

تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن بر عملکرد و توان رقابتی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) در برابر علف هرز پنیرک (*Malva* spp.)

Effect of different nitrogen nutritional systems on yield and competition ability of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) against mallow (*Malva* spp.)

محمدرضا دلفیه^۱، سید علی محمد مدرس ثانوی^۲، روزبه فرهودی^۳

چکیده:

به منظور تعیین و بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن بر عملکرد و توان رقابتی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) در مقابل علف هرز پنیرک یک آزمایش مزرعه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. در کرت‌های اصلی این آزمایش که به صورت کرت‌های خردشده انجام گردید، تیمارهای مختلف نیتروژن شامل N_1 پخش یکنواخت کود اوره نیمی در زمان کاشت و بقیه در ابتدای ساقه‌روی، N_2 نیمی از کود اوره در زمان کاشت و بقیه در ابتدای ساقه‌روی، N_3 کود گاوی، N_4 تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم، N_5 تامین نیمی از نیتروژن مورد نیاز از منبع کود گاوی و بقیه از منبع اوره، N_6 تامین نیمی از نیتروژن مورد نیاز از کود گاوی + تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم قرار گرفتند. در کرت‌های فرعی تراکم پنیرک در سه سطح شامل MD_1 صفر بوته در مترمربع، MD_2 ۳۰ بوته در مترمربع و MD_3 ۶۰ بوته در مترمربع اعمال گردید. بر اساس نتایج حاصله، تیمار محلول پاشی اوره در هر سه سطح تراکم پنیرک و بدون تفاوت معنی‌دار، بیشترین عملکرد دانه را به میزان متوسط $74/73$ گرم بر مترمربع تولید نمود. این تیمار همچنین موفق به کسب بالاترین AWC (شاخص توانایی تحمل رقابت) و کمترین افت عملکرد در مقابل پنیرک گردید، هر چند بالاترین CE (معادل گیاهی) در تیمار تلفیقی N_5 به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، سیستم تغذیه‌ای، کود آلی، کود زیستی، کود شیمیایی، AWC, CE, YL%.

مقدمه

مهم‌ترین این ترکیب‌ها آنتول^۱، فنکون^۲، لیمونن^۳ و متیل کاویکول^۴ می‌باشند (Hornok, 1992). امروزه از مواد موثره این گیاه در داروسازی و برای مداوای

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) از خانواده هویج (Apiaceae) و از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای ایران و جهان است (Omidbaigi, 2007). اسانس این گیاه دارویی از بیش از ۳۰ نوع ترکیب ترپنی یا ترپنوئیدی تشکیل شده که

- 1- Anethole
- 2- Fenchone
- 3- Limonene
- 4- Methyl chavicol

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۴

۱ - دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۲ - استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۳ - دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر.

* نویسنده مسئول: (modaresa@modares.ac.ir).

استفاده قرار گیرد به گونه‌ای که قدرت رقابتی گیاه زراعی را افزایش دهد (Blackshaw *et al.*, 2003). در یک مطالعه پژوهشی گزارش داده شد که عملکرد بیولوژیک گندم با افزایش میزان نیتروژن در شرایط رقابت و عدم رقابت علف‌های هرز افزایش می‌یابد (Kazemini and Ghadiri, 2007). بر اساس مطالعات این محققین افزایش مقدار کاربرد نیتروژن می‌تواند از اثرات رقابت علف‌های هرز با گندم بکاهد. هرچند در آزمایش کریمی (Karimi, 2010) با افزایش نیتروژن، رقابت علف هرز یولاف وحشی با کلزا افزایش یافت و در آزمایش حسینی و همکاران (Hossaini *et al.*, 2015) به کارگیری کودهای NPK به همراه ریزمغذی‌ها و همچنین کاربرد مقادیر مختلف ورمی کمپوست، نتوانست تفاوت معنی‌داری در وزن خشک علف‌های هرز به وجود آورد.

پنیرک یکی از مهم‌ترین و خسارت‌زاترین علف‌های هرز پهن‌برگ در استان خوزستان و سایر نقاط کشور به شمار می‌آید (Anonymous, 2010). این علف هرز پهن‌برگ با ریشه‌های راست و عمیقی که دارد، قادر است به خوبی عناصر غذایی را از خاک جذب نموده و با افزایش سریع زیست‌توده خود، افت بسیاری را در عملکرد گیاهان زراعی به وجود آورد (Makowski, 1995).

لذا با توجه به اهمیت حرکت به سوی سیستم‌های پایدار تولید در کشاورزی و لزوم به کارگیری کمتر منابع شیمیایی برای تغذیه گیاه و همچنین کنترل علف‌های هرز، این پژوهش با هدف بررسی سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن شامل استفاده از کودهای شیمیایی، آلی، زیستی و تلفیقی و تاثیر آن‌ها بر تولید گیاه دارویی رازبانه و رقابت‌پذیری آن با علف

سرفه، دل‌درد، نفخ، سوءهاضمه در کودکان و تحریک شیر در مادران شیرده (Lebaschy *et al.*, 2010) و همچنین در صنایع بهداشتی آرایشی استفاده می‌شود. گیاه دارویی رازبانه از اقلام مهم صادراتی کشور می‌باشد (Akbarinia *et al.*, 2005).

استقرار ضعیف، عدم ایجاد پوشش گیاهی مطلوب و دوره رشدی طولانی موجب شده که گیاه رازبانه رقیب بسیار ضعیفی در برابر علف‌های هرز به خصوص در سال اول کشت قلمداد شود (Omidbaigi, 2007). لذا توسعه کشت این گیاه در مزارع نیازمند ارائه روش مناسب جهت مدیریت علف‌های هرز خصوصا با تکیه بر روش‌های پایدار از طریق کاهش مصرف علف‌کش‌ها و تلفیق آن با روش‌های غیرشیمیایی کنترل می‌باشد (Yousefi and Amini, 2014).

در مطالعات مختلفی که انجام شده، محققین به اهمیت اصلاح روش‌های کاربرد کودهای نیتروژن و فسفر در کاهش رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی اشاره نموده‌اند (Blackshaw *et al.*, 2002; Blackshaw, 2004; Blackshaw and Molnar, 2004). بر اساس این مطالعات رمز موفقیت علف‌های هرز، نیاز بیشتر و کارایی مصرف بالای آن‌ها نیست، بلکه مصرف تجملی و ویژگی‌هایی از جمله سطح و حجم گسترده تر اندام‌های زیرزمینی آن‌ها دلیل این مهم می‌باشد (Wahle and Masiunas, 2003; Zimdahl, 1999). بنابراین، تغییر در روش‌ها و الگوهای کوددهی می‌تواند در کاهش فشار رقابتی ناشی از علف‌های هرز بر گیاه زراعی مؤثر باشد. علم به پاسخ گونه‌های علف هرز خاص به مصرف نیتروژن می‌تواند جهت بهبود استراتژی‌های مصرف کود مورد

هرز پنیرک طرح‌ریزی و اجرا گردیده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر انجام شد. اطلاعات هواشناسی منطقه‌ای که آزمایش در آن انجام شده در جدول ۱ آورده شده است. همچنین بنا بر نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایشی مورد بحث (جدول ۲)، بافت خاک رسی لومی تشخیص داده شد.

در این آزمایش که به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید، ۶ سطح سیستم‌های تغذیه نیتروژن (N) در کرت‌های اصلی و ۳ سطح تراکم پنیرک (MD) در کرت‌های فرعی جمعاً ۱۸ تیمار مورد ارزیابی قرار گرفتند. تیمارهای مرتبط با سیستم‌های تغذیه نیتروژن شامل موارد ذیل بودند: N_1 یا شاهد (بخش یکنواخت کود اوره در پلات: ۵۰ درصد هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد به صورت سرک در ابتدای ساقه‌روی)، N_2 (۵۰ درصد کود نیتروژن با منبع اوره هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد باقیمانده از طریق محلول‌پاشی اوره در ابتدای ساقه‌روی)، N_3 یا کود گاوی (مقدار آن پس از انجام تجزیه، ۷ تن در هکتار تعیین گردید)، N_4 (تلقیح بذر رازیانه با ترکیب باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شامل ازتوباکتر و آزوسپریلیوم)، N_5 یا تیمار تلفیقی ۱ (۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز با منبع کود گاوی + ۵۰ درصد دیگر با منبع اوره به صورت سرک در ابتدای ساقه‌روی)، N_6 یا تیمار تلفیقی ۲ (۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز با منبع کود گاوی + تلقیح بذر رازیانه با ترکیب باکتری‌های ازتوباکتر و

آزوسپریلیوم). میزان نیتروژن خالص مورد نیاز و بهینه رازیانه جهت حصول بهترین تعادل بین عملکرد دانه و اسانس، بر اساس پژوهش‌های پیشین (Akbarinia *et al.*, 2005؛ Sharifi Ashoorabadi *et al.*, 2003؛ Mirshekari and Farahvash, 2011؛ Ehsanipour *et al.*, 2012) مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار تعیین گردید.

با توجه به این که تراکم رازیانه در این آزمایش، ۶۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد، تیمارهای تراکم پنیرک به شرح زیر طراحی و اجرا گردیدند: MD_1 صفر بوته در مترمربع (صفر درصد تراکم رازیانه)، MD_2 ۳۰ بوته در مترمربع (۵۰ درصد تراکم رازیانه)، MD_3 ۶۰ بوته در مترمربع (۱۰۰ درصد تراکم رازیانه). کود زیستی مصرف شده شامل مخلوطی از باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به نسبت ۵۰:۵۰ بود که از موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. همچنین بذور گیاه رازیانه از شرکت پاکان بذور اصفهان تهیه گردید که دارای درصد جوانه‌زنی معادل ۸۰ درصد بود. خصوصیات شیمیایی کود گاوی مورد استفاده در جدول ۳ آورده شده است.

آماده‌سازی زمین با اجرای عملیات شخم، دیسک‌زنی برای خرد کردن کلوخه‌ها و تسطیح انجام گردید. به منظور اعمال صحیح تیمارها، پس از تعیین ابعاد هر کرت، تیمارها به طور تصادفی به واحدهای آزمایشی منتسب شدند. هر واحد آزمایشی شامل ۵ خط کشت به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و به طول ۴ متر بود. کشت رازیانه بر روی خطوط با فواصل ۵/۵ سانتی‌متر برای حصول تراکم ۶۰ بوته در مترمربع انجام شد. کشت بذور پنیرک نیز بین خطوط رازیانه انجام گردید. مساحت تحت اشغال هر کرت (با احتساب

- درصد کاهش عملکرد (YL%) با فرمول:

$$YL\% = \frac{Y_{pure} - Y_{infest}}{Y_{pure}} \times 100$$

(Gherekhlou *et al.*, 2010)

- معادل گیاهی (CE) با فرمول:

$$CE = \frac{W_{infest}}{W_{pure}}$$

که در آن W_{infest} و W_{pure} به ترتیب وزن تک گیاه در شرایط آلودگی به علف‌هرز و عاری از علف‌هرز می‌باشند (Rezaul Karim, 2000).

در نهایت داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس و سنجش‌های آماری قرار گرفته و مقایسه میانگین‌های صفات به روش LSD انجام گردید.

نتایج و بحث:

الف: عملکرد دانه:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر برهمکنش سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن و تراکم پنی‌رک بر میزان عملکرد دانه رازیانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین مقدار عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای N_2MD_1 ، N_2MD_2 و N_2MD_3 به ترتیب با مقادیر ۷۴/۷۳، ۷۴/۹۳ و ۷۴/۵۳ گرم در مترمربع به دست آمده که بین آن‌ها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به‌واقع بر اساس نتایج به دست آمده، تیمار تغذیه نیتروژن که در آن ۵۰ درصد کود نیتروژن با منبع اوره هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد باقی‌مانده از طریق محلول‌پاشی اوره در ابتدای ساقه‌روی اعمال گردیده در هر سه تراکم پنی‌رک منجر به تولید بالاترین عملکرد دانه

حواشی) حدود ۸ مترمربع (۲×۴) بود. پیش از کاشت نیز بر اساس آزمون خاک و بسته به نیاز، کودهای فسفوره (سوپر فسفات تریپل - فسفر ۴۶ درصد) و پتاسه (سولفات پتاسیم - پتاس ۵۰ درصد) به خاک اضافه گردیدند. هدف از این کار، تصحیح ترکیب تغذیه‌ای خاک و رساندن مقدار هر یک از این عناصر به ۵۰ کیلوگرم در هکتار (Ehsanipour *et al.*, 2012؛ Mirshekari and Farahvash, 2011؛ Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007) بود. در تیمارهای مربوط به کودهای حیوانی نیز، تجزیه این کودها برای تعیین میزان کودهای فسفوره و پتاسه مورد نیاز خاک در نظر گرفته شد. کشت به صورت دستی و با عمق ۲ سانتی‌متر انجام گردیده و مبارزه با سایر علف‌های هرز به صورت مکانیکی و با استفاده از نیروی انسانی انجام گردید. آبیاری به شیوه بارانی و به‌طور یکنواخت مورد اجرا واقع شد. در پایان فصل کشت و با رسیدگی گیاه، برداشت انجام گردیده و صفات عملکرد، وزن خشک اندام‌های هوایی رازیانه و پنی‌رک اندازه‌گیری گردیده و همچنین شاخص‌های توانایی تحمل رقابت (AWC)^۱، درصد کاهش عملکرد (YL%)^۲ و معادل گیاهی (CE)^۳ مورد محاسبه واقع شدند.

- شاخص توانایی تحمل رقابت (AWC) با

فرمول:

$$AWC = \left(\frac{Y_{infest}}{Y_{pure}} \right) \times 100$$

که در آن Y_{infest} و Y_{pure} به ترتیب عملکرد گیاه در شرایط آلودگی به علف‌هرز و عاری از علف‌هرز می‌باشند (Safahani and Farhoudi, 2011).

- 1- Ability to withstand competition
- 2- Yield loss percent
- 3- Crop equivalent

پنیرک نیز قادر به ایجاد کاهش قابل توجه در عملکرد نگر دیده است.

در تحقیقی که توسط حسینی و همکاران (Hossaini *et al.*, 2015) به منظور بررسی عملکرد رویشی و اسانس مرزه سهندی در شرایط رقابت با آمارانتوس (*Amaranthus sp.*) و با استفاده از تیمارهای مختلفی نظیر NPK به همراه محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها، ورمی کمپوست و ورمی تی انجام شد، تفاوت معنی‌داری بین عملکرد وزن سرشاخه مرزه حاصله از تیمارهای مختلف به دست نیامد. در پژوهش جعفری‌زاده و مدحج (Jafarizadeh and Modhej, 2011) که با هدف ارزیابی رقابت علف هرز پنیرک بر عملکرد و دانه گندم در سطوح مختلف نیتروژن انجام شد، نتایج نشان داد در تمام تراکم‌های پنیرک، عملکرد دانه گندم با افزایش سطوح نیتروژن افزایش معنی‌دار یافت. به اعتقاد این پژوهشگران به نظر می‌رسد در سطوح بالای نیتروژن، رقابت گندم با علف هرز پنیرک بر سر منابع نیتروژن کاهش یافته و باعث افزایش عملکرد دانه و جبران خسارت آلودگی علف هرز پنیرک می‌شود. به علاوه به دلیل ویژگی‌های مرفولوژیکی، به نظر می‌رسد رقابت علف هرز پنیرک با گندم بیشتر به اندام‌های زیر سطح خاک مربوط شده و افزایش نیتروژن قابل دسترس گیاه زراعی تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش قدرت رقابت علف هرز و افزایش عملکرد دانه گندم در تراکم‌های بالای علف هرز گردید.

در تحقیق پیش رو، تاثیر مناسبی از به کارگیری کودهای زیستی برای تولید عملکرد مناسب و همچنین مقابله با علف‌های هرز به دست نیامد. در این راستا پژوهش موقتیان و همکاران (Movaghatian *et al.*)

رازیانه گردیده است. همچنین کمترین مقدار عملکرد دانه در تیمار N_4MD_3 (تلقیح بذر رازیانه با ترکیب باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع پنیرک) با مقدار ۱۷/۸۳ گرم در مترمربع حاصل گردیده است (جدول ۴).

کاربرد درست منابع تغذیه‌ای می‌تواند رشد، نمو و عملکرد را در گیاهان دارویی به حداکثر برساند. علاوه بر این، تصمیم‌گیری صحیح و به کارگیری راهکارهای مناسب مدیریت زراعی نظیر کنترل پایدار علف‌های هرز اثر بسیاری بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی خواهد داشت (Akbarian *et al.*, 2013). مصرف یک‌مرحله‌ای کود نیتروژنه به دلیل عدم توسعه سیستم ریشه‌ای در مراحل اولیه رشد و در نتیجه عدم جذب مناسب آن توسط گیاه و آب‌شویی کود مورد نظر، منطقی نیست. همچنین با توجه به این که در مراحل رشد سریع، نیاز به عناصر غذایی افزایش می‌یابد، اگر مواد غذایی پرمصرف کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، عملکرد آن افزایش پیدا می‌کند (Mirshकारी and Farahvash, 2011). علاوه بر این اگر بخشی از کود نیتروژنه در مرحله گل‌دهی به صورت محلول‌پاشی استفاده شود، احتمالاً در افزایش عملکرد دانه موثر واقع خواهد گردید (El-Abd *et al.*, 2008). در پژوهش حاضر نیز به نظر می‌رسد کاربرد محلول‌پاشی اوره در زمان گل‌دهی به عنوان کود سرک، به دلیل آزادسازی سریع نیتروژن مورد نیاز توانسته به موقع و در مرحله حساس گلدهی، توسط رازیانه مورد استفاده قرار گرفته و از طریق حذف مراحل متعدد جذب از خاک، گیاه را در وضعیت مناسبی از لحاظ تولید مواد فتوسنتزی برای پر کردن دانه‌ها قرار دهد، به گونه‌ای که حتی حضور ۵۰ و ۱۰۰ درصدی بوته‌های علف هرز

افزایش تراکم آن نشان نداده است. نتایج مقایسات میانگین همچنین حاکی از آن است که کمترین مقدار وزن خشک اندام‌های هوایی رازیانه در تیمار N_4MD_3 به مقدار $51/30$ گرم بر مترمربع حاصل گردیده است. بر این اساس، نتایج آزمایش نشان از آن دارد که به کارگیری تیمار کود زیستی (تلقیح بذر رازیانه با ترکیب باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) در بالاترین تراکم اعمال شده پنی‌رک، بیشترین افت را در وزن خشک اندام‌های هوایی رازیانه به دنبال داشته است.

نیتروژن یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده پروتئین و اسیدهای نوکلئیک است و به طور موثری تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب بهبود رشد و افزایش ارتفاع گیاه می‌گردد (Dadkhah, 2012). قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2013) در آزمایشی که به منظور بررسی اثر کودهای زیستی بر روی رازیانه انجام دادند، بیشترین عملکرد ماده خشک را بدون تفاوت معنی‌دار به ترتیب در تیمارهای ترکیبی آزوسپریلیوم + میکوریزا، ازتوباکتر + آزوسپریلیوم + میکوریزا و ازتوباکتر + میکوریزا به دست آوردند. در این تحقیق کاربرد ترکیب میکوریزا، آزوسپریلیوم و ازتوباکتر حتی از شرایط بدون کوددهی نیز ماده خشک کمتری تولید کرد. موقتیان و همکاران (Movaghatian et al., 2014) در تحقیق خود بر روی مدیریت تلفیقی کودهای زیستی، آلی و شیمیایی، بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی رازیانه را از تیمار کمپوست ضایعات نیشکر به دست آوردند. برهمکنش این تیمار با نسبت $NPK 60-120-120$ منجر به تولید بالاترین عملکرد ماده خشک اندام‌های هوایی گردید.

2014) که در شرایط آب و هوایی گرم و خشکی شبیه به این تحقیق انجام شده بود، منجر به نتایج مشابهی از کاربرد کودهای زیستی گردید. این در حالی است که برخی پژوهش‌ها که در مناطق معتدل تر به انجام رسیده‌اند، به عملکرد قابل قبولی از کاربرد این نوع کودها دست یافته‌اند (Moradi et al, 2009; Ghorbani et al., 2013). از این رو و با توجه به این که عوامل زیستی برای تأثیرگذاری مناسب و کمک به تامین نیازهای غذایی گیاه، لازم است در میکروکلیمای مناسبی تکثیر یافته و به فعالیت پردازند، شاید بتوان عدم تأثیرگذاری مناسب آن‌ها را در این پژوهش، به شرایط اقلیمی بسیار گرم و خشک منطقه و در نتیجه عدم استقرار مناسب این عوامل در خاک نسبت داد.

ب: وزن خشک اندام‌های هوایی رازیانه:

یافته‌های حاصل از تجزیه واریانس نشان داد برهمکنش سیستم‌های تغذیه نیتروژن و تراکم پنی‌رک بر وزن خشک اندام‌های هوایی رازیانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین مقدار این صفت از تیمار N_1MD_3 به میزان $83/55$ گرم بر مترمربع به دست آمده که البته با مقادیر به دست آمده از تیمارهای N_5MD_3 ، N_5MD_2 ، N_1MD_1 و N_1MD_2 تفاوت آماری معنی‌داری نشان نمی‌دهد. به عبارت دیگر تیمار شاهد تغذیه نیتروژن که در آن به صورت مرسوم، کود اوره به دو روش پایه و سرک در کرت پخش شده است تفاوت معنی‌داری با تیمار تلفیقی ۱ (۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز با منبع کود گاوی + ۵۰ درصد دیگر با منبع اوره به صورت سرک در ابتدای ساقه‌روی) نشان نداده است. ضمناً به نظر می‌رسد وزن خشک اندام‌های هوایی رازیانه حساسیتی به حضور یا عدم حضور پنی‌رک و همچنین

سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن و تراکم پنی‌رک بر وزن خشک اندام‌های هوایی پنی‌رک در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. بررسی جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بیشترین مقدار وزن خشک اندام‌های هوایی پنی‌رک به ترتیب در تیمارهای N_2MD_3 (۵۰) درصد کود نیتروژن با منبع اوره هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد باقی‌مانده از طریق محلول‌پاشی اوره در ابتدای ساقه‌روی در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع پنی‌رک) و N_1MD_3 (تیمار شاهد تغذیه نیتروژن در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع پنی‌رک) به ترتیب با مقادیر ۲۱۹/۹۰ و ۲۱۱/۶۵ گرم در مترمربع به دست آمده که بین آن‌ها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین مقدار این صفت نیز (بدون در نظر گرفتن مقادیر مربوط به تراکم صفر پنی‌رک) در تیمار N_4MD_2 (تلقیح بذر رازیانه با ترکیب باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع پنی‌رک) با مقدار ۷۲/۶۸ گرم در مترمربع به دست آمده است (جدول ۴).

نتایج مطالعه‌ای که با هدف ارزیابی رقابت علف هرز پنی‌رک بر عملکرد و دانه‌گندم در سطوح مختلف نیتروژن در منطقه شوشتر (شمال خوزستان) انجام شد نشان داد که افزایش نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش زیست‌توده علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کود می‌شود (Jafarizadeh and Modhej, 2011). طبق گزارش میرشکاری (Mirshakari, 2014) در بررسی اثر تداخل علف هرز سلم‌تره بر سرعت ظهور برگ و عملکرد رازیانه، با کاهش تراکم و تأخیر در زمان نسبی سبز شدن سلمه‌تره، مقدار زیست‌توده آن افت پیدا کرد. به نظر می‌رسد تحت شرایط فوق از اندازه بوته‌های سلمه‌تره به دلیل تسخیر فضای رشد توسط رازیانه کاسته شده

مرحله حساسیت گیاهان زراعی نسبت به خسارت علف‌های هرز معمولاً زمانی است که تجمع ماده خشک خیلی سریع بوده و در نتیجه، نیاز بیشتری به منابع ایجاد می‌شود (Norris, 2000). میرشکاری (Mirshakari, 2014) در بررسی اثر تداخل علف هرز سلمه‌تره بر سرعت ظهور برگ و عملکرد رازیانه، مشاهده کرد که محدودیت‌های اعمال‌شده توسط سلمه‌تره، بیشتر رشد زایشی را تحت تاثیر قرار می‌دهد تا رشد رویشی که این موضوع در تحقیق حاضر نیز قابل مشاهده است. در پژوهش سلیمانی و همکاران (Soleimani et al., 2013) با مصرف بیشتر نیتروژن، عملکرد بیولوژیک و بذرها دو گونه کلزا و خردل وحشی در تمامی نسبت‌های تراکمی افزایش نشان داد. در بررسی انجام گرفته بر روی رقابت گندم و علف‌های هرز سلمه‌تره و خردل وحشی مشاهده شد که زیست‌توده دو گونه هرز به طور چشمگیری با افزایش نیتروژن از ۲۰ به ۱۲۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک، افزایش یافته و هر دو علف هرز بیش از گندم به افزایش نیتروژن واکنش مثبت نشان دادند (Iqbal and Wright, 1997). نتایج پژوهش دیگری که برای ارزیابی رقابت علف هرز پنی‌رک (*Malva spp.*) بر عملکرد دانه گندم در سطوح مختلف نیتروژن در منطقه شوشتر به انجام رسید، نشان داد عملکرد بیولوژیکی با افزایش نیتروژن روند افزایشی و با افزایش تراکم پنی‌رک روندی کاهشی داشت (Jafarizadeh and Rastgoo, 2011). راستگو و همکاران (et al., 2005) نیز نتایج مشابهی را در تداخل خردل وحشی با گندم گزارش نموده‌اند.

ج: وزن خشک اندام‌های هوایی پنی‌رک:

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر برهمکنش

است. در چنین شرایطی، گونه‌ای که زودتر سبز شده و یا سرعت رشد بیشتری داشته باشد، در واحد زمان سهم بیشتری از فضای رشد را به خود اختصاص می‌دهد. روهریس و استانزل (Rohris and Stunzel, 2001) نیز در مطالعه خود روی سلمه‌تره به نتایج مشابهی دست یافته و آن را به رقابت درون-گونه‌ای و کاهش اندازه گیاهان نسبت داده‌اند. حسینی و همکاران (Hossaini et al., 2015) در بررسی عملکرد رویشی و اسانس مرزه سهندی تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و رقابت آمارانتوس ریشه‌فرمز، مشاهده نمودند که تیمارهای مختلف کودی نظیر NPK به همراه محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها، ورمی‌کمپوست و ورمی‌تی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک علف هرز ندارند. نتایج آزمایش قلمباز و همکاران (Ghalambaz et al., 2013) نشان داد که تغییر شیوه مدیریت کود نیتروژن علاوه بر این که بر خصوصیات علف‌های هرز (مانند تراکم کل، وزن خشک کل و نوع گونه‌های علف هرز) اثر می‌گذارد کارایی استفاده از نیتروژن را نیز در گندم تغییر خواهد داد. در شرایط کاربرد کودهای شیمیایی به علت فراهمی سریع و احتمالاً کارایی بالاتر علف‌های هرز در مقایسه با گیاهان زراعی در جذب کود شیمیایی نیتروژن، شرایط بیشتر به نفع علف هرز رقم خواهد خورد (Huggins and Pan, 2003). بنابراین بوته‌های علف هرز با جذب بیش‌تر نیتروژن معدنی، رشد رویشی بهتری خواهند داشت (افزایش وزن خشک). اما در شرایطی که فقط از کودهای آلی و بیولوژیکی استفاده شود به نظر می‌رسد آزادسازی تدریجی عناصر غذایی در محیط بیش‌تر به نفع گیاه زراعی باشد که نتیجه این حالت، افزایش توان رقابتی بوته‌های گندم در برابر علف هرز بوده است (Davis

د: شاخص توانایی تحمل رقابت^۱ (AWC):

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثر متقابل سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن و تراکم پنی‌رک بر شاخص AWC در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. با بررسی جدول مقایسه میانگین‌ها مشخص شد بیشترین مقدار این شاخص به ترتیب در تیمارهای N_1MD_2 (تیمار شاهد تغذیه نیتروژن در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع پنی‌رک)، N_2MD_2 (۵۰ درصد کود نیتروژن با منبع اوره هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد باقیمانده از طریق محلول‌پاشی اوره در ابتدای ساقه‌روی در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع پنی‌رک)، N_2MD_3 (۵۰ درصد کود نیتروژن با منبع اوره هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد باقیمانده از طریق محلول‌پاشی اوره در ابتدای ساقه‌روی در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع پنی‌رک) و N_5MD_2 (تیمار تغذیه نیتروژن تلفیقی ۱ در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع پنی‌رک) به ترتیب با مقادیر ۹۹/۹۶، ۹۹/۷۶، ۹۹/۴۹ و ۹۹/۴۴ درصد به دست آمده که بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (بدون در نظر گرفتن مقادیر مربوط به تراکم صفر پنی‌رک). کمترین مقدار این شاخص نیز در تیمار N_4MD_3 (تلفیح بذر رازیانه با ترکیب باکتری‌های ازت‌باکتر و آزوسپریلیوم در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع پنی‌رک) با مقدار ۴۰/۲۳ درصد حاصل گردیده است (جدول ۴).

1- Ability to withstand competition

نیتروژن موجب کاهش این شاخص در علف هرز و افزایش آن در گیاه زراعی گردید (Mousavi *et al.*, 2003). همچنین یافته‌ها نشان داده که افزایش مصرف نیتروژن بیش از سطح مطلوب سبب تشدید اثرات رقابتی علف هرز یولاف وحشی در مقابل گندم شد. به اعتقاد محققان کاربرد نیتروژن در حد بهینه و زمان مناسب، سبب رشد سریع گیاه زراعی و بالا رفتن توان رقابتی آن در برابر علف‌های هرز می‌گردد (Parchami *et al.*, 2009). سایر بررسی‌ها نیز مؤید نتایج بیان شده است (Cathcart and Swanton, 2003; Cathcart and Swanton, 2004).

۵: درصد افت عملکرد (YL%):

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثرمتقابل سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن و تراکم پنی‌رک بر شاخص YL% در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) حاکی از آن است که بیشترین مقدار افت عملکرد در تیمار N_4MD_3 (تلفیح بذر رازیانه با ترکیب باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع پنی‌رک) با مقدار ۵۹/۷۷ درصد ایجاد گردیده است. کمترین مقدار این شاخص نیز به ترتیب در تیمارهای N_1MD_2 (تیمار شاهد تغذیه نیتروژن در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع پنی‌رک)، N_2MD_2 (۵۰ درصد کود نیتروژن با منبع اوره هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد باقی‌مانده از طریق محلول‌پاشی اوره در ابتدای ساقه‌روی در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع پنی‌رک)، N_2MD_3 (۵۰ درصد کود نیتروژن با منبع اوره هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد باقی‌مانده از طریق محلول‌پاشی اوره در ابتدای ساقه‌روی در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع پنی‌رک) و N_3MD_2 (تیمار تغذیه نیتروژن تلفیقی ۱ در تراکم

بنا بر این نتایج، تیمارهای تغذیه نیتروژن شاهد و تلفیقی ۱ در تراکم ۵۰ درصدی پنی‌رک به طور مناسبی توانسته‌اند رقابت با این علف هرز را تاب آورند. ولی تیماری که در آن از محلول‌پاشی اوره استفاده گردیده، در این خصوص کاراتر عمل نموده و حتی در تراکم ۱۰۰ درصدی علف هرز پنی‌رک نیز به خوبی از عهده رقابت با آن برآمده است. از طرفی تیمار کودهای زیستی به همان دلایل ذکر شده در بخش‌های پیشین احتمالاً قادر به تامین نیتروژن مورد نیاز رازیانه و در نتیجه کمک به تحمل رقابت این گیاه با علف هرز پنی‌رک نبوده است. برخی محققین معتقدند تا سطح معینی از کود نیتروژن، توان رقابتی محصول در برابر علف‌های هرز افزایش می‌یابد، ولی مقادیر بالاتر کود نیتروژن باعث افزایش توان رقابتی به نفع علف هرز می‌شود (Hemmati *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 2006). سیدی و همکاران (Seyyedi *et al.*, 2013) اشاره نموده‌اند که با توجه به نقش مؤثر نیتروژن در افزایش توان رقابت گیاه زراعی و نیز کاهش طول دوره کنترل علف‌های هرز، کاهش نیتروژن موجود در خاک ناشی از افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز می‌تواند باعث کاهش توان رقابت سیاهدانه با علف هرز شود. سلیمانی و همکاران (Soleimani *et al.*, 2013) در پژوهشی به منظور ارزیابی قابلیت رقابتی کلزا و خردل وحشی در مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم نسبی دو گونه، گزارش نمودند که افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۱/۲۵ گرم نیتروژن خالص در گلدان (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) موجب افزایش قابلیت رقابت نسبی کلزا شد. پژوهشی دیگر حاکی از آن بود که قابلیت رقابت نسبی خردل وحشی در سطوح مختلف نیتروژن بسیار بیشتر از گیاه زراعی بوده و سطح بهینه

کود گاوی به‌تنهایی و یا ترکیب آن با کود زیستی، این توان را به شدت کاهش داده است.

در پژوهش کریم (Karim, 2002) به منظور بررسی توان رقابتی چند گونه گیاه زراعی و علف هرز، گیاهان بی‌تی‌راخ، علف زمستانه و یولاف وحشی بیشترین CE را داشته و علف هرز *Matricaria re-cutita* کمترین مقدار را نشان داد. میانگین CE در گیاهان زراعی مختلف نیز متفاوت بود. در این خصوص بالاترین میانگین CE به ترتیب در کلزا و گندم مشاهده شد و کمترین مقدار را نیز لوبیا به خود اختصاص داد.

نتیجه‌گیری

جمع‌بندی یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از سیستم تغذیه نیتروژنی که در آن نیمی از نیتروژن مورد نیاز گیاه رازیانه در هنگام کاشت به طور یکنواخت در کرت پخش گردیده و نیم دیگر به صورت محلول‌پاشی اوره به عنوان کود سرک در زمان ساقه‌روی و ابتدای گل‌دهی این گیاه دارویی به کار رود، احتمالاً با اثر مناسبی که بر تامین به‌موقع و حیاتی نیتروژن مورد نیاز رازیانه دارد، می‌تواند حتی در شرایط حضور علف هرز پنیرک با تراکمی مشابه تراکم این گیاه دارویی، به ایجاد عملکرد بالایی در مقایسه با سایر تیمارها منجر گردد. به عبارتی این سیستم کوددهی باعث ایجاد توان بالایی برای تحمل رقابت در گیاه رازیانه نسبت به تراکم‌های مختلف علف هرز پنیرک گردیده است. از سوی دیگر نتایج نشان داد که استفاده از کودهای زیستی از توباکنر و آزوسپیریلیوم اثر مناسبی بر تولید ماده خشک، تحمل رقابت و در نهایت عملکرد مناسب رازیانه در حضور علف هرز پنیرک نداشته که چنین نتیجه‌ای احتمالاً به دلیل شرایط خاص آب و هوایی منطقه، از عدم استقرار مناسب این میکروارگانیسم‌ها در خاک نشأت گرفته است.

۳۰ بوته در مترمربع پنیرک) به ترتیب با مقادیر ۰/۰۴، ۰/۲۵، ۰/۵۱ و ۰/۵۶ درصد به دست آمده که بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (بدون در نظر گرفتن مقادیر مربوط به تراکم صفر پنیرک). نتایج به دست آمده در خصوص این شاخص، به طور معکوس با شاخص توانایی تحمل رقابت رابطه دارد. به واقع هر چه شاخص تحمل رقابت گیاه دارویی رازیانه در مقابل علف هرز پنیرک بیشتر بوده، میزان افت عملکرد آن کمتر بوده است و بالعکس.

و: معادل گیاهی^۱ (CE):

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثر متقابل سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن و تراکم پنیرک بر شاخص CE در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. بررسی جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بیشترین مقدار این شاخص به ترتیب در تیمارهای N_3MD_2 و N_5MD_3 (تیمار تغذیه نیتروژن تلفیقی ۱ در تراکم‌های ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع پنیرک) با مقادیر ۱/۲۲ و ۱/۱۴ به دست آمده که بین آن‌ها تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. کمترین مقدار این شاخص نیز در تیمارهای N_3MD_2 (کود گاوی در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع پنیرک) به مقدار ۰/۸۰ به دست آمده که البته با مقادیر تیمارهای N_3MD_3 (کود گاوی در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع پنیرک)، N_6MD_3 و N_6MD_2 (تیمار تغذیه نیتروژن تلفیقی ۲ در تراکم‌های ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع پنیرک) اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). بر اساس این نتایج، تلفیق کود گاوی با کود سرک اوره به نسبت ۵۰:۵۰ توانسته توان تولید ماده خشک تک بوته رازیانه را در مقابل علف هرز پنیرک افزایش دهد. این در حالی است که کاربرد

1- Crop equivalent

جدول ۱- میانگین دما و بارندگی طی ماه‌های اجرای آزمایش در فصل زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲

Table 1- Temperature and precipitation means along agricultural season 2013-2014 months

	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May
دمای کمینه (°C) Min. Temperature (°C)	12	1.6	5	3	7.8	6.6	20.8
دمای بیشینه (°C) Max. Temperature (°C)	31.2	28	23.2	28.6	32	40.8	44.4
بارندگی (mm) Precipitation (mm)	50.5	53	124.7	2.7	72.3	32.3	0.1

جدول ۲ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 2- Physical and chemical characteristics of farm soil

بافت Texture	درصد کربن آلی Organic carbon (%)	پتاسیم در دسترس K (ava.) (ppm)	فسفر در دسترس P (ava.) (ppm)	کل درصد نیتروژن Total N (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)
رسی لومی Clay loam	0.73	165	7.6	0.53	7.4	2.1

جدول ۳ - خصوصیات شیمیایی کود گاوی مورد استفاده

Table 3- Chemical characteristics of cow manure used for experiment

K (%)	P (%)	N (%)	Organic C (%)	EC (dS m-1)	pH
1.1	0.71	2.33	25.3	5.26	7.95

تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن بر عملکرد ...

جدول ۴ - مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت سیستم‌های تغذیه نیتروژن و تراکم‌های متفاوت پنبهک

Table 5- Mean comparison of studied traits under nitrogen nutritional systems and mallow densities

تیمار	Treatment	عملکرد دانه رازیانه Fennel seed yield	وزن خشک اندام‌های هوائی رازیانه Fennel shoot DW	وزن خشک اندام‌های هوائی پنبهک Mallow shoot DW	توانایی رغابت AWC	درصد افت عملکرد YL%	معادل گیاهی CE
سیستم‌های تغذیه نیتروژن Nitrogen nutritional systems	N ₁	58.47 b*	79.10 a	107.75 ab	90.09 b	9.91 d	1.04 ab
	N ₂	74.73 a	64.70 b	110.50 a	99.75 a	0.25 e	0.99 abc
	N ₃	46.87 c	62.55 b	72.63 c	83.88 c	16.12 c	0.87 c
	N ₄	32.21 e	53.20 c	70.18 c	72.76 e	27.24 a	0.98 abc
	N ₅	57.47 b	78.70 a	100.35 b	89.80 b	10.20 d	1.12 a
	N ₆	43.96 d	60.25 b	72.23 c	79.77 d	20.23 b	0.92 bc
تراکم پنبهک Mallow density	MD ₁	59.90 a	67.98 a	0 c	100.00 a	0 c	1.00 a
	MD ₂	54.90 b	65.98 a	92.91 b	90.45 b	9.56 b	0.98 a
	MD ₃	42.05 c	65.30 a	173.90 a	67.58 c	32.42 a	0.97 a
سیستم‌های تغذیه نیتروژن × تراکم پنبهک Nitrogen nutritional systems * Mallow density	N ₁ × MD ₁	64.90 b	76.80 ab	0 i	100 a	0 g	1.00 cd
	N ₁ × MD ₂	64.88 b	76.95 ab	111.6 e	99.96 a	0.04 g	1.02 cd
	N ₁ × MD ₃	45.63 e	83.55 a	211.65 a	70.31 de	29.70 cd	1.09 bc
	N ₂ × MD ₁	74.93 a	65.70 cde	0 i	100 a	0 g	1.00 cd
	N ₂ × MD ₂	74.73 a	64.80 cdef	111.60 e	99.76 a	0.25 g	0.99 cd
	N ₂ × MD ₃	74.53 a	63.60 def	219.90 a	99.49 a	0.51 g	0.98 cde
	N ₃ × MD ₁	55.88 c	71.40 bc	0 i	100 a	0 g	1.00 cd
	N ₃ × MD ₂	50.50 d	57.75 fgh	75.68 gh	90.39 b	9.61 f	0.80 f
	N ₃ × MD ₃	34.23 g	58.50 efgh	142.20 c	61.26 f	38.74 b	0.82 f
	N ₄ × MD ₁	44.50 ef	54.60 gh	0 i	100 a	0 g	1.00 cd
	N ₄ × MD ₂	34.30 g	53.70 gh	72.68 h	78.05 c	21.96 e	0.98 cde
	N ₄ × MD ₃	17.83 h	51.30 h	137.85 cd	40.23 g	59.77 a	0.95 de
	N ₅ × MD ₁	64.08 b	72.45 bc	0 i	100 a	0 g	1.00 cd
	N ₅ × MD ₂	63.60 b	83.40 a	100.05 f	99.44 a	0.56 g	1.22 a
	N ₅ × MD ₃	44.73 ef	80.25 a	201.00 b	69.96 de	30.05 cd	1.14 ab
	N ₆ × MD ₁	55.12 c	66.90 cd	0 i	100 a	0 g	1.00 cd
	N ₆ × MD ₂	41.38 f	59.25 defg	85.88 g	75.08 cd	24.92 de	0.89 def
	N ₆ × MD ₃	35.40 g	54.60 gh	130.80 d	64.22 ef	35.78 bc	0.86 ef

* میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

References

فهرست منابع

- Akbarian, M., M. Darzi and M. Haj Seyed Hadi. 2013.** Effects of Nitroxin and plant density on grain yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa*). International Research Journal of Applied and Basic Sciences, Vol. 4 (11): 3450-3457.
- Akbarinia, A., M. Khosravifard, M. Rezaei and E. Sharifi Ashoorabadi. 2005.** Comparing fall and spring cultivation of fennel, ammi, anise and corncockle under irrigated and dry farming conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, Vol. 21, No. 3: 319-334. (In Persian with English Summary)
- Anonymous. 2010.** Executive protocol for integrated weed management in wheat and barley. Agriculture organization of Khouzestan province.
- Blackshaw, R. E. and L. J. Molnar. 2004.** Nitrogen fertilizer timing and application method affect growth and competition with spring wheat. Weed Sci., 52:416- 427.
- Blackshaw, R.E. 2004.** Application method of nitrogen fertilizer affects weed growth and competition with winter wheat. Weed Biology and Management, 4:103-113.
- Blackshaw, R.E., R.N. Brandt, H.H. Janzen, T. Entz, C.A. Grant and D.A. Derksen. 2003.** Differential responses of weed species to added nitrogen. Weed Sci., 51: 532-539.
- Blackshaw, R.E., G. Semach and H.H. Janzen. 2002.** Nitrogen uptake in weeds and wheat. Weed Sci., 50: 634-641.
- Cathcart, R.J. and C.J. Swanton. 2003.** Nitrogen management will influence threshold values of green foxtail (*Setaria viridis*) in corn. Weed Science, 51: 975-986.
- Cathcart, R.J. and C.J. Swanton. 2004.** Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. Weed Science, 52:1039-1049.
- Dadkhah, A. 2012.** Effect of Chemicals and Bio-fertilizers on Yield, Growth Parameters and Essential Oil Contents of Fennel (*Foeniculum vulgare* Miller.). Journal of Medicinal Plants and By-products, No. 2: 101-105.
- Davis, A., and M. Liebman. 2001.** Nitrogen source influences wild mustard growth and competitive effect on sweet corn. Weed Science, 49: 558-566.
- Ehsanipour, A., J. Razmjoo and H. Zeinali. 2012.** Effect of nitrogen rates on yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions. Industrial Crops and Products 35: 121– 125.
- El-Abd, S.O., H.M. El-Saied and M.H. Mahmoud. 2008.** Response of fennel (*Foeniculum vulgare*) on urea application rate under water deficit conditions in Cairo. Egyptian Journal of Horticulture, 54(3): 255 263.
- Ghalambaz, S., A. Aynehband and A. Moezzi. 2013.** Considering the relationship between weed populations characteristics and nitrogen use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) under integrated fertilizer management. Journal of Agroecology, 5(4): 473-482. (In Persian with English Summary)

- Gherekhloo, J., S. Noroozi, D. Mazaheri, A. Ghanbari, M.R. Ghannadha, R.A. Vidal and R. De Prado. 2010.** Multispecies weed competition and their economic threshold on the wheat crop. *Planta daninha, viçosa-mg*, 28(2): 239-246.
- Ghorbani, S., F. Pajnezhad, S. Oroujnia, M. Mirzayi and B. Babaei. 2013.** Effect of biofertilizers on grain yield, biological yield and essential oil of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under ecological cropping system. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, Vol. 9, No. 1: 63-73. (In Persian with English Summary)
- Hemmati, A., S. Vazan and M. Sadeghi shoa. 2012.** Effect of pre-planting irrigation, maize planting pattern and nitrogen on grain yield and yield components of maize cv. SC704. *Agronomy and plant breeding journal*, 8(2): 21-31. (In Persian with English Summary)
- Hornok, L. 1992.** Cultivation and Processing of Medicinal Plants. Academic Publ. Budapest, p: 338.
- Hossaini, S., M. Aghaalikhani, F. Sefidkon and A. Ghalavand. 2015.** Vegetative and essential oil yields of savory (*Satureja sahendica* Bornm.) affected by vermicompost and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) competition. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(2): 342-356. (In Persian with English Summary)
- Huggins, D.R. and W.L. Pan. 2003.** Key indicators for assessing nitrogen use efficiency in cereal-based agro ecosystems. Special edition of *Journal of Crop Production* 8(1-2): 157-186.
- Iqbal, J. and D. Wright. 1997.** Effects of nitrogen supply on competition between wheat and three annual weed species. *Weed Research*, 37:391-400.
- Jafarizadeh, S. and A. Modhej. 2011.** Evaluation of mallow (*Malva* spp.) competition on wheat seed yield at different nitrogen levels. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42 (4): 767-777. (In Persian with English Summary)
- Karim, S.R. 2002.** Competitive ability of different weed species. *Pakistan Journal of Agronomy*, 1(4): 116-118.
- Karimi, H. 2010.** Interaction effect of nitrogen and wild oat on growth and yield of rapeseed. MSc dissertation in agronomy, Agriculture College, University of Shiraz. (In Persian with English Summary)
- Kazemini, A. and H. Ghadiri. 2007.** Interaction effect of weeds and nitrogen on growth and yield of dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) and soil organic carbon. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 38(1): 377-386. (In Persian with English Summary)
- Kim, D.S., E.J.P. Marshall, J.C. Caseley and P. Brain. 2006.** Modelling interactions between herbicide and nitrogen fertiliser in terms of weed response. *Weed research*, 46(6): 480-491.
- Lebaschy, M.H., E. Sharifi Ashoorabadi and M. Bakhtiary. 2010.** The effects of plant

- densities on yields of *Foeniculum vulgare* Mill. under dry farming. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, Vol. 26, No. 1: 121-132. (In Persian with English Summary)
- Mahfouz, S.A. and M.A. Sharaf-Eldin. 2007.** Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Int. Agrophysics, 21: 361-366.
- Makowski, R.M.D. 1995.** Round-leaf mallow interference in spring wheat and lentil in Saskatchewan. Weed Sci, 43: 381-388.
- Mirshekari, B. and F. Farahvash. 2011.** Management of irrigation and nitrogen fertilizing in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) as a medicinal plant under semi-arid conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, Vol. 27, No. 4: 541-550. (In Persian with English Summary)
- Mirshekari, B. 2014.** Effect of lambsquarters (*Chenopodium album* L.) interferences on leaf emersion and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* L.). Journal of Agroecology, 6(4): 788-797. (In Persian with English Summary)
- Moradi, R., P. Rezvani Moghaddam, M. Nasiri Mahallati and A. Lakzian. 2009.** The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Iranian Journal of Agronomy Researches, Vol. 7, No. 2: 625-635. (In Persian with English Summary)
- Mousavi, S., R. Rahimian, M. Banayan and A. Ghanbari. 2003.** Competition analysis of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and fall wheat (*Triticum aestivum* L.) using competition indices. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 10(2): 135-146. (In Persian with English Summary)
- Movaghatian, A., E. Fateh, A. Ayenehband and A. Siahpoush. 2014.** Investigation of integrated mineral nutrient management son yield and yield components of fennel (*Foeniculum vulgare*). Plant Production, Vol. 37, No. 2: 113-126. (In Persian with English Summary)
- Norris, R.F. 2000.** Safflower production and weed management. University of California, Darvis, CA.
- Omidbaigi, R. 2007.** Production and Processing of Medicinal Plants. Astane Ghods Razavi, Mashhad, 378 p.
- Parchami, P., S. Lak, P. Behdarvand and M. Mojadam. 2009.** Effects of wild oat (*Avena ludoviciana*) and different nitrogen fertilizer levels on dry matter accumulation trend, nitrogen use efficiency and chlorophyll of wheat (*Triticum aestivum* L.). 3rd conference of weed science, Babolsar. (In Persian with English Summary)
- Rastgoo, M., A. Ghanbari, M. Banayan and R. Rahimian Mashhadi. 2005.** Effect of nitrogen fertilizer rate and timing and weed density on wild mustard (*Sinapis arvensis*)

- seed production in fall wheat. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 3(1): 45-56. (In Persian with English Summary)
- Rezaul Karim, S.M. 2000.** Competitive ability of three grass weeds grown in upland direct-seeded rice in Bangladesh. *Pakistan J. Agric. Res.*, 16(1): 24-27.
- Rohris, M. and H. Stunzel. 2001.** Canopy development of *Chenopodium album* in pure and mixed stands. *Weed Research*, 41: 111-128.
- Safahani Langroodi, A. and R. Farhoudi. 2011.** Evaluation of empirical models and competition indices on rapeseed varieties ranking at competition with wild mustard in Golestan province. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9(4): 704-715. (In Persian with English Summary)
- Seyyedi, S., R. Ghorbani, P. Rezvani Moghaddam and M. Nassiri Mahallati. 2013.** Nitrogen use efficiency and harvest index in black seed (*Nigella sativa* L.) at different weed competition durations. *Journal of Plant Production*, 20 (1): 141-156. (In Persian with English Summary).
- Sharifi Ashoorabadi, E., A. Matin and B. Abbaszadeh. 2003.** Effects of manure and fertilizers in nitrogen efficiency in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, Vol. 19, No. 3: 313-330. (In Persian with English Summary)
- Soleimani, F., B. Saadatian and G. Ahmadvand. 2013.** Evaluation of competitive ability of canola (*Brassica napus*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*) at different rate of nitrogen and relative density of both species. *Weed Research Journal*, 5(2): 153-166. (In Persian with English Summary)
- Wahle, E.A. and J.B. Masiunas. 2003.** Comparison of nitrogen use by two population densities of eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*). *Weed Sci.*, 51:394-401.
- Yousefi, A. and R. Amini. 2014.** Using Reduced Rates of Trifluralin and HandWeeding in Sustainable Weed Management of Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill.). *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 24(2): 95-105. (In Persian with English Summary)
- Zimdahl, R.L. 1999.** *Fundamental of weed science*. Academic press. Inc., 460 p.