

## بررسی اثر سینرژیستی کاربراندوم و مخلوط پودر حنا و کاربراندوم با *B.t*، روی لاروهای سن سوم برگخوار چغندر قند *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lep. Noctidae)

پیمان نامور\*

محمد حسن صفر علیزاده، علی اصغر پور میرزا\*\*

### چکیده

در این مطالعه با توجه به اهمیت اقتصادی حشره *Spodoptera exigua* بعنوان یک آفت پلی فاژ و در جهت افزایش هر چه بیشتر کارایی *Bacillus thuringiensis*، اثر سینرژیستی ترکیب شیمیایی کاربراندوم و کاربراندوم به اضافه پودر حنا در اختلاط با *B.t*، بطور جداگانه روی لاروهای سن سوم کارادرینا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار داده شده است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان دهنده اثر افزایش تلفات لاروها با مخلوط‌های فوق بوده است. بطوریکه تلفات حاصله در کمترین مدت از ۱۸ درصد با غلظت ۱۰۰۰ ppm باکتری به ۸۲/۵ درصد مخلوط با کاربراندوم و ۹۰ درصد مخلوط کاربراندوم و پودر حنا افزایش پیدا کرده است. از طرفی دوره کمون بیماری در حالت مخلوط با ترکیبات فوق به کمترین مقدار خود یعنی کمتر از ۳ روز کاهش پیدا کرد که این کاهش دوره کمون در مورد مخلوط کاربراندوم و پودر حنا محسوس‌تر بود و بدین ترتیب می‌توان میزان مصرف *B.t* و کاربراندوم را که هر دو گران قیمت می‌باشند بوسیله پودر حنا کاهش داد.

واژگان کلیدی: سینرژیستی، پودر حنا، دوره کمون

۱- بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول.

\*- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و بم.

\*\*- اعضای هیات علمی گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه.

#### مقدمه

ترکیبات باکتریایی *Bacillus thuringiensis* از جمله حشره کش‌های میکروبی بوده که برای کنترل بسیاری از آفات در راسته‌های پروانه‌ها و تعدادی از سخت بالپوشان، دوبالان و غیره توصیه شده‌اند، اما مقادیر توصیه شده برخی از این ترکیبات برای کاربرد در مزارع جهت کنترل برگ‌خوار چغندر قند (*Spodoptera exigua* (Hubner) نتایج رضایت‌بخشی را در بر نداشته است. (Moar et al., 1986).

با توجه به اهمیت آفت مذکور و مقاومت نسبی آن در برابر باکتری *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* تلاش‌های بسیاری در جهت افزایش کارایی *B.t.* و کاهش مقاومت این حشره صورت گرفته است. یکی از راه‌های مؤثر، استفاده از سینرژست‌ها در فرمولاسیون‌های *B.t.* می‌باشد که در این زمینه تاکنون تحقیقات گسترده‌ای انجام شده است و مواد گوناگونی بعنوان سینرژست *B.t.* در برابر حشرات مختلف معرفی شده‌اند. (Moar et al., 1986).

سینرژسیم زمانی اتفاق می‌افتد که تلفات یک مخلوط بیشتر از تلفات حاصل از مجموع یکایک اعضای آن مخلوط باشد. (Morris et al., 1994).

در سال ۱۹۹۰، Salama و همکارانش نشان دادند که اضافه کردن کربنات پتاسیم، سولفات روی و نیز کربنات کلسیم به باکتری، درصد تلفات لاروهای *Agrotis ypsilon* را در مزارع سویا تا حد زیادی افزایش می‌دهد.

Morris و همکارانش در سال ۱۹۹۵، تعداد زیادی از نمک‌های معدنی و ترکیبات آلی را جهت بررسی اثر آنها در بیماریزایی *B.t.k.* روی لاروهای *Mamestra configurata* بکار بردند. در این آزمایشات تلفات لاروهایی که تنها از نمک‌های معدنی تغذیه کرده بودند بین صفر تا ۱۸ درصد بود در حالیکه اسید بوریک، کلرید منیزیوم و سولفات منیزیوم در اختلاط با *B.t.k.* میزان LC50 را به کمتر از نصف کاهش دادند.

در میان نمک‌های آزمایش شده، اسید بوریک بیشترین اثر را داشته است. نقش اسید بوریک بخوبی مشخص نیست ولی بنظر می‌رسد که اسید بوریک بصورت یک ماده ساینده عمل می‌کند و نیز می‌تواند بعنوان یک سم گوارشی برای برخی از حشرات بکار برده شود. لذا اگر چنین اثری در *M. configurata* بروز کند آنگاه ممکن است منجر به ایجاد زخمهایی در غشای دور غذایی شده و راهیابی توکسینهای *B.t.* را بدون سلولهای اپیتلیوم معده میانی حشرات تسهیل بخشد. (Morris et al., 1995).

Govindavajan و همکاران، در سال ۱۹۷۶ گزارش کردند اضافه کردن ۰/۵ تا ۰/۱ درصد اسید بوریک به توریساید، بطور قابل توجهی زمان بروز تلفات را در *S.littoralis* کاهش می‌دهد.

در آزمایشاتی که در محل دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه به انجام رسیده است (نامور، ۱۳۷۸) مقادیر LC50 و کمترین غلظت کشنده *B.t.* برای لاروهای سن سوم *S.exigua* تعیین گردیده که به ترتیب عبارتند از: ۲۷۰۸ppm و ۱۰۰۰ppm. سپس در جهت افزایش سمیت آن، ماده گیاهی پودر حنا بعنوان سینرژیست در سه غلظت ۳۰۰۰ppm، ۴۰۰۰ppm و ۵۰۰۰ppm به کمترین غلظت کشنده باکتری (۱۰۰۰ppm) اضافه شده و روی لاروهای سن سوم *S.exigua* آزمایش شد که نتایج حاصله نشان دهنده خاصیت سینرژیستی خوب پودر حنا بود، اما پودر حنا مرگ و میر لاروها را به تاخیر انداخت.

در این بررسی با توجه به نتایج خوب حاصل از کاربرد مواد معدنی بعنوان سینرژیست در ترکیب با *B.t.* از کاربرد دوم<sup>۱</sup> (اکسید آلومینیوم) جهت بررسی امکان افزایش سمیت باکتری مذکور و بروز حالت سینرژیستی در اختلاط با کمترین غلظت کشنده *B.t.* برای لاروهای سن سوم بدست آمده از آزمایشات قبلی (۱۰۰۰ppm)، همچنین به منظور کم کردن دوره کمون مخلوط *B.t.* و پودر حنا و نیز بررسی امکان بروز اثر متقابل مثبت پودر حنا و کاربرد دوم، اکسید آلومینیوم را به مخلوط پودر حنا و *B.t.* اضافه گردید و روی لاروهای سن سوم بکار برده شد.

## مواد و روش‌ها

### الف - میزبان

لاروهای مورد نیاز برای انجام آزمایشات مورد نظر از کلنی پرورشی ایجاد شده در دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه تامین شده‌اند. حشرات مذکور روی گلدان‌های چغندر قند و تحت شرایط طبیعی پرورش یافتند. بدین ترتیب که روی هر گلدان چند برگ بزرگ و شاداب را انتخاب و بدون جدا نمودن از بوته، آنها را در داخل ظروف بستنی یک کیلویی قرار داده و دهانه ظروف پرورش هم بوسیله پارچه توری سفید رنگ بنحوی بسته شده بود که خارج شدن لاروها امکان پذیر نبود. در سطح هر برگ یک دسته تخم چند ده تایی گذاشته شد. لاروها پس از تفریح که تقریباً همزمان صورت می گرفت، در محل از برگ تغذیه می کردند. در صورت اتمام برگ که با رشد و نمو لاروها و افزایش تغذیه آنها سریعتر می شد، برگ دیگری در داخل ظرف گذاشته می شد و بدین ترتیب پرورش لاروهای هم سن تا پایان مرحله رشد و نمو لاروی ادامه یافت. کلیه آزمایشات مورد نظر نیز در درون این ظروف انجام پذیرفته است.

## ب - عامل بیماریزا

باکتری مورد استفاده از ترکیب تجاری دلفین که براساس *Bacillus thuringiensis var. kurstaki str. HD-1* می باشد تهیه گردید. این ترکیب دارای فورمولاسیون میکرو گرانول بوده و واحد بین المللی آن عبارت است از (kg از فراورده / ۱۰su × ۵۳).

## ۱- بررسی اثر سینرژیستی کاربراندوم

در این آزمایش کمترین غلظت کشنده باکتری برای لارو سن سوم (۱۰۰۰ppm) را با سه غلظت از کاربراندوم که عبارت بودند از: ۸۰۰۰ppm، ۱۰۰۰۰ppm و ۱۲۰۰۰ ppm مخلوط و آزمایش در قالب یک طرح بلوک های کامل تصادفی پیاده شد که دارای ۴ تکرار و ۶ تیمار بود. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از:

A - *B.t.* خالص (۱۰۰۰ppm)

B - کاربراندوم (۸۰۰۰ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ppm)

C - کاربراندوم (۱۰۰۰۰ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ppm)

D - کاربراندوم (۱۲۰۰۰ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ppm)

E - کاربراندوم (۱۲۰۰۰ppm)

F - شاهد (آب مقطر + روغن سیتویت)

آلوده سازی بوسیله اسپری دستی بر روی گلدانها انجام گرفت. با توجه به نا محلول بودن کاربراندوم در آب و ته نشین شدن آن در سمپاش، از روغن سیتویت به غلظت ۱۰۰۰ ppm در تمام تیمارها استفاده شده است. در هر تکرار ۱۰ عدد لارو سن سوم که از طریق اندازه گیری عرض کپسول سر تفکیک شده بودند، رها سازی شد. لاروهای مورد آزمایش در داخل تله هایی مشابه آنچه که قبلا شرح داده شده رها گردیده و تحت شرایطی شبیه شرایط پرورش قرار داده شدند. تلفات حاصله هر ۲۴ ساعت شمارش گردید.

## ۲- بررسی اثر متقابل پودر حنا و کاربراندوم

در این آزمایش غلظتهای ۳۰۰۰ppm پودر حنا و ۵۰۰۰ppm کاربراندوم را با غلظت ۱۰۰۰ppm باکتری مخلوط و آزمایشها در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی انجام گردید. در این طرح نیز ۴ بلوک وجود داشت و تیمارهای آزمایش نیز از قرار زیر بودند:

A - پودر حنا (۳۰۰۰ppm) + کاربراندوم (۵۰۰۰ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ppm)

B - پودر حنا (۳۰۰۰ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ppm)

C - کاربراندوم (۵۰۰۰ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ppm)

D - *B.t.* (۱۰۰۰ppm)

E - شاهد (آب مقطر + روغن سیتویت)

آلوده سازی و رها سازی لاروهای آزمایش درون تله ها مشابه آزمایش قبل انجام شد.

## نتیجه و بحث

نتایج حاصل از آزمایشات به کمک رایانه و برنامه Mstatc بشرح زیر تجزیه واریانس گردیده‌اند:

## ۱- اثرات سینرژیستی کاربراندوم

شکل (۱) میانگین در صد تلفات تیمارهای مختلف را پس از ۱۲۰ ساعت نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه آماری طرح نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در هر دو سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. (جدول ۱).

همانگونه که در جدول یک مشاهده می‌گردد بین بلوک‌های آزمایش در هر دو سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و این بدان معنا است که بین تکرارهای تیمار اختلاف وجود ندارد. برای گروه‌بندی تیمارها از آزمون دانکن استفاده شده است که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

گروه‌بندی میانگین‌ها نشان می‌دهد که تیمارهای دارای کاربراندوم نسبت به تیمار *B.t.* دارای اختلاف معنی‌داری هستند و در ایجاد تلفات بیشتر مؤثر بودند و تیمار *D* که کاربراندوم با غلظت ۱۲۰۰۰ ppm می‌باشد بیشترین تاثیر را داشته است، ضمن اینکه با تیمار *C* که کاربراندوم با غلظت ۱۰۰۰۰ ppm می‌باشد در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند.

همچنین مشاهده می‌گردد که در تیمارهای دارای کاربراندوم بخصوص تیمارهای *D* و *C* طی ۴۸ ساعت اول بیش از ۵۰ درصد تلفات وجود داشته است. ضمن اینکه تلفات لاروها تا ۱۲۰ ساعت (۵ روز) ادامه پیدا کرد و پس از آن ثابت ماند (جدول ۳).

۲- اثر متقابل کاربراندوم و حنا در اختلاط با *B.t.*

شکل (۲) میانگین در صد تلفات تیمارهای مختلف این آزمایش را پس از ۱۴۴ ساعت نشان می‌دهد. نتایج حاصل از آنالیز آماری طرح نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در هر دو سطح ۹۵ و ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴).

همانگونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود *F* محاسبه شده برای تیمار در هر دو سطح ۹۵ و ۹۹ درصد کاملاً معنی‌دار باشد در حالیکه بلوک‌ها در هر دو سطح تفاوتی نشان نمی‌دهند.

جهت گروه‌بندی میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شده است که نتایج آن در جدول ۵ مشاهده می‌گردد.

با مشاهده جدول گروه‌بندی میانگین‌ها مشخص می‌شود که تیمار دارای مخلوط کاربراندوم و پودر حنا با باکتری (A) نسبت به تیمار *B.t.* تنها (B) و نیز تیمارهای (C) و (D) دارای اختلاف معنی‌دار زیادی بوده و در ایجاد تلفات بسیار مؤثر تر می‌باشد. بعبارت دیگر مخلوط پودر حنا به

غلظت ۳۰۰۰ ppm و کاربراندوم به غلظت ۵۰۰۰ ppm با B.t. اثر تشدید کننده بسیار بالایی را نشان داده است.

همچنین مشاهده می‌گردد که در تیمار (A) علاوه بر بروز خاصیت سینرژیستی بسیار خوب، تلفات خیلی سریع ظاهر شده است (جدول ۶). بطوریکه در تیمار مزبور طی ۷۲ ساعت اول تمام تلفات یعنی ۹۰ درصد ایجاد شد در حالیکه در سایر تیمارها تلفات تا ۱۴۴ ساعت ادامه داشته است.

وقتی که کاربراندوم توسط یک حشره خورده شود، بصورت یک ماده ساینده عمل کرده و منجر به ایجاد زخمهای زیادی در روی سلولهای اپیتلیوم معده می‌شود و از این جهت شبیه پودر حنا عمل می‌کند که بدلیل دارا بودن مقدار زیادی تانن، به سلولهای اپیتلیوم میانی معده خسارت وارد نموده و زخمهای فراوانی ایجاد می‌کند (Bernays, 1980) اما تفاوتی که با پودر حنا دارد در اثر شیمیایی آن است. بدین ترتیب که کاربراندوم با وجود نا محلول بودن در آب، به مقدار کمی حل شده و تولید یونهای OH می‌کند که سبب بالا رفتن pH محیط می‌گردد (Morris, 1994).

پودر حنا و کاربراندوم در اختلاط با B.t. بدلیل ایجاد سوراخهای ریز در سلولهای اپیتلیوم سبب بروز حالت سینرژیسم شده‌اند، چراکه این وضعیت باعث می‌شود اسپوره‌های رشد کرده درون معده به مقدار بیشتری وارد حفره عمومی شده لذا تلفات لاروها را افزایش می‌دهد.

با بررسی نتایج حاصل از آزمایش مخلوط B.t. و کاربراندوم، مشاهده می‌شود که تیمارهای دارای کاربراندوم به غلظت ۱۰۰۰۰ ppm و ۱۲۰۰۰ ppm با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته و هر دو به یک اندازه در افزایش تلفات مؤثر بوده‌اند. این بدان معنا است که افزایش غلظت کاربراندوم از ۱۰۰۰۰ ppm بیشتر تفاوت معنی‌داری در افزایش تلفات لاروها ایجاد نمی‌کند.

با وجود تاثیر مطلوب کاربراندوم در اختلاط با B.t. استفاده از آن در فرمولاسیونهای B.t. بدلیل گرانی بطور وسیع اقتصادی بنظر نمی‌رسد، لذا جهت کاهش مقدار مصرف کاربراندوم و جایگزین نمودن آن بوسیله یک ماده ارزان قیمت، از پودر حنا استفاده شده است.

از آنجا که هر دو ماده پودر حنا (نامور، ۱۳۷۸) و کاربراندوم در اختلاط با B.t. بطور جداگانه دارای خاصیت سینرژیستی خوبی بودند و نیز با توجه به خاصیت بازی کارباندوم که pH محیط را بالا می‌برد، انتظار می‌رفت که مخلوط این دو نیز حالت سینرژیستی داشته باشد. نتایج حاصله این فرضیه را اثبات کرد. بطوریکه مخلوط پودر حنا به غلظت ۳۰۰۰ ppm و کاربراندوم به غلظت ۵۰۰۰ ppm به همراه B.t. ضمن اینکه در صد تلفات لاروها را بسیار بالا برد، دوره کمون را نیز بشدت کوتاه کرد بنحوی که تقریباً تلفات نسبتاً بالایی (۹۰٪) در طی سه روز حاصل شده است و در ۲۴ ساعت اول میزان تلفات بالای ۴۰ درصد بوده است.

جدول ۱ - جدول تجزیه واریانس تیمارهای مختلف مربوط به تاثیر کاربرد دوم و B.t.

منابع تغییرات	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	F ۰/۰۵	F ۰/۰۱
بلوک	۳	۰/۱۲	۰/۰۴۲	۰/۰۹	۳/۲۹	۵/۴۲
تیمار	۵	۲۵۱/۷۱	۵۰/۳۴۲	۱۰۵/۹۸	۲/۹	۴/۵۶
خطا	۱۵	۷/۱۳	۰/۴۷۵	-	-	-
کل	۲۳	۲۵۸/۹۶	-	-	-	-

$CV=17/05\%$

جدول ۲ - گروه بندی میانگین های تیمارهای مربوط به تاثیر کاربرد دوم و B.t.

تیمار	F	E	A	B	D	C
میانگین	۰/۵	۰/۷۵	۱/۷۵	۵	۸	۸/۲۵
گروه	C	cd	c	b	a	a

$Sx = 0/3446$

جدول ۳ - تلفات لاروهای سن سوم تغذیه کرده از غلظتهای مختلف کاربرد دوم و B.t.

\* در ۴ تکرار - کاربرد دوم

تیمار	*تعداد کل لاروها	زمان (بر حسب ساعت)				
		۲۴	۴۸	۷۲	۹۶	۱۲۰
B.t.(1000ppm)	۴۰	۰	۰	۱	۴	۷
B.t.+Al(8000ppm)	۴۰	۱	۳	۵	۱۶	۲۰
B.t.+Al(10000ppm)	۴۰	۱۰	۲۰	۲۵	۳۰	۳۲
B.t.+Al(12000ppm)	۴۰	۱۲	۲۲	۲۷	۳۱	۳۳
Al(12000ppm)	۴۰	۰	۱	۱	۲	۳
شاهد	۴۰	۰	۰	۱	۲	۲

جدول ۴ - جدول تجزیه واریانس تیمارهای مختلف مربوط به تاثیر مخلوط پودر حنا و کاربراندوم و B.t.

منابع تغییرات	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	F	F
					۰/۰۵	۰/۰۱
بلوک	۳	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱۲	۳/۴۹	۵/۹۵
تیمار	۴	۱۷۱/۷	۴۲/۹۲۵	۱۰۱	۳/۲۶ *	۵/۴۱ *
خطا	۱۲	۵/۱	۰/۴۲۵	-	-	-
کل	۱۹	۱۷۶/۹۵	-	-	-	-

$$CV = ۱۸/۳۶\%$$

جدول ۵ - گروه‌بندی میانگین‌های تیمارهای مربوط به تاثیر مخلوط پودر حنا و کاربراندوم با B.t.

تیمار	E	D	C	B	A
میانگین	۰/۵	۱/۷۵	۲/۷۵	۳/۷۵	۹
گروه	D	c	bc	b	a

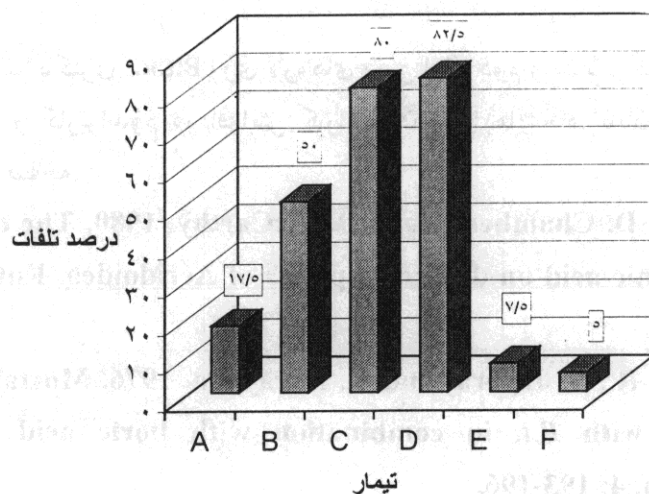
$$Sx = ۰/۳۲۶۰$$

جدول ۶ - تلفات لاروهای سن تغذیه کرده از مخلوط B.t. پودر حنا و کاربراندوم

در ۴ تکرار T- پودر حنا AI - کاربراندوم

تیمار	تعداد* کل لاروها	زمان (بر حسب ساعت)					
		۲۴	۴۸	۷۲	۹۶	۱۲۰	۱۴۴
T(3000ppm)+AI(5000ppm)+B.t.(1000ppm)	۴۰	۱۷	۲۹	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶
B.t.(1000ppm)	۴۰	۰	۰	۲	۳	۷	۷
AI(5000ppm)+B.t.	۴۰	۰	۰	۲	۴	۸	۱۱
T(3000ppm)+B.t.	۴۰	۰	۰	۲	۴	۱۲	۱۵
شاهد	۴۰	۰	۰	۰	۱	۲	۲





شکل ۱- میانگین درصد تلفات تیمارهای مختلف مربوط به مخلوط کاربراندوم و *B.t.*

A - *B.t.* خالص (۱۰۰۰ ppm)

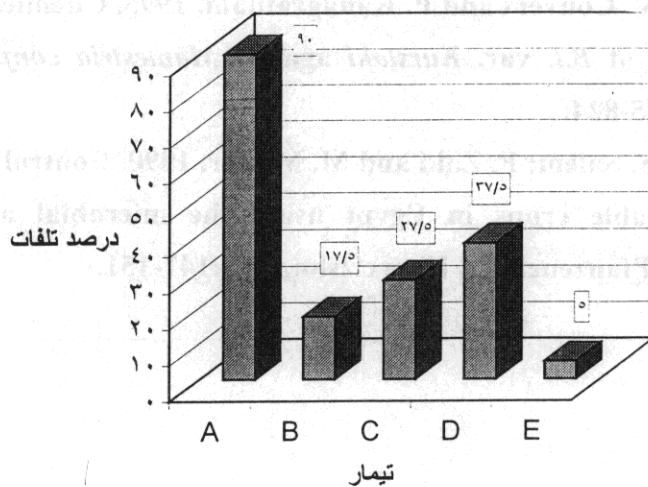
B - کاربراندوم (۸۰۰۰ ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ ppm)

C - کاربراندوم (۱۰۰۰۰ ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ ppm)

D - کاربراندوم (۱۲۰۰۰ ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ ppm)

E - کاربراندوم (۱۲۰۰۰ ppm)

F - شاهد (آب مقطر + روغن سیتوت)



شکل ۲- میانگین درصد تلفات تیمارهای مختلف کاربراندوم و پودر حنا با *B.t.*

A - پودر حنا (۳۰۰۰ ppm) + کاربراندوم (۵۰۰۰ ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ ppm)

B - پودر حنا (۳۰۰۰ ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ ppm)

C - کاربراندوم (۵۰۰۰ ppm) + *B.t.* (۱۰۰۰ ppm)

D - *B.t.* (۱۰۰۰ ppm)

E - شاهد (آب مقطر + روغن سیتوت)

## منابع و مآخذ

- ۱- نامور، پ. ۱۳۷۸. تاثیر باکتری *B.t.k.* روی لاروهای سنین اول، دوم و سوم برگخوار چغندر قند و نقش سینرزیست‌های حنا و کاربراندوم در افزایش کارایی آن در آزمایشگاه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه. ۹۰ صفحه.
- 2- Bernays, E. A; D. Chamberlin and P. McCarthy. 1980. The differential effects of ingested tannic acid on different species of Acridoidea. *Entomol. Exp. Appl.*, 28: 158-166.
- 3- Govindavajan, R.; S. Jayaraj and K. Narayana. 1976. Mortality of the tobacco, when treated with *B.t.* in combination with boric acid and insecticides. *Phytoparasitica*, 4: 193-196.
- 4- Moar, W. J.; W. L. A. Oslerink, and J. T. Trumble. 1986. Potentiation of *B.t.* var. *kurstaki* with *thuringiensin* on beet army worm. *J. Econ. Entomol.*, 79: 1443-1446.
- 5- Morris, O.N.; M. Tottier ; N.B. McLaughlin. 1994. Interaction of caffeine and related compounds with *B.t.* subsp. *Kurstaki* in bertha army worm. *J. Econ. Entomol.*, 87: 610 - 617.
- 6- Morris, O. N.; V. Convers and P. Kanagratnam. 1995. Chemical additive effects on the efficacy of *B.t.* var. *Kurstaki* against *Mamestria configurata*. *J. Econ. Entomol.*, 88: 815-824.
- 7- Salama, H. S.; S. Salem; F. Zaki and M. Matter. 1990. Control of *Agrotis ypsilon* on some vegetable crops in Egypt using the microbial agent *B. t.*. *Anz. Schadingskele. Pflanzenchutz. Umwelzshuz.*, 63: 147-151.