تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد ششم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۳، ص ۴۸۶-۴۶۷

مقاله پژوهشی

مطالعه تأثیر استفاده از مایکوریزا و سطوح مختلف کودهای شیمیایی و دامی بر برخی صفات کاکتوس علوفه‌ای (*Opuntia ficus-indica* L.)

فاطمه فاطمی نیک[۱]، خسرو عزیزی[۲*]، ثریا قاسمی[۳]، امیدعلی اکبرپور[۲]

۱- دانشجوی دکتری گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

۲- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

۳- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، ایران

* مسئول مکاتبه: azizi.kh@lu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۷ **DOI: 10.22034/CSRAR.2023.357410.1269**

چکیده

در سال‌های اخیر، توجه به کاکتوس علوفه‌ای به‌عنوان گیاهی مقاوم به شرایط خشکی و نیز مانعی در برابر بیابان‌زایی و تنوع‌بخشی به پوشش گیاهی در مراتع کم بارش بیشتر شده است. به‌منظور بررسی تأثیر استفاده از قارچ مایکوریزا و سطوح مختلف کود شیمیایی و دامی به صورت جداگانه و تلفیقی بر برخی صفات کمی و کیفی کاکتوس علوفه‌ای آزمایشی در سال‌های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اجرا شد. آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل قارچ مایکوریزا در ۲ سطح (مصرف و عدم مصرف مایکوریزا)، کود دامی در ۴ سطح (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) و کود نیتروژن در ۴ سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. بیشترین عملکرد تر و عملکرد خشک در تیمار استفاده تلفیقی از ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۳۰ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با تیمار شاهد (عدم استفاده از کود) با کمترین مقدار به‌دست آمد. درصد پروتئین خام و خاکستر علوفه در این تیمار به ترتیب ۸۳/۰۵ و ۸۸/۲۶ درصد افزایش نشان دادند و درصد صفات کاهنده کیفیت علوفه شامل الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و فیبرخام در مقایسه با تیمار شاهد بیشترین کاهش را نشان دادند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، استفاده تلفیقی از کود دامی و شیمیایی موجب بهبود صفات کمی و کیفی در کاکتوس علوفه‌ای گردید. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای استفاده از مایکوریزا و عدم استفاده از آن مشاهده نگردید.

واژه‌های کلیدی: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، پد، درصد پروتئین، عملکرد تر و خشک

مقدمه

عدم تأمین علوفه با عملکرد و کیفیت بالا به‌منظور تغذیه دام از جمله عوامل مهم محدودکننده در توسعه دامداری و تولید مواد دامی در ایران است (Keshavarz Afshar *et al.*, 2014). یکی از راه‌کارهای مقابله با کمبود آب و صدمات زیست‌محیطی، استفاده از گیاهانی است که ضمن تولید علوفه مناسب، توانایی مقابله با شرایط سخت و نامساعد محیطی را دارند. معرفی محصولات علوفه‌ای مقاوم به خشکی، دغدغه‌ای مهم برای متخصصان تغذیه است. به‌منظور مقابله با پیامدهای خشکی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کشت محصولات علوفه‌ای مقاوم به خشکی باید به‌طور ویژه مورد توجه قرار گیرد. کاکتوس‌های علوفه‌ای دارای خصوصیات مناسبی در زمینه مقاومت به خشکی هستند (Nakhaee, 2021).

گیاه کاکتوس دارای ویژگی‌های بارزی است که آن را جهت کشت و کار در شرایط سخت و نامساعد محیطی مناسب می‌سازد (Baligar *et al.*, 2001). در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کاکتوس علوفه‌ای به دلیل داشتن قابلیت هضم بالا برای دام، از مهم‌ترین منابع تغذیه علوفه‌ای به شمار می‌آید (Iqbal *et al.*, 2020). باتوجه به شرایط اقلیمی حاکم بر کشور که تأمین علوفه مورد نیاز دام‌ها به‌ویژه در فصول گرم و خشک و در شرایط خشک‌سالی بسیار دشوار بوده و اکثر دامداران مجبور به تحمل هزینه‌ای گزاف جهت تأمین علوفه مورد نیاز دام‌هایشان می‌شوند، استفاده از گیاه کاکتوس به‌عنوان علوفه‌ای که با جذب حجم زیادی از آب در اندام خود می‌تواند علاوه بر تأمین غذا، آب مورد نیاز احشام را نیز فراهم کند از نظر اقتصادی بسیار به‌صرفه خواهد بود (Shahbazi and Yusefi, 2021).

کاکتوس علوفه‌ای گیاهی چندساله متعلق به خانواده

Cactaceae است که در سال‌های اخیر توجه به آن به عنوان علوفه‌ی مقاوم به خشکی و گرما با بهره‌وری و عملکرد بالا و مانعی در برابر فرسایش خاک، بیابان‌زایی و تنوع‌بخشی به پوشش گیاهی در مراتع کم بارش بیشتر شده است (Slimen *et al.*, 2016; Díaz *et al.*, 2017). این گیاه می‌تواند در خاک‌های فقیر و مناطق خشک زنده بملند، اما اگر در معرض خاک‌های مرغوب، کوددهی و آبیاری فراوان قرار گیرد، عملکرد آن نیز به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. دانشمندان اغلب بر این گیاه به‌علت استفاده از انواع مختلف آن به‌عنوان مواد غذایی و محصولات کشاورزی (زینتی، میوه و تازه‌خوری، علوفه و مدیریت آفات)، بیش از دیگر کاکتوس‌ها، تأکید می‌کنند (Scalisia *et al.*, 2016). کاکتوس علوفه‌ای یک مخزن آب واقعی است که ۸۸-۸۷ درصد آب در پدهای آن (ساقه‌های گوشتی آبدار) قرار دارد این گیاه یک محصول ناشناخته است که توجه بیشتر به گونه‌های اپونتیا به‌عنوان منبع تغذیه و تأمین آب برای دام و پتانسیلی برای مقابله با تغییرات اقلیمی و بیابان‌زایی باید انجام گیرد (Snyman, 2013). استفاده از پدهای آن به عنوان علوفه برای احشام در مناطق نیمه‌خشک و خشک جهان به‌ویژه در دوره‌های زمانی که علوفه با کیفیت و مرغوب کمتری در مرتع وجود دارد حائز اهمیت است (Rodrigues *et al.*, 2016). این گیاه خوش‌خوراک بوده و شتر، بز، گوسفند و گاو تمایل فراوانی برای تغذیه از آن نشان می‌دهند. تغذیه دام از این گیاه به‌ویژه در مناطق خشک، دام را تا حد زیادی از نوشیدن آب بی‌نیاز می‌کند (Firew *et al.*, 2006; Nakhaee, 2021).

برای رسیدن به سطح مطلوب تولیدات دامی، تأمین نیاز غذایی دام به‌ویژه از نظر مواد معدنی ضروری بوده و این امر زمانی امکان‌پذیر است که کیفیت خوراک از نظر ترکیبات شیمیایی مطالعه شده باشد. از جمله راه‌کارهای مؤثر بر تقویت عناصر خاک استفاده از کودهای آلی نظیر کود دامی، بقایای گیاهان و کود سبز می‌باشد (Eteng *et al.*, 2014). در اکثر خاک‌های زراعی ایران، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دلیل پایین بودن مقدار مواد آلی خاک و کمبود نیتروژن، عملکرد محصولات علوفه‌ای پایین است. این مشکل باید با استفاده صحیح و مناسب از کودهای نیتروژنی برطرف شود اما غالباً این کودها به صورت علمی و مدیریت شده مصرف نمی‌شود و کارآیی مصرف آن‌ها نیز پایین است (Jahanzad *et al.*, 2015). برای محصولات علوفه‌ای تعیین سطوح کوددهی به‌ویژه کود نیتروژن بسیار مهم است. سطح نیتروژن مطلوب می‌تواند منجر به عملکرد بالا و کیفیت علوفه خوب شود. نیتروژن به عنوان یکی از عناصر غذایی پرمصرف بر رشد، حفظ سطح برگ، کارآیی فتوسنتز (Arduini *et al.*, 2006) و تقسیم مواد خشک به اندام‌های تولید مثل تأثیر مثبت می‌گذارد (Prystupa *et al.*, 2004).

قارچ‌های مایکوریزا با توجه به نقشی که در تأمین عناصر غذایی و بهبود حاصلخیزی خاک ایفا می‌کنند مورد توجه خاصی قرار گرفته‌اند. از ویژگی‌های دیگر این قارچ‌ها افزایش جذب، حلالیت عناصر غذایی، انتقال آب و مواد غذایی و افزایش فتوسنتز (Ruiz-Sanchez *et al.*, 2010)، افزایش غلظت هورمون‌های گیاهی (Cardoso and Kuyper, 2006) و افزایش مقاومت گیاه به شرایط نامساعد محیطی و انواع تنش مانند شوری و خشکی (Wu *et al.*, 2014) در صورت فعالیت مناسب در خاک می‌باشد. علی‌رغم اهمیت ویژه‌ی کاکتوس علوفه‌ای متأسفانه تحقیقات اندکی در مورد استفاده از آن به عنوان علوفه دام در ایران انجام شده است و به‌همین دلیل اطلاعات محدودی در مورد ارزش غذایی آن وجود دارد (Noorollahi *et al.*, 2016).

لذا با توجه به اهمیت تولید گیاهان علوفه‌ای و بهبود کیفیت آن‌ها تحت تأثیر نهاده‌های مختلف کودی، این آزمایش با هدف بررسی اثر استفاده از سطوح مختلف کودهای زیستی، شیمیایی و دامی و برهمکنش آن‌ها بر خصوصیات کیفی و کمی کاکتوس علوفه‌ای و تعیین سطح کودی بهینه در آن، در شهرستان خرم آباد لرستان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، واقع در شهرستان خرم آباد، کیلومتر ۵ جاده خرم آباد-اندیمشک با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۴۷۱/۶ میلی‌متر و دمای متوسط ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد و اقلیم نیمه‌خشک در سال‌های زراعی ۱۳۹۹ و ۱۳۹۸ اجرا گردید. قبل از اجرای آزمایش نمونه

مرکبی از خاک تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شـــیمیایی آن در آزمایشـــگاه اندازه‌گیری شـــد. نتایج تجزیه فیزیکی و شـــیمیایی خاک و کود دامی در جداول ۱ و ۲ ذکر شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1- Physical and chemical properties of farm soil

سال Year	عمق Depth (cm)	هدایت الکتریکی EC ($ds\ m^{-1}$)	اسیدیته pH	نیتروژن N (%)	پتاسیم K (ppm)	فسفر P (ppm)	کربن آلی O.C (%)	شن Sand (%)	رس Clay (%)	لای Silt (%)	بافت Texture
۱۳۹۸-۱۳۹۹											رسی-سیلتی
2019-2020	0-40	0.61	7.72	0.041	285	7.5	0.75	13	46.5	40.5	Silty-clay

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی کود دامی مورد استفاده

Table 2- Results of physical and chemical analysis of the used manure

هدایت الکتریکی EC (mmos/cm)	اسیدیته pH	نیتروژن N (٪)	مس Cu (ppm)	روی Zn (ppm)	منگنز Mn (ppm)	منیزیم Mg (ppm)	آهن Fe (ppm)	پتاسیم K (ppm)	فسفر P (ppm)	درصد کربن آلی O.C (%)
6.21	8.37	2.57	54.02	23.08	43.12	0.44	12.35	2.04	0.68	8.35

به‌منظور آماده‌سازی بستر کشت ابتدا زمین مورد نظر برای اجرای آزمایش شخم زده شد. پس از عملیات آماده‌سازی زمین نقشه آزمایش روی زمین پیاده و اجرا گردید و تیمارهای کودی طبق طرح آزمایشی اعمال گردید. یک‌سوم تیمار کودی اوره در ابتدای رشـــد و مابقی به صـــورت ســـرک طی دو مرحله و در زمان‌های رشد سریع و پدزایی کاکتوس به‌کار برده شد. در سال دوم هم اعمال تیمارهای کودی در زمان رشـــد و پدزایی طبق نقشه طرح اعمال گردید. ابعاد هر کرت ۶ مترمربع (۱/۵×۴) با ۴ خط کشـت و تراکم بوته ۳/۳۳ در هر مترمربع بود. فاصـله روی ردیف‌ها و بین ردیف‌ها ۵۰ ســـانتی‌متر، بین کرت‌ها ۱/۵ متر و بین تکرارها ۳ متر برای ایجاد نهر آبیاری و نهر خروجی هرزآب در نظر گرفته شد. پدهای مورد کاشت از پایه مادری سه ساله از مزرعه تحقیقاتی وابسـته به مرکز بین‌المللی تحقیقات کشـاورزی در مناطق خشـک (ICARDA) در شـهرسـتان مهران متعلق به مرکز تحقیقات کشاورزی استان ایلام تهیه و به مزرعه تحقیقاتی دانشـکده کشـاورزی در خرم آباد منتقل شـد. آزمایش به‌صـورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصـــادفی در ۳ تکرار اجرا شـد. تیمارهای آزمایش شـامل: مایکوریزا (μ_1: اسـتفاده از مایکوریزا و μ_0: عدم اســـتفاده از مایکوریزا)، چهار ســـطح کود دامی (گاوی) M_0 (عدم مصرف کود دامی، M_1: ۱۰ تن در هکتار کود دامی، M_2: ۲۰ تن در هکتـار کود دامی، M_3: ۳۰ تن در هکتار کود دامی) و چهار ســطح کود شــیمیایی نیتروژن (اوره): N_0: (عدم مصـرف) کود اوره، N_1: (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) کود اوره، N_2: (۲۰۰ کیـلوگرم در هکتـار) کود اوره، N_3: (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) کود اوره انجام گردید.

ارتفاع بوته

برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته تعداد ۴ عدد از بوته‌های هر کرت به صـورت تصـادفی انتخاب و در پایان هر سـال زراعی از محل رویش تا بالاترین نقطه‌ی گیاه با خط‌کش اندازه‌گیری و یادداشت گردید.

عملکرد تر و خشک

برای اندازه‌گیری این صفات در انتهای سال دوم، برداشت ۵ عدد از هر کرت انجام گردید، برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه تر بلافاصـــله پدها با ترازوی دیجیتال توزین گردیدند و برای اندازه‌گیری عملکرد خشـــک، پدها به قطعات کوچکی برش داده شـــدند و در آون به مدت ۷۲ ســـاعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری و ثبت گردید.

تجزیه کیفی علوفه

صفات کیفی مورد نظر شامل NDF (الیاف نامحلول در شوینده خنثی)، ADF (الیاف نامحلول در شوینده اسیدی)، CF (فیبرخام)، ASH (خاکستر) و CP (پروتئین خام) بودند که با استفاده از دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز نزدیک (NIR: Near infrared spectroscopy)، (مدل :DA 7250 شرکت سازنده : perten Sweden) در طول‌موج‌های بین ۷۰۰ تا ۲۵۰۰ نانومتر اندازه‌گیری‌ها انجام شد (Jafari *et al.*, 2003).

(کلیه اندازه‌گیری‌ها برای سنجش کیفی صفات در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه لرستان انجام شد)

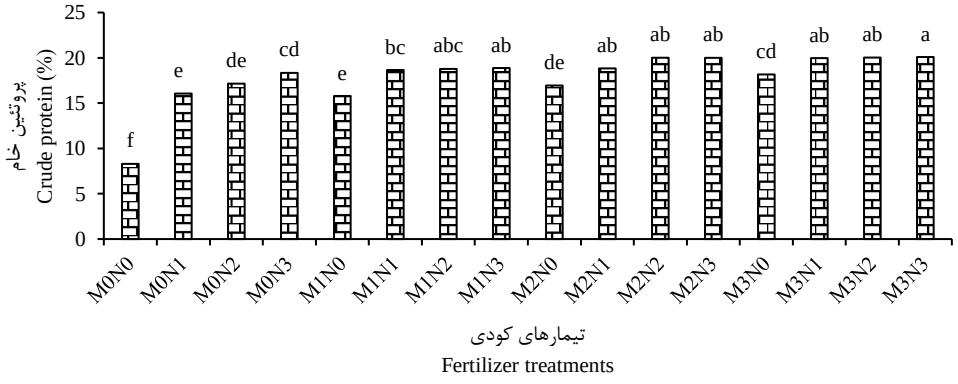
تجزیه کمی داده‌ها پس از آزمون بارتلت با نرم‌افزار Version SAS (9.4) به روش تجزیه مرکب برای همه صفات (به استثنای عملکرد تر و خشک که یک ساله بودند) انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل Excel و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح معنی‌دار ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

پروتئین خام

پروتئین خام ترکیبی از پروتئین حقیقی و ترکیبات نیتروژن‌دار غیرپروتئینی است که برای رشد دام و نیز بهبود کیفیت شیر ضروری است (Kiani *et al.*, 2014). محققان معتقدند که درصد پروتئین خام یکی از مهم‌ترین معیارها برای ارزیابی کیفیت علوفه است (Assefa and Ledin, 2001). معمولاً پروتئین یکی از صفات مهمی می‌باشد که در تعیین ارزش غذایی علوفه نقش اساسی دارد و نیتروژن علاوه بر اینکه یکی از ساختارهای اصلی اسیدهای آمینه می‌باشد، موجب افزایش درصد پروتئین نیز می‌شود و زمانی‌که نیتروژن موجود در کود دامی و شیمیایی بیشتر از مقدار مورد نیاز عملکرد باشد باعث افزایش محتوای پروتئین در گیاه می‌شود (Dahmardeh *et al.*, 2009).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، درصد پروتئین خام تحت تأثیر استفاده از کود دامی و کود نیتروژنه قرار گرفت و اثر متقابل استفاده تلفیقی سطوح مختلف کود دامی و کود نیتروژنه بر این صفت نیز در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). تیمار M_3N_3 بیشترین درصد پروتئین را در بین تیمارهای آزمایش به مقدار ۲۰/۰۹ درصد به خود اختصاص داد و این صفت را ۸۳/۰۵ درصد نسبت به تیمار شاهد (با کمترین درصد پروتئین به مقدار ۸/۳۰) افزایش داد (شکل ۱). در رابطه با مصرف کودهایی با منبع نیتروژنه و تأثیر آن‌ها در افزایش میزان پروتئین گزارش شده‌است که با مصرف کود نیتروژن سوبسترای بیشتری برای سنتز پروتئین فراهم می‌شود و مواد فتوسنتزی بیشتر به ساخت پروتئین اختصاص داده می‌شوند و در نتیجه تشکیل پروتئین بیشتر می‌شود. تأثیر مثبت کاربرد منابع مختلف تأمین کود نیتروژنه از منابع کود دامی و شیمیایی در بهبود درصد پروتئین OFI (کاکتوس علوفه‌ای) نیز تأیید شده است و با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (Zegba *et al.*, 2014).



شکل ۱- مقایسه میانگین تیمارهای استفاده از سطوح مختلف کود دامی و نیتروژنه بر درصد پروتئین

Figure 1- Mean comparison of treatments for different levels of manure and nitrogen fertilizer on percentage of crude protein

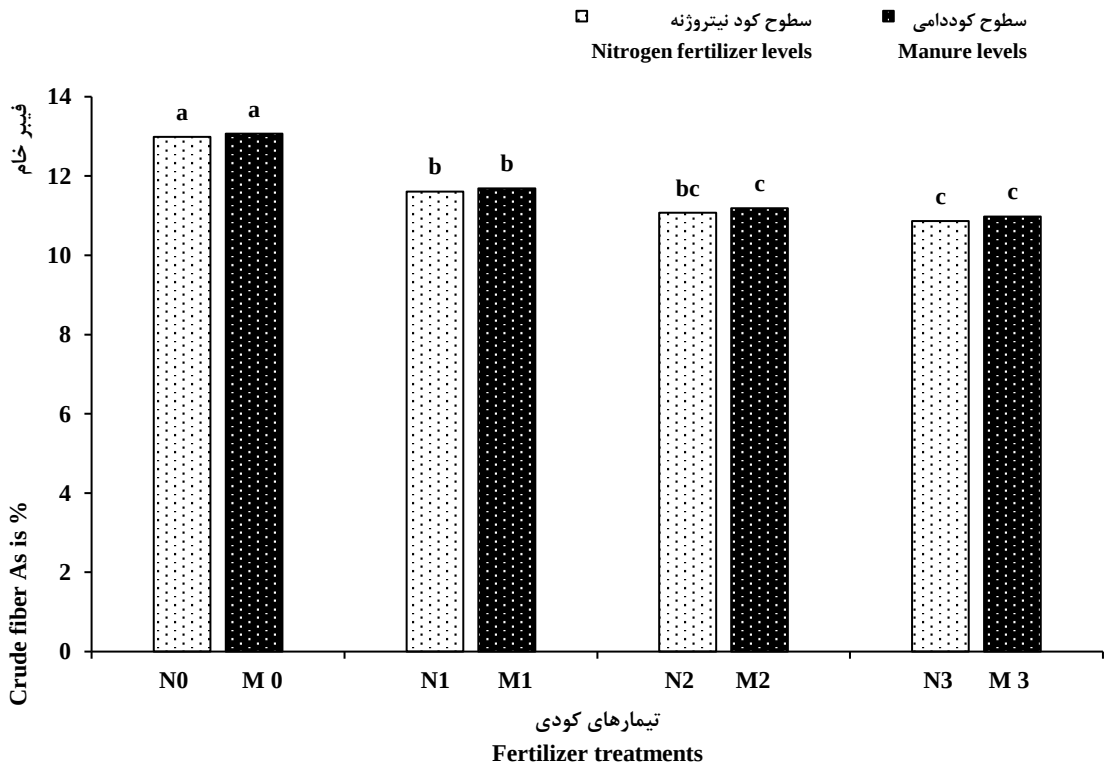
فیبر خام (CF)

درصد فیبر خام در این آزمایش تحت تأثیر کاربرد کودهای نیتروژنه و دامی قرار گرفت و اثر ساده استفاده از کود دامی و کود نیتروژنه بر فیبرخام CF در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و دامی بر صفت فیبر خام معنی‌دار نشد (جدول ۳). صفت فیبر خام در تیمار کودی N_3 به مقدار ۱۷/۷۸ درصد نسبت به تیمار شاهد و در تیمار کودی M_3 به مقدار ۱۷/۳۸ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد (شکل ۲).

کیفیت علوفه، به مجموع مواد تشکیل‌دهنده گیاهی اطلاق می‌شود که استفاده دام از علوفه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sayyadi Azar *et al.*, 2019). نتایج تحقیقات مشابه تأیید می‌کند که با افزایش کود نیتروژن فیبر خام کاهش می‌یابد که این امر باعث افزایش هضم و خوش‌خوراکی می‌شود که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد (Almodares *et al.*, 2009).

در واقع مقادیر کود نیتروژن نه تنها در حصول حداکثر عملکرد علوفه تأثیرگذار است، بلکه در ارتقای ارزش غذایی آن نیز نقش به‌سزایی را ایفا می‌کند و کود دامی نیز با افزایش جذب عناصر میکرو و ماکرو، باعث افزایش رشد رویشی و کاهش فیبر گیاهان شده و در نتیجه، کیفیت علوفه تولیدی بیشتر می‌شود (Agha Baba Dastjerdi *et al.*,2014). با فیبری‌شدن گیاه، درصد ماده خشک قابل هضم و در نتیجه، کیفیت علوفه کاهش می‌یابد (Rezaei *et al.*, 2011). بین مقادیر پروتئین و الیاف خام در یک گونه گیاه رابطه معکوسی وجود دارد (McDonald *et al.*, 2006).

به‌نظر می‌رسد که استفاده از کود دامی و کود نیتروژنه، باعث بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه شده و نیتروژن بیشتری را در اختیار گیاه قرار داده است که در نتیجه آن، با افزایش میزان پروتئین و کاهش فیبر خام می‌تواند در بهبود خوش‌خوراکی کاکتوس اپونتیا مؤثر باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر ساده استفاده از سطوح مختلف کود دامی و نیتروژنه بر درصد فیبر خام

Figure 2- Mean comparison of the simple effect of using different levels of manure and nitrogen fertilizer on crude fiber percentage

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب تأثیر تیمارهای کودی بر صفات کمی و کیفی کاکتوس علوفه‌ای

Table 3- Results of combined analysis of variance the effect of fertilizer treatments on quantitative and qualitative traits of forage cactus

منبع تغییرات	درجه‌آزادی	پروتئین خام	فیبر خام	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	خاکستر	ارتفاع
S.O.V	DF	CP	CF	ADF	NDF	ASH	Height
سال Year	1	1.602 ns	7.776 ns	1.175 ns	102.317 ns	11.242 ns	48789.471**
تکرار در سال Rep (Year)	4	404.920**	88.774**	36.941**	184.133**	15.301**	1069.733**
مایکوریزا Mycorrhiza	1	0.000 ns	0.536 ns	0.174 ns	0.043 ns	0.183 ns	16.715 ns
مایکوریزا× سال Year × Mycorrhiza	1	0.004 ns	0.121 ns	0.170 ns	0.002 ns	0.001 ns	3.160 ns
کود نیتروژنه fertilizer Nitrogen	3	200.184**	39.359**	62.082**	204.314**	350.343**	1472.617**
کودنیتروژنه ×سال Year × Nitrogen fertilizer	3	0.004 ns	0.132 ns	0.014 ns	0.000 ns	0.005 ns	38.356 ns
مایکوریزا × کود نیتروژنه Mycorrhiza × Nitrogen fertilizer	3	0.005 ns	0.131 ns	0.006 ns	0.000 ns	0.005 ns	13.357 ns
مایکوریزا × کود نیتروژنه × سال Year × Mycorrhiza × Nitrogen fertilizer	3	0.005 ns	0.132 ns	0.004 ns	0.000 ns	0.005 ns	5.745 ns
کود دامی Manure	3	209.117**	42.585**	66.725**	218.520**	363.000**	1363.545**
کود دامی × سال Year × Manure	3	0.019 ns	0.132 ns	0.010 ns	0.000 ns	0.005 ns	18.832 ns
کود دامی × مایکوریزا Mycorrhiza × Manure	3	0.005 ns	0.131 ns	0.009 ns	0.000 ns	0.005 ns	8.749 ns
مایکوریزا × کود دامی × سال Year × Mycorrhiza × Manure	3	0.005 ns	0.129 ns	0.005 ns	0.000 ns	0.005 ns	13.047 ns
کود دامی × کود نیتروژنه Manure × Nitrogen fertilizer	9	33.477**	3.136 ns	4.285*	13.836**	5.022*	34.531 ns
کود دامی × کود نیتروژنه × سال Year × Manure × Nitrogen fertilizer	9	0.004 ns	0.131 ns	0.005 ns	0.000 ns	0.005 ns	12.133 ns
مایکوریزا × کود نیتروژنه × کود دامی Mycorrhiza × Nitrogen fertilizer × Manure	9	0.005 ns	0.131 ns	0.005	0.000 ns	0.008 ns	8.754 ns
مایکوریزا × کود نیتروژنه × کود دامی× سال Year × Mycorrhiza × Nitrogen fertilizer × Manure	9	0.005 ns	0.130 ns	0.005 ns	0.000 ns	0.005 ns	11.291 ns
خطا Error	62	3.125	2.195	2.186	4.639	2.181	116.217
ضریب تغییرات CV (%)		9.89	12.66	11.3	8.61	8.97	13.25

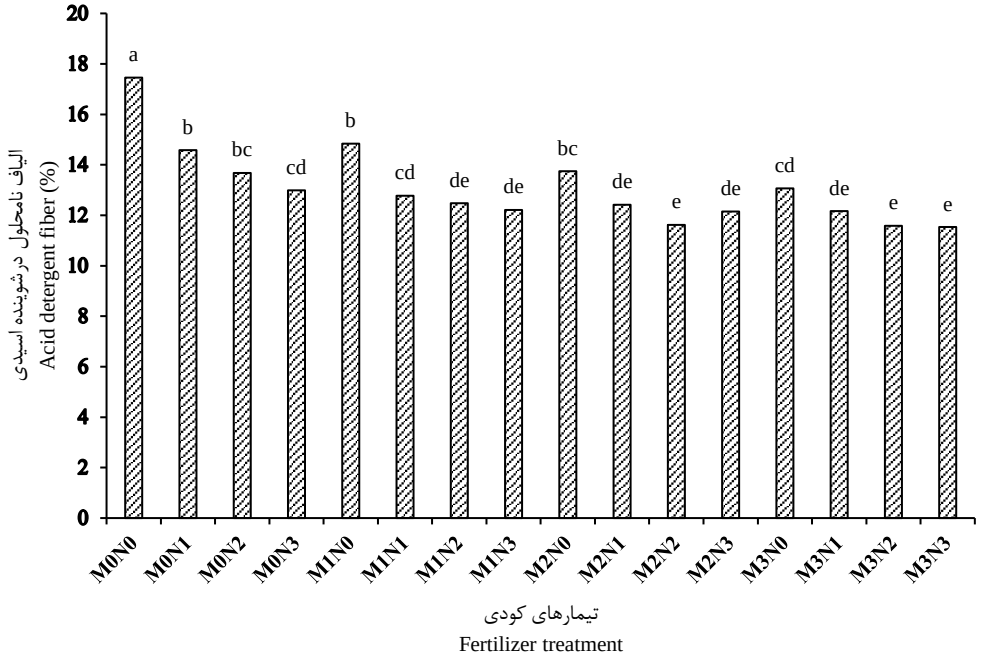
**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد؛ *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار.

**: Significant at $p\leq0.01$; *: Significant at $p\leq0.05$; ns: not significant.

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)

مطابق با نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله اثر ساده استفاده از کود دامی و کود نیتروژنه بر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF در سطح یک درصد و اثر متقابل کاربرد تلفیقی کودهای نیتروژنه و دامی بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمار M_0N_0 (شاهد) بیشترین درصد ADF را در بین تیمارهای آزمایش به مقدار ۱۷/۴۸ درصد داشت. تیمارهای

M_3N_3، M_3N_2، M_2N_2 و M_2N_3 نیز به‌ترتیب با مقادیر ۱۱/۵۵، ۱۱/۵۷ و ۱۱/۶۸ دارای کمترین مقدار ADF بودند (شکل ۳). تیمار M_3N_3 به‌مقدار ۳۵/۳۳ درصد ADF کمتری نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) نشان داد. از صفات کیفی مهمی که در میزان کیفیت علوفه نقش دارند می‌توان به ADF اشاره کرد که قابلیت هضم توسط علوفه را نشان می‌دهد به همین دلیل حائز اهمیت است (Lauriault and Kirksey, 2004; Albayrak *et al.*, 2011). ADF یا دیواره سلولی بدون همی‌سلولز شامل بخش‌هایی با حداقل قابلیت هضم مثل سلولز و لیگنین می‌باشد (Rasby and Martin, 2019). ADF بالا سبب کاهش تعلیف علوفه و کاهش قابلیت هضم توسط حیوان می‌شود (Kevin *et al.*, 2008). براساس اظهارات برخی محققین با افزایش مصرف نیتروژن مقدار ADF کاهش می‌یابد (Taheri *et al.*, 2018). میزان کم این صفت بیانگر بالا بودن هضم‌پذیری است و در مطالعه‌ای که توسط محققین روی کیفیت علوفه خلر تحت تأثیر سیستم‌های تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی و دامی انجام گرفت تیمارهای کاربرد تلفیقی کود نتایج بهتری در این خصوص نشان دادند (Agha Alikhani *et al.*, 2020) که با نتایج این تحقیق و نتایج تیمارهای کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی آن مطابقت دارد. لازم به ذکر است درصد بالای ADF در علوفه سبب کاهش قابلیت هضم و خوش‌خوراکی آن می شود، با افزایش کود نیتروژن فیبرخام کاهش می‌یابد که این امر باعث افزایش هضم و خوش‌خوراکی می‌شود (Almodares *et al.*, 2009). تحقیقات مشابه کاهش درصد دو شاخص کاهنده‌ی کیفیت علوفه (ADF و NDF) در اثر استفاده‌ی تلفیقی از کودهای شیمیایی و آلی، بهبود کیفیت و ارزش غذایی علوفه در تاج خروس را تأیید کرده است (Sarmadi *et al.*, 2016).



شکل ۳- مقایسه میانگین تیمارهای استفاده از سطوح مختلف کود دامی و نیتروژنه بر درصد ADF

Figure 3- Mean comparison of treatments for different levels of manure and nitrogen fertilizer on percentage of ADF

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)

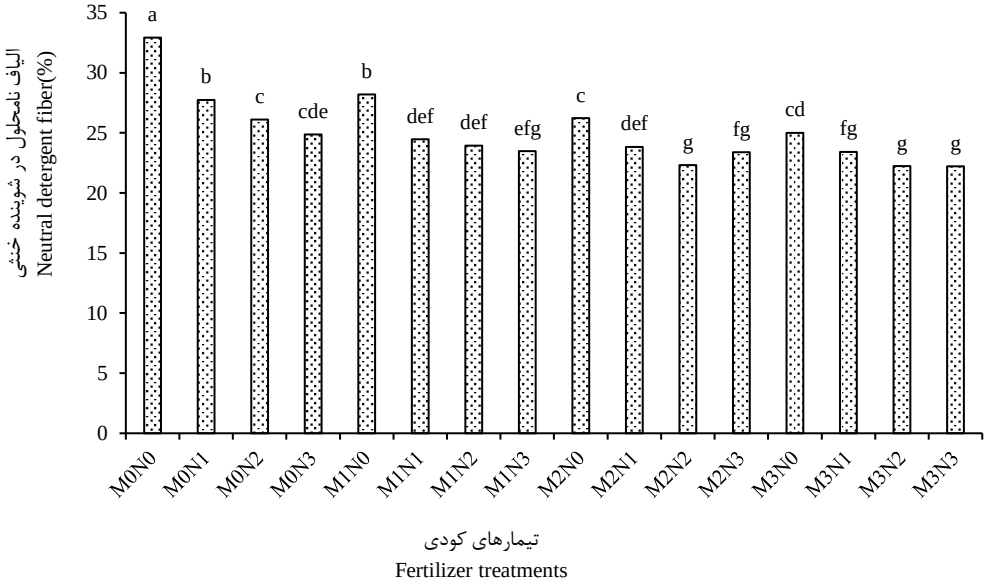
نتایج نشان داد که استفاده از سطوح مختلف کود دامی و کود نیتروژنه، الیاف نامحلول در شوینده خنثی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اثر متقابل استفاده تلفیقی از کودهای نیتروژنه و دامی بر NDF در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش مشاهده گردید که تیمار M_0N_0 (شاهد) بیشترین مقدار (۳۲/۹۳ درصد) NDF و تیمار M_3N_3، دارای کمترین مقدار (۲۲/۲۲ درصد) NDF بود (شکل ۴).

تعیین غلظت NDF در علوفه یکی از مهم‌ترین عوامل در

تعیین ارزش غذایی آن است (Mc Donald *et al.*, 2011). NDF نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام می‌باشد (Salehi *et al.*, 2018) و به‌عنوان یک معیار شکم‌پرکن دام برای پیش‌بینی مصرف اختیاری غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد (Arzani, 2010).

الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی NDF و اسیدی ADFبه‌عنوان شاخصی برای بیان میزان دیواره سلولی گیاه شناخته شده و عاملی تأثیرگذار بر کیفیت و خوش‌خوراکی علوفه می‌باشد. افزایش میزان شاخص‌های ذکر شده موجب کاهش قابلیت هضم علوفه می‌شود، هر چه میزان NDF علوفه افزایش یابد کیفیت و میزان ماده خشک مصرفی کاهش پیدا می‌کند (Sayyadi Azar *et al.*, 2019). وقتی درصد NDF افزایش یابد مصرف ماده خشک به‌دلیل افزایش میزان سیرکنندگی علوفه کاهش می‌یابد بنابراین درصد کمتر NDF در علوفه مطلوب است (Bingol *et al.*, 2007).

محققین همبستگی منفی بالایی را بین NDF و میزان پروتئین خام CP مشاهده کرده‌اند (Kume *et al.*, 2001). در آزمایشی دیگر نیز گزارش شد که کمترین درصد NDF در علوفه ذرت از تیمار بالاترین سطح مصرف کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و دامی به‌دست آمد که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد (Ghasemi *et al.*, 2018).



شکل ۴- مقایسه میانگین تیمارهای استفاده از سطوح مختلف کود دامی و نیتروژنه بر درصد NDF

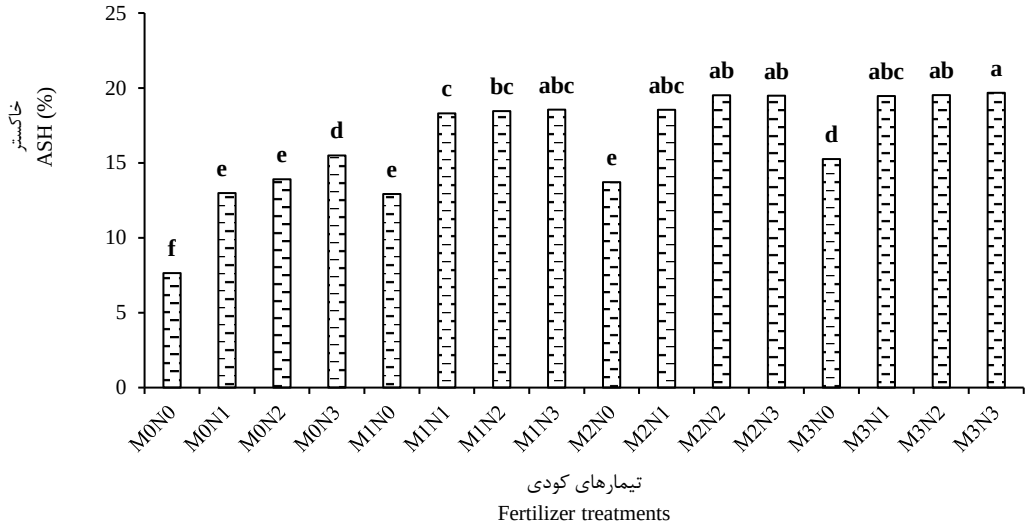
Figure 4- Mean comparison of treatments for different levels of manure and nitrogen fertilizer on percentage of NDF

درصد خاکستر

بررسی نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد اثر اصلی کاربرد سطوح مختلف کود دامی و کود نیتروژنه بر صفت خاکستر و نیز اثر متقابل کاربرد تلفیقی سطوح مختلف این دو کود بر صفت مزبور در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمار M_3N_3 بیشترین درصد خاکستر را در بین تیمارهای آزمایش به مقدار ۱۹/۷۱ درصد داشت و تیمار M_0N_0 (شاهد) کمترین درصد خاکستر را با مقدار ۷/۶۴ درصد نشان داد (شکل ۵).

درصد خاکستر علوفه در واقع بیان‌گر مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی است، هرچه میزان خاکستر بیش‌تر باشد گیاه مواد معدنی بیش‌تری در اختیار دام قرار می‌دهد لذا ارزش غذایی علوفه برای دام بیش‌تر می‌شود (Jahanzad *et al.*, 2013). خاکستر علوفه و مواد معدنی برای ساخت ویتامین‌ها، تولید هورمون‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، ساخت بافت و بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک که بستگی به رشد، سلامتی و تولید دارد، مورد نیاز می‌باشند و این عناصر در علوفه به‌لحاظ این‌که در متابولیسم حیوان شرکت کرده و برای فعالیت سلول‌های بدن

لازم می‌باشند، حائز اهمیت هستند (Yusefian Ghahfarkhi *et al.*, 2021). علت افزایش درصد خاکستر در مقادیر نیتروژن این است که با افزایش نیتروژن قسمت‌های رویشی رشد بهتری داشته و ریشه نیز رشد زیادی می‌نماید و هرچه ریشه گسترش بیشتری داشته باشد، جذب مواد معدنی بیشتر خواهد شد و گیاه علاوه بر تولید مواد آلی مقدار بیشتری نیز مواد معدنی را در خود نگه می‌دارد (Carpici *et al.*, 2010). در مطالعاتی که برخی محققین بر روی عملکرد و کیفیت علوفه ذرت تحت مقادیر مختلف کود نیتروژن انجام دادند، با افزایش کاربرد نیتروژن مقدار خاکستر کل افزایش یافت (Ayub *et al.*, 2002). تحقیقات نشان می‌دهد که با افزایش کود نیتروژن خاکستر کل افزایش می‌یابد که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد (Almodares *et al.*, 2009). گزارش شده که کاربرد کودهای آلی، شیمیایی و کودهای زیستی باعث افزایش خاکستر علوفه گیاه ارزن شد (Ibrahim *et al.*, 2015). در تحقیقی دیگر گزارش شده که مقدار نیتروژن قابل دسترس بر توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی مؤثر است و مراحل فنولوژیک در اثر کمبود نیتروژن به تأخیر می‌افتد (Garsid, 2004).



شکل ۵- مقایسه میانگین تیمارهای استفاده از سطوح مختلف کود دامی و نیتروژنه بر درصد خاکستر

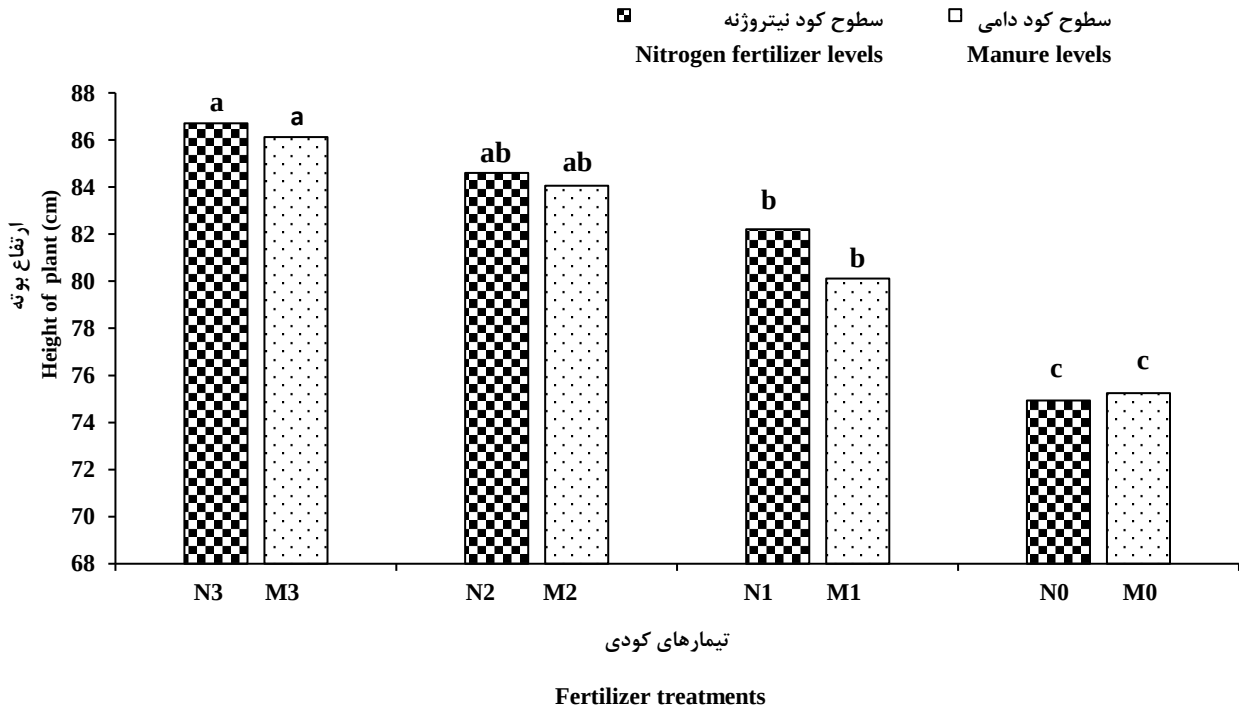
Figure 5- Mean comparison of treatments for different levels of manure and nitrogen fertilizer on percentage of ASH

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله داده‌ها (جدول ۳) نشان داد، ارتفاع بوته تحت تأثیر استفاده از کود دامی و کود نیتروژنه قرار گرفت و اثر ساده تیمارهای استفاده از کود دامی و کود نیتروژنه بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش نشان داد، ارتفاع بوته در تیمار کودی N_3 به مقدار ۱۴/۵۶ درصد و در تیمار کودی M_3 به مقدار ۱۳/۴۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشته است (شکل ۶). اثر سال بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد ولی استفاده از قارچ مایکوریزا بر ارتفاع بوته در این آزمایش معنی‌دار نگردید.

ارتفاع بوته شاخصی از رشد رویشی به‌شمار می‌آید، با توجه به این واقعیت که نیتروژن از عناصر اساسی برای رشد رویشی می‌باشد دسترسی به نیتروژن بیشتر، افزایش جذب و فتوسنتز بیشتر توسط گیاه از دلایل احتمالی افزایش ارتفاع در تیمارهای کودی با مقدار نیتروژن بیشتر می‌باشد. استفاده از ۴۵ تن کود دامی (گاوی) در هکتار باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته در ذرت علوفه‌ای شد که این افزایش ارتفاع بوته ذرت با مصرف کود دامی را می‌توان به بهبود تغذیه گیاه از جمله افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و روی نسبت داد که با افزودن کود دامی به خاک حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه بهبود یافته و ارتفاع گیاه زیاد می‌شود (Zamani Babgohri

et al., 2011). تأثیر مثبت کود شـــیمیایی نیتروژنه بر ارتفاع بوته در گیاه بابونه شیرازی در اثر تأمین مناسب عنصر نیتروژن برای رشد گیاه در پژوهشی مشابه اعلام شده است (Dehghani Meshkani *et al*., 2012). افزایش ارتفاع گیاه شوید تحت اثر استفاده از کود شیمیایی اوره تأیید شده است (Nejatzadeh, 2014). افزایش ارتفـاع در اثر کـاربرد کود نیتروژنـه در گیـاه سـرخارگل نیز گزارش شـده اسـت (Agha Alikhani *et al*., 2013). تأثیر مثبت اثر اســـتفاده از نیتروژن بر ارتفاع بوته در آزمایشـــی دیگر که بر روی گیاه خرفه انجام گرفته بود، گزارش شـده اسـت (Javadi *et al*., 2018). نتایج تحقیقات دیگر نیز تأثیر مثبت اســـتفاده از نیتروژن بر ارتفاع بوته را تأیید کرده اسـت (Yusefian Ghahfarokhi *et al*., 2015)، که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر ساده تیمارهای استفاده از سطوح مختلف کود نیتروژنه و دامی بر ارتفاع گیاه

Figure 6- Mean comparison of the simple effect of using different levels of manure and nitrogen fertilizer on height of plant

عملکرد علوفه تر

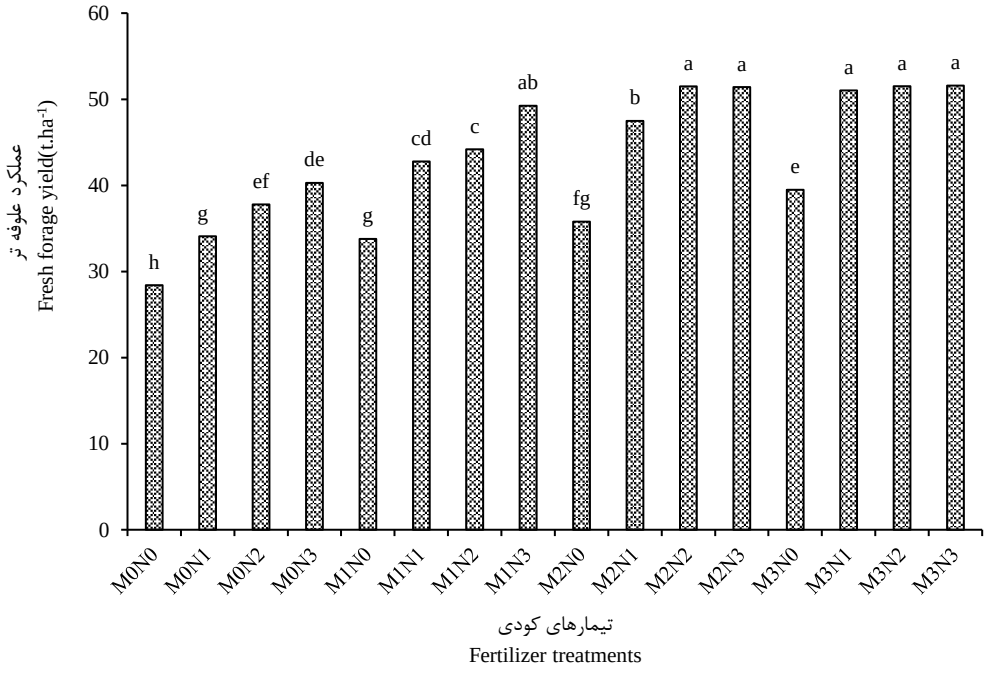
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشـــان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای به‌کار رفته در این پژوهش بر عملکرد علوفه تر بود و اثرات ساده و متقابل تیمارهای استفاده از کود نیتروژنه و دامی بر صـــفت مذکور در ســـطح احتمال ۱ درصـــد معنی‌دار گردید. کاربرد کود زیســـتی مایکوریزا نتایج متفاوت و معنی‌داری را در مقایســـه با تیمارهای فاقد این کود زیســـتی نشـــان نداد. بیشـــترین میزان (۵۱/۵۰ تن در هکتار) عملکرد علوفه تر در تیمار M_3N_3 مشاهده شد و این تیمار مقدار عملکرد علوفه تر را ۵۷/۸۲ درصد نسبت به تیمار شاهد (M_0N_0) با کمترین مقدار علوفه (۲۸/۴۰ تن در هکتار) بهبود بخشـــید (شـــکل ۷). تیمار اســـتفاده خالص از کود زیســـتی مایکوریزا ($\mu_1M_0N_0$) در کنار تیمار شـاهد (M_0N_0) کمترین مقدار عملکرد علوفه تر را نشـان داد. به‌نظر می‌رسـد افزودن کود آلی به خاک با بهبود بخشـیدن به شـرایط زیسـتی خاک، ضـمن تأمین عناصـر غذایی مورد نیاز گیاه، موجب افزایش رشد و تولید و عملکرد بیشتر گیاه می‌شود (Jat and Ahlawat, 2006). تحقیقات مختلف حاکی از تأثیر مثبت اســـتفاده تلفیقی از کودهای نیتروژنه و دامی بر عملکرد علوفه تر در ذرت اســـت و علت این افزایش نیز بهبود کیفیت فیزیکی و شـیمیایی خاک اعلام شـده اسـت که در اثر آن گیاه

می‌تواند نیازهای غذایی خود را تأمین کند (Saleh Baghdadi *et al.*, 2017). استفاده تلفیقی از منابع مختلف کودی سرعت رشد گیاه را افزایش داده و بر تخصیص و انتقال عناصر غذایی بین ریشه و ساقه اثر مثبت دارد، به‌طوری‌که با افزایش جذب عناصر غذایی و انتقال آن‌ها، عملکرد علوفه افزایش می‌یابد (Amirnia *et al.*, 2019). هم‌چنین تحقیقات مشابه تأثیر مثبت استفاده تلفیقی از منابع مختلف کودی را در مقایسه با استفاده مجزای آن‌ها بر عملکرد علوفه عدس مشخص کرده است (Haydarzadeh *et al.*, 2022).

افزایش عملکرد علوفه تر در هکتار با افزایش مصرف کود نیتروژن توسط محققان دیگر هم گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Fallah and Tadayyon, 2009). با استفاده از کودهای نیتروژنه، کاکتوس علوفه‌ای در شرایط مطلوب افزایش عملکردی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ درصد نشان داده‌است (Ochoa *et al.*, 2002).

عملکرد خشک

همان‌طور که نتایج (جدول ۴) نشان می‌دهند، عملکرد خشک تحت تأثیر استفاده از سطوح مختلف کود دامی و کود نیتروژنه قرار گرفت و اثر ساده و متقابل استفاده از کود دامی و کود نیتروژنه بر عملکرد خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که تیمار M_3N_3 بیشترین عملکرد خشک را در بین تیمارهای آزمایش به مقدار ۶/۷۰ تن در هکتار داشت و نسبت به تیمار شاهد که کمترین عملکرد خشک را به مقدار ۳/۸۱ تن در هکتار داشت مقدار این صفت را ۲۷/۴۹ درصد افزایش داد (شکل ۸). تیمارهای M_3N_1, M_1N_3, M_2N_3, M_2N_2, M_3N_2 نیز پس از تیمار M_3N_3 بیشترین مقدار عملکرد خشک را به دست آوردند و تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر نداشتند. محققین معتقدند که افزایش کاربرد کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر افزایش فعالیت فتوسنتزی و عملکرد علوفه خشک ذرت دارد (Iqbal *et al.*, 2013) و استفاده از کودهای دامی نیز باعث افزایش رشد ریشه و جذب آب می‌شود درنتیجه افزایش رشد و تولید گیاه را به همراه دارد، از طرف دیگر با استفاده از کود دامی به دلیل افزایش دسترسی به مواد غذایی، رشد گیاه افزایش می‌یابد درنتیجه ماده خشک بیشتری تولید می‌شود (Shabahang *et al.*, 2014).



شکل ۷- مقایسه میانگین تیمارهای استفاده از سطوح مختلف کود دامی و نیتروژنه بر عملکرد علوفه تر

Figure 7- Mean comparison of treatments of using different levels of manure and nitrogen fertilizer on fresh forage yield

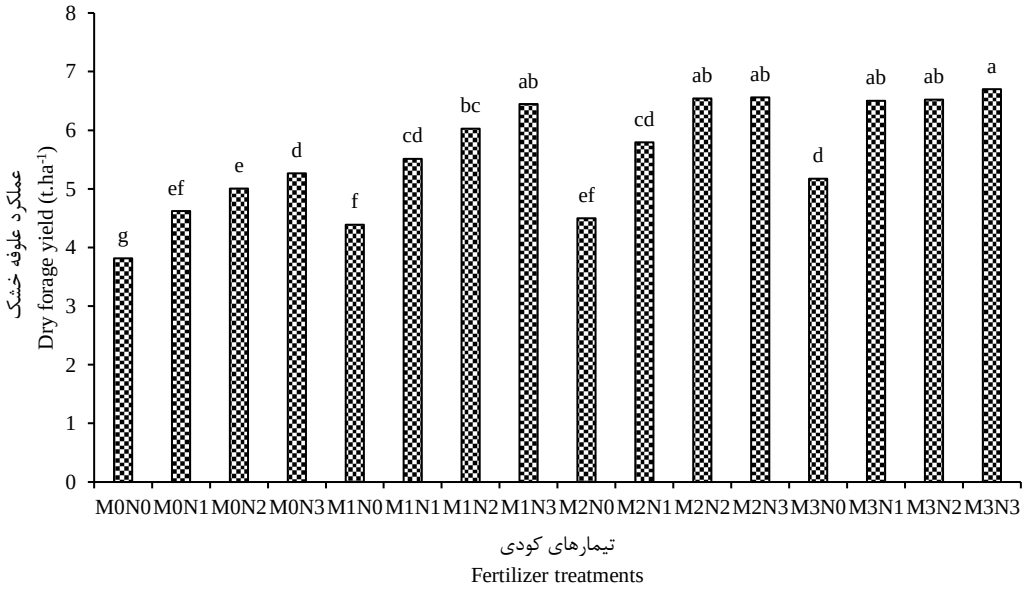
جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای کودی بر صفات کمی و کیفی کاکتوس علوفه‌ای

Table 4- Results of analysis of variance the effect of fertilizer treatments on quantitative and qualitative traits of forage cactus

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	عملکرد تر Fresh forage yield	عملکرد خشک Dry forage yield
تکرار Replication	2	219.046**	32.725**
مایکوریزا Mycorrhiza	1	0.027 ns	0.011 ns
کود نیتروژنه Nitrogen fertilizer	3	829.662**	10.847**
مایکوریزا × کود نیتروژنه Mycorrhiza × Nitrogen fertilizer	3	0.000 ns	0.457 ns
کود دامی Manure	3	896.334**	13.837**
کود دامی × مایکوریزا Mycorrhiza × Manure	3	0.000 ns	0.129 ns
کود دامی × کود نیتروژنه Manure × Nitrogen fertilizer	9	18.084**	0.502**
مایکوریزا × کود نیتروژنه × کود دامی Mycorrhiza × Nitrogen fertilizer × Manure	9	0.000 ns	0.122 ns
خطا Error	62	6.151	0.223
ضریب تغییرات CV (%)		5.75	8.45

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد؛ *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار

**: Significant at $p\leq0.01$;*: Significant at $p\leq0.05$; ns: not significant



شکل ۸- اثر متقابل استفاده از سطوح مختلف کود دامی و نیتروژنه بر عملکرد علوفه خشک

Figure 8– The interaction effect of using different levels of manure and nitrogen fertilizer on dry forage yield

تلفیق کودهای دامی و شیمیایی می‌تواند رشد رویشی و عملکرد علوفه را افزایش دهد، زیرا در سیستم تلفیقی وجود مقداری کود شیمیایی در ابتدای رشد کمبود عناصر محیط ریشه را جبران نموده و پس از آن در طول دوره رشد کودهای

دامی با آزادسازی عناصر مورد نیاز گیاه باعث افزایش عملکرد علوفه در گیاه می‌شوند (Ghanbari *et al*., 2013). تحقیقات مشابه حاکی از این بود که استفاده تلفیقی از کودهای دامی و شیمیایی باعث افزایش پتانسیل تولید و عملکرد سورگوم می‌شود و علت این افزایش را می‌توان به اثر هم‌افزایی ترکیب دو منبع کودی (Agyenim *et al*., 2006) و تولید مناسب نیتروژن قابل دسترس در شرایط تلفیقی نسبت داد (Alizade *et al*., 2012). طی یک آزمایش روی کشت مخلوط ذرت و تاج خروس، مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد ماده خشک گیاه ذرت شد (Olorunnismo and Ayodelet, 2009). در نتایج آزمایشی که در سال ۲۰۱۰ جهت بررسی تأثیر کود دامی (گاوی) در دو خاک مختلف انجام گرفت افزایش عملکرد علوفه ذرت در واکنش به مصرف این کود تأیید گردید (Achieng *et al*., 2010).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که صفات افزایش‌دهنده کیفیت و کمیت علوفه مانند پروتئین خام، خاکستر خام، عملکرد تر و خشک با استفاده تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی بیشتر از سایر تیمارها به‌ویژه تیمار شاهد و استفاده از هریک از کودها به‌طور جداگانه بود به همین ترتیب میزان شاخص‌های کاهش دهنده کیفیت علوفه نظیر CF، ADF و NDF روند عکس نشان دادند و در تیمار شاهد و تیمارهای استفاده خالص از کود دامی و شیمیایی بیشتر از تیمارهای کاربرد تلفیقی در سطوح بالاتر بودند. بهترین نتیجه در تیمار M_3N_3 و سپس در تیمارهای M_3N_2 و M_2N_2 و M_2N_3 به‌دست آمد که با توجه به اینکه تفاوت معنی‌داری بین نتایج صفات این تیمارها مشاهده نگردید تیمار M_2N_2 که از نظر اقتصادی به‌صرفه‌تر و از جنبه زیست‌محیطی پایدارتر به‌نظر می‌رسد، توصیه می‌گردد. همان‌طور که در نتایج آزمایش نیز مشهود بود تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای استفاده از مایکوریزا و عدم استفاده از آن مشاهده نشد لذا توصیه می‌شود که مطالعه در خصوص استفاده از قارچ مایکوریزا در آزمایش‌های تکمیلی چندساله و طولانی‌مدت، مورد بررسی بیشتر قرار بگیرد. اثر سال نیز تنها بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار گردید و در سایر صفات نتیجه معنی‌داری نشان نداد که با توجه به چندساله بودن گیاه کاکتوس در خصوص روند تغییرات صفات کیفی و کمی این گیاه طی سال‌های رشد، تحقیقات تکمیلی چندساله پیشنهاد می‌شود.

References

Achieng, J.O., Ouma, G., Odhiambo, G. and Muyekho, F. 2010. Effect of farmyard manure and inorganic fertilizers on maize production on Alfisols and Ultisols in Kakamega, Western Kenya. *Agriculture and Biology Journal of North America*, *1*(4), pp.430-439. **doi: 10.5251/abjna.2010.1.4.430.439**

Agha Alikhani, M., Shamalizadeh, Z. and Qalavand, A. 2020. The effect of different nutritional systems (chemical, organic and integrated) on yield and quality of forage of *Lathyrus sativus* L. *Iranian Crop Science*, *1*(51), pp.115-126**.** [In Persian]. **doi:10.22059/ijfcs.2019.256660.654465**

Agha Baba Dastjerdi, M., Amini Dahaghi, M., Chaichi, M.R. and Bosaghzadeh, Z. 2014. The effect of different fertilization systems on nutritative and qualitative characteristics medicine forage (Case study: alfalfa and fennel). *Agricultural Crop Management*, *16*(1), pp.111-125. [In Persian]. **doi: 10.22067/jag.v13i3.80079**

Agyenim, B.S., Zickermann, J. and Kornahrens, M. 2006. Poultry manure effect on growth and yield of maize. *West Africa Journal of Applied Ecology*, *9*, pp.12-18. **doi: 10.4314/wajae.v9i1.45682**

Albayrak, S., Turk, M., Yuksel, O. and Yilmaz, M. 2011. Forage yield and the quality of perennial legume-grass mixtures under rainfed conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *39*(1), pp.114-118. **doi: 10.15835/nbha3915853**

Alizade, P., Fallah, S. and Raeisi, F. 2012. Potential N mineralization and availability to irrigated maize in a

calcareous soil amended with organic manures and urea under field conditions. *International Journal of Plant Production*, *6*, pp.493-512**. doi: 10.22069/ijpp.2012.762**

Almodares, A., Jafarinia, M. and Hadi, M.R. 2009. The effect of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*, *6*, pp.441-446.

Arduini, I., Masoni, A., Ercoli, L. and Mariotti, M. 2006. Grain yield, dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *The European Journal of Agronomy*, *25*, pp.309-318. **doi: 10.1016/j.eja.2006.06.009**

Amirnia, R., Ghiyasi, M., Moghaddam, S.S., Rahimi, A., Damalas, C.A. and Heydarzadeh, S**.** 2019. Nitrogen-fixing soil bacteria plus mycorrhizal fungi improve seed yield and quality traits of lentil (*Lens culinaris* Medik). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *19*(3), pp.1-11**. doi: 10.1007/s42729-019-00058-3**

Assefa, G. and Ledin, I. 2001. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. *Animal Feed Science and Technology*, *92*, pp.95-111.

Ayub, M., Nadeem, M.A., Sharar, M.S. and Mahmood, N. 2002. Response of maize (*Zea mays* L.) fodder to different levels of nitrogen and phosphorus. *Asian Journal of Plant Sciences*, *1*(4), pp.352-354. **doi: 10.3923/ajps.2002.352.354**

Baligar, V.C., Fageria, N.K. and He, Z.L. 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Soil Science and Plant Analysis*, *32*, pp.921-950. **doi: 10.1081/css-100104098**

Bingol, N.T., Karsli, M.A., Yilmaz, L.H. and Bolat, D. 2007. The effects of planting time and combination on the nutrient composition and digestible dry matter yield of four mixtures of vetch varieties intercropped with barley. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, *31*,pp.297-302.

Cardoso, M. and Kuyper, T.W. 2006. Mycorrhizal and tropical soil fertility. *Agriculture Ecosystem and Environment*, *116*, pp.72-84**. doi: 10.1016/j.agee.2006.03.011**

Carpici, E.B., Celik, N. and Bayram, G**.** 2010. Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate. *Turkish Journal of Field Crops*, *15*, pp.128-132**.**

Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Siah Sar, B.A. and Ramroudi, M. 2009. Investigating the effect of planting ratio and harvesting time on the quality of corn fodder in mixed cultivation with nightly beans. *Journal of Agricultural Plant Sciences of Iran*, *41*(3), pp.633-642. [In Persian].

Diaz, M., Rosa, A., Helies-Toussaint, C., Gueraud, F. and Negre-Salvayre, A. 2017. Opuntia spp.: Characterization and benefits in chronic diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, pp.1-17. [In Persian].

Ehsanipour, A., Zinley, H. and Razmjoo, Kh. 2012. The effect of different amounts of nitrogen on yield, yield components and essential oil in different fennel masses. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *28* (4), pp.579-593. [In Persian].

Eteng, E.U., Asawalam, D.O. and Ano, A.O. 2014. Total and available Micronutrients in soils of contrasting parent materials in Southeastern Nigeria. *Journal Agricultural Biotechnology and Ecology*, *7*(20), pp.1-16.

Fallah, S. and Tadayyon, A. 2009. Effects of plant density and nitrogen rates on yield, nitrate and protein of silage maize. *Electronic Journal of Crop Production, 2*(1), pp.105-121. [In Persian].

Firew, T., Kijora, C. and Peters, K.J. 2006. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. *Small Ruminant. Research, 72* (2–3), pp.157-164.

Ghanbari, A., Ismailian, Y. and Babaian, M. 2013. The effect of chemical and animal fertilizers on the performance of fodder, grain and the concentration of some nutrients in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Iranian Plant Ecophysiology Researches*, *3*(8), pp.23-36. [In Persian].

Garsid, A. 2004. Sowing time effects on the development, yield and oil of flaxseed in semi arid tropical. *Australian Journal of Production Agriculture*, *23*, pp.607-612.

Ghasemi, A., Ghasemi, M. and Ghanbari, A**.** 2006. The effect of different amounts of manure and chemical mixtures on the quality and uptake of nitrogen in forage maize. Iranian Crop Science Congress, Tehran, Iran. [In Persian].

Ghasemi, A., Ghanbari, A., Fakheri, B.A. and Fanaei, H.R**.** 2018. The effect of different tillage management on forage and grain quality of corn (*Zea mays*.L) under the influence of different sources of organic and chemical fertilizers. *Journal of Agricultural Ecology*, *10*(2), pp.490-503. [In Persian]. **doi: 10.22067/jag.v10i2.59988**

Haydarzadeh, S., Hassanzadeh Qort tape, A. and Rahimi, A. 2022. Investigating the effect of organic, biological and chemical fertilizers on the physiological and qualitative characteristics of lentil fodder (*Lens culinaris* Medik.) under rainfed conditions and supplementary irrigation. *Iranian Journal of Pulses Research*, *12*(2), pp.183-198. [In Persian]. **doi: 10.22067/ijpr.v12i2.89439**

Ibrahim, H.I., Hassanen, S.A. and Hassan, E.L. 2015. Performance of forage millet in response to different combinations of organic-, inorganic-and bio-fertilizers. *World Journal of Agricultural Sciences*, *11*(6), pp.423-431.

Iqbal, M., Ghaffar khan, A., Ul-hassan, A. and Islam, K.R. 2013. Tillage and nitrogen fertilization impact on irrigated corn yields, and soil chemical and physical properties under semi- arid climate. *Journal of Sustainable Watershed Science and Management*, *1*(3), pp.90-98. **doi: 10.5147/jswsm.v1i3.140**

Iqbal, M.A., Hamid, A., Imatiz, H., Rizwan, M., Imran, M., Sheikh, U.A.A. and Saira, I**.** 2020. Cactus Pear: A weed of dry-lands for supplementing food security under changing climate. *Planta Daninha, 38*, pp.1761-1872.

Jahanzad, E., Sadeghpour, A., Hashemi, M., Keshavarz Afshar, R., Hosseini, M.B. and Barker, A.V. 2015. Silage fermentation profile, chemical composition and economic evaluation of millet and soybean grown in monocultures and as intercrops. *Grass and Forage Science*, *71*(4), pp.584-594.

Jahanzad, E., Jorat, M., Moghadam, H., Sadeghpour, A., Chaichi, M.R. and Dashtaki, M**.** 2013. Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agricultural Water Management*, *117*(1), pp.62-69.

Jat, R.S. and Ahlawat, I.P.S. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. *Journal of Sustainable*

Agriculture, *28*, pp. 41-54.

Javadi, H., Saberi, M.H., Azari-Nasrabad, A. and Khosravi, S. 2010. Effect of amounts and methods of nitrogen application on yield and quality of forage sorghum (Speedfeed cv). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *8*(3), pp.384-392. [In Persian].

Javadi, H., Rezvani Moghaddam, P., Rashed Mohasel, M.H. and Seghatoleslami, M.J. 2018. Effect of green manure and different nitrogen levels on yield and yield components of common purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *16*(2), pp.317-332.

Keshavarz Afshar, R., Ansari Jovini, M., Chaichi, M.R. and Hashemi, M. 2014. Grain sorghum response to Arbuscular mycorrhiza and phosphorous fertilizer under deficit irrigation. *Agronomy Journal, 106*(4), pp.1212-1218.

Kevin, L., Kenneth, A., Albrecht, A., Lauer, J.G. and Riday, H. 2008. Intercropping corn with lablab bean, velvet bean and scarlet runner bean for forage. *Journal Crop Science*, *48*, pp.371-379.

Kiani, S., Siadat, S.A., Moradi Telavat, M.R., Abdali-Mashhadi, A.R. and Sari, M. 2014. Effect of nitrogen fertilizer application on forage yield and of barley (*Hordeum vulgare* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* L.) intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *16*(2), pp.77-90. [In Persian].

Kume, S., Toharmat, T., Nonaka, K., Oshita, T., Nakui, T. and Ternouth, G.H. 2001. Relationships between crude protein and mineral concentrations in alfalfa and value of alfalfa silage as a mineral source for periparturient cows. *Animal Feed Science and Technology*, *93*, pp.157-168.

Lauriault, L.M. and kirksey, R.E. 2004. Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass- legume intercrops in the southern high plains, USA. *Agronomy Journal*, *96*, pp.352-358. **doi:10.2134/agronj2004.0352**

Mc-Donald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. and Wilkinson, R. G. 2011. *Animal Nutrition. 7th ed. Prentice Hall, Essex, UK*, 714p.

Mohammadi, G., Safari, P.M., Ghobadi, M.E. and Najaphy, A. 2015. The effect of green manure and nitrogen fertilizer on corn yield and growth indices. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25*(2), pp.105-124. [In Persian].

Nakhaei, F. 2021. Investigation of cactus (*Opuntia ficus-indica*) as an alternative forage, especially in arid areas. *Journal of Forage and Animal Feed Promotion*, *2*(1), pp.78-86. [In Persian].

Nejatzadeh, F. 2014. Effect of biological and chemical nitrogen fertilizers on growth, yield and essential oil composition of Dill (*Anethum graveolens* L.). *New Cellular and-Molecular Biotechnology Journal*, *19*(5), pp.77-84. [In Persian].

Noorullahi, H., Solhjou, A., Karimi, A., Safdarian, M. and Hashemi, M. 2016. Effects of different levels of forage cactus (*Opuntia ficus-indica*) in the diet on feeding performance and carcass characteristics of breeding lambs and carcass characteristics of Persian Qashqai Turkish lambs. *Journal of Animal Science and Research*, *21*, pp.77-85. [In Persian].

Ochiai, N., Powelson, M., Crowe, F. and Dick, R. 2008. Green manure effects on soil quality in relation to

suppression of Verticillium wilt of potatoes. *Biology and Fertility of Soils*, *44*(8), pp.1013-1023.

Ochoa, M.J., Leguizamon, G. and Uhart, S.A. 2002. Effects of nitrogen availability on cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) postharvest quality. *Acta Horticultur*, *581*, pp.225-230.

Prystupa, P., Savin, R. and Slafer, G.A. 2004. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N×P fertilization in barley. *Field Crops Research*, *90*, pp.245-254.

Rasby, R. and Martin, J. 2019. Understanding Feed Analysis. University of Nebraska–Lincoln. Available at web:https://beef.unl.edu/learning/feedanalysis.shtml; Internet; (accessed 11 November 2019).

Rathke, G.W., Christen, O. and Diepenbrok, W**.** 2005. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Research*, *94*, pp.103-113. **doi: 10.1016/j.fcr.2004.11.010**

Rezaei, M., Naghavi, M.R., Maali Amiri, R., Mohammadi, R., Jafari, A.A. and Kaboli, M.M. 2011. Evaluation of diversity in Iranian ecotypes of alfalfa using forage quality components. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, *19*(1), pp.39-54. [In Persian].

Rodrigues, A.M., Pitacas, F.I., Reis, C.M.G. and Blasco, M. 2016. Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from Portuguese ecotypes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science, 22*, pp.40-45.

Ruiz-Sanchez, M., Aroca, R., Munoz, Y., Polon, R. and Ruiz-Lozano, J.M**.** 2010. The arbuscular mycorrhizal symbiosis enhances the photosynthetic efficiency and the antioxidative response of rice plants subjected to drought stress. *Journal of Plant Physiology*, *167*(11), pp.862-869. **doi: 10.1016/j.jplph.2010.01.018**

Salehi, Z., Amirnia, R., Rezaeichiyaneh, E. and Khalilvandi Behrozyar, H. 2018. Evaluation of yield and some qualitative traits of forage in intercropping of triticale with annual legumes. *Agricultural Science and Sustainable Production*, *28*(4), pp.59-76. [In Persian].

Saleh Baghdadi, A., Kashani, A., Golzardi, F. and Ilkayi, M.N. 2017. Integrated soil fertility management to improve maize forage yield. *Journal of Agricultural Applied Research*, *30*(2), pp.75-90. [In Persian]. **doi: 10.22092/aj.2018.109947.1141**

Sarmadi, B., Rouzbehan, Y. and Rezaei, J. 2016. Influences of growth stage and nitrogen fertilizer on chemical composition, phenolics, in situ degradability and in vitro ruminal variables in amaranth forage. *Animal Feed Science and Technology*, *215*(1), pp.73-84. **doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.03.007**

Sayyadi Azar, Z., Javanmard, A., Shekari, F., Abbasi, A. and Amani Machiani, M. 2019. Amount of production and nutritional value of cultivated forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) with integrated application of bio and chemical fertilizers under different irrigation regims. *Journal of Agroecology*, *11*(3), pp.1021-1035. [In Persian]. **doi: 10.22067/jag.v11i3.71013**

Scalisi, A., Morandi, B., Inglese, P. and Lo Bianco, R. 2016. Cladode growth dynamics in *Opuntia ficus-indica* under drought. *Environmental and Experimental Botany*, *122*, pp.158-167. **doi: 10.1016/j.envexpbot.2015.10.003**

Shahbazi, Kh. and Yousefi, B. 2021. Study of planting forage cactus (*Opuntia ficus-indica* L.) in rehabilitation and repair of degraded tropical rangelands (Case study: Qasr Shirin rangelands of Kermanshah province).

Journal of Range and Watershed Management, *74*(3), pp.571-583**.** [In Persian]. **doi: 10.22059/jrwm.2021.325462.1597**

Slimen, I., Najar, T. and Abderrabba, M**.** 2016. *Opuntia ficus-indica* as a source of bioactive and nutritional phytochemicals. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, *4*, pp. 162-169. **doi::10.11648/j.jfns.20160406.14**

Snyman, H.A. 2013**.** Growth rate and water-use efficiency of cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. *Arid Land Research and Management*, *27*(4), pp.337-348. **doi: 10.1080/15324982.2013. 771232**

Taheri, M., Bayat, F., Moghaddam, H. and Majnoon Hoseini, N. 2018. Effect of cover crop pre-planting and nitrogen application on some qualitative traits and yield of forage corn varieties. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *48*(4), pp.997-1014. [In Persian]. **doi: 10.22059/ijfcs.2017.140675.654019**

Yusefian Ghahfarokhi, H., Abdali Mashhadi, A., Bakhshandeh, A., Lotfi, A. and Abadi, J**.** 2015. Evaluation of effect attract moisture substances and organic fertilizers on quality and quantity yield of Purslane (*portulaca oleracea* L.) in Ahwaz region. *Journal of Plant Process and Function*, *4*(13), pp.87-96. [In Persian]. **doi: 20.1001.1.23222727.1394.4.13.3.5**

Yusefian Ghahfarkhi, H., Esmaili, M., Danesh Shahraki, A. and Qajar Sepanlou, M. 2021. Evaluation of organic and nitrogen fertilizers application on quality of forage of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) under intercropping system. *Journal of Agroecology*, *13*(3), pp.563-579. [In Persian]. **doi: 10.22067/jag.v13i3.80079**

Zegbe, J.A., Serna-Perez, A. and Mena-Covarrubias, J. 2014. Mineral nutrition enhances yield and affects fruit quality of 'Cristalina' cactus pear. *Scientia Horticulturae*, *167*, pp.63-70. **doi: 10.1016/j.scienta.2013.12.023**

Zamani Babgohri, J., Afyuni, M., Khoshgoftarmanesh, A.H. and Eshghizadeh, H.R. 2011. Effect of polyacryl sewage sludge, municipal compost and cow manure on soil properties and maize yield. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, *14*(54), pp.153-166. [In Persian]. **doi: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.11.0**

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 6, Issue 2, Summer 2024, P. 467-486

Study the effect of the using of mycorrhiza and different levels of manure and chemical fertilizers on some traits of forage cactus (*Opuntia ficus-indica* L.)

Fatemeh Fateminick[1], Khosrow Azizi[2*], Soraya Ghasemi[3], Omid Ali Akbarpoor[2]

[1] PhD Student in Agronomy, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[2] Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[3] Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
[*]Corresponding Author: azizi.kh@lu.ac.ir

Received: 6 September 2022 Accepted: 17 January 2023 **DOI: 10.22034/CSRAR.2023.357410.1269**

Abstract

Introduction: In recent years, attention has been paid to forage cactus as a plant resistant to drought conditions and as an obstacle against desertification and diversification of vegetation in low rainfall ranges. The use of *Opuntia ficus-indica* pads as forage for cattle in the semi-arid and arid regions of the world, especially in periods of time when there is a lack of quality and quantity of fodder in the ranges, is important. Considering the importance of producing fodder plants and improving their quality under the influence of different fertilizer inputs, this experiment aims to investigate the effect of different proportions of biological, chemical and animal fertilizers and their interaction on the qualitative and quantitative characteristics of forage cactus and determine the optimal fertilizer level for this plant in the city, It was done in Khorram Abad, Lorestan.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of using biological, chemical and livestock fertilizers on Separate and combined tests were carried out on some forage cactus traits during two cropping years (2019 and 2020). The size of each plot was 6 square meters (4 x 1.5) with 4 crop lines and the plant density was 3.33 per each square meter. The main pad for planting was prepared from a three-year base and were prepared and transferred from the research farm affiliated to ICARDA (International Center for Agricultural Research in Dry Areas) in Mehran city, belonging to the Agricultural Research Center of Ilam province. The experiment was conducted in the research farm of Lorestan University's Faculty of Agriculture as a factorial in the form of a randomized complete block design with 32 treatments and 3 replications. Experimental factors include biological fertilizer (mycorrhiza) at 2 levels (use and non-use of mycorrhiza), manure at 4 levels (0, 10, 20 and 30 tons per hectare) and nitrogen fertilizer at 4 levels(0, 100, 200 and 300 kilograms per hectare). The qualitative traits included NDF, ADF, CF, ASH and CP, which were measured using a near infrared spectrometer (NIR), (model DA 7250: manufactured by Perten Sweden) measurements were made at wavelengths between 700 and 2500 nm.
(All the measurements for the quality of traits were done in the central laboratory of Lorestan University).
Quantitative analysis of the data after Bartlett's test was done with SAS software Version (9.4) by compound analysis method for all traits (except wet and dry yield which were one year old), to draw graphs from Excel software and to compare the averages from the test LSD was used at a significant level of 5%.

Results and Discussion: The percentage of crude protein, ash, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and crude fiber, fresh and dry yield was influenced by the use of manure and nitrogen fertilizer, and the simple effect and the interaction effect of the combined use of different levels of manure and nitrogen fertilizer on this trait were also significant at the level of one percent.
The highest fresh forage yield and dry yield were obtained in the treatment of combined use of 300 kg of nitrogen fertilizer + 30 tons per hectare of manure in comparison with the control treatment (no use of fertilizer) with the lowest amount. The percentage of crude protein and fodder ash increased by 83.05% and 88.26% respectively in this treatment, and the percentage of traits reducing the quality

of fodder, including neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and crude fiber showed the highest decrease compared to the control treatment, showed. Based on the results of the present research, the combined use of manure and chemical fertilizers led to the improvement of quantitative and qualitative traits in forage cactus. Non significant difference was observed between treatments using mycorrhiza and not using it.
The best result was obtained in the M_3N_3 treatment and then in the M_3N_2, M_2N_2 and M_2N_3 treatments, considering that no significant difference was observed between the characteristics of these treatments, the M_2N_2 treatment seems to be more economically efficient and more sustainable from the environmental aspect, it is recommended. As it was evident in the test results, no significant difference was observed between the treatments using mycorrhizal biofertilizer and not using this fertilizer. It seems that the beneficial effects of manure last longer compared to chemical fertilizers, and also some organic matter may remain in the soil over the years and its nutrients gradually enter the soil, and less damage is caused by using it, enters the environment.
Conclusion: According to the results of this research, the integrated application of manure and nitrogen fertilizer has improved the quantitative and qualitative traits in forage cactus, non significant difference was observed between the treatments of using bio-fertilizer and not using bio-fertilizer. therefore, it is recommended that the study regarding the use of mycorrhizal fungi in multi-year and long-term supplementary experiments be investigated further. The effect of year was significant only on the trait of plant height and it did not show significant results in other traits. The combination of manure and chemical fertilizer can increase vegetative growth and forage yield, because in the integrated system, the presence of some chemical fertilizer at the beginning of growth compensates for the lack of elements in the root environment, and then during the growth period, animal fertilizers release the elements required by the plant increasing the yield of fodder in the plant.

Keywords: Acid detergent fiber, Crude protein, Fresh and dry yield, Neutral detergent fiber, Pad