرد در تیمار قطع آبیاری در مرحله تشکیل دانه در مقایسه با شاهد ۴۳/۷ بود. آنها دلیل این امر را به تسریع پیری و کاهش طول دوره پر شدن دانه سیاهدانه در اثر کمبود آب ناشی از قطع آبیاری مربوط دانستند. علاوه بر این، با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که گیاه دارویی کاکوتی چندساله حساسیت نسبت بالایی به کمبود رطوبت دارد. نوروز پور و رضوانی مقدم (Noruz Por & Rezvani, 2006) با مطالعه اثر فواصل مختلف آبیاری بر عملکرد دانه سیاهدانه گزارش کردند که فواصل آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت؛ به طوریکه افزایش فواصل آبیاری موجب کاهش درصد و عملکرد دانه سیاهدانه شد. نتایج مطالعات مختلف تبریزی (Tabrizi, 2007)، خیرخواه (Kheirkhah, 2011) و تیموری (Teimouri, 2013) روی تعدادی از گونه‌های دارویی مؤید این مطلب است که افزایش پتانسیل ماتریک خاک به ترتیب باعث کاهش عملکرد ماده خشک آویشن، کاکوتی و گل اروانه بزقی (*Hymenocrater Piatystegius* Rech.f.) گردید. کرینزر و همکاران (Krenzer et al., 1991) نیز گزارش کردند که محدودیت رطوبتی از طریق کاهش اختصاص مواد پرورده به گل‌آذین، در نهایت سبب کاهش تعداد بذر گردید. کاهش تعداد بذر تحت شرایط محدودیت رطوبتی در مراحل مختلف رشدی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Garcia Del Moral et al., 2005). نتایج تحقیقات بنایان و همکاران (Bannayan et al., 2008) نشان داد که کاهش حجم آبیاری می‌تواند در شرایطی که درجه حرارت محیط بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد باعث افزایش درجه حرارت خاک و همچنین ایجاد اختلال در سیستم فتوسنتزی گیاه گردد و در نهایت، تأثیر منفی روی عملکرد داشته باشد. عملکرد بذر کاکوتی چندساله در هیچیک از سال‌های آزمایش تحت تأثیر معنی‌دار سطوح کود دامی قرار نگرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف ۱۵ تن کود دامی در هکتار در مقایسه با سطوح پایین مصرف این نهاده آلی سبب کاهش عملکرد بذر این گیاه دارویی گردید. همانگونه که در فوق نیز بیان گردید، بنظر می‌رسد که واکنش منفی کاکوتی نسبت به مقادیر بالای کود دامی و عدم تحمل آن نسبت به غلظت زیاد عناصر مربوط به حاشیه‌ای و خودرو بودن این گونه می‌باشد. نتایج مشاهدات زیستگاهی نیز حاکی از رشد این گونه در خاک‌های نسبتاً فقیر و غیرحاصلخیز بود. تبریزی (Tabrizi, 2007) و خیرخواه (Kheirkhah, 2011) نیز مشاهده کردند که در گیاه آویشن خراسانی و کاکوتی افزایش مصرف کود دامی از ۱۰ تن در هکتار به بالا تأثیری بر عملکرد این گیاهان دارویی نداشت، البته مصرف این نهاده آلی در سال اول تا حدودی تأثیر منفی بر عملکرد داشت. در حالیکه نتایج تیموری (Teimouri, 2013) روی نشان داد که کاربرد کود دامی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گل اروانه بزقی

داشت. چاپین (۱۹۹۸) با مطالعه اصول تغذیه گیاهان وحشی و دارویی در محیط‌های غنی و فقیر دریافت که این گونه‌ها در شرایط غنی و حاصلخیز عناصر غذایی کمتری را از خاک در مقایسه با محیط‌های فقیر جذب می‌کنند.

کود دامی و حجم‌های آبیاری به طور معنی‌داری عملکرد بذر گیاه دارویی کاکوتی در سال دوم آزمایش را تحت تأثیر قرار داد ($p \leq 0.05$) (جدول ۳). بالاترین عملکرد بذر در چین‌های اول و دوم در سال دوم ناشی از مصرف ۳۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار و ۱۰ تن در هکتار کود دامی به ترتیب با ۱۹۵/۰۴ و ۱۸۳/۸۳ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین میزان این صفات برای ۱۰۰۰ متر مکعب آبیاری و ۱۵ تن کود دامی به ترتیب با ۶۴/۹۹ و ۵۳/۷۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید (شکل ۲- الف و ب). چنین به نظر می‌رسد که استفاده از کود دامی در مقادیر زیاد و شرایط کم آبیاری سبب تجمع عناصر غذایی در اطراف ریشه شده و در نتیجه پایین آمدن کارایی ریشه در جذب مواد غذایی می‌شود؛ در حالیکه افزودن مقادیر مناسب کود دامی سبب افزایش محتوای رطوبتی خاک و بهبود کارکرد میکروارگانیسم‌های خاکزی می‌شود.



شکل ۲- اثر متقابل کود دامی و حجم آبیاری بر عملکرد بذر کاکوتی چندساله در چین‌های اول (الف) و دوم (ب)

Fig.2- Interaction effect of cow manure levels and irrigation volume on seed yield at first cut(A) and second cut (B) of ziziphora

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل و برای هر جزء، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with the same letter(s) in each figure and for each component have not significantly difference based on Duncan's test ($p \leq 0.05$).

بطور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف مقادیر کود دامی به عنوان نهاده‌ای آلی و افزایش حجم آبیاری با بهبود خصوصیات خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی، موجب بهبود خصوصیات رویشی نظیر ارتفاع و قطر کانوپی گیاه دارویی کاکوتی شده و در نهایت، افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد بذر را به دنبال داشته است. علاوه بر این، با توجه به چندساله بودن گیاه دارویی کاکوتی، رشد و عملکرد این گیاه در سال دوم به دلیل استقرار مناسب و همچنین دسترسی بیشتر به عناصر و مواد غذایی نسبت به سال اول به طور معنی‌داری بالاتر بود. در مجموع، بنظر می‌رسد با توجه به اینکه کاکوتی با شرایط طبیعی عرصه‌های مرتعی سازگار است و در طی هزاران سال بصورت خودرو در اکوسیستم‌های طبیعی رشد کرده است، لذا این گیاه از طریق بکارگیری اتخاذ استراتژی‌های سازگاری با شرایط طبیعی که عمدتاً در ارتباط با عناصر غذایی متغیر می‌باشد و یکی از عوامل پایداری آن رویشگاه است، بدلیل کم‌توقعی در سیستم‌های زراعی آزمایش حاضر در یک خاک نسبتاً حاصلخیز، قادر به نشان دادن واکنش نسبت به افزودن عناصر غذایی نبود.

منابع

- 1- Anonymous. 2005. Trade in Medicinal Plants. FAO pub, Rome.
- 2- Anonymous. 2002. Toward sustainable herbal medicine. Factsheet1. WWF Publication.
- 3- Ashraf, M. and M. R. Foolad. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany 59: 206-216.
- 4- Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L., and Rastgoo, M. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Indian Journal of Crops Production 27: 11-16.
- 5- Canter P.H., Thomas H., and Ernst E. 2005. Bringing medicinal plants in cultivation: opportunities and challenges for biotechnology. Trends in Biotechnology 23: 180-185.
- 6- Chatterjee, S.K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India- a commercial approach. Proceeding of an International Conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS) 576: 191-202.

- 7- Craker, L.E. 2003. Production and demand- A review to the future of medicinal and aromatic plants. *ActaHorticulturae* 597: 15-12.
- 8- De-Abreu, I.N., and Mazzafera, P. 2005. Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy. *Plant Physiology and Biochemistry* 43: 241-248
- 9- Delate, K. 2002. Improving the quality of organic herb production: Evaluation of organic soil amendments and natural mulches. Iowa State University Armstrong Research and Demonstration Farm Progress Report, Collage of Agriculture, Iowa State University, Ames, IA.
- 10- De Sousa, D.P., Junior, E.V., Oliveira, F.S., DeAlmeida, R.N., Nunes, X.P., Barbosa, Filho, J.M. 2007. Antinociceptive activity of structural analogues of rotundifolone: structure-activity relationship. *Z. Naturforsch [C]*. 62: 39-42.
- 11- Esitken, A., Karlidag, H., Ercisli, S., Turan, M., and Sahin, F. 2003. The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloglu). *Journal of Agriculture Research* 54: 377–380
- 12- Hecl, J., and Sustrikova, A. 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drug- an assurance of quality control. *International Symposium on chamomile Research, Development and Production*. Presov, Slovakia. P. 69.
- 13- Ivandic, V., Hackett, C.A., Zhang, Z.J., Staub, J.E., Nevo, E., Thomas, W.T.B., and Forster, B.P. 2000. Phenotypic responses of wild barley to experimentally imposed water stress. *Journal of Experimental Botany* 51(353): 2021–2029.
- 14- Jahan, M. 2004. Ecological aspects if intercropping *Matricaria chamomilla* L. with *Calendula officinalis* L. in combination with animal manure. MSc Thesis Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- 15- Garcia del Moral, L.F., Rharrabti, Y., Elhani, S., Martos, V., and Royo, C. 2005. Yield Formation in Mediterranean durum wheat under two contrasting water regimes based on path-coefficient analysis. *Euphytica* 146: 203–212.
- 16- Grzesiak, S., Grzesiak, M. T., Filek, W., and Stabryta, J. 2009. Evaluation of physiological screening tests for breeding drought resistant triticale (*Triticosecale* x *Wittmack*). *Acta Physiologiae, Plantarum* 25(1): 29-37.
- 17- Gurib-Fakim, A. 2006. Medicinal plants: traditions of yesterday and druds of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine* 27: 1-93.
- 18- Gupta, U. S. 1976. *Physiological Aspects of Dryland Farming*. Universe Books 391 pp.
- 19- Kaplan, M., Kocabas, I., Sonmez, I., and Kalkan, H. 2010. The effects of different organic manure applications on the dry weight and the essential oil quantity of Sage (*Salvia fruticosa* Mill.). *International Medicinal and Aromatic Plants Conference on Culinary Herbs*. www.actahort.org
- 20- Khazaie, H.R., Nadjafi, F., and Bannayan, M. 2008. Effect of irrigation frequency and planting density on herbage, biomass and oil production. *Industrial Crops and Products* 27(3): 315-3212.
- 21- Kheirkhah, M. 2011. Ecological characteristics of *Ziziphora clinopodioides* Lam. In natural habitats and evaluation of possibility for domestication under low input cropping systems. PhD Thesis, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 22- Krenzer Jr., E.G., Nipp, T.L., and McNew, R.W. 1991. Winter wheat mainstem leaf appearance and tiller formation versus moisture treatment. *Agronomy Journal* 83: 663–667.

- 23- Koocheki A., Nassiri Mahallati M., and Azizi, G. 2004. The effects of water stress and defoliation on some quantitative traits of *Zataria multiflora*, *Ziziphora clinopodioides*, *Thymus vulgaris* and *Teucrium polium*. Iranian Journal of Field Crops Research Sciences 1(2): 89-105. (In Persian with English Summary)
- 24- Koocheki, A., Tabrizi, L., and Nassiri Mahalati, M. 2004. Organic cultivation of *Plantago ovatae* and *Plantago Psyllium*. Journal of Iranian Field Crops Research 2(1): 67-79. (In Persian with English Summary)
- 25- Koocheki A., Tabrizi L., and NassiriMahallati M. 2007. The effects of irrigation intervals and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantagoovata* and *Plantagopsyllium*. Asian Journal of Plant Sciences 6(8): 1229-1234.
- 26- Koocheki A., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research 6(1): 127-137. (In Persian with English Summary)
- 27- Lange, D., and Schippmann, U. 1997. Trade Survey of Medicinal Plants in Germany: A Contribution to International Plant Species Conservation. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- 28- Liuc, J., and Pank, B. 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Scientia Pharmaceutica 46:63-69.
- 29- Naghibi, F., Mosaddegh, M., Mohammadi Motamed, S., and Ghorbani, A. 2005. Labiatae family in folkmedicine in Iran from ethnobotany to pharmacology. The Iranian Journal of Pharmaceutical Research (IJPR) 2: 63-79. (In Persian with English Summary)
- 30- Nadjafi, F. 2006. Evaluation of ecological criteria of *Nepeta binaludensis* Jamzad. for domestication under low input agroecosystem. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 31- Norozpoor, G., and Rezvani Moghadam, P. 2006. Effect of different irrigation intervals and plant density on oil yield and essence percentage of black cumin (*Nigella sativa*). Pajouhesh and Sazandegi 73: 133-138. (In Persian with English Summary)
- 32- Palada, M.C., Davis, A.M., Crossman, S.M.A., Robles, C., and Chichester, E.A. 2004. The sustainable crop management practices for improving production of culinary herbs in the Virgin Islands. XXVI International Horticultural Congress. Acta Horticulture (ISHS) 629: 289-298.
- 33- Shabahang, J., Khoramdel, S., Siahmargue, A., and Gheshm, R. 2013. Evaluation of integrated management of organic manure application and mycorrhiza inoculation on growth criteria, qualitative and essential oil yield of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under Mashhad climatic conditions (In press).
- 34- Salehi, P., Sonboli, A., Eftekhari, F., Nejad-Ebrahimi, S., and Yousefzadi, M. 2005. Essential oil composition, antibacterial and antioxidant activity of the oil and various extracts of *Ziziphora linopodioides* subsp. *rigida* (Boiss.) RECH. F. from Iran. Biological and Pharmaceutical Bulletin 28(10): 1892-6
- 35- Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekar, R., Kuikkarni, R., SuShil Hasan, S., Samresh, D., Kukre, J., Ashok, A., Sharmr Singh, K., Srikant, S., and Rakesh, T. 2008. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in petriwinkle. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 22: 356-358
- 36- Sharma, A.K. 2004. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India.
- 37- Schippmann, U., Leaman D.J., and Cunningham, A.B. 2002. Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: global trends and issues. In: Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries. Food and

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/aa010e/AA010E00.pdf>

- 38- Tabrizi, L. 2004. The effect of water stress and manure on yield, yield components and quality characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago Psyllium*. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 39- Tabrizi, L. 2007. Ecological characteristics of Khorasan tyme (*Thymus transcasicus* Klokov.) in natural habitats and evaluation of possibility for domestication under low input cropping system. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 40- Zahoor, A., Ghafor, A., and Muhammad, A. 2004. *Plantago ovata*- A crop of arid and dry climates with immense herbal and pharmaceutical importance. Introduction of Medicinal Herbs and Spices as Crops Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Pakistan.
- 41- Pen-Gen, X. 1991. The Chinese Approach to Medicinal Plants– Their Utilization and Conservation. In: Akerle O., Heywood V., and Synge H. (Eds.). Conservation of Medicinal Plants. Cambridge University Press, Cambridge, UK.