تأثیر میزان و روش مصرف تری اکانتانول بر عملکرد و اجزای عملکرد دو توده محلی نخود (*Cicer arietinum* L.)

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۵، شماره ۴، صفحات ۲۷-۱۱
(زمستان ۱۳۹۸)

علی باقرزاده چهارجویی[1]✉ و مصطفی حجتیان‌فر[2]

۱ گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، مشهد، ایران

۲ پژوهشگر ارشد، مدیر عامل شرکت زیست فناوری شب تاب و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه بیوتکنولوژی کشاورزی و به نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

✉ (مسؤول مکاتبات) abagherzadeh@mshdiau.ac.ir

چکیده به منظور بررسی تأثیر تری‌اکانتانول بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل میزان مصرف هورمون در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر، روش مصرف در دو سطح مصرف برگی و خاکی و دو توده محلی نخود (مشهد و کرمانشاه)، هر یک در ۲۴ گلدان بود. در این پژوهش صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نخود ارزیابی شد. اثر ساده نوع توده نخود، میزان و روش مصرف تری‌اکانتانول بر اکثر صفات اثر معنی‌داری نداشتند. در بررسی اثرات متقابل دوگانه میزان مصرف هورمون، روش مصرف و نوع توده نخود، تقریباً تمامی صفات به استثنای تعداد دانه در نیام (تمام اثرات متقابل دوگانه) و وزن صد دانه (اثر متقابل روش مصرف × نوع توده نخود) معنی‌دار شدند. در بررسی برهمکنش سه گانه اثرات متقابل، تمامی صفات دارای اثر معنی‌دار بودند که بیشترین عملکرد در تیمار مصرف ۱۵ میلی گرم در لیتر و روش مصرف برگی و در شرایط استفاده از توده نخود مشهد به‌دست آمد کاربرد تری‌اکانتانول با انتخاب رقم مناسب، می‌تواند عملکرد محصول را افزایش دهد.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۰

واژه‌های کلیدی

- تنظیم کننده‌ی رشد
- توده کرمانشاه
- عملکرد زیستی
- محلول‌پاشی

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

10.22034/aej.2020.682474

مقدمه نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) دومین گیاه مهم از گروه محصولات زراعی موسوم به حبوبات در جهان است و به واسطه‌ی دارا بودن میزان بالای پروتئین (۱۸ تا ۳۰٪ وزن خشک) نقش مهمی در برطرف‌کردن کمبود پروتئین دارد. نخود گیاهی است نسبتاً مقاوم به خشکی و در مناطق با بارندگی کم که مناسب کشت سایر محصولات نمی‌باشد این گیاه می‌تواند عملکرد رضایت‌بخشی داشته باشد.[۱۶] همانند سایر گیاهان زراعی، مهم‌ترین هدف تولید نخود، حصول حداکثر عملکرد و کیفیت می‌باشد. ایران با میانگین ۷۶۰/۶۶۷ هکتار سطح زیر کشت نخود، چهارمین رتبه جهان پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه را داراست. استان‌های کرمانشاه، لرستان، کردستان و آذربایجان‌غربی رتبه اول تا چهارم را از نظر سطح زیر کشت نخود در کشور را دارند. نخود در مناطق معتدل سرد از جمله کرمانشاه و لرستان در اسفند ماه و در مناطق سرد کشور مانند آذربایجان، کردستان و همدان در اواخر فروردین یا اوایل اردیبهشت ماه کشت می‌شود.[۲۲] میانگین عملکرد جهانی نخود ۸۲۰ کیلوگرم در هکتار است و ترکیه با ۹۵۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد را دارد. ایران با میانگین عملرد ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کمترین تولید در واحد سطح را دارد.[۳۱] از مهم‌ترین عوامل مؤثر در پایین بودن عملکرد نخود در کشورهای درحال توسعه و از جمله ایران می‌توان به عملکرد بالقوه پایین ارقام کنونی، به‌کارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی، اتخاذ روش‌های نامناسب تولید و وجود تنش‌های زیستی و غیرزیستی در طی فصل رشد، اشاره کرد.[۲۶] پایین بودن و بی‌ثباتی عملکرد و تولید، یکی از مهم‌ترین مسایل موجود در رابطه با کشت نخود می‌باشد. امروزه در نظام‌های کشاورزی پایدار و ارگانیک، کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است.[۱]

اصطلاح کودهای زیستی منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، گیاهی و کود سبز اطلاق نمی‌گردد بلکه ریز جانداران باکتریایی و قارچی و هورمون‌های طبیعی محرک رشد گیاه و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها از جمله مهم‌ترین کودهای زیستی محسوب می‌شوند.[۲۰] در بین چندین ماده تنظیم کننده رشد، هورمون‌های تری‌اکانتانول[1] و نفتالین‌استیک‌اسید (NAA)[2] به‌طور چشم‌گیری ریزش گل‌ها را کاهش می‌دهند و ریزش غلاف‌ها را کنترل می‌کنند و به تجمع بیشتر وزن خشک علاوه بر افزایش دادن عملکرد دانه کمک می‌کنند.[۱۱] تری‌اکانتانول با فرمول شیمیایی $CH_3(CH_2)_{28}CH_20H$ یک الکل ۳۰ کربنی اشباع شده است که به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی عمل می‌کند[۲۴] و در سال ۱۹۳۳ به عنوان یک ترکیب طبیعی از موم‌های کوتیکول سطحی گیاه یونجه کشف شد.[۶]

استفاده از تری‌اکانتانول در شرایط مزرعه باعث افزایش رشد رویشی، میزان کلروفیل، وزن خشک گیاهان مختلف، افزایش جذب مواد معدنی از خاک، باعث افزایش فعالیت هورمون‌ها و آنزیم‌های طبیعی در گیاه، افزایش مقاومت گیاه در مقابل بیماری‌ها و باعث کاهش ریزش برگ، گل و میوه می‌شود.[۳۰۶] *تانتوس و همکاران (۲۰۰۱)* دریافتند که اضافه کردن ایندول-۳- بوتریک اسید[3] به محلول تری‌اکانتانول تأثیر آن را بهبود می‌بخشد.[۳۶] *کاوس اگلو و کابر (۲۰۰۷)* در مطالعه‌ای تأثیر تنظیم کننده‌های رشد مانند جیبرلیک‌اسید، کینیتین و تری‌اکانتانول را روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه جو در شرایط تنش گرمایی را بررسی کردند و دریافتند که هورمون‌های مذکور نه تنها

[1] triacontanol
[2] naphthalene acetic acid
[3] indole-3-butyric acid

جدول ۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 1) The physical and chemical characteristics of the soil

EC (dS/m)	pH	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
3.6	7.4	25	32	43	0.17	5	99

اثرات منفی درجه حرارت را روی جوانه‌زنی بذر جو خنثی می‌کنند بلکه مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی بذر را نیز کاهش داده و باعث افزایش وزن تر و خشک گیاهچه جو می‌شوند.[۴] تأثیرپذیری هورمون تری‌اکانتانول بر رشد اندام‌های هوایی و عملکرد گیاهان مختلف مانند بادرنجبویه[۳۵]، *Bupleurum* [۱۰]، سیب[۳۶] و فلفل[۲۹] گزارش شده است. *هانگارتر و رایس (۱۹۷۸)* عنوان کردند که افزایش رشد توسط تری‌اکانتانول به دلیل جذب آب و نمو سلول نیست بلکه به خاطر افزایش در تعداد سلول است.[۱۲] *محمد و همکاران (۲۰۱۰)* دریافتند که مصرف ۲۰۰ میلی لیتر هورمون نفتالین‌استیک‌اسید در هکتار در شرایط تنش آبی و در سه مرحله ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ روز بعد از کشت نخود تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه را تا حدود ۱۲/۵، ۶/۹۸، ۹/۶، ۲/۶۱ و ۱۳/۹۸٪ به ترتیب نسبت به بدون هورمون افزایش داد.[۲۳] در تیمار مصرف هورمون تری‌اکانتانول، گیاه دارای اندام‌های رویشی و زایشی بزرگ‌تری می‌شود که قادرند مخزن زایشی بزرگ‌تری را تغذیه نموده و به میزان کافی ماده خشک را به آن اختصاص دهند که در نتیجه، عملکرد افزایش می‌یابد.[۳۴] دلیل اصلی کاهش عملکرد بیولوژیک با کاهش در میزان مصرف هورمون، کاهش رشد رویشی بوته است.[۱۳] عملکرد زیستی در میان ارقام مختلف نخود، از ۵۸ تا ۱۸۷گرم در متر مربع متغیر است.[۲۸]

مالیک و همکاران (۱۹۹۵) اظهار داشتند که حبوبات به ویژه نخود به دلیل داشتن ویژگی‌های غذایی و زراعی خاص، جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های کشاورزی کشورهای درحال توسعه دارند.[۱۹] نخود به دلیل توانایی تثبیت نیتروژن و افزایش باروری خاک و همچنین گسست چرخه‌ی زندگی بیماری‌های گندمیان، برای قرارگیری در تناوب زراعی از ارزش زیادی برخوردار است و عامل مهمی در ثبات تولید غلات به شمار می‌رود.[۳۹] مطالعه حاضر با هدف معرفی مناسب‌ترین تیمار از بین غلظت‌های مختلف هورمون تری‌اکانتانول و روش مصرف آن بر عملکرد و اجزای عملکرد دو توده محلی نخود (مشهد و کرمانشاه) صورت گرفت.

مواد و روش‌ها پژوهش حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه انجام گردید. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح مختلف میزان مصرف هورمون تری‌اکانتانول در ۴ سطح صفر (بدون هورمون)، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر، روش مصرف در دو سطح مصرف برگی و خاکی و دو توده محلی نخود (مشهد و کرمانشاه) بود. در این آزمایش وزن گلدان‌ها ۱۵ کیلوگرم و عمق آنها ۴۰ سانتی‌متر و در داخل هر گلدان سه بوته نخود با سه تکرار کشت گردید. به منظور بررسی وضعیت خاک قبل از عملیات کاشت، نمونه‌گیری از خاک صورت گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش مانکوزب به نسبت وزنی دو در هزار ضدعفونی شدند. زمان مصرف هورمون در مرحله اوایل گلدهی نخود بود. در طول دوره رشد هر سه روز یک بار آبیاری صورت گرفت و همیشه رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی نگه داشته شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیک (اواسط شهریورماه) کلیه گیاهان موجود در گلدان‌ها به تعداد ۳ بوته برداشت و عملکرد و اجزای

عملکرد نخود شامل ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری گردید. برای تجزیه آماری داده-ها از نرم‌افزار MSTAT-C و رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ ٪ استفاده شد.

نتایج و بحث اثرات میزان مصرف هورمون تری‌اکانتانول، روش مصرف هورمون و نوع توده نخود به صورت جداگانه روی ویژگی‌های نخود به شرح ذیل است:

ارتفاع بوته نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که به استثنای اثرات ساده روش مصرف و نوع توده نخود، تمام اثرات متقابل دوگانه و همچنین اثرات برهمکنش سه گانه عوامل مذکور بر ارتفاع بوته اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۲). نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع نخود در تیمار مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد که برابر با ۳۴/۴ سانتی‌متر بود. بعد از آن بیشترین ارتفاع (۳۰/۷۴ سانتی‌متر) مربوط به غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که از نظر آماری با هم اختلاف داشتند. در غلظت‌های صفر (بدون هورمون) و ۵ میلی‌گرم بر لیتر ارتفاع به ترتیب برابر با ۲۳/۷، ۲۵/۸۴ سانتی‌متر به‌دست آمد که از نظر آماری فاقد اختلاف بودند (جدول ۳). افزایش ارتفاع در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به تیمار بدون هورمون ۱/۳۱٪ بود. *هانگارتر و رایس (۱۹۷۸)* عنوان کردند که افزایش رشد و ارتفاع گیاه توسط تری‌اکانتانول به دلیل جذب آب و نمو سلول نیست بلکه به خاطر افزایش در تعداد سلول است.[۱۲] در این ارتباط *دارا و ساکسنا (۱۹۷۱)* نیز گزارش کردند که نقش بهبودکنندگی تنظیم-کننده‌های رشد مانند جیبرلیک‌اسید و و تری‌اکانتانول روی افزایش اندازه برگ و ارتفاع گیاه، ممکن است به تقسیم سریع سلولی و بزرگ شدن سلول نسبت داده شود.[۷] *آ پادهیا و همکاران (۱۹۹۳)* دریافتند که کاربرد نفتالین‌استیک اسید در مرحله ۵۰٪ گلدهی منجر به افزایش ارتفاع نخود و وزن خشک و همچنین کاهش درصد ریزش گل گردید که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه شد.[۳۷] ارتفاع نخود در روش مصرف برگی ۲۹/۹۶ و در روش مصرف خاکی ۲۷/۳۶ سانتی‌متر به‌دست آمد که فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بودند (جدول ۳). افزایش ارتفاع در تیمار مصرف برگی در مقایسه با مصرف خاکی ۸/۶۷٪ بود. یکی از خصوصیات تری‌اکانتانول این است که در صورت مصرف برگی آن تحریک پنجه‌زنی

جدول ۲) میانگین مربعات تأثیر میزان مصرف تری‌اکانتانول و روش مصرف بر عملکرد و اجزای عملکرد دو توده محلی نخود

Table 2) Mean squares of traits related to the amount of Triacontanol application, method of application on yield and yield components of two Landrace Chickpea

Source of Variation	Degrees of freedom	Mean of Square					
		Plant height	Pod No. per plant	Seed No. per pod	100 grain weight	Seed yield	Biological yield
Triacontanol application (A)	3	279.25 **	3.63 **	0.12 ns	213.63 **	61.31 **	658.63 **
Method of application (B)	1	81.12 ns	2.08 ns	0.067 ns	25.23 ns	23.66 **	70.08 ns
Chickpea landrace (C)	1	44.46 ns	2.08 ns	0.03 ns	20.54 ns	24.79 ns	105.02 ns
A×B	3	6.02 *	1.64 **	0.13 ns	0.63 **	4.42 **	28.94 **
A×C	3	4.13 **	0.97 **	0.18 ns	7.40 **	10.63 **	14.46 **
B×C	1	21.06 **	4.08 **	0.013 ns	0.24 ns	0.28 **	31.36 **
A×B×C	3	1.80 **	0.97 **	0.075 **	2.78 **	2.26 **	13.05 **
Error	32	1.62	0.93	0.067	1.32	1.55	2.64
C.V (%)	--	4.45	18.30	14.53	3.92	9.32	0.90

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ ns: not significant, *, and ** significant at 5% and 1%, respectively

جدول ۳) مقایسه میانگین میزان مصرف تری‌اکانتانول و روش مصرف بر عملکرد و اجزای عملکرد دو توده محلی نخود

Table 3) Comparison of the mean of traits related to the amount of Triacontanol application and method of application on yield and yield components of two Landrace Chickpea

Treatments	Plant height (cm)	Pod No. per plant	Seed No. per pod	100 grain weight (g)	Seed yield per pot (g)	Biological yield per pot (g)
Triacontanol application (mg/l)						
0	23.7 c	4.58 b	1.97 b	25.67 c	10.55 c	172.18 b
5	25.84 c	5.25 a	1.75 a	26.64 c	13.57 b	181.02 a
10	30.74 b	5.41 a	1.7 a	30.26 b	13.35 b	184.58 a
15	34.4 a	5.91 a	1.7 a	34.98 a	16.09 a	189.8 a
Method of application						
Foliar application	29.96 a	5.5 a	1.81 a	30.11 a	16.04 a	183.1 a
Soil application	27.36 a	5.07 a	1.74 a	28.66 a	12.66 b	180.6 a
Chickpea landrace						
Kermanshah landrace	27.75 a	5.08 a	1.75 a	28.73 a	12.5 a	180.41 a
Mashhad landrace	29.62 a	5.5 a	1.8 a	30.03 a	14.08 a	183.4 a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

The mean of the same letters in each column has no significant difference at the 5% probability level

و شاخه‌دهی در گیاه و افزایش ارتفاع صورت می‌گیرد.[۱۷] *چن و همکاران (۲۰۰۲)* گزارش کردند که کاربرد برگی تری‌اکانتانول ارتفاع رشد و عملکرد برنج را افزایش داد.[۵] *رایس و استیوته (۱۹۸۵)* با کاربرد تری‌اکانتانول در مزرعه متوجه افزایش ارتفاع، میزان کلروفیل و وزن خشک گیاهان مختلف شد.[۳۰] ارتفاع در دو توده مشهد و کرمانشاهی به ترتیب برابر با ۲۹/۶۲ و ۲۷/۷۵ سانتی‌متر به‌دست آمد که برتری ۱/۳۶٪ توده مشهد را به همراه داشت اما این برتری فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). *کانونی و همکاران (۲۰۰۲)* در مطالعه‌ای اعلام کردند که تأثیر صفاتی چون تعداد شاخه‌های ثانویه، وزن صد دانه و ارتفاع بوته بر عملکرد دانه مثبت و قابل توجه می‌باشد.[۱۵]

در بررسی اثر متقابل میزان مصرف × روش مصرف، بیشترین و کمترین ارتفاع نخود به ترتیب در دو تیمار مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی برابر با ۳۵/۸۸ سانتی‌متر و ۲۱/۴۸ سانتی‌متر در دو تیمار صفر و شرایط مصرف خاکی به دست آمد که تفاوت این دو تیمار بیش از ۱/۶۷ برابر بود (جدول ۴) که این موضوع معنی‌داری میزان مصرف هورمون روی ارتفاع را نیز تأیید می‌نماید. در بررسی اثر متقابل میزان مصرف × نوع توده نخود، بیشترین ارتفاع نخود در دو تیمار مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و توده مشهد به دست آمد که برابر با ۳۵/۱۷ سانتی‌متر به‌دست آمد و کمترین آن به میزان ۲۲/۷۳ سانتی‌متر در دو تیمار صفر و در شرایط استفاده از توده کرمانشاهی نخود به دست آمد که تفاوت این دو تیمار بیش از ۱/۵ برابر بود (جدول ۵). در بررسی اثر متقابل روش مصرف × نوع توده نخود، بیشترین ارتفاع نخود در دو تیمار مصرف برگی و توده مشهد به‌دست آمد که برابر با ۳۱/۵۹ سانتی-متر به دست آمد و کمترین آن به میزان ۲۷/۰۶ سانتی‌متر در دو تیمار مصرف خاکی و توده کرمانشاهی نخود دیده شد که با هم دارای اختلاف آماری بودند که ارتفاع نخود در تیمار مصرف برگی و توده مشهد ۱۴/۳۳٪ نسبت به تیمار مصرف خاکی و توده کرمانشاهی نخود افزایش یافت (جدول ۶). نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد برهمکنش میزان مصرف × روش مصرف × نوع توده نخود اثر معنی-داری بر ارتفاع بوته داشتند (جدول ۲). در بررسی اثر متقابل میزان مصرف × روش مصرف × نوع توده نخود، بیشترین ارتفاع نخود در میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر

جدول ۴) مقایسه میانگین اثرات متقابل میزان مصرف تری‌اکانتانول × روش مصرف بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 4) Comparison of the mean of traits interaction between amount of Triacontanol application × method of application on yield and yield components of Chickpea

Triacontanol application (mg/l)	Method of application	Plant height (cm)	Pod No. per plant	Seed No. per plant	100 grain weight (g)	Seed yield per pot (g)	Biological yield per pot (g)
0	Foliar application	25.90 d	4.70 ab	1.96 a	26.63 cd	11.12 d	175.65 d
	Soil application	21.48 e	4.5 b	1.98 a	24.72 d	10.00 d	168.72 e
5	Foliar application	26.73 d	5.00 ab	1.70 a	27.52 c	13.40 bc	181.70 c
	Soil application	24.95 d	5.50 ab	1.83 a	25.77 cd	13.55 bc	180.28 c
10	Foliar application	31.35 bc	5.83 ab	1.78 a	30.87 b	14.70 b	184.5 b
	Soil application	30.13 c	5.00 ab	1.60 a	29.70 b	12.00 cd	184.70 b
15	Foliar application	35.88 a	6.5 a	1.85 a	35.45 a	17.08 a	190.50 a
	Soil application	32.90 b	5.33 ab	1.55 a	34.52 a	15.10 ab	189.08 a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

The mean of the same letters in each column has no significant difference at the 5% probability level

و مصرف برگی و توده مشهد نخود برابر با ۳۷/۵۳ سانتی‌متر به دست آمد و کمترین آن به میزان ۲۱/۴۰ سانتی‌متر در تیمار صفر و مصرف خاکی و توده مشهد نخود دیده شد و ارتفاع نخود در تیمار میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی و توده مشهد نخود ۴۲/۹۷٪ نسبت به تیمار صفر و مصرف خاکی و توده مشهد نخود افزایش نشان داد (جدول ۷).

تعداد نیام در بوته به استثنای اثر ساده میزان مصرف، روش مصرف و نوع توده نخود بر تعداد نیام در بوته اثر معنی‌داری نداشتند اما اثرات متقابل دوگانه عوامل مذکور و همچنین اثرات برهمکنش سه گانه بر تعداد نیام در بوته اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۲). بیشترین تعداد نیام در بوته (۵/۹۱) مربوط به غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر بود و کمترین آن (۴/۵۸) نیام در تیمار صفر به‌دست آمد که از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول ۳). در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر تعداد نیام به ترتیب ۵/۲۵ و ۵/۴۱ در بوته ثبت شد که با یکدیگر اختلاف آماری نداشتند. تعداد نیام در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با تیمار صفر با افزایش ۲۲/۵٪ همراه بود که این اهمیت مصرف مواد آلی و طبیعی در گیاهان را تایید می‌کند که گیاه می‌تواند از مزایای این قبیل از مواد استفاده نماید. از مزایای مصرف هورمون تری‌اکانتانول می‌توان به کاهش ریزش غلاف‌ها و شکل‌گیری یکنواخت غلاف‌ها اشاره کرد.[۳۰،۶] *پارسا و همکاران (۲۰۱۱)* گزارش کردند که تعداد نیام در بوته در بین ژنوتیپ‌های مختلف از ۴ تا ۳۳ عدد نیام متغیر است.[۲۸] تعداد نیام در روش مصرف برگی ۵/۵ به‌دست آمد و در روش مصرف خاکی هورمون، تعداد نیام در بوته ۵/۰۷ ثبت شد که با هم فاقد اختلاف آماری بودند (جدول ۳). *دی‌واسناپاتی و همکاران (۱۹۸۷)* گزارش کردند که تعداد غلاف‌ها در گیاه بادام‌زمینی با محلول‌پاشی ۴۰ میلی‌گرم نفتالین‌استیک‌اسید روی اندام‌های هوایی در دو مرحله ۴۵ و ۵۵ روز بعد از کاشت افزایش معنی‌داری یافت[۹] که با نتایج این پژوهش همخوانی ندارد. هرچند که توده محلی مشهد از نظر تعداد نیام در بوته دارای برتری اندکی نسبت به توده محلی کرمانشاهی بود ولی تفاوت آنها از نظر آماری معنی‌دار نشد. تعداد نیام در بوته در دو توده مشهد و کرمانشاهی به ترتیب برابر با ۵/۵ و ۵/۰۸ به‌دست آمد (جدول ۳). *جهانسوز و همکاران (۲۰۰۴)* روابط بین صفات مختلف زراعی در ارقام نخود سیاه و سفید را مطالعه و گزارش کردند که وزن صد دانه و تعداد کل دانه بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد این دو نوع توده نخود داشتند.[۱۴] بین میانگین‌های اثر متقابل اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۵) مقایسه میانگین اثرات متقابل میزان مصرف تری‌اکانتانول × توده محلی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 5) Comparison of the mean of traits interaction between amount of Triacontanol application × Chickpea landrace on yield and yield components of Chickpea

Triacontanol application (mg/l)	Chickpea landrace	Plant height (cm)	Pod No. per plant	Seed No. per plant	100 grain weight (g)	Seed yield per pot (g)	Biological yield per pot (g)
0	Kermanshah landrace	22.73 d	4.50 b	2.08 a	25.73 d	10.73 d	169.33 e
	Mashhad landrace	24.65 d	4.67 ab	1.87 a	25.62 d	10.38 d	175.03 d
5	Kermanshah landrace	24.08 d	5.17 ab	1.77 a	26.30 d	13.21 c	180.80 c
	Mashhad landrace	27.6 c	5.33 ab	1.73 a	26.98 cd	13.73 b	181.25 c
10	Kermanshah landrace	30.38 b	5.17 ab	1.65 a	28.50 c	11.33 cd	182.88 c
	Mashhad landrace	31.10 b	5.70 ab	1.73 a	32.03 b	15.33 ab	186.28 b
15	Kermanshah landrace	33.62 a	5.33 ab	1.52 a	34.42 a	15.30 ab	188.65 ab
	Mashhad landrace	35.17 a	6.50 a	1.88 a	35.55 a	16.88 a	190.93 a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

The mean of the same letters in each column has no significant difference at the 5% probability leve

بیشترین تعداد نیام در بوته در میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و در شرایط مصرف برگی به دست آمد که برابر با ۶/۵ نیام در بوته بود. از سوی دیگر کمترین تعداد نیام به میزان ۴/۵ در تیمار صفر و در شرایط مصرف خاکی به ثبت رسید (جدول ۴). که این موضوع بیانگر افزایش نسبی تعداد شاخه‌های جانبی در اثر مصرف بالا و روش مصرف است که نهایتاً منجر به افزایش تعداد نیام در بوته می‌شود. در بررسی نتایج مقایسات میانگین، اثر متقابل میزان مصرف × نوع توده نخود بر تعداد نیام در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). این امر بیانگر تفاوت در نوع توده‌های نخود در غلظت‌های مختلف هورمون است. بیشترین تعداد نیام در بوته در تیمار میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و توده مشهد به‌دست آمد که برابر با ۶/۵ نیام در بوته بود. از سوی دیگر کمترین تعداد نیام به میزان ۴/۵ در تیمار بدون هورمون و توده کرمانشاهی نخود به ثبت رسید (جدول ۵) که بیانگر افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در غلظت‌های بالا و نوع توده نخود است که نهایتاً منجر به افزایش تعداد نیام در بوته می‌شود. اثر متقابل روش مصرف × نوع توده نخود بر تعداد نیام در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). این امر بیانگر شدت متفاوت روش مصرف در نوع توده‌های مختلف نخود است. بیشترین تعداد نیام در بوته در تیمار روش مصرف برگی و توده مشهد به دست آمد که برابر با ۶/۰۰ نیام در بوته بود. از سوی دیگر کمترین تعداد نیام به میزان ۴/۷۹ در تیمار مصرف برگی و توده کرمانشاهی نخود به ثبت رسید. در تیمار مصرف خاکی در توده کرمانشاهی و مشهد تعداد نیام در بوته به ترتیب برابر با ۵/۱۶ و ۵ به دست آمد (جدول ۶). که این موضوع بیانگر افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در روش مصرف برگی و توده مشهد و توده کرمانشاهی نخود است که نهایتاً منجر به افزایش تعداد نیام در بوته می‌شود. برهمکنش میزان مصرف × روش مصرف × نوع توده نخود بر تعداد نیام در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). این امر بیانگر تفاوت میزان مصرف هورمون در روش مصرف برگی و خاکی در نوع توده‌های مختلف نخود است. بیشترین تعداد نیام در بوته در تیمار میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی و توده مشهد نخود دیده شد که برابر با ۷/۰۰ نیام در بوته بود. از سوی دیگر کمترین تعداد نیام به میزان ۴/۰۰ در تیمار صفر و مصرف خاکی و توده مشهد به ثبت رسید (جدول ۷).

تعداد دانه در نیام هیچ کدام از اثرات ساده میزان مصرف، روش مصرف و نوع توده نخود و همچنین اثرات متقابل دوگانه عوامل مذکور تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در نیام نداشتند اما اثرات برهمکنش سه گانه آن‌ها بر تعداد دانه در نیام معنی‌دار شد

جدول ۶) مقایسه میانگین اثرات متقابل روش مصرف تری‌اکانتانول × توده محلی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 6) Comparison of the mean of traits interaction between method of Triacontanol application × chickpea landrace on yield and yield components of Chickpea

Method of application	Chickpea landrace	Plant height (cm)	Pod No. per plant	Seed No. per plant	100 grain weight (g)	Seed yield per pot (g)	Biological yield per pot (g)
Foliar application	Kermanshah landrace	28.34 b	4.79 b	1.77 a	29.38 a	13.42 ab	180.81 b
	Mashhad landrace	31.59 a	6.00 a	1.85 a	30.84 a	14.71 a	185.39 a
Soil application	Kermanshah landrace	27.06 b	5.16 ab	1.73 a	28.08 a	11.86 b	180.02 b
	Mashhad landrace	27.70 b	5.00 ab	1.74 a	29.24 a	13.45 ab	181.36 b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

The mean of the same letters in each column has no significant difference at the 5% probability leve

(جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در نیام (۱/۹۷) مربوط به تیمار صفر هورمون بود و کمترین آن (۱/۷) در غلظت‌های ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد (جدول ۳). در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر تعداد دانه در نیام ۱/۷۵ ثبت شد که با سایر مقادیر به دست آمده در غلظت‌های مختلف، فاقد اختلاف آماری بودند (جدول ۳). تری-اکانتانول باعث افزایش فتوسنتز و متابولیسم گیاهی می‌گردد. تولید جوانه‌های گل و باردهی را تحریک می‌کند. باعث رشد برگ‌ها و سیستم ریشه‌دهی گیاهان می-شود. افزایش مقاومت گیاه را در مقابل بیماری‌ها شده و مقاومت گیاه را در شرایط کمبود مواد غذایی بالا می‌برد.[۳۰،۶] *پارسا و همکاران (۲۰۱۱)* گزارش کردند که تعداد دانه در نیام در بین ژنوتیپ‌های مختلف نخود از ۱ تا ۲/۵ دانه متغیر است.[۲۸] *تانتوس و همکاران (۲۰۰۱)* دریافتند که اضافه کردن ایندول-۳- بوتریک اسید به محلول تری‌اکانتانول تأثیر آن را بهبود می‌بخشد.[۳۶] *رایس و استیوته (۱۹۸۵)* با کاربرد تری‌اکاننانول در مزرعه، متوجه افزایش رشد رویشی، میزان کلروفیل و تعداد دانه در نیام شد.[۳۰] تری‌اکانتانول می‌تواند اثرات تنش شوری در گیاهان را کاهش دهد. *کرشنان و کوماری (۲۰۰۸)* گزارش کردند که کاربرد برگی تری‌اکانتانول در سویا توانست درصد کاهش سطح برگ ویژه و تعداد دانه در نیام را به ترتیب در شرایط شوری از ۲۹/۶ به ۸/۹٪ و ۶۳/۵ به ۲۵/۴٪ کاهش دهد.[۱۷] تعداد دانه در نیام به طور میانگین در روش مصرف برگی و روش خاکی به ترتیب برابر با ۱/۸۱ و ۱/۷۴ به دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد تعداد دانه در نیام تقریباً در ارقام اصلاح شده نخود صفت ثابتی باشد و کمتر تحت تأثیر عوامل به‌زراعی قرار می‌گیرد و بیشتر وزن دانه است که تحت تأثیر عوامل مدیریتی مانند تغذیه گیاه زراعی قرار می‌گیرد. با بررسی نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها تعداد دانه در نیام برای توده مشهد برابر با ۱/۸ و برای توده کرمانشاه برابر با ۱/۷۵ به ثبت رسید (جدول ۳).

اثرات متقابل میزان مصرف × روش مصرف، میزان مصرف × نوع توده نخود، روش مصرف × نوع توده نخود بر تعداد دانه در نیام معنی‌دار نشدند (جدول ۲). برهمکنش متقابل میزان مصرف × روش مصرف × نوع توده نخود روی تعداد دانه در نیام معنی‌دار شد (جدول ۲). همان طور که در جدول ۷ ملاحظه می‌شود مقایسه میانگین‌های اثر متقابل میزان مصرف × روش مصرف × نوع توده نخود بر تعداد دانه در نیام تحت تأثیر قرار گرفته است و اعداد به دست آمده با هم دارای اختلاف آماری هستند که این موضوع حاکی از اختلاف کم اما معنی‌دار میان تیمارها بوده که بیانگر تأثیر تمام عوامل مورد آزمایش (میزان مصرف × روش مصرف × نوع توده نخود) در این پژوهش به صورت توام در کنار یکدیگر و تأثیر آن‌ها بر روی تعداد دانه در نیام می‌باشد.

وزن صد دانه به استثنای اثر ساده میزان مصرف، روش مصرف و نوع توده نخود بر تعداد نیام در بوته اثر معنی‌داری نداشتند و همچنین به‌غیر از اثرات متقابل دوگانه روش

جدول ۷) مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه میزان مصرف تری‌اکانتانول × روش مصرف × توده محلی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 7) Comparison of the mean of triple interaction between amount of Triacontanol application × method of application ×chickpea landrace on yield and yield components of Chickpea

Triacontanol application (mg/l)	Method of application	Chickpea landrace	Plant height (cm)	Pod No. per plant	Seed No. per plant	100 grain weight (g)	Seed yield per pot (g)	Biological yield per pot (g)
(Control) 0	Foliar application	Kermanshah landrace	23.90 h-j	4.33 cd	2.16 a	26.96 d-f	11.83 b-d	171.46 f
		Mashhad landrace	27.90 fg	5.00 b-d	1.76 a-d	26.30 e-g	10.40 cd	179.83 e
	Soil application	Kermanshah landrace	21.57 j	5.00 b-d	2.00 a-c	24.50 g	9.63 d	167.20 g
		Mashhad landrace	21.40 j	4.00 d	1.96 a-c	24.93 fg	10.36 cd	170.23 fg
5	Foliar application	Kermanshah landrace	24.40 hi	4.33 cd	1.60 b-d	26.43 e-g	13.10 b	181.33 de
		Mashhad landrace	29.06 ed	5.70 a-d	1.73 a-d	28.60 d	13.70 b	182.20 de
	Soil application	Kermanshah landrace	23.76 ij	6.00 a-c	1.93 a-d	26.17 e-g	13.33 b	180.26 de
		Mashhad landrace	26.13 gh	5.00 b-d	1.73 a-d	25.36 fg	13.33 b	180.30 de
10	Foliar application	Kermanshah landrace	30.83 c-e	5.33 a-d	1.73 a-d	29.00 d	12.20 bc	183.10 d
		Mashhad landrace	31.86 cd	6.33 ab	1.83 a-d	32.73 bc	17.13 a	185.90 c
	Soil application	Kermanshah landrace	29.93 d-f	5.00 b-d	1.56 cd	28.00 de	10.46 cd	182.70 de
		Mashhad landrace	30.33 de	5.00 b-d	1.63 b-d	31.33 c	13.53 b	186.70 c
15	Foliar application	Kermanshah landrace	34.23 b	6.00 a-c	1.60 b-d	35.16 a	16.56 a	187.36 bc
		Mashhad landrace	37.53 a	7.00 a	2.10 ab	35.73 a	17.60 a	193.63 a
	Soil application	Kermanshah landrace	33.00 bc	4.75 b-d	1.43 d	33.66 ab	14.03 b	189.93 b
		Mashhad landrace	32.80 bc	6.00 a-c	1.66 b-d	35.26 a	16.17 a	188.23 bc

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

The mean of the same letters in each column has no significant difference at the 5% probability level

مصرف × نوع توده نخود، مابقی اثرات متقابل دوگانه و همچنین اثرات برهمکنش سه گانه بر تعداد نیام در بوته تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۲). بیشترین وزن صد دانه نخود در تیمار مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد که برابر با ۳۴/۹۸ گرم بود. در غلظت‌های صفر، ۵، و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر وزن صددانه به ترتیب برابر با ۲۵/۶۷، ۲۶/۶۴ و ۳۰/۲۶ گرم به‌دست آمد (جدول ۳). در بین اجزای عملکرد گیاهان، وزن صددانه و وزن هزاردانه از ثبات بیشتری برخوردار هستند. وزن صددانه نخود خصوصیت تقریباً ثابتی است که تغییرات آن عمدتاً به ژنوتیپ گیاه وابسته است.[۲۷] *بنگلا و همکاران (۱۹۸۳)* افزایش وزن غلاف و صددانه نخود را با مصرف برگی نفتالین‌اسیداستیک به میزان ۵۰–۲۵ میلی‌گرم بر لیتر در مرحله شروع گل‌دهی را گزارش کردند.[۲] *مرلو و همکاران (۱۹۸۷)* گزارش کردند که مصرف NAA و جیبرلیک‌اسید در مرحله گل‌دهی منجر به افزایش تعداد شاخه‌ها و میانگین وزن غلاف‌های سویا گردید.[۲۱] *دئور و همکاران (۱۹۸۹)* تعداد دانه و تعداد غلاف در بوته را مهم‌ترین اجزای عملکرد نخود گزارش نمودند.[۸] *پارسا و همکاران (۲۰۱۱)* در مطالعه‌ای دریافتند که وزن صددانه در بین ژنوتیپ‌های مختلف نخود از ۱۳ تا ۴۵ گرم متغیر است.[۲۸] *محمد و همکاران (۲۰۱۰)* دریافتند که مصرف ۲۰۰ میلی‌لیتر هورمون نفتالین‌استیک‌اسید در هکتار در شرایط تنش آبی و در سه مرحله ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ روز بعد از کشت نخود، وزن صد دانه

نخود را ۹/۶٪ نسبت به تیمار بدون هورمون افزایش داد.[۲۳] در آزمایش حاضر افزایش وزن صددانه در تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با تیمار عدم مصرف هورمون ۲۶/۶۱٪ بود. به نظر می‌رسد مصرف کردن هورمون تری‌اکانتانول افزایش فتوسنتز گیاه، افزایش فعالیت هورمون‌ها و آنزیم‌های طبیعی در گیاه و انتقال مواد فتوسنتری در اواخر دوره رشد به دانه‌ها را در پی داشته باشد که این مهم‌ترین دلیل برای افزایش وزن صد دانه نخود در اثر مصرف این هورمون می‌تواند باشد. همچنین افزایش وزن غلاف و دانه توسط هورمون تری‌اکانتانول می‌تواند به دلیل به تاخیر انداختن پیری توسط این هورمون باشد که در پر کردن غلاف و دانه سهیم است.[۳۸] وزن صد دانه نخود در روش مصرف برگی و خاکی به ترتیب برابر با ۳۰/۱۱ و ۲۸/۶۶ گرم به دست آمد که وزن صد دانه در روش برگی نسبت به روش خاکی با افزایش ۴/۸۲٪ همراه بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۳). *بنگلا و همکاران (۱۹۸۳)* گزارش کردند که وزن صد دانه و وزن غلاف نخود در اثر کاربرد برگی هورمون نفتالین‌استیک‌اسید به میزان ۵۰–۲۵ میلی‌گرم بر لیتر در مرحله شروع گل‌دهی افزایش یافت.[۲] همچنین وزن صد دانه بادام‌زمینی (۴۰ و ۵۰ روز بعد از کاشت) توسط هورمون نفتالین‌استیک‌اسید افزایش یافت.[۳۳] وزن صد دانه در دو توده مشهد و کرمانشاه به ترتیب برابر با ۳۰/۰۳ و ۲۸/۷۳ گرم به دست آمد (جدول ۳). در بررسی اثر متقابل میزان مصرف × روش مصرف هورمون بر وزن صد دانه نخود بیشترین مقدار ثبت شده به میزان ۳۵/۴۵ گرم مربوط به تیمار مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی بود و کمترین آن (۲۴/۷۲ گرم) مربوط به تیمار صفر و در شرایط مصرف خاکی هورمون بود که اختلاف آنها تقریباً ۱/۵ برابر بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و روش مصرف برگی به طور مثبتی وزن تک بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و به تبع آن عملکرد دانه نخود را تحت تأثیر قرار داده است. در بررسی اثر متقابل میزان مصرف هورمون × نوع توده نخود بر وزن صد دانه نخود بیشترین مقدار ثبت شده به میزان ۳۵/۵۵ گرم مربوط به تیمار مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و توده مشهد بود و کمترین آن (۲۵/۶۲ گرم) مربوط به تیمار صفر و در شرایط استفاده از توده مشهد بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و توده مشهد به طور مثبتی خصوصیت گیاهی نظیر وزن تک بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و به تبع آن عملکرد دانه نخود را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در بررسی اثر متقابل روش مصرف هورمون × نوع توده نخود بر وزن صد دانه بیشترین مقدار ثبت شده به میزان ۳۰/۸۴ گرم مربوط به تیمار مصرف برگی و توده مشهد بود و کمترین آن (۲۸/۰۸ گرم) مربوط به تیمار خاکی و در شرایط استفاده از توده کرمانشاهی بود که با هم از نظر آماری فاقد اختلاف بودند (جدول ۶). در دو تیمار مصرف برگی و توده کرمانشاهی و مصرف خاکی و توده مشهد عملکرد به ترتیب ۲۹/۳۸ و ۲۹/۲۴ گرم در گلدان به دست آمد که در مقایسه با یکدیگر فاقد اختلاف آماری بودند (جدول ۶). نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد برهمکنش میزان مصرف × روش مصرف × نوع توده نخود بر وزن صد دانه معنی‌دار بوده که بیانگر معنی‌داری وزن صد دانه در اثرات متقابل دوگانه میزان مصرف × روش مصرف و میزان مصرف × نوع توده نخود است (جدول ۲). بیشترین وزن صد دانه نخود به میزان ۳۵/۷۳ گرم مربوط به تیمار میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی و توده مشهد نخود بود و کمترین آن (۲۴/۴۳ گرم) مربوط به میزان مصرف ۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی و توده کرمانشاهی نخود بود که اختلاف این دو تیمار نزدیک به ۱/۵ برابر بود (جدول ۷). بعد از تیمار فوق بیشترین وزن صد دانه مربوط به میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر

و مصرف خاکی و توده مشهد نخود بود که برابر با ۳۵/۲۶ گرم در گلدان به دست آمد که با هم فاقد اختلاف آماری بودند (جدول ۷).

عملکرد دانه روش مصرف به استثنای نوع توده نخود، اثرات متقابل دوگانه عوامل مذکور و همچنین اثرات برهمکنش سه گانه بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۲). بیشترین وزن دانه (۱۶/۰۹) گرم در گلدان مربوط به تیمار مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر هورمون بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر داشت. کمترین عملکرد دانه در تیمار صفر به دست آمد که برابر با ۱۰/۵۵ گرم در گلدان بود (جدول ۳). افزایش عملکرد در تیمار۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به تیمار صفر ۳۴/۴۳٪ بود که این تفاوت می‌تواند به دلیل افزایش طول دوره رشد با تاخیر انداختن پیری برگ‌ها در اثر مصرف هورمون، افزایش فتوسنتز گیاه و افزایش جذب مواد معدنی از خاک در تیمار مصرف هورمون نسبت به تیمار بدون هورمون باشد. با توجه به مطالب فوق به نظر می‌رسد در تیمار عدم مصرف هورمون تری‌اکانتانول نسبت به تیمار مصرف هورمون مراحل نموی گیاه سریع‌تر طی شده و گیاه فرصت کافی جهت توسعه‌ی سطح برگ و سنتز مواد پرورده نداشته و در کل این عوامل باعث کاهش عملکرد دانه در تیمارهای عدم مصرف هورمون و مصرف کم هورمون تری‌اکانتانول نسبت به تیمار مصرف هورمون شده است. تری‌اکانتانول یک تنظیم کننده‌ی گیاهی است که می‌تواند به عنوان یک افزایش دهنده فتوسنتز عمل کند. همچنین این هورمون سرعت تقسیم سلولی را نیز افزایش می‌دهد که منجر به تولید انبوه ریشه و اندام هوایی می‌گردد.[۱۸] پژوهشگران زیادی افزایش رشد و عملکرد گیاهان بر اثر مصرف هورمون تری-اکانتانول را گزارش کرده‌اند.[۲۵،۳]تری‌اکانتانول حتی می‌تواند اثرات منفی ناشی از تنش شوری در گیاهان را کاهش دهد.[۱۷] که این هم می‌تواند دلیل دیگری برای افزایش عملکرد در اثر مصرف هورمون باشد. تأثیرپذیری تری‌اکانتانول روی رشد اندام‌های هوایی و عملکرد گیاهان مختلف مانند *Melissa officinalis* [۳۵]، *(Bupleurum fruticosum)*[۱۰]، سیب[۳۶] و فلفل[۲۹] گزارش شده است. بیشترین عملکرد دانه نخود در تیمار مصرف هورمون به شکل محلول‌پاشی روی اندام‌های هوایی به دست آمد که برابر با ۱۶/۰۴ گرم در گلدان بود و در تیمار مصرف خاکی عملکرد دانه ۱۲/۶۶ گرم در گلدان ثبت شد که با یک کاهش تقریباً ۲۰٪ در مقایسه با مصرف برگی همراه بود (جدول ۳). عملکرد بالا در تیمار مصرف برگی در مقایسه با مصرف خاکی احتمالاً به دلیل ریزش کمتر گل‌ها، برگ‌ها و غلاف‌ها و افزایش تعداد شاخه‌های بارده در روش مصرف برگی می‌باشد. *شوکلا و همکاران (۱۹۹۷)* با مصرف کردن تنظیم‌کننده‌های رشد به روش مصرف برگی در سویا افزایش ۱۷/۷٪ عملکرد دانه را در مقایسه با مصرف خاکی گزارش کردند[۳۲] که با نتایج پژوهش ما مطابقت دارد. عملکرد دانه در دو توده مشهد و توده کرمانشاهی نخود به ترتیب برابر با ۱۴/۰۸و ۱۲/۵ گرم در گلدان به دست آمد که با برتری ۱۱/۲۲٪ عملکرد توده مشهد در مقایسه با توده کرمانشاه همراه بود اما این برتری فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). این برتری عملکرد بین دو نوع توده نخود احتمالاً به تفاوت ژنتیکی موجود بین دو نوع توده نخود ارتباط دارد. در این ارتباط *ورما و همکاران (۲۰۰۹)* تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد بین دو تیپ خزنده و نیمه خزنده بادام زمینی در اثر مصرف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مشاهده کردند.[۳۸] اثر متقابل میزان مصرف × روش مصرف هورمون بر عملکرد دانه نخود نیز حاکی از اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست. بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۷/۰۸ گرم در گلدان در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و روش مصرف برگی ثبت شد و کمترین آن به میزان ۱۰ گرم در گلدان مربوط به تیمار صفر و روش مصرف خاکی

بود (جدول ۴). تقریباً در تمام غلظت‌های مصرف، روش مصرف برگی هورمون سبب افزایش عملکرد دانه نخود شد؛ که این موضوع گویای اهمیت مصرف تری-اکانتانول به صورت برگی را تأیید می‌کند که هورمون بهتر و زودتر نسبت به روش مصرف خاکی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. همچنین مقایسه میانگین‌های اثر متقابل میزان مصرف × نوع توده نخود بر عملکرد دانه نخود نیز حاکی از اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست. بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۶/۸۸ گرم در گلدان در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و توده مشهد نخود ثبت شد و کمترین آن به میزان ۱۰/۳۸ گرم در گلدان مربوط به تیمار بدون هورمون و توده مشهد نخود بود که با کاهش ۳۸/۵٪ نسبت به تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و توده مشهد نخود همراه بود (جدول ۵). تقریباً در تمام غلظت‌های مصرف هورمون و توده مشهد افزایش عملکرد دانه صورت گرفت. در بررسی مقایسه میانگین‌های اثر متقابل روش مصرف × نوع توده نخود بر عملکرد دانه نخود نیز حاکی از اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست. بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۴/۷۱ گرم در گلدان در تیمار مصرف برگی و توده مشهد نخود ثبت شد و کمترین آن به میزان ۱۱/۸۶ گرم در گلدان مربوط به تیمار مصرف خاکی و توده کرمانشاهی نخود بود که با کاهش ۱۹/۳۷٪ نسبت به تیمار مصرف برگی و توده مشهد نخود همراه بود (جدول ۶). عملکرد در تیمار مصرف برگی و توده کرمانشاه و مصرف خاکی و توده مشهد به ترتیب ۱۳/۴۲ و ۱۳/۴۵ گرم در گلدان ثبت شد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. برهمکنش میزان مصرف × روش مصرف × نوع توده نخود بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۷/۶۰ گرم در گلدان در تیمار میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی و توده مشهد نخود ثبت شد و کمترین آن به میزان ۹/۶۳ گرم در گلدان مربوط به تیمار صفر و مصرف خاکی و توده کرمانشاهی نخود بود که با کاهش ۴۵/۲۸٪ نسبت به تیمار میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی و توده مشهد نخود همراه بود (جدول ۷). بعد از آن بیشترین عملکرد در تیمار میزان مصرف ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی و توده مشهد نخود به میزان ۱۷/۱۳ گرم در گلدان ثبت شد که با عدد به‌دست آمده در تیمار میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی و توده مشهد نخود اختلاف آماری نداشت.

عملکرد بیولوژیک به استثنای اثرات ساده روش مصرف و نوع توده نخود، اثر ساده میزان مصرف و اثرات متقابل دوگانه و همچنین اثرات برهمکنش سه‌گانه بر عملکرد بیولوژیک اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر بود که مقدار آن ۱۸۹/۸ گرم در گلدان به دست آمد و کمترین آن (۱۷۲/۱۸ گرم در گلدان) مربوط به تیمار صفر بود که با کاهش ۹/۲۸٪ نسبت به تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر همراه بود (جدول ۳). در تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی-گرم بر لیتر عملکرد بیولوژیک نخود به ترتیب برابر با ۱۸۱/۰۲ و ۱۸۴/۵۸ گرم در گلدان به دست آمد که تفاوت آن‌ها از نظر آماری با تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر معنی‌دار نشد (جدول ۳). به نظر می‌رسد در تیمارهای مصرف هورمون در مقایسه با تیمار عدم مصرف افزایش طول دوره رشد، افزایش ارتفاع گیاه، توسعه زیاد سطح برگ، تحریک تولید جوانه‌های گل، شاخه‌زایی و کاهش ریزش برگ، گل و میوه افزایش زیست‌توده نخود را سبب شده است. در این ارتباط *کاوس‌اگلو و کابر (۲۰۰۷)* در مطالعه‌ای تأثیر تنظیم کننده‌های رشد مانند جیبرلیک‌اسید، کینیتین و تری‌اکانتانول را روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه جو در شرایط تنش گرمایی بررسی کردند و دریافتند که هورمون‌های مذکور نه تنها اثرات منفی درجه حرارت را روی جوانه-زنی بذور جو خنثی می‌کنند بلکه مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی بذور را نیز کاهش می-دهند و باعث افزایش وزن تر و خشک

گیاهچه جو شدند.[۴] *مالیک و همکاران (۱۹۹۵)* گزارش کردند که محلول‌پاشی آلیفاتیک الکل روی اندام‌های هوایی سبب افزایش فتوسنتز و زیست‌توده می‌شود.[۱۹] همچنین افزایش زیست‌توده گیاهچه‌های تربچه در اثر مصرف هورمون‌های جیبرلیک‌اسید، کنیتین و تری‌اکانتانول توسط *کاوس‌اگلو و کابر (۲۰۰۷)* گزارش گردید.[۴] ثابت شده است که تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر ویژگی‌های مختلف فیزیولوژی گیاهان زراعی مانند تغییر ساختار کانوپی گیاهی، افزایش فتوسنتز، افزایش جذب یون‌های معدنی، تغییر توزیع مواد فتوسنتزی، افزایش متابولیسم نیتروژن، افزایش گل‌دهی، تشکیل یکنواخت غلاف‌ها و بهبود کیفیت بذر تأثیر می‌گذارند.[۳۸] میزان عملکرد بیولوژیک در تیمار مصرف برگی برابر با ۱۸۳/۱ گرم در گلدان به دست آمد و در تیمار مصرف خاکی ۱۸۰/۶ گرم در گلدان بود که با کاهش ۱/۳۶٪ نسبت به تیمار مصرف برگی همراه بود اما هر دو روش در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). در تیمار مصرف خاکی احتمال دارد که هورمون مصرف شده توسط میکروارگانیسم‌های خاک تجزیه شده باشد و گیاه نتوانسته از آن در مقایسه با مصرف برگی استفاده کرده باشد. در مصرف برگی افزایش ارتفاع، توسعه زیادتر سطح برگ و تولید شاخه‌های فراوان افزایش زیست‌توده نخود را سبب شده است. *محمد و همکاران (۲۰۱۰)* گزارش کردند که مصرف برگی نفتالین‌استیک‌اسید به‌طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک سویا را افزایش داد.[۲۳] عملکرد بیولوژیک نتیجه فرآیندهای بیولوژیکی و فیزیولوژیکی صورت گرفته در گیاه است. عملکرد بیولوژیکی بیانگر راندمان گیاهان زراعی برای تبدیل کردن مواد فتوسنتزی به ماده خشک است.[۲۳] عملکرد بیولوژیک نخود در توده مشهد و کرمانشاه به ترتیب برابر با ۱۸۳/۴ و ۱۸۰/۴۱ گرم در گلدان به دست آمد که با افزایش ۱/۶۳٪ توده مشهد در مقایسه با توده کرمانشاه همراه بود که این تفاوت فاقد اختلاف آماری با یکدیگر بود (جدول ۳). *جهانسوز و همکاران (۲۰۰۴)* با بررسی ۴۱۸ رقم نخود تیپ دسی صفات وزن بذر در غلاف، عملکرد بیولوژیکی و تعداد کل غلاف را به عنوان صفات با بیشترین تأثیر روی عملکرد بذر ذکر نمود.[۱۴] در بررسی اثر متقابل میزان مصرف × روش مصرف هورمون، بیشترین عملکرد بیولوژیک نخود در واحد سطح در دو تیمار مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی به‌دست آمد که برابر با ۱۹۰/۵ گرم در گلدان به‌دست آمد و کمترین آن به میزان ۱۶۸/۷۲ گرم در دو تیمار صفر و در شرایط مصرف خاکی دید شد که تفاوت این دو تیمار بیش از ۱/۱۳ برابر بود (جدول ۴). از طرفی در بررسی اثر متقابل میزان مصرف × نوع توده نخود بر روی عملکرد بیولوژیک بیشترین مقدار در واحد سطح در دو تیمار مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و توده مشهد نخود به دست آمد که برابر با ۱۹۰/۹۳ گرم در واحد سطح (گلدان) به دست آمد و کمترین آن به میزان ۱۶۹/۳۳ گرم در دو تیمار صفر و در شرایط استفاده از توده کرمانشاه نخود به دست آمد که تفاوت این دو تیمار بیش از ۱/۱۳ برابر بود (جدول ۵). بیشترین عملکرد بیولوژیک نخود در واحد سطح در دو تیمار مصرف برگی و توده مشهد نخود به دست آمد که برابر با ۱۸۵/۳۹ گرم در گلدان به دست آمد و کمترین آن به میزان ۱۸۰/۰۲ گرم در دو تیمار مصرف خاکی و در شرایط استفاده از توده کرمانشاه نخود به دست آمد که با کاهش ۲/۹٪ در مقایسه با تیمار مصرف برگی و توده مشهد نخود همراه بود (جدول ۶). در تیمارهای مصرف برگی و توده کرمانشاه و مصرف خاکی و توده مشهد عملکرد بیولوژیک به ترتیب برابر با ۱۸۰/۸۱ و ۱۸۱/۳۶ گرم به دست آمد که فاقد اختلاف آماری بودند. برهمکنش میزان مصرف × روش مصرف × نوع توده نخود بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک نخود در واحد سطح در میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی

و توده مشهد نخود به دست آمد که برابر با ۱۹۳/۶۳ گرم در واحد سطح (گلدان) به دست آمد و کمترین آن به میزان ۱۶۷/۲۰ گرم در تیمار بدون هورمون و مصرف خاکی و در شرایط استفاده از توده کرمانشاه به دست آمد که تفاوت این دو تیمار ۱/۱۵ برابر بود که با یک کاهش ۱۳/۶۵٪ در مقایسه با تیمار میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف برگی و توده مشهد نخود همراه بود (جدول ۷). بیشترین عملکرد بیولوژیک بعد از تیمار فوق متعلق به تیمار میزان مصرف ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و مصرف خاکی و توده کرمانشاهی نخود بود که برابر با ۱۸۹/۹۳ گرم در گلدان به دست آمد که این دو دارای اختلاف آماری بودند (جدول ۷).

نتیجه‌گیری کلی استفاده صحیح و به موقع از هورمون محرکه رشد تری‌اکانتانول یکی از عوامل مهم و مؤثر برای حصول عملکردهای بالاست. تأخیر در زمان مصرف، عدم آگاهی از روش مصرف صحیح و غلظت مصرف موجب کاهش یا حتی از بین رفتن اثرات مثبت و مفید مواد تنظیم کننده رشد طبیعی و هورمون‌ها می‌گردد. از طرفی به دلیل اثرات مفید کودهای آلی و هورمون‌های گیاهی طبیعی و جلوگیری از اثرات زیان‌بار مواد شیمیایی مختلف استفاده از هورمون‌ها و کودهای آلی به ویژه در شرایط کم‌آبی و در خاک‌های فقیر ارجح است. با توجه به نتایج این پژوهش مصرف تری‌اکانتانول، روی اندام‌های هوایی به ویژه توده محلی مشهد در مقایسه با مصرف خاکی می‌تواند مثمرثمر باشد. از این‌رو مصرف هورمون تری‌اکانتانول در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و به شکل محلول‌پاشی روی اندام‌های هوایی نخود توصیه می‌شود.

سپاسگزاری بدین‌وسیله از حمایت‌های دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد در انجام این پروژه پژوهشی تشکر می‌گردد.

References

1. Sharma AK (2002) Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios. India. 300p.
2. Bangla DB, Deshmukh SN, Patil VA (1983) Contribution of pod wall in grain development of chickpea (*Cicer arientanum* L.) as influenced by growth promoter. Indian J. Plant Physiol. 26(3): 292-295.
3. Borowski E, Blamowski ZK, Michałek W (2000) Effects of tomatex/triacontanol on chlorophyll fluorescence and tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) yields. Acta Physiologiae Plantarum. 22(3): 271-274.
4. Cavusoglu K, Kabar K (2007) Comparative effects of some plant growth regulators on the germination of barley and radish seeds under high temperature stress. EurAsian Journal of BioSciences. 1(1): 1-10.
5. Chen X, Yuan H, Chen R, Zhu L, Du B, Weng Q, He G (2002) Isolation and characterization of triacontanol-regulated genes in rice (*Oryza sativa* L.): possible role of triacontanol as a plant growth stimulator. Plant and Cell Physiology 43(8): 869-876.
6. Chibnall AC, Williams EF, Latner AL, Piper SH (2007) The isolation of n-triacontanol from lucerne wax. Biochemical Journal 27(6): 1885-1888.
7. Darra BL, Saxena SN (1971) Effect of the gibberellic acid presoaking seed treatment at different salinity regimes on germination, growth and yield attributes of hybrid maize (Ganga-3). Indian journal of Agronomy 16: 46–49.
8. Deore BP, Bharud RW, Khorde VN (1989) Physiological basis for yield differences in chickpea under different seeding periods. Annuals of Plant Physiology 43: 432-432.
9. Devasenapathy P, Jagannathan NT, Subbiah KK (1987) Effect of naphthalene acetic acid on groundnut. Indian Journal of Agronomy 32(2): 176-177.
10. Fraternale DA, Giamperi LA, Ricci DO, Rocchi MB (2002) Micropropagation of *Bupleurum fruticosum*: The effect of triacontanol. Plant Cell Tissue and Organ Culture 69(2): 135-140.
11. Gali Shivanand S (1995) Effect of growth regulators on flowering Bbehaviour, pod setting and yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Doctoral dissertation, University of Agricultural Science, Bangalore.
12. Hangarter R, Ries S (1978) Effect of triacontanol on plant cell cultures *in vitro*. Plant Physiol 61(5): 855-857.

13. Isik M, Tekeoglu M, Onceler Z, Cakir S (1997) The effect of plant population density on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Anatolia Agric. Res. Inst 14: 64-74.
14. Jahansouz MR, Naghavi MR, Dolati Tape Rasht M (2004) A study of relationships between different traits in white and black chickpea. Iranian Journal of Agricultural Science 35: 573-579. [In Persian with English abstract]
15. Kanouni H, Kazemi HA, Moghadam M, Neyshabouri MR (2002) Selection of chickpea (*Cicer arietinum* L.) entries for drought resistance. Agricultural Science 12(2): 109-123. [In Persian with English abstract]
16. Koocheki A, Bananian Aval M (1996) Pulse crops. University of Mashhad Jahade-Daneshgahi Press. [In Persian]
17. Krishnan RR, Kumari BD (2008) Effect of N-triacontanol on the growth of salt stressed soybean plants. Journal of Bioscience 19(2): 53-62.
18. Kumaravelu G, Livingstone VD, Ramanujam MP (2000) Triacontanol-induced changes in the growth, photosynthetic pigments, cell metabolites, flowering and yield of green gram. Biologia Plantarum 43(2): 287-290.
19. Malik CP, Thind SK, Bhatia DS (1995) Altering plant archetype with plant growth regulators and genetic transformation: Biological software in agrobiotechnology. Agro's Annu. Rev. Plant Physiol 2: 13-64.
20. Mahaffee WF, Kloepper JW (1994) Applications of plant growth-promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. Soil biota: management in sustainable farming systems. Melbourne, Australia 23-31.
21. Merlo D, Soldati A, Keller ER (1987) Influence of growth regulators on abscission of flowers and young pods of soybeans. Eurosaya 5: 31-38.
22. Mousavi SK, Ahmadi A (2009) Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield and yield componenents to sowing date, crop density and weed interference in Lorestan province 1-13. [In Persian with English abstract]
23. Muhammad A, Ejaz A, Saguu AG, Khalid H, Muhammad A, Inayat U, Amir H (2010) Effect of plant growth regulator (NAA) and available soil moisture depletions on yield and yield components of chickpea. Sarhad Journal of Agriculture 26(3): 325-335.
24. Naeem M, Khan MM, Siddiqui MH (2009) Triacontanol stimulates nitrogen-fixation, enzyme activities, photosynthesis, crop productivity and quality of hyacinth bean (*Lablab purpurea* L.). Scientia Horticulturae 121(4): 389-396.
25. Nagoshi T, Kawashima S (1996) Effect of foliar application of triacontanol on growth and yield of rice plants: IV. Effect of triacontanol on the ripening of rice plants under shading and low temperature conditions. Japanese Journal of Crop Science 65(3): 437-444.
26. Nezami A, Bagheri A (2005) Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: II. Yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research 3(1): 156-170. [In Persian with English abstract]
27. Özdemir S, Karadavut U (2004) Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 27(6): 345-352.
28. Parsa M, Nezami A, Porsa H, Bagheri AR (2011) Evaluating yield components and yield of cold tolerant genotypes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under entezary sowing of Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research 9(3): 322-330. [In Persian with English abstract]
29. Reddy BO, Giridhar P, Ravishankar GA (2002) The effect of triacontanol on micropropagation of *Capsicum frutescens* and *Decalepis hamiltonii*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 71(3): 253-258.
30. Ries SK, Stutte CA (1985) Regulation of plant growth with triacontanol. Critical Reviews in Plant Sciences 2(3): 239-285.
31. Sabaghpour SH, Safikhani M, Pezeshkpour P, Jahangiri A, Sarparast R, Karami I, Poursiahbidi M, Shahriari D, Mahmoodi F, Keshavarz K (2010) Azad, a new chickpea cultivar for dryland moderate and semi warm climate of Iran. Seed and Plant Improvement Journal 26(2): 293-296. [In Persian with English abstract]
32. Shukla KC, Singh OP, Samaiya RK (1997) Effect of foliar spray of plant growth regulator and nutrient complex on productivity of soybean var. JS 79-81. Crop Research-Hisar 13: 213-216.
33. Tripathy SK (1994) Effect of plant growth regulators on groundnut. Environment and Ecology 12: 788-788.
34. Singh KB, Malhotra RS, Saxena MC, Bejiga G (1997) Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89(1): 112-118.
35. Tantos A, Meszaros A, Kissimon J, Horvath G, Farkas T (1999) The effect of triacontanol on micropropagation of balm, *Melissa officinalis* L. Plant Cell Reports 19(1): 88-91.

36. Tantos A, Meszaros A, Farkas T, Szalai J, Horváth G (2001) Triacontanol-supported micropropagation of woody plants. Plant Cell Reports 20(1): 16-21.
37. Upadhyay RG, Singh BB, Yadav DN (1993) Effect of bioregulators on biochemical constituent and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian J. Plant Physiol 36(3): 195-196.
38. Verma A, Malik CP, Sinsinwar YK, Gupta VK (2009) Yield parameters responses in a spreading (cv. M-13) and semi-spreading (cv. Girnar-2) types of groundnut to six growth regulators. The American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 6: 88-91.
39. Whish JP, Sindel BM, Jessop RS, Felton WL (2002) The effect of row spacing and weed density on yield loss of chickpea. Australian Journal of Agricultural Research 53(12): 1335-1340.

The effect of triacontanol hormone on yield and yield components of two Landrace chickpeas (*Cicer arietinum* L.)

Agroecology Journal

Vol. 15 No. 4 (11-27)
(winter 2019)

Ali Bagherzade[1]✉; Mostafa Hojatianfar[2]

1 Department of Agriculture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

2 Researcher, CEO of Luminescent Biotechnology Company (Lumi Biotech) and M.Sc. Graduated, Department of Agricultural Biotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

✉ abagherzadeh@mshdiau.ac.ir **(corresponding author)**

Received: 25 April 2019 **Accepted:** 12 October 2019

Abstract To investigate the effect of triacontanol on the yield and yield components of the two chickpea Landraces, a completely randomized factorial design was conducted with three replications. The treatments were designed at four levels of hormone consumption including 0, 5, 10 and 15 mg/L in the form of leaf and soil applications on two chickpea Landrace of Mashhad and Kermanshah. The total treatments included 24 pots for each Landrace. In this experiment, traits such as grain yield, biological yield, number of pods per plant, number of grains per pod, height of plant, 100-grain weight, and total biomass of chickpeas were examined. The results revealed that the effects of triacontanol application and method of application on chickpea Landraces were not significant. The results also showed no significant effect for biomass. Moreover, analyzing the effects of interaction between the amount of hormone consumption and method of consumption and type of chickpea mass on the yield and yield components showed that all properties were significantly different with an exception of the number of grains per pod and 100-grain weight. Increasing the doses of hormone by leaf application on Mashhad Landrace resulted in significant improvement of yield and yield components of the chickpea. The triple interaction effects of triacontanol application, method of application and chickpea Landrace on the measured traits were significant in all treatments. In the triple interaction, the highest yield was observed in 15 mg/L triacontanol application on the leaves of Mashhad Landrace chickpea, which increased the yield by 45% compared to control treatment. It was concluded that the increase of yield and yield components by increasing doses of triacontanol application on leaves was mainly due to their effects on aerial parts of the plant through decreased rates of flowers, pods and falling leaves. On the whole, application of biochemical triacontanol hormone resulted in increasing chickpea yield by its positive effect on the metabolism activities of the plant.

Keywords

- biological yield
- foliar application
- growth regulation
- Kermanshah landrace

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

10.22034/aej.2020.682474