Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**
Vol. 5, No. 2 , Autumn & Winter 2024, p. 223-234 **جلد ۵، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، صفحه ۲۳۴-۲۲۳**
DOI: 10.22034/plant.2024.141110.1095 مقاله پژوهشی

اثر کود دامی و تاریخ کاشت بر کارایی جذب و مصرف نیتروژن گیاه دارویی بومادران (*Achillea millefolium* L.)

فرزاد مندنی*[1]، مریم دارابی[2]، معصومه عامریان[3]

۱. دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳. استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۲

چکیده

تاریخ کشت مطلوب یکی از عوامل مهم برای به حداکثر رساندن عملکرد است. گرچه کودهای شیمیایی عناصر مورد نیاز گیاه را سریع‌تر در اختیار گیاهان قرار می‌دهند، اما برای افزایش کیفیت گیاهان دارویی و معطر استفاده از کودهای آلی بهتر است. لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر تاریخ کاشت و مقادیر مختلف کود دامی بر کارایی زراعی نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک مصرفی نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن و عملکرد دانه بود که به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود دامی به‌عنوان عامل اصلی (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) و تاریخ کاشت (۱۵ فروردین، ۴ اردیبهشت و ۲۴ اردیبهشت) به‌عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که تاریخ کاشت، کود دامی و برهمکنش آن‌ها اثر معنی‌داری بر تمام صفات مورد مطالعه داشت. با افزایش میزان کاربرد کود دامی از صفر تن در هکتار به ۳۰ تن در هکتار، کارایی جذب نیتروژن ۵۰/۲۳ درصد، کارایی زراعی نیتروژن ۵۴/۵۵ درصد، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن ۷۳/۱۶ درصد کاهش یافت و نیز شاخص برداشت نیتروژن با کاهش ۶۱/۶۵ درصدی همراه بود. به‌طور کلی کاربرد کود دامی از صفر به ۳۰ تن در هکتار و تاریخ کاشت ابتدای فصل می‌تواند به عملکرد دانه بالا و استفاده کارآمد از نیتروژن در این گیاه دارویی کمک کند.

کلیدواژگان: بهره‌وری نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک مصرفی نیتروژن، عملکرد دانه

*ایمیل نویسنده مسئول: f.mondani@razi.ac.ir

مقدمه

گیاه بومادران (*Achillea millefolium* L.) از راسته گل مینا (Asterales)، تیره کاسنیان (Asteraceae) است و از جمله گیاهان دارویی است که سرشاخه‌های گلدار گیاه جهت درمان سرماخوردگی استفاده می‌شود و گونه‌های مختلفی دارد که به‌صورت وحشی در مناطق مختلف ایران رویش دارند. گیاه بومادران در فرهنگ‌های مختلف و کشورهای اروپایی و آسیایی جهت درمان امراض متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرد و تاریخچه کشت و مصرف بومادران به ۳۰۰۰ سال قبل برمی‌گردد (Radušienė *et al*., 2023). یکی از مؤلفه‌های مهم سازگاری با تنوع اقلیمی در زراعت، مسئله تاریخ کشت است که بر ویژگی‌های فنولوژیکی گیاه زراعی اثر می‌گذارد (Azizi *et al*., 2023). لذا انتخاب تاریخ کشت مناسب می‌تواند تطابق بین روند رشد گیاه و شرایط اقلیمی را به‌وجود آورد. تاریخ کشت براساس رقم و شرایط اقلیمی هر منطقه به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. تاریخ کشت می‌تواند از طریق تغییر طول روز، دما، رطوبت، میزان فتوسنتز و تنفس بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه اثر بگذارد. در هر منطقه برای تعیین تاریخ کشت مناسب باید دقت کرد که در طول دوره رشد شرایط محیطی برای رشد گیاه مناسب باشد و گیاه دچار تنش‌های حرارتی و رطوبتی نشود (Kirland & Johnson, 2000). در گیاه ماش (*Vigna radiate* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) بیشترین میزان عملکرد در تاریخ کشت اول به‌دست آمد (Taha & Jassim, 2023 & Al-Muhja & Al-Refai, 2023;). در گیاه برنج (*Oryza sativa* L.) تأخیر در کشت منجر به کاهش عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن شد (Zhou *et al*., 2023). در تاریخ کاشت خیلی زود، پایین بودن دمای خاک و صدمات ناشی از یخبندان باعث استقرار ضعیف گیاهان در بهار می‌شود که کاهش عملکرد را در پی دارد (Hashemian *et al*., 2022). کیفیت ترکیبات دارویی گیاهی علاوه بر پتانسیل فیزیولوژیکی گیاه به عوامل محیط رشد گیاه نیز بستگی دارد و در این رابطه تغذیه گیاه خیلی اثرگذار است. در ضمن با توجه به مشکلات کودهای شیمیایی هدف اصلی در تولید گیاهان دارویی حفظ سلامتی محصول و تأمین عناصر غذایی از منابع زیستی و آلی می‌باشد (Haj Seyed Hadi *et al*., 2011). کود دامی همراه با کود شیمیایی به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید کمک می‌کند که اکثر نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و کارایی جذب مواد غذایی نیز افزایش می‌یابد (Anik *et al*., 2023). هدف کشاورزی پایدار سلامت خاک، افزایش و تقویت حاصلخیزی خاک، کاهش یا حذف کودهای شیمیایی است. لذا ابتدا باید عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از طریق کود دامی، کمپوست، کود سبز، بقایای گیاهی و تثبیت نیتروژن از طریق همزیستی با میکروارگامیسم‌های خاکزی تأمین گردد و سپس مصرف کودهای شیمیایی خیلی محدود و به‌عنوان مکمل کودهای آلی باشد (Jahani *et al*., 2019). نیتروژن پس از کربن بیش‌ترین عنصر موجود در زیست‌توده است که در ساختار کلروفیل و پروتئین شرکت دارد که با افزایش سرعت رشد نسبی و عملکرد گیاه همراه است (Ghanbari Odivi *et al*., 2021). کارایی مصرف نیتروژن در واقع نشان‌دهنده توانایی گیاه در تولید عملکرد دانه و یا عملکرد بیولوژیک به ازای هر واحد نیتروژن مصرف شده است (Barłóg *et al*., 2022). علاوه بر توانایی گیاه در جذب نیتروژن از خاک، کارایی مصرف نیتروژن می‌تواند تحت اثر میزان تخصیص نیتروژن جذب شده به اندام اقتصادی و نیز نوع منبع تأمین‌کننده این عنصر قرار گیرد (Sung *et al*., 2023). آگاهی از سازوکارهای مؤثر بر تنظیم کارایی نیتروژن می‌تواند نقش مهمی در ویژگی‌های افزایش تولید در واحد سطح داشته باشد. کودهای آلی نقش مهمی در افزایش کارایی نیتروژن دارند که می‌تواند به دلیل بهبود وضعیت فیزیکی و بیولوژیکی خاک و کمک به جذب عناصر غذایی باشد (Ghanbari Odivi *et al*., 2021). نیتروژن از عوامل محرک رشد رویشی و یکی از کلیدی‌ترین عوامل برای رسیدن به عملکرد مطلوب گیاهان است. افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ می‌شود و این افزایش‌ها منجر به تولید مقدار بیشتر ماده خشک و عملکرد دانه خواهد شد. افزایش نیتروژن موجب گسترش و حجیم شدن ریشه‌ها و جذب بیش‌تر رطوبت از خاک نیز خواهد شد. علاوه بر آن، باعث تسریع رشد رویشی، افزایش حجم بخش هوایی گیاه و افزایش تعرق گیاه می‌گردد (Ghanbari *et al*., 2014). احمدی نژاد و همکاران (Ahmadinejad *et al*., 2013) گزارش دادند که کود دامی اثر مثبتی در جذب نیتروژن در گیاه زراعی گندم (*Triticum aestivum* L.) دارد. نیتروژن اثر مثبتی در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی

نیتروژن گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) داشت (Rezvani Moghaddam *et al*., 2014). نتایج تحقیق جوادی و همکاران (Javadi *et al*., 2021) روی گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L.) نشان داد که کود دامی گزینه مناسبی برای افزایش بهره‌وری از نیتروژن در این گیاه دارویی است. موسوی و همکاران (Moosavi *et al*., 2020) اثر مثبت نیتروژن روی عملکرد گیاه شنبلیله (*Trigonella-foenum graseum* L.) را اثبات و خاطر نشان کردند که بهبود عملکرد بیولوژیک تحت اثر این عنصر می‌باشد. طبق نتایج به‌دست آمده با افزایش کود دامی درصد و محتوای نیتروژن زیست‌توده در اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) افزایش یافت (Asadi *et al*., 2013). در گیاه آشواگاندا (*Withania somnifera* L.) Dunal) تأخیر در کشت با کاهش عملکرد و ترکیبات مؤثره گیاه همراه بوده است (Teja *et al*., 2022). مطالعه‌ها نشان داده است که محصولات زراعی تنها ۵۰ درصد از نیتروژن اعمال شده را به‌طور مؤثر استفاده می‌کنند، در حالی که بقیه از طریق مسیرهای مختلف از بین می‌روند. علاوه بر این، نیتروژن از دست رفته بر بازگشت سرمایه کشاورز اثر منفی می‌گذارد و آب، خاک و هوا را نیز آلوده می‌کند. بنابراین، افزایش کارایی مصرف نیتروژن در برنامه‌های بهبود محصول و سیستم‌های مدیریت زراعی حیاتی است. فرایندهای اصلی که مسئول استفاده کم از نیتروژن هستند، تبخیر، رواناب سطحی، شسته شدن و نیترات‌زدایی از نیتروژن هستند. بهبود کارایی مصرف نیتروژن از طریق شیوه‌های مدیریت زراعی و فناوری‌های با توان بالا، نیاز به کاربرد شدید نیتروژن را کاهش می‌دهد و اثر منفی نیتروژن را به حداقل می‌رساند. هماهنگ سازی ابزارهای زراعی، ژنتیکی و بیوتکنولوژیکی، کارایی جذب نیتروژن را در محصولات بهبود می‌بخشد و سیستم‌های کشاورزی را با نیازهای جهانی برای حفاظت از عملکردها و منابع محیطی هماهنگ می‌کند (Govindasamy *et al*., 2023). استفاده از کودهای آلی در بخش کشاورزی به‌منظور تأمین عناصر غذایی خاک به‌ویژه برای تأمین عناصر غذایی مثل نیتروژن و بهبود شرایط فیزیکی خاک برای تقویت رشد و افزایش عملکرد گیاهان از اهمیت خاصی برخوردار است. در ضمن ایران تنوع اقلیمی زیادی دارد، در نتیجه بررسی اثر تاریخ کشت به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر در سازگاری و افزایش عملکرد گیاه است. بنابراین هدف از این تحقیق تعیین تاریخ کشت و سطح کودی مناسب جهت کشت گیاه دارویی بومادران در شرایط اقلیمی شهرستان کرمانشاه است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی کشاورزی ارگانیک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصافی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کود دامی گوسفندی (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ تن در هکتار) به‌عنوان عامل اصلی و سه تاریخ کاشت (۱۵ فروردین، ۴ اردیبهشت، ۲۴ اردیبهشت) به عنوان عامل فرعی بود (Salehi Shanjani *et al*., 2019). عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم نیمه عمیق، دیسک‌زنی، تسطیح کردن و کرت‌بندی در اسفند ماه سال ۱۳۹۹ انجام شد. کود دامی با توجه به تیمارهای مورد نظر حدود ۲ هفته قبل از کاشت به خاک مزرعه اضافه و تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد و مشخصات کود حیوانی استفاده شده در جدول ۱ آمده است. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه تا عمق ۳۰ سانتی‌متر جهت آنالیز خاک و تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌برداری صورت گرفت (جدول ۲).

در تحقیق انجام شده هر کرت فرعی شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۸ متر بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۳۰ سانتی‌متر بود (صالحی شانجانی و همکاران، ۱۳۹۸). بذر مورد نیاز از شرکت پاکان بذر با قوه نامیه مناسب تهیه گردید. میزان بذر مورد نیاز ۲/۵ تا ۳ کیلوگرم در هکتار و ۳/۳ گرم در مترمربع بود. بذرها در سینی‌های نشا در داخل گلخانه کشت و سپس در مرحله ۴ تا ۶ برگی نشاها به زمین اصلی منتقل شدند. کاشت نشاءها به‌صورت دستی و در عمق مناسب ۳ تا ۵ سانتی‌متر به تفکیک تاریخ‌های کاشت صورت گرفت. پس از انتقال نشاءها به زمین اصلی آبیاری به روش تحت فشار از نوع بارانی و هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار انجام گرفت. جهت کنترل علف‌های هرز وجین دستی در طول دوره انجام شد.

جدول ۱- مشخصات کود حیوانی استفاده شده در مزرعه آزمایشی

اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	نیتروژن (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
۷/۷۶	۰/۵۴	۰/۷۱	۸۶۰۰	۱۷۵۰۰

جدول ۲- مشخصات خاک مزرعه آزمایشی در عمق ۳۰ سانتی‌متری

بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
سیلتی-لومی	۷/۷	۰/۸۷	۰/۱۱	۱۳	۲۸۰

بعد از بلوغ فیزیولوژیک گیاه از مساحت یک متر مربع با احتساب اثرهای حاشیه‌ای، بوته‌ها برداشت و میزان نیتروژن اندام‌های هوایی و بذر، کارایی زراعی نیتروژن ANUE (Nitrogen Utilization Efficiency)، کارایی جذب نیتروژن Nitrogen Uptake (Recovery) (Efficiency NRE، کارایی فیزیولوژیک مصرفی نیتروژن(Nitrogen Utilization Efficiency) NUE شاخص برداشت نیتروژن (Nitrogen Harvest Index)NHI و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد (Dorri *et al*., 2015).

برای اندازه‌گیری مقدار نیتروژن اندام‌های هوایی و بذر از روش کجلدال استفاده شد که شامل ۳ مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون می‌باشد. در این روش به ۰/۵ گرم از نمونه‌های خشک و آسیاب شده، ۲۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ و کاتالیزور اضافه گردید. سپس روی گرم کننده و به مدت ۲ ساعت هضم نمونه‌ها صورت گرفت و عصاره به‌دست آمده در بالن ژوژه‌ی ۱۰۰ به حجم رسانیده شد. ۲۰ میلی‌لیتر از این محلول برداشته شد و با استفاده از ۴۰ میلی‌لیتر سود ۱ نرمال و ۵۰ میلی‌لیتر اسیدبوریک تقطیر انجام گردید و سپس با اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال عمل تیتراسیون انجام گرفت (Gupta, 1999). شاخص‌های مرتبط با کارایی نیتروژن شامل کارایی زراعی نیتروژن (ANUE)، کارایی جذب نیتروژن (NRE)، کارایی فیزیولوژیک مصرفی نیتروژن (NUE) و شاخص برداشت نیتروژن (NHI) با استفاده از معادلات ۱-۴ محاسبه شد (Koocheki *et al*., 2015).

$$ANUE = \frac{Y}{\mathrm{Ns}} \qquad (۱)$$

Y= عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) ، Ns= کود نیتروژنه مصرفی به علاوه مقدار موجود در خاک (کیلوگرم در هکتار)

$$NRE = \frac{Nuptake}{Ns} \qquad (۲)$$

Nuptake= نیتروژن جذب شده توسط دانه (کیلوگرم در هکتار)، Ns= کود نیتروژنه مصرفی به علاوه مقدار موجود در خاک (کیلوگرم در هکتار)

$$NUE = \frac{\mathrm{Y}}{Nuptake} \qquad (۳)$$

Y= عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) ، Nuptake= نیتروژن جذب شده توسط دانه (کیلوگرم در هکتار)

$$HI = \frac{seed\ N}{Plant\ Nuptale} \qquad (۴)$$

Seed N= نیتروژن موجود در بذر (کیلوگرم در هکتار)، Plant Nuptake= نیتروژن جذب شده توسط دانه (کیلوگرم در هکتار)

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. تست نرمالیته داده‌ها قبل از تجزیه آماری انجام شد. به منظور برازش معادلات و رسم نمودارها نیز به ترتیب از نرم‌افزارهای Slide Write و Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

کارایی جذب نیتروژن

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، کود دامی، تاریخ کاشت و برهمکنش دو فاکتور اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر کارایی جذب نیتروژن داشتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کم‌ترین کارایی جذب نیتروژن (۰/۴۳ گرم بر گرم) در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی همراه با تاریخ کاشت ۱۵ فروردین بود که تفاوت معنی‌داری با سطح کودی ۳۰ تن در هکتار و تاریخ کاشت ۴ و ۲۴ اردیبهشت نداشت و بیش‌ترین کارایی جذب نیتروژن (۰/۸۳ گرم بر گرم) در تیمار صفر تن در هکتار کود دامی با تاریخ کاشت ۴ اردیبهشت بود که تفاوت معنی‌داری با سطح کودی صفر تن در هکتار و تاریخ کاشت ۱۵ فروردین و ۲۴ اردیبهشت نشان نداد (جدول ۴). در نتیجه این صفت افزایش کود دامی باعث کاهش ۵۱/۸ درصدی کارایی جذب نیتروژن شد. در مجموع نتایج نشان داد با افزایش کود دامی از صفر به ۳۰ تن کود دامی در هکتار کارایی جذب نیتروژن با کاهش همراه و در هر سه تاریخ کاشت تیمار شاهد (صفر تن در هکتار کود دامی) دارای بیش‌ترین کارایی جذب بودند. هم‌چنین، با افزایش سطوح کودی از مقدار کارایی جذب آن‌ها کاسته شد. معمولاً با جذب اولین واحد کودی بالاترین کارایی جذب به‌دست می‌آید و واحدهای بعدی مصرف کود دامی کارایی جذب پایینی دارد. این نتیجه با تحقیق اثر کود دامی روی ذرت (*Zea mays* L.)، پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) مطابقت داشت (Sarmast *et al*., 2014). در تحقیقی دیگر کارایی جذب نیتروژن در گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) با افزایش سطوح کودی کاهش یافت (Rasooli *et al*., 2013). افزایش سطوح کود دامی باعث کاهش کارایی جذب نیتروژن در گیاه خرفه شد (Javadi *et al*., 2018). کارایی جذب نیتروژن توانایی گیاه را در جذب نیتروژن به ازای هر واحد نیتروژن مصرفی نشان می‌دهد. پایین بودن میزان کارایی جذب نیتروژن نشان‌دهنده تلفات بالای نیتروژن در نظام‌های زراعی است (Ayenehband *et al*., 2010). بهبود کارایی جذب نیتروژن می‌تواند سبب افزایش عملکرد خالص شود و آبشویی و اثرهای منفی زیست‌محیطی کودهای نیتروژنه را کاهش دهد. کارایی جذب نیتروژن وابستگی زیادی به سیستم ریشه‌ای گیاه و توانایی جذب نیتروژن از خاک دارد (Banzinger *et al*., 2000).

کارایی زراعی نیتروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر کود دامی و تاریخ کاشت و نیز برهمکنش کود دامی و تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، با افزایش کود دامی از صفر تن در هکتار کود دامی (شاهد) به ۳۰ تن در هکتار کود دامی کارایی زراعی نیتروژن کاهش پیدا کرد. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که در هر سه تاریخ کاشت، تیمار شاهد دارای بیش‌ترین کارایی زراعی بود که با افزایش سطوح کود دامی از میزان کارایی زراعی آن‌ها کاسته شد، ولی نسبت این کاهش در تاریخ‌های مختلف کاشت متفاوت بود. به‌طوری که کم‌ترین میزان کارایی زراعی نیتروژن (۱۲/۸ گرم بر گرم) در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین و سطح ۳۰ تن در هکتار کود دامی بود که تفاوت معنی‌داری با سطح ۳۰ تن در هکتار کود دامی و تاریخ کاشت ۴ و ۲۴ اردیبهشت نداشت و بیشترین میزان کارایی زراعی نیتروژن (۲۳/۵ گرم بر گرم) در سطح صفر تن در هکتار کود دامی و تاریخ کاشت ۱۵ فروردین بود که تفاوت معنی‌داری با سطح کودی صفر تن در هکتار و تاریخ کاشت ۴ و ۲۴ اردیبهشت نشان نداد (جدول ۴). افزایش کود دامی باعث کاهش ۵۴/۴۶ درصدی کارایی زراعی نیتروژن در این گیاه دارویی شد. با افزایش کود دامی تاریخ کاشت ۱۵ فروردین دارای کمترین و تاریخ کاشت ۲۴ اردیبهشت دارای بیش‌ترین مقدار بود. به نظر می‌رسد دلیل اختلاف این است که گیاه بومادران نتوانسته است در تاریخ‌های کاشت تأخیری به نسبتی که مصرف نیتروژن افزایش یافته است، دانه تولید کند. به‌عبارت دیگر میزان عملکرد دانه به کود مصرفی (نیتروژن) با افزایش کود دامی کاهش پیدا کرده است. نتایج نشان داد که با افزایش کود دامی میزان کارایی زراعی نیتروژن در محصولات ذرت، پنبه و آفتابگردان با افزایش سطح کود دامی کاهش یافت (Sarmast *et al*., 2014). جوادی و همکاران (Javadi *et al*., 2018) بیان داشتند که افزایش کود دامی کاهش کارایی زراعی را در گیاه خرفه به همراه دارد. همچنین رسولی و همکاران (Rasooli *et al*., 2013) اعلام کردند کاهش کارایی زراعی نیتروژن در گیاه دارویی گلرنگ در نتیجه افزایش کاربرد کود دامی بود. در گندم تأخیر در کشت با

کاهش میزان پروتئین و عملکرد دانه همراه بوده است که کاهش کارایی زراعی نیتروژن را به همراه دارد (Subedi *et al*., 2007). علت کاهش کارایی زراعی مصرف نیتروژن با افزایش سرعت از دست رفتن نیتروژن از طریق آبشویی، تصعید و یا عدم جذب مؤثر آن توسط گیاه باشد (Ayenehband *et al*., 2010). طبق نتایج به‌دست آمده، تحقیقات در زمینه نظام‌های زراعی که قادر به استفاده بهتر از نیتروژن مصرفی بوده و از کارایی مصرف نیتروژن بالاتری برخوردار باشند امری ضروری است. علاوه بر ایجاد ثبات در تولید مشکلات عمده ناشی از مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژنه به حداقل می‌رسد. کارایی زراعی نیتروژن، توانایی گیاه در افزایش عملکرد در پاسخ به مصرف نیتروژن است که به نوع، مقدار و روش مصرف کود، ویژگی‌های ژنتیکی ارقام زراعی، میزان بارش، ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی خاک و عوامل محیطی دیگر بستگی دارد. کارایی زراعی نیتروژن رابطه نزدیکی با عملکرد دانه دارد و مقادیر بالاتر کارایی در عملکرد بالاتر به‌دست می‌آید (Ali *et al*., 2022). افزایش کارایی نیتروژن علاوه بر افزایش سود اقتصادی، موجب کاهش آلودگی محیط زیست نیز می‌شود (Mirzashahi & Nourgholi pour, 2020).

کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر کود دامی، تاریخ کاشت و برهمکنش دو فاکتور در سطح احتمال یک درصد بر کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن معنی‌دار شد (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین مشخص شد کم‌ترین کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن (۲۴/۹ گرم بر گرم) در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی و تاریخ کاشت ۱۵ فروردین و بیش‌ترین آن (۳۶/۹۰ گرم بر گرم) در تیمار صفر تن در هکتار کود دامی (شاهد) و تاریخ کاشت ۲۴ اردیبهشت مشاهده شد (جدول ۴). در بومادران افزایش کود دامی (۳۰ تن در هکتار) باعث کاهش ۶۷/۴۷ درصدی کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن شد. در نتیجه مشخص شد که سطح صفر تن کود دامی در تمامی تاریخ‌های مختلف کاشت دارای بیش‌ترین کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن بود. کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن با میزان مصرف این عنصر رابطه غیر مستقیمی دارد و افزایش مصرف نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد. این نتایج با تحقیقات سرمست و همکاران (*Sarmast et al*., 2014)، جوادی و همکاران (Javadi *et al*., 2018) و رسولی و همکاران (Rasooli *et al*., 2013) به ترتیب روی گیاهان بهاره (ذرت، پنبه و آفتابگردان)، خرفه و گلرنگ مطابقت داشت و در تمامی آن‌ها افزایش سطوح کودی باعث کاهش کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن شد. کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن توانایی گیاه را در افزایش عملکرد در پاسخ به نیتروژن جذب شده نشان می‌دهد. در واقع توانایی گیاه در استفاده از نیتروژن جذب شده در جهت تولید است (Ali, 2023). افزایش کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن می‌تواند به دلیل کاهش میزان نیتروژن در دسترس گیاه و کاهش جذب نیتروژن باشد. کارایی مصرف نیتروژن نشان دهنده بازدهی گیاه در تبدیل نیتروژن قابل دسترس در خاک به عملکرد دانه و یا بیولوژیک می‌باشد، درک صحیح مکانیسم‌های مؤثر بر تنظیم کارایی نیتروژن می‌تواند نقش مؤثری در افزایش تولید در واحد سطح داشته باشد. اعمال کودهای آلی می‌تواند در توسعه عملکرد پایدار در بومادران مؤثر باشد (Ali, 2023). پایین بودن کارایی نیتروژن در تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها می‌تواند در ارتباط با کاهش میزان نیتروژن زیست توده باشد که به‌طور مستقیم عملکرد دانه و نیز کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن در بومادران را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۴). شایان ذکر است زمانی‌که فراهمی نیتروژن محدود است، توانایی جذب نیتروژن عامل مهمی محسوب می‌شود که با خصوصیات ریشه گیاه در ارتباط است، زیرا توانایی گیاه در جستجوی نیتروژن درون خاک و جذب آن را بهبود می‌بخشد. شاخص کارایی فیزیولوژیک نیتروژن همبستگی بالایی با شاخص برداشت نیتروژن دارد.

شاخص برداشت نیتروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر کود دامی، تاریخ کاشت و اثر متقابل بین کود دامی و تاریخ کشت بر شاخص برداشت نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، کمترین شاخص برداشت نیتروژن (۲۲/۹ گرم بر گرم) در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین و سطح ۳۰ تن در هکتار کود دامی بود که تفاوت معنی‌داری با سطح ۳۰ تن در هکتار کود دامی در تاریخ کاشت ۴ و ۲۴ اردیبهشت داشت و بیش‌ترین شاخص برداشت نیتروژن (۴۳/۷ گرم بر گرم) در سطح صفر تن در هکتار کود دامی و تاریخ کاشت ۴ اردیبهشت بود که تفاوت معنی‌داری با

تاریخ کاشت ۲۴ اردیبهشت در همین سطح کودی مشاهده نشد (جدول ۴). در نتیجه این مقادیر سطح کودی بالاتر باعث کاهش ۶۸/۴۲ درصدی شاخص برداشت نیتروژن در گیاه بومادران شد. افزایش شاخص برداشت نیتروژن در خرفه و گلرنگ با کاهش سطح کود دامی همراه بود (Javadi *et al*., 2018 & Rasooli *et al*., 2013;). در تحقیقی اثر کود دامی روی محصولات ذرت، پنبه و آفتابگردان بررسی و مشخص شد که افزایش کود دامی باعث کاهش شاخص برداشت نیتروژن در این گیاهان شد (Sarmast *et al*., 2014). شاخص برداشت نیتروژن نمایانگر میزان پروتئین دانه (محصول) است درنتیجه کیفیت تغذیه‌ای را نشان می‌دهد (Ali *et al*., 2022).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کود دامی و تاریخ کاشت بر کارایی مصرف نیتروژن بومادران

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کارایی جذب نیتروژن	کارایی زراعی مصرف نیتروژن	کارایی فیزیولوژیک مصرفی نیتروژن	شاخص برداشت نیتروژن	عملکرد دانه
سطح کودی	۳	۰/۲۱۴**	۱۶۶/۸۹۱**	۱۵۷/۱۲۳**	۳۵۵/۸۶۵**	۱۷۴۲۴۶/۳۵**
بلوک	۲	۰/۰۰۲۵^{ns}	۰/۳۱۲^{ns}	۲/۴۸^{ns}	۶/۵۸^{ns}	۲۸۸/۵۸^{ns}
خطای اصلی	۶	۰/۸۰۱	۰/۹۲	۱/۲۵	۴/۵۵	۱۹۴۷/۲۸
تاریخ کشت	۲	۰/۰۰۷۶**	۰/۹۰۸*	۱۹/۹۴**	۶۵/۵۲۳**	۱۵۹۳۸۶/۳۷**
سطح کودی × تاریخ کشت	۶	۰/۷**	۲/۶۴۳**	۰/۳۱۱**	۱۵/۱۴۹**	۶۶۹۴۵۲/۹۳**
خطای فرعی	۱۶	۰/۰۰۳۴	۱/۴۰۲	۰/۷۶	۶/۳۰۸	۱۵۴۳/۵۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۰/۲۳	۷/۶۹	۸/۸	۷/۹۲۹	۱۲/۹۸

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

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که کود دامی، تاریخ کاشت و برهمکنش بین دو فاکتور اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه (در سطح احتمال یک درصد) داشتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱/۷ کیلو گرم در هکتار) در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی همراه با تاریخ کشت ۱۵ فروردین ماه بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی و تاریخ کشت ۴ اردیبهشت ماه نداشت و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. افزایش کود دامی و کاشت گیاهان در تاریخ مناسب (ابتدای فصل) به دلیل اثر مثبت بر جذب و نگه‌داری آب و عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجب بهبود اجزای عملکرد و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌شوند (Mohammadzadeh Toutounchi, 2020). کود دامی اثر مثبتی بر عملکرد گلرنگ داشته است (Rezvani Moghaddam *et al*., 2014). در کنجد (*Sesamum indicum* L.) و برنج نیز با افزایش کود دامی عملکرد دانه افزایش یافته است (Moslehi *et al*., 2016 & Jalilian *et al*., 2021;).

کاربرد کود دامی در ملون (*Cucumis melo* L.) (Aydi *et al*., 2023)، آفتابگردان (Aryafar *et al*., 2023) و چای (*Camellia sinensis* L.) (Ye *et al*., 2023) باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شده است. در گندم تأخیر در کاشت (۳۰ آبان) باعث کاهش عملکرد دانه شد (Moghaddam *et al*., 2023 & Khosravi *et al*., 2023). در تحقیق دیگر تاریخ کشت مناسبت ضمن شرایط بهینه برای ارقام گندم ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک گیاه از جمله مؤلفه‌های فتوسنتزی، شرایط مساعدی را برای رشد مطلوب‌تر گیاه فراهم نموده و نهایتاً عملکرد دانه را افزایش داد (Khosravi *et al*., 2023). در عدس (*Lens culinaris* Medikus.) نیز بیشترین عملکرد با کشت در اوایل فصل به‌دست آمد (Maphosa *et al*., 2023). در گندم (Moradi *et al*., 2016)، برنج رقم طارم هاشمی (Moslehi *et al*., 2016) و زعفران (*Crocus sativus* L.) (Aalizadeh *et al*., 2021).

کاربرد کود دامی منجر به افزایش میزان عملکرد اقتصادی گردید. طبق نتایج یک تحقیق متاآنالیز در چین کاربرد کود دامی باعث افزایش ۳/۳ – ۳/۹ ٪ عملکرد دانه در گندم، ذرت و برنج شد (Ren *et al.*, 2023).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر کود دامی و تاریخ کاشت بر کارایی مصرف نیتروژن بومادران

سطوح کودی (تن در هکتار)	زمان انتقال نشا (ماه)	کارایی جذب نیتروژن (گرم بر گرم)	کارایی زراعی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم)	کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن (گرم بر گرم)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
صفر	۱۵ فروردین	۰/۸۱^{a}	۲۳/۵^{a}	۳۴/۵^{bc}	۴۲/۲۶^{ab}	۰/۴^{d}
	۴ اردیبهشت	۰/۸۳^{a}	۲۳/۴^{a}	۳۶/۱۰^{ab}	۴۳/۷^{a}	۰/۲۷^{d}
	۲۴	۰/۸۱^{a}	۲۱/۹^{ab}	۳۶/۳۹^{a}	۴۳/۳^{a}	۰/۲۰^{d}
۱۰	۱۵ فروردین	۰/۶۷^{b}	۱۷/۹۹^{d}	۳۰/۱۸^{ef}	۳۷/۷^{cd}	۰/۵^{d}
	۴ اردیبهشت	۰/۶۷۳^{b}	۱۹/۱۵^{cd}	۳۱/۷۲^{de}	۳۸/۶^{bc}	۰/۴^{d}
	۲۴	۰/۷۰^{b}	۲۰/۵۸^{bc}	۳۳/۳۳^{cd}	۴۰^{abc}	۰/۳۴^{d}
۲۰	۱۵ فروردین	۰/۴۹^{cde}	۱۵/۲^{ef}	۲۶/۵۸^{hij}	۳۳/۱^{e}	۱/۱^{b}
	۴ اردیبهشت	۰/۵۷^{c}	۱۵/۷۷^{e}	۲۸/۳^{gh}	۳۳/۴^{e}	۰/۸۱^{d}
	۲۴	۰/۵۶^{c}	۱۴/۸^{ef}	۲۹/۰۶^{fg}	۳۷/۸۳^{cd}	۰/۴۷^{d}
۳۰	۱۵ فروردین	۰/۴۳^{e}	۱۲/۸^{g}	۲۴/۹^{j}	۲۲/۹^{g}	۱/۷^{a}
	۴ اردیبهشت	۰/۴۶^{de}	۱۳/۲۲^{fg}	۲۶/۳۳^{ij}	۲۸/۴^{f}	۱/۰۴^{a}
	۲۴	۰/۵۲^{cde}	۱۳/۷۶^{fg}	۲۷/۶^{ghi}	۳۳/۵^{de}	۰/۸^{d}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

طبق نتایج به‌دست آمده، تاریخ کشت ۱۵ فروردین ماه همراه با سطح کودی ۳۰ تن در هکتار بهترین تیمار این آزمایش بود که برای کشت بومادران در شرایط رشدی مشابه توصیه می‌شود. احتمالاً کود دامی با افزایش ظرفیت نگه‌داری رطوبت در خاک اثر مثبتی بر صفات مورد بررسی داشته باشد. در ضمن کود دامی باعث فراهمی عناصر غذایی، بهبود ساختمان خاک، ایجاد بستر مناسب برای رشد ریشه و افزایش عملکرد گیاه می‌شود. کشت بومادران در تاریخ کشت مناسب (۱۵ فروردین ماه) باعث فراهم شدن شرایط محیطی مناسب برای رشد آن شد که با افزایش عملکرد دانه همراه بود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد بوده که فعالیت‌های عملی آن در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های دانشگاه رازی انجام شده است. به این وسیله نویسندگان مقاله از زحمات کارشناسان بخش‌های مذکور قدردانی می-نمایند.

منابع

Aalizadeh, M. B., Shafaroodi, A., & Ebadi, A. (2021). Evaluation of quantitative and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) in response to organic, chemical and biological fertilizers in climatic conditions of Ardabil province. *Crop Physiology Journal, 13*(49), 129-147. (In Persian).

Ahmadinejad, R., Najafi, N., Aliasgharzad, N., & Oustan, S. (2013). Effects of organic and nitrogen fertilizers on water use efficiency, yield and the growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). *Water and Soil Science, 23*(2), 177-194. (In Persian).

Ali, A. M. (2023). Inducing nitrogen deficiency at early growth stages of wheat favors high yield and nitrogen recovery efficiency. *Journal of Plant Nutrition, 46*(7), 1368-1376. https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2061992

Ali, M. A., Ghazy, A. I., Alotaibi, K. D., Ibrahim, O. M., & Al-Doss, A. A. (2022). Nitrogen efficiency indexes association with nitrogen recovery, utilization, and use efficiency in spring barley at various nitrogen application rates. *Agronomy Journal*, *114*(4), 2290-2309. https://doi.org/10.1002/agj2.21128

Al-Muhja, Z. A., & Al-Refai, S. I. (2023). Effect of planting dates on yield components and qualitative characteristics of several genotypes of barley *Hordeum vulgare* L. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1158(6), 062016. dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1158/6/062016

Anik, A. R., Eory, V., Begho, T., & Rahman, M. M. (2023). Determinants of nitrogen use efficiency and gaseous emissions assessed from farm survey: A case of wheat in Bangladesh. *Agricultural Systems*, *206*, 103617. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103617

Aryafar, S., Sirousmehr, A., Khammari, I., Ghanbari, A., & Seyedabadi, E. (2023). Variation in seed yield, oil quality, and seed elements of sunflower as affected by various fertilizers and tillage systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 54*(3), 392-407. https://doi.org/10.1080/00103624.2022.2116031

Asadi, Gh., Momen, A., Nurzadeh Namaghi, M., & Khorramdel, S. (2013). Effects of organic and chemical fertilizer rates on nitrogen efficiency indices of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). *Journal of Agroecology, 5*(4), 373-382. https://doi.org/10.22067/jag. v5i4.32992 (In Persian).

Aydi, S., Sassi Aydi, S., Rahmani, R., Bouaziz, F., Souchard, J. P., Merah, O., & Abdelly, C. (2023). Date-palm compost as soilless substrate improves plant growth, photosynthesis, yield and phytochemical quality of greenhouse melon (*Cucumis melo* L.). *Agronomy, 13*(1), 212. https:// doi.org/10.3390/agronomy13010212

Ayenehband, A., Noormohammadi, Gh., Modhej, A., Naderi, A., & Emam, Y. (2010). Effect of different nitrogen levels on grain yield, grain protein content and agronomic nitrogen use efficiency in wheat genotypes under Optimum and Post-anthesis Heat Stress Conditions. *Seed and Plant Production Journal, 25*(4), 353-371. https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110383 (In Persian).

Azizi, A., Madani, H., Vafaie-Tabar, M., Heydari Sharifabad, H., & MajidiHaravan, E. (2023). Effect of plant density on physiological, morphological and reproductive characteristics of cotton cultivars at flowering stage. *Crop Physiology Journal, 15*(57), 5-20. (In Persian).

Barłóg, P., Grzebisz, W., & Łukowiak, R. (2022). Fertilizers and fertilization strategies mitigating soil factors constraining efficiency of nitrogen in plant production. *Plants, 11*(14), 1855. http//.doi.org/10.3390/plants11141855

Dorri, M., Kammkar, B., Aghdasi, M., & KameshiKamar, E. (2015). Effect of planting date on yield and yield components of *Silybum marianum* under Golestan climatic conditions. *Journal of Crop Production, 8*(4), 67-86. Dor: 20.1001.1.2008739.1394.8.4.4.0 (In Persian).

Ghanbari Odivi, A., Fallah, S., Karimi, M., & Lorigooini, Z. (2021). Effect of animal manure on growth, yield and essential oil of sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 31*(3), 181-196. (In Persian). dx.doi.org/10.22034/saps.2021.43886.2603

Ghanbari, A., Fakheri, B., Amiri, E., & Tavassoli, A. (2014). Evaluation nitrogen and radiation use efficiency of wheat (*Triticum aestivum*) under irrigation levels. *Journal of Crop Ecophysiology, 8*, 41-56. (In Persian).

Govindasamy, P., Muthusamy, S. K., Bagavathiannan, M., Mowrer, J., Jagannadham, P. T. K., Maity, A., Halli, H. M., G. K. S., Vadivel, R., T. K. D., Raj, R., Pooniya, V., Babu, S., Rathore, S. S., L. M., & Tiwari, G. (2023). Nitrogen use efficiency-a key to enhance crop productivity under a changing climate. *Frontiers in Plant Science, 14*, 1121073. http//. doi.org/10.3389%2Ffpls.2023.1121073

Gupta, P. K. (1999). Soil, plant, water and fertilizer analysis. Published by Agrobios (INDIA). 350p.

Haj Seyed Hadi, M. R., Darzi, M.T. Riazi, G., & Ghandehari, Z. (2011). Effects of vermicompost and amino acids on the flower yield and essential oil production from *Matricaria chamomile*. *Journal of Medicinal PlantsResearch, 5*(23), 5611-5617.

Hashemian, S., Abdali Mashhadi, A., Lotfi jalal-abadi, A., & Kochekzadeh, A. (2022). Effect of sowing data and nitrogen fertilizer levels on yield and quality of chicory forage in ahwaz climate condition. *Journal of Crops Improvement, 24*(2), 511-526. http//. doi.org/10.22059/jci.2021.301828.2390 (In Persian).

Jahani, F., Maleki, A., & Pazoki, A. (2019). Evaluation of integrated system management in organic, biological and chemical inputs on yield characteristics and nitrogen efficiency of german chamomile. *Journal of Plant Ecophysiology, 11*(37), 107-120. (In Persian).

Jalilian, S., Mondani, F., Fatemi Ghomeshe, A., & Bagheri, A. (2021). Effect of farmyard manure and green manure application on yield, yield components and grain oil content of Sesame (*Sesamum indicum* L.) under organic conditions. *Applied Field Crops Research, 33*(4), 62-83. http//.doi.org/10.22092/aj.2021.341662.1451 (In Persian).

Javadi, H., Rezvani Moghaddam, P., Rashed Mohasel, M. H., & Seghatoleslami, M. J. (2021). Effect of organic, chemical and biological fertilizers on yield and efficiency of nitrogen and phosphorus in porslane (*Portulaca oleracea* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 31*(3), 271-293. http//dx.doi.org/10.22034/saps.2021.40293.2504 (In Persian).

Javadi, H., Rezvani Moghaddam, P., Rashed Mohasel, M. H., & Seghatoleslami, M. J. (2018). The effect of different levels of nitrogen and green manure on yield and nitrogen absorption efficiency in Purslane as a medicinal plant. *Journal of Crops Improvement, 20*(2), 453-465. http//.doi.org/10.22059/jci.2018.238176.1799 .(In Persian).

Khosravi, H., Akbari, N., Daneshvar, M., Akbarpour, O. A., & Rahimi moghadam, S. (2023). Investigation of the effects of planting date and cultivar on physiological traits and grain yield of irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.) in Khorramabad climate. *Journal of Crop Ecophysiology, 14*(55), 39-56. (In Persian).

Kirland, K. G., & Johnson, E. N. (2000). Alternative seeding dates (Fall and April) affect Canola (*Brassica napus*) yield and quality. *Canadian Journal of Plant Science, 80*(4), 715-719. dx.doi.org/10.4141/P00-016

Koocheki, A., Nasiri mahalati, M., Moradi, R., & Alizade, Y. (2015). Evaluation of yield and nitrogen use efficiency of maize and cotton intercropping under different nitrogen levels. *Iranian Journal of Field Crops Research, 13*(1), 1-13. http//.doi.org/10.22067/gsc. v13i1.48310 (In Persian).

Maphosa, L., Preston, A., & Richards, M.F. (2023). Effect of sowing date and environment on phenology, growth and yield of lentil (*Lens culinaris* Medikus.) Genotypes. *Plants, 12*(3), 474. http//.doi.org/10.3390/plants12030474

Moghaddam, H., Oveisi, M., Mehr, M. K., Bazrafshan, J., Naeimi, M. H., Kaleibar, B. P., & Müller-Schärer, H. (2023). Earlier sowing combined with nitrogen fertilization to adapt to climate change effects on yield of winter wheat in arid environments: Results from a field and modeling study. *European Journal of Agronomy, 146*, 126825. http//.doi.org/10.1016/j.eja.2023.126825

Mohammadzadeh Toutounchi, P. (2020). Effect of vermicompost and manure on morphological traits, yield and essential oil content of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Plant Production Sciences, 10*(1), 78-91. (In Persian).

Moosavi, G. R., javadi, H., Seghatoleslami, M. J., & Shahbeygi, H. (2020). The effect of planting date, nitrogen and phosphorus on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Applied Field Crops Research, 33*(3), 54-72. http//.doi.org/10.22092/aj.2020.128553.1443. (In Persian).

Moradi, M., Soleymanifard, A., Naseri, R., Ghasemi, M., & Abromand, K. (2016). The changes of agronomic traits and harvest index of wheat under the effect of manure and plant growth promotion bacteria at different levels of nitrogen. *Crop Physiology Journal, 7*(28), 73-90. (In Persian).

Moslehi, N., Niknejad, Y., Fallah Amoli, H., & Kheyri, N. (2016). Effect of integrated application of chemical, organic and biological fertilizers on some of the morphophysiological traits of rice (*Oryza sativa* L.) Tarom Hashemi cultivar. *Crop Physiology Journal, 8*(30), 87-103. https://doi.org/10.1186/s13007-022-00952-5 (In Persian).

Radušienė, J., Karpavičienė, B., Raudone, L., Vilkickyte, G., Çırak, C., Seyis, F., Yayla, F., Marksa, M., Rimkienė, L., & Ivanauskas, L. (2023). Trends in phenolic profiles of *achillea millefolium* from different geographical gradients. *Plants, 12*(4), 746. https://doi.org/10.3390/plants12040746

Rasooli, S., Mirzakhani, M., & Sajedi, N. (2013). Utilization effect of manure inoculated by azotobacter and nitrogen application on yield and yield components of winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *New Finding in Agriculture, 7*(2), 113-125. (In Persian).

Ren, K., Sun, Y., Zou, H., Li, D., Lu, C., Duan, Y., & Zhang, W. (2023). Effect of replacing synthetic nitrogen fertilizer with animal manure on grain yield and nitrogen use efficiency in China: a meta-analysis. *Frontiers in Plant Science, 14*, 1153235.

Rezvani Moghaddam, P., Seyedi, S. M., & Azad, M. (2014). Effects of organic, chemical and biological sources of nitrogen on nitrogen use efficiency in black seed (*Nigella sativa* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 30*(2), 260-274. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2014.6196 (In Persian).

Salehi Shanjani, P., Rasoulzadeh, L., Fallah hoseini, L., Ramezani Yeganeh, M., Amirkhani, M., Pahlevani, M. R., Seyedian, S. E., & Javadi, H. (2019). Study of morphological charecteristics of different *Achillea nobilis, A. biberestini* and *A. filipendula* populations at two irrigation intervals. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 32*(3), 596-609. https://dor/20.1001.1.23832592.1398.32.3.7.4 (In Persian).

Sarmast, M., Jalali Honarmand, S., & Mondani, F. (2014). Evaluation of the efficiency of radiation and nitrogen consumption in spring products in kermanshah province. Master's thesis. Faculty of Agricultural Sciences and Engineering. Razi University, Kermanshah, Iran.

Subedi, K. D., Ma, B. L., & Xue, A. G. (2007). Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. *Crop Science, 47*(1), 36-44. https://doi.org/10.2135/cropsci2006.02.0099

Sung, J., Kim, W., Oh, TK. & So, Y. S. (2023). Nitrogen (N) use efficiency and yield in rice under varying types and rates of N source: chemical fertilizer, livestock manure compost and food waste-livestock manure compost. *Applied Biological Chemistry, 66*(1), 4. https://doi.org/10.1186/s13765-022-00766-y

Taha, S. M. B., & Jassim, W. M. (2023). The Effect of overlapping cultivation of maize and mung crops on the characteristics of mung yield with different planting dates. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1158*(6), 062012. https://doi:10.1088/1755-1315/1158/6/062012

Teja, K. S., Sivaram, G. T., Yuvaraj, K. M., Kadiri, L., & Rao, M. P. (2022). Effect of different dates of sowing, organic manures on protein, fiber and alkaloid content in leaves and roots of ashwagandha (*Withania somnifera*). *The Pharma Innovation Journal, 11*(9), 522-524.

Ye, J., Wang, Y., Kang, J., Chen, Y., Hong, L., Li, M., Jia, Y., Wang, Y., Jia, X., Wu, Z., & Wang, H. (2023). Effects of long-term use of organic fertilizer with different dosages on soil improvement, nitrogen transformation, tea yield and quality in acidified tea plantations. *Plants, 12*(1), 122. https://doi.org/10.3390/plants12010122

Zhou, W., Yan, L., Fu, Z., Guo, H., Zhang, W., Liu, W., Ye, Y., & Long, P. (2023). Increasing planting density and reducing n application improves yield and grain filling at two sowing dates in double-cropping rice systems. *Plants, 12*(12), 2298. https://doi.org/10.3390/plants12122298

.

Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**

Vol. 5, No. 2 , Autumn & Winter 2024, p. 223-234 **جلد ۵، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، صفحه ۲۳۴-۲۲۳**

Research Article DOI: 10.22034/plant.2024.141110.1095

Effect of farmyard manure and sowing date on nitrogen capture and use efficiency of medicinal plant yarrow (*Achillea millefolium* L.)

Farzad Mondani*[1], Maryam Darabi[2], Masoomeh Amerian [3]

1. Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran
2. MSc. student, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran
3. Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 17-04-2024
Accepted: 02-08-2024

Abstract

Optimum sowing date is very important and it is one of the important factors for maximizing yield production. Although chemical fertilizers provide plant nutrients faster, to increase the quality of products, especially medicinal and aromatic plants, the use of organic fertilizers is better. The purpose of this research was to Investigate the effect of planting date and different amounts of farmyard manure on nitrogen crop efficiency, nitrogen absorption efficiency, nitrogen utilization physiological efficiency, nitrogen harvesting index and seed yield the experiment was carried out in the form of split plots based on a completely randomized block design in three replications in the research farm Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University in 2021. Experimental treatments included farmyard manure as the main factor (0-, 10-, 20-, and 30-ton ha-1) and sowing date (April 4, April 24, and May 14) as a sub factor. The results showed that sowing date, farmyard manure and their interaction had a significant effect on all evaluated traits. The increase in farmyard manure decreased nitrogen capture efficiency (NCE), nitrogen physiological efficiency (NUE), nitrogen agronomic efficiency (ANUE) and nitrogen harvesting index (NHI). By increasing farmyard manure application from 0 to 30-ton ha-1, NCE, ANUE, NUE and NHI decreased 50.23, 54.55, 73.16 and 61.65, respectively. Based on the results, the sowing date of April 4th, accompanied by the application of 30-ton ha-1 of farmyard manure, was the best treatment in this experiment.

Keywords: Nitrogen productivity, nitrogen harvesting index, nitrogen physiological efficiency, seed yield

Citation Mondani, F., Darabi, M., & Amerian, M. (2024). Effect of Farmyard Manure and Sowing Date on Nitrogen Capture and Use Efficiency of Medicinal Plant Yarrow (*Achillea millefolium* L.). *Plant Production and Genetics*, *5*(2), 223-234. doi.org/10.22034/plant.2024.141110.1095

Copyrights:
Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*Corresponding Author Email: f.mondani@razi.ac.ir