

تأثیر پیش تیمار بذر با اشعه گاما و کود نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) در تولید پروتئین

علیرضا پیرزاد^{۱*}، منوچهر علیزاده^۲، عبدالله حسنزاده قورت تپه^۳ و رضا درویشزاده^۴

*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و گروه بیوتکنولوژی گیاهان دارویی و صنعتی،

پژوهشکده زیست فناوری، دانشگاه ارومیه، پست الکترونیک: a.pirzad@urmia.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

۴- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۰

تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۰

چکیده

برای بررسی اثر نیتروژن روی عملکرد پروتئین برگ گیاهان حاصل از بذرهای پیش تیمار شده بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) با پرتو گاما، یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تابش گاما با منبع کبالت-۶۰ روی بذرهای بابونه آلمانی رقم Bodegold (صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گرم) و مصرف نیتروژن به صورت کود اوره (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل بین پرتو گاما و کود نیتروژن روی عملکرد برگ، بیوماس و پروتئین، شاخص برداشت پروتئین، کارایی مصرف نیتروژن در تولید برگ و پروتئین، عملکرد گل و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. ولی درصد پروتئین و درصد اسانس تحت تأثیر پرتو گاما و نیتروژن قرار نگرفتند. بیشترین عملکرد برگ (۴۱۹۴ کیلوگرم در هکتار) و بیوماس (۱۹۹۹۶ کیلوگرم در هکتار) در تابش ۸ گرمی و به ترتیب با کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمدند. همچنین بالاترین عملکرد پروتئین (۵۷۱ کیلوگرم در هکتار) در تابش ۲۰ گرمی و بدون افزودن نیتروژن و پایین‌ترین عملکرد پروتئین (۱۵۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون پرتو گاما و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. بیشترین کارایی مصرف نیتروژن برای برگ (۶۷/۳۹ کیلوگرم برگ به‌ازای مصرف هر کیلوگرم نیتروژن) و پروتئین (۹/۳۰ کیلوگرم پروتئین با مصرف هر کیلوگرم نیتروژن) از گیاهانی که بذرهای آنها قبل از کاشت ۱۶ گرمی پرتو گاما دریافت کرده بودند (و با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن)، حاصل شد. کمترین کارایی مصرف نیتروژن برای تولید برگ (۱۳/۹۴ کیلوگرم برگ به‌ازای مصرف هر کیلوگرم نیتروژن) و پروتئین (۱/۴۲ کیلوگرم پروتئین با مصرف هر کیلوگرم نیتروژن) در تابش ۱۶ گرمی پرتو گاما و با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. به طوری که بیشترین عملکرد کاپیتول در سطوح صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گرمی تابش گاما به ترتیب با مصرف ۱۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بدست آمد. به طور کلی تابش‌های بالاتر از ۱۲ گرمی توانسته است نیاز به نیتروژن را در بابونه آلمانی برای تولید پروتئین کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.)، بیوماس، پرتو گاما، شاخص برداشت پروتئین.

مقدمه

بابونه آلمانی با نام علمی *Matricaria recutita* L. و نام علمی مترادف *Matricaria chamomilla* L. از قدیمیترین گیاهان دارویی شناخته شده توسط انسان است (امیدبیگی، ۱۳۸۵؛ جایمند و همکاران، ۱۳۸۰)؛ گیاهیست علفی که ارتفاع آن به ۸۰-۱۰ سانتی متر می رسد. از گل های بابونه در صنایع داروسازی، آرایشی-بهداشتی و صنایع غذایی استفاده فراوانی می شود. ساقه بابونه به صورت عمودی بوده، شاخه شاخه، بدون پوشش و گرد می باشد. برگ ها متناوب، دو تا سه پنجه ای، که پهنای آن به ۰/۵ میلی متر می رسد. برگ ها به صورت وارونه تخم مرغی شکل تا نوک تیز و سبز بوده و دارای حاشیه غشایی باریک مایل به قهوه ای هستند (Franke & Schilcher, 2005). خاستگاه اصلی بابونه آلمانی شرق و جنوب اروپا می باشد (Mansfields, 1986). در ایران گونه های مختلف جنس بابونه در نقاط مختلف کشور رشد می کنند، ولی بابونه آلمانی در استان های لرستان، خوزستان، فارس و اطراف تهران یافت می شود که به صورت خودرو رشد کرده و در چند استان در سطحی محدود کشت می شود (امیدبیگی، ۱۳۸۵).

بابونه از قدیمیترین گیاهان دارویی، در تمام دارونامه های معتبر به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده است. فعالیت های ضدقارچی و باکتری کشی از موارد استفاده بابونه آلمانی می باشند. بابونه را همچنین برای درمان بی خوابی، سوءهاضمه (مدنی و همکاران، ۱۳۸۵)، ترک پوست و رماتیسم و همچنین در صنایع آرایشی و بهداشتی برای تولید پمادهای گندزدا، کرم ها، ژل ها و دهان شویه ها استفاده می کنند (Avallone et al., 2000؛ Smolinski & Pestka, 2003). بافت های گیاهی بابونه پس از اسانس گیری از گل های آن،

غذای مناسبی برای احشام می باشد. در ایران گیاه تازه ی بابونه جزئی از سبزی صحرائی در بازار عرضه شده و آن را مخلوط با سایر سبزی ها در بعضی غذاها مصرف می کنند (جایمند و همکاران، ۱۳۸۰؛ میرحیدر، ۱۳۷۳). علاوه بر کاربردهای دارویی، آلفا-بیزابولول و فارنزول موجود در اسانس بابونه به عنوان عطر یا خوشبوکننده ی سایر محصولات آرایشی و طعم دهنده در نوشابه ها استفاده می شود (Mann & Staba, 1992).

یکی از روشهایی که با صرف هزینه انرژی کم می توان باعث افزایش میزان محصول و سایر موارد شد استفاده از روش پرتودهی می باشد. در پرتودهی مواد غذایی از نوعی انرژی الکترومگنتیک و انرژی یونیزه کننده استفاده می شود. پرتودهی پیش از کاشت بذری یکی از مؤثرترین روشهای افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و ترکیب های شیمیایی بابونه آلمانی گزارش شده است (Selenia & Stepanenko, 1979). دوزهای خیلی پایین بین ۰/۱ تا ۰/۱۰ کیلوگری قدرت جوانه زنی جو را تحریک می کند. مطالعات متعددی برای بیان اثر پرتودهی گاما روی برخی گیاهان دارویی نظیر بابونه آلمانی (Selenia & Stepanenko, 1979؛ Youssef & Moussa, 1998)، گونه ای از علف لیمو *Cymbopogon citratus* (Deaf, 2000)، *Mathiola incana* و نوعی گل انگشتانه ای *Delphinium ajacis* (Mahmoud, 2002) و نعنای فلفلی (Zheljazkov et al., 1996) انجام شده است. همچنین دوزهای پایین اشعه گاما جوانه زنی بذرها، رشد گیاه و تولید روغن را تحریک می کند (Nassar et al., 2004).

نیتروزن، یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاه، از اجزای اصلی پروتئین ها می باشد. هنگامی که گیاه در شرایط مصرف بیش از حد کود نیتروزن رشد نماید، تولید

ماده خشک بیشتر اندام‌های هوایی و اجزای عملکرد دانه مؤثر است، به نظر می‌رسد تأثیر آن بر عملکرد توجیه بیولوژیک داشته باشد (Pilbeam *et al.*, 1997). کاهش شاخص برداشت دانه گندم با افزایش مقدار مصرف نیتروژن، به دلیل افزایش بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه گزارش شده است. افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش درصد پروتئین دانه گندم به میزان ۶٪ شده است (شهسواری و صفاری، ۱۳۸۴).

هدف از تولید تجاری گیاهان دارویی، بدست آوردن مقدار بیشتری بیوماس در واحد سطح است که محتوی مقادیر بالاتری از مواد مؤثره نیز باشد. نیازهای کودی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تولید گیاهان دارویی هستند. مواد مؤثره گیاهان دارویی ممکن است به‌طور مثبت و یا منفی به کودها پاسخ بدهند که دریافتن این موضوع مستلزم انجام مطالعات متعدد تغذیه‌ای می‌باشد. در یک مطالعه افزایش نیتروژن از ۲۲۰ کیلوگرم به ۴۴۰ کیلوگرم در هکتار در بابونه گاوچشم (*Tanacetum parthenium* Schultz Bip. (L.))، باعث افزایش وزن تر و خشک بوته‌ها شده است (Dufault *et al.*, 2003). در تحقیق دیگری بر روی بابونه گاوچشم، استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به عدم استفاده از کود نیتروژن باعث افزایش ۳ تا ۶ درصدی ماده خشک گیاه شد (Bullock, 1999). Bernath (۲۰۰۰) نشان داد که افزودن ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار به‌صورت سرک در اولین برداشت سبب افزایش عملکرد پیکر رویشی می‌شود. وی همچنین اظهار داشت که در شرایط مناسب عملکرد محصول در سال اول رویش ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و در سال‌های بعد ۲ تا ۳ تن در هکتار

پروتئین کاهش یافته و نیتروژن به شکل غیرپروتئینی در گیاه تجمع می‌یابد. نیترات یکی از شکل‌های غیرپروتئینی است که وجود بیش از حد آن در جیره غذایی باعث ایجاد سمیت می‌شود (Hernandes, 2000). مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی موجب می‌شود که حتی گیاهانی که در شرایط عادی نیترات را در اندام‌های خود ذخیره نمی‌کنند، این ماده را به مقدار زیاد ذخیره نمایند (Dmitrieva & Tsadko, 1990). بنابراین مصرف نیتروژن تا هنگامی مقرون به صرفه است که میزان افزایش عملکرد، هزینه مصرف کود بیشتر را تأمین نماید (Berry, 1984). مصرف بیش از حد نیتروژن می‌تواند مشکلاتی از قبیل خوابیدگی ساقه (ورس)، آلودگی آبهای زیرزمینی و هزینه زیاد را به دنبال داشته باشد. اشکال مختلف نیتروژن بسیار محلول و متحرک بوده و به سرعت از طریق آبشویی، تبخیر و نیتریفیکاسیون از دسترس ریشه خارج می‌شود. در محیط‌هایی که توان تولید بالایی دارند و یا بقایای نیتروژن خاک پایین است با مصرف نیتروژن افزایش عملکرد مشاهده می‌شود (Fredrick & Comberato, 1995). شهسواری و صفاری (۱۳۸۴) با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، ۳۱٪ افزایش در وزن خشک بوته گندم را گزارش کردند. ولی سطوح بالاتر از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، وزن خشک اندام‌های هوایی را کاهش داد. احتمالاً این سطوح نیتروژن اضافه بر نیاز گیاه بوده و سبب سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر و کاهش فتوسنتز و همچنین خوابیدگی ساقه شده است. آنها افزایش ۲۰ درصدی با افزایش مقدار نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار را گزارش کرده‌اند. از آنجایی که مصرف کود نیتروژن‌دار بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، طول دوره رویش و تجمع

عنصر غذایی بر رشد گیاهان از اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد. بنابراین بررسی همزمان اثرهای پیش تیمار بذر و کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن روی مقدار تولید پروتئین برگ بقایای گیاهی بابونه آلمانی از اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد.

مواد و روشها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی شهید بهشتی ارومیه، واقع در ۱۵ کیلومتری جنوب ارومیه، جاده سنتو با عرض جغرافیایی 51° و 38° شمالی و طول جغرافیایی 44° و 41° و با ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا انجام شد. به استناد آمار ۳۵ ساله، میانگین بارندگی سالیانه برابر با ۳۴۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه برابر با ۱۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش تا عمق ۳۰ سانتی‌متر در جدول ۱ ارائه شده است.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ فاکتور پرتودهی بذرهای بابونه آلمانی (صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گرمی) و مصرف نیتروژن به صورت کود اوره (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) در ۳ تکرار اجرا شد. قبل از کاشت و پس از یک شخم و دیسک پاییزه، در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۸۷ کرت‌هایی در ابعاد ۳۲۰ سانتی‌متر طول و ۲۲۰ سانتی‌متر عرض تهیه گردید. بعد از آماده‌سازی زمین، بذرهای بابونه آلمانی رقم بودگلد پس از پرتودهی در مرکز تحقیقات هسته‌ای پزشکی-کشاورزی کرج با منبع کبالت C^{60} در سطح کرت‌ها بعد از برداشت گندم در ردیف‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم و ۱۰ سانتی‌متر فاصله دو بوته در روی ردیف (پیرزاد و

خواهد بود. امیدبگی و حسنی ملایری (۱۳۸۶) یک افزایش معنی‌دار در مقادیر وزن تر و وزن خشک بوته بابونه گاوچشم در ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن را در مقایسه با شاهد گزارش کردند.

بابونه آلمانی گیاهی نیتروژن دوست بوده (Varny, 1968) و دسترسی زیاد این گیاه به نیتروژن موجب تولید جمعیت‌های آبدار برگ به همراه گلدهی نامحدود شده و درصد برگ و ساقه آن افزایش می‌یابد. با توجه به شرایط متفاوت کشت، برای تولید مقدار مناسب گل خشک برای اسانس‌گیری، ۲۰ تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۲۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 و ۱۵۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار K_2O توصیه شده است. از طرفی دیگر، بابونه نسبت به مقادیر بیش از اندازه P_2O_5 نیز حساس می‌باشد. نسبت نیتروژن به اکسیدپتاسیم در بابونه باید ۲:۱ باشد. کود پتاسیم و در صورت نیاز نیتروژن در طول مرحله‌ی پنجه‌زنی باید انجام شود (Franke & Schilcher, 2005). با وجود این، گزارشی از تأثیر نیتروژن روی میزان پروتئین برگی در بابونه در دست نیست.

به نظر می‌رسد که بررسی پیرامون مدیریت مناسب مصرف نیتروژن در بابونه آلمانی، به نحوی که امکان بهبود خواص کیفی آن (میزان پروتئین برگی) را فراهم سازد، حائز اهمیت می‌باشد. بنابراین با توجه به سادگی و اثر زیاد تشعشعات گاما روی بذرهای گیاهان زراعی، بدون تأثیر بر ساختار ژنتیکی آن و اهمیت بابونه آلمانی به عنوان یک گیاه دارویی و استفاده از اندام‌های رویشی و بدون استفاده آن پس از اسانس‌گیری از گل‌ها، هر گونه تیمار قبل از کاشت برای تغییر رشد گیاه به نفع تولیدکننده ضروریست. همچنین در این تغییر غیرژنتیکی، میزان مصرف بهینه نیتروژن به عنوان پرمصرف‌ترین و مؤثرترین

برداشت و کارایی مصرف نیتروژن در تولید پروتئین بابونه آلمانی محاسبه گردید.

درصد پروتئین، پس از خشک کردن نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد، از طریق دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری نیتروژن شامل دستگاه تقطیر-هضم پروتئین-اسکروبرا (خشی‌کننده بخارات اسید) می‌باشد. درصد و عملکرد پروتئین به دلیل اینکه استفاده از برگ بابونه به عنوان سبزی در برخی مناطق مطرح است، به شرح زیر مورد محاسبه قرار گرفتند (امامی، ۱۳۷۵):

$$\frac{۶}{۲۵} \times \text{درصد نیتروژن برگ} = \text{درصد پروتئین برگ}$$

$$\text{عملکرد برگ} \times \text{درصد پروتئین برگ} = \text{عملکرد پروتئین برگ}$$

برای بدست آوردن عملکرد گل خشک (کاپیتول) از هر واحد آزمایشی ۱ مترمربع با در نظر گرفتن حاشیه‌ها علامت‌گذاری و کاپیتول‌ها جهت استخراج اسانس به همراه ۱ تا ۲ سانتی‌متر دمگل و با دست برداشت گردید. برداشت به همراه دمگل طولی‌تر سبب کاهش کیفیت اسانس می‌شود. برداشت کاپیتول‌ها زمانی که گل‌های کناری کاملاً باز شده و گلچه‌های سفیدرنگ زبانه‌ای به صورت افقی قرار گرفته بودند، انجام شد. کاپیتول‌ها بلافاصله در سایه به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق (حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد) خشک شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه اسانس‌گیر (کلونجر (Clevenger)) انجام گردید. برای استخراج اسانس از کاپیتول‌هایی که قبلاً برداشت شده و در سایه خشک شده بودند، به مقدار ۲۵ گرم ماده خشک با احتساب میزان رطوبت موجود

همکاران، ۱۳۸۷ الف؛ Pirzad *et al.*, 2011؛ پیرزاد و همکاران، ۱۳۸۷ ب) کشت شده و با یک غلطک سبک به ذرات سطح خاک چسبیدند. به طوری که بذرهای پس از جذب آب قادر به دریافت نور آفتاب بودند. هنگام کاشت نصف مقادیر نیتروژن مورد آزمایش به خاک اضافه شد؛ نصف دیگر نیتروژن در زمان شروع ساقه‌دهی به واحدهای آزمایشی اضافه شدند. مبارزه با علف‌های هرز، برای جلوگیری از رقابت آنها با بابونه و ممانعت از هرگونه تداخل علف‌کش‌ها، به صورت دستی و مداوم انجام شد. در این آزمایش درصد، عملکرد، شاخص

نسبتی از عملکرد بیولوژیکی که عملکرد اقتصادی را نشان می‌دهد به نام ضریب برداشت یا ضریب کارایی یا ضریب جابجایی نامیده می‌شود. به عبارت دیگر نسبت بین جزء قابل فروش (بخش اقتصادی) و کل وزن خشک (عملکرد بیولوژیکی) شاخص برداشت گیاه محسوب می‌شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸) که عملکرد اقتصادی در اینجا عملکرد پروتئین می‌باشد، که در این صورت شاخص برداشت بدست آمده، شاخص برداشت پروتئین خواهد بود. کارایی مصرف نیتروژن، نسبت به عملکرد اقتصادی و میزان نیتروژن مصرفی نیز محاسبه شد. عملکرد پروتئین به عنوان عملکرد اقتصادی در نظر گرفته شد، بنابراین کارایی مصرف آب در تولید پروتئین بدست آمد. بازده مصرف نیتروژن به صورت وزن ماده خشک تولید شده بر مقدار نیتروژن مصرف شده بیان می‌شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸).

تجزیه آماری داده‌ها براساس مدل آماری طرح‌های مورد استفاده توسط نرم‌افزارهای SAS و MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از روش SNK در سطح احتمال ۰/۵ انجام گردید. همچنین برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

در گل‌ها، همراه با مقدار کافی آب مقطر درون بالن مخصوص دستگاه ریخته شده و با استاندارد ۴ ساعته استخراج اسانس انجام شد. برای هر واحد آزمایشی، عمل اسانس‌گیری دوبار انجام و میانگین آنها در محاسبات منظور شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

| واکنش کل اشباع (pH) | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) | پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | درصد ازت کل | درصد ماده آلی | درصد شن | درصد رس | درصد سیلت | بافت خاک | وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مترمربع) |
|---------------------|-----------------------------------|---|---|-------------|---------------|---------|---------|-----------|----------|--|
| ۸/۳ | ۰/۸ | ۲۷۵ | ۸/۴ | ۰/۱۲ | ۱/۲۰ | ۲۱ | ۴۳ | ۲۶ | رسی لومی | ۱/۵ |

نتایج

عملکرد برگ و عملکرد بیولوژیک

عملکرد برگ بایونیه آلمانی تحت تأثیر معنی‌دار اثر متقابل بین تابش گاما و کود نیتروژن قرار داشت. درحالی‌که تابش گاما اثر معنی‌داری روی آن نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد برگ در واحد سطح (۴۱۹۴ کیلوگرم در هکتار) در تابش ۸ گری و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تولید شد و کمترین عملکرد برگ در واحد سطح (۱۵۹۵ کیلوگرم در هکتار) در تابش ۸ گری و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. در تابش‌های صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گری، بیشترین عملکرد برگ در واحد سطح به ترتیب در مقادیر ۱۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۵۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن و کمترین مقادیر وزن برگ در

واحد سطح با کاربرد ۵۰، ۱۰۰، ۵۰، ۵۰، ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. همپوشانی تیمارهای نیتروژن از نظر وزن برگ نشان داد که مقادیر بالاتر نیتروژن منجر به وزن بالای برگ در واحد سطح شده‌است (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های عملکرد بیولوژیک نشان داد که عملکرد بیوماس تحت تأثیر معنی‌دار تابش گاما و نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ قرار دارد. اثر متقابل بین گاما و نیتروژن روی عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۹۹۹۶ کیلوگرم در هکتار) از تابش ۸ گری و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد و کمترین عملکرد بیولوژیک (۷۸۲۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تابش ۸ گری و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. با بررسی مقادیر مختلف

گردید و این نسبت تحت تأثیر تابش گاما و سطوح نیتروژن قرار نگرفت. ولی اثر متقابل بین گاما و نیتروژن روی شاخص برداشت پروتئین در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). بالاترین شاخص برداشت پروتئین (۳/۸۵٪) در تابش ۴ گری با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و پایین ترین مقدار آن (۰/۹۲٪) در تیمار بدون گاما و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. بیشترین شاخص برداشت پروتئین در سطوح صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گری تابش گاما به ترتیب با مصرف ۱۰۰، ۱۵۰، ۱۵۰، ۱۵۰، ۵۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن و کمترین میزان این شاخص برداشت به ترتیب با کاربرد ۵۰، صفر، صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شدند (جدول ۴).

کارایی مصرف نیتروژن

تشعشعات گاما هیچ تأثیری بر روی کارایی مصرف نیتروژن برای تولید برگ و پروتئین (نسبت عملکرد اقتصادی به میزان نیتروژن مصرفی، به صورت کارایی مصرف نیتروژن برای تولید برگ و پروتئین) نداشت. ولی کارایی مصرف نیتروژن برای تولید برگ و پروتئین تحت تأثیر معنی دار نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت. اثر متقابل بین گاما و نیتروژن روی کارایی مصرف نیتروژن برای تولید برگ در سطح احتمال ۵٪ و پروتئین در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین کارایی مصرف نیتروژن برای برگ (۶۷/۳۹ کیلوگرم برگ به ازای مصرف هر کیلوگرم نیتروژن) از گیاهانی که بذره‌های آنها قبل از کاشت ۱۶ گری تابش گاما دریافت کرده بودند، حاصل شد. کمترین کارایی مصرف نیتروژن برای تولید

عملکرد بیولوژیک در هر کدام از سطوح تابش گاما به طور جداگانه نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در سطوح صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گری تابش گاما به ترتیب با کاربرد ۱۰۰، صفر، ۱۵۰، ۱۰۰، صفر و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و کمترین مقادیر بیوماس در این سطوح گاما به ترتیب در مقادیر ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰، صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شدند (جدول ۳).

درصد و عملکرد پروتئین

درصد پروتئین تحت تأثیر معنی دار تابش گاما، سطوح نیتروژن و اثر متقابل بین گاما و نیتروژن قرار نداشت. میانگین کل درصد پروتئین برگ بابونه آلمانی در این آزمایش ۱۲/۴۲ درصد بود. درحالی که تأثیر سطوح نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ و اثر متقابل بین گاما و نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ روی عملکرد پروتئین معنی دار شد (جدول ۳).

مقایسه میانگین ترکیب‌های تیماری بالاترین عملکرد پروتئین (۵۷۱ کیلوگرم در هکتار) را در تابش ۲۰ گری و بدون افزودن نیتروژن و پایین ترین عملکرد پروتئین (۱۵۱ کیلوگرم در هکتار) را در تیمار بدون گاما و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان داد. به طوری که بیشترین عملکرد پروتئین در سطوح صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گری تابش گاما به ترتیب با مصرف ۱۰۰، ۱۵۰، ۱۵۰، ۵۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن و کمترین عملکرد پروتئین به ترتیب با کاربرد ۵۰، ۵۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد (جدول ۴).

شاخص برداشت پروتئین

شاخص برداشت پروتئین از نسبت عملکرد اقتصادی (پروتئین برگ بابونه آلمانی) به عملکرد بیولوژیک محاسبه

تابش‌های صفر، ۸، ۱۶ و ۲۰ گرم گاما با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (جدول ۴).

عملکرد کاپیتول

اثر متقابل بین گاما و نیتروژن روی عملکرد کاپیتول در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های عملکرد کاپیتول نشان داد که بیشترین عملکرد کل کاپیتول (۵۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار) از گیاهان بدون تابش گاما و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین عملکرد (۱۴۵/۳ کیلوگرم در هکتار) با ۴ گرم تابش گاما و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید. بیشترین عملکرد کل کاپیتول در سطوح صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گرم تابش گاما به ترتیب با مصرف ۱۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و کمترین عملکرد گل خشک به ترتیب با کاربرد ۱۰۰، ۱۵۰، ۵۰، ۵۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (جدول ۳).

درصد و عملکرد اسانس

درصد و عملکرد اسانس تحت تأثیر سطوح مختلف تابش گاما و نیتروژن قرار نگرفتند. میانگین کل درصد اسانس در واحدهای آزمایشی ۰/۵۶٪ وزنی بود. ولی اثر متقابل بین گاما و نیتروژن روی عملکرد اسانس در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). در این آزمایش به نظر می‌رسد تأثیر اشعه گاما و نیتروژن بر عملکرد اسانس از طریق عملکرد کاپیتول می‌باشد. زیرا درصد اسانس تحت تأثیر گاما و نیتروژن قرار ندارد. با وجود اثر متقابل بین گاما و نیتروژن روی عملکرد اسانس، مقایسه

برگ (۱۳/۹۴ کیلوگرم برگ به‌ازای مصرف هر کیلوگرم نیتروژن) در تابش ۱۶ گرم گاما با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. بیشترین کارایی مصرف نیتروژن در تولید برگ در سطوح ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گرم تابش گاما با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و در گیاهان حاصل از بذره‌های بدون دریافت گاما با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار بدست آمد. درحالی‌که کمترین کارایی مصرف نیتروژن برای تولید برگ در تابش‌های ۴ و ۱۲ گرم با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و در تابش‌های صفر، ۸، ۱۶ و ۲۰ گرم گاما با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول ۴).

روند تغییرات کارایی مصرف نیتروژن برای تولید پروتئین به‌دلیل این‌که پروتئین در بابونه آلمانی از برگ این گیاه بدست می‌آید، مشابه کارایی نیتروژن برای برگ بود. بنابراین بالاترین کارایی مصرف نیتروژن در تولید پروتئین (۹/۳۰ کیلوگرم پروتئین با مصرف هر کیلوگرم نیتروژن) از گیاهانی که بذره‌های آنها قبل از کاشت ۱۶ گرم تابش گاما دریافت کرده بودند، حاصل شد. کمترین کارایی مصرف نیتروژن برای تولید پروتئین (۱/۴۲ کیلوگرم پروتئین با مصرف هر کیلوگرم نیتروژن) در تابش ۱۶ گرم گاما و با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. در صورتی‌که بیشترین کارایی مصرف نیتروژن در تولید پروتئین در کلیه سطوح ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گرم تابش گاما با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و در گیاهان حاصل از بذره‌های بدون دریافت گاما با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار بدست آمد. درحالی‌که کمترین کارایی مصرف نیتروژن برای تولید پروتئین در تابش‌های ۴ و ۱۲ گرم با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و در

پروتئین مشاهده شد. همبستگی عملکرد پروتئین با شاخص برداشت پروتئین (نسبت عملکرد پروتئین به عملکرد بیولوژیک) مثبت و معنی دار بود. در این مطالعه عملکرد اسانس با عملکرد کاپیتول همبستگی مثبت و معنی داری را نشان داد (جدول ۵).

میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری را بین ترکیب‌های تیماری نشان نداد و میانگین کل عملکرد اسانس در ترکیب‌های تیماری برابر با ۱/۲۲ کیلوگرم در هکتار بود. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد برگ با عملکرد بیوماس، عملکرد پروتئین و شاخص برداشت

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر اشعه گاما و سطوح نیتروژن روی عملکرد و اجزای عملکرد کاپیتول بابونه آلمانی

| میانگین مربعات | | | | | | | | | | | |
|----------------|------------|------|--------|----------|---------|---------------------|------------------|--------------|--------------|------------|----------------|
| منابع تغییر | درجه آزادی | درصد | عملکرد | | | شاخص برداشت پروتئین | کارآیی مصرف | | عملکرد اسانس | درصد اسانس | عملکرد کاپیتول |
| | | | برگ | بیولوژیک | پروتئین | | نیتروژن | | | | |
| | | | | | | | در تولید پروتئین | در تولید برگ | | | |
| تکرار | ۲ | ۰/۰۳ | ۱/۲۸ | ۰/۳۷ | ۰/۷۸ | ۰/۸۳ | ۰/۹۹ | ۰/۸۷ | ۰/۶۳ | ۳/۳۱ | ** |
| گاما | ۵ | ۰/۶۲ | ۰/۷۵ | ۱/۶۶ | ۰/۵۳ | ۰/۹۱ | ۰/۲۸ | ۰/۲۸ | ۱/۸۲ | ۱/۱۳ | * |
| نیتروژن | ۳ | ۱/۲۳ | ۳/۱۴ | ۲/۰۹ | ۲/۳۲ | ۱/۱۲ | ۱۰/۷۵ | ۶/۷۷ | ۱/۹۹ | ۱/۶۲ | ** |
| گاما × نیتروژن | ۱۵ | ۱/۲۲ | ۱/۶۳ | ۲/۰۶ | ۱/۸۴ | ۱/۹۵ | ۱/۲۹ | ۱/۶۹ | ۲/۳۱ | ۱/۴۹ | * |
| اشتباه آزمایشی | ۴۶ | ۰/۹۴ | ۰/۶۳ | ۰/۵۰ | ۰/۶۶ | ۰/۶۵ | ۰/۳۸ | ۰/۵۲ | ۰/۳۹ | ۰/۶۴ | |

* و **، به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیب‌های تیماری اشعه گاما و سطوح مختلف نیتروژن روی عملکرد برگ، بیوماس و پروتئین و شاخص برداشت پروتئین در بابونه آلمانی

| عملکرد کاپیتول (کیلوگرم در هکتار) | شاخص برداشت پروتئین (%) | عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد دیپولونیک (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار) | نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) | گاما (گری) |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------|
| ۲۱۴/۴۵ i | ۲/۰۱ abc | ۳۸۷/۹۵ j | ۱۹۳۳۱/۰۹ c | ۳۲۰۱/۱۱ h | ۰ | |
| ۲۱۸/۸۹ h | ۰/۹۲ c | ۱۵۰/۹۷ v | ۱۶۵۲۹/۷۰ h | ۱۷۴۰/۵۵ v | ۵۰ | |
| ۱۵۱/۶۷ r | ۲/۶۱ abc | ۵۴۲/۴۸ c | ۱۹۵۴۶/۰۹ b | ۴۱۷۲/۲۲ b | ۱۰۰ | ۰ |
| ۵۳۳/۳۳ a | ۲/۰۶ abc | ۲۹۶/۱۳ m | ۱۴۹۳۳/۸۷ p | ۲۸۴۵/۰۰ j | ۱۵۰ | |
| ۱۷۹/۱۷ o | ۱/۵۶ abc | ۲۴۸/۲۷ q | ۱۵۱۸۶/۳۷ n | ۲۴۵۹/۷۲ n | ۰ | |
| ۱۸۷/۵۰ m | ۱/۶۹ abc | ۲۳۴/۱۹ r | ۱۴۱۸۹/۹۸ t | ۲۱۸۰/۰۰ p | ۵۰ | |
| ۲۲۷/۷۸ g | ۲/۰۸ abc | ۲۸۶/۵۲ n | ۱۳۳۹۰/۵۴ u | ۲۱۲۸/۶۱ q | ۱۰۰ | ۴ |
| ۱۴۵/۲۸ s | ۳/۸۵ a | ۵۴۹/۷۹ b | ۱۴۲۹۹/۱۵ s | ۳۶۵۰/۸۳ d | ۱۵۰ | |
| ۲۱۹/۴۴ h | ۲/۰۶ abc | ۲۶۹/۵۵ o | ۱۳۲۰۰/۸۲ v | ۲۰۰۱/۹۴ t | ۰ | |
| ۱۷۰/۸۳ p | ۲/۴۷ abc | ۱۸۹/۷۳ u | ۷۸۱۹/۷۱ x | ۱۵۹۵/۰۰ w | ۵۰ | |
| ۲۱۶/۱۱ i | ۲/۱۹ abc | ۴۱۶/۷۴ h | ۱۸۹۸۶/۳۷ d | ۴۱۹۴/۴۴ a | ۱۰۰ | ۸ |
| ۱۹۵/۸۳ l | ۲/۵۹ abc | ۵۲۹/۲۰ d | ۱۹۹۹۵/۱۵ a | ۳۵۲۴/۴۴ e | ۱۵۰ | |
| ۲۰۱/۹۵ k | ۲/۱۱ abc | ۳۱۴/۴۶ k | ۱۴۹۷۷/۲۱ o | ۲۳۳۸/۸۹ o | ۰ | |
| ۱۶۷/۷۸ q | ۱/۵۵ abc | ۲۳۶/۷۰ r | ۱۵۴۹۴/۴۳ k | ۱۸۱۸/۸۹ u | ۵۰ | |
| ۲۰۸/۳۴ j | ۱/۲۰ bc | ۲۰۸/۱۳ t | ۱۷۲۸۱/۶۵ f | ۲۰۰۳/۳۳ t | ۱۰۰ | ۱۲ |
| ۲۵۶/۱۱ d | ۲/۷۴ abc | ۴۲۳/۱۶ g | ۱۵۳۲۱/۰۹ l | ۲۸۸۸/۸۸ i | ۱۵۰ | |
| ۱۵۲/۵۰ r | ۲/۲۶ abc | ۳۹۵/۹۴ i | ۱۷۵۶۸/۵۹ e | ۲۶۵۵/۲۸ k | ۰ | |
| ۱۸۳/۳۳ n | ۳/۲۷ abc | ۴۶۴/۸۸ e | ۱۴۴۱۳/۵۹ q | ۳۳۶۹/۴۴ f | ۵۰ | |
| ۲۴۲/۷۸ e | ۲/۱۸ abc | ۲۹۸/۹۳ l | ۱۴۳۹۲/۴۹ r | ۲۶۴۵/۸۳ l | ۱۰۰ | ۱۶ |
| ۲۳۳/۳۳ f | ۱/۳۳ abc | ۲۱۲/۵۸ s | ۱۶۲۱۹/۴۳ i | ۲۰۹۱/۳۹ r | ۱۵۰ | |
| ۲۶۴/۴۵ c | ۳/۶۷ ab | ۵۷۱/۲۸ a | ۱۵۵۸۰/۸۲ j | ۳۷۴۴/۴۴ c | ۰ | |
| ۱۹۵/۰۰ l | ۱/۷۴ abc | ۲۶۰/۹۵ p | ۱۵۲۴۱/۶۵ m | ۲۰۲۲/۲۲ s | ۵۰ | |
| ۳۰۶/۳۹ b | ۲/۵۹ abc | ۴۳۸/۵۲ f | ۱۶۸۶۱/۳۷ g | ۳۲۶۳/۸۹ g | ۱۰۰ | ۲۰ |
| ۲۱۶/۳۹ i | ۲/۲۳ abc | ۲۸۶/۷۷ n | ۱۲۶۵۳/۰۴ w | ۲۴۸۳/۰۵ m | ۱۵۰ | |

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین ترکیب‌های تیماری سطوح گاما و نیتروژن روی کارآیی مصرف نیتروژن در بابونه آلمانی

| کارآیی مصرف نیتروژن در تولید پروتئین | کارایی مصرف نیتروژن در تولید برگ | نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) | گاما (گری) |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| ۳/۰۲ cde | ۳۴/۸۱ d | ۵۰ | |
| ۵/۴۲ b | ۴۱/۷۲ bc | ۱۰۰ | ۰ |
| ۱/۹۷ efg | ۱۸/۹۷ i | ۱۵۰ | |
| ۴/۶۸ bcd | ۴۳/۶۰ b | ۵۰ | |
| ۲/۸۶ efg | ۲۱/۲۹ h | ۱۰۰ | ۴ |
| ۳/۶۷ efg | ۲۴/۳۴ g | ۱۵۰ | |
| ۳/۷۹ def | ۳۱/۹۰ e | ۵۰ | |
| ۴/۱۷ cde | ۴۱/۹۴ bc | ۱۰۰ | ۸ |
| ۳/۵۳ efg | ۲۳/۵۰ g | ۱۵۰ | |
| ۴/۷۳ bcd | ۳۶/۳۸ d | ۵۰ | |
| ۲/۰۸ efg | ۲۰/۰۳ hi | ۱۰۰ | ۱۲ |
| ۲/۸۲ efg | ۱۹/۲۶ i | ۱۵۰ | |
| ۹/۳۰ a | ۶۷/۳۹ a | ۵۰ | |
| ۲/۹۹ efg | ۲۶/۴۶ f | ۱۰۰ | ۱۶ |
| ۱/۴۲ g | ۱۳/۹۴ k | ۱۵۰ | |
| ۵/۲۲ bc | ۴۰/۴۴ c | ۵۰ | |
| ۴/۳۸ bcd | ۳۲/۶۴ e | ۱۰۰ | ۲۰ |
| ۱/۹۱ fg | ۱۶/۵۵ j | ۱۵۰ | |

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۵ می‌باشد.

جدول ۵- همبستگی بین صفت‌های مورد مطالعه بابونه آلمانی تحت سطوح مختلف اشعه گاما و نیتروژن

| عملکرد برگ | عملکرد بیولوژیک | درصد پروتئین | عملکرد پروتئین | عملکرد کاپیتول | درصد اسانس |
|---------------|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| ۰/۵۶ | | | | | |
| | ۰/۰۳ | | | | |
| | | ۰/۳۶ | | | |
| | | | ۰/۹۱ | | |
| | | | | ۰/۶۸ | |
| | | | | | ۰/۰۵ |
| | | | | | ۰/۲۷ |
| | | | | | ۰/۰۵ |
| | | | | | ۰/۰۱ |
| | | | | | ۰/۹۳ |
| | | | | | ۰/۱۲ |
| | | | | | ۰/۱۶ |
| | | | | | ۰/۱۰ |
| | | | | | ۰/۰۵ |

حداقل مقدار معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۵، ۰/۴ می‌باشد.

بحث

اثر متقابل بین دوزهای تابش گاما روی بذر و مقادیر نیتروژن مصرفی برای تولید برگ و پروتئین نشان‌دهنده پاسخ متفاوت بابونه آلمانی از نظر متغیرهای اندازه‌گیری شده به کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن در شدت‌های تابش گاما می‌باشد. اثر متقابل معنی‌دار در بابونه آلمانی بین اشعه گاما و سطوح فسفر نیز قبلاً گزارش شده‌است. همچنین تحریک رشد گیاه در دوزهای پایین تابش گاما روی بذرهای بابونه آلمانی قبل از کاشت مشاهده شده‌است (Nassar *et al.*, 2004). مطالعات دیگر نیز افزایش عملکرد را از طریق اجزای عملکرد در بابونه آلمانی (Selenia & Stepanenko, 1979) با تابش گاما بر بذرهای آن قبل از کاشت گزارش کرده‌اند. عدم تفاوت معنی‌دار در ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی در بابونه تحت تابش‌های با دوز کمتر مشاهده شده‌است. ولی با افزایش بیشتر میزان تابش برخی صفات‌های مورفولوژیک افزایش داشته‌است (Nassar *et al.*, 2004). روند ثابتی در تغییرات مورفولوژیک گیاه تاج‌خروس حاصل از بذرهای اشعه دیده مشاهده نشده‌است، زیرا برخی سطوح تابش حتی منجر به کوچکتر شدن جثه گیاه نسبت به شاهد شده‌است، ولی به‌کاربردن ۱۲/۵ تا ۵۰ کیلوگرم تشعشعات گاما باعث افزایش معنی‌دار در تعداد برگ تاج‌خروس می‌شود (Mollah *et al.*, 2009). وجود برخی گزارشها حکایت از اثر متقابل بین عناصر غذایی و تابش گاما روی تولید بیوماس بابونه آلمانی دارد (Nassar *et al.*, 2004). همچنین تأثیر تابش گاما بر رشد برخی گیاهان دارویی (Deaf, 2000; Zheljzakov *et al.*, 1996) نیز یافته‌های این پژوهش را تأیید می‌کنند. با این حال ارتفاع بوته و در نتیجه بیوماس تولیدی بابونه در سطوح مختلف تابش

روند ثابتی را در هر سطح فسفر ندارند (Nassar *et al.*, 2004). نتایج تحقیقات روی نخود (Khan, 1999) و جو (Subhan *et al.*, 2004) نشان داد که دوزهای زیاد باعث کاهش عملکرد بیولوژیک، ولی دوزهای پایین باعث افزایش آن در مقایسه با شاهد (بدون دریافت پرتو گاما) شده‌اند.

در شرایط معمول (بدون تابش گاما) کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار بیشترین عملکرد برگ و پروتئین و همچنین بالاترین کارایی مصرف نیتروژن برای تولید برگ و پروتئین را نشان می‌دهد و مقادیر بیشتر و کمتر از این مقدار نیتروژن منجر به کاهش معنی‌دار تولید شده‌است. ولی در تولید برگ ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در تولید بیوماس ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین مقادیر را در بذرهای پیش‌تیمار شده با ۸ گری گاما داشتند. به نظر می‌رسد تابش ۸ گری مناسب برای تولید برگ و بیوماس کل باشد. ولی مقادیر بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن با وجود افزایش بیوماس، به دلیل اختصاص مواد آلی به بخش‌های غیربرگی منجر به کاهش عملکرد برگ شده‌است. نتایج عملکرد پروتئین برگی نشان می‌دهد که با افزایش دوز تابش گاما نیاز به نیتروژن کاهش می‌یابد. به‌طوری که بیشترین عملکرد پروتئین در تابش‌های ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ گری به‌ترتیب مربوط به مقادیر ۱۵۰، ۱۵۰، ۱۵۰، ۵۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. روند تغییرات عملکرد پروتئین و عملکرد بیولوژیک، و همچنین مقادیر بالای عملکرد بیولوژیک در مقایسه با مقدار پروتئین تولیدی باعث شده‌است که شاخص برداشت پروتئین در بیشتر ترکیب‌های تیماری تفاوت معنی‌دار با هم نداشته باشند. این تفاوت فقط بین بیشترین میزان شاخص برداشت (تابش ۴ گری و کاربرد

تخریب پروتئین‌های بالقوه خطرناک و غیرعادی در اثر فعالیت پروتئازی، اسیدهای آمینه مورد نیاز برای سنتز پروتئین‌های جدید را فراهم می‌کند (Hameed *et al.*, 2008). تشعشعات گاما باعث افزایش هیدرولیز چربی‌ها و کاهش میزان آنها در گندم می‌شود (Tipple & Norris, 1965) و همچنین باعث افزایش فعالیت پراکسیدازها می‌شود. با بکار بردن اشعه با دوزهای (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ گری) روی بذر بابونه در مقایسه با شاهد به این نتیجه رسیدند که با افزایش دز اشعه میزان روغن مخصوصاً در ۶۰ گری کاهش می‌یابد (Nassar *et al.*, 2004). این نظر که اشعه گاما باعث کاهش میزان روغن در گیاهان دارویی می‌شود، در مطالعات متعددی گزارش شده است (Francis *et al.*, 1983؛ Zheljzkov *et al.*, 1996).

نیترोजن در سطوح بالاتر (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) پروتئین در گندم را کاهش می‌دهد (شهسواری و صفاری، ۱۳۸۴). این کاهش می‌تواند به این دلیل باشد که در مقادیر بالاتر نیترोजن، بخش قابل توجهی از کل محتوی نیترोजن به جای اسیدهای آمینه یا پروتئین‌ها به صورت یون‌های نترات خواهد بود (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۷۲). حیدری و همکاران (۱۳۸۶) با کاربرد مقادیر ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترोजن یک افزایش معنی‌دار در میزان جذب و تجمع نیترोजن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در ساقه گندم مشاهده کردند.

کارآیی مصرف نیترोजن در کلیه تابش‌های گاما با افزایش مقدار نیترोजن، مطابق قانون بازده نزولی، کاهش یافته است. مصرف بیش از حد نیترोजن می‌تواند مشکلاتی از قبیل خوابیدگی ساقه، آلودگی آب‌های زیرزمینی و هزینه زیاد را به دنبال داشته باشد. اشکال مختلف نیترोजن بسیار

۱۵۰ کیلوگرم نیترोजن در هکتار) و کمترین میزان آن (بذرهای بدون تابش گاما و کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیترोजن) معنی‌دار شده است. بنابراین تغییرات شاخص برداشت، با توجه به تغییرات عملکرد پروتئین و بیوماس تحت تأثیر فاکتورهای آزمایش قابل توجیه است (جدول ۴).

افزایش عملکرد همراه با افزایش مصرف نیترोजن در مطالعات متعددی گزارش شده است (Waddell *et al.*, 1999؛ Olivier *et al.*, 2006). آزمایشات سعیدی (۱۳۸۷) و Belanger و همکاران (۲۰۰۰) نشان داده است که مصرف بهینه نیترोजن تولید بیوماس و ماده خشک در گیاه را افزایش می‌دهد. برخی مطالعات نشان دادند که افزایش نیترोजن از ۲۲۰ کیلوگرم به ۴۴۰ کیلوگرم در هکتار در بابونه گاوچشم، باعث افزایش وزن تر و خشک بوته‌ها می‌شود (Dufault *et al.*, 2003). همچنین بیشترین میزان نیترोजن در برخی سطوح فسفر در ۶ کیلوگرم فسفر در هکتار و در برخی دیگر از سطوح فسفر در ۲ و ۱۰ کیلوگرم فسفر در هکتار گزارش شده است (Nassar *et al.*, 2004)، که نشان‌دهنده اثر متقابل عناصر غذایی و تابش دریافتی بذرها قبل از کاشت روی جذب نیترोजن می‌باشد. بنابراین توجیه تغییرات درصد پروتئین (درصد پروتئین ضریب ثابتی از میزان نیترोजن است) نیز مشابه نیترोजن خواهد بود. باوجود تأثیر غیرمعنی‌دار گاما و نیترोजن روی درصد پروتئین (جدول ۳)، تغییرات معنی‌دار عملکرد پروتئین تحت تأثیر فاکتورهای آزمایش نشان‌دهنده تأثیرپذیری عملکرد پروتئین از عملکرد برگ می‌باشد (جدول‌های ۳ و ۴). افزایش میزان پروتئین می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت پروتئازها و پراکسیداز باشد. در یک مطالعه روی دو رقم نخود گزارش شد که فعالیت بیشتر پروتئولیتیک در یک رقم از نخود بعد از ۱۰۰ و ۴۰۰ گری کاهش می‌یابد.

کارآیی مصرف نیتروژن را در تولید پروتئین برگ که یک محصول اضافه و جنبی خیلی مهم در تغذیه انسان و دام می‌باشد، ضمن حفاظت از آلودگی خاک توسط نیتروژن اضافی می‌تواند سطح استاندارد تغذیه انسان را افزایش دهد، که در این پژوهش تابش‌های ۱۶ و ۲۰ گری توانسته‌است نیاز به نیتروژن را در بابونه آلمانی برای تولید پروتئین کاهش دهد. به طوری که بالاترین مقادیر پروتئین نیاز به صفر کیلوگرم در هکتار نیتروژن در تابش ۲۰ گری، ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تابش ۱۶ گری، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در تابش‌های ۴، ۸ و ۱۲ گری و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در بذره‌های بدون تابش گاما داشتند.

منابع مورد استفاده

- امام، ی. و نیک‌نژاد، م.، ۱۳۷۲. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ۵۷۰ صفحه.
- امامی، ع.، ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه‌ی گیاه. نشریه‌ی شماره‌ی ۹۲۸، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۲۸ صفحه.
- امیدبیگی، ر. و حسنی ملایری، س.، ۱۳۸۶. بررسی تأثیر نیتروژن و تراکم کاشت بر باروری گیاه دارویی بابونه گاوچشم رقم زردبند. علوم کشاورزی ایران، ۳۸(۲): ۳۰۹-۳۰۳.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۵. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد سوم). انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۳۹۷ صفحه.
- پیرزاد، ع.، آلیاری، ه.، شکیبیا، م.ر.، زهتاب سلماسی، س. و محمدی، س.ا.، ۱۳۸۷الف. اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی کارآیی مصرف آب در تولید اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.). دانش کشاورزی، ۱۸(۲): ۵۸-۴۹.
- پیرزاد، ع.، آلیاری، ه.، شکیبیا، م.ر.، زهتاب سلماسی، س. و محمدی، س.ا.، ۱۳۸۷ب. اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی کارآیی مصرف آب در تولید کاپیتول بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.). دانش کشاورزی، ۱۸(۴): ۹۱-۸۱.

محلول و متحرک بوده و به سرعت از طریق آبشویی، تبخیر و نیتریفیکاسیون از دسترس ریشه خارج می‌شود. باوجود اینکه مصرف کود در ایران بالاتر از متوسط جهانی و معادل متوسط مصرف کود در کشورهای توسعه‌یافته است؛ بنابراین میزان تولید در واحد سطح عمدتاً به دلیل عدم شناخت نیاز واقعی گیاه، زمان نیاز و عدم تعادل بین عناصر غذایی، پایین تر می‌باشد. نتایج همبستگی نشان می‌دهد که ویژگی‌های مورد مطالعه به نوعی از عملکرد برگ تولیدی تأثیر می‌پذیرند. به عبارت دیگر در محاسبه کلیه صفت‌های مذکور عملکرد برگ اثر مستقیم دارد. همبستگی مثبت عملکرد بیوماس با عملکرد پروتئین نشان می‌دهد که برگ سهم عمده‌ای در تشکیل عملکرد بخش هوایی بابونه دارد. از این رو، همبستگی مثبت درصد پروتئین با عملکرد و شاخص برداشت پروتئین نشان‌دهنده روند یکسان تغییرات درصد و عملکرد پروتئین می‌باشد.

Nassar و همکاران (۲۰۰۴) افزایش درصد اسانس را تحت تأثیر تابش گاما با اعمال ۰ تا ۱۰ کیلوگرم، برخلاف نتایج پژوهش حاضر گزارش کرده‌اند. البته آنها محدوده وسیعی از تابش گاما را روی بذره‌های بابونه آزمایش کرده‌اند که این تفاوت می‌تواند ناشی از این مسئله باشد. افزایش عملکرد با افزایش میزان دوز در مقایسه با شاهد شاید به دلیل ایجاد یک محل یا جایگاه تعدادی از ژن‌های فعال و ناهمگن توسط پرتوهای گاما باشند که سبب افزایش در عملکرد می‌شوند (Abou-Defi *et al.*, 2001) و یا ممکن است اثر پرتوها روی هورمون‌ها و سبب تغییرات هورمونی در آنها شده باشند (El-Saedy *et al.*, 1995).

به‌طورکلی اعمال هر تیمار روی بذر با تکنولوژی مدرن و ارزان قیمت مانند تابش اشعه رادیواکتیو که بتواند

- Berry, M.I. 1984. Feverfew faces the future. *Pharmaceutical Journal*, 232: 611-614.
- Bullock, J., 1999. Proposal for gaining information on producing *Tanacetum parthenium* (feverfew) as high dollar perennial crop. North Carolina State University Publication, 10p.
- Deaf, N.S.D., 2000. Chemical and biological studies on some wild plants. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt.
- Dmitrieva, Z.A. and Tsadko, I.I., 1990. The plant density requirements of newly adapted potato cultivars. *Kartofel i Ovoshchi*, 1: 12-13.
- Dufault, R.J., Rushing, J., Hassal, R., Shepard, B.M., McCutcheon, G. and Ward, B., 2003. Influence of fertilizer on growth and marker compound of field-grown *Echinacea* species and feverfew. *Scientia Horticulturae*, 98: 61-69.
- El-Saedy, M.A.M., Ibrahim I.K.A., Ibrahim, A.A.M. and Nawar, A.I., 1995. The effect of gamma irradiation of sunflower seeds on the growth and susceptibility of sunflower to *Meloidogyne incognita*. *Communication in Science and Development Research*, 49: 183-194.
- Francis, R.R., EI-Naggar, H.A. and Mohamed, S.E., 1983. Effect of gamma irradiation on the chemical constituents and stability of geranium oil during storage. *Annals of Agricultural Science*, 19: 279-310.
- Franke, R. and Schilcher, H., 2005. *Chamomile Industrial Profiles*. CRC Press, 304p.
- Fredrick, J.R. and Comberato, J.J., 1995. Water and nitrogen effects on winter wheat in the southeastern coastal plain: II. physiological responses. *Agronomy Journal*, 87(3): 521-533.
- Hameed, A., Shah, T.M., Atta, B.M., Haq, M.A. and Syed, H., 2008. Gamma irradiation effects on seed germination and growth, protein content, peroxidase and protease activity, lipid peroxidation in desi and kabuli chickpea. *Pakistan Journal of Botany*, 40(3): 1033-1041.
- Hernandez, M., 2000. Nitrate: Toxic Agent list. Cu toxic plant pages. 320p.
- Khan, M.R., 1999. Modulation of Radio Sensitivity with Gibberellic Acid for Cytogenetical Biochemical and Genetic Spectrum in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). PhD thesis. Department of Biological Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad Pakistan.
- Mahmoud, F.A.N., 2002. Effect of Gamma radiation and Some Agrochemicals on Germination, Growth and Flowering of *Delphinium ajacis* and *Mathiola incana* Plants. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture, Moshtohor, Zagazig University, Egypt.
- Mann, C. and Staba, E.J., 1992. The chemistry, pharmacology and commercial formulations of chamomile: 135-280. In: Craker, L.E. and Simon, J.E., (Eds.). *Herbs, Spices and Medicinal Plants*, - جایمند، ک.، رضایی، م.ح.، عسگری، ف. و مشکیزاده، س.، ۱۳۸۰. بررسی ترکیبهای شیمیایی اسانس بابونه *Matricaria chamomilla* L. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۰: ۱۰۵-۱۲۵.
- حیدری، م.، نادیان، ح.، بخشنده، ع.، عالمی سعید، خ. و فتحی، ق.ا.، ۱۳۸۶. بررسی اثرات سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر تنظیم‌کننده‌های اسمزی و جذب عناصر غذایی در گندم. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۱(۴۰(الف)): ۱۹۳-۲۱۰.
- سرمدنیا، ع. و کوچکی، ع.، ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد، ۴۶۷ صفحه.
- سعیدی، م.، ۱۳۸۷. بررسی اندازه غده و نیتروژن روی برخی صفات کمی و کیفی غده سیب‌زمینی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی.
- شهسواری، ن. و صفاری، م.، ۱۳۸۴. اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در کرمان. پژوهش و سازندگی (در زراعت و باغبانی)، ۱۸(۱): ۸۷-۸۲.
- مدنی، ح.، نادری، غ.، چنگیزی، م.، فراهانی، ا. و امیرآبادی، م.، ۱۳۸۵. بررسی اثرات سطوح مختلف کود نیتروژنه و فسفات بر عملکرد و درصد اسانس گیاه بابونه. مجموعه مقالات اولین همایش منطقه‌ای گیاهان دارویی، ادویه‌ای و معطر، شهرکرد، ۱۷ اردیبهشت: ۱۱.
- میرحیدر، ح.، ۱۳۷۳. معارف گیاهی: کاربرد گیاهان در پیشگیری و درمان بیماری‌ها، (جلد پنجم). دفتر نشر فرهنگ اسلامی، ۵۲۷ صفحه.
- Abou-Defi, M.H., Abdel-Hady, M.S. and Mahmoud, I.M., 2001. Detection of gamma rays effect in maize by biochemical genetic analyses. *Bulletin of Egyptian Nuclear Research Center*, 26(2): 237-246.
- Avallone, R., Zanolli, P., Puia, G., Kleinschnitz, M., Schreier, P. and Baraldi, M., 2000. Pharmacological profile of apigenin, a flavonoid isolated from *Matricaria chamomilla*. *Biochemical Pharmacology*, 59(11): 1387-1394.
- Belanger, G., Walsh, J.R., Richards, J.E., Milburn, P.H. and Ziadi, N., 2000. Comparison of three statistical models describing potato yield response to nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal*, 92(5): 902-908.
- Bernath, J., 2000. *Medicinal and Aromatic Plants*. Mezo Pub., Budapest, 667pp.

- and active principle content of *Matricaria recutita*. Rastitel'nye Ressusy, 15: 91-98.
- Smolinski, A.T. and Pestka, J.J., 2003. Modulation of lipopolysaccharide induced proinflammatory cytokine production in vitro and in vivo by the herbal constituents apigenin (chamomile), ginsenoside Rb₁ (ginseng) and parthenolide (feverfew). Food and Chemical Toxicology, 41(10): 1381-1390.
 - Subhan, F., Anwar, M., Ahmad, N., Gulzar, G., Siddiq, A.M., Rahman, S., Ahmad, I. and Rauf, A., 2004. Effect of gamma radiation on growth and yield of barley under different nitrogen levels. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(6): 981-983.
 - Tipples, K.H. and Norris, F.W., 1965. Some effects of high levels of gamma irradiation on the lipids of wheat. Cereal Chemistry, 42: 437-451.
 - Varny, J., 1968. Can you cultivate chamomile? (Slovak). Naše liecive rastliny, 5: 170.
 - Waddell, J.T., Gupta, S.C., Moncrief, J.F., Rosen, C.J. and Steele, D.D., 1999. Irrigation and nitrogen management effects on potato yield, tuber quality, and nitrogen uptake. Agronomy Journal, 9(6)1: 991-997.
 - Youssef, A.A. and Moussa, A.Z., 1998. Effect of gamma rays on growth and essential oil composition of chamomile (*Chamomilla recutita* L.). Arab Universities Journal of Agricultural Sciences, 6: 301-311.
 - Zheljzakov, V., Margine, A., Stovea, T. and Shetty, K., 1996. Effect of gamma irradiation on some quantitative characteristics in mint and cornmint. Acta Horticulture, 426: 381-388.
 - Recent Advances in Botany, Horticulture and Pharmacology (Vol. I.). Food Product Press, New York, U.S.A., 359p.
 - Mansfields, R., 1986. Verzeichnis Landwirtschaftlicher und Gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen). Akademie Verlag, Berlin, 549p.
 - Mollah, M.Z.I., Mubarak, M.A. and Khan, R.A., 2009. Effect of gamma irradiated sodium alginate on red amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) as growth promoter. Radiation Physics and Chemistry, 78: 61-64.
 - Nassar, A.H., Hashim, M.F., Hassan, N.S. and Abo-Zaid, H., 2004. Effect of gamma irradiation and phosphorus on growth and oil production of chamomile (*Chamomilla recutita* L. Rauschert). International Journal of Agriculture and Biology, 6(5): 776-780.
 - Olivier, M., Goffart, J.P. and Ledent, J.F., 2006. Threshold value for chlorophyll meter as decision tool for nitrogen management of potato. Agronomy Journal, 98(3): 496-506.
 - Pilbeam, C.J., McNeil, A.M., Harris, H.C. and Swift, R.S., 1997. Effect of fertilizer rate and form on the recovery of ¹⁵N-labelled fertilizer applied to wheat in Syria. Journal of Agricultural Science, 128(4): 415-424.
 - Pirzad, A., Shakiba, M.R., Zehtab-Salmasi, S., Mohammadi, S.A., Sharifi, R.S. and Hassani, A., 2011. Effects of irrigation regime and plant density on essential oil composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla*). Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 17: 107-118.
 - Selenia, L.V. and Stepanenko, O.G., 1979. Effect of pre-sowing gamma irradiation on the productivity

Effect of seed gamma irradiation and nitrogen fertilizer on yield and nitrogen use efficiency for protein production of *Chamomilla recutita* L.

A. Pirzad^{1*}, M. Alizadeh², A. Hassanzadeh Gorttapeh³ and R. Darvishzadeh²

1*-Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Department of Medicinal and Industrial Plants, Institute of Biotechnology, Urmia University, Urmia, Iran E-mail: a.pirzad@urmia.ac.ir

2- M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

3- Research Center for Agriculture and Natural Resources, West Azarbayjan, Urmia, Iran

Received: April 2011

Revised: October 2011

Accepted: October 2011

Abstract

To evaluate the effect of seed treatment with gamma rays and nitrogen application on yield and nitrogen use efficiency for protein production in *Chamomilla recutita* L. leaves, a factorial experiment was conducted based on randomized complete blocks design with three replications. Treatments were gamma rays from Cobalt-60 source on chamomile seeds *cv.* Bodegold (0, 4, 8, 12, 16, and 20 Gray) and different levels of nitrogen (0, 50, 100, and 150 kg/ha). Results showed the significant interaction effect of gamma and nitrogen on the leaf yield, biomass and protein, harvest index of protein, and nitrogen use efficiency for leaf and protein production, the yield of dried flower and essential oil. But gamma irradiation and nitrogen had no significant effect on leaf protein and essential oil percentage. The highest yield of leaf (4194 kg/ha) and biomass (19996 kg/ha) were obtained at 8 GRAY of gamma rays with 100 and 150kg/ha of nitrogen application, respectively. However, the highest yield of protein (571kg/ha) was obtained from 20 GRAY of gamma rays and 0 kg/ha of nitrogen and the lowest yield (151kg/ha) was obtained from 0 GRAY and 50kg/ha of nitrogen. The highest value of nitrogen use efficiency for leaf (67.39) and protein (9.30) production was related to the plants grown from seeds and treated by 16 GRAY of gamma and 50kg/ha nitrogen. The lowest nitrogen use efficiency for leaf (13.94) and protein (1.42) production were observed at 16 GRAY and 150kg/ha nitrogen. The highest yield of dried flower in 0, 4, 8, 12, 16 and 20 GRAY were obtained at 150, 100, 0, 150, 100 and 100 kg/ha of nitrogen application, respectively. Generally, irradiations over the 12 GRAY resulted in reducing the nitrogen application for protein production.

Key words: *Matricaria recutita* L., biomass, gamma ray, protein harvest index.