فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد هیجدهم/ شمارهٔ دوم/ پاییز و زمستان ۹۷
DOI: 10.22084/ppt.2017.2211.326
Archive of SID

بررسی عملکرد ریشه، اندام هوایی و اسید کلروژنیک گیاه داروئی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) تحت مقادیر مختلف کود نیتروژن و تراکم کاشت

Evaluation of Root, Aerial Parts and Chlorogenic Acid Yield of *Echinacea purpurea* L. Under Different Levels of N Fertilizer and Plant Density

حسین زینلی[۱]، لیلی صفایی[۲*]، پریناز منافی[۳] و سعید دوازده امامی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۱۱

چکیده

سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) گیاهی داروئی و چندساله از خانواده گل ستاره‌ای‌ها می‌باشد که در داروسازی جهت تهیه داروهای تقویت‌کننده سیستم ایمنی کاربرد دارد. به‌منظور بررسی عملکرد اندام هوایی، ریشه و اسیدکلروژنیک این گیاه، بذور آن در قالب طرح اسپلیت پلات و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان کشت و اثر سطوح مختلف کود اوره (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم کاشت (۱۱، ۱۷ و ۳۳ بوته در مترمربع)، به‌عنوان فاکتور فرعی طی دو سال زراعی بررسی شد. نتایج نشان داد که برهمکنش ازت در تراکم در سال بر صفات وزن خشک اندام هوایی و ریشه تک بوته، عملکرد خشک اندام هوایی و ریشه در هکتار و هم‌چنین عملکرد اسید کلروژنیک اندام هوایی و ریشه معنی‌دار بود. بیش‌ترین وزن خشک اندام هوایی و ریشه تک‌بوته (به‌ترتیب ۶۷/۶ و ۵۷/۷ گرم) در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود ازت و تراکم کاشت ۱۱ بوته در مترمربع و بالاترین عملکرد خشک اندام هوایی و ریشه در هکتار (به‌ترتیب ۱۹۱۲۷ و ۶۳۴۲ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسید کلروژنیک اندام هوایی و ریشه (به‌ترتیب ۲۹۳/۲ و ۶۳/۴ گرم در هکتار) در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود ازت و تراکم کاشت ۳۳ بوته در مترمربع به‌دست آمد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد خشک اندام هوایی در هکتار با عملکرد خشک ریشه در هکتار و عملکرد اسید کلروژنیک اندام هوایی و ریشه مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: وزن خشک اندام هوائی، وزن خشک ریشه، همبستگی، گل ستاره‌ای

۱، ۴ و ۲. به‌ترتیب استادیاران و مربی پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران
*: نویسنده مسئول Email: safaii2000@ yahoo.com
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گیاه داروئی سرخارگل با نام علمی *Echinacea purpurea* L. و نام انگلیسی Purple coneflower متعلق به خانواده گل ستاره‌ای‌ها[1] می‌باشد (*مک‌آون*[2]، 1999). این جنس، بومی امریکای شمالی است که بذر آن در سال‌های اخیر به ایران وارد شده است.

سرخارگل گیاهی علفی و چندساله با ارتفاع حداکثر ۱۸۰ سانتی‌متر، ساقه قائم، استوانه‌ای با انشعابات فراوان و پوشیده از کرک‌های زبر و گاهی بدون کرک، برگ‌ها بیضی شکل، نوک تیز و پوشیده از کرک‌های زبر، گل‌ها در انتهای ساقه‌های اصلی و فرعی به حالت مخروطی، هرمافرودیت و گرده‌افشانی توسط حشرات و پروانه‌ها انجام می‌شود (*پیزورنوژر* و *مورا*[3]، 1999). تمام اندام گیاه به‌ویژه ریشه آن حاوی ترکیبات شیمیایی شامل پلی‌ساکاریدها، مشتقات کافئیک اسید، پلی‌استیلن‌ها، آلکامیدها، فلاوونوئیدها و اسانس‌ها می‌باشد (*پلاتی*[4] و همکاران، 2004). پلی‌ساکاریدها به‌عنوان محرک ایمنی و ضدالتهاب شناخته شده‌اند و یکی از مهم‌ترین آن‌ها اینولین است. از مهم‌ترین مشتقات کافئیک اسید نیز می‌توان اسیدکلروژنیک را نام برد (*وو*[5] و همکاران، 2007). این ترکیب دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و به‌عنوان بازدارنده قوی در برابر پیشرفت تومورها، دیابت نوع ۲، ویروس ایدز (*مورتون*[6] و همکاران، 2000)، ضدباکتری و قارچ‌ها (*باولس* و *میلر*[7]، 1993) عمل می‌کند. هم‌چنین از سرخارگل در درمان سرماخوردگی، گلودرد، برونشیت و آلرژی با تقویت سیستم ایمنی استفاده می‌گردد (*شارما*[8] و همکاران، 2006).

تراکم یکی از عوامل مهم در تعیین عملکرد محصولات زراعی محسوب می‌شود. به‌عنوان یک اصل کلی همواره در تراکم‌های بیش از تراکم مطلوب، رقابت درون گونه‌ای باعث کاهش عملکرد شده و بالعکس در تراکم‌های کمتر از حد مطلوب از امکانات محیطی اعم از نور، فضا، آب و خاک به نحو مطلوب استفاده نشده و در نهایت عملکرد نیز کاهش خواهد یافت (*مارتین* و *دئو*[9]، 2000). تحقیقات انجام شده روی گیاه سرخارگل نشان داده است که ردیف کاشت تأثیر معنی‌داری بر صفات ارتفاع، وزن‌خشک اندام هوایی، وزن ریشه و گل دارد (*شالابی*[10] و همکاران، 1997) و با افزایش تراکم گیاه، وزن ریشه کاهش می‌یابد (*کالان*[11] و همکاران، 1999). براساس گزارشات موجود بیش‌ترین ارتفاع گیاه، تعداد برگ، شاخه جانبی، گل‌آذین، میانگین وزن خشک گل‌آذین و بیوماس کل در تراکم ۲۰/۳ بوته در مترمربع گیاه سرخارگل به‌دست آمده است (*ون گال*[12] و همکاران، 1998). *کالان* و همکاران (2005) بیش‌ترین بیوماس کل گیاه را در تراکم‌های بالاتر از ۱۵ بوته در مترمربع و کوچکی (۱۳۹۵) بیش‌ترین عملکرد گل را در تراکم ۳۰ بوته در هکتار (۳۰۸ گرم) گزارش نموده است.

مواد غذایی برای رشد گیاهان داروئی سبب افزایش عملکرد، کمیت و کیفیت مواد موثره موجود در کل پیکره رویشی و یا اندام‌های مورد استفاده گیاه می‌گردد (*بیسکاپ*[13]، 2005). ازجمله این عناصر می‌توان به ازت اشاره نمود. این عنصر تأثیر مستقیم در فرایندهای فتوسنتزی و افزایش سطح برگ و اثر غیرمستقیم از طریق نمو و تغییر سرعت تولید برگ و پنجه‌زنی خواهد داشت (قاضی مناس و همکاران، ۱۳۹۲). تحقیقات متعددی در زمینه اثر ازت بر رشد گیاه سرخارگل انجام گرفته و در همه آن‌ها اشاره به افزایش رشد این گیاه در اثر افزودن کود ازت شده است (*شالابی* و همکاران، 1997؛ *ال سید*[14] و همکاران، 2012). تحقیقات نشان داده است که ۱۵۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار ازت جهت افزایش عملکرد گیاه سرخارگل نیاز می‌باشد (*بووم*[15] و همکاران، 1992). در تحقیق *برتی* و همکاران (2002) افزایش عملکرد اندام هوایی و ریشه در مقادیر بالای ۱۵۰ کیلوگرم ازت مشاهده شده است. هم‌چنین گزارشات بیانگر اثر معنی‌دار مقادیر مختلف ازت بر افزایش ارتفاع گیاه سرخارگل است (*یالدیز* و همکاران، 2012؛ *چن* و همکاران، 2006؛ *چن*، 2009؛ *کان*، 2010؛ *ساتی*، 2012 و *کوکوکالی*، 2012). به گزارش *پاول* و همکاران (2001) عملکرد خشک ریشه در گونه *E. angustifolia* از ۶/۹ تا ۵۵/۹ گرم متغیر است که علت آن بافت خاک و عمق کاشت ذکر شده است. هم‌چنین عملکرد خشک اندام هوایی در اثر استفاده از مقادیر مختلف ازت از ۴۱/۴۱ تا ۱۶۴/۸۱ گرم گزارش شده است (*کوکوکالی*، 2012؛ *شالابی* و همکاران، 1997؛ *یارنیا* و همکاران، 2012 و *چن* و همکاران 2009). *کیزیل* و همکاران (2013) نیز بر اثر مثبت و معنی‌دار ازت بر وزن‌تر و خشک

1. Asteraceae
2. Mckeown
3. Pizzornojr and Murra
4. Pellati
5. Wuc
6. Morton
7. Bowels and Miller
8 Sharma
9. Martin and Deo
10. Shalaby
11. Callan
12. Van Gaal
13. Biskup
14. El. Sayed
15. Bomme

www.SID.ir

Archive of SID

ریشه، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک گل تأکید نموده‌اند. براساس گزارشات موجود، ازت نه تنها باعث بهبود کیفی گیاه سرخارگل می‌گردد بلکه در بهبود کمی ترکیبات فنلی آن نیز مؤثر است (آقاعلیخانی و همکاران، ۱۳۹۲).

از آنجاکه افزایش عملکرد ریشه و سرشاخه در گیاه داروئی سرخارگل به‌طور غیرمستقیم با افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مهم نظیر اسیدکلروژنیک همراه است و هم‌چنین تغذیه و تراکم دو فاکتور مهم جهت حصول به این هدف می‌باشند لذا این تحقیق به‌منظور بررسی اثر ازت و تراکم بر عملکرد کمی و کیفی گیاه سرخارگل اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی اثر مقادیر مختلف کود ازت و تراکم‌های کاشت بر عملکرد خشک اندام هوایی، ریشه و اسید کلروژنیک گیاه سرخارگل (*E. purpurea*)، در سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان انجام شد. آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. سطوح مختلف کود اوره (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) که از منبع نیترات آمونیوم با ۴۶ درصد ازت تهیه شده به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم‌های مختلف کاشت (۱۱، ۱۷ و ۳۳ بوته در مترمربع) به‌عنوان فاکتور فرعی انتخاب شدند. طول هر کرت ۳ متر و عرض آن ۲ متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۴ ردیف کاشت بود. کاشت گیاه در فروردین ماه و از طریق کشت مستقیم بذر انجام شد. بذور وارداتی آلمانی از شرکت گل دارو تهیه گردید و به‌علت تأثیر مثبت پرایمینگ بر افزایش درصد جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی بذر این گیاه، قبل از کاشت به‌مدت ۳ روز در کیسه غوطه‌ور در آب و در دمای یخچال نگهداری شد. کاربرد تیمار ازت در دو مرحله انجام گردید. یک دوم از کود ازت در مرحله هشت برگی و و یک دوم آن نیز در زمان شروع گل‌دهی به‌صورت سرک به گیاه داده شد. در زمان ۱۰۰ درصد رسیدگی کامل گل، از هر کرت ده بوته به صورت تصادفی و با رعایت حاشیه انتخاب گردید. ریشه و اندام هوایی جدا شده و وزن تر آنها محاسبه گردید. پاکت‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند و سپس وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد.

تعیین درصد کلروژنیک اسید در شرکت گل دارو انجام گرفت. برای تعیین درصد کلروژنیک از روش رسم منحنی استفاده شد. کل اندام گیاه شامل اندام هوایی و ریشه به کمک آسیاب پودر گردید. ۰/۵ گرم از پودر حاصل به یک بالن ته گرد ۲۵۰ سی‌سی انتقال یافت و الکل ۷۰ درصد به آن اضافه گردید. بالن به‌منظور عصاره‌گیری به‌مدت نیم ساعت در دستگاه رفلاکس قرار داده شد. پس از گذشت این زمان، محلول سرد و از صافی عبور داده شد و سپس با الکل ۷۰ درصد به حجم ۱۰۰ سی‌سی رسانده شد. به سه بالن شاهد و محلول استاندارد که شامل ۰/۴ میلی‌گرم کلروژنیک اسید و ۲ سی‌سی عصاره بود، ۱۵ سی‌سی فولین‌دنیس و ۷ سی‌سی محلول ۳۰ درصد کربنات سدیم اضافه گردید. سپس تمام بالن‌ها با آب مقطر به حجم ۱۰۰ سی‌سی رسانده شد. بعد از ۹۰ دقیقه نمونه‌ها با اسپکتروفتومتر و طوج موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد و درصد کلروژنیک هر نمونه با استفاده از فرمول ذیل محاسبه گردید (Y درصد اسیدکلروژنیک در ۱ سی‌سی از محلول و X غلظت محلول می‌باشد).

$$Y= ۷۴/۲۳۱x- ۰/۰۷۲۳$$

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS 11.5 استفاده شد. صفات معنی‌دار شده مورد مقایسه میانگین دانکن قرار گرفتند.

نتایج و بحث

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات (جدول ۱) مشخص گردید که اثر ازت در تراکم کاشت در سال بر کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. میزان اسیدکلروژنیک ریشه در سطح پنج درصد و بقیه صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شدند.

مقایسه میانگین برهمکنش کود ازت، تراکم کاشت و سال در گیاه سرخارگل (جدول ۲) مشخص نمود که بیشترین وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه یک بوته مربوط به تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره و تراکم کاشت ۱۱ بوته در متر مربع در سال دوم (به‌ترتیب ۶۷/۶ و ۵۷/۷ گرم) بود. بیشترین عملکرد خشک اندام هوایی و ریشه در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره و تراکم کاشت ۳۳ بوته در مترمربع سال دوم (به‌ترتیب معادل ۱۱۴۹۰/۹ و ۱۰۹۳۰/۷ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. همچنین بالاترین عملکرد اسید کلروژنیک اندام هوایی و ریشه در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره و تراکم کاشت ۳۳ بوته در مترمربع سال دوم به‌دست آمد که به ترتیب معادل ۸۰۰/۴ و ۱۲۰/۲ گرم در هکتار بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: تجزیه واریانس مرکب تأثیر ازت و تراکم کاشت بر صفات مورد مطالعه در گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*) در دو سال آزمایش

Table 1: Compound analysis variance of studied traits in *Echinacea purpurea* under N and density during 2 years

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS								
		وزن‌خشک اندام هوایی گیاه Plant aerial part dry weight	وزن‌خشک ریشه Root dry weight	نسبت وزن‌خشک اندام هوایی گیاه به وزن‌خشک ریشه Aerial part dry weight/ Root dry weight	عملکرد اندام‌های هوایی Aerial part yield	عملکرد ریشه Root yield	اسید کلروژنیک اندام هوایی Aerial part chlorogenic acid	اسید کلروژنیک ریشه Root chlorogenic acid	عملکرد اسید کلروژنیک در اندام هوایی Aerial part chlorogenic acid yield	عملکرد اسید کلروژنیک در ریشه Root chlorogenic acid yield
بلوک Block	2	0.12^{ns}	2.9^{ns}	0.01^{ns}	7511.3^{ns}	145380.6^{ns}	0.42^{ns}	0.02^{ns}	3551.8^{ns}	22.6^{ns}
نیتروژن N	3	1396.7^{**}	986.0^{**}	0.22^{**}	66390577.5^{**}	32846474.7^{**}	0.42^{**}	0.000005^{ns}	138442.5^{**}	746.6^{**}
بلوک × نیتروژن Block × N	6	26.0^{ns}	3.6^{ns}	0.04^{ns}	1246273.6^{**}	109184.2^{ns}	0.13^{**}	0.0001^{ns}	2329.0^{**}	12.2^{ns}
چگالی Density	2	587.0^{**}	507.0^{**}	0.53^{**}	278886743.6^{**}	94214118.9^{**}	0.07^{**}	0.0001^{ns}	469841.7^{**}	3742.1^{**}
نیتروژن × چگالی N × Density	6	197.7^{**}	167.3^{**}	1.21^{**}	13609885.1^{**}	10156942.5^{**}	0.11^{**}	0.00007^{ns}	26890.6^{**}	715.8^{**}
بلوک × چگالی Block × Density (N)	16	9.02^{ns}	7.6^{ns}	0.04^{ns}	601066.7^{ns}	310973.2^{ns}	0.005^{ns}	0.00009^{ns}	1290.6^{ns}	18.5^{ns}
سال Year	2	10230.9^{**}	5.2^{ns}	17.8^{**}	314968606.1^{**}	21997.5^{ns}	0.14^{**}	19.7^{**}	565556.0^{**}	53396.2^{**}
سال × نیتروژن Year × N	3	360.4^{**}	345.0^{**}	2.5^{**}	19661128.9^{**}	9460397.7^{**}	0.08^{**}	0.000005^{ns}	33304.6^{**}	746.6^{**}
سال × چگالی Year × Density	2	635.4^{**}	213.9^{**}	0.9^{**}	2656047.2^{**}	6738404.8^{**}	0.32^{**}	0.0002^{ns}	55407.7^{**}	3742.1^{**}
سال × چگالی × نیتروژن Year × N × Density	6	168.1^{**}	359.1^{**}	0.74^{**}	8906475.8^{**}	9526060.7^{**}	0.33^{**}	0.00007^{*}	12253.2^{**}	715.8^{**}
خطا Error	24	12.36	8.53	0.05	353891	610628.5	0.013	0.0002	737.3	17.2
ظریب تغییرات CV		9.02	10.91	13.98	7.72	15.08	2.81	3.11	8.43	15.24

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار است

ns, ** and *: Non- significant and significant at 1% and 5% probability level respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: مقایسه میانگین برهمکنش کود ازت، تراکم کاشت و سال بر صفات مورد مطالعه در گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*)

Table 2: N, density and year interaction means comparison of studied traits in (*Echinacea purpurea*) during 2 years

عملکرد اسید کلروژنیک در ریشه (گرم در هکتار) Root chlorogenic acid yield (gr/ha)	عملکرد اسید کلروژنیک در اندام هوایی (گرم در هکتار) Aerial part chlorogenic acid yield (gr/ha)	اسید کلروژنیک ریشه (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) Root chlorogenic acid (mg/100gr)	اسید کلروژنیک اندام هوایی (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) Aerial part chlorogenic acid (mg/100gr)	عملکرد ریشه (کیلوگرم در هکتار) Root yield (Kg/ha)	عملکرد اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار) Aerial part yield (Kg/ha)	نسبت وزن‌خشک اندام هوایی گیاه به وزن‌خشک ریشه Aerial part dry weight/ Root dry weight	وزن‌خشک ریشه (گرم) Root dry weight (gr)	وزن‌خشک اندام هوایی گیاه (گرم) Plant aerial part dry weight (gr)	سال Year	چگالی (گیاه در مترمربع) Density (plant per m^2)	نیتروژن N
0h	134.5i	0b	3.6d	4206.4g-i	3786.0ij	0.9hi	12.7k	11.5k	1	33	0
0h	69.3j	0b	3.6d	2415.1jk	1949.3k	0.8hi	14.2jk	11.5k	1	17	0
0h	138.7i	0b	3.7cd	2750.0jk	574.1j	0.8hi	25.0f-h	29.5h-k	1	11	0
0h	460.5de	0b	4.1b	4693.7f-h	11117.7de	2.4b	14.2jk	33.7f-i	1	33	75
0h	207.8gh	0b	4.1b	4869.4e-h	3241.2gh	1.0gh	28.6ef	29.5h-k	1	17	75
0h	292.4f	0b	4.1b	4303.8gh	6741.1f	1.0gh	25.6f-h	39.5e-g	1	11	75
0h	504.5cd	0b	4.3b	8558.0b	11729.3cd	1.4fg	25.9fg	35.5f-h	1	33	150
0h	193.3gh	0b	4.3b	4346.9gh	4531.1hi	1.4fg	25.4fg	26.7jk	1	17	150
0h	135.0i	0b	4.3b	3659.7h-j	3139.6j	0.9hi	33.3d	28.5i-k	1	11	150
0h	419.1e	0b	4.1b	6022.5c-f	10137.6e	1.7e	18.3ij	30.7h-k	1	33	225
0h	81.7j	0b	4.1b	4886.9e-h	1951.6k	0.9hi	28.7ef	11.6k	1	17	225
0h	163.9hi	0b	4.1b	2651.7jk	3964.0h-j	0.5i	24.1f-h	36.0f-h	1	11	225
73.0b	416.6e	1.1a	3.8c	6906.9c	10906.5de	1.6ef	20.9g-i	33.1g-j	2	33	0
21.3fg	211.1gh	1.0a	4.8a	2038.3k	4408.1hi	2.2c	12.0k	25.9jk	2	17	0
16.0g	177.3hi	1.0a	4.3b	1541.1k	4856.9gi	1.8de	14.0jk	44.2e	2	11	0
68.9c	548.1bc	1.0a	4.3b	6600.0cd	12633.4bc	1.9de	20.0hi	38.3e-g	2	33	75
51.0d	422.2e	1.0a	4.3b	4869.4e-h	10232.9e	2.4b	28.3ef	60.2bc	2	17	75
55.2d	302.6f	1.0a	4.3b	5274.5d-g	6999.3f	1.3fg	48.0b	63.6abc	2	11	75
93.6b	565.1b	1.1a	4.3b	8514.1b	13214.3b	1.2gh	25.8d	40.0ef	2	33	150
51.8d	473.9d	1.0a	4.3b	4994.0e-h	11013.2de	2.6a	29.6e	64.8ab	2	17	150
29.9f	240.9g	1.1a	4.3b	2832.9i-k	5630.3g	2.1cd	25.8fg	51.2d	2	11	150
120.2a	800.4a	1.1a	4.2b	10930.7a	19126.8a	1.8de	33.1d	58.0c	2	33	225
71.8b	476.6d	1.0a	4.2b	7176.3c	6981.7f	1.5fg	42.2c	63.5abc	2	17	225
63.4cd	293.2f	1.0a	4.2b	6341.5c-e	11490.9d	1.2fg	57.7a	67.6a	2	11	225

حروف یکسان در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها در سطح احتمال یک درصد می‌باشد

Similar letters in each column(s) are not significantly different

www.SID.ir

Archive of SID

ضرایب همبستگی ساده پیرسون بین صفات اندازه‌گیری شده در گیاه داروئی سرخارگل (جدول ۳) نشان داد که وزن‌خشک اندام هوایی یک بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن‌خشک ریشه بوته و درصد اسید کلروژنیک اندام هوایی و ریشه داشت. هم‌چنین رابطه عملکرد اسید کلروژنیک اندام هوایی با عملکرد خشک اندام هوایی و عملکرد ریشه مثبت و معنی‌دار بود. این مسئله در مورد عملکرد خشک ریشه نیز صدق می کرد.

جدول ۳: همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه داروئی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.)

Table 3: Correlation coefficient between studied traits in *Echinacea purpurea* L.

صفات Traits	وزن‌خشک اندام هوایی گیاه Plant aerial part dry weight	وزن‌خشک ریشه Root dry weight	اسید کلروژنیک اندام هوایی Aerial part chlorogenic acid	اسید کلروژنیک ریشه Root chlorogenic acid
وزن خشک اندام هوایی گیاه Plant aerial part dry weight	1			
وزن خشک ریشه Root dry weight	0.81**	1		
اسید کلروژنیک اندام هوایی Aerial part chlorogenic acid	0.6*	0.46	1	
اسید کلروژنیک ریشه Root chlorogenic acid	-0.14	0.06	-0.25	1

** و *: به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار است

** and *: Significant at 1% and 5% probability level, respectively

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که تراکم تأثیر معنی‌داری بر وزن‌خشک اندام هوایی و ریشه یک بوته داشته به‌نحوی‌که در تراکم کمتر (۱۱ بوته در مترمربع)، بیش‌ترین مقدار این دو صفت مشاهده شده است. به‌نظر می‌رسد با افزایش فاصله بوته‌ها امکان استفاده گیاه از حداکثر انرژی تابشی خورشید فراهم می‌گردد. هم‌چنین توسعه ریشه به‌طور مناسب‌تری رخ داده و به همراه آن رشد رویشی گیاه افزایش می‌یابد (*شالابی* و همکاران، 1997). از طرفی با توجه به این‌که عملکرد خشک اندام هوایی و ریشه حاصل ضرب عملکرد هر بوته در تعداد بوته در واحد هکتار می‌باشد بنابراین تراکم ۳۳ بوته در مترمربع به علت تعداد بوته بیشتر در هکتار نسبت به سایر تیمارها از مقدار بیشتری برخوردار بوده است. این مسأله در مورد عملکرد اسید کلروژنیک موجود در این دو اندام نیز صادق می‌باشد.

براساس نتایج آزمایش با افزایش میزان ازت وزن‌خشک اندام هوایی و ریشه هر بوته در مقایسه با تیمار شاهد افزایش نشان داده به‌نحوی که حداکثر مقدار آن در میزان اوره ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شده است. از طرفی عملکرد خشک اندام هوایی و ریشه در هکتار و هم‌چنین عملکرد اسید کلروژنیک موجود در این اندام‌ها نیز در همین تیمار بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است. علت این مسئله را می‌توان اثر تشدیدکنندگی کود اوره در رشد رویشی اندام‌های گیاهی دانست. نتایج مشابهی توسط *ال سید* و همکاران (2012) روی گیاه *Echinacea paradoxa* و *هنداوی*[1] و همکاران (1995) روی گیاه *Echinacea purpurea* گزارش شده است. از آنجا که مهم‌ترین نقش ازت افزایش توانایی گیاه در تولید پروتئین‌های اضافی می‌باشد بنابراین گیاه را قادر می‌سازد تا رشد مناسب‌تری داشته، برگ‌ها را توسعه دهد و سطح برگ بیشتری را جهت انجام فرایند فتوسنتز فراهم نماید (*آریشا* و *بردیسی*[2]، 1999). از طرفی ازت باعث افزایش بیوماس ریشه می‌گردد لذا امکان استفاده بهتر از آب و مواد غذایی را برای گیاه فراهم کرده و افزایش رشد اندام رویشی را امکان پذیر می‌سازد (*ال سید* و همکاران، 2012). هم‌چنین تجمع ازت در خاک جذب سایر عناصر مثل پتاس و فسفر را افزایش می‌دهد (*بارانا‌سکینه*[3] و همکاران، 2003). لذا ازت به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در ساخت متابولیت‌های ثانویه دخیل است و نتیجه آن کمک به رشد بیشتر گیاه است.

نتایج حاصل از برهمکنش کود اوره، تراکم و سال نشان داده است که گیاه در سال دوم عملکرد بیشتری داشته است که این مسئله با توجه به چندساله بودن گیاه امری بدیهی می‌باشد. براساس نتایج افزایش رشد رویشی گیاه و حصول به حداکثر وزن‌خشک اندام هوایی و ریشه در هر بوته میزان ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود ازت و تراکم کاشت ۱۱ بوته در مترمربع مناسب می‌باشد. تحقیقات انجام شده روی گیاه سرخارگل نیز نشان داده است که ردیف کاشت تأثیر معنی‌داری بر صفات ارتفاع، وزن‌خشک اندام هوایی، وزن ریشه و گل دارد و با افزایش تراکم

1. Hendavy

2. Arisha and Bardisi

3. Baranauskiene

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه، وزن ریشه کاهش می‌یابد (*کالان* و همکاران، 1999). از طرف دیگر در صورتی که هدف بالا بردن عملکرد خشک اندام هوایی و ریشه در هکتار و هم‌چنین عملکرد ترکیب اسیدکلروژنیک این دو اندام باشد میزان ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و تراکم کاشت ۳۳ بوته در مترمربع توصیه می‌گردد.

همبستگی قوی بین وزن‌خشک اندام هوایی با وزن‌خشک ریشه نشان داد که جهت دسترسی به عملکرد بالای ریشه بایستی به افزایش رشد اندام هوایی توجه خاصی گردد زیرا که افزایش عملکرد این اندام‌ها به‌طور غیرمستقیم افزایش عملکرد اسید کلروژنیک را نیز به همراه خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

در مجموع براساس نتایج حاصله، اسیدکلروژنیک که یکی از ترکیبات فنولیک مهم در گیاه داروئی سرخارگل می‌باشد به شدت تحت تأثیر کود ازت و هم‌چنین تراکم بوته قرار می‌گیرد و باتوجه به اهمیت این گیاه در صنعت داروسازی به علت وجود ترکیبات فنلی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی و هم‌چنین رشد مناسب آن در شرایط اقلیمی اصفهان می‌توان آن را جهت کاشت در مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه توصیه کرد.

منابع

آقاعلیخانی، م.، ایرانپور، آ. و نقدی بادی، ح.، ۱۳۹۲. تغییرات عملکرد زراعی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* (L.) *Moench*) تحت تأثیر اوره و کود زیستی، فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۲ (۴۶): ۱۲۱-۱۳۶.

کوچکی، ع. ۱۳۹۵. تأثیر تراکم و آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea* (L.) *Moench*)، بوم‌شناسی کشاورزی، ۸ (۳): در دست چاپ.

قاضی‌مناس، م.، بانج شفیعی، ش.، حاج سیدهادی، م. ر. و درزی، م. ت. ۱۳۹۲. بررسی اثرهای مقادیر مختلف کود زیستی ورمی‌کمپوست و نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۹ (۲): ۲۶۹-۲۸۰.

Arisha, H. M. and Bardisi, A. 1999. Effect of nitrogen fertilization and plant spacing on growth, yields and bud quality of common bean under sandy soil conditions. Zagazig Journal of Agriculture Research, 26: 407-419.

Baranauskiene, R., Venskutonis, P. R., Viskelis, P. and Dambrauskiene, E. 2003. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51 (26): 7751-7758.

Berti, M., Wilckens, R. and Fischer, S. 2002. Effect of harvest season, nitrogen, phosphorus and potassium on root yield, echinacoside and alkylamides in *Echinacea angustifolia* L. in Chile. Acta Horticulture, 576: 303-310.

Biskup, E. S. and Saez, F. 2005. *Thymus*. London and New York press. 330pp.

Bomme, U., Holzl, J., Hessler, C. and Stahn, T. 1992. How does the cultivar influence active compound content and yield of *Ecinacea purpurea* (L.). Results of second year and overall conclusion, Jahrbuch, 69: 323-342.

Bowels, B. L. and Miller, A. J. 1993. Antibotulinal properties of aromatic and aliphatic aldehydes, Food Protect, 56: 788-794.

Callan, N. W., Westcott, M. P., Maclane, S. W. and Miller, J. B. 1999. Purple cone flower plant density. Western Agricultural Research Center Montana State University.

Callan, N. W., Yokelson, T., MacLane, S. W. and Ponder, G. 2005. Seasonal trends and plant density effects on cichoric acid in *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Journal of Herbs Spices and Medicinal Plants, 11 (3): 35-46.

Chen, C. L., Chang, S. C. and Sung, J. M. 2008. Biomass and caffeoyl phenols production of *Echinacea purpurea* grown in Taiwan. Experimental Agriculture, 44: 497-507.

Chen, C. L., Zhang, S. C. and Sung, J. M. 2009. Caffeoyl phenols and alkamides of cultivated *Echinacea purpurea* and *Echinacea atrorubens* var. *paradoxa*. Pharmaceutical Biology, 47 (9): 835-840.

El-Sayed, A. A., Shalaby, A. S., Hanafy, H. El. and Abd El-Razik, T. M. 2012. Effects of chemical fertilizers on growth and active constituents of *Echinacea paradoxa* L. plants. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants, 4 (2): 125-133.

Hendawy, S. F. 1995. Agriculture and chemical studies on *Echinacea purpurea*. MSc Thesis, Faculty of Agriculture of. Zagazig University, Egypt, pp. 184.

Kan, R. 2010. The effect of different doses of organic and inorganic on essential oil yield and components of *Echinacea* (*E. pallida-E. purpurea*) under Konya ecological conditions. University of Selcuk, Institute of Natural and Applied Sciences, Field Crops Department, Konya.

Kizil, S. and Tonces, O. 2013. Effects of different nitrogen forms on some agronomical characteristics of *Echinacea purpurea* in semi-arid conditions of Turkey. Scientific Papers. Series A. Agronomy, LVI: 304-307.

Kucukali, K. 2012. The effect of different sowing density and harvest times on yield and quality of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) in Cukurova ecologıcal conditions. Cukurova Unıversıty Instıtute of Natural and Applıed Sciences Fıeld Crops Department, Msc Thesis, Adana.

www.SID.ir

Archive of SID
Martin, R. J. and Deo, B. 2000. Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis*) production. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 28: 37-44.

Mckeown, K. A. 1999. A review of the taxonomy of the genus *Echinacea*. In: J. Janick (ed.), Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA, pp: 482-489.

Morton, L. W., Abu-Amsha Caccetta, R., Puddey, I. B. and Croft, K. D. 2000. Chemistry and biological effects of dietary phenolic compounds: relevance to cardiovascular disease. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiolgy, 27 (3): 152-159.

Pellati, F., Benvenuti, S., Magro, L., Melegari, M. and Soragni, F. 2004. Analysis of phenolic compounds and radical scavenging activity of *Echinacea* spp., Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 35: 289-301

Pizzornojr, J. E. and Murra, M. T. Y. 1999. Textbook of natural medicine, Churchill Livingstone, London, 11: 703.

Powell, E. E., Carrier, D. J., Crowe, T. G. and Bantle, M. R. L. 2001. Echinacoside and alkamide distribution in *Echinacea angustifolia* root: root depth and growing condition, Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods, 3 (3): 95-106.

Sati, M. 2012. The effect different plant density on some agricultural and quality characteristics. of *Echinacea purpurea* L. University of Ege, Institute of Natural and Applied Sciences, Field Crops Department, Konya, 52 syf.

Schulz, V., Hausel, R. and Tylev, V. E. 2001. Rational phytotherapy. A physician guide to herbal medicine. Springer, Germany, pp: 342-347.

Shalaby, A., Gengaihi, S. E., Agina, E., Khayat, A. E. and Hendawy, S. 1997. Growth and yield of *Echinacea purpurea* L. as influenced by planting density and fertilization. Journal of Herbs, Spices and Medical Plant, 5: 69-76.

Sharma, M., Arnason, J. T., Burt, A. and Hudson, J. B. 2006. *Echinacea* extracts modulate the pattern of chemokine and cytokine secretion in rhinovirus infected and uninfected epithelial cells. Phytorther Research, 20 (2): 147-152.

Van Gaal, T. M., Galatowitsch, S. M. and Strefeler, M. S. 1998. Ecological consequences of hybridization between a wild species (*Echinacea purpurea*) and related cultivar. Science Horticulturea, 76: 73-88.

Wuc, H., Hanhn, E. J. and Paek, K. Y. 2007. Large scale cultivation of adventitious roots of *Echinacea purpurea* in airlift bioreactors for the production of chicoric acid, chlorogenic acid and caftaric acid. Biotechnology Letters, 29: 1179-1182.

Yarnia, M., Farzanian, M., Rashidi, V., Javanshir, V. and Aliasgharzad, N. 2012. Effects of microelement fertilizers and phosphate biological fertilizer on some morphological traits of purple coneflower in water stress condition, African Journal of Microbiology Research, 6 (22): 4825-4832.

Yaldiz, G., Kara, S. M. and Sekeroglu, N. 2012. Adaptatıon of different Echinacea species (*Echinacea* spp.) to rize ecological conditions.Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, p. 250-254.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Root, Aerial Parts and Chlorogenic Acid Yield of *Echinacea purpurea* L. Under Different Levels of N Fertilizer and Plant Density

Zeinali[1], H., Safaei[2*], L., Manafi[3], P. and Davazdah Emami[4], S.

Abstract

Purple coneflower (*Echinacea purpurea* L.) is a perennial medicine plant that belongs to Asteraceae family. It is using as immune system stimulant in medicinal industries. This study was done to evaluating root yield, aerial yield and chlorogenic acid yield under different levels of N fertilizer and plant density. The experiment was conducted at Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan in a split plot experiment based on randomized complete block design with three replication, during 2009- 2010. The N fertilizer (0, 75, 150, 225kg/ha) was as main factor and different densities (11, 17 and 33 plant per m^2) were sub factors. Based on the results the interaction of N levels × different densities × year were significant for aerial dry weight, root dry weight, aerial and root dry yield per hectare and chlorogenic acid yield per hectare. The highest dry weight of aerial and root plant (67.6 and 57.7, respectively) were observed at 225kg/ha N fertilizer and 11 plant per m^2 densities. The aerial and root dry yield per hectare (19127 and 6342kg/ha, respectively) and chlorogenic acid yield in aerial and root plant (293.2 and 63.4gr/ha, respectively) were obtained in 225kg/ha N fertilizer and 33 plant per m^2 densities. A significant positive correlation was observed between aerial dry yield per hectare with root dry yield and chlorogenic acid yield of plant.

Keywords: Aerial dry weight, Root dry weight, Correlation, Asteraceae

1, 4 and 2. Assistant Professors and Instructor, Respectively, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
3. MSc Student, Department of Horticultural Sciences and Engineering, Azad University of Jahrom, Jahrom, Iran
*: Corresponding author Email: safaii2000@yahoo.com

www.SID.ir