

آفات و بیماری‌های گیاهی

جلد ۶۹، شماره ۱، شهریور ۱۳۸۰

استراتژی مقاومت به سرما و تغییرات فصلی آن در سن معمولی

گندم (*Eurygaster integriceps* Put.)

Cold Hardiness Strategies and its Seasonal Variation in Sunn Pest

(*Eurygaster integriceps* Put.)

احمد بغدادی، سعید محرمی‌پور، عذرا ربانی چادگان، عباس عبداللہی

گروه حشره‌شناسی کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، مرکز تحقیقات

بیوشیمی بیوفیزیک دانشگاه تهران، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی

(تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۸۰، تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۸۰)

چکیده

برای مطالعه مقاومت سن گندم (*Eurygaster integriceps* Put.) به سرمای زمستان، نقطه انجماد حشرات کامل جمع‌آوری شده از ارتفاعات آتشفشان کرج، از مرداد تا فروردین سال‌های ۷۸-۱۳۷۷ و ۷۹-۱۳۷۸ اندازه گرفته شد. حداقل نقطه انجماد اندازه گرفته شده $^{\circ}\text{C}$ $17-$ در تابستان بود. نقطه انجماد سن گندم در اوایل زمستان ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ به ترتیب $^{\circ}\text{C}$ $12/9-$ و $^{\circ}\text{C}$ $6/7-$ بود. با توجه به حداقل دمای محیط ($^{\circ}\text{C}$ $12/5-$ و $^{\circ}\text{C}$ $13-$ به ترتیب در دی‌ماه ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸)، حشرات کامل سن گندم از استراتژی دو گانه برای زمستان‌گذرانی استفاده می‌کنند. علاوه بر این جنسیت، وزن، اندازه و ارتفاع، اثر معنی‌داری در نقطه انجماد ایجاد نکرد. ولی تفاوت معنی‌داری بین نقطه انجماد حشرات مرطوب و خشک جمع‌آوری شده از کوه مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: سن گندم، تغییرات فصلی، مقاومت به سرما

مقدمه

مقاومت به سرما (Cold hardiness) به معنای ظرفیت موجود زنده برای بقاء در دمای پائین است. عوامل متعددی در دستیابی حشره به این ظرفیت دخالت دارد. این عوامل عبارتند از: مرحله رشدی، پتانسیل ژنتیکی موجود زنده، تدریجی یا ناگهانی بودن وقوع سرما، وضعیت تغذیه‌ای. در واقع مقاومت به سرما به معنای افزایش تحمل سرما، از طریق فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی است (Lee, 1991).

حشرات زمستان‌گذران بر اساس توانایی زنده ماندن در برابر یخ زدن آب بدن به دو دسته تقسیم می‌شوند:

(۱) گونه‌های حساس به یخ‌زدگی، که با یخ‌زدن آب بافت‌ها و اعضای بدن از بین می‌روند،

(۲) گونه‌هایی که یخ‌زدگی را تحمل می‌کنند و با تشکیل یخ به صورت خارج سلولی حشره توان تحمل سرمای شدید را کسب می‌نماید (Lee, 1991).

به طور کلی اکثر حشرات با یخ‌زدن آب بدن، از بین می‌روند و برای آنها جلوگیری از یخ‌زدگی بسیار حیاتی است (Danks, 1978). حشرات فوق با افزایش ظرفیت سرد شدن از طریق فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در برابر سرما مقاومت می‌کنند. در حشرات متحمل به یخ‌زدگی، کریستال‌های یخ در دماهای حدود 8°C تا 10°C به صورت خارج سلولی تشکیل شده و داخل سلول از طریق مکانیسم‌های مختلف از یخ‌زدگی در امان می‌ماند (Lee, 1991). در این حالت، حشره انرژی کمتری را برای مقابله با سرما مصرف می‌کند (Leather et al. 1995). با توجه به این شرایط، تعدادی از گونه‌ها می‌توانند از هر دو استراتژی برای مقاومت در برابر سرما استفاده کنند (Johnstone and Lee, 1990; Fields and McNeil, 1986).

نقطه انجماد (Supercooling Point) پائین‌ترین دمای بدن قبل از شروع یخ‌زدگی مایعات بدن است که در آن دما، آب بدن به طور ناگهانی یخ می‌زند (Lee, 1989). معیار مورد استفاده برای تعیین استراتژی مقاومت به سرما، نقطه انجماد است. یعنی اگر حشره‌ای توان زنده ماندن زیر نقطه انجماد بدن را داشته باشد به این معناست که می‌تواند به صورت یخ‌زده زمستان‌گذرانی کند (Lee, 1991). (Somme (1982 خلاصه‌ای از نقطه انجماد تعداد زیادی از

گونه‌های مختلف حشرات شامل مراحل مختلف تخم، لارو، شفیره و حشره کامل را ارائه داده‌است، اما گزارشی از سن گندم در این لیست وجود ندارد.

سن معمولی گندم (*E. integriceps*) آفت درجه اول و کلیدی گندم بوده و مهمترین مسئله گیاهپزشکی ایران محسوب می‌شود (رجبی، ۲۰۰۰). سن معمولی گندم حشره‌ای است یک نسلی و در اکثر نقاط کشور از اسفند تا اواسط اردیبهشت از اماکن زمستان‌گذران در ارتفاعات به مزارع ریزش می‌کند. در مزارع، حشرات مادر و پوره‌های سنین مختلف و سن‌های کامل نسل جدید حدوداً دو ماه فعالیت داشته و حشرات نسل جدید بعد از دو هفته تغذیه به اماکن تابستان‌گذران و زمستان‌گذران مهاجرت کرده و حدوداً ۹ ماه از سال را در اماکن بسر می‌برند (رجبی ۲۰۰۰). طبق مطالعات رجبی (۱۹۹۳ و ۲۰۰۰) در دوره طغیانی، غذا به عنوان عامل اساسی و عوامل اقلیمی و در راس آنها درجه حرارت، در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرند. در سال‌هایی که سن‌ها، تغذیه اندک دارند، سرما بعنوان عامل مهمی در ایجاد تلفات به حساب می‌آید، به طوری که تا بیش از ۶۰ درصد تلفات به سن‌های زمستان‌گذران وارد می‌نماید (رجبی، ۲۰۰۰).

از طرف دیگر با توجه به اینکه سن گندم مدت زیادی از دوره زندگی را در اماکن زمستانی به سر می‌برد و نیز با توجه به فعالیت خیلی کم طی این مدت، ضروری است مقاومت حشره به سرما از نظر فیزیولوژیک بررسی گردد. در این مطالعه مکانیسم مقاومت سن گندم به سرمای زمستان بررسی شده است.

روش بررسی

۱- نمونه برداری

حشرات کامل سن معمولی گندم از مزارع گندم دانشکده کشاورزی کرج و ارتفاعات آتشگاه واقع در شمال کرج از تیر تا فروردین ماه طی سال‌های ۷۸-۱۳۷۷ و ۷۹-۱۳۷۸ جمع‌آوری شدند.

حشرات کامل نسل جدید از اوایل تیر ماه از مزارع گندم دانشکده بوسیله تور حشره‌گیری جمع‌آوری و از میان آنها تعدادی به صورت تصادفی، برای اندازه‌گیری نقطه انجماد انتخاب شدند. از اوایل مرداد تا فروردین سال بعد حشرات کامل سن گندم از زیر

بوته‌های مختلف مخصوصاً گون (*Astragalus spp.*) از دو ارتفاع ۲۱۲۵ و ۲۳۰۰ متر (از سطح دریا) از ارتفاعات آتشفشان کرج به طور تصادفی جمع‌آوری شد.

۲- اندازه‌گیری دما و رطوبت نسبی محیط:

میزان دما و رطوبت نسبی روزانه، طی ماه‌های آخر پاییز و زمستان با قرار دادن دستگاه ثبات ترموهیگروگراف در زیر یک بوته گون در ارتفاع ۲۳۰۰ متر (محل جمع‌آوری نمونه) ثبت می‌شد. لازم به ذکر است که اکثر حشرات کامل جمع‌آوری شده در زمستان (مخصوصاً زمستان ۷۹) مرطوب و یخ زده بوده و ذرات یخ به سطح بدن جسیده بود، همچنین عده‌ای دیگر از حشرات که در زیر بوته‌ها قرار داشتند کاملاً خشک بودند.

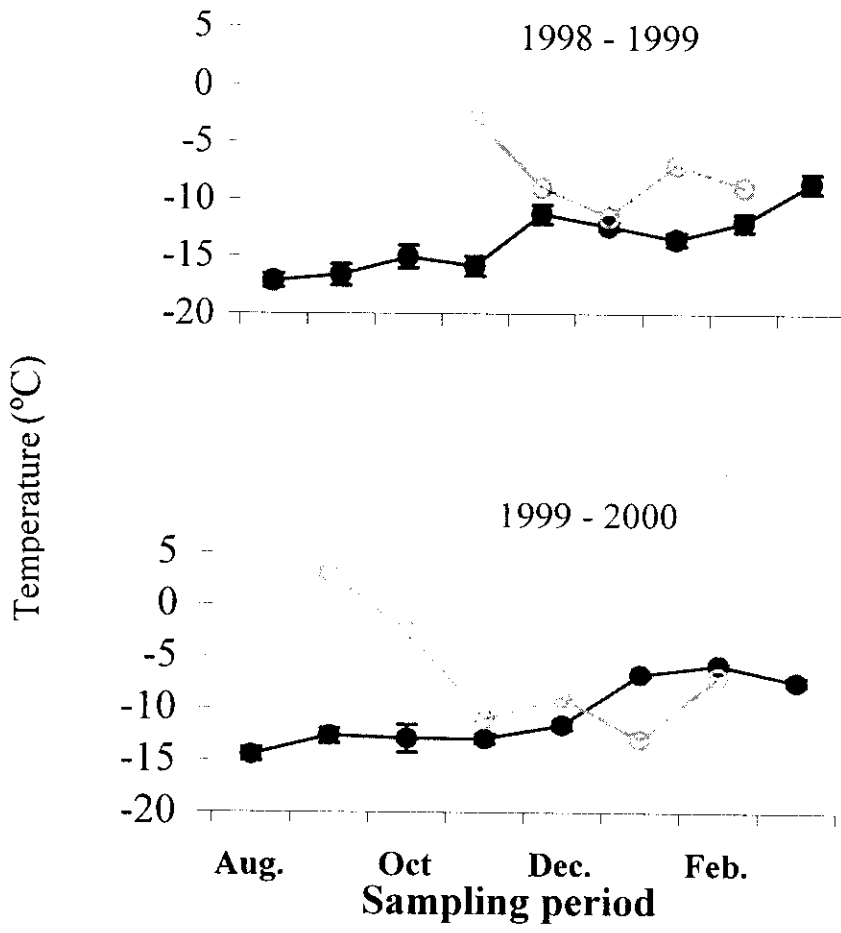
۳- اندازه‌گیری نقطه انجماد:

نقطه انجماد حشره کامل با استفاده از روش Somme (1964) اندازه‌گیری شد. بدین منظور انتهای سنسور (ترموکوبل Testo 650) به بدن حشره‌ای که در داخل لوله شیشه‌ای باریک گذاشته شده بود، متصل شد. به منظور سرد کردن تدریجی نمونه در فریزر، لوله شیشه‌ای در چندین ظرف پلاستیکی محبوس شد، بطوریکه نمونه‌ها با سرعت 1°C در دقیقه سرد شدند. برای سرد کردن از فریزر 40°C - مدل Bosch استفاده شد. با رسیدن دمای بدن حشره به زیر صفر، کاهش تدریجی دما توسط دستگاه Testo 650 ثبت می‌شد. نمونه‌ها به قدری سرد شدند تا اینکه افزایش ناگهانی دما در اثر آزاد شدن گرمای درونی بدن حشره مشاهده شد. این دما به عنوان نقطه انجماد حشره ثبت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتیجه و بحث

حداقل دمای محیط از آبان تا اسفند ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ در شکل (۱) نشان داده شده است. حداقل دمای مشاهده شده $12/5^{\circ}\text{C}$ - و 13°C - به ترتیب در دی‌ماه ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ بوده است. رطوبت نسبی با حدود ۵۰ درصد، نسبتاً ثابت بود.

نقطه انجماد حشرات کامل جمع‌آوری شده از مرداد تا اسفند ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ (ارتفاع ۲۳۰۰ متر) در شکل (۱) نشان می‌دهد که حداقل نقطه انجماد $16/23^{\circ}\text{C}$ - و $13/07^{\circ}\text{C}$ - به ترتیب در تابستان ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ است. علت پائین بودن نقطه انجماد در تابستان احتمالاً به



شکل ۱، تغییرات نقطه انجماد (دایره توپر) حشرات کامل سن گندم (*E. integriceps*) از مرداد تا فروردین ۱۳۷۷-۷۸ و حداقل دمای محیط (دایره توخالی) در ارتفاع ۲۳۰۰ متر آتشفشان کرج.

Fig. 1, Changes of the supercooling point (solid circle) of adults *E. integriceps* from August to April and minimum temperature (open circle) of natural condition in altitude of 2300m Ateshgah Karaj-Iran. Bars represent SE of mean.

دلیل عدم وجود هسته‌های یخ فعال در دستگاه گوارش سن می‌باشد. به طوریکه مطالعات (Salt 1953) نشان داده است که غذای موجود در لوله گوارش به عنوان هسته یخ عمل کرده و یخ‌زدگی را تسریع می‌نماید. از طرف دیگر Cannon and Block (1988) نیز نشان داده‌اند که ارتباط تناثنگی بین توقف تغذیه و کاهش نقطه انجماد وجود دارد.

میانگین نقطه انجماد در سردترین ماه (دی ماه) در زمستان ۱۳۷۷، به میزان $12/37^{\circ}\text{C}$ - بود. در حالیکه در همین زمان در سال ۱۳۷۸ در نقطه انجماد افزایش قابل توجهی دیده شد، به طوری که به $6/73^{\circ}\text{C}$ - رسید. مقایسه نقطه انجماد و حداقل دمای روزانه محیط نشان می‌دهد که نقطه انجماد بدن حشره کامل سن گندم در سال ۱۳۷۷ پایین تر از حداقل دمای محیط بوده است. در حالیکه، بر عکس، در سال ۱۳۷۸ نقطه انجماد به طور قابل توجهی بالاتر از حداقل دمای محیط بود. این نتایج نشان می‌دهد که حشرات کامل سن گندم برای مقاومت در برابر سرمای زمستان از دو استراتژی کاملاً متفاوت پیروی کرده‌اند. به طوری که می‌توان پیش‌بینی نمود که در سال ۱۳۷۸ علیرغم اینکه بدن حشره یخ‌زده است زمستان را سپری نموده است.

تعداد زیادی از حشرات کامل که از زیر بوته‌های گون از کوه جمع‌آوری شدند مرطوب بوده و بر روی سطح بدن کریستال‌های یخ مشاهده گردید. نقطه انجماد این حشرات و حشرات خشک جمع‌آوری شده در همان زمان به تفکیک در آزمایشگاه اندازه گرفته شد. با کمال تعجب نقطه انجماد حشرات مرطوب و یخ زده به مقدار قابل توجهی بالاتر از نقطه انجماد حشرات خشک بود. نقطه انجماد در حشرات مرطوب واقع در دو ارتفاع ۲۱۲۵ و ۲۳۰۰ متر به ترتیب $5/01^{\circ}\text{C}$ - و $6/48^{\circ}\text{C}$ - بود که به طور معنی‌داری بالاتر از نقطه انجماد حشرات خشک ارتفاعات ۲۱۲۵ ($14/33^{\circ}\text{C}$ -) و ۲۳۰۰ ($12/06^{\circ}\text{C}$ -) بود (جدول ۱). نتایج بدست آمده وقوع مکانیسم تحمل در برابر یخ‌زدگی را در حشرات کامل جمع‌آوری شده در زمستان ۱۳۷۸ اثبات می‌نماید. یعنی حشرات کامل برای گریز از صدمات زیان بار ناشی از سرمای زمستان، به صورت یخ‌زده زمستان را سپری کرده‌اند. مطالعات متعدد نشان می‌دهد، یخی که در تماس با بدن حشره است، یکی از راه‌های اساسی القای یخ‌زدگی است و از این طریق آب داخل بدن یخ می‌زند (Salt, 1936, 1969; Humble and Ring, 1985).

بنا به نظر رجیبی (۲۰۰۰) حشرات کامل نر سن معمولی گندم بعلت مصرف سریع ذخایر غذایی، در برابر شرایط نامساعد اقلیمی نسبت به حشرات ماده حساس تر می باشد، یعنی سرماهای شدید نرها را بیشتر از ماده ها نابود می کند. لذا به همین خاطر در اواخر

جدول ۱، نقطه انجماد حشرات کامل سن گندم (*E. integriceps*) خشک و مرطوب جمع آوری شده از کوه های آتشفشان کرج، بهمن ۱۳۷۷.

Table 1. The supercooling point of dry and wet adults *E. integriceps* collected from mountains of Ateshgah karaj-Iran during February 1999.

ارتفاع	تعداد	شرایط	نقطه انجماد
Altitude (m)	n	Condition	Supercooling point (°C)
2125	18	Dry خشک	-14.33 ± 0.65**
	18	Wet مرطوب	-5.01 ± 0.21
2300	11	Dry خشک	-12.06 ± 0.78**
	10	Wet مرطوب	-6.48 ± 0.60

All values are mean ± SE

** : Indicated a significant difference at 1% level between dry and wet insects in each altitude using independent t-student test

زمستان گذرانی، نسبت جنسی حشرات ماده به حشرات نر به نفع حشرات ماده تغییر می کند. از طرف دیگر طبق مطالعات نامبرده و سایرین (Brown, 1962; Fedotov and Bocharova, 1955)، درصد حشرات نر و ماده، در ارتفاعات مختلف همواره مساوی نیست، یعنی در ارتفاعات پائین تر معمولاً درصد حشرات نر در مقایسه با حشرات ماده بیشتر است و برعکس. نقطه انجماد حشرات کامل نر و ماده با وزن و اندازه های مختلف از دو ارتفاع در (جدول ۲) نشان داده شده است. بر اساس تجزیه واریانس که در قالب طرح فاکتوریل با دو عامل ارتفاع (دردو سطح) و جنس (در دو سطح) انجام گرفت (جدول ۳)، اختلاف معنی داری بین دو ارتفاع و همچنین جنس های نر و ماده مشاهده نشد. اثر متقابل ارتفاع و جنس نیز تفاوت معنی داری را نشان نداد. رابطه همبستگی (۲) بین نقطه انجماد با وزن و اندازه حشرات کامل به ترتیب ۰/۰۱۷ و ۰/۰۸ بود، و هیچ کدام معنی دار نبودند و می توان نتیجه گرفت که جنسیت، وزن،

اندازه و ارتفاع محل، تأثیری بر نقطه انجماد ندارد. در بررسی‌های (Jonstone and Lee 1990) تفاوت معنی‌داری بین نقطه انجماد لاروهای *Tenebrio molitor* با وزن‌های مختلف مشاهده شده است. احتمالاً این تفاوت به خاطر اختلافات فیزیولوژیکی بین *T. molitor* با سن گندم

جدول نقطه انجماد حشرات کامل سن گندم (*E. integriceps*) در دو ارتفاع و جنس‌های نر و ماده با وزن و اندازه متفاوت زمستان ۱۳۷۷ آتشفگاه کرج.

Table 2. The supercooling point of adults *E. integriceps* in two altitude and different sex, weight and size during winter of 1998-99 Ateshgah Karaj-Iran.

ارتفاع Altitude (m)	جنس Sex	نقطه انجماد Supercooling point (°C)	وزن Weight (mg)	اندازه Size (mm)
2125	نر Male	-11.50 ± 0.67 (22)	111.63 ± 3.68 (22)	11.81 ± 0.11 (8)
	ماده Female	-12.46 ± 0.49 (25)	121.08 ± 2.78 (25)	11.92 ± 0.14 (14)
2300	نر Male	-12.92 ± 0.64 (13)	102.07 ± 4.92 (13)	11.64 ± 0.15 (6)
	ماده Female	-10.53 ± 0.66 (38)	118.13 ± 2.14 (38)	11.81 ± 0.10 (14)

All values are means ± SE (N)

جدول ۳، تجزیه واریانس نقطه انجماد حشرات کامل سن معمولی گندم نر و ماده جمع‌آوری شده از دو ارتفاع ۲۱۲۵ و ۲۳۰۰ متر آتشفگاه کرج در زمستان ۱۳۷۷.

Table 3, Analysis of variance of supercooling point of male and female sunn pest collected in winter of 1999, from two altitudes of 2125 and 2300m in Ateshgah – Karaj.

منابع تغییرات S. O. V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS	F محاسبه شده F value
ارتفاع Altitude	1	0.187	0.958ns
جنس Sex	1	0.192	0.982ns
Altitude x Sex	1	0.007	0.038ns
اشتباه Error	38	0.195	

می‌باشد. اما در نهایت برای قضاوت در مورد ارتباط بین نقطه انجماد و تلفات بایستی آزمایشاتی در زمینه تعیین دمای آستانه تلفات و LT50 انجام شود.

نشانی نگارندگان: مهندس احمد بغدادی و دکتر سعید محرمی پور، گروه حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس؛ دکتر عدرا ربانی چادگانی مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران؛ دکتر غلامعباس عبداللهی مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی.