

## کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی و تأثیر آن بر خصوصیات رشدی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

پرویز رضوانی مقدم<sup>۱\*</sup>، قربانعلی اسدی<sup>۲</sup>، فاطمه رنجبر<sup>۳</sup>، مهسا اقحوانی شجری<sup>۳</sup> و روشنگر شهریاری<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۶

رضوانی مقدم، پ.، اسدی، ق.ع.، رنجبر، ف.، اقحوانی شجری، م.، و شهریاری، ر. ۱۳۹۶. کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی و تأثیر آن بر خصوصیات رشدی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۴): ۹۶۰-۹۷۱.

### چکیده

به منظور مطالعه اثرات کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی بر شاخص‌های رشدی گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۱ تیمار در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از ۱- کود زیستی میکوریزا، ۲- کود دامی (منبع گاوی)، ۳- کود شیمیایی (NPK)، ۴- ورمی کمپوست، ۵- شیمیایی + دامی، ۶- شیمیایی + ورمی کمپوست، ۷- شیمیایی + میکوریزا، ۸- دامی + میکوریزا، ۹- ورمی کمپوست + میکوریزا، ۱۰- دامی + ورمی کمپوست + میکوریزا و ۱۱- شاهد. نتایج نشان داد که بالاترین شاخص سطح برگ، میزان ماده خشک و سرعت رشد محصول به ترتیب در تیمارهای کاربرد منفرد کود شیمیایی (۵/۸۹)، تلفیق کود دامی + شیمیایی (۹۸۸۷ کیلوگرم در هکتار) و میکوریزا + شیمیایی (۲۳/۵ گرم بر مترمربع در روز) مشاهده شد و کمترین این صفات به ترتیب در تیمار شاهد (۳/۴۰)، تیمار میکوریزا + دامی + ورمی (۷۶۱۸ کیلوگرم هکتار) و تیمار کود دامی (۱۶/۹ گرم بر مترمربع در روز) به دست آمد. نتایج آزمایش نشان داد که بین عملکرد کاسبرگ با ارتفاع گیاه همبستگی مثبت بسیار بالایی وجود دارد. به طور کلی، نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که مصرف تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد منفرد منابع کودی، اثرات مثبت بیشتری را بر صفات رشدی چای ترش به همراه داشت. توصیه می‌شود کشت این گیاه به صورت نشاء در گلخانه حداقل سه ماه قبل از کشت در زمین اصلی صورت گیرد. در صورت عدم کشت به صورت نشاء کشت این گیاه در این منطقه توصیه نمی‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، عملکرد کاسبرگ، کود زیستی

### مقدمه

اواسط قرن بیستم همزمان با پیدایش عوارض جانبی ناشی از مصرف داروهای شیمیایی بار دیگر نگرش‌ها نسبت به استفاده از گیاهان دارویی به منظور داشتن سلامت بیش‌تر و همچنین عدم وجود مضرات جانبی این داروها به نسبت داروهای شیمیایی، سبب افزایش استفاده از این گیاهان شد (Winslow & Kroll, 1998).

چای ترش با نام علمی (*Hibiscus sabdariffa* L.) از خانواده پنیرک<sup>۴</sup> می‌باشد بومی هند یا مالزی بوده و سپس مناطق مختلفی از دنیا مانند آمریکای مرکزی و آفریقا معرفی شده است (Purseglove, 2000).

استفاده از گیاهان دارویی جزء اصلی زندگی ۷۵ تا ۸۰ درصد از جمعیت جهان، به ویژه کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Kamboj, 2000). پس از انقلاب صنعتی و در ابتدای قرن نوزدهم طب سنتی و استفاده از گیاهان دارویی به منظور درمان بیماری‌ها به نوعی دخالت بی‌جا در درمان بیماری‌ها محسوب می‌شد، اما با گذشت زمان و در

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد، دانشیار و دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: rezvani@um.ac.ir)

\*- نویسنده مسئول:

DOI:10.22067/JAG.V9I4.42885

دیگر بر روی گیاه هم‌خانواده چای ترش، ختمی (*Althaea officinalis* L.) بیان شد که کاربرد ورمی کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار تأثیرات معنی داری را در افزایش سطح برگ و وزن گل در بوته به همراه داشت (Sadeghi et al., 2014). بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای مختلف زیستی و شیمیایی بر گیاهان دارویی مختلف در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها در آزمایشات بسیاری مثبت ارزیابی شده است (SoltaniNejad, et al., 2012; Hamzei, et al., 2014). به‌طور کلی، استفاده از کودها به‌صورت تلفیقی جهت کاهش آلودگی‌های ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و نیز احیای اکوسیستم‌های زراعی در کنار کاهش وابستگی به منابع غیر قابل تجدیدی که در تولید کودهای شیمیایی استفاده می‌شوند، به‌عنوان یک راه‌حل قابل جایگزین شناخته شده است (Kizilkaya, 2008).

با توجه به این‌که گیاه چای ترش برای اولین بار در منطقه مشهد کشت می‌گردد و هیچ گونه اطلاعاتی در مورد نحوه رشد و سازگاری این گیاه در این منطقه وجود ندارد، این آزمایش به‌منظور بررسی پاسخ رشدی این گیاه به منابع کودی مورد استفاده و همچنین سازگاری به این منطقه صورت گرفت. همچنین از آن‌جایی که مدیریت خوب و صحیح در نتیجه استفاده تلفیقی از کودها می‌تواند شرایط تغذیه‌ای بهتری را برای گیاه فراهم کند و ما را در رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار یاری رساند، مقایسه استفاده از کودها به‌صورت منفرد و تلفیقی، بر روند رشدی این گیاه نیز مد نظر قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۳ اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌گیری از خاک مزرعه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر صورت گرفت و همراه با کودهای آلی مورد استفاده، مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت (جدول ۱ و ۲).

اما به‌طور کلی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری بهترین مناطق جهت رشد این گیاه می‌باشند. چای ترش گیاهی یک‌ساله، روزکوتاه و خودگشن که به سرما و یخبندان حساس است. از اجزای مختلف این گیاه به‌ویژه از کاسبرگ‌ها در صنایع غذایی و دارویی استفاده می‌شود. همچنین از الیاف و چوب آن در تولید کاغذ در صنایع کاغذسازی استفاده می‌شود (Duke, 2006). ترکیبات موجود در کاسبرگ این گیاه شامل انواع پروتئین‌ها و مواد معدنی (آهن، فسفر، کلسیم، منیزیم، آلومینیم، سیترات و اسکوربیک اسید) می‌باشد (Gautam, 2004). جوون و همکاران (Joven et al., 2014) نیز پلی‌فنل‌های موجود در گیاه چای ترش را عامل کاهش فشار خون در انسان و موش‌های آزمایشگاهی بیان کردند (Askari & Solangi, 1995).

سانوسی و همکاران (Sanoussi et al., 2011) طی مطالعه‌ای بر ویژگی‌های عملکردی اکوتیپ‌های مختلف گیاه چای ترش بیان کردند که در شرایط عدم استفاده از کود، آب و آفت کش‌ها، اکوتیپ‌های مختلف این گیاه ارتفاعی بین ۱۷۰-۱۱۰ سانتی‌متر، حداکثر شاخص برگ بین ۳/۳۰-۲/۱۳ و حداکثر عملکرد کیسول بین ۷۶۶-۱۲۳ کیلوگرم در هکتار داشتند. اکانبی و همکاران (Akanbi et al., 2009) با بررسی تأثیر کودهای آلی و معدنی بر رشد، عملکرد کاسبرگ و کیفیت چای ترش بیان داشتند که بیشترین عملکرد کاسبرگ در تیمارهای تلفیقی کمپوست و کود شیمیایی حاصل شد. همچنین میزان عملکرد کاسبرگ در تیمار پنج تن کمپوست به همراه ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به‌میزان ۴۵ درصد به نسبت تیمار کود شیمیایی (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش داشت. در مورد صفات کیفی نیز برتری تیمارهای تلفیقی قابل ملاحظه بود. این محققین بیان نمودند که کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها تأثیرات به مراتب بهتری بر عملکرد کمی و کیفی این گیاه داشت. بالاترین ارتفاع (۱۸۹ سانتی‌متر) و بیش‌ترین میزان سطح برگ و ماده خشک نیز در تیمارهای تلفیقی مشاهده شد. در طی آزمایشی

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Some physical and chemical properties of experimental site soil

بافت	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته pH
Texture	Organic carbon (%)	Total N (%)	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	EC (dS.m <sup>-1</sup> )	
Loam لومی	0.59	0.063	13.2	135	3.21	7.24

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی کودهای گاوی و ورمی کمپوست  
Table 2- Chemical properties of cow manure and vermi compost

نوع کود	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته
Fertilizer	Total Nitrogen (%)	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	EC (dS.m <sup>-1</sup> )	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

سپس مقدار نیتروژن توصیه شده به عنوان معیار تعیین مقادیر تیمارهای کودی ورمی کمپوست و کود گاوی قرار داده شد. بر این اساس مقدار نیتروژن تیمار کود شیمیایی (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، مقدار تیمار کود ورمی کمپوست ۸ تن در هکتار و مقدار تیمار کود گاوی ۱۶ تن در هکتار محاسبه گردید. با توجه به این که عناصر غذایی موجود در کود گاوی تماماً در سال اول آزاد نمی شود و تنها به میزان ۴۰ تا ۵۰ درصد آن در سال اول کاربرد، برای گیاه قابل استفاده است (Pimentel, 1993). لذا مقدار کود گاوی به میزان دو برابر معادل نیتروژن کود شیمیایی لحاظ شد (۳۲ تن در هکتار). تمامی کودهای فسفر و پتاسیم و یک سوم از نیتروژن (کود شیمیایی) همزمان با کشت به کرت های مربوط به تیمار کود شیمیایی اضافه شد و باقیمانده کود نیتروژن ۹۰ روز پس از کشت بعد از اولین وجین همراه با آب آبیاری مورد استفاده قرار گرفت.

کود بیولوژیک میکوریزا، (قارچ میکوریزا آریوسکولار)، همزمان با کشت، ۳۰ گرم به ازای هر نشاء و بر اساس مقدار توصیه شده استفاده شد.

وجین علف های هرز در یک نوبت ۹۰ روز پس از کشت به صورت دستی توسط کارگر انجام شد. لازم به ذکر است که آلوده بودن مزرعه به کنه تار عنکبوتی<sup>۲</sup> سبب استفاده از سم فن پروپاترین (Danitol EC10%)، به میزان دو در هزار شد.

به منظور تعیین روند رشد و سطح برگ گیاه دارویی چای ترش در طی فصل رشد، نمونه برداری از تاریخ ۱۵ تیر ماه ۱۳۹۳ شروع و با فاصله تقریباً یک ماه یکبار تا پایان فصل رشد انجام گردید. نمونه گیری از ۱/۵ متر انتهایی هر کرت با حذف دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی متر از انتهایی هر کرت به عنوان اثر حاشیه ای و از ردیف های وسط صورت گرفت. در هر نمونه گیری پنج بوته (کوادرات ۱۲۵ \* ۷۵

این آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- کود زیستی میکوریزا<sup>۱</sup>، ۲- کود گاوی، ۳- کود شیمیایی، ۴- ورمی کمپوست، ۵- شیمیایی + دامی، ۶- شیمیایی + ورمی کمپوست، ۷- شیمیایی + میکوریزا، ۸- دامی + میکوریزا، ۹- ورمی کمپوست + میکوریزا، ۱۰- دامی + ورمی کمپوست + میکوریزا و ۱۱- شاهد.

به منظور اجرای این آزمایش بذور مورد نیاز از منطقه سراوان استان سیستان و بلوچستان تهیه و در ۸ اسفند ۱۳۹۲ در داخل سینی های نشاء 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 ۳-۵ روز جوانه زنی بذور به طور کامل صورت گرفت. یک هفته قبل از کاشت در زمین اصلی، در تاریخ ۲۶ فروردین ۱۳۹۲ گیاهچه ها به منظور سازگار شدن به شرایط محیطی به مزرعه منتقل و سپس در تاریخ ۳۱ فروردین ماه ۱۳۹۳ کاشت نشاء در مزرعه صورت گرفت.

به منظور اجرای این آزمایش در مزرعه زمینی که طی دو سال گذشته آیش بود انتخاب و مراحل آماده سازی زمین شامل شخم اولیه و دیسک زنی در اوایل فروردین ۱۳۹۳ انجام شد. کودهای مورد استفاده در کرت های مورد نظر به طور یکنواخت پخش و بلافاصله توسط بیل وارد خاک شدند. سپس با استفاده از شیارساز، جوی و پشته هایی به عمق ۳۰ سانتی متر و فاصله ۷۵ سانتی متر ایجاد گردید. ابعاد کرت ها (۳/۷۵×۴) متر) فاصله دو کرت اصلی و فاصله بلوک ها نیز یک متر در نظر گرفته شد. همچنین نشاء به فاصله ۲۵ سانتی متر از یکدیگر روی ردیف کشت شدند. توصیه کودی بر اساس نمونه خاک ارسال به آزمایشگاه ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم اوره برای این گیاه تعیین گردید.

۲ - *Tetranychus urticae*

۱ - *Glomus intraradices*

به دست آمد (شکل ۲).

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می شود، در تیمارهای شیمیایی، ورمی کمپوست و کود دامی میزان سطح برگ در اولین نمونه برداری بیشتر از نمونه برداری دوم در روز ۸۹ روز پس از کاشت است. به نظر می رسد آلوده شدن این گیاه به تریپس در طول فاصله نمونه برداری اول تا دوم دلیل این افت در میزان شاخص برگ باشد. اما این کاهش در تیمار شاهد و مایکوریزا مشاهده نشد. به نظر می رسد در تیمارهایی که میزان نیتروژن به طور سهل تری در اختیار گیاه قرار گرفته، ترد شدن بافت های گیاهی سبب آسیب پذیری بیشتر گیاه در مقابل آسیب آفت تریپس شد. لازم به ذکر است که میزان این کاهش در تیمار کود دامی به نسبت کود شیمیایی و ورمی کمپوست بسیار بیشتر بود. شاخص سطح برگ در تیمار کود دامی در نمونه برداری دوم به نسبت نمونه برداری اول ۳۷ درصد کاهش داشت که ممکن است همزمانی آزادسازی نیتروژن در تیمار کود دامی همزمان با نمونه برداری دوم صورت گرفته و فراهمی نیتروژن در محیط سبب حساسیت بیشتر گیاه به آفت در این تیمار شد (شکل ۱).

در تیمارهای کاربرد تلفیقی کودها روند کاهش شاخص سطح برگ در نمونه برداری های اولیه مشاهده نشد. ضمن این که متوسط شاخص سطح برگ در تیمارهای کاربرد تلفیقی هفت درصد بیش تر از تیمارهای کاربرد منفرد کودها بود. به نظر می رسد کاربرد تلفیقی کودها به دلیل حضور متعادل تر نیتروژن در محیط سبب شده بافت های ساختاری گیاه به نسبت زمانی که نیتروژن به وفور در محیط حضور دارد، محکم تر و حساسیت کمتری به تغییرات بیولوژیکی و فیزیکی محیط نشان دهند.

گندی و همکاران (Gendy et al., 2012) طی بررسی خود تأثیر توام استفاده از کود دامی به همراه کودهای بیولوژیک بر ویژگی های رشدی، عملکرد کمی و کیفی گیاه چای ترش را مثبت ارزیابی کردند. این محققین بیان کردند که تلفیق کود دامی با مخلوطی از کودهای زیستی بهترین اثر را بر پارامترهای رویشی، عملکرد کاسبرگ و عملکرد کمی این گیاه به همراه دارد.

#### ماده خشک<sup>۵</sup>

بررسی روند تغییرات میزان ماده خشک در کاربرد منفرد کودها

سانتی متر) به طور تصادفی انتخاب و سپس جهت محاسبه سطح برگ و ماده خشک به آزمایشگاه منتقل شدند. سطح برگ توسط دستگاه اندازه گیری سطح برگ<sup>۱</sup> مدل لیکور<sup>۲</sup> تعیین گردید. سپس نمونه ها در آون الکتریکی تهویه دار در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند، سپس توزین و وزن خشک هر نمونه ثبت شد. محاسبه سرعت رشد محصول<sup>۳</sup> تحت تأثیر تیمارهای مختلف در طول فصل رشد با استفاده از معادله (۱) زیر صورت گرفت (Saradnia & Koocheki, 2003).

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \quad (1) \text{ معادله}$$

گرم بر متر مربع در روز

در این معادله،  $t_1$ : زمان نمونه گیری اول (روز)،  $t_2$ : زمان نمونه گیری دوم (روز)،  $W_1$ : وزن خشک گیاه در هنگام نمونه برداری اول (گرم در مترمربع)،  $W_2$ : وزن خشک گیاه در نمونه گیری دوم (گرم در مترمربع) می باشد. برداشت این گیاه قبل از فرا رسیدن اولین سرمای پاییزه در مشهد در تاریخ ۲۰ مهرماه ۱۳۹۳ صورت گرفت.

جهت تجزیه و تحلیل داده ها، از نرم افزار آماری Minitab Ver. 16 استفاده شد. همچنین به منظور رسم شکل از Ver. Sigma Plot 11 استفاده شد.

## نتایج و بحث

### شاخص سطح برگ<sup>۴</sup>

بررسی روند تغییرات سطح برگ در طول فصل رشد نشان داد که در تیمارهای منفرد کودی روند افزایش شاخص سطح برگ تا روز ۸۹ روز پس از سبز شدن کند بود و پس از آن روند افزایشی را تا زمان برداشت در پیش گرفت. همچنین زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ در تمامی تیمارها یکسان بود. بیشترین شاخص سطح برگ (۵/۸۹) در تیمار کود شیمیایی و کمترین میزان در تیمار شاهد (۳/۴) مشاهده شد (شکل ۱)، اما در تیمارهای تلفیقی بیشترین میزان سطح برگ (۴/۴۲) در تیمار تلفیقی کود شیمیایی و ورمی کمپوست و کمترین میزان این شاخص (۳/۴۹) در تیمار کود شیمیایی + کود دامی

۱ - Leaf area

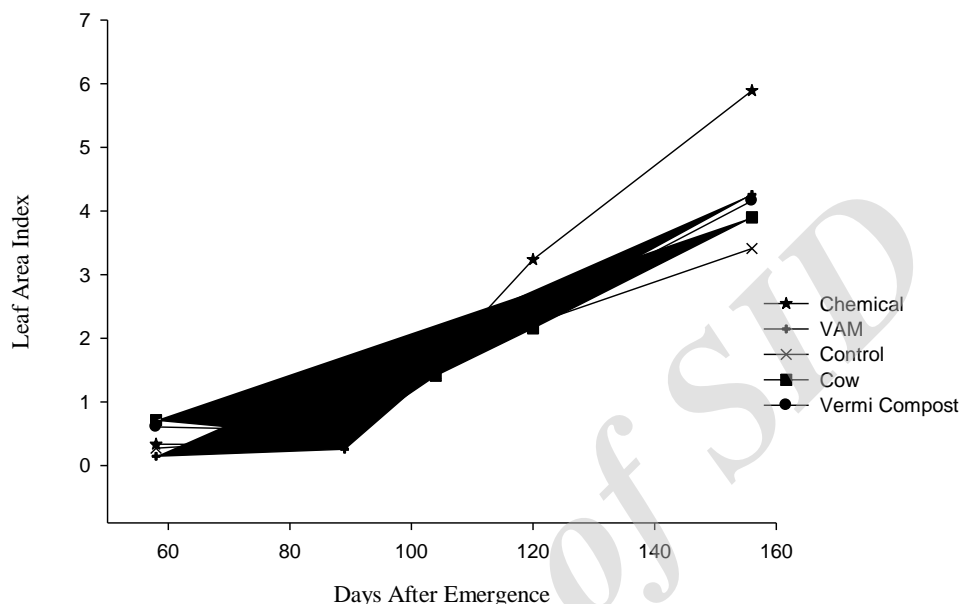
۲ - Likor

۳ - Crop growth rate

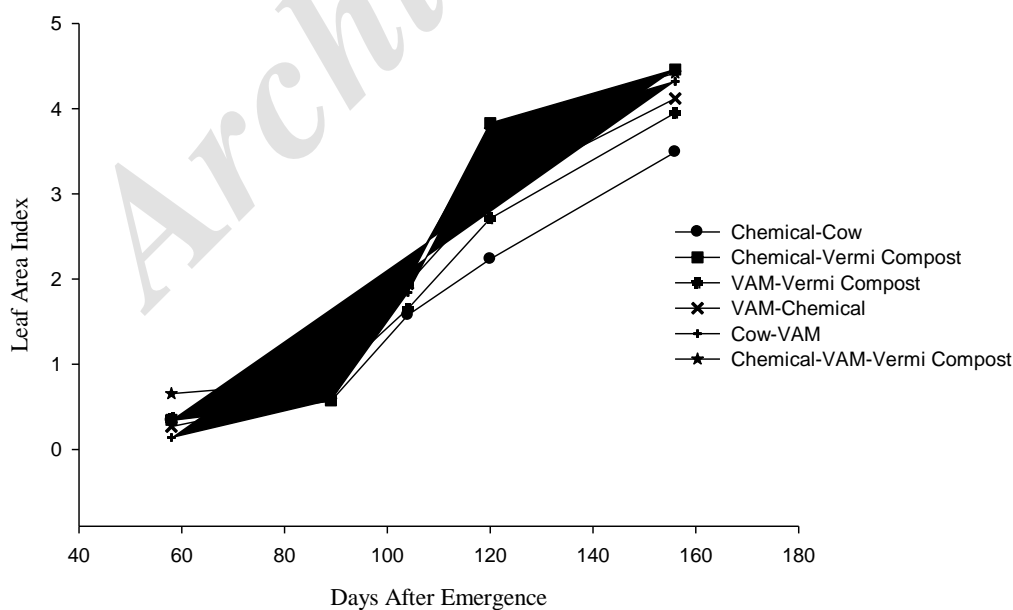
۴ - Leaf area index

۵ - Dry matter

نشان داد که گیاه چای ترش بیشترین میزان تجمع ماده خشک در طول فصل رشد را در تیمار کود شیمیایی (۹۳۳۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار ماده خشک نیز در نتیجه کاربرد کود دامی (۶۸۵۱ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (شکل ۳).



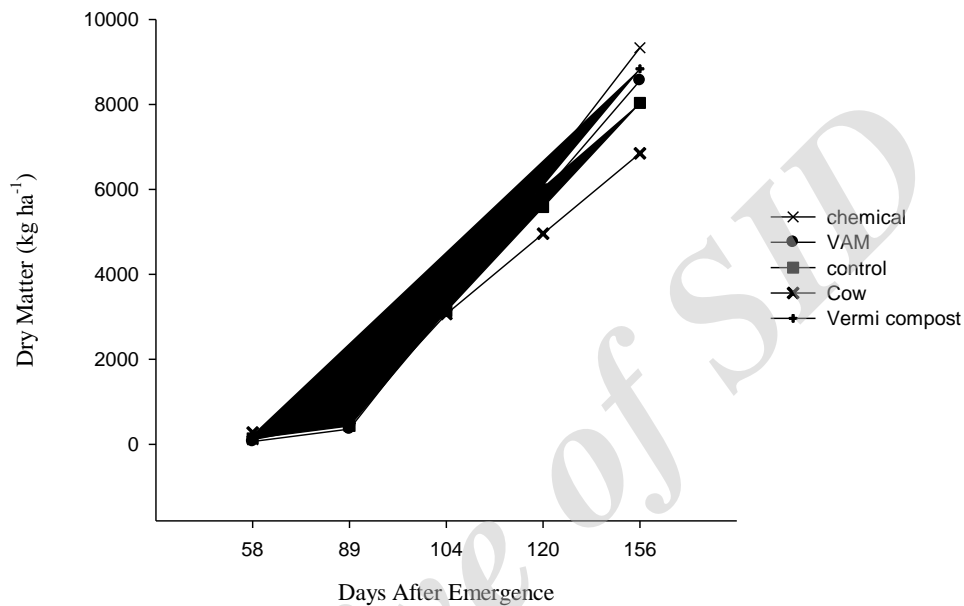
شکل ۱- روند تغییر شاخص سطح برگ گیاه چای ترش در شرایط کاربرد منابع مختلف تغذیه‌ای به صورت منفرد  
 Fig. 1- Roselle LAI trend in use of individual different kind of nutrition sources



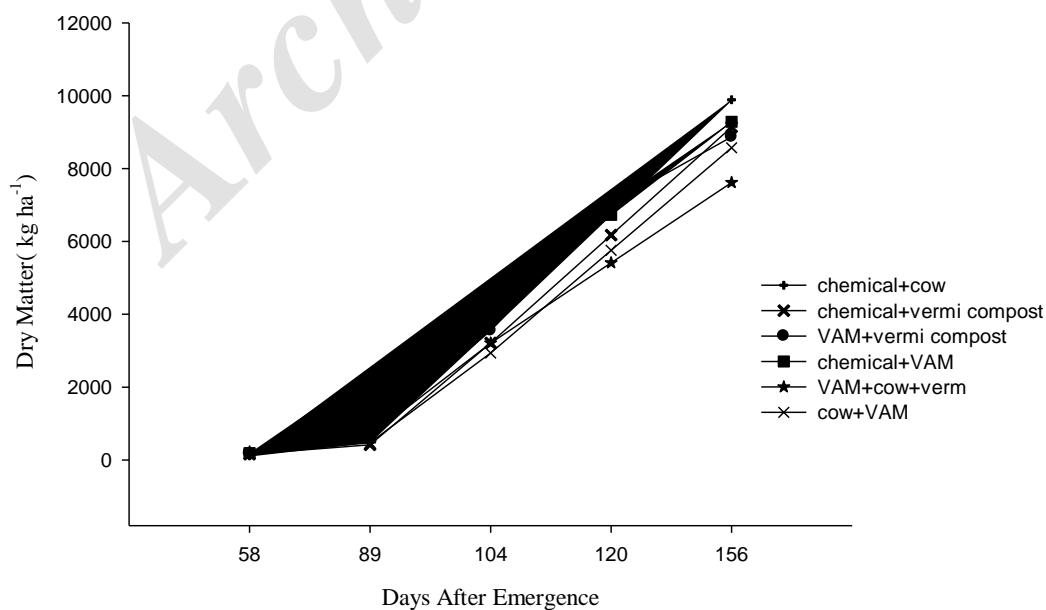
شکل ۲- روند تغییر شاخص سطح برگ گیاه چای ترش در شرایط کاربرد منابع مختلف تغذیه‌ای به صورت تلفیقی  
 Fig. 2- Roselle LAI trend in use of in integrated different kind of nutrition sources

(شکل ۴). به نظر می‌رسد بیشترین میزان تجمع ماده خشک در این گیاه در تیمارهای منفرد و تلفیقی در یک زمان حاصل شد (شکل‌های ۳ و ۴).

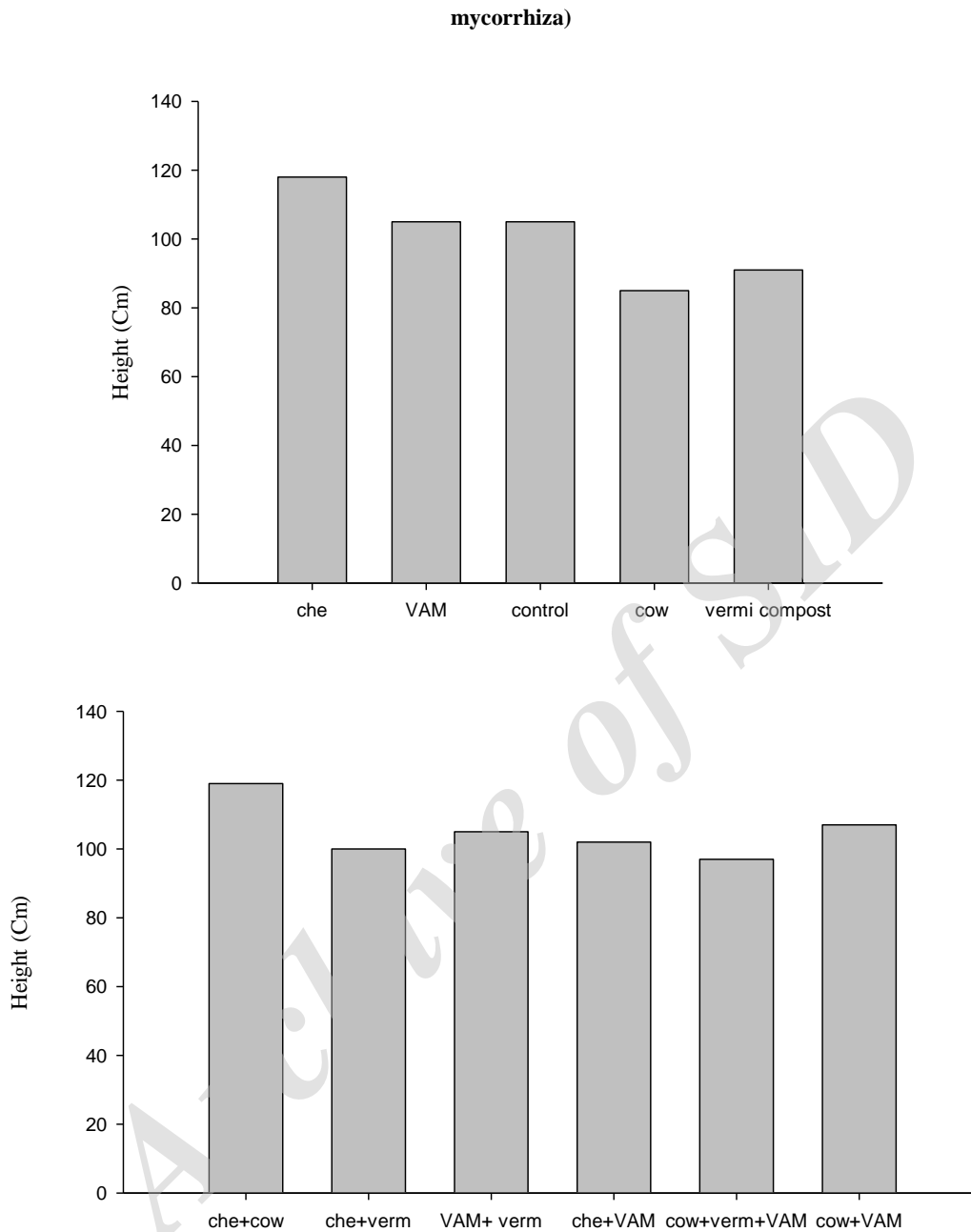
همچنین تأثیر کاربرد تلفیقی کودها بر گیاه چای ترش نشان داد که این گیاه بالاترین میزان ماده خشک (۹۸۸۷ کیلوگرم در هکتار) را در تیمار کود دامی + شیمیایی و پایین‌ترین میزان (۷۶۱۸ کیلوگرم در هکتار) را در تیمار میکوریزا + دامی + ورمی کمپوست به همراه داشت



شکل ۳- روند تغییرات ماده خشک چای ترش در شرایط کاربرد منابع مختلف تغذیه‌ای به صورت منفرد  
 Fig. 3- Roselle DM trends in use of individual different kind of nutrition sources



شکل ۴- روند تغییرات ماده خشک چای ترش در شرایط کاربرد منابع مختلف تغذیه‌ای به صورت تلفیقی، (VAM: میکوریزا، verm: ورمی کمپوست)  
 Fig. 4- Roselle DM trends in use of integrated different kind of nutrition sources, (vermi: vermi compost and VAM:



شکل ۵- میزان ارتفاع گیاه چای ترش در شرایط کاربرد منابع مختلف تغذیه‌ای به صورت منفرد و تلفیقی، (che: شیمیایی، cow: دامی، VAM: میکوریزا و verm: ورمی کمپوست)

**Fig. 5- Roselle height in use of individual and integrated different kind of nutrition sources, (che: chemical, cow: cow manure, verm: vermi compost and VAM: mycorrhiza)**

بالاتر می‌باشد، اما میزان ماده خشک تولیدی در این تیمار از تیمار شاهد پایین‌تر است. مشابه این روند در تیمارهای تلفیقی (کود دامی+ شیمیایی) نیز مشاهده شد. به‌طور کلی، علاوه بر شاخص سطح برگ که تأثیر بسیار مهمی بر تولید ماده خشک دارد توزیع مناسب برگ‌ها تأثیر به‌مراتب بیشتری بر عملکرد نهایی خواهد داشت به‌نظر می‌رسد

همان‌طور که در شکل ۱ قابل مشاهده است تیمارهای منفرد کود دامی و شاهد به نسبت سایر تیمارها از شاخص سطح برگ پایین‌تری برخوردار هستند با توجه به شکل ۲ پایین‌ترین میزان ماده خشک نیز در همین تیمارها مشاهده می‌شود. به‌نظر می‌رسد علی‌رغم این‌که میزان شاخص سطح برگ در تیمار کود دامی به نسبت تیمار شاهد

های تلفیقی در تیمار کود دامی + ورمی کمپوست + میکوریزا به میزان ۱۷ گرم بر مترمربع در روز حاصل شد (شکل ۶). سرعت رشد محصول نیز برتری تیمارهای تلفیقی را به نسبت کاربرد منفرد کودها بیان می کند.

نتایج حاصله حاکی از آن است که بین عملکرد کاسبرگ با ارتفاع گیاه همبستگی بسیار بالایی وجود دارد (جدول ۳). به نظر می رسد هر چه ارتفاع گیاه بیشتر باشد گیاه از توزیع برگ مناسب تری برخوردار بوده و از فضای موجود جهت تولید کاسبرگ بیش تر استفاده خواهد کرد. اکانبی و همکاران (Akanbi et al., 2009) با بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر رشد، عملکرد کاسبرگ و کیفیت چای ترش بیان داشتند که بیشترین عملکرد کاسبرگ در تیمارهای تلفیقی کمپوست و کود شیمیایی مشاهده شد. میزان عملکرد کاسبرگ در تیمار پنج تن کمپوست به همراه ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به میزان ۴۵ درصد نسبت به تیمار کود شیمیایی (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش داشت.

### نتیجه گیری

با توجه به این که در اکثر صفات مورد بررسی، تیمارهای تلفیقی تأثیرات به مراتب بهتری بر صفات رشدی این گیاه به همراه داشتند می توان گفت که کاربرد تلفیقی کودها به نسبت استفاده منفرد آن ها علاوه بر تأثیرات مثبتی که بر کاهش آلودگی محیط زیست دارند می-توانند از لحاظ کاهش هزینه های تولید نیز مؤثر واقع شوند ضمن اینکه در طولانی مدت می توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند.

سطح برگ این گیاه در تیمار کود دامی از توزیع مناسبی برخوردار نبوده، بنابراین، گیاه از سطح برگ تولید شده به نحو مطلوب در جهت تولید ماده خشک استفاده نکرده بود، لذا ارتفاع کمتر گیاه چای ترش در تیمار کود دامی (۸۵ سانتی متر) به نسبت تیمار شاهد (۱۰۵ سانتی-متر) سبب شده برگ ها در سایه یکدیگر قرار گرفته و در نتیجه عملاً گیاه از سطح برگ ایجاد شده به نحو مطلوب در تولید محصول استفاده ننماید (شکل ۵). به طور کلی، استفاده از تیمارهای کودی به صورت تلفیقی به نسبت استفاده منفرد از کودها، تأثیرات به مراتب بهتری را در تولید ماده خشک این گیاه به همراه داشت.

اکانبی و همکاران (Akanbi et al., 2009) با بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر رشد، عملکرد کاسبرگ و کیفیت چای ترش بیان داشتند که کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی به نسبت کاربرد منفرد کودها تأثیرات به مراتب بهتری بر عملکرد کمی و کیفی این گیاه به همراه داشت. در این بررسی بالاترین ارتفاع (۱۸۹ سانتی-متر) و بیشترین میزان ماده خشک در تیمارهای تلفیقی مشاهده شد. در تحقیقی دیگر دهمرده (Dahmardeh, 2013) طی آزمایشی، کاربرد کودهای آلی و معدنی را بر رشد و عملکرد کمی چای ترش بررسی و بیان کرد که کاربرد تلفیقی کود مرغی به همراه کود شتر مرغ بیشترین تأثیر را بر ارتفاع بوته و عملکرد کمی این گیاه داشت.

### سرعت رشد محصول

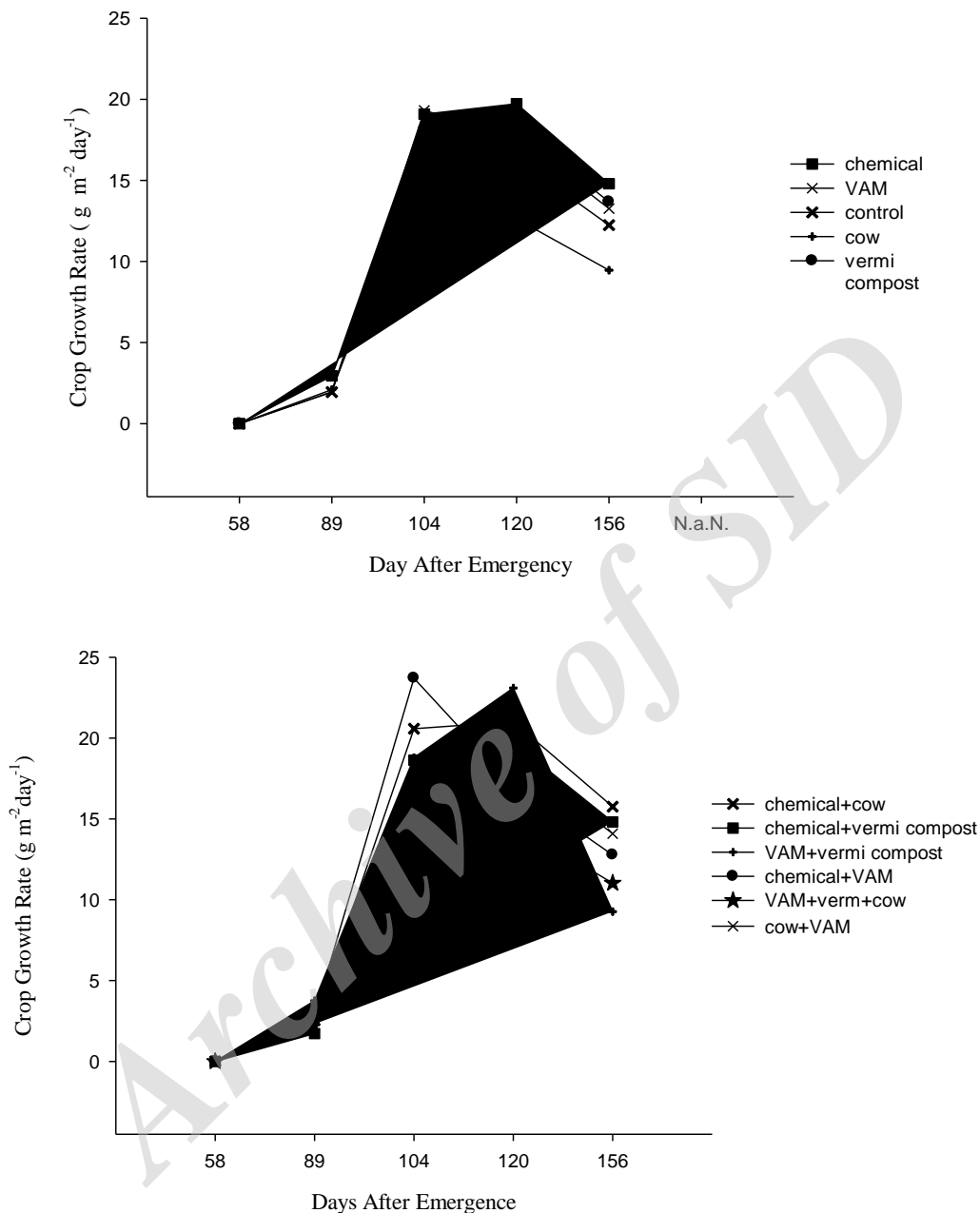
حداکثر سرعت رشد محصول چای ترش در تیمارهای کاربرد منفرد کود، در تیمار کود شیمیایی (۱۹/۷۲ گرم بر مترمربع در روز) و در تیمارهای تلفیقی در تیمار میکوریزا + شیمیایی (۲۳/۴۷ گرم بر متر-مربع در روز) مشاهده شد. کمترین میزان CGR (۱۶/۴۸ گرم بر متر-مربع در روز) در بین تیمارهای منفرد در تیمار کود دامی و در تیمار-

جدول ۳- همبستگی بین عملکرد کاسبرگ با شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و عملکرد ماده خشک کل

Table 3- Correlation between calyx yield of Roselle with LAI, plant height and total dry matter yield

شاخص سطح برگ	عملکرد ماده خشک کل	
	ارتفاع بوته Plant height	Total DM yield
ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	0.384	
عملکرد ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار) Total DM yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	0.400	0.048*
عملکرد کاسبرگ (کیلوگرم در هکتار) Calyx yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	0.060	0.000**
		0.046*





شکل ۶ - روند تغییرات سرعت رشد چای ترش در شرایط کاربرد منابع مختلف تغذیه‌ای به صورت منفرد و تلفیقی، (VAM: میکوریزا و verm: ورمی کمپوست)

Fig. 6- Roselle DM trends in use of individual and integrated different kind of nutrition sources, (vermi: vermi compost and VAM: mycorrhiza)

انتهای فصل رشد این گیاه با سرماهای پاییزه در کاهش عملکرد اقتصادی و شاخص‌های رویشی این گیاه بدون تأثیر نمی‌باشد. توصیه می‌شود کشت این گیاه به صورت نشاء در گلخانه حداقل سه ماه قبل از کشت صورت گیرد. در صورت عدم کشت به صورت نشاء کشت

با توجه به شاخص سطح برگ و میزان ماده خشک این گیاه در منطقه مشهد و با بررسی روند رشدی این گیاه می‌توان گفت، کشت مستقیم این گیاه در این منطقه با عملکرد اقتصادی بالایی همراه نخواهد بود. ضمن این که کوتاهی فصل رشد در این منطقه و برخورد

فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۲۹۸۹۰ مورخه ۹۲/۱۲/۴ تأمین شده است که بدین وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه سپاسگزاری می‌گردد.

این گیاه در این منطقه توصیه نمی‌گردد.

## سپاسگزاری

هزینه‌های انجام این طرح توسط معاونت محترم پژوهش و

## منابع

- 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.
- Askari, A., and Solangi, M.S. 1995. Autecological studies of exotic plant Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), a multipurpose plant, for its introduction and culture. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 38: 17-21.
- 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.
- Duke, J.A. 2006. Ecosystematic data on economic plants. Journal of Crude Research 17: 91-110.
- Gautam, R.D. 2004. Sorrel-lesser-known source of medicinal soft drink and food in India. Natural Product Radiance 3: 338-342.
- 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.
- Joven, J., March, I., Espinel, E., Fernández-Arroyo, S., Rodríguez-Gallego, E., Aragonès, G., Beltrán-Debón, R., Alonso-Villaverde, C., Rios, L., Martín-Paredero, V., Menendez, J., Micol, V., Segura-Carretero, A., and Camps, J. 2014. *Hibiscus sabdariffa* extract lowers blood pressure and improves endothelial function. Molecular Nutrition and Food Research 58: 1374-1378.
- Kamboj, V.P. 2000. Herbal medicine. Current Science 78: 35-39.
- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering 33: 150-156.
- Pimentel, D. 1993. Economics and energies of organic and conventional farming. Journal of Agriculture and Environment Ethics 6: 53-60.
- Purseglove, J.W. 1968. Tropical Crops: Dicotyledons. Longman Scientific and Technical Press, Harlow, England 719 p.
- Sadeghi, A.A., Akhsh Kelarestaghi, K., and Hajmohammadnia Ghalibaf, K. 2014. The effects of vermicompost and chemical fertilizers on yield and yield components of marshmallow (*Althea officinalis* L.). Journal of Agroecology 6: 42-50. (In Persian with English Summary)
- 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.
- Sarmadnia, G., and Koocheki, A. 2003. Crop Physiology. Jihadeh Daneshgahi Mashhad Press, Mashha, Iran. 400 p. (In Persian)