نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۵- شماره۴- پیاپند ۱۳۷ زمستان ۱۴۰۱

ارزیابی تلفیق نیتروژن و مالچ گندم برعملکردواسانس گیاه زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) درتاریخ‌های مختلف کاشت با کنترل علف های هرز

Evaluation of the combination of nitrogen and wheat mulch on yield and essential oil of (*Trachyspermum ammi* L.) in different planting dates with weeds control

اصغر غلامی[۱]، مهدی مدن دوست[۲]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، فارس، ایران.
۲. دانشیار گروه زراعت، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، فارس، ایران ، (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2024.364010.1664

چکیده

غلامی، ا.، مدن دوست، م.، . ارزیابی تلفیق نیتروژن و مالچ گندم برعملکردواسانس گیاه زنیان (***Trachyspermum ammi* L.**) درتاریخ‌های مختلف کاشت با کنترل علف های هرز
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۵ - شماره ۴- پیاپند ۱۳۷ زمستان ۱۴۰۱ صفحه: ۱۳۳-۱۱۰

شناخت تاریخ مناسب کاشت گیاهان دارویی برای هر منطقه می‌تواند در افزایش محصول موثر باشد. از سوی دیگر میزان مناسب مصرف نیتروژن و اثرات مثبت مالچ گندم برای به دست آوردن عملکرد بالا مهم به نظر می‌رسد. در این پژوهش رشد و عملکرد زنیان با تلفیق نیتروژن و مالچ کلش گندم در تاریخ های مختلف کاشت بررسی شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی شیراز انجام شد. عوامل آزمایش شامل سه تاریخ کاشت شامل ۱۵ بهمن، ۱۵ اسفند، ۱۵ فروردین و شش سطح تلفیق کود اوره و مالچ شامل ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره،۱۰۰ کیلوگرم کود اوره + مالچ، ۵۰ کیلوگرم کود اوره، ۵۰ کیلوگرم کود اوره + مالچ، مالچ به تنهایی و شاهد (عدم مصرف کود و مالچ) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین تراکم علف های هرز در ۱۰۰ درصد نیاز شیمیایی نیتروژن مشاهده شد، همچنین مصرف به تنهایی مالچ گندم در این آزمایش توانسته کمترین تراکم علف‌های هرز نشان دهد. کاهش شاخص‌های رویشی زنیان در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ممکن است به علت تاثیر زمان بر صفات فیزیولوژیک از جمله محتوای کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ باشد. وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه نیز تحت تاثیر تاخیر در زمان کاشت قرار گرفت و کاهش معنی‌داری داشت. در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با مالچ و یا بدون مالچ بیشترین وزن خشک اندام هوایی به مقدار ۵۸۳۰-۵۴۳۸ کیلوگرم در هکتار و بیشترین اسانس ۲/۵۹-۲/۵۲ درصد مشاهده شد که نسبت به شاهد افزایش معنی دار ۳۱-۲۲ درصد وزن ماده خشک و ۱۵-۱۲ درصد اسانس دانه نشان داد. در مجموع تاریخ کاشت ۱۵ بهمن و یا ۱۵ اسفند و تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با مالچ برای کاشت گیاه زنیان توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: اوره، شاخص برداشت، کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، نانخواه.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: mehdi.madandoust@iau.ac.ir

مقدمه

زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) گیاهی یکساله از خانواده چتریان (Apiaceae) با بذرهایی اسانس دار بوده که ترکیباتی از جمله تیمول، سیمین، آلفا و بتا پینن نیز در اسانس آن وجود دارد. بوی خوش بذر نیز ناشی از تیمول می‌باشد. زنیان از جمله گیاهان دارویی است که در طب سنتی از بذر و ریشه آن استفاده فراوانی می‌شود. گیاه زنیان بومی ایران، مصر، هند و برخی از کشورهای اروپایی است و دامنه انتشار این گیاه در ایران مناطقی از بلوچستان، آذربایجان شرقی، اصفهان، خوزستان، فارس، کرمان و خراسان جنوبی می‌باشد (Majnoonhosseini & Davazdahemami, ۲۰۱۴).

در رقابت گیاهان زراعی با علف‌های هرز زمانی که شدت رقابت بیش از حد تحمل گیاه باشد کاربرد عناصر غذایی به ویژه نیتروژن می‌تواند باعث کاهش رشد، عملکرد و افزایش هزینه در بخش کشاورزی شود (Khorramdel *et al*., 2013). تلاش‌های گسترده‌ای با هدف یافتن راهکارهای مناسبی در این شرایط رقابتی برای افزایش عملکرد در گیاهان دارویی انجام شده است (Attarzadeh *et al*., 2019). کاربرد مالچ می‌تواند یکی از راهکارهای زراعی پایدار برای بهبود رشد و عملکرد در چنین شرایطی باشد (Ray *et al*., 2020) و تامین بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه در تلفیق با مالچ گیاهی می‌تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شود (Wang *et al*., 2019). مصرف نیتروژن نیز همراه با افزایش اجزای عملکرد دانه، منجر به بهبود خصوصیات کیفی دانه از جمله پروتئین دانه و افزایش درصد اسانس دانه گردید (Gedik & Akgul, 2023). نیتروژن از عوامل تأثیرگذار بر شاخص سطح برگ در کلیه مراحل رشد گیاه زنیان می باشد. محتوای نیتروژن کانوپی نیز از شاخص‌های اصلی تعیین کننده بهترین شاخص سطح برگ محصول به‌منظور به حداکثر رسانی فتوسنتز است و کاهش محتوای نیتروژن برگ‌ها در اواخر رشد گیاه برای پر کردن دانه ها به شکل انتقال مجدد است که در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود (Ahmed *et al*., 2021).

تاریخ‌های مناسب کاشت نیز از عوامل تاثیرگذار برای کاشت گیاهان دارویی مختلف می باشد. بهتـرین شرایط محیطی برای کاشت اکثر گیاهان دارویی توسط محققان گزارش شده است که مؤید دمای مناسب هوا به میزان ۱۵ تا ۳۵ درجـه سلسیوس می‌باشد. علاوه بر موارد ذکر شده، گیاهان دارویی اصولا در روزهای کمتر از ۱۳ ساعت روشنایی وارد فاز زایشی شده و گلدهی زودهنگام سبب کـاهش چشمگیری در تولید محصول و کم شدن عملکرد ماده خشک و درصد اسانس خواهد شد (Yosefi Shiadeh *et al*., 2015). همچنین به منظور بررسی امکان کاشت پاییزه و یا بهاره گیاه دارویی زنیان و تاثیر آن بر عملکرد دانه آزمایشی به اجرا در آمد و نتایج نشان داد که به علت از بین رفتن گیاهچه‌های سبز شده زنیان در اثر سرمای زمستان، کاشت پاییزه آنها موفقیت آمیز نبوده است (Akbarinia *et al*., 2005).

کاشت زودهنگام از طریق مواجهه طولانی مدت بوته‌ها با سرما و بروز سرمازدگی ریشه موجب خشک شدن گیاهان تیره چتریان می‌گردد (Ayub *et al*., 2008). نتایج آزمایشی نشان داد که تأخیر در کاشت زنیان سبب افزایش معنی‌دار میزان اسانس زنیان شد، ولی عملکرد دانه و عملکرد زیستی، عملکرد اسانس و وزن هزاردانه زنیان با تأخیر در کاشت کاهش نشان داد (Mousapour *et al*., 2017). به زراعی انیسون با انتخاب بهترین تاریخ کاشت و مدیریت کنترل علف‌های هرز منجر به افزایش عملکرد گردید (Kara, 2015). تحقیق دیگر در بررسی روی زنیان به نتیجه‌ای مشابه دست یافت (Ullah & Honermeier, 2013). در آزمایش دیگری تاثیر تاریخ کاشت بر درصد اسانس بذر زنیان معنی‌دار نبود، ولی عملکرد اسانس تحت تاثیر قرار گرفت و با تاخیر در کاشت عملکرد اسانس روند کاهشی از خود نشان داد (Boroumand Rezazadeh *et al*., 2010).

گزارش شده است که عملیات مختلف کاشت و نهاده‌های مورد استفاده همچون کوددهی، تاریخ کاشت و مدیریت علف‌های هرز میزان ماده مؤثره گیاهان دارویی را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ozgüven *et al*., 2008). به این ترتیب، مشخص است که توجه به راهکارهای مدیریت زراعی همچون تاریخ کاشت (Ghorbani *et al*., 2010)، زمان و نوع روش مورد استفاده برای کنترل علف‌های هرز (Nasiri Mahallati *et al*., 2016) در راستای افزایش تولید ارگانیک و عاری از سموم شیمیایی گیاهان دارویی به منظور بهبود عملکرد آنها ضروری به نظر می‌رسد.

با وجود مطالعات انجام شده در مورد آثار مثبت کاربرد کودهای نیتروژنه بر عملکرد و اسانس گیاه زنیان در مورد تلفیق نیتروژن و مالچ گندم در گیاه زنیان مطالعه‌ای گزارش نشده است. بنابراین تلفیق این در تاریخ‌های مختلف کاشت با هدف کنترل علف‌های هرز جهت افزایش قدرت رقابتی زنیان و تأثیر آن بر عملکرد دانه و اسانس دانه از اهداف مهم این پژوهش بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تلفیق نیتروژن و مالچ کلش گندم بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد گیاه دارویی زنیان در تاریخ‌های مختلف کاشت در سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱، آزمایشی به صورت مزرعه‌ای در مرکز تحقیقات کشاورزی شیراز انجام گرفت. لازم به ذکر است که مشخصات جغرافیایی محل کاشت دارای عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و ارتفاع حدود ۱۶۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. اطلاعات هواشناسی محل انجام آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایش شامل سه تاریخ کاشت شامل ۱۵ بهمن ((Feb 1st، 15 اسفند (Mar 1st) و ۱۵ فروردین (Apr 1st) و شش سطح تلفیق کود اوره و مالچ شامل ۱۰۰ درصد نیاز شیمیایی نیتروژن، ۱۰۰ درصد نیاز شیمیایی

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل انجام آزمایش

Table 1. Meteorological data of the experimental site

	بهمن Feb.	اسفند Mar.	فروردین Apr.	اردیبهشت May.	خرداد Jun.	تیر Jul.
میانگین درجه حرارت Mean temp. (˚C)	16.2	19.1	23.3	27.9	30.2	34.6
بارندگی Total rainfall (mm)	13.9	11.0	2.1	0	0	0

جدول ۲- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 2. The physical and chemical analysis of the experimental soil

بافت Texture	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	اسیدیته pH	مس Cu	آهن Fe	روی Zn	منگنز Mn	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N (%)	کربن آلی Organic carbon (%)
			(mg/kg)							
سیلتی لومی Silt loam	1.12	7.02	0.60	8.9	1.5	3.1	186	8	0.1	0.35

نیتروژن+ مالچ، ۵۰ درصد نیاز شیمیایی نیتروژن، ۵۰ درصد نیاز شیمیایی نیتروژن + مالچ، مالچ به تنهایی و شاهد (عدم مصرف کود و مالچ) می‌باشند. لازم به ذکر است که در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز شیمیایی نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۴۶٪) و در تیمار ۵۰ درصد نیاز شیمیایی نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره استفاده شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش به شرح جدول ۲ می‌باشد.

توده بذر زنیان از شرکت پارس اکسیر تهیه شد. بذرها ابتدا با محلول هیپوکلریت سدیم پنج درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی شده و سپس درون مزرعه کشت گردید. با استفاده از گاوآهن برگردان دار ابتدا زمین شخم زده شد و بعد از آن توسط دیسک کلوخه‌ها خرد و با ماله تسطیح کامل انجام و فاروبندی در نهایت صورت گرفت. ۴ خط کاشت با طول ۳ متر در کرت‌هایی ۳×۲ با فاصله ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متری و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر تشکیل شد (Saydi *et al*., 2016). هنگام کاشت به دلیل ریز بودن بذرهای زنیان روی ردیف با تراکم بالا کاشته شد و پس از جوانه زنی و سبز شدن اولیه، بوته های اضافی تنک شدند تا تراکم نهایی به ۶۷ گیاهچه در متر مربع برسد. همچنین در عمق یک تا دو سانتی متری بذرها کشت شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر حدود نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر بود. در تاریخ ۱۵ بهمن، ۱۵ اسفند، ۱۵ فروردین کاشت به صورت دستی انجام شد. از منبع کود اوره سطوح مختلف کود نیتروژنه براساس تیمارهای آزمایشی به صورت تقسیط در سه مرحله سبز شدن، ساقه‌دهی و گلدهی به صورت سرک داده شد. به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز شیمیایی و به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در تیمار ۵۰ درصد نیاز شیمیایی استفاده شد. برای تیمارهای دارای مالچ، کاه و کلش گندم (جداول ۲ و ۳) به میزان ۴ کیلوگرم در هر مترمربع با میانگین طولی ۵ سانتی متر توسط تیلر کولتیواتور با خاک مخلوط شد و برای سطح شاهد یا کنترل مالچی استفاده نشد (Moradian & Yousefi, 2018). تمام کرت‌های مزبور بعد از کاشت بذرها، به صورت نواری

جدول ۳- ترکیب شیمیایی کاه گندم (درصد ماده خشک)

Table 3. Chemical composition of wheat straw (dry matter %)

باقیمانده	سیلیس	لیگنین	همی سلولز	سلولز
Residual	Silica	Lignin	Hemi cellulose	Cellulose
10	5	9	36	40

جدول ۴- تجزیه کاه گندم (درصد وزنی)

Table 4. Decomposition of wheat straw (weight %)

نیتروژن	هیدروژن	اکسیژن	کربن	گوگرد	خاکستر	رطوبت
Nitrogen	Hydrogen	Oxygen	Carbon	Sulfur	Ash	Moisture
1.0	5.5	35.9	40.7	0.1	4.0	12.8

آبیاری گردید.

برای اندازه گیری صفات مربوط به علف‌های هرز پس از شناسایی تمامی گونه‌های مشاهده شده در مزرعه، ابتدا با شروع گلدهی گیاه زنیان از کوادراتی به ابعاد ۵۰× ۵۰ سانتی‌متر جهت اندازه‌گیری تراکم و وزن خشک علف‌های هرز استفاده شد. به منظور محاسبه وزن خشک آن‌ها، ابتدا ریشه را حذف کرده، اندام هوایی را داخل پاکت قرار داده و سپس درون آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و به وسیله ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، وزن خشک اندام هوایی تعیین شد.

برای اندازه‌گیری نیتروژن برگ ، در زمان گل‌دهی زنیان، برگ‌ها جمع آوری شده و پس از هضم نمونه گیاهی براساس تیتراسیون بعد از تقطیر توسط دستگاه کجلدال مدل V۴۰ ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری انجام شد (Lang, ۱۹۵۸). این آزمایش در چهار مرحله‌ی آماده کردن نمونه، هضم نمونه، تقطیر و مرحله‌ی تیتراسیون انجام گردید. ابتدا مقدار ۲ گرم از هر نمونه وزن گردید و در داخل کاغذ صافی قرار داده و سپس به درون ارلن منتقل گردید. در مرحله‌ی هضم میزان ۲۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ (۹۸ درصد) و ۳ گرم کاتالیزور سلینیوم سولفات به نمونه‌ها اضافه گردید. زمان دستگاه روی ۱۵۰ دقیقه و درجه حرارت دستگاه روی ۱۸۰ درجه سلسیوس تنظیم گردید. در مرحله‌ی سرد شدن نمونه‌ها و رسیدن درجه حرارت آن‌ها به درجه حرارت محیط آزمایشگاه، ارلن داخل دستگاه تقطیر قرار گرفت و پس از ۱۵ دقیقه محلول تقطیر شده داخل ارلن جمع شده و آماده‌ی تیتراسیون گردید. تیتراسیون با اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال انجام گرفت و اضافه کردن اسید سولفوریک تا جایی که رنگ محلول ثابت شد، به محلول ادامه پیدا کرد تا نمونه به رنگ بنفش درآمد. در نهایت میزان نیتروژن با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

رابطه ۱ $\text{درصد نیتروژن} = ((V \times ۰/۰۰۱۴)/P) \times ۱۰۰$

P =وزن نمونه بر حسب گرم

V = حجم اسید سولفوریک مصرفی در مرحله‌ی تیتراسیون بر حسب میلی‌لیتر

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک در مرحله گل‌دهی کامل گیاه انجام شد. جهت اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ‌ها از هر تیمار سه برگ جوان کاملا باز شده و شاداب انتخاب شد، هم‌چنین نمونه‌برداری اول صبح و قبل از طلوع آفتاب انجام شد. محتوای آب نسبی برگ‌ها با استفاده از رابطه ۲ مقدار آن محاسبه شد (Shahriari *et al*., ۲۰۱۳).

رابطه ۲ = محتوای آب نسبی برگ

((FW - DW) / (TW - DW)) × ۱۰۰

که در آن FW وزن تازه‌ی بافت برگ، DW وزن خشک بافت برگ، TW وزن آماس یافته بافت برگ است. جهت نمونه‌برداری از برگ‌های جوان و سالم استفاده شد، به این صورت که در ابتدای روز توسط قیچی قطعاتی تقریباً به یک اندازه از برگ جدا و با ترازو (دقت ۰/۰۰۱ گرم) وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن آماس یافته‌ی برگ، برگ‌ها در ظروف پتری‌دیش سربسته و حاوی آب مقطر در محلی تاریک با دمای ثابت به مدت ٢٤ ساعت قرار گرفت. سپس رطوبت سطحی برگ‌ها با کاغذ واتمن شماره یک گرفته می‌شود و وزن آماس محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، برگ‌ها به مدت ٤٨ ساعت در آون در دمای ۷۲ درجه سلسیوس قرار داده شد و سپس وزن (دقت ۰/۰۰۱ گرم) شد.

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل، ۰/۵ گرم برگ تازه را در یک هاون چینی ریخته و ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد سرد و ۰/۵ گرم پودر کربنات‌کلسیم (برای جلوگیری از تشکیل فئوفیتین) اضافه شد. سپس عملیات ساییدن نمونه‌های برگ تازه را در محیطی با نور کم (برای جلوگیری از تجزیه کلروفیل) صورت گرفت تا مخلوطی کاملاً یکنواخت تشکیل شده و تمام کلروفیل از بافت برگ استخراج شود. مخلوط درون لوله‌های سانتریفیوژ ریخته و آن‌ها به مدت ۱۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. سپس یک میلی‌لیتر از محلول صاف شده را برداشته و به یک لوله آزمایش با حجم ۲۰ میلی‌لیتر منتقل و به آن ۹ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد اضافه شد. در نهایت میزان جذب نور در طول موج‌های ٦٦٣ و ٦٤٥ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Vis ۲۱۰۰ از شرکت UNICO ساخت کشور آمریکا) قرائت شد (Arnon, ۱۹٤۹). غلظت کلروفیل a، کلروفیلb و کلروفیل کل از طریق روابط ۵-۳ به دست آمد. در این معادله‌ها، V حجم نمونه استخراج شده، OD میزان جذب نوری در طول موج مورد نظر، W وزن تر نمونه (گرم) است.

رابطه ۳

= کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ)

[12.7 (OD663) - 2.69 (OD645)] × V/1000W

رابطه ۴

= کلروفیل b (میلی گرمبر گرم وزن تر برگ)

[22.9 (OD645) - 4.68 (OD663)] × V/1000W

رابطه ۵

= کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ)

[20.2 (OD645) - 8.02 (OD663)] × V/1000W

جهت اندازه‌گیری عملکرد کل اندام هوایی یا عملکرد زیست توده (عملکرد برگ+عملکرد ساقه+ عملکرد گل) نمونه‌برداری از سه متر مربع از وسط هر کرت انجام شد. ابتدا اندام هوایی درون آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و با ترازوی ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. ارتفاع گیاه نیز در پایان دوره رشد اندازه‌گیری شد.

در پایان دوره رشد، عملکرد و اجزای عملکرد (شامل تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه) اندازه‌گیری شد.

برای تعیین تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر شمارش از ۲۰ بوته هر کرت انجام شد. عملکرد نهایی نیز از سطحی معادل سه متر مربع به دست آمد. با توزین ۵۰۰ عدد دانه برداشت شده، وزن هزار دانه ها نیز محاسبه شدند. شاخص برداشت محصول با تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد زیستی (وزن خشک اندام هوایی + عملکرد دانه) بر حسب درصد به دست آمد.

از دانه‌های برداشت شده در هر تیمار به طور تصادفی ۵۰ گرم نمونه برداشت شده و برای تعیین درصد اسانس مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا دانه‌های زنیان در هر تیمار بوجاری شد. پس از بوجاری، عملیات خرد کردن دانه زنیان صورت گرفت. این عمل به منظور سهولت نفوذ بخار و یا آب به بافت‌های حاوی اسانس و افزایش میزان استخراج اسانس صورت پذیرفت. با استفاده از دستگاه اسانس‌گیری کلونجر و به روش تقطیر با آب، اسانس‌گیری انجام شد. بدین منظور، بذور نیم کوب شده زنیان به همراه ۸۰۰ میلی‌لیتر آب به درون بالن یک لیتری دستگاه اضافه گردید. منبع حرارتی برای انجام عمل اسانس‌گیری به وسیله هیتر مخصوصی که در زیر بالن قرار داده شده تأمین می‌شد. بالن به لوله‌ای که در قسمت بالای آن لوله‌ای به طول ۵۰ سانتی‌متر و قطر ۴ سانتی‌متر قرار داشت، متصل گردیده، وقتی آب به نقطه جوش رسید بخار تشکیل شده به وسیله لوله بالای بالن حرکت کرده و وارد لوله مبرد شده و در آنجا در اثر سرد شدن، بخار آب به صورت قطره در می‌آمد، این قطره‌ها وارد بازوی جدا کننده شده و در این‌جا اسانس از آب جدا می‌گردد. از آنجا که جرم حجمی اسانس ۰/۹ تا ۰/۹۳ می‌باشد، بنابراین چون جرم حجمی اسانس کمتر از آب می‌باشد اسانس روی آب قرار گرفته شد. جهت تکمیل عمل اسانس گیری تا زمان ثابت ماندن اسانس به مدت ۲ ساعت استفاده از دستگاه کلونجر ادامه یافت (Eblagh *et al*., 2014).

انجام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. در مرحله‌ی نخست، تجزیه واریانس جهت صفات اندازه‌گیری شده انجام گرفت و پس از آن میانگین داده ها با هم با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

تراکم و وزن خشک علف‌های هرز

گونه‌های شناسایی شده در مزرعه در جدول ۵ مشخص شده است. گونه‌های علف هرزی از ۶ تیره و ۶ گونه غالب بودند. تاریخ کاشت و ترکیبات کودی، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را تحت تاثیر قرار داد، اما این صفات تحت تأثیر برهمکنش تاریخ کاشت و ترکیبات کودی قرار نگرفت (جدول ۶). بیشترین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین به مقدار ۱۰/۲۲ بوته و ۳۲/۰۶ گرم در متر مربع به دست آمد که نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ اسفند اختلاف معنی‌داری نشان نداد. همچنین تاریخ کاشت ۱۵ بهمن سبب کاهش معنی‌دار تراکم و وزن خشک علف‌های هرز شد، به‌طوری که نسبت به ۱۵

جدول ۵- گونه های علف های هرز مشاهده شده در مزرعه

Table 5. Weeds species observed in the field

ردیف Row	نام فارسی Persian name	نام عمومی Common name	نام علمی Scientific name	تیره Family
1	تاج خروس وحشی	Redroot pigweed	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae
2	تاج ریزی	Black nightshade	*Solanum nigrum* L.	Solanaceae
3	پیچک صحرایی	Field bindweed	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulacease
4	سلمه تره	Common lambsquarters	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae
5	خرفه	Common purslane	*Portulaca oleracea* L.	Portulacacea
6	گاورس	Green foxtail	*Setaria viridis* (L.) Beauv	Poaceae

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم و وزن خشک علف های هرز در گیاه زنیان

Table 6. ANOVA (Mean Squares) for density and dry weight of weeds in *Trachyspermum ammi* L.

منابع تغییرات Sov	درجه آزادی df	تراکم Density	وزن خشک Dry weight
		علف های هرز Weeds	
تکرار Replication	2	1.66^{ns}	6.89^{ns}
تاریخ کاشت Planting date	2	6.22^{**}	85.47^{*}
ترکیبات کودی Fertilizer compounds	5	68.44^{**}	654.43^{**}
تاریخ کشت × ترکیبات کودی Planting date × Fertilizer compounds	10	1.13^{ns}	13.06^{ns}
خطای آزمایش Experimental error	34	1.13	33.67
ضریب تغییرات CV (%)		12.4	18.2

^{ns}، * و **: به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

^{ns}, * and **: not significant and significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

فروردین ۱/۱۱ بوته و ۲/۴۷ گرم در متر مربع کاهش داشت. بیشترین تراکم علف‌های هرز (۱۲/۵۰ بوته در متر مربع) در ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره مشاهده شد (جدول ۷).

تراکم علف‌های هرز در تیمار تلفیق مالچ گندم با ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار نسبت به مصرف به تنهایی کود اوره ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به طور متوسط ۲۲ درصد کاهش معنی‌داری نشان داد. همچنین مصرف به تنهایی مالچ گندم در این آزمایش توانسته کمترین تراکم علف‌های هرز (۶/۲۸ بوته در متر مربع) نشان دهد. از سوی دیگر افزایش مصرف کود نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش ۲۴ درصدی وزن خشک علف‌های هرز گردید و استفاده از مالچ گندم نیز توانست سبب کاهش ۲۴ درصدی رشد و وزن خشک علف‌های هرز شود (جدول ۷).

کاهش تراکم علف‌های هرز در شرایط استفاده از مالچ گیاهی می‌تواند به دلیل کاهش امکان سبز شدن علف‌های هرز و یا کاهش رشد آن‌ها باشد. از سوی دیگر مصادف شدن زمان جوانه‌زنی غالب علف‌های هرز مزرعه با مراحل اولیه‌ی رشد گیاه زراعی، می‌تواند سبب تغییر در تراکم علف‌های هرز گردد. محققان گزارش کردند که بالاترین زیست توده علف‌های هرز کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و در شرایط عدم استفاده از مالچ دیده شد. تداخل علف‌های هرز عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی

جدول ۷-اثرات تاریخ کاشت و ترکیبات کودی بر تراکم و وزن خشک علف های هرز در گیاه زنیان

Table 7. The effects of planting date and fertilizer compounds on density and dry weight of weeds in *Trachyspermum ammi* L.

تاریخ کاشت Planting date	ترکیبات کودی Fertilizer compounds	تراکم (بوته /مترمربع) Density (plant/m^2)	وزن خشک(گرم/مترمربع) Dry weight (g/m^2)
		علف های هرز Weeds	
۱۵ بهمن Feb 1st		9.11^{b}	29.59^{b}
۱۵ اسفند Mar 1st		9.78^{a}	33.87^{a}
۱۵ فروردین Apr 1st		10.22^{a}	32.06^{ab}
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (100 kg/ha)	13.98^{a}	45.10^{a}
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (100 kg/ha) + Mulch	11.03^{b}	34.43^{b}
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (50 kg/ha)	11.01^{b}	36.47^{b}
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (50 kg/ha) + Mulch	8.42^{c}	27.72^{c}
	مالچ Mulch	6.28^{d}	21.63^{d}
	شاهد Control	8.78^{b}	25.46^{cd}

در هر ستون، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۰۵٪ اختلاف معنی دار ندارد.

In each column, the means with at least one common letter are not significantly different at 0.05 probability level (Duncan test).

بادرشبو را از ۵۴۹۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۸۵۲ کیلوگرم در هکتار کاهش داد (Moradian & Yousefi, ۲۰۱۸). از سوی دیگر، تاریخ کاشت از طریق تاثیر بر جوانه‌زنی بذرهای علف‌های هرز، سبب کاهش علف‌های هرز شده است. در شرایط تاریخ کاشت ۱۵ فروردین به علت مساعد بودن شرایط برای رشد علف‌های هرز، جوانه‌زنی علف‌های هرز افزایش یافته و این امر منجر به افزایش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز شده است.

محتوای نیتروژن برگ

تاریخ کاشت و ترکیبات کودی محتوای نیتروژن برگ را در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر قرار داد، اما محتوای نیتروژن برگ تحت تأثیر برهمکنش تاریخ کاشت و ترکیبات کودی قرار نگرفت (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تاخیر در کاشت سبب کاهش ۸ درصدی جذب نیتروژن و کاهش نیتروژن برگ زنیان شده است، هر چند که تاریخ کاشت ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند محتوای نیتروژن برگ تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. از سوی دیگر محتوای نیتروژن برگ در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با مالچ یا بدون مالچ نسبت به شاهد و مصرف ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار به طور متوسط ۱/۴۵ برابر افزایش معنی‌دار نشان داد (جدول ۹)

تأخیر در زمان کاشت، همراه با کاهش رشد ریشه شده و سبب کم شدن جذب نیتروژن می‌شود. کاهش نیتروژن برگ در کاشت دیرهنگام به دلیل کم شدن طول دوره رشد خواهد بود. تاریخ کاشت مناسب، رشد گیاه را به دلیل بهبود جذب عناصر غذایی، افـزایش

خواهد داد. اما کاشت دیرهنگام به دلیل کاهش طول دوره رشد، سبب کاهش جذب منابع می‌شود (Bagheri & Balouchi, ۲۰۱۳). در واقع تاریخ نامناسب کاشت از طریق کاهش در جذب عناصر غذایی منجر به کاهش عملکرد می‌شود (Subedi *et al*., ۲۰۰۷). از سوی دیگر کود اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، تاثیر بارزتر بر غلظت جذب نیتروژن برگ زنیان داشت. استفاده از کود نیتروژنه در طول دوره رشد منجر به افزایش فراهمی و دسترسی گیاه به عنصر نیتروژن شده و در نتیجه این امر جذب و انتقال آن به برگ نیز افزایش می‌یابد. گزارش شده است که در شرایط آبیاری نرمال زمانی که پتانسیل آب خاک بالا است، انتقال عناصر غذایی به اندام‌های هوایی بیشتر است (Attarzadeh *et al*., ۲۰۱۹). همچنین استفاده از مالچ به دلیل حفظ رطوبت خاک تا حدی شرایط لازم برای ادامه جذب آب از محیط ریشه را برای گیاه فراهم نموده و در نتیجه سبب بهبود جذب عناصر غذایی می‌شود (Kader *et al*., ۲۰۱۹).

محتوای نسبی آب برگ

تاریخ کاشت و ترکیبات کودی محتوای نسبی آب برگ را تحت تاثیر قرار داد، همچنین محتوای نسبی آب برگ تحت تأثیر برهمکنش تاریخ کاشت و ترکیبات کودی قرار گرفت (جدول ۸). تاخیر در کاشت سبب کاهش محتوای نسبی آب برگ زنیان شد، به طوری که تاریخ کاشت ۱۵ بهمن بیشترین محتوای نسبی آب برگ را به مقدار ۶۸/۸۰ درصد نشان داد و با تاخیر در کاشت محتوای نسبی آب برگ به طور متوسط ۴/۲۱ درصد کاهش معنی‌دار نشان داد. از سوی دیگر محتوای نسبی آب برگ در تیمار ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با مالچ نسبت به شاهد و شرایط بدون مالچ به طور متوسط به ترتیب ۷/۴۵ و ۱۱/۶۵ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد (جدول ۹). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن، ترکیبات کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره همراه با مالچ و یا مالچ به تنهایی به طور متوسط سبب افزایش ۱۲/۶۸ درصدی محتوای نسبی آب برگ شد. در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن، بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ در تیمار استفاده از کود اوره همراه با مالچ گندم (۷۳/۲۷ درصد) به دست آمد که نسبت به مالچ به تنهایی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. همچنین کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ با تاریخ کاشت ۱۵ فروردین در تیمار شاهد (۵۷/۸۶ درصد) مشاهده گردید (جدول ۹).

تأخیر در زمان کاشت به دلیل افزایش تنش گرما و خشکی سبب کاهش رشد ریشه شده و در نتیجه سبب جذب کم آب از خاک می‌شود (Bahramifar & Baziar, ۲۰۲۲). از سوی دیگر استفاده از مالچ گندم سبب افزایش نفوذ آب در خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک شده و تا حدودی از عوارض تنش خشکی می‌کاهد (Rahma *et al*., ۲۰۱۹). بنابراین مالچ باعث ایجاد محیطی مناسب جهت رشد گیاه گشته و آب قابل دسترس بیشتری را در اختیار گیاه قرار داده و در نتیجه سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ زنیان شده است. نتایج دیگر

محققان نشان می‌دهد که مالچ غیرزنده تأثیر مثبت و معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ گیاه نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L.) داشته است (Shahriari *et al*., ۲۰۱۳).

محتوای کلروفیل a، b و ab

محتوای کلروفیل a و b تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، اما محتوای کلروفیل a، b و ab تحت تاثیر ترکیبات کودی قرار گرفت. همچنین محتوای کلروفیل a، b و ab تحت تأثیر برهمکنش تاریخ کاشت و ترکیبات کودی قرار گرفت (جدول ۸). تاخیر در کاشت سبب کاهش محتوای کلروفیل a زنیان شد، به طوری که تاریخ کاشت ۱۵ بهمن بیشترین محتوای کلروفیل a (۵۷/۲ میلی گرم به گرم) نشان داد و با تاخیر در کاشت محتوای کلروفیل a (۰۸/۰ میلی گرم به گرم کاهش معنی‌داری نشان داد. از سوی دیگر بیشترین محتوای کلروفیل a در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با مالچ یا بدون مالچ مشاهده شد که نسبت به شاهد و مالچ گندم به طور متوسط به ترتیب ۰/۷۹ و ۰/۶۶ میلی گرم به گرم افزایش معنی‌دار نشان داد (جدول ۹). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن، ترکیبات کودی ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره همراه با مالچ و یا بدون مالچ سبب افزایش ۳۳/۳۳ درصدی محتوای کلروفیل a شد. پس از آن ۵۰ کیلوگرم کود اوره ۲۱/۷۶ درصد محتوای کلروفیل a بیشتری نسبت به شاهد نشان داد. در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند، بیشترین محتوای کلروفیل a در تیمار استفاده از کود اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و پس از آن ۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نسبت به شاهد (۱/۵۲) و مالچ (۰/۷۸ میلی گرم به گرم) اختلاف معنی‌دار نشان داد. کمترین محتوای کلروفیل a نیز در تیمار شاهد (۲/۰۵ میلی گرم به گرم) مشاهده گردید (جدول ۹).

محتوای کلروفیل b زنیان در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن نسبت به ۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین ۶/۹۳ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد شد. از سوی دیگر بیشترین محتوای کلروفیل b در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با مالچ یا بدون مالچ (۱/۳۲ و ۱/۲۵ میلی گرم به گرم) مشاهده شد که نسبت به شاهد و مالچ گندم افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۹). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن، ترکیبات کودی ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره همراه با مالچ و یا بدون مالچ در مقادیر بالاتر محتوای کلروفیل b (۳۴/۱ و ۱/۲۶ میلی گرم به گرم) بود. پس از آن ۵۰ کیلوگرم کود اوره، محتوای ۱/۲۵ میلی گرم به گرم کلروفیل b حاصل نمود. در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند، بیشترین محتوای کلروفیل b در تیمار استفاده از کود اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱/۳۱) و پس از آن ۵۰ کیلوگرم در هکتار (۱/۱۱ میلی گرم به گرم) به دست آمد که نسبت به شاهد و مالچ به طور متوسط ۰/۷۱ و ۰/۵۱ میلی گرم به گرم اختلاف معنی‌داری نشان داد. کمترین محتوای کلروفیل b نیز در تیمارهای شاهد و مالچ (میانگین ۰/۶۰ میلی گرم به گرم) مشاهده گردید (جدول ۹).

بیشترین محتوای کلروفیل ab در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با مالچ یا بدون مالچ (میانگین ۳/۹۸ میلی گرم به گرم) مشاهده شد

جدول ۸-نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات فیزیولوژیک زنیان

Table 8. ANOVA (Mean Squares) for the physiological charecteristics of *Trachyspermum ammi* L.

منابع تغییرات Sov	درجه آزادی df	نیتروژن برگ Leaf nitrogen	محتوای رطوبت نسبی RWC	کلروفیل a Chl_a	کلروفیل b Chl_b	کلروفیل ab Chl_{ab}
تکرار Replication	2	0.03^{ns}	151.600^{**}	0.599^{**}	0.065^{ns}	0.442^{ns}
تاریخ کشت Planting date	2	0.244^{**}	152.85^{**}	0.037^{*}	0.034^{*}	0.141^{ns}
ترکیبات کودی Fertilizer compounds	5	4.829^{**}	194.52^{**}	1.01^{**}	0.810^{**}	3.605^{**}
تاریخ کشت × ترکیبات کودی Planting date × Fertilizer compounds	10	0.019^{ns}	68.99^{*}	1.01^{**}	0.130^{**}	1.051^{**}
خطای آزمایش Experimental error	34	0.034	10.69	0.01	0.041	0.067
ضریب تغییرات CV (%)		9.5	5.0	4.7	19.7	12.3

^{ns}، * و **: به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

^{ns}, * and **: Not significant and significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

که نسبت به شاهد و مالچ گندم افزایش ٤٩/٦٢ و ٣٧/٧١ درصد به صورت معنی‌دار نشان داد (جدول ۹). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن، بیشترین محتوای کلروفیل ab با ترکیبات کودی ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره همراه با مالچ و یا بدون مالچ ٤/٢٤ و ٤/١٣ میلی گرم به گرم به دست آمد. پس از آن ۵۰ کیلوگرم کود اوره، محتوایی معادل ٣/٩٤ میلی گرم به گرم کلروفیل ab نشان داد. در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند، بیشترین محتوای کلروفیل ab در تیمار استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار (٤/٢٢ میلی گرم به گرم) و پس از آن ۵۰ کیلوگرم در هکتار (٣/٦٦ میلی گرم به گرم) به دست آمد که نسبت به شاهد اختلاف ۱/۷۵ و ۱/۱۹ میلی گرم به گرم به صورت معنی دار نشان داد. محتوای کلروفیل ab در تیمارهای شاهد و مالچ به کمترین مقدار (میانگین ٢/٦٦ میلی گرم به گرم) به دست آمد (جدول ۹).

تغییر در تاریخ کاشت به علت تغییر طول روز، دما و رطوبت نسبی تأثیر بسزایی در رشد و نمو و شاخص‌های فتوسنتزی طی فصل رشد دارد (Khichar & Niwas, ٢٠٠٦). از سوی دیگر محققان اظهار داشتند که با افزایش فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو و غلظت نیتروژن برگ، کلروفیل برگ افزایش می‌یابد (Hosseinzadeh *et al*., ٢٠١٦). بالطبع کاربرد کود شیمیایی از طریق افزایش غلظت نیتروژن می‌تواند تا حدودی سبب افزایش کلروفیل برگ گردد (Attarzadeh *et al*., ٢٠١٩). بنابراین با توجه به نقش کلیدی عنصر نیتروژن در ساختمان کلروفیل، به‌نظر می‌رسد تأمین این عنصر دلیل اصلی افزایش کلروفیل برگ در گیاه زنیان باشد.

اجزای عملکرد دانه

اثر تاریخ کاشت و ترکیبات کودی بر اجزای عملکرد دانه (چتر در بوته، دانه در چتر و وزن هزار دانه) معنی‌دار بود، اما این صفات تحت تاثیر برهمکنش عوامل آزمایشی قرار نگرفتند (جدول ۱۰). تعداد چتر در بوته زنیان در تاریخ

جدول ۹- اثرات تاریخ کاشت و ترکیبات کودی و برهمکنش آنها بر صفات فیزیولوژیک زنیان

Table 9. The effects of planting date and fertilizer compounds and their interaction on the physiological charecteristics of *Trachyspermum ammi* L.

تاریخ کاشت Planting date	ترکیبات کودی Fertilizer compounds	نیتروژن برگ (٪) Leaf Nitrogen (%)	محتوای رطوبت نسبی (٪) RWC (%)	کلروفیل a (میلی گرم به گرم) Chl_a (mg/g)	کلروفیل b (میلی گرم به گرم) Chl_b (mg/g)	کلروفیل ab (میلی گرم به گرم) Chl_{ab} (mg/g)
۱۵ بهمن Feb 1st		1.96[a]	68.80[a]	2.57[a]	1.08[a]	
۱۵ اسفند Mar 1st		2.04[a]	66.32[b]	2.50[ab]	1.01[b]	
۱۵ فروردین Apr 1st		1.81[b]	62.85[c]	2.48[b]	1.01[b]	
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (100 kg/ha)	2.71[a]	63.13[b]	2.80[a]	1.25[a]	4.06[a]
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (100 kg/ha) + Mulch	2.58[a]	70.70[a]	2.88[a]	1.32[a]	4.21[a]
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (50 kg/ha)	2.17[b]	63.33[b]	2.56[b]	1.18[a]	3.75[b]
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (50 kg/ha) + Mulch	2.07[b]	70.67[a]	2.63[b]	1.13[a]	3.76[b]
	مالچ Mulch	1.04[c]	69.07[a]	2.18[c]	0.70[b]	2.89[c]
	شاهد Control	1.00[c]	59.03[c]	2.05[d]	0.61[b]	2.66[c]
۱۵ بهمن Feb 1st						
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (100 kg/ha)		68.03[b]	2.86[a]	1.26[a]	4.13[a]
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (100 kg/ha) + Mulch		73.24[a]	2.90[a]	1.34[a]	4.24[a]
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (50 kg/ha)		68.58[b]	2.59[b]	1.34[a]	4.04[a]
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (50 kg/ha) + Mulch		73.31[a]	2.67[ab]	1.16[ab]	3.84[a]
	مالچ Mulch		70.22[ab]	2.23[c]	0.71[bc]	2.94[b]
	شاهد Control		59.55[c]	2.16[c]	0.60[c]	2.76[b]
۱۵ اسفند Mar 1st						
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (100 kg/ha)		63.99[b]	2.84[a]	1.27[ab]	4.11[ab]
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (100 kg/ha) + Mulch		70.74[a]	2.94[a]	1.36[a]	4.33[a]
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (50 kg/ha)		62.51[b]	2.51[b]	1.05[b]	3.57[c]
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (50 kg/ha) + Mulch		70.96[a]	2.59[b]	1.17[ab]	3.76[bc]
	مالچ Mulch		70.02[a]	2.11[c]	0.65[c]	2.76[d]
	شاهد Control		59.74[b]	1.90[d]	0.56[c]	2.47[d]
۱۵ فروردین Apr 1st						
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (100 kg/ha)		57.41[b]	2.72[a]	1.21[a]	3.94[a]
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (100 kg/ha) + Mulch		68.20[a]	2.81[a]	1.28[a]	4.00[a]
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (50 kg/ha)		58.90[b]	2.58[a]	1.06[ab]	3.64[a]
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (50 kg/ha) + Mulch		67.75[a]	2.63[a]	1.05[ab]	3.69[a]
	مالچ Mulch		67.00[a]	2.21[b]	0.76[b]	2.97[b]
	شاهد Control		57.86[b]	2.08[b]	0.67[b]	2.75[b]

در هر ستون، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی دار ندارد.

In each column, the means with at least one common letter are not significantly different at 0.05 probability level (Duncan test).

کاشت ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند نسبت به ۱۵ فروردین ۱۳/۹٤ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد. از سوی دیگر بیشترین تعداد چتر در بوته زنیان در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با مالچ (۲۸/۳) یا بدون مالچ (۲۷/۲) مشاهده شد که نسبت به شاهد افزایشی معادل ۷/۵ و ٦/٤ چتر به صورت معنی‌دار نشان داد. پس از آن ۵۰ کیلوگرم کود اوره معادل ۵/٦ چتر بیشتر نسبت

به شاهد در بوته‌های زنیان حاصل نمود (جدول ۱۱).

تاریخ کاشت ۱۵ اسفند بیشترین تعداد دانه در چتر داشت که نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ۲۳/۸۲ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد. از سوی دیگر بیشترین تعداد دانه در چتر زنیان با تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره و پس از آن با ۵۰ کیلوگرم اوره مشاهده شد که افزایشی معادل ۲۱/۸۵ و ۱۵/٦۵ دانه در چتر نسبت به شاهد به دست آمد (جدول ۱۱).

وزن هزار دانه زنیان در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند نسبت به ۱۵ فروردین ۰/۲۲ گرم افزایش معنی‌دار نشان داد. از سوی دیگر بیشترین وزن هزار دانه زنیان در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره ۱/۱۲ گرم مشاهده شد که نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری به مقدار ۰/۲۸ گرم به دست آمد. پس از آن با ۵۰ کیلوگرم کود اوره ۰/۱۷ گرم افزایش وزن هزار دانه حاصل شد (جدول ۱۱).

کاشت دیرهنگام باعث می‌شود که طول دوره مراحل نموی کوتاهتر شود و قبل از اینکه اندام‌های رویشی برای ایجاد منبع فیزیولوژیک به‌طور کامل توسعه یابند، بوته‌ها زودتر وارد مرحله زایشی شده و در ادامه با کمبود منابع فتوسنتزی مواجه شوند (Bahramifar & Baziar, ۲۰۲۲). بنابراین زمان کاشت نامناسب سبب کاهش اجزا عملکرد شده است. گزارش شده است که دمای زیاد محیط در مرحله تورم غلاف برگ پرچم تا ظهور سنبله باعث اختلال در تقسیم سلول‌های مادر دانه گرده و زنده ماندن آنها شده و می‌تواند تعداد دانه را کاهش دهد (Dhillon & Fischer, ۱۹۹٤). همچنین عوامل محیطی پس از گرده افشانی به طور عمده بر وزن هزار دانه تاثیر می‌گذارد. بنابراین مواجه شدن بوته ها در این دوره با تنش‌های محیطی مانند گرما در انتهای فصل وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (Hussain *et al*., ۲۰۱۲; Jahan *et al*., ۲۰۱۸). بهبود جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن در تیمار تلفیق مالچ و کود نیتروژنه منجر به بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک زنیان شده که در نتیجه این امر، تولید مواد فتوسنتزی افزایش یافته است. افزایش تولید مواد فتوسنتزی منجر به افزایش عملکرد زایشی شده که به‌دنبال آن چتر در بوته، دانه در چتر و وزن هزار دانه افزایش یافته است. گزارش‌های مشابه‌ی از افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در اثر استفاده از تلفیق مالچ و کود نیتروژنه وجود دارد (Rahman *et al*., ۲۰۰۵; Behzadnejad *et al*., ۲۰۲۰).

شاخص برداشت

شاخص برداشت نیز صرفا تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۱۰).بیشترین شاخص برداشت در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین به مقدار ۰/۲۳ مشاهده شد وکمترین شاخص برداشت ۰/۲۱ بوده که از تاریخ های کاشت ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند به دست آمد (جدول ۱۱). در آزمایش‌هایی که در رابطه با زنیان انجام شد (Boroumand Rezazadeh *et al*., ۲۰۱۰; Eblagh *et al*., ۲۰۱۴) شاخص برداشت از معدود صفاتی بود که از نظر آماری تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت.

درصد اسانس دانه

درصد اسانس دانه زنیان تحت تاثیر تاریخ کاشت و ترکیبات کودی قرار گرفت، اما این صفت تحت تاثیر برهمکنش عوامل آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۱۰). تاریخ کاشت ۱۵ فروردین و ۱۵ اسفند در مقایسه با ۱۵ بهمن ۰/۳۰ درصد اسانس دانه زنیان افزایش معنی‌دار نشان داد. از سوی دیگر بیشترین درصد اسانس در تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به ترتیب ۲/۵۵ و ۲/۷۰ درصد مشاهده شد که نسبت به شاهد به ترتیب ۰/۳۰ و ۰/۴۵ درصد افزایش به صورت معنی‌دار نشان داد.

اگرچه تأخیر در زمان کاشت سبب کاهش رشد و عملکرد شد، اما سبب افزایش معنی‌دار میزان اسانس زنیان شد. محققان گزارش کردند که بیشترین اسانس گیاه بومادران در تاخیر در زمان کاشت بدست آمد (Soleimani *et al*., ۲۰۱۱). همچنین تولید و تجمع اسانس در گیاهان دارویی نیازمند ATPو NADPH است و برای تولید این ترکیبات وجود عناصری مانند نیتروژن و فسفر ضروری است، بنابراین تغذیه مناسب گیاه از طریق کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی، ممکن است سبب تسهیل در انجام فرآیندهای بیوشیمیایی تولید اسانس شود و در نتیجه عملکرد اسانس را افزایش دهد (Han & Lee, ۲۰۰۶).

ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی وعملکرد دانه

ترکیبات کودی ارتفاع بوته را تحت تاثیر قرار داد، همچنین ارتفاع بوته تحت تأثیر برهمکنش تاریخ کاشت و ترکیبات کودی قرار گرفت (جدول ۱۰). نتـایج برهمکنش تیمارها نشـان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن، بیشترین ارتفـاع بوته در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با مالچ ۷۲/۶ سانتی متر مشاهده شد که نسبت به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره بدون مالچ تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین، بیشترین ارتفاع بوته در تیمار استفاده از کود اوره همراه با مالچ گندم ۶۱/۱ سانتی متر به دست آمد که نسبت به تیمار صرفا مالچی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. همچنین کمترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد (۴۵/۷ سانتی متر) مشاهده گردید (جدول ۱۲).

تأخیر در زمان کاشت باعث کوتاه شدن طول دوره رشد گیاه می‌شود و در نتیجه گیاه ماده خشک کمتری تولید می‌کند. بنابراین کاهش وزن خشک با تأخیر در کاشت نیز مؤید این امر می‌باشد. محققان گزارش کردند که اثرات زیان‌بار تأخیر در کاشت به دلیل تنش گرمای انتهایی دوره رشد از طریق تأثیر بر شاخص‌های فیزیولوژیک بوده است (Bahramifar & Baziar, ۲۰۲۲). بنابراین کاهش در میزان شاخص‌های رشد از جمله وزن خشک اندام هوایی زنیان در تیمار ۱۵ فروردین در نتیجه کاهش محتوای کلروفیل و اختلال در فعالیت‌های فتوسنتزی حاصل شده است. از سوی دیگر محققان عنوان کردند که تلفیق مالچ گندم و کود نیتروژنه با بهبود خصوصیات فیزیولوژیک سبب افزایش عملکرد دانه گیاهان در شرایط کمبود آب می‌شود (Guo *et al*., ۲۰۲۱). پژوهشگران دیگری هم نتایج مشابه‌ی برای گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) با استفاده از تلفیق مالچ و کود

جدول ۱۰- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات رویشی، عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس زنیان

Table 10. ANOVA (Mean Squares) for vegetative charecteristics, yield, yield components and essential oil of *Trachyspermum ammi* L.

منابع تغییرات Sov	درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Plant height	چتر در گیاه Umbel per plant	دانه در چتر Grain per umbel	وزن هزار دانه 1000–grain weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	اسانس Essential oil
تکرار Replication	2	79.15^{ns}	23.72**	218.24**	0.038^{ns}	4155671.6**	1664.2^{ns}	62.37**	0.405*
تاریخ کاشت Planting date	2	94.29^{ns}	65.72*	1099.37*	0.294**	5904977.0**	33424.6**	58.61**	0.532*
ترکیبات کودی Fertilizer compounds	5	293.10**	75.58**	721.54**	0.125**	2084909.3**	14988.0**	21.60^{ns}	0.331*
تاریخ کاشت × ترکیبات کودی Planting date × Fertilizer compounds	10	150.96*	0.81^{ns}	4.36^{ns}	0.003^{ns}	393067.6*	2167.1*	10.81^{ns}	0.217^{ns}
خطای آزمایش Experimental error	34	72.99	3.07	30.17	0.025	459664.4	706.8	11.32	0.103
ضریب تغییرات CV (%)		14.8	6.8	7.4	15.8	13.0	9.4	15.7	12.7

^{ns}، * و **: به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰،۰۵ و ۰،۰۱

^{ns}, * and **: not significant and significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

نیتروژنه گزارش کرده‌اند (Moradian & Yousefi, ۲۰۱۸).

تاریخ کاشت، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار داد. همچنین وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه تحت تاثیر ترکیبات کودی و برهمکنش عوامل آزمایشی قرار گرفت (جدول ۱۰). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن، بیشترین وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه در تیمار استفاده از کود اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با مالچ به مقدار ۶۵۸۷ و ۱۱۴۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نسبت به شاهد ۵۹/۵۷ و ۲۲/۹۷ درصد افزایش به صورت معنی‌دار نشان داد. در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن کمترین وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه در تیمارهای شاهد و مالچ به طور میانگین ۴۹۸۰ و ۱۰۶۹ کیلوگرم در هکتار و در ۱۵ اسفند به طور میانگین ۴۴۶۰ و ۹۶۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۱۲).

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در شرایط استفاده از مالچ گیاهی به دست می آید و کاشت زودهنگام نیز، سبب کاهش علف‌های هرز شده است. تأخیر در زمان کاشت سبب تاثیر منفی بر محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌گردد. در کاشت دیرهنگام، گیاه زنیان با کمبود منابع فتوسنتزی مواجه شده و با تأثیر بر وزن دانه سبب کاهش شدید عملکرد شده است.

جدول ۱۱- اثر تاریخ کاشت و ترکیبات کودی بر اجزای عملکرد، شاخص برداشت و اسانس زنیان

Table 11. The effect of planting date and fertilizer combinations on yield components, HI and essential oil of *Trachyspermum ammi* L.

تاریخ کاشت Planting date	ترکیبات کودی Fertilizer compounds	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm)	چتر در گیاه Umbel per plant	دانه در چتر Grain per umbel	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight (g)	وزن خشک اندام هوایی (کیلوگرم/هکتار) Shoot dry weight (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم/هکتار) Grain yield (kg/ha)	درصد اسانس Essential oil (%)	شاخص برداشت Harvest index
۱۵ بهمن Feb 1st			26.0^{a}	73.9^{b}	1.09^{a}	5624^{a}	1097^{a}	2.32^{b}	0.20^{b}
۱۵ اسفند Mar 1st			27.1^{a}	81.1^{a}	1.07^{a}	5423^{a}	1106^{a}	2.64^{a}	0.21^{b}
۱۵ فروردین Apr 1st			23.3^{b}	65.5^{c}	0.86^{b}	4547^{b}	1027^{b}	2.60^{a}	0.23^{a}
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (100 kg/ha)	59.2^{ab}	27.2^{ab}	79.9^{ab}	1.09^{a}	5438^{ab}	1091^{bc}	2.52^{abc}	
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (100 kg/ha) + Mulch	65.0^{a}	28.3^{a}	84.4^{a}	1.16^{a}	5830^{a}	1132^{a}	2.59^{ab}	
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (50 kg/ha)	59.9^{ab}	26.0^{b}	75.8^{b}	1.01^{ab}	5450^{ab}	1068^{cd}	2.66^{ab}	
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (50 kg/ha) + Mulch	58.2^{ab}	27.4^{ab}	76.1^{b}	1.01^{ab}	4945^{bc}	1101^{b}	2.75^{a}	
	مالچ Mulch	55.7^{bc}	23.1^{c}	66.1^{c}	0.91^{bc}	5074^{bc}	1051^{d}	2.34^{bc}	
	شاهد Control	47.7^{c}	20.8^{d}	60.3^{d}	0.84^{c}	4451^{c}	1016^{e}	2.25^{c}	

در هر ستون، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی دار ندارد.

In each column, the means with at least one common letter are not significantly different at 0.05 probability level (Duncan test).

جدول ۱۲- برهمکنش تاریخ کاشت و ترکیبات کودی بر صفات رویشی و عملکرد دانه زنیان

Table 12. The interaction of planting date and fertilizer compounds on vegetative charecteristics and grain yield of *Trachyspermum ammi* L.

تاریخ کاشت Planting date	ترکیبات کودی Fertilizer compounds	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm)	وزن خشک اندام هوایی (کیلوگرم/هکتار) Shoot dry weight (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم/هکتار) Grain yield (kg/ha)
۱۵ بهمن Feb 1st	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (100 kg/ha)	65.3^{ab}	6018^{ab}	1105^{abc}
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (100 kg/ha) + Mulch	72.6^{a}	6587^{a}	1146^{a}
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (50 kg/ha)	58.7^{b}	5810^{ab}	1092^{abc}
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (50 kg/ha) + Mulch	60.7^{b}	5635^{ab}	1112^{ab}
	مالچ Mulch	56.6^{b}	5315^{bc}	1074^{bc}
	شاهد Control	44.1^{c}	4381^{c}	1052^{c}
۱۵ اسفند Mar 1st	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (100 kg/ha)	58.4^{ab}	5972^{a}	1134^{ab}
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (100 kg/ha) + Mulch	62.2^{a}	5691^{a}	1160^{a}
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (50 kg/ha)	62.9^{a}	5838^{a}	1097^{bc}
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (50 kg/ha) + Mulch	59.1^{ab}	5576^{a}	1108^{bc}
	مالچ Mulch	53.3^{b}	5115^{b}	1075^{c}
	شاهد Control	52.3^{b}	4845^{b}	1064^{c}
۱۵ فروردین Apr 1st	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (100 kg/ha)	53.9^{b}	4325^{bc}	1034^{b}
	اوره (۱۰۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (100 kg/ha) + Mulch	60.0^{a}	5213^{a}	1092^{a}
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) Urea (50 kg/ha)	57.9^{a}	4702^{ab}	1016^{b}
	اوره (۵۰ کیلوگرم/هکتار) + مالچ Urea (50 kg/ha) + Mulch	54.9^{ab}	4123^{c}	1084^{a}
	مالچ Mulch	57.3^{a}	4792^{ab}	1004^{b}
	شاهد Control	45.7^{c}	4128^{c}	932^{c}

در هر ستون، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی دار ندارد.

In each column, the means with at least one common letter are not significantly different at 0.05 probability level (Duncan test).

استفاده از کود اوره به صورت تنها و یا در تلفیق با مالچ گندم در افزایش مقدار رنگدانه‌های فتوسنتزی موثر بوده و در نتیجه سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گردید. به‌نظر می‌رسد در تاریخ‌های مختلف کاشت، کاربرد مالچ گندم با افزایش محتوای نسبی آب برگ در بهبود شاخص‌های رشد تاثیر داشته باشد. علاوه بر آن کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار در تلفیق با مالچ گندم سبب افزایش عملکرد دانه زنیان شد ولی چندان تأثیری بر اسانس نداشت. تیمار ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار در تلفیق با مالچ گندم در سطح پایین‌تر توانسته عملکرد دانه را بهبود دهد. در مجموع کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار در تلفیق با مالچ گندم برای کاشت گیاه زنیان قابل توصیه می‌باشد.

References

Ahmaed, M.M.Y., Meawad, A.A.A., and Abdelkader, M.A.I. 2021. Response of growth and productivity of anise (*Pimpinella anisum* L.) of chemical, organic and biological, fertilizers. *Zagazig Journal Agriculture Research*, 48(5): 1237-1244.

Akbarinia, A., Khosravifard, M., Rezaee, M.B., and Sharifi Ashoorabadi, E. 2005. Comparison of fall and spring cultivation on seed yield of some medicinal plant under irrigation and no-irrigation conditions. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 21(3): 319-334. (In Persian)

Arnon, D. E. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase (*Beta vulgaris*). *Plant Physiology*, 24, 1-15.

Attarzadeh, M., Balouchi, H., Rajaie, M., Dehnavi, M.M., and Salehi, A. 2019. Growth and nutrient content of *Echinacea purpurea* as affected by the combination of phosphorus with arbuscular mycorrhizal fungus and Pseudomonas florescent bacterium under different irrigation regimes. *Journal of Environmental Management*, 231, 182-188.

Ayub, M., Nadeem, M.A., Tanveer, A., Tahir, M., Saqib, M.T.Y., and Nawaz, R. 2008. Effect of different sowing methods and times on the growth and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Pakistan Journal of Botany*, 40(1): 259-264.

Bagheri, F., and Balouchi, H.R. 2013. The effect of planting date on some quantitative and qualitative traits of nine grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars in Yasouj region. *Journal of Crop Production and Processing*, 3(9): 29-43. (In Persian)

Bahramifar, A., and Baziar, M.R. 2022. Improving the nutrient content, physiological indices and grain yield of black seed (*Nigella sativa* L.) with the application of vermicomposting at different planting dates. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 20(2): 163-178. (In Persian)

Behzadnejad, J., Tahmasebi Sarvestani, Z., Aein, A., and Mokhtassi Bidgoli, A. 2020. Wheat straw mulching helps improve yield in sesame (*Sesamum indicum* L.) under drought stress. *International Journal of Plant Production*,

14, 389-400.

Boroumand Rezazadeh, Z., Rezvani Moghaddam, P., and Rashed Mohassel, M.H. 2010. Effects of planting date and plant density on morphological characteristics and essential oil content of Ajowan (*Trachyspermum ammi* (Linn). Sprague). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 40(4):161-172. (In Persian)

Davazdahemami, S., and Majnoonhosseini, H. 2014. Cultivation and production of certain herbs and spices. University of Tehran Press, 320p. (In Persian)

Dhillon, S., and Fischer, R. 1994. Date of sowing effects on grain yield and yield components of irrigated spring wheat cultivars and relationships with radiation and temperature in Ludhiana, India. *Field Crops Research*, 37(3): 169-184.

Eblagh, N., Fateh, E., Farzane, M., and Osfuri, M. 2014. Effect of cattle manure application, phosphate solubilizing bacteria and different phosphrous levels on yield and essence components of *Trachyspermum ammi* L. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(4): 1-15. (In Persian)

Gedic, O., and Akgul, F. 2023. Impact of nitrogen fertilizer on the productivity and qualitative parameters of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Turkish Journal Field Crops*, 28(2): 291-300.

Ghorbani, R., Koocheki, A., Jahani, M., Hosseini, A., Mohammad Abadi, A.A., and Sabet Teimouri, M. 2010. Effect of planting date, weed control time and method on yield and yield components of cumin. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7(1): 143-151. (In Persian)

Guo, J., Fan, J., Zhang, F., Yan, S., Wu, Y., Zheng, J., and Xiang, Y. 2021. Growth, grain yield, water and nitrogen use efficiency of rainfed maize in response to straw mulching and urea blended with slow-release nitrogen fertilizer: A two-year field study. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 68(11): 1-14.

Han, H.S., and Lee, K.D. 2006. Effect of inoculation with phosphate and potassium in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant, Soil and Environment*, 52: 130-136.

Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H., and Ismaili, A. 2018. Evaluation of photosynthesis,

physiological, and biochemical responses of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Pirouz) under water deficit stress and use of vermicompost fertilizer. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(11): 2426-2437.

Hussain, M., Farooq, M., Shabir, G., Khan, M.B., Zia, A.B., and Lee, D.J. 2012. Delay in planting decreases wheat productivity. *International Journal of Agriculture & Biology*, 14(4): 533-539.

Jahan, M., Sen, R., Ishtiaque, S., Choudhury, A.K., Akhter, S., Ahmed, F., Biswas, J.C., Manirruzaman, M., Miah, M.M., and Rahman, M. 2018. Optimizing sowing window for wheat cultivation in Bangladesh using CERES-wheat crop simulation model. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 258, 23-29.

Kader, M.A., Singha, A., Begum, M.A., Jewel, A., Khan, F.H., and Khan, N.I. 2019. Mulching as water-saving technique in dryland agriculture. *Bulletin of the National Research Centre*, 43,1-6.

Kara, N. 2015. Yield, quality, and growing degree days of anise (*Pimpinella anisum* L.) under different agronomic practices. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(6):1014-1022.

Khichar, M.L., and Niwas, I. 2006. Microclimatic profiles under different sowing environment in wheat. *Journal of Agrometeorology*, 8(2): 201-209.

Khorramdel, S., Shabahang, J., and Ebrahimian, E. 2013. The Studying of yield and content of essential oil of Ajowan under the influence of different levels of nitrogen. 2013. 1st Regional Congress on Medical Plants of North of Iran, May, 2013. (In Persian)

Lang, C.A. 1958. Simple micro determination of kjeldahl nitrogen in biological materials. *Analytical Chemistry*, 30(10): 1692-1694.

Moradian, A., and Yousefi, A. 2018. Evaluation of the effect of wheat mulch and nitrogen fertilizer on weed growth and some agronomic traits of Dracocephalum moldavica. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48:1055-1068. (In Persian)

Moosavi, S.G.R., Segatoleslami, M.J., and Pooyan, M. 2012. Effect of planting date and plant density on yield and seed yield components of Plantago ovata L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(4): 681-699. (In

Persian)

Mousapour, H., Ghanbari, A., and Asghari Pour, M.R. 2017. Effect of sowing date on yield, yield components, secondary metabolites content and weed control in ajwain and isabgol intercropping. *Journal of Crop Improvement*, 18(4): 835-850. (In Persian)

Nasiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rezvani, A., and Beheshti, A. 2016. Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad Press. 460p. (In Persian)

Ozgüven, M., Muzaffer, K., Şener, B., Orhan, I., Şeeroğlu, N., Kartal, M., and Kaya, Z. 2008. Effects of varying nitrogen doses on yield, yield components and artemisinin content of *Artemissia annua* L. *Industrial Crops and Products*, 27(1): 60-64.

Rahma, A.E., Warrington, D.N., and Lei, T. 2019. Efficiency of wheat straw mulching in reducing soil and water losses from three typical soils of the Loess Plateau, China. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(4): 335-345.

Rahman, M.A., Chikushi, J., Saifizzaman, M., and Lauren, J.G. 2005. Rice straw mulching and nitrogen response of no-till wheat following rice in Bangladesh. *Field Crops Research*, 91(1): 71-81.

Ray, R.L., Ampim, P.A., and Gao, M. 2020. Crop protection under drought stress. *Crop Protection Under Changing Climate*, pp: 145-170.

Saydi, Z., Fateh, E., and Aynehband, A. 2016. Effect of nitrogen and organic fertilizers in soil properties and essential oil characteristics of Ajowan. *Journal of Crop Production*, 9(2): 175-192.

Shahriari, S., Azizi, M., Aroiee, H., and Ansari, H. 2013. Effect of different irrigation levels and mulch application on growth parameters and essential oil content of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 29(3): 568-582. (In Persian)

Soleimani, B., Khosh Khui, M., and Ramezani, S. 2011. Planting date effects on growth, seed yield essential oil content and chemical composition of Ajowan. *Journal of Applied Biological Sciences*, 5(3): 7-11.

Subedi, K., Ma, B., and Xue, A. 2007. Planting date and nitrogen effects on grain

yield and protein content of spring wheat. *Crop Science*, 47(1): 36-44.

Ullah, H., and Honermeier, B. 2013. Fruit yield, essential oil concentration and composition of three anise cultivars (*Pimpinella anisum* L.) in relation to sowing date, sowing rate and locations. *Industerial Crop Production*, 42, 489–499.

Wang, X., Fan, J., Xing, Y., Xu, G., Wang, H., Deng, J., Wang, Y., Zhang, F., Li, P., and Li, Z. 2019. The effects of mulch and nitrogen fertilizer on the soil environment of crop plants. *Advances in Agronomy*, 153, 121-173.

Yosefi Shiadeh, S.M., Chalavi, V., and Zangi, S. 2015. The effect of different levels of vermicompost and photoperiod on greenhouse production of medicinal plant stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Journal of Science & Technology of Greenhouse Culture*, 6(21): 31-38.

Evaluation of the combination of nitrogen and wheat mulch on yield and essential oil of *Trachyspermum ammi* L. in different planting dates with weeds control

Asghar Gholami[1] and Mehdi Madandoust[2*]

1. M.Sc. graduate of Weed Identification and Control, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Fars, Iran .
2. Associate Professor of Agronomy Department, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Fars, Iran (Corresponding author)

Received: November 2023 Accepted: June 2024- DOI: 10.22092/aj.2024.364010.1664

Extended Abstract

Gholami, A., Madandoust, M., Evaluation of the combination of nitrogen and wheat mulch on yield and essential oil of *Trachyspermum ammi* L. in different planting dates with weeds control
Applied Research in Field Crops Vol 35, No. 4, 2023 13-15 110-133(in Persian)

Introduction

The composition of secondary metabolites in medicinal plants is significantly influenced by factors such as fertilization, planting time, and weed control strategies (Soleimani *et al*., 2011). Early sowing of Apiaceae family plants often leads to desscication due to prolonged exposure to low temperature and risk of root frostbite (Khorramdel *et al*., 2013). The quantity of active substances in medicinal plants is also markedly affected by various planting techniques and weed control measure (Saydi *et al*., 2016). Although previous research has highlighted the beneficial impact of nitrogen fertilizers on the yield and essential oil content of the Ajowan plant, the combined effect of nitrogen and wheat straw mulch, particularly when applied at different planting times, remains unexplored. Such a combination could potentially enhance weed control. Consequently, one of the primary objectives of this study is to investigate how this combination can increase Ajowan's competitiveness, thereby improving its grain yield and essential

Email address of the corresponding author: mehdi.madandoust@iau.ac.ir

oil production.

Materials & Methods

This investigation was conducted in a factorial experiment using randomized complete block design in three replications. The first factor consisted of three different planting dates (Feb 1st, Mar 1st and Apr 1st) and the second factor included six treatment combinations: 100kg of urea, 100kg of urea+mulch, 50kg of urea, 50kg of urea+mulch, mulch alone and control. The experiment was conducted during the spring of 2023 on a farm in Shiraz. The Ajowan seeds were obtained from Pars Exir Company. The measured traits included leaf relative water, chlorophyll content, and seed, oil yield, seed yield components, biological yield and HI.

Results & Discussion

Planting date and fertilizer compounds affected the density and dry weight of weeds. The highest density and dry weight of weeds were obtained from the planting date of Apr 1st. (10.22 plant and 32.06g.m^{-2}). The delay in planting caused a decrease of 4.21% in the relative water content of leaves. The planting date of Feb 1st and consumption of 100 kg of urea increased the $chlorophyll_{ab}$ content (43.66%). The change in planting date due to the change in day length, temperature and relative humidity has a significant effect on the growth and development and photosynthetic indices during the growing season (Khorramdel *et al*., 2013). The number of umbels in the plants showed a significant increase of 13.4% at the planting date of Feb 1st. On the other hand, the highest number of umbels was observed in Ajowan plant in the treatment of 100kg of urea with or without mulch (28.3 and 27.2). The percentage of grain essential oil was not affected by the interaction of the experimental factors, but it showed a significant increase at the planting dates of Apr 1st and Mar 1st. On the other hand, the highest percentage of essential oil was observed in the treatment of 100 and 50kg.ha^{-1} of urea (2.55 and 2.70%), which showed a significant increase compared to the control (0.3% and 0.45% respectively). Although the delay in planting caused a decrease in growth and yield (22.97%), it resulted in a significant increase in the amount of essential oil of Ajowan (12.93%). The researchers reported that the highest amount of essential oil from yarrow (*Achillea millefolium*) was obtained

in the late planting time (Soleimani *et al*., 2011). The highest HI was observed for the April 1st planting date, and the lowest HI was observed for the Feb 1st and Mar 1st planting dates.

Conclusion

The use of urea alone or together with wheat mulch was effective in increasing the amount of photosynthetic pigments and thus increasing yield and yield components. It seems that in different planting dates, the use of wheat mulch by increasing the relative content of leaf water has an effect on improving growth attributes. Also, the use of 100kg.ha^{-1} of urea in combination with wheat mulch increased grain yield, but did not have much effect on essential oil. The treatment of 50kg.ha^{-1} of urea fertilizer in combination with wheat mulch at a lower level was able to improve grain yield. Overall, it is advisable to use 100kg.ha^{-1} of urea in combination with wheat mulch for the cultivation Ajowan plants.

Key words: Ajowan, Chlorophyll, HI, RWC, Urea

References

Khorramdel, S., Shabahang, J., and Ebrahimian, E. 2013. The studying of yield and content of essential oil of Ajowan under the influence of different levels of nitrogen. 2013. 1st Regional Congress on Medical Plants of North of Iran, May, 2013.

Saydi, Z., Fateh, E., and Aynehband, A. 2016. Effect of nitrogen and organic fertilizers in soil properties and essential oil characteristics of Ajowan. *Journal of Crop Production*, 9(2): 175-192.

Soleimani, B., Khosh Khui, M., and Ramezani, S. 2011. Planting date effects on growth, seed yield essential oil content and chemical composition of Ajowan. *Journal of Applied Biological Sciences*, 5(3): 7-11.