# تأثیر رنگ پوسته و تیمارهای مختلف بر خواب و ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)

حمید شریفی [۱،*]، مرتضی گلدانی [۲]

[۱،۲] دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
پست الکترونیک نویسنده مسئول: h.sharifi.h@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۰۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱)

**چکیده**

**رنگ پوسته بذر به‌عنوان یک شاخص ساده و مهم، بر درصد جذب آب، خواب و جوانه‌زنی بذر مؤثر است. گیاه خردل بذرهایی با رنگ پوست متفاوت تولید می‌کند، به‌منظور بررسی تأثیر رنگ پوسته بذر و تیمارهای مختلف بر خواب، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای خردل (*Sinapis arvensis* L.) آزمایشی به‌صورت دوعاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو نوع بذر با رنگ پوسته متفاوت (قهوه‌ای و سیاه) و تیمارهای شکستن خواب (شاهد، نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد، اسید جیبرلیک ۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام و تیمار یک، دو و سه هفته پیش سرمادهی) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که در بذرهای سیاه درصد و سرعت جوانه‌زنی بیشتر از بذرهای قهوه‌ای بود اما میزان خواب بذرهای قهوه‌ای بیشتر از بذرهای سیاه بود. تیمار یک هفته پیش سرمادهی بیشترین تأثیر بر شکست خواب بذرها را داشت به‌طوری‌که در این تیمار درصد جوانه‌زنی برای بذرهای سیاه و قهوه‌ای به ترتیب ۷۵ و ۵۸ درصد و سرعت جوانه‌زنی در بذرهای سیاه و قهوه‌ای به ترتیب ۰/۵۴ و ۰/۴۳ بود. تیمار اسید جیبرلیک ۵۰۰ پی‌پی‌ام کمترین تأثیر را در بین تیمارهای اعمال شده داشت، در این تیمار درصد جوانه‌زنی برای بذرهای سیاه و قهوه‌ای به ترتیب ۱۶ و ۷ درصد بود. همچنین، درصد جذب آب در بذرهای قهوه‌ای بیشتر از بذرهای سیاه بود، به‌طوری که بذرهای قهوه‌ای بعد از گذشت سه ساعت ۱۰۵/۱ درصد و بذرهای سیاه بعد از گذشت سه ساعت ۷۴/۳ درصد آب جذب کردند. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که بذرهای هترومورفیک خردل دارای تنوع در طول مدت خواب، جوانه‌زنی و درصد جذب آب هستند.**

**واژه‌های کلیدی: بذرهای چندشکلی، خردل، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شکست خواب**

**مقدمه**

اکثر گونه‌های گیاهی فقط توانایی تولید یک نوع بذر از نظر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مشابه را دارند. ولی برخی از گونه‌های گیاهی دو یا بیشتر از دو نوع متمایز بذر را تولید می‌کنند که این پدیده هترومورفیسم[1] یا چندشکلی بذر نامیده می‌شود (هارپر[2]، ۱۹۷۷؛ ماندک[3]، ۱۹۹۷؛ ایمبرت[4]، ۲۰۰۲). خاصیت هترومورفی در تعداد محدودی از تیره‌های نهاندانگان (۱۸ تیره و ۲۰۰ گونه) به‌ویژه در تیره‌های کاسنی، شب بو، اسفناج و گندمیان وجود دارد (ایمبرت، ۲۰۰۲). بیشتر گونه‌های هترومورفیسم یک‌ساله می‌باشند و اغلب در شرایط سخت مانند محیط‌های خشک، نیمه‌خشک یا بیابان‌ها رشد می‌کنند (ماندک، ۱۹۹۷؛ ایمبرت،

[1] Heteromorphism
[2] Harper
[3] Mandák
[4] Imbert

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

۲۰۰۲). گیاهان وحشی برای مقابله با شرایط نامساعد راهکارهای جوانه‌زنی متفاوتی را درنظر می‌گیرند (گترمن[1]، ۱۹۹۳) به‌عنوان مثال تولید بذرهای هترومورفیک با قابلیت‌های متفاوت جوانه‌زنی یکی از این راهکارها می‌باشد (گترمن، ۲۰۰۲؛ ونبل[2]، ۱۹۸۵). بذرهای هترومورفیک معمولاً از نظر رنگ، شکل، اندازه، مورفولوژی و آناتومی متفاوت بوده و همچنین تفاوت‌هایی در ظرفیت پراکندگی و نیازهای جوانه‌زنی دارند (باسکین و باسکین[3]، ۱۹۹۸؛ ایمبرت، ۲۰۰۲) و این تفاوت‌ها به پراکندگی مکانی و زمانی آن‌ها کمک می‌کند (ونبل و لالر[4]، ۱۹۸۰؛ ونبل و همکاران، ۱۹۹۸). یکی از این تفاوت‌ها رنگ پوسته بذر است که متأثر از ژنوتیپ و شرایط محیطی بوده و بر بسیاری از خصوصیات مانند جذب آب توسط بذر (آتیس[5] و همکاران، ۲۰۱۱)، خواب بذر (یاو[6] و همکاران، ۲۰۱۰؛ ترادا و آمانو[7]، ۲۰۰۲)، کیفیت بذر (مأوی[8]، ۲۰۱۰؛ اُچودو[9] و همکاران، ۲۰۱۰) و جوانه‌زنی بذر (اُچودو و مؤدی[10]، ۲۰۱۳) تأثیر می‌گذارد. بذرهای هترومورفیک از نظر رنگ پوسته، دارای میزان خواب و ویژگی‌های جوانه‌زنی متفاوتی می‌باشند (لئو[11] و همکاران، ۲۰۰۷؛ نرس[12] و همکاران، ۲۰۰۸؛ ارتکین و کیردار[13]، ۲۰۱۰؛ وانگ[14] و همکاران، ۲۰۱۲). بذرهای هترومورفیک از نظر خواب به دو دسته، بذرهای دارای خواب (میزان خواب بیشتر) و بذرهای بدون خواب (میزان خواب کمتر) طبقه‌بندی می‌شوند. به‌طوری که در گیاه سیاه شور[15] بذرهای سیاه دارای خواب و بذرهای قهوه‌ای فاقد خواب می‌باشند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۲). طبق گزارش وانگ و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه سیاه شور[16] بذرهای قهوه‌ای فاقد خواب و بذرهای سیاه دارای خواب فیزیولوژیکی سطحی می‌باشند. میزان خواب کمتر به بذرها این اجازه را می‌دهد تا در دامنه گسترده‌ای از شرایط محیطی جوانه بزند، در حالی که بذرهای دارای میزان خواب بیشتر در طیف باریکی از شرایط محیطی قادر به جوانه‌زنی هستند (باتلا[17] و همکاران، ۲۰۰۷).

خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) گیاهی یک‌ساله از تیره شب‌بو[18] با ارتفاع حدود ۸۰ سانتی‌متر، دارای گل‌هایی به رنگ زرد طلایی و نیام‌هایی کشیده می‌باشد که درون هر نیام چهار تا هشت بذر کروی قرار دارد (لوزوریاگا و همکاران[19]، ۲۰۰۵). خردل گیاهی دارویی است که در اکثر نقاط کشور یافت می‌شود. بذرهای خردل به دلیل دارا بودن موسیلاژ فراوان می‌توانند به‌عنوان یک داروی ملین استفاده شوند (مصطفوی، ۱۳۸۹). در مناطق غربی ایران ترپوکه نامیده شده و از بوته‌های جوان آن به‌عنوان سبزی خوراکی استفاده می‌شود (معصومی، ۱۳۸۰). با توجه به اینکه در هنگام جمع‌آوری بذرهای خردل از روی بوته‌های مادری مشاهده شد که هر بوته خردل بذرهای با رنگ پوسته متفاوت (سیاه و قهوه‌ای) تولید می‌کند و از طرفی نتایج تحقیقات بسیاری نشان می‌دهد که تفاوت رنگ در پوسته بذر بر میزان جذب آب و تنظیم خواب و ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر مؤثر است. این تحقیق با هدف بررسی اثر رنگ پوسته بذر بر خواب و درصد جذب آب گیاه خردل و همچنین تأثیر تیمارهای مختلف در شکست خواب بذر اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

بذرهای مورد آزمایش در هنگام رسیدن بذر بر روی بوته مادری در تیرماه ۱۳۹۰ از رویشگاه‌های طبیعی استان لرستان، شهرستان کوهدشت (کوهدشت از نظر جغرافیایی در ۴۷ درجه و ۳۶ دقیقه درازای خاوری و ۳۳ درجه و ۳۲ دقیقه پهنای شمالی و ارتفاع ۱۱۹۵ متری از سطح دریا، آب و هوای معتدل و نیمه‌خشک

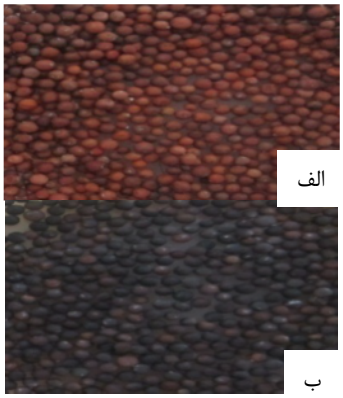
[1] Gutterman
[2] Venable
[3] Baskin and Baskin
[4] Venable and Lawlor
[5] Atis
[6] Yao
[7] Torada and Amano
[8] Mavi
[9] Ochuodho
[10] Ochuodho and Modi
[11] Liu
[12] Nurse
[13] Ertekin and Kirdar
[14] Wang
[15] *Suaeda acuminata*
[16] *Suaeda aralocaspicaare*
[17] Batlla
[18] Brassicaceae
[19] Luzuriaga

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

بوده و بیش‌ترین دمای هوا در این منطقه ۴۲ درجه و کم‌ترین دما ۷- درجه است. میزان بارندگی این شهرستان به‌طور متوسط ۴۵۰ میلی‌متر در سال است)، جمع‌آوری و به آزمایشگاه گیاهان ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل و پس از تمیز کردن، بر اساس رنگ پوسته به دو گروه، بذرهای قهوه‌ای با وزن هزار بذر ۱/۲ گرم و بذرهای سیاه با وزن هزار بذر ۱/۸ گرم تقسیم شدند (شکل ۱). برای تعیین وزن هزار دانه ۸ تکرار ۱۰۰ تایی از هر رنگ به‌طور کاملاً تصادفی جدا، شمارش و به‌وسیله ترازو دقیق وزن شدند. سپس میانگین وزن هشت تکرار برای هر گونه محاسبه شد (ایستا[1]، ۲۰۰۹).

آزمایش به‌صورت عاملی[2] بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. رنگ پوسته بذر به‌عنوان عامل اول در دو سطح (قهوه‌ای و سیاه) و عامل دوم شامل تیمارهای مختلف شکستن خواب بذر در هفت سطح و شامل شاهد (آب مقطر)؛ نیترات پتاسیم ($KNO_3$) با غلظت ۰/۲ درصد؛ اسید جیبرلیک ($GA_3$) با غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام[3] و پیش سرمادهی مرطوب به مدت یک، دو و سه هفته بودند.

در ابتدا چهار تکرار ۲۵ تایی بذر از هر رنگ انتخاب و در ظروف پتری نه سانتیمتری حاوی یک کاغذ واتمن[4] واتمن[4] شماره یک قرار داده شد و ظروف پتری در دمای دمای آزمایشگاه (۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند.




**شکل ۱**- بذرهای تفکیک شده گیاه خردل وحشی بر اساس رنگ پوسته، الف) بذرهای قهوه‌ای و ب) بذرهای سیاه

در هر پتری آزمایشی، پنج میلی‌لیتر آب مقطر و یا محلول مورد آزمایش اضافه شد و برای جلوگیری از تبخیر رطوبت، پتری‌ها درون ظروف پلاستیکی قرار گرفتند و درب آن‌ها توسط چسب نواری محکم شد و در صورت نیاز یک تا دو میلی‌لیتر محلول مورد نظر به ظروف پتری در طول آزمایش افزوده شد (شریفی حشمت‌آباد، ۱۳۹۱).

شمارش جوانه‌زنی بذرها به‌صورت روزانه انجام شد، بذرهایی که طول ریشه‌چه آن‌ها دو میلی‌متر بود به‌عنوان بذور جوانه‌زده تلقی شدند. در پایان متوسط زمان جوانه‌زنی (بر حسب روز) با استفاده از فرمول $MGT = \sum (Dn) / \sum n$ (n: تعداد بذور جوانه‌زده در روز D ام، D: تعداد روزهای سپری شده از شروع جوانه‌زنی)، سرعت جوانه‌زنی با فرمول $GR = 1/MGT$ و درصد جوانه‌زنی با فرمول $GP = 100 (NG/NT)$ (NG : تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز آخر، NT: تعداد کل بذرها) محاسبه گردید (خواجه حسینی[5] و همکاران، ۲۰۰۹).

## آزمون جذب آب

این آزمون در دمای اتاق با استفاده از چهار تکرار ۲۵ تای بذر از هر رنگ انجام شد. ابتدا وزن خشک هر کدام از تکرارها محاسبه شد، سپس بذرها در ظروف پتری ۹۰ میلی‌متر که حاوی کاغذ صافی مرطوب بودند، قرار گرفتند، بذرها بعد از فواصل زمانی ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۲۲ ساعت به‌وسیله ترازوی دیجیتالی توزین شدند. در هر مرحله که بذرها توزین شدند، قبل از توزین با کاغذ صافی رطوبت اضافی سطح بذر گرفته شد و بعد از توزین دوباره بذرها به پتری‌ها منتقل شدند. با استفاده از فرمول زیر درصد جذب آب در بذرهای خردل (سیاه و قهوه‌ای) محاسبه شد (چین[6] و همکاران، ۲۰۱۱):

$[(W_1-W_2)/W_2]\times100$ : درصد آب جذب شده

$W_1$: وزن بذرها بعد از جذب آب

$W_2$: وزن بذرها قبل از جذب آب

پس از جمع‌آوری داده‌ها و اطمینان از نرمال بودن آن‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و رسم نمودارها با کمک Excel انجام

[1] ISTA
[2] Factorial
[3] Part per million (ppm)
[4] Whatman paper
[5] Khajeh-Hossini
[6] Chein

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

پذیرفت. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون LSD استفاده شد.

## نتایج

### آزمون جذب آب

نتایج نشان داد که بذرهای هترومورفیک (سیاه و قهوه‌ای) خردل با قرارگیری در وضعیت آبنوشی، آب جذب کردند اما درصد جذب آب در آن‌ها متفاوت می‌باشد (شکل ۲). به‌طوری که بذرهای قهوه‌ای به‌آسانی و سریع‌تر از بذرهای سیاه آب جذب کرده و وزن بذرهای آن افزایش یافت. افزایش وزن بذرهای قهوه‌ای بعد از یک ساعت ۷۴/۴ درصد و بعد از سه و شش ساعت به ترتیب ۱۰۵/۱ و ۱۱۶/۵ درصد بود (شکل ۲). افزایش وزن بذرهای سیاه بعد از یک ساعت ۳۶/۶ درصد و بعد از سه و شش ساعت به ترتیب ۷۴/۳ و ۷۵/۸ درصد بود (شکل ۲). لازم به ذکر است که جوانه‌زنی بذرهای سیاه خردل ۲۲ ساعت پس از شروع جذب آب آغاز شد ولی بذرهای قهوه‌ای در این مدت جوانه نزدند (شکل ۲).

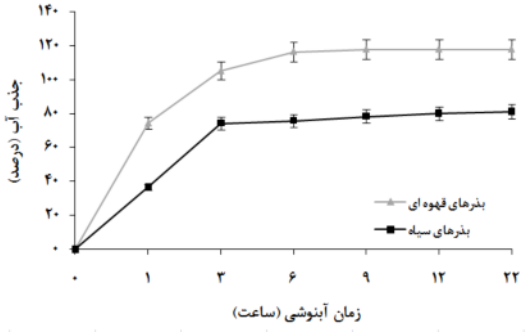
### تیمارهای شکستن خواب

نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد که اثر رنگ پوسته بذر بر درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود ولی بر متوسط زمان جوانه‌زنی اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). اثر تیمارهای شکستن خواب بر هر سه ویژگی جوانه‌زنی (درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی) در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل رنگ پوسته بذر و تیمارهای شکستن خواب در مورد سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نبود ولی بر درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

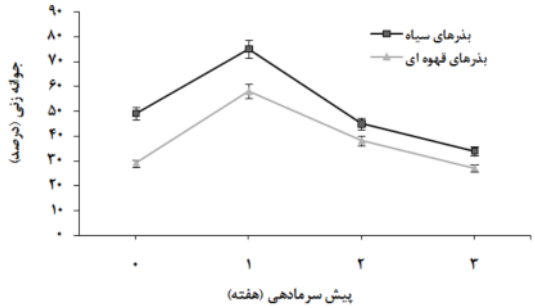
نتایج نشان داد که پیش سرمادهی بیشترین تأثیر را بر شکست خواب بذرهای گیاه خردل داشت. در هر دو رنگ، اختلاف تیمار پیش سرمادهی یک هفته نسبت به سایر تیمارها از نظر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۲ و شکل ۳). نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذرهای سیاه در تیمار شاهد ۴۹ درصد و در تیمارهای پیش سرمادهی یک، دو و سه هفته‌ای به ترتیب ۷۵، ۴۵ و ۳۴ درصد بود. همچنین درصد جوانه‌زنی بذرهای قهوه‌ای در تیمار شاهد ۲۹ درصد و در تیمارهای پیش سرمادهی یک، دو و سه هفته‌ای به ترتیب ۵۸، ۳۸ و ۲۷ درصد به دست آمد (جدول ۲ و شکل ۳).

در تیمار شاهد، بذرهای سیاه دارای ۴۹ درصد و بذرهای قهوه‌ای دارای ۲۹ درصد جوانه‌زنی بودند. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار یک هفته سرمادهی بذرهای سیاه با ۷۵ درصد و کمترین درصد جوانه‌زنی (هفت درصد) در بذرهای قهوه‌ای با تیمار اسید جیبرلیک ۵۰۰ پی‌پی‌ام به دست آمد.

بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی در بذرهای قهوه‌ای و در تیمار نیترات پتاسیم (۳/۷ روز) و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی در تیمارهای سرمادهی دو و سه هفته‌ای در بذرهای سیاه به ترتیب ۱/۲ و ۱/۱ روز و در بذرهای قهوه‌ای به ترتیب ۱/۳ و ۱/۲ روز به دست آمد.




**شکل ۲**- روند جذب آب در فواصل زمانی مشخص در بذرهای سیاه و قهوه‌ای خردل وحشی در محیط با رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد و دمای اتاق




**شکل ۳**- تأثیر پیش سرمادهی یک، دو و سه هفته‌ای بر درصد جوانه‌زنی بذرهای سیاه و قهوه‌ای خردل وحشی (بارها نشان‌دهنده خطای استاندارد می‌باشند).

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

**جدول ۱**- میانگین مربعات تأثیر رنگ پوسته بذر و تیمارهای شکستن خواب بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذرهای خردل وحشی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | درصد جوانه‌زنی | متوسط زمان جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی |
|---|---|---|---|---|
| رنگ پوسته بذر | ۱ | ۱۴۰۰** | ۰/۶۳ ns | ۶۷۸/۴۶* |
| تیمارهای شکستن خواب | ۶ | ۲۶۲۷** | ۴/۷۳ ** | ۳۹۵۹/۵۷** |
| رنگ پوسته بذر × تیمارهای شکستن خواب | ۶ | ۴۳ ** | ۰/۷۶ * | ۲۴۳/۸۵ ns |

**, * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

**جدول ۲**- مقایسه میانگین اثر متقابل رنگ پوسته و تیمارهای شکستن خواب بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر خردل وحشی

| رنگ پوسته | تیمارهای شکستن خواب | درصد جوانه‌زنی | متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) | سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) |
|---|---|---|---|---|
| سیاه | شاهد | ۴۹ bc | ۲/۱cd | ۰/۵۰ bc |
| | نیترات پتاسیم (۲/. درصد) | ۲۵ fh | ۲/۷ bc | ۰/۴۸ bc |
| | جیبرلیک ۲۵۰ پی‌پی‌ام | ۱۹ gi | ۳ ab | ۰/۳۵ cd |
| | جیبرلیک ۵۰۰ پی‌پی‌ام | ۱۶ hg | ۲/۹ ab | ۰/۳۵ cd |
| | سرمادهی ۱ هفته | ۷۵ a | ۱/۹ de | ۰/۵۴ b |
| | سرمادهی ۲ هفته | ۴۵ cd | ۱/۱ e | ۰/۸۹ a |
| | سرمادهی ۳ هفته | ۳۴ df | ۱/۱ e | ۰/۹۱ a |
| قهوه‌ای | شاهد | ۲۹ eg | ۳ ab | ۰/۳۴ cd |
| | نیترات پتاسیم (۲/. درصد) | ۱۸ gi | ۳/۷ a | ۰/۲۸ d |
| | جیبرلیک ۲۵۰ پی‌پی‌ام | ۱۰ ij | ۲/۴ bd | ۰/۴۳ bd |
| | جیبرلیک ۵۰۰ پی‌پی‌ام | ۷ j | ۲/۴ bd | ۰/۴۳ bd |
| | سرمادهی ۱ هفته | ۵۸ b | ۲/۳ bd | ۰/۴۳ bd |
| | سرمادهی ۲ هفته | ۳۸ ce | ۱/۳ e | ۰/۷۹ a |
| | سرمادهی ۳ هفته | ۲۷ eh | ۱/۲ e | ۰/۸۵ a |
| | مقدار LSD (۵٪) | ۱/۷۸ | ۰/۲۴ | ۰/۱۳ |

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

حداکثر سرعت جوانه‌زنی برای بذرهای سیاه (۰/۹۱) در تیمار سرمادهی سه هفته‌ای و حداقل سرعت جوانه‌زنی در بذرهای قهوه‌ای (۰/۲۸) و در تیمار نیترات پتاسیم حاصل شد (جدول ۲).

## بحث

بذرهای قهوه‌ای خردل دارای درصد جذب آب بیشتر و سریع‌تری نسبت به بذرهای سیاه بودند. با توجه به اینکه وجود رنگ تیره‌تر نشان از وجود رنگ‌دانه‌های بیشتر در پوسته می‌باشد و از طرفی رنگ‌دانه‌ها عمدتاً حاوی ترکیبات فنولیک[1]، بخصوص فلاونوئید[2] بوده که در طی فرآیند اکسیداسیون، فلانوئیدها با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های دیواره سلولی واکنش می‌دهند و باعث تقویت لایه تستا[3] و کاهش خاصیت نفوذپذیری پوسته می‌شوند (دباجن[4] و همکاران، ۲۰۰۱)، به نظر می‌رسد که این خاصیت نفوذناپذیری باعث کاهش سرعت جذب آب و کاهش نشت املاح در بذرهای سیاه می‌شود.

[1] Phenolic

[2] Flavonoid
[3] Testa
[4] Debeaujon

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

رنگ بذر یکی از ویژگی‌های مهم جذب آب در بسیاری از محصولات کشاورزی است، به‌طوری که بذرهای با رنگ روشن نسبت به بذرهای تیره با سرعت بیشتری آب جذب می‌کنند و زودتر جوانه می‌زنند (دوران و رتامال[1]، ۱۹۸۹). نتایج تحقیقات ژانگ[2] و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که بذرهای روشن (زرد) کلزا به دلیل ملانین[3] کمتر در محتوای پوسته دارای سرعت جذب آب بیشتر و نشت مواد بالاتری نسبت به بذرهای تیره (قرمز و سیاه) هستند. این ویژگی باعث می‌شود که بذرهای روشن نشت الکترولیت بالایی داشته و سریع‌تر از بین بروند. نتایج این پژوهش با نتایج آزمایش‌های وانگ و همکاران (۲۰۰۸) بر روی گیاه سیاه شور[4]، سیددیکوی و خان[5] (۲۰۱۰) بر روی گیاه *Halopyrum mucronatum* و وانگ و همکاران (۲۰۱۲) بر روی گیاه سیاه شور[6] که بذرهای هترومورفیک (سیاه و قهوه‌ای) تولید می‌کنند مطابقت دارد، آن‌ها نیز گزارش کردند که بذرهای قهوه‌ای سرعت جذب آب بیشتری نسبت به بذرهای سیاه دارند. پاول[7] و همکاران، (۱۹۸۶) نیز گزارش نمودند که رنگ پوسته بذر بر جذب آب در بسیاری از گونه‌های حبوبات مؤثر می‌باشد، به‌طوری‌که حبوبات با رنگ پوسته سفید جذب آب سریع‌تری از انواع پوسته رنگی دارند.

تفاوت در رنگ پوسته بذر منجر به تفاوت در میزان خواب بذرها نیز شده است، به‌نحوی‌که بذرهای سیاه خردل در مقایسه با بذرهای قهوه‌ای جوانه‌زنی بیشتر و میزان خواب کمتری داشتند. در سیستم طبقه‌بندی خواب باسکین و باسکین (۱۹۹۸؛ ۲۰۰۴) بذرهایی با خواب فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و مورفوفیزیولوژیکی داری پوسته‌ای تراوا نسبت به آب هستند و مشکل جذب آب ندارند. در این آزمایش نیز بذرهای خردل (سیاه و قهوه‌ای) درصد جذب آب مناسبی داشتند، بنابراین بذرهای خردل دارای یکی از انواع خواب ذکر شده می‌باشند. در سیستم طبقه‌بندی خواب باسکین و باسکین (۱۹۹۸؛ ۲۰۰۴) بر اساس میزان عمق خواب در بذر، خواب فیزیولوژیکی را به سه نوع سطحی، متوسط و عمیق تقسیم می‌کنند. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش که نشان داد تیمار پیش سرمادهی به مدت یک هفته بهترین تیمار شکستن خواب بذرهای خردل می‌باشد و تیمارهای اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم تأثیری بر شکستن خواب ندارند به نظر می‌رسد که بذرهای خردل دارای خواب فیزیولوژیکی سطحی باشند. از طرفی زوبل[8] و همکاران (۱۹۸۹) دریافتند که طی فرایند جذب آب در بذرهای کلزا قسمتی از ترکیبات فنولیک موجود در تستا به سطح جنین انتقال یافته و در آنجا مانع خروج ریشه‌چه می‌شوند و نظر به اینکه بذرهای قهوه‌ای با وجود سرعت جذب آب بیشتر، دارای خواب بیشتری هستند به نظر می‌رسد که جذب آب باعث نفوذ ترکیبات فنولی موجود در رنگ‌دانه‌های پوسته به درون بذر و بخصوص جنین می‌شود و با توجه به خاصیت بازدارندگی این ترکیبات، سبب ایجاد خواب در این بذرها می‌شوند. از آنجا که کاربرد غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی نداشت، ممکن است که عامل سرما علاوه بر سنتز اسید جیبرلیک درون‌زا، با نشت ترکیبات فنولیک به درون بستر بذر و اثر ممانعتی تستا برای خروج ترکیبات بازدارنده دیگر مانند اسید آبسزیک را کاهش داده و با کاهش هورمون‌های بازدارنده (ABA) باعث ایجاد یک توازن هورمونی در بذر شود و با افزایش پتانسیل جوانه‌زنی بذر شرایط را برای شروع فرایند جوانه‌زنی مهیا کند (زوبل و همکاران، ۱۹۸۹). همچنین ممکن است که فقدان اثربخشی جیبرلین و نیترات پتاسیم در تحریک جوانه‌زنی دانه احتمالاً به دلیل این باشد که این مواد یک اثر منفی روی سطح فعالیت برخی آنزیم‌ها (گلوتامات – اکسولواستات ترانس آمیناز و پیروات کنیاز و مالات دهیدروژناز) و همچنین مصرف نوکلئوتیدها در سنتز اسید نوکلئیک داشته باشند و یا تولید ممانعت کننده‌های جوانه‌زنی پروتئینی را تحریک کنند (بیولی و بلک[9]، ۱۹۹۴). هایرونگ[10] و همکاران

[1] Duran and Retamal
[2] Zhang
[3] Melanin
[4] *Suaeda aralocaspica*
[5] Siddiqui and khan
[6] *Suaeda acuminata*
[7] Powell
[8] Zobel
[9] Bewley and Black
[10] Hairong

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

(۲۰۰۵) بیان نمودند که تیمار سرما با افزایش میزان جیبرلین زمینه را برای افزایش فعالیت آنزیم کاتکول اکسیداز[1] فراهم می‌کند و از این طریق موجب کاهش میزان مواد فنلی بذر و در نتیجه تحریک جوانه‌زنی می‌شود.

بذرهای خردل (سیاه و قهوه‌ای) دارای درصد جوانه‌زنی و میزان خواب متفاوتی بودند. به‌طوری که بذرهای سیاه خردل دارای خواب کمتری بوده (۴۹ درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد) و می‌توانند در دامنه وسیع‌تری از شرایط محیطی رشد کنند؛ بنابراین دارای استراتژی جوانه‌زنی فرصت‌طلبانه هستند (گترمن، ۱۹۹۳؛ گترمن، ۲۰۰۲). بذرهای قهوه‌ای دارای خواب بیشتری بودند (۲۹ درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد) بودند، بنابراین دارای استراتژی جوانه‌زنی محتاط می‌باشند (گترمن، ۱۹۹۳؛ گترمن، ۲۰۰۲). در این استراتژی همه بذرها در یک زمان مشخص جوانه نمی‌زنند و دارای یک تنوع در زمان جوانه‌زنی هستند که باعث فراهم شدن گیاهچه در یک دوره زمانی طولانی می‌شود و بقاء گیاه را در شرایط سخت و غیر قابل پیش‌بینی تضمین می‌کند (ماناداک و پسیک[2]، ۲۰۰۱). تعدادی از مطالعات نشان می‌دهد که بذرهای هترومورفیک دارای ترکیبی از استراتژی‌های متفاوت برای مقابله با شرایط سخت می‌باشند که تولید بذرهای با میزان و نوع خواب متفاوت یکی از این استراتژی‌ها می‌باشد. به‌عنوان مثال وی و همکاران (وی[3] و همکاران، همکاران، ۲۰۰۷) بیان نمودند گیاه علف شور[4] که در مناطق شور رشد می‌کند سه نوع بذر تولید می‌کند که نوع A و B فاقد خواب در حالی که نوع C نیاز به چهار هفته سرمادهی برای شکستن خواب فیزیولوژیکی سطحی خود دارد. در آزمایشی دیگر که ماناداک و پسیک (۲۰۰۱) بر روی مقایسه ویژگی‌های جوانه‌زنی در انواع مختلفی از میوه‌های اسفناج وحشی[5] انجام دادند به به این نتیجه رسیدند که بذرهای هترومورفیک تولید شده توسط انواع مختلف میوه‌ها، درصد جوانه‌زنی متفاوتی دارند و این متأثر از کیفیت نور، غلظت نیترات و استراتیفیکاسیون[6] سرد می‌باشد.

## نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه خردل گیاهی است که معمولاً در شرایط سخت رشد می‌کند، برای مقابله با این شرایط سخت استراتژی‌های متفاوتی را از خود بروز می‌دهد، یکی از این استراتژی‌ها تنوع ظاهری در رنگ پوسته بذر می‌باشد، به نظر می‌رسد این تنوع ظاهری باعث تفاوت در میزان خواب و ویژگی‌های جوانه‌زنی بین بذرهای قهوه‌ای و سیاه خردل شود. به‌طوری‌که بذرهای قهوه‌ای خردل در تیمار شاهد دارای خواب بیشتر و جوانه‌زنی کمتری نسبت به بذرهای سیاه خردل می‌باشند که این خاصیت باعث می‌شود بذرهای قهوه‌ای در شرایطی که تغییر گسترده‌ای در خاک رخ می‌دهد دوام بیشتری در بانک بذر داشته و بهتر و بیشتر قادر به حفظ بقاء خود باشند. این تفاوت‌ها نشان‌دهنده وجود ترکیبی از استراتژی‌های مختلف در این گیاه است که دارای اهمیت اکولوژیکی زیادی برای بقاء موفقیت‌آمیز آن در شرایط سخت می‌باشد؛ اما در شرایطی که هدف، کشت و زرع و اهلی کردن این گیاه باشد، تنوع در میزان خواب به دلیل عدم یکنواختی در بستر بذر سبب کاهش در عملکرد می‌شود، به همین دلیل این خصوصیت در بوم نظام‌های زراعی یک خاصیت نامطلوب تلقی می‌شود که باید با شکستن خواب بذرها زمینه را برای حداکثر یکنواختی و عملکرد فراهم نمود. در غیر این صورت درصد جوانه‌زنی کم و سبز شدن غیریکنواخت مزرعه قابل پیش‌بینی خواهد بود. همچنین نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که بذرهای خردل دارای خواب فیزیولوژیکی سطحی می‌باشند؛ که تیمار پیش سرمادهی به مدت یک هفته بهترین تیمار برای شکستن خواب بذرهای این گیاه می‌باشد.

[1] Catechol oxidase
[2] Mandák and Pyšek
[3] Wei
[4] *Salsola affinis*
[5] *Atriplex sagittata*
[6] Stratification

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

**منابع**

شریفی حشمت‌آباد، ح. ۱۳۹۱. بررسی خواب و ویژگی‌های جوانه‌زنی در بذر سی گونه گیاه دارویی استان لرستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۰۱ صفحه.

مصطفوی، ا. ۱۳۸۹. گیاهان دارویی به انضمام طب سنتی آذربایجان. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران. چاپ دوم. ۲۵۴ صفحه.

معصومی، س.م. ۱۳۸۰. گیاهان خوراکی خودرو استان کرمانشاه و طریقه مصرف آن‌ها. انتشارات مؤسسه فرهنگی، هنری و سینمایی کوثر. ۱۷۴ صفحه.

Atis, I., Atak, M., Can, E., and Mavi, K. 2011. Seed coat color effects on seed quality and salt tolerance of red clover (*Trifolium pratense*). International Journal of Agriculture and Biology, 13: 363–368.

Baskin, C.C., and Baskin, J.M. 1998. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, CA. 666 p.

Baskin, J.M. and Baskin, C.C. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14(01): 1-16.

Batlla, D., Robert, L., and Benech, A. 2007. Predicting changes in dormancy level in weed seed soil banks: Implications for weed management. Crop Protection, 26(3): 189-197.

Bewley, J.D., and Black, M. 1994. Seeds: physiology of development and germination. second edition. Plenum Press, New York. 445 p.

Chein, C.T., Chen, S.Y., Tsai, C.C., Baskin, J.M., Baskin, C.C., and Khu-Huang, L.L. 2011. Deep simple epicotyl morphophysiological dormancy in seeds of two *Viburnum* species, with special reference to shoot growth and development inside the seed. Annals of Botany, 108(1): 13-22.

Debeaujon, I., Peeters, A.J.M., Leon-Kloosterziel, K.M., and Koornneef, M. 2001. The transparent testa 12 gene of Arabidopsis encodes a multidrug secondary transporter-like protein required for avonoid sequestration in vacuoles of the seed coat epithelium. The Plant Cell, 13(4): 853-871.

Duran, J.M., and Retamal, N. 1989. Coat structure and regulation of dormancy in *Sinapis arvensis* L. seeds. Journal of Plant Physiology, 135(2): 218–222.

Ertekin, M., and Kirdar, E. 2010. Effects of seed coat colour on seed characteristics of honeylocust (*Gleditsia triacanthos*). African Journal of Agricultural Research, 5(17): 2434-2438.

Gutterman, Y. 1993. Seed germination of desert plants. Springer-Verlag, Berlin. 253 p.

Gutterman, Y. 2002. Survival strategies of annual desert plants. Springer-Verlag, Berlin. 349 p.

Hairong, W., Dongsheng, G., and Xianli, L. 2005. Effects of plant growth regulators on content of phenolics in sweet cherry dormant flower buds and seed dormancy. Acta Horticulturae, 32(4): 584-588.

Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London. 892 p.

Imbert, E. 2002. Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 5(1): 13-36.

International Seed Testing Association. 2009. International Rules for Seed Testing.

Khajeh-Hossini, M., Lomhololt, A., and Matthews, S. 2009. Mean germination in the laboratory estimates the relative vigour and fild performance of commercial seeds lots of maize (*Zea mays* L.). Seed Science and Technology, 37: 446-4.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

Liu, W., Peffley, E.B., Powell, R.J., Auld, D.L., and Hou, A. 2007. Association of seedcoat color with seed water uptake, germination, and seed components in Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub). Journal of Arid Environments, 70(1): 29-38.

Luzuriaga, A.L., Escudero, A., and Perez-garcia, F. 2005. Environmental maternal effects on seed morphology and germination in *Sinapis arvensis* (Cruciferae). Weed Research, 46(2): 163-174.

Mandák, B. 1997. Seed heteromorphism and the life cycle of plants: a literature review. Preslia, 69: 129-159.

Mandák, B., and Pyšek, P. 2001. Fruit dispersal and seed banks in Atriplex sagittata: the role of heterocarpy. Journal of Ecology, 89:159-165.

Mavi, K. 2010. The relationship between seed coat color and seed quality in watermelon Crimson sweet. Horticultural Science (Prague), 37: 62–69.

Nurse, R.E., Reynolds, W.D., Doucet, C., and Weaver, S.E. 2008. Germination characteristics of the dimorphic seeds of spreading orach (*Atriplex Patula*). Weed Science, 56: 216-223.

Ochuodho, J.O. and Modi A.T. 2013. Association of seed coat colour with germination of three wild mustard species with agronomic potential. African Journal of Agricultura Research, 8(32): 4354-4359.

Ochuodho, J.O., Modi, A.T., Adipala, E., Tusiime, G., and Majaliwa, J.G.M. 2010. Association of seed coat colour with germination of three wild mustard species with agronomic potential. In Second RUFORUM Biennial Regional Conference on" Building capacity for food security in Africa", Entebbe, Uganda, 20-24 September 2010. 229-232.

Powell, A.A., Oliveira, M.A., and Matthews, S. 1986. The role of imbibition damage in determining the vigour of white and coloured seed lots of dwarf cumin beans (*Phaseolus vulgaris*). Journal of Experimental Botany, 37(5): 716-722.

Siddiqui, Z., SH., and Khan, M.A. 2010. The role of seed coat phenolics on water uptake and early protein synthesis during germination of dimorphic seeds of *Halopyrum mucronatum* (L.) staph. Pakistan Journal of Botany, 42(1): 227-238.

Torada, A., and Amano, Y. 2002. Effect of seed coat color on seed dormancy in different environments. Euphytica, 126(1): 99-105.

Venable D.L. 1985. The evolutionary ecology of seed heteromorphism. American Naturalist, 126: 577-595.

Venable, D.L., and Lawlor, L. 1980. Delayed germination and dispersal in desert annuals: escape in space and time. Oecologia, 46(2): 272-282.

Venable, D.L., Dyreson, E., Pinero D., and Becerra, J.X. 1998. Seed morphometrics and adaptive geographic differentiation. Evolution, 52: 344-354.

Wang, H.L., Wang, L., Tian, C.Y., and Huang, Z.Y. 2012. Germination dimorphism in *Suaeda cuminate*: A new combination of dormancy types for heteromorphic seeds. South African Journal of Botany, 78: 270-275.

Wang, L., Huang, Z.Y., Baskin, C.C., Baskin, J.M. and Dong, M. 2008. Germination of dimorphic seeds of the desert annual halophyte *Suaeda aralocaspica* (Chenopodiaceae), a $C_4$ plant without Kranz anatomy. Annals of Botany, 102(5): 757-769.

Wei, Y., Dong, M., and Huang, Z.Y. 2007. Seed polymorphism, dormancy, and germination of *Salsola affinis* (Chenopodiaceae), a dominant desert annual in habiting the Junggar Basin of Xinjiang, China. Australian Journal of Botany, 55(4): 464-470..

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

Yao, S., Lan, H., and Zhang, X.K. 2010. Variation of seed heteromorphism in *Chenopodium album* and the effect of salinity stress on the descendants. Annals of Botany 105(6): 1015–1025

Zhang, X.K., Chen, J., Chen, L., Wang, H.Z., and Li, J.N. 2008. Imbibition behavior and flooding tolerance of rapeseed seed (*Brassica napus* L.) with different testa color. Genetic Resources and Crop Evolution, 55(8): 1175-1184.

Zobel, A.M., Kuras, M., and Tykarska, T. 1989. Cytoplastic and apoplastic location of phenolic compounds in the covering tissue of the *Brassica napus* radicle between embryogenesis and germination. Annals of Botany 64(2): 149-157.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]

**Iranian Journal of Seed Research, Vol: 2(2), 2016**

# Effect of Seed Coat Color and Different Treatments on Seeds Dormancy and Germination Characteristics of Mustard (*Sinapis arvensis* L.)

**Hamid Sharifi[1,*], Morteza Goldani[2]**

[1, 2] *Ms.c. Student and Asociated Professor, Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*
*Corresponding author, E-mail address: h.sharifi.h@gmail.com

(Received: 2015.01.24 ; Accepted: 2015.06.22)

## Abstract

Seed coat color as a perfect and simple index is effective on water absorption, seed dormancy and germination. Mustard plant produces seeds with different coat color. So, in order to investigate the effect of seed coat color on germination rate, percentage of germination and dormancy of Mustard (*Sinapis arvensis* L.) seeds an experiment was carried out based on completely randomized design with four replications. Treatments were included two types of seed coat color (brown and black) and dormancy breaking treatments (Control, Potassium nitrate 0.2%, $GA_3$ 250, $GA_3$ 500 ppm and one, two and three weeks prechilling). The results showed that the differences between germination indices traits in brown and black seeds were significant. So that, the germination rate and germination percent in black seed were greater than brown seeds, but duration of dormancy in brown seeds was greater than black seed. One week prechilling treatment had most effect on breaking dormancy. So that germination percentage and germination rate for black seed was 75% and 0.54 respectively and these amounts for brown seeds were 58% and 0/43 respectively. Potassium nitrate and $GA_3$ (250 and 500 ppm) reduced germination rate and germination percent in both types of seeds. In addition, water absorption percent in brown seeds was more than black seeds. The final results showed that heteromorphic seeds of Mustard have variation in duration of dormancy, germination and water absorption percent.

***Keywords: Dormancy breaking, Heteromorphic seeds, Percentage and Rate of Germination, Mustard***

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.6.0 ]

[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.47 ]