

## بررسی مدیریت تغذیه‌ای بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

پرویز رضوانی مقدم<sup>1\*</sup> - قربانعلی اسدی<sup>2</sup> - مهسا اقحوانی شجری<sup>3</sup> - فاطمه رنجبر<sup>4</sup> - روشنگر شهریاری<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 1394/08/07

تاریخ پذیرش: 1395/09/03

### چکیده

به منظور بررسی اثرات کاربرد منفرد و تلفیقی کودهای شیمیایی، زیستی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای ترش، آزمایشی در سال زراعی 93-1392 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و 11 تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از 1- کود زیستی میکوریزا، 2- کود دامی (منبع گاوی)، 3- کود شیمیایی، 4- ورمی کمپوست، 5- شیمیایی + دامی، 6- شیمیایی + ورمی کمپوست، 7- شیمیایی + میکوریزا، 8- دامی + میکوریزا، 9- ورمی کمپوست + میکوریزا، 10- دامی + ورمی کمپوست + میکوریزا، 11- شاهد. نتایج حاکی از تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی در اغلب صفات مورد بررسی بود. حداکثر ارتفاع گیاه (138 سانتی‌متر) در تیمار تلفیقی کود شیمیایی + کود دامی و بیشترین عملکرد خشک کاسبرگ مربوط به تیمار کود میکوریزا (854/1 کیلوگرم در هکتار) و پس از آن کاربرد تلفیقی کود شیمیایی + کود گاوی (791/6 کیلوگرم در هکتار) بود و کمترین مقادیر عملکرد تر و خشک کاسبرگ (به ترتیب 3202/1 و 420/8 کیلوگرم در هکتار) در صورت استفاده منفرد از کود گاوی به دست آمد. علاوه بر این، کاربرد تلفیقی تیمارهای کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها، توانست تعداد شاخه‌های فرعی را 12 درصد افزایش دهد. استفاده از تیمار میکوریزا نیز در مقایسه با تیمار شاهد اثر مثبتی (افزایش 12 درصدی) بر تعداد کاسبرگ در شاخه اصلی داشت. به طور کلی، علاوه بر کود زیستی میکوریزا، مصرف تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی از طریق بهبود پارامترهای رشدی، توانست عملکرد کمی گیاه چای ترش را در مقایسه با کاربرد جداگانه آن‌ها افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: چای ترش، شاخص برداشت، عملکرد کاسبرگ، نشاء کاری، ورمی کمپوست

### مقدمه

می‌شود (Duke, 2006): نوشیدنی حاصل از کاسبرگ‌های قرمز آن منبع مهمی از ویتامین C می‌باشد (Babajide et al., 2004). این گیاه بومی غرب آفریقا است اما امروزه بیش از 300 گونه از این گیاه در سطح وسیعی در غرب آفریقا، آسیا، استرالیا از هند تا مالزی و بسیاری از کشورهای مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشت می‌شود (Purseglowe, 1968; Omidbaigi, 2005; Akanbi et al., 2009). این گیاه بومی ایران نیست و کشت و کار این گیاه به صورت گسترده در سیستان و بلوچستان در حدود 80 هکتار گزارش شده است. از جمله خواص دارویی این گیاه می‌توان به کاهش دهنده فشارخون، خنک کننده بدن، تصفیه کننده خون، کاهش کلسترول بدن، کنترل کننده اختلالات کبد و صفرا و آرام‌بخشی اشاره کرد (Omidbaigi, 2005).

یکی از مهمترین اهداف جهت حصول عملکرد کمی و کیفی بالا، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه برای گیاهان است. با مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ

امروزه گیاهان دارویی دارای جایگاه ویژه‌ای در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی برخوردار می‌باشند و از آن‌جا که کشور ایران به عنوان یکی از منابع اصلی گیاهان دارویی محسوب می‌شود، می‌تواند یکی از مهمترین صادرکنندگان این گیاهان باشد (Omidbaigi, 2005). چای مکی یا چای ترش با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* از خانواده ختمی (Malvaceae)، گیاهی یک‌ساله با ارتفاع حدود 64 تا 429 سانتی‌متر، روز کوتاه و خودگشن که به سرما و یخبندان حساس است. از اجزای مختلف این گیاه به ویژه از کاسبرگ‌ها در صنایع غذایی و دارویی و همچنین از الیاف و چوب آن در صنایع کاغذسازی استفاده

1، 2، 3 و 4- به ترتیب استاد، دانشیار، دانش‌آموخته و دانشجوی دکتری  
اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
(Email: Rezvani@um.ac.ir  
\*) نویسنده مسئول:

*(hirsutum)* شد (Karamanos et al., 2004). از طرفی استفاده توأم از کودهای آلی و معدنی نه تنها مقدار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد بلکه به ذخیره انرژی و کاهش آلودگی محیط کمک خواهد کرد (Belde et al., 2000).

گیاهان در شرایط مختلف اقلیمی و خاکی، تفاوت‌هایی در کمیت نشان می‌دهند. هرگونه گیاهی، در شرایط مطلوب حداکثر پتانسیل تولید را دارا بوده که ممکن است در شرایط طبیعی دیگر یا در شرایط زراعی عملکرد متفاوتی داشته باشد. لذا شناخت تأثیر تغییرات عوامل اقلیمی و زراعی در گیاهان دارویی و بررسی سیستم‌های تغذیه‌ای مختلف در اکوسیستم‌های زراعی، برای تولید گیاهان دارای با کمیت و کیفیت بالا لازم و ضروری است. با توجه به اینکه گیاه چای ترش برای اولین بار در منطقه مشهد کشت می‌گردد و هیچ‌گونه اطلاعاتی در مورد نحوه رشد و سازگاری این گیاه در این منطقه وجود ندارد؛ لذا این آزمایش به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه در پاسخ به کاربرد جداگانه و توأم منابع تغذیه‌ای صورت گرفت.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 93-1392 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌گیری از خاک مزرعه از عمق 0-30 سانتی‌متر صورت گرفت و همراه با کودهای آلی مورد استفاده، مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت (جدول 1 و 2).

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: 1- کود زیستی میکوریزا (*Glomus intraradices*)، 2- کود گاوی، 3- کود شیمیایی، 4- ورمی کمپوست، 5- کود شیمیایی + کود دامی، 6- کود شیمیایی + ورمی کمپوست، 7- کود شیمیایی + میکوریزا، 8- کود دامی + میکوریزا، 9- ورمی کمپوست + میکوریزا، 10- کود دامی + ورمی کمپوست + میکوریزا، 11- شاهد.

محیط‌زیست و تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را افزایش داد؛ از طرفی می‌توان با اجتناب از کاربرد بی‌رویه عناصر غذایی هزینه‌ها را کاهش داد و به این روش به سوی کشاورزی پایدار گام برداشت (Akbarinia et al., 2003). بررسی‌های مختلف نشان داده است که کاربرد منابع تغذیه‌ای باعث بهبود رشد و نمو گیاهان می‌گردد. کودهای آلی مانند کمپوست‌ها از جهت بهبود باروری خاک به‌عنوان یکی از منابع مهم غذایی جهت افزایش تولید ماده خشک و عملکرد میوه گیاهان محسوب می‌شوند (Abou El-Seoud et al., 1997; Parr and Hornick, 1990). گزارش شده است که استفاده از کمپوست آلی باعث افزایش وزن خشک گل، عملکرد دانه و روغن گیاه گل‌رنج (*Carthamus tinctorius* L.) گردید (Sowicki, 2003). احمد و همکاران (Ahmed et al., 1998) اثر توأم کود مرغی و دامی را بر عملکرد کاسبرگ گیاه چای ترش مثبت ارزیابی کردند. نبیلا و آلی (Nabila and Aly, 2002) نیز بیان کردند که استفاده تلفیقی از کود مرغی و دامی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد میوه، زیست‌توده گیاه و وزن تازه و عملکرد کاسبرگ گیاه چای ترش را افزایش داد. محققان دیگری دریافته‌اند که کاربرد کبالت به‌همراه کود آلی کمپوست باعث بهبود خصوصیات کمی لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) شد (Abd El-Moez and Gad, 2002). مالانگودا (Mallanagouda, 1995) در پژوهش خود بر گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) مشاهده کرد که عملکرد دانه این گیاه در صورت کاربرد توأم کود دامی با کود شیمیایی NPK بیشتر از کاربرد جداگانه آن‌ها بود؛ او دلیل این افزایش را به نقش کود دامی در بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه و افزایش فتوسنتز ذکر کرد. محققان دیگری نیز افزایش رشد و عملکرد گیاهان را با کاربرد تلفیقی مقادیر کودهای شیمیایی با دامی به علت افزایش NPK قابل دسترس گیاه گزارش کرده‌اند (Mallanagouda, 1995). از طرفی کودهای آلی با بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش نگهداری آب در خاک و فراهمی آن برای گیاه باعث بهبود وزن تر و خشک کاسبرگ، برگ، ریشه و ساقه‌ها، تعداد کاسبرگ و سطح برگ گیاه پنبه (*Gossypium*)

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical characteristics of experimental location

هدایت الکتریکی	اسیدیته خاک	پتاسیم	فسفر	نیترोजن کل	کربن آلی	بافت خاک
EC (dS.m <sup>-1</sup> )	pH	Potassium (ppm)	Phosphorus (ppm)	Total Nitrogen (%)	Organic Carbon (%)	Soil texture
3.21	7.24	135	13.2	0.063	0.59	لومی

جدول 2- نتایج تجزیه شیمیایی کودهای گاوی و ورمی کمپوست

Table 2- Chemical properties of cow manure and vermi compost

نوع کود Fertilizer	نیترोजن Total Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (mg.kg <sup>-1</sup> )	پتاسیم Potassium (mg.kg <sup>-1</sup> )	هدایت الکتریکی EC (dS.m <sup>-1</sup> )	اسیدیته pH
کود گاوی Cow manure	0.57	0.09	1.1	6.1	6.8
ورمی کمپوست Vermi compost	1.3	1.3	1.2	5	6.9

بیولوژیک میکوریزا، (قارچ میکوریزا آربوسکولار گونه‌ی *Glomus intraradices*) همزمان با کشت، 30 گرم به‌ازای هر بذر، در زیر بذر و براساس مقدار توصیه شده استفاده شد. وجین علف‌های هرز در یک نوبت، 90 روز پس از کشت به‌صورت دستی توسط کارگر انجام شد. لازم به ذکر است که آلوده بودن مزرعه به کنه تار عنکبوتی (*Tetranychusurticae*) سبب استفاده از سمفن پروپاترین (Danitol EC10%)، به میزان دو در هزار شد.

برداشت این گیاه قبل از فرا رسیدن اولین سرمای پاییزه در مشهد در تاریخ 20 مهرماه 1393 صورت گرفت. قبل از برداشت تعداد پنج بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کاسبرگ روی شاخه اصلی و فرعی و تعداد کل کاسبرگ در بوته محاسبه شد. پس از حذف دو ردیف کناری هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه، زیست‌توده گیاهی کل برداشت و سپس عملکرد کاسبرگ، عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تعیین گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری Minitab Ver. 16 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار تیمارهای تغذیه‌ای بر ارتفاع گیاه چای ترش بود (جدول 3). بیشترین میزان ارتفاع (138 سانتی‌متر) در تیمار تلفیقی کود شیمیایی به‌همراه کود گاوی و کمترین آن (84/9 سانتی‌متر) با کاربرد کود گاوی به‌دست آمد. نتایج بیانگر آن بود که استفاده از تیمارهای تغذیه‌ای به‌صورت تلفیقی باعث افزایش 9 درصدی ارتفاع گیاه چای ترش در مقایسه با استفاده منفرد آن‌ها گردید؛ همچنین استفاده تلفیقی منابع تغذیه‌ای نسبت به تیمار شاهد برتری نشان داد (جدول 4).

در طی پژوهشی مشاهده شد که حداکثر ارتفاع گیاه چای ترش (189 سانتی‌متر) با کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی حاصل شد (Akanbi et al., 2009). در تحقیقی دیگر دهمرده (Dahmardeh, 2013) طی آزمایشی، کاربرد کودهای آلی و معدنی را بر رشد و

به‌منظور اجرای این آزمایش بذور مورد نیاز از منطقه سراوان استان سیستان و بلوچستان تهیه و در 8 اسفند 1392 در داخل سینی‌های نشا حاوی کوکوپیت و ماسه در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد کشت شدند و پس از آن هر هفته سه بار آبیاری صورت گرفت. بعد از 3-5 روز، بذور به‌طور کامل سبز شدند. یک هفته قبل از کاشت در زمین اصلی، در تاریخ 26 فروردین 1393 گیاهچه‌ها به‌منظور سازگار شدن به شرایط محیطی به فضای آزاد مزرعه منتقل و سپس در تاریخ 31 فروردین ماه 1393 کاشت نشاءها در مزرعه صورت گرفت. جهت اجرای این آزمایش در مزرعه زمینی که طی دو سال گذشته آیش بود انتخاب و مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه و دیسک‌زنی در اوایل فروردین 1393 انجام شد. کودهای مورد استفاده در کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش و بلافاصله توسط بیل وارد خاک شدند. سپس با استفاده از شیارساز، جوی و پشته‌هایی به عمق 30 سانتی‌متر و فاصله 75 سانتی‌متر ایجاد گردید. ابعاد کرت‌ها 4×3/75 متر، فاصله دو کرت اصلی و فاصله بلوک‌ها نیز یک متر در نظر گرفته شد. همچنین نشاءها به فاصله 25 سانتی‌متر از یکدیگر روی ردیف کشت شدند. توصیه کودی براساس نمونه خاک ارسالی به آزمایشگاه 150 کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، 100 کیلوگرم سولفات پتاسیم و 200 کیلوگرم اوره برای این گیاه ارائه گردید. سپس مقدار نیترोजن توصیه شده به‌عنوان معیار تعیین مقادیر تیمارهای کودی ورمی کمپوست و کود گاوی قرار داده شد. بر این اساس مقدار نیترोजن تیمار کود شیمیایی، 200 کیلوگرم در هکتار، مقدار تیمار کود ورمی کمپوست 8 تن در هکتار و مقدار تیمار کود گاوی 16 تن در هکتار محاسبه گردید. لازم به توضیح است که براساس منابع موجود عناصر غذایی کود گاوی تماماً در سال اول آزاد نمی‌شود و تنها به میزان 40 تا 50 درصد آن در سال اول کاربرد، برای گیاه قابل استفاده است (Pimentel, 1993). لذا مقدار کود گاوی به میزان دو برابر معادل نیترोजن کود شیمیایی لحاظ شد (32 تن در هکتار). تمامی کودهای فسفر و پتاسیم و یک سوم از نیترोजن (کود شیمیایی) همزمان با کشت به کرت‌های مربوط به تیمار کود شیمیایی اضافه شد و باقی‌مانده کود نیترोजن 90 روز پس از کشت بعد از اولین وجین همراه با آب آبیاری مورد استفاده قرار گرفت. کود

**تعداد شاخه فرعی**

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر تعداد شاخه فرعی گیاه چای ترش معنی‌دار نبود (جدول 3)؛ با این وجود مشاهده شد که استفاده از هر نوع تیمار تغذیه‌ای باعث کاهش تعداد شاخه فرعی در مقایسه با تیمار شاهد شد؛ به طوری که بین تیمار شاهد و سایر تیمارهای تغذیه‌ای 24 درصد تفاوت وجود داشت. کمترین تعداد شاخه فرعی (6/3) در بوته با استفاده از تیمار کود گاوی به دست آمد. کاربرد تلفیقی تیمارهای کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها، توانست تعداد شاخه‌های فرعی را 12 درصد افزایش دهد (جدول 4). در طی پژوهشی بر روی گیاه چای ترش گزارش شد که استفاده تلفیقی از منابع کودی تعداد شاخه‌های گیاه را افزایش داد (Aknabi *et al.*, 2009). نیبلا و آلی (Nabila and Aly, 2002) نیز بیان کردند که استفاده تلفیقی از کود مرغی و دامی باعث حصول حداکثر تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه چای ترش گردید. در پژوهش دیگری بر روی این گیاه مشاهده شد که حداکثر شاخه‌های فرعی با کاربرد 20 تن کود مرغی در هکتار حاصل شد (Gad, 2011).

عملکرد کمی چای ترش بررسی کرد و مشاهده کرد که کاربرد تلفیقی کود مرغی به همراه کود شترمرغ بیشترین تأثیر را بر ارتفاع بوته و عملکرد کمی این گیاه داشت. گد (Gad, 2011) در مطالعه‌ای بر روی گیاه چای ترش دریافت که مصرف 20 تن در هکتار کود مرغی، ارتفاع گیاه را به حداکثر رساند. سانوسی و همکاران (Sanoussi *et al.*, 2011) نیز طی مطالعه‌ای بر ویژگی‌های عملکردی اکوتیپ‌های مختلف گیاه چای ترش بیان کردند که در شرایط عدم استفاده از کود، آب و آفت‌کش‌ها؛ اکوتیپ‌های مختلف این گیاه ارتفاعی بین 170-110 سانتی‌متر را دارا بودند. در مطالعات بسیاری اثرات قابل توجه کاربرد تلفیقی کودهای آلی و بیولوژیک بر ارتفاع بوته گیاهان دارویی گزارش شده است (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007; Duke, 2006). به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای حیوانی و ورمی‌کمپوست، از طریق بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، فراهمی عناصر غذایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باعث بهبود شاخص‌های رشدی گیاه از جمله ارتفاع بوته می‌شود (Darzil *et al.*, 2009).

جدول 3- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای ترش تحت تأثیر تیمارهای مختلف

Table 3- Analysis variance (mean square) of yield components and yield of Roselle affected by different treatments

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	ارتفاع Height	تعداد کل میوه Total number of fruits	تعداد شاخه فرعی Numbers of lateral branch	تعداد میوه		عملکرد خشک کاسبرگ Sepal dry yield	عملکرد تر کاسبرگ Sepal fresh yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
					تعداد میوه روی شاخه اصلی Fruits number of the main branch	تعداد میوه روی شاخه فرعی Fruits number of the lateral branch				
تکرار Replicate	2	6.81 <sup>ns</sup>	65.7 <sup>ns</sup>	0.093 <sup>ns</sup>	17.96 <sup>**</sup>	3.623 <sup>ns</sup>	2566 <sup>ns</sup>	305251 <sup>ns</sup>	2281097 <sup>ns</sup>	2.111 <sup>ns</sup>
تیمار Treatment	10	611.46 <sup>**</sup>	251.7 <sup>ns</sup>	2.717 <sup>ns</sup>	9.795 <sup>**</sup>	10.99 <sup>**</sup>	444832 <sup>*</sup>	3791150 <sup>**</sup>	4039026 <sup>**</sup>	4.211 <sup>*</sup>
خطا Error	20	57.18	207.2	1.574	1.807	2.647	13669	1026032	1213274	1.447
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	7.20	26.60	92.16	10.56	18.86	18.63	20.36	12.55	16.76

\*\*\*, \*\* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری.

\*\*\*, \* and ns significant difference over control at P<0.01 and P<0.05 and not significantly, respectively.

در گیاه چای ترش بود (جدول 3). بین تیمارهای مختلف، بیشترین تعداد کل میوه با مصرف کود شیمیایی (67/9) و پس از آن با کاربرد

**تعداد کل میوه و تعداد میوه روی شاخه اصلی و فرعی**  
نتایج بیانگر عدم اثر معنی‌دار تیمارهای کودی بر تعداد کل میوه

این وجود، تمامی تیمارهای تغذیه‌ای در مقایسه با تیمار شاهد باعث کاهش تعداد میوه روی شاخه‌های فرعی شدند؛ به طوری که اختلاف بین آن‌ها 25 درصد بود. حداکثر تعداد میوه روی شاخه فرعی، بعد از تیمار شاهد (11/1) با کاربرد تلفیقی کود شیمیایی به همراه کود گاوی (11) و حداقل آن با استفاده از کود گاوی (5/7) به دست آمد (جدول 4). گد (Gad, 2011) در پژوهشی بر روی گیاه چای ترش دریافت که استفاده از 20 تن کود مرغی باعث حصول حداکثر تعداد میوه گیاه چای ترش شد. محققان دیگری چون نبیلا و آلی (Nabila and Aly, 2002) نیز گزارش کردند که استفاده تلفیقی از کود مرغی و دامی، تعداد میوه گیاه چای ترش را افزایش داد.

تلفیقی کود شیمیایی + کود گاوی (67/7) به دست آمد، با این وجود بین استفاده منفرد با تلفیقی تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. از طرفی کمترین تعداد میوه (40/2) در بوته) در تیمار کود گاوی مشاهده شد (جدول 4). اثر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر تعداد میوه روی شاخه اصلی و فرعی اثر معنی‌داری را نشان داد (جدول 3). بیشترین و کمترین تعداد میوه (15/9 و 10/5) در بوته) به ترتیب در تیمار میکوریزا و کود گاوی + ورمی کمپوست + میکوریزا مشاهده شد. کاربرد منفرد تیمارهای تغذیه‌ای نسبت به کاربرد تلفیقی آن‌ها 17 درصد برتری نشان داد؛ از طرفی تیمار میکوریزا در مقایسه با تیمار شاهد توانست تعداد میوه را در شاخه اصلی 12 درصد افزایش دهد. با

جدول 4- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای ترش تحت تأثیر تیمارهای مختلف

Table 4- Results of mean comparisons of yield components and yield of Roselle affected by different treatments

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد کل غوزه Total number of fruits (number per shrub)	تعداد شاخه فرعی Numbers of lateral branch (number per shrub)	تعداد غوزه روی شاخه اصلی Fruits number of the main branch	تعداد غوزه روی شاخه فرعی Fruits number of the lateral branch	عملکرد خشک کاسبرگ Sepal dry yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد تر کاسبرگ Sepal fresh yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	شاخص برداشت Harvest index (%)
شاهد Control	99.7bcd	58.3a	9.4a	14.1abc	11.1a	664.9ab	7219.6a	9334.6ab	7.2ab
شیمیایی Chemical fertilizer	118.2ab	67.9a	6.5a	15.4ab	10.5ab	557.6ab	4240.3ab	8717.0ab	6.4b
کود گاوی Cow manure	84.9d	40.2a	6.3a	11.9abc	5.7b	420.8b	3202.1b	6096.7b	6.8ab
ورمی کمپوست Vermi compost	90.9cd	52.5a	7.3a	12.6abc	8.0ab	502.5ab	3822.4b	8839.4ab	5.7b
میکوریزا Mycorrhiza	105.3bcd	56.0a	6.7a	15.9a	7.4ab	854.1a	5898.4ab	8561.9ab	10.3a
شیمیایی + کود گاوی Chemical fertilizer + Cow manure	138a	67.7a	7.9a	12.5abc	11.0a	791.6ab	6022.8ab	9887.2a	8.0ab
شیمیایی + ورمی کمپوست Chemical fertilizer + Vermi compost	112.5bc	48.3a	6.9a	10.7c	9.5ab	627.1ab	4771.7ab	9137.8ab	6.9ab
شیمیایی + میکوریزا Chemical fertilizer + Mycorrhiza	102.2bcd	50.2a	8.1a	11.4bc	7.8ab	611.9ab	5244.1ab	9285.9ab	6.57ab
کود گاوی + میکوریزا Cow manure + Mycorrhiza	101.3bcd	43.1a	7.3a	13.5abc	6.1ab	599.6ab	4561.9ab	8573.4ab	7.0ab
ورمی کمپوست + میکوریزا Vermi compost + Mycorrhiza	104.5bcd	61.5a	8.4a	11.6abc	10.0ab	687.3ab	5229.2ab	10482.9a	6.6ab

کود گاوی + ورمی کمپوست + Cow میکوریزا manure + Vermi compost + Mycorrhiza	96.7bcd	49.6a	6.9a	10.5c	7.8ab	583.3ab	4437.9ab	7618.8ab	7.6ab
--	---------	-------	------	-------	-------	---------	----------	----------	-------

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.  
Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

کاربرد جداگانه آن‌ها گزارش کردند. آن‌ها بیان کردند که استفاده تلفیقی از منابع کودی با ایجاد اثر تحریک‌کنندگی عناصر معدنی بر آلی باعث تعادل بهتر عناصر موجود در خاک و در نتیجه استفاده مناسب‌تر گیاه از آن‌ها و بهبود رشد آن‌ها می‌گردد؛ که این نتیجه با گزارش‌های اکنابی (Akanbi, 2002) بر بامیه (*Abelmoschus esculentus*) و ذرت (*Zea mays*) و استفانو و همکاران (Stefano *et al.*, 2004) بر گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) مطابقت داشت. در مطالعه دیگری بر روی گیاه چای ترش کاربرد توأم استفاده از کود دامی به همراه کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی و عملکرد کاسبرگ این گیاه مثبت ارزیابی شد (Gendy *et al.*, 2012). گد (Gad, 2011) گزارش کرد که حداکثر عملکرد کاسبرگ چای ترش با کاربرد 20 تن کود مرغی در هکتار حاصل شد. نیبلا و آلی (Nabila and Aly, 2002) نیز بیان کردند که استفاده تلفیقی از کود مرغی و دامی، زیست‌توده گیاه و عملکرد تر و خشک کاسبرگ گیاه چای ترش را افزایش داد. مطالعات مختلف نشان داد که کاربرد همزمان کودهای دامی و شیمیایی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی باعث بهبود کارایی جذب مواد غذایی و در نتیجه عملکرد گیاهان مورد مطالعه شد (Mallanagouda, 1995).

#### عملکرد بیولوژیک

براساس نتایج تجزیه واریانس مشاهده شد که استفاده از تیمارهای تغذیه‌ای اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک گیاه چای ترش داشت (جدول 3). حداکثر عملکرد بیولوژیک گیاه مورد مطالعه با استفاده از کود ورمی کمپوست + کود میکوریزا (10482/9 کیلوگرم در هکتار) و پس از آن در تیمار کود شیمیایی + کود گاوی (9887/2 کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن در تیمار کود گاوی (6096/7 کیلوگرم در هکتار) به دست آمد؛ به طوری که بین بیشترین و کمترین تیمارها به طور متوسط 41 درصد تفاوت وجود داشت. استفاده تلفیقی از منابع کودی نسبت به کاربرد منفرد آن‌ها 13 درصد برتری داشت (جدول 4).

اکنابی و همکاران (Akanbi *et al.*, 2009) در طی پژوهش خود بر گیاه چای ترش دریافته‌اند که کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، به نظر می‌رسد استفاده از منابع کودی احتمالاً از طریق بهبود خواص فیزیکی خاک، افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه و بهبود فتوسنتز باعث ارتقای برخی پارامترهای مربوط به اجزای عملکرد و در نهایت افزایش عملکرد گیاه چای ترش گردیده است.

#### عملکرد تر و خشک کاسبرگ

نتایج بیانگر اثر معنی‌دار تیمارهای مورد مطالعه بر عملکرد تر و خشک کاسبرگ گیاه چای ترش بود (جدول 3). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده این موضوع بود که استفاده از تمامی تیمارهای تغذیه‌ای باعث کاهش عملکرد تر کاسبرگ گیاه مورد نظر نسبت به تیمار شاهد شد؛ به طوری که بین آن‌ها به طور متوسط اختلاف 35 درصدی وجود داشت. بعد از تیمار شاهد (7219/6 کیلوگرم در هکتار)، حداکثر مقدار عملکرد تر کاسبرگ به ترتیب با استفاده کود شیمیایی + کود گاوی (6022/8 کیلوگرم در هکتار) و کود میکوریزا (5898/4 کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. با این وجود بیشترین عملکرد خشک کاسبرگ مربوط به تیمار کود میکوریزا (854/1 کیلوگرم در هکتار) و پس از آن تیمار تلفیقی کود شیمیایی + کود گاوی (791/6 کیلوگرم در هکتار) بود و کمترین مقادیر عملکرد تر و خشک کاسبرگ (به ترتیب 3202/1 و 420/8 کیلوگرم در هکتار) در تیمار منفرد کود گاوی مشاهده شد. با استفاده تلفیقی از منابع کودی در قیاس با مصرف منفرد آن‌ها، عملکرد خشک کاسبرگ 11 درصد افزایش پیدا کرد (جدول 4).

سانوسی و همکاران (Sanoussi *et al.*, 2011) بیان کردند که در شرایط عدم استفاده از کود، آب و آفت‌کش‌ها برای گیاه چای ترش؛ حداکثر عملکرد کپسول بین 766-123 کیلوگرم در هکتار بود. اکنابی و همکاران (Akanbi *et al.*, 2009) با بررسی تأثیر کودهای آلی و معدنی بر عملکرد کاسبرگ گیاه چای ترش بیان کردند که بیشترین عملکرد کاسبرگ در تیمارهای تلفیقی کمپوست و کود شیمیایی حاصل شد. همچنین میزان عملکرد کاسبرگ در تیمار پنج تن کمپوست به همراه 150 کیلوگرم نیتروژن به میزان 45 درصد به نسبت تیمار کود شیمیایی (300 کیلوگرم در هکتار) افزایش داشت. به طور کلی این محققان استفاده تلفیقی از منابع کودی را بهتر از

مناسب‌تر عناصر غذایی و آب برای گیاه، محیط بهتری را جهت رشد گیاه ایجاد کرده و در نتیجه تخصیص مواد فتوسنتزی به بخش زایشی بیشتر از رویشی بوده و باعث حصول حداکثر شاخص برداشت در این تیمار شده است. فراهمی نیترژن برای گیاه از طریق تأثیر بر تجمع کربوهیدرات‌ها بر مخازن میوه گیاهان مختلف نیز بسیار حائز اهمیت است (Gyllapsy, 1993). تهمامی زرنندی و همکاران (TahamiZarandi et al., 2000) نیز در تحقیق خود بیان کرد که تأثیر کودهای آلی و بیولوژیک بر شاخص برداشت گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) مثبت بود. همچنین اقحوانی شجری (Aghhavanishajari, 2012) حداکثر شاخص برداشت گیاه گشنیز را تحت تأثیر تیمار تلفیقی کود میکوریزا به همراه کود شیمیایی گزارش کرد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش حاکی از برتری استفاده از تیمارهای کودی به‌صورت تلفیقی در مقایسه با تیمارهای منفرد بود؛ به‌طوری‌که در بین تیمارهای تلفیقی بیشترین مقادیر اکثر شاخص‌ها با مصرف توأم کود شیمیایی به همراه کود گاوی به‌دست آمد. لذا استفاده تلفیقی از منابع تغذیه‌ای ضمن اثری که در فراهمی عناصر غذایی برای گیاه دارد، می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های تولید و همچنین کاهش آلودگی‌های محیط شود. همچنین براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، به‌نظر می‌رسد که در تاریخ کشت زود هنگام (کشت نشایی) گیاه از شرایط محیطی به نحو بهتری استفاده نموده و با تولید بهتر مواد فتوسنتزی توانسته ساختار رویشی و زایشی گیاه را افزایش دهد؛ لذا در منطقه مشهد که معمولاً با سرماهای زودرس پاییزه همراه است، کشت گیاه چای ترش به‌صورت نشاء‌کاری در گلخانه سه ماه زودتر از فصل کشت توصیه می‌گردد.

در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها تأثیرات به مراتب بهتری بر عملکرد کمی و کیفی این گیاه داشت. محققان در طی پژوهشی بر گیاه ختمی (*Althaea officinalis*) مشاهده کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست به میزان 10 تن در هکتار تأثیرات معنی‌داری را در افزایش سطح برگ و وزن گل در بوته به همراه داشت (Sadeghi et al., 2014). نتایج رضوانی‌مقدم و همکاران (RezvaniMoghaddam et al., 2015) بیانگر همبستگی مثبت بین عملکرد گیاه چای ترش با ارتفاع بود؛ لذا به‌نظر می‌رسد در تیمارهایی که ارتفاع بیشتر بوده، گیاه از توزیع برگ مناسب‌تری برخوردار بوده و از فضای موجود جهت تولید کاسبرگ بیش‌تر استفاده خواهد کرد، لذا عملکرد گیاه نیز بیشتر شده است. در این آزمایش گزارش کردند حداکثر ماده خشک چای ترش در بین تیمارهای تلفیقی در تیمار کود دامی + شیمیایی به‌دست آمد؛ همچنین از طرفی کاربرد تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی به‌دلیل حضور متعادل‌تر نیترژن در محیط باعث بهبود تمامی شاخص‌های رشدی گیاه چای ترش گردید؛ لذا به‌نظر می‌رسد این موضوع باعث افزایش عملکرد بیولوژیک این گیاه در تیمارهای تلفیقی شده است (جدول 4).

### شاخص برداشت

نتایج حاکی از اثر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر شاخص برداشت گیاه چای ترش بود (جدول 3). حداکثر میزان این شاخص با مصرف میکوریزا (10/29 درصد) و پس از آن کود شیمیایی + گاوی (7/97 درصد) و کمترین آن با مصرف ورمی‌کمپوست (5/71 درصد) حاصل گردید. به‌طور کلی، نتایج بیانگر اختلاف چندانی بین منابع تغذیه‌ای تلفیقی و منفرد نبود (جدول 4).

شاخص برداشت بیان‌کننده نسبت تخصیص بین عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک می‌باشد، بنابراین شاخص برداشت حاکی از توانایی گیاه برای اختصاص منابع بین ساختار رویشی و زایشی گیاه است. به‌نظر می‌رسد، کود زیستی میکوریزا با فراهم کردن

### References

1. AbdEl-Moez, M. R., and Gad, N. 2002. Effect of organic cotton compost and cobalt application on cowpea. Egyptian journal of applied science 17 (1): 426-440.
2. Abou El-Seoud, M. A. A., AbdEl-Sabour, M. F., and Omer, E. A. 1997. Productivity of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Plants as affected by organic waste composts addition to sandy soil. Bull. of the National Research Centre, Cairo, 22 (4): 495-505.
3. Aghhavanishajari, M. 2012. Effects of single and combined application of nutrients on quantitative and qualitative indices of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian).
4. Ahmed, S. K., El-Ghawas, E. O., and Aly, A. F. 1998. Effect of dry yeast and organic manure on Roselle plant. Egypt. Journal of Agriculture and Reclamation 76 (3): 1115-1142.
5. Akanbi, W. B. 2002. Growth, Nutrient uptake and yield of maize and okra as influenced by compost and Nitrogen fertilizer under different cropping systems. Ph.D. Thesis, University of Ibadan, Nigeria. pp, 228.
6. Akanbi, W. B., Olaniyan, A. B., Togun, A. O., Ilupeju, A. E. O., and Olaniran, A. 2009. The effect of organic and inorganic fertilizer on growth, calyx yield and quality of Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.). American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 3: 652-657.

7. Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Rezaei, M. B., and SharifiAshoorabadi, A. 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixture of them on seed yield and main, compositions of essential oil of Ajowan (*Trachyspermum copticum*). Pajouhesh and Sazandegi 61: 32-41. (in Persian).
8. Babajide, J. M., Bodunde, J. G., and Salami, A. A. 2004. Quality and sensory evaluation of processed calyces of six varieties of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Nigerian Journal of Horticultural Science 9: 110-115.
9. Belde, M., Matteis, A., Sprengle, B., Albrecht, B., and Hurle, H. 2000. Long term development of yield affecting weeds after the change from conventional to integrated and organic farming. In Proceeding 20 German Conference on Weed Biology and Weed Control. 17: 291-301.
10. Dahmardeh, M. 2013. Effect of mineral and organic fertilizers on the growth and calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology 11: 10899-10902. (in Persian with English abstract).
11. Darzi1, M. T., Ghalavand, A., and Rejali, F. 2009. The effects of biofertilizers application on N,P,K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25 (1): 1-19. (in Persian with English abstract).
12. Duke, J. A. 2006. Ecosystematic data on economic plants. Journal of Crude Research 17: 91-110.
13. Gad, N. 2011. Productivity of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Plant as affected by Cobalt and organic fertilizers. Journal of Applied Sciences Research 7 (12): 1785-1792.
14. Gendy, A. S. H., Said-Al Ahl, H. A. H., and Abeer, M. 2012. Growth, productivity and chemical constituents of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as influenced by cattle manure and biofertilizers treatments. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6: 1-12.
15. Gyllapsy, E., Bergervoel, C. K., and Jullien, D. 1993. Sink-source relation in fruit vegetables as affected by N fertilizer. Scientia Horticulture 58: 87-94.
16. Karamanos, A. J., Bilalis, D., and Sidiras, N. 2004. Effects of reduced tillage and fertilization practices on soil characteristics, plant water status, growth and yield of upland cotton. Journal of Agronomy and Crop Science 190 (4): 262-276.
17. Mahfouz, S. A., and Sharaf-Eldin, M. A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics 21: 361-366.
18. Mallanagouda, B. 1995. Effects of N. P. K. and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science 4: 916-918.
19. Nabila, Y. N., and Aly, M. S. 2002. Variations in productivity of (*Hibiscus sabdariffa* L.) in response to some agricultural supplementation. Annals of Agricultural Science 47 (3): 875-892.
20. Omidbaigi, R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants.vol: 1. Tehran, AstaneGhodsRazavi Publication. pp, 69-100. (in Persian).
21. Parr, J. F., and Hornick, S. B. 1990. Recent development in alternative agricultural in the United States. Proc. Of Inter. Conference. On Kyusse Nature Farming, October 17-21, 1989. Khomein University, Thailand.
22. Pimentel, D. 1993. Economics and energies of organic and conventional farming. Journal of Agriculture and Environment Ethics 6: 53-60.
23. Purseglove, J. W. 1968. Tropical Crops: Dicotyledons. Longman Scientific and Technical Press, Harlow, England.
24. RezvaniMoghaddam, P., Asadi, G. A., Ranjbar, F., AghavaniShajari, M., and Shahriari, R. 2015. Effect of integrated organic and chemical fertilizer on growth indices of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) as a medicinal plant in Mashhad condition. Journal of Agroecology. (in Press).
25. Sadeghi, A. A., AkhshKelarestaghi, K., and HajmohammadniaGhalibaf, K. 2014. The effects of vermicompost and chemical fertilizers on yield and yield components of marshmallow (*Altheae officinalis* L.). Journal of Agroecology 6: 42-50.
26. Sanoussi, A., Hadiara, H. S., Yacoubou, B., Benoît, S., Issaka, L., and Mahamane, S. 2011. Yield character variability in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Agricultural Research 6: 1371-1377.
27. Sowicki, B. 2003. The influence of cobalt fertilization on quantity and quality of hay from dried meadow using various NPK doses. Annals Universitatis Mariae Curie Skłodowska Section-E. Agriculture 54: 97-104.
28. Stefano, P., Dris, R., and Rapparini, F. 2004. Influence of growing conditions on yield and quality of cherry. II: Fruit quality. Journal of Food, Agriculture and Environment 2 (1): 307-309.
29. TahamiZarandi, M. K., RezvaniMoghaddam, P., and Jahan, M. 2000. Comparison of the effects of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil content of basil. Journal of Agroecology 2 (1): 63-74. (in Persian with English abstract).





## Effect of Nutritional Management on Yield and Yield Components of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) as a Medicinal Plant in Mashhad Condition

P. Rezvani Moghaddam<sup>1\*</sup> - Gh. A. Asadi<sup>2</sup> - M. Aghavani Shajari<sup>3</sup> - F. Ranjbar<sup>4</sup> - R. Shahriari<sup>3</sup>

Received: 29-10-2015

Accepted: 23-11-2016

### Introduction

Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) is an annual plant with a height of about 64 to 429 cm belongs to Malvaceae family. Roselle is self-pollinated and sensitive to cold. Sepals of Roselle are used in food and pharmaceutical industries. It has been reported that Roselle is not native to Iran but it is cultivated extensively in Sistan and Baluchistan province, Iran. In order to achieve high quality and quantity yield of Roselle sepal it is necessary to improve nutritional systems of plant. Proper management of soil fertility and plant nutrition can preserve environment, improve biodiversity and also increase inputs efficiency. Results showed that use of nutritional resources will improve plant growth. Organic fertilizers such as compost can improve soil fertility as an important source of food that increase yield of plants. Nabila and Aly (2002) observed that use of hen and cow manure increased plant height, number of lateral branches, numbers of fruit and sepal yield of Roselle. Each plant species has the maximum potential in favorable conditions. Therefore, evaluation the effect of climatic and agronomic factors and nutritional management for plants is essential. This experiment was conducted to evaluate the yield and yield components of Roselle in response to use of single and combined nutritional resources.

### Materials and Methods

In order to study the effects of single and combined organic, biological and chemical fertilizers on yield and yield components of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*), a field experiment was conducted with 12 treatments based on a Randomized Complete Block Design with three replications at Research Station, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, in 2013-2014. Treatments included: 1- mycorrhiza (*Glomus intraradices*), 2- cow manure, 3- chemical fertilizer, 4- vermicompost, 5- chemical fertilizer + cow manure, 6- chemical fertilizer + vermicompost, 7- chemical fertilizer + mycorrhiza, 8- cow manure + mycorrhiza, 9- vermicompost + mycorrhiza, 10- cow manure + vermicompost + mycorrhiza, 11- control. Roselle seeds were planted in seedling trays at greenhouse in mid-March 2014. Then seedlings transferred to field in last April 2014. The distance between rows and plants were 75 and 25 cm, respectively. Chemical fertilizer (200 kg ha<sup>-1</sup>), vermicompost (8 ton ha<sup>-1</sup>) and cow manure (32 ton ha<sup>-1</sup>) were put at the depth of 30 cm soil. Along with the cultivation *Glomus intraradice* was used 30 g per seedling. Roselle was harvested in mid-October before the arrival of the first winter cold in Mashhad. Statistical analysis of the data was performed by using of Minitab Ver.16. Also, means comparison were compared by Duncan multiple range test at 5% probability level.

### Results and Discussion

The results indicated significant effect of treatments on most of the traits of Roselle. The maximum plant height (138 cm) was obtained in chemical fertilizer + cow manure. The combined use of fertilizers increased plant height by 9% compared with using of single it. Results showed that the maximum height was observed by combined using of organic and chemical fertilizers. The highest sepal yield was observed in mycorrhiza (854.1 kg ha<sup>-1</sup>) and then chemical fertilizer + cow manure (791.6 kg ha<sup>-1</sup>) and the lowest sepal fresh weight and yield (3202.1 and 420.8 kg ha<sup>-1</sup>, respectively) were obtained in cow manure treatment. Combined use of fertilizer improved sepal yield 11% compared with using of single it. Researchers concluded that combined use of fertilizers by creating a stimulatory effect on the balance of elements in the soil can be improved growth of plants. Also, the maximum amount of biological yield was obtained in vermicompost + mycorrhiza (10482.9 kg ha<sup>-1</sup>) and then chemical fertilizer + cow manure (9887.2 kg ha<sup>-1</sup>). Several studies showed that the combined

1, 2, 3 and 4- Professor, Associate Professor, Ph.D. Graduated and Ph.D. Students of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.

(\*- Corresponding Author Email: Rezvani@um.ac.ir)

application of manure and chemical fertilizers by improving soil physical properties and increasing the availability of nutrients, improve the efficiency of nutrient uptake and yield of plants.

### **Conclusions**

Generally, combined application of organic and chemical fertilizers through improvement of growth indices, increased quantity yield of Roselle compared with single application. As well as, transplanting of this plant had a positive effect on sepal and biological yield. Therefore, with the advent of early winter cold in Mashhad, recommended that Roselle cultivated three month earlier as transplanting in the greenhouse.

**Keywords:** Harvest index, Mycorrhiza, Sepal yield, Transplanting, Vermicompost