



بررسی اثر توأم ورمی کمپوست و سوپر جاذب بر عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) تحت شرایط تنش خشکی

سارا داودی^۱، مانی مجدم^{۲*}، خوشناز پاینده^۳

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳. گروه خاک‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۲

چکیده

به‌منظور بررسی اثر توأم ورمی کمپوست و سوپر جاذب بر عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۶ در شهرستان خرمشهر به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل تنش خشکی در دو سطح (۶۵ و ۱۳۰) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و اثر توأم کود آلی ورمی کمپوست و سوپر جاذب در چهار سطح (عدم کاربرد کود (شاهد)، ۵، تن در هکتار ورمی کمپوست + ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب، ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب، ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکرد دانه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و عملکرد پروتئین داشت. هم‌چنین اثر توأم کود آلی ورمی کمپوست و سوپر جاذب به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه و عملکرد پروتئین را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۰۷/۳۲ گرم در مترمربع از تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب (که با تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب تفاوت معنی‌داری نداشت) و کمترین با میانگین ۱۷۴/۲۶ گرم در مترمربع از تیمار عدم کاربرد کود به دست آمد. برهمکنش تنش خشکی و اثر توأم کود بیولوژیکی ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۲۵/۲۹ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری پس از ۶۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک و ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب حاصل شد. در نهایت می‌توان چنین گفت که استفاده از سوپر جاذب و ورمی کمپوست علاوه بر افزایش در عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم‌بلبلی، می‌تواند نقش بسزایی جهت صرفه‌جویی در آب آبیاری ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: سوپر جاذب، عملکرد دانه، عملکرد پروتئین.

مقدمه

دام مورد استفاده قرار می‌گیرند. لوبیا چشم‌بلبلی جزء لاینفک کشاورزی پایدار و نظام‌های استفاده کارآمد از زمین است (Abayomi and Abidoye, 2009). تنش‌های محیطی از جمله خشکی، دما، فلزات سنگین و شوری رشد و نمو گیاهان را به شدت کاهش می‌دهند. در بین تنش‌های غیر زیستی، خشکی یکی از غیر زیستی عوامل محیطی است که

لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) یک لگوم یک‌ساله‌ی تابستانه با برگ‌های سه برگچه‌ای که در دامنه وسیعی از بافت‌های خاک از رسی سنگین گرفته تا شنی، به‌خوبی به عمل می‌آید. این گیاه توانایی زیادی در تثبیت زیستی نیتروژن خاک داشته و بنابراین برای رشد نیازی به خاک خیلی حاصلخیز ندارد. شاخ و برگ آن نیز به‌عنوان غذای

بیماری‌زا است و امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار، جهت بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول است (Rahimi and Hashemi, 2016). خان و همکاران (Khan et al., 2017) با بررسی اثر کود ورمی کمپوست بر لوبیا چشم‌بلبلی گزارش نمودند که مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه گردید. سعیدی و همکاران (Saeedi et al., 2015) با بررسی اثر سوپرچاذب بر خواص کمی و فیزیولوژیک لوبیا چشم‌بلبلی تحت تنش خشکی گزارش دادند آبیاری بر صفات عملکرد و اجزا عملکرد معنی‌دار گردید. اثر مصرف پلیمر سوپرچاذب نیز بر صفات فوق‌الذکر معنی‌دار گردید. همچنین اثرات اصلی آبیاری و مصرف پلیمر سوپرچاذب بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار دانه معنی‌دار شد. در بین تیمارهای آبیاری، بیش‌ترین میزان پروتئین دانه (۲۵/۱۳ درصد) در سطح آبیاری پس از ۱۳۵ میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین آن (۲۳/۵۲ درصد) در سطح آبیاری پس از ۸۵ میلی‌متر تبخیر به دست آمد. همچنین گزارش نمودند با افزایش مصرف پلیمر سوپرچاذب، عملکرد دانه افزایش یافت. شاداب نیازی و همکاران (Shadab Niazi et al., 2017) با بررسی اثر ورمی کمپوست (صفر، ۲/۵ و ۵ تن در هکتار) بر گیاه ماش (*Vigna radiate L.*) گزارش نمودند که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته، عملکرد پروتئین و عملکرد دانه به ترتیب از کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و عدم کاربرد ورمی کمپوست حاصل شد. آذرپور و همکاران (Azarpoor et al., 2012) در بررسی اثر ورمی کمپوست روی گیاه سویا اظهار داشتند که ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در گیاه شد. تحقیق حاضر به منظور اثر توأم ورمی کمپوست و سوپرچاذب بر عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط تنش خشکی در منطقه خرمشهر طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۶ در شهرستان خرمشهر با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۳ متر از سطح دریا انجام گردید. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر نمونه برداری و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱).

تولید گیاهان زراعی را محدود کرده و متوسط عملکرد را گاه تا ۵۰ درصد و یا بیش‌تر کاهش می‌دهد (Wang et al., 2003). رطوبت کم در هر یک از مراحل مختلف رشد موجب کاهش جذب آب، عناصر غذایی، کاهش نقل‌وانتقال عناصر در داخل گیاه و نهایتاً کاهش عملکرد دانه یا محصول نهایی می‌شود. استفاده بهینه از آب دارای اهمیت بسزایی است بخصوص در مناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک بر آن حاکم است که حدود دوسوم مساحت ایران را در برمی‌گیرد (Azeri Nasrabadi and Attardi, 2007). مدنی و همکاران (Madani et al., 2015) مشاهده کردند که وقوع تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و پر شدن نیام شاخص برداشت و در نتیجه عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی را به‌وسیله کاهش نرخ نیام‌گیری و رشد نیام کاهش داد. عموماً گزارش شده که تنش خشکی عملکرد لوبیا را از طریق کاهش وزن خشک کل و شاخص برداشت کاهش می‌دهد (Thomas et al., 2003).

یکی از روش‌های نوین در جهت افزایش بازده آبیاری استفاده از سوپرچاذب‌ها است. پلیمرهای سوپرچاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبی را جذب نموده و متورم شوند. این مخازن ذخیره کننده آب وقتی در خاک قرار می‌گیرند، آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب نموده و از فرونشستن آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌ماند، این پلیمرها همچنین تأثیر کود و مواد مغذی گیاه را بیشتر می‌کند و به‌طور متوسط اتلاف فسفر را با ۸۴ درصد، نیتروژن را تا ۸۳ درصد کاهش می‌دهد (Seyed Doraji et al., 2011).

بدون تردید کاربرد کودهای زیستی، کودهای آلی، ورمی کمپوست و کودهای دامی علاوه بر اثر مثبتی که بر کلیه ویژگی‌های خاک دارند، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مفید واقع شده و می‌توانند به‌عنوان جایگزینی مناسب و مطلوبی برای کودهای شیمیایی باشند (Karadavut, and Ozdemir, 2001). ورمی کمپوست یکی از انواع کودهای زیستی است که از طریق فرآوری ضایعات آلی نظیر کود دامی، بقایای گیاهی و غیره توسط کرم‌های خاکی حاصل می‌شود. این ماده دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، تهویه و زهکشی مناسب، ظرفیت زیاد نگهداری آب و عاری از بو و عوامل

مرسوم منطقه از گاواهن برگردان‌دار سه خیش به همراه دو بار عملیات دیسک‌زنی برای از بین بردن کلوخه‌های سطحی خاک استفاده شد. برای تسطیح اولیه از لولر و برای اجرای طرح و جایگذاری نه‌های اصلی آب از نه‌کن پشت تراکتوری استفاده گردید و کودپاشی (پایه: ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از اوره، ۸۰ کیلوگرم فسفر خالص از فسفات آمونیوم، ۸۰ کیلوگرم پتاسیم خالص از سولفات پتاسیم) صورت پذیرفت. تمام کود ورمی کمپوست در تیمارهای مذکور قبل از کاشت به خاک داده شد. پس از انجام عملیات کودپاشی خاک مزرعه توسط دیسک سبک با خاک مخلوط گردید و سپس توسط شیارکن شیارهایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد گشت. این آزمایش از ۳۲ کرت تشکیل شد. هر کرت شامل شش خط کشت به طول پنج‌متر که فاصله بین بوته‌های روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر، بین کرت‌های اصلی ۱/۵ متر (دو خط نکاشت) و بین کرت‌های فرعی یک متر (یک خط نکاشت) در نظر گرفته شد.

این آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم‌های آبیاری (تنش خشکی) در دو سطح ۶۵ (شاهد) و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (با توجه به اینکه در کنار استفاده از تشت تبخیر، رطوبت وزنی خاک نسبت به شرایط FC نیز اندازه‌گیری می‌شد لذا در زمان ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی داشتیم و این هنگامی بود که گیاه با شرایط تنش مواجه می‌شد و در ۶۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی داشتیم که گیاه در شرایط نرمال آبیاری بود) (Madani et al., 2015) در کرت‌های اصلی و اثر توأم کود بیولوژیکی ورمی کمپوست و سوپرچادب در چهار سطح (عدم کاربرد کود (شاهد)، ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپرچادب، ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرچادب، ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست) در کرت‌های فرعی بودند. برای انجام عملیات خاک‌ورزی بر طبق روش

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Some physical and chemical properties of field's soil

عمق خاک Depth of soil	فسفر Phosphorus	پتاسیم potassium	نیتروژن Nitrogen	هدایت الکتریکی EC	کربن آلی Organic carbon	بافت خاک Soil texture
cm	mgkg ⁻¹		ppm	(ds/m)	(%)	
0-30	9.1	231	5.52	4.3	0.72	Clay loam

یک کیلوگرم که با ۱۰۰ کیلوگرم سبوس مخلوط شده بود استفاده شد.

به‌منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، دو ردیف کناری و نیم‌متر از ابتدا و انتهای کرت به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای حذف شدند و درنهایت برداشت نهایی در تاریخ دوم تا بیستم آبان ماه ۱۳۹۶ در مساحتی معادل دو مترمربع انجام گرفت. برای اندازه‌گیری تعداد نیام در بوته، ۱۰ نمونه به‌طور تصادفی از بین نمونه‌های برداشت‌شده انتخاب کرده و صفات موردنظر اندازه‌گیری شد. همچنین برای به دست آوردن تعداد دانه در نیام، ۱۰ نیام را از کل نیام‌ها جدا کرده و پس از جدا کردن همه دانه‌ها، آن‌ها را شمارش کرده و از تقسیم تعدد دانه بر تعداد نیام‌ها، تعداد دانه در نیام به دست آمد. برای اندازه‌گیری وزن صد دانه، از دانه‌های برداشت‌شده از هر کرت آزمایشی پنج نمونه به‌صورت تصادفی جدا و پس از توزین با ترازوی

عملیات کاشت لوبیا چشم‌بلبلی رقم کامران در تاریخ ده تیرماه ۱۳۹۶ به‌صورت دستی انجام پذیرفت. اولین آبیاری یک روز بعد از کاشت انجام شد. بعد از مرحله چهار برگی، آبیاری -های بعدی با توجه به تیمارهای آبیاری بر اساس نقشه طرح صورت گرفت. تیمارهای سوپرچادب (تهیه‌شده از شرکت Boshraamin نماینده انحصاری سوپرچادب SNS فرانسه، نوع سوپرآب آ-۲۰۰ با ذرات به‌اندازه دو تا سه میلی‌متر) نیز همزمان با کاشت به‌صورت نواری در زیر بذرها قرار داده شد تا پس از جذب آب و رشد گیاهچه‌ها ریشه‌های گیاه سریع‌تر از آب ذخیره‌شده در پلیمر سوپرچادب استفاده کنند. وجین علف‌های هرز پس از جوانه‌زنی بذور و قوی شدن ساقه گیاهان به روش دستی انجام شد. جهت مبارزه با آفات و بیماری‌ها در اواسط دوره رشد در بوته‌های لوبیا چشم‌بلبلی جهت مبارزه با آفت جیرجیرک از سم سونین به‌صورت طعمه مسموم به میزان

تبخیر به علت در دسترس بودن آب برای ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی به مقاصد زایشی و همچنین کارایی استفاده از تشعشع در آبیاری تعداد غلاف در واحد سطح بیشتری را به خود اختصاص داده است که این یافته‌ها با نتایج دکوستا و همکاران (De Costa et al., 1999) نیز مطابقت داشت. در این رابطه عبدالکریم و همکاران (Abdoul Karim et al., 2018) گزارش نمودند که تنش کمبود آب در خاک ابتدا تعداد نیام در هر بوته و سپس اندازه بذر و تعداد دانه در نیام را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اگر تنش خشکی به مدت طولانی ادامه یابد، تجدید آبیاری خسارت وارد شده به عملکرد لوبیا را جبران نمی‌کند. همچنین مجدم و همکاران (Mojaddam et al., 2014) در تحقیقات خود نشان دادند که کمبود آب به دلیل ایجاد زودرسی در گیاه ماش طول دوره غلاف‌دهی را کاهش می‌دهد، در نتیجه تعداد غلاف در واحد سطح را کاهش داده است که این نتایج با یافته‌های حاصل از این آزمایش مطابقت داشت.

مقایسه میانگین سطوح مختلف اثر توأم کود بیولوژیکی ورمی کمپوست و سوپر جاذب بر تعداد غلاف در مترمربع نشان داد (جدول ۴)، بیشترین تعداد غلاف در مترمربع از تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار

دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، میانگین نمونه‌ها به‌عنوان وزن صد دانه در نظر گرفته شد. همچنین با اندازه‌گیری وزن نمونه‌های برداشت شده از هر کرت عملکرد دانه برآورد گردید. با ضرب درصد پروتئین هر تیمار در عملکرد دانه آن، عملکرد پروتئین برای هر تیمار محاسبه شد (Keeney and Nelson, 1982). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در مترمربع

نتایج نشان داد که تأثیر تنش خشکی و اثر توأم ورمی-کمپوست و سوپر جاذب بر تعداد غلاف در مترمربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد اما برهمکنش این دو عامل معنی‌داری نبود (جدول ۳).

بیشترین تعداد غلاف در مترمربع مربوط به تیمار ۶۵ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (شاهد) با میانگین ۱۱۵/۵۷ و کمترین تعداد غلاف در مترمربع به تیمار ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر با میانگین ۹۷/۱۴ اختصاص یافت (جدول ۴). در این تحقیق تیمار ۶۵ میلی‌متر تبخیر از تشت

جدول ۳. میانگین مربعات صفات تحت تنش خشکی و تلفیق ورمی کمپوست و سوپر جاذب

Table 3. Mean square of traits under drought stress and combination vermicompost and superabsorbent

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی Df	تعداد غلاف در مترمربع Pod/m ²	تعداد غلاف در بوته Pod/Plant	تعداد دانه در غلاف Seed/Pod	وزن صد دانه 100-seed Weight	عملکرد دانه Seed Yield	درصد پروتئین Protein %	عملکرد پروتئین Protein Yield
تکرار Replication	3	8.541 ^{ns}	4.07 ^{ns}	0.82 ^{ns}	0.1 ^{ns}	1613 ^{ns}	1.15 ^{ns}	54 ^{ns}
تنش خشکی Drought Stress (DS)	1	8157.2 ^{**}	10.34 [*]	7.59 ^{**}	9.57 [*]	23900 ^{**}	15.23 [*]	582.4 ^{**}
خطا اصلی (Ea)	3	578.84	2.47	0.42	2.87	371	3.65	35.05
ورمی کمپوست + سوپر جاذب vermicompost+superabso rbent(VS)	3	6891.6 ^{**}	8.36 [*]	4.67 ^{**}	7.43 [*]	16248 ^{**}	11.02 [*]	823 ^{**}
اثر متقابل DS × VS	3	10.47 ^{ns}	0.62 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.1 ^{ns}	8754 ^{**}	0.24 ^{ns}	3.1 ^{n.s}
خطا فرعی (Eb)	18	240.86	1.26	0.25	1.6	249	2.55	25.78
CV(%)	-	14.59	9.63	5.09	5.83	8.23	5.80	9.62

ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر تنش خشکی و اثر توأم ورمی-کمپوست و سوپر جاذب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد اما برهمکنش این دو عامل بر تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار ۶۵ میلی‌متر تبخیر (۱۴) و کمترین تعداد غلاف در بوته به تیمار ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر (۹) اختصاص یافت (جدول ۴).

علت کاهش تعداد غلاف در تیمار آبیاری ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تنش کاهش تعداد گل‌ها و یا ریزش گل‌ها و غلاف‌ها بود. تنش در مرحله گل‌انگیزی به دلیل کوتاه شدن دوره گلدهی و عقیم شدن برخی گل‌ها، تعداد غلاف‌ها و دانه‌ها نشان نسبت به سایر تیمارها کاهش می‌یابد که این نتایج با مطالعات راعی و همکاران (Raei et al., 2008) که نشان دادند اعمال تنش خشکی بعد از شروع مرحله تشکیل غلاف با کاهش تشکیل و همچنین افزایش ریزش غلاف‌ها در بدو تشکیل دانه همراه است مطابقت داشت. در این رابطه رشدی و همکاران (Roshdi et al., 2011) گزارش نمودند کم‌آبی در مرحله زایشی با خشک کردن دانه‌های گرده باعث عدم

سوپر جاذب حاصل شد که با تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست + ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد غلاف در مترمربع از تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست (شاهد) به دست آمد.

در این تحقیق پلیمر سوپر جاذب با جذب و نگهداری آب قادر است بسیاری از تلفات ناشی از کم‌آبی را کاهش داده و سبب افزایش تعداد غلاف در مترمربع شود که این نتایج با یافته‌های سعیدی و همکاران (Saeedi et al., 2015) مطابقت داشت. هم‌چنین تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که کود ورمی کمپوست باعث افزایش چشم‌گیر میزان کربن در خاک، افزایش نیتروژن قابل جذب در خاک و افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های سودمند خاک و فراهم کردن دسترسی گیاه به عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) می‌شود که این عوامل در مجموع باعث بهبود رشد رویشی و زایشی گیاهان می‌گردند (Sarwar et al., 2009; Arancon et al., 2004). در این رابطه آذرپور و همکاران (Azarpoor et al., 2012) اظهار داشتند که ورمی کمپوست باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه سویا شد. نتایج این تحقیقات با یافته‌های سایر پژوهشگران فیبرت و همکاران (Feibert et al., 1995) و استوفلا و خان (Stoffella and Kahn, 2001) منطبق بود.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر تنش خشکی و تلفیق ورمی کمپوست و سوپر جاذب

Table 4. Mean comparison of traits under drought stress and combination vermicompost and superabsorbent

تیمارها Treatments	تعداد غلاف در مترمربع Pod/m ²	تعداد غلاف در بوته Pod/Plant	تعداد دانه در غلاف Seed/Pod	وزن صد دانه 100-seed Weight (g)	درصد پروتئین Protein Percentage	عملکرد پروتئین ProteinYield (g/m ²)
رژیم آبیاری (میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) (Irrigation regimes (mm evaporation from class A evaporation pan						
65 (mm)	115.57 ^a	14.08 ^a	11.54 ^a	23.24 ^a	25.77 ^b	54.57 ^a
130 (mm)	97.14 ^b	9.23 ^b	8.26 ^b	20.09 ^b	29.25 ^a	50.14 ^b
تلفیق ورمی کمپوست و سوپر جاذب (vermicompost and superabsorbent)						
V0s0	92.88 ^c	8.91 ^c	7.87 ^c	19.58 ^c	23.04 ^c	39.91 ^c
V1s1	114.00 ^a	13.34 ^a	11.05 ^a	22.56 ^a	30.78 ^a	61.75 ^a
V2s2	117.38 ^a	13.48 ^a	11.25 ^a	22.79 ^a	31.01 ^a	64.28 ^a
V3s3	101.14 ^b	10.87 ^b	9.45 ^b	21.74 ^b	25.21 ^b	46.44 ^b

میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با هم ندارند.

V0S0: عدم کاربرد کود، V1S1: (5 t/ha) ورمی کمپوست+ 75 kg/ha سوپر جاذب، V2S2: (5 t/ha) ورمی کمپوست+ 100 kg/ha سوپر جاذب، V3S3: (5 t/ha) سوپر جاذب،

Means with similar letters in each column are not significantly different by Duncan's test at 5% probability level
V0S0: Lack of fertilizer application, V1S1: (5 t/ha vermicompost+ 75 kg/ha superabsorbent), V2S2: (5 t/ha vermicompost+ 100 kg/ha superabsorbent), V3S3: 5 t/ha vermicompost

که مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر تنش خشکی و تلفیق کود ورمی کمپوست و سوپر جاذب در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد، اما برهمکنش این دو عامل بر تعداد دانه در غلاف تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار ۶۵ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر (شاهد) و کمترین تعداد دانه در غلاف به تیمار ۱۳۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر اختصاص یافت (جدول ۴). به نظر می رسد یکی از دلایل عمده کاهش تعداد دانه در بوته در شرایط تنش خشکی عدم تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد جنین و تکامل بذر باشد (Amiri-Dehahmadi et al., 2009). با کاهش منبع، ظرفیت تعدادی از مخازن خالی می ماند و عملاً تعدادی از دانه‌ها در گیاه لوبیا سقط می گردد (Zhu, 2002). در شرایط آبیاری مطلوب گیاه توانسته با بهره‌گیری مناسب از کلیه شرایط محیطی و توسعه کافی اندام‌های رویشی و تولید مناسب مواد فتوسنتزی بیشترین تعداد غلاف و در نتیجه بیشترین تعداد دانه در غلاف را به خود اختصاص دهد. نجاریان و همکاران (۱۳۹۵) گزارش نمودند که گیاهانی که در مراحل گل‌انگیزی تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند به دلیل کوتاهی دوره گلدهی و عقیم شدن برخی گل‌هایشان که ناشی از پسابیدگی دانه‌های گرده و عدم لقاح مناسب است سبب کاهش تعداد غلاف‌ها و دانه‌هایشان نسبت به شرایط مطلوب آبیاری می‌گردند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

مقایسه میانگین سطوح مختلف اثر توأم کود بیولوژیکی ورمی کمپوست و سوپر جاذب بر تعداد دانه در غلاف نشان داد (جدول ۴) که بیشترین تعداد دانه در غلاف از تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب و کمترین تعداد دانه در غلاف از تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست (شاهد) به دست آمد. در این پژوهش به نظر می‌رسد مصرف کود ورمی کمپوست همراه با سوپر جاذب باعث افزایش چشم‌گیر میزان کربن در خاک، افزایش نیتروژن قابل جذب در خاک و افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های سودمند خاک و فراهم کردن دسترسی گیاه به عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌شود که این

گرده‌افشانی و در نتیجه سقط گل‌ها و متعاقب آن کاهش تعداد غلاف در بوته گیاه لوبیاچیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) گردید. از دیگر عوامل مؤثر بر این صفت می‌توان به کاهش طول دوره گلدهی و ریزش غلاف‌های جوان در شرایط تنش خشکی اشاره کرد.

مقایسه میانگین اثر تنش خشکی و تلفیق ورمی کمپوست و سوپر جاذب بر تعداد غلاف در بوته نشان داد (جدول ۴) که بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب حاصل شد که با تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست + ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب تفاوت معنی داری نداشت و کمترین تعداد غلاف در بوته از تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست (شاهد) به دست آمد. کاربرد توأم پلیمر سوپر جاذب و ورمی کمپوست موجب شد گیاه از دوره گلدهی طولانی تری برخوردار شود و تولید گل و غلاف در محدوده زمانی بیشتری صورت گیرد. به علاوه به علت استفاده مطلوب تر گیاهان از منابع موجود، تعداد گل‌هایی که به غلاف تبدیل شدند بیشتر بود. وجود رطوبت کافی در گلدهی باعث می‌شود که اکثر گل‌های شکوفا بدون ریزش تبدیل به غلاف شود و در مجموع تعداد غلاف در بوته را افزایش می‌دهد که این نتایج با یافته‌های سعیدی و همکاران (Saeedi et al., 2015) در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی مطابقت داشت. از طرفی کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش ماده آلی و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک شده که این امر سبب فراهمی عناصر غذایی و نیتروژن از شکل آلی به معدنی و در دسترس بودن این عناصر در طول دوره رشد و افزایش تعداد غلاف در بوته شد (Manyuchi et al., 2013). از طرفی مهربان و افرازه (Mehraban and Afraze, 2014) گزارش کردند که بیشترین تعداد غلاف در بوته از مصرف پلیمر سوپر جاذب به میزان ۴۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. از طرفی آمیان پوری و همکاران (Amyanpoori et al., 2015) با کاربرد ورمی کمپوست بر گیاه ذرت (*Zea mays* L.) گزارش نمودند که وجود مواد آلی ورمی کمپوست باعث فراهم شدن شرایط بهینه برای انجام فتوسنتز و در نتیجه رشد بیشتر گیاه شد. زیرا با تجزیه ورمی کمپوست رشد و توسعه ریشه بیشتر می‌شود و رشد اندام‌های هوایی نیز افزایش می‌یابد و در نهایت تقویت رشد رویشی به خصوص رشد زایشی تأثیر مستقیم بر افزایش تعداد بلال در گیاه داشت. تحقیقات خان و همکاران (Khan et al., 2017) در لوبیا چشم‌بلبلی حاکی از آن است

طرفی صادقی‌پور (Sadeghipour, 2009) بیان داشت آبیاری محدود در مرحله پر شدن غلاف، وزن هزار دانه را کاهش داد که این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت داشت.

هم‌چنین نتایج دانه نشان داد (جدول ۴) که بیشترین وزن صد دانه از تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرچاذب، با میانگین ۲۲/۷۹ گرم حاصل شد که با تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست + ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپرچاذب تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین وزن صد دانه از تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست (شاهد) با میانگین ۱۹/۵۸ گرم به دست آمد. به نظر می‌رسد علت افزایش وزن دانه‌ها در تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرچاذب، همان در دسترس بودن آب به مقدار مناسب برای گیاه و هم‌چنین انتقال مواد غذایی بهتر به دانه‌ها است که در نتیجه از چروکیده شدن دانه‌ها جلوگیری می‌کند. در این رابطه توحیدی‌مقدم و همکاران (Tohidi-Moghadam et al., 2009) نشان دادند که پلیمر سوپرچاذب توانست به‌طور معنی‌داری اثرات مخرب کمبود آب را به‌وسیله جذب، حفظ و نگهداری آب کاهش دهد. هم‌چنین مشاهده کردند که وزن هزار دانه گیاه کلزا (*Brassicanapus L.*) افزایش نشان داد و نیاز آبی کاهش یافت که در نتیجه کاربرد پلیمرهای سوپرچاذب اعلام گردید. در این پژوهش وجود مواد آلی ورمی کمپوست در کنار سوپرچاذب باعث فراهم شدن شرایط بهینه برای انجام فتوسنتز و در نتیجه رشد بیشتر گیاه شد؛ زیرا با تجزیه ورمی کمپوست رشد و توسعه ریشه بیشتر می‌شود و رشد اندام‌های هوایی نیز افزایش می‌یابد و در نهایت تقویت رشد رویشی به‌خصوص رشد زایشی تأثیر مستقیم بر افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه گیاه داشت. در این رابطه خان و همکاران (Khan et al., 2017) با بررسی اثر کود ورمی کمپوست بر لوبیا چشم‌بلبلی گزارش نمودند که مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه گردید. بر طبق تحقیقات آذرپور و همکاران (Azarpoor et al., 2012) در بررسی اثر ورمی کمپوست روی گیاه سویا (*Glycine max L.*) اظهار داشتند که ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در گیاه شد که با نتایج این تحقیقات مطابقت داشت.

عوامل در مجموع باعث بهبود رشد رویشی و زایشی گیاهان می‌گردد. از طرفی پلیمر سوپرچاذب با جذب و نگهداری آب قادر است بسیاری از تلفات ناشی از کم‌آبی را کاهش و باعث افزایش تعداد دانه در غلاف شود. در این رابطه هاروی (Harvey, 2000) معتقد است که مصرف این ماده سبب افزایش نگهداری آب در لوبیا شده و در نهایت باعث افزایش اجزای عملکرد گیاه از جمله تعداد دانه در غلاف می‌گردد. بر طبق اظهارات پوراسماعیل و همکاران (Pouresmaeil et al., 2012) مصرف پلیمر سوپرچاذب صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. با افزایش شدت تنش، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته کاهش پیدا کرد، زیرا در مرحله شروع رشد زایشی نیاز غذایی لوبیا به آب و مواد غذایی افزایش پیدا می‌کند و عدم وجود این عوامل باعث کاهش در عملکرد می‌شود که این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت داشت. از طرفی لی و همکاران (Li et al., 2014) گزارش نمودند سوپرچاذب از طریق تأمین آب و به دنبال آن برخی عناصر غذایی در مرحله بحرانی تشکیل دانه، باعث کاهش سقط‌جنین و در نتیجه افزایش دانه‌های بارور شده است. در یک مطالعه که توسط روی و سینگ (Roy and Singh, 2006) انجام شد کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن باعث افزایش تعداد سنبله در گیاه جو (*Hordeum vulgare L.*) شد که علت این افزایش را تحریک میکروارگانیسم‌های خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر غذایی به گیاه از طریق ورمی کمپوست عنوان کردند.

وزن صد دانه

در این تحقیق وزن صد دانه تحت تأثیر تنش خشکی و تلفیق ورمی کمپوست و سوپرچاذب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش این دو عامل بر وزن صد دانه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بیشترین وزن صد دانه مربوط به تیمار ۶۵ میلی‌متر تبخیر از تشت و کمترین وزن صد دانه به تیمار ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت اختصاص یافت (جدول ۴). چنانچه در زمان عبور از فاز رویشی به زایشی، گیاه با محدودیت آبی مواجه شود این موضوع باعث کاهش فتوسنتز شده و با توجه به این‌که در آن زمان تعداد دانه و وزن دانه در حال شکل‌گیری است، این عمل باعث تسریع پیری و کاهش دوره پر شدن دانه‌ها و وزن دانه‌ها می‌گردد که در نهایت عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Kisman, 2003). از

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر تنش خشکی و تلفیق ورمی کمپوست و سوپرجاذب و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه به تیمار ۶۵ میلی‌متر تبخیر از تشت و ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست + ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب اختصاص یافت که به نظر می‌رسد این موضوع نشان‌دهنده اهمیت رطوبت مناسب است، چراکه وجود رطوبت کافی می‌تواند باعث تشکیل گل-های بیشتری شده و در نتیجه تعداد غلاف بیشتر و در نهایت باعث افزایش عملکرد گردد. همچنین کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت و عدم کاربرد کود ورمی کمپوست بود (جدول ۵).

در پژوهش حاضر با مصرف کود ورمی کمپوست و سوپرجاذب می‌توان باعث حفظ بهتر آب در خاک، بهبود سطح تغذیه، بالا رفتن نفوذپذیری، تهویه و فعالیت‌های میکروبی در ناحیه ریشه شد و این موضوع می‌تواند تحمل گیاه لوبیا را به تنش خشکی افزایش دهد. در این رابطه نجاریان و همکاران (Najarian et al., 2016) اظهار داشتند که لوبیا به تنش قطع آب حساس است. تمامی صفات

مورد مطالعه با قطع آب در مراحل گلدهی و غلاف‌بندی کاهش معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. میانگین عملکرد دانه (۴۵ درصد)، تعداد غلاف در شاخه فرعی (۳۳ درصد) و اصلی (۲۶ درصد)، شاخه فرعی (۲۵ درصد) و تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی (۲۵ درصد) به ترتیب بیشترین کاهش را نسبت به تنش قطع آب داشتند. همچنین نتایج نشان دادند که لوبیا به مصرف کود کمپوست واکنش مثبت نشان داد. همچنین نتایج حاکی از آن بودند که با مصرف کود کمپوست، می‌توان اثر سوء کمبود آب را بر روی عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌پللی کاهش داد. از طرفی سعیدی و همکاران (Saeedi et al., 2015) گزارش دادند آبیاری بر صفات عملکرد و اجزا عملکرد معنی‌دار گردید. اثر مصرف پلیمر سوپرجاذب نیز بر صفات فوق‌الذکر معنی‌دار گردید. هم‌چنین گزارش نمودند با افزایش مصرف پلیمر سوپرجاذب عملکرد دانه افزایش یافت. در این رابطه لی و همکاران (Li et al., 2014) گزارش نمودند سوپرجاذب از طریق تأمین آب و به دنبال آن برخی عناصر غذایی در مرحله بحرانی تشکیل دانه، باعث کاهش سقط‌جنین و در نتیجه افزایش دانه‌های بارور و عملکرد دانه شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات تحت تأثیر تنش خشکی × تلفیق ورمی کمپوست و سوپرجاذب

Table 5. Mean comparison of traits under interaction of drought stress × combination vermicompost and superabsorbent

رژیم آبیاری (میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) Irrigation regimes (mm evaporation from class A evaporation pan)	ورمی کمپوست Vermicompost (t.ha ⁻¹)	سوپرجاذب Superabsorbent (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Seed Yield (g.m ⁻²)
65 mm	0	0	173.67 ^d
	5	175	225.41 ^o
	5	100	227.29 ^a
	5	0	182.78 ^c
	5	0	167.63 ^e
130 mm	0	0	167.63 ^e
	5	175	188.74 ^b
	5	100	190.2 ^b
	5	0	177.1 ^{cd}
	5	0	177.1 ^{cd}

میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با هم ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different by Duncan's test at 5% probability level

درصد پروتئین

در این تحقیق درصد پروتئین تحت تأثیر تنش خشکی و تلفیق ورمی کمپوست و سوپرجاذب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش این دو عامل بر درصد پروتئین تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بیشترین درصد

پروتئین مربوط به تیمار ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت و کمترین درصد پروتئین به تیمار ۶۵ میلی‌متر تبخیر از تشت اختصاص یافت (جدول ۴). میزان قابل‌توجهی از ذخیره بذر در دانه لوبیا چشم‌پللی را پروتئین تشکیل می‌دهد. تولید پروتئین گیاهی از اهداف اصلی کشت لوبیا است (Majnoun

کیلوگرم در هکتار سوپرچاذب به دست آمد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

عملکرد پروتئین

عملکرد پروتئین تحت تأثیر تنش خشکی و تلفیق ورمی-کمپوست و سوپرچاذب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش این دو عامل بر عملکرد پروتئین تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بیشترین عملکرد پروتئین مربوط به تیمار ۶۵ میلی‌متر تبخیر از تشت و کمترین عملکرد پروتئین به تیمار ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت اختصاص یافت (جدول ۴). در این تحقیق با افزایش میزان تنش خشکی، عملکرد پروتئین لوبیا کاهش یافت. به نظر می‌رسد علت بیشتر بودن عملکرد پروتئین در تیمار ۶۵ میلی‌متر تبخیر از تشت بیشتر بودن درصد پروتئین و عملکرد دانه این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر است. کاهش عملکرد پروتئین با افزایش تنش آب توسط حبیب‌زاده و موسوی (Habibzadeh and Moosavi, 2014) نیز گزارش شده است. امیری ده احمدی و همکاران (Amiri-Dehahmadi et al., 2009) گزارش کردند که اثر تنش خشکی بر عملکرد پروتئین گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.) معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین سطوح مختلف اثر توأم کود بیولوژیکی ورمی‌کمپوست و سوپرچاذب بر عملکرد پروتئین نشان داد (جدول ۴)، بیشترین عملکرد پروتئین از تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرچاذب و کمترین عملکرد پروتئین از تیمار عدم کاربرد ورمی‌کمپوست (شاهد) حاصل شد. به نظر می‌رسد که افزایش مقادیر ورمی-کمپوست به همراه سوپرچاذب به دلیل رهاسازی تدریجی عناصر غذایی و جذب بیشتر آن‌ها توسط گیاه و بالاتر بودن عملکرد دانه در این تیمارها و همچنین درصد نیتروژن بالاتر، از عملکرد پروتئین بیشتری برخوردار بود. در این رابطه بیری و همکاران (Biri et al., 2016) گزارش نمودند که کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست تأثیر مثبت و معنی‌دار بر اکثر صفات مورد ارزیابی نظیر عملکرد پروتئین را داشت. بر طبق اظهارات روستایی و همکاران (Roustaie et al., 2012) کاربرد پلیمر سوپرچاذب باعث افزایش عملکرد پروتئین نسبت به تیمار شاهد شد. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد پروتئین (۸۱۸/۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۳۵ درصد پلیمر سوپرچاذب و کمترین عملکرد پروتئین در تیمار شاهد (۵۴۵/۲ کیلوگرم در

Hosseini, 2008). در تحقیق حاضر، تنش خشکی محتوی پروتئین دانه‌ها را افزایش داد. تحت تنش خشکی، به علت کوتاه شدن دوره پر شدن دانه، از انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها کاسته شده و ذخیره نشاسته در آن‌ها کاهش می‌یابد که این امر موجب کوچک شدن دانه‌ها و افزایش درصد پروتئین می‌گردد. ضمن اینکه در شرایط تنش، گیاه با ساخت پروتئین‌های متحمل به تنش، میزان پروتئین‌های محلول خود را نیز افزایش می‌دهد (De-Mejia et al., 2003). در این رابطه جلیلیان و همکاران (Jalilian et al., 2005) معتقدند که بالاتر بودن درصد پروتئین در شرایط کم‌آبایی نسبت به شرایط آبیاری منظم می‌تواند مرتبط با کاهش طول دوره رشد و نمو در تیمارهای تنش دیده باشد که موجب کاهش نسبت کربوهیدرات به پروتئین و در نتیجه افزایش درصد پروتئین در این تیمارها می‌شود. مقایسه میانگین سطوح مختلف اثر توأم کود بیولوژیکی ورمی‌کمپوست و سوپرچاذب بر درصد پروتئین نشان داد (جدول ۴) که بیشترین میزان پروتئین دانه از تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرچاذب، با میانگین ۳۱/۰۱ درصد که با تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست + ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپرچاذب تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان پروتئین دانه از تیمار عدم کاربرد ورمی‌کمپوست (شاهد) با میانگین ۲۳/۰۴ درصد به دست آمد. به نظر می‌رسد در این پژوهش افزایش پروتئین دانه در تیمار مصرف کمپوست توأم با سوپرچاذب می‌تواند به دلیل فرآیند معدنی شدن بقایا و آزادسازی نیتروژن در خاک و رطوبت مناسب باشد. نیتروژن عنصر اولیه و ضروری برای ساخت پروتئین است، بنابراین هر چه میزان این عنصر در گیاه بیشتر باشد مقدار سنتز پروتئین بیشتر می‌شود (Roustaie et al., 2012). نتایج تحقیقات خانی‌زاده و مجدم (Khanizadeh and Mojaddam, 2015) حاکی از آن است که در تیمارهای ورمی‌کمپوست همزمان با افزایش ورمی-کمپوست از صفر به ۸ تن در هکتار پروتئین دانه افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین پروتئین دانه از تیمار ۸ تن در هکتار (با میانگین ۸/۳ درصد) و کمترین پروتئین دانه از تیمار شاهد (با میانگین ۷/۳ درصد) حاصل شد. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای صفر و ۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست از لحاظ درصد پروتئین دانه مشاهده نشد. باقرپور و همکاران (Baghri et al., 2015) در گیاه ماش (*Vigna radiate* L.) گزارش نمودند که بیشترین درصد پروتئین از تیمار ۷۰

مقادیر عملکرد دانه و پروتئین به‌عنوان عملکرد کمی و کیفی از کاربرد کود ورمی‌کمپوست و سوپرژادب به دست آمد، می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از این تیمارها بدون کوچک‌ترین صدمات محیطی می‌توان نیازهای غذایی گیاه را تا حد زیادی برطرف کنند. لذا به‌منظور دست‌یابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی، در شرایط رطوبتی مناسب کشت گیاه لوبیا چشم‌بلبلی با مصرف ۵ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست و ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپرژادب جهت افزایش عملکرد برای گیاه لوبیا چشم‌بلبلی پیشنهاد می‌گردد.

هکتار) مشاهده گردید که باعث اختلاف ۴۹ درصدی این دو تیمار نسبت به یکدیگر شد.

نتیجه‌گیری نهایی

از آنجاکه در بحث تولید گیاهان زراعی، ارزش واقعی به کیفیت محصول وابسته است در این تحقیق مشخص گردید که کاربرد کود ورمی‌کمپوست نقش مهمی در رشد و نمو گیاه لوبیا چشم‌بلبلی داشت و همچنین با توجه به اینکه بیشترین

منابع

- Abayomi, Y.A., Abidoye, T.O., 2009. Evaluation of cowpea genotypes for soil moisture stress tolerance under screen house conditions. *African Journal of Plant Science*. 3 (10), 229-237.
- Abdoul Karim, T.D., Sanoussi, A., Maârouhi, I. N., Falalou, H., Yacoubou, B.S., 2018. Effect of water deficit at different stages of development on the yield components of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) genotypes. *African Journal of Biotechnology*. 17(9), 279-287.
- Amiri-Dehahmadi, S.R., Parsa, M., Nezami, A., Ganjali, A., 2009. Effects of water stress at different phenological stages on the growth indexes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under greenhouse condition. *Iranian Journal of Pulses Research*. 1(2), 69-84. [In Persian with English summary].
- Amyanpoori, S., Ovassi, M., Fatahinejad, A., 2015. Effect of vermicompost and triple superphosphate on yield of cowpea in behbahan. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 3(6), 494-499.
- Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., Metzger, J.D., 2004. Influence of vermicomposts on field strawberries. I: Effects on Growth and Yields. *Bioresearch Technology*. 93,145-153.
- Azarpoor, E., Moradi, M., Bozorgi, H.R., 2012. Effect of vermicompost application and seed inoculation with biological nitrogen fertilizer under different plant densities in Soybean (*Glycin max* L. cultivar, Williams). *African Journal of Agricultural Research*. 7, 1534-1541.
- Azeri Nasrabadi, A., and Attardi, B., 2007. Final report on the effects of different irrigation water on the yield of two forage sorghum cultivars. Institute of Soil and Water Research. 15p. [In Persian].
- Baghri Pour, R, Rahimi, M.M., Keshavarz, K., 2015. Effect of different levels of super adsorbent and potassium on performance and yield components of *Vigna radiata* L. in Boyer Ahmad, Second Congress of Agriculture and Sustainable Natural Resources, Tehran, Mehr Arvand Institute of Higher Education, Promotion Group of Environmental Lovers and Association for Protecting Nature of Iran. [In Persian].
- Biri, A., Kaba, Sh., Taddesse, F., Dechassa, N., Zewidie, A., Chavhan, A., 2016. Effect of Vermicompost and Nitrogen Application on Striga Incidence, Growth, and Yield of Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Monech] in Fedis, eastern Ethiopia. *International Journal of Life Sciences*. 4 (3), 349-360.
- De Costa, W.A.T., Shanmugathsan, M.K.N., Joseph, K.D.S.M., 1999. Physiology of yield determination of Mung bean (*Vingnaradiate* (L.) Wilczek) under various irrigation regimes in the dry and intermediate Zones of Srilanka. *Field Crops Research*. 6, 1-12.
- De-Mejia, E.G., Martinez-Resendiz, V., Castano-Tostado, E., Loarca-Pina G., 2003. Effect of drought on polyamine metabolism, yield, protein content and in vitro protein digestibility in tepary (*Phaseolus acutifolius*) and common (*Phaseolus vulgaris*) bean seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83, 1022-1030.

- Feibert, E.G.B., Shock, C.C., Barnum, J.M., Saunders, L.D., 1995. Effect of Penn soil and compost on onion production. OSU. Malheur Experiment Station Special Report. 947, 79-81.
- Habibzadeh, Y., Moosavi, Y., 2014. The effects of water deficit stress on protein yield of mung bean genotypes. *Peak Journal of Agricultural Science*. 2(3), 30-35.
- Harvey, J., 2000. Use of hydrogels to reduce leaf loss haster root. *Establishment Forest Research*. 45, 220-228.
- Karadavut, U., Ozdemir, S., 2001. Rhizobium aşılması ve azot uygulamasinin nohutun verim ve verimle ilgili karakterlerine etkisi. *Anadolu Kardiyoloji Dergisi-the Anatolian Journal of Renin-Angiotensin-Aldosterone System*. 11, 14-22.
- Keeney, D.R., Nelson, D.W., 1982. Nitrogen — iorganic forms. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Argonomy, Soil Science*, Madison, Wisconsin, pp 643 – 698.
- Khan, V.M., Atik Ahamad, Yadav, B.L., Irfan, M., 2017. Effect of vermicompost and biofertilizers on yield attributes and nutrient content and it's their uptake of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(6), 1045-1050.
- Khanizadeh, A., Mojaddam, M., 2015. Effect of Urea and Vermicompost on Quantitative and Qualitative Characteristics of Spring Corn in Shushtar Climate. Master thesis of Ahvaz Islamic Azad University. 9p. [In Persian].
- Kisman, A., 2003. Effects of drought stress on growth and yield of soybean. *Science Philosophy*. From <https://www.rudycr.com/PPS702-ipb/07134/kisman.htm>
- Li, X., He, J.Z., Hughes, J.M., Liu, Y.R., Zheng, Y.M., 2014. Effects of super-absorbent polymers on a soil-wheat system in the field. *Applied Soil Ecology*. 73, 58-63.
- Madani, H.M., Malbubi, A., and Amiri, M., 2015. Application of phosphor releasing bacteria in bean farming. The First National Bean Congress. Mashhad University. 404p. [In Persian].
- Majnoun Hosseini, N., 2008. *Agriculture and Legume production*, Publishing Tehran University Jahad. 283p. [In Persian].
- Manyuchi, M.M., Chitambwe, T., Muredzi, P., Kanhukamwe, Q., 2013. Continuous flow-through vermireactor for medium scale vermicomposting. *Asian Journal of Engineering and Technology*. 1, 5-9.
- Mehraban, A., Afrazeh, H., 2014. The Effect of irrigation intervals and consumption of super absorbent polymers on yield and yield components of the local mung beansinkhash region. *Advances in Environmental Biology*. 8(25), 118-121.
- Mohammadnejad, Y., Sayyedi, F., 2011. Interactive effects of supplemental irrigation and planting arrangement on yield and water use efficiency of chickpea (cv. Arman) in Gonbad. *Electronic Journal of Crop Production*. 3(4), 89-105. [In Persian with English Summary].
- Mojaddam, M., Aramideh, S., Derogar, N., 2014. The interactive effect of different levels of nitrogen and drought stress on yield and yield components of the mungbean. *International Journal of Biosciences*. 5(8), 47-53.
- Najarian, D., Fanoodi, F., Masoud Sinaki, J., Laei, G. 2016. The effect of irrigation cut tension and applying compost fertilizer on yield and yield components of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Crop Physiology Journal*. 8(29), 59-72. [In Persian with English Summary].
- Pouresmaeil, P., Habibi, D., and Mashadi Akbar Boojar, M., 2012. Yield and yield component quality of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars in response to water stress and super absorbent polymer application. *Annals of Biological Research*. 3 (12), 5701-5704.
- Raei, Y., Demaghsi, N., Seyed Sharifi, R., 2008. Effect of different levels of irrigation and plant density on grain yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.) deci type cv. Kaka. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 9(4), 371-381. [In Persian with English Summary].
- Rahimi, M.M., Hashemi, A.R., 2016. Yield and yield components of vetch (*Vigna radiata*) as affected by the use of vermicompost and phosphate bio-fertilizer. *Journal of Crop Ecophysiology*. 10(2), 529-540.
- Roshdi, M., Boyaghchi, D., Rezadoost, S., 2011. The effect of micronutrients on growth and yield of chiti bean under water deficit treatments. *Journal of Crop Production and*

- Processing. 2(5), 131-141. [In Persian with English Summary].
- Roustaie, Kh., Movahhedi Dehnavi, M., Khadem, S.A., Owliaie, H.R., 2012. Effect of different super absorbent polymer and animal manure ratios on the quantitative and qualitative characteristics of soybean under drought stress. *Journal of Crops Improvement*. 14(1), 33-42. [In Persian with English Summary].
- Roy, D.K., Singh, B.P., 2006. Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barley (*Hordeum vulgare*). *Indian Journal of Agronomy*. 51, 40-42.
- Sadeghipour, O., 2009. The influence of water stress on biomass and harvest index in three mungbean cultivars. *Asian Journal of Plant Science*. 8(3), 1-5.
- Saeedi, M., Faraji, H., Yadavi, A. R., 2015. The effect of super absorbent polymer and manure on quantitative and physiological properties of erotic beans under drought stress. Master thesis Ministry of Science, Research and Technology, Yasouj University, Faculty of Agriculture and Natural Resources. [In Persian].
- Sarwar, G., Schmeisky, H., Hussain, N., Muhammad, S., Tahir, M.A., Saleem, U., 2009. Variations in nutrient concentrations of wheat and paddy as affected by different levels of compost and chemical fertilizer in normal soil. *Pakistan Botechnology Journal*. 41(5), 2403-2410.
- Seyed Doraji, S., Gholchin, A., Ahmadi, S.H., 2010. The effects of different levels of a superabsorbent polymer and soil salinity on water holding capacity with textures of sandy, loamy and clay. *Journal of Water and Soil*. 24(2), 306-316. [In Persian with English summary].
- Shadab Niazi, P., Monaem1, R., Azadi, A., 2017. Effect of vermicompost on yield and forage quality in intercropping of maize and mung. *Journal of Agricultural Science*. 9(5), 233-240.
- Stoffella, P.J., Kahn, B.A., 2001. Compost utilization in horticulture cropping system. CRC Press Book. pp. 95-120.
- Thomas, M., Robertson, J., Ukai, S.F., Peoples, M.B., 2003. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mung bean. *Field Crop Research*. 86(1), 67-80.
- Tohidi-Moghadam, H.R., Shirani-Radl, A.H., Nour-Mohammadi, G. Habibi, D., Modarres-Sanavy, S.A.M., Mashhadi-Akbar-Boojar, M., Dolatabadian, A., 2009. Response of six oilseed rape genotypes to water stress and hyhydrogel application. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*. 39,243-250.
- Wang, W., Vinocur, B., Altman, A., 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*. 218, 1-14.
- Zhu, J.K., 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review Plant Biology*. 53, 247-316.



Original article

Investigating the effect of combination vermicompost and superabsorbent on quantitative and qualitative yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under drought stress conditions

S. Davodi¹, M. Mojaddam^{2*}, K. Payandeh³

1. M.Sc. graduated student of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2. Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

3. Department of Soil Science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Received 31 December 2018; Accepted 22 January 2019

Abstract

In order to evaluate the effect of combination vermicompost and superabsorbent on quantitative and qualitative yield of cowpea under drought stress conditions, an experiment was conducted in Khorramshahr during 2017 cropping season in a split plot arrangement based on randomized complete block design with four replications. Experimental treatments consisted of drought stress in two levels (65 and 130) mm evaporation from class A evaporation pan in main plots and the combined effect of biological fertilizer of vermicompost and superabsorbent at four levels (non-application of fertilizer (control), 5 t/ha vermicompost + 75 kg/ha superabsorbent, 5 t/ha vermicompost + 100 kg/ha superabsorbent, 5 t/ha vermicompost) in sub plots. The results showed that drought stress had a significant effect on grain yield, number of pods per plant, number of seeds per pod and protein yield. Also, the combined effect of biological fertilizer of vermicompost and superabsorbent had a significant effect on grain yield and protein yield. The highest grain yield (202.22 g/m²) was obtained from treatment with 5 tons per hectare of vermicompost + 100 kg/ha superabsorbent (which did not have a significant difference with 5 tons per hectare of vermicompost + 75 kg/ha superabsorbent) and lowest with mean 174.26 g/m² was obtained from non-application of fertilizer treatment. The interaction of drought stress and combined effect of biological fertilizer on vermicompost had a significant effect on grain yield. The highest grain yield was obtained with an average of 29.225 kg/ha of irrigation after 65 mm evaporation from the pan and 5 tons per hectare of vermicompost + 75 kg/ha superabsorbent. Finally, it can be said that the use of superabsorbent and vermicompost in addition to increasing the quality and quantity of bean pollen can play a significant role in saving water irrigation.

Keywords: Grain yield, Protein yield, Superabsorbent.

*Correspondent author: Mani Mojaddam; E-Mail: manimojaddam@yahoo.com.