

Effect of Organic Fertilizers on Remobilization, Gain Yield and fodder quality characteristics of forage pea (*Pisum arvense* L.) under Rainfed and Supplementary Irrigation conditions

Vahideh Ghorbani Ghoshchi¹, Jalal Jalilian^{2*}, Razieh Khilzadeh³

Received: May 11, 2024

Accepted: October 10, 2024

1- Former M.Sc. Student of Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.
2- Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran.
3- Assist. Prof., Dept. of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad-Iran.
Corresponding Author: Email: j.jalilian@urmia.ac.ir ; j_1358@yahoo.com

Abstract

Background and Objectives: The careless use of chemical fertilizers has led to numerous environmental issues. A key strategy to reduce reliance on chemical fertilizers and mitigate their adverse effects is the application of organic fertilizers.

Materials and Methods: The factorial experiment was conducted using a randomized complete block design (RCBD) with three replications during 2022. The first factor consisted of three levels of supplemental irrigation [no irrigation (control), one irrigation at 50% flowering stage, two irrigations at 50% flowering and 50% podding stages] and organic fertilizers at three levels [no application of organic fertilizer (control), application of vermicompost at 10 tons ha⁻¹, application of cow manure at 20 tons ha⁻¹].

Results: The results showed that in comparison to no irrigation, once and twice supplementary irrigation decreased the contribution of total plant in grain yield by 15.1% and 43.2%, respectively. When supplementary irrigation is applied once, as opposed to without irrigation, the digestible dry matter, total digestible nutrients, and net energy for lactation increase by 3.1, 2.4, and 2%, respectively, and when it is applied twice, the increases are 4.3, 5.1, and 4.2 percent, respectively. When compared to no-fertilizer conditions, the use of animal manure and vermicompost reduced the contribution of total plant in grain yield by 38.9% and 44.3%, respectively, while increasing dry matter intake by 3.9% and 14.1% and relative feed value by 3 and 14.2%. Additionally, under non-irrigated conditions, the use of vermicompost and animal manure increased grain yield by 99% and 106.8, respectively, over the absence of fertilizer.

Conclusion: The findings suggest that supplemental irrigation and the use of organic fertilizers can significantly enhance the yield and quality of fodder in pea plants cultivated in rainfed conditions.

Keywords: Drought stress, Grain yield, Manure, Relative feed value, Vermicompost



تأثیر کودهای آلی بر فرآیند انتقال مجدد، عملکرد دانه و خصوصیات کیفی علوفه گیاه نخود علوفه‌ای (*Pisum arvense* L.) تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

وحیده قربانی قوشچی^۱، جلال جلیلیان^{۲*}، راضیه خلیل زاده^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۲۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲- استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه-ایران.

۳- استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

چکیده

مقدمه و هدف: استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی سبب آسیب‌های زیست محیطی می‌گردد. استفاده از کودهای آلی یکی از روش‌های مهم در راستای کاهش کاربرد کودهای شیمیایی و جلوگیری از صدمات ناشی از آن‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها: آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۱ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری تکمیلی در سه سطح [بدون آبیاری (شاهد)، یک بار آبیاری در مرحله ۵۰٪ درصد گلدهی، دو بار آبیاری در مراحل ۵۰٪ درصد گلدهی و ۵۰٪ درصد غلاف‌دهی] و کودهای آلی در سه سطح [عدم کاربرد کود آلی (شاهد)، کاربرد ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۰ تن در هکتار، کاربرد کود گاوی به مقدار ۲۰ تن در هکتار].

یافته‌ها: نتایج آزمایش نشان داد اعمال یک و دوبار آبیاری تکمیلی در مقایسه با عدم آبیاری سهم انتقال مجدد ماده خشک را به ترتیب ۱۵/۱ و ۴۳/۲ درصد کاهش داد. هضم‌پذیری ماده خشک، کل مواد مغذی قابل هضم و انرژی خالص برای شیردهی تحت تأثیر تیمار یک بار آبیاری تکمیلی نسبت به شرایط بدون آبیاری به ترتیب ۳/۱، ۲/۴ و ۲ درصد و تحت تأثیر دو بار آبیاری تکمیلی به ترتیب ۴/۳، ۵/۱ و ۴/۲ درصد افزایش یافت. کاربرد کود دامی و ورمی‌کمپوست در مقایسه با عدم مصرف کود به ترتیب سبب کاهش ۳۸/۹ و ۴۴/۳ درصدی سهم انتقال مجدد ماده خشک و افزایش ۳/۹ و ۱۴/۱ درصدی مصرف ماده خشک و ۳ و ۱۴/۲ درصدی ارزش نسبی خوراکی گردید. همچنین مصرف کود دامی و ورمی‌کمپوست در مقایسه با عدم مصرف کود تحت شرایط بدون آبیاری عملکرد دانه را به ترتیب ۱۰۶/۸ و ۹۹ درصد بهبود بخشید.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد آبیاری تکمیلی و کاربرد کودهای آلی در بهبود عملکرد دانه و خصوصیات کیفی علوفه گیاه نخود علوفه‌ای در شرایط دیم موثر بودند.

واژه‌های کلیدی: ارزش نسبی خوراکی، تنش خشکی، عملکرد دانه، کود دامی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

کربوهیدرات‌های مورد نیاز انسان از این گیاهان تأمین می‌شود (روبیالس و میکیچ ۲۰۱۴). حبوبات به دلیل توانایی بالای خود در تثبیت زیستی نیتروژن اتمسفری از طریق همزیستی با باکتری‌ها می‌توانند بخش عمده‌ای

حبوبات از مهم‌ترین منابع غذایی غنی از پروتئین برای تغذیه انسان و دام به شمار می‌روند، به طوری که ۲۲ درصد پروتئین، ۳۲ درصد چربی و ۷ درصد

سهم قابل توجهی در افزایش عملکرد دارد (مرادی و همکاران ۲۰۲۲). عنوان شده است که آبیاری محدود قبل از گلدهی باعث افزایش انتقال مجدد ماده خشک در گندم می‌شود (ژو و همکاران ۲۰۰۶). گزارش گردیده است که تنش خشکی سبب افزایش غلظت الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در گیاهان بقولات گردید (سگوئین و همکاران ۲۰۰۲). کاهش درصد مواد غذایی قابل هضم در علوفه ذرت تحت تأثیر تنش خشکی نشان داده شده است (نیومن ۲۰۱۶).

کشاورزی ارگانیک به نوعی از سیستم‌های کشاورزی اطلاق می‌شود که در آن از مصرف کودهای شیمیایی، حشره‌کش‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد شیمیایی اجتناب می‌گردد و در عوض از راهکارهایی مانند تناوب زراعی، استفاده از بقایای گیاهی، کودهای دامی، کود سبز، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها از طریق روش‌های غیرشیمیایی جهت افزایش تولید محصول استفاده می‌شود (گریز و دایور ۲۰۰۰). کودهای آلی به کودهایی گفته می‌شوند که به طور طبیعی از منابع مختلف (مانند منابع حیوانی و گیاهی) منشأ می‌گیرند و حاوی مواد مغذی مورد نیاز گیاهان هستند (لازکانو و همکاران ۲۰۲۱). در کشورهای توسعه یافته از کودهای آلی برای کاهش اثرات زیان‌بار ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و در جهت حفظ محیط زیست، بهبود مواد آلی خاک، افزایش فراهمی عناصر غذایی و دستیابی به کشاورزی پایدار استفاده می‌شود (لاخدار و همکاران ۲۰۰۹). یکی از کودهای آلی ورمی‌کمپوست است که به دلیل آزادسازی سریع‌تر عناصر غذایی و دارا بودن هورمون‌های رشد گیاهی و نیز ساختار فیزیکی مناسب و جمعیت میکروبی غنی، موجب افزایش عملکرد گیاهان زراعی (راویندران و همکاران ۲۰۰۸)، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و کاهش اثرات سوء تنش‌های محیطی (آتیه و همکاران ۲۰۰۰) می‌گردد. افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیستی گیاه نخود با کاربرد ورمی-کمپوست نشان داده شده است (جات و اهلاوات ۲۰۰۴). حبیبی و مجیدیان (۲۰۱۴) بیان داشتند که بیشترین

از نیتروژن مورد نیاز گیاه زراعی بعد از خود را تأمین کنند (نیکولوپلو و همکاران ۲۰۰۷). نخود علوفه‌ای یکی از حبوبات علوفه‌ای رایج در مناطق نیمه‌خشک آناتولی و منطقه مدیترانه است و بهترین عملکرد را در خاک‌های حاصلخیز و دارای زهکش مناسب با ظرفیت نگهداری آب بالا دارد (تکلی و آتش ۲۰۰۳). ۲/۷ میلیون هکتار از اراضی جهان زیر کشت نخود علوفه‌ای می‌باشد و سالانه در حدود ۲۱ میلیون تن علوفه سبز از این اراضی تولید می‌شود (حلیل‌اوغلو و همکاران، ۲۰۲۲). نخود علوفه‌ای از نظر تغذیه‌ای، منبع غنی پروتئین (۲۱-۲۵٪) با غلظت بالایی از اسیدهای آمینه لیزین و تریپتوفان و سطوح پایین اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین می‌باشد (گرگوری و همکاران ۲۰۱۶). همچنین این گیاه دارای فیبر، نشاسته، قند محلول و غنی از فسفر، کلسیم و منبع خوبی از ویتامین‌ها می‌باشد (آچیکباس و همکاران ۲۰۲۱). این ویژگی‌ها نخود علوفه‌ای را از لحاظ تغذیه کارآمد و اقتصادی دام به یکی از بهترین خوراک‌های دامی تبدیل کرده است (تکلی و آتش ۲۰۰۳).

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود. بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی در گیاهان از جمله فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌ها، پایداری غشاء، فتوسنتز، تنفس، انتقال مواد، جذب یون، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و مواد مغذی و در نهایت رشد در اثر تنش خشکی مختل می‌شوند (جلیل و همکاران ۲۰۰۸). آبیاری تکمیلی یکی از روش‌های مطلوب در جهت جبران کمبود رطوبت خاک، افزایش کارایی مصرف آب، جلوگیری از افت عملکرد و دستیابی به تولید پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (توکلی و اويس ۲۰۰۲). آبیاری تکمیلی زمانی انجام می‌شود که بارندگی نتواند به طور یکنواخت مقادیر کافی آب مورد نیاز محصول را برای تولید کامل محصول در شرایط دیم تأمین کند. این روش به حفظ رطوبت خاک در سطح بالا و رفع کمبود آب در ناحیه ریشه گیاه کمک می‌کند (ساتوگنان و همکاران ۲۰۲۱). گزارش گردیده است که در شرایط تنش خشکی میزان انتقال مجدد مواد ذخیره شده (عمدتاً ذخایر ساقه) به دانه افزایش یافته و

عوامل سبب گردید تا پژوهش حاضر با هدف بررسی کاربرد کودهای آلی و آبیاری تکمیلی در شرایط دیم بر کیفیت علوفه و عملکرد گیاه نخود علوفه‌ای اجرا گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای زیر نظر دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مرکز خدمات کشاورزی کره‌سنی شهرستان سلماس در استان آذربایجان غربی در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. شهرستان سلماس دارای مختصات جغرافیایی ۴۴ درجه و ۴۶ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۳۸۰ متر از سطح دریا می‌باشد. فاکتورهای آزمایشی شامل آبیاری تکمیلی در سه سطح (بدون آبیاری (شاهد)، یک بار آبیاری در مرحله ۵۰٪ درصد گله‌ی معادل ۳۰۰ متر مکعب در هکتار، دو بار آبیاری در مراحل ۵۰٪ درصد گله‌ی و ۵۰٪ درصد غلاف‌دهی معادل ۶۰۰ متر مکعب در هکتار) و کودهای آلی در سه سطح (عدم کاربرد کود آلی (شاهد)، کاربرد ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۰ تن در هکتار، کاربرد گاوی به مقدار ۲۰ تن در هکتار). مشخصات خاک مزرعه آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری در جدول ۱ و ورمی‌کمپوست مورد استفاده در جدول ۲ آورده شده است. عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه، دیسک‌زنی، تسطیح زمین و ایجاد جوی پشته بود. ۲۷ کرت آزمایشی به ابعاد $6 \times 1/5$ مترمربع آماده گردید و کودهای آلی بر اساس نقشه طرح همزمان با آماده‌سازی و قبل از کاشت با خاک مزرعه در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری مخلوط گردیدند. کاشت به صورت دستی در ۲۴ اسفند به صورت خشکه‌کاری انجام گرفت. وجین علف‌های هرز در طول فصل رشد بر اساس نیاز به صورت دستی انجام گرفت. تیمارهای آبیاری بر اساس نقشه طرح انجام گرفت. زمان برداشت ۱۶ تیر (مرحله رسیدگی) بود. در پایان فصل رشد پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، از هر کرت یک مترمربع برداشت شد و صفات وزن صد دانه و عملکرد کل دانه، اندازه‌گیری گردید.

عملکرد و کیفیت علوفه ذرت با کاربرد تلفیقی ورمی کمپوست و کود شیمیایی مشاهده گردید.

کود گاوی یک منبع زیستی با ارزش برای بهبود حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی است که دارای مزایای گوناگون اکولوژیکی، زیست محیطی و زراعی می‌باشد (فلاح و همکاران ۲۰۰۴). حدود ۷۵ درصد از وزن کود به صورت جامد و مابقی مایع می‌باشد. قسمت جامد کود شامل غذای مصرفی جذب نشده است. بخش عمده ازت و پتاسیم موجود در قسمت مایع کود به سرعت برای گیاه قابل جذب است. از مزایای کود گاوی می‌توان به افزایش نگهداری آب در خاک، افزایش تنوع میکروبی خاک، بهبود ساختمان فیزیکی خاک، جلوگیری از فرسایش، تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه، بهبود رشد و عملکرد گیاه و افزایش کمیت و کیفیت محصول اشاره کرد (مگیور و همکاران ۲۰۱۱). از عوامل محدود کننده استفاده از کودهای گاوی می‌توان به رطوبت و حجم زیاد، یکسان نبودن مواد موجود در آن، پایین بودن جرم مخصوص کود، پرهزینه بودن و نیز مشکل حمل و نقل آن اشاره کرد (فاسینا ۲۰۰۸). فلاح و همکاران (۲۰۱۶) طی آزمایشی بیان داشتند که استفاده از کود گاوی سبب بهبود عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک گیاه نخود گردید. حسن‌زاده قورتنیه و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان دادند که کاربرد کودهای گاوی سبب بهبود ارزش نسبی تغذیه‌ای، انرژی ویژه شیردهی، قابلیت هضم ماده خشک، مواد مغذی قابل هضم و کربوهیدرات‌های محلول در آب علوفه تاج‌خروس گردید.

با توجه به اهمیت گیاه نخود علوفه‌ای در تأمین علوفه با کیفیت و نیز تثبیت نیتروژن و با توجه به کاهش رشد و عملکرد این گیاه به واسطه محدودیت آبی در بیشتر مناطق خصوصاً در کشت دیم و صدمات جبران ناپذیر تنش خشکی، اتخاذ روش‌هایی که بتواند سبب افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی شود، بسیار حائز اهمیت است. یکی از این روش‌ها انجام آبیاری تکمیلی و استفاده از کودهای آلی می‌باشد که علاوه بر کاهش اثرات ناشی از کم‌آبی می‌تواند در مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی و مشکلات ناشی از آن‌ها موثر واقع شود. مجموع این

EC (dS/m)	pH	عصاره- اشباع	رس	سبلیت	شن	کربن آلی	نیترژن	پتاسیم	فسفر	آهن	کلسیم	منیزیم	مس	بافت
		۴۴	۲۲	۴۲	۳۶	۱/۳	۰/۰۳	۱۳۵	۵/۴	۰/۹۷	۲۸/۱	۳۱/۴	۰/۲۹	لومی
									ppm		(mg kg ⁻¹)			

C/N	کربن آلی (%)	pH	EC (dSm)	آهن (mg kg ⁻¹)	پتاسیم (%)	فسفر (%)	نیترژن (%)	مشخصه
۱۶/۰۴	۲۰/۳۸	۸/۰۱	۲/۶۸	۱۱۱۴/۶	۲/۰۶	۱/۲۵	۱/۲۷	مقدار

$$100 \times \text{عملکرد بیولوژیک} / \text{عملکرد دانه} = \text{شاخص برداشت}$$

[رابطه ۲]

$$\text{CDMAG} = (\text{DMT/GY}) \times 100$$

$$\text{SDMT} = \text{SDMM} - \text{SDMA}$$

$$\text{CSAG} = (\text{SDMT} / \text{GY}) \times 100$$

1 - Digestible Dry Matter
2 - Water Soluble Carbohydrate
3 - Crude Protein
4 - Crude Fiber

هضم (TDN^A)، مصرف ماده خشک (DMI^9)، انرژی خالص برای شیردهی (NEL^{10}) و ارزش نسبی خوراکی (RFV^{11}) با استفاده از روابط ۶ تا ۹ زیر محاسبه شده است (هوروکس و والنیتین ۱۹۹۹).

$$TDN = (-1.291 \times \% ADF) + 101.35 \quad [\text{رابطه ۶}]$$

$$DMI = 120 / \% NDF \text{ dry matter basis} \quad [\text{رابطه ۷}]$$

$$NEL = (1.044 - (0.0119 \times \% ADF)) \times 2.205 \quad [\text{رابطه ۸}]$$

$$RFV = \% DDM \times \% DMI \times 0.775 \quad [\text{رابطه ۹}]$$

برای تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS 9.4 و Excel استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آبیاری و کود بر میزان انتقال مجدد در گیاه نخود علوفه‌ای.

منابع تغییر	درجه آزادی	سهم فرایند انتقال مجدد در عملکرد دانه	میزان انتقال ماده خشک از کل بوته به دانه	میزان انتقال ماده خشک از ساقه به دانه	سهم ذخایر ساقه در عملکرد دانه
بلوک	۲	۱۷/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۳/۵۱ ^{ns}
آبیاری	۲	۴۶۳/۰۵ ^{**}	۰/۰۷۴ ^{**}	۰/۱۷۹ ^{**}	۴۸۲/۲۷ ^{**}
کود	۲	۶۹۷/۵۶ ^{**}	۰/۱۹ ^{**}	۰/۲۴ ^{**}	۷۷۰/۸۶ ^{**}
آبیاری × کود	۴	۱۹/۳۴ ^{ns}	۰/۰۱۷ [*]	۰/۰۲۵ ^{**}	۴۰/۹۲ [*]
اشتباه آزمایشی	۱۶	۱۱/۵۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۱۲/۳۸
ضریب تغییرات (%)	-	۱۲/۹۴	۹/۰۲	۱۳/۲۶	۱۹/۲۸

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان انتقال ماده خشک کل (۰/۹۴۴ گرم در بوته) تحت شرایط یک‌بار آبیاری و بدون کاربرد کود به دست آمد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را با تیمارهای بدون آبیاری و کاربرد ورمی‌کمپوست، بدون آبیاری و بدون کاربرد کود و نیز در شرایط دو بار آبیاری و تیمار بدون کاربرد کود نشان نداد (جدول ۴). کم‌ترین میزان این شاخص (۰/۴۸۵ گرم در بوته) در حالت استفاده از کود دامی تحت شرایط دو بار آبیاری مشاهده گردید (جدول ۴). همچنین حداکثر میزان انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه (۰/۸۳۳ گرم در بوته) را ترکیب

تیماری بدون آبیاری و بدون کود به خود اختصاص داد که با تیمار بدون کاربرد کود در شرایط یک بار آبیاری تفاوت معنی‌داری را نداشت (جدول ۴). حداقل این شاخص (۰/۲۵۶ گرم در بوته) متعلق به ترکیب تیماری کاربرد کود ورمی‌کمپوست در حالت دو بار آبیاری می‌باشد (جدول ۴).

پس از مرحله گلدهی، دو منبع اساسی در پر شدن دانه را فتوسنتز جاری و انتقال ماده خشک تشکیل می‌دهند که بخشی از مواد ذخیره‌ای توسط تنفس از دست می‌رود (خیری‌زاده آروق و همکاران ۲۰۱۵). در این زمینه گزارش گردیده است که تنش کم‌آبی سبب کاهش

¹⁰ - Net Energy for Lactation

¹¹ - Relative Feed Value

⁸ - Total Digestible Nutrient

⁹ - Dry Matter Intake

فتوسنتز جاری می‌گردد و در نتیجه عملکرد نهایی تا حد زیادی به انتقال مجدد مواد از سایر قسمت‌های گیاه به دانه وابسته است (پاپاکاستا و گگیاناس ۱۹۹۱). بحرانی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که تنش خشکی سبب افزایش انتقال مجدد مواد از اندام هوایی به دانه در گندم گردید. در این پژوهش عدم انجام آبیاری تکمیلی سبب افزایش انتقال ماده خشک از کل بوته و ساقه به دانه گردید. به نظر می‌رسد که تحت شرایط بدون آبیاری تکمیلی به دلیل تسریع پیری و ریزش برگ‌های پایینی و نیز کاهش طول دوره رشدی، سهم فتوسنتز جاری کاهش یافته و در نتیجه بخش بیشتری از پر شدن دانه به واسطه انتقال بیشتر ماده خشک به سمت دانه تأمین می‌شود (سراج و همکاران ۲۰۰۲). خسروی و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند در صورتی که مواد ذخیره‌ای گیاه زیاد باشد، اثرات سوء ناشی از تنش خشکی تا حدی می‌تواند از طریق انتقال مجدد جبران شود. به طوری که اردیونی و همکاران (۲۰۰۶) نیز در تأیید این مطالب عنوان کردند که فرآیند انتقال مجدد در غلات دانه‌ریز اثرات نامطلوب تنش خشکی را می‌دهد. همچنین کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست باعث کاهش میزان انتقال مجدد ماده خشک گردید. چنین به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست با تعدیل اثرات سوء ناشی از عدم آبیاری تکمیلی موجب افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه بهبود فتوسنتز جاری شده است و از این طریق آسمیلات‌های لازم برای پر شدن دانه از طریق فتوسنتز جاری تأمین گردیده و نیاز به انتقال مجدد مواد به دانه‌ها از اندام‌های دیگر کاهش یافته است. گزارش شده است که ورمی‌کمپوست و میکوریز از طریق بهبود خصوصیات ریشه موجب تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شده و از این طریق سبب افزایش فتوسنتز جاری گردیده است. در نتیجه میزان انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها افزایش یافته و در نهایت انتقال مجدد از اندام هوایی به دانه کاهش می‌یابد (نظری و همکاران ۲۰۲۲).

نتایج مشخص کرد که اعمال آبیاری‌های تکمیلی و کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست موجب کاهش سهم انتقال مجدد کل و ساقه در تشکیل دانه گردیدند. اثر

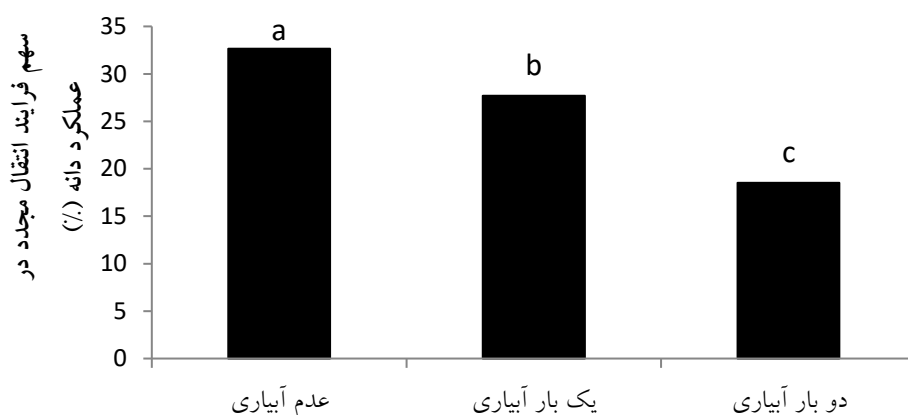
اصلی آبیاری نشان داد که بیش‌ترین سهم انتقال مجدد ماده خشک مربوط به تیمار بدون آبیاری (۳۲/۶۶ درصد) و کم‌ترین آن در شرایط دو بار آبیاری (۱۸/۵۲ درصد) به دست آمد (شکل ۱). اعمال یک و دو بار آبیاری تکمیلی در مقایسه با عدم آبیاری سهم انتقال مجدد ماده خشک را به ترتیب ۱۵/۱ و ۴۳/۲ درصد کاهش داد (شکل ۱). اثر اصلی تیمار کودی نیز نشان داد که حداکثر سهم انتقال مجدد ماده خشک در عملکرد دانه از تیمار عدم مصرف کود (۳۶/۴ درصد) به دست آمد و کم‌ترین این شاخص در حالت کاربرد کود دامی و ورمی‌کمپوست حاصل شد (شکل ۲). کاربرد کود دامی و ورمی‌کمپوست در مقایسه با عدم مصرف کود به ترتیب سبب کاهش ۳۸/۹ و ۴۴/۳ درصدی سهم انتقال مجدد ماده خشک گردید (شکل ۲). بیش‌ترین سهم ساقه در عملکرد دانه (۳۶/۱۱ درصد) در ترکیب تیماری بدون آبیاری و بدون کاربرد کود مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری را با ترکیب تیماری عدم کاربرد کود تحت شرایط یک بار آبیاری نشان نداد (جدول ۴). کاربرد ورمی‌کمپوست تحت شرایط دو بار آبیاری کم‌ترین سهم ذخایر ساقه در عملکرد دانه (۵/۳۲ درصد) را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

روابط منبع و مخزن و شرایط محیطی بالاترین تأثیر را در میزان انتقال ماده خشک و سهم این فرآیند در عملکرد دانه دارند. عنوان شده است که تحت شرایط بدون تنش به دلیل افزایش فتوسنتز و دسترسی به منابع کافی تعادل بین منبع و مخزن حفظ گردیده و در این شرایط سهم انتقال مجدد در تشکیل دانه کم می‌باشد. ولی در شرایط تنش‌های محیطی به دلیل کاهش فتوسنتز، منبع نمی‌تواند تأمین‌کننده منابع کافی برای مخزن باشد و بنابراین در شرایط تنش سهم انتقال مجدد در تشکیل دانه به شدت افزایش می‌یابد (عباس‌پور و همکاران ۲۰۱۲). نظری و همکاران (۲۰۲۲) بیان داشتند که بروز تنش خشکی در مرحله زایشی گیاه سبب کاهش سطح برگ و فتوسنتز جاری شده و در نتیجه مشارکت بخش‌های رویشی در انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای به دانه افزایش می‌یابد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری آبیاری در کود بر میزان انتقال مجدد در گیاه نخود علوفه‌ای.

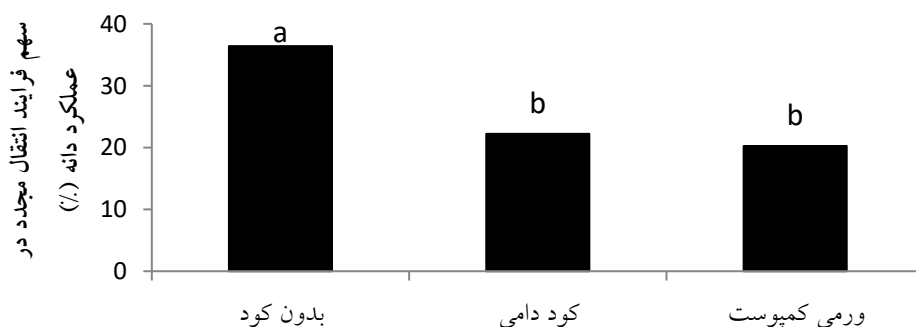
ترکیبات تیماری	میزان انتقال ماده خشک از کل پوته به دانه (g)	میزان انتقال ماده خشک از ساقه به دانه (g)	سهم ذخایر ساقه در عملکرد دانه (%)
بدون آبیاری × بدون کود	۰/۹۳۸ a	۰/۸۳۳ a	۳۶/۱۱ a
بدون آبیاری × کود دامی	۰/۷۶۳ bc	۰/۴۸ cde	۱۸/۹۲ b
بدون آبیاری × ورمی‌کمپوست	۰/۹۰۶ a	۰/۶۰۹ b	۱۸/۱۶ bc
یک بار آبیاری × بدون کود	۰/۹۴۴ a	۰/۸۳ a	۳۴/۳۶ a
یک بار آبیاری × کود دامی	۰/۶۹۶ c	۰/۳۸۳ de	۱۳/۴۶ bcd
یک بار آبیاری × ورمی‌کمپوست	۰/۸۸۳ ab	۰/۵۷۱ bc	۱۲/۷۸ cd
دو بار آبیاری × بدون کود	۰/۹۳ a	۰/۵۰۳ bcd	۱۶/۲۱ bc
دو بار آبیاری × کود دامی	۰/۴۸۵ d	۰/۳۷ ef	۸/۹۳ de
دو بار آبیاری × ورمی‌کمپوست	۰/۶۸۲ c	۰/۲۵۶ f	۵/۳۲ e
LSD _{5%}	۰/۱۲۵	۰/۱۲۳	۶/۰۹

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر سهم فرآیند انتقال مجدد در عملکرد دانه.

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی بر سهم فرآیند انتقال مجدد در عملکرد دانه.

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

عملکرد، وزن صد دانه و شاخص برداشت

بر طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات اصلی آبیاری و کود و اثر متقابل آبیاری در کود بر عملکرد دانه، وزن صد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار گردید (جدول ۵).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر آبیاری تکمیلی و کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست افزایش یافت (جدول ۶). بر این اساس بیش‌ترین عملکرد دانه (۸۷۶/۸۳ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط دو بار آبیاری تکمیلی و کاربرد ورمی‌کمپوست و پایین‌ترین آن

(۱۶۱/۱ کیلوگرم در هکتار) در شرایط بدون کاربرد کود و عدم اعمال آبیاری تکمیلی حاصل گردید (جدول ۶). بر اساس نتایج مشاهده گردید که کاربرد کود دامی در شرایط بدون آبیاری، یک بار آبیاری و دو بار آبیاری عملکرد دانه را به ترتیب ۱۰۶/۸، ۳۷/۱ و ۳۷/۲ درصد در مقایسه با عدم مصرف کود افزایش داد (جدول ۶). هم‌چنین کاربرد ورمی‌کمپوست تحت تیمار بدون آبیاری، یک بار آبیاری و دو بار آبیاری عملکرد دانه را به ترتیب ۹۹، ۶۹/۵ و ۸۳/۲ درصد در مقایسه با حالت بدون استفاده از کود بهبود بخشید (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آبیاری و کود بر عملکرد، وزن صد دانه و شاخص برداشت نخود علوفه‌ای.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن صد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	۶۴۰۳/۰۵ ^{ns}	۲/۲۳ *	۰/۸۵ ^{ns}
آبیاری	۲	۳۲۴۲۰۸/۷۲ **	۴۸/۳۳ **	۴۷/۲۲ *
کود	۲	۱۴۱۰۵۵/۵۷ **	۴۰/۳۲ **	۱۷۵/۷۴ **
آبیاری × کود	۴	۲۳۰۷۲/۲۱ *	۸/۶۱ **	۳۵/۶۹ *
اشتباه آزمایشی	۱۶	۴۹۷۱/۶	۰/۳۵	۸/۳۱
ضریب تغییرات (%)	-	۱۶/۳۹	۴/۳۷	۱۳/۲۷

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری آبیاری در کود بر عملکرد، شاخص برداشت و وزن صد دانه نخود علوفه‌ای.

ترکیبات تیماری	عملکرد دانه (Kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت (%)	وزن صد دانه (g)
بدون آبیاری × بدون کود	۱۶۱/۱ e	۱۲/۷۱ e	۹/۲۱ e
بدون آبیاری × کود دامی	۳۳۳/۳ d	۲۴/۴ b	۹/۴ e
بدون آبیاری × ورمی‌کمپوست	۳۲۰/۶۳ d	۲۲/۲۸ bcd	۱۴/۴۵ c
یک بار آبیاری × بدون کود	۲۷۸/۱۳ de	۱۸/۰۳ d	۱۴/۳ c
یک بار آبیاری × کود دامی	۳۸۴/۷ cd	۲۴/۹۱ b	۱۵/۵۸ b
یک بار آبیاری × ورمی‌کمپوست	۴۷۱/۴۷ bc	۲۰/۳۲ bcd	۱۶/۰۲ ab
دو بار آبیاری × بدون کود	۴۷۸/۶۳ bc	۱۹/۰۷ cd	۱۱/۱۸ d
دو بار آبیاری × کود دامی	۶۵۶/۸۷ b	۲۳/۴۷ bc	۱۶/۰۳ ab
دو بار آبیاری × ورمی‌کمپوست	۸۷۶/۸۳ a	۳۰/۲ a	۱۶/۹۱ a
LSD _{5%}	۱۲۲/۰۴	۴/۹۹	۱/۰۳

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

کاهش عملکرد و اجزای عملکرد نخود گردید. از طرفی گزارش شده است که عملکرد دانه نخود در شرایط

قبادی و همکاران (۲۰۱۴) طی پژوهشی نشان دادند که عدم آبیاری نسبت به انجام آبیاری تکمیلی سبب

آبیاری تکمیلی به طور قابل توجهی بالاتر از تیمارهای بدون آبیاری تکمیلی می‌باشد (ملکی و همکاران ۲۰۱۴). محمدی و همکاران (۲۰۰۶) بالا بودن عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی را به برتری از نظر درصد پوشش سبز، سرعت و دوره پر شدن دانه و اجزای عملکرد نخود یعنی تعداد نیام در بوته و وزن دانه در مقایسه با آبیاری-های محدود نسبت دادند. ماهشابی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که مصرف تلفیقی کود دامی و ورمی-کمپوست سبب افزایش عملکرد گیاه سویا گردید. در پژوهشی بر روی گیاه ذرت، اعلام گردید که کاربرد کودهای آلی از جمله ورمی-کمپوست از طریق تأمین عناصر غذایی و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک سبب افزایش تولید و عرضه مواد پرورده می‌شود و بدین وسیله سبب افزایش عملکرد می‌گردد (سوجاتا و همکاران ۲۰۱۰).

نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی و کاربرد کودهای آلی موجب بهبود شاخص برداشت و وزن صد دانه گیاه نخود علوفه‌ای در شرایط بدون آبیاری و انجام آبیاری تکمیلی گردید. مقایسات میانگین نشان داد که بیش‌ترین شاخص برداشت (۳۰/۲ درصد) متعلق به ترکیب کاربرد ورمی-کمپوست تحت شرایط دو بار آبیاری بود (جدول ۶). حداقل این شاخص (۱۲/۷۱ درصد) نیز مربوط به ترکیب تیماری عدم کاربرد کود در حالت بدون آبیاری تکمیلی می‌باشد (جدول ۶). تیمار دو بار آبیاری تکمیلی و استفاده از ورمی-کمپوست و کود دامی (به ترتیب با ۱۶/۹۱ و ۱۶/۰۳ گرم) بالاترین وزن صدانه را شامل می-شدند که با مصرف ورمی-کمپوست تحت شرایط یک بار آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۶). ترکیب تیماری بدون آبیاری و عدم کاربرد کود (۹/۲۱ گرم) دارای پایین‌ترین میزان وزن صد دانه بود که با ترکیب تیماری بدون آبیاری و کاربرد کود دامی تفاوت معنی‌داری را از نظر آماری نشان نداد (جدول ۴۶). نتایج مشخص کرد که کاربرد کود دامی و ورمی-کمپوست تحت شرایط بدون آبیاری شاخص برداشت را به ترتیب ۹۱/۹ و ۷۵/۲ درصد و وزن صد دانه را نیز به ترتیب ۲ و ۵۶/۸ درصد افزایش دادند (جدول ۶).

کاهش شاخص برداشت نخود تحت شرایط تنش خشکی گزارش شده است (منصوری‌فر و همکاران ۲۰۱۱). آقایی و احسان‌زاده (۲۰۱۱) گزارش کردند که تنش خشکی با ایجاد اختلال در تولید و انتقال مواد فتوسنتزی موجب کاهش وزن هزار دانه کدوی تخم کاغذی گردید. جالوتا و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که آبیاری تکمیلی سبب افزایش شاخص برداشت نخود می-گردد. گزارش شده است که کاربرد کودهای آلی از طریق تغذیه مطلوب گیاه شرایط لازم برای انجام فتوسنتز جاری را فراهم می‌آورد و در نتیجه انتقال و تخصیص مواد به قسمت‌های زایشی بیشتر می‌شود و به این به نوبه خود باعث افزایش وزن دانه‌ها می‌شود (احمدی و همکاران ۲۰۱۸). کهریزی و سپهری (۲۰۱۹) نشان دادند که کاربرد ورمی-کمپوست به همراه کود شیمیایی موجب افزایش شاخص برداشت گیاه نخود گردید. افزایش معنی دار وزن هزار دانه در اثر کاربرد کود ورمی-کمپوست در مطالعات دیگر به اثبات رسیده است (گاودا و همکاران ۲۰۰۸).

صفات مربوط به کیفیت علوفه

بر طبق نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس اثر اصلی آبیاری بر صفات مصرف ماده خشک، انرژی خالص برای شیردهی، ارزش نسبی خوراکی، الیاف حاصل از شوینده خنثی، کل مواد مغذی قابل هضم و هضم‌پذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی معنی‌دار گردید. در صورتی که بر سایر صفات تأثیر معنی‌داری نشان نداشت (جدول ۷). همچنین اثر تیمار کودی بر صفات مصرف ماده خشک، ارزش نسبی خوراکی، الیاف حاصل از شوینده خنثی، کلسیم و کربوهیدرات‌های محلول در آب معنی‌دار و بر صفات دیگر علوفه غیرمعنی‌دار بود (جدول ۷). هیچ کدام از صفات مربوط به خصوصیات علوفه تحت تأثیر برهمکنش آبیاری و کود قرار نگرفتند (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که دو بار آبیاری تکمیلی محتوای الیاف حاصل از شوینده اسیدی را ۶/۴ درصد و یک بار آبیاری این شاخص را ۳ درصد در مقایسه با شرایط بدون آبیاری کاهش دادند (جدول ۸). بیش‌ترین الیاف حاصل از شوینده اسیدی متعلق به شرایط بدون

بود که با تیمار استفاده از کود دامی تفاوتی را نشان نداد (جدول ۸). حداقل الیاف حاصل از شوینده خنثی نیز در شرایط دو بار آبیاری (۳۹/۰۱ درصد) و کاربرد ورمی-کمپوست (۳۸/۹۳ درصد) حاصل شد (جدول ۸). بر این اساس تیمارهای دو بار و یک بار آبیاری میزان الیاف حاصل از شوینده خنثی را در مقایسه با عدم آبیاری به ترتیب ۹ و ۱/۳ درصد و کاربرد کودهای دامی و ورمی-کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد کود این شاخص را به ترتیب ۲/۵ و ۹/۸ درصد کاهش دادند (جدول ۸).

آبیاری تکمیلی (۳۴/۷۳ درصد) و کمترین آن مربوط به تیمار دو بار آبیاری (۳۲/۴۹ درصد) می‌باشد (جدول ۸). تیمار آبیاری تکمیلی و کاربرد کودهای دامی و ورمی-کمپوست سبب کاهش الیاف حاصل از شوینده خنثی گردید. به طوری که بالاترین مقدار الیاف حاصل از شوینده خنثی در شرایط بدون آبیاری تکمیلی (۴۲/۸۷ درصد) مشاهده گردید که از نظر آماری با تیمار یک بار آبیاری تکمیلی اختلاف معنی‌داری را نداشت (جدول ۸). همچنین از نظر تیمار کودی نیز عدم کاربرد کود دارای حداکثر الیاف حاصل از شوینده خنثی (۴۳/۱۷ درصد)

جدول ۷- تجزیه واریانس اثرات آبیاری و کود بر صفات مرتبط با کیفیت علوفه نخود علوفه‌ای

منابع تغییر	درجه آزادی	مصرف ماده خشک	انرژی خالص برای شیردهی	ارزش نسبی خوراکی	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	کلسیم	فسفر
بلوک	۲	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۵۷/۳۲ ^{ns}	۳/۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
آبیاری	۲	۰/۱۹۳ ^{**}	۰/۰۰۷ [*]	۷۸۰/۷۵ ^{**}	۳۹/۰۷ [*]	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}
کود	۲	۰/۳۶۵ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۸۷۸/۳۶ ^{**}	۴۳/۷ [*]	۰/۱۰۴ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{ns}
آبیاری × کود	۴	۰/۰۸۶ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲۳۱/۳۴ ^{ns}	۲۳ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۶	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	۹۲/۴۲	۸/۸۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (%)	-	۵/۸۶	۲/۸۸	۶/۹	۷/۱۶	۵/۳۸	۱۶/۴۷

ادامه جدول ۷

کل مواد مغذی قابل هضم	درصد پروتئین خام	هضم پذیری ماده خشک	کربوهیدرات محلول در آب	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	خاکستر	فیبر خام
۵/۴۳ ^{ns}	۴/۶۱ ^{ns}	۲/۷۹ ^{ns}	۰/۳۲۹ ^{ns}	۳/۲۶ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۳/۱۳ ^{ns}
۱۸/۸۷ [*]	۳/۷۶ ^{ns}	۱۵/۹۴ [*]	۲/۶۵ ^{ns}	۱۱/۳۱ [*]	۰/۱۹۴ ^{ns}	۱/۶۱ ^{ns}
۳/۲۶ ^{ns}	۲/۵۸ ^{ns}	۰/۶۱ ^{ns}	۷/۷۷ ^{**}	۱/۹۶ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}	۴/۶۶ ^{ns}
۳/۰۸ ^{ns}	۲/۶۶ ^{ns}	۱/۹۴ ^{ns}	۱/۰۳۴ ^{ns}	۱/۸۵ ^{ns}	۰/۰۶۲ ^{ns}	۱/۵۹ ^{ns}
۴/۰۷	۱/۶۵	۳/۲۱	۰/۷۳۲	۲/۴۴	۰/۱۰۳	۱/۳۷
۳/۴۸	۵/۱۷	۲/۹۲	۶/۰۴	۴/۶۴	۳/۱۹	۴/۴۲

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

و خنثی در گیاه ذرت سیلیویی گردید. رمرویی و همکاران (۲۰۰۵) بیان داشتند که کاربرد کودهای دامی و شیمیایی سبب کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و افزایش کیفیت علوفه سورگوم و ذرت می‌گردد. مالکی خضارلو و تاجبخش (۲۰۱۷) در پژوهشی عنوان کردند که استفاده از کودهای شیمیایی و آلی منجر به کاهش الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی می‌گردد و از این طریق سبب افزایش قابلیت هضم علوفه می‌شود.

محتوای الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی نشان دهنده درصد فیبر در گیاهان هستند و قابلیت هضم کمتری برای دام دارند. به طوری که هرچه میزان خشی بودن (سلولز و لیگنین) علوفه بالا باشد، نشان دهنده بیشتر بودن این شاخص‌ها هست که منجر به افت خوش خوراکی علوفه می‌شود (جوانمرد و همکاران ۲۰۱۴). سیف و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

مقایسه‌ی میانگین اثر آبیاری تکمیلی نشان داد که کل مواد مغذی قابل هضم و هم‌چنین هضم‌پذیری ماده خشک با اعمال آبیاری‌های تکمیلی نسبت به شرایط بدون آبیاری بهبود یافت. به طوری که هضم‌پذیری ماده خشک و کل مواد مغذی قابل هضم تحت تأثیر تیمار یک بار آبیاری تکمیلی به ترتیب ۲/۱ و ۲/۴ درصد و تحت تأثیر دو بار آبیاری تکمیلی به ترتیب ۴/۳ و ۵/۱ درصد افزایش یافت (جدول ۸). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین هضم‌پذیری ماده خشک (۶۲/۴۷ درصد) و کل مواد مغذی قابل هضم (۵۹/۴ درصد) در شرایط دو بار آبیاری تکمیلی مشاهده شدند که با تیمار یک بار آبیاری تکمیلی اختلاف معنی‌داری را نداشتند (جدول ۸). پایین‌ترین هضم‌پذیری ماده خشک (۵۹/۸۹ درصد) و کل مواد مغذی قابل هضم (۵۶/۵ درصد) در شرایط بدون اعمال آبیاری تکمیلی به دست آمد (جدول ۸).

یکی از شاخص‌های مهم ارزش تغذیه‌ای یک گیاه علوفه‌ای، قابلیت هضم توسط دام است. از آنجایی که در اثر تنش‌های مختلف محیطی بافت‌های تشکیل دهنده برگ و ساقه لیگنینی می‌شوند و لیگنینی شدن یکی از عوامل محدود کننده قابلیت هضم پلی ساکاریدهای دیواره سلولی گیاه می‌باشد، بنابراین تنش‌های محیطی سبب کاهش قابلیت هضم علوفه می‌شوند (موریسون ۱۹۷۹). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش قابلیت هضم ماده خشک گیاه یونجه گردید (رشنو و همکاران ۲۰۱۳). پایین بودن ماده خشک قابل هضم در شرایط تنش خشکی را می‌توان به کاهش تعداد، سطح برگ و افزایش نسبت ساقه به برگ نسبت داد که از این طریق موجب افزایش محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی می‌شود (کریمیان و فروزنده ۲۰۲۰). کودهای آلی با بهبود ظرفیت نگهداری آب خاک، شرایط رطوبتی مطلوبی را برای گیاه فراهم می‌کنند و از این طریق سبب افزایش قابلیت هضم علوفه می‌گردند (چاپارو و سولنبرگر ۱۹۹۷). هم‌چنین گزارش گردیده است که کاربرد کودهای آلی سبب کاهش ضخامت دیواره سلولی و افزایش کربوهیدرات‌های محلول می‌شوند و در نتیجه منجر بهبود قابلیت هضم علوفه ارزن می‌شوند (احمدی آغ‌تپه و همکاران ۲۰۱۱).

بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که انجام آبیاری تکمیلی در مقایسه با شرایط بدون آبیاری میزان انرژی

خالص برای شیردهی را افزایش داد. این افزایش برای دو بار آبیاری تکمیلی ۴/۲ درصد و برای یک بار آبیاری تکمیلی ۲ درصد به دست آمد (جدول ۸). بالاترین انرژی خالص برای شیردهی تحت شرایط دو بار آبیاری تکمیلی (۱/۴۴۹ درصد) و پایین‌ترین آن تحت شرایط بدون آبیاری (۱/۳۹ درصد) مشاهده گردید (جدول ۸). بررسی نتایج به دست آمده بیانگر این است که محتوای کربوهیدرات‌های محلول در آب و کلسیم تحت تأثیر آبیاری تکمیلی اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. با این وجود اثر تیمار کودی بر روی این صفات معنی‌دار گردید (جدول ۷). همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود استفاده از کود دامی تأثیری را بر محتوای کربوهیدرات‌های محلول در آب در مقایسه با شاهد نداشت، در حالی که کاربرد ورمی‌کمپوست میزان این شاخص را در مقایسه با عدم کاربرد کود افزایش داد. هم‌چنین کاربرد کودهای آلی سبب بهبود میزان کلسیم در مقایسه با حالت بدون کاربرد کود شدند. بیش‌ترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب (۱۵/۲۳ درصد) تحت شرایط استفاده از ورمی‌کمپوست و کم‌ترین آن در شرایط کاربرد کود دامی (۱۳/۶۲ درصد) و عدم کاربرد کود (۱۳/۶۳ درصد) مشاهده گردید (جدول ۸). حداکثر میزان کلسیم در شرایط کاربرد کود دامی (۱/۷۳۲ درصد) و ورمی‌کمپوست (۱/۶۸۳ درصد) و حداقل آن در شرایط بدون کاربرد کود (۱/۵۲۵ درصد) حاصل شد (جدول ۸).

فرهادی و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که تنش خشکی سبب کاهش انرژی خالص شیردهی گردید، در صورتی که آبیاری کامل محتوای این شاخص را بهبود بخشید. قلی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند که کاربرد کمپوست و ورمی‌کمپوست موجب افزایش کربوهیدرات‌های محلول در گیاه گاوزبان شد. کودهای آلی به دلیل غنی بودن از عناصر غذایی منجر به افزایش محتوای کربوهیدرات‌ها می‌شوند. در پژوهشی مشخص گردید که کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کود دامی موجب افزایش محتوای کربوهیدرات‌های گیاه چای ترش گردید (نعمتی و دهمرده ۲۰۱۵). نجفی و مصطفایی (۲۰۱۵) بیان داشتند که با مصرف ۳۰ و ۶۰ تن کود دامی در هکتار غلظت کلسیم شاخصاره ذرت به ترتیب ۸۹/۱ و ۹۷/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.

خوراکی می‌باشند (جدول ۸). بر طبق مشاهدات حاصل از این پژوهش مشخص شد که انجام یک بار آبیاری تکمیلی مصرف ماده خشک را ۱ درصد در مقایسه با شرایط بدون آبیاری کاهش داد، در صورتی که انجام دو بار آبیاری تکمیلی سبب بهبود ۸/۴ درصدی این شاخص گردید. از طرفی اعمال یک بار و دو بار آبیاری تکمیلی در مقایسه با شاهد ارزش نسبی خوراکی را به ترتیب ۲/۱ و ۱۳ درصد افزایش دادند (جدول ۸). همچنین کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد کود مصرف ماده خشک را به ترتیب ۳/۹ و ۱۴/۱ درصد و ارزش نسبی خوراکی را به ترتیب ۲ و ۱۴/۲ درصد بهبود بخشیدند (جدول ۸).

بر اساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که مصرف ماده خشک و ارزش نسبی خوراکی تحت تأثیر انجام آبیاری تکمیلی و کاربرد کودهای دامی و ورمی-کمپوست افزایش نشان دادند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین مصرف ماده خشک (۳/۰۹۳ درصد) و ارزش نسبی خوراکی (۱۴۹/۸۳ درصد) در حالت انجام دو بار آبیاری تکمیلی به دست آمد. کم‌ترین میزان این شاخص‌ها نیز (به ترتیب ۲/۸۵ و ۱۳۲/۴۸ درصد) متعلق به شرایط بدون آبیاری تکمیلی می‌باشد که با تیمار یک بار آبیاری تکمیلی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را ندارد (جدول ۸). کاربرد کود ورمی‌کمپوست دارای بیش‌ترین و عدم استفاده از کود و مصرف کود دامی دارای کم‌ترین میزان مصرف ماده خشک و ارزش نسبی

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری آبیاری در کود بر ویژگی‌های مرتبط با علوفه نخود علوفه‌ای.

کلسیم (%)	الیاف حاصل از شوینده خنثی (%)	الیاف حاصل از شوینده اسیدی (%)	کربوهیدرات محلول در آب (%)	هضم پذیری ماده خشک (درصد)		
-	۴۲/۸۷ a	۳۴/۷۳ a	-	۵۹/۸۹ b	بدون آبیاری تکمیلی	آبیاری
-	۴۲/۲۹ a	۳۳/۶۸ ab	-	۶۱/۷۵ a	یک بار آبیاری	تکمیلی
-	۳۹/۰۱ b	۳۲/۴۹ b	-	۶۲/۴۷ a	دو بار آبیاری	
-	۲/۹۶	۱/۵۶	-	۱/۷۹	LSD _{5%}	
۱/۵۲۵ b	۴۳/۱۷ a	-	۱۳/۶۳ b	-	بدون کود	کود
۱/۷۳۲ a	۴۲/۰۷ a	-	۱۳/۶۲ b	-	کود دامی	
۱/۶۸۳ a	۳۸/۹۳ b	-	۱۵/۲۳ a	-	ورمی‌کمپوست	
۰/۰۸۸	۲/۹۶	-	۰/۸۵	-	LSD _{5%}	

ادامه جدول ۸

کل مواد مغذی قابل هضم (%)	مصرف ماده خشک (%)	انرژی خالص برای شیردهی (%)	ارزش نسبی خوراکی (%)
۵۶/۵ b	۲/۸۵۳ b	۱/۳۹ b	۱۳۲/۴۸ b
۵۷/۸۶ ab	۲/۸۲۷ b	۱/۴۱۸ b	۱۳۵/۲۸ b
۵۹/۴ a	۳/۰۹۳ a	۱/۴۴۹ a	۱۴۹/۸۳ a
۲/۰۱	۰/۱۷۱	۰/۰۴	۹/۶
-	۲/۷۵۸ b	-	۱۳۱/۵۸ b
-	۲/۸۶۶ b	-	۱۳۵/۶۴ b
-	۳/۱۴۸ a	-	۱۵۰/۳۶ a
-	۰/۱۷۱	-	۹/۶

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ارزش نسبی علوفه شاخصی برای رتبه‌بندی علوفه بر اساس تخمینی از قابلیت هضم و پتانسیل مصرف علوفه است که برای مقایسه کیفیت علوفه‌های مختلف به کار می‌رود و بیانگر میزان انرژی و مصرف علوفه‌ای است که از ماده خشک قابل هضم و درصد ماده خشک مصرفی به دست می‌آید (لیسارگیداس و همکاران ۲۰۰۶). گزارش شده است که تنش کم‌آبی موجب کاهش ارزش نسبی خوراکی گیاهان ارزن و سورگوم شد (جهانسوز و همکاران ۲۰۱۴). هاتوری و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تنش خشکی سبب کاهش ماده خشک گیاه سورگوم گردید. شهبازی و همکاران (۲۰۲۲) اظهار داشتند که کاربرد کودهای آلی به همراه کودهای زیستی سبب افزایش درصد ماده خشک مصرفی و ارزش نسبی علوفه ماشک و تریتیکاله گردید.

نتیجه‌گیری کلی

دامی و ورمی‌کمپوست موجب کاهش انتقال مجدد مواد از کل بوته و ساقه به دانه و نیز سهم آن‌ها در تشکیل دانه گردید. الیاف حاصل از شوینده اسیدی و خنثی تحت تأثیر آبیاری تکمیلی و استفاده از کودهای آلی کاهش یافت. در حالی که کل مواد مغذی قابل هضم، انرژی خالص برای شیردهی، مصرف ماده خشک، ارزش نسبی خوراکی و همچنین هضم‌پذیری ماده خشک با اعمال آبیاری‌های تکمیلی نسبت به شرایط بدون آبیاری

بهبود یافت. کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست سبب بهبود میزان کلسیم، مصرف ماده خشک و ارزش نسبی خوراکی شدند. از طرفی کاربرد ورمی‌کمپوست میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب را در مقایسه با عدم کاربرد کود افزایش داد. در نهایت نتایج نشان داد که انجام آبیاری‌های تکمیلی و کاربرد کودهای مصرف کودهای آلی و اعمال آبیاری‌های تکمیلی سبب افزایش عملکرد، وزن صد دانه و شاخص برداشت گیاه نخود علوفه‌ای گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست تحت شرایط عدم آبیاری تکمیلی تا حدودی توانسته است اثرات سوء ناشی از کم‌آبی را کاهش دهد و موجب بهبود عملکرد و کیفیت علوفه گیاه نخود علوفه‌ای گردد. از این‌رو می‌توان کاربرد کودهای گاوی و ورمی‌کمپوست را به همراه آبیاری تکمیلی در راستای بهبود رشد، عملکرد و کیفیت علوفه گیاه نخود علوفه‌ای تحت شرایط دیم توصیه کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت دانشگاه ارومیه و همکاران گرامی دانشکده کشاورزی در اجرا و اتمام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Abbaspour S, Seyed Sharifi R and Barmaki M. 2012. Effect of nitrogen amount and seed priming with growth promoting bacteria on yield and some agricultural characteristics of triticale. Master thesis. University of Mohaghegh Ardabili. Faculty of Agriculture. 126 pages. (In Persian).
- Acikbas S, Ozyazici MA and Bektas H. 2021. Root system architecture and seed weight relations in forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L. Poir.). *Ciência Rural*, 52: e20210032. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210032>
- Aghaee AH and Ehsanzadeh P. 2011. Effect of water deficit stress and nitrogen on yield and some physiological parameters of oilseed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 42(3): 291-299. (In Persian).
- Ahmadi Aghtape A, Ghanbari A, Sirousmehr A, Siahars B, Asgharipour MR and Tavassoli A. 2011. Effect of irrigation with wastewater and foliar fertilizer application on some forage characteristics of foxtail millet (*Setaria italica*). *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 3(3): 34-42. <https://doi.org/10.5897/IJPPB.9000014>

- Ahmadi M, Mondani F, Khorramivafa M, Mohammadi GH and Shirkhani A. 2018. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on yield and yield component of some new maize cultivars (*Zea mays* L.) in Kermanshah. *Journal of Plant Ecophysiology*, 10(33): 212-222. (In Persian).
- Arduini I, Masoni A, Ercoli L and Mariotti M. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy*, 25(4): 309-318. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.06.009>
- Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA and Metzger JD. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, 75(3): 175-180. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00064-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00064-X)
- Bahrani A, Sharif Abad HH, Sarvestani ZT, Moafpourian GH and Band AA. 2011. Remobilization of dry matter in wheat: effects of nitrogen application and post-anthesis water deficit during grain filling. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 39(4): 279-293. <https://doi.org/10.1080/01140671.2011.599397>
- Barnett KH and Pearce RB. 1983. Source-sink ratio alteration and its effect on physiological parameters in maize 1. *Crop Science*, 23(2): 294-299. <https://doi.org/10.2135/cropsci1983.0011183X002300020028x>
- Chaparro CJ and Sollenberger LE. 1997. Nutritive value of clipped 'Mott' elephantgrass herbage. *Agronomy Journal*, 89(5): 789-793. <https://doi.org/10.2134/agronj1997.00021962008900050012x>
- Fallah S, Ghalavand A and Khajepour MR. 2004. The study of soil chemical properties and grain corn (*Zea mays* L.) yield with application of organic, chemical and integrated fertilizer. *Environmental Sciences*, 5: 69-78. (In Persian).
- Fallah S, Ghasemi Siani N and Salehi A. 2016. Responses of pea (*Pisum sativum*) growth and yield to residual effects of organic and urea fertilizers from previous crop. *Journal of Crop Production and Processing*, 6(20): 55-69. (In Persian). <https://doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.6.20.55>
- Farhadi A, Paknejad F, Golzardi F, Ilkaee MN and Aghayari F. 2022. Evaluation of forage yield and quality, and water use efficiency of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in response to different levels of drought stress and nitrogen. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 15(4): 865-879. (In Persian).
- Fasina OO. 2008. Physical properties of peanut hull pellets. *Bioresource Technology*, 99(5): 1259-1266. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.02.041>
- Ghobadi M, Salahi H, Ghobadi ME and Mansoorifar S. 2014. The effect of supplementary irrigation and methods of nitrogen application on grain yield and its components in chickpea. *Journal of Crops Improvement*, 16(3): 585-598. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/jci.2014.53260>
- Gholinezhad R, Sirousmehr A and Fakheri B. 2016. Evaluation of irrigation regimes and use of organic fertilizers on qualitative and quantitative yield of borage (*Borago officinalis* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*, 10(3): 683-696. (In Persian).
- Gowda C, Biradar Patil NK, Patil BN, Awaknavar JS, Ningnanur BT and Hunje R. 2008. Effect of organic manures on growth, seed yield and quality of wheat. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 21(3): 366-368.
- Greer L and Diver S. 2000. *Organic greenhouse vegetable production*. Attra.
- Gregory E, Shana F, Hans K, Julie P, Michael W, Janet K and Kenneth H. 2016. Field pea production A1166 (Revised). NDSU Extension Service: Fargo, ND, USA, 1-6.
- Habibi S and Majidian M. 2014. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and vermi-compost on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* Hybrid Chase). *Journal of Crop Production and Processing*, 4(11): 15-26. (In Persian).
- Haliloglu K, Turkoglu A, Tan M and Poczai P. 2022. SSR-based molecular identification and population structure analysis for forage pea (*Pisum sativum* var. *arvense* L.) landraces. *Genes*, 13(6): 1086. <https://doi.org/10.3390/genes13061086>

- Hasanzadeh Gorttaph A, Heydarzadeh S and Rahimi A. 2021. Investigating the effect of chemical and organic fertilizer system on the quality and quantity of *Amaranthus* (cv. Cim) forage under the influence of different irrigation levels. *Journal of Crops Improvement*, 23(3): 646-633. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/jci.2021.303706.2404>
- Hattori T, Inanaga S, Araki H, An P, Morita S, Luxova M and Lux A. 2005. Application of silicon enhanced drought tolerance in *Sorghum bicolor*. *Physiologia Plantarum*, 123(4): 459-466. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2005.00481.x>
- Horrocks RD and Valentine JF. 1999. Harvested forages. Academic Press.
- Jahansouz MR, Afshar RK, Heidari H and Hashemi M. 2014. Evaluation of yield and quality of sorghum and millet as alternative forage crops to corn under normal and deficit irrigation regimes. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 173(3834): 1-17. <https://doi.org/10.12816/0031747>
- Jaleel CA, Gopi R, Sankar B, Gomathinayagam M and Panneerselvam R. 2008. Differential responses in water use efficiency in two varieties of *Catharanthus roseus* under drought stress. *Comptes Rendus Biologies*, 331(1): 42-47. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2007.11.003>
- Jalota SK, Sood A and Harman WL. 2006. Assessing the response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. *Agricultural Water Management*, 79(3): 312-320. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.02.014>
- Jat RS and Ahlawat IPS. 2004. Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural Science*, 74(7): 359-361.
- Javanmard A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Nasiri Y and Shekari F. 2014. Evaluation of forage yield and some advantage indices in intercropping corn with different legume as double cropped. *Journal of Crop Production and Processing*, 4(12): 39-52. (In Persian).
- Kahrizy S and Sepehri A. 2019. Effect of vermicompost, nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under terminal drought stress. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 29(1): 67-83. (In Persian).
- Karimian MA and Forozandeh M. 2020. Effects of drought stress levels and salicylic acid concentrations on quantity and quality forage traits of foxtail millet (*Setaria italica* L.) bastan cultivar in Sistan climatic conditions. *Journal of Agroecology*, 12(2): 195-209. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jag.v12i2.79369>
- Kheirizadeh Arough Y, Seyed Sharifi R, Sedghi M and Barmaki M. 2015. Effects of biofertilizers and nano zinc oxide on remobilization and some growth indices of triticale under water limitation conditions. *Crop Physiology Journal*, 7(26): 37-55. (In Persian). <http://cpj.ahvaz.iau.ir/article-1-441-fa.html>
- Khosravi H, Daneshvar M, Hosseini SZ and Mir Y. 2016. Survey the effects of vermicompost and bio superabsorbent on yield components and physiological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Journal of Plant Ecophysiology*, 26: 215-229. (In Persian).
- Lakhdar A, Achiba WB, Montemurro F, Jedidi N and Abdelly C. 2009. Effect of municipal solid waste compost and farmyard manure application on heavy-metal uptake in wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40(21-22): 3524-3538. <https://doi.org/10.1080/00103620903326040>
- Lazcano C, Zhu-Barker X and Decock C. 2021. Effects of organic fertilizers on the soil microorganisms responsible for N₂O emissions: A review. *Microorganisms*, 9(5): 983. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9050983>
- Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dhima KV, Dordas CA and Yaikoulaki MD. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 99: 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.03.008>

- Maguire RO, Kleinman PJ and Beegle DB. 2011. Novel manure management technologies in no-till and forage systems: Introduction to the special series. *Journal of Environmental Quality*, 40(2): 287-291. <https://doi.org/10.2134/jeq2010.0396>
- Maheshbabu HM, Hunje R, Patil N and Bablad H. 2008. Effect of organic manures on plant growth, seed yield and quality of soybean. *Agricultural and food Sciences*, 21(2): 219-221.
- Maleki A, Pournajaf M, Naseri R, Rashnavadi R and Heydari M. 2014. The effect of supplemental irrigation, nitrogen levels and inoculation with rhizobium bacteria on seed quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(6): 902-909.
- Maleki Khezerlu S and Tajbakhsh M. 2017. Study of morphological characteristics and forage quality of amaranthus hypochondriacusl under some seed priming. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15(1): 103-112. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/gsc.v15i1.43478>
- Mansourifar C, Shaban M, Ghobadi M and Ajirlu AR. 2011. Effect of drought stress and N fertilizer on yield, yield components and grain storage proteins in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *African Journal of Plant Science*, 5(11): 634-642. <https://doi.org/10.5897/AJPS.9000080>
- Mohammadi GH, Ghasemi Golezani K, Javanshir A and Moghaddam M. 2006. The influence of water limitation on the yield of three chickpea cultivars. *Journal of Water and Soil Science*, 10(2): 109-120. (In Persian). <http://jstnar.iut.ac.ir/article-1-547-en.html>
- Moradi L, Siosemardeh A, Sohrabi Y, Bahramnejad B and Hosseinpanahi F. 2022. Dry matter remobilization and associated traits, grain yield stability, N utilization, and grain protein concentration in wheat cultivars under supplemental irrigation. *Agricultural Water Management*, 263: 107449. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107449>
- Morrison IM. 1979. Carbohydrate chemistry and rumen digestion. *Proceedings of the Nutrition Society*, 38: 269- 274. <https://doi.org/10.1079/PNS19790048>
- Najafi N and Mostafae M. 2015. Improvement of corn plant nutrition by farmyard manure application and intercropping with bean and bitter vetch in a calcareous soil. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 5(1): 1-22. (In Persian).
- Nazari Z, Seyed Sharifi R and Narimani H. 2022. Effect of bio fertilizers, nano silicon and water limitation on current photosynthesis and dry matter transfer of triticale. *Crop Physiology Journal*, 13(51): 5-24. (In Persian). <http://cpj.ahvaz.iau.ir/article-1-1527-en.html>
- Nemati M and Dahmardeh M. 2015. Effect of manure application and biofertilizer on yield and morphological characteristics of roselle (hibiscus sabdariffa L.). *Journal of Agroecology*, 7(1): 62-73. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jag.v7i1.27806>
- Newman MA, Hurburgh C R and Patience J F. 2014. Defining the physical properties of corn grown under drought-stressed conditions and the associated energy and nutrient content for swine. *Journal of Animal Science*, 94(7): 2843-2850. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0158>
- Nikolopoulou D, Grigorakis K, Stasini M, Alexis MN and Iliadis K. 2007. Differences in chemical composition of field pea (*Pisum sativum*) cultivars: Effects of cultivation area and year. *Food Chemistry*, 103(3): 847-852. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.035>
- Ntanos DA and Koutroubas SD. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, 74(1): 93-101. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00203-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00203-9)
- Papakosta DK and Gagianas AA. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agronomy Journal*, 83(5): 864-870. <https://doi.org/10.2134/agronj1991.00021962008300050018x>

- Ramroudi M, Mazaheri D, Majnon Hosseini N, Hossein Zadeh A and Hosseini M. 2005. The effect of cover crops, tillage systems and nitrogen fertilizer on yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Journal of Field Crop Science, 41(4): 769-763.
- Rashnoo MH, Tahmasbi Sarvestani Z, Heydari Sharifabad H, Modares Sanavi SAM and Tavakkol Afshari R. 2013. Effects of drought stress and foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative characteristics of two species of annual medics. Journal of Crop Production, 6(1): 125-148.
- Ravindran B, Dinesh SL, John Kennedy L and Sekaran G. 2008. Vermicomposting of solid waste generated from leather industries using epigeic earthworm *Eisenia fetida*. Applied Biochemical Biotechnology, 151: 480-488. <https://doi.org/10.1007/s12010-008-8222-3>
- Rubiales D and Mikić A. 2015. Introduction: legumes in sustainable agriculture. Critical Reviews in Plant Sciences, 34: 2-3. <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.897896>
- Satognon F, Owido SF and Lelei JJ. 2021. Effects of supplemental irrigation on yield, water use efficiency and nitrogen use efficiency of potato grown in mollic Andosols. Environmental Systems Research, 10: 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40068-021-00242-4>
- Seguin P, Mustafa A and Sheaffer C. 2002. Effects of soil moisture deficit on forage quality, digestibility, and protein fractionation of Kura clover. Journal Agronomy Crop Science, 188(4): 260-266. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00569.x>
- Seif F, Azizi F, Paknejad F, Kashani A and Shahabifar M. 2019. Effect of drought stress and application of clinoptilolite on yield and quality of silage corn hybrids. Crop Physiology Journal, 11(42): 127-146. (In Persian).
- Serraj R and Sinclair TR. 2002. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions? Plant, Cell & Environment, 25(2): 333-341. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2002.00754.x>
- Shahbazi S, Jalilian J, Alizadeh K and Javanmard A. 2022. Evaluation of chemical and organic-bio-fertilizer treatments on yield and forage quality of triticale and Maragheh Smooth vetch under sole and intercropping systems in rainfed condition. Iranian Dryland Agronomy Journal, 10(2): 199-226. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/idaj.2022.356297.352>
- Sujatha MG, Lingaraju BS, Palled YB and Ashalatha KV. 2010. Importance of integrated nutrient management practices in maize under rainfed condition. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 21(3): 334-338.
- Tavakkoli AR and Oweis TY. 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. Agricultural Water Management, 65(3): 225-236. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2003.09.001>
- Tekeli S and Ates E. 2003. Yield and its components in field pea (*Pisum arvense* L.) lines. Journal of Central European Agriculture, 4: 313-317. <https://doi.org/10.5513/jcea.v4i4.191>
- Xue Q, Zhu Z, Musick JT, Stewart BA and Dusek DA. 2006. Physiological mechanisms contributing to the increased water-use efficiency in winter wheat under deficit irrigation. Journal of Plant Physiology, 163(2): 154-164. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.04.026>