**Iranian Journal of Weed Science**
Vol 18, No 1, 2022 (47-59)
DOI: 10.22092/IJWS.2021.354703.1394

**مجله دانش علف‌های‌هرز**
دورهٔ ۱۸، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۱ (ص ۵۹-۴۷)

# Tuber response of different ecotypes of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) to temperature and exposure time

**Mohammad Roozkhosh[1], Seyyed Vahid Eslami[*2], Majid Jami-Al-Ahmadi[2]**
1. Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, 2. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran.
(Received: June 12, 2021 - Accepted: December 26, 2021)

## ABSTRACT

Purple nutsedge causes severe damages to vegetable crops in Jiroft, Kahnooj and Birjand. In order to evaluate the effects of high temperature and time of exposure to high temperatures on various ecotypes of purple nutsedge tubers, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with 3 replications in the Research greenhouse of Birjand University, Iran, in 2016. Experimental factors consisted of 3 ecotypes (Jiroft, Kahnooj and Birjand), different temperatures from 40 to 60°C with 5°C increments, and exposure time including 1, 2, 4, 8, 16, 32 and 64 hours. Results indicated that at all exposure times, 40°C temperature did not affect the growth characteristics of purple nutsedge, while at 45 °C, increasing the exposure time decreased the growth characteristics of purple nutsedge. Three-parameter logistic model estimation showed that tuber viability ($T_{50}$) at 45 °C in Jiroft ecotype was 14.64 hours, it decreased to 5.01 hours at 50 °C. $T_{50}$ was about 66% lower than for 45 ° C, but it was 19.76 hours in Kahnooj ecotype at 45 °C, while at 50 °C, this parameter decreased to 2.73 hours (86.2%). $T_{50}$ of Birjand ecotype at 45 °C was 12.90 hours, but at 50 °C, the tubers viability reduced and $T_{50}$ was 8.91 hours (31% decrease). Results of this research could have an important role in controlling purple nutsedge in vegetable fields.

**Keywords:** Alternative temperatures, tolerate, tuber viability, solarization.

# مقایسه واکنش غده اکوتیپ‌های مختلف اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) به دما و زمان

**محمد روزخش[۱]، سید وحید اسلامی[*۲]، مجید جامی الاحمدی[۲]**
۱- دانشجوی دکتری علوم علف های هرز، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
**(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۲۲- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۵)**

## چکیده

اویارسلام ارغوانی به‌عنوان یک علف‌هرز سمج در سبزیجات جنوب استان کرمان و مناطق گرمسیر شناخته شده است. به‌منظور مقایسه واکنش غده اکوتیپ‌های مختلف اویارسلام ارغوانی به پارامتر دما و زمان، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه اکوتیپ (جیرفت، کهنوج و بیرجند)، دما در شش سطح (۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد) و زمان در هشت سطح (شاهد، یک، دو، چهار، هشت، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ ساعت) بود. نتایج این آزمایش نشان داد که دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در تمامی زمان‌ها، تأثیر قابل توجهی بر روی صفات رشد اویارسلام نداشت، اما در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد با افزایش زمان در معرض دما، صفات مرتبط با رشد اویارسلام کاهش یافت. برآوردهای مدل لجستیک سه پارامتره نشان داد که مقدار زنده‌مانی غده یا $T_{50}$ زنده‌مانی اکوتیپ جیرفت در دمای ۴۵ سانتی‌گراد برابر با ۱۴/۶۴ ساعت بود، اما مقدار $T_{50}$ برای دمای ۵۰ سانتی‌گراد به ۵/۰۱ ساعت کاهش یافت که نسبت به دمای ۴۵ سانتی‌گراد حدود ۶۶ درصد کاهش نشان داد. این میزان در اکوتیپ کهنوج در دمای ۴۵ سانتی‌گراد معادل ۱۹/۷۶ ساعت بود درحالی‌که در دمای ۵۰ سانتی‌گراد مقدار این پارامتر به ۲/۷۳ ساعت (۸۶/۲ درصد) کاهش یافت. مقدار $T_{50}$ برای اکوتیپ بیرجند در دمای ۴۵ سانتی‌گراد معادل ۱۲/۹۰ ساعت بود اما در دمای ۵۰ سانتی‌گراد برای کاهش ۵۰ درصدی زنده‌مانی غده‌ها مقدار $T_{50}$ به ۸/۹۱ ساعت (۳۱ درصد کاهش) رسید. کاربرد اطلاعات این تحقیق می‌تواند نقش مهمی در مدیریت اویارسلام ارغوانی در مزارع سبزیجات داشته باشد.

**کلمات کلیدی:** آفتاب‌دهی، تحمل، درجه حرارت متناوب، قوه نامیه

* Corresponding author E-mail: sveslami@birjand.ac.ir

## مقدمه

اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) به دلیل خصوصیات رشدی و تولید غده بالا، خسارت قابل توجه‌ای به محصولات استراتژیک در بسیاری از کشورهای جهان از جمله مناطق گرمسیر در ایران وارد می‌کند (Webster, 2010; Roozkhosh *et al.*, 2015). این گیاه از طریق رقابت بر سر آب، مواد غذایی و نور و همچنین آلیلوپاتی، به گیاهان زراعی خسارت شدید وارد می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهند که این علف هرز باعث کاهش ۸۴ درصدی عملکرد پیاز (*Allium cepa* L.) (Keely, 1987)، ۸۹ درصدی عملکرد سیر (*Allium sativum*)، ۶۲ درصدی عملکرد بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.)، ۳۹-۵۰ درصدی عملکرد هویج (*Daucus carota* L.)، ۳۵ درصدی عملکرد کلم گل (*Brassica oleracea* L. *var.* capitata) (Morales-Payan *et al.*, 1997)، ۴۳ درصدی عملکرد خیار (*Cucumis sativus* L.)، ۵۴ درصدی عملکرد کاهو (*Lactuca sativa* L.)، ۲۸-۶۴ درصدی عملکرد گوجه فرنگی (*Lycopersciom esculentum* Mill) (Morales-Payan *et al*, 2003) و ۷۰ درصدی عملکرد تربچه (*Raphanus sativus* L.) (Santos *et al.*, 1998) شود و به‌عنوان بدترین و خسارت‌زاترین علف‌هرز در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر جهان معرفی شده است (Bryson *et al.*, 1994; Gupta *et al.*, 2002). اویارسلام ارغوانی یک علف‌هرز چندساله است که بقای آن به دلیل قدرت زنده‌مانی پایین بذرها، وابسته به غده‌هایی است که از طریق تکثیر غیرجنسی تولید می‌شوند (Justice & Whitehead, 1946; Wills, 1987). غده‌های اویارسلام ارغوانی در طول ریزوم‌هایی که از طریق غده اولیه رشد می‌کنند، انتشار می‌یابند و با تولید یک تک غده در مدت ۱۰ هفته رشد، ۳۴۰ غده تولید می‌شود (Webster *et al.*, 2008). تولید بیشتر غده از طریق غالبیت انتهایی متوقف می‌شود، اما روش‌های مکانیکی (شخم یا کولتیواسیون) با قطعه قطعه کردن ریزوم و از بین بردن غالبیت انتهایی، باعث فعال شدن غده‌ها می‌شود و شرایط را برای جوانه‌زنی تعداد بیشتر غده آماده می‌کند (Roozkhosh *et al.*, 2015). بررسی‌ها نشان می‌دهند که تغییرات روزانه درجه حرارت، موجب تحریک جوانه‌زنی غده‌های اویارسلام می‌شود (Roozkhosh *et al.*, 2015). در همین خصوص مشخص شد که قرارگیری غده‌ها تحت دماهای متناوب ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد روزانه، منجر به ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی شد (Egley, 1983). آفتاب‌دهی، یک تیمار پیش‌کاشت غیرشیمیایی و سازگار با محیط زیست است که معمولاً در اقلیم های گرم برای کنترل بیماری‌های گیاهی خاکزی و علف‌های‌هرز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Grunzweig *et al.*, 1999; Johnson *et al.*, 2007). در آفتاب‌دهی، استفاده از مالچ پلی اتیلن به دلیل افزایش دمای بسیار زیاد در زیر سطح خاک برای جلوگیری از استقرار علف‌های‌هرز، آفات و بیماری‌ها بسیار مهم و سودمند است (Patterson, 1998; Webster, 2003). کاهش عملکرد محصولات، یکی از اثرات عمده اویارسلام ارغوانی در محصولات سبزی و سیفی جنوب کرمان می‌باشد. محققین گزارشات متعددی در زمینه کاهش زنده‌مانی غده اویارسلام ارغوانی توسط آفتاب‌دهی (Hejazi *et al.*, 1980; Chellemi *et al.*, 1997; Ricci *et al.*, 2000; Roozkhosh *et al.*, 2017)، درحالی‌که تحقیقات اندکی در ارتباط با واکنش دما و زمان‌های در معرض دما بودن، مورد انجام شده است (Webster, 2003). با توجه به این‌که غده‌ها عامل اصلی تکثیر و بقای در اویارسلام ارغوانی هستند و این گونه در مناطق مختلف رشد می‌کند، این آزمایش

با هدف الف) بررسی مقاومت اکوتیپ‌های مختلف اویارسلام نسبت به روند دما و مدت در معرض قرارگیری غده‌ها در دماهای مختلف، ب) بررسی نهایت تحمل اکوتیپ‌های مختلف نسبت به دما برای به صفر رساندن قوه نامیه غده‌های اویارسلام ارغوانی و ج) واکنش اکوتیپ‌های مختلف اویارسلام ارغوانی نسبت به آفتاب‌دهی و برآورد میزان کنترل آن بوسیله آفتاب‌دهی خاک انجام شد.

## مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه اکوتیپ علف‌هرز اویارسلام ارغوانی (جیرفت، کهنوج و بیرجند)، فاکتور دوم دما شامل (۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد) و فاکتور سوم زمان قرار گیری (صفر، یک، دو، چهار، هشت، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ ساعت) بود.

**جدول ۱- شرایط اقلیمی اکوتیپ های مورد آزمایش (جیرفت، کهنوج و بیرجند)**

**Table 1. Climatic conditions of the tested ecotypes (Jiroft, Kahnooj and Birjand)**

| weather | relative humidity | Height from sea level | geographical lattitude | geographical longitude | Ecotypes |
|---|---|---|---|---|---|
| Humid and tropical | 89% | 722m | 28º 37min N | 57º 41min E | Jiroft |
| Humid and tropical | 87% | 470m | 27/6º 39min N | 57/2º 39min E | Kahnooj |
| cold and dry | 60/7% | 1480m | 56º 32min N | 13º 59min E | Birjand |

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه و گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. غده‌ها از عمق‌های تقریباً ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک سه منطقه فوق برداشت شدند و بلافاصله پس از برداشت و شست‌وشو با آب، به یخچالی با دمای چهار درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و تا زمان شروع آزمایش (دو هفته) در آن نگهداری شدند(Roozkhosh *et al*, 2015). آزمایش زنده‌بودن غده‌ها روی ۱۰ غده با وزن و اندازه‌های یکسان انجام شد. قبل از شروع آزمایش، آزمون سبز شدن روی غده‌های مربوطه در داخل ژرمیناتوری با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد روز و ۱۵درجه سانتی‌گراد شب صورت گرفت که نتایج آن نشان داد که هیچ گونه خوابی در سه اکوتیپ مورد آزمایش وجود نداشت. جهت ارزیابی اثر دماهای بالا و مدت در معرض بودن بر قدرت حیات غده، غده‌های اکوتیپ‌های مورد بررسی در دماهای ۴۰ تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد به فواصل پنج درجه سانتی‌گراد (۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد) در داخل دستگاه آون با زمان-های شاهد، یک، دو، چهار، هشت، ۱۶، ۳۲ و۶۴ ساعت قرار گرفتند و بلافاصله پس از طی زمان مقرر، غده‌ها از داخل دستگاه برداشته شدند و به گلخانه تحقیقاتی انتقال داده شد، و در داخل گلدان‌هایی با قطر ۱۵ سانتی متر که با هزار و پانصد گرم خاک پر شده بودند، در عمق ۲/۵ سانتی متری خاک کشت شدند. دمای ۲۵ درجه سانتی گراد روز و ۱۵درجه سانتی‌گراد شب به مدت ۵۰ روز جهت دوره رشد در نظر گرفته شد (Webster, 2003). بافت خاک مورد استفاده در گلدان ها لومی، pH آن ۷/۸ و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) آن ۱/۲۱ دسی‌زیمنس بر متر بود. در پایان آزمایش، تعداد ساقه تولیدی، غده، پیش غده (غده‌هایی با قطر کمتر از دو میلیمتر) و وزن خشک غده اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در دستگاه آون به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت.

جهت ارزیابی پاسخ غده‌ها به زمان های مختلف، از مدل لجستیک ۳ پارامتره (رابطه ۱) استفاده شد:

(Glantz and Slinker, 2001)

$$Y = \frac{a}{1 + (T - T50)B}$$

رابطه ۱

که در آن، $a$: میانگین پاسخ در بالاترین بازه زمانی، $T_{50}$: زمان ایجاد ۵۰ درصد پاسخ و $B$: شیب خط می‌باشد.

تجزیه آماری داده‌ها به‌وسیله نرم افزار Genstat 9th و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار FLSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت و از نرم افزار Sigma plot نسخه برای رسم نمودارها استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اکوتیپ، دما و زمان (جدول ۲) و نیز تمام اثرات متقابل دو عاملی و سه عاملی (جدول ۳) بر زنده‌مانی غده، تعداد ساقه و غده و تعداد کل ساقه در گلدان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

**جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات دما و زمان‌های مختلف بر صفات مرتبط با رشد اویارسلام ارغوانی**

**Table2. variance Analysis (mean squares) of the effects of different temperatures and times exposures on studied growth traits of purple nutsedge**

| SOV | df | Tuber Viability | Number of Shoot | Number of Tuber |
|---|---|---|---|---|
| Block | 2 | 0.25$^{ns}$ | 2.67$^{ns}$ | 0.28$^{ns}$ |
| Ecotype | 2 | 2.03** | 36.09** | 118.80** |
| Temperature | 5 | 1053.6** | 3351.38** | 3003** |
| Time | 6 | 69.02** | 228.17** | 188.37** |
| Ecotype × Temperature | 10 | 5.11** | 40.91** | 78.07** |
| Ecotype × Time | 12 | 0.98** | 10.44** | 8.28** |
| Temperature × Time | 30 | 22.89** | 89.64** | 70.76** |
| Ecotype × Temperature × Time | 60 | 0.89** | 5.19** | 5.75** |
| Error | 250 | 0.17 | 1.55 | 1.39 |
| C.V. (%) | - | 12.58 | 19.73 | 19.91 |

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار.

**, * and ns: significant at 1% and 5% of probability levels and non significant, respectively.

**جدول ۳- اثرات متقابل سه گانه (توده × دما × زمان) بر درصد زنده مانی اکوتیپ های غده اویارسلام ارغوانی**

**Table 3. Interaction effects of ecotype × temperature × time on viability percentage of *Cyperus rotundus* ecotypes tuber**

| | | Duration of exposure (hours) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ecotypes | Temperature | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| Birjand | 40 °C | 90cd$_{(0)}$ | 93.3bc$_{(0.27)}$ | 96.7ab$_{(0.27)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ |
| | 45 °C | 20lm$_{(0.47)}$ | 36.7k$_{(0.27)}$ | 43.3j$_{(0.27)}$ | 76.7e$_{(0.27)}$ | 86.7d$_{(0.27)}$ | 90cd$_{(0)}$ | 96.6ab$_{(0.27)}$ |
| | 50 °C | 0p$_{(0)}$ | 3.3p$_{(0.27)}$ | 36.7k$_{(0.27)}$ | 53.3i$_{(0.27)}$ | 66.7f$^{g}_{(0.27)}$ | 76.7e$_{(0.27)}$ | 80e$_{(0)}$ |
| | 55 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 $^{p}_{(0)}$ | 0 $^{p}_{(0)}$ | 0 $^{p}_{(0)}$ | 0 $^{p}_{(0)}$ |
| | 60 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ |
| | 65 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ |
| Jiroft | 40 °C | 93.3bc$_{(0.27)}$ | 93.3bc$_{(0.27)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ |
| | 45 °C | 0 p$_{(0)}$ | 23.3i$_{(0.98)}$ | 46.7j$_{(0.27)}$ | 70f$_{(0)}$ | 86.7d$_{(0.27)}$ | 90cd$_{(0)}$ | 96.7ab$_{(0.27)}$ |
| | 50 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 16.7mn$_{(0.720)}$ | 63.3gh$_{(0.544)}$ | 70f$_{(0.471)}$ | 76.7e$_{(0.27)}$ |
| | 55 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 13.3no$_{(0.27)}$ |
| | 60 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ |
| | 65 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ |
| Kahnooj | 40 °C | 90cd$_{(0)}$ | 93.3bc$_{(0.27)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ | 100a$_{(0)}$ |
| | 45 °C | 33.3k$_{(0.27)}$ | 46.7j$_{(0.27)}$ | 63.3gh$_{(0.27)}$ | 76.7e$_{(0.27)}$ | 90cd$_{(0)}$ | 93.3bc$_{(0.27)}$ | 96.6ab$_{(0.27)}$ |
| | 50 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 10o$_{(0.47)}$ | 36.7k$_{(0.54)}$ | 60e$_{(0)}$ | 80e$_{(0)}$ |
| | 55 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 20lm$_{(0)}$ |
| | 60 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ |
| | 65 °C | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ | 0 p$_{(0)}$ |

در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل در یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمونLSD می‌باشند. اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است.

In each row, means with at least one common letter are not significantly different at 5% of probability level based on LSD test. Numbers in the parentheses indicate standard error.

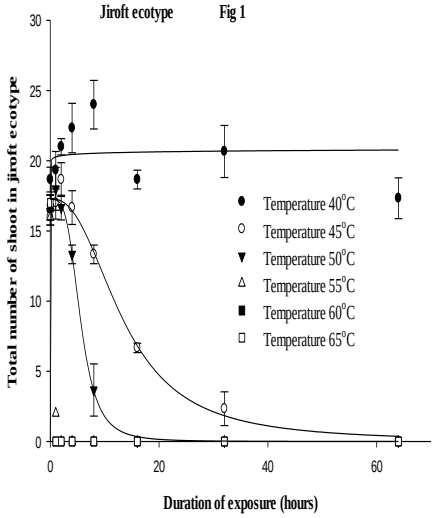
**اثر دماهای بالا و مدت در معرض بودن بر قدرت حیات غده اکوتیپ های مختلف اویارسلام ارغوانی**

نتایج اثرات متقابل اکوتیپ × دما × زمان بر تعداد غده دارای ساقه نشان داد که بیشترین زنده‌مانی غده (تعداد غده دارای ساقه) در همه توده‌ها در دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و تعداد غده دارای ساقه در این دما در بین اکوتیپ جیرفت، کهنوج و بیرجند در زمان‌های یک، دو، چهار، هشت و ١٦ ساعت و همچنین در زمان‌های ٣٢ و ٦٤ ساعت اختلاف معنی-داری نداشت (جدول٣). در کلیه اکوتیپ‌ها در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد و بالاتر، زنده‌مانی غده با افزایش زمان به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. طبق برآورد مدل و داده‌های آزمایش، قرارگیری در معرض دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد در هیچ یک از زمان‌ها موجب کاهش قابل ملاحظه‌ای در زنده‌مانی غده‌های تولیدی نشد (غده‌هایی دارای قابلیت حیات یا زنده‌مانی در نظر گرفته شدند که پس از کشت در گلدان، حداقل یک ساقه تولید کردند). افزایش دما به ٤٥ درجه سانتی‌گراد و بالاتر، موجب کاهش قابل توجه زنده-مانی غده‌ها شد. طبق برآورد مدل، در اکوتیپ جیرفت، مقدار $T_{50}$ (مدت زمان لازم برای کاهش ٥٠ درصدی قابلیت زنده ماندن غده) در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد برابر با ١٤/٦٤ ساعت بود، اما مقدار $T_{50}$ برای دمای ٥٠ درجه سانتی‌گراد به ٥/٠١ ساعت رسید که نسبت به دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد حدود ٦٦ درصد کاهش نشان داد (مدل نشان داده نشده). این نتیجه حاکی از این است که دمای ٥٠ درجه سانتی‌گراد در زمان کوتاهی سبب ٥٠ درصد مرگ غده‌ها می‌شود. در آزمایشی، وبستر (Webster, 2003) نشان داد که توانایی زنده ماندن غده‌ها وقتی که در معرض تیمارهای دمایی ٤٥ درجه به بالا قرار گرفتند کاهش یافت. زنده‌مانی غده‌ها در دمای ٥٠ درجه سانتی‌گراد در زمان هشت، ١٦ و ٣٢ ساعت در اکوتیپ بیرجند، بالاتر از اکوتیپ کهنوج و جیرفت بود. به‌نظر می‌رسد که اکوتیپ‌های مناطق گرمسیر در دمای بالا غیرفعال شده یا به خواب می‌روند و در نتیجه در هنگام بروز درجه حرارت‌های بالا، از گرما فرار می‌کنند. میزان زنده‌مانی غده‌ها در اکوتیپ‌های جیرفت و کهنوج در دمای ٥٥ درجه سانتی‌گراد در زمان یک ساعت، پایین بود، اما در اکوتیپ بیرجند در این شرایط، زنده‌مانی غده‌ها به صفر رسید که نشانگر واکنش متفاوت اکوتیپ‌ها به شرایط دمایی بود. تحقیقات قبلی نشان داد که قرارگیری در معرض درجه حرارت‌های متناوب ٦٠ سانتی‌گرادو ٤٠ درجه سانتی‌گراد (برای مدت ١٢ ساعت)، بعد از مدت شش روز، باعث از بین رفتن ١٠٠ درصدی غده‌ها شد (Hejazi, *et al*., 1980). همچنین تولید غده جدید اویارسلام زرد از غده‌های مادری بعد از قرار دادن غده‌ها در معرض دماهای ٥٠، ٥٥ و ٦٠ درجه سانتی‌گراد، به‌ترتیب برای مدت زمان ١٦، چهار و یک ساعت متوقف شد (Webster, 2003). نتایج تحقیقات نشان داده است که تأثیرپذیری گونه‌های مختلف علف‌هرز از درجه حرارت، متفاوت است (Horowitz, 1983; Kumar *et al.*,1993) که این تفاوت به‌دلیل تنوع ژنتیکی، سن و عمق دفن بذر، رطوبت خاک و بذر و فعالیت میکروب‌های خاک و اثر متقابل آن‌ها می‌باشد (Mallek *et al*., 2007). دمای حداکثر، تنها عامل اصلی از بین بردن بذر علف-های‌هرز نیست و مدت زمان حداکثر درجه حرارت نیز حائز اهمیت است ( Verdu & Mas, 2004; Mass & Verdu, 2002). در آزمایشی، وبستر Webster(2003) نشان داد که وقتی غده‌ها در معرض تیمارهای دمایی ٤٥ درجه به بالا قرار گرفتند، توانایی زنده ماندن آن‌ها کاهش یافت و مرگ تمامی غده‌ها در دماهای ٥٠، ٥٥، ٦٠ و ٦٥ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در زمان‌های ٦٤، ١٦،١٦ و ٠/٥ ساعت اتفاق افتاد.

تحقیقات قبلی نشان داد که زمانی که غده‌های اویارسلام ارغوانی در معرض دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۹۶ ساعت قرار گرفتند، از بین رفتند، درحالی‌که دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۴۸ ساعت، تأثیر سوء بر زنده‌مانی غده نداشت (Smith & Fick, 1937).

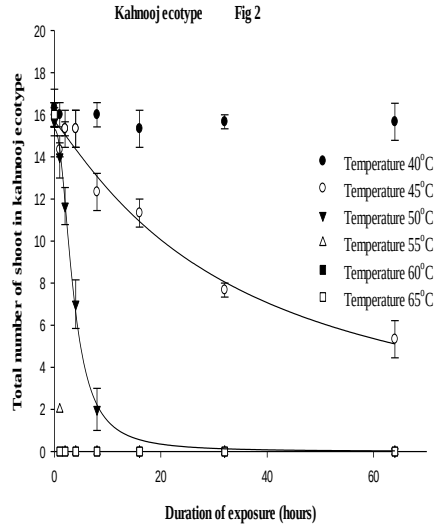
**تعداد کل ساقه**

طبق برآورد مدل، قرارگیری غده‌ها در معرض دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در هیچ یک از زمان‌ها، موجب کاهش قابل ملاحظه‌ای در تعداد کل ساقه در گلدان نشد، اما با افزایش دما به ۴۵ درجه سانتی‌گراد و بالاتر، طولانی شدن زمان قرار گرفتن در معرض دمای مربوطه، موجب کاهش قابل ملاحظه‌ای در تعداد کل ساقه شد (شکل ۱، ۲ و ۳).




**شکل ۱- اثر مدت زمان قرار گرفتن در معرض دما بر تعداد کل ساقه اویارسلام ارغوانی اکوتیپ جیرفت**

**Figure 1. Effect of temperature exposure duration on the total shoot of purple nutsedge in Jiroft ecotype**

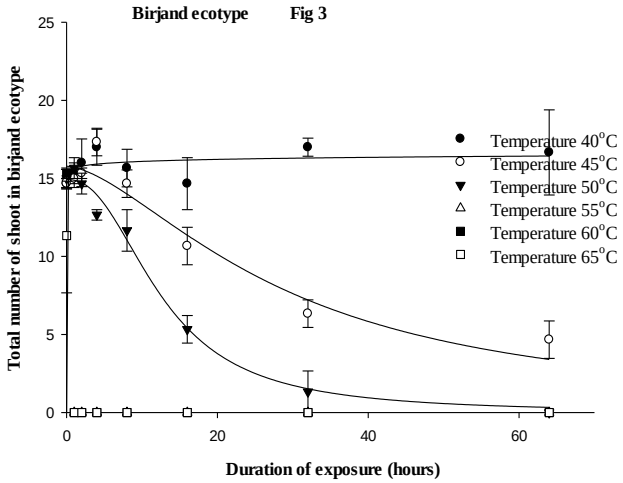



**شکل ۲- اثر مدت زمان قرار گرفتن در معرض دما بر تعداد کل ساقه اویارسلام ارغوانی اکوتیپ کهنوج**

**Figure 2. Effect of temperature exposure duration on the total shoot of purple nutsedge in kahnooj ecotype**

طبق برآوردهای مدل (جدول ٤)، مقدار $T_{50}$ تعداد کل ساقه اکوتیپ جیرفت در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد، ۱۳/۴۱ ساعت بود، ولی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، این پارامتر به ۵/۵۸ ساعت کاهش یافت

که نشان می‌دهد در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، برای کاهش ۵۰ درصدی تعداد ساقه به حدود ۷/۸۳ ساعت کمتر نیاز است و این دما اثرات کشندگی بیشتری دارد و نسبت به دمای ٤٥° درجه سانتی‌گراد، حدود ۵۸/۳۹ درصد کاهش یافت. کاهش زنده‌مانی علف‌های‌هرز چندساله مانند ازمک (*Lepidium latifolium* L.) (Hutchinson & Viers, 2011) و اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) (Roozkhosh *et al.*, 2017) در اثر دماهای بالا و زمان‌های مختلف قرار گرفتن در معرض دما گزارش شده است.




**شکل ۳- اثر مدت زمان قرار گرفتن در معرض دما بر تعداد کل ساقه اویارسلام ارغوانی اکوتیپ بیرجند**

**Figure 3. Effect of temperature exposure duration on the total shoot of purple nutsedge in Birjand ecotype**

**جدول ٤- پارامترهای مدل سیگموئیدی لجستیک سه پارامتره برازش داده شده به تعداد کل ساقه اویارسلام ارغوانی اکوتیپ‌های کهنوج، بیرجند و جیرفت.**

**Table 4. Three -parameter logistic sigmoidal model parameters fitted to the total number of purple nutsedge shoot in kahnooj, Birjand and Jiroft ecotypes**

| Ecotype | Temperatures | a | $T_{50}$ | b | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Kahnooj | 45 °C | 15.67(0.55) | 33.60(4.44) | 1.34(0.19) | 0.98 |
| | 50 °C | 15.31(0.35) | 3.52(0.16) | 2.15(0.17) | 0.99 |
| Birjand | 45 °C | 15.78(0.80) | 28.73(4.91) | 1.61(0.44) | 0.97 |
| | 50 °C | 14.92(0.43) | 12.54(0.96) | 2.32(0.35) | 0.99 |
| Jiroft | 45 °C | 17.30(0.54) | 13.41(1.09) | 2.45(0.42) | 0.99 |
| | 50 °C | 17.25(0.29) | 5.58(0.18) | 3.69(0.33) | 0.99 |

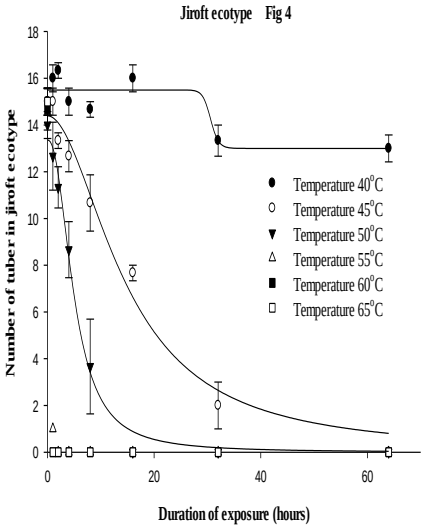
اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می باشد Numbers in the parentheses indicate standard error.

درحالی‌که در اکوتیپ کهنوج، مقدار $T_{50}$ تعداد ساقه در دمای ٤٥ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب، ۳۳/٦۰ ساعت و ۳/۵۲ ساعت بود که نشان می‌دهد در اکوتیپ کهنوج در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، برای کاهش ۵۰ درصدی تعداد کل ساقه به حدود ۳۰/۰۸ ساعت زمان کمتر نیاز است و نسبت به دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد، حدود ۸۹/۵۲ درصد کاهش نشان داد (جدول٤). همچنین مقدار $T_{50}$ (در اکوتیپ بیرجند در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد معادل ۲۸/۷۳ ساعت بود (جدول ٤)، اما در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، این پارامتر ۱۲/۵٤ ساعت کاهش یافت که نشان می‌دهد برای کاهش ۵۰ درصدی تعداد ساقه به ۱٦/۱۹ ساعت زمان کمتر نیاز است و نسبت به دمای ٤٥ سانتی‌گراد، حدود ۵٦/۳۵ درصد کاهش نشان داد. مقایسه پارامتر $T_{50}$ نشان می‌دهد که واکنش اکوتیپ‌های مختلف به دماهای مختلف، کاملاً متفاوت است، به‌طوری‌که طبق

این پارامتر، مقدار $T_{50}$ در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد، اکوتیپ کهنوج، مقاوم‌ترین و اکوتیپ جیرفت، حساس‌ترین اکوتیپ به دمای بالا از نظر تعداد ساقه در گلدان بوده است. درحالی‌که در دمای ٥٠ درجه سانتی‌گراد، اکوتیپ بیرجند مقاوم‌ترین و اکوتیپ کهنوج حساس‌ترین اکوتیپ بود. تعداد کل ساقه با افزایش دما و زمان‌های مختلف کاهش یافت و در اکوتیپ بیرجند در دمای ٥٠ درجه سانتی‌گراد نسبت به اکوتیپ جیرفت و کهنوج، بیشتر بود. درصورتی‌که تعداد کل ساقه در دمای ٥٥ درجه سانتی‌گراد و بالاتر از این دما در سه اکوتیپ مورد آزمایش، اختلاف معنی‌داری نداشت، اما اکوتیپ جیرفت و کهنوج نسبت به اکوتیپ بیرجند، از توان تولید ساقه بیشتری در دمای ٥٥ درجه سانتی‌گراد برخوردار بودند، درصورتی‌که در اکوتیپ بیرجند در دمای ٥٥ درجه سانتی‌گراد، ساقه‌ای تولید نشد. این نتیجه می‌تواند تا حدودی با سازگاری بیشتر اکوتیپ‌های جیرفت و کهنوج با دماهای بالاتر در مقایسه با اکوتیپ بیرجند در ارتباط باشد (Roozkhosh, 2013).

**تعداد غده**

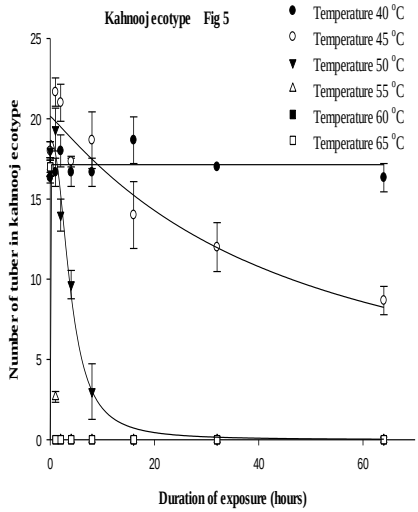
بر اساس مدل سه پارامتره در هر سه اکوتیپ، قرارگیری در معرض دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد در هیچ یک از زمان‌ها، موجب کاهش قابل توجه در تعداد غده در گلدان نشد، درحالی‌که با افزایش دما به ٤٥ درجه سانتی‌گراد و بالاتر و با طولانی شدن زمان در معرض آزمایش، تعداد غده تولیدی در هر سه اکوتیپ جیرفت، کهنوج و بیرجند کاهش یافت (شکل ٤، ٥ و ٦).




شکل ۴- **اثر مدت زمان قرار گرفتن در معرض دما بر تعداد غده اویارسلام ارغوانی اکوتیپ جیرفت**

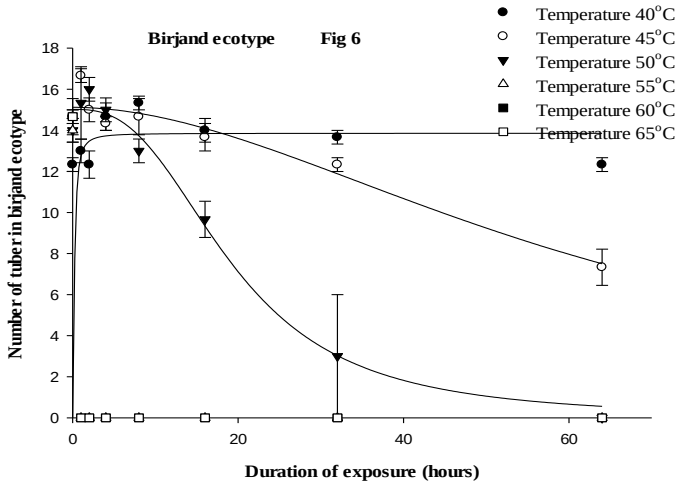
**Figure 4 .Effect of temperature exposure duration on the number of purple nutsedge tuber in Jiroft ecotype**

طبق برآورد مدل (جدول ٥)، مقدار $T_{50}$ تعداد غده در اکوتیپ جیرفت در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد، ١٩/٦١ ساعت بود، اما در دمای ٥٠ درجه سانتی‌گراد، برای کاهش ٥٠ درصدی تعداد غده، این مقدار به ٥/١٦ ساعت کاهش یافت. در دمای ٥٠ درجه سانتی‌گراد برای کاهش ٥٠ درصدی تعداد غده، حدود ١٤ ساعت زمان کمتری نیاز است که نشان می‌دهد دماهای بالاتر، اثرات کشندگی بسیار شدیدتری دارند. البته در این بین، اختلافات اکوتیپی به‌ویژه بین اکوتیپ بیرجند با سایر اکوتیپ های مشهود بود؛ به عنوان نمونه، اکوتیپ بیرجند در دمای ٥٥ درجه، در هیچ زمانی هیچ غده‌ای تولید نکرد، حال آن‌که اکوتیپ جیرفت و کهنوج در این دما و در زمان یک ساعت، غده تولید کردند (شکل ٤، ٥).




شکل ۵ - **اثر مدت زمان قرار گرفتن در معرض دما بر تعداد غده اویارسلام ارغوانی اکوتیپ کهنوج**

**Figure 5. Effect of temperature exposure duration on the number of purple nutsedge tuber in kahnooj ecotype**




**شکل ٦- اثر مدت زمان قرار گرفتن در معرض دما بر تعداد غده اویارسلام ارغوانی اکوتیپ بیرجند**

**Figure 6. Effect of duration of temperature exposure on the number of purple nutsedge tuber in Birjand ecotype**

**جدول ۵- پارامترهای مدل سیگموئیدی لجستیک سه پارامتره برازش داده شده به تعداد غده اویارسلام ارغوانی اکوتیپ‌های کهنوج، بیرجند و جیرفت**

**Table 5. Three-parameter logistic sigmoidal model parameters fitted to purple nutsedge number of tuber in kahnooj, Birjand and Jiroft ecotypes**

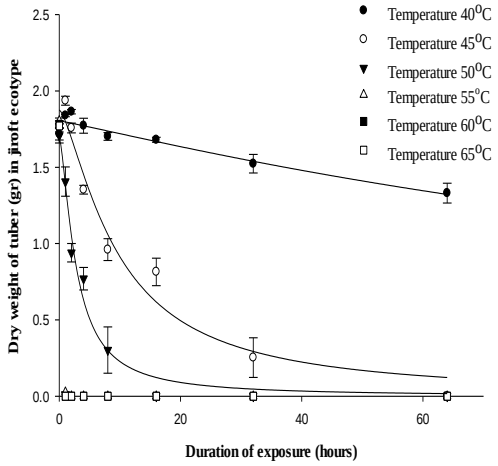
| Ecotypes | Temperatures | a | $T_{50}$ | b | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Kahnooj | 45 °C | 20.16(1.22) | 45.50(11.25) | 1.08(0.36) | 0.96 |
| | 50 °C | 18.66(0.84) | 3.96(0.36) | 2.26(0.39) | 0.99 |
| Birjand | 45 °C | 15.12(0.4) | 63.47(7.18) | 1.90(0.5) | 0.97 |
| | 50 °C | 15.1(0.4) | 20.74(1.38) | 2.34(0.5) | 0.99 |
| Jiroft | 45 °C | 14.39(0.54) | 19.61(1.61) | 1.92(0.34) | 0.99 |
| | 50 °C | 13.46(0.46) | 5.16(0.37) | 2.27(0.37) | 0.99 |

Numbers in the parentheses indicate standard error. اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می باشد

طبق برآورد مدل (جدول ۵)، مقدار $T_{50}$ تعداد غده در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد اکوتیپ کهنوج، ٤٥/٥٠ ساعت بود، اما در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، این پارامتر به ۳/۹٦ ساعت کاهش یافت که نشان دهنده

کاهش بیشتر تعداد غده با افزایش دما از ۴۵ به ۵۰ درجه سانتی‌گراد در اکوتیپ کهنوج در مقایسه با اکوتیپ جیرفت است. مقدار $T_{50}$ تعداد غده در اکوتیپ بیرجند در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، ۶۳/۴۷ ساعت بود (جدول۵)، درحالی‌که طبق برآورد مدل، مقدار این پارامتر در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد ۲۰/۷۴ ساعت بود (جدول۵) که نشان می‌دهد در این دما، تولید غده در اکوتیپ بیرجند نسبت به اکوتیپ جیرفت و کهنوج از مقاومت بسیار بالاتری برخوردار بود. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که آفتاب‌دهی با استفاده از مالچ پلی‌اتیلن لایه شفاف توانست به‌طور چشمگیری تولید غده در اویارسلام ارغوانی را کاهش دهد. همچنین اکوتیپ‌های منطقه جیرفت و کهنوج از توان تولید غده بالاتری نسبت به اکوتیپ بیرجند در شرایط آفتاب‌دهی برخوردار بودند که دلیل آن می‌تواند تا حدودی با سازگاری این اکوتیپ با دماهای بالاتر موجود در مکان رشد گیاهان مادری این اکوتیپ‌ها در منطقه جیرفت و کهنوج در ارتباط باشد. به عبارت دیگر، شاید وجود دماهای بالا در جیرفت و کهنوج در زمان رشد گیاه، سبب مقاومت بیشتر آن‌ها به دماهای بالاتر باشد (Roozkhosh, 2013). طبق نتایج به‌دست آمده از تحقیق پترسون (Patterson, 1998)، استفاده از مالچ پلی‌اتیلن یک لایه شفاف ،به دلیل افزایش دما، تعداد غده تولیدی را می‌تواند ۶۵ تا ۷۶ درصد نسبت به شاهد کاهش دهد.

طبق برآورد مدل (شکل ۷، جدول ۶)، مقدار $T_{50}$ در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در اکوتیپ جیرفت، ۹/۶۳ ساعت بود، ولی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، این مقدار به ۲/۷۹ ساعت رسید که نشان دهنده اثر کشندگی بیشتر دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بر غده بود.




**شکل ۷- اثر مدت زمان قرار گرفتن در معرض دما بر وزن خشک غده اویارسلام ارغوانی اکوتیپ جیرفت**

**Figure7. Effect of temperature exposure duration on tuber dry weight of purple nutsedge in Jiroft ecotype.**

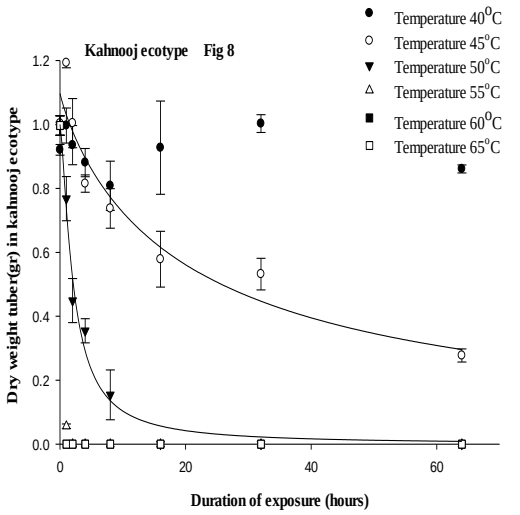
**جدول ۶- پارامترهای مدل سیگموئیدی سه پارامتره لجستیک برازش داده شده به وزن خشک غده اویارسلام ارغوانی اکوتیپ کهنوج، بیرجند و جیرفت**

**Table 6. Three -parameter logistic model parameters fitted to purple nutsedge tuber dry weight of kahnooj, Birjand and Jiroft ecotypes**

| Ecotypes | Temperatures | a | $T_{50}$ | b | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Kahnooj | 45 °C | 1.09 (0.08) | 21.07 (6.52) | 0.9 (0.25) | 0.95 |
| | 50 °C | 1 (0.05) | 2.11 (0.27) | 1.39 (0.20) | 0.99 |
| Birjand | 45 °C | 2.33 (0.09) | 22.53 (3.86) | 0.8 (0.11) | 0.98 |
| | 50 °C | 1.75 (0.10) | 11.82 (2.01) | 1.92 (0.53) | 0.99 |
| Jiroft | 45 °C | 1.87 (0.11) | 9.63 (1.78) | 1.40 (0.29) | 0.95 |
| | 50 °C | 1.69 (0.09) | 2.79 (0.39) | 1.46 (0.23) | 0.96 |

Numbers in the parentheses indicate standard error. اعداد داخل پرانتز، نشان دهنده خطای استاندارد می باشد.

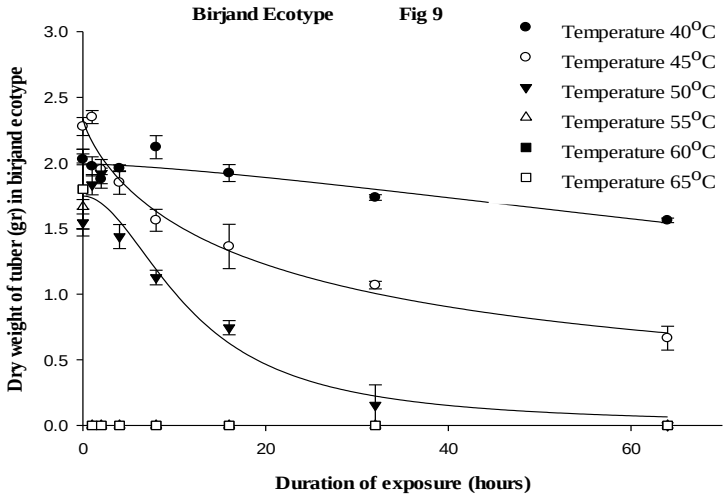
طبق برآورد مدل (شکل ۸، جدول٦)، مقدار $T_{50}$ در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد در اکوتیپ کهنوج، ۲۱/۰۷ ساعت بود، ولی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، به‌طور قابل ملاحظه‌ای این مقدار کاهش یافت و به ۲/۱۱ ساعت رسید که این مقدار نسبت به دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد، ۱۸/۹٦ ساعت کمتر (نسبت به دمای ٤٥ سانتی‌گراد، حدود ۹۰ درصد کاهش) بود که نشان می‌دهد این دما از طیف کشندگی شدیدتری برخوردار بوده است.




**شکل ۸- اثر مدت زمان قرار گرفتن در معرض دما بر وزن خشک غده اویارسلام ارغوانی اکوتیپ کهنوج**

**Figure 8. Effect of temperature exposure duration on tuber dry weight of purple nutsedge in kahnooj ecotype.**

طبق برآورد مدل (شکل ۹، جدول ٦)، در اکوتیپ بیرجند مقدار وزن خشک غده در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد، ۲۲/۵۳ ساعت بود، درحالی‌که این مقدار در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، ۱۱/۸۲ ساعت بود و نسبت به دمای ٤٥ سانتی‌گراد، حدود ٤۷/۵۳ درصد کاهش نشان داد. همانطور که مشاهده می‌شود، مقادیر پارامتر $T_{50}$ در اکوتیپ بیرجند به مراتب بالاتر از دو اکوتیپ دیگر بود که نشان می‌دهد در این دماها، اکوتیپ بیرجند از تحمل بالاتری برخوردار بوده است.




**شکل ۹ - اثر مدت زمان قرار گرفتن در معرض دما بر وزن خشک غده اویارسلام ارغوانی اکوتیپ بیرجند**

**Figure 9. Effect of temperature exposure duration on tuber dry weight of purple nutsedge in Birjand ecotype**

به‌نظر می‌رسد که اکوتیپ بیرجند به دلیل بومی بودن و سازگاری بالا با شرایط منطقه، تحت شرایط دمایی یکسان، از وزن غده بالایی نسبت به اکوتیپ جیرفت و کهنوج برخوردار بود. بنا بر تحقیقات انجام شده توسط بسکین و بسکین (Baskin & Baskin,1998)، برخی اختلافات اکوتیپی، ژنتیکی است، اما بیشتر به شرایط محیطی مثل دما، سن گیاه مادری و رطوبت که اندام‌های غیرجنسی در آن شرایط رسیده و بالغ می‌شوند، بستگی دارد. کاهش محسوس زیست‌توده ریزوم‌های علف‌هرز حلفه (*Imperata Cylindrica*) در دماهای بالا گزارش شده است (Hamidavi *et al.*, 2021).

## نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج آزمایش بین اکوتیپ‌ها در دماها و زمان‌های مختلف قرار گرفتن در معرض دما نشان داد که در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در تمامی تیمارهای مربوط به زمان، درجه حرارت تأثیری بر روی صفات مرتبط با رشد اویارسلام ارغوانی نداشت، اما در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، با افزایش زمان قرارگیری در معرض دما، صفات مرتبط با رشد اویارسلام ارغوانی کاهش یافت، به‌گونه‌ای که در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در زمان ٦٤ ساعت، اکوتیپ جیرفت فاقد جوانه‌زنی بود. همچنین در اکوتیپ‌های جیرفت و کهنوج در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و در زمان‌های ١٦ و ۳۲ ساعت، جوانه‌زنی مشاهده نشد، اما در همین شرایط، سبزشدن و رشد در اکوتیپ بیرجند مشاهده شد. بنابراین به‌نظر می‌رسد که اکوتیپ‌های مناطق گرمسیر در دمای بالا، غیرفعال شده یا بخواب می‌روند و در نتیجه در هنگام بروز درجه حرارت‌های بالا از گرما فرار می‌کنند، اما در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد در زمان یک ساعت، اکوتیپ جیرفت و کهنوج، جوانه‌زنی داشتند، درحالی‌که در اکوتیپ بیرجند، جوانه‌زنی صورت نگرفت. همچنین در این آزمایش، با افزایش دما (٦٠ و ٦٥ درجه سانتی‌گراد) در تمامی تیمارهای مربوط به زمان، غده‌های هر سه اکوتیپ اویارسلام ارغوانی از بین رفتند.

## منابع


Baskin, C.C. and Baskin, J.M. 1998. Seeds ecology, biogeography and evolution and germination. Academic Press. San Diego. 666 pp. Ann. Bot. 86: 705-708.

Bryson, C.T., Hanks, J.E., and Wills, G.D. 1994. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control in reduced-tillage cotton (*Gossypium hirsutum* L.) with low volume technology. Weed Technol. 8: 28–31.

Chellemi, D.O., Olson, S.M., Mitchell, D.J., Secker, I. and McSorley, R. 1997. Adaptation of soil solarization to the integrated management of soilborne pests of tomato under humid conditions. Phytopathol. 87: 250–258.

Egley, G.H. 1983. Weed seed & seedling reductions by soil solarization with transparent polyethylene sheets. Weed Sci. 31: 404–409.

Glantz, S.A. and Slinker, B.K. 2001. Primer of applied regression and analysis of variance. 2nd ed. New York: McGraw-Hill. Pp. 25–28.

Grunzweig, J.M., Katan J., Ben-Tal, Y. and Rabinowitch, H.D. 1999. The role of mineral nutrients in the increased growth response of tomato plants in solarized soil. Plant and Soil, 206: 21-27.

Gupta, V.P., Kunar, V., Mishra, R.K., Thiagarajan, V. and Datta, R.K. 2002. *Puccinia romagnoliana* Marie & Sacc. a potential bioherbicide agent for biocontrol of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in Mulberry. Phytopathol 150: 263–270.

Hamidavi, H., Eslami, S.V. and Jami-Al-Ahmadi, M. 2021. Effect of environmental factors on rhizome bud germination and shoot emergence of invasive *Imperata cylindrica*. Weed Res. 00, 1–10.

Hejazi, M.J., Kastler, J.D. and Norris, R.F. 1980. Control of yellow nutsedge by trapping the soil with clear polyethylene plastic. Weed Sci. 33: 120–126.

Horowitz, M., Regev, Y. and Herzlinger, G. 1983. Solarization for weed control. Weed Sci. 31: 170–179.

Hutchinson, R.A. and Viers, J.H. 2011. Tarping as an alternative for perennial pepper weed (*Lepidium*

*latifolium*) control. Invasive Plant Sci. Manage. 4: 66–72.
Johnson, W.C., Davis R.F. and Mullinix, B.G. 2007. An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyperus esculentus* and nematode management in the southeastern coastal plain, Crop Prot, 26: 1660-1666.
Justice, O.L. and Whitehead, M.D. 1946. Seed production, viability, and dormancy in the nutgrasses *Cyperus rotundus* and *C. esculentus*. J. Agric. Res. 73: 303–318.
Keely, P.E. 1987. Interference and interaction of purple nutsedge and yellow nutsedge with crops, Weed Technol, 1: 74-81.
Kumar, B., Yaduraju, N.T., Ahuja, K.N. and Prasad, D. 1993. Effect of soil solarization on weeds and nematodes under tropical Indian conditions. Weed Res. 33: 423-429.
Mallek, S.B., Prather, T.S. and Stapleton, J. J. 2007. Interaction effects of *Allium spp*. residues, concentrations and soil temperature on seed germination of four weedy plant species. Applied Soil Ecol. 37: 233-239.
Mass, M.T. and Verdu, A.M. C. 2002. Effects of thermal shocks on the germination of *Amaranthus retroflexus*. Use of Excel solver tool to model cumulative germination, Seed sci. Technol. 30: 299-310.
Morales-Payan, J.P., Santos, B.M., Stall, W.M. and Bewick, T.A. 1997. Effects of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) on tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bell pepper (*Capsicum annuum*) vegetative growth and fruit yield. Weed Technol. 11(4): 672–676.
Morales-Payan, J.P., Stall, W.M., Shilling, D.G., Charudattan, R., Dusky, J.A. and Bewick, T.A. 2003. Above- and belowground interference of purple and yellow nutsedge (*Cyperus* spp.) with tomato. Weed Sci. 51: 181-185.
Patterson, D.T. 1998. Suppression of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) with polyethylene film mulch. Weed Technol. 12: 275–280.
Ricci, M.D.F., De Almeida, D.L., Fernandes, M.D.A., Ribeiro, R.D.D. and Cantanheide, M.C.D. 2000. Effects of soil solarization on purple nutsedge population density and on productivity of vegetable crops under organic cultivation. Pesqui. Agropecu. Bras. 35: 2175–2179.
Roozkhosh, M. 2013. Comparing the tuber response of different purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) populations to high temperatures, burial depth and solarization. MSc Thesis, University of Birjand, Birjand, Iran.
Roozkhosh, M., Eslami, S.V. and Jami-Alahmadi, M. 2015. Effect of soil solarization on the control of different purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) ecotypes. J. Plant Protec. Vol. 28(4): 579-588. (In Persian)
Roozkhosh, M., Eslami, S.V. and Jami Al-Ahmadi, M. 2017. Effect of plastic mulch and burial depth on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) emergence and growth. Archives Agro Soil Sci., 63: 1454–1464.
Santos, B.M., Morales-Payan, J.P., Stall W.M. and Bewick T.A. 1998. Influence of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) density and nitrogen rate on radish (*Raphanus sativus*) yield. Weed Sci. 46: 661-664.
Smith, E.V. and Fick, G.L. 1937. Nutgrass eradication studies I. Relation of the life history of nutgrass, *Cyperus rotundus* L., to possible methods of control. Agron. J. 29: 1007–1013.
Verdu, A.M.C. and Mas, M.T. 2004. Modeling of the effects of thermal shocks varying in temperature and dutation on cumulative germination of *Portulaca oleracea* L. Seed Sci. Technol. 32: 297-308.
Webster, T.M. 2003. High temperatures and durations of exposure reduce nutsedge (*Cyperus* spp.) tuber viability. Weed Sci, 51: 1010–1015.
Webster, T.M. 2010. Weed survey - southern states, vegetable, fruit and nut crops subsection. Webster, T. M., ed. Proc. South. Weed Sci. 63:246-257. Little Rock, AR (Annual Weed Survey)
Webster, T.M., Grey, T.L., Davis, J.W. and Culpepper, A.S. 2008. Glyphosate hinders purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) tuber production. Weed Sci. 56: 735–742.
Wills, G.D. 1987. Description of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*). Weed Technol. 1: 2–9.