نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هفتم، شماره چهارم، زمستان ۹۳
۱۰۳-۱۲۲
http://ejcp.gau.ac.ir

بررسی عملکرد و کارایی مصرف نور مرزنجوش وحشی (*Origanum vulgare* subsp. *virid*) در پاسخ به کودهای اوره و آزوکمپوست

رستم یزدانی‌بیوکی[۱]، *محمد بنایان‌اول[۲]، حمیدرضا خزاعی[۳] و حمید سودایی‌زاده[۴]

[۱،۲و۳] دانش‌آموخته دکتری گروه اگرواکولوژی، دانشیار و استاد گروه اگرواکولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد،
[۴]عضو هیأت‌علمی گروه منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۱۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات کود شیمیایی اوره و کود آلی آزوکمپوست بر عملکرد اقتصادی (سرشاخه گلدار) و کارایی مصرف نور مرزنجوش وحشی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در دو منطقه یزد و مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. چهار سطح اوره و چهار سطح کود آزوکمپوست (جهت تأمین مقادیر صفر، ٤۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از هر کود) به‌عنوان عامل‌های آزمایش در نظر گرفته شدند. اثرات ساده تیمارها تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های مورد بررسی نداشتند (P<۰/۰۵). نتایج تجزیه مرکب دو منطقه حاکی از آن بود که دو تیمار کود اوره و آزوکمپوست بر عملکرد مرزنجوش تأثیر معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). بیش‌ترین میزان عملکرد سرشاخه گلدار تیمار اوره و آزوکمپوست به‌ترتیب برابر با ۱٦۲۵/۹٤ و ۱۷٦۸/٦۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. بیش‌ترین شاخص سطح برگ و تولید ماده خشک در هر دو منطقه مربوط به تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آلی بود. مصرف کودهای آلی و شیمیایی در مقایسه با شاهد در هر دو منطقه سبب افزایش کارایی مصرف نور شد که این افزایش در سطوح کودهای آلی برتر بود. به‌طور کلی نتایج حاکی از آن بود که کاربرد آزوکمپوست سبب تولید عملکرد، ماده خشک و کارایی مصرف نور بالاتری در گیاه مرزنجوش نسبت به اوره شد.

واژه‌های کلیدی: تشعشع فعال فتوسنتزی، کود آلی، کود شیمیایی، گیاه دارویی

*مسئول مکاتبه: banayan@ferdowsi.um.ac.ir

مقدمه

مرزنجوش (مرزنگوش)، نام یکی از حدود ۱۸۷ جنس متعلق به خانواده بزرگ نعناعیان[1] است. مرزنجوش وحشی (*Origanum vulgare* subsp. *virid*)، تحت عناوین مختلفی نظیر Oregano، مرزنجوش مدیترانه‌ای و پونه‌کوهی شناخته می‌شود. این گیاه از روزگاران قدیم مورد استفاده درمانی قرارگرفته و حتی در زمان ارسطو برای آن اثرات مهمی قائل بودند (وان وک و وینک، ۲۰۰٤).

حفظ محیط‌زیست و دستیابی به توسعه پایدار یکی از مباحث اصلی و اساسی است که با اجرای طرح‌های جامع اقتصادی، اجتماعی سر لوحه کشورهای مختلف جهان و از جمله کشور ما قرار گرفته است. استفاده از مواد آلی یکی از راهکارهای کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی و افزایش کارایی در جهت نیل به پایداری است (اقبال، ۲۰۰۲).

به‌طور کلی عوامل محیطی و مدیریتی مختلف مانند حاصلخیزی خاک که بر میزان نور جذب‌شده توسط گیاه تأثیر بگذارد، می‌تواند بر کارایی نوری نیز تأثیرگذار باشد (ستو و کاستلی، ۲۰۰۲؛ روساتی و همکاران، ۲۰۰٤). تعداد ساعات آفتابی و تشعشع از عوامل مؤثر بر رشد و کارایی استفاده از منابع در گیاهان است. تجمع ماده خشک در گیاهان مختلف وابسته به‌میزان تشعشع رسیده به سطح کانوپی و کسری از آن که توسط برگ‌ها جذب می‌شود، است (لیندکویست و همکاران، ۲۰۰۵). در شرایط مطلوب زراعی که هیچ عامل محدودکننده دیگری وجود ندارد بین وزن خشک تولیدی با میزان نور جذب‌شده، به‌ویژه تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR[2]) جذب‌شده یک رابطه خطی وجود دارد (هاگس و همکاران، ۱۹۸۷). شیب رگرسیون خطی بین جذب تشعشع تجمعی و بیوماس تولیدی گیاه، کارایی مصرف نور را تعیین می‌کند (ستو و کاستلی، ۲۰۰۲). افزایش مقادیر تشعشع رسیده به سطح گیاه گل مینا (*Chrysanthemum leucanthemum* L.) باعث افزایش اختصاص مواد به ساقه‌ها و افزایش نسبت ساقه به ریشه در این گیاه شد (آکوک و همکاران، ۱۹۷۹). تشعشع یکی از عوامل متغیر در محیط‌های متفاوت است، تشعشع بر نسبت اختصاص مواد بین بخش‌های هوایی و زیرزمینی گیاهان از طریق تأثیر بر غلظت نیتروژن بخش‌های هوایی مؤثر است (مول، ۲۰۰۰).

آزوکمپوست مخلوطی از مواد آلی شامل گیاه آزولا و کاه برنج بوده که توسط میکروارگانیزم‌ها در یک محیط گرم، مرطوب و با تهویه مناسب فرآوری شده و دارای مزایایی مانند افزایش قابلیت ذخیره آب

1- Labiatae (Lamiaceae)
2- Photo Synthetically Active Radiation

و عناصر در خاک، بهبود ساختمان خاک و عملیات شخم، افزایش گیاخاک و مواد آلی خاک و تأمین بعضی از ویتامین‌ها، هورمون‌ها و آنزیم‌های موردنیاز گیاه که به‌وسیله کودهای شیمیایی تأمین نمی‌شوند، هستند (فرح‌دهر و همکاران، ۲۰۱۱). اوره از ترکیبات آلی به‌شمار رفته و به همین فرم قابل جذب گیاه می‌باشد. در سطح جهان از پرمصرف‌ترین و ارزان‌ترین کودهای شیمیایی نیتروژنی است و ٤٦ درصد نیتروژن دارد. حلالیتش در آب خیلی خوب است و مشکلی که در ارتباط با کود اوره وجود دارد اینست که به‌راحتی از خاک شسته می‌شود. در صورتی‌که آب آبیاری یا بارندگی زیاد و خاک شنی باشد به‌راحتی این کود در خاک شسته می‌شود (سینگ و همکاران، ۱۹۹۸). یوسف‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) با کاربرد منابع مختلف نیتروژنی بر گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) گزارش کردند که عملکرد مطلوب (۵ تن در هکتار) از تیمار ۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد آزوکمپوست حاصل شد.

عامری و نصیری محلاتی (۲۰۰۸) با بررسی اثرات سطوح مختلف نیتروژن بر میزان عملکرد و کارایی مصرف نور در گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*)، معنی‌دار بودن اثر کود نیتروژن بر کارایی مصرف نور (۱/٤٤ گرم بر مگاژول) و عملکرد (یک تن در هکتار) را مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیان کردند. و آن‌ها این افزایش را به نقش عنصر نیتروژن در ساختمان آنزیم‌های فتوسنتزی و افزایش رشد رویشی نسبت دادند.

با توجه به اهمیت و جایگاه گیاه مرزنجوش وحشی به‌عنوان یک گیاه دارویی در کشور، بررسی واکنش‌های رشدی، عملکرد اقتصادی و همچنین ارزیابی کارایی مصرف نور این گیاه در شرایط استفاده از کودهای شیمیایی و آلی در شرایط مختلف اقلیمی ایران ضروری به‌نظر می‌رسد.

مواد و روش

تحقیقات مزرعه‌ای منطقه یزد در روستای درب رز بخش خضرآباد شهرستان صدوق واقع در ۳۷ کیلومتری غرب یزد و مطالعات منطقه مشهد در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد (جدول ۱). با توجه به شاخص UNEP[1] (شاخص زیست‌محیطی سازمان ملل) یزد و مشهد به‌ترتیب جزو مناطق بسیار خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی

1- United Nations Environment Program

می‌شوند (اشرف، ٢٠١٤) (جدول ١). با توجه به آزمون خاک (جدول ٢) و معادله (١) برای منطقه یزد مقادیر صفر، ٤٣/٥، ١٣٠/٤ و ٢١٧/٤ کیلوگرم در هکتار و برای منطقه مشهد مقادیر صفر، ٢١/٧، ١٠٨/٧ و ١٩٥/٧ کیلوگرم در هکتار کود اوره و با در نظر گرفتن خصوصیات خاک و کود آزوکمپوست (جداول ٢ و ٣) و معادلات (٢)، (٣) و (٤) برای منطقه یزد مقادیر صفر، ٤/٤، ١٣/٣ و ٢٢/٠ تن در هکتار و برای منطقه مشهد مقادیر صفر، ٢/٢، ١١/١ و ٢٠/٠ تن در هکتار کود آزوکمپوست جهت تأمین مقادیر صفر، ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار استفاده گردید (یوسف‌زاده و همکاران، ٢٠١٣).

جدول ١- عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی، ارتفاع و میانگین سالانه متغیرهای آب و هوایی برای مناطق مورد مطالعه در ایران.

مناطق	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	میانگین درجه حرارت حداقل (سانتی‌گراد)	میانگین درجه حرارت حداکثر (سانتی‌گراد)	کل بارندگی (میلی‌متر)
مشهد	٥٩ درجه و ٣٦ دقیقه	٣٦ درجه و ١٦ دقیقه	٩٨٥	٧/٠٣	٢١/١٨	٢٥٣/٩٥
یزد	٥٣ درجه و ٥٩ دقیقه	٣١ درجه و ٥٠ دقیقه	١٨٣٠	١١/٧٩	٢٦/٥٨	٥٥/١٥

جدول ٢- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مناطق اجرای آزمایش.

مناطق	بافت	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	کل نیتروژن (درصد)	نیتروژن قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)
مشهد	لومی سیلتی	١/٤٠	٧/٤٠	٠/١٩	٠/٠٩١	١٥	١٢/٨٠	١٢٥
یزد	لومی شنی	٢/٧٠	٧/٣٠	٠/٢٢	٠/٠٨٣	٩/٨٠	٨/٤٨	٢٠١

معادله (١): $PPM \times BDE \times A \times H/10^6$ = میزان نیتروژن موجود در هر هکتار خاک (کیلوگرم)

PPM = میزان نیتروژن قابل‌دسترس برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم.

BDE = وزن مخصوص ظاهری خاک برحسب کیلوگرم در مترمکعب.

A = سطح یک هکتار خاک برحسب مترمربع.

H = عمق خاک حاصل‌خیز برحسب متر (یزدانی بیوکی، ۲۰۰۹).

منطقه مشهد: کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار خاک ۳۳/۷۵ = 10^6 / ۰/۱۵×۱۰۰۰۰×۱۵۰۰×۱۵

منطقه یزد: کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار خاک ۲۲/۰۵ = 10^6 / ۰/۱۵×۱۰۰۰۰×۱۵۰۰×۹/۸

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی کود آزوکمپوست مورد استفاده در آزمایش.

C:N	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	کل نیتروژن (درصد)
۱۰/۳۲	۲/۹۰	٦/۲۰	۲۸/۹۱	۳

معادله (۲): $$A = \frac{100 \times x}{3}$$

معادله (۳): $$B = \frac{A \times 85}{15}$$

معادله (٤): $$C = A + B$$

در معادلات ۲، ۳ و ٤، A= مقدار آزوکمپوست خشک جهت تأمین مقادیر صفر، ٤۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص بر حسب کیلوگرم در هکتار، ۱۰۰= صد کیلوگرم آزوکمپوست خشک و x= نیتروژن خالص موردنیاز مرزنجوش معادل صفر، ٤۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص، ۳= درصد نیتروژن موجود در آزوکمپوست، B= رطوبت موجود در آزوکمپوست مورد استفاده بر حسب کیلوگرم در هکتار، ۸۵= درصد رطوبت موجود در آزوکمپوست، ۱۵= درصد ماده خشک آزوکمپوست و C= آزوکمپوست موردنیاز بر حسب کیلوگرم در هکتار می‌باشند (یوسف‌زاده و همکاران، ۲۰۱۳).

بوته‌های چهار ساله مرزنجوش از یک کلونی از روستای درب رز بخش خضرآباد شهرستان صدوق یزد تهیه شد. بعد از تعدیل دما به‌ترتیب برای منطقه یزد و مشهد در ١٦ و ١٧ فروردین‌ماه ۱۳۹۲، بوته‌های تقسیم‌شده مرزنجوش به‌وسیله تکثیر رویشی ریشه به زمین اصلی با فواصل ۵۰

سانتی‌متر بین ردیف و ٢٠ سانتی‌متر روی ردیف به روش کشت جوی و پشته به داخل هر کرت آزمایشی (٥×٢ متر) در قطعه زمینی که سال گذشته در آیش بود، انتقال داده شدند. تمامی کود آزوکمپوست و یک سوم از کود شیمیایی اوره هم‌زمان با کشت به کرت‌های مربوطه اضافه و دو سوم باقی‌مانده کود نیتروژن در ابتدای ساقه‌دهی اضافه شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی تا آخر فصل رشد به روش نشتی و هفت روز یک‌بار در هر دو منطقه انجام شد. پیکر رویشی بعد از برداشت (چین اول) بدون در نظر گرفتن اثرات حاشیه در هر دو منطقه یزد و مشهد در ١٨ و ٢٣ تیرماه در زمان حداکثر گل‌دهی جهت تعیین عملکرد اقتصادی به آزمایشگاه انتقال داده شد.

نمونه‌برداری تخریبی به‌منظور تعیین شاخص سطح برگ و وزن خشک پیکر رویشی، ١٤ روز پس از استقرار گیاه و به فاصله هر ١٤ روز تا پایان دوره رشد انجام شد. به‌این منظور در هر کرت ٠/٥ مترمربع برای نمونه‌برداری تخریبی در نظر گرفته شد. به‌منظور اندازه‌گیری سطح برگ نمونه‌ها، از دستگاه سطح برگ‌سنج (مدل LI-COR) استفاده شد و سپس جهت تعیین وزن خشک آن‌ها، به‌مدت ٢٤ ساعت در آون در دمای ٧٥ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و در نهایت توزین گردید.

با استفاده از ساعت آفتابی استخراج شده از مؤسسه اقلیم‌شناسی هر دو منطقه مشهد و یزد، میزان تشعشع روزانه خورشیدی به روش خودریان و فان لار (١٩٩٣) محاسبه شد.

برای برآورد مقدار شاخص سطح برگ روزانه که جهت محاسبه مقدار تجمعی تشعشع جذب‌شده در کانوپی به‌کار می‌رود از معادله (٦) استفاده شد (تسوبو و همکاران، ٢٠٠١):

معادله (٦): $y = a + b / (1+\exp(-(x-c)/d))$

در این معادله، a: عرض از مبدأ، b: زمان رسیدن به حداکثر LAI، c: حداکثر LAI، d: نقطه عطف منحنی و x: روز پس از کاشت می‌باشند.

مقدار نور جذب‌شده از معادله (٥) محاسبه شد:

معادله (٥): $I_i = I^{\circ}(1- \exp - k \times LAI)$

Ii، مقدار تشعشع جذب‌شده توسط کانوپی، I_o، مقدار تشعشع رسیده به بالای کانوپی می‌باشند. با توجه به معادله ٥ و با داشتن شاخص سطح برگ و میزان نور در بالا و پایین کانوپی، ضریب استهلاک

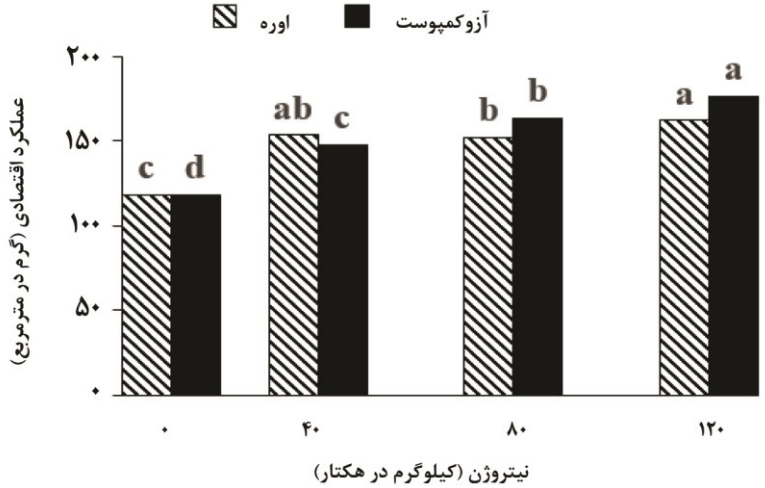
نوری (K) با رگرسیون گیری از لگاریتم طبیعی مقدار نور عبور کرده (I_i/I_0) در مقابل شاخص سطح برگ به‌دست آمد.

در نهایت کارایی مصرف نور از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون بین ماده خشک (گرم بر مترمربع) و میزان تشعشع تجمعی (مگاژول بر مترمربع) محاسبه گردید (تسوبو و همکاران، ۲۰۰۱).

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، آزمون نرمال بودن آن‌ها انجام شد و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال، نسبت به تجزیه و تحلیل آن‌ها اقدام گردید برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، استفاده شد. ترسیم نمودارها و تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SAS Ver. 9.2 صورت گرفت. اختلاف واریانس بین منطقه‌های آزمایشی از طریق آزمون بارتلت تعیین و بعد صفاتی که اختلاف واریانس آن‌ها معنی‌دار بود، برای هر منطقه به‌طور جداگانه آنالیز شدند و برای صفاتی که آزمون بارتلت معنی‌دار نبودند، آنالیز تجزیه مرکب (میانگین دو منطقه مورد آزمایش) صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد اقتصادی: نتایج تجزیه مرکب عملکرد اقتصادی (شامل برگ و گل خشک) نشان داد که دو تیمار کود اوره و آزوکمپوست بر وزن نهایی عملکرد تأثیر معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۱). بیش‌ترین میزان عملکرد در تیمار اوره (۱۶۲۵/۹۴ کیلوگرم در هکتار) و آزوکمپوست (۱۷۶۸/۶۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بود که تیمار آلی آزوکمپوست با ۸/۷ درصد نسبت به تیمار اوره بر تولید عملکرد برتر بود (شکل ۱). ظاهراً سطوح بالای کود آلی آزوکمپوست با بهبود خصوصیات خاک و ایجاد شرایط مساعد کشت از لحاظ غذایی سبب افزایش بیشتر عملکرد گیاه مرزنجوش شد (فرح‌دهر و همکاران، ۲۰۱۱). عملکرد اقتصادی موردنظر در گیاه مرزنجوش وحشی میزان تولید برگ و گل خشک در واحد سطح است. لذا مدیریت مصرف نیتروژن باید به نحوی باشد که حداکثر عملکرد اقتصادی به‌دست آید. آزمایش‌های مختلف بر تأثیر مثبت نیتروژن بر تولید برگ و گل در گیاهان دارویی مختلف گزارش شده است (فریبرزی، ۱۹۹۹).



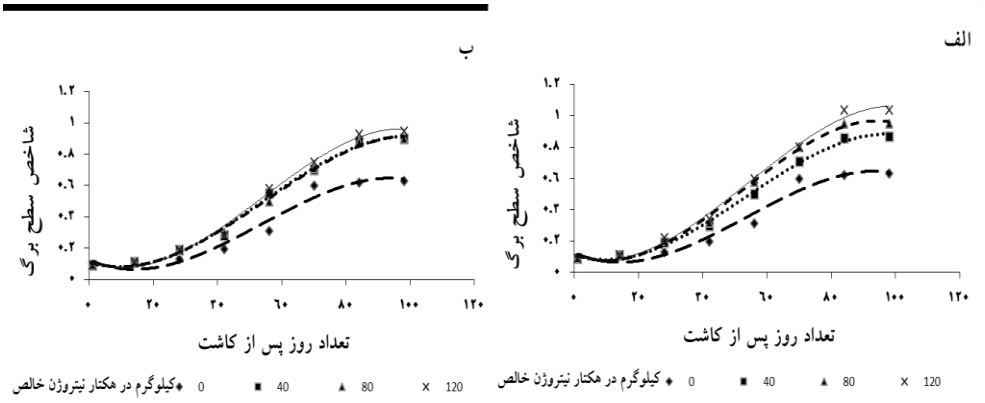
شکل ۱- تأثیر سطوح کود اوره و آزوکمپوست بر عملکرد اقتصادی (وزن خشک برگ و گل) گیاه مرزنجوش وحشی حاصل از میانگین‌های دو منطقه یزد و مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱.

غریب و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه تأثیر کمپوست و کودهای بیولوژیک بر مرزنجوش بستانی (*Majorana hortensis*) در گلخانه نشان دادند که رشد گیاه و عملکرد ماده خشک گیاه با کاربرد کودهای آلی در مقایسه با تیمار شاهد برتری نشان داد. نتایج دادوندسراب (۲۰۰۸) با مطالعه ریحان نشان داد که علت افزایش ماده خشک در سطوح بالاتر کمپوست و نیتروژن به‌دلیل تولید بیشتر سر شاخه‌های گل‌دار و برگ و در نتیجه تولید بیشتر ماده خشک در واحد سطح می‌باشد. تأمین میزان نیتروژن خاک سبب افزایش بیوماس گیاه و افزایش جذب عناصر فسفر و پتاسیم می‌شود (براناسکین و همکاران، ۲۰۰۳).

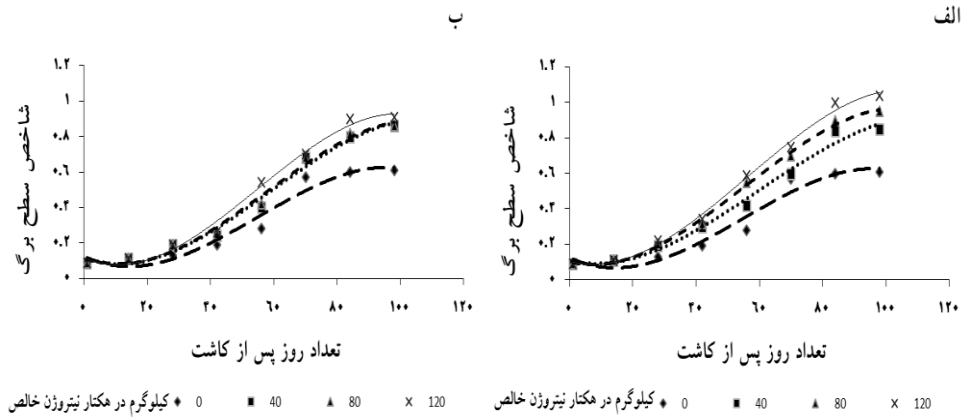
سینگ و همکاران (۱۹۸۹) با آزمایشی روی گیاه نعناع نشان دادند که کاربرد کود شیمیایی نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم باعث افزایش عملکرد شد. فروزنده (۲۰۱۲) با آزمایش بر گیاه نعناع فلفلی گزارش کرد که کاربرد مقادیر بالای کمپوست سبب افزایش تعداد پنجه و عملکرد گیاه شد.

روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول فصل رشد: روند تغییرات سطح برگ گیاه مرزنجوش در تیمارهای مختلف نشان داده شده است (شکل ۲ و ۳). از آن‌جا که در ابتدای فصل رشد گیاه بیشتر انرژی را صرف توسعه ریشه می‌کند، لذا در ابتدای فصل رشد بین شاخص سطح برگ در تیمارهای

مختلف تفاوتی دیده نمی‌شود، ولی با شروع رشد سریع گیاه اختلاف بین شاخص سطح برگ تیمارها پدید آمده و در تمامی تیمارها سطح برگ تا زمان برداشت یعنی ۱۰۰ روز پس از کشت افزایش یافت. در بین تیمارهای آزوکمپوست و اوره در هر دو منطقه مشهد و یزد تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به سایر تیمارها از لحاظ میزان شاخص سطح برگ برتر بودند. به‌طوری که در سطح ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن آلی در هر دو منطقه شاخص سطح برگی برابر با ۱/۰٤ تولید کرد (شکل ۲ و ۳- الف). و سطح ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن شیمیایی به‌ترتیب سبب تولید شاخص سطح برگ ۰/۹۵ و ۰/۹۱ به‌ترتیب در منطقه مشهد و یزد شد (شکل ۲ و ۳- ب). در زمان برداشت (۱۰۰ روز پس از کاشت) سطح ۸۰ کیلوگرم نیتروژن آلی در هکتار همانند سطح ۱۲۰ در هر دو منطقه نسبت به مقدار مشابه شیمیایی برتر بود (شکل ۲ و ۳). اما در مورد تیمار ٤۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، تیمار کود اوره در هر دو منطقه نسبت به سطح ٤۰ آزوکمپوست دارای برتری بود. به‌طوری که شاخص سطح برگ در تیمار ٤۰ اوره با سطح ۸۰ اوره در هر دو منطقه برابر بود (شکل ۲ و ۳- ب). گیاهان تیمار شاهد در هر دو منطقه مشهد و یزد به‌ترتیب با ۰/٦۳ و ۰/٦۱ کمترین شاخص سطح برگ را نسبت به سایر تیمارها داشتند (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول فصل رشد در منطقه مشهد الف- سطوح آزوکمپوست ب- سطوح اوره.



شکل ٣- روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول فصل رشد در منطقه یزد الف- سطوح آزوکمپوست ب- سطوح اوره.

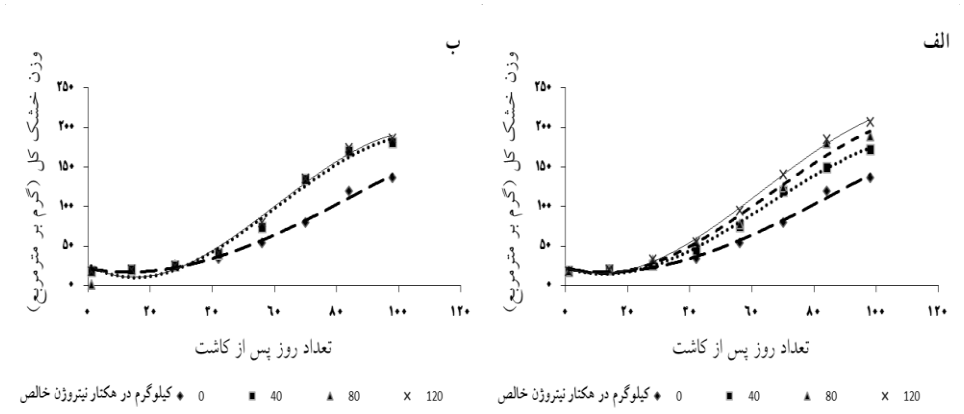
سلطانی‌نژاد و همکاران (٢٠١٣) با بررسی گیاه دارویی خرفه و تهامی و همکاران (٢٠١٠) با بررسی گیاه دارویی ریحان، کاربرد کودهای آلی را سبب بالا رفتن شاخص سطح برگ گزارش کردند. افزایش شاخص سطح برگ در سطوح بالای کود مصرفی به احتمال زیاد می‌تواند به‌علت بهبود شرایط جذب عناصر غذایی به‌ویژه عنصر نیتروژن در خاک باشد که باعث افزایش تعداد و سطح برگ گیاه شده است (پوریوسف و همکاران، ٢٠١٠؛ سیفولا و باربری، ٢٠٠٦).

روند تغییرات میزان تجمع ماده خشک کل در طول فصل رشد: مطابق با شکل (٤) در منطقه مشهد بیش‌ترین وزن خشک نهایی (٢٠٦/٩٦ گرم بر مترمربع) در پایان فصل رشد در مجموع دو تیمار آلی و شیمیایی مربوط به گیاهان تیمار شده با سطح ١٢٠ کود آزوکمپوست بود و کمترین آن در تیمار شاهد (١٣٦/٦ گرم بر مترمربع) بود. اما گیاهان تحت تیمار با کود اوره در سطح ١٢٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص با ١٠/١٨ درصد کمتر بعد از تیمار آلی قرار گرفتند (شکل ٤- ب). در سطح ٨٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، تیمار آزوکمپوست با ٨/٧ درصد وزن خشک بیشتر همچنان نسبت به تیمار شیمیایی برتر بود. اما در سطح ٤٠ کیلوگرم در هکتار، گیاهان تحت تیمار با کود اوره با تولید ١٨٠/٨٨ گرم بر مترمربع ماده خشک به اندازه ٤/٨ درصد نسبت به تیمار آلی دارای برتری بود.

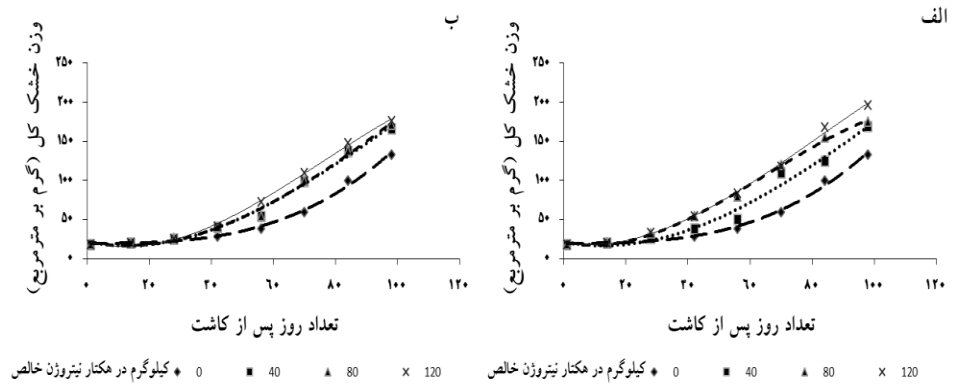
به‌طوری که مشخص است در مقادیر پایین کود (سطح ٤٠ کیلوگرم نیتروژن) تیمار شیمیایی دارای برتری بودند ولی با افزایش مقادیر نیتروژن به سطح ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، تیمار آلی دارای برتری شد (شکل ٤). در منطقه یزد نیز روند مشابهی در تغییرات ماده خشک تولیدی با کاربرد دو منبع نیتروژن آلی و شیمیایی مشاهده گردید. به‌طوری که سطوح ۸۰ و ۱۲۰ در تیمار آزوکمپوست در زمان برداشت به‌ترتیب با ۱۹/۳۳ و ٤/۳۷ گرم بر مترمربع نسبت به گیاهان تیمار شده با کود اوره برتر بودند. شکل (۵). غریب و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه تأثیر کمپوست و کودهای بیولوژیک بر مرزنجوش بستانی (*Majorana hortensis*) در گلخانه نشان دادند که رشد گیاه و عملکرد ماده خشک گیاه با کاربرد کودهای آلی در مقایسه با تیمار شاهد برتری نشان داد. ال- فرایهات و همکاران (۲۰۱۱) با کاربرد کودهای آلی بیان کردند که کودمرغی بیش‌ترین مقادیر وزن تر و خشک مرزنجوش بستانی را سبب شد. نتایج تحقیق سوتیروپلو و کارامونوس (۲۰۱۰) نشان دادند که افزایش کاربرد نیتروژن به‌طور معنی‌داری بر وزن خشک کل اندام رویشی *O. vulgare* تأثیر داشت. اثرات کاربرد کودهای آلی بر وزن خشک بوته در آزمایش فلاحی (۲۰۰۹) بر گیاه دارویی بابونه و دلت (۲۰۰۰) بر بادرنجبویه مثبت ارزیابی شده است. فاتما و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی کودهای آلی بر رشد و عملکرد مرزنجوش بستانی گزارش کردند که کودهای آلی با تأمین عناصر کم مصرف و پرمصرف مورد نیاز گیاه، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و تولید هورمون‌های گیاهی می‌توانند باعث افزایش ماده خشک گیاه مرزنجوش شوند. به‌نظر می‌رسد در این آزمایش نیز مقادیر بیشتر کود آلی آزوکمپوست، با اثرات مثبت از قبیل جلوگیری از آبشویی عناصر، بهبود تغذیه‌ای سایر مواد غذایی و فراهم کردن بعضی از ویتامین‌ها، هورمون‌ها و آنزیم‌های مورد نیاز گیاه که به‌وسیله کودهای شیمیایی تأمین نمی‌شوند، سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده است و لذا در افزایش وزن خشک مرزنجوش وحشی مؤثر بوده است (فرح‌دهر و همکاران، ۲۰۱۱؛ فاتما و همکاران، ۲۰۰۸).

کارایی مصرف نور: نتایج نشان داد که در تمامی تیمارها ارتباط خطی بین تولید ماده خشک مرزنجوش و تشعشع فعال فتوسنتزی تجمعی معنی‌دار و ضریب تبیین بیشتر از ۰/۹ بود. افزایش مصرف کود نیتروژن‌دار آلی و شیمیایی در مقایسه با تیمار شاهد در هر دو منطقه سبب افزایش کارایی مصرف نور شد (شکل‌های ٦، ۷، ۸ و ۹). کارایی مصرف نور در سه سطح ٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تفاوت ناچیزی با یکدیگر داشتند. سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آلی با اختلاف

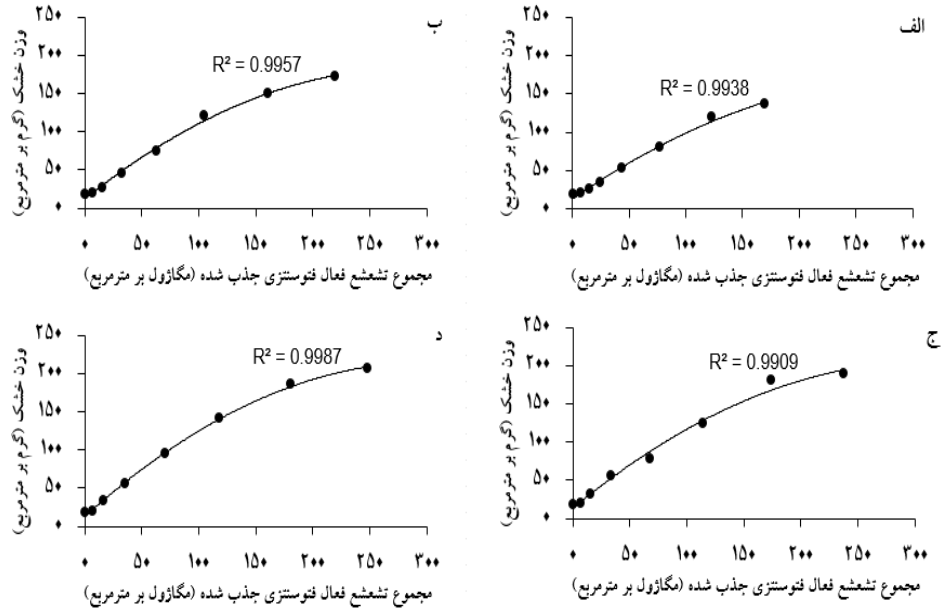
۰/۰۱ گرم بر مگاژول نسبت به سطح مشابه در تیمار اوره در هر دو منطقه مشهد و یزد سبب تولید کارایی نور بیشتری در مرزنجوش شد.



شکل ٤- روند تغییرات وزن خشک کل در طول فصل رشد در منطقه مشهد الف- سطوح آزوکمپوست ب- سطوح اوره.



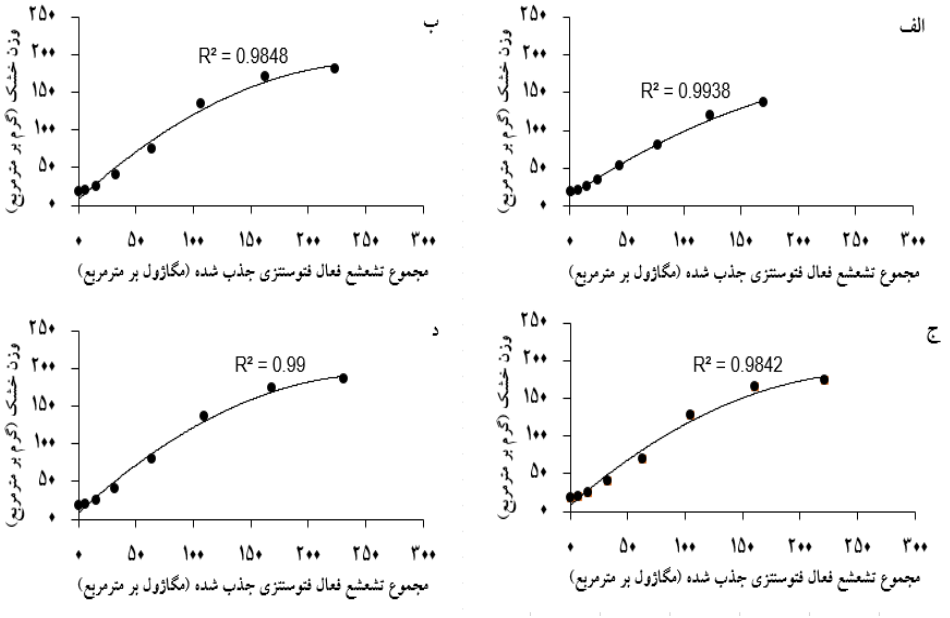
شکل ٥- روند تغییرات وزن خشک کل در طول فصل رشد در منطقه یزد الف- سطوح آزوکمپوست ب- سطوح اوره.



شکل ٦- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک مرزنجوش وحشی در منطقه مشهد، در سطوح مختلف کود آزوکمپوست: الف- شاهد، ب- ٤٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، ج- ٨٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، د- ١٢٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار.

عوامل مدیریتی، محیطی و گیاهی مانند وضعیت نیتروژن گیاه، کوددهی نیتروژن، دما، محل کشت، میزان تنش‌های محیطی مانند خشکی بر تغییرات کارایی مصرف نور مؤثر هستند (بوآرد، ٢٠٠٠). تفاوت در کارایی مصرف نور می‌تواند به‌علت اختلاف در تخصیص مواد بین ریشه و اندام هوایی باشد و یا به سبب تفاوت در جذب تشعشع فعال فتوسنتزی باشد. با توجه به ارتباط مثبت بین کارایی مصرف نور و بیوماس روی خاک، در شرایط کمبود عناصر غذایی میزان بیشتری از مواد به ریشه اختصاص‌یافته و لذا بیوماس روی خاک و در نتیجه کارایی مصرف نور کاهش خواهد یافت (سیدیکو و همکاران، ١٩٨٩). افزایش کارایی مصرف نور با مصرف کود نیتروژن در آزمایش‌های متعددی گزارش شده است. مشابه با نتایج این آزمایش عامری و نصیری محلاتی (٢٠٠٨) با بررسی اثرات سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی مصرف نور در گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*) معنی‌دار بودن اثر کود نیتروژن بر کارایی مصرف نور این گیاه را گزارش کردند. همچنین اکمال و

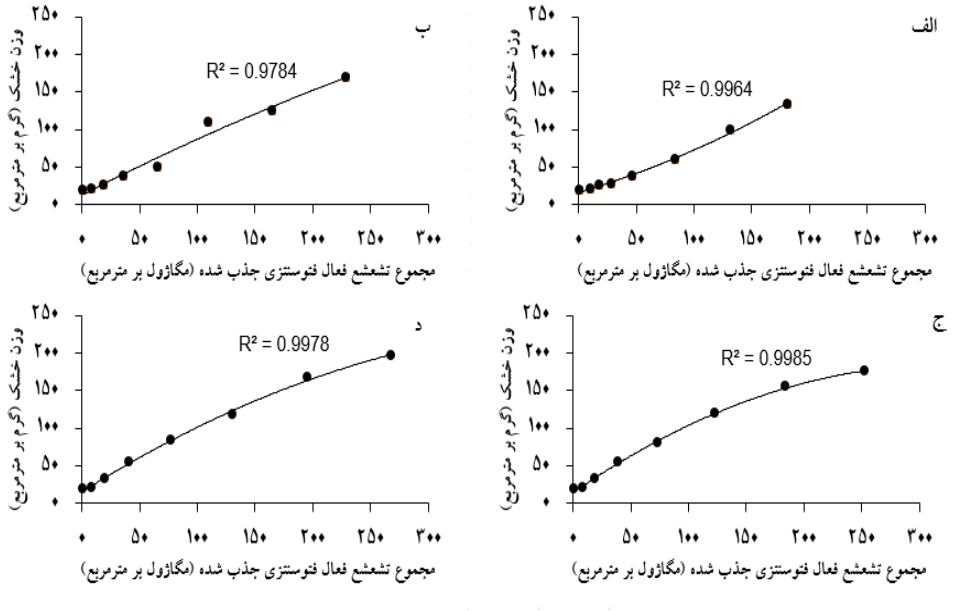
جانسنز (٢٠٠٤) با مطالعه بر ریگراس دائمی (*Lolium perenne* L.) گزارش کردند که با کاربرد نیتروژن کافی، کارایی مصرف نور گیاه افزایش یافت. کاربرد نیتروژن سبب رشد گیاهان زراعی شده و با افزایش شاخص سطح برگ، جذب تشعشع افزایش و در نتیجه کارایی مصرف نور تحت تأثیر قرار خواهد گرفت (لاتیری- سوکی و همکاران، ١٩٩٨).



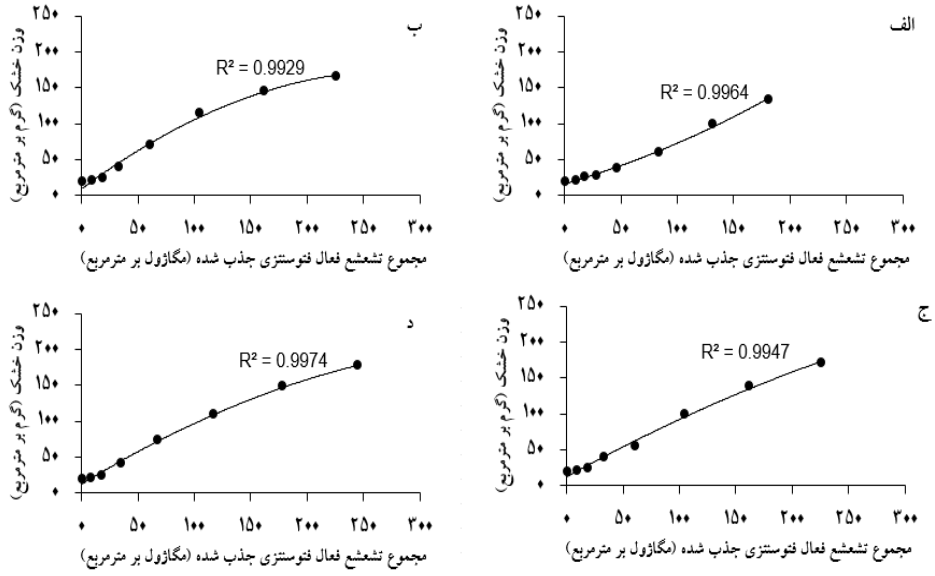
شکل ٧- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک مرزنجوش وحشی در منطقه مشهد، در سطوح مختلف کود اوره: الف- شاهد، ب- ٤٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، ج- ٨٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، د- ١٢٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار.

کارایی مصرف نور در منطقه یزد در هر دو تیمار نسبت به منطقه مشهد کمتر بود. به‌عنوان مثال کارایی مصرف نور در تیمار شاهد به‌ترتیب در مناطق مشهد و یزد برابر با ٠/٩٠ و ٠/٧٥ گرم بر مگاژول بود. با توجه به این‌که میزان تشعشع در منطقه یزد در طول فصل رشد بیشتر بود و لذا بر اساس قانون بازده نزولی (رابطه معکوس بین افزایش منبع و میزان کارایی) و همچنین به سبب تیپ یکسان گیاه و تولید ماده خشک بدون اختلاف معنی‌دار در دو منطقه (شکل ٤ و ٥)، کارایی مصرف

نور در منطقه یزد کمتر از منطقه مشهد بود (شکل‌های ٦ و ٧ در مقایسه با ٨ و ٩). به‌طوری که کومان و هاور کرت (١٩٩٥) گزارش کردند که در دماهای بالای ٢٠ درجه سانتی‌گراد افزایش هر درجه سانتی‌گراد دما، کارایی مصرف نور را به‌میزان ٠/٠٢ گرم بر مگاژول کاهش می‌دهد. لکور و نی (٢٠٠٣) با تغییرات دما بر کارایی مصرف نور در گیاه زراعی نخود گزارش کردند که کارایی مصرف نور وابستگی قوی به دمای هوا به‌علت رابطه نسبی فتوسنتز و دما دارد که این عامل نیز می‌تواند در تغییرات کارایی مصرف نور مؤثر باشد.



شکل ٨- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک مرزنجوش وحشی در منطقه یزد، در سطوح مختلف کود آزوکمپوست: الف- شاهد، ب- ٤٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، ج- ٨٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، د- ١٢٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار.



شکل ۹- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک مرزنجوش وحشی در منطقه یزد، در سطوح مختلف کود اوره: الف- شاهد، ب- ٤٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، ج- ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، د- ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج حاکی از آن بود که در مقایسه کاربرد کودهای اوره و آزوکمپوست برای تأمین مقادیر یکسان نیتروژن موردنیاز گیاه مرزنجوش وحشی، کاربرد آزوکمپوست سبب تولید عملکرد اقتصادی، شاخص سطح برگ و ماده خشک بالاتری نسبت به اوره شد. همچنین کاربرد آزوکمپوست سبب تولید کارایی مصرف نور بالاتری نسبت به تیمار اوره در مرزنجوش شد. لذا به‌نظر می‌رسد استفاده از کود آلی آزوکمپوست نسبت به کود شیمیایی اوره از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر باشد. هر چند که مزایای زیست‌محیطی کاربرد کودهای آلی به ارزش استفاده از آن خواهد افزود.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد که امکان اجرای این تحقیق را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1.Acock, B., Edwards, D.A.C., and Sawyer, S. 1979. Growth response of a chrysanthemum crop to the environment. III, effects of radiation and temperature on dry matter partitioning and photosynthesis. Ann. Bot., 44: 289-300.

2.Akmal, M., and Janssens, M.J.J. 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. Field. Crop. Res., 88: 143-155.

3.Al-fraihat, A.H., Al-dalain, S.Y.A., and Al-rawashdeh, Z.B. 2011. Effect of organic and biofertilizers on growth, herb yield and volatile oil of marjoram plant grown in ajloun region, Jordan. J. Med. Plant. Res., 5: 2822-2833.

4.Ameri, A.A., and Nassiri, M. 2008. Effects of nitrogen application and plant densities on flower yield, essential oils, and radiation use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis* L.). Paj. Saz., 81: 133-144.

5.Ashraf, B., Yazdani-Biouki, R., Mousavi-Baygi, M., and Bannayan-Aval, M. 2014. Investigation of temporal and spatial climate variability and aridity of Iran. Theor. Appl. Climatol.

6.Baranauskiene, R., Venskutonis, P.R., Viskelis, P., and Dambrauskiene, E. 2003. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of Thyme (*Thymus vulgaris*). J. Agric. Food. Chem., 51: 7751-7758.

7.Board, J. 2000. Light interception efficiency and light quality affect yield compensation of soybean at low plant population. Crop. Sci., 40: 1285-1294.

8.Ceotto, E., and Castelli, F. 2002. Radiation use efficiency in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.): response to nitrogen supply, climate variability and sink limitations. Field. Crop. Res., 74: 117-130.

9.Dadvand-Sarab, M.R., Naghdi-Badi, H., Nasri, M., Makkizadeh, M., and Omidi, H. 2008. Changes in Essential Oil Content and Yield of Basil in Response to Different Levels of Nitrogen and Plant Density. J. Med. Plant., 7: 60-70.

10.Delate, K. 2000. Heenah mahyah student from herb trail. Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Jowa State University. Ames, IA.

11.Eghball, B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus and nitrogen-based manure and compost applications. Agron J., 94: 128-135.

12.Falahi, J. 2009. The effect of biological and chemical fetilizers on quantification and qualification characteristics on chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). M.Sc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. Iran.

13.Farahdahr, F., Valad Abadi, S.A., Daneshiyan, J., Razavipoor, T., and Amiri, A. 2011. Effect of irrigation intervals and azocompost on agronomic traits in rice (*Oryza sativa*). J. Biol. Sci., 4: 99-111.

14.Fariborzi, A. 1999. The effect of nitrogen and on yield and essential oil content in (*Matricaria chamomilla* L.). M.Sc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. Iran.

15. Fatma, A.G., Lobna, A.M., and Osman, N.M. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential Oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. Int. J. Agric. Biol., 10: 381-387.
16. Forouzandeh, M., Sirousmehr, A., Ghanbari, A., Asgharipour, M., and Khammari, E. 2012. Effect of Drought Stress and Municipal Compost on Quantitative and Qualitative Characteristics of Peppermint (*Mentha piperita* L.). Iran. J. Field. Crop .Res., 9: 670-677
17. Gharib, F.A., Moussa, L.A., and Massoud, O.N. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. Int. J. Agric. Biol., 10(4): 381-387.
18. Goudriaan, J., and Van Laar, H.H. 1993. Modelling Potential Crop Growth Processes. Kluwer Academic Press.
19. Hughes, G., Keatinge, J.D.H., Cooper P.J.M., and Dee, N.F. 1987. Solar radiation interception and utilization by chickpea (*Cicer arientinum* L.) crops in northern Syria. J. Agric. Sci. Camb., 108: 419-424.
20. Kooman, P.L., and Haverkort, A.J. 1995. Modelling development and growth of the potato crop influenced by temperature and daylength: In. Smith, D.L., and Hamel, C. 2005. Crop Yield (Physiology and Processes), Translate by Emam, Y., and Seghateleslami, M.J. Shiraz University Press, 376.
21. Latiri-Souki, K., Nortcliff, S., and Lawlor, D.W. 1998. Nitrogen fertilizer can increase dry matter, grain production and radiation and water use efficiency for durum wheat under semi-arid condition. Eur. J. Agron., 9: 21-34.
22. Lecoeur, J., and Ney, B. 2003. Change with time in potential radiation-use efficiency in field pea. Eur. J. Agron., 19: 91-105.
23. Lindquist, J.L., Arkebauer, T.J., Walters, D.T., Cassman, K.G., and Dobermann, A. 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. Agron. J., 97:72–78.
24. Maule, H.G. 2000. Ecological and Physiological Studies on Impatiens glandulifera. Ph.D. Thesis, University of Sunderland.
25. Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaiechi, M.R., Rahimi, A., and Tavakoli, A. 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (*Plantago ovata* Forsk). Elect. J. Crop. Prod., 3: 193-213.
26. Rosati, A., Metcalf, S.G., and Lampinen, B.D. 2004. A simple method to estimate photosynthetic radiation use efficiency of canopies. Ann. Bot., 93: 567-574.
27. Siddique, K.H.M., Belford, R.K., Perry, M.W., and Tennant, D. 1989. Growth, development and light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. Aust. J. Agric. Res., 40: 473-487.

28. Sifola, M.I., and Barbieri, G. 2006 .Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. Sci. Hortic., 108: 408-413.
29. Singh, V.P., ChatterJee, B.N., and Singh, D.V. 1989. Responses of Mint species to nitrogen fertilization. J. Agric. Sci. Camb., 113: 71-267.
30. Soltaninejhad, F., Fallah, S., and Heidari, M. 2013. Effect of different sources and rates of nitrogen fertilizer on the growth and biomass production of purslane (*Portulaca oleracea*). Elec. J. Crop. Prod., 6: 125-143.
31. Sotiropoulou, D.E., and Karamanos, A.J. 2010. Field studies of nitrogen application on growth and yield of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. hirtum (Link) Ietswaart). Ind. Crop. Prod., 32: 450-457.
32. Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). J. Agron., 2: 70-82.
33. Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono-/inter-cropping systems with different row orientations. Filed. Crop. Res., 71: 17-29.
34. Van-Wyk, B.E., and Wink, M. 2004. Medicinal Plants of the World: An Illustrated Scientific Guide to Important Medicinal Plants and Their Uses. P. 386.
35. Yazdani-Biouki, R. 2009. Investigating the effects of seed priming using Azotobacter, manure, organic and chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of Milk Thistle (*Silybum marianum*). M.Sc. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. Iran.
36. Yousefzadeh, S., Modarres-Sanavy, S.A.M., Sefidkon, F., Asgarzadeh, A., Ghalavand, A., and Sadat-Asilan, K. 2013. Effects of Azocompost and urea on the herbage yield and contents and compositions of essential oils from two genotypes of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in two regions of Iran. Food Chem., 138: 1407-1413.

EJCP., Vol. 7 (4): 103-122
http://ejcp.gau.ac.ir

Investigating the yield and radiation use efficiency of Wild majoram (*Origanum vulgare* subsp. virid) in response to urea and azocompost fertilizers

R. Yazdani Biouki[1], *M. Bannayan Avval[2], H.R. Khazaei[3] and H. Sodaeizadeh[4]

[1,2,3] Ph.D. Graduated, Dept. of Agroecology, Associate Prof. and Professor, Dept. of Agroecology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, [4] Faculty of Member, Dept. of Natural Resource and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran
Received: 4-5-2014 ; Accepted: 2-11-2014

Abstract

In order to investigate the effects of urea and azocompost on the yield and radiation use efficiency (RUE) of wild majoram, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at Yazd and Mashhad, Iran, during 2012-2013 growing season. Four urea levels and four Azocompost levels (to provide 0, 40, 80 and 120 kg N ha^{-1} each) were considered as the experiment factors. Simple effect did not show significant differences among evaluated charecteristics. The results of combined analysis of two locations revealed significant effects of urea and azocompost on economic yield ($P<0.05$). The highest yield in urea and azocompost were observed to 1625.94 and 1768.65 kg ha^{-1} that was obtained from 120 kg N ha^{-1} treatment, respectively. The most leaf area index and total dry matter obtained at 120 kg organic N ha^{-1} in two locations. Application of organic and chemical fertilizers increased RUE (radiation use efficiency) compared to control plants in the both regions, which the azocompost caused higher RUE than urea. In general, the results indicated that application of azocompost caused to produce higher yields, dry matter and RUE than urea in oregano plants.

Keywords: Photosynthetically active radiation, Organic fertilizer, Chemical fertilizer, Medicinal plant

*Corresponding author: banayan@ferdowsi.um.ac.ir