تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دوازدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۸
۹۴-۸۵
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.1056.1209

بررسی تأثیر زمان محلول‌پاشی اسیدهیومیک برخصوصیات کمی و کیفی لوبیاچشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

سارا دیلمی[۱]، مانی مجدم[۲*]
۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. استادیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۰۴

چکیده

به منظور ارزیابی اثر زمان محلول‌پاشی با اسید هیومیک و رژیم‌های آبیاری بر صفات کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۵ در شهرستان حمیدیه به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء گردید. تیمارهای آزمایش شامل رژیم‌های آبیاری در سه سطح (۶۰، ۹۰ و ۱۲۰) میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی اسیدهیومیک در سه سطح (عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی در مرحله رویشی و محلول‌پاشی در مرحله گلدهی) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان که رژیم‌های آبیاری تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد پروتئین داشتند. همچنین کاربرد زمان‌های محلول‌پاشی اسید هیومیک به طور معنی‌داری عملکرد دانه و عملکرد پروتئین را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۰۰/۷ گرم در مترمربع از تیمار محلول‌پاشی در زمان رویشی و کمترین با میانگین ۱۵۵/۵ گرم در مترمربع از تیمار عدم محلول‌پاشی بدست آمد. برهمکنش رژیم‌های آبیاری و زمان‌های محلول‌پاشی اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. بیشترین عملکرد دانه به تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و تیمار محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله رویشی به میزان ۲۱۳/۱ گرم در مترمربع اختصاص یافت. در نهایت می‌توان چنین گفت که استفاده از اسید هیومیک علاوه بر افزایش در عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی، می‌تواند نقش به سزایی را در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ایفا کند.

***واژه‌های کلیدی*: تعداد دانه در غلاف، عملکرد پروتئین، عملکرد دانه**

مقدمه

لوبیا چشم بلبلی با نام علمی (*Vigna unguiculata* L.) از جمله حبوباتی است که در کشورهای گرمسیری و نیمه-گرمسیری بخصوص کشورهای آسیایی، آفریقایی و آمریکای جنوبی مورد کشت قرار می‌گیرد و به عنوان منبع تغذیه مهم به شمار می‌آید. در بین حبوبات از لحاظ سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی مقام اول متعلق به لوبیا است. آب و هوای مطلوب (تابستان‌های گرم تا معتدل) و آب کافی در مناطق زیر کشت لوبیا، خاک مرغوب با بافت رسی‌شنی و دارای عمق زیاد از دلایل عمده افزایش سطح زیر کشت آن است (Majnoun Hosseini, 2008).

آب یک عامل کلیدی در تولید محصولات زراعی است. عملکرد محصولات زراعی در بسیاری از مناطق توسط تنش‌های محیطی زنده یا غیرزنده محدود شده و به همین دلیل اختلاف قابل توجهی بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه محصولات زراعی مشاهده می‌شود. رطوبت کم در هر یک از مراحل مختلف رشد موجب کاهش جذب آب، عناصر غذایی، کاهش نقل و انتقال 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 دو

* نگارنده پاسخگو: مانی مجدم. پست الکترونیک: manimojaddam@yahoo.com

سوم مساحت ایران را در بر می‌گیرد (Azeri Nasrabadi and Attardi, 2007). آیمن و همکاران (Ayman et al., 2013) با بررسی اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی با اسید هیومیک در لوبیا چشم بلبلی نشان دادند محلول پاشی با مواد طبیعی در شرایط وجود و عدم وجود تنش خشکی باعث افزایش وزن صد دانه می‌شود اما این افزایش در شرایط وجود تنش خشکی بیشتر بود زیرا تنش در مرحله زایشی با اثر بر پر شدن دانه باعث کاهش وزن دانه شد ولی کاربرد مواد طبیعی باعث افزایش وزن دانه شد بیشترین وزن صد دانه مربوط به وضعیت تنش ۵۰ درصد غلاف‌دهی با محلول پاشی اسید هیومیک است. مدنی و همکاران (Madani et al., 2015) مشاهده کردند که وقوع تنش خشکی در مراحل گل دهی و پر شدن نیام شاخص برداشت و در نتیجه عملکرد لوبیا را به وسیله کاهش نرخ نیام انگیزی و رشد نیام کاهش داد. عموماً گزارش شده که تنش خشکی عملکرد لوبیا را از طریق کاهش وزن خشک کل گیاه و شاخص برداشت کاهش می‌دهد (Thomas et al., 2003).

محصولات کشاورزی سالم یکی از اهداف جامعه جهانی می‌باشد. کاربرد کودهای شیمیایی موجب بروز خسارت‌های سنگین زیست محیطی شده است. لذا امروزه استفاده از مواد ارگانیک، طبیعی و بهره گیری از طبیعت مورد توجه است. استفاده از کودهای طبیعی، از جمله اسید هیومیک بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد می‌تواند مؤثر باشد. لذا از هیومیک اسید بعنوان کود آلی دوستدار طبیعت نام برده می‌شود. هیومیک اسید، یک پلیمر طبیعی است که دارای موضع‌های H^+ مربوط به عامل‌های اسیدی کربوکسیل بنزوئیک و فنلی (مکانهای تبادل کاتیونی) است (Rahi et al., 2012). اسید هیومیک می‌تواند به طور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است، حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثر بخشی سیستم ریشه می‌گردد (Sabzevari and Khazaee, 2009). کایا و همکاران (Kaya et al., 2014) با بررسی تأثیر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر روی عملکرد لوبیا چشم بلبلی گزارش نمودند که محلول‌پاشی هیومیک اسید در مرحله ۶-۳ برگی به میزان قابل توجهی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در گیاه لوبیا شد. همچنین تیمار هیومیک اسید بصورت محلول پاشی باعث افزایش تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن دانه در بوته، ارتفاع بوته، شاخص برداشت و میزان پروتئین خام در دانه گردید. خضرایی (Khazraei, 2013) نشان داد که مصرف اسید هیومیک در لوبیا چشم بلبلی باعث افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در مقایسه با تیمار شاهد شد. ساکی‌نژاد و همکاران (Saki Nejad et al., 2011) در بررسی اثر اسید هیومیک بر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و عملکرد کمی و کیفی ارقام مختلف گیاه لوبیا به این نتیجه رسیدند که اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزاء عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت شد. تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات زمان محلول‌پاشی اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی تحت رژیم‌های آبیاری در منطقه حمیدیه طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۵ در شهرستان حمیدیه با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۳ متر از سطح دریا انجام گردید. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱). این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء گردید. تیمارهای آزمایش شامل رژیم‌های آبیاری در سه سطح (۶۰، ۹۰ و ۱۲۰) میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی اسید هیومیک در سه سطح (عدم محلول پاشی، محلول پاشی در مرحله رویشی، محلول-پاشی در مرحله گلدهی) در کرت‌های فرعی بودند. محلول-پاشی اسید هیومیک در زمان‌های قید شده به میزان ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام (معادل ۲ لیتر در هکتار) بود که این میزان براساس دستورالعمل استفاده برای حبوبات در نظر گرفته شد (Haghparast et al., 2012).

برای انجام عملیات خاک‌ورزی بر طبق روش مرسوم منطقه از گاوآهن 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 نهرهای اصلی آب از نهرکن پشت تراکتوری استفاده گردید و کودپاشی (پایه: ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از اوره ، ۷۰ کیلوگرم فسفر خالص از فسفات آمونیوم، ۸۰ کیلو گرم پتاسیم خالص از سولفات پتاسیم) صورت پذیرفت. 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 ۲۷ کرت تشکیل شد. هر کرت شامل ۶ خط کشت به طول ۵ متر که فاصله بین بوته‌های روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و بین کرت‌های اصلی ۱/۵ متر (دو خط نکاشت) و بین کرت‌های فرعی یک متر (یک خط نکاشت) در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در تاریخ پنجم تیر ماه ۱۳۹۵ به صورت دستی انجام پذیرفت. اولین آبیاری یک روز بعد از کشت انجام شد. بعد از مرحله چهار برگی آبیاری‌های بعدی با توجه به تیمارهای آبیاری بر اساس نقشه طرح صورت گرفت. آبیاری‌های بعدی با توجه به تشت تبخیر صورت گرفت. محلول‌پاشی اسید هیومیک در زمان‌های قید شده به میزان ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام در اوایل صبح که هوا خنک بود (ساعات ۸-۷ صبح) در مزرعه اعمال گردید. وجین علف‌های‌هرز پس از جوانه‌زنی بذور و قوی شدن ساقه گیاهان به روش دستی انجام شد.

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table1. Some physical and chemical properties of field soil

بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic carbon	هدایت الکتریکی EC	pH	نیتروژن Nitrogen	پتاسیم potassium	فسفر Phosphorus	عمق خاک Depth of soil
لومی رسی	%	dS/m		ppm	---------- $mgkg^{-1}$----------		cm
Clay loam	0.6	4.5	7.1	5.78	224	9	0-30

به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثرات حاشیه‌ایی حذف شدند و در نهایت برداشت نهایی تاریخ بیستم آبان ماه ۱۳۹۵در مساحتی معادل دو مترمربع انجام گرفت. برای اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته، ۱۰ نمونه به طور تصادفی از بین نمونه‌های برداشت شده انتخاب کرده و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد. همچنین برای بدست آوردن تعداد دانه در غلاف، ۱۰ غلاف را از کل غلاف‌ها جدا کرده و پس از جدا کردن همه دانه‌ها، آن‌ها را شمارش کرده و از تقسیم تعدد دانه بر تعداد غلاف‌ها، تعداد دانه در غلاف بدست آمد. برای اندازه‌گیری وزن صد دانه، از دانه‌های برداشت شده از هر کرت آزمایشی پنج نمونه به صورت تصادفی جدا و پس از توزین با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، میانگین نمونه‌ها به عنوان وزن صد دانه در نظر گرفته شد. همچنین با اندازه‌گیری وزن نمونه‌های برداشت شده از هر کرت عملکرد دانه برآورد گردید. برای تعیین عملکرد بیولوژیک، نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی گراد در آون قرار داده و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، به صورت درصد، محاسبه گردید. با ضرب درصد پروتئین هر تیمار در عملکرد دانه آن، عمکرد پروتئین برای هر تیمار محاسبه شد (Keeney and Nelson, 1982). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در مترمربع

تعداد غلاف در مترمربع تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی اسیدهیومیک و بر همکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین تعداد غلاف در مترمربع به تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت و تیمار محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله رویشی به میزان ۱۲۳/۲ و کمترین تعداد غلاف در مترمربع به تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تیخیر از تشت و عدم محلول‌پاشی اسیدهیومیک) به میزان ۹۱/۵ اختصاص یافت (جدول ۴). آبیاری با مصرف اسید هیومیک شرایط را برای تولید غلاف بیشتر نسبت به تیمار شاهد (عدم آبیاری و مصرف اسید-هیومیک) فراهم کرد. این نتیجه بیانگر تأثیر معنی‌دار مصرف اسید هیومیک و آبیاری بر تعداد غلاف در مترمربع می‌باشد که این تأثیر بیش از تیمارهای دیگر بود. در این تحقیق تیمار ۶۰ میلی‌متر تیخیر از تشت به علت در دسترس بودن آب

برای ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی به مقاصد زایشی تعداد غلاف در واحد سطح بیشتری را به خود اختصاص داده است. همچنین به نظر می‌رسد اسید هیومیک شرایط بهتری را برای فتوسنتز فراهم کرده و انتقال بهتر موادغذایی به غلاف را موجب شده و به این ترتیب تعداد غلاف درمترمربع افزایش یافته است. در بررسی خان و همکاران (Khan et al., 2012) نیز کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش تعداد غلاف در مترمربع شد. هابز و ایگلی (Habz and Egli, 2012) در تحقیقات خود نشان دادند که کمبود آب در ماش باعث زودرسی شده و طول دوره غلاف‌دهی را کاهش داد و منجر به کاهش تعداد غلاف در مترمربع گردید. خضرایی (Khazraei, 2013) نشان داد که کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش تعداد غلاف در بوته و نهایتا تولید بیشتر غلاف در واحد سطح در مقایسه با تیمار شاهد شد که این نتایج یافته‌های این تحقیق را تأیید نمود.

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد اما بر همکنش این دو عامل بر تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار ۶۰ میلیمتر تبخیر (۱۲) و کمترین تعداد غلاف در بوته به تیمار ۱۲۰ میلیمتر تبخیر (۱۰) اختصاص یافت (جدول ۳). گیاهانی که در مرحله گل-انگیزی تحت تنش قرار می‌گیرند به دلیل کوتاهی دوره گلدهی و عقیم شدن برخی گل‌ها، تعداد غلاف‌ها و دانه-هایشان 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 کم آبی در مرحله زایشی با خشک کردن دانه‌های گرده باعث عدم گرده‌افشانی و در نتیجه سقط گل‌ها و متعاقب آن کاهش تعداد غلاف در بوته گردید. از دیگر عوامل مؤثر بر این صفت می‌توان به کاهش طول دوره گلدهی و ریزش غلاف‌های جوان در شرایط تنش خشکی اشاره کرد. از طرفی گلدانی و رضوانی مقدم (Goldani and Rezvani Moghadam, 2007) اظهار داشتند اظهار داشتند گیاه نخود در مرحله گلدهی و تشکیل غلاف، نسبت به تنش خشکی بسیار حساس بوده و هرگونه تنش در این مراحل باعث عقیم شدن گل‌ها و

جدول ۲. میانگین مربعات صفات تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و زمان محلول‌پاشی اسید هیومیک

Table 2. Mean square of traits influenced by irrigationregimes and time foliar ofhumic acid

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد غلاف در مترمربع Pods/m2	تعداد غلاف در بوته Pods/Plant	تعداد دانه در غلاف Seeds/Pod	وزن صد دانه 100-seed Weight	عملکرد دانه Seed Yield	درصد پروتئین Protein Percentage	عملکرد پروتئین Protein Yield
تکرار Replication	2	9.6^{ns}	5.96^{ns}	0.63^{ns}	0.24^{ns}	1519.6^{ns}	0.14^{ns}	70.99^{ns}
رژیم آبیاری Irrigation (I)	2	8553.8**	9.49*	3.02*	3.2*	5896.5*	3.13*	262.66*
خطا اصلی Error (a)	4	505.9	1.52	0.42	0.33	841.1	0.36	36.26
اسید هیومیک Humic Acid (HA)	2	4105.6**	12.97*	6.87**	1.44*	13258.1**	3.92**	923.44**
اثرات متقابل I × HA	4	9215.9**	0.54^{ns}	0.58^{ns}	0.28^{ns}	1300*	0.60^{ns}	45.66^{ns}
خطا فرعی Error (b)	12	250.1	1.38	0.3	0.26	276	0.24	29.03
ضریب تغییرات (٪) CV(%)	-	*15.06*	*10.71*	*6.98*	*2.30*	*9.14*	*2.21*	*13.26*

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

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

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری × زمان محلول‌پاشی اسید هیومیک

Table 3. Mean comparison of traits under the interaction of irrigationregime×foliar spraying time humic acid

رژیم آبیاری Irrigation	اسیدهیومیک Humic acid	تعداد غلاف در مترمربع Pod/m2	عملکرد دانه Seed Yield
۶۰ میلی‌متر 60 (mm)	عدم محلول‌پاشی Non Spraying	103.36 c	200.58 b
	محلول‌پاشی در مرحله رویشی Spraying at the vegetative stage	123.18 a	213.18 a
	محلول‌پاشی در مرحله گلدهی Spraying at flowering stage	115.83 ab	206.65 ab
۹۰ میلی‌متر 90 (mm)	عدم محلول‌پاشی Non Spraying	93.1 d	172.5 d
	محلول‌پاشی در مرحله رویشی Spraying at the vegetative stage	108.57 b	186.64 c
	محلول‌پاشی در مرحله گلدهی Spraying at flowering stage	107.04 b	182.37 c
۱۲۰ میلی‌متر 120 (mm)	عدم محلول‌پاشی Non Spraying	91.55 d	142.43 f
	محلول‌پاشی در مرحله رویشی Spraying at the vegetative stage	101.77 c	169.85 d
	محلول‌پاشی در مرحله گلدهی Spraying at flowering stage	100.15 c	160.26 e

میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

Means with similar letters in each column are not significantly different

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و زمان محلول‌پاشی اسید هیومیک

Table 3. Mean comparison of traits influenced by irrigationregimes and foliar spraying time ofhumic acid

تیمارها Treatments	تعداد غلاف در مترمربع Pods/m2	تعداد غلاف در بوته Pods/Plant	تعداد دانه در غلاف Seeds/Pod	وزن صد دانه 100-seed Weight	عملکرد دانه Seed Yield	درصد پروتئین Protein %	عملکرد پروتئین Protein Yield
رژیم آبیاری (میلی‌متر تبخیر از تشتک) Irrigation (mm)							
60 (mm)	116.47 a	12 a	8.76 a	23.11 a	205.42 a	21.62 c	47.65 a
90 (mm)	103.86 b	10.95 b	7.9 b	22.38 b	179.17 b	22.16 b	39.7 b
120 (mm)	94.53 c	10.01 c	7 c	21.01 c	160.21 c	23. 2 a	34.63c
اسید هیومیک Humic Acid (HA)							
عدم محلول‌پاشی Non humic acid	92.67 b	10 b	7.08 b	21.55 b	155.52b	21.82 b	33.93 b
محلول‌پاشی در مرحله رویشی Spraying at vegetative stage	113.32 a	11.7 a	8.43 a	22.66 a	200.78 a	22.86 a	45.89a
محلول‌پاشی در مرحله گلدهی Spraying at flowering stage	108.87a	11.25 a	8.15 a	22.27 a	188.5°	22.3 a	42.03 a

میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

Means with similar letters in each column are not significantly different

عدم تکامل بذرها شده و نهایتاً وزن صد دانه را تحت تاثیر قرار می دهد. مقایسه میانگین زمان‌های محلول‌پاشی اسید هیومیک بر تعداد غلاف در بوته نشان داد (جدول۳)، که بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار محلول پاشی در مرحله رویشی (۳۵ روز پس از کاشت) (۱۱/۷) که با تیمار محلول-پاشی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد غلاف در بوته از تیمار عدم محلول‌پاشی (۱۰) بدست آمد. روند افزایشی تعداد غلاف در بوته، تحت تأثیر افزایش اسید هیومیک به خوبی بیانگر اثر مثبت این تیمار بر این صفت می‌باشد. به نظر می‌رسد اسید هیومیک شرایط بهتری را برای فتوسنتز فراهم کرده و انتقال بهتر مواد غذایی به غلاف را موجب شده و به این ترتیب تعداد غلاف در بوته افزایش یافته است. این نتایج با یافته‌های نادری و همکاران (Naderi et al., 2002) منطبق بود. نتایج تحقیقات جهان و همکاران (Jahan et al., 2012) در گیاه لوبیا مؤید آن است که محلول‌پاشی اسیدهیومیک در شرایط تنش خشکی در لوبیا توانست تعداد غلاف در بوته را به طور معنی‌داری افزایش دهد. خضرایی (Khazraei, 2013) نشان داد که مصرف اسید هیومیک باعث افزایش تعداد غلاف در بوته در مقایسه با تیمار شاهد شد که این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت داشت.

تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری در سطح احتمال یک درصد و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد اما برهمکنش این دو عامل بر تعداد دانه در غلاف تفاوت معنی-داری نداشت (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار ۶۰ میلیمتر تبخیر (۸/۷۶) و کمترین تعداد دانه در غلاف به تیمار ۱۲۰ میلیمتر تبخیر (۷) اختصاص یافت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد 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 می‌ماند و عملاً تعدادی از دانه‌ها در گیاه لوبیا سقط می‌گردد (Zhu, 2002) در این رابطه نایر و همکاران (Nayyar et al., 2006) اظهار داشتند کاهش میزان آب قابل دسترس باعث کوتاهی دوره گرده افشانی و کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود. محدودیت آب در مرحله زایشی نخود سبب ریزش گل‌ها و غلاف‌ها و کاهش تعداد دانه در بوته می‌شود مقایسه میانگین زمان‌های محلول‌پاشی اسید هیومیک بر تعداد دانه در غلاف نشان داد (جدول ۳)، که بیشترین تعداد دانه در غلاف از تیمار محلول‌پاشی در مرحله رویشی (۳۵ روز پس از کاشت) (۸/۴۳) که با تیمار محلول-پاشی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد دانه در غلاف از تیمار عدم محلول‌پاشی (۷/۰۸) بدست آمد. اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه شده و احتمالاً با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز گذاشته، محتوای غذایی (ترکیبات ذخیره‌ای بذر) محصولات کشاورزی را افزایش دهد (Delfine et al., 2005) نتایج تحقیقات جهان و همکاران (Jahan et al., 2012) مؤید آن است که محلول‌پاشی اسید هیومیک در شرایط تنش خشکی در لوبیا توانست تعداد دانه در غلاف را به طور معنی‌داری افزایش دهد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

وزن صد دانه

وزن صد دانه تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش این دو عامل بر وزن صد دانه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین وزن صد دانه مربوط به تیمار ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشت (۲۳/۱۱ گرم) و کمترین وزن صد دانه به تیمار ۱۲۰میلیمتر تبخیر از تشت (۲۱/۰۱ گرم) اختصاص یافت (جدول ۳). وقتی‌که گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد برای اینکه از اثرات تنش خشکی فرار کند اقدام به کوتاه کردن چرخه زندگی خود می-کند. این مسئله باعث کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش وزن دانه می‌شود (Thomas et al., 2003).

مقایسه میانگین زمان‌های محلول‌پاشی اسید هیومیک بر وزن صد دانه نشان داد (جدول ۳)، که بیشترین وزن صد دانه از تیمار محلول‌پاشی در مرحله رویشی (۳۵ روز پس از کاشت) با میانگین ۲۲/۶۶ گرم که با تیمار محلول‌پاشی در مرحله گلدهی و غلاف دهی تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین وزن صد دانه از تیمار عدم محلول‌پاشی با میانگین ۲۱/۵ گرم بدست آمد. صادقی‌مقدم و همکاران (Sadeghi Moghadam et al., 2013) بیان نمودند که محلول‌پاشی با اسید هیومیک در زمان گلدهی بیشترین تأثیر را بر وزن صد

دانه داشت. بهشتی و همکاران (Beheshti et al., 2016) گزارش نمودند که اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار وزن صد دانه در لوبیا شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد و رژیم‌های آبیاری و برهمکنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه به تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت و تیمار محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله رویشی به میزان ۲۱۳/۱۸ گرم در مترمربع و کمترین عملکرد دانه به تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تیخیر از تشت و عدم محلول‌پاشی اسید هیومیک) به میزان ۱۴۲/۴۳ گرم در مترمربع اختصاص یافت (جدول ۴). در بررسی حاضر تنش خشکی در مرحله گلدهی و تشکیل غلاف باعث شد تشکیل گل و غلاف در بوته کاهش یابد و وزن دانه نیز به دلیل عدم وجود رطوبت کافی در مرحله پر شدن دانه، کاهش یابد. کاهش این صفات منجر به کاهش عملکرد دانه شد. در بررسی محمدنژاد و سیدی (Mohammad Nejad and Sayyedi, 2011) نیز تنش خشکی عملکرد دانه را کاهش داد. تأمین نیاز گیاه از نظر مواد غذایی و فراهمی بهتر آب که منجر به افزایش تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف شد، عامل اصلی افزایش عملکرد دانه بود. در این رابطه ساکی نژاد و همکاران (Saki Nejad et al., 2011) گزارش نمودند که اسید هیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر فتوسنتز دارد در افزایش عملکرد نقش دارد. بررسی تأثیر اسید هیومیک بر عملکرد و جذب عناصر پرمصرف نشان داد که جذب عناصر پرمصرف و درنتیجه عملکرد لوبیا (۲۹ درصد) افزایش یافت. گاد و همکاران (Gad et al., 2012) بیان نمودند که غنی بودن اسید هیومیک از نظر مواد معدنی و آلی که برای رشد گیاه ضروری هستند و استفاده بهتر از آب قابل استفاده را می‌توان عوامل اصلی افزایش عملکرد ذکر کرد.

درصد پروتئین

درصد پروتئین تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری در سطح احتمال پنج درصد و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد اما بر همکنش این دو عامل بر درصد پروتئین تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر درصد پروتئین نشان داد که بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار ۱۲۰ میلیمتر تبخیر از تشت با میانگین ۲۳/۲ درصد و کمترین درصد پروتئین به تیمار ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشت با میانگین ۲۱/۶۲ درصد اختصاص یافت (جدول ۳). میزان قابل توجهی از ذخیره بذر در دانه لوبیا چشم بلبلی را پروتئین تشکیل می‌دهد. تولید پروتئین گیاهی از اهداف اصلی کشت لوبیا می‌باشد (Majnoun Hosseini, 2008) در شرایط تنش خشکی، جذب و تثبیت دی‌اکسیدکربن بر اثر بسته شدن نسبی روزنه‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین میزان کلی مواد پرورده برای پر شدن دانه کاهش می‌یابد. در حالی که انتقال مجدد نیتروژن از برگ‌ها به دانه کاهش نمی‌یابد و این امر سبب افزایش درصد پروتئین می‌شود. در این رابطه جلیلیان و همکاران (Jalilian et al., 2005) معتقدند که بالاتر بودن درصد پروتئین در شرایط کم‌آبیاری 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 زمان‌های محلول پاشی اسید هیومیک بر درصد پروتئین نشان داد (جدول ۳)، که بیشترین درصد پروتئین از تیمار محلول‌پاشی در مرحله رویشی (۳۵ روز پس از کاشت) با میانگین ۲۲/۸۶ درصد که با تیمار محلول‌پاشی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین درصد پروتئین از تیمار عدم محلول‌پاشی با میانگین ۲۱/۸۲ درصد بدست آمد. تأثیر مثبت محلول‌پاشی اسید هیومیک بر محتوای پروتئین دانه در پژوهش فلاح قزاآنی و همکاران (Fallah ghazaany et al., 2012) نیز مشخص شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

عملکرد پروتئین

عملکرد پروتئین تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد اما بر همکنش این دو عامل بر عملکرد پروتئین تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد پروتئین نشان داد که بیشترین عملکرد پروتئین مربوط به تیمار ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشت با میانگین ۴۷/۶۵ گرم در مترمربع و کمترین عملکرد پروتئین به تیمار ۱۲۰ میلیمتر تبخیر از تشت با میانگین ۳۴/۶۳ گرم در مترمربع اختصاص یافت (جدول ۳).

عملکرد پروتئین دانه از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین به دست می‌آید. با وجودی که درصد پروتئین در تیمار ۱۲۰ میلیمتر تبخیر از تشت بیش از دو تیمار دیگر بود اما با توجه به اینکه عملکرد دانه در دو تیمار دیگر نسبت به تیمار ۱۲۰ میلیمتر تبخیر از تشت بسیار زیاد بود، عملکرد پروتئین در تیمار ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشت بیش از تیمار تنش خشکی گردید. کاهش عملکرد پروتئین با افزایش تنش آب توسط حبیب‌زاده و موسوی (Habibzadeh and Moosavi, 2014) نیز گزارش شده است. امیری‌ده‌احمدی و همکاران (Amiri-Dehahmadi et al., 2009) گزارش کردند که اثر تنش خشکی بر عملکرد پروتئین معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین زمان‌های محلول‌پاشی اسید هیومیک بر عملکرد پروتئین نشان داد، که بیشترین عملکرد پروتئین از تیمار محلول‌پاشی در مرحله رویشی (۳۵ روز پس از کاشت) با میانگین ۴۵/۸۹ گرم در مترمربع که با تیمار محلول‌پاشی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین عملکرد پروتئین از تیمار عدم‌محلول‌پاشی با میانگین ۳۳/۹۳ گرم در مترمربع بدست آمد (جدول ۳). احتمالاً بیشتر بودن عملکرد پروتئین در تیمار محلول‌پاشی با اسید هیومیک در مرحله رویشی، افزایش دسترسی به عناصر معدنی خصوصاً عناصری همچون نیتروژن و روی تحت تأثیر کاربرد کود آلی هیومیک در گیاه بوده که باعث رشد بهتر گیاه شده همچنین منجر به افزایش نسبت پروتئین به کربوهیدرات دانه نیز شده است، بنابراین با جایگزینی منابع آلی تغذیه‌ای به جای منابع شیمیایی می‌توان محتوای پروتئین دانه و عملکرد پروتئین را افزایش داد که نتایج یافته‌های شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2015) نتایج این تحقیق را تأیید نمود. الباسیونی و همکاران (El-bassiony et al., 2010) افزایش تجمع مواد غذایی در دانه را عامل افزایش پروتئین در اثر محلول‌پاشی اسیدهیومیک در لوبیا سبز گزارش کردند.

نتیجه‌گیری کلی

درمجموع می‌توان بیان نمود که اگر چه تنش خشکی باعث کاهش کم و بیش صفات مورد بررسی گردید، اما محلول‌پاشی اسید هیومیک توانست اثرات منفی تنش خشکی را کاهش دهد. تنش خشکی، درصد پروتئین را افزایش داد. با وجود بالا بودن درصد پروتئین در تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت، عملکرد پروتئین در این تیمار به دلیل پایین بودن عملکرد دانه کمتر از دو تیمار دیگر بود. لذا به منظور دست‌یابی به حداکثر عملکرد دانه کشت لوبیا چشم‌بلبلی با رژیم آبیاری ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشت (حدودا فواصل آبیاری ۶ الی ۷ روز) با کاربرد محلول‌پاشی اسید هیومیک در مرحله رویشی پیشنهاد می‌شود.

منابع

Beheshti, S., Tadayon, A., Fallah, S.A., 2016. The effect of humic acid levels on yield and its components of bean lima (*Phaseolus lunatus* L.) under drought stress. Iranian Journal of Cereals Research. 7(2), 187-175. [In Persian with English summary].

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., Alvino, A., 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for sustainable development. 25, 183-191.

El-bassiony, A.M., Fawzy, Z.F., Abd El-Baky, M.M.H., Mahmoud, A.R., 2010. Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 6(2), 169-175.

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].

Ayman, M., Kamar, M., El-Hai, A., Khalid, M., 2013. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of cowpea cultivated in clayey soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2), 731-739.

Azeri Nasrabadi, A., 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].

Fallah Ghazaany, M., Habibi, D., Pazoki, A.R., Khavazy, K. 2012. Some strains of Azotobacter and Humic acid on auxin hormone production and yield of wheat at different nitrogen levels. Journal of Agriculture and Plant Breeding. 8(2), 97-109. [In Persian with English summary].

Gad, S.H., Ahmed, A.M., Moustafa, Y., 2012. Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield and yield components of peas (*Pisum sativum* L.). Journal of Horticultural Sciences and Ornamental Plants. 4(3), 318-328.

Goldani, M., Rezvani Moghadam, P., 2007. Effect of various moisture regimes and planting date on phonological characteristics of index Mashhad dry. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 14(1), 25-32. [In Persian with English summary].

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.

Habz, R., Egli, D., 2012. Short period of water stress during seed filling, leaf senescence and yield of mungbean. Journal of Crop Science. 43, 2083-2088.

Haghparast, M., Maleki Farahani, S., Siniqi, J. M., Zerae, Gh., 2012. Reduction of negative effects of drought stress in chickpea using humic acid and seaweed extract. Crop production under environmental stress. 4(1), 59-71. [In Persian with English summary].

Jahan, M., Sohrabi, R., Doaei, F., Amiri, M.B., 2012. Effect of super absorbent water application in soil and humic acid foliar application on some agroecological characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mashhad (Iran). Journal of Agroecology. 3(2), 71-90. [In Persian with English Summary].

Jalilian, J., Modarres Sanavy, S.A.M., Sabbaghpour, S.H., 2005. The effect of density and supplemental irrigation on yield, yield components and protein content of four chickpea (*Cicer aritinum*) cultivars under dry land condition. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 12(5), 1-9. [In Persian with English Summary].

Kaya, M., Atak, M., Khawar, Kh., Ciftei, C.Y., Ozcan, S., 2014. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of cowpea. International journal of agriculture & biology.7(6), 875-878.

Khazraei, N., 2013. The Growth response of blubbery beans to the use of humic acid and iron nanoparticles in low water conditions, Master's thesis, Islamic Azad University, Sabzevar Branch. [In Persian with English Summary].

Keeney, D.R., Nelson, D.W., 1982. Nitrogen in organic forms. PP. 643-698. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R., (eds.), Method of Soil Analysis. Part II.

Ludwig-Muller, J., 2013. Indole-3-butyric acid in plant growth and development. Plant Growth Regulation. 2(3), 219-230.

Madani, H.M., Malbubi, A., Amiri, M., 2015. Application of phosphor releasing bacteria in bean farming. First National Bean Congress. Mashhad University. 404p. [In Persian].

Majnoun Hosseini, N., 2008. Agriculture and Legume Production, Publishing Tehran University Jahad. 283p. [In Persian].

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].

Naderi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A., 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry. 34, 1527–1536.

Nasri, M., Khalatbari, M. 2011. Effect of different levels of nitrogen, potassium and zinc fertilizer on some quantitative and qualitative characteristics of green beans (*Phaseolouse vulgaris*) of Sunray genotype. Ecology of Agricultural Plants. 3(1), 93-82. [In Persian with English Summary].

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].

Rahi, A. R., Davodifard, M., Azizi, F., Habibi, D., 2012. Investigating the effects of different amounts of humic acid and studying the process of response curves in species (*Dactylis glomerata*). Journal of Agriculture and Plant

Breeding. 8(3), 15-28. [In Persian with English Summary].

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].

Sabzevari, S., Khazaee, H., 2009. Effect of spraying of different humic acid levels on growth characteristics, performance and wheat performance of pishtaz cultivars (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agricultural Ecology. 1(2), 53-63. [In Persian with English summary].

Sadeghi Moghadam, S., Moslehi, J., Armin, M., Jami Moeini, M. 2013. The effect of different levels of humic acid levels on yield and chickpea yield components of hashem varieties. National Conference on Environment and Plant Production. [In Persian].

Saki Nejad, T., Hossaini, S. M., and Hyvari, M., 2011. Calculate changes of bean germination process in the presence of various compounds of biological fertilizer humic acid mixed with micro and macro elements. Journal of American Science. 7(6), 10-14.

Shahbazi, Sh., Fateh, A., Aynband, A., 2015. Study of the effect of humic acid and vermicompost on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. Plant Products (Scientific Journal of Agriculture). 38(2), 24-33.

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.

Zhu, J.K., 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. Annual Review. Plant Biology. 53, 247-316.