

تأثیر اسید هیومیک، تراکم و آبیاری تکمیلی بر صفات کمی و کیفی نخود (*Cicer arietinum* L.) محلی نیشابور

علی نخزری مقدم^{*}، نادیا پارسا^۱، حسین صبوری^۱، سعید بختیاری^۲

۱. استادیار و دانشیار دانشگاه گنبدکاووس.

۲. کارشناس ارشد آگروکولوژی.

۳. استادیار دانشگاه آزاد واحد نیشابور.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر اسید هیومیک، تراکم و آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و درصد پروتئین نخود محلی نیشابور، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی نیشابور در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. عامل‌های مورد بررسی مشتمل بر اسید هیومیک در دو سطح شامل عدم مصرف و مصرف اسید هیومیک، تراکم در سه سطح شامل ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع و آبیاری تکمیلی در سه سطح شامل عدم آبیاری، آبیاری در مرحله گلدهی و آبیاری در مرحله تشکیل غلاف بود. اثر اسید هیومیک و تراکم بر همه صفات به جز وزن ۱۰۰ دانه و درصد پروتئین و اثر آبیاری تکمیلی بر همه صفات معنی دار شد. اثر متقابل اسید هیومیک × آبیاری تکمیلی بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد بوته، عملکرد دانه و پروتئین در هکتار و اثر متقابل تراکم × آبیاری بر تعداد دانه در بوته و عملکرد بوته معنی دار به دست آمد. مصرف اسید هیومیک همه صفات را افزایش داد. عملکرد دانه در تیمار مصرف و عدم مصرف اسید هیومیک به ترتیب ۲۲۳۴ و ۱۷۵۲ کیلوگرم در هکتار بود. افزایش تراکم اجزای عملکرد را کاهش اما عملکرد دانه و پروتئین را افزایش داد. عملکرد دانه و پروتئین در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به ترتیب ۲۲۶۴ و ۵۲۱/۴ کیلوگرم در هکتار بود. آبیاری همه صفات به جز درصد پروتئین را افزایش داد. عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری در مراحل گل‌دهی و تشکیل غلاف به ترتیب ۲۴۱۷ و ۲۳۳۰ و عملکرد پروتئین ۵۶۱ و ۵۳۱/۹ کیلوگرم در هکتار بود. در این بررسی بیشترین عملکرد دانه و پروتئین با مصرف اسید هیومیک و آبیاری در مرحله گل‌دهی با ۲۶۹۷ و ۶۳۸/۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که تفاوت معنی داری با تیمار مصرف اسید هیومیک و آبیاری در مرحله غلاف‌دهی با ۲۶۴۸ و ۶۱۵/۳ کیلوگرم در هکتار نداشت. در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع بیشترین عملکرد دانه و پروتئین به ترتیب با ۲۲۶۴ و ۵۲۱/۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: درصد پروتئین، عملکرد دانه، غلاف، وزن ۱۰۰ دانه.

مقدمه

مرحله گل‌دهی با کاهش باروری گل‌ها باعث کاهش تعداد دانه در بوته می‌شود. با افزایش دفعات آبیاری، گیاه دارای کانونی بزرگ‌تری می‌شود که قادر است مخزن زایشی بزرگ‌تری را نیز تغذیه نماید و به میزان کافی ماده خشک به آن اختصاص دهد و در نتیجه تعداد غلاف در بوته را افزایش دهد (Jalota et al., 2006). راعی و همکاران (Raei et al., 2008) با بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته بر

حبوبات از منابع مهم غذایی سرشار از پروتئین برای تغذیه انسان و دام هستند. دانه حبوبات با دارا بودن ۳۲-۱۸ درصد پروتئین در رژیم غذایی مردم به‌ویژه در تغذیه افراد کم‌درآمد، اهمیت بسیار دارند (Majnoun Hosseini, 2008). نیار و همکاران (Nayyar et al., 2006) معتقدند که زمان گل‌دهی و تشکیل غلاف حساس‌ترین مراحل دوران رشد گیاه نخود نسبت به خشکی می‌باشند و تنش خشکی در

عملکرد دانه و اجزای آن در نخود گزارش کردند که تنش خشکی تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت را تحت تأثیر قرار داد و باعث کاهش آن شد. بررسی جلیلیان و همکاران (Jalilian et al., 2005) حاکی از افزایش درصد پروتئین نخود با افزایش تنش خشکی بود. در بررسی حبیب‌زاده و موسوی (Habibzadeh and Moosavi, 2014) تأخیر در آبیاری درصد پروتئین ماش (*Vigna radiata*) را افزایش اما عملکرد پروتئین را کاهش داد. محمدنژاد و سیدی (Mohammad Nejad and Sayyedi, 2011) نیز کاهش عملکرد دانه را با اعمال تنش خشکی گزارش کردند.

طبق گزارش گلدانی و رضوانی‌مقدم (Goldani and Rezvani Moghaddam, 2007) مناسب‌ترین جمعیت گیاهی در نخود ۳۳ بوته در مترمربع است. در این تحقیق، عملکرد هر بوته با افزایش تراکم کاهش یافت. این کاهش مربوط به افزایش تعداد بوته بود که بر اساس آن عملکرد بوته با تراکم نسبت عکس داشت. در تراکم پایین اصولاً عملکرد دانه در گیاه بیش از تراکم بالا می‌باشد. در بررسی جلیلیان و همکاران (Jalilian et al., 2005) بیش‌ترین عملکرد دانه از تراکم ۳۳ بوته در مترمربع به دست آمد. نتایج بررسی راعی و همکاران (Raei et al., 2008) حاکی از بالا بودن تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد بوته و شاخص برداشت در تراکم پایین بود. بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به ترتیب از تراکم بالا با آبیاری کامل و بدون آبیاری حاصل شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اسید هیومیک در دو سطح شامل عدم مصرف و مصرف اسید هیومیک، عامل تراکم در سه سطح شامل ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع و عامل آبیاری تکمیلی در سه سطح شامل عدم آبیاری، آبیاری در مرحله گل‌دهی و آبیاری در مرحله غلاف‌دهی بود. در تیمار مصرف اسید هیومیک، بذرها به‌وسیله‌ی محلول آب‌قند ۱۰ درصد با اسید هیومیک آغشته و کشت شدند.

عملیات آماده‌سازی بستر کاشت در اوایل اسفندماه انجام شد. زمین موردنظر که آیش بود، تسطیح و سپس شخم و دو دیسک عمود بر هم زده شد. تاریخ کاشت ۲۷ اسفندماه سال ۱۳۹۱ بود. نخود مورد استفاده در این آزمایش رقم محلی نیشابور بود. کاشت بذر به‌روش دستی انجام شد. هر کرت شامل ۵ خط به طول ۴ متر، فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر، فاصله بوته روی ردیف بر اساس تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع به ترتیب ۲۰، ۱۳/۳ و ۱۰ سانتی‌متر بود. هر کرت به‌صورت جوی پشته تقریباً یکنواخت در آمد و سپس بذرها یک‌طرف پشته به عمق حدود ۳ سانتی‌متر کاشته شدند. در هر کپه سه عدد بذر کاشته شد که در مرحله ۶ برگی همراه با اولین وجین یک بوته باقی ماند و بقیه حذف شدند. در مرحله غلاف‌دهی علیه آفت غلاف‌خوار سم‌پاشی با سم دیازینون به مقدار یک لیتر در هکتار انجام شد. از هر کرت تعداد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و تعداد غلاف و دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بوته و درصد پروتئین دانه

امروزه کاربرد اسید هیومیک رو به افزایش است و اکثر اوقات اسید هیومیک به‌صورت مستقیم در خاک و یا محلول پاشی روی اندام هوایی استفاده می‌شود. اسید هیومیک از نظر مواد معدنی و آلی غنی است و هردوی این مواد برای رشد گیاه ضروری هستند در نتیجه، عملکرد کیفی و کمی گیاه در اثر استفاده از اسید هیومیک افزایش می‌یابد (Gad et al., 2012). اسید هیومیک سبب افزایش نفوذپذیری، نگهداری آب در حد ظرفیت زراعی، تبادل یون‌ها و حفظ pH بافری خاک می‌شود (Selim et al., 2010). محلول‌پاشی اسید هیومیک روی نخود سبب افزایش تعداد و وزن غلاف در بوته، کلروفیل و میزان پروتئین از طریق افزایش تجمع مواد غذایی در نخود شد (Azarpour et al., 2011). در بررسی ساکی نژاد و همکاران (Saki Nejad et al., 2011) مصرف اسید هیومیک با جذب عناصر پرمصرفی مانند فسفر و پتاسیم عملکرد دانه را در نخود افزایش داد. گد و همکاران (Gad et

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در جدول ۱ درج شده است. اثر اسید هیومیک و تراکم بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد بوته، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین در سطح یک درصد معنی دار شد. اثر آبیاری تکمیلی بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بوته، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین در سطح یک درصد و بر درصد پروتئین در سطح پنج درصد معنی دار شد.

اندازه گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه در هکتار، ردیف‌های حاشیه و نیم متر از دو طرف ردیف‌های وسط حذف و بقیه برداشت و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت در داخل اون خشک و سپس توزین شد. برای تعیین درصد پروتئین، پنج گرم دانه از هر کرت آسیاب و به صورت پودر در آمد و درصد پروتئین با استفاده از روش کجلدال تعیین شد. عملکرد پروتئین دانه از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین به دست آمد. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS Ver. 9.1.3 و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

جدول ۱. میانگین مربعات صفات تحت تأثیر اسید هیومیک، تراکم و آبیاری تکمیلی.

Table 1. Mean square of traits yield under humic acid, density and supplement irrigation.

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته Pod/Plant	تعداد دانه در بوته Seed/Plant	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed Weight	عملکرد بوته Plant Yield	عملکرد دانه Seed Yield	درصد پروتئین Protein Percentage	عملکرد پروتئین Protein Yield
تکرار Replication	2	5.45	17.8	1.46	0.13	295.4	2.75	698.1
اسید هیومیک (HA)	1	529.5**	1942**	0.65	59.07**	3145056**	11.67	229113**
تراکم (D)	2	281**	819.3**	0.15	26.62**	1851625**	3.22	85187**
آبیاری تکمیلی (SI)	2	838.3**	3111**	20.67**	126.1**	7844598**	14.92*	361508**
D × HA	2	3.49	11.04	0.39	0.73	9892	0.09	502.4
SI × HA	2	59.35*	166.9**	0.19	5.39**	191724*	0.05	12546**
SI × D	4	23.78	53.58*	0.02	1.87*	51215	0.33	2542
SI × D × HA	4	7.43	9.07	0.22	0.41	17936	0.12	1181
خطا Error	34	12.45	15.18	1.59	0.49	39405	3.35	2417
CV (%)	-	12.22	9.39	7.11	9.43	9.96	7.78	10.57

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

* and **: Significant at 5 and 1%, respectively

SI: Supplemental Irrigation D: Density HA: Humic Acid

۳۲ غلاف تولید شد که افزایش ۲۵/۷۲ درصدی را نشان می‌دهد. 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

تعداد غلاف در بوته

کم‌ترین تعداد غلاف در بوته (۲۵/۷۴) مربوط به تیمار عدم مصرف اسید هیومیک بود (جدول ۲). استفاده از اسید هیومیک باعث افزایش تعداد غلاف در بوته شد. در این تیمار

آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی باعث شد تعداد غلاف در بوته افزایش یابد و به ۳۳/۹۲ غلاف برسد. حداقل تعداد غلاف در بوته با ۲۱/۱۱ مربوط به تیمار عدم آبیاری بود (جدول ۴)؛ بنابراین، آبیاری در مرحله گل‌دهی تعداد غلاف در بوته را ۶۰/۶۸ درصد نسبت به تیمار عدم آبیاری افزایش داد. تعداد غلاف در تیمار آبیاری در زمان تشکیل غلاف ۳۱/۵۸ بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار آبیاری در زمان تشکیل گل نداشت. آبیاری در زمان گل‌دهی به تشکیل گل و غلاف بیش‌تر و در زمان تشکیل غلاف به تشکیل غلاف بیش‌تر و تداوم گل‌دهی کمک می‌کند و از ریزش گل‌ها و غلاف‌ها جلوگیری می‌کند لذا، تعداد غلاف در بوته نسبت به تیمار عدم آبیاری افزایش می‌یابد. افزایش تعداد غلاف در بوته با آبیاری توسط راعی و همکاران (Raei et al., 2008) نیز گزارش شده است.

است. در بررسی خان و همکاران (Khan et al., 2012) نیز مصرف اسید هیومیک باعث افزایش تعداد غلاف در بوته شد. افزایش تراکم تعداد غلاف در بوته را کاهش داد. تعداد غلاف در بوته در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع ۳۲/۷۷ بود. کم‌ترین تعداد غلاف در بوته با ۲۴/۸۷ به تراکم ۴۰ بوته در مترمربع تعلق داشت که حاکی از کاهش ۲۴/۱۱ درصدی تعداد غلاف در بوته نسبت به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع می‌باشد (جدول ۳). در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع تعداد غلاف در بوته ۲۸/۹۶ بود. در تراکم بالا به دلیل رقابت بیش‌تر برای جذب آب، مواد غذایی، نور و فضا گیاه انرژی بیش‌تری را صرف رشد رویشی می‌کند لذا، تولید دانه در بوته کاهش می‌یابد اما این کاهش به نسبت افزایش تعداد بوته در واحد سطح نیست. افزایش تراکم تعداد غلاف در بوته را در بررسی راعی و همکاران (Raei et al., 2008) نیز کاهش داد.

جدول ۲. مقایسه میانگین تعداد غلاف و دانه در بوته، عملکرد بوته، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین تحت تأثیر اسید هیومیک.

Table 2. Mean comparison of pod/plant, seed/plant, plant yield, seed yield and protein yield under humic acid.

	تعداد غلاف	تعداد دانه	عملکرد بوته	عملکرد دانه	عملکرد پروتئین
اسید هیومیک	در بوته	در بوته	Plant Yield (g)	Seed Yield (Kg/ha)	Protein Yield (Kg/ha)
Humic Acid (HA)	Pod/Plant	Seed/Plant			
مصرف اسید هیومیک	32 ^a	47.51 ^a	8.47 ^a	2234 ^a	530.2 ^a
HA application					
عدم مصرف اسید هیومیک	25.74 ^b	35.52 ^b	6.38 ^b	1752 ^b	400 ^b
Non Humic Acid					
LSD 5%	1.95	2.16	0.39	109.8	27.19

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability.

جدول ۳. مقایسه میانگین تعداد غلاف و دانه در بوته، عملکرد بوته، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین تحت تأثیر تراکم بوته.

Table 3. Mean comparison of pod/plant, seed/plant, plant yield, seed yield and protein yield under plant density.

	تعداد غلاف	تعداد دانه	عملکرد بوته	عملکرد دانه	عملکرد پروتئین
تراکم	Pod/Plant	Seed/Plant	Plant Yield (g)	Seed Yield (Kg/ha)	Protein Yield (Kg/ha)
Density (Plant/m ²)					
20	32.77 ^a	48.38 ^a	8.65 ^a	1639 ^c	388.4 ^c
30	28.96 ^b	41.26 ^b	7.4 ^b	2076 ^b	485.4 ^b
40	24.87 ^c	34.9 ^c	6.22 ^c	2264 ^a	521.4 ^a
LSD 5%	2.39	2.64	0.47	134.5	33.31

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability.

جدول ۴. مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بوته، درصد پروتئین، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین تحت تأثیر آبیاری تکمیلی.

Table 4. Mean comparison of pod/plant, seed/plant, 100-seed weight, plant yield, protein percentage, seed yield and protein yield under supplement irrigation.

آبیاری تکمیلی Supplementary irrigation	تعداد غلاف Pod per Plant	تعداد دانه Seed per Plant	وزن صد دانه 100-seed Weight (g)	عملکرد بوته Plant Yield (g)	پروتئین Protein (%)	عملکرد دانه Seed Yield (Kg/ha)	عملکرد پروتئین Protein Yield (Kg/ha)
عدم آبیاری (NI)	21.11 ^b	26.38 ^b	16.62 ^c	4.36 ^b	24.56 ^a	1232 ^b	302.3 ^b
گل‌دهی (IF)	33.92 ^a	50.13 ^a	17.81 ^b	8.91 ^a	23.21 ^b	2417 ^a	561 ^a
تشکیل غلاف (IPS)	31.58 ^a	48.03 ^a	18.76 ^a	9.0 ^a	22.83 ^b	2330 ^a	531.9 ^a
LSD _{5%}	2.39	2.64	0.85	0.49	1.24	134.5	33.31

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability.

NI: non irrigation; IF: Irrigation in flowering; IPS: Irrigation in Pod setting.

جدول ۵. مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد بوته، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین تحت تأثیر اسید هیومیک × آبیاری.

Table 5. Mean comparison of pod/plant, seed/plant, plant yield, seed yield and protein yield under interaction of Irrigation × humic acid.

Irrigation × Humic acid	اسید هیومیک × آبیاری	تعداد غلاف در بوته Pod per Plant	تعداد دانه Seed per Plant	عملکرد بوته Plant Yield (g)	عملکرد دانه Seed Yield (Kg/ha)	عملکرد پروتئین Protein Yield (Kg/ha)
NI × H	اسید هیومیک و عدم آبیاری	22.19 ^c	28.92 ^c	4.8 ^c	1356 ^c	337.2 ^c
IF × H	اسید هیومیک و آبیاری در گل‌دهی	37.69 ^a	57.29 ^a	10.12 ^a	2697 ^a	638.2 ^a
IPS × H	اسید هیومیک و آبیاری در غلاف‌دهی	36.12 ^a	56.32 ^a	10.48 ^a	2648 ^a	615.3 ^a
NI × NH	بدون اسید هیومیک و عدم آبیاری	20.02 ^c	23.84 ^d	3.97 ^d	1108 ^d	267.4 ^d
IF × NH	بدون اسید هیومیک و آبیاری در گل‌دهی	30.16 ^b	42.97 ^b	7.7 ^b	2136 ^b	483.9 ^b
IPS × NH	بدون اسید هیومیک و آبیاری در غلاف‌دهی	27.03 ^b	39.74 ^b	7.49 ^b	2010 ^b	448.5 ^b
	LSD _{5%}	3.38	3.73	0.67	189.9	47.05

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability.

NI: Non Irrigation; NH: Non Humic acid; H: Humic acid; IF: Irrigation at flowering stage; IPS: Irrigation at pod setting stage.

آبیاری بر تعداد غلاف در بوته می‌باشد که این تأثیر بیش از تیمارهای دیگر بود.

تعداد دانه در بوته

عدم استفاده از اسید هیومیک باعث شد تعداد دانه کم‌تری در بوته تولید شود. تعداد دانه در بوته در این تیمار ۳۵/۵۲ بود (جدول ۲). استفاده از اسید هیومیک تعداد دانه در بوته را افزایش داد و به ۴۷/۵۱ رساند که نشان‌دهنده ۳۳/۷۶ درصد افزایش نسبت به تیمار عدم استفاده از اسید هیومیک

بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته به ترتیب با ۳۷/۶۹ و ۳۶/۱۲ مربوط به تیمار استفاده از اسید هیومیک و آبیاری در زمان گل‌دهی و تشکیل غلاف بود (جدول ۵). در تیمار بدون اسید هیومیک و عدم آبیاری کم‌ترین تعداد غلاف در بوته مشاهده شد (۲۰/۰۲). آبیاری بدون مصرف اسید هیومیک و با مصرف اسید هیومیک شرایط را برای تولید غلاف بیش‌تر نسبت به تیمار عدم آبیاری و مصرف اسید هیومیک فراهم کرد. این نتیجه بیان‌گر تأثیر زیاد مصرف اسید هیومیک و

گل‌دهی سبب کاهش باروری گل‌ها، ریزش غلاف‌ها و کاهش تعداد دانه در بوته شد.

استفاده از اسید هیومیک و آبیاری در زمان تشکیل غلاف و گل باعث شد که بیش‌ترین تعداد دانه در بوته تولید شود (جدول ۵). در تیمار عدم استفاده از اسید هیومیک و عدم آبیاری، کم‌ترین تعداد دانه در بوته تولید شد. در این تیمار، تنش خشکی با کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته را کاهش داد. این اختلاف بیان‌گر تأثیر اسید هیومیک و آبیاری بر تعداد دانه در بوته می‌باشد. مصرف اسید هیومیک در تیمار بدون آبیاری باعث افزایش ۲۱/۳۱ درصدی تعداد دانه در بوته نسبت به تیمار عدم آبیاری و عدم مصرف اسید شد. به نظر می‌رسد که اسید هیومیک اثر تنش خشکی را کاهش می‌دهد.

تعداد دانه در بوته در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و آبیاری در مرحله‌ی تشکیل غلاف با ۵۹/۸۵ بیش از سایر تیمارها بود (جدول ۶).

تعداد دانه در بوته در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع و عدم آبیاری و همچنین تراکم ۴۰ بوته و آبیاری در زمان گل‌دهی به ترتیب با ۲۲/۹۸ و ۲۵/۹ کم‌تر از سایر تیمارها بود. به نظر می‌رسد افزایش تراکم که باعث تخلیه رطوبت خاک شد شرایط را برای بروز تنش خشکی فراهم کرد و تعداد دانه در بوته را کاهش داد.

می‌باشد. اسید هیومیک با تأمین و افزایش قدرت جذب مواد غذایی باعث افزایش تعداد دانه در بوته شد. در بررسی خان و همکاران (Khan et al., 2012) مصرف اسید هیومیک تعداد دانه در بوته را افزایش داد.

در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع تعداد دانه در بوته ۳۴/۹ بود که کم‌تر از دو تراکم دیگر بود. در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع تعداد دانه در بوته ۴۱/۲۶ و در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع ۴۸/۳۸ شد (جدول ۳). بالا بودن تعداد غلاف در بوته را می‌توان عامل بالا بودن تعداد دانه در بوته در تراکم پایین دانست. کاهش تعداد دانه در بوته با افزایش تراکم توسط راعی و همکاران (Raei et al., 2008) نیز گزارش شده است.

آبیاری در مرحله‌ی تشکیل گل و تشکیل غلاف، تعداد دانه در بوته را نسبت به تیمار عدم آبیاری افزایش داد (جدول ۴). این افزایش به ترتیب ۲۴/۰۵ و ۲۱/۶۵ درصد بود. کاهش تعداد غلاف در بوته عامل اصلی کاهش تعداد دانه در بوته در تیمار عدم آبیاری بود. در واقع، مناسب نبودن شرایط برای تشکیل غلاف و پر شدن دانه در تیمار عدم آبیاری منجر به کاهش تعداد دانه در بوته شد. یکی از دلایل افت تعداد دانه در بوته، کاهش میزان آب قابل‌دسترس است که باعث کوتاهی دوره‌گرده‌افشانی و کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود. محدودیت آب در مرحله‌ی زایشی نخود سبب ریزش گل‌ها و غلاف‌ها و کاهش تعداد دانه در بوته می‌شود. در بررسی نایار و همکاران (Nayyar et al., 2006) تنش خشکی در مرحله

جدول ۶. مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته و عملکرد بوته تحت تأثیر تراکم بوته و آبیاری.

Table 6. Mean comparison of seed/plant and plant yield under interaction of irrigation × density.

آبیاری	تراکم بوته	تعداد دانه	عملکرد بوته
Irrigation	Plant density (pl/m ²)	Seed/Plant	Plant Yield (g)
عدم آبیاری Non Irrigation	20	41.03 ^d	5.01 ^d
	30	40.68 ^d	4.29 ^{de}
	40	22.98 ^f	3.79 ^e
آبیاری در زمان گل‌دهی Irrigation at Flowering	20	48.03 ^c	10.62 ^a
	30	49.86 ^c	8.91 ^b
	40	25.9 ^{ef}	7.2 ^c
آبیاری در زمان تشکیل غلاف Irrigation at Pod setting	20	55.04 ^b	10.31 ^a
	30	59.85 ^a	8.99 ^b
	40	30.26 ^e	7.67 ^c
LSD 5%		4.57	0.82

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% level.

وزن ۱۰۰ دانه

وزن دانه از صفاتی است که معمولاً تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است با این وجود، شرایط محیطی از جمله آب قابل دسترس آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. آبیاری در مرحله‌ی تشکیل غلاف وزن ۱۰۰ دانه را افزایش داد و به ۱۸/۷۶ گرم رساند (جدول ۴). در تیمار عدم آبیاری، وزن ۱۰۰ دانه حداقل بود (۱۶/۶۲ گرم). این امر بیان‌گر افزایش وزن ۱۰۰ دانه در اثر آبیاری در مرحله‌ی تشکیل غلاف به میزان ۱۲/۸۸ درصد بود. در تیمار آبیاری در مرحله‌ی تشکیل گل وزن ۱۰۰ دانه ۱۷/۸۱ گرم بود. با توجه به این‌که در تیمار عدم آبیاری آب کافی در مرحله‌ی پر شدن دانه در اختیار گیاه قرار نگرفت، وزن دانه کاهش یافت. راعی و همکاران (Raei et al., 2008) معتقدند که بیش‌ترین اثر تنش خشکی بر وزن ۱۰۰ دانه در طی مرحله پر شدن دانه دیده می‌شود. وقتی که گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد برای این‌که از اثرات تنش خشکی فرار کند اقدام به کوتاه کردن چرخه زندگی خود می‌کند. این مسئله باعث کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش وزن دانه می‌شود.

عملکرد بوته

استفاده از اسید هیومیک شرایط را برای رشد بهتر فراهم کرد و با افزایش تعداد دانه در بوته عملکرد بوته را افزایش داد و به ۸/۴۷ گرم رساند در حالی‌که در تیمار عدم استفاده از اسید هیومیک عملکرد بوته ۶/۳۸ گرم بود (جدول ۲)؛ بنابراین، استفاده از اسید هیومیک باعث افزایش ۳۲/۷۶ درصدی عملکرد بوته نسبت به عدم استفاده از اسید هیومیک شد. 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 در نتیجه عملکرد نخود (۲۹ درصد) افزایش یافت (Saki et al., 2011).

افزایش تراکم عملکرد بوته را کاهش داد. در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع عملکرد بوته ۸/۶۵ گرم، در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع ۷/۴۰ گرم و در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع ۶/۲۲ گرم بود (جدول ۳). با توجه به معنی‌دار نشدن وزن دانه تحت تأثیر تراکم، کاهش تعداد دانه در بوته با افزایش تراکم باعث کاهش عملکرد بوته شد. این امر به دلیل رقابت بیش‌تر بین بوته‌ها بود. به عبارت دیگر، در تراکم کم شرایط برای رشد بهتر

و تولید بیش‌تر دانه و در نتیجه عملکرد بیشتر بوته فراهم شد اما در تراکم زیاد رقابت بین بوته‌ها باعث شد تعداد دانه در بوته و در نهایت عملکرد بوته کاهش یابد. کاهش عملکرد دانه در بوته با افزایش تراکم توسط راعی و همکاران (Raei et al., 2008) در مورد نخود گزارش شده است.

آبیاری در مرحله‌ی غلاف‌دهی و گل‌دهی عملکرد بوته را نسبت به تیمار عدم آبیاری افزایش داد و به ترتیب به ۹ و ۸/۹۱ گرم رساند (جدول ۴). آبیاری در مرحله گل‌دهی و تشکیل غلاف به تشکیل و پر شدن بهتر غلاف‌ها کمک کرد لذا عملکرد بوته افزایش یافت. در تیمار عدم آبیاری عملکرد بوته بسیار کم بود (۴/۳۶ گرم). در این تیمار، هم باروری گل‌ها کاهش یافت و غلاف کم‌تری تولید شد و هم وزن دانه کاهش یافت. عدم آبیاری عملکرد بوته را ۵۱/۴۳ درصد نسبت به آبیاری در زمان تشکیل غلاف کاهش داد. در بررسی حبیب‌زاده و موسوی (Habibzadeh and Moosavi, 2014) نیز تأخیر در آبیاری عملکرد ماش را کاهش داد.

در تیمار استفاده از اسید هیومیک و آبیاری در زمان تشکیل غلاف و گل‌دهی بیش‌ترین عملکرد بوته به ترتیب با ۱۰/۴۸ و ۱۰/۱۲ گرم تولید شد (جدول ۵). در تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و عدم آبیاری کم‌ترین عملکرد بوته مشاهده شد (۳/۹۳ گرم). مقایسه تیمارهای مصرف اسید هیومیک و عدم مصرف آن در تیمارهای آبیاری و عدم آبیاری نشان‌دهنده تأثیر مثبت اسید هیومیک بر این صفت می‌باشد. این امر می‌تواند به دلیل تأثیر مثبت اسید هیومیک در حفظ و انتقال آب به گیاه باشد. آبیاری تأثیر اسید هیومیک بر این صفت را افزایش داد. در تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و عدم آبیاری عملکرد بوته ۳/۹۳ گرم بود در حالی‌که با مصرف اسید هیومیک و عدم آبیاری به ۴/۸ گرم رسید.

در تیمارهای تراکم ۲۰ بوته در مترمربع و آبیاری در زمان گل‌دهی و تشکیل غلاف بیش‌ترین عملکرد بوته به ترتیب با ۱۰/۶۲ و ۱۰/۳۱ گرم تولید شد (جدول ۶). کم‌ترین عملکرد بوته به ترتیب با ۳/۷۹ و ۴/۲۹ گرم مربوط به تراکم ۴۰ و ۳۰ بوته در مترمربع و عدم آبیاری بود. به نظر می‌رسد بالا بودن تراکم بوته در این دو تیمار باعث تخلیه سریع‌تر رطوبت خاک شد و بروز تنش در مرحله زایشی عملکرد بوته را کاهش داد. اختلاف کم عملکرد بوته با افزایش تراکم در تیمارهای عدم آبیاری را می‌توان به عدم رشد کافی بوته‌ها در این تیمارها نسبت داد در حالی‌که در تیمارهای آبیاری شده رشد مطلوب بوته‌ها در تراکم کم باعث افزایش عملکرد شد. در بررسی راعی

استفاده از اسید هیومیک و آبیاری در زمان گل‌دهی و تشکیل غلاف عملکرد دانه را افزایش داد. در این دو تیمار عملکرد دانه به ترتیب ۲۶۹۷ و ۲۶۴۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵) درحالی‌که در تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و عدم آبیاری عملکرد دانه ۱۱۰۸ کیلوگرم در هکتار بود. تأمین نیاز گیاه از نظر مواد غذایی و فراهمی بهتر آب که منجر به افزایش تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته شد، عامل اصلی افزایش عملکرد دانه بود.

درصد پروتئین

برخلاف صفات دیگر، عدم آبیاری درصد پروتئین را افزایش داد. در این تیمار درصد پروتئین دانه ۲۴/۵۶ درصد بود (جدول ۴). در تیمارهای آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی و غلاف دهی درصد پروتئین به ترتیب ۲۳/۲۱ و ۲۲/۸۳ بود که نشان دهنده ۵/۴۸ و ۷/۰۴ درصد کاهش می‌باشد (جدول ۴). جلیلیان و همکاران (Jalilian et al., 2005) معتقدند که بالاتر بودن درصد پروتئین در شرایط کم‌آبیاری نسبت به شرایط آبیاری 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. در بررسی آنان درصد پروتئین سه رقم در شرایط دیم بیش‌تر از آبیاری تکمیلی بود.

عملکرد پروتئین

عملکرد پروتئین دانه از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین به دست می‌آید. عدم تأثیر اسید هیومیک بر درصد پروتئین باعث شد عملکرد پروتئین فقط تحت تأثیر عملکرد دانه قرار گیرد. در تیمار عدم استفاده از اسید هیومیک عملکرد پروتئین ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بود درحالی‌که استفاده از اسید هیومیک عملکرد پروتئین را به ۵۳۰/۲ کیلوگرم در هکتار رساند (جدول ۲). ال‌باسیونی و همکاران (El-bassiony et al., 2010) افزایش تجمع مواد غذایی در دانه را عامل افزایش پروتئین در اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک در نخود گزارش کردند.

با توجه به معنی‌دار نشدن اثر تراکم بر درصد پروتئین، عملکرد پروتئین در هکتار تابع عملکرد دانه بود. در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع عملکرد پروتئین در هکتار مانند عملکرد دانه بیش از سایر تیمارها بود. در این تیمار عملکرد پروتئین ۵۲۱/۴ کیلوگرم در هکتار بود درحالی‌که در تراکم ۳۰ و ۲۰

و همکاران (Raei et al., 2008) بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به ترتیب از تراکم بالا با آبیاری کامل و بدون آبیاری حاصل شد.

عملکرد دانه در هکتار

استفاده از اسید هیومیک عملکرد دانه را با تأثیر مثبت بر تعداد دانه در بوته افزایش داد. در تیمار عدم استفاده از اسید هیومیک عملکرد دانه ۱۷۵۲ کیلوگرم بود درحالی‌که استفاده از اسید هیومیک عملکرد دانه را به ۲۲۳۴ کیلوگرم در هکتار رساند (جدول ۲). غنی بودن اسید هیومیک از نظر مواد معدنی و آلی (Gad et al., 2012) که برای رشد گیاه ضروری هستند و استفاده بهتر از آب قابل‌استفاده را می‌توان عوامل اصلی افزایش عملکرد ذکر کرد.

عملکرد دانه در واحد سطح تحت تأثیر عملکرد بوته و تراکم قرار می‌گیرد. در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع باوجودی که عملکرد بوته کم بود اما عملکرد دانه در هکتار افزایش یافت و به ۲۲۶۴ کیلوگرم در هکتار رسید (جدول ۳). در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع، عملکرد دانه ۲۰۷۷ کیلوگرم و در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع ۱۶۳۹ کیلوگرم در هکتار بود. باوجودی که کاهش تراکم باعث افزایش عملکرد بوته شد اما به دلیل عملکرد پایین بوته در مقابل افزایش فضای اشغالی، عملکرد دانه در هکتار کاهش یافت. گلدانی و رضوانی‌مقدم (Goldani and Rezvani Moghaddam, 2007) مناسب‌ترین تراکم که حداکثر عملکرد نخود را تولید کرد ۳۳ بوته در مترمربع ذکر کردند.

تعداد دانه در بوته و وزن دانه عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بالا بودن این دو صفت در تیمارهای آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی و تشکیل غلاف، عملکرد دانه را افزایش داد و به ترتیب به ۲۴۱۷ و ۲۳۳۰ کیلوگرم در هکتار رساند (جدول ۴). عملکرد دانه در تیمار عدم آبیاری ۱۲۳۲ کیلوگرم در هکتار بود. 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 اما بین سطوح مختلف آبیاری تفاوتی مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری

استفاده از اسید هیومیک به دلیل اثرات مختلف فیزیولوژیکی، علاوه بر افزایش عملکرد می‌تواند در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و همچنین آلودگی محیط‌زیست نقش مثبتی را ایفا کند بنابراین، به‌عنوان ماده‌ای با منبع طبیعی می‌تواند در جهت پایداری و افزایش تولید محصولات زراعی مورد استفاده قرار گیرد. افزایش تراکم با کاهش سهم هر گیاه از آب و مواد غذایی موجود باعث رسیدگی سریع‌تر گیاه و کاهش دوره رشد می‌شود ولی کاهش تراکم باعث می‌شود گیاهان از آب و مواد غذایی بیش‌تری استفاده کنند و مدت بیش‌تری به رشد خود ادامه دهند. آبیاری در زمان گل‌دهی بیش‌ترین تأثیر را بر صفات داشت. عدم آبیاری، درصد پروتئین را افزایش داد اما آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی و غلاف‌دهی باعث کاهش درصد پروتئین شد. باوجود بالا بودن درصد پروتئین در تیمار عدم آبیاری، عملکرد پروتئین در این تیمار به دلیل پایین بودن عملکرد دانه کم‌تر از دو تیمار دیگر بود.

بوته در مترمربع، عملکرد پروتئین به ترتیب ۴۸۵/۴ و ۳۸۸/۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳).

باوجودی که درصد پروتئین در تیمار عدم آبیاری بیش از دو تیمار دیگر بود اما با توجه به این‌که عملکرد دانه در دو تیمار دیگر نسبت به تیمار عدم آبیاری بسیار زیاد بود، عملکرد پروتئین در تیمارهای آبیاری بیش از تیمار عدم آبیاری گردید. عملکرد پروتئین در تیمار عدم آبیاری ۳۰۲/۳ کیلوگرم در هکتار بود درحالی‌که در تیمارهای آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی و غلاف‌دهی به ترتیب ۵۶۱ و ۵۳۱/۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). کاهش عملکرد پروتئین با افزایش تنش آب توسط حبیب‌زاده و موسوی (۲۰۱۴) نیز گزارش شده است. در تیمار مصرف اسید هیومیک و آبیاری در زمان گل‌دهی و تشکیل غلاف عملکرد پروتئین به ترتیب به ۶۳۸/۲ و ۶۱۵/۳ کیلوگرم در هکتار رسید درحالی‌که در تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و عدم آبیاری عملکرد پروتئین ۲۶۷/۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). با توجه به معنی‌دار نشدن درصد پروتئین تحت تأثیر اثر متقابل اسید هیومیک و آبیاری تکمیلی، بالا بودن عملکرد پروتئین در دو تیمار یادشده را می‌توان به بالا بودن عملکرد دانه در این تیمارها نسبت داد.

منابع

- Azarpour, E., Khosravi Danesh, R., Mohammadi, S., Bozorgi, H.R., Moraditochae, M., 2011. Effects of nitrogen fertilizer under foliar spraying of humic acid on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata*). World Applied Sciences Journal. 13(6), 1445-1449.
- 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.
- 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 Moghaddam, P., 2007. The effects of different irrigation regims and planting dates on phenology and growth indices of three chickpea (*Cicer aritinum* L.) cultivars in Mashhad. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 14(1), 75-86. [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.
- Heidari, M., Miri, H.R., Minaei, A., 2014. Antioxidant enzymes activity and biochemical components in borage (*Borago officinalis*) response to water stress and humic acid treatment. Environmental Stress in Crop Sciences. 6(2), 159-170. [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].
- Jalota, S.K., Sood, A., Harman, W.L., 2006. Assessing the response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. *Agricultural Water Management*. 79(3), 312-320.
- Khan, A., Khan, M.Z., Hussain, F., Akhtar, M.E., Gurmani, A.R., Khan, S., 2012. Effect of humic acid on the growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*pisum sativum* L.). *Journal of Chemical Society of Pakistan*. 35(1), 206-2011.
- Majnoun Hosseini, N., 2008. Grain Legume Production. Tehran University Press. 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].
- Nayyar, H., Sigh, S., Kaur, S., Kumar, S., and upadhyaya, H.D., 2006. Differential sensitivity of macrocarpa and microcarpa types of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to water stress: Association of contracting stress response with oxidative injury. *Integrative Plant Biology*. 48(11), 1318- 1329.
- 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].
- Sakinejad, T., Hossaini, S.M., 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.
- Selim, E.M., El-neklawy, A.S., El- Ashry, S.M., 2010. Beneficial effects of humic substances on soil fertility to fertigated potato grown on sandy soil. *Libyan Agriculture Research Center Journal International*. 1(4), 255-262.