نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، ص. ۳۲-۱۷

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 2, Autumn And Winter 2025, 17-32

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تأثیر آبیاری و کودهای زیستی بر عملکرد دانه و صفات بیوشیمیایی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.)

جعفر غفارزاده[۱]، رضا امیرنیا [۲]، امیر رحیمی[۳]* و افشین خورسند[۴]

چکیده

به‌دلیل اهمیت گیاه دارویی ماریتیغال، تحقیقی برای ارزیابی اثرات رژیم آبیاری و نیز کودهای زیستی بر روی عملکرد دانه، روغن، خواص علوفه‌ای و ترکیبات اسیدهای چرب، به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در شهرستان میاندوآب واقع در جنوب استان آذربایجان‌غربی اجرا گردید. عامل اصلی نوع آبیاری (شرایط آبیاری کامل و شرایط عدم آبیاری) و عامل فرعی پنج سطح کود زیستی (شامل شاهد، کود زیستی نیتروژنه، کود زیستی فسفاته، کود زیستی پتاسه و کود زیستی کامل) بودند. طبق نتایج، اثر متقابل رژیم آبیاری × کود زیستی برای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح یک در صد معنی‌دار و برای در صد روغن، عملکرد روغن، شاخص‌های کیفیت علوفه و جذب عناصر غیرمعنی‌دار بود. با این حال اثرات ساده آبیاری و کود زیستی برای در صد روغن در سطح پنج در صد و برای عملکرد روغن در سطح یک در صد معنی‌دار شدند. همچنین اثر کودهای زیستی بر روی صفات فیبر خام، کربوهیدات‌های محلول در آب و در صد ماده خشک قابل هضم معنی‌دار بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که حداکثر عملکرد دانه (۹۸۱/۶ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری کامل و تیمار کود زیستی فسفره مشاهده شد و حداقل عملکرد دانه (۵۴۸/۷ کیلوگرم در هکتار) نیز به تیمار شاهد در شرایط بدون آبیاری اختصاص داشت. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل برای عملکرد بیولوژیک ماریتیغال نشان داد که تیمار کود زیستی کامل در شرایط آبیاری کامل، حداکثر (۶۵۷۸ کیلوگرم در هکتار) و تیمار شاهد در شرایط بدون آبیاری، حداقل مقدار (۴۳۱۱ کیلوگرم در هکتار) را داشتند. همچنین تحت شرایط آبیاری کامل و مصرف کود زیستی فسفاته، درصد روغن افزایش معنی‌داری داشت. گرچه تیمار کود زیستی کامل توانست عملکرد دانه را افزایش دهد، اما میزان کیفیت روغن ماریتیغال را کاهش داد. از طرفی دیگر علوفه گیاه ماریتیغال تقریباً از کیفیت و ارزش غذایی مطلوبی برخوردار می‌باشد و تولید موفق آن تحت شرایط دیم، منجر به برتری ماریتیغال نسبت به سایر گیاهان علوفه‌ای شده است. در نهایت نظر به درصد قابل‌توجه روغن در دانه گیاه ماریتیغال و بالا بودن ارزش تغذیه‌ای آن (میزان اسیدلینولئیک بالا و وجود اسید لینولنیک)، نتیجه‌گیری می شود که کشت و توسعه این دانه روغنی جدید می‌تواند امری سودمند و ضروری باشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، جذب عناصر، خارمریم، گیاهان دارویی، تنش آبیاری

مقدمه

ماریتیغال (Silybum marianum L.) گیاهی علفی و یک‌ساله با منشأ نواحی شرقی مدیترانه است که پراکنش وسیع در نواحی گرم و خشک دارد. امروزه این گیاه به‌دلیل اهمیت آن در صنعت داروسازی و تولید روغن گیاهی مورد توجه است. در درمان بیماری‌های کبدی، هپاتیت (A)، درمان افزایش کلسترول خون، درمان برخی مسمومیت‌ها، درمان رسوبات و سنگ‌های صفراوی، رفع سردردهای میگرنی، درمان بیماری‌های طحال، کبد و سیروز الکلیک مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای خواص ضد ویروسی، ضد انعقادی و آنتی‌ترومبوتیک می‌باشد (Akkaya and Yilmaz, 2012). مصارف روغنی، خوراکی، آرایشی و علوفه

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران
[۲] دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران
[۳] دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران
(* نویسنده مسئول: emir.rahimi.1357@gmail.com)
[۴] محقق، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۵

ای از دیگر کاربردهای گیاه ماریتیغال اســت. دانه‌های ماریتیغال حاوی بتائین، تری‌متیل‌گلیسین و ماده تلخی است که منشأ آن ترکیبات رزینی و روغنی اســت. در طب جدید از مواد مؤثره دانه این گیاه در تهیه دارو های در مان‌کننده بیماری های کبد و مسمومیت‌های ناشی از الکل و دیگر مواد شیمیایی استفاده می شود (فلاح‌حسینی و همکاران، ۱۳۸۳). دانه این گیاه دارای مقدار زیادی روغن (۲۰ تا ۳۵ درصد) است که از این نظر قابل‌مقایسه با دانــه‌هــای روغــنــی اســـت (Fathi- Achachlouei and Azadmard- Damirchi, 2009; Hasanloo et al., 2008). روغن ماریتیغال قبل از جداسازی سیلی- مارین، از دانه استخراج می‌شود و به‌عنوان محصول فرعی در تولید سیلی‌مارین محسوب می‌شــود. این روغن برخلاف گزارش‌های پیشــین، منبع غنی از اسیدهای چرب غیراشباع و ویتامین E است؛ بنابراین از نقطه نظر تغذیه‌ای دارای ارزش زیادی اســت و به‌تازگی بســیار مورد توجه قرار گرفته است؛ چرا که این ویتامین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان از پراکســیداســیون بافت‌های بدن جلوگیری می‌کند (قوامی و همکاران، ۱۳۹۱).

شناسایی و کشت دانه‌های روغنی جدید، گامی مهم در جهت تأمین روغن مورد نیاز در کشــور اســت. روغن و چربی از اجزای اصلی غذا بوده و اخیراً با رشد دانش عمومی، تقاضای مردم برای مصــرف روغن‌هایی که علاوه بر تأمین انرژی و ایجاد طعم در سلامتی شان هم مفید باشد، افزایش یافته است. از طرف دیگر خصــوصــیات کیفی هر نوع روغن بســتگی به ترکیب اســیدهای چرب آن دارد و یکی از اهداف اصــلاحی و به‌زراعی مهم در ماریتیغال علاوه بر کمیت روغن، افزایش کیفیت روغن اســت. تاکنون چندین مطالعه بر روی ترکیبات اسیدهای چرب ماریتیغال انجام گرفته است (Fadavi et al., 2006; Kuhnlein et al., 2006). با توجه به نوع و مقدار اسیدهای چرب، گلی و همکاران (۱۳۸۶)، روغن ماریتیغال را در گروه روغن‌های لینولئیک، اولئیک قرار دادند که در این گروه روغن‌هایی همچون ســویا، آفتابگردان و گلرنگ نیز طبقه‌بندی می‌شوند.

تنش خشــکی یکی از مهم‌ترین و مخرب‌ترین تنش‌های غیرزنده مؤثر بر تولید گیاهان است. طبق برآوردهای انجام شده حدود ۲۶ درصد از زمین‌های قابل کشت دنیا در مناطق خشک قرار دارند (FAO, 2016). از طرفی دیگر، در چند دهه اخیر در پی استفاده نادرست و بی‌رویه کودها و سموم شیمیایی و بحران آلودگی محیط‌زیست به‌ویژه آلودگی منابع آب و خاک که منجر به آلودگی منابع غذایی انســان‌ها و به خطر انداختن ســلامت جوامع انســانی، افت کیفیت محصــولات کشــاورزی و کاهش میزان حاصــلخیزی خاک‌ها شــده اســت؛ یافتن راهکارهای مناســب به منظور بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده ها به‌شــدت مورد توجه قرار گرفته اســت. در این بین، کشــاورزی پایدار بر پایه مصــرف کودهای زیســتی با هدف حذف یا تقلیل مصرف نهاده‌های شیمیایی، در راستای حل مشکل به‌وجود آمده بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (اسکندری نصرآبادی، ۱۳۹۳).

افزایش علوفــه یکی از نیــازهــای جــامعــه امروزی برای هماهنگی با افزایش جمعیت جهان اســت. نیازهای روزافزون به فرآورده‌های دامی و حفاظت از آب و خاک بر اهمیت اســتفاده از سایر منابع علوفه‌ای افزوده است. بررسی تأثیر کودهای زیستی و تنش خشکی در صفات علوفه‌ای گیاهان مرتعی و دارویی موضوع چندین تحقیق بوده است. آژیر و همکاران (۱۳۹۰) در گونه مرتعی *Agropyron cristum* و حســنوند و همکاران (۱۳۸۸) در گیاه ماشــک گزارش نمودند که عملکرد علوفه در شــرایط دیم کاهش شدیدی دارد. اسحقی سردرود و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیســتی و شــیمیایی بر صــفات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای تأثیر مثبتی دارد. در مطالعه دیگری که بر روی کیفیت علوفه تاج خروس زراعی انجام گرفت مشــاهده شــد که کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش درصد کربوهیدرات‌های محلول می‌شود (انصاری اردلی و آقاعلیخانی، ۱۳۹۴).

اگرچه تاکنون تحقیقات متعددی در مورد گونه‌های مرتعی انجام شــده اســت، اما گزارش‌های محدودی در رابطه با بررســی هم‌زمان میزان عملکرد دانه، خصــوصــیات علوفه، جذب عناصــر، میزان روغن و کیفیت آن در گیاه ماریتیغال تحت شــرایط تنش خشــکی و کاربرد کودهای زیســتی وجود دارد؛ بنابراین در تحقیق حاضر صفات مذکور گیاه ماریتیغال در شرایط اقلیمی متفاوت از

نظر آبیاری و نیز سیستم‌های زراعی مختلف مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی کارکرد کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی و صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی ماریتیغال و همچنین بررسی اثر تنش کم‌آبی بر رشد و عملکرد ماریتیغال و مقایسه آن با آبیاری مطلوب از اهداف پژوهش حاضر است. لازم به ذکر هست که گیاه دارویی ماریتیغال بیوماس زیاد تولید می‌کند که به‌صورت مستقیم توسط برخی احشام نظیر بز مستقیماً استفاده می شود، ولی برای حیواناتی که به شکل مستقیم از این گیاه استفاده نمی کنند، به‌صورت خرد شده و مخلوط با سایر علوفه های خوش‌خوراک استفاده می‌گردد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۱۳۹۶- ۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان میاندوآب واقع در جنوب استان آذربایجان‌غربی (طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۶ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی) اجرا گردید. ارتفاع محل انجام آزمایش ۱۳۱۴ متر از سطح دریای آزاد بود. میزان بارش متوسط در منطقه، ۲۸۹ میلی‌متر ثبت شده است. قبل از کاشت گیاه به‌منظور اندازه‌گیری برخی صفات فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی مزرعه تحقیقاتی مورد نظر و همچنین برآورد نیاز کودی، به‌طور تصادفی از ۵ نقطه نمونه خاک مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه و بعد از مخلوط کردن، همه نمونه ها به آزمایشگاه فرستاده شد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمایش به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار پیاده گردید. عامل اصلی آبیاری در دو سطح (شرایط آبیاری کامل و شرایط بدون آبیاری) و عامل فرعی در پنج سطح کودهای زیستی (شامل شاهد، کود زیستی نیتروژنه، کود زیستی فسفاته، کود زیستی پتاسه و کود زیستی کامل) بودند. در همه کرت‌ها ۵۰ درصد کودهای شیمیایی ماکروی مورد نیاز استفاده شد. ازتوبارور -۱ حاوی باکتری‌های گونه ازتوباکتر وینلندی سویه O4 است که فعالانه تثبیت نیتروژن هوا را به‌صورت قابل‌جذب برای گیاهان انجام می‌دهند.

بذر مورد استفاده در این آزمایش از توده‌های بومی اهلی سازی شرق اروپا بود. بعد از عملیات خاک‌ورزی در پاییز، تسطیح و آماده سازی زمین در اسفند ماه ۱۳۹۵ کرت‌هایی به مساحت ۶ مترمربع و در مجموع ۲۰ کرت جهت کشت آماده شد. کرت‌های اصلی به‌صورت تصادفی طراحی گردید و سپس اعمال تیمارها نیز به صورت تصادفی در داخل کرت‌های اصلی اجرا شد. کشت به صورت ردیفی بود و فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر لحاظ گردید. بذرها در اوایل فروردین ماه ۱۳۹۶ بعد از آغشته شدن با کودهای زیستی مورد نظر در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر کشت شدند. هر کرت دارای ۵ ردیف کشت به طول ۲ متر بود. لازم به توضیح است که در تیمار آبیاری کامل یک ماه بعد از کشت گیاه، آبیاری هر ۱۵ روز یک‌بار انجام شد. بوته‌های برداشت شده به‌مدت چند روز به‌وسیله آفتاب خشک شدند تا کاملاً رطوبت خود را از دست بدهند. سپس بوته‌های چیده شده برای هر کرت جداگانه پس از توزین نسبت به کوبیدن و جداکردن دانه‌ها اقدام شد. پس از آن، باقی‌مانده شاخ و برگ به وسیله غربال و باددهی از بذرها جدا شده و محصول هر کرت به طور جداگانه داخل کیسه شماره‌گذاری شده ریخته و وزن گردید.

جدول ۱- اطلاعات فیزیکو شیمیایی مربوط به خاک زراعی مزرعه تحقیقاتی

نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	کربن آلی	SP	TNV	pH	EC	شن	سیلت	رس	بافت خاک
(درصد)	(میلی‌گرم در کیلوگرم)						(درصد)			(دسی زیمنس بر متر)	(درصد)			
۰/۰۱۵	۲۱/۴۸	۵۵۰/۴	۸/۷	۰/۹	۱۲/۳	۱/۵۳	۴۶	۱۴/۸	۷/۸۲	۳/۳۷	۱۹	۵۷	۲۴	سیلتی

بخش آمار تحلیلی

برای تعیین عملکرد دا نه (کیلوگرم در هک تار)، ت عداد ۱۰ بوته به‌طور تصـــادفی از هر کرت (ابعاد هر کرت ۲ متر در ۳ متر اسـت که مسـاحت هر کرت ۶ مترمربع اسـت) پس از حذف یک ردیف از هر طرف و ۰/۵ متر از ابتدای کرت و ۰/۵ متر از انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشـیه‌ای برداشـت شـدند. برای تعیین درصـد روغن، بذور آسیاب شده به مدت ۲۴ ساعت در داخل دستگاه آون با دمای ۷۵ درجه ســانتی‌گراد قرار داده شــدند تا رطوبت خود را کامل از دســت بدهند. ســپس از هر نمونه مقدار ۲/۵ گرم را در پارچه نازک تو سط یک ر شته سیم پیچیده و آن‌ها را وزن کرده، سپس در دستگاه روغن‌گیری سوکسله مدل دستی قرار داده شد. نمونه‌ها به مدت ۶ سـاعت با محلول ۳۰۰ سـی‌سـی ان - هگزان جو شیدند. بعد پارچه و بذرها دوباره به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن شدند و عددی به‌د ست آمد که با قرار دادن آن در فرمول محا سبه روغن، درصد روغن محاسبه گردید.

همچنین برای تعیین کیفیت علوفه تولیدی هر کرت، نمونه های هر کرت آ سیاب شده و نمونه‌ها به مرکز تحقیقات سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور منتقل شدند. سپس صفات پروتئین خام[1] (CP)، فیبر خام[2] (CF)، خاک ستر[3] (ASH)، در صد الیاف نامحلول در شـوینده اسـیدی[4] (ADF)، درصـد الیاف نامحلول در شـوینده خنثی[5] (NDF)، کربوهیـدرات‌هـای محلول در آب[6] (WSC) و در صد ماده خ شک قابل‌ه ضم با ا ستفاده از د ستگاه طیف سنج مادون‌قرمز نزدیک[7] (NIRS) مدل INFERAMATIC8620 و براســاس دســتورالعمل AOAC[8] (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شــدند. ا ستخراج روغن با ا ستفاده از د ستگاه سوک سله و حلال هگزان انجام شد و برای تعیین ا سیدهای چرب از د ستگاه کروماتوگرافی گازی ا ستفاده شد. تجزیه واریانس برای تمام صفات با ا ستفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.4 انجام گرفت. مقایسه میانگین صفات با ا ستفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ در صد انجام شــد. در نهایت کلیه نمودارها نیز با برنامه Excel رســم شدند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و بیولوژیک در هکتار

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای عملکرد دانه در هکتار نشان داد که اثر رژیم آبیاری در سطح احتمال پنج درصد و اثر کود زیستی و برهم‌کنش کود زیستی × آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در هکتار (۹۸۱/۶ کیلوگرم) در شرایط آبیاری کامل و تیمار کود زیستی فسفره مشاهده شد و کمترین عملکرد دانه در هکتار (۵۴۸/۷ کیلوگرم) نیز به تیمار عدم مصرف کود زیستی در شرایط بدون آبیاری اختصاص داشت. تحت شرایط آبیاری کامل علاوه بر تیمار کود زیستی فسفره، تیمار کود زیستی کامل نیز مقدار قابل توجیهی از عملکرد (۹۷۷/۱ کیلوگرم) را دارا بود. کمترین عملکرد دانه در هکتار (۸۸۰ کیلوگرم) تحت شرایط آبیاری کامل، در تیمار شاهد مشاهده گردید و با تیمارهای کود زیستی نیتروژنه و پتاسه در یک گروه آماری قرار گرفت. از طرف دیگر تحت شرایط عدم آبیاری، تیمار کود زیستی کامل بیشترین عملکرد دانه در هکتار (۸۳۱/۷ کیلوگرم) را داشت و با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد (شکل ۱). در چندین تحقیق عملکرد بذر ماریتیغال ۱ الی ۱/۵ تن در هکتار برآورد شده است (Andrzejewska et al., 2011; Karkanis et al., 2011). از نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که کاهش فتوسنتز خالص و کاهش مواد غذایی انتقال‌یافته از برگ به دانه از پیامدهای تنش کمبود آب است که باعث کاهش عملکرد دانه در هکتار می شود. رِددی و همکاران در تشریـح مهم‌ترین اثرات تنش خشکی به کاهش میزان فتوسنتز درنتیجه بسته شدن روزنه‌ها (کاهش رشد گیاه)، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه‌ها و کاهش دوره پر شدن دانه‌ها اشاره داشتند (Reddy et al, 2004).

[1] Crude Protein
[2] Crude Fiber
[3] Total ash
[4] Acid Detergent Fiber
[5] Neutral Detergent Fiber
[6] Water Soluble Carbohydrates
[7] Near Infrared Reflectance Spectroscopy
[8] Association of Official Analytical Chemists

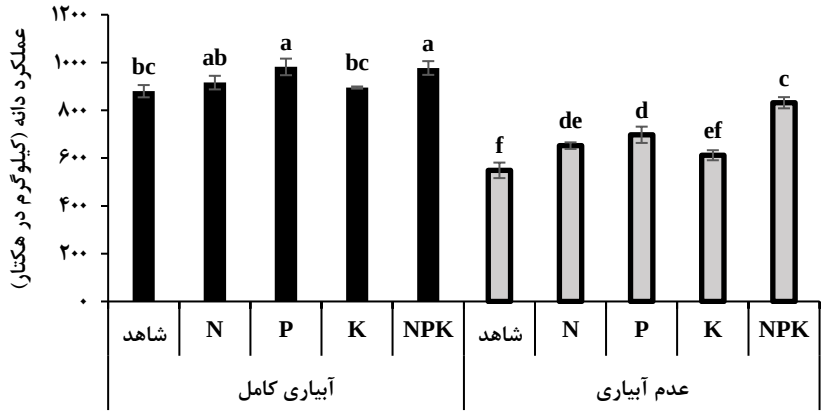
عملکرد بیولوژیک ماریتیغال در هکتار در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای آبیاری، کود زیستی و برهم‌کنش میان این دو قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثرمتقابل در شکل ۲ نشان داد که تیمار کود زیستی کامل در شرایط آبیاری کامل، بیشترین (۶۵۷۸ کیلوگرم در هکتار) و تیمار عدم مصرف کود زیستی در شرایط بدون آبیاری، کمترین مقدار (۴۳۱۱ کیلوگرم در هکتار) را داشتند. در شرایط آبیاری کامل علاوه بر تیمار کود زیستی کامل، تیمار کود زیستی نیتروژنه نیز مقدار قابل‌توجهی عملکرد بیولوژیک (۶۳۶۷ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. کمترین عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری کامل به تیمار شاهد (۵۸۲۴ کیلوگرم در هکتار) اختصاص یافت که با تیمارهای کود زیستی فسفره و پتاسه در یک گروه آماری قرار گرفت. همچنین در شرایط عدم آبیاری، تیمار کود زیستی کامل بیشترین عملکرد بیولوژیک (۵۹۰۵ کیلوگرم در هکتار) را از خود نشان داد؛ پس‌ازآن تیمار کود زیستی نیتروژنه (۵۰۹۲ کیلوگرم در هکتار) قرار داشت و سایر تیمارها نیز اختلاف آماری معنی‌داری با شاهد نداشتند. سانچز و همکاران در گونه‌های *Plantago major* L. و *Plantago lanceolota* L. گیاه بارهنگ گزارش کردند که مصرف کودهای زیستی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود (Sanchez et al., 2008). اسکندری نصرآبادی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که اثر تیمارهای کودی ساده و تلفیقی بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه دارویی ماریتیغال معنی‌دار نیست. گزارش‌های مشابه توسط یزدانی بیوکی و همکاران (۱۳۸۹) نیز حاکی از آن است که تغییرات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه دارویی ماریتیغال در پاسخ به کود شیمیایی، کود زیستی و آلی در مقایسه با شاهد از نظر آماری معنی‌دار نیست.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده آبیاری و کود زیستی در سطح احتمال پنج درصد برای درصد روغن ماریتیغال معنی‌دار است (جدول ۲). مطابق با شکل ۳ شرایط عدم آبیاری (۲۵/۶ درصد) با اختلافی ناچیز اما معنی‌دار دارای درصد روغن کمتری نسبت به شرایط آبیاری کامل (۲۷/۵ درصد) بود. در میان تیمارهای کود زیستی نیز تیمار کود زیستی فسفاته، حداکثر ۲۷/۴ درصد و تیمار عدم مصرف کود زیستی، حداقل ۲۵/۵ درصد مقدار روغن را به خود اختصاص دادند. سایر تیمارهای کود زیستی، درصد روغن متوسطی داشتند. میانگین کل این صفت برابر با ۲۶/۵ درصد به‌دست آمد. در تحقیقی توسط سیوکارلان و همکاران، محتوای روغن دانه ماریتیغال تقریباً ۲۵ درصد گزارش گردید (Ciocarlan et al., 2018). در مطالعه‌ای دیگر، فتحی-آچاچلویی و همکاران، میزان روغن در بذور ماریتیغال را ۲۹/۴ درصد گزارش کردند. در این آزمایش نتایج نشان می‌دهند که درصد روغن ماریتیغال به میزان ناچیز، اما مثبت تحت تأثیر کودهای زیستی قرار می‌گیرد (Fathi-Achachlouei et al., 2019). وجود اختلاف معنی‌دار در درصد روغن ماریتیغال در گیاهان تیمار شده با کودهای مختلف قبلاً گزارش گردیده است (یزدانی بیوکی و همکاران، ۱۳۸۹).

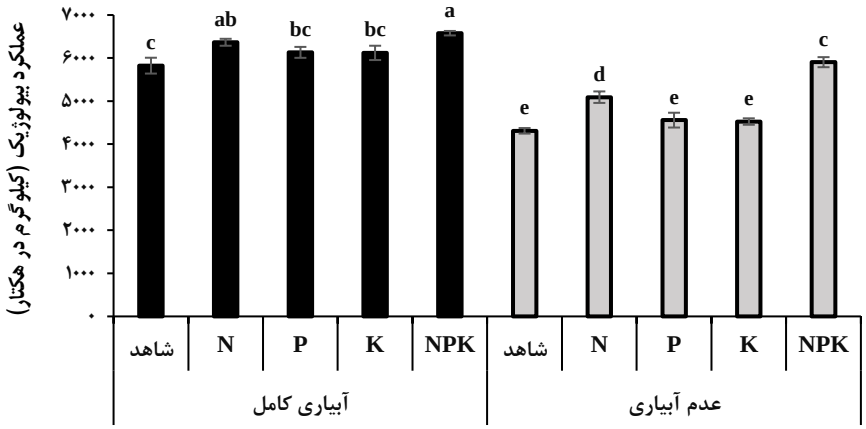
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی بر مبنای طرح اسپلیت پلات

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	درصد روغن	عملکرد روغن
بلوک	۲	۲۴۶۰^{ns}	۲۳۵۷^{ns}	۱/۵۲^{ns}	۹۸/۲^{ns}
آبیاری (A)	۱	۵۱۳۱۱۷*	۱۳۱۸۶۸۳۱**	۲۸/۹*	۵۳۲۶۷/۸**
خطای a	۲	۸۶۸۲	۱۲۹۱۹۶/۷	۱/۷۵	۳۸۱/۸
کود زیستی (B)	۴	۳۳۳۱۳**	۱۲۵۴۳۲۱**	۵/۳۲*	۳۶۷۱/۹**
A × B	۴	۷۲۵۹**	۲۲۴۰۹۶**	۰/۲۸^{ns}	۲۸۷/۷^{ns}
خطای b	۱۶	۱۲۰۰	۴۲۶۹۳/۱	۱/۶۶	۱۷۷/۸
ضریب تغییرات (٪)		۴/۳۳	۳/۷۳	۴/۸۵	۶/۲۴

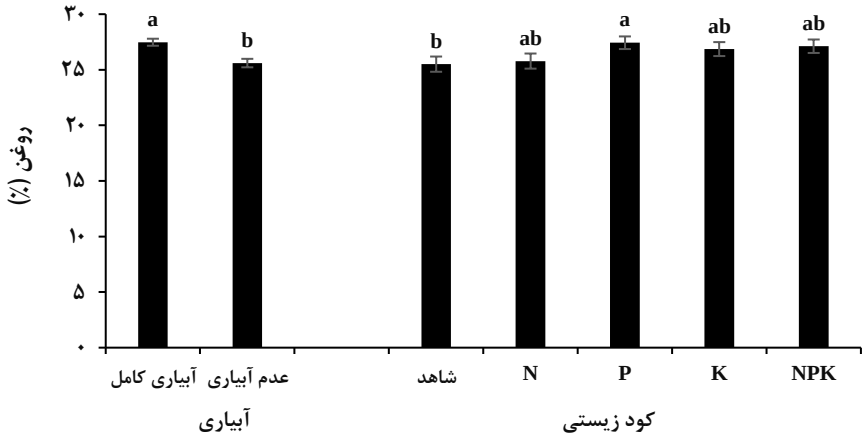
ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.



شکل ۱- نتایج مقایسه اثر متقابل آبیاری × کود زیستی برای عملکرد دانه در هکتار



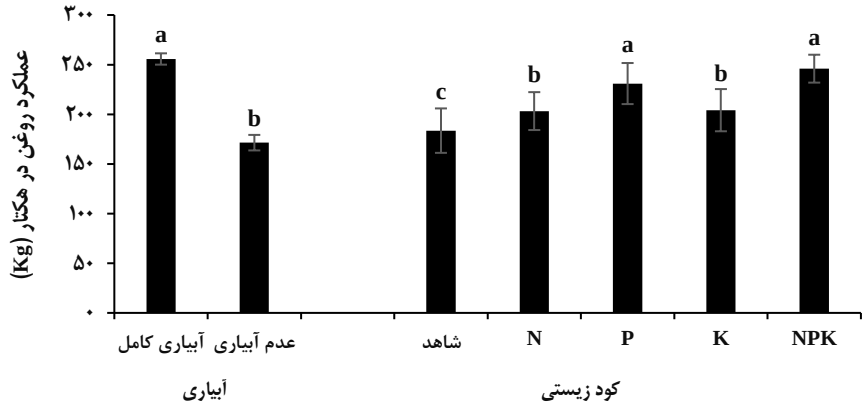
شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده محیط و کودهای زیستی برای درصد روغن



شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده محیط و کودهای زیستی برای درصد روغن

عملکرد روغن در هکتار

برای صفت عملکرد روغن در هکتار اثرات ساده آبیاری و کود زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). در شرایط آبیاری کامل، عملکرد روغن (۲۵۵/۷ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از شرایط عدم آبیاری (۱۷۱/۴ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. بین تیمارهای کود زیستی نیز تیمار کود زیستی کامل (۲۴۶ کیلوگرم در هکتار) و کود زیستی فسفاته (۲۳۱ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب حداکثر مقدار و تیمار عدم مصرف کود زیستی (۱۸۴ گرم در هکتار) حداقل مقدار روغن را به خود اختصاص دادند (شکل ۴). در مطالعه‌ای مصرف انواع مختلف کودهای آلی و شیمیایی در خاک بر روی درصد روغن، سیلیمارین و سیلیبین بذر این گیاه مؤثر واقع شد؛ به‌طوری‌که گیاهان تیمار شده با کود کمپوست، ازتوباکتر و مخلوط این دو کود، بیشترین درصد روغن دانه را داشتند (یزدانی بیوکی و همکاران، ۱۳۸۹).



شکل ٤- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده آبیاری و کود زیستی برای عملکرد روغن در هکتار

فیبر خام

نتایج تجزیه واریانس برای این شاخص کیفیت علوفه نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال اشتباه پنج درصد برای اثرات ساده آبیاری و کود زیستی وجود داشت (جدول ۳). بیشترین و کمترین درصد فیبر خام به‌ترتیب در شرایط عدم آبیاری (۲۷/۸۲ درصد) و آبیاری کامل (۲۴/۷۲ درصد) به‌دست آمد. همچنین تیمار عدم مصرف کود زیستی (۲۷/۹۹ درصد) مقدار بالایی از فیبر خام را نسبت به کودهای زیستی دارا بود. کمترین میزان این صفت در کود زیستی نیتروژنه (۲۴/۲۸ درصد) مشاهده شد؛ درحالی‌که تیمارهای کود زیستی کامل، فسفره و پتاسه در سطح یکسانی با تیمار شاهد قرار گرفتند (شکل ۵).

پروتئین خام

برهم‌کنش کود زیستی با آبیاری برای میزان پروتئین خام غیرمعنی‌دار به‌دست آمد، اما اثر اصلی آبیاری معنی‌دار بود (جدول ۳). میزان پروتئین خام در شرایط آبیاری کامل (۱۷/۹۹ درصد) بیشتر از شرایط عدم آبیاری (۱۶/۰۲ درصد) بود (شکل ۶)؛ بنابراین کشت آبی از این جنبه بر کشت دیم، مزیت دارد. به نظر می‌رسد که گیاه در محیط آبی به علت تولید شاخ و برگ بیشتر، عملکرد بیوماس و درصد پروتئین بیشتری داشته است و در مقابل تحت شرایط عدم آبیاری، گیاهان دارای شاخ و برگ کمتر، تراکم کمتر و پروتئین کمتری بودند. همچنین نتایج تحقیق بر روی عملکرد و کیفیت علوفه ماشک تحت دو محیط آبی و دیم در منطقه لرستان حاکی از افزایش عملکرد و درصد پروتئین خام در شرایط آبی بود (حسنوند و همکاران، ۱۳۸۸).

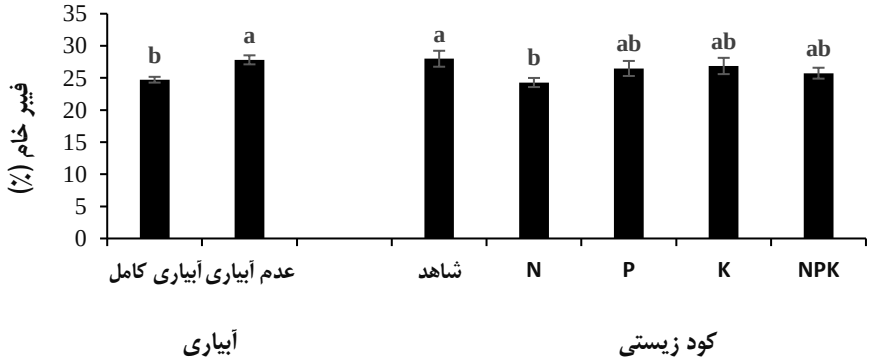
خاکستر

مندرجات جدول ۳ نشان داد که اثر تیمار آبیاری بر درصد خاکستر معنی‌دار بود. با توجه به این موضوع که درصد خاکستر بیان‌گر مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی است و جذب

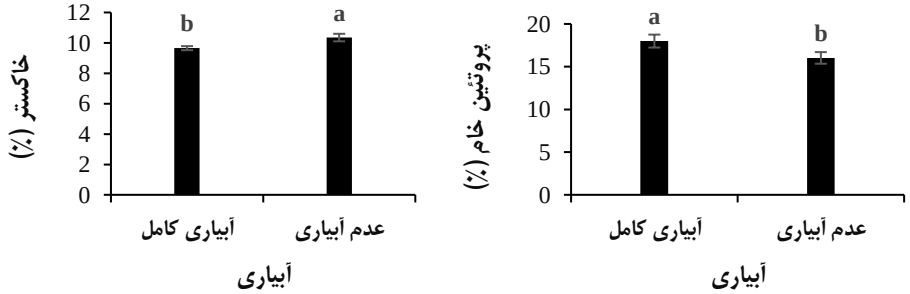
این مواد توسط ریشه در شرایط خشکی کاهش می‌یابد؛ بنابراین کاهش درصد خاکستر علوفه در این شرایط محتمل بود، اما نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در تحقیق حاضر نشان داد شرایط عدم آبیاری (۱۰/۱۵ درصد) با اختلافی ناچیز اما معنی‌دار، مقدار خاکستر بیشتری نسبت به شرایط آبیاری کامل (۹/۵۵ درصد) دارد (شکل ۶). همان‌طور که اشاره گردید خاکستر بیانگر میزان مواد معدنی در گیاه است. هر چه میزان آن در علوفه بیشتر باشد، گیاه مواد معدنی بیشتری در اختیار دام قرار می‌دهد؛ لذا ارزش غذایی علوفه برای دام بیشتر می‌شود (Saha et al., 2010).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی بر مبنای طرح اسپلیت پلات

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		CP	CF	ASH	ADF	NDF	WSC	DMD	N	P	K
بلوک	۲	۰/۱۹^{ns}	۲/۷۶^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۶/۹۱^{ns}	۲/۳۰^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۱۸^{ns}
آبیاری (A)	۱	۱۱/۴*	۷۱/۸۹*	۲/۹۷*	۲۴/۷۷*	۵۹/۴^{ns}	۱۰/۱^{ns}	۲۷/۷۷*	۰/۳۷*	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۶^{ns}
خطای a	۲	۰/۵۹	۳/۱۸	۰/۱۵	۰/۶۹	۱۸/۲۱	۱/۷۹	۰/۹۱	۰/۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۵
کود زیستی (B)	۴	۱۱/۷^{ns}	۱۳/۳۵*	۱/۲۲^{ns}	۲/۱۸^{ns}	۲۶/۷۵^{ns}	۶/۸۹*	۶/۰۲*	۰/۳۰^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۷^{ns}
A × B	۴	۲/۷۱^{ns}	۲/۹۹^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۱/۰۹^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}
خطای b	۱۶	۹/۴۷	۴/۷۹	۰/۶۵	۱/۳۲	۱۸/۰۹	۲/۲۲	۱/۹۵	۰/۲۴	۰/۰۰۵	۰/۴۶
ضریب تغییرات (٪)		۱۷/۷۸	۸/۳۳	۸/۱۸	۷/۷۱	۱۱/۹۲	۹/۵۸	۱/۸۰	۱۷/۷۸	۱۷/۹۹	۱۹/۴۸



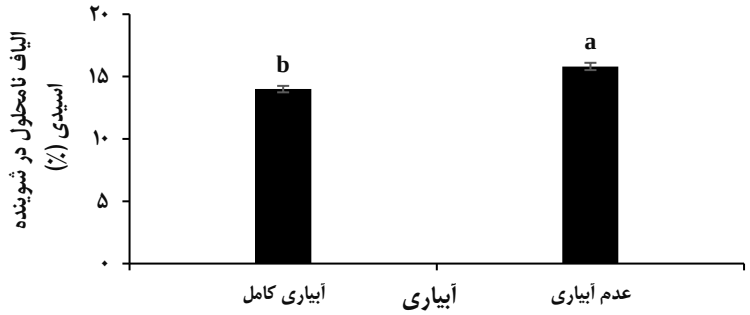
شکل ۵- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده آبیاری و کود زیستی برای درصد فیبر خام



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر آبیاری بر درصد خاکستر (سمت راست) و درصد پروتئین خام (سمت چپ)

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی

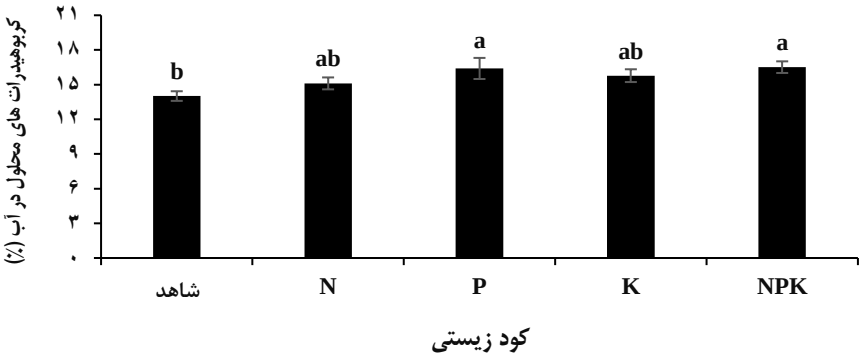
نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر معنی‌داری بر شرایط آبیاری در سطح احتمال پنج درصد نشان داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها برای اثر ساده آبیاری و کود زیستی در شکل ۷ آمده است و همان‌طور که ملاحظه می‌گردد درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تحت شرایط عدم آبیاری (۱۵/۸۱ درصد)، بیشتر از شرایط آبیاری کامل (۱۳/۹۹ درصد) بود.



شکل ۷- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده آبیاری و کود زیستی برای درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

کربوهیدارت‌های محلول در آب

اثر کودهای زیستی بر میزان کربوهیدرات‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمار کود زیستی کامل (۱۶/۵۱ درصد) بیشترین و تیمار شاهد (۱۴/۰۱ درصد) کمترین کربوهیدرات را داشتند (شکل ۸). از آن‌جایی‌که هرچه میزان کربوهیدارت محلول علوفه بیشتر باشد کیفیت آن بالاتر خواهد بود (Lithourgidis et al., 2006)، توصیه می‌شود در مدیریت‌های زراعی از کودهای زیستی نیتروژن و فسفر استفاده شود. آقابابا دستجردی و همکاران (۱۳۹۳)، نیز نتیجه گرفتند که استفاده از کودهای زیستی می‌تواند بیشترین کیفیت علوفه مورد نظر را در کشت مخلوط رازیانه و یونجه تأمین کند. آژیر و همکاران (۱۳۹۰) در اکوتیپ‌های Agropyron cristatum گزارش کردند که اثر محیط علاوه بر کربوهیدرات‌های محلول بر صفاتی چون قابلیت هضم، پروتئین خام و درصد ADF معنی‌دار نمی‌باشد.

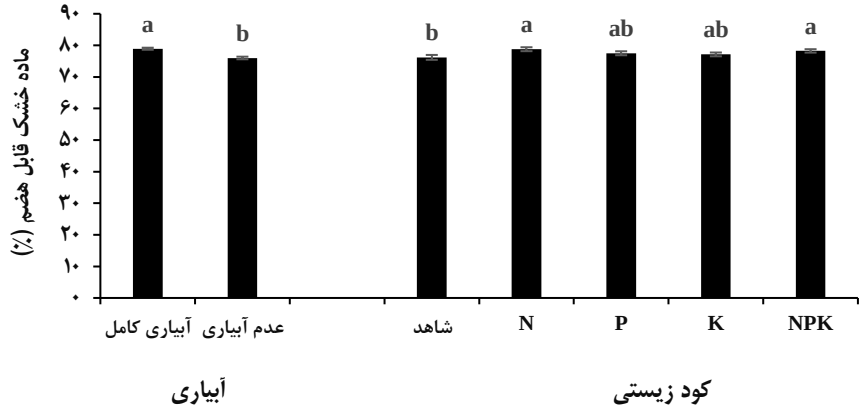


شکل ۸- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده کود زیستی برای درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب

ماده خشک قابل‌هضم

بر طبق نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ اثر ساده آبیاری و کودهای زیستی بر روی شاخص ماده خشک قابل‌هضم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد شرایط آبیاری (۷۸/۹۳ درصد) مقدار ماده قابل‌هضم بیشتری را نسبت به شرایط عدم آبیاری (۷۶/۰۰ درصد) دارا بود. همچنین

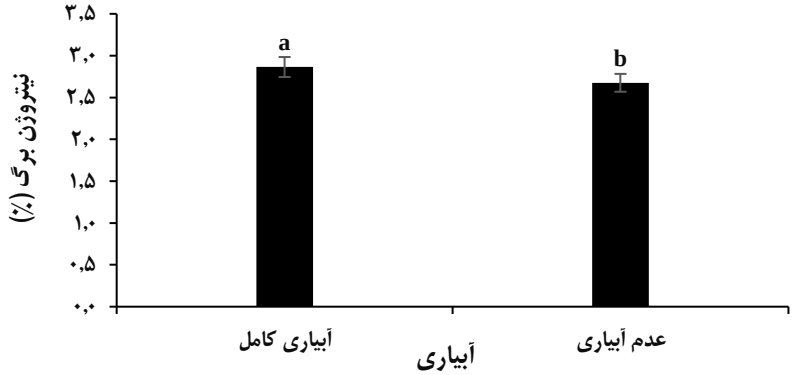
مقایسه میانگین اثر ساده کودهای زیستی نیز نشان داد تیمار کود زیستی نیتروژنه (۷۸/۷۷ درصد) و کود زیستی کامل (۷۸/۲۴ درصد) بیشترین و تیمار شاهد (۷۶/۱۹ درصد) کمترین هضم‌پذیری را داشتند. از طرفی دیگر کودهای زیستی فسفره و پتاسه اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند (شکل ۹). آژیر و همکاران (۱۳۹۰) برای این شاخص کیفیت علوفه، کاهش ۷ درصدی در کشت دیم گزارش نمودند. با کاربرد کودهای نیتروژنه، پروتئین‌های محلول در داخل سلول افزایش‌یافته و باعث افزایش درصد ماده خشک قابل‌هضم می‌شود (نجف‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۹- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده آبیاری و کود زیستی برای درصد ماده خشک قابل‌هضم

جذب عناصر

اثر آبیاری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳)؛ به نظر می‌رسد وضعیت جذب عناصر گیاه دارویی ماریتیغال تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی بوده و تیمارهای کود زیستی تأثیر معنی داری بر این صفت نداشت و عدم تغییر صفت مذکور تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده را شاید بتوان متأثر از همین موضوع دانست. نتایج مقایسه میانگین اثر آبیاری برای درصد نیتروژن برگ در شکل ۱۰ نشان می‌دهد که تحت شرایط آبیاری کامل میزان نیتروژن (۲/۸۶ درصد) بیشتر از شرایط عدم آبیاری (۲/۶۸ درصد) بود. احتمالاً افزایش درصد نیتروژن تحت شرایط آبیاری به این خاطر باشد که رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه با آبیاری تحریک می‌شود و اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است؛ لذا حجم ریشه افزایش‌یافته و باعث اثربخشی بهتر سیستم ریشه می‌گردد و جذب عنصر را توسط گیاه افزایش می‌دهد.



شکل ۱۰- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده آبیاری برای درصد نیتروژن برگ

اسیدهای چرب اشباع

در حالت کلی میانگین اسیدهای چرب اشباع در این تحقیق برابر با ۱۷/۰۹ درصد بود که این مقدار کمتر از میزان اسیدهای چرب غیراشباع (۸۱/۴۱ درصد) است. با توجه به عدم وجود تکرار برای صفات اسیدهای چرب، امکان آزمون آن‌ها به‌وسیله تجزیه واریانس و گروه‌بندی توسط آزمون دانکن وجود نداشت. فتحی-آچاچلویی و همکاران میزان اسیدهای چرب اشباع‌نشده در ماریتیغال را ۴۹/۹۵ درصد و میزان اسیدهای چرب اشباع‌شده را ۱۹/۴۱ درصد گزارش کردند که در توافق با یافته‌های پژوهش حاضر است (Fathi-Achachlouei et al., 2019).

طبق جدول ۴، میزان اسیدهای چرب اشباع در هر دو شرایط آبیاری و عدم آبیاری و نیز در کودهای زیستی مختلف، اختلاف زیادی با یکدیگر نداشتند. بااین‌حال کود زیستی کامل در شرایط عدم آبیاری نسبت به سایرین درصد بالاتری از اسیدهای چرب اشباع را از خود نشان داد. گرچه بین تیمارهای مختلف، میزان اسیدهای چرب اشباع تقریباً یکسان بود، اما چنانچه در ادامه نیز خواهیم دید ممکن است در بین ترکیبات مختلف اسیدهای چرب اشباع، اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای وجود داشته باشد.

میزان مریستیک اسید در شرایط آبیاری کامل (۰/۱۴ درصد) بیشتر از میزان آن در شرایط عدم آبیاری (۰/۱۰ درصد) بود. بیشترین مقدار آن در تیمار کود زیستی نیتروژنه در شرایط آبیاری کامل (۰/۱۸ درصد) و کمترین مقدار نیز در همان تیمار ولی در شرایط عدم آبیاری (۰/۰۸ درصد) حاصل شد. میزان پالمتیک اسید در شرایط آبیاری کامل (۱۰/۱۹ درصد) بیشتر از شرایط عدم آبیاری (۹/۱۸ درصد) بود، اما تفاوت آن‌چنان محسوسی نداشتند. همچنین پالمتیک اسید در تیمار کود زیستی فسفره شرایط آبیاری کامل (۱۱/۸ درصد) و عدم مصرف کود در شرایط آبیاری کامل (۱۱/۴۳ درصد) و کود زیستی کامل در شرایط عدم آبیاری (۱۱/۱۹ درصد) بیشترین مقدار و در سایر تیمارها کمترین میزان را داشت. پالمتیک اسید با میانگین کل ۹/۹۰ درصد به‌عنوان اسید چرب اشباع غالب در روغن ماریتیغال شناسایی شد. در تأیید این نتایج گلی و همکاران (۱۳۸۶) میزان اسید پالمتیک را ۸/۷۷ درصد گزارش کردند و عنوان داشتند که این میزان تقریباً مشابه با روغن سویا است.

میزان استئاریک اسید در تیمار کود زیستی فسفره تحت شرایط آبیاری کامل (۲/۰۱ درصد) و پس از آن در سطح عدم مصرف کود زیستی در همان شرایط (۴/۵۲ درصد) کمترین و در تیمار کود زیستی کامل (۶/۸۴ درصد) در شرایط عدم آبیاری بیشترین مقدار را نشان داد. همچنین تفاوت بین آبیاری کامل (۴/۸۰ درصد) با عدم آبیاری (۶/۰۳ درصد) محسوس بود؛ بنابراین استئاریک اسید با میانگین کل ۵/۴۲ درصد در کنار پالمتیک اسید، جزء اسیدهای چرب اشباع غالب در روغن ماریتیغال هستند (جدول ۴). با این تفاوت که استئاریک اسید متأثر از نوع کشت آبی و دیم و نیز کودهای زیستی قرار می‌گیرد؛ درحالی‌که پالمتیک اسید به میزان کمی تحت تأثیر این عوامل قرار گرفت. در پژوهش کهن‌مو و همکاران (۱۳۹۴) میزان اسید استئاریک در دو اکوتیپ بومی بوشهر به‌ترتیب ۷/۶۴ و ۵/۶۷ درصد گزارش شد. بیشترین میزان آراشیدیک اسید در کود زیستی کامل در شرایط آبیاری (۲/۴۲ درصد) و کمترین میزان نیز در نمونه شاهد (۰/۳۳ درصد) در همان شرایط مشاهده گردید.

آندرژیو سکا و همکاران متو سط میزان آرا شیدیک ا سید در ماریتغیال را ۳/۵ درصد گزارش کردند (Andrzejewska et al., 2015). آرا شیدیک ا سید (با میانگین ۰/۴۵ در صد) جزء ا سیدهای چرب اشـــباع جزئی اســـت که تنها در روغن ماریتیغال و زیتون مشاهده می‌شود (علیرضالو و همکاران، ۱۳۹۰).

اسیدهای چرب غیراشباع

همانند اسیدهای چرب اشباع، میزان اسیدهای چرب غیراشباع نیز در تیمارهای مختلف تفاوت زیادی نداشتند (جدول ۳). در حالت کلی لینولئیک اسید (۴۵/۱۰ درصد)، اولئیک اسید (۳۳/۲۹ درصد) و لینولنیک اسید (۳/۰۲ درصد) ترکیبات اسیدهای چرب غیراشباع را تشکیل دادند. این نتایج در راستای یافته‌هایی است که قبلاً منتشر شده است (Fathi- Achachlouei and Azadmard-Damirchi, 2009). همچنین طبق نتایج سوکارلان و همکاران لینولئیک اسید به‌عنوان یک اسید چرب ضروری غیراشباع، فراوان‌ترین اسید چرب غیراشباع در روغن ماریتیغال بود و پس‌ازآن اولئیک اسید و پالمیتیک اسید قرار داشتند (Ciocarlan et al., 2018). اولئیک اسید از جمله مهم‌ترین ترکیبات اسیدهای چرب

در روغن ماریتیغال است و با میانگین ۳۳/۲۹ درصد جزء اسیدهای چرب غالب در این گیاه به شمار می‌رود. میزان اولئیک اسید در شرایط آبیاری کامل (۳۴/۲۰ درصد) بیشتر از شرایط عدم آبیاری (۳۲/۳۷ درصد) بود؛ بنابراین اختلاف زیادی بین این دو وجود نداشت، اما مقدار اولئیک اسید تحت کودهای زیستی بسیار متغیر بود؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان آن در تیمار کود زیستی فسفره در شرایط آبیاری کامل (۳۶/۶۰ درصد) و کمترین مقدار آن در تیمار کود زیستی کامل تحت شرایط عدم آبیاری (۳۰/۷۷ درصد) مشاهده شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد تحت شرایط آبیاری، اثر کودهای زیستی بیشتر نمایان می‌شود و روند تغییرات میزان اولئیک اسید تحت کودهای مختلف زیستی در دو شرایط آبیاری و دیم یکسان نیست. در تحقیقی میزان اسید اولئیک در روغن ماریتیغال ۲۸/۸۴ درصد و میزان اسید لینولئیک ۵۱/۲۷ درصد گزارش شدند (گلی و همکاران، ۱۳۸۶). این یافته‌ها با نتایج گزارش شده توسط کهن‌مو و همکاران (۱۳۹۴) نیز هماهنگ است. نظر به اینکه میزان لینولئیک اسید می‌تواند در پایداری اکسیداتیوی روغن‌های خوراکی مؤثر باشد، پس می‌توان محتمل دانست که روغن ماریتیغال به‌دلیل دارا بودن مقادیر بالایی از لینولئیک اسید (در حالت کلی ۴۵/۱۰ درصد) دارای پایداری بالایی باشد (علیرضالو و همکاران، ۱۳۹۰). در بین اسیدهای چرب غیراشباع، اسید لینولنیک با میانگین ۳/۰۲ درصد کمترین مقدار را داشت. تیمار عدم مصرف کود زیستی در شرایط عدم آبیاری (۱/۲۲ درصد) حداقل مقدار و کود زیستی کامل در هر دو شرایط آبیاری به‌ویژه در شرایط آبیاری کامل (۳/۹۶ درصد) حداکثر مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

جدول ٤- درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در تیمارهای مورد مطالعه

آبیاری	کود زیستی	اسیدهای چرب اشباع					اسیدهای چرب غیراشباع			نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع
		مریستیک اسید	پالمتیک اسید	استئاریک اسید	آراشیدیک اسید	مجموع	اولئیک اسید	لینولئیک اسید	لینولنیک اسید	مجموع	
آبیاری کامل	شاهد	۰/۱۳	۱۱/۴۳	۴/۵۲	۰/۳۳	۱۶/۴۱	۳۱/۴۴	۵۰/۱۵	۳/۲۵	۸۲/۸۱	۵/۰۵
	نیتروژنه	۰/۱۸	۹/۳۴	۶/۰۷	۲/۱۶	۱۷/۷۵	۳۳/۸۰	۴۳/۲۸	۳/۰۸	۸۰/۵۰	۴/۵۴
	فسفره	۰/۱۳	۱۱/۸۰	۲/۰۱	۱/۸۴	۱۵/۷۸	۳۶/۶۰	۴۳/۰۶	۲/۳۲	۸۲/۷۲	۵/۲۴
	پتاسه	۰/۱۴	۹/۳۶	۵/۰۷	۱/۶۳	۱۶/۲۰	۳۳/۴۰	۴۶/۷۱	۳/۵۷	۸۲/۷۴	۵/۱۱
	کامل	۰/۱۰	۹/۰۳	۶/۳۵	۲/۴۲	۱۷/۹۰	۳۵/۷۸	۴۰/۸۸	۳/۹۶	۸۰/۳۵	۴/۴۹
عدم آبیاری	شاهد	۰/۰۹	۹/۳۵	۶/۰۱	۲/۰۸	۱۷/۵۳	۳۱/۷۹	۴۶/۱۶	۱/۲۲	۸۱/۲۰	۴/۶۳
	نیتروژنه	۰/۰۸	۹/۳۹	۵/۸۹	۱/۸۵	۱۷/۲۱	۳۲/۸۴	۴۵/۷۲	۳/۴۲	۸۱/۶۴	۴/۷۴
	فسفره	۰/۱۱	۹/۲۱	۴/۹۱	۱/۳۱	۱۵/۵۴	۳۱/۸۵	۴۹/۱۲	۳/۰۶	۸۳/۲۹	۵/۳۶
	پتاسه	۰/۱۰	۸/۹۳	۶/۴۸	۱/۳۱	۱۶/۸۲	۳۴/۶۲	۴۲/۳۰	۲/۶۳	۸۰/۴۹	۴/۷۹
	کامل	۰/۱۳	۱۱/۱۹	۶/۸۴	۱/۶۱	۱۹/۷۷	۳۰/۷۷	۴۳/۶۵	۳/۶۹	۷۸/۳۸	۳/۹۶

نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع

از مهم‌ترین پارامترها در مورد ترکیب اسیدهای چرب روغن های خوراکی، نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع است که از جنبه‌های کیفیت تغذیه‌ای و ماندگاری حائز اهمیت است. میزان این پارامتر در میان شرایط آبیاری مختلف، اختلاف آن‌چنانی نداشت (جدول ۴)، اما بااین‌حال، تیمار کودی زیستی فسفره تحت شرایط عدم آبیاری (۵/۳۶ درصد) بیشترین نسبت و تیمار کود زیستی کامل در همان شرایط (۳/۹۶ درصد) کمترین نسبت را

داشتند. طبق نتایج این پژوهش، گرچه تیمار کود زیستی کامل توانست درصد روغن را افزایش دهد، اما از میزان کیفیت آن کاست؛ بنابراین درصورتی‌که روغن ماریتیغال برای مصارف صنعتی استفاده شود توصیه می‌گردد از تیمار کود زیستی کامل استفاده شود، ولی برای مصارف خوراکی این تیمار مناسب نیست. کهن‌مو و همکاران (۱۳۹۴) نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع را در روغن دو اکوتیپ ماریتیغال بین ۳/۳۲ الی ۳/۹۹ درصد گزارش کردند و بر تأثیر شرایط اقلیمی و خاکی روی اسیدهای چرب تأکید داشتند.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج به‌د ست آمده، مقای سه میانگین اثر متقابل ن شان داد که حداکثر عملکرد دانه (۹۸۱/۶ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری کامل و تیمار کود زیستی فسفره مشاهده شد و حداقل عملکرد دانه (۵۴۸/۷ کیلوگرم در هکتار) نیز به تیمار شاهد در شرایط بدون آبیاری اختصاص دا شت. نتایج مقای سه میانگین اثر متقابل برای عملکرد بیولوژیک ماریتیغال نشان داد که تیمار کود زیستی کامل در شرایط آبیاری کامل، حداکثر (۶۵۷۸ کیلوگرم در هکتار) و تیمار شاهد در شرایط بدون آبیاری، حداقل مقدار (۴۳۱۱ کیلوگرم در هکتار) را دا شتند. همچنین ماریتیغال در شرایط عدم آبیاری (۲۵/۶ در صد) با اختلافی ناچیز، اما معنی‌دار دارای در صد روغن کمتری نسبت به شرایط آبیاری کامل (۲۷/۵ در صد) بود و در شرایط آبیاری کامل، عملکرد روغن (۲۵۵/۷ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از شرایط عدم آبیاری (۱۷۱/۴ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. درنهایت نظر به درصد قابل‌توجه روغن در دانه گیاه ماریتیغال و بالا بودن ارزش تغذیه‌ای آن (میزان اسیدلینولئیک بالا و وجود اسید لینولنیک)، نتیجه‌گیری می‌شود که کشت و توسعه این دانه روغنی جدید می‌تواند امری سودمند و ضروری با شد. همچنین با در نظر گرفتن تمام شاخص‌های کیفیت علوفه، نتیجه‌گیری می‌شود که علوفه گیاه ماریتیغال تقریباً از کیفیت و ارزش غذایی مطلوبی برخوردار است و تا حدودی تحت تأثیر الگوهای مدیریتی و نوع کشت آبی و دیم قرار می‌گیرد؛ بنابراین لازم به تو صیه ا ست که در تحقیقات آتی به این مورد توجه ویژه شود تا به‌عنوان جیره منا سب دام مطرح و مورد ا ستفاده صنعت دامپروری قرار گیرد. البته طبیعی است که گیاه ماریتیغال بیشتر از جنبه دارویی حائز اهمیت است و در مقایسه با گیاهان علوفه‌ای نظیر یونجه و اسپرس از عملکرد و خوش‌خوراکی کمتری برخوردار باشد، اما تولید موفق آن در کشت دیم، این گیاه را نسبت به علوفه‌های رایج، برتر نشان می‌دهد.

منابع

آژیر، ف.، جعفری، ع.ا. و فیاض، م. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد، صفات مورفولوژیکی و کیفیت علوفه در ۱۹ اکوتیپ از گونه مرتعی Agropyron criststum در شرایط کشت آبی و دیم در منطقه خجیر تهران. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۸ (۱): ۱۳۹-۱۵۰.

اسحقی سردرود، س.ن.، نصرالله زاده، ص. و باقری پیروز، ا. ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر برخی صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴ (۱): ۴۵-۵۶.

اسکندری نصرآبادی، س.، قربانی، ر.، رضوانی مقدم، پ. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۳. اثر کاربرد منفرد و تلفیقی کودهای زیستی، شیمیایی و آلی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (Silybum marianum L.). بوم‌شناسی کشاورزی. ۶ (۳): ۴۷۶-۴۶۷.

آقابابا دستجردی، م.، امینی دهقی، م.، چایی‌چی، م.ر. و بساق‌زاده، ز. ۱۳۹۳. تأثیر سیستم‌های مختلف کوددهی بر خصوصیات تغذیه‌ای و کیفی علوفه‌دارو (مطالعه موردی: کشت توأم یونجه چندساله و رازیانه). به زراعی کشاورزی. ۱۶ (۱): ۱۱۱-۱۲۵.

انصاری اردلی، س. و آقاعلیخانی، م. ۱۳۹۴. اثر تراکم بوته و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه تاج خروس زراعی (Amaranthus cruentus L.). علوم زراعی ایران، ۷ (۱): ۳۵-۴۵.

حسنوند، م.، جعفری، ع.ا.، سپهوند، ع. و نخجوان، ش. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و کیفیت علوفه در توده‌های بومی ماشک (Vicia sativa) در شرایط آبی و دیم منطقه لرستان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۶ (۴): ۵۱۷-۵۳۵.

علیرضالو، ک.، حصاری، ج. علیرضالو، ا. محمدی، م. و فتحی آچاچلویی، ب. ۱۳۹۰. بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ترکیب اسید چربی روغن دانه ماریتیغال. پژوهش‌های صنایع غذایی. ۲۱ (۱): ۲۵-۳۳.

فلاح‌حسینی، ح.، همتی‌مقدم، ا.ر. و علویان، س.م. ۱۳۸۳. مروری بر گیاه دارویی خارمریم. گیاهان دارویی. ۱۱: ۲۴-۱۴.

قوامی، ن.، لبافی، م.ر. دهقانی‌مشکانی، م.ر. و مهرآفرین، ع. ۱۳۹۱. تعیین مهم‌ترین اجزای عملکرد روغن و دانه در دو ژنوتیپ گیاه دارویی ماریتیغال (Silybum marianum Gaetrn.) بر مبنای تجزیه علیت و رگرسیون. گیاهان دارویی. ۱۱ (۴۴): ۸۶-۷۸.

کهن‌مو، م.ا.، مدرسی، م. و باقری کاهکش، ز. ۱۳۹۴. کشت اکوتیپ های گیاه دارویی ماریتیغال جهت مقایسه ارزش دارویی و غذایی. طب جنوب. ۱۸ (۵): ۱۰۰۷-۱۰۱۵.

گلی، س.ا.ح.، کدیور، م. بهرامی، ب. و سبزعلیان، م.ر. ۱۳۸۶. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن دانه ماریتیغال. علوم و صنایع غذایی. ۴ (۴): ۲۷-۳۲.

نجف‌آبادی، آ.، جلیلیان، ج.و زردشتی، م. ر. ۱۳۹۶. تأثیر الگوهای کشت مخلوط بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه گلرنگ و گاودانه در سیستم‌های کشت پرنهاده و کم‌نهاده. به زراعی کشاورزی، ۱۹ (۲): ۴۴۵-۴۶۰.

یزدانی بیوکی، ر.، رضوانی مقدم، پ. خزاعی، ح.ر. و آستارایی، ع.ر. ۱۳۸۹. بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (Silybum marianum L.) در پاسخ به کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی. بوم‌شناسی کشاورزی. ۲ (۴): ۵۵۵-۵۴۸.

Akkaya, H. and Yilmaz, O. 2012. Antioxidant Capacity and Radical Scavenging Activity of Silybum marianum and Ceratonia siliqua. Ekoloji Dergisi. 21(82).

Andrzejewska, J., Sadowska, K., and Mielcarek, S. 2011. Effect of sowing date and rate on the yield and flavonolignan content of the fruits of milk thistle (Silybum marianum L. Gaertn.) grown on light soil in a moderate climate. Industrial Crops and Products. 33(2): 462-468.

Andrzejewska, J., Martinelli, T., and Sadowska, K. 2015. Silybum marianum: non- medical exploitation of the species. Annals of applied biology. 167(3): 285-297.

Ciocarlan, A., Dragalin, I., Aricu, A., Ciocarlan, N., Stavarache, C., and Deleanu, M. 2018. Chromatographic Analysis of Silybum Marianum (L.) Gaertn. Fatty Oil. Chemistry Journal of Moldova: General. 13(1): 63-68.

Fadavi, A., Barzegar, M., and Azizi, M. H. 2006. Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. Journal of Food Composition and Analysis. 19(6-7): 676-680.

FAO (Food and Agricultural Organization). 2016. http://faostat.Fao.Org

Fathi, B., and Azadmard. S. 2009. Milk thistle seed oil constituents from different varieties grown in Iran. Journal of the American Oil Chemists' Society. 86: 643-648.

Fathi-Achachlouei, B., Azadmard-Damirchi, S., Zahedi, Y., and Shaddel, R. 2019. Microwave pretreatment as a promising strategy for increment of nutraceutical content and extraction yield of oil from milk thistle seed. Industrial Crops and Products. 128: 527-533.

Hasanloo, T., Bahmanei, M., Sepehrifar, R., and Kalantari, F. 2008. Determination of tocopherols and fatty acids in seeds of Silybum marianum (L.) gaertn. Journal of Medicinal Plants. 7(4): 69-76.

Karkanis, A., Bilalis, D., and Efthimiadou, A. 2011. Cultivation of milk thistle (Silybum marianum L. Gaertn.), a medicinal weed. Industrial Crops and Products. 34(1): 825-830.

Kuhnlein, H. V., Barthet, V., Farren, A., Falahi, E., Leggee, D., Receveur, O., and Berti, P. 2006. Vitamins A, D, and E in Canadian Arctic traditional food and adult diets. Journal of Food Composition and Analysis. 19(6-7): 495-506.

Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., Dhima, K. V., Dordas, C. A., and Yiakoulaki, M. D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research. 99(2-3): 106-113.

Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of plant physiology. 161(11): 1189-1202.

Saha, U. K., Sonon, L. S., Hancock, D. W., Hill, N. S., Stewart, L., Heusner, G. L., and Kissel, D. E. 2010. Common terms used in animal feeding and nutrition.

Sanchez, G. E., Carballo, G. C., and Ramos, G. S. R. 2008. Influence of organic manures and biofertilizers on the quality of two Plantaginaceae: Plantago major L. and Plantago lanceolata. L. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 13(1): 12-15.

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 2, Autumn And Winter 2025, 17-32

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، ص. ۳۲-۱۷

Investigating the Effect of Irrigation and Bio-Fertilizers on Seed Yield and Biochemical Traits of Milk Thistle (Silybum marianum L.)

J. Ghaffarzadeh[1], R. Amirnia[2], A. Rahimi[3]* and A. Khorsand[4]

Abstract

Due to the importance of Milk thistle, a study was conducted to evaluate the effects of irrigation type and bio-fertilizers on this plant. For this purpose, a split plot experiment based on randomized complete block design with 10 treatments and three replications at Miandoab, West Azerbaijan province during 2016-2017. Experimental treatments consisted of irrigation type (complete irrigation and non-irrigation) as main factor and bio-fertilizers (control, N $_{(b)}$, P $_{(b)}$, K $_{(b)}$ and NPK $_{(b)}$) as sub-factor. According to the results, the interaction effect of irrigation type × bio-fertilizer for grain yield and biological yield at 1% level was significant and for oil percentage and oil yield, forage quality indices and nutrient uptake was not significant. However, the simple effects of irrigation and bio-fertilizer were significant for oil content at 5% and for oil yield at 1%. However, the effect of bio-fertilizers on crude fiber, water soluble carbohydrates and dry matter percent digestibility was significant. According to the obtained results, the comparison of the average of the interaction effect showed that the maximum seed yield (981.6 kg ha^{-1}) was observed in the condition of full irrigation and the phosphorus bio-fertilizer treatment, and the minimum seed yield (548.7 kg ha^{-1}) was assigned to the control treatment in the condition of no irrigation. The results of the comparison of the mean interaction effect for the biological performance of Milk thistle showed that the complete bio-fertilizer treatment in full irrigation conditions had the maximum value (6578 kg ha^{-1}) and the control treatment in non-irrigation conditions had the minimum value (4311 kg ha^{-1}). Also, under complete irrigation conditions and phosphate bio-fertilizer application, oil content increased significantly. Although complete bio-fertilizer treatment increased grain yield but decreased the quality of Milk thistle oil. Therefore, if Milk thistle oil is used for industrial purposes, it is recommended to use a full bio-fertilizer treatment, but it is not suitable for edible applications. According to the results obtained from forage quality indices, it was found that forage of milk thistle has almost good quality and nutritional value and its successful production under dry conditions led to milk thistle superiority to other forage plants. Finally, considering the above mentioned and also considering the significant percentage of oil in Milk thistle seed and its high nutritional value (high linoleic acid content and presence of linolenic acid), it is concluded that cultivation of this seed New oils can be beneficial and necessary.

Keywords: Absorb elements, Fatty acids, Irrigation stress, Medicinal plants, Milk thistle

[1] Graduated from Master's degree, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
[2] Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
[3] Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran (*Corresponding Author Email: emir.rahimi.1357@gmail.com)
[4] Researcher, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Received: 23 Dec 2023
Accepted: 4 May 2024