

رابطه انبوهی جمعیت پوره‌ها و حشرات کامل سن گندم، *Eurygaster integriceps* با درصد سن‌زدگی دانه‌ها

## در ارقام گندم دیم سرداری و آذر ۲

جعفر محقق نیشابوری<sup>۱</sup>✉، مریم فروزان<sup>۲</sup>، میررضا جمشیدی<sup>۳</sup>

۱- بخش تحقیقات سن گندم، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۳- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران

(تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۷؛ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۷)

## چکیده

رابطه بین انبوهی جمعیت پوره‌ها و حشرات کامل سن معمولی گندم، *Eurygaster integriceps* و درصد سن‌زدگی دانه‌ها، در شرایط طبیعی زارعین، معیاری را برای تعیین تراز زیان اقتصادی (EIL) مشخص می‌کند. بدین منظور در استان‌های آذربایجان غربی و لرستان هریک سه مزرعه دیم از ارقام سرداری و آذر ۲ طی سه سال بررسی شد. نمونه‌برداری از انبوهی جمعیت پوره‌ها و حشرات کامل سن، به دو روش کادراندازی و تورزنی (هریک در ۲۵ کرت بیست متر مربعی) در ماه آخر رشد گندم صورت پذیرفت. سپس نزدیک برداشت محصول در هر کرت با نمونه‌گیری از ده سنبله گندم درصد سن‌زدگی دانه‌ها تعیین شد. از آزمون‌های همبستگی (correlation) و رگرسیون رابطه میان میانگین انبوهی جمعیت سن و درصد سن‌زدگی در کرت‌ها در ارقام یادشده به دست آمد. داده‌ها به کمک مدل‌های مختلف توسط نرم‌افزار TableCurve 2D برازش داده شد. برای رقم سرداری مدل‌های نمایی (در کادر و تور) و برای رقم آذر ۲ مدل‌های توانی (کادر) و نمایی (تور) برازش بهتری را نشان دادند. میانگین انبوهی جمعیتی که بتواند خسارت دو درصد به دانه‌های گندم وارد کند در ارقام سرداری و آذر ۲ به ترتیب برای کادر ۳/۲۵ و ۲/۸۸ عدد سن در متر مربع و برای تور ۴/۳ و ۲/۸۲ عدد سن در پنج عدد تور یک‌طرفه برآورد شد. بر این اساس تراز زیان اقتصادی پوره‌ها و حشرات کامل نسل بهاره سن گندم برای سطوح مختلف سن‌زدگی دانه‌ها بحث شد.

واژه‌های کلیدی: برآورد خسارت، مدل‌های غیرخطی خسارت-انبوهی، سن معمولی گندم *Eurygaster integriceps*

The relationship between population density of *Eurygaster integriceps* nymphs and new adults with kernel damage percentage in rain-fed varieties of Sardari and Azar2

J. MOHAGHEGH<sup>1</sup>✉, M. FOROUZAN<sup>2</sup>, M. JAMSHIDI<sup>3</sup>

1. Sunn Pest Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; 2. Plant Protection Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran; 3. Plant Protection Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran

## Abstract

The relationship between population density of sunn pest and kernel damage percentage, especially in natural farmers' situations, determines a criterion for the economic injury level (EIL). For this purpose three wheat farms, cultivated with either Sardari or Azar2 varieties were selected in each of Lorestan and West Azarbaijan provinces. Population densities of nymphs and new adults were sampled both by quadrat and sweeping net sampling methods (each using twenty-five 20-sq-meter plots) during the last month of wheat growth. Then, at harvesting 10 wheat spikes were randomly taken off from each plot to determine kernel damage percentage. The relationship between population density and kernel damage percentage in each plot was determined, using correlation and regression analyses. Linear and nonlinear models were also fitted using TableCurve 2D software. As a result, exponential models were properly fitted for Sardari variety in both quadrat and sweeping net methods, respectively, whereas power and exponential models were well matched with Azar2 variety for the respective methods. Based on the models prediction, mean population densities that could cause 2 percent kernel damage in Sardari and Azar 2 varieties were 3.25 and 2.88 for quadrat and 4.3 and 2.82 for sweep net, respectively. Moreover, the EILs of the nymphs and new adults for different kernel damaged levels were discussed.

**Keywords:** Damage estimation, density-damage nonlinear models, sunn pest *Eurygaster integriceps*

## مقدمه

رابطه بین انبوهی جمعیت سن معمولی گندم، *Eurygaster integriceps* Put. و میزان خسارت وارده به محصول در دو بعد کمی و کیفی مورد نظر پژوهندگان مختلفی بوده است (Mardoukhi and Heidari, 1993; Bahrami et al., 2003). عمده خسارت کمی متوجه سن‌های زمستان‌گذران است که به صورت خسارت به جوانه مرکزی، ساقه و برگ نمایان و سبب کاهش میزان محصول مورد انتظار می‌شود. اما خسارت کیفی نقش مهمتری را به عهده دارد و آن عدم خریداری کل محصول برای مصارف نانویی است. خسارت کیفی به طور عمده توسط پوره‌های سنین بالا و حشرات کامل نسل جدید ایجاد می‌شود. در این نوع خسارت علاوه بر کاهش وزن دانه، با ترشح آنزیم‌های بزاقی گلوتن دانه تجزیه شده و خاصیت نانویی آرد حاصل از این دانه‌ها کاهش می‌یابد (Kretovich, 1944).

ارتباط تعداد سن مادر و میزان خسارت در کشور در موارد متعددی بررسی شده است (Naeem, 1986; Mardoukhi and Heidari, 1993; Rezabeigi, 2000; Bahrami et al., 2003; Noori et al., 2003; Noori and Shahrokhi, 2012). هم‌چنین ارزیابی انبوهی پوره‌ها و درصد سن‌زدگی مورد پژوهش برخی پژوهندگان واقع شده است (Mardoukhi and Heidari, 1993; Rezabeigi, 2000; Bahrami et al., 2003; Canhilal et al., 2005). با وجود اختلاف نظر قابل توجه بین نتایج محققین، به طور کلی پذیرفته شده است که تا ۲ درصد سن‌زدگی دانه‌ها تأثیر سوئی روی کیفیت نانویی آرد حاصل از آن‌ها ندارد (Critchley, 1999; El-Haramein et al., 1984; Askarianzadeh, 1999). (Paulian and Popov, 1980; Javahery, 1995; 1998).

پژوهش‌های مربوط به تراز زیان اقتصادی که در قفس و روی حشرات کامل سن انجام شده است تفاوت‌های زیادی را از نظر نتایج حاصله با بررسی‌های صحرایی نشان داده است (Naeem, 1986; Noori and Shahrokhi, 2012). در حالی که معیار مبارزه با حشرات کامل زمستان‌گذران بسته به شرایط مختلف بین ۱ تا ۴ عدد در متر مربع اعلام شده است. نوری و

شاهرخی آن را برای دو رقم گندم آبی به نام‌های الوند و زرین بین ۱۱ تا ۱۴ عدد سن کامل در متر مربع در شرایط قفس برآورد کرده‌اند (Noori and Shahrokhi, 2012). هم‌چنین معیار مبارزه با سن مادر در گندم‌های دیم در مطالعات مردوخ و حیدری (Mardoukhi and Heidari, 1993) و بهرامی و همکاران (Bahrami et al., 2003) به ترتیب ۱ و ۱/۵ در متر مربع پیشنهاد شده است.

این تفاوت‌ها به شرایط دیم و آبی بودن مزرعه، کشت پاییزه و یا بهاره، گندم نان و یا دوروم، نوع رقم و نیز برآورد میزان محصول نسبت داده شده است. مثلاً جان‌هیلال و همکاران معتقدند که ۲/۱ درصد دانه‌های سن‌زده برای گندم نان و ۰/۹ درصد برای گندم دوروم قابل تحمل است (Canhilal et al., 2005) و یا کارابابا و اوزن، سطح ۵ درصد سن‌زدگی دانه را برای گندم رقم Ankara 093/44 توصیه می‌کنند (Karababa and Ozan, 1998). گذشته از وجود این عوامل، شرایط آزمایشی (قفس و یا شرایط باز مزرعه) هم نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای را در انتخاب معیار مبارزه ایفا می‌نماید. بنابراین داده‌های بیشتر و متنوع‌تری از شرایط طبیعی مزارع گوناگون، ارزیابی واقعی‌تری را از ارتباط درصد سن‌زدگی و جمعیت سن به دست خواهد داد. موضوعی که هدف بررسی حاضر برای ارقام گندم دیم سرداری و آذر ۲ بود. این کار امکان تعیین مدل‌های مناسب‌تر «انبوهی آفت - میزان خسارت» را در شرایط طبیعی فراهم آورد.

## روش بررسی

در هریک از استان‌های آذربایجان غربی و لرستان سه منطقه در نظر گرفته شد. در هر منطقه یک مزرعه گندم دیم که یکی از ارقام سرداری و یا آذر ۲ کشت شده و کمتر از یک هکتار نبود، انتخاب شد. از این مزرعه هزار متر مربع انتخاب و به دو بخش پانصد مترمربعی - به ترتیب برای کادر و تور - تقسیم شد. محل این مزارع در استان‌های مورد مطالعه در جدول ۱ قید شده است. در هر بخش پانصد مترمربعی،

به تصادف انتخاب و درون پاکتی قرار می‌گرفت. روی هر پاکت شماره کرت و بخش کادر و یا تور نوشته می‌شد. حاصل آن‌که در هر مزرعه، تعداد ۵۰ نمونه پاکت که هر یک دارای ده عدد سنبله گندم بود به دست آمد (۲۵ پاکت مربوط به بخش کادر و ۲۵ پاکت مربوط به بخش تور). بعد از انتقال پاکت‌های حاوی سنبله‌ها به آزمایشگاه برای هر پاکت جداگانه، کاه و بقایای گیاهی از آن‌ها جدا شده، دانه‌ها به تفکیک سن‌زده و سالم شمارش شدند.

برای تعیین رابطه میان تراکم جمعیت سن و درصد سن‌زدگی از تجزیه آماری هم‌بستگی (correlation) - روش Pearson - به کمک نرم‌افزار SAS استفاده شد. برازش مدل‌ها نیز به وسیله نرم‌افزار (Table Curve 2D, 1994) صورت گرفت.

#### نتیجه و بحث

نتایج تجزیه آماری همبستگی بین میانگین انبوهی جمعیت سن گندم و درصد سن‌زدگی در کرت‌های آزمایشی برای ارقام سرداری و آذر ۲ در جدول ۱ خلاصه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در مزارع مورد بررسی، رابطه بین میانگین انبوهی مراحل تغذیه‌کننده سن و درصد سن‌زدگی بسیار معنی‌دار، مثبت و بسیار زیاد بوده است (جدول ۱).

ویژگی‌های هر رقم گندم به گروهی از خصوصیات ریخت‌شناسی درونی و بیرونی نیز شناخته می‌شود. ارتباط درصد سن‌زدگی با این ویژگی‌ها نیز مورد مطالعه پژوهندگان متعددی بوده است. قنادها و آینه، در بررسی چهل ژنوتیپ گندم نان و دوروم هیچگونه همبستگی معنی‌داری بین خصوصیات ریخت‌شناسی و درصد سن‌زدگی دانه نیافتند (Ghannadha and Ayeeneh, 2003). اگرچه در تحقیق دیگری که روی سی ژنوتیپ گندم‌های نان و دوروم صورت پذیرفت، بین درصد سن‌زدگی و وجود گرانول‌های ریز نشاسته در اندوسپرم دانه رابطه مثبت معنی‌داری به دست آمد (Zamani et al., 2004). چنانچه سازانوف نیز در هفت رقم گندم این همبستگی را گزارش داده است (Sazanov, 1973).

به‌نوبه خود ۲۵ قسمت (کرت) مساوی - هر کرت بیست متر مربع - در نظر گرفته شد. تقسیم‌بندی کرت‌ها توسط قرار دادن چوب‌هایی در مرزهای مزرعه با فواصل ۴ و ۵ متر ایجاد شد به طوری که این کرت‌ها از نظر عملیات داشت عملاً از یکدیگر مجزا نبودند. در این بخش از مزارع علیه پوره‌های سن عملیات سمپاشی صورت نگرفت. لازم به یادآوری است که واکر تعداد ۲۰ نمونه به بالا را برای بررسی انبوهی سن‌های غلات توصیه کرده است (Walker, 1980; 1981).

نمونه‌برداری از انبوهی جمعیت پوره‌ها و حشرات کامل نسل جدید سن با کادر و تور در آخرین ماه رشد گندم صورت پذیرفت. آخرین ماه رشد گندم که منجر به رسیدگی کامل دانه‌ها می‌شود در مناطق یادشده براساس مطالعات امیرمعافی و همکاران، حدود زمانی مشخصی دارد (Amir-Maafi, 2011). این نمونه‌برداری‌ها هر هفته یکبار تا برداشت محصول ادامه یافت به طوری که در پایان، حداقل چهار بار در هر مزرعه نمونه‌برداری انجام شد. میانگین جمعیت پوره‌ها و حشرات کامل نسل جدید در هر کرت، از جمع تعداد آن‌ها در همه دفعات نمونه‌برداری تقسیم بر ۴ (تعداد دفعات نمونه‌برداری) به دست آمد.

در بخش کادر برای هر کرت ۲۰ مترمربعی با یک کادر یک متر مربعی، نمونه‌گیری انجام شد. فراوانی جمعیت پوره‌های تغذیه‌کننده ریز (سنین ۲ و ۳) و درشت (سنین ۴ و ۵) و حشرات کامل یادداشت شد. محتویات هر کادر را در همان کرت رها و سپس به کرت بعدی برای نمونه‌برداری پرداخته شد. در بخش تور مانند قسمت بالا برای هر کرت ۲۰ متر مربعی پنج تور یک‌طرفه (با دهانه ۳۵ سانتی‌متری) زده شده و محتویات آن از نظر فراوانی مراحل یادشده یادداشت شد. سپس محتویات پنج تور را در همان کرت خالی کرده و به همین ترتیب برای کرت بعدی اقدام گردید.

سپس نزدیک برداشت محصول با نمونه‌گیری از سنبله‌ها درصد سن‌زدگی تعیین شد. بدین‌منظور هنگام رسیدن دانه‌ها و قبل از برداشت گندم، از هر کرت تعداد ده عدد سنبله گندم

جدول ۱- میانگین  $\pm$  SE انبوهی جمعیت پوره‌ها و حشرات کامل نسل جدید سن گندم، *Eurygaster integriceps* و رابطه آن‌ها با درصد سن‌زدگی دانه‌ها در ارقام سرداری و آذر ۲ در مناطق مختلف در دو روش نمونه‌برداری تورزنی و کادرناندازی.

**Table 1.** Mean  $\pm$  SE population density of injurious stages of *Eurygaster integriceps*, their corresponding kernel damage percentages and correlations in Sardari and Azar 2 wheat varieties in different localities by quadrat ( $1m^2$ ) (Q) and sweepnet (5 times netting) (S) sampling measures.

Year	Variety	Location	GPS	Sampling method	Population density	kernel damage percentage	n	r	P
2015	Azar 2	Rimaleh	N 33°38'19" E 48°22'52"	Q	5.15 $\pm$ 0.45	4.15 $\pm$ 1.03	25	0.62	0.0009
				S	3.69 $\pm$ 0.27	1.88 $\pm$ 0.38	25	0.64	0.0006
2015	Sardari	Honam	N 33°47'24" E 48°18'15"	Q	10.37 $\pm$ 0.93	14.70 $\pm$ 2.33	25	0.87	<0.0001
				S	3.60 $\pm$ 0.31	3.22 $\pm$ 0.47	25	0.84	<0.0001
2015	Sardari	Nadri	N 33°49'29" E 48°17'12"	Q	3.47 $\pm$ 0.54	2.62 $\pm$ 0.54	25	0.83	<0.0001
				S	6.73 $\pm$ 0.76	5.03 $\pm$ 0.79	24	0.70	0.0001
2016	Azar 2	Rimaleh	N 33°37'49" E 48°23'05"	Q	2.37 $\pm$ 0.32	1.64 $\pm$ 0.31	25	0.85	<0.0001
				S	1.65 $\pm$ 0.13	1.01 $\pm$ 0.20	25	0.49	0.0136
2016	Sardari	Honam	N 33°47'57" E 48°15'38"	Q	2.18 $\pm$ 0.24	1.58 $\pm$ 0.29	25	0.89	<0.0001
				S	1.69 $\pm$ 0.19	1.57 $\pm$ 0.23	25	0.74	<0.0001
2016	Sardari	Cheshmehsardeh	N 33°44'37" E 48°13'37"	Q	1.68 $\pm$ 0.17	0.43 $\pm$ 0.13	25	0.56	0.0038
				S	1.65 $\pm$ 0.13	0.54 $\pm$ 0.10	25	0.57	0.0031
2017	Sardari	Rimaleh	N 33°38'19" E 48°22'52"	Q	3.00 $\pm$ 0.31	0.37 $\pm$ 0.10	25	0.92	<0.0001
				S	3.47 $\pm$ 0.49	1.09 $\pm$ 0.28	25	0.91	<0.0001
2017	Sardari	Chaghalvandi	N 33°36'25" E 48°34'27"	Q	2.21 $\pm$ 0.24	0.66 $\pm$ 0.24	25	0.87	<0.0001
				S	4.59 $\pm$ 0.41	1.01 $\pm$ 0.20	25	0.87	<0.0001
2017	Sardari	Cheshmehsardeh	N 33°45'34" E 48°13'40"	Q	0.38 $\pm$ 0.09	0.02 $\pm$ 0.02	25	0.11	0.60
				S	0.47 $\pm$ 0.09	0.06 $\pm$ 0.03	25	0.02	0.93
2015	Sardari	Mahabad-Jahadabad	N 36°53'45" E 45°48'34"	Q	3.75 $\pm$ 0.44	0.03 $\pm$ 0	25	0.82	<0.0001
				S	2.09 $\pm$ 0.32	0.02 $\pm$ 0	25	0.88	<0.0001
2015	Sardari	Mahabad-Gharetappeh	N 36°52'05" E 45°49'15"	Q	2.82 $\pm$ 0.35	0.02 $\pm$ 0	25	0.90	<0.0001
				S	3.00 $\pm$ 0.41	0.03 $\pm$ 0.01	25	0.91	<0.0001
2015	Sardari	Mahabad-Torshakan	N 36°54'15" E 45°49'47"	Q	2.29 $\pm$ 0.38	0.03 $\pm$ 0	25	0.88	<0.0001
				S	3.24 $\pm$ 0.36	0.02 $\pm$ 0	25	0.85	<0.0001
2016	Sardari	Dashaghol-SharakNasr	N 37°15'27" E 45°18'28"	Q	2.74 $\pm$ 0.35	2.27 $\pm$ 0.45	25	0.88	<0.0001
				S	3.20 $\pm$ 0.37	3.00 $\pm$ 0.42	25	0.89	<0.0001
2016	Sardari	Dashaghol-Nasirabad	N 37°13'20" E 45°16'14"	Q	3.69 $\pm$ 0.40	3.24 $\pm$ 0.37	25	0.91	<0.0001
				S	3.44 $\pm$ 0.37	2.97 $\pm$ 0.43	25	0.86	<0.0001
2016	Azar 2	Mahabad-Sharaksanati	N 36°53'46" E 45°51'26"	Q	2.49 $\pm$ 0.34	1.58 $\pm$ 0.30	25	0.93	<0.0001
				S	2.50 $\pm$ 0.28	1.21 $\pm$ 0.19	25	0.85	<0.0001
2017	Azar 2	Boukan-Mollalar	N 36°41'12" E 46°06'34"	Q	7.05 $\pm$ 1.13	6.85 $\pm$ 1.54	25	0.90	<0.0001
				S	5.02 $\pm$ 0.61	5.99 $\pm$ 1.03	25	0.89	<0.0001
2017	Azar 2	Boukan-Hoseinmameh	N 36°44'40" E 46°07'40"	Q	9.30 $\pm$ 1.06	14.54 $\pm$ 2.13	25	0.96	<0.0001
				S	12.48 $\pm$ 1.07	20.91 $\pm$ 2.40	25	0.91	<0.0001
2017	Sardari	Nari	N 37°14'41" E 45°16'17"	Q	3.14 $\pm$ 0.48	1.45 $\pm$ 0.25	25	0.82	<0.0001
				S	2.90 $\pm$ 0.41	1.53 $\pm$ 0.28	25	0.90	<0.0001

رگرسیون بود، به‌ویژه ضرایبی که در معادله مربوطه نقش تعیین‌کننده داشتند. چنانچه *Gusmão et al.* (2006) نیز در مورد سفیدبالک (*Bemisia tabaci* (Genn.) چنین کرده‌اند.

به‌طورکلی برای هر دو رقم مورد مطالعه، مدل‌های غیرخطی برازش بهتری نشان دادند. در شکل‌های ۱ و ۲ برازش مدل‌های نمایی برای کادر و تور در رقم سرداری نشان داده شده است. مطابق مدل نمایی برای رقم سرداری و در روش کادرناندازی تا میانگین ۳/۲۵ عدد سن در متر مربع را می‌تواند تحمل کنند که در آستانه دو درصد سن‌زدگی است. حسب مدل نمایی دیگری برای رقم سرداری و در روش تورزنی تا میانگین ۴/۳ عدد سن در ۵ عدد تور یکطرفه مطابق دو درصد سن‌زدگی است.

در شکل‌های ۳ و ۴ برازش مدل‌های توانی و نمایی به‌ترتیب برای دو روش کادرناندازی و تورزنی در رقم دیم آذر نشان داده شده است. در روش کادرناندازی، بر مبنای تخمین مدل توانی مذکور برای رقم آذر ۲ تا میانگین ۲/۸۸ عدد سن در متر مربع را می‌تواند تحمل کنند که در آستانه دو درصد سن‌زدگی است. در روش تورزنی، حسب تخمین مدل نمایی دیگری برای رقم آذر ۲ تا میانگین ۲/۸۲ عدد سن در ۵ عدد تور یکطرفه، انتظار دو درصد سن‌زدگی را که در محدوده درصد مجاز سن‌زدگی است خواهیم داشت.

باید توجه داشت اگر سطح قابل قبول سن‌زدگی دانه‌ها را به سه درصد ارتقا دهیم، آنگاه برای ارقام دیم گندم سرداری و آذر ۲ به‌ترتیب تعداد سن در کادر یک متر مربعی به ۴/۴۵ و ۳/۸۱ عدد می‌رسد. چنانچه پنج درصد سن‌زدگی دانه‌ها را مبنای پذیرش قرار دهیم برای ارقام فوق و در کادر تعداد ۶/۴۲ و ۵/۴۳ عدد سن تحمل‌پذیر خواهد بود. رضاییگی برآورد تراز زیان اقتصادی سن‌های کامل نسل جدید گندم را در رقم حساس سرداری برای دو درصد سن‌زدگی ۲/۶ عدد و برای پنج درصد سن‌زدگی ۶/۴ عدد بیان می‌کند که کم و بیش مشابه بررسی حاضر است (Rezabeigi, 2000).

هم‌چنین رضاییگی رابطه معنی‌دار مثبتی را میان دانه‌های درشت نشاسته (۱۰-۳۰ میکرون) و شاخص‌های مقاومت در دوازده رقم گندم به‌دست آورد (Rezabeigi, 2000). رقم سرداری از جمله ارقام حساس به سن‌گندم و دارای دانه‌های ریز نشاسته است (Zamani et al., 2004).

در گندم رقم سرداری برای هر دو روش کادرناندازی و تورزنی رابطه همبستگی مثبت و معنی‌دار بود (کادر:  $r = 0.83$ ,  $n = 300$ ,  $P < 0.0001$  (تور:  $r = 0.67$ ,  $n = 300$ ,  $P < 0.0001$  در گندم رقم آذر ۲ نیز برای هر دو روش کادرناندازی و تورزنی این رابطه مثبت و معنی‌دار بود (کادر:  $r = 0.90$ ,  $n = 125$ ,  $P < 0.0001$  (تور:  $r = 0.95$ ,  $n = 125$ ,  $P < 0.0001$ ). ضمناً این همبستگی بسیار زیاد می‌تواند بیانگر تناسب زمان نمونه‌برداری از جمعیت (ماه آخر رشد گندم)، برای دست‌یافتن به رابطه آن با سن‌زدگی دانه‌ها باشد. همانگونه که Volodichev (1977) معتقد است که در زمان شیری شدن دانه‌های گندم، با شمارش جمعیت سن می‌توان میزان آلودگی دانه‌ها را در هنگام رسیدن آن‌ها حدس زد. هم‌چنین در شوروی سابق برای مرحله گل‌دهی تا آغاز تشکیل دانه‌ها تعداد ۱۰ تا ۱۵ عدد پوره آستانه اقتصادی دانسته شده است؛ اما اگر به مرحله خمیری شدن دانه‌ها برسد این آستانه به دو عدد تقلیل می‌یابد که بیانگر اهمیت خسارت کیفی در این مرحله است (Areshnikov and Staristin, 1986).

با توجه به معنی‌دار بودن رابطه میانگین انبوهی جمعیت سن و درصد سن‌زدگی برای رقم‌های سرداری و آذر ۲، چندین مدل رگرسیونی مختلف برای هر از این ارقام و در هر دو روش کادرناندازی و تورزنی برازش داده شد. برازش مدل‌های خطی و غیرخطی به منظور ارزیابی رابطه بین میانگین درصد سن‌زدگی و میانگین انبوهی جمعیت سن در مزارع مختلف گندم طی سال‌های مورد مطالعه در جدول ۲ برای کادر و تور نشان داده شده است.

انتخاب مدل براساس معنی‌دار بودن رگرسیون، مقدار بالای ضریب تبیین ( $R^2$ ) و نیز معنی‌دار بودن ضرایب معادله

جدول ۲- آماره‌ها و پراسنجه‌های مدل‌های مختلف، بیانگر رابطه بین میانگین انبوهی جمعیت پوره‌ها و حشرات کامل نسل جدید سن گندم، *Eurygaster integriceps* و درصد سن‌زدگی دانه‌ها در ارقام سرداری و آذر ۲ در دو روش نمونه‌برداری تورزنی و کادراندازی.

**Table 2.** Statistics and parameters for different models fitted to kernel damage percentage over mean population density in Sardari and Azar 2 wheat varieties for quadrat and sweep-net sampling methods.

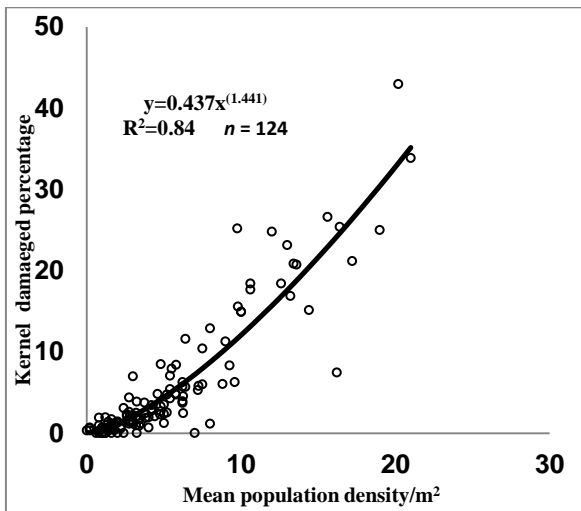
Variety	Model	Equation	R <sup>2</sup> -Adjusted	P	Parameters*
Quadrat					
Sardari	Exponential	$y = a + b \exp(-x/c)$	0.874	<0.00001	$a, b$ and $c$
Sardari	Polynomial	$y = a + bx^2$	0.863	<0.00001	$a$ and $b$
Sardari	Sigmoid	$y = a / (1 + \exp(-(x - b)/c))$	0.856	<0.00001	$a, b$ and $c$
Sardari	Logistic	$Y = 4a \frac{\exp[-(\frac{x-b}{c})]}{(1 + \exp[\frac{x-b}{c}])^2}$	0.855	<0.00001	$a, b$ and $c$
Sardari	Linear	$y = a + bx$	0.759	<0.00001	$a$ and $b$
Sweep-net					
Sardari	Exponential	$y = a + b \exp(-x/c)$	0.758	<0.00001	$a^{ns}, b$ and $c$
Sardari	Logistic (LDR)	$y = 4a^{c-1}b^{c+1}c^2 / (c-1 + cx^{-c}b^c + x^{-c}b^c)^2$	0.562	<0.00001	$a, b$ and $c$
Sardari	Linear	$y = a + bx$	0.560	<0.00001	$a^{ns}$ and $b$
Sardari	Power	$y = ax^b$	0.559	<0.00001	$a$ and $b$
Sardari	Sigmoid	$y = a / (1 + \exp(-(x - b)/c))$	0.546	<0.00001	$a, b$ and $c$
Sardari	Polynomial	$y = a + bx^2$	0.435	<0.00001	$a$ and $b$
Quadrat					
Azar2	Power	$y = ax^b$	0.835	<0.00001	$a$ and $b$
Azar2	Exponential	$y = a + b \exp(-x/c)$	0.831	<0.00001	$a, b$ and $c$
Azar2	Sigmoid	$y = a / (1 + \exp(-(x - b)/c))$	0.824	<0.00001	$a, b$ and $c$
Azar2	Linear	$y = a + bx$	0.815	<0.00001	$a$ and $b$
Azar2	Polynomial	$y = a + bx^2$	0.807	<0.00001	$a$ and $b$
Sweep-net					
Azar2	Exponential	$y = a + b \exp(-x/c)$	0.929	<0.00001	$a, b$ and $c$
Azar2	Power	$y = ax^b$	0.928	<0.00001	$a^{ns}$ and $b$
Azar2	Polynomial	$y = a + bx^2$	0.918	<0.00001	$a$ and $b$
Azar2	Sigmoid	$y = a / (1 + \exp(-(x - b)/c))$	0.907	<0.00001	$a, b$ and $c$
Azar2	Linear	$y = a + bx$	0.899	<0.00001	$a$ and $b$

\* All parameters were significantly different from zero unless otherwise mentioned.

<sup>ns</sup> Not significant.

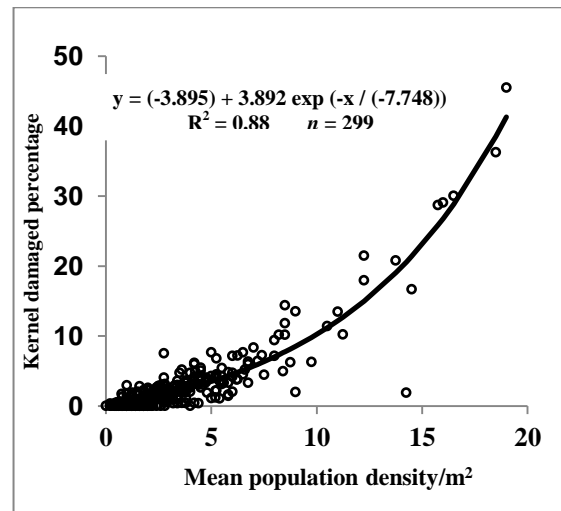
باید توجه داشت اگر سطح قابل قبول سن‌زدگی دانه‌ها را به سه درصد ارتقا دهیم، آنگاه برای ارقام دیم گندم سرداری و آذر ۲ به ترتیب تعداد سن در کادر یک متر مربعی به ۴/۴۵ و ۳/۸۱ عدد می‌رسد. چنانچه پنج درصد سن‌زدگی دانه‌ها را مبنای پذیرش قرار دهیم برای ارقام فوق و در کادر تعداد ۶/۴۲ و ۵/۴۳ عدد سن تحمل‌پذیر خواهد بود. رضاییگی برآورد تراز زیان اقتصادی سن‌های کامل نسل جدید گندم را در رقم حساس سرداری برای دو درصد سن‌زدگی ۲/۶ عدد و برای پنج درصد سن‌زدگی ۶/۴ عدد بیان می‌کند که کم و بیش مشابه بررسی حاضر است (Rezabeigi, 2000).

در شکل‌های ۳ و ۴ برازش مدل‌های توانی و نمایی به ترتیب برای دو روش کادراندازی و تورزنی در رقم دیم آذر ۲ نشان داده شده است. در روش کادراندازی، بر مبنای تخمین مدل توانی مذکور برای رقم آذر ۲ تا میانگین ۲/۸۸ عدد سن در متر مربع را می‌تواند تحمل کنند که در آستانه دو درصد سن‌زدگی است. در روش تورزنی، حسب تخمین مدل نمایی دیگری برای رقم آذر ۲ تا میانگین ۲/۸۲ عدد سن در ۵ عدد تور یکطرفه، انتظار دو درصد سن‌زدگی را که در محدوده درصد مجاز سن‌زدگی است خواهیم داشت.



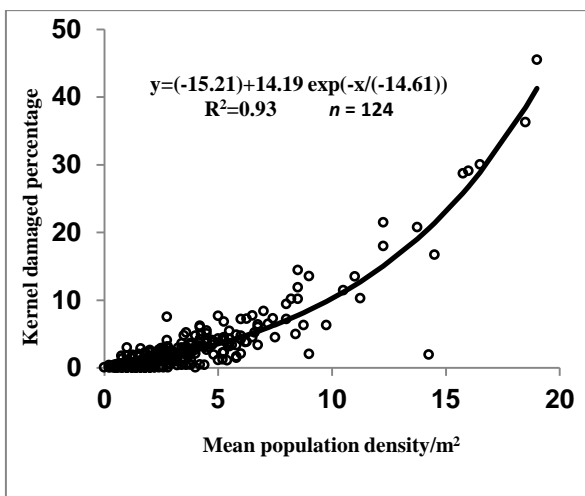
شکل ۳- مدل توانی بیانگر رابطه میان میانگین انبوهی جمعیت سن و درصد سن‌زدگی در مزارع مختلف گندم رقم آذر ۲ طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ (کادر).

**Fig. 3.** The power model indicating relationship between mean population densities of sunn pest and their corresponding kernel damaged percentages in wheat fields of Azar 2 variety during years 2015-2017 (quadrat sampling).



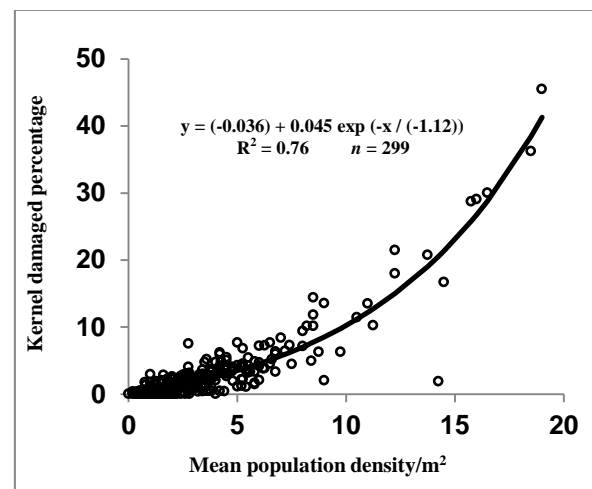
شکل ۱- مدل نمایی بیانگر رابطه میان میانگین انبوهی جمعیت سن و درصد سن‌زدگی در مزارع مختلف گندم رقم سرداری طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ (کادر).

**Fig. 1.** The exponential model indicating relationship between mean population densities of sunn pest and their corresponding kernel damaged percentages in wheat fields of Sardari variety during years 2015-2017 (quadrat sampling).



شکل ۴- مدل نمایی بیانگر رابطه میان میانگین انبوهی جمعیت سن و درصد سن‌زدگی در مزارع مختلف گندم رقم آذر ۲ طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ (تور).

**Fig. 4.** The exponential model indicating relationship between mean population densities of sunn pest and their corresponding kernel damaged percentages in wheat fields of Azar 2 variety during years 2015-2017 (sweep net sampling).



شکل ۲- مدل نمایی بیانگر رابطه میان میانگین انبوهی جمعیت سن و درصد سن‌زدگی در مزارع مختلف گندم رقم سرداری طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ (تور).

**Fig. 2.** The exponential model indicating relationship between mean population densities of sunn pest and their corresponding kernel damaged percentages in wheat fields of Sardari variety during years 2015-2017 (sweep net sampling).

از خمیری شدن دانه‌ها و پیدایش حشرات کامل جدید اتخاذ شود. از این رو انتظار می‌رود که برای آستانه اقتصادی، انبوهی جمعیت پوره‌های با جثه ریز (سنین دو و سه) بیشتر از میزان انبوهی پیش‌بینی شده برای پوره‌های درشت (سنین چهار و پنج) و یا حشرات کامل جدید در مدل‌های معرفی شده باشد. چرا که علاوه بر اندازه کوچک‌تر پوره‌های ریز، باید مرگ و میر رخ داده در این فاصله را هم مد نظر داشت. این مرگ و میر گرچه در شرایط آزمایشگاهی برای دوره تخم تا حشرات کامل به ۵۵ درصد می‌رسد (Mohaghegh, 1991) اما ممکن است در شرایط صحرائی به بیش از ۸۰ درصد هم بالغ شود (امیرمعافی، داده‌های منتشر نشده). برخی از پژوهندگان برآورد جمعیت پوره‌های ریز را در مرحله ساقه‌دهی گندم برای آستانه اقتصادی ۵ تا ۷/۵ برابر این میزان در مرحله خمیری شدن دانه‌ها و پوره‌های درشت و حشرات کامل می‌دانند (Areshnikov and Starostin, 1986).

به‌طورکلی شاخص «دانه‌های سن‌زده» برای برآورد خسارت کیفی شاخص قابل اعتماد و قابل اندازه‌گیری است. در زمینه ارتباط بین انبوهی جمعیت سن و درصد سن‌زدگی دانه‌ها با در نظر داشتن تأثیر ارقام، مطالعات متعددی صورت پذیرفته است (Mutlu et al., 2014; Rezabeigi, 2000). اگرچه در برخی از پژوهش‌ها، درصد دانه‌های سن‌زده ارقام مختلف تأثیری در سطوح قابل قبول سن‌زدگی نداشته است (Askarianzadeh, 1999)، اما نتایج دیگری هم دیده می‌شود که بیانگر تأثیر ارقام در این خصوص است (Dizlek and Islamoğlu, 2015). دوریک و همکاران نیز واکنش متفاوت ارقام مختلف گندم را به سن‌زدگی دانه‌ها برای دو گونه سن *Eurygaster austriaca* Schrk. و *Eurygaster maura* L. گزارش کرده‌اند (Đuric et al., 2014).

با توجه به تلاش‌های صورت‌گرفته در زمینه افزایش شتاب معرفی ارقام جدید گندم اعم از آبی و دیم، ضرورت دارد که مشابه بررسی حاضر روی این دسته از ارقام به تفکیک صورت پذیرد تا معیار مبارزه برای سطوح مختلف سن‌زدگی در هر کدام از آن‌ها مشخص شود.

همین وضعیت برای تعداد سن در ۵ تور برای ارقام سرداری و آذر ۲ درصد سن‌زدگی ۴/۷۴ و ۳/۶۵ و در حد پنج درصد سن‌زدگی دانه‌ها به ترتیب ۵/۳ و ۵/۱۷ عدد سن خواهد بود. سطح قابل قبول سه درصد سن‌زدگی قبلاً هم در مراکز خرید گندم و سیلوها اعمال می‌شده است (Mardoukhi and Heidari, 1993) که با ملاک قراردادن آن برای ارقام دیم سرداری و آذر ۲ حدود ۵ عدد سن در پنج عدد تور می‌شود.

باید توجه داشت که در اغلب منابع مطالعاتی منطقه‌ای سطح قابل تحمل سن‌زدگی دانه‌ها همان پنج درصد ذکر شده است (Karababa and Ozan, 1998). و از این رو لزوم مطالعات جدیدی برای سنجش ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خمیر حاصل از درصدهای مختلف گندم‌های سن‌زده (بررسی‌های rheologic) با توجه به معرفی ارقام جدید گندم وجود دارد.

ارتباط میزان تراکم پوره و نسل جدید سن گندم و درصد خسارت دانه در مزارع کوهپایه و دشت در مزارع گندم دیم استان کردستان بررسی و نتیجه‌گیری شده است که در مزارع کوهپایه میانگین تراکم نسل جدید و پوره سن ۲۳/۲ عدد با خسارت متوسط ۹/۱ درصد وزنی سن‌زدگی و در مزارع دشت با ۵/۹ عدد پوره و نسل جدید ۱/۱۶ درصد سن‌زدگی بوده است (مردوخی و حیدری، ۱۳۷۱). نامبردگان براین اساس لزوم کنترل شیمیایی را همواره در مزارع کوهپایه ضروری و متقابلاً در مزارع دشت ضرورتی بر کنترل شیمیایی سن گندم نمی‌بینند. بهرامی و همکاران در مطالعات خود در منطقه کرمانشاه، تراز زیان اقتصادی را برای میانگین انبوهی جمعیت سن روی رقم سرداری در مرحله رسیدن فیزیولوژیک دانه ۴ عدد و در مرحله برداشت ۲/۸ عدد بیان می‌کنند (Bahrami et al., 2003)، که کم و بیش نزدیک به نتایج این بررسی است. برخی پژوهندگان نیز آستانه اقتصادی را در مراحل پیش و پس از خمیری شدن دانه‌ها بسیار متفاوت دانسته‌اند (Areshnikov and Starostin, 1986). بدیهی است که آستانه اقتصادی برای تصمیم‌سازی در مهار سن گندم باید قبل



## References

- AMIR-MAAFI, M. 2011. Development of forecasting network in integrated sunn pest management. Final report IRIPP, registered No. 90/515, 66pp.
- ARESHNIKOV, B. A. and S. P. STAROSTIN, 1986. Taking account of economic thresholds. *Zashchita Rastenii* 2: 14-16.
- ASKARIANZADEH, A. 1999. An investigation on protein, reology and baking quality of improved wheat varieties by cereal sunn pest *Eurygaster integriceps*. Tarbiat Modarres University Ms thesis 169pp. (In Persian with English summary).
- BAHRAMI, N., GH. RADJABI, M. REZABEIGI and K. KAMALI, 2003. Study on economic injury level of Sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) on wheat in rainfed field of Kermanshah province. *Applied Entomology and Phytopathology* 70:29-44 (In Persian with English summary).
- CANHILAL, R., H. KUTUK, A. D. KANAT, M. ISLAMOĞLU, F. EL-HARAMEIN and M. EL-BOUHSSINI, 2005. Economic threshold for the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae), on wheat in southeastern Turkey. *Journal of Agricultural and Urban Entomology* 22: 191-201.
- CRITCHLEY, B. R. 1998. Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). *Crop Protection* 17: 271-287.
- DIZLEK, H. and M. ISLAMOĞLU, 2015. Effects of sunn pest (*Eurygaster maura* L. Heteroptera; Scutelleridae) sucking number on physical and physiological characteristics of wheat varieties. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 88: 10-15.
- ĐURIĆ, V., N. MLADENOV, N. HRISTOV, A. KONDIKĆ-ŠPIKA, V. AĆIN and M. RACIĆ, 2014. The effect of sunn pest infested grains on wheat quality in different field conditions. *Romanian Agricultura Research* 31:323-330.
- EL-HARAMEIN, F. J., P. WILLIAMS and A. RASHWANI, 1984. A simple test for the degree of damage caused in wheat by sunn bug (*Eurygaster* spp.) infestation. *Rachk* 3, 11 -17.
- GHANNADHA, M. R. and S. AYEENEH, 2003. Evaluation of sunn pest resistance in wheat. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 34:769-783 (In Persian with English summary).
- JAVAHERY, M. 1995. A technical review of sunn pests (Heteroptera: Pentatomoidea) with special reference to *Eurygaster integriceps* Puton. FAO/RNE. 80p.
- KARABABA, E. and A. N. OZAN, 1998. Effect of wheat bug (*Eurygaster integriceps*) damage on quality of a wheat variety grown in Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 77: 399-403.
- KRETOVICH, V. L. 1944. Biochemistry of the damage to grain by the wheat-bug. *Cereal Chemistry* 21: 1-16.
- MARDOUKHI, V. and M. HEIDARI, 1993. Study on variations of population density and damage of sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put) in dry rain-fed area of Kurdistan. *Applied Entomology and Phytopathology* 60: 29-41 (In Persian with English summary).
- MOHAGHEGH, J. 1991. Systematical and biological revision of the genus *Eurygaster* Lap. In Iran. MSc thesis, University of Tehran, 140 pp.
- MUTLU, Ç, R. CANHILAL, V. KARACA, M. DUMAN, C. GOZUACIK, and M. KAN, 2014. Economic threshold revision of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* put.) (hemiptera: Scutelleridae) on wheat in southeastern Anatolia region. *Türkiye Entomoloji Bülteni* 4: 157-169.
- NAEEM, A. 1987. Annual report of Esfahan Research laboratory of entomology and phytopathology. 47-51.
- NOORI, H. and S. SHAHROKHI, 2012. Economic levels for Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Het.: Scutelleridae) on wheat in Iran. *International journal of Agronomy and Plant Production*. 3: 483-488. Available online at <http://www.ijappjournal.com>
- NOORI, H., P. AZMAYESHFARD, G. A. ABDOLLAHI, GH. NOORI GHANBALANI, and A. KHARAZI-PAKDEL, 2002. The quantitative loss assessment of sunn pest, (*Eurygaster integriceps* Put.) in Ghazvin region. *Applied Entomology and Phytopathology* 69: 155-169 (In Persian with English summary).

- PAULIAN, F. and C. POPOV, 1980. Sunn pest or cereal bug. pp. 69-74 in Ciba-Geigy. Wheat documenta. Basle, Switzerland.
- REZABEIGI, M. 2000. Investigation on resistance mechanisms of wheat cultivars to the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.), based on HMW-glutenin subunits and measurement of starch granules in kernel endosperm. PhD thesis, Islamic Azad University, Tehran, 253 pp.
- SAZANOV, A.P. 1973. The anatomy of the grain of wheat varieties with different degrees of resistance to the noxious pentatomid. Trudy Vesesoyuznogo Nauchno-issledovatel'skogo Istituta Zashchity Rastanii 37: 76-81.
- TABLECURVE 2D 1994. Produced by Jandel Scientific, 65 Koch Road, Corte Madera, CA 94925.
- VOLODICHEV, M. A. 1977. The injuriousness of nymphs of the pentatomid bug. Zashchita Rastanii 3: 10.
- WALKER, P. T. 1980. Standardization of pest assessment. EPPO Bulletin 10: 93-96.
- WALKER, P. T. 1981. Standard methods for the assessment of sunn pests of wheat and for crop losses caused by them. EPPO Bulletin 11: 13-17.
- ZAMANI, P., M. REZABEIGI, M. R. GHANNADHA, and R. BOZORGIPOUR, 2004. A study of the relationship between resistance to sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) of different wheat genotypes and starch granules in their grain endosperm. Iranian Journal of Agricultural Sciences 35: 107-114 (In Persian with English summary).