نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۴۲۹-۴۱۹

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 419-429

# تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گلرنگ پاییزه (*Carthamus tinctorius* L.) در یاسوج

مهران بنیادی[۱]، علیرضا یدوی[۲*]، محسن موحدی دهنوی[۲] و محمد حسن فلاح هکی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۱۱

## چکیده

به منظور یافتن دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در گلرنگ پاییزه (*Carthamus tinctorius* L.) رقم IL111، در ایستگاه تحقیقاتی چم‌خانی واقع در شهر یاسوج، آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و چهار تکرار اجرا شد. تیمارها بر اساس مراحل نموی گلرنگ در دو گروه تیماری تعیین شدند. در گروه اول، حذف علف‌های هرز از زمان کاشت تا مرحله پنج برگی، شروع رشد طولی ساقه (انتهای روزت)، اواسط رشد طولی ساقه، شروع تولید شاخه فرعی، شروع گلدهی، پایان گلدهی، انتهای پر شدن دانه و سپس حفظ علف‌های هرز اعمال گردید و در گروه دوم، حفظ آلودگی به علف‌های هرز تا مراحل فوق و سپس حذف آنها اعمال شد. دو تیمار شاهد آلوده و عاری از علف‌های هرز تمام فصل رشد نیز لحاظ گردید. برای تعیین دوره بحرانی مهار علف‌های هرز، از روش برازش منحنی و معادلات گامپرتز (برای تعیین دوره عاری از علف‌های هرز) و لجستیک (برای تعیین دوره حضور علف‌های هرز) استفاده شد. نتایج نشان داد که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز عملکرد (۳۱/۴ درصد)، تعداد طبق در بوته (۶۱/۵ درصد) و تعداد دانه در طبق (۲۳/۹ درصد) به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و با افزایش طول دوره کنترل، این صفات افزایش معنی‌داری یافت. با پذیرش ۱۰ درصد کاهش عملکرد دانه، دوره بحرانی مهار علف‌های هرز گلرنگ پاییزه، ۱۳۴ تا ۱۸۸ روز پس از کاشت گلرنگ (تقریباً بین مرحله شروع ساقه‌دهی تا تولید شاخه‌های فرعی) برآورد گردید.

**واژه‌های کلیدی:** تداخل علف‌هرز، رقابت، عملکرد، گامپرتز، لجستیک

## مقدمه

نتایج بررسی‌ها نشان داده به دلیل وجود علف‌های هرز و کاهش عملکرد ناشی از آن، هر ساله هزینه‌های زیادی بر کشاورزان تحمیل می‌گردد (Harker et al., 2002)؛ لذا برای اجتناب از کاهش عملکرد گیاه زراعی، مهار علف‌های هرز ضروری می‌باشد. از جمله روش‌های عمده مهار علف‌های هرز در گلرنگ مانند سایر گیاهان زراعی، کاربرد علفکش‌های شیمیایی است. با توجه به اثرات منفی روش‌های شیمیایی کنترل علف‌های هرز، از جمله به خطر افتادن سلامتی انسان‌ها (Dalling, 1992)، آلوده‌سازی آب‌های زیرزمینی، بر هم خوردن تنوع بیولوژیکی و تغیر تنوع زیستی گیاهان، در راستای کاربرد بیش از حد علف‌کش‌ها و مقاوم شدن علف‌های هرز نسبت به کاربرد این مواد (Moss & Rubin, 1993)، به نظر می‌رسد که مصرف علف‌کش‌ها باید به عنوان آخرین راهکار برای کنترل علف‌های هرز مورد استفاده قرار گیرد (Buhler, 2002; Kurstjens, 2006). این مسئله باعث رویکرد جدی نسبت به مدیریت تلفیقی علف‌های هرز (IWM)[۳] و استفاده از روش‌های غیرشیمیایی مهار علف‌های هرز شده است. سیستم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز که سعی در به حداقل رساندن آثار سوء کنترل علف‌های هرز بر محیط زیست دارد، شامل روش‌های متعددی است که یکی از آنها استفاده از ابزار کنترل در زمانی است که در عین وارد کردن حداکثر خسارت به علف‌های هرز، کمترین تأثیر سوء بر گیاه زراعی را داشته باشد (Bukun, 2004). از این زمان تحت عنوان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز یاد می‌شود. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز دوره‌ای از رشد گیاه زراعی را شامل می‌شود که به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد، بایستی عاری از علف‌هرز نگه داشته شود (Evans et al., 2003). میری و غدیری (Miri & Ghadiri, 2006) در طی تحقیقی اظهار داشتند که شروع دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز برای گلرنگ در دو منطقه باجگاه و کوشکک تقریبا مشابه و در زمان شروع ساقه‌دهی می‌باشد، اما پایان این دوره برای منطقه باجگاه در ابتدای گلدهی و برای کوشکک قبل

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: Yadavi53@yahoo.com

3- Integrated weed management

از ظهور جوانه گل می‌باشد. گزارش شده است که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سه رقم کلزای زمستانه (*Brassica napus* L.) بین مرحله شش برگی و ابتدای گلدهی است و در صورتی که تا ابتدای گلدهی، مزرعه عاری از علف هرز نگه داشته شود، مقدار عملکرد با حالتی که علف‌های هرز در سراسر فصل کنترل می‌شوند، تفاوت ندارد (Hamzei et al., 2007; Isik, 2006). آغاز دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در نخود فرنگی (*Pisum Sativum* L.) یک تا دو هفته بعد از سبز شدن می‌باشد که برای دستیابی به عملکرد مطلوب، علف‌های هرز مزرعه نخود فرنگی باید زود و در مراحل اولیه زندگی گیاه حذف گردد (Harker et al., 2002). در سویا (*Glycine max* L.) شروع دوره بحرانی بر اساس ۱۰ درصد کاهش عملکرد در شروع مرحله دو برگچه‌ای (۲۶ روز بعد از کاشت) و پایان آن در شروع گلدهی (۶۳ روز بعد از کاشت) گزارش شده است. زمان اوج رقابت علف‌های هرز در این گیاه از مرحله تولید دو برگچه‌ای ($V_2$) تا مرحله شروع گلدهی ($R_1$) بوده و کنترل آنها در این دوره کافی است تا از کاهش معنی‌دار عملکرد جلوگیری شود (Keramati et al., 2008). طی گزارشی مشخص شد که ذرت (*Zea mays* L.) تا ۱۹ روز بعد از سبز شدن تحمل رقابت با علف‌های هرز را دارد و به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد (بر اساس پنج درصد) باید از این مرحله کنترل علف‌های هرز تا ۵۵ روز بعد از جوانه‌زنی صورت گیرد (Mohamadi & Rahimi, 2009). تنوع گونه‌ای و فراوانی علف‌های هرز از یک سو و توان رقابتی گونه‌های مختلف گیاهان زراعی از سوی دیگر موجب می‌شوند تا دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در مناطق مختلف متفاوت باشد (Hamzei et al., 2007). لذا با توجه به اینکه در رابطه با تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گلرنگ در کشور تحقیقات زیادی صورت نگرفته است وتنها تحقیق انجام شده توسط میری و غدیری (Miri & Ghadiri, 2006) در منطقه فارس در دو اقلیم متفاوت صورت گرفته است و به جهت توسعه کشت این گیاه در یاسوج این پژوهش با هدف تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در گلرنگ در این منطقه اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸- ۱۳۸۷ در مزرعه‌ی تحقیقات کشاورزی واقع در چم‌خانی شهرستان بویراحمد در فاصله‌ی ۱۳ کیلومتری غرب این شهرستان با مشخصات جغرافیایی۵۱ درجه طول شرقی و۳۰ درجه عرض شمالی با ارتفاع ۱۷۳۲ متر از سطح دریا اجرا شد. مجموع بارندگی سالانه ۶۱۲ میلی‌متر و بافت خاک مزرعه مورد آزمایش سیلتی- رسی با pH= ۷/۵ بود که خصوصیات خاک محل اجرای تحقیق در جدول (۱) ارائه گردیده است. در شکل (۱) نیز حداقل، حداکثر و میانگین دمای روزانه در طول فصل اجرای تحقیق نشان داده شده است.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل دو گروه، تیمارهای عاری از علف‌های هرز و تیمارهای تداخل علف‌های هرز در نظر گرفته شدند. در گروه اول، کنترل علف‌های هرز از زمان کاشت تا مرحله پنج برگی، شروع رشد طولی ساقه (انتهای روزت)، اواسط رشد طولی ساقه، انتهای رشد طولی ساقه (شروع تولید شاخه فرعی)، شروع گلدهی، صددرصد گلدهی و انتهای پر شدن دانه صورت گرفت و در گروه دوم، به علف‌های هرز اجازه داده شد که با گلرنگ تا مراحل رشدی مذکور رقابت کرده و پس از آن تا پایان فصل وجین انجام شد. علاوه بر این دو تیمار کنترل و تداخل تمام فصل علف‌های هرز نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی به ابعاد ۴×۸ متر شامل پنج ردیف کاشت به طول هشت متر، به فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و به صورت جوی و پشته‌ای بود. فاصله بوته روی ردیف چهار سانتی‌متر و تراکم بوته ۴۱ بوته در متر مربع انتخاب شد. عملیات کاشت دستی گلرنگ رقم IL111 در تاریخ ۲۵ مهر انجام شد. این رقم از ارقام اصلاح شده گلرنگ است که علاوه بر مقاومت به آفات، خشکی و شوری، دارای درصد پروتئین بالاتری (۱۹/۴۴ درصد) نسبت به سایر ارقام بومی گلرنگ است (Alizadeh et al., 2008). نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز در دو گروه تیماری به صورت جداگانه انجام شد. در گروه تیماری عاری از علف هرز نمونه‌برداری در انتهای فصل رشد برای تمامی تیمارها انجام شد، ولی برای تیمارهای تداخل، نمونه‌برداری از علف‌های هرز در زمان اعمال اولین وجین انجام شد. در پایان فصل رشد، با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، به منظور برآورد عملکرد گلرنگ نیز سه متر مربع از خطوط میانی هر کرت برداشت و به صورت درصدی از عملکرد شاهد فاقد رقابت (مهار تمام فصل علفهای هرز) محاسبه گردید.

برای محاسبه درجه روز- رشد پس از کاشت از معادله (۱) استفاده شد:

$$GDD = \sum (T_{min}+T_{max})/2) - T_b \quad \text{معادله (۱)}$$

که در این معادله، GDD: روز- درجه- رشد، $T_{min}$: کمینه درجه حرارت روزانه هوا، $T_{max}$: بیشینه درجه حرارت هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد و $T_b$: درجه حرارت پایه‌ی گلرنگ (معادله پنج درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد) می‌باشد.

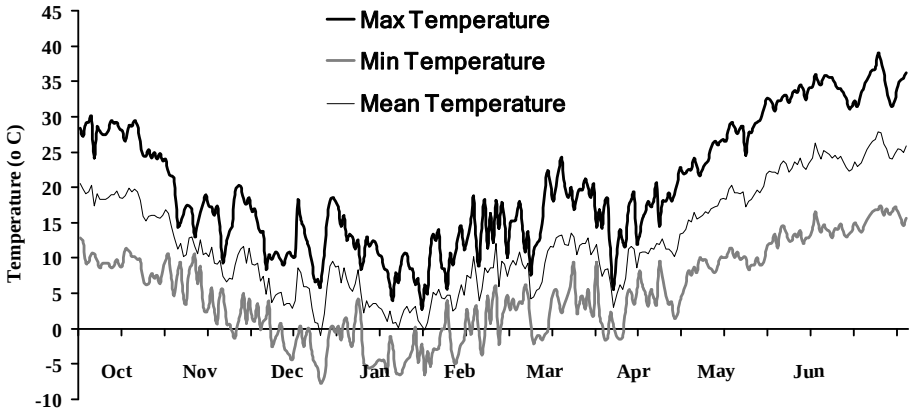
رابطه بین عملکرد گلرنگ و طول دوره مهار با استفاده از معادله ریاضی گامپرتز (معادله ۲) و رابطه عملکرد گلرنگ و طول دوره تداخل علف‌های هرز نیز با استفاده از معادله ریاضی لجستیک (معادله ۳) به روش رگرسیون غیرخطی (Burnside et al., 1998) برازش داده شد. در پایان با استفاده از این دو معادله بر اساس ۱۰ درصد کاهش مجاز عملکرد دانه، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز برآورد گردید.

$$y=a\times\exp(-b\times\exp(-c\times x)) \quad \text{معادله (۲)}$$

**جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش**

**Table 1- Physical and chemical properties of soil test site**

| بافت خاک Soil Texture | شن (٪) Sand (%) | سیلت (٪) Silt (%) | رس (٪) Clay (%) | پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm) | فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm) | نیتروژن کل (٪) TN (%) | کربن آلی (٪) OC (%) | اسیدیته pH | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سیلتی-رسی Silty-clay | 20 | 45 | 35 | 356 | 17.4 | 0.157 | 1.251 | 7.5 | 0.568 |




**شکل ۱- روند تغییرات حداقل، حداکثر و میانگین دما در فصل رشد گلرنگ (۸۸-۱۳۸۷)**

**Fig. 1- Variation the minimum, maximum and average temperatures during the safflower growing season (2008-2009)**

که در این معادله، exp: تابع نمایی، y: عملکرد (درصدی از شاهد فاقد رقابت)، a: مجانب عملکرد، x: مدت کنترل علف‌های هرز پس از سبز شدن (بر حسب روز) و b و c پارامترهای معادله هستند.

معادله (۳) $y= ((1/ (a\times\exp (b\times(x-c)) +d)) + ((d-1)/d))\times 100$

که در این معادله، y: عملکرد (درصد از شاهد فاقد رقابت)، x: مدت تداخل با علف‌های هرز پس از سبز شدن (بر حسب روز)، c: نقطه عطف (برحسب روز) و a، b و d پارامترهای معادله هستند.

برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن (سطح احتمال پنج درصد) انجام گردید. همچنین برای رسم منحنی‌های مربوط به معادله گامپرتز و لجستیک نیز از نرم‌افزار Curve Expert استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه گلرنگ به طور معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) تحت تأثیر تیمارهای کنترل و تداخل علف‌های هرز قرار گرفت (جدول ۲)، به طوریکه با افزایش طول دوره حذف علف‌های هرز، عملکرد دانه در مقایسه با شاهد (تداخل تمام فصل) افزایش یافت و از ۱۴۸۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار تداخل تمام فصل به ۳۰۴۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار کنترل تمام فصل رسید، ولی در تیمارهای تداخل با افزایش طول دوره تداخل در مقایسه با شاهد (کنترل تمام فصل) میزان عملکرد کاهش معنی‌داری یافت، به طوری که این میزان کاهش عملکرد در تیمار تداخل تمام فصل نسبت به تیمار کنترل تمام فصل علف‌های هرز برابر با ۴۰/۶ درصد بود (جدول ۳).

در تیمارهای کنترل علف‌های هرز، بین تیمار حذف علف هرز تا اواسط ساقه‌دهی و تیمارهای بعد از آن و شاهد کنترل تمام فصل تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه وجود نداشت، به طوری که حذف علف‌های هرز از اواسط ساقه‌دهی به بعد افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه گلرنگ ایجاد نکرد. همچنین با توجه به عملکرد دانه در تیمارهای تداخل نیز مشاهده می‌شود که حضور علف‌های هرز تا مرحله شروع ساقه‌دهی کاهش معنی‌داری بر عملکرد نسبت به شاهد بدون علف هرز نداشت، ولی از این مرحله به بعد کاهش معنی‌داری را به دنبال داشت، به صورتی که حضور تمام فصل علف‌های هرز باعث کاهش ۴۰ درصدی عملکرد دانه گلرنگ شد. همین طور در مراحل انتهای رشد (شروع گلدهی، صد درصد گلدهی و انتهای رسیدن دانه) علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت، به طوری که بین تیمارهای حذف علف هرز تا مراحل گلدهی، صد در صد گلدهی و انتهای رسیدن دانه اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد وجود نداشت.

این نتایج با یافته‌های میری و غدیری (Miri & Ghadiri, 2006) مطابقت دارد، آنها گزارش دادند که با افزایش طول دوره حذف علف-های هرز، عملکرد دانه در مقایسه با شاهد دارای علف هرز در تمام فصل رشد افزایش یافت به طوریکه تیمارهای حذف علف هرز تا مراحل گلدهی و رسیدن بذر به ترتیب ۵/۲ و ۲/۴ برابر عملکرد بیشتری نسبت به شاهد دارای علف هرز در تمام فصل رشد دارا بودند. دلیل این امر را چنین می‌توان چنین بیان کرد که بعد از تولید شاخه فرعی، گلرنگ توان مقابله با علف‌های هرز را دارد. روند کاهش عملکرد دانه گلرنگ به موازات تداوم حضور علف‌های هرز در طول فصل رشد را می‌توان به سایه‌اندازی علف‌های هرز، کاهش تعداد شاخه فرعی (داده‌ها نشان داده نشده است)، کاهش اجزای عملکرد و تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به رشد رویشی نسبت داد. بررسی ضریب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ حاکی از وجود همبستگی بالا و معنی‌دار ($r=۰/۷۹^{**}$) بین عملکرد دانه و تعداد طبق در بوته و همچنین عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق ($r=۰/۶۵^{**}$) می‌باشد (نتایج نشان داده نشده است). بدین ترتیب می-توان چنین اظهار نظر کرد که تداخل علف‌های هرز از طریق کاهش تعداد طبق در بوته و کاهش تعداد دانه در طبق باعث کاهش عملکرد شده است (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های میری و غدیری (Miri & Ghadiri, 2006) مبنی بر کاهش تعداد طبق در بوته و همچنین کاهش تعداد دانه در طبق و نهایتا نقصان عملکرد دانه در اثر تداخل علف‌های هرز مطابقت دارد. در همین ارتباط کرامتی و همکاران (Keramati et al., 2008) نیز ضمن بررسی تأثیر رقابت علف‌های هرز در سویا (*Glycine max* L.) از میان اجزای عملکرد، یکی از مهمترین آنها را تعداد غلاف در بوته برشمرده‌اند، به طوریکه کاهش تعداد غلاف در بوته در اثر رقابت علف‌های هرز عامل اصلی کاهش عملکرد دانه بوده است. دیگر محققین نیز کاهش تعداد غلاف در بوته را به عنوان شاخص‌ترین پاسخ گیاهانی نظیر لوبیا و سویا به تنش علف‌های هرز معرفی کرده‌اند که باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Adams, 1967; Burnside et al., 1998; Bennet et al., 1977; Hadizade & Rahimian, 1998; Woolley et al., 1993)، ولی با توجه به اینکه وزن هزار دانه در گیاهان به صورت ژنتیکی مهار می‌شود، عدم تأثیرپذیری آن در مقابل تداخل علف هرز چندان غیرقابل انتظار نیست و بعضاً در آزمایش‌های دیگر نیز گزارش شده است (Woolley et al., 1993; Van Acker et al., 1993). بی‌تأثیر بودن تراکم علف هرز بر وزن هزار دانه ذرت توسط استراهان و همکاران (Strahan et al., 2000) گزارش شده است.

## وزن خشک علف‌های هرز

علف‌های هرز غالب در منطقه یاسوج بیشتر ازمک (*Cardaria draba* L.)، فرفیون (*Euphorbia myrsinites* L.)، غربیلک (*Lamium amplexicaule* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، پیچک‌صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.)، قیاق (*Sorghum halopens* L.)، خردل وحشی (*Sinapis arvensie* L.) و شیرپنیر (*Galium tricorne* L.) بود که در بین آنها علف‌های هرز غربیلک، سلمه‌تره، خردل وحشی و شیرپنیر یکساله و بقیه چندساله می‌باشند و همچنین همگی به جز قیاق پهن برگ هستند.

**جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (مجموع مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز**

**Table 2- Analysis of variance (sum of squares) for yield and yield components of safflower under weed free and weed infested treatments**

| منابع تغییر Sources of variation | درجه آزادی df | تعداد طبق در بوته Number of heads per plant | تعداد دانه در طبق Number of seeds per head | وزن هزار دانه 1000-seed weight | عملکرد دانه Seed yield |
|---|---|---|---|---|---|
| بلوک Block | 3 | 0.713$^{ns}$ | 113.80$^{ns}$ | 4.12$^{ns}$ | 607133$^{ns}$ |
| تیمار Treatment | 15 | 597** | 911.64* | 47.64$^{ns}$ | 20018189** |
| خطا Error | 45 | 32.57 | 1227.85 | 144 | 5582467 |
| ضریب تغییرات (٪) CV (%) | | 8.90 | 12.88 | 4.00 | 14.9 |

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

**جدول ۳- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای تداخل و کنترل علف هرز**

**Table 3- Means comparison of yield and yield components of safflower under weed-free and weed-infested treatments**

| عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$) | وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g) | تعداد دانه در طبق Number of seeds per head | تعداد طبق در بوته Number of heads per plant | تیمارها Treatments |
|---|---|---|---|---|
| | | عاری از علف‌هرز Weed- free | | |
| 1375.0e | 43.20ab | 35.95 cd | 5.8 f* | پنج برگی Five leaf stage |
| 2258.3 cd | 44.90 ab | 38.80 bcd | 8.2 e | به ساقه رفتن Stem elongation stage |
| 2633.3abc | 43.97ab | 40.30 a-d | 9.8 d | اواسط ساقه‌دهی Mid period of stem elongation stage |
| 2708.3abc | 44.48 ab | 41.0 a-d | 11.4 c | تولید شاخه فرعی Lateral stem emergence stage |
| 2825.0 ab | 45.40 ab | 43.25 ab | 11.8 bc | شروع گلدهی Beginning of flowering stage |
| 2837.5ab | 44.95 ab | 44.45a | 12.1a-c | پایان گلدهی End of flowering stage |
| 2833.3ab | 45.54 ab | 45.15a | 12.6ab | انتهای پر شدن دانه End of seed ripening stage |
| 3041.7a | 46.12 a | 45.80a | 13.2a | شاهد (کنترل تمام فصل) Control (Whole season weed free) |
| | | تداخل علف‌هرز Weed-infested | | |
| 2636.3 abc | 45.11 ab | 44.75a | 13.0 a | پنج برگی Five leaf stage |
| 2653.1abc | 45.42ab | 44.55a | 12.7 ab | به ساقه رفتن Stem elongation stage |
| 2579.7bc | 43.53ab | 41.95abc | 11.3 c | اواسط ساقه‌دهی Mid period of stem elongation stage |
| 2559.0bc | 43.81ab | 39.95a-d | 9.4 d | تولید شاخه فرعی Lateral stem emergence stage |
| 1900.0d | 45.71 ab | 36.45bcd | 5.7f | شروع گلدهی Beginning of flowering stage |
| 1833.3de | 43.05b | 36.75bcd | 5.3 f | پایان گلدهی End of flowering stage |
| 1986.3d | 43.04b | 35.85cd | 5.3f | انتهای پر شدن دانه End of seed ripening stage |
| 1806.6de | 43.25b | 34.0d | 5.0 f | شاهد (تداخل تمام فصل) Control (Whole season weed infested) |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

* Means with same letters for each column have not significantly different at α=5% probability level based on Duncan's Multiple Range.

دوره‌های کنترل علف‌های هرز و حضور گیاه زراعی تأثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) بر وزن خشک گونه‌های علف هرز در انتهای فصل رشد داشت (جدول ۴). روند تغییرات وزن خشک در تیمارهای کنترل به صورتی است که با افزایش طول دوره کنترل میزان وزن خشک علف‌های هرز کاهش یافت (جدول ۵)، به طوریکه وزن خشک علف‌های هرز در تیمار کنترل از سبز شدن تا پنج برگی از ۲۵۸ گرم در متر مربع به ۳۶/۳ گرم در متر مربع در تیمار کنترل تا انتهای پر شدن دانه کاهش یافت. در تیمار کنترل از مرحله سبز شدن

تا پنج برگی بیشترین وزن خشک مربوط به علف هرز خردل‌وحشی با ۱۹۳/۴ گرم در متر مربع و غربیلک با ۳۴/۶ گرم در متر مربع بود و در تیمار کنترل تا انتهای پر شدن دانه، قیاق و فرفیون به ترتیب با ۲۱/۶ و ۱۴/۷ گرم در متر مربع بیشترین وزن خشک را داشتند.

دوره‌های تداخل علف‌های هرز با گیاه زراعی نیز تأثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) بر وزن خشک گونه‌های علف‌هرز در طی این آزمایش داشت (جدول ۶). در تیمارهای تداخل با افزایش طول دوره، وزن خشک کل علف‌های هرز افزایش پیدا کرد، به طوری که وزن خشک کل از ۲/۷۵ گرم در متر مربع در تیمار تداخل تا مرحله پنج برگی به ۱۴۴ گرم در متر مربع در تیمار شاهد (تداخل تمام فصل) افزایش یافت (جدول ۷). بیشترین افزایش وزن خشک از شروع ساقه-دهی تا اواسط ساقه‌دهی گلرنگ بود. علت این افزایش را می‌توان به مساعد شدن شرایط محیطی و رشد سریع علف‌های هرز دانست. در بین علف‌های هرز تنها وزن خشک علف هرز سلمه‌تره، با افزایش طول دوره تداخل روند کاهشی نشان می‌دهد که دلیل آن می‌تواند به تابستانه بودن این علف هرز مربوط باشد، به طوری که در طول پاییز شرایط رشدی برای این گیاه نامساعد می‌شود. بیشترین وزن خشک در تیمارهای تداخل مربوط به علف هرز خردل وحشی بود که تا شروع گلدهی افزایش چشمگیری داشت که از ۰/۵۷ گرم در متر مربع به ۹۱ گرم در متر مربع رسید و بعد از آن میزان وزن خشک کاهش پیدا کرد (جدول ۷). علت این کاهش وزن خشک را می‌توان به پایان فصل رشد علف هرز خردل وحشی نسبت داد. علف‌های هرز غربیلک و ازمک از جمله علف‌های هرزی بودند که فقط تا تولید شاخه فرعی اجازه رشد داشتند و بعد از آن توسط محصول زراعی و علف‌های هرز غالب، مغلوب شدند. شیرپنیر و خردل وحشی از جمله علف‌های هرزی بودند که تا پایان فصل رشد به رقابت خود با محصول زراعی ادامه دادند.

با توجه به شکل ۲ مشاهده می‌شود که با افزایش طول دوره‌های تداخل، وزن خشک علف‌های هرز افزایش و برعکس با افزایش طول دوره عاری از علف هرز، وزن خشک علف‌های هرز کاهش یافت. با توجه به قانون ثبات نهایی عملکرد (Hadizade & Rahimian, 1998) که نشان می‌دهد میانگین حداکثر تولید ماده خشک از یک واحد سطح زمین مقدار تقریباً ثابتی می‌باشد. بدیهی است که افزایش وزن خشک علف‌های هرز در اثر افزایش طول دوره تداخل به کاهش وزن گیاه زراعی ختم شده و با افزایش طول دوره کنترل علف‌های هرز، وزن خشک گیاه زراعی افزایش خواهد یافت.

چنانچه از شکل ۲ بر می‌آید، شروع افزایش شدید وزن خشک علف‌های هرز تقریباً با شروع دوره بحرانی مهار علف‌های هرز مطابق می‌باشد، به علاوه زمانی‌که گلرنگ تا پایان دوره بحرانی، عاری از علف هرز نگه داشته شد. تجمع زیست توده علف‌های هرز در هنگام برداشت به میزان قابل توجهی کاهش یافت (شکل ۲). وولی و همکاران (Woolley et al.,1993) نیز اظهار داشتند که با مهار علف‌های هرز تا پایان دوره بحرانی، رشد گیاهچه‌های علف‌های هرز ظاهر شده پس از این دوره، به دلیل غالبیت گیاه زراعی و بسته شدن کانوپی آن تأثیری بر عملکرد نداشت و در برداشت محصول مشکلی ایجاد نکرد.

**جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (مجموع مربعات) وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای کنترل**

**Table 4- Analysis of variance (sum of squares) for dry weight of weeds in weed free treatments**

| منابع تغییر S.O.V. | درجه آزادی df | قیاق Johnson grass | پیچک Bindweed | خردل وحشی Wild mustard | سلمه تره Common lamb's quarters | شیر پنیر Bedstraw | فرفیون Euphorbia | غربیلک Henbit | کل Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک Block | 3 | $3.59^{ns}$ | $3.27^{**}$ | $107^{ns}$ | $0.476^{ns}$ | $2.49^{ns}$ | $8.95^{ns}$ | $7.17^{ns}$ | $128^{ns}$ |
| تیمار Treatment | 7 | $4393^{**}$ | $317^{**}$ | $126571^{**}$ | $148^{**}$ | $670^{**}$ | $2996^{**}$ | $4904^{**}$ | $172766^{**}$ |
| خطا Error | 21 | 29.9 | 2.25 | 568 | 1.72 | 13.4 | 77.0 | 48.6 | 769 |
| ضریب تغییرات (٪) CV (%) | | 9.89 | 6.76 | 18.1 | 9.72 | 15.4 | 11.9 | 16.9 | 7.68 |

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

**جدول ۵- مقایسه میانگین‌های وزن خشک علف‌های هرز (گرم بر متر مربع) انتهای فصل در تیمارهای کنترل**

**Table 5- Means comparison of dry weight of weeds ($g.m^{-2}$) at end of the season in weed free treatments**

| صفات Characteristics / تیمار Treatment | قیاق Johnson grass | پیچک Bindweed | خردل وحشی Wild mustard | سلمه تره Common lamb's quarters | شیر پنیر Bedstraw | فرفیون Euphorbia | غربیلک Henbit | کل Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پنج برگی Five leaf stage | 1.00e* | 5.82d | 193.4a | 5.54b | 9.57b | 7.92f | 34.6a | 258a |
| به ساقه رفتن Stem elongation stage | 0.98e | 8.77a | 26.5b | 2.42d | 10.2b | 25.1b | 24.9b | 98.9b |
| اواسط ساقه‌دهی Mid period of stem elongation stage | 29.4a | 7.20c | 9.20c | 3.51c | 11.7a | 11.4e | 4.84c | 77.2c |
| تولید شاخه فرعی Lateral stem emergence stage | 28.3a | 7.94b | 0d | 6.39a | 6.74c | 20.6c | 2.50d | 72.5c |
| شروع گلدهی Beginning of flowering stage | 10.3c | 3.99f | 0d | 2.42d | 3.41d | 33.3a | 0e | 53.5d |
| پایان گلدهی End of flowering stage | 5.02d | 4.99e | 0d | 3.29c | 0e | 15.4d | 5.06c | 33.8e |
| انتهای پر شدن دانه End of seed ripening stage | 21.6b | 0g | 0d | 0e | 0e | 14.7d | 0e | 36.3e |
| شاهد (تداخل تمام فصل) Control (Whole season weed infested) | 0e | 0g | 0d | 0e | 0e | 0g | 0e | 0f |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

* Means with same letters for each column have not significantly different at α=5% probability level based on Duncan's Multiple Range.

**جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس (مجموع مربعات) وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای تداخل**

**Table 6- Analysis of variance (sum of squares) from analysis of variance for dry weight of weeds in weed-infested treatments**

| منابع تغییر Sources of variation | درجه آزادی df | ازمک White lop | پیچک Bindweed | خردل وحشی Wild mustard | سلمه تره Common lamb's quarters | شیر پنیر Bedstraw | فرفیون Euphorbia | غربیلک Henbit | کل Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک Block | 3 | $0.276^{ns}$ | $12.2^{*}$ | $57^{ns}$ | $0.0003^{ns}$ | $0.92^{ns}$ | $3.2^{ns}$ | $1.24^{*}$ | $40.4^{ns}$ |
| تیمار Treatment | 7 | $259^{**}$ | $1614^{**}$ | $33049^{**}$ | $2.34^{**}$ | $1396^{**}$ | $1144^{**}$ | $721^{**}$ | $65567^{**}$ |
| خطا Error | 21 | 0.866 | 17.8 | 968 | 0.01 | 18.7 | 18.6 | 4.25 | 1275 |
| ضریب تغییرات (٪) CV (%) | | 9.26 | 10.9 | 10.7 | 14.8 | 9.28 | 17.0 | 11.9 | 8.32 |

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

**جدول ۷- مقایسه میانگین‌های وزن خشک علف‌های هرز (گرم بر متر مربع) در طول دوره رشد گلرنگ در تیمارهای تداخل**

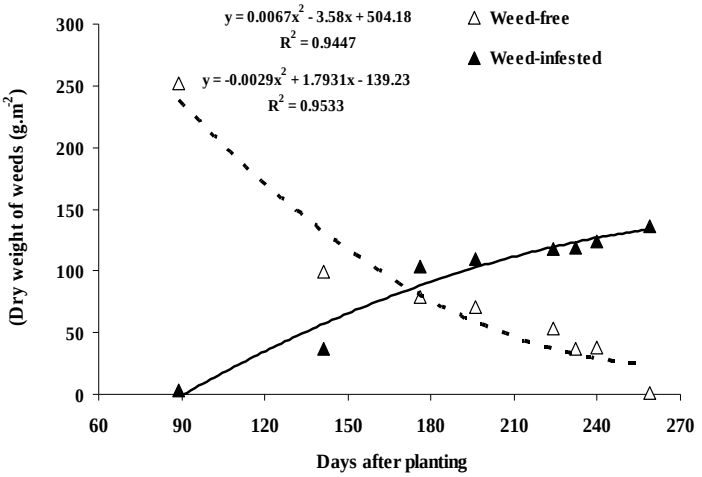
**Table 7- Means comparison of dry weight of weeds (g.m-2) at during growing season of safflower in weed-infested treatments**

| کل Total | غربیلک Henbit | فرفیون Euphorbia | شیر پنیر Bedstraw | سلمه تره Common lamb's quarters | خردل وحشی Wild mustard | پیچک Bindweed | ازمک White lop | صفات Characteristics | تیمار Treatment |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.75e | 0.68d | 0.12d | 0.22g | 0.73a | 0.57f | 0f | 0.42c* | پنج برگی Five leaf stage | |
| 35.2d | 11.4a | 0d | 1.1g | 0.48b | 18.4e | 0f | 3.8b | به ساقه رفتن Stem elongation stage | |
| 101c | 9.6b | 0d | 13.4c | 0c | 69.9d | 2.2e | 6.5a | اواسط ساقه‌دهی Mid period of stem elongation stage | |
| 119b | 8.5c | 0d | 15.0b | 0c | 83.3abc | 5.3d | 6.8a | تولید شاخه فرعی Lateral stem emergence stage | |
| 118b | 0d | 6.1c | 11.6d | 0c | 91.0a | 9.4c | 0d | شروع گلدهی Beginning of flowering stage | |
| 111bc | 0d | 11.8b | 8.4f | 0c | 74.9cd | 15.8b | 0d | پایان گلدهی End of flowering stage | |
| 118b | 0d | 11.0b | 10.1e | 0c | 79.7bcd | 17.3a | 0d | انتهای پر شدن دانه End of seed ripening stage | |
| 144a | 0d | 15.3a | 21.5a | 0c | 89.6ab | 17.3a | 0d | شاهد (تداخل تمام فصل) Control (Whole season weed infested) | |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

* Means with same letters for each column have not significantly different at α=5% probability level based on Duncan's Multiple Range.

بدین ترتیب، چنین بنظر می‌رسد که در شرایط عدم حضور علف‌های هرز در مراحل رشد رویشی، گیاه زراعی بـه طـور کارآمـدتری از نهاده‌های نور، آب و عناصر غذایی خـاک بهـره بـرده و در نتیجـه بـا توسعه سریع‌تر کانوپی خود فرصت رشد و رقابت را از علف‌هـای هـرز سبز شده پس از دوره بحرانی سلب خواهد نمود.




**شکل ۲- رابطه بین طول دوره‌های عاری و تداخل علف‌های هرز با وزن خشک علف‌های هرز**

**Fig. 2 _ Relationship between free period of weed interference and weed dry weight**

### دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گلرنگ

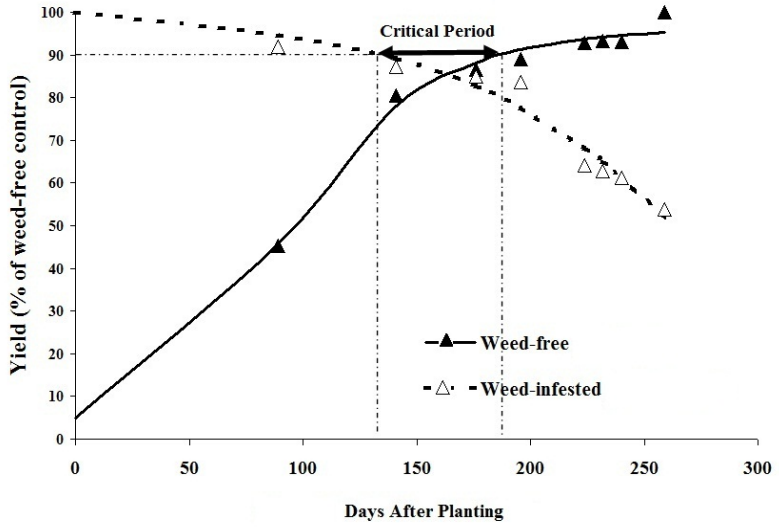
تغییرات عملکرد دانه گلرنگ در تیمارهای مختلف دوره کنترل و دوره تداخل علف‌های هرز نشان داد که تأثیر مدت حضور علف‌های هرز بر عملکرد دانه متفاوت است (جدول ۳)، به طوری که با طولانی شدن دوره‌های تداخل علف‌های هرز، نقصان عملکرد دانه گلرنگ بیشتر شده و با طولانی شدن دوره‌های عاری از علف هرز عملکرد دانه افزایش یافت، البته حضور علف‌های هرز در ابتدا و انتهای فصل تأثیری بر عملکرد دانه نداشتند. از آنجا که آزمون‌های معمول مقایسه میانگین فقط اختلاف آماری تیمارهای آزمایشی را بررسی می‌کنند و ممکن است این نقاط (تیمارهای آزمایشی)، نقطه واقعی آغاز یا خاتمه دوره بحرانی نباشد از سوی محققین پیشنهاد نمی‌شود (Cousens, 1988). لذا با استفاده از روش برازش منحنی و برآورد دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز می‌توان به ازای هر روز، افزایش یا کاهش عملکرد گلرنگ را محاسبه نمود. مقادیر تخمین پارامترها در توابع گامپرتز و لجستیک به همراه معادله برازش یافته برای هر یک از اجزای دوره بحرانی در جدول (۹) آمده است.

در این بررسی بر اساس ۱۰ درصد سطح مجاز کاهش عملکرد، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز گلرنگ ۱۸۸-۱۳۴روز پس از سبز شدن (با توجه به جدول (۸) تقریباً همزمان با مرحله شروع ساقه‌دهی تا اواخر تولید شاخه‌های فرعی) برآورد گردید (شکل ۳) که این دوره بر حسب روز درجه رشد بین ۵۹۲/۷ تا ۹۵۶/۱۵ روز درجه رشد بود. طولانی بودن طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نشان دهنده توانایی کمتر قدرت رقابت گیاه زراعی و یا قدرت رقابت بیشتر علف‌های هرز نسبت به گیاه زراعی است (Woolley et al., 2003).

**جدول ۸- مراحل رشد گلرنگ بر اساس روزهای بعد از کاشت**

**Table 8- Growth stages of safflower based on days after planting (DAP)**

| | پنج برگی Five leaf stage | به ساقه رفتن Stem Elongation stage | اواسط ساقه‌دهی Mid period of stem elongation stage | تولید شاخه فرعی Lateral stem emergence stage | شروع گلدهی Beginning of flowering stage | پایان گلدهی End of flowering stage e | انتهای پر شدن دانه End of seed ripening stage | شاهد Control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| روزهای پس از کاشت Days after planting | 89 | 141 | 176 | 196 | 224 | 232 | 240 | 259 |




**شکل ۳- دوره بحرانی مهار علف‌های هرز گلرنگ پاییزه در منطقه یاسوج در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷**

**Fig. 3- Critical period of weed control in safflower in Yasouj region during 2008-2009**

**جدول ۹- پارامترهای برآورد شده معادلات گامپرتز و لجستیک به همراه انحراف معیار و ضرایب همبستگی معادلات مربوطه**

**Table 9- Parameters of Gompertz and Logistic equation estimated with standard deviation and correlation coefficients**

| Logistic equation y=((1/(a*exp(b*(x-c))+d))+((d-1)/d))*100 معادله لجستیک | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d | c | b | A | $R^2$ | SE | p |
| 0.427 | 268.081 | 0.014 | 0.124 | 0.974 | 4.388 | <0.001 |
| Gompertz equation y=a*exp(-b*exp(-c*x)) معادله گامپرتز | | | | | | |
| | c | b | A | $R^2$ | SE | p |
| | 0.024 | 6.336 | 96.500 | 0.990 | 2.811 | <0.001 |

## نتیجه‌گیری

مقدار عملکرد دانه در نمونه‌برداری‌های هشت‌گانه نشان داد که رابطه معکوسی بین میزان محصول و افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز با گلرنگ وجود داشت، به طوریکه هر چه رقابت علف‌های هرز با این گیاه طولانی‌تر باشد، میزان محصول کمتر می‌گردد (جدول ۲). بدین ترتیب، بر اساس ارزیابی همه جانبه داده‌های تحقیق حاضر که از تعامل عکس‌العمل گلرنگ به رقابت علف‌های هرز (با توجه به وزن خشک علف‌های هرز) در شرایط آب و هوایی منطقه یاسوج به دست آمده، می‌توان چنین اظهار داشت که بر اساس توان رقابتی علف‌های هرز با گلرنگ در مراحل مختلف رشد و شرایط آب و هوایی منطقه، یک دوره بحرانی (با پذیرش ۱۰ درصد کاهش عملکرد) ۵۴ روزه در فاصله ۱۳۴ تا ۱۸۸ روز پس از سبز شدن گلرنگ بدست آمد. به عبارت دیگر، به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد دانه گلرنگ در منطقه یاسوج، هر گونه اقدام در راستای مهار علف‌های هرز می‌بایست از مرحله شروع ساقه‌دهی تا اواخر تولید شاخه‌های فرعی را پوشش دهد.

## منابع


1- Adams, M.W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean. Crop Science 7: 505-510.

2- Alizadeh, A.R., Ghorbani, G., RAlikhani, M., and Rahmani, H.R. 2008. Measuring technique for evaluating the nutritional quality of Iranian safflower seed and comparing them with other oil seed. British Society of Animal Science (BSAS) Annual Conference; Spa Complex, Scarbororough, Yorkshire, UK.

3- Bennet, J.P., Adams, M.W., and Burga, C. 1977. Pod yield component variation and intercorrelation in *phaseolus vulgaris* L. as affected by planting density. Crop Science 17: 73-75.

4- Buhler, D.D. 2002. Challenges and opportunities for integrated weed management. Weed Science 50: 273-280.

5- Bukun, B. 2004. Critical periods for weed control in cotton (*Gossypium hirsutum*) in Turkey. Weed Research 44: 404-412.

6- Burnside, O.C., Weinse, M.J., Holder, B.J., Weisberg, S., Ristau, E.A., Johnson, M.M., and Cameron, J.H. 1998. Critical period of weed control in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 46: 301-306.

7- Cousens, R. 1988. Misinterpretation of results in weed research through in appropriate use of statistics. Weed Research 28: 281-284.

8- Dalling, M.J. 1992. Development of crop resistance to herbicides. Proceeding of international Weed Control Congress. Melbourne, Australia, p. 320-324.

9- Evans, S.P., Knezevic, S.Z., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., and Blankenship, E.E. 2003. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. Weed Science 51: 408-41.

10- Hadizadeh, M.H., and Rahimian, H. 1998. Critical period of weed control in soybean. Journal of Plant Disease 34: 92-106.

11- Hamzei, J., Mohamady Nasab, A.D., Rahimzadeh Khoie, F., Javanshir, A., and Moghadam, M. 2007. Critical period of weed control in three winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivar. Plant Breeding 31: 83-90.

12- Harker, K.N., Blackshaw, R.E., and Clyton, G.W. 2002. Timing weeds removal in field pea (*Pisum sativum*). Weed Technology 15: 277-283.

13- Isik, D., Mannan, H.B., Bukan, A.O., and Ngouajiro, M. 2006. The critical period of weed control in corn in Turkey. Weed Technology 20: 867- 872.

14- Keramati, S., Pirdashti, H., Esmaili, M.A., Abbasian, A., and Habibi, M. 2008. The critical period of weed control in Soybean (*Glycine max*). Biological Science 11: 463- 467.

15- Kurstjens, D.A. 2006. Precise tillage systems for enhanced non chemical weed management. Soil and Tillage Research 28: 13-26.

16- Miri, H.R., and Ghadiri, H. 2006. Determination of the critical period of weed control in Fall-grown safflower. Weed Science 1: 1-16.

17- Mohamadi, S., and Rahimi, A. 2009. Estimation of critical period of weed control in Corn in Iran. Academy

Science 49: 67-72.
18- Moss, B.R., and Rubin, B. 1993. Herbicide resistant weeds: a wide perspective (Review). Journal of Agricultural Science Cambridge 120: 141-148.
19- Strahan, R.E., Griffin, J.L., Reynolds, D.B., and Miller, D.K. 2000. Interference between *Rottoboelia cochinchinensis* and *Zea mays*. Weed Science 48: 205-211.
20- Van Acker, R.C., Swanton, G., and Weise, S.F. 1993. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* L) and cropping system. Weed Science 41: 194-200.
21- Woolley, B.L., Michaels, T.E., Hall, M.R., and Swanton, C.J. 1993. Critical period of weed control in white bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 41: 180-184.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۴۳۸-۴۳۰

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 430-438

# اثر تنش یخزدگی بر گیاه بنفشه (*Viola gracilis* L.) تحت شرایط آزمایشگاهی

احمد نظامی[1*]، فاطمه کیخا آخر[2]، محمد جواد موسوی[3]، ابراهیم ایزدی[4]، سمیه نظامی[2] و مریم یوسف ثانی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۱۱

## چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تحمل به یخزدگی گیاه بنفشه (*Viola gracilis* L.) در شرایط کنترل شده و به صورت طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۷ انجام شد. به این منظور گیاهان پس از کشت و رشد در خزانه در اواسط پاییز و خوسرمایی در شرایط طبیعی در طول پاییز، در مرحله ۵- ۷ برگی با قرار گرفتن در فریزر ترموگرادیان در معرض ۱۲ دمای یخزدگی (صفر، ۲-، ۴-، ۶-، ۸-، ۱۰-، ۱۲-، ۱۴-، ۱۶-، ۱۸-، ۲۰- و ۲۲- درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند. پایداری غشاء پلاسمایی پس از یخزدگی از طریق اندازه گیری نشت الکترولیت‌ها و درصد بقاء و رشد مجدد گیاهان پس از سه هفته رشد در شاسی سرد و به ترتیب از طریق شمارش تعداد بوته‌ها و تعیین نسبت آن‌ها به تعداد بوته قبل از تیمار یخزدگی و اندازه گیری صفاتی نظیر وزن خشک، ارتفاع گیاه، تعداد گل و تعداد شاخه جانبی تعیین شد. با کاهش دما درصد نشت الکترولیت‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوری‌که در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد به حداکثر رسید. درصد بقاء گیاهان تا دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد تحت تأثیر قرار نگرفت، ولی در دمای پایین‌تر، درصد بقاء کاهش معنی‌داری نشان داد. بر اساس نتایج حاصل، دمای کشنده ۵۰ درصد گیاهان ($LT_{50}$) بر اساس درصد نشت و درصد بقاء به ترتیب ۲۰- و ۱۹/۴- درجه سانتی‌گراد تعیین شد. کاهش دما به کمتر از ۱۸- درجه سانتی‌گراد سبب کاهش شدید وزن خشک گیاهان شد و دمای کاهنده ۵۰ درصد وزن خشک گیاهان ($RDMT_{50}$) ۱۹/۲- درجه سانتی‌گراد بود.

**واژه‌های کلیدی:** خوسرمایی، درصد بقاء، نشت الکترولیت‌ها، وزن خشک

## مقدمه

بنفشه (*Viola gracilis* L.) گیاهی یکساله و از خانواده Violaceae است (Khalighi, 2000). این گونه به صورت علفی و روزت (Edward & Howe, 1999) رشد می‌کند و مقاومت به سرمای نسبتاً مناسبی هم دارد (Khalighi, 2000). کاربرد بنفشه در فضای سبز، صنعت (Taylor & Waiter, 1998) و همچنین اثرات دارویی آن سبب شده تا این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار باشد (Majdari, 1982; Taylor & Waiter, 1998). بنفشه معمولاً در تابستان به صورت خزانه کشت شده و در اوایل پائیز به زمین اصلی انتقال می‌یابد و با تولید گل‌های زیبا در طول پائیز، زمستان و بهار به صورت یک گیاه زینتی سرمادوست بسیار مهم در فضای سبز توسعه پیدا کرده است (Edward & Howe, 1999).

در مناطق معتدله، سرمای زمستان یکی از مخاطرات جدی برای گیاهان محسوب می‌شود، به طوریکه تنش سرما یکی از مهمترین عواملی است که رشد، تولید و پراکندگی آن‌ها را محدود می‌کند (Mirmohamadi Meibodi & Tarkeshe Esfahani, 2004). میزان خسارت سرما در گیاهان بسته به مدت و شدت سرما متفاوت است (Steponkus, 1984; Mirmohamadi Meibodi & Tarkeshe Esfahani, 2004) و تحمل نسبت به سرما در گیاهان (از جمله گیاهان زینتی و گل‌های سرمادوست) یکی از مهم‌ترین عوامل بقاء آنها در زمستان می‌باشد. به همین دلیل درصد بقاء گیاهان پس از قرار گرفتن آن‌ها در معرض سرما به عنوان یکی از شاخص-های تحمل به سرما معرفی شده است (Hafgard et al., 2003). با وجود این ارزیابی درصد بقاء گیاهان در شرایط مزرعه زمان‌بر بوده و ممکن است با مرگ گیاهان، ذخایر ژنتیکی موجود نیز از بین بروند، لذا محققان به دنبال آزمون‌هایی در شرایط کنترل شده هستند که ضمن سهولت انجام آزمایش، سرعت و اعتبار کافی را در تخمین تحمل به سرما داشته و قابل تکرار هم باشند (Blum, 1988). در آزمایش انجام شده بر روی دو اکوتیپ رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) (کرمان و خراسان) در شرایط کنترل شده، مشاهده شد که درصد بقاء گیاهان و تعداد گره در ساقه اصلی تا دمای ۶- درجه

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشد، مربی و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(* نویسنده مسئول: (E-mail: ezamiahmad@yahoo.com

سانتی‌گراد کاهش چندانی نسبت به تیمار شاهد (عدم یخ زدگی) نداشت، ولی بعد از آن به طور معنی داری کاهش یافت (Rashed Mohassel et al., 2009).

غشای پلاسمایی اولین مکانی است که در معرض تنش یخزدگی دچار خسارت می‌شود و در طی خوسرمایی[1] تغییرات ساختاری، کارکردی و ترکیبی در آن روی می‌دهد (Uemura et al., 2006). از اینرو اظهار شده است که تداوم انسجام غشاء پلاسمایی، یکی از عوامل مهم در بقای گیاه در شرایط تنش یخزدگی است و هر گونه اختلال در ساختار غشاء، سبب بروز خسارت در گیاه و حتی مرگ آن‌ها می‌شود (Hana et al., 2004). در همین راستا، آزمون یخزدگی در شرایط کنترل شده (Nezami et al., 2005) و به دنبال آن ارزیابی خسارت از طریق اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها نیز به عنوان یک روش مناسب مورد توجه محققان قرار گرفته است (Blum, 1988).

در آزمایشی پایداری غشاء پلاسمایی اندام‌های مختلف گیاهچه (ریشه، طوقه و برگ) دو اکوتیپ گیاه رازیانه (خراسان و کرمان) پس از اعمال تیمارهای دمایی مختلف (۰، ۳-، ۶-، ۹-، ۱۲- و ۱۵- درجه سانتی‌گراد) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اکوتیپ خراسان درصد نشت الکترولیت بیشتری در مقایسه با اکوتیپ کرمان داشت. همچنین با کاهش دمای یخزدگی، درصد نشت الکترولیت‌ها در اندام‌های مختلف، به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت و بیشترین نشت الکترولیت در ریشه به میزان ۷۴/۷ درصد و کمترین آن در برگ به میزان ۶۶/۶ درصد مشاهده شد (Nezami et al., 2010). تنش یخزدگی همچنین سبب افزایش نشت الکترولیت‌ها، کاهش درصد بقاء و رشد مجدد گیاه زینتی مینای چمنی (*Bellis perennis* L.) شد. به طوری‌که درصد نشت الکترولیت‌ها در گستره‌ای از دمای صفر تا دمای ۱۲- درجه سانتی‌گراد نسبتاً ثابت بود، ولی بعد از آن افزایش یافت، در صورتی که درصد بقاء گیاهان تا دمای ۱۶- درجه سانتی‌گراد تحت تأثیر قرار نگرفت و بعد از آن به شدت کاهش یافت، به نحوی که در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد هیچ گیاهی زنده نماند (Javad Mousavi et al., 2011). در آزمایش دیگری تحمل به یخزدگی دو گونه *Gaura coccinea* و *Gaura drummondii* از طریق آزمون نشت الکترولیت‌ها از بافت‌های مختلف گیاه (طوقه، ساقه و ریزوم) و بازیافت و رشد مجدد گیاهان مورد بررسی قرار گرفت. بین دو گونه از نظر میزان رشد مجدد تفاوت‌هایی وجود داشت، به طوری که رشد مجدد گونه *coccinea G.* پس از اعمال دمای ۹- درجه سانتی‌گراد بلافاصله آغاز شد و در دماهای پایین‌تر به تأخیر افتاد، در حالیکه در گونه *G. drummondii* پس از اعمال دمای ۶- درجه سانتی‌گراد رشد مجدد بلافاصله آغاز شد و در دمای ۹- درجه سانتی‌گراد ۲-۱ هفته به تأخیر افتاد و حتی در دماهای پایین‌تر، رشدی مشاهده نشد. در هر دو گونه نیز از لحاظ نشت الکترولیت‌ها از بافت‌های مختلف گیاه تفاوت‌هایی وجود داشت، بطوری که کمترین و بیشترین درصد نشت الکترولیت‌ها به ترتیب در طوقه و ریزوم مشاهده شد (Pietsch et al., 2009). در بررسی نمودارهای برازش شده حاصل از نشت الکترولیت‌ها تحت تأثیر دماهای یخزدگی گیاه پاسپالوم (*Paspalum vaginatum* Swartz.) نیز مشاهده شد که درصد نشت الکترولیت‌ها با کاهش دما به صورت سیگموئیدی افزایش یافته و میزان نشت در نمونه‌های خوسرما شده در مقایسه با نمونه‌های غیر خوسرما نشده کمتر بوده است. در این آزمایش مشاهده شد که شیب نمودار نشت الکترولیت‌ها در نمونه‌ها خوسرما شده در مقایسه با نمونه‌های خوسرما نشده کمتر بوده است (Cardona et al., 1997).

این آزمایش با هدف ارزیابی تحمل به یخزدگی گیاه بنفشه در شرایط کنترل شده و همچنین بررسی امکان استفاده از نشت الکترولیت‌ها در ارزیابی تحمل به سرما در این گیاه طراحی و اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

در این بررسی اثر ۱۲ دمای یخزدگی (صفر، ۲-، ۴-، ۶-، ۸-، ۱۰-، ۱۲-، ۱۴-، ۱۶-، ۱۸-، ۲۰- و ۲۲- درجه سانتی‌گراد) روی گیاه بنفشه، در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار در دانشکده کشاورزی دانشکده فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۷مورد مطالعه قرار گرفت. بذور بنفشه در اواسط تابستان در خزانه کشت و در اواسط آبان ماه تعداد پنج گیاهچه که دارای پنج تا هفت برگ بودند به گلدان‌هایی با قطر ۱۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۳ سانتی‌متر حاوی مخلوطی به نسبت مساوی از خاک زراعی، خاک برگ و ماسه منتقل شدند. به منظور القای خوسرمایی در نمونه‌های گیاهی گلدان‌ها در محیط طبیعی قرار داده شدند (دمای حداقل و حداکثر پائیز و زمستان سال آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است) و برای اعمال دماهای یخزدگی، گلدان‌ها در اواخر بهمن ماه به فریزر ترموگرادیان منتقل شدند. دمای فریزر در شروع آزمایش پنج درجه سانتی‌گراد بود که پس از قرار دادن نمونه‌ها در آن دما به میزان دو درجه سانتی‌گراد در ساعت کاهش یافت. به منظور جلوگیری از پدیده فراسرما[2] و ایجاد هستک یخ در گیاهان (Lindow et al., 1982)، در دمای ۲/۵- درجه سانتی‌گراد اسپری INAB[3] بر روی نمونه‌ها به نحوی انجام شد که سطح گیاه کاملاً با قشری از این محلول پوشانده شد. به منظور ایجاد تعادل در دمای محیط، گیاهچه‌ها در هر تیمار دمایی به مدت یک ساعت نگهداری شدند و پس از خارج کردن آن‌ها از فریزر و جهت جلوگیری

1- Cold acclimation

2- Super cooling

3- Ice nucleation active bacteria

از ذوب شدن سریع یخ، گلدان‌ها به اتاقک سرد با دمای ۲±۴ منتقل شده و به مدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت در آنجا قرار گرفتند.

برای تعیین پایداری غشا پلاسمایی از روش اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها استفاده شد. به این منظور گیاهان از اتاقک سرد خارج شده و در شرایط آزمایشگاه از هر کدام از گیاهان مربوط به هر تیمار دمایی یک برگ کاملاً توسعه یافته (در مجموع پنج برگ) انتخاب و در شیشه‌های حاوی ۴۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر[1] قرار داده شدند. شیشه‌ها به مدت شش ساعت بر روی شیکر قرار گرفته و سپس هدایت الکتریکی هر نمونه با استفاده از دستگاه EC متر (مدل Jenway) اندازه‌گیری شد ($EC_1$). به منظور اندازه گیری میزان کل نشت الکترولیت‌ها در اثر مرگ سلول، شیشه‌ها به اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵ بار به مدت ۲۰ دقیقه منتقل شدند. پس از خارج کردن شیشه‌ها از اتوکلاو، نمونه‌ها مجدداً به مدت شش ساعت بر روی شیکر قرار گرفتند و پس از آن هدایت الکتریکی آن‌ها اندازه‌گیری شد ($EC_2$) و درصد نشت الکترولیت‌ها با استفاده از معادله (۱) محاسبه تعیین گردید (Xuan et al., 2009).

معادله (۱) $(EC_1/ EC_2) \times 100$= درصد نشت الکترولیت

جهت تعیین درصد بقاء و بازیافت گیاهان، گلدان‌ها به شاسی سرد انتقال یافته و پس از سه هفته درصد بقای گیاهچه‌ها از طریق شمارش تعداد بوته زنده در هر گلدان و با استفاده از معادله (۲) تعیین شد (Cardona et al., 1997).

معادله (۲) (تعداد گیاهان قبل از یخ زدگی/ تعداد گیاهان زنده سه هفته بعد از یخ زدگی) ×۱۰۰ = درصد بقاء

همزمان با تعیین درصد بقاء گیاهان، صفات دیگری نظیر ارتفاع ساقه اصلی، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ، تعداد کل اجزای زایشی (غنچه و گل) و قطر گل اندازه‌گیری و ثبت شدند. وزن خشک نمونه‌ها نیز پس از ۴۸ ساعت قرار گرفتن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد اندازه گیری شد.

درجه حرارت کشنده برای ۵۰ درصد نمونه‌ها بر اساس درصد نشت الکترولیت‌ها ($LT_{50el}$)[2]، درصد بقاء ($LT_{50su}$)[3] و دمای کاهنده ۵۰ درصد وزن خشک گیاهان ($RDMT_{50}$)[4] به ترتیب با استفاده از رسم نمودار داده‌های پروبیت برای هر کدام از صفات درصد نشت، درصد بقاء و وزن خشک گیاهان در مقابل دماهای یخزدگی تعیین شد (Moshtaghi et al., 2009)

محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزارهای MiniTab و Curve Expert انجام گرفت. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر دماهای یخزدگی بر میزان نشت الکترولیت‌ها در گیاه بنفشه معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول ۱)، به طوری‌که با کاهش دما، میزان نشت الکترولیت‌ها افزایش یافت. حداقل و حداکثر نشت الکترولیت‌ها به ترتیب در دمای صفر و ۲۲- درجه سانتی‌گراد مشاهده شد، به طوری که درصد نشت الکترولیتی در دمای ۲۲- درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای صفر، ۶۷ درصد افزایش داشته است (شکل ۲).

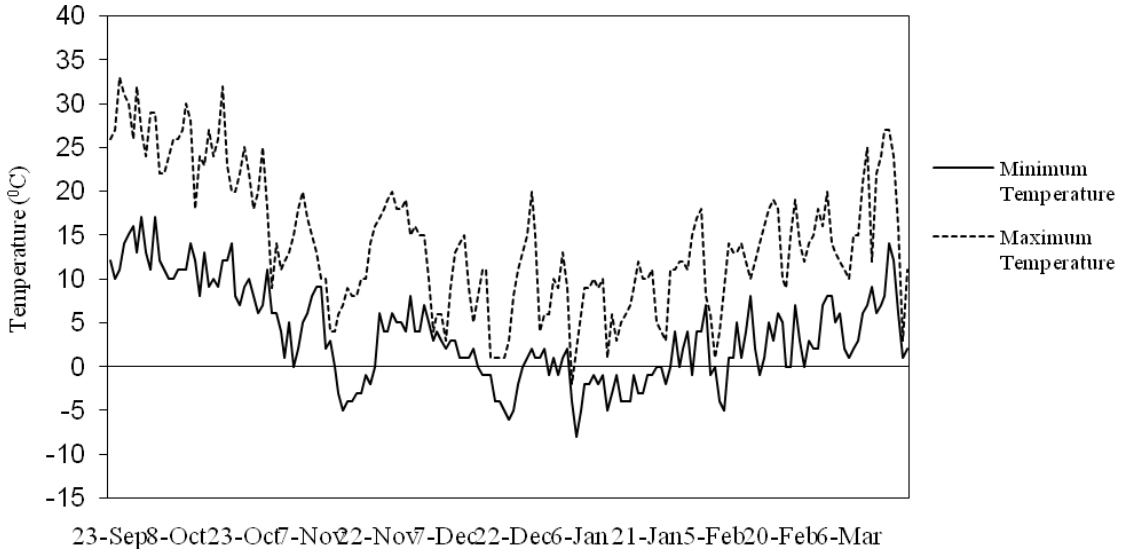
از آنجا که تنش سرما سبب اختلال در غشای سلولی و به دنبال آن نشت الکترولیت‌ها از سلول می‌شود، لذا اندازه‌گیری میزان نشت از بافت‌های تحت تنش، معیار قابل قبولی برای مقاومت به تنش یخ‌زدگی است (Mirmohamadi Meibodi & Tarkeshe Esfahani, 2004).

تحقیقات بر روی مینای چمنی نشان داده است که اعمال تیمار یخزدگی تا دمای ۱۲- درجه سانتی‌گراد تأثیر چندانی بر درصد نشت الکترولیت‌ها نداشت، ولی با افزایش شدت سرما و کاهش دما به کمتر از ۱۲- درجه سانتی‌گراد درصد نشت الکترولیت‌ها افزایش یافت و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به حداکثر رسید (Javad Mousavi et al., 2011). ارزیابی میزان مقاومت گیاه رازیانه به تنش یخزدگی از طریق اندازه‌گیری میزان نشت الکترولیت‌ها نیز نشان داد که با کاهش دمای یخزدگی، درصد نشت الکترولیت در اندام‌های مختلف، به طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار گرفت و ریشه و برگ به ترتیب بیشترین و کمترین درصد نشت الکترولیت را داشتند (Nezami et al., 2010).

شیب منحنی نشت الکترولیت‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین نشانه‌های خسارت تنش سرما در گیاهان مد نظر قرار گرفته و مشاهده شده است که نمودار نشت الکترولیت‌ها در گونه‌های خوسرما شده از شیب کمتری برخوردار است (Cardona et al., 1997). بنابراین شیب کمتر در منحنی نشت الکترولیت‌ها، احتمالاً نشان دهنده تحمل بیشتر گیاه نسبت به شرایط یخزدگی است. بر این اساس، دمای کشنده ۵۰ درصد نمونه‌های گیاهی بر اساس نشت الکترولیت‌ها در اکوتیپ‌های پاسپالوم خوسرما شده بین ۵/۲- تا ۹/۵- درجه سانتی‌گراد و برای گیاهان خوسرما نشده بین ۲/۵- تا۵/۲- درجه سانتی‌گراد تعیین شد (Cardona et al., 1997). در مطالعه حاضر دمای کشنده ۵۰ درصد گیاهان بنفشه بر اساس درصد نشت الکترولیت‌ها، ۲۰- درجه سانتی‌گراد بوده است.

درصد بقای گیاهان بنفشه در پایان دوره بازیافت به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) تحت تأثیر تنش یخزدگی قرار گرفت (جدول ۱).

1- Double distilled water
2- Lethal temperature 50 according to the electrolyte leakage percentage
3- Lethal temperature 50 according to the plant survival percentage
4- Reduced dry matter temperature 50 percentage




**شکل ۱- تغییرات دمای حداقل و حداکثر روزانه در پاییز و زمستان سال ۱۳۸۷**

**Fig. 1- Variation of daily minimum and maximum temperature during autumn and winter, 2008-2009**

**جدول ۱- میانگین مربعات صفات مختلف گیاه بنفشه ۲۱ روز پس از اعمال تیمارهای یخزدگی**

**Table 1- Mean squares of different characteristics in viola, 21 days after freezing**

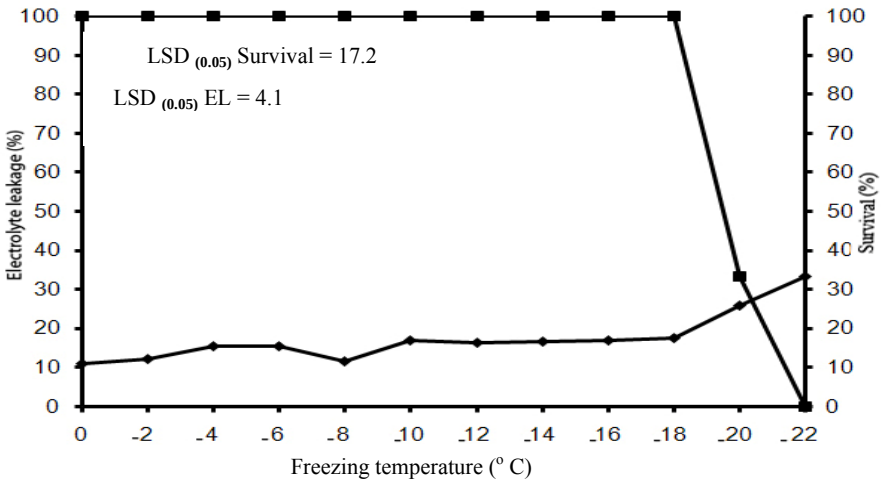
| تیمار Treatment | درجه آزادی df | نشت الکترولیت Electrolyte leakage | درصد بقا Survival percentage | وزن خشک Dry weight | ارتفاع ساقه Height of stem | تعداد برگ No. of leaves | تعداد شاخه جانبی No. of branches | تعداد کل اجزای زایشی No. of total reproductive component | تعداد گل No. of flower | تعداد غنچه No. of buds | قطر گل Diameter of flower |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| یخزدگی Freezing | 11 | 284.54* | 6616.16* | 6.06* | 132.25* | 145.416* | 4.69* | 51.789* | 5.55* | 14.377* | 18.32* |
| خطا Error | 60 | 79.26 | 88.88 | 0.39 | 7.16 | 6.688 | 1.42 | 21.725 | 1.95 | 3.463 | 1.75 |

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

*is significant in 5% probability level.

با وجود اینکه هیچ‌گونه مرگ و میری در گیاهان تا دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد مشاهده نشد، ولی با کاهش دما به کمتر از ۱۸- درجه سانتی‌گراد، درصد بقاء کاهش یافته و در دمای ۲۲- درجه سانتی‌گراد هیچ گیاهی زنده نماند (شکل ۲)، به طوری که دمای کاهنده ۵۰ درصد گیاهان بر اساس درصد بقاء نیز حدود ۱۹/۴- درجه سانتی‌گراد بود. مطالعه اثر دمای یخزدگی بر درصد بقاء گیاهان رازیانه نیز نشان داد که با افزایش شدت یخ زدگی، درصد بقاء کاهش یافت، به طوری که در دمای ۱۲- درجه سانتی‌گراد، تنها ۱۵ درصد گیاهان زنده ماندند (Rashed Mohassel et al., 2009). در بررسی اثر دمای یخزدگی روی گیاه زینتی گل داوودی (*Chrysanthemum morifolium* L.) نیز مشاهده شد که با کاهش دما از صفر به ۱۲- درجه سانتی‌گراد مرگ و میر گیاهان افزایش یافت، به طوری که در دمای ۱۲- درجه سانتی‌گراد اغلب گیاهان از بین رفته و قادر به رشد مجدد نبودند (Kim & Anderson, 2006).

در این مطالعه همبستگی بسیار معنی‌داری ($r= -۰/۸۰^{**}$) بین درصد نشت الکترولیت‌ها و درصد بقاء گیاهان وجود داشت (جدول ۲). به عبارت دیگر با افزایش درصد نشت الکترولیت‌ها، درصد بقاء گیاهان کاهش یافته است. با وجود اینکه در مطالعه حاضر جهت ارزیابی نشت الکترولیت‌ها از برگ گیاهان ۲۴ ساعت پس از یخ زدگی استفاده شد و بقاء گیاهان پس از سه هفته مورد ارزیابی قرار گرفت، ولی همبستگی بین دو پارامتر مورد مطالعه نشان دهنده این است که احتمالاً استفاده از شاخص نشت الکترولیت‌ها در تخمین تحمل به یخزدگی این گیاه از اعتبار نسبتاً مناسبی برخوردار باشد، زیرا تفاوت تخمین در دمای کشنده گیاهان بر اساس درصد نشت الکترولیت‌ها و درصد بقاء حدود نیم درجه سانتی‌گراد بوده است.




**شکل ۲- درصد نشت الکترولیت (♦) و درصد بقاء (■) گیاه بنفشه تحت تأثیر دماهای یخ زدگی در شرایط کنترل شده**

**Fig. 2- Electrolyte leakage (♦) and survival percentage (■) in viola affected by freezing temperature in controlled conditions**

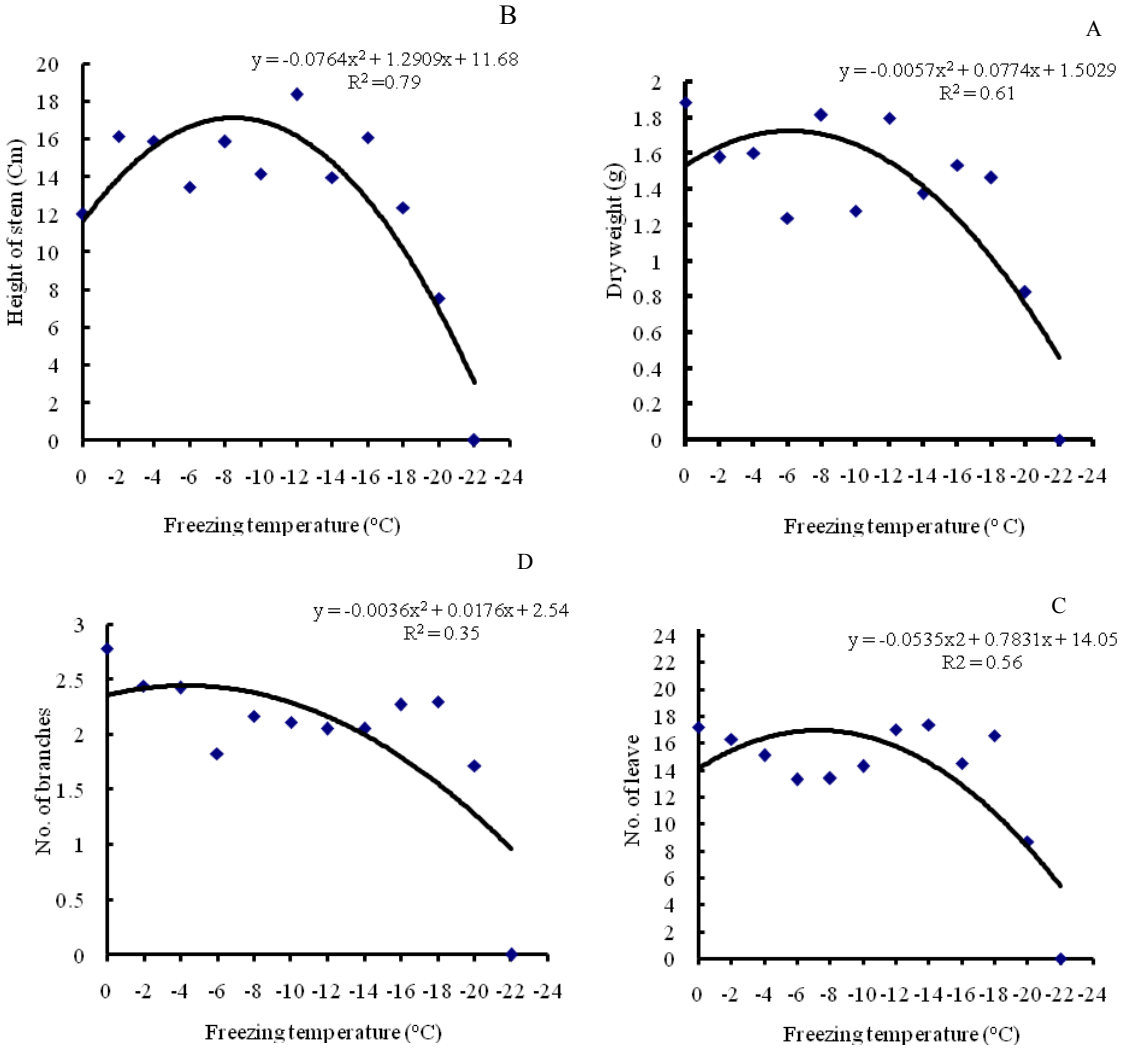
اثر دمای یخزدگی بر وزن خشک گیاه در پایان دوره بازیافت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۱). همانطور که در شکل ۳-الف مشاهده می‌شود کاهش دما به ۲۰- درجه سانتی‌گراد سبب کاهش شدید وزن خشک گیاهان شده است. با اعمال تیمارهای یخزدگی در شرایط کنترل شده بر روی گندم (*Triticum aestivum* L.) مشاهده شد که کاهش دمای یخزدگی از ۵- به ۱۰- درجه سانتی‌گراد سبب کاهش ۲۰ درصدی رشد مجدد اندام‌های هوایی گیاهان (رشد یافته در گلدان به مدت سه هفته پس از اعمال تیمار یخزدگی) نسبت به تیمار شاهد (عدم یخزدگی) شد. در صورتی‌که در تیمارهای یخزدگی ۱۵- و ۲۰- درجه سانتی‌گراد رشد مجدد اندام‌های هوایی گندم نسبت به شاهد به ترتیب ۶۰ و ۸۰ درصد کاهش یافت (Chen et al., 1983). وزن خشک گیاهان پس از اتمام دوره بازیافت همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری ($r= -۰/۶۰^{**}$) با درصد نشت الکترولیت‌ها داشته است (جدول ۲)، لذا به نظر می‌رسد که افزایش نشت الکترولیت‌ها سبب کاهش وزن خشک گیاه در پایان بازیافت شده است. دمای کاهنده ۵۰ درصد وزن خشک گیاهان بنفشه نیز ۱۹/۲- درجه سانتی‌گراد تعیین شد. به عبارت دیگر، دمای ۱۹/۲- درجه سانتی‌گراد سبب کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک گیاهان نسبت به تیمار شاهد شده است. بررسی دمای کاهنده ۵۰ درصد وزن خشک گیاهان در دو اکوتیپ رازیانه نشان داد که مقدار $RDMT_{50}$ در اکوتیپ خراسان کمتر از $RDMT_{50}$ اکوتیپ کرمان بوده است که نشان دهنده رشد مجدد و مناسب‌تر اکوتیپ خراسان نسبت به اکوتیپ کرمان پس از اعمال تیمارهای یخ زدگی بوده است (Nezami et al., 2010).

تأثیر تیمارهای دمایی بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۱). با وجود اینکه در گستره دمایی صفر تا ۱۸- درجه سانتی‌گراد صفات مذکور روند نسبتاً یکنواختی داشته‌اند، ولی کاهش دما به ۲۰- درجه سانتی‌گراد به ترتیب سبب کاهش ۳۷، ۴۹ و ۹۰ درصدی این سه صفت نسبت به دمای صفر درجه سانتی‌گراد شده است (شکل ۳- ب، پ و ت). به نظر می‌رسد که با افزایش شدت تنش یخزدگی، در رشد گیاه اختلال ایجاد شده و در نتیجه ارتفاع گیاه و تعداد برگ آن کاهش یافته است. افزایش شدت یخزدگی در گیاه رازیانه نیز منجر به کاهش ارتفاع گیاه شده است (Nezami et al., 2011). همچنین بررسی اثر تنش یخ-زدگی بر ارتفاع گیاه تریتیکاله نشان داد که بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه در پایان دوره بازیافت (سه هفته پس از یخزدگی) به ترتیب متعلق به دمای صفر و ۱۲- درجه سانتی‌گراد بود. در مطالعه مذکور تعداد برگ گیاهان تریتیکاله نیز در تیمارهای دمایی ۴-، ۸- و ۱۲- در جه سانتی‌گراد به ترتیب ۶/۲، ۱۰/۴ و ۲۲/۹ درصد نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد (Nezami et al., 2010).

اجزای زایشی گیاه (تعداد گل و غنچه) به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) تحت تأثیر دماهای یخزدگی قرار گرفتند (جدول ۱). تعداد کل اجزای زایشی (مجموع گل و غنچه) و تعداد گل در تیمارهای یخ-زدگی تا دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد روند تقریباً یکنواختی داشتند و با افزایش شدت تنش یخزدگی تعداد آن‌ها کاهش یافت، به طوری که در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تعداد کل اجزای زایشی و تعداد گل به ترتیب ۲۱ و ۱۴ درصد نسبت به دمای صفر درجه کاهش یافت (شکل۴- الف و ب). تعداد غنچه در گستره دمایی ۲- تا ۶- درجه سانتی‌گراد روندی کاهشی داشته است، ولی در گستره دمایی ۸- تا

۱۶- درجه سانتی‌گراد تعداد آن‌ها افزایش یافته است. با وجود این یخ-زدگی‌های شدیدتر سبب کاهش تعداد غنچه در گیاه شد (شکل۴-پ). دلیل افزایش تعداد غنچه در گستره دمایی ۸- تا ۱۶- درجه سانتی‌گراد نسبت به دماهای بالاتر برای نگارندگان مشخص نمی-باشد. قطر گل نیز در گستره دمایی صفر تا ۱۸- درجه سانتی‌گراد تحت تأثیر دما قرار نگرفت و افزایش شدت یخزدگی بعد از آن منجر به کاهش شدید قطر گل شد (شکل۴-ت). بررسی اجزای گیاه مینای چمنی تحت تأثیر تنش یخزدگی نیز نشان داد که کاهش دما در گستره دمای صفر تا دمای ۱۴- درجه سانتی‌گراد تأثیر چندانی بر صفات مذکور نداشته است، ولی دمای ۱۶- درجه سانتی‌گراد سبب کاهش به ترتیب ۳۲ و ۱۰۰ درصدی تعداد غنچه و گل در گیاه نسبت به تیمار شاهد شد (Javad Mousavi et al., 2011).

تنش یخزدگی سبب افزایش نشت الکترولیت‌ها، کاهش درصد بقاء و رشد مجدد گیاه بنفشه شد. با وجود اینکه در گستره دمایی صفر تا ۱۸- درجه سانتی‌گراد روند نسبتاً یکسانی در اغلب صفات مورد مطالعه مشاهده شد، ولی دماهای کمتر سبب افزایش درصد نشت الکترولیت‌ها و کاهش شدید درصد بقاء و رشد مجدد گیاه شدند.

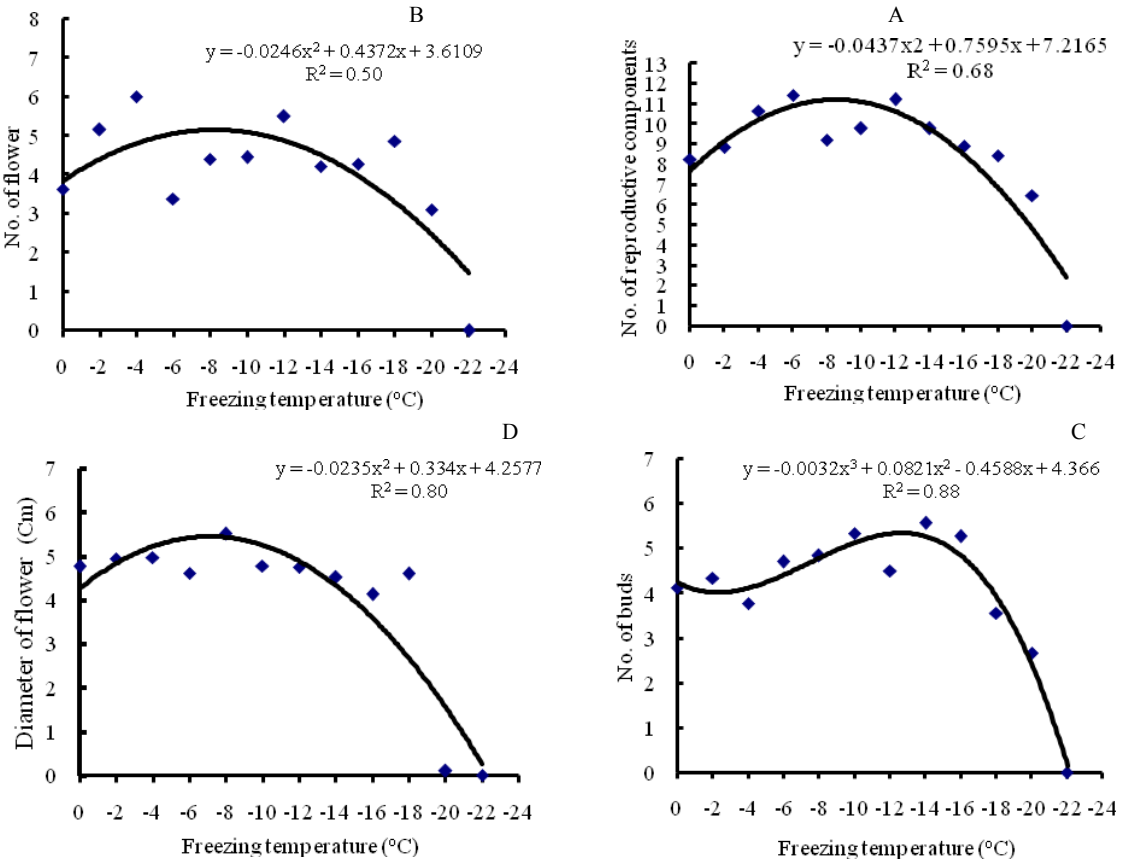



**شکل ۳- (الف) وزن خشک، (ب) ارتفاع ساقه اصلی، (پ) تعداد برگ و (ت) تعداد شاخه جانبی گیاه بنفشه تحت تأثیر دماهای یخزدگی در شرایط کنترل شده**

(هر نقطه میانگین شش عدد است).

**Fig. 3- (A) dry weight, (B) height of stem, (C) No. of leaves and (D) No. of branches in viola affected by freezing temperatures in controlled conditions**

(Each point is mean of six data).




**شکل ٤- (الف) تعداد کل اجزای زایشی، (ب) تعداد گل، (پ) تعداد غنچه و (ت) قطر گل ساقه اصلی گیاه بنفشه تحت تأثیر دماهای یخزدگی در شرایط کنترل شده**

(هر نقطه میانگین شش عدد است).

**Fig.4- (A) No. of reproductive components, (B) No. of flower, (C) No. of bud and (D) diameter of flower in viola affected by freezing temperatures in controlled condition**

(Each point is mean of six data).

$LT_{50el}$ و $LT_{50su}$ گیاه بنفشه بـه ترتیـب معـادل ۲۰- و ۱۹/۴- درجه سانتی‌گراد تعیین شد و با وجود اینکه همبستگی خوبی بـین دو صفت مذکور وجود داشت، ولی نشت ۵۰ درصد الکترولیت‌ها از سلول منجر به مرگ ۵۰ درصـد گیاهـان نشـد، بلکـه مـرگ ۵۰ درصـدی گیاهان هنگامی حادث شد که ۲۵ درصد الکترولیت‌ها از بافـت‌هـای برگ گیاه به خارج از آن نشت کردند (شکل ۲).

در بررسـی کارادونـا و همکـاران (Cardona et al., 1997) $LT_{50el}$ در دو اکوتیپ پاسپالوم خوسرما شده زمانی حاصل شد که ۳۲ درصد الکترولیت‌های آن‌ها نشـت کردنـد. مطالعـه پـیچ و همکـاران (Pietsch et al., 2009) نیز نشان داد که $LT_{50el}$ در بافت ریـزوم و ساقه گیاه خوسرما شده *G. drummondii* هنگامی حاصل شد که از بافت‌های مذکور به ترتیب ۴۴/۵ و ۳۱/۹ درصد الکترولیت‌هـا نشـت کردند.

## سپاسگزاری

هزینه اجرای این طرح از محل اعتبارات معاونت پژوهشی با کـد طـرح ۵۰۰ پ مـورخ ۱۳۸۸/۱/۱۷ دانشـکده کشـاورزی، دانشـگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

**جدول۲- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف گیاه بنفشه قرار گرفته در معرض تنش یخزدگی تحت شرایط کنترل شده**

**Table 2- Correlation coefficients between different characteristics in viola affected by freezing temperatures, under controlled conditions**

| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 1 | ۱- درصد نشت الکترولیت‌ها<br>1- Electrolyte leakage percentage |
| | | | | | | | | 1 | −0.80** | ۲- درصد بقا<br>2- Survival percentage |
| | | | | | | | 1 | 0.62** | −0.60** | ۳- وزن خشک<br>3- Dry weight |
| | | | | | | 1 | 0.68** | 0.78** | −0.71** | ٤- ارتفاع ساقه<br>4- Height of stem |
| | | | | | 1 | 0.77** | 0.65** | 0.79** | −0.68** | ٥- تعداد برگ<br>5- No. of leaves |
| | | | | 1 | 0.55** | 0.40** | 0.39** | 0.50** | −0.54** | ٦- تعداد شاخه جانبی<br>6- No. of branches |
| | | | 1 | 0.34** | 0.53** | 0.46** | 0.31** | 0.51** | −0.43** | ۷- تعداد غنچه<br>7- No. of bud |
| | | 1 | 0.44** | 0.28* | 0.21ns | 0.24* | 0.11ns | 0.34** | −0.29** | ۸- تعداد گل<br>8- No. of flower |
| | 1 | 0.88** | 0.72** | 0.32** | 0.35** | 0.35** | 0.14ns | 0.45** | −0.39** | ۹- تعداد کل اجزای زایشی<br>9- No. of total reproductive components |
| 1 | 0.46** | 0.40** | 0.48** | 0.43** | 0.72** | 0.78** | 0.59** | 0.86** | −0.79** | ۱۰- قطر گل<br>10- Flower diameter |

ns، * و ** غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non significant and significant in 5 and 1% probability levels, respectively.

## منابع


1- Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environment. CRC Press. 223 pp.

2- Cardona, C.A., Duncan, R.R., and Lindstrom, O. 1997. Low temperature tolerance assessment in paspalum. Crop Science 37: 1283-1291.

3- Chen, T.H., Gusta, L.V., and Fowler, D.B. 1983. Freezing injury and root development in winter cereals. Plant Physiology 73: 773-777.

4- Edward, F., and Howe, T. 1999. Viola. University of Florida. Cooperative Service by Institute of Food and Agriculture Science.

5- Hana, B., and Bischofa, J.C. 2004. Direct cell injury associated with eutectic crystallization during freezing. Cryobiology 48: 8-21.

6- Hofgard, I.S., Vollsnes, A.V., Marum, P., Larsen, A., and Tronsmo, A.M. 2003. Variation in resistance to different winter stress factors within a full-sub family of perennial ryegrass. Euphytica 134: 61-75.

7- Javad Mousavi, M., Nezami, S., Izadi, E., Nezami, A., Yousef Sani, M., and Keykha Akhar, F. 2011. Evaluation of freezing tolerance of English daisy (*Bellis perennis)* under controlled conditions. Journal of Water and Soil 25(2): 380-388. (In Persian with English Summary)

8- Khalighi, A. 2000. Floriculture: Breeding of Ornamental Plants. Golshan Publications. Tehran, Iran. 392 pp. (In Persian)

9- Kim, D.C., and Anderson, N.O. 2006. Comparative analysis of laboratory freezing methods to establish cold tolerance of detached rhizomes and intact crowns in garden chrysanthemums (*Dendranthema* X *Grandiflora tzvelv*). Scientia Horticulture 109: 345-352.

10- Lindow, S.E., Arny, D.C., and Upper, C.D. 1982. Bacterial ice nucleation: a factor in frost injury to plants. Plant Physiology 70: 1084-1089.

11- Majdari, A. 1982. Planting and nurturing flowers. Mir Publication, Tehran, Iran 285 pp. (In Persian)

12- Mireshghi, A., and Khalilzade, G.R. 2002. Evaluation of some physiological traits related to cold in 22 genotypes of bread wheat. Proceeding of Third Conference of Crop Losses due to Frost and Country Garden, Iranian Deputy of Agriculture Organization Plant Protection, Iran 65 pp. (In Persian)

13- Mirmohamadi Meibodi, A., and Tarkeshe Esfahani, C. 2004. Aspects of Physiology and Breeding for Cold and Freezing in Crops. Golbon Publication, Isfahan, Iran 223 pp. (In Persian)

14- Moshtaghi, N., Bagheri, A.R., Nezami, A., and Moshtaghi, S. 2009. Investigation of betaine spray on freezing tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in controlled conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 7: 647-656. (In Persian with English Summary)

15- Nezami, A., Bagheri, A.R., Rahimian, H., Kafi, M., and Nasiri Mahalati, M. 2005. Evaluation of freezing tolerance chickpea genotypes under controlled condition. Journal of Agricultural and Natural Research 10: 257-269. (In Persian with English Summary)

16- Nezami, A., Soleimani, M.R., Ziaee, M., Ghodsi, M., and Bannayan Aval, M. 2010. Evaluation of freezing tolerance of hexaploid Triticale genotypes under controlled conditions. Notulae Scientia Biologicae 2: 114-120.
17- Nezami, A., Azizi, G., Siahmarghooee, A., and Mohamadabadi, A.A. 2010. Effects of freezing stress on electrolyte leakage of fennel (*Foeniculum vulgare*). Iranian Journal of Field Crops Research 8: 587-593. (In Persian with English Summary)
18- Pietsch, G., Anderson, N.O., and Li, P.H. 2009. Cold tolerance and short day acclimation in perennial *Gaura coccinea* and *Gaura drummomdii*. Scientia Horticulture 120: 418-425.
19- Rashed Mohassel, M.H., Nezami, A., Bagheri, A., Hajmohammadnia, K., and Bannayan, M. 2009. Evaluation of freezing tolerance of two fennel *(Foeniculum vulgar* L.) ecotypes under controlled conditions. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 15:131–140.
20- Rife, G.L., and Zeinali, H. 2003. Cold tolerance in oilseed rape over varying acclimation durations. Crop Science 43: 96-100.
21- Steponkus, P.L. 1984. The role of the plasma membrane in freezing injury and cold acclimation. Annual Review of Plant Physiology 35: 543-584.
22- Taylor, S., and Waiter, K. 1998. Florida Wild Flowers in their Natural Communities. University Press of Florida: Gainesville, FL.
23- Uemura, M., Tominaga, Y., Nakagawara, C., Shigematsu, S., Minami, A., and Kawamura, Y. 2006. Responses of plasma membrane to low temperature. Physiologia Plantarum 126: 81-89.
24- Xuan, J., Liu, J., Gao, H., Hu, H., and Cheng, X. 2009. Evaluation of low-temperature tolerance of Zoysia grass. Tropical Grasslands 43: 118-124.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۴۵۳-۴۳۹

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 439-453

# اثرات آشفتگی ناشی از تبدیل اراضی جنگلی به کشاورزی بر برخی شاخص‌های بیولوژیک کیفیت خاک در اکوسیستم‌های جنگلی شمال ایران

علی بهشتی آل‌آقا[۱]، فائز رئیسی[۲*] و احمد گلچین[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

## چکیده

تغییر کاربری اراضی جنگلی شمال ایران کیفیت خاک منطقه پره‌سر (استان گیلان) و گرگان (استان گرگان) را در معرض تغییر قرار داده است. به منظور ارزیابی تغییرات برخی از شاخص‌های بیولوژیکی بر اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی از دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری و در سه تکرار نمونه‌های مرکب خاک از دو منطقه پره‌سر و گرگان تهیه و برخی از ویژگی‌های بیولوژیکی از قبیل کربن و نیتروژن توده زنده میکروبی، معدنی شدن کربن و نیتروژن، تنفس ناشی از سوبسترا به همراه فعالیت آنزیم‌های اوره‌آز، فسفاتاز قلیایی و اسیدی، اینورتاز و آریل‌سولفاتاز تعیین گردید. نتایج نشان داد تغییر کاربری اراضی سبب کاهش کربن (۸۲-۴۴ درصد) و نیتروژن (۲۰۰-۳۰ درصد) توده زنده میکروبی و نیز نسبت آنها (۳۰-۲۰ درصد)، معدنی شدن کربن (۶۷-۱۱ درصد)، معدنی شدن نیتروژن (۶۸-۳ درصد)، تنفس ناشی از سوبسترا (۴۵-۸ درصد) و فعالیت آنزیم‌های میکروبی در هر دو منطقه (به جز معدنی شدن کربن و نیتروژن در منطقه پره‌سر) و افزایش ضریب متابولیکی گردید. بنابراین، فعالیت‌های کشاورزی در اراضی بکر جنگلی باعث افزایش دسترسی ریزجانداران خاک به اکسیژن شده و در نتیجه به دلیل تحریک فعالیت‌های میکروبی و خروج کربن از خاک و تجزیه مواد آلی، کیفیت خاک کاهش می‌یابد. همچنین با تشدید معدنی شدن کربن آلی خاک (تنفس میکروبی) غلظت مواد آلی خاک روند نزولی گرفته و بدین ترتیب انرژی ریزجانداران خاک کم شده و این موضوع سبب شد تا به تدریج جمعیت زنده میکروبی خاک نیز تنزل یابد. با توجه به نتایج بدست آمده توصیه می‌شود که از بهم زدن مکرر خاک جلوگیری شده و از سیستم‌های کم خاکورزی و یا بی‌خاکورزی استفاده گردد. همچنین قرار دادن گیاهان لگوم چندساله در تناوب زراعی می‌تواند اثر سوء ناشی از کشت و کار را کاهش داد.

**واژه‌های کلیدی:** تغییر کاربری، زیست توده میکروبی، فعالیت آنزیمی، کشت و کار، معدنی شدن کربن و نیتروژن

## مقدمه

آشفتگی‌های[۴] ناشی از جنگل‌زدایی، چرای بی‌رویه، آتش‌سوزی‌های کنترل نشده و تبدیل مراتع و جنگل‌ها به اراضی کشاورزی در ایران (Hajabbasi et al., 1997) و دیگر نقاط جهان (Doran & Parkin, 1994) تنزل کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را به همراه داشته است. اولین و شاید آشکارترین اثر تغییر کاربری اراضی تغییر نوع پوشش گیاهی و هیدرولوژی اکوسیستم است (Thrupp et al., 1997) که بسته به شرایط محیطی و اقلیمی ممکن است در دراز مدت بر بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک آثاری مثبت و یا منفی داشته باشند (Neill et al., 1997; Raiesi, 2007). فعالیت‌های کشاورزی به ویژه خاکورزی شدید و بی‌رویه، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر و موجب تحریک و افزایش فعالیت‌های میکروبی و تجزیه بیشتر بقایای گیاهی می‌گردد (Six et al., 2000). عملیات شخم در کشاورزی سنتی، فعالیت‌های میکروبی را با شکستن خاکدانه‌ها و تأمین اکسیژن لازم برای تخریب بیولوژیکی و تجزیه ماده آلی تشدید می‌کند (Kennedy & Papendick, 1995).

برآیند ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و بیوشیمیایی خاک کیفیت آن را تشکیل می‌دهند (Yakovchenko et al., 1996)، اما تغییر بعضی ویژگی‌های خاک ممکن است خیلی کند و تدریجی باشد که برای ارزیابی کیفیت خاک مناسب نیستند (Filip,

۱، ۲ و ۳- به ترتیب مربی گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه (دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه شهرکرد)، دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد و استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: f_raiesi@yahoo.com

4- Disturbances

2002) و اصولاً برای مطالعه کیفیت خاک ویژگی‌هایی باید مدنظر قرار گیرند که به آشفتگی‌ها و تنش‌های محیطی حساس و سریع پاسخ می‌دهند (Dalal, 1998). ویژگی‌های بیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله شاخص‌هایی هستند که در کوتاه مدت (ساعت تا سال) به تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهند (Raiesi & Asadi, 2006) و شامل ویژگی‌هایی می‌باشند که به طور مستقیم با تعداد و فعالیت ریزجانداران خاک (توده زنده میکروبی، تنفس پایه و نظیر آن) و همچنین با تجزیه ترکیبات آلی موجود در خاک و آزاد شدن عناصر (مانند فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک) رابطه دارند (Gil-Sotres et al., 2005). به طور کلی در یک دوره کوتاه تا متوسط آشفتگی، ویژگی‌های بیولوژیکی و بخش سهل‌التجزیه کربن آلی[1] به مدیریت و کاربری اراضی بسیار حساس‌تر از کل کربن آلی خاک است (Raiesi, 2007).

شاخص‌های بیولوژیکی حاصلخیزی خاک در اکوسیستم‌های جنگلی و مرتعی در مقایسه با اکوسیستم‌های کشاورزی در وضعیت بهتری قرار دارند که نشان می‌دهد هنگامی که خاک‌های دست نخورده در معرض کشت فشرده و پیوسته قرار گیرند، فعالیت‌های متابولیکی به مقدار زیاد کاهش می‌یابند (Rasmussen et al., 1980). آماده‌سازی خاک، شخم، کود دادن، استفاده از ماشین آلات و درو کردن، همه محیط خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند و باعث کاهش تدریجی کیفیت خاک می‌گردند. بدیهی است که ابتدا باید تغییرات کیفیت خاک ناشی از تفاوت در نوع کاربری اراضی به طور دقیق اندازه گیری و سپس مناسب ترین کاربری اراضی و مدیریت با کمترین آشفتگی و اختلال مشخص گردد.

تنفس خاک از شاخص‌های حساس کیفیت خاک به تغییر کاربری اراضی به شمار می‌آید (Kieft & Rosacher, 1991; Raiesi & Asadi, 2006) و تعیین‌کننده میزان و سرعت خروج کربن از خاک است. تغییر کاربری اراضی و عملیات کشاورزی در اراضی بکر، باعث کاهش ورود بقایای گیاهی تازه به خاک و در نتیجه کاهش تنفس و فعالیت‌های میکروبی می‌گردد. این بقایا شامل مقادیر قابل توجهی از ترکیباتی هستند که به راحتی تجزیه می شوند و مورد استفاده ریزجانداران قرار می‌گیرند. کاهش ذخایر کربن سهل‌التجزیه در خاک سبب کاهش توده زنده میکروبی و فعالیت ریزجانداران در خاک می‌شود. به عقیده لال و همکاران (Lal et al., 1998) تبدیل اکوسیستم‌های طبیعی به کشاورزی و متعاقب آن افزایش شدت شخم باعث کاهش سطوح کربن آلی و افزایشمعنی‌دار غلظت دی‌اکسید کربن در اتمسفر می‌گردد.

زیست توده میکروبی بعنوان یکی از منابع مهم عناصر غذایی در خاک شناخته می شود (Stevenson, 2007). این بخش مهم از ماده آلی خاک در تجزیه مواد آلی و بازچرخش عناصر غذایی ضروری نقش مهمی ایفاء می‌کند و در تجزیه ضایعات و آلاینده‌های آلی نیز نقش دارد (Lakzian et al., 2005). اسلام و ویل (Islam & Weil, 2000) نیز گزارش کردند که تغییر کاربری جنگل‌های طبیعی مناطق حاره به زمین‌های کشاورزی موجب کاهش چشم‌گیر در کربن توده زنده میکروبی شد. آن‌ها نتیجه گرفتند که کاهش کیفیت خاک بر اثر تبدیل این اراضی، موجب کاهش توده زنده میکروبی گردید.

رابطه آنزیم‌ها با خصوصیات بیولوژیکی خاک و سهولت اندازه گیری و عکس‌العمل سریع آن‌ها به تغییر در مدیریت خاک باعث شده است تا آنزیم‌های خاک نیز به عنوان شاخص‌های بالقوه‌ایی برای ارزیابی کیفیت خاک باشند (Trasar-Cepeda, 2000). در سال‌های اخیر به دلیل پاسخ سریع آنزیم‌ها به تغییرات مدیریتی خاک، آنزیم‌ها به عنوان شاخص‌های پتانسیل کیفیت خاک مطرح گردیده‌اند (Ndiaye et al., 2000). مدیریت اراضی و ماهیت پوشش گیاهی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی خاک تأثیر می گذارند و چنین تغییراتی می‌توانند بر سطوح فعالیت آنزیم‌ها نیز مؤثر باشند (Caravaca et al., 2002).

با توجه به اینکه در نقاط مختلف ایران سیستم‌های زراعی مختلفی به کارگرفته می‌شود و تأثیر این مدیریت‌ها بر کیفیت خاک مشخص نمی‌باشد، لازم است در نقاط مختلف آب و هوایی، کیفیت زمین‌های کشت شده با یک خاک مرجع که همان زمین‌های بکر می‌باشد، مقایسه گردد تا مناسب بودن مدیریت‌های اعمال شده مشخص گردد. بر اساس یک تحقیقات انجام شده در استان گلستان ایران تأثیر انواع پوشش گیاهی جنگل و زراعی بر خصوصیات کیفی خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقادیر پتانسیل تبادل کاتیونی، تنفس میکروبی، میانگین وزنی قطر و مواد آلی در خاک‌های تحت کشت کمتر بود (Khormali & Shamsi, 2009).

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعی بر برخی شاخص‌های بیولوژیکی کیفیت خاک از قبیل تنفس و توده زنده میکروبی، و فعالیت آنزیم‌های خاک در دو منطقه مختلف آب و هوایی شمال ایران شامل استان‌های گیلان و گلستان انجام شد. در این تحقیق چنین فرض شد که تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعی سبب کاهش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی خاک می‌گردد و این کاهش در لایه سطحی خاک (۲۰-۰ سانتی‌متری) بیشتر از لایه زیرین خاک (۴۰-۲۰ سانتی‌متری) می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کشت و کار درازمدت در اکوسیستم‌های جنگلی بر میزان تنفس و تنفس برانگیخته (ناشی از سوبسترا)، نیتروژن معدنی شده، ضریب متابولیکی، کربن و نیتروژن توده زنده

1- Labile Carbon

میکروبی و فعالیت آنزیم‌های خاک در دو منطقه پره‌سر (استان گیلان) و گرگان (استان گلستان) خاک‌های بکر جنگلی و کشت شده مجاور آنها، انتخاب و نمونه‌برداری گردید. مختصات جغرافیایی و اطلاعات هواشناسی مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. اراضی بکر جنگلی در منطقه پره‌سر روی رسوبات آبرفتی با شیب ۲-۱ درصد واقع هستند و پوشش طبیعی آنها جنگل های پهن‌برگ از قبیل راش، انجیل و افرا می‌باشد. اراضی زراعی از تغییر کاربری همین اراضی جنگلی به وجود آمده و کشت و کار محصولاتی نظیر برنج و شبدرها بیش از پنجاه سال در این اراضی قدمت دارد. خاکورزی در منطقه پره‌سر توسط تیلر معمولی انجام می‌گیرد. اراضی بکر جنگلی در منطقه گرگان روی رسوبات آبرفتی آهکی با شیب ۲-۰ درصد واقع بوده و پوشش طبیعی آن را جنگل‌های پهن‌برگ شامل راش، صنوبر و بلوط تشکیل می‌دهد. اراضی زراعی، حداقل به مدت ۴۰ سال تحت کشت محصولاتی چون گندم، پنبه، یونجه و سویا قرار داشته و خاکورزی در این منطقه با استفاده از گاوآهن برگردان دار، کولتیواتور و دیسک معمولی انجام می‌شود. برخی از مشخصات خاک‌های بکر و زراعی مناطق مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

بدین منظور از دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی متری و در سه تکرار نمونه‌های مرکب خاک (هر یک شامل ۱۵ نمونه ساده) تهیه شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، از الک چهار میلی‌متری عبور داده شدند. سرانجام پس از انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰ تا ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه، پتانسیل تنفس میکروبی (معدنی شدن کربن) خاک هر هفته یک بار و به مدت ۱۱ هفته، به روش تیتراسیون برگشتی با سود باقی مانده تعیین گردید (Alef & Nannipieri, 1995). میزان نیتروژن معدنی شده (پتانسیل معدنی شدن نیتروژن) طی ۱۱ هفته به روش انکوباسیون خاک و سپس عصاره‌گیری با کلرید پتاسیم و تعیین نیتروژن آمونیومی و نیتراتی به روش رنگ سنجی اندازه گیری شد (Alef & Nannipieri, 1995). تنفس ناشی از سوبسترا با اضافه کردن محلول گلوکز دو درصد تعیین و از روش تدخین با کلروفرم (Jenkinson & Powlson, 1976) برای تعیین کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی استفاده گردید. سپس فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی، اوره‌آز و ساکاراز طبق دستورالعمل‌های ارائه شده الف و نانی پیری (Alef & Nannipieri, 1995) و با اضافه کردن سوبسترای مربوطه برای کلیه نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین $qCO_2$ به صورت دی اکسید کربن آزاد شده ناشی از تنفس از هر واحد توده زنده میکروبی در واحد زمان محاسبه (Alef & Nannipieri, 1995) و بر حسب $\mu gC\ gMBC^{-1}\ day^{-1}$ گزارش گردید. نسبت کربن به نیتروژن توده زنده میکروبی نیز محاسبه و ارائه گردید. شاخص‌های تنفس و توده زنده میکروبی به صورت وزنی ($mg\ kg^{-1}$ soil) محاسبه و گزارش شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل (آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با جامعه آماری شامل دو نوع کاربری و دو عمق در سه تکرار (۱۲ نمونه مرکب خاک برای هر منطقه) پس از احراز و تأمین پیش شرط های تجزیه واریانس (توزیع نرمال با استفاده از آزمون اندرسون-دارلینگ و همگن بودن واریانس تیمارها با استفاده از آزمون له ون)، به روش مدل خطی عمومی[1] با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.0 انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از روش اختلافات معنی‌دار قابل اعتماد توکی در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### تأثیر تغییر کاربری بر خصوصیات بیولوژیکی خاک کربن توده زنده میکروبی[2] (MBC)

تغییر کاربری اراضی و کشت و کار در اراضی جنگلی منطقه پره‌سر (جدول ۳) سبب کاهش میزان کربن توده زنده میکروبی در هر دو عمق خاک گردید، البته این کاهش تنها در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر خاکمعنی‌دار بود. در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر میزان کربن توده زنده میکروبی از $mg.kg^{-1}$ ۱۱۴۱ در اراضی بکر جنگلی به $mg.kg^{-1}$ ۶۴۴ در اراضی زراعی کاهش (۴۴ درصد) یافت. اثر عمق بر کربن توده زنده میکروبی در این منطقهمعنی‌دار و میانگین کربن توده زنده میکروبی در دو کاربری اراضی در عمق cm ۲۰-۰، ۲۳۵ درصد (بیش از سه برابر) بیشتر از میانگین کربن توده زنده میکروبی در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر بود (جدول ۳). در منطقه گرگان نیز اثر تغییر کاربری اراضی بر کربن توده زنده میکروبی بسیارمعنی‌دار ($P\leq$۰/۰۰۱) بود (جدول ۴)، ولی جنگل‌زدایی و تبدیل اراضی جنگلی به اراضی زراعی باعث کاهش کربن توده زنده میکروبی تنها در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر خاک گردید. در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر کربن توده زنده میکروبی در اراضی جنگلی تقریباً شش برابر کربن توده زنده میکروبی در اراضی زراعی بود. در این منطقه نیز کربن توده زنده میکروبی با افزایش عمق به طورمعنی‌دار کاهش پیدا کرد (جدول ۴). کاهش کربن توده زنده میکروبی بر اثر تغییر کاربری اراضی را می‌توان به عوامل مختلف از جمله کاهش منابع قابل دسترس برای ریزجانداران و کاهش تعداد و جمعیت آنها در درازمدت تحت تأثیر کاهش ورود بقایای آلی بر اثر برداشت محصول کاهش، آشفتگی خاک و نامساعد شدن شرایط زیستی برای ریزجانداران بوسیله اعمال خاکورزی و تردد ماشین آلات و تغییر شرایط غیرزنده و کیفیت سوبسترا در خاک به دلیل تغییر کاربری و پوشش اراضی نسبت داد.

1- General Linear Model (GLM)
2- Microbial Biomass Carbon

**جدول ۱- مختصات جغرافیایی و اطلاعات اقلیمی مناطق مورد مطالعه**

**Table 1- Geographical and climatic properties of studied regions**

| منطقه Region | ارتفاع (متر) Altitude (m) | عرض جغرافیایی Longitude | طول جغرافیایی Latitude | بارندگی سالیانه (میلی‌متر) Annual rainfall (mm) | میانگین دمای سالیانه (درجه سانتی‌گراد) Yearly mean temperature (°C) |
|---|---|---|---|---|---|
| پره‌سر Paresar | 110 | 37˚34´N | 49˚01´E | 1043 | 10.8 |
| گرگان Gorgan | 230 | 36˚47´N | 54˚21´E | 601 | 17.7 |

**جدول ۲- برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های بکر (جنگلی) و زراعی مناطق مورد مطالعه(n=۳)**

**Table 2- Some of the chemical and physical properties of native (forest) and cultivated soils of the studied regions (n=3)**

| منطقه- کاربری Region - Land use | بافت خاک Soil texture | وزن مخصوص ظاهری MWD | اسیدیته pH | هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$) | کربن آلی OC ($g.kg^{-1}$) | ازت کل TN ($g.kg^{-1}$) | C/N | ظرفیت تبادل کاتیونی CEC ($cmol(+)\ kg^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **پره‌سر (گیلان) Paresar (Gilan)** | | | | | | | | |
| جنگل (۰-۲۰) UC (0-20cm) | CL | 1.04 | 5.14 | 0.74 | 51.8 | 4.2 | 12.3 | 40.2 |
| زراعی (۰-۲۰) C (0-20cm) | L | 1.18 | 6.73 | 0.55 | 28.4 | 2.6 | 10.9 | 18.8 |
| جنگل (۲۰-۴۰) UC (20-40cm) | CL | 1.21 | 5.08 | 0.36 | 15.5 | 1.4 | 11.1 | 28.1 |
| زراعی (۲۰-۴۰) C (20-40cm) | CL | 1.21 | 6.83 | 0.74 | 13.9 | 1.3 | 10.7 | 18.1 |
| **گرگان (گلستان) Gorgan (Golestan)** | | | | | | | | |
| جنگل (۰-۲۰) UC (0-20cm) | CL | 1.15 | 7.28 | 0.97 | 61.5 | 5.7 | 10.8 | 30.4 |
| زراعی (۰-۲۰) C (0-20cm) | CL | 1.52 | 7.54 | 0.66 | 19.0 | 2.0 | 9.5 | 20.0 |
| جنگل (۲۰-۴۰) UC (20-40cm) | CL | 1.43 | 7.46 | 1.02 | 29.2 | 2.9 | 10.1 | 24.2 |
| زراعی (۲۰-۴۰) C (20-40cm) | CL | 1.45 | 7.57 | 1.00 | 11.6 | 1.1 | 10.5 | 18.0 |

UC: Uncultivated; C: Cultivated

UC: جنگل؛ C: زراعی

جدول ۳- اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل (بکر) به کشاورزی (زراعی) بر شاخص‌های بیولوژیک اندازه گیری شده در دو عمق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتیمتر منطقه پره‌سر (n=۳)

**Table 3- Effect of land use changes from forest (uncultivated) to farm (cultivated) on measured biological indices in two depths 0-20 and 20-40 cm of Paresar region (n=3)**

| کاربری<br>Land use | عمق<br>Depth (cm) | MBC<br>(mg kg$^{-1}$soil) | MBN<br>(mg kg$^{-1}$soil) | MBC/MBN | Cmin<br>(mg kg$^{-1}$soil) | Nmin<br>(mg kg$^{-1}$soil) | SIR<br>(mg kg$^{-1}$soil) | $qCO_2$<br>(µgC g$^{-1}$MBC day$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جنگل<br>Forest | 0-20 | 1141(40.7)a | 131(6.88)a | 8.75(0.18)a | 915(9.82)a | 63.4(0.95)a | 29.90(.26)a | 24.2(.81)b |
| | 20-40 | 374(36.4)c | 48.0(4.84)c | 8.02(0.15)b | 303(20.1)b | 21.9(1.40)b | 16.20(0.11)c | 30.6(4.37)ab |
| کشاورزی<br>Cultivated | 0-20 | 644(21.7)b | 92.0(3.46)b | 7.01(0.13)c | 899(3.60)* | 61.60(0.72)a | 27.6(0.26)b | 39.2(1.43)a |
| | 20-40 | 333(17.6)c | 46.7(1.73)c | 6.93(0.12)c | 348(2.69)b | 25.0(0.23)b | 17.0(0.52)c | 40.1(3.19)a |
| اختلاف معنی‌دار توکی<br>HSD Tukey | | 139 | 21.0 | 0.66 | 51.1 | 4.16 | 1.49 | 12.7 |
| **تجزیه واریانس**<br>**Analysis of Variance** | | | | | | | | |
| کاربری<br>Land use (L) | | $76.7^{***}$ | $16.2^{**}$ | $95.2^{***}$ | $1.76^{ns}$ | $3.50^{ns}$ | $5.17^{ns}$ | $18.9^{**}$ |
| عمق<br>Depth (D) | | $309^{***}$ | $191^{***}$ | $7.71^{**}$ | $2651^{***}$ | $1803^{***}$ | $1363^{***}$ | $1.70^{ns}$ |
| کاربری × عمق<br>L × D | | $55.4^{***}$ | $18.6^{**}$ | $4.94^{ns}$ | $7.22^{**}$ | $6.91^{*}$ | $21.1^{***}$ | $.94^{ns}$ |

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار ($P\geq$۰/۰۵) است.

***، **، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱، ۰/۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار، مقادیرخطای استاندارد در پرانتز نشان داده شده‌اند.

* Cmin و Nmin به مدت ۱۱ هفته محاسبه و به صورت تجمعی گزارش گردیده اند.

Means with same letters in each column do not have significant differences based on Tukey test at $P\leq 0.05$

***, **, * and ns, significant at 0.001, 0.01 and 0.05 probability level and nonsignificant, respectively; standard error amounts are given in parenthesis.

Cmin and Nmin are reported for 11 weeks and cumulatively.

به طور کلی، مشخص گردید که خاک‌های بکر مناطق جنگلی نسبت به زوج زراعی خود دارای کربن آلی بیشتری بودند. کشت و کار و عملیات زراعی در هر دو منطقه باعث اتلاف مقادیر قابل توجهی از کربن آلی خاک گردیده است. دلیل کاهش کربن آلی بر اثر کشت و کار احتمالاً به دلیل کاهش مقدار کربن ورودی به خاک‌های زراعی می‌باشد. تهویه‌ی بهتر خاک‌های زراعی بر اثر شخم نیز فرآیند اکسیداسیون کربن آلی را تسریع نموده و میزان کربن خروجی از خاک به صورت دی اکسید کربن را افزایش می‌دهد. بنابراین کربن ورودی کمتر و کربن خروجی بیشتر در اراضی زراعی یکی از دلایل عمده کاهش میزان کربن آلی در این خاک‌ها می‌باشد. نتایج نسبتاً مشابهی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است، بطوریکه برون و لوگو (Brown & Lugo, 1990)، بارک و همکاران (Burket & Dick, 1998) و تان و لال (Tan & Lal, 2005) مشاهده نمودند که کاهش و هدر رفتن کربن به دلیل کشاورزی و شخم در خاک‌های دست نخورده ۵۵-۱۰ درصد بود.

### نیتروژن توده زنده میکروبی (MBN)

در منطقه پره‌سر (جدول ۳) در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر تغییر کاربری اراضی باعث کاهش ۳۰ درصدی نیتروژن توده زنده میکروبی گردید، در حالی که این کاهش در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر معنی‌دار نبود. نیتروژن توده زنده میکروبی با افزایش عمق از ۱۱۱ $mg.kg^{-1}$ (عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر) به ۴۷/۳ $mg.kg^{-1}$ (عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر) کاهش یافت. در منطقه گرگان اثر جنگل زدایی بر نیتروژن توده زنده میکروبی معنی‌دار بود و در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر نیتروژن توده زنده میکروبی از ۱۶۱ $mg.kg^{-1}$در اراضی مرتعی به ۳۸/۷ $mg.kg^{-1}$ در اراضی زراعی کاهش (۷۶ درصد) پیدا کرد و در عمق ۴۰-۲۰ سانتی-متر نیتروژن توده زنده میکروبی در اراضی مرتعی ۳۵/۳ درصد بیشتر از نیتروژن توده زنده میکروبی در اراضی زراعی بود، البته این تغییرمعنی‌دار نبود ($P\geq0/05$). همچنین با افزایش عمق نیتروژن توده زنده میکروبی به طور معنی‌دار ($P\leq0/05$) کاهش یافت. نیتروژن توده زنده میکروبی نیز همانند کربن توده زنده میکروبی بر اثر تغییر کاربری اراضی کاهش پیدا کرد، ولی میزان کاهش نیتروژن توده زنده میکروبی به اندازه کربن توده زنده میکروبی نبود. علت آن را می‌توان به مصرف کودهای نیتروژن دار نسبت داد که ورود آنها تا حدی از اثرات تغییر کاربری اراضی کاسته است. در مورد این شاخص نیز عملیات کشت و کار و کاهش ورود مواد آلی بر جمعیت و فعالیت ریزجانداران خاک تأثیر منفی داشته است و در پی آن نیتروژن توده زنده میکروبی کاهش پیدا کرده است. کاهش نیتروژن توده زنده میکروبی با افزایش عمق به دلیل فعالیت و جمعیت بیشتر ریزجانداران در لایه سطحی خاک دور از انتظار نیست.

مشابه کربن آلی، خاک‌های جنگلی در مقایسه با خاک‌های زراعی، دارای نیتروژن کل بیشتری بودند (جدول ۲). کشت و کار در این مناطق منجر به اتلاف نیتروژن کل خاک شد. کاهش نیتروژن آلی بر اثر کشت و کار احتمالاً به دلیل کاهش مقدار کربن ورودی به خاک‌های زراعی می‌باشد، چون در این خاک‌ها قسمت عمده‌ی ماده‌ی خشک بخش هوایی به صورت محصول برداشت و از زمین خارج می‌شود. به علاوه در اراضی زراعی، خاک مکرراً با شخم زیرورو می‌شود که موجب شکستگی خاکدانه‌های درشت می‌گردد و نیتروژن آلی محبوس شده در آن‌ها را در معرض حمله‌ی میکروبی قرار می‌دهد. بنابراین کربن ورودی کمتر و کربن خروجی بیشتر در اراضی زراعی یکی از دلایل عمده کاهش میزان نیتروژن آلی در این خاک‌ها می‌باشد (Cleveland et al., 2002; Elberling et al., 2003; Merino et al., 2004; Zach et al., 2006).

### نسبت کربن به نیتروژن توده زنده میکروبی (MBC/MBN)

در منطقه پره‌سر بر اثر تغییر کاربری اراضی در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر نسبت MBC/MBN از ۸/۷۵ در اراضی طبیعی به ۷/۰۱ کاهش (۲۰ درصد) پیدا کرد ($P\leq0/05$) و در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر بر اثر عملیات شخم و کشاورزی نسبت MBC/MBN به میزان ۱۳/۶ درصد کاهش یافت ($P\leq0/05$). همین طور نتایج نشان داد که این نسبت در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به طورمعنی‌دار بیش از عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر بود (جدول ۳). در منطقه گرگان تبدیل جنگل به اراضی زراعی نسبت کربن به نیتروژن توده زنده میکروبی را به طور معنی‌دار در هر دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر خاک کاهش (به ترتیب ۲۷/۴ و ۱۸/۸ درصد) داد. در عمق ۴۰-۰ نیز نسبت MBC/MBN در اراضی جنگلی ۳۰/۵ درصد بیشتر از مقدار این نسبت در اراضی زراعی بود. میانگین نسبت کربن به نیتروژن توده زنده میکروبی در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به طور معنی‌دار بیشتر از مقدار میانگین این نسبت در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر بود (جدول ۴). تغییر کاربری اراضی بکر به زراعی در هر دو منطقه نسبت کربن به نیتروژن توده زنده میکروبی را کاهش داد. این کاهش را می‌توان از دو جهت بررسی کرد. کاهش نسبت کربن به نیتروژن میکروبی نشان دهنده افزایش سهم باکتری‌ها به قارچ‌ها از جمعیت کل میکروبی خاک بر اثر تغییر کاربری است، به عبارتی جمعیت قارچی خاک بیش از جمعیت باکتریایی آن کاهش یافته است. از طرف دیگر، کاهش این نسبت مبین افزایش معدنی شدن خالص نیتروژن و تثبیت کمتر آن در توده زنده میکروبی می‌باشد (Raiesi & Asadi, 2006; Raiesi, 2007). همچنین عواملی از قبیل کیفیت متفاوت پوشش گیاهی، کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنه در خاک‌های زراعی، درجه بالای پوسیدگی مواد آلی خاک‌های کشت شده نسبت به خاک‌های بکر و تسریع فرآیند اکسیداسیون کربن آلی بر اثر کشت و کار نیز می‌توانند تاثیرگذار باشند (Caravaca & Roldan, 2003).

جدول ٤- اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل (بکر) به کشاورزی (زراعی) بر شاخص‌های بیولوژیک اندازه گیری شده در دو عمق ۰-۲۰ و ۲۰-٤۰ سانتیمتر منطقه گرگان (n=۳)

**Table 4- Effect of land use changes from forest (uncultivated) to farm (cultivated) on measured biological indices in two depths 0-20 and 20-40 cm of Gorgan region (n=3)**

| کاربری<br>Land use | عمق<br>Depth (cm) | MBC<br>(mg $kg^{-1}$soil) | MBN<br>(mg $kg^{-1}$soil) | MBC/MBN | Cmin<br>(mg $kg^{-1}$soil) | Nmin<br>(mg $kg^{-1}$soil) | SIR<br>(mg $kg^{-1}$soil) | $qCO_2$<br>(µgC $g^{-1}$MBC $day^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جنگل<br>Forest | 0-20 | 1350(64.3)a | 161(8.18)a | 8.39(.09)a | 917(3.54)a | 63.4(0.78)a | 32.5(0.28)a | 21.1(1.08)b |
| | 20-40 | 309(12.2)b | 41.7(2.03)b | 7.43(0.14)b | 388(19.1)b | 27.8(1.14)b | 18.4(0.59)b | 51.6(2.78)ab |
| کشاورزی<br>Cultivated | 0-20 | 235(6.67)b | 38.7(0.67)b | 6.09(0.15)c | 301(3.97)c | 19.9(0.26)d | 17.9(0.55)bc | 58.6(1.18)a |
| | 20-40 | 165(29.982)b | 27.0(3.78)b | 6.03(0.24)c | 346(1.89)bc | 24.3(0.16)c | 16.0(0.14)c | 80.6(13.1)a |
| اختلاف معنی‌دار توکی<br>HSD Tukey | | 164 | 21.1 | 0.75 | 44.8 | 3.23 | 1.92 | 30.7 |
| **تجزیه واریانس**<br>**Analysis of variance** | | | | | | | | |
| کاربری<br>Land use (L) | | $303^{***}$ | $219^{***}$ | $124^{***}$ | $1107^{***}$ | $1090^{***}$ | $402^{***}$ | $24.0^{**}$ |
| عمق<br>Depth (D) | | $236^{***}$ | $200^{***}$ | $9.30^{*}$ | $599^{***}$ | $483^{***}$ | $359^{***}$ | $15.1^{***}$ |
| کاربری × عمق<br>L × D | | $180^{***}$ | $135^{***}$ | $7.34^{*}$ | $838^{***}$ | $787^{***}$ | $209^{***}$ | $0.40^{ns}$ |

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار ($P\geq$۰/۰۵) است؛

$^{***}$، $^{**}$، $^{*}$ و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱، ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار، مقادیرخطای استاندارد در پرانتز نشان داده شده‌اند.

* Cmin و Nmin به مدت ۱۱ هفته محاسبه و به صورت تجمعی گزارش گردیده اند.

Means with same letters in each column do not have significant differences based on Tukey test at $P\leq0.05$

$^{***}$, $^{**}$, $^{*}$ and $^{ns}$, significant at 0.001, 0.01 and 0.05 probability level and nonsignificant, respectively; standard error amounts are given in parenthesis.

Cmin and Nmin are reported for 11 weeks and cumulatively.

**تنفس میکروبی (Cmin)**

در منطقه پره‌سر تفاوت معنی‌داری بین تنفس میکروبی اراضی جنگلی ($mg.kg^{-1}$ ۹۱۵) با اراضی کشاورزی ($mg.kg^{-1}$ ۸۹۹) در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر مشاهده نگردید. همچنین چنین وضعتی در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر نیز وجود داشت، به طوری که تنفس میکروبی اراضی جنگلی ($mg.kg^{-1}$ ۳۰۳) با اراضی کشاورزی ($mg.kg^{-1}$ ۳۴۸) تفاوت معنی‌دار نداشت، ولی در منطقه گرگان تغییر کاربری اراضی و تبدیل اراضی جنگلی به مزرعه موجب کاهش معنی‌دار تنفس میکروبی طی ۷۷ روز انکوباسیون در هر دو لایه خاک به ویژه در لایه سطحی گردید (جدول ۴). در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر تنفس میکروبی از $mg.kg^{-1}$ ۹۱۷ در اراضی جنگلی به $mg.kg^{-1}$ ۳۰۱ در اراضی زراعی رسید. در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر نیز میزان آن از $mg.kg^{-1}$ ۳۸۸ در اراضی جنگلی به $mg.kg^{-1}$ ۳۴۱ در اراضی زراعی رسید. نتایج این مطالعه نشان داد که کشت و کار طولانی مدت در اراضی بکر گرگان میزان تنفس تجمعی را کاهش داد. علت این کاهش را می توان چنین توجیه کرد که در طولانی مدت کاهش ورودی بقایای آلی و افزایش سرعت تجزیه منابع کربن سبب کاهش جمعیت و فعالیت ریزجانداران خاکزی می‌گردد و به تبع آن میزان تفس خاک نیز کاهش می‌یابد. کاهش توده زنده میکروبی نیز مؤید این مطلب است.

بطور کلی، خاک‌های جنگلی نسبت به زوج کشت شده خود، دارای تنفس میکروبی بیشتری در لایه سطحی بودند که این وضعیت در لایه عمقی نیز اغلب مشاهده می‌شود. تنفس میکروبی بالاتر در خاک‌های بکر جنگلی را می‌توان به کربن آلی بیشتر در این خاک‌ها نسبت داد. هدر رفت مواد آلی خاک بر اثر کشت و کار و مدیریت نامناسب خاک اغلب به عنوان عامل اصلی کاهش تنفس خاک در خاک‌های زراعی نسبت به خاک‌های بکر گزارش شده است (Zeng et al., 2009). دلیل بالا بودن تنفس در اراضی جنگلی به مواد آلی بالایی که سالیانه به سطح خاک اضافه می‌شود نسبت داده می‌شود. همچنین هدر رفت مواد آلی در نتیجه عملیات شخم و مدیریت نامناسب در اراضی کشت شده را علت کاهش تنفس خاک در این اراضی می‌دانند (Chander et al., 1998; Su et al., 2004; Khormali & Shamsi, 2009).

**نیتروژن معدنی شده (Nmin)**

در منطقه پره‌سر تبدیل اراضی جنگلی به شالیزار موجب کاهش اندک نیتروژن معدنی شده طی ۷۷ روز انکوباسیون در هر دو عمق گردید (جدول ۳). در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر نیتروژن معدنی شده از $mg.kg^{-1}$ ۶۳/۴ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک در اراضی جنگلی به $mg.kg^{-1}$ ۶۱/۶ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک در اراضی زراعی کاهش نشان داد. در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر نیز میزان آن از $mg.kg^{-1}$ ۲۱/۹ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک در اراضی جنگلی به $mg.kg^{-1}$ ۲۵/۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک در اراضی زراعی رسید. در این منطقه اثر عمق بر درصد معدنی شدن نیتروژن معنی‌دار بود. در منطقه گرگان تغییر کاربری اراضی و تبدیل اراضی جنگلی به مزرعه موجب کاهش معنی‌دار نیتروژن معدنی شده در طی ۷۷ روز انکوباسیون در هر دو عمق به ویژه در عمق اول گردید (جدول ۴). در عمق ۲۰-۰ سانتی-متر نیتروژن معدنی شده از $mg.kg^{-1}$ ۶۳/۴ در اراضی جنگلی به $mg.kg^{-1}$ ۱۹/۹ در اراضی زراعی رسید. در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر نیز میزان آن از $mg.kg^{-1}$ ۲۷/۸ در اراضی جنگلی به $mg.kg^{-1}$ ۲۴/۳ در اراضی زراعی رسید. بررسی میزان معدنی شدن نیتروژن نشان داد که در منطقه گرگان تغییر کاربری اراضی سبب کاهش نیتروژن معدنی شده گردید. این کاهش را می‌توان به کاهش ورود بقایای آلی و در نتیجه کاهش میزان نیتروژن خاک و نیز کاهش فعالیت و جمعیت ریزجانداران خاکزی نسبت داد.

آنتیونیس و همکاران (Antheunisse et al., 2007) دینامیک نیتروژن را در دو کاربری اراضی مرتع نیمه طبیعی و مرتع کشت شده بررسی و مشاهده نمودند نیتروژن معدنی در ابتدا در خاک مرتع کشت شده در مقایسه با مرتع نیمه طبیعی بیشتر بود، ولی در طول آزمایش بین خاک‌های مرتع نیمه طبیعی و مرتع کشت شده میزان نیتروژن معدنی ثابت بود. در خاک مرتع کشت شده نیترات گونه غالب بود.

**تنفس ناشی از سوبسترا (SIR)**

در منطقه پره‌سر اثر تغییر کاربری اراضی بر تنفس ناشی از سوبسترامعنی‌دار نبود (جدول ۳) و تفاوتمعنی‌دار بین تنفس ناشی از سوبسترا در اراضی جنگلی و زراعی در عمق ۴۰-۰ سانتی‌متر وجود نداشت، ولی اثر متقابل بین کاربری اراضی و عمق بر تنفس ناشی از سوبسترا معنی‌دار و در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر در اراضی زراعی کمتر از تنفس ناشی از سوبسترا در اراضی جنگلی بود (۸/۳ درصد). با این حال، در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر تفاوت معنی‌دار بین تنفس ناشی از سوبسترا در اراضی زراعی و جنگلی وجود نداشت. تنفس ناشی از سوبسترا با افزایش عمق کاهش پیدا کرده و در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر بیشتر از تنفس ناشی از سوبسترا در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر بود.

در منطقه گرگان اثر کاربری اراضی و اثر متقابل کاربری اراضی و عمق بر تنفس ناشی از سوبسترا معنی‌دار بود (جدول ۴) و در عمق-های ۴۰-۰، ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر تنفس ناشی از سوبسترا در اراضی زراعی به طور معنی‌دار کمتر از تنفس ناشی از سوبسترا در اراضی جنگلی بود. در عمق cm ۲۰-۰ عملیات کشاورزی در اراضی طبیعی باعث کاهش ۴۵ درصدی تنفس ناشی از سوبسترا و در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر باعث کاهش ۱۳ درصدی تنفس ناشی از سوبسترا گردید. در این منطقه تنفس ناشی از سوبسترا در عمق‌های بالایی

بیشتر از عمق‌های پائینی بود. کاهش تنفس ناشی از سوبسترا بر اثر تغییر کاربری اراضی نشان از کاهش جمعیت و فعالیت ریزجانداران خاک بر اثر کشت و کار طولانی مدت و کاهش ورود بقایای آلی می‌باشد که همانند سایر شاخص‌های بیولوژیکی دیگر کاهش یافته است.

تکلی و همکاران (Teklay et al., 2006) اثر دو کاربری اراضی شامل کشاورزی و جنگل کشت شده را در اتیوپی جنوبی بر تنفس میکروبی بعد از اضافه کردن کربن-گلوکز و فسفر یا نیتروژن معدنی به خاک بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که اگر چه میزان کربن تجمعی آزاد شده از تنفس در خاک‌های جنگلی بیشتر از مزرعه بود، اما تنفس ناشی از سوبسترا در خاک‌های مزرعه بیشتر از مقادیر آن در خاک‌های جنگلی بود. این می تواند ناشی از فقر مواد آلی (سوبسترا) در خاک‌های زراعی منطقه مورد مطالعه باشد.

### ضریب متابولیکی ($qCO_2$)

کشت و کار در اراضی بکر مرتعی و جنگلی پره‌سر سبب افزایش ضریب متابولیکی در هر دو عمق نمونه برداری گردید (جداول ۳ و ۴). در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر ضریب متابولیکی از $\mu gC$) ($\mu gC\ gMBC^{-1}\ day^{-1}$) ۲۴/۲ $gMBC^{-1}\ day^{-1}$) در اراضی جنگلی تا ۳۹/۲ [1]) در اراضی زراعی متغیربود و معادل ۶۲٪ افزایش یافت ($P\leq$۰/۰۵). همچنین افزایش ضریب متابولیکی بر اثر تبدیل اراضی جنگلی به اراضی زراعی در منطقه گرگان در هر دو عمق‌های ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر مشاهده شد، البته این افزایش تنها در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر خاک معنی‌دار بود. افزایش ضریب متابولیکی در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر (۱۷۸ درصد) بیشتر از افزایش در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر (۵۶ درصد) بود. به طور میانگین ضریب متابولیکی به طور معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر بیشتر از ضریب متابولیکی در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر بود. افزایش ضریب متابولیکی با توجه به نتایج قبلی به دست آمده در این تحقیق قابل پیش بینی بود، چرا که تغییر کاربری اراضی در اکثر مناطق سبب کاهش شاخص‌های بیولوژیکی کیفیت خاک نظیر کربن، نیتروژن، کربن و نیتروژن توده زنده میکروبی گردید که تمامی آنها نشان از وجود شرایط تنش برای ریزجانداران خاک است، به طوری که تغییر کاربری اراضی با تغییر نوع بقایای آلی وارد شده به خاک، تغییر و کاهش جمعیت و فعالیت میکروبی و نیز آشفتگی شرایط پایدار خاک بر اثر عملیات خاکورزی و تردد ماشین آلات خاک سبب افزایش این شاخص گردیده است. موسکاتلی و همکاران (Moscatelli et al., 2007) ضریب متابولیکی را در سه کاربری اراضی جنگل، مرتع و زراعی بررسی و مشاهده نمودند ضریب متابولیکی در خاک‌های زراعی حداکثر در حالی که در خاک‌های جنگل مخروطیان کمترین بود. مقادیر بالاتر ضریب متابولیکی در خاک‌های کشت شده در مقایسه با خاک‌های جنگلی نشان می‌دهد که توده میکروبی در خاک‌های کشت شده به ازای هر واحد کربن آلی خود مقدار بیشتری از کربن آلی خاک را معدنی نموده و به گازکربنیک تبدیل می‌کند. تجزیه‌ی بیشتر کربن آلی خاک‌های کشت شده احتمالاً به دلیل C/N پایین‌تر آنها باشد که فرآیند تجزیه‌ی آن‌ها را تسریع می‌کند. مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار در خاک‌های زراعی به کاهش C/N ماده‌ی آلی خاک‌های زراعی کمک نموده و این فرآیند معدنی شدن آنها را تسریع می‌کند (Moscatelli et al., 2007; Zeng et al., 2007).

### تأثیر تغییر کاربری و عمق بر فعالیت آنزیم‌های خاک

#### الف) اوره آز

در منطقه پره‌سر ( جدول ۵)، تغییر کاربری اراضی از جنگل به شالیزار بر میزان فعالیت آنزیم اوره‌آز در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر اثرمعنی‌دار نداشت، اما میزان فعالیت این آنزیم را در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر به طورمعنی‌دار کاهش داد. در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر میزان فعالیت آنزیم اوره‌آز از ($\mu gNH_4^+\ g^{-1}\ 2h^{-1}$) ۱۷۱ در اراضی طبیعی به ۱۶۳ در اراضی کشت شده تنزل (۴/۷ درصد) یافت. بر عکس، تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعی در منطقه گرگان (جدول ۶) میزان فعالیت آنزیم اوره‌آز را در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر خاک به طور معنی‌دار کاهش داده است، اما تغییرات فعالیت این آنزیم در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر معنی‌دار نبود. در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر میزان فعالیت آنزیم اوره‌آز در اراضی جنگلی ۱/۵ برابر اراضی زراعی بود. در این منطقه میزان فعالیت آنزیم اوره‌آز با افزایش عمق به طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد. کاهش فعالیت اوره‌آز در این مناطق ممکن است به دلیل کاهش ترشحات ریشه و فعالیت ریزجانداران خاکزی ناشی از کاهش بقایای آلی اضافه شده به خاک و نیز ورود آمونیوم ناشی از مصرف کودهای نیتروژنه باشد. بر اثر کاهش بقایای آلی آزاد شدن این آنزیم از منابع گیاهی از یک طرف و از طرف دیگر، مقدار و فعالیت ریزجانداران خاکزی نیز به دلیل کاهش بقایای آلی و در نتیجه تولید و ترشح این آنزیم کاهش می یابد.

زنگ و همکاران (Zeng et al., 2009) نیز مشاهده نمودند که فعالیت آنزیم اوره‌آز تحت تأثیر نوع کاربری اراضی، فصل نمونه‌برداری و اثر متقابل این دو قرار گرفت. فعالیت این آنزیم رابطه معنی‌دار با میزان رطوبت، کربن آلی خاک، نیتروژن کل، فسفر کل و غلظت $NH_4^+$-N داشت.

جدول ۵- اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی بر فعالیت اوره آز، آلکالاین و اسید فسفاتاز، اینورتاز و آریل سولفاتاز خاک در دو عمق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتیمتر در پره‌سر (n=۳)

Table 5- Effect of land use changes from forest to farm on enzymes activity Urease, ALP, ACP, Invertase and Aryl in two depths 0-20 and 20-40 cm of Paresar region (n=3)

| نوع کاربری<br>Land use | عمق<br>Depth (cm) | Urease<br>($\mu gNH_4^+ g^{-1} 2h^{-1}$) | ALP<br>($\mu gPNP\ g^{-1}\ h^{-1}$) | ACP<br>($\mu gPNP\ g^{-1}\ h^{-1}$) | Invertase<br>($\mu g$ Glucose $g^{-1}$ 24 $h^{-1}$) | Aryl<br>($\mu gPNP\ g^{-1}\ h^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| جنگل<br>Forest | 0-20 | 176(2.60)a | 658(4.10)a | 673(18.80)a | 216(14.2)a | 142(15.5)a |
| | 20-40 | 171(0.88)a | 584(3.76)b | 530(21.6)b | 148(6.06)b | 109(5.66)a |
| زراعی<br>Cultivated | 0-20 | 175(0.88)a | 649(1.73)a | 696(15.0)a | 189(8.29)ab | 131(6.06)a |
| | 20-40 | 163(0.88)b | 592(7.21)b | 522(19.0)b | 160(8.99)b | 109(4.98)a |
| اختلاف معنی‌دار توکی<br>HSD Tukey | | 6.84 | 21.0 | 85.0 | 44.6 | 41.5 |
| **تجزیه واریانس**<br>Analysis of Variance | | | | | | |
| کاربری<br>Land use (L) | | $10.3^{*}$ | $0.01^{ns}$ | $0.17^{ns}$ | $0.56^{ns}$ | $0.41^{ns}$ |
| عمق<br>Depth (D) | | $34.3^{**}$ | $200^{***}$ | $71.2^{***}$ | $24.1^{***}$ | $8.79^{*}$ |
| کاربری × عمق<br>L × D | | $4.40^{ns}$ | 3.36 ns | $0.67^{ns}$ | $3.86^{ns}$ | $0.41^{ns}$ |

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار ($P\geq$۰/۰۵) است.

***، **، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار، مقادیرخطای استاندارد در پرانتز نشان داده شده‌اند.

Means with same letters in each column do not have significant differences based on Tukey test at $P\leq 0.05$

***, **, * and ns, significant at 0.001, 0.01 and 0.05 probability level and non-significant, respectively; standard error amounts are given in parenthesis.

**جدول ٦- اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی بر فعالیت اوره آز، آلکالاین و اسید فسفاتاز، اینورتاز و آریل سولفاتاز خاک در دو عمق ۰-۲۰ و ۲۰-٤۰ سانتیمتر در گرگان (n=۳)**

**Table 6- Effect of land use changes from forest to farm on enzymes activity Urease, ALP, ACP, Invertase and Aryl in two depths 0-20 and 20-40 cm of Gorgan region (n=3)**

| نوع کاربری<br>Land use | عمق<br>Depth (cm) | Urease<br>($\mu gNH_4^+ g^{-1} 2h^{-1}$) | ALP<br>($\mu gPNP\ g^{-1}\ h^{-1}$) | ACP<br>($\mu gPNP\ g^{-1}\ h^{-1}$) | Invertase<br>($\mu g\ Glucose\ g^{-1}\ 24\ h^{-1}$) | Aryl<br>($\mu gPNP\ g^{-1}\ h^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| جنگل<br>Forest | 0-20 | 237(9.64)a | 910(31.7)a | 472(9.29)a | 189(13.7)a | 99.0(4.93)a |
| | 20-40 | 173(9.56)b | 685(10.6)b | 409(9.56)b | 126((6.002)b | 70.0(5.20)b |
| زراعی<br>Cultivated | 0-20 | 158(11.1)b | 861(15.6)a | 466(7.80)a | 116(8.96)b | 76.0(4.36)b |
| | 20-40 | 135(14.5)b | 695(10.4)b | 405(12.7)b | 89.7(8.83)b | 67.3(5.61)b |
| اختلاف معنی‌دار توکی<br>HSD Tukey | | 51.6 | 86.7 | 45.2 | 44.3 | 22.8 |
| **تجزیه واریانس**<br>Analysis of Variance | | | | | | |
| کاربری<br>Land use (L) | | $26.4^{***}$ | $1.05^{ns}$ | $0.25^{ns}$ | $31.2^{***}$ | $6.47^{*}$ |
| عمق<br>Depth (D) | | $14.4^{**}$ | $104^{***}$ | $38.6^{***}$ | $20.8^{**}$ | $13.9^{**}$ |
| کاربری × عمق<br>L × D | | $3.24^{ns}$ | $2.35^{ns}$ | $0.01^{ns}$ | $3.51^{ns}$ | $4.06^{ns}$ |

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار ($P\geq$۰/۰۵) است.

***، **، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار، مقادیرخطای استاندارد در پرانتز نشان داده شده‌اند.

Means with same letters in each column do not have significant differences based on Tukey test at $P\leq 0.05$

***, **, * and ns, significant at 0.001, 0.01 and 0.05 probability level and non-significant, respectively; standard error amounts are given in parenthesis.

**ب) فسفاتاز**

در منطقه پره‌سر بر اساس نتایج جدول ۵، تغییر کاربری اراضی از جنگل به شالیزار بر میزان فعالیت آنزیم آلکالاین فسفاتاز در هر دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری اثرمعنی‌دار نداشت، اما میزان فعالیت این آنزیم در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر هر دو کاربری نسبت به عمق ۲۰-۰ به طورمعنی‌دار کاهش یافت. در اراضی جنگلی میزان فعالیت آنزیم آلکالاین فسفاتاز از ($\mu gPNP\ g^{-1}\ h^{-1}$) ۶۵۸ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ($\mu gPNP\ g^{-1}\ h^{-1}$) ۵۸۴ در عمق ۴۰-۲۰ سانتی-متر رسید که معادل ۱۳ درصد کاهش بوده و معنی‌دار می‌باشد. در اراضی زراعی نیز میزان فعالیت آنزیم آلکالاین فسفاتاز از ۶۴۹ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ۵۹۲ در در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر رسید که معادل ۱۰ درصد کاهش بود و معنی‌دار می‌باشد. تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعی در منطقه گرگان (جدول ۶) بر میزان فعالیت آنزیم آلکالاین فسفاتاز در هر دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر اثرمعنی‌دار نداشت، اما میزان فعالیت این آنزیم در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر هر دو کاربری نسبت به عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به طورمعنی‌دار کاهش یافت. در اراضی جنگلی میزان فعالیت آنزیم آلکالاین فسفاتاز از ۹۱۰ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ۶۸۵ در در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر رسید که معادل ۱۳/۳ درصد کاهش بوده و معنی‌دار می‌باشد. در اراضی زراعی نیز میزان فعالیت آنزیم آلکالاین فسفاتاز از ۸۶۱ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ۶۹۵ در در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر رسید که معادل ۲۴ درصد کاهش و معنی‌دار بود. کلولاند و همکاران (Cleveland et al., 2003) نیز فعالیت فسفاتاز قلیایی مشابهی در دو کاربری جنگل و مرتع در خاک‌های اکسی سول مشاهده نمودند، ولی توده زنده میکروبی در جنگل بیشتر از مرتع بود. این در حالی است که کاراواکا و همکاران (Caravaca et al., 2002) اثرات کاربری اراضی را بر خصوصیات بیوشیمیایی مربوط به فعالیت میکروبی خاک که در بر گیرنده چرخه عناصر می‌باشد بررسی و مشاهده نمودند فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی پس از انجام عملیات مختلف کشاورزی به طور اساسی کاهش یافت و مقدار این آنزیم در خاک‌های کشت شده کمتر از خاک‌های کشت نشده بود.

روند تغییرات آنزیم فسفاتاز اسیدی (ACP) مشابه آنزیم آلکالاین فسفاتاز در هر دو منطقه مورد مطالعه بود. در منطقه پره‌سر، تغییر کاربری اراضی از جنگل به شالیزار بر میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی در هر دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری اثر معنی‌دار نداشت، اما میزان فعالیت این آنزیم در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر هر دو کاربری نسبت به عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری به طورمعنی‌دار کاهش یافت (جدول ۵). میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی در اراضی جنگلی، از ۶۷۳ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ۵۳۰ در در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر رسید که معادل ۲۷ درصد کاهش بود و معنی‌دار گردید. در اراضی زراعی نیز میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی از ۶۹۶ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ۵۲۲ در در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر رسید که معادل ۳۳ درصد کاهش بوده و معنی‌دار می‌باشد (جدول ۵). در منطقه گرگان نیز تغییر کاربری اراضی (جدول ۶) بر فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی در هر دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری اثرمعنی‌دار نداشت، اما میزان فعالیت این آنزیم در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر هر دو کاربری نسبت به عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری به طورمعنی‌دار کاهش یافت. در اراضی جنگلی میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی از ۴۷۲ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ۴۰۹ در در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر رسید که معادل ۱۵/۴ درصد کاهش بوده و معنی‌دار شد. در اراضی زراعی نیز میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی از ۴۶۶ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ۴۰۵ در در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر رسید که معادل ۱۵ درصد کاهش بوده و معنی‌دار گردید (جدول ۶).

**ج) اینورتاز**

در منطقه پره‌سر تبدیل اراضی طبیعی و بکر به اراضی کشاورزی باعث کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم اینورتاز در عمق cm ۲۰-۰ گردید (جدول ۵)، ولی این کاهش در عمق cm ۴۰-۲۰معنی‌دار نبود. در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر انجام عملیات کشاورزی در اراضی جنگلی میزان فعالیت آنزیم اینورتاز را ۱۲/۵ درصد کاهش داده است. کشت و کار در اراضی جنگلی منطقه گرگان نیز سبب کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم اینورتاز در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر شد (جدول ۶)، اما تأثیر آن بر فعالیت اینورتاز در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر معنی‌دار نبود. در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر مقدار فعالیت آنزیم اینورتاز از ( $\mu g\ Glucose\ g^{-1}\ 24\ h^{-1}$) ۱۸۹ در اراضی جنگلی به ($\mu g\ Glucose\ g^{-1}\ 24\ h^{-1}$) ۱۱۶ رسید که معادل ۳۸/۶ درصد کاهش می‌باشد. به عبارت دیگر، در منطقه گرگان نیز همانند منطقه پره‌سر، فعالیت آنزیم اینورتاز با افزایش عمق به طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد. چنانچه زنگ و همکاران (Zeng et al., 2009) گزارش کرده‌اند فعالیت اینورتاز رابطه مثبت با pH خاک، مقدار رطوبت، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر کل، غلظت $NO_3^-$–N و رابطه منفی با نسبت C/N، C/P، غلظت $NH_4^+$– N و ضریب متابولیکی خاک داشت. لذا با توجه به کاهش کربن آلی، نیتروژن کل و افزایش ضریب متابولیکی بر اثر تغییر کاربری اراضی می‌توان انتظار داشت که فعالیت این آنزیم کاهش یابد. ترسارسپدا و همکاران (Trasar-Cepeda et al., 2008) نیز گزارش کردند فعالیت آنزیم اینورتاز در مرتع و جنگل احیا شده شبیه فعالیت این آنزیم در جنگل بلوط (خاک مرجع) بود. زنگ و همکاران (Zeng et al., 2009) مشاهده نمودند که فعالیت آنزیم اینورتاز تحت تأثیر نوع کاربری اراضی، فصل نمونه‌برداری و اثر متقابل این دو قرار گرفت.

**د) آریل سولفاتاز**

در منطقه پره‌سر بر اساس نتایج جدول ۵، تغییر کاربری اراضی از جنگل به شالیزار بر میزان فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز در هر دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری اثر معنی‌دار نداشت. همچنین میزان فعالیت این آنزیم در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر هر دو کاربری نسبت به عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری تغییر معنی‌دار نیافت. تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعی در منطقه گرگان (جدول ۶) بر میزان فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر اثرمعنی‌دار داشت، به طوریکه در این عمق میزان فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز از ۹۹ به ۷۶ $\mu gPNP\ g^{-1}\ h^{-1}$ رسید که معادل ۳۰ درصد کاهش معنی‌دار می‌باشد. در مقابل تغییر کاربری اراضی بر میزان فعالیت این آنزیم در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر باعث کاهش ۷۰ به ۶۷/۳ شد که معنی‌دار نبود. در اراضی جنگلی میزان فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز از ۹۹ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ۷۰ در در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر رسید که معادل ۴۱/۴ درصد کاهش بوده و معنی‌دار می‌باشد ولی در اراضی زراعی میزان فعالیت این آنزیم از ۷۶ در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به ۶۷/۳ در در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متر رسید که معادل ۱۳ درصد کاهش بوده و غیرمعنی‌دار بود. در مطالعه ای که توسط آکوستا-مارتینز و همکاران (Acosta-Martinez et al., 2007) در خصوص تأثیر کاربری اراضی بر فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز در یک آبخیز استوایی در کشور پورتوریکو انجام شد نیز مشاهده گردید که فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز به صورت زیر به کاربری اراضی پاسخ داد: کشاورزی<جنگل=مرتع که تا حدودی با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

با بر هم خوردن تعادل خاک به عنوان یک اکوسیستم طبیعی، تعادل میان تولید و یا ورود و تجزیه مواد آلی شده که نهایتاً تغییر مقدار ماده آلی خاک را در پی دارد. تبدیل زمین‌های بکر جنگل به زمین‌های کشاورزی، معمولاً باعث کاهش میزان مواد آلی خاک گردیده که این امر به علت بازگشت کمتر ماده آلی به خاک از یک سو و افزایش سرعت تجزیه ماده آلی از سوی دیگر است (Lakzian et al., 2005).

## نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد تغییر کاربری اراضی سبب کاهش کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی و نیز نسبت آنها، تنفس خاک، معدنی شدن نیتروژن، تنفس ناشی از سوبسترا و فعالیت آنزیم‌ها در هر دو منطقه (به جز تنفس و معدنی شدن نیتروژن در منطقه پره‌سر) می‌گردد. تبدیل زمین های بکر جنگلی به زمین‌های کشاورزی، معمولاً باعث کاهش میزان مواد آلی خاک گردیده که به دلیل بازگشت کمتر ماده آلی به خاک از یک سو و افزایش سرعت تجزیه ماده آلی از سوی دیگر است. تبدیل کاربری جنگلی به زراعی و انجام عملیات خاکورزی باعث تغییر میزان ورود کربن به خاک، تغییر کیفیت بقایای آلی و به دنبال آن تغییر ترکیب جمعیت میکروبی خاک می‌گردد. همچنین احتمالاً تخریب ساختمان خاک و شکسته شدن خاکدانه‌های درشت و آزاد شدن کربن و عناصر غذایی حبس شده در بین خاکدانه‌های درشت، افزایش تهویه خاک بر اثر عملیات کشاورزی، سبب افزایش سرعت تجزیه بقایا و کاهش ذخیره عناصر غذایی خاک و به تبع آن کاهش جمعیت، ترکیب و فعالیت‌های میکروبی خاک که شاخص کیفیت، سلامت و حاصل خیزی خاک هستند، می‌گردد. با بر هم خوردن تعادل خاک به عنوان یک اکوسیستم طبیعی، تعادل میان تولید و یا ورود و تجزیه مواد آلی شده که نهایتاً تغییر ماده آلی خاک را در پی دارد. امروزه تبدیل عرصه‌های طبیعی همچون جنگل‌ها و مراتع به اراضی زراعی، با کاهش شدید شاخص‌های بیولوژیکی کیفیت خاک توأم بوده است که در نهایت منجر به تخریب خاک شده است، ولی می‌توان با استفاده از روش‌های شخم حداقل و بی‌خاکورزی و رعایت اصول کشاورزی پایدار باعث شد تا روند تخریبی شاخص‌های بیولوژیکی کیفیت خاک تعدیل شده و در مدت زمان کوتاه‌تری به تعادل با محیط برسند.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت‌های بی‌دریغ دانشگاه شهرکرد در اجرای این تحقیق صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می شود.

## منابع

1- Acosta-Martinez V., Cruz, L., Sotomayor-Ramirez, D., and Perez-Alegria, L. 2007. Enzyme activities as affected by soil properties and land use in a tropical watershed. Applied Soil Ecology 35: 35–45.
2- Alef, A., and Nannipieri, P. 1995. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press. UK. 567 pp.
3- Antheunisse, A.M., Loeb, R., Miletto, M., Lamers, L.P.M., Laanbroek, H.J., and Verhoeven, J.T.A. 2007. Response of nitrogen dynamics in semi-natural and agricultural grassland soils to experimental variation in tide and salinity. Plant and Soil 292: 45–61.
4- Brown, S., and Lugo, A.E. 1990. Effects of forest clearing and succession on the carbon and nitrogen content of

soils in Puerto Rico and US Virgin Is-lands. Plant and Soil 124: 53-64.
5- Burket, J.Z., and Dick, R.P. 1998. Microbial and soil parameters in relation to N mineralization in soils of diverse genesis under different management systems. Biology and Fertility of Soils 27: 430–438.
6- Caravaca, F., Masciandaro, F., and Ceccanti, B. 2002. Land use in relation to soil chemical and biochemical properties in a semiarid Mediterranean environment. Soil and Tillage Research 68: 23–30.
7- Caravaca, F., and Roldan, A. 2003. Effect of *Eisenia foetida* earthworms on mineralization kinetics, microbial biomass, enzyme activities, respiration and labile C fractions of three soils treated with a composted organic residue. Biology and Fertility of Soils 38: 45–51.
8- Chander, K., Goyal, S., Nandal, D.P., and Kapoor, K.K. 1998. Soil organic matter, microbial biomass and enzyme activities in a tropical agroforestry system. Biology and Fertility of Soils 27:168–172.
9- Cleveland, C.C., Townsend, A.R., and Schmidt, S.K. 2002. Phosphorus limitation of microbial processes in moist tropical forests: evidence from short-term laboratory incubations and field studies. Ecosystems 5: 680–691.
10-Cleveland, C.C., Townsend, A.R., Constance, B.C., and Schmidt, S.K. 2003. Soil microbial dynamics and biogeochemical cycling in lowland tropical rain forests and pastures of southwestern Costa Rica. Ecological Applications 13: 314-326.
11-Dalal, R.C. 1998. Soil microbial biomass, what do the numbers really mean? Australian Journal of Experimental Agriculture 38: 649–665.
12-Doran, J.W., Sarrantonio, M., and Lieberg, M.A. 1996. Soil health and sustainability. Advanced Agronomy 56:1-54.
13-Doran, J.W., and Parkin, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran J.W. et al. (Eds.), Defining soil quality for a sustainable environment, SSSA Special Publication. 35. SSSA and ASA, Madison, WI, pp. 3-21.
14-Elberling, B., Fensholt, R., Larsen, L., Petersen, A.I.S., and Sandholt, I. 2003. Water content and land use history controlling soil $CO_2$ respiration and carbon stock in savannah soil and groundnut fields in semi-arid Senegal. Danish Journal of Geography 103: 47-56.
15-Emadi, M., Baghernejad, M., and Memarian, H.R. 2009. Effect of land use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. Land Use Policy 26: 452–457.
16-Filip, Z. 2002. International approach to assessing soil quality by ecologically related biological parameters. Agriculture, Ecosystems and Environment 88: 164–174.
17-Gil-Sotres, F., Trasar-Cepeda, C., Leiros, M.C., and Seoane, S. 2005. Different approaches to evaluate soil quality using biochemical properties. Soil Biology and Biochemistry 37: 877–887.
18-Hajabbasi, M.A., Jalalian, A., and Karimzadeh, H.R. 1997. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran. Plant and Soil 190: 301-308. (In Persian with English Summary)
19-Islam, K.R., and Weil, R.R. 2000. Soil quality indicator properties in mid- Atlantic soils as influenced by conservation management. Journal of Soil and Water Conservation 55:69-78.
20-Jenkinson, D.S., and Powlson, D.S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. I. Fumigation with chloroform. Soil Biology and Biochemistry 8: 167–177.
21-Kennedy, A.C., and Papendick, R.I. 1995. Microbial characteristics of soil quality. Soil and Water Conservation Journal 50: 243-248.
22-Khormali, F., and Shamsi, S. 2009. Micromorphology and quality attributes of the loess derived soils affected by land use change: a case study in Ghapan watershed, northern Iran. Journal of Mountain Science 6: 197–204.
23-Kieft, T.L., and Rosacher, L.L. 1991. Application of respiration and adenylate– based soil microbiological assay to deep subsurface terrestrial sediments. Soil Biology and Biochemistry 23: 563-568.
24-Lakzian, A., Sheybani, S., Bahadorian, M., and Shaddel, L. 2005. Soil Microbiology. 1st Edition. Sokhan Gostar Publication, Mashhad, Iran. 556 pp. (In Persian)
25-Lal, R., Kimble, J.M., Follett, R.F., and Cole, C.V. 1998. The potential of US cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Ann Arbor Press, Chelsea, MI, USA.
26-Merino, A., Perez-Batallon, P., and Macıas-Responses, F. 2004. Responses of soil organic matter and greenhouse gas fluxes to soil management and land use changes in a humid temperate region of southern Europe. Soil Biology and Biochemistry 36: 917–925.
27-Moscatelli, M.C., Tizio, A.D., Marinari, S., and Grego, S. 2007. Microbial indicators related to soil carbon in Mediterranean land use systems, Soil and Tillage Research 97: 51–59.
28-Ndiaye, E.L., Sandeno, J.M., Mc Grath, D., and Dick R.P. 2000. Integrative biological indicators for detecting changes in soil quality. American Journal of Alternative Agriculture 15: 26-36.
29-Neill, C., Piccolo, M.P., Cerri, C.C., Steudler, P.A., Melillo, J.M., and Brito, M. 1997. Net nitrogen mineralization and net nitrification rates in soils following deforestation for pasture across the southwestern Brazilian Amazon Basin landscape. Oecologia 110: 243-252.
30-Raiesi, F. 2007. The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping systems may favor microbial indicators of soil quality in Central Iran. Agriculture, ecosystems and Environment 121: 309-318.
31-Raiesi, F., and Asadi, E. 2006. Soil microbial activity and turnover in native grazed and ungrazed rangelands in a

semiarid ecosystem. Biology and Fertility of Soils 43:76-82.
32-Rasmussen, P.E., Allmaras, R.R., Rohde, C.R., and Roager, Jr.N.C. 1980. Crop residue influence on soil carbon and nitrogen in a wheat fallow system. Soil Science Society of American Journal 44: 596-600.
33-Six, J., Elliot, E.T., and Paustian, K. 2000. Soil macroaggregate turn over and micro-aggregate formation for C sequestration under no-tillage agriculture. Soil Biology and Biochemistry 32: 2099-2103.
34-Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc. 512 pp.
35-Su, Y.Z., Zhao, H.L., Zhang, T.H., and Zhao, X.Y. 2004. Soil properties following cultivation and non-grazing of a semi-arid sandy grassland in northern China. Soil and Tillage Research 75: 27–36.
36-Tan, Z., and Lal, R. 2005. Carbon sequestration potential estimates with changes in land use and tillage practice in Ohio, USA. Agriculture, Ecosystems and Environment 111: 140-152.
37-Teklay, T., Nordgren, A., and Malmer, A. 2006. Soil respiration characteristics of tropical soils from agricultural and forestry land-uses at Wondo Genet (Ethiopia) in response to C, N and P amendments, Soil Biology and Biochemistry 38: 125–133.
38-Thrupp, L.A., Hecht, S., and Browder, J. 1997. The diversity and dynamics of shifting cultivation: myths, realities, and policy implications. World Resources Institute, Washington DC, USA.
39-Trasar-Cepeda, C., Leiros, M.C., and Gil-Sotres, F. 2000. Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oak wood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia N.W. Spain): specific parameters. Soil Biology and Biochemistry 32:747-755.
40-Trasar-Cepeda, C., Leiros, M.C., and Gil-Sotres, F. 2008. Hydrolytic enzyme activities in agricultural and forest soils. Some implications for their use as indicators of soil quality, Soil Biology and Biochemistry 40: 2146–2155.
41-Yakovchenko, V.I., Sikora, L.J., and Rauffman, D.D. 1996. A biologically based indicator of soil quality. Biology and Fertility of Soils 21: 245–251.
42-Zach, A., Tiessen, H., and Noellemeyer, E. 2006. Carbon turnover and $^{13}C$ natural abundance under land use change in the semiarid La Pampa, Argentina. Soil Science Society American Journal 70: 1541-1546.
43-Zeng, D.H., Hu, Y.L., S.X., Chang, S.X., and Fan, Z.P. 2009. Land cover change effects on soil chemical and biological properties after planting Mongolian pine (*Pinus sylvestris* var. Mongolica) in sandy lands in Keerqin, northeastern China. Plant and Soil 317: 121–133.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۴۶۷-۴۵۴

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 454-467

# ارزیابی شاخص‌های رشد و عملکرد دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) در رقابت با علف‌های هرز چاودار (*Secale cereale* L.) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)

بیژن سعادتیان[۱]، گودرز احمدوند[۲*] و فاطمه سلیمانی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

## چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی شاخص‌های رشدی و قدرت رقابتی دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط تداخل با دو گونه علف‌هرز باریک برگ و پهن برگ به صورت دو آزمایش فاکتوریل مجزا، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. در هر دو آزمایش، ارقام گندم الوند و سایسون با تراکم ثابت۴۵۰ بوته در مترمربع کشت شدند. در آزمایش اول، بذور علف‌هرز چاودار (*Secale cereale* L.) با تراکم‌های صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع در بین ردیف-های گندم کشت شد. در آزمایش دوم، سطوح تراکم علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) ۰، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته در مترمربع بود. نتایج آزمایش نشان داد که افزایش تراکم هر دو گونه علف‌هرز سبب کاهش شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول، دوام سطح برگ، دوام ماده خشک و عملکرد ارقام گندم شد. صفات یاد شده و عملکرد دانه رقم الوند در رقابت با هر دو گونه علف‌هرز کاهش کمتری نشان داد. ارتفاع رقم سایسون با افزایش تراکم علف‌هرز کاهش نشان داد، اما در رقم الوند چنین نبود. در تراکم‌های مورد بررسی علف‌هرز، تک بوته خردل وحشی نسبت به چاودار، خسارت بیشتری بر هر دو رقم گندم وارد کرد. به طور کلی، رقم الوند در تداخل با هر دو گونه علف‌هرز، از قدرت رقابتی بالاتری در مقایسه با سایسون برخوردار بود.

**واژه‌های کلیدی:** دوام شاخص سطح برگ، دوام ماده خشک، کاهش عملکرد، مدل

## مقدمه

امروزه با توجه به گسترش مقاومت علف‌های هرز به علف کش‌ها و اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از مصرف آن‌ها، توسعه راهکارهای اکولوژیک، به عنوان یک گزینه مناسب و کم هزینه برای مدیریت علف‌های هرز در جهت کاهش مصرف سموم از اولویت‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود (Dunan et al., 1995). روش‌هایی همچون تناوب، آیش، مدیریت کودی مناسب (Jordan, 1993)، استفاده از ارقام با قدرت رقابتی بالا (Jordan, 1993; Lemerle et al., 1996; Bussan et al., 1997; Horak & Loughin, 2000) در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، می‌تواند اعتماد و اطمینان بیشتر از کارایی علف کش‌ها را درپی داشته باشد. گزارش‌های باغستانی میبدی و زند (Baghestani Meybodi & Zand, 2004) نشان داد که ارقام گندم با قدرت رقابتی بالا در شرایط تداخل با دو گونه علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ ناخنک (*Goldbachia laevigata* DC) و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.)، علاوه برحفظ عملکرد خود، وزن خشک علف‌هرز را نسبت به ارقام غیررقیب کاهش دادند. راش و رادوسویچ (Roush & Radosevich, 1985) بیان داشتند که تداخل بین گیاه زراعی و علف‌های هرز می‌تواند به وسیله پارامترهای آنالیز رشد شامل وزن خشک گیاه، ارتفاع، شاخص سطح برگ کانوپی، نسبت ریشه به شاخ و برگ، نسبت آسیمیلاسیون خالص و نسبت برگی بودن مورد بررسی قرار گیرد. از این رو آنالیزهای رشد گیاهی به عنوان عاملی برای نشان دادن توانایی رقابت در بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز (Dunan & Zimdahl, 1991) و انتخاب ارقام با قدرت رقابتی بالا به کار می‌رود (Traore et al., 2003). یدوی و همکاران (Yadavi et al., 2006) در بررسی شاخص‌های رشد گیاه ذرت (*Zea mays* L.) در

۱ و ۲- به ترتیب دانشجویان کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان
(*- نویسنده مسئول: E-mail: gahmadvand@basu.ac.ir)

شرایط تداخل با تاج خروس (*Amaranthus retoflexus* L.) نشان دادند که با افزایش تراکم علف‌هرز، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک کاهش یافت. سمائی و همکاران (Samaei et al., 2004) نیز دریافتند که با افزایش تراکم علف‌هرز، از میزان سرعت رشد محصول در ارقام سویا (*Glycine max* L.) کاسته شد. دایل (Doyle, 1991) عنوان داشت که سطح برگ، عاملی تعیین کننده در رقابت برنج (*Oryza sativa* L.) و علف‌های هرز به شمار می‌رود.

حسن زاده دلویی و همکاران (Hasan zadeh delvoii et al., 2002) دریافتند که سرعت رشد گندم (*Triticum aestivum* L.) با افزایش تراکم علف‌هرز کاهش یافت. آنان این کاهش را به دلیل افت شاخص سطح برگ گندم در اثر رقابت عنوان کردند. امینی و همکاران (Amini et al., 2006) نیز در بررسی رقابت چاودار (*Secale cereale* L.) با گندم به نتایج مشابهی رسیدند. همچنین در تحقیقات دیگر، کاهش شاخص سطح برگ (Abrahimpour et al., 2006) و ماده خشک تجمعی گندم (Baghestani Meybodi & Zand, 2005) در رقابت با علف‌هرز گزارش شده است. دیانت و همکاران (Dianat et al., 2006) بیان داشتند که ویژگی‌های مرفولوژیکی و بیولوژیکی ارقام گندم با قدرت رقابتی بالاتر، آنها را موفق به کسب منابع بیشتر در شرایط تداخل می‌کند. خصوصیات ساختاری کانوپی که خود به عواملی نظیر شاخص سطح برگ، سرعت توسعه و دوام سطح برگ، توزیع فضایی و زمانی سطح برگ در عمق کانوپی، زاویه برگ‌ها و همچنین خصوصیات مورفولوژیکی مانند ارتفاع، تعداد پنجه یا شاخه‌های جانبی و غیره بستگی دارد، تعیین کننده قابلیت رقابت گونه‌ها برای بهره‌گیری مطلوب‌تر از نور می‌باشد (Daugovish et al., 1999). نتایج تحقیقات دونان و زیمدال (Dunan & Zimdahl, 1991) نشان داد که وزن خشک، سطح برگ و سرعت رشد مطلق بیشتر در طی فصل رشد، باعث افزایش قدرت رقابتی جو (*Hordeum vulgare* L.) در برابر یولاف وحشی (*Avena sativa* L.) گردید. حسن زاده دلویی و همکاران (Hasan zadeh delvoii et al., 2003) عواملی همچون ارتفاع، شاخص سطح برگ و توزیع عمودی برگ‌ها را در فرآیند رقابت مؤثر دانستند.

کوزنس و همکاران (Cousens et al., 1991) بیان داشتند که افزایش تراکم در اثر تداخل علف‌هرز با گیاه زراعی موجب رقابت برای نور و کاهش نور مؤثر در فتوسنتز گیاه مغلوب شده و سایر عوامل رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهد، در این میان آرایش کانوپی گیاه زراعی و علف‌هرز به ویژه ارتفاع گیاه تعیین کننده رقابت برای نور بوده و عامل مؤثر بر عملکرد گیاه زراعی به شمار می‌رود. بررسی رقابت بین گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* L.) و هیبریدهای مختلف سورگوم (*Sorghom vulgar* L.) نشان داد که در حضور این علف‌هرز، ماده خشک تجمعی، سطح برگ نسبی، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول سورگوم کاهش یافت، ولی هیبریدهای دارای قدرت رقابتی و ارتفاع بیشتر، دارای مقادیر بالاتری از صفات مذکور بودند و از رقابت با گاوپنبه کمتر تأثیر پذیرفتند (Traore et al., 2003).

بلک شاو (Blackshaw, 1993) اظهار داشت که در اکثر گونه‌های زراعی، رابطه مستقیم و مثبتی بین ارتفاع گیاه و قدرت رقابتی آن وجود دارد. دیانت و همکاران (Dianat et al., 2006) نیز یک همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع گندم و شاخص رقابت به دست آوردند. همچنین کورس و فورد–ویلیامز (Froud- Korres & williams, 2002) گزارش کردند که دو ویژگی ارتفاع و توانایی پنجه‌زنی در رقابت با علف‌هرز، حائز اهمیت می‌باشند. درصد کاهش عملکرد در حضور علف‌هرز نسبت به شرایط عدم تداخل، نشان دهنده تحمل محصول به رقابت علف‌هرز می‌باشد و هرچه درصد کاهش از نظر عددی بزرگ‌تر باشد، تحمل محصول کمتر و هرچه مقدار عددی کوچک‌تر باشد تحمل محصول بیشتر است (Callaway, 1992). برخی از تحقیقات حاکی از آن است که احتمالاً می‌توان ارقامی تولید کرد که ضمن داشتن توانایی خوب رقابتی با علف‌هرز، از عملکرد قابل قبولی نیز برخوردار باشند (Bussan et al., 1997). باتوجه به اینکه شاخص‌های رشد، ارتفاع و عملکرد به عنوان معیارهای مناسبی برای سنجش رقابت گیاه زراعی و علف‌های هرز به شمار می‌روند، این تحقیق با هدف بررسی توانایی رقابتی دو رقم گندم زمستانه با استفاده از شاخص‌های رشد و عملکرد در شرایط رقابت با دو گونه علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ، انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸–۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان با مختصات عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۱۷۴۱ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۳۳۰ میلی‌متر در سال، انجام شد. خاک مزرعه مورد آزمایش تا عمق ۳۰ سانتی‌متری دارای ۰/۷۶ درصد ماده آلی، pH حدود ۷/۵ و بافت سیلتی رسی بود. محل اجرای آزمایش سال قبل آیش‌گذاری شده بود. عملیات آماده‌سازی زمین، شامل شخم و دیسک در اوایل شهریور سال ۱۳۸۷ انجام شد. برای تأمین نیاز غذایی گندم، براساس تجزیه خاک و توصیه آزمایشگاه خاکشناسی، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم کود اوره به صورت خاک مخلوط همراه با عملیات آماده سازی به زمین اضافه شد. همچنین در اواخر پنجه‌زنی و اوایل گل‌دهی، کود اوره برای ارقام الوند (پابلند، زمستانه، بومی منطقه و متوسط عملکرد شش تن در هکتار) و سایسون (پاکوتاه، زمستانه، منشأ روسیه و عملکرد متوسط ۷/۵ تن در هکتار) به

ترتیب به میزان ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک مصرف شد. لازم به ذکر است که گندم رقم الوند به دلیل ارتفاع بیشتر (۱۱۵ سانتی‌متر) نسبت به رقم سایسون (۹۵ سانتی‌متر) قابلیت کود پذیری کمتری دارد. تحقیق حاضر به صورت دو آزمایش فاکتوریل مجزا، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به صورت افزایشی انجام شد. در هر دو آزمایش، ارقام گندم الوند و سایسون با تراکم ثابت ۴۵۰ بوته در مترمربع کشت شدند. در آزمایش اول، علف-هرز چاودار وحشی با تراکم صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع در بین ردیف‌های گندم کاشته شد. در آزمایش دوم، سطوح تراکم علف‌هرز خردل وحشی صفر، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته در مترمربع بود. بذور ارقام گندم با توجه به وزن هزار دانه و قوه نامیه، با تراکم مورد نظر به صورت کاملاً یکنواخت در کرت‌هایی به مساحت ۱۰/۸ مترمربع و با فواصل ردیف ۲۰ سانتی‌متری به صورت دستی، در تاریخ ۲۰ مهرماه کشت شد. در آزمایش اول، بذور چاودار وحشی جمع آوری شده از سطح مزارع دستجرد، به طور همزمان و با تراکم بالاتر از تیمارهای مورد نظر در بین ردیف‌های کاشت گندم جاگذاری شد. در آزمایش دوم بذور خردل وحشی پس از آنکه به مدت پنج روز به صورت مرطوب در دمای دو درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودند (Bagherani & Ghadiri, 1995)، با ماسه نرم مخلوط و در بین ردیف‌های کشت گندم به صورت دستی پاشیده شد. در مرحله ۴-۳ برگی، بوته‌های چاودار شمارش و با توجه به تراکم مورد نظر در صورت لزوم تنک شد. عملیات تنک سبک بر روی بوته‌های خردل وحشی در مرحله ۴-۳ برگی انجام شد و در اواسط اسفندماه پس از طی دوره سرمای زمستانه، تنک نهایی بوته‌ها صورت گرفت. آبیاری به صورت بارانی در طی فصل انجام شد. نمونه‌برداری‌ها از اواخر مرحله پنجه‌زنی گندم با فواصل ۱۵ روز انجام شد. در هر مرحله با کوادراتی به مساحت ۶۲۵ سانتی‌مترمربع به طور تصادفی از نیمه بالایی هر کرت دو نمونه برداشت شد. سطح برگ نمونه‌ها پس از تفکیک بوته‌های گندم و علف‌هرز، با دستگاه سطح برگ سنج مدل B-L-A971 اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و جهت محاسبه ماده خشک تجمعی[1] (TDM) توزین شدند. برای محاسبه شاخص سطح برگ[2] (LAI)، سرعت رشد محصول[3] (CGR)، دوام شاخص سطح برگ[4] (LAID) و دوام ماده خشک[5] (BMD) معادلات (۱) تا (۴) مورد استفاده قرار گرفت (Koocheki & Sarmadnia, 2006).

معادله (۱) $LAI= ([LA_1/G_A]+[LA_2/G_A])/2$

معادله (۲) $CGR= (W_2-W_1)/((t_2-t_1)\times G_A)$

معادله (۳) $LAID= \sum(LAI_1+LAI_2)/2\times(t_2-t_1)$

معادله (۴) $BMD= \sum(W_1+W_2)/2\times(t_2-t_1)$

در این معادلات، $W_1$ و $W_2$: به ترتیب وزن خشک کل در نمونه-برداری اول و دوم، $LA_1$ و $LA_2$: به ترتیب سطح برگ نمونه‌برداری اول و دوم، $t_1$ و $t_2$: به ترتیب زمان نمونه‌برداری اول و دوم و $G_A$: سطح نمونه‌برداری شده بر حسب مترمربع است.

مدل هذلولی سه پارامتره کوزنس (Cousens, 1985) به داده-های دوام شاخص سطح برگ، دوام ماده خشک و عملکرد دانه ارقام گندم در تیمارهای تداخل علف‌هرز برازش داده شدند. در مدل مذکور، Y: عملکرد دانه گندم (گرم در مترمربع)، LAID: دوام شاخص سطح برگ و یا دوام ماده خشک گندم، D: تراکم علف‌هرز (بوته در مترمربع)، $Y_{WF}$: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، دوام شاخص سطح برگ و یا دوام ماده خشک گندم در شرایط عدم تداخل، I: درصد کاهش صفت مورد نظر به ازای ورود اولین بوته علف‌هرز هنگامی که تراکم علف‌هرز به سمت صفر میل می‌کند و A: حداکثر درصد کاهش صفت مورد بررسی است.

معادله (۵)
$$Y = Y_{WF} \times \left[1 - \frac{I.D}{100\left(1 + \frac{I.D}{A}\right)}\right]$$

در طول فصل رشد، طی ۱۰ مرحله ارتفاع گندم و علف‌هرز اندازه-گیری شد. در هر مرحله به صورت تصادفی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه، در پنج نقطه ارتفاع گندم و علف‌هرز اندازه‌گیری و میانگین اعداد برای هر کرت منظور گردید.

به منظور بررسی روند تغییرات ارتفاع گندم و علف‌هرز در طی فصل، از معادله سیگموئیدی گامپرتز استفاده شد (Smith, 1981 & Draper). در این معادله، H: ارتفاع گندم یا علف‌هرز (برحسب سانتی‌متر)، $H_{max}$: بیشترین ارتفاع تخمینی آخر فصل گیاه، B و K به ترتیب ضرایب معادله، e: لگاریتم طبیعی و w: زمان (هفته بعد از کاشت) است.

معادله (۶) $H = H_{max}e^{Be^{Kw}}$

در پایان فصل رشد، برداشت نهایی از نیمه پایینی هر کرت با رعایت اثر حاشیه و با کوادراتی به مساحت یک مترمربع انجام شد. سپس بوته‌های گندم از علف‌های هرز چاودار و خردل وحشی تفکیک و پس از جداسازی دانه از کاه، عملکرد اقتصادی آن با استفاده از ترازوی ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS ver. 9.1 و رویه Proc Nlin انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

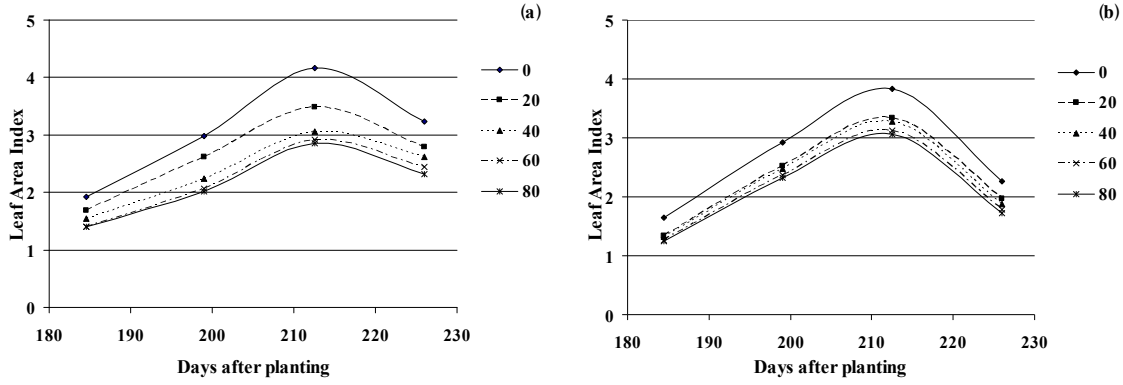
1- Total Dry Matter
2- Leaf Area Index
3- Crop Growth Rate
4 - Leaf Area Index Duration
5 - Biomass Duration

## نتایج و بحث

**شاخص سطح برگ:** همانطور که در شکل‌های ۱و ۲ ملاحظه می‌شود، روند تغییرات شاخص سطح برگ هر دو رقم گندم در شرایط تداخل با علف‌های هرز چاودار و خردل وحشی مشابه بود، به گونه‌ای که شاخص سطح برگ گندم در طی دوره رشد افزایش یافت و در مرحله گل‌دهی به بیشترین مقدار خود رسید. سپس به دلیل پیری و زرد شدن برگ‌های پایینی و فرایند انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به بخش‌های زایشی گیاه، شاخص سطح برگ کاهش یافت.

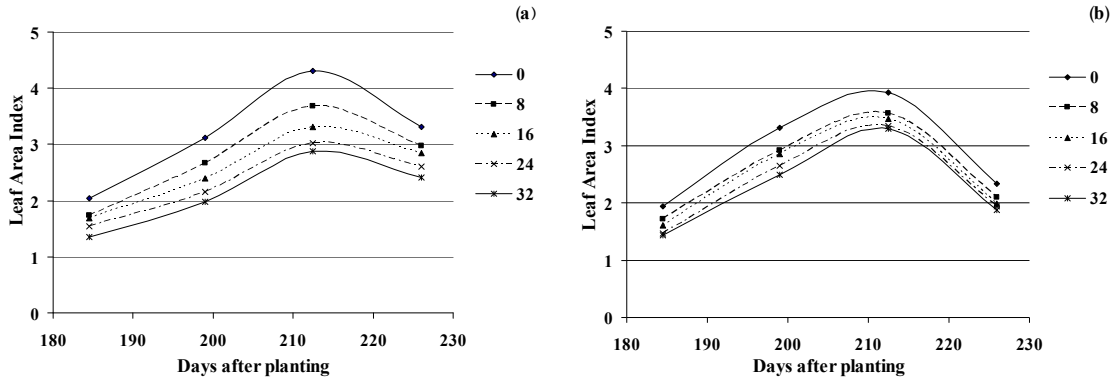
با افزایش تراکم چاودار، سطح برگ ارقام گندم تحت تأثیر رقابت کاهش یافت و بیشترین افت آن در حداکثر شاخص سطح برگ به دست آمد (شکل ۱). با توجه به این نتایج می‌توان دریافت که بیشترین تأثیر رقابت علف‌هرز چاودار بر شاخص سطح برگ گندم در مرحله گل‌دهی است. بررسی‌های یدوی و همکاران (Yadavi et al., 2006) نشان داد که با افزایش تراکم تاج خروس، شاخص سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی ذرت کاهش یافت. امینی و همکاران (Amini et al., 2006) نیز دریافتند که شاخص سطح برگ گندم در تداخل با علف‌هرز، کاهش یافت و این کاهش در مرحله‌ای که گیاه بیشترین شاخص سطح برگ را داشت (مرحله گلدهی) مشهودتر بود. رقم سایسون در شرایط کشت خالص شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به رقم الوند داشت، اما با افزایش تراکم چاودار تا ۴۰ بوته در مترمربع این شاخص به شدت کاهش یافت، به گونه‌ای که در تراکم مذکور حداکثر شاخص سطح برگ رقم سایسون ۲۶/۵ درصد افت نشان داد، در حالیکه رقم الوند تنها کاهشی ۱۴/۲ درصدی داشت (شکل ۱). شاخص سطح برگ رقم سایسون در تیمارهای ۶۰ و ۸۰ بوته چاودار تفاوت چندانی نداشت (شکل ۱-الف). در رقم الوند نیز اختلاف بین تیمارهای تداخلی ۸۰-۴۰ بوته چاودار بسیار کم بود (شکل ۱-ب). بیشترین کاهش حداکثر شاخص سطح برگ گندم، در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع چاودار به دست آمد و این افت در رقم الوند ۶/۷ درصد کمتر از سایسون بود (شکل ۱). داگوویش و همکاران (Daugovish et al., 1999) کاهش کمتر شاخص سطح برگ گونه‌ها را پارامتری مطلوب در شرایط رقابتی دانستند.

افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی نیز سبب کاهش شاخص سطح برگ ارقام گندم در طی دوره رشد شد (شکل ۲). نتایج بررسی‌های دیگر نیز مؤید اثرات منفی علف‌هرز بر شاخص سطح برگ گیاه زراعی است (Abrahimpour et al., 2006; Samaei et al., 2004; Traore et al., 2003). با افزایش شاخص سطح برگ در طی دوره رشد، اختلاف بین تیمارهای تراکمی علف‌هرز به خصوص در رقم سایسون بیشتر شد (شکل ۲-الف). تراکم‌های ۲۴ و ۳۲ بوته خردل وحشی در رقم الوند اختلاف بسیار کمی با یکدیگر داشتند (شکل ۲-ب). در حالی که تفاوت بین کلیه سطوح تداخلی در رقم سایسون کاملاً مشهود بود و بیشترین کاهش شاخص سطح برگ این رقم در زمان رسیدن به حداکثر مقدار آن و منطبق با مرحله گل‌دهی گندم، حادث شد (شکل ۲- الف)، به طوریکه در این زمان خردل وحشی در تراکم‌های ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته در مترمربع، به ترتیب باعث کاهش ۱۴/۵، ۲۳/۱، ۲۹/۷ و ۳۳/۱ درصدی شاخص سطح برگ رقم سایسون شد (شکل ۲-الف)، اما میزان افت رقم الوند در تراکم‌های یاد شده به ترتیب ۹/۱، ۱۱/۵، ۱۵ و ۱۶/۲ درصد بود (شکل ۲-ب). ابراهیم پور و همکاران (Abrahimpour et al., 2006) گزارش کردند که با افزایش تراکم یولاف وحشی از صفر تا ۱۰۰ بوته در مترمربع، شاخص سطح برگ گندم به طور معنی‌داری کاهش نشان داد. آنها محدود شدن دسترسی به منابع غذایی و سایه اندازی علف‌هرز و ریزش برگ‌های گندم در نتیجه پیری زودرس را عامل کاهش سطح برگ گندم دانستند و عنوان داشتند که بین کاهش شاخص سطح برگ گندم و عملکرد آن رابطه منفی وجود دارد.




**شکل ۱- اثر تراکم چاودار بر روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام گندم زمستانه (الف) سایسون و (ب) الوند**

**Fig. 1- Effect of rye density on changes trend of leaf area index of winter wheat cultivars of (a) Sayson and (b) Alvand**




**شکل ۲- اثر تراکم خردل وحشی بر روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام گندم زمستانه (الف) سایسون و (ب) الوند**

**Fig. 2- Effect of wild mustard density on changes trend of leaf area index of winter wheat cultivars of (a) Sayson and (b) Alvand**

افزایش تراکم خردل وحشی سبب کاهش اثرات تک بوته علف-هرز بر شاخص سطح برگ گندم شد و در بالاترین سطح تراکم آن، حداکثر شاخص سطح برگ ارقام سایسون و الوند به ازای هر بوته علف‌هرز به ترتیب ۱ و ۰/۵ درصد کاهش نشان داد. در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع چاودار، حداکثر شاخص سطح برگ ارقام سایسون و الوند به ترتیب کاهشی ۰/۸ و ۰/۶۴ درصدی به ازای تک بوته علف‌هرز نشان داد و با افزایش تراکم چاودار تا ۸۰ بوته، این کاهش به ترتیب به ۰/۴ و ۰/۲۵ درصد در ارقام مزبور رسید. کاهش خسارت تک بوته علف‌های هرز با افزایش تراکم آنها نشان‌دهنده افزایش رقابت درون گونه‌ای است. با توجه به نتایج، چنین نظر می‌رسد که در تراکم‌های مورد بررسی، اثرات زیان بار علف‌هرز پهن برگ خردل وحشی بر شاخص سطح برگ گندم بیشتر از علف‌هرز باریک برگ چاودار بود. همچنین در شرایط تداخل، رقم سایسون در صفت شاخص سطح برگ از قدرت رقابتی کمتری نسبت به رقم الوند برخوردار است. نتایج بررسی حسن‌زاده دلویی و همکاران (Hasan zadeh delvoii et al., 2003) نشان داد که افزایش تراکم یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.) از صفر به ۱۶۰ بوته در مترمربع و علف‌هرز پهن برگ شلمی (*Rapistrum rugosum* L.) از صفر به ۳۲ بوته در مترمربع، به ترتیب سبب کاهش ۲۴/۵ و ۵۳ درصدی شاخص سطح برگ گندم شد. آنان در شبیه سازی رقابت گندم با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ دریافتند که تیپ ایده‌آل گندم در رقابت با یولاف و شلمی نسبت به حالت عادی به ترتیب دارای ۲۶ و ۸۳ درصد افزایش در شاخص سطح برگ بود و بیان داشتند که احتمالاً گندم در رقابت با علف‌های هرز پهن برگ نیاز به حفظ بیشتر و یا افزایش شاخص سطح برگ خود حتی نسبت به کشت خالص دارد.

شیب افزایش شاخص سطح برگ رقم الوند تا رسیدن به حداکثر مقدار آن در کلیه تیمارهای تداخلی هر دو علف‌هرز باریک برگ و پهن برگ، بیشتر از رقم سایسون بود (شکل‌های ۱ و ۲) که بیانگر سرعت توسعه بالاتر سطح برگ در رقم الوند است. تحقیقات نشان داده است که سرعت توسعه سطح برگ در اوایل فصل رشد به عنوان یک شاخص مطلوب در رقابت گیاهان زراعی با علف‌های هرز است (Dunan & Zimdahl, 1991; Daugovish et al., 1999). ارتفاع بیشتر رقم الوند و سرعت توسعه سطح برگ آن احتمالاً موجب شده که سطح برگ بیشتری از این رقم در لایه‌های بالاتر کانوپی مخلوط با علف‌های هرز قرار گیرد و رقابتی‌تر عمل کند. حسن‌زاده دلویی و همکاران (Hasan zadeh delvoii et al., 2003) به غیر از ارتفاع و شاخص سطح برگ، توزیع عمودی برگ‌ها درون کانوپی را در فرآیند رقابت مؤثر دانستند.

**تجمع ماده خشک:** در طی دوره نمونه برداری، تغییرات ماده خشک تجمعی گندم در تمامی تیمارهای تداخل با علف‌هرز مشابه بود (شکل‌های ۳ و ۴). به طوری که از مرحله پنجه زنی تا اواسط مرحله گل‌دهی، افزایش ماده خشک تجمعی سریع بود و پس از آن در تمام تیمارها کند شد. سپس، چند روز ثابت ماند و بعد از آن به دلیل ریزش برگ‌ها و شروع فرآیندهای رسیدگی گیاه زراعی، کمی کاهش نشان داد (شکل‌های ۳ و ۴).

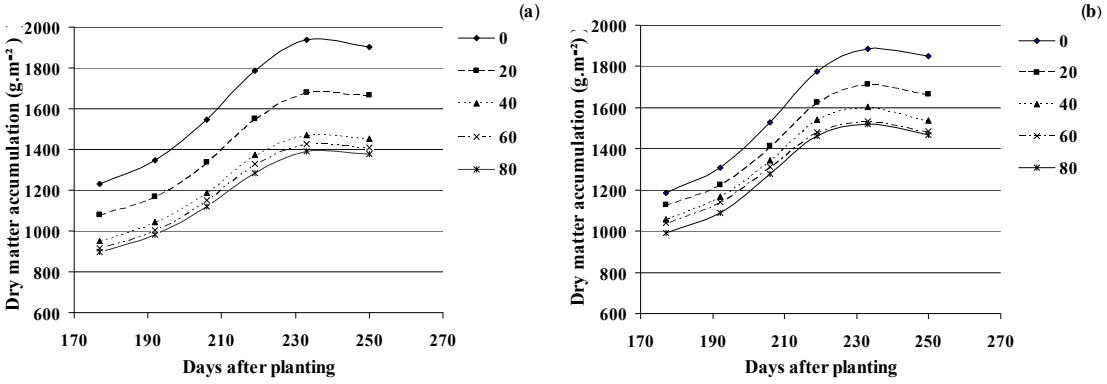
ماده خشک تجمعی گندم با افزایش تراکم علف‌هرز چاودار کاهش نشان داد (شکل ۳). این کاهش در دو رقم گندم یکسان نبود. تفاوت ماده خشک تجمعی رقم الوند در بین تیمارهای تداخلی از مرحله پنجه‌زنی (اولین مرحله نمونه برداری) تا گلدهی (چهارمین مرحله نمونه‌برداری) به تدریج افزایش یافت و در مراحل دانه‌بندی (پنجمین مرحله نمونه‌برداری) و رسیدگی فیزیولوژیک (ششمین مرحله نمونه‌برداری) به بیشترین مقدار خود رسید که با نتایج باغستانی

میبدی و همکاران (Baghestani Meybodi et al., 2003) مطابقت داشت. هرچند در رقم سایسون نیز تا حدودی چنین روندی وجود داشت، ولی تفاوت ماده خشک تجمعی آن در بین تیمارهای تداخل با چاودار، از همان ابتدای فصل نمونه‌برداری نسبت به رقم الوند بیشتر بود. این نتایج نشان دهنده وجود اثرات بازدارنده چاودار از ابتدای فصل رشد سریع گیاه، بر ارقام گندم و به ویژه رقم سایسون است. باغستانی میبدی و زند (Baghestani Meybodi & Zand, 2005) نیز در بررسی‌های خود دریافتند که ماده خشک تجمعی گندم در حضور علف‌هرز کاهش یافت. افزایش تراکم چاودار تا ۴۰ بوته در مترمربع، سبب افت شدید ماده خشک تجمعی گندم شد و با افزایش بیشتر تراکم، از تأثیر آن کاسته شد (شکل ۳). هرچند رقم سایسون در شرایط عدم تداخل در تمام مراحل نمونه‌برداری دارای ماده خشک تجمعی بیشتری نسبت به رقم الوند بود، ولی در شرایط تداخل، این صفت در رقم سایسون بیشتر تحت تأثیر رقابت قرار گرفت، به طوریکه در مرحله گل‌دهی، ماده خشک تجمعی این رقم در تراکم-های ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته چاودار به ترتیب ۱۲/۵، ۲۳/۷، ۲۶/۱ و ۲۷/۷ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (شکل ۳- الف). در حالی که رقم الوند در همان مرحله و تراکم‌های یاد شده به ترتیب کاهش ۹/۹، ۱۶/۸، ۱۹/۶ و ۲۰/۷ درصدی در ماده خشک تجمعی خود داشت (شکل ۳-ب). حداکثر ماده خشک تجمعی رقم سایسون از ۱۹۴۰ گرم در مترمربع در کرت‌های خالص با کاهش ۲۸/۳ درصدی به ۱۳۹۰ گرم در مترمربع در تراکم ۸۰ بوته چاودار رسید، درحالیکه رقم الوند تنها ۱۹/۳ درصد کاهش داشت (شکل ۳).

تداخل خردل وحشی نیز، باعث کاهش ماده خشک تجمعی گندم شد و تراکم ۳۲ بوته خردل وحشی بیشترین تأثیر را بر این صفت داشت (شکل ۴).

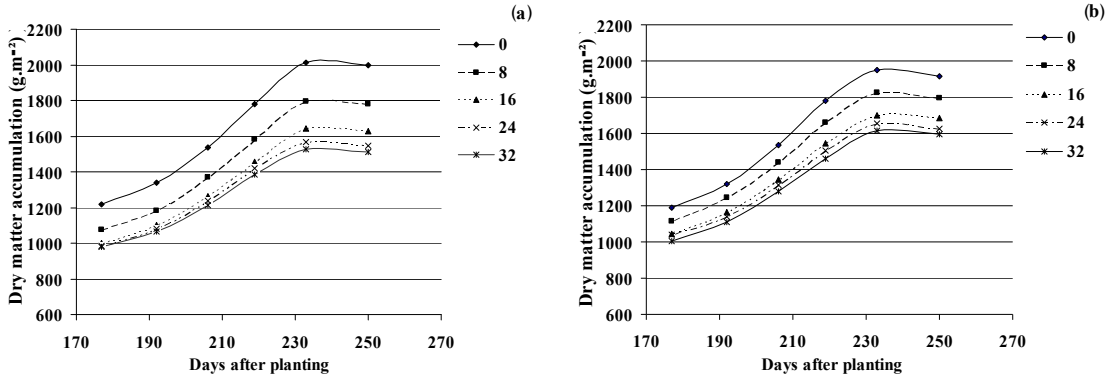
یافته‌های یدوی و همکاران (Yadavi et al., 2006) بر اثرات رقابتی علف‌هرز پهن برگ تاج خروس با ذرت، نشان داد که ۹۹ روز پس از سبز شدن گیاه زراعی، حضور علف‌هرز در تراکم های ۴، ۸ و ۱۲ بوته در مترمربع به ترتیب باعث ۲۳، ۳۴ و ۴۰ درصد کاهش وزن خشک ذرت شد. نتایج دیگر تحقیقات انجام شده نیز حاکی از اثرات منفی علف‌هرز بر ماده خشک تجمعی گیاهان زارعی است ( ;2006 Samaei et al., 2004; Amini et al., Traore et al., 2003 .(Baghestani Meybodi & Zand, 2005

به طور کلی، در طی فصل رشد، تفاوت ماده خشک تجمعی ارقام گندم در بین تیمارهای تداخلی، افزایش یافت و در مراحل دانه‌بندی و رسیدگی فیزیولوژیک به بیشترین مقدار خود رسید (شکل ۴). رقم سایسون در شرایط عدم تداخل، ماده خشک تجمعی بیشتری در تمام مراحل نمونه برداری نسبت به رقم الوند داشت، ولی در تداخل با علف‌هرز خردل وحشی، این صفت در رقم سایسون بیشتر تحت تأثیر رقابت قرار گرفت و در مرحله گل‌دهی، ماده خشک تجمعی این رقم در تراکم‌های ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته علف‌هرز، به ترتیب ۱۰/۹، ۱۸/۵، ۲۲/۷ و ۲۴/۴ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (شکل ۴-الف). در حالی که رقم الوند در همان مرحله و تراکم‌های یاد شده به ترتیب ۶/۳، ۱۲/۱، ۱۵/۱ و ۱۶/۸ درصد افت را در ماده خشک تجمعی خود دارا بود (شکل ۴-ب). با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد که اثرات زیانبار علف‌هرز خردل وحشی بر ماده خشک تجمعی رقم سایسون، بیشتر از رقم الوند بوده است. نتایج تحقیقات تراوره و همکاران (Traore et al., 2003) نشان داد که ارقام دارای قدرت رقابتی بالاتر از ماده تجمعی بیشتری در شرایط تداخل با علف هرز برخوردار بودند.




**شکل ۳- اثر تراکم چاودار بر روند تجمع ماده خشک ارقام گندم زمستانه (الف) سایسون و (ب) الوند**

**Fig. 3- Effect of rye density on dry matter accumulation trend of winter wheat cultivars of (a) Sayson and (b) Alvand**




**شکل ٤- اثر تراکم خردل وحشی بر روند تجمع ماده خشک ارقام گندم زمستانه (الف) سایسون و (ب) الوند**

**Fig. 4- Effect of wild mustard density on dry matter accumulation trend of winter wheat cultivars of (a) Sayson and (b) Alvand**

بررسی ماده خشک تجمعی گندم در شرایط تداخل با علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ چاودار و خردل وحشی نشان داد که شیب صعودی تجمع ماده خشک با افزایش تراکم علف‌هرز کاهش یافت (شکل‌های ۳ و ۴). رقم الوند علیرغم آنکه ماده خشک تجمعی کمتری در طی فصل نمونه‌برداری نسبت به رقم سایسون در کشت خالص داشت، اما ماده خشک تجمعی آن با افزایش تراکم هر دو علف‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ، کمتر تحت تأثیر رقابت قرار گرفت. نتایج بررسی‌ها نشان داد که حفظ ماده خشک تجمعی گیاه زراعی به عنوان یک شاخص مطلوب در رقابت با علف‌های هرز به شمار می‌رود (Dunan & Zimdahl, 1991). رقم الوند به دلیل دارا بودن سطح برگ بیشتر در شرایط تداخل و ارتفاع بالاتر نسبت به رقم سایسون توانسته در رقابت نوری بهتر از رقم سایسون عمل کند و میزان ماده خشک تجمعی آن در شرایط تداخل کمتر تحت تأثیر قرار گیرد.

حداکثر ماده خشک تجمعی سایسون و الوند در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع چاودار، به ازای هر بوته علف‌هرز به ترتیب ۰/۷ و ۰/۴ درصد کاهش نشان داد، و با افزایش تراکم چاودار تا ۸۰ بوته، این کاهش به ترتیب به ۰/۳۵ و ۰/۲۴ درصد در ارقام مزبور رسید. حداکثر ماده خشک تجمعی رقم سایسون در تراکم‌های ۸ و ۳۲ بوته خردل وحشی به ترتیب کاهشی ۱/۴ و ۰/۷۵ درصدی به ازای تک بوته علف‌هرز داشت، در حالی که رقم الوند در تراکم‌های یاد شده به ترتیب ۰/۸ و ۰/۵ درصد به ازای تک بوته خردل وحشی کاهش نشان داد. به طور کلی، با افزایش تراکم و بیشتر شدن رقابت درون گونه‌ای علف‌هرز، افت ماده خشک تجمعی ارقام گندم به ازای هر بوته علف‌هرز کاهش یافت و اثرات رقابتی علف‌هرز پهن برگ خردل وحشی بر ماده خشک تجمعی گندم بیشتر از علف‌هرز باریک برگ چاودار بود. همچنین در شرایط تداخل، رقم سایسون در صفت ماده خشک تجمعی از قدرت رقابتی کمتری نسبت به رقم الوند برخوردار بود.

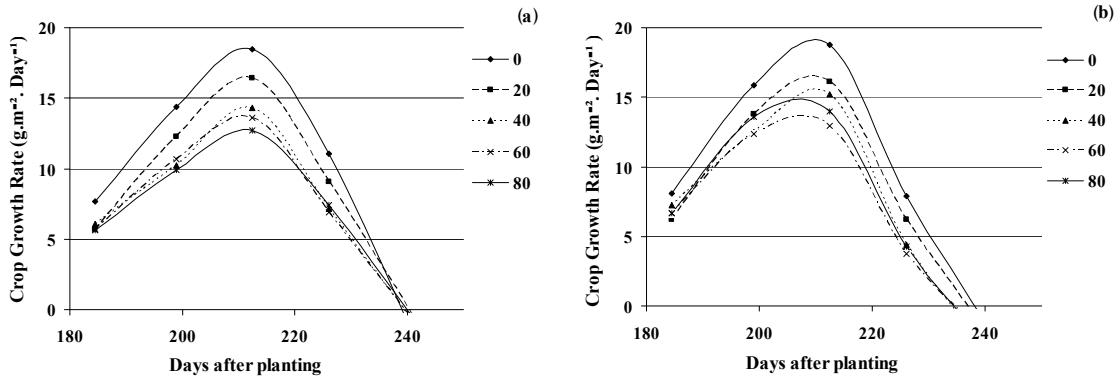
**سرعت رشد محصول:** روند تغییرات سرعت رشد محصول در هر دو رقم، در تمام تیمارهای تداخل با علف‌هرز، مشابه بود (شکل‌های ۵ و ۶). سرعت رشد گندم به دلیل افزایش تعداد برگ‌های گیاه و به تبع آن بیشتر شدن سطح فتوسنتز کننده از ابتدای فصل رشد دارای روند صعودی بود و زمانی که سطح برگ گندم به حداکثر خود رسید، سرعت رشد محصول نیز بیشترین مقدار خود را دارا بود و به دنبال آن در اواخر دوره رشد گندم به علت کاهش سطح برگ ناشی از پیری و ریزش برگ‌های پایینی بر اثر سایه اندازی برگ‌های بالاتر، این شاخص کاهش یافت (شکل‌های ۵ و ۶).

افزایش تراکم هر دو گونه علف‌هرز، باعث سایه اندازی و رقابت بر سر منابع مشترک بین گندم و علف‌هرز شد و در نتیجه سرعت رشد گیاه زراعی کاهش یافت (شکل‌های ۵ و۶). حسن‌زاده دلویی و همکاران (Hasan zadeh delvoii et al., 2002) بیان داشتند که کاهش شاخص سطح برگ در اثر رقابت با علف‌هرز سبب افت سرعت رشد گندم شد. امینی و همکاران (Amini et al., 2006) گزارش کردند که بین سرعت رشد گندم و سطح برگ آن همبستگی مثبتی وجود دارد. در بررسی دیگر، دایل (Doyle, 1991) کاهش سرعت رشد گیاه زراعی در تداخل با علف‌هرز را ناشی از کاهش نفوذ نور در کانوپی عنوان کرد. همچنین سمائی و همکاران (Samaei et al., 2004) شاخص سطح برگ و وزن خشک تولیدی را مهمترین عوامل اثرگذار بر سرعت رشد گیاه زراعی در شرایط رقابت دانستند.

با افزایش سرعت رشد محصول، اختلاف بین تیمارهای تداخل علف‌هرز به تدریج افزایش یافت و بیشترین تفاوت در حداکثر سرعت رشد محصول مشاهده شد (شکل‌های ۵ و ۶). شیب افزایشی سرعت رشد رقم الوند، تا رسیدن به حداکثر مقدار آن در تمامی تیمارهای

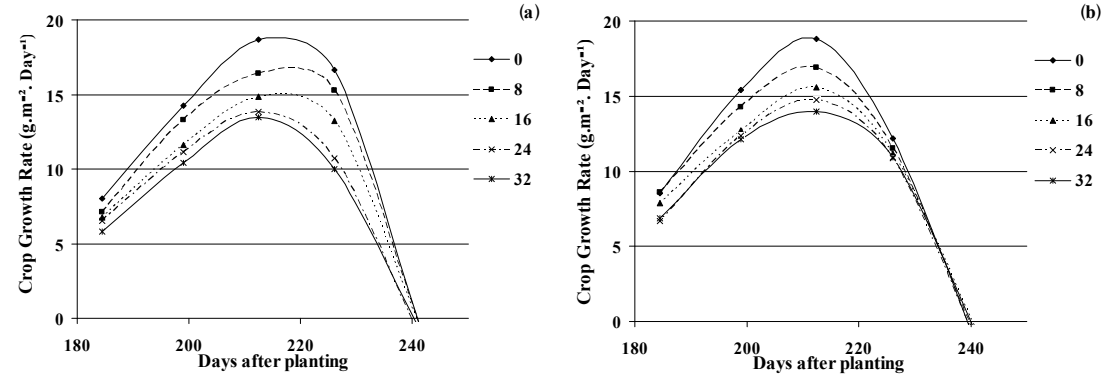
تداخل با علف‌هرز، بیشتر از رقم سایسون بود (شکل‌های ۵ و ۶) که این یافته‌ها با نتایج بررسی شاخص سطح برگ ارقام گندم، مطابقت داشت. تغییرات سرعت رشد محصول در طی دوره رشد حاکی از آن است که علف‌هرز چاودار تا تراکم ۴۰ بوته در مترمربع، بیشترین تأثیر را بر سرعت رشد رقم سایسون داشته و حداکثر سرعت رشد این رقم در تراکم ۴۰ بوته به میزان ۲۲/۴ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۵-الف). در حالیکه در تراکم مزبور، حداکثر سرعت رشد رقم الوند کاهشی ۱۹ درصدی داشت (شکل ۵-ب). سرعت رشد رقم الوند تا تراکم ۲۰ بوته چاودار از افت شدیدی برخوردار بود، به طوریکه در تراکم ذکر شده حداکثر مقدار این شاخص، ۱۴/۳ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (شکل ۵-ب).

حداکثر سرعت رشد رقم سایسون در تراکم‌های ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته خردل وحشی به ترتیب ۱۲/۱، ۲۰/۶، ۲۵/۸ و ۲۷/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد (شکل ۶-الف)، درحالیکه رقم الوند در تیمارهای یاد شده به ترتیب کاهشی معادل ۱۰/۳، ۱۷/۲، ۲۱/۸ و ۲۵/۷ درصد داشت (شکل ۶-ب). هرچند با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد که هر دو رقم گندم تا تراکم ۱۶ بوته خردل وحشی بیشترین سیر نزولی را در این شاخص داشتند، اما باید یادآور شد که بررسی روند تغییرات این شاخص در ارقام گندم گویای آن است که به طور کلی، در طی دوره رشد، کاهش سرعت رشد محصول در ارقام الوند و سایسون به ترتیب تا تراکم‌های ۱۶ و ۲۴ بوته خردل وحشی شدت بیشتری داشته که این تفاوت نشان‌دهنده توان رقابتی بالاتر رقم الوند نسبت به سایسون می‌باشد (شکل ۶). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بررسی این شاخص در یک زمان خاص مطلوب نمی‌باشد، بلکه توجه به روند تغییرات آن در تمامی مراحل رشدی، برداشت کامل‌تری را به محقق خواهد داد.




**شکل ۵- اثر تراکم چاودار بر روند تغییرات سرعت رشد محصول ارقام گندم زمستانه (الف) سایسون و (ب) الوند**

**Fig. 5- Effect of rye density on changes trend of crop growth rate of winter wheat cultivars of (a) Sayson and (b) Alvand**



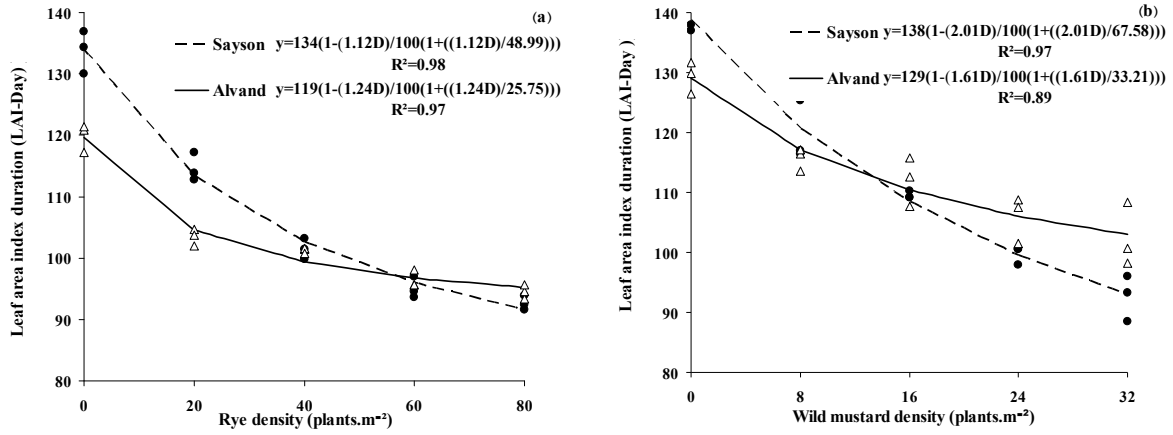

**شکل ٦- اثر تراکم خردل وحشی بر روند تغییرات سرعت رشد محصول ارقام گندم زمستانه (الف) سایسون و (ب) الوند**

**Fig. 6- Effect of wild mustard density on changes trend of crop growth rate of winter wheat cultivars of (a) Sayson and (b) Alvand**

با افزایش تراکم علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک خردل وحشی و چاودار، خسارت ناشی از تک بوته علف‌هرز بر سرعت رشد محصول گندم کمتر شد که این مؤید افزایش رقابت درون گونه‌ای علف‌هرز است (شکل‌های ۵ و ۶). سرعت رشد رقم سایسون تحت تأثیر رقابت با هر دو علف‌هرز، نسبت به رقم الوند کاهش بیشتری نشان داد. ارقام رقیب سورگوم نیز در تداخل با علف‌هرز، افت کمتری در سرعت رشد خود داشتند (Traore et al., 2003). علف‌هرز خردل وحشی به ازای تک بوته، خسارت بیشتری نسبت به چاودار بر این شاخص داشت و در تراکم‌های مورد بررسی نسبت به چاودار، رقابتی‌تر عمل کرد.

**دوام شاخص سطح برگ:** دوام شاخص سطح برگ ارقام گندم با افزایش تراکم هر دو علف‌هرز باریک برگ و پهن برگ چاودار و خردل وحشی کاهش یافت (شکل ۷). سمائی و همکاران (Samaei et al., 2004) گزارش کردند که با افزایش تراکم تاج خروس، دوام شاخص سطح برگ سویا کاهش نشان داد و بیشترین اثر آن در بالاترین تراکم علف‌هرز به دست آمد. داده‌های دوام شاخص سطح برگ ارقام گندم با استفاده از مدل سه پارامتره تغییر شکل یافته کوزنس (Cousens, 1985) بر تراکم های هر دو علف‌هرز برازش داده شدند. پارامترهای تخمینی به دست آمده نشان داد که خسارت ناشی از ورود اولین بوته علف‌هرز چاودار (شیب اولیه نمودار) بر دوام شاخص سطح برگ، در هر دو رقم گندم تقریباً یکسان بود، در حالیکه حداکثر کاهش دوام شاخص سطح برگ به دست آمده در رقم سایسون ۱/۹ برابر رقم الوند بود (شکل ۷-الف). از نتایج چنین به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم چاودار، اثرات منفی بر دوام شاخص سطح برگ رقم سایسون بیشتر از رقم الوند است. شیب اولیه تخمینی نمودار دوام شاخص سطح برگ در رقم سایسون ۲/۰۱ درصد کاهش را به ازای ورود تک بوته علف‌هرز خردل وحشی نشان داد. در حالی که این پارامتر در رقم الوند تنها ۱/۶۱ درصد بود (شکل ۷-ب). همچنین بیشترین کاهش دوام شاخص سطح برگ تخمینی رقم سایسون با دو برابر افزایش نسبت به رقم الوند به ۶۷/۵۸ درصد رسید (شکل ۷-ب). که نشان دهنده اثرات کاهشی بیشتر خردل وحشی در تمام سطوح تراکمی آن بر دوام شاخص سطح برگ رقم سایسون نسبت به الوند است.

به طور کلی، نتایج هر دو آزمایش نشان داد که هرچند دوام شاخص سطح برگ رقم الوند نسبت به رقم سایسون در شرایط عدم تداخل کمتر بود، اما اثرات منفی رقابت چاودار و خردل وحشی بر دوام شاخص سطح برگ رقم سایسون از شدت بیشتری برخوردار بود (شکل ۷). داگوویش و همکاران (Daugovish et al., 1999) عنوان کردند که دوام شاخص سطح برگ معیاری از قدرت رقابتی گندم در شرایط تداخل با علف‌هرز است. با توجه به شیب اولیه و حداکثر کاهش به دست آمده، علف هرز خردل وحشی در تراکم‌های مورد بررسی اثرات منفی بیشتری نسبت به چاودار بر دوام شاخص سطح برگ گندم داشت (شکل ۷).




**شکل ۷- اثر تراکم (الف) چاودار و (ب) خردل وحشی بر دوام شاخص سطح برگ ارقام گندم زمستانه سایسون و الوند**

**Fig. 7- Effect of (a) rye and (b) wild mustard on Sayson and Alvand winter wheat cultivars leaf area index duration**

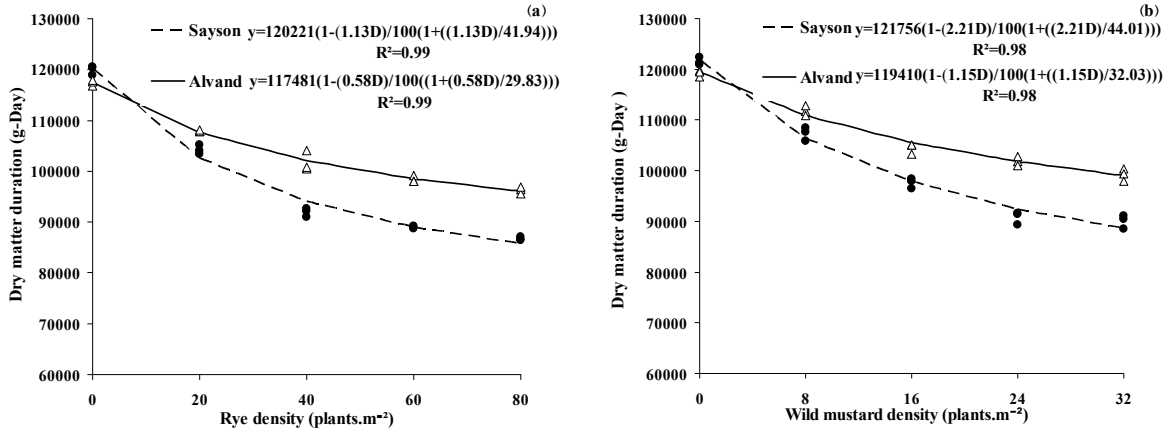
**دوام ماده خشک:** تداخل هر دو گونه علف‌هرز سبب کاهش دوام ماده خشک ارقام گندم شد (شکل ۸) که با نتایج حاصل از بررسی شاخص سطح برگ و دوام آن، مطابقت داشت. سمائی و همکارن (Samaei et al., 2004) نیز دریافتند که علف‌هرز تاج خروس با کاهش شاخص سطح برگ، و دوام آن منجر به کاهش عملکرد و دوام ماده خشک تولیدی در سویا گردید. پارامترهای تخمینی کاهش دوام ماده خشک ارقام گندم، از برازش داده‌های این شاخص بر تراکم‌های مختلف هر دو علف‌هرز بر مدل سه پارامتره تغییر شکل یافته کوزنس (Cousens, 1985) به دست آمد. کاهش دوام ماده خشک به ازای ورود اولین بوته علف‌هرز چاودار (شیب اولیه نمودار) در رقم سایسون ۱/۱۳ درصد بود، در حالیکه در رقم الوند تنها کاهشی ۰/۵۸ درصدی، مشاهده شد (شکل ۸-الف). همچنین با افزایش تراکم چاودار، افت دوام ماده خشک رقم سایسون نسبت به رقم الوند شدت بیشتری داشت (شکل ۸-الف)، به طوریکه حداکثر کاهش تخمینی به دست آمده در رقم الوند، ۲۹/۸۳ درصد بود، در حالی که در رقم سایسون به ۱/۴ برابر این مقدار رسید (شکل ۸-الف). با ورود اولین بوته علف‌هرز خردل وحشی، دوام ماده خشک رقم الوند ۱/۱۵ درصد کاهش نشان داد، در حالیکه خسارت آن در رقم سایسون، ۱/۹ برابر این مقدار بود (شکل ۸-ب). این نتایج نشان دهنده اثرات رقابتی شدیدتر تراکم‌های اولیه خردل وحشی بر رقم سایسون است. در تراکم ۳۲ بوته خردل وحشی، دوام ماده خشک ارقام الوند و سایسون به ترتیب از کاهش ۱۶/۷ و ۲۵/۹ درصدی برخوردار بود (شکل ۸-ب). علاوه برآن، حداکثر کاهش تخمینی دوام ماده خشک در رقم سایسون نیز بیشتر از رقم الوند بود که مبین رقابتی‌تر بودن رقم الوند در برابر خردل وحشی است.

بررسی پارامترهای به دست آمده، نشان داد که دوام ماده خشک رقم سایسون در شرایط عدم تداخل بیشتر از رقم الوند بود (شکل ۸). در شرایط رقابت، رقم سایسون تحت تأثیر هر دو گونه علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ روند کاهشی شدیدتری نسبت به الوند داشت. خسارت ناشی از ورود اولین بوته علف‌هرز و همچنین حداکثر کاهش دوام ماده خشک گندم در تراکم‌های بالای خردل وحشی، بیشتر از چاودار بود.

**ارتفاع:** تفاوت معنی‌داری از نظر تغییرات ارتفاع بوته بین تیمارهای تداخلی هر دو گونه علف‌هرز با ارقام گندم، وجود نداشت (نتایج نشان داده نشده است). بنابراین، در طی دوره رشد، میانگین ارتفاع علف‌هرز در تیمارهای تداخل مورد استفاده قرار گرفت. همچنین تغییرات ارتفاع گندم در رقابت با هر دو گونه علف‌هرز بسیار کم بود، لذا تیمارهای کشت خالص و بالاترین سطح تداخل علف‌هرز بررسی شد.

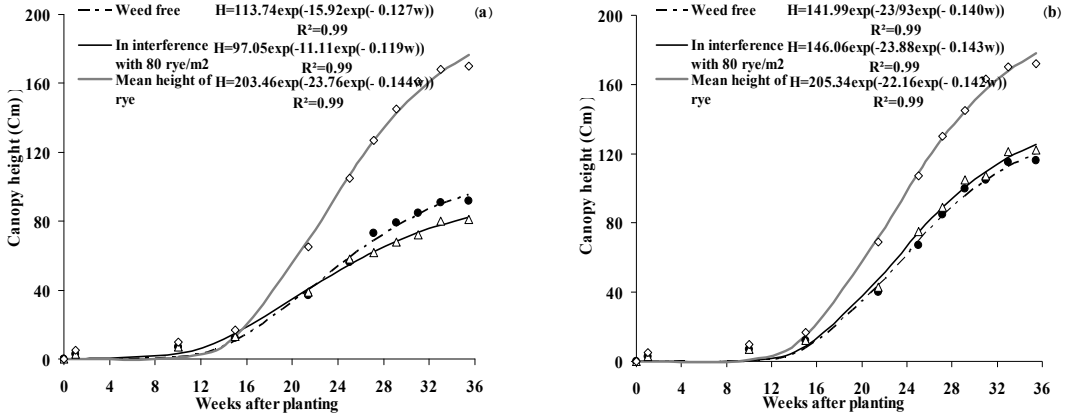
داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های ارتفاع گندم و علف هرز در طول دوره رشد به مدل سیگموئیدی گامپرتز برازش داده شد. نتایج نشان داد که در مراحل اولیه رشد تفاوتی از نظر ارتفاع بین علف‌هرز و گندم وجود نداشت، اما با شروع رشد سریع گیاهان از اوایل فروردین، به تدریج اختلاف ارتفاع بین علف‌هرز و گندم مشهودتر شد (شکل-های ۹ و ۱۰).

روند تغییرات و اندازه نهایی ارتفاع چاودار تحت تأثیر ارقام گندم قرار نگرفت (شکل ۹). با افزایش تراکم چاودار ارتفاع رقم الوند به طور غیر معنی‌داری بیشتر شد، اما در رقم سایسون کاهش معنی‌داری در ارتفاع وجود داشت (نتایج نشان داده نشده است)، به طوریکه در تراکم ۸۰ بوته چاودار، ارقام الوند و سایسون نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۴ درصد افزایش و ۱۲درصد کاهش را در ارتفاع نهایی خود نشان دادند (شکل ۹).




**شکل ۸- اثر تراکم (الف) چاودار و (ب) خردل وحشی بر دوام ماده خشک ارقام گندم زمستانه سایسون و الوند**

**Fig. 8- Effect of (a) rye and (b) wild mustard on Sayson and Alvand winter wheat cultivars leaf area index duration**

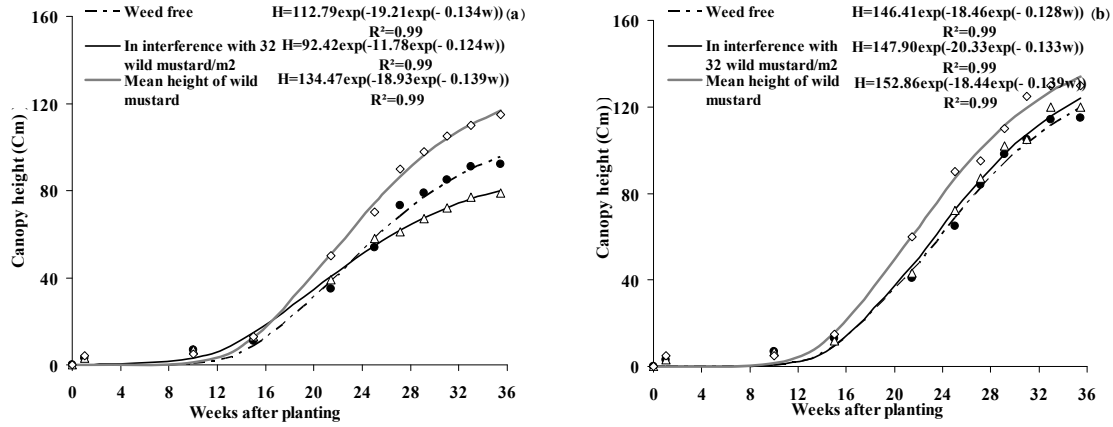



**شکل ۹- روند تغییرات ارتفاع ارقام گندم زمستانه (الف) سایسون و (ب) الوند در شرایط کشت خالص و تداخل با ۸۰ بوته چاودار در متر مربع و میانگین تغییرات ارتفاع چاودار در دوره رشد در رقابت با ارقام گندم**

**Fig. 9- Height changes trend of winter wheat cultivars of (a) Sayson and (b) Alvand in conditions of weed free and interference with 80 rye $m^{-2}$ and height changes of rye in competition with wheat cultivars in growing season**

در مراحل ابتدایی رشد، ارتفاع علف‌هرز خردل وحشی در رقابت با هر دو رقم گندم تفاوتی نداشت، اما با شروع مرحله رشد زایشی، ارتفاع خردل وحشی در تمام تیمارهای تداخل رقم الوند بیشتر از سایسون بود، به طوری که مقدار نهایی آن در رقابت با رقم الوند به ۱۳۰ سانتی‌متر رسید که نسبت به شرایط رقابت با رقم سایسون، ۱۳ درصد رشد نشان داد. حداکثر ارتفاع تخمینی خردل وحشی در رقابت با ارقام گندم نیز مؤید این نتیجه است (شکل ۱۰). کنت و کریک لند (Kennet & Kirkland, 1993) بیان داشتند که ارتفاع بالاتر علف‌هرز منجر به کاهش نفوذ نور به درون کانوپی گندم شد و روند پیر شدن برگ‌های گندم را تسریع و سهم برگ در انتقال مواد غذایی به دانه‌ها را به حداقل رساند و عملکرد را کاهش داد.

ارتفاع رقم الوند در شرایط رقابت نسبت به کشت خالص تنها ۴ درصد افزایش نشان داد که از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱۰-ب). در مقابل، ارتفاع رقم سایسون با ۱۴ درصد کاهش به طور معنی-داری تحت تأثیر رقابت با خردل وحشی قرار گرفت (شکل ۱۰-الف). نتایج بررسی ابراهیم پور و همکاران (Abrahimpour et al., 2006) نشان داد که افزایش تراکم یولاف وحشی تا صد بوته در مترمربع، موجب کاهش ارتفاع گندم شد. همچنین شدت تأثیر منفی بر ارتفاع گندم در تراکم‌های بالای ۴۰ بوته یولاف وحشی در مترمربع بیشتر مشهود بود و سبب کاهش طول سنبله و در نهایت عملکرد دانه شد.




**شکل ۱۰- روند تغییرات ارتفاع ارقام گندم زمستانه (الف) سایسون و (ب) الوند در شرایط کشت خالص و تداخل با ۳۲ بوته خردل وحشی و میانگین تغییرات ارتفاع خردل وحشی در دوره رشد در رقابت با ارقام گندم**

**Fig. 10- Height changes trend of winter wheat cultivars of (a) Sayson and (b) Alvand in conditions of weed free and interference with 32 wild mustard $m^{-2}$ and height changes of wild mustard in competition with wheat cultivars in growing season**

به طور کلی، بررسی ارتفاع گندم و علف‌هرز نشان داد که ارقام گندم از نظر ارتفاع واکنش یکسانی در شرایط رقابت با علف هرز نشان ندادند (شکل‌های ۹ و ۱۰). احتمالاً رقم الوند به دلیل ارتفاع بیشتر نسبت به رقم سایسون شرایط مناسب‌تری در رقابت برای جذب نور داشته و توانسته ارتفاع خود را در تداخل با هر دو گونه علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ حفظ نماید، اما رقم سایسون به دلیل ارتفاع کمتر و سایه اندازی بیشتر علف‌هرز، از رشد بازمانده و از ارتفاع آن کاسته شده است. یافته‌ها نشان داد که رابطه مستقیم و مثبتی بین ارتفاع گیاه زراعی و قدرت رقابتی آن وجود دارد (Cousens et al., 1991; Blakshaw, 1993; Daugovish et al., 1999; Korres & Froud-Wiliams, 2002; Traore et al., 2003).

باغستانی میبدی و زند (Baghestani Meybodi & Zand, 2005) بیان داشتند که ارتفاع بیشتر ارقام گندم یکی از دلایل بالا بودن شاخص رقابت آنها در مقابل علف‌هرز است و ارتفاع بوته از شاخص‌هایی است که می‌تواند در ارزیابی قدرت رقابتی ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در تحقیقی دیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع گندم و شاخص رقابت به دست آمد (Dianat et al., 2006).

ارتفاع علف‌هرز چاودار به دلیل اختلاف زیاد با گندم و عدم نیاز به افزایش آن برای جذب نور، در رقابت با ارقام گندم تغییر نکرد، اما ارتفاع علف‌هرز پهن برگ خردل وحشی تحت تأثیر ارتفاع گندم قرار گرفت. به نظر می‌رسد که اختلاف ارتفاع علف هرز با گیاه زراعی، تعیین کننده تغییرات این صفت در علف‌هرز باشد و در شرایط مناسب رقابتی، ارتفاع گونه علف‌هرز به صورت ژنتیکی بروز می‌کند.

**عملکرد گندم:** با افزایش تراکم علف‌هرز، عملکرد دانه ارقام گندم کاهش نشان داد (شکل ۱۱). خسارت ناشی از ورود اولین بوته علف‌هرز چاودار (شیب اولیه نمودار) در رقم سایسون بیشتر از الوند بود (شکل ۱۱-الف). در تراکم ۸۰ بوته چاودار، رقم سایسون ۴۴ درصد کاهش عملکرد نشان داد در حالی که الوند تنها ۲۹ درصد افت داشت. همچنین حداکثر خسارت تخمینی چاودار در رقابت با رقم سایسون ۱/۴ برابر رقم الوند بود (شکل ۱۱-الف).

شیب اولیه تخمینی نمودار کاهش عملکرد گندم نشان داد که با ورود اولین بوته علف‌هرز خردل وحشی، عملکرد دانه ارقام سایسون و الوند به ترتیب با ۲/۴ و ۱/۵۸ درصد افت، کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت (شکل ۱۱ب). حداکثر کاهش عملکرد پیش‌بینی شده علف‌هرز خردل وحشی در رقابت با رقم سایسون با ۸۱/۳۷ درصد، نسبت به رقم الوند ۱/۵ برابر بود (شکل ۱۱ب). صفاهانی و همکاران (Safahani et al., 2007) گزارش کردند که در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع خردل وحشی، عملکرد دانه ارقام رقیب کلزا کاهشی ۵۲ درصدی داشت، اما در ارقام غیر رقیب این میزان بین ۶۴ تا ۹۵ درصد بود.

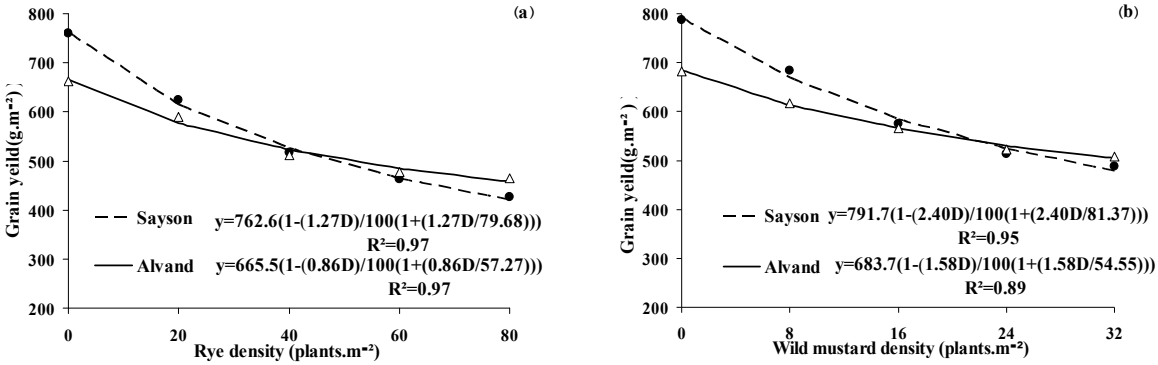
از نتایج چنین بر می‌آید که در شرایط رقابت، کاهش شاخص سطح برگ گندم و دوام آن و همچنین اختلاف ارتفاع و سایه‌اندازی شدید علف‌های هرز به خصوص در مراحل حساس گل‌دهی و پر شدن دانه، سبب کاهش عملکرد گندم شده است. ابراهیم پور و همکاران (Abrahimpour et al., 2006) بیان داشتند که سایه-اندازی در اثر رقابت با علف‌هرز، منجر به عدم تخصیص مواد غذایی به سنبله، نقصان در گرده‌افشانی و کاهش عملکرد گیاه زراعی می-شود.

هر چند عملکرد رقم سایسون در کشت خالص بیشتر از رقم الوند بود، اما در شرایط رقابت با هر دوگونه علف‌هرز، رقم الوند کاهش عملکرد کمتری نسبت به سایسون نشان داد و رقابتی‌تر عمل کرد. همچنین میزان خسارت عملکرد اقتصادی گندم به ازای تک بوته علف‌هرز خردل وحشی در تراکم‌های مورد بررسی، بیشتر از علف‌هرز باریک برگ چاودار بود.

نتایج صفاهانی و همکاران (Safahani et al., 2007) نشان داد که ارقام کلزای دارای قدرت رقابت بالا در تداخل با علف‌هرز خردل وحشی، در شرایط کشت خالص دارای کمترین عملکرد دانه در بین ارقام دیگر بودند درحالیکه ارقام دارای بیشترین درصد کاهش عملکرد در شرایط رقابت، از لحاظ عملکرد دانه در شرایط کشت خالص در بالاترین سطح قرار داشتند. باغستانی میبدی و زند (Baghestani Meybodi & Zand, 2004) نیز دریافتند که ارقام گندم دارای قدرت رقابتی بالا در تداخل با هر دو گونه علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ، افت عملکرد کمتری نشان دادند.

## نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج به دست آمده و پارامترهای تخمینی حاصل، نشان داد که با افزایش تراکم هر دو گونه علف‌هرز خردل وحشی و چاودار، شاخص‌های رشد و همچنین عملکرد ارقام گندم کاهش یافت. رقم سایسون نسبت به الوند از قدرت رقابتی پایین‌تری در برابر هر دو گونه علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ برخوردار بود. همچنین میزان کاهش عملکرد و شاخص‌های رشد به ازای تک بوته علف‌هرز خردل وحشی در تراکم‌های مورد بررسی، بیشتر از چاودار بود. به عبارتی علیرغم ارتفاع بیشتر چاودار در برابر خردل وحشی، به نظر می‌رسد که علف‌هرز پهن برگ به دلیل ساختار بهتر کانوپی و سایه اندازی شدیدتر و جذب بیشترمنابع غذایی، توانسته در تراکم‌های پایین‌تری نسبت به چاودار خسارت بیشتری بر ارقام گندم وارد کرده است.




**شکل ۱۱- تغییرات عملکرد دانه ارقام گندم زمستانه سایسون و الوند، در شرایط رقابت با (الف) چاودار و (ب) خردل وحشی**

**Fig. 11- Grain yield changes of winter wheat cultivars of Sayson and Alvand, in conditions of competition with (a) rye and (b) wild mustard**

## منابع


1- Abrahimpour Noorabady, F., Agnehband, A., Nour Mohammadi, G., Moosavinia, H., and Mesgarbashi, M. 2006. Study of some wheat ecophysiologic indices as influenced by wild oat interaction. Pajouhesh and Sazandegi 73: 117-125. (In Persian with English Summary)

2- Amini, R., Sharifi-zadeh, F., Baghestani, M., Mazaheri, D., and Atri, A.R. 2006. Investigation of effect volunteer rye (*Secale cereale* L.) competition on winter wheat growth indices. Iranian Journal of Agricultural Science 37(2): 273-285. (In Persian with English Summary)

3- Bagherani Meybodi. N., and Ghadiri, H. 1995. Effect of chemical and mechanical scarification, giberelic acid and temperature on wild mustard germination (Abs). 12th Congress of Plant Protection, p. 14, Karaj, Iran. (In Persian)

4- Baghestani Meybodi, M.A., Akbari, A.G., Atri, A.R., and Mokhtari, M. 2003. Competitive effects of rye (*Secale cereale* L.) on growth indices, yield and yield components of wheat. Pajouhesh and Sazandegi 61: 2-11. (In Persian with English Summary)

5- Baghestani Meybodi, M.A., and Zand, E. 2004. Evaluation of competitive ability of some winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes against weeds with attention to *Goldbachia laevigata* DC. and *Avena ludoviciana* Dur. in Karaj. Journal of Plant Pests and Disease 72(1): 91-111. (In Persian)

6- Baghestani Meybodi, M.A., and Zand, E. 2005. Study on morphological and physiological characteristics affecting on competitiveness of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) against wild oats (*Avena ludoviciana* Dur.). Pajouhesh and Sazandegi 67: 41-56. (In Persian with English Summary)

7- Blackshaw, R.E. 1993. Downy brome (*Bromus tectotrum*) density and relative time of emergence affects interference in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Science 41: 551- 556.

8- Bussan, A.J., Burnside, O.C., Orf, J.H., Ristau, E.A., and Puettmann, K.J. 1997. Field evaluation of soybean (*Glycine max*) genotypes for weed competitiveness. Weed Science 45: 31-37.

9- Callaway, M.B. 1992. A Compendium of crop varietal tolerance to weeds. American Journal Alternative Agricultural 7: 169-180.

10- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Annual Applied Biology 107: 239-252.

11- Cousens, R.D., Weaver, S.E., Martin, T.D., Blair, A.M., and Wilson, J. 1991. Dynamics of competition between wild oat (*Avena fatua* L.) and winter cereals. Weed Research 37: 203-210.

12- Daugovish, O., Lyon, D.J. and Baltensperger, D.D. 1999. Cropping systems to control winter annual grasses in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Technology 13: 120-126.

13- Dianat, M., Rahimian Mashhadi, H., Baghestani Meybodi, M.A., Alizadeh, H.M., and Zand, E. 2006. Evaluation of important traits in competitive ability of wheat cultivars (*Triticum aestivum*) against rye (*Secale cereale*). Pajouhesh and Sazandegi 71: 58-66. (In Persian with English Summary)

14- Doyle, C.J. 1991. Mathematical model in weed management. Crop Protection 10: 432-444.

15- Draper, N.R., and Smith, H. 1981. Applied regression analysis. New York: J. Wiley 11: 33-42.

16- Dunan, C., and Zimdahl, R.L. 1991. Competitive ability of wild oats (*Avena fatua*) and barley (*Hordeum vulgar*). Weed Science 39: 558-563.

17- Dunan, C.M., Westra, P., Schweizer, E.E., Lybecker, D.W., and Moor, F.D. 1995. The concept and application of

early economic period threshold: The case of DCPA in onion (*Alium cepa*).Weed Science 43: 634-639.
18- Hasan zadeh delvoii, M., Rahimian mashhadi, H., Nasiri-Mahalati, M., and Nour Mohammadi, G. 2001. The competitive effects of wild oat (*Avena ludoviciana* L.) on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) at different densities. Iranian Journal of Crop Sciences 4(2): 116-127. (In Persian With English Summary)
19- Hasan zadeh delvoii, M., Nasiri-Mahalati, M., Nour Mohammadi, G., and Rahimian Mashhadi, H. 2002. Determine ideaotype of wheat in light competition with *Avena ludoviciana* and *Rapistrum rugosum* by using simulation method. Iranian Journal of Crop Sciences 5(3): 176-184. (In Persian)
20- Horak, M.J., and Loughin, T.M. 2000. Growth analysis of four amaranthus species. Weed Science 48: 534-340.
21- Jordan, N. 1993. Prospects for weed control through crop interference. Applied Ecology 3: 84-91.
22- Kennet, J., and Kirkland, K.J. 1993. Spring wheat (*Triticum aestivum*) growth and yield as influenced by duration of wild oat (*Avena fatua*) competition.Weed Technology 7: 890-893.
23- Koocheki, A., and Sarmadnia, G. 2006. Physiology of Crop Plants (Translated). Mashhad Jihad University Press, Iran 400 pp. (In Persian)
24- Korres, N.E., and Froud-williams, R.J. 2002. Effects of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora. Weed Research 43: 417-428.
25- Lemerle, D., Verbeek, B., and Coombes, N. 1996. Interaction between wheat (*Triticum aestivum*) and diclofop to reduce the cost of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) control. Weed Science 44: 634-639.
26- Roush, M.L., and Radosevich, S.R. 1985. Relationship between growth and competitiveness of four annual weeds. Journal Applied Biology 22: 895-905.
27- Safahani, A., Kamkar, B., Zand, E., Bagherani Meybodi, N., and Bagheri, M. 2007. Reaction of grain yield and its components of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in competition with wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) in Gorgan. Iranian Journal of Crop Sciences 9 (4): 356-370. (In Persian with English Summary)
28- Samaei, M., Zand, E., and Daneshian, J. 2004. The effects of different densities of pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on growth indices of soybean (*Glycine max* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 2(1): 13-24. (In Persian With English Summary)
29- Traore, S., Mason, S.C., Martin, A.R., Mortensen, D.A., and Spotanski, J.J. 2003. Velvetleaf interference effects on yield and growth of grain sorghum. Agronomy Journal 95: 1602-1607.
30- Yadavi, A.R., Agha Alikhani, M., Ghalavand, A., and Zand, E. 2006. Effect of plant density and planting arrangement on grain yield and growth indices of corn under redroot pigweed (*Amaranthus retoflexus* L.) competition. Agricultural Research Water, Soil and Plant in Agriculture 6(3): 31-46. (In Persian with English Summary)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۴۷۵-۴۶۸

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 468-475

# تأثیر شعله‌افکن بر بانک بذر خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، جمعیت میکروارگانیسم‌ها و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

حمیرا سلیمی[1*]، سعید سماوات[2] و پرویز شیمی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

## چکیده

در این تحقیق تأثیر استفاده از شعله‌افکن در کاهش زیستایی بذر خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) پس از برداشت کلزا (*Brassica napus* L.) و تأثیر آن بر جمعیت میکروارگانیسم‌ها و برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار در دو سال زراعی ۸۵- ۱۳۸۴ و ۸۶- ۱۳۸۵ در کرج بررسی شد. کرت‌های آزمایش هر یک با ۵۰ گرم از بذر خردل وحشی پس از برداشت کلزا آلوده شد. در برخی از تیمارها کلش کلزا در مزرعه حذف و در گروهی دیگر از تیمارها کلش حفظ شد. سپس تیمار استفاده شعله‌افکن در کرت‌های با کلش و بدون کلش (به طور مستقیم بر سطح خاک) و تیمار سوزانیدن کلش به روش معمولی در کرت‌های با کلش اعمال گردید. ضمناً برخی از کرت‌ها بدون آبیاری و خشک بودند و برخی دیگر پس از یکبار آبیاری و مرطوب شدن خاک تحت تأثیر تیمارهای سوزانیدن معمولی و شعله‌افکن قرار گرفتند. ارزیابی تیمارهای آزمایش با تعیین درصد بذرهای غیرزنده موجود در نمونه‌های خاک یک هفته پس از اعمال تیمارها و شمارش گیاهچه‌های رویش یافته در واحد سطح در بهار سال بعد انجام شد. نتایج نشان داد که تیمارهای حرارتی موجب سوختگی بذر خردل وحشی و از بین رفتن زیستایی آن و نیز کاهش تراکم گیاهچه گردید. اثر شعله‌افکن بیشتر از سوزانیدن معمولی کلش‌ها بود. شعله‌افکن در کرت‌های خشک و کلش‌دار بیشترین تأثیر را در کاهش تراکم گیاهچه‌ها داشت. جمعیت میکرو ارگانیسم‌ها در تیمارهای حرارتی در کرت‌های مرطوب کمتر از شاهد بود، اما در کرت‌های خشک جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک کاهش نشان نداد. تیمارهای حرارتی تأثیر قابل توجهی در خواص فیزیکوشیمیایی خاک نداشت.

**واژه‌های کلیدی:** جوانه زنی بذر، زیستایی بذر، شوک حرارتی، ماده‌آلی

## مقدمه

مبارزه با علف‌های هرز همواره مورد توجه زارعین بوده است و در این زمینه علف‌کش‌ها بیشتر از هر چیز دیگر مورد استفاده قرارگرفته اند. جلوگیری از ورود بذر به خاک یکی از روش‌هایی است که بایستی در کنترل بهداشت مزارع مورد استفاده قرار گیرد. روش‌های مختلفی در کاهش تراکم بانک بذر خاک وجود دارد که یکی از مهمترین این روش‌ها از بین بردن بذر قبل از تداخل با خاک می‌باشد. دمای بالا در کاهش زیستایی بذر مؤثر می‌باشد و استفاده از شعله‌افکن جهت افزایش دمای سطح خاک موجب کاهش زیستایی بذر می‌شود (Ascard, 1988). انتقال حرارت از شعله‌افکن به گیاه و یا بر روی سطح خاک و عوامل محیطی که بر این انتقال و دمای شعله‌افکن تأثیر می‌گذارند، بررسی شده است (Bertram, 1992). نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که استفاده از شعله‌افکن و دمای بالا موجب تجزیه شدن پروتئین داخل بذر شده و نیازی به سوخته شدن کامل بذر نیست. نتایج مطالعات نشان داده است که خاک عایق حرارت بوده و زمانی که مرطوب شد، آبی که در خلل و فرج خاک قرار دارد رسانای مناسبی است که می‌تواند دما را به درون خاک منتقل نماید و شاید با آبیاری خاک و سپس استفاده از شعله‌افکن و یا سوزانیدن کلش مزرعه بتوان دمای بالای سطح خاک را به درون خاک منتقل نمود (Ascard, 1988). استفاده از شعله‌افکن توسط محققین بسیاری مورد تا ئید قرار گرفته و نشان داده شده است که از مصرف پاراکوات (Smiley et al., 1986) و وجین دستی (Nemming, 1994) اقتصادی‌تر می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که تعداد بذر علف‌های هرز در خاک بین ۵۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰ عدد در مترمربع در نوسان است که با شعله‌افکن می‌توان بذرها را سالیانه تا ۵۰ درصد کاهش داد (Nemming, 1994). کاهش بذر علف‌های هرز در خاک با از بین

۱ و ۲- به ترتیب مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، پژوهشیار مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور
(*- نویسنده مسئول: E-mail: hom_salimi@yahoo.com)

بردن علف‌های هرز قبل از ریزش بذر در خاک گزارش شده است به طوری که استفاده از شعله‌افکن در مزارع مختلف و بین ردیف‌های کشت بسیار مطلوب بوده است (Holmoy & Storeheier, 1993; Ascard, 1995).

دما و مدت استفاده از شعله‌افکن جهت از بین بردن گیاهان باید به اندازه‌ای باشد که گیاه پژمرده شده و از بین برود، به طوری که درجه حرارت سلول برای مدت ۰/۱ ثانیه به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد (Parish, 1990). عامل حرارت در از بین بردن بذر علف‌های هرز به طرق مختلف مؤثر می‌باشد. نتایج مشابهی در آفتابدهی خاک ارائه شده است، به طوری که دمای بالا در زیر پوشش پلاستیک شفاف موجب از بین رفتن بذر علف‌های هرز موجود در خاک می‌شود، اما بذرهایی که دارای پوسته سخت و مقاوم به حرارت بودند کمتر از سایر بذرها آسیب دیدند (Grundy et al., 1998; Tompkins et al., 1998). اگلی (Egely, 1990) با قراردادن نمونه‌های خاک حاوی بذر علف‌های هرز در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد درصد بالایی از بذر علف‌های هرز آزمایش شده را پس از سپری شدن هفت روز مرده یافت، البته بذرهایی که در خاک مرطوب قرار داشتند بیشتر از آن‌هایی که در خاک خشک بودند آسیب دیدند. وی درجه حرارت وارد شده به بذر را بیشتر از مدت زمان قرارگرفتن بذر در دمای بالا در از بین بردن بذر مؤثر دانست. لذا استفاده شعله‌افکنی که دارای دمای بسیار زیاد بوده و در زمان ناچیزی بر سطح خاک و بذر موجود بر روی خاک گرفته می‌شود احتمالاً در از بین بردن بذر علف‌های‌هرزی که در سطح قرار می‌گیرند. نقش مؤثری خواهد داشت (Thomson et al., 1997). تحقیقات نشان داده است که در محصولاتی که نقطه رشدگیاه در زیر خاک قرار دارد استفاده از شعله‌افکن مناسب تر بوده و به دلیل عایق حرارتی بودن خاک، گیاه زراعی صدمه نخواهد دید (Mutch & Martin, 2006; Mutch & Martin, 2007). تأثیر مقدار رطوبت و باد در دما و عملکرد شعله‌افکن بررسی شده و نشان داده شده است که خشک بودن گیاه و مسیر باد در کنترل علف‌های هرز با شعله‌افکن مؤثر است (Mutch et al., 2005). در ایران از شعله‌افکن جهت کنترل علف‌های هرز رویش یافته استفاده شده و نتایج مطلوبی نیز حاصل شده است. به طوری که شیمی( Shimi, 2000) و شیمی و فقیه (Shimi & Faghih, 2002) برای کنترل علف‌های هرز سیب زمینی (*Solanum toberosum* L.) و پیاز (*Allium cepa* L.) از شعله‌افکن استفاده نمودند. از بین رفتن علف‌های هرز و افزایش عملکرد دو محصول مذکور از نتایج مطلوبی بود که بدست آمد. شیمی (Shimi, 2001) جهت کنترل علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) در مزارع کلزا (*Brassica napus* L.) از شعله‌افکن استفاده نمود. نتایج نشان داد که تیمار شعله‌افکن با سرعت یک کیلومتر در ساعت (۳/۶ متر بر ثانیه) می‌تواند در کنترل گیاهچه‌های خردل وحشی و افزایش عملکرد کلزا مؤثر باشد. هدف از اجرای این تحقیق استفاده شعله‌افکن در از بین بردن بذر خردل وحشی خصوصاً در مزارع کلزا که موجب کاهش کمیت و کیفیت عملکرد و روغن کلزا است، می‌باشد. البته این روش قابل استفاده در مزارع مختلف و علف‌های هرز دیگر نیز می‌باشد. مطالعات انجام شده در کانادا نشان داده است که این علف هرز ۵۷ درصد از تراکم کل گونه‌های هرز موجود در ایالت مونی‌تابا را تشکیل می‌دهد (Thomas & Wise, 1988). خردل وحشی با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع موجب ۲۰ درصد کاهش عملکرد کلزا شده و اگر تراکم به ۲۰ بوته در مترمربع برسد میزان خسارت به ۳۶ درصد خواهد رسید (Thomas & Wise, 1984; Blackshaw et al., 1987; Mc Mullan et al., 1994). این گیاه به دلیل دارا بودن خفتگی طولانی بذر با ورود به پروفیل خاک در اثر عملیات زراعی، آلودگی مزرعه را در چندین سال حفظ نموده که خصوصاً به دلیل هم‌تیره بودن با کلزا (از لحاظ رده بندی) کنترل آن همواره مشکل بوده است. همچنین شعله‌افکن از مصرف بی‌رویه علف‌کش‌ها جلوگیری نموده و به این ترتیب موجب سلامت محیط زیست می‌گردد (Wszelaki et al., 2007). در این تحقیق تأثیر شعله‌افکن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و میکروارگانیسم‌ها نیز بررسی‌گردید.

## مواد و روش‌ها

قبل از شروع آزمایش با کشت بذر خردل وحشی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، و همراه با نور متناوب (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ هشت ساعت تاریکی) درون ژرمیناتور درصد جوانه‌زنی آن ها به دست آمد. سپس با استفاده از آزمون تترازولیوم کلراید (قرار دادن بذر در محلول یک درصد نمک تترازولیوم کلراید در تاریکی و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) زیستایی بذرها به میزان نود درصد تعیین گردید (Salimi & Termeh, 2002). آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در هشت تیمار و چهار تکرار در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ اجرا شد. آزمایش در زمین زراعی ایستگاه تحقیقات علف‌های هرز کرج انجام گردید. بعد از تهیه زمین و ایجاد فارو، بذرکلزا (رقم اوکاپی) مطابق عرف منطقه به صورت جوی پشته، درکرت‌هایی به عرض ۱/۲۰ شامل چهار پشته با طول چهار مترکشت گردید. فاصله تیمارها دو پشته و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر دو متر بود. در خرداد ماه، پس ازبرداشت کلزا ۵۰ گرم بذر خردل وحشی بر روی سطح خاک هر یک از تیمارها ریخته شد. برخی از تیمارهای آزمایش دارای کلش بودند که شامل استفاده از شعله‌افکن درخاک خشک، استفاده از شعله‌افکن در خاک مرطوب، سوزانیدن معمولی کلش در خاک خشک، سوزانیدن معمولی کلش درخاک مرطوب، شاهد بدون شعله‌افکن و سوزانیدن بودند. سایر تیمارها بدون کلش بودند که شامل استفاده از شعله‌افکن در خاک خشک، استفاده از

شعله‌افکن در خاک مرطوب و شاهد بدون شعله‌افکن بودند. لازم به ذکر است که منظور از سوزانیدن معمولی کلش به آتش کشیدن آنها بدون استفاده از دستگاه شعله‌افکن بود. شعله‌افکن از نوع دستی و گازی (گاز بوتان) با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر و سرعت شعله‌افکن ۰/۲۵ متر بر ثانیه بود. دمای شعله‌افکن بر سطح خاک حدود ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد بود.

**نمونه‌برداری‌ها:**

**۱- شمارش تعداد بذر سوخته و تعیین تراکم گیاهچه‌های خردل وحشی**

پس از برداشت کلزا، کلش برخی از کرت‌ها باقی ماند و کلش برخی دیگر حذف گردید. سپس کرت‌هایی از هر یک آبیاری و پس از گاورو شدن زمین اقدام به سوزانیدن کلش و نیز استفاده از شعله‌افکن در کرت‌های با خاک مرطوب و خاک خشک در تابستان شد. به منظور تسهیل و تسریع در شناسایی گیاهچه‌های خردل وحشی در بهار سال بعد بوته‌های رشد یافته مورد شناسایی قرار گرفته و شمارش شدند. جهت شمارش بذرهای سالم و بذر سوخته خردل وحشی موجود در نمونه‌های خاک پس از یک هفته از اعمال تیمارها اقدام به برداشت پنج نمونه از خاک به ابعاد ۵×۵ سانتی‌متر از سطح و پنج نمونه از وسط هر کرت شد. الگوی نمونه‌برداری شکل W با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. بذرها در دستجات ۱۰۰ تایی تفکیک و سپس شمارش بذرهای سوخته و سالم زیر بینوکولر انجام گردید و درصد آن‌ها به دست آمد. درصد زیستایی بذرهای سوخته و سالم با استفاده از آزمون تترازولیوم کلراید تایید گردید.

**۲- بررسی اثر تیمارهای مختلف آزمایش بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک**

بلافاصله پس از عملیات شوک حرارتی با شعله‌افکن و سوزانیدن معمولی کلش از عمق پنج سانتی‌متری از سطح خاک در چهار نقطه از کرت به مقدار یک کیلوگرم نمونه خاک تهیه نموده و جهت اندازه‌گیری کاتیون‌ها و آنیون‌ها، شوری , واکنش خاک و کربن‌آلی به آزمایشگاه منتقل گردید. مقادیر آهن، روی، مس و منگنز توسط دستگاه جذب اتمی پرکینگ المر (مدل – b ۱۱۰۰)، کلسیم و منیزیم و سدیم توسط دستگاه شعله‌سنجی[1] (مدل کورنینگ ۴۱۰). نیتروژن کل با دستگاه کجلدال[2]، فسفر با روش اولسن[3] و با دستگاه طیف سنجی، کربن آلی به روش والکی– بلک و مقدار مواد خنثی شونده[4] (VTN) به روش خنثی‌سازی اندازه‌گیری شد (Ehyaii, 1997).

1- Flame-photometer
2- Kjeldahl
3- Olsen
4- Total neutralizing value

**۳- بررسی میکروارگانیسم‌های خاک**

بلافاصله پس از شوک حرارتی با شعله‌افکن از پنج سانتی‌متری سطح خاک در چهار نقطه از کرت به مقدار یک کیلوگرم خاک نمونه‌برداری و به آزمایشگاه بیولوژی خاک منتقل گردید و جمعیت میکروبی آن مورد ارزیابی قرارگرفت. جمعیت میکروبی توسط روش پلیت‌کانت با رقت‌های ۱۰ تایی اندازه‌گیری شد (Ehyaii, 1997).

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد و به دلیل ضریب خطای بالا از جذر و لگاریتم برخی از آنها در تبدیل داده‌ها استفاده‌گردید. به منظور مقایسه میانگین داده‌ها نیز از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

**اثر شوک حرارتی شعله‌افکن بر سوختگی بذر خردل وحشی**

تأثیر سال در تیمار بر درصد سوختگی بذر معنی‌دار نبود (جدول ۱). بنابراین، میانگین تجزیه مرکب دو سال آزمایش نشان دادکه سوزانیدن معمولی کلش باقی مانده و استفاده شعله‌افکن موجب سوختگی بذر موجود بر سطح خاک شد (جدول ۲). شوک حرارتی به صورت سوزانیدن معمولی کلش مزرعه و یا شعله‌افکن موجب سوختگی و از بین رفتن بذر خردل وحشی شدکه با نتایج به دست آمده توسط آسکارد (Ascard, 1988) موافق بود. شعله‌افکن در خاک‌های مرطوب و کلش‌دار موجب ۴۳ درصد سوختگی بذر همراه با از بین رفتن زیستایی آن گردید که تأثیر آن در از بین بردن بذر بیش از سایر تیمارها بود. با توجه به جدول ۲ شعله‌افکن در کرت‌های مرطوب و دارای کلش بیشترین افزایش را در تعداد بذر سوخته داشت. احتمال دارد حرارت توسط رطوبت موجود در خاک به بذرهایی که در شیارهای درون خاک قرار گرفته بودند رسیده باشد و در نتیجه بذرها بیشتر تحت تأثیر شوک حرارتی قرار گرفته باشند.

**تراکم گیاهچه‌های خردل وحشی**

تأثیر سال در تیمار معنی‌دار بود (جدول ۱)، لذا نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تراکم گیاهچه‌های خردل وحشی برای هر سال به طور جداگانه انجام گرفت (جدول ۲). نتایج فوق نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود داشت. کمترین تراکم گیاهچه‌های خردل وحشی پس از اعمال تیمارها در سال اول و دوم مربوط به شوک حرارتی با شعله‌افکن در کرت‌های خشک و بدون کلش بود.

**بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک**

تأثیر سال در تیمار تنها در مورد درصد اشباع خاک معنی‌دار بود و سایر فاکتورها تفاوت معنی‌دار بین سال و تیمار نشان ندادند، لذا

مقایسه میانگین درصد اشباع خاک برای هر سال به طور جداگانه انجام گرفت (جدول ۳). در بین فاکتورهای بررسی شده تنها آهن،مس، منگنز و سدیم در بین تیمارها تفاوت معنی‌دار نشان دادند (جدول ۳). در تیمارهای دارای کلشی که خاک مرطوب بود، شوک حرارتی شعله‌افکن و سوزانیدن معمولی کلش، موجب کاهش آهن و مس نسبت به شاهد گردید، در صورتی که در کرت‌های کلش‌دار و خشک و نیز در کرت‌های بدون کلش، شعله‌افکن و سوزانیدن موجب کاهش آهن و مس نشد (جدول ۴).

شعله‌افکن در کرت‌های مرطوب موجب کاهش منگنز شد (جدول ۴). تغییرات مقدار سدیم نیز نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داشت. با سوزانیدن بقایای گیاهی، عناصر قلیایی موجود در آن آزاد شد و به تدریج میزان املاح محلول خاک افزایش یافت و موجب شور شدن خاک گردید (جدول ۴).

دمای بالای شعله‌افکن تأثیر سویی در بیشتر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک نداشت. تنها مقدار آهن، منگنز و مس در تیمارهای شوک حرارتی که شامل شعله‌افکن و سوزانیدن معمولی کلش‌ها در خاک‌های مرطوب بود کاهش نشان داد.

**جدول ۱- نتایج تجزیه مرکب (میانگین مربعات) داده های دو سال**

**Table 1- Compound analysis of data for two years**

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | تعداد گیاهچه در متر مربع Number of seedlings per $m^2$ | درصد بذور سوخته Viability loss (%) |
|---|---|---|---|
| سال Year | 1 | 6662.641 | 1 |
| خطای سال Year error | 3 | 27.766 | 24.781 |
| تیمار Treatment | 7 | 1409.248** | 1728.063** |
| تیمار×سال Treatment×Year | 7 | 381.069** | 3.357ns |
| خطا Error | 42 | 64.670 | 39.507 |
| ضریب تغییرات (٪) CV (%) | | 21.49 | 38.61 |

**جدول ۲- مقایسه میانگین تراکم گیاهچه های خردل وحشی و درصد بذر سوخته شده خردل وحشی**

**Table 2- Mean comparison of seedling densities and seed viability (%) loss of *Sinapis arvensis* L.**

| تیمار Treatment | تراکم گیاهچه در مترمربع Number of seedlings per (2005) $m^2$ | تراکم گیاهچه در مترمربع Number of seedlings per $m^2$ (2006) | در صد بذر سوخته شده Viability loss (%) |
|---|---|---|---|
| خاک خشک، دارای کلش + شعله افکن Dry soil, With canola stubbles + flaming | 50.00bc* | 18.75cd | 12.88de |
| خاک مرطوب، دارای کلش + شعله افکن Wet soil, With canola stubbles + flaming | 43.00cd | 25.23bc | 43.13a |
| خاک خشک، دارای کلش + سوزانیدن کلش Dry soil, With canola stubbles + burning | 62.00ab | 19.75cd | 21.25b |
| خاک مرطوب، دارای کلش + سوزانیدن کلش Wet soil, With canola stubbles + burning | 32.00de | 31.50b | 18.63cd |
| شاهد بدون شوک حرارتی No heating | 60.00ab | 42.50a | 0.00f |
| خاک خشک + شعله افکن، بدون کلش Dry soil+ flaming,, Without canola stubbles | 18.00e | 11.25d | 27.63 b |
| خاک مرطوب + شعله افکن، بدون کلش Wet soil + flaming, Without canola stubble | 39.00cd | 27.25bc | 6.75e |
| شاهد (بدون شوک حرارتی) Control (No heating) | 75.00a | 43.50a | 0.00f |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with the same letters in each column have not significant difference at α=5% probability level based on Duncan's test.

در خاک‌های خشک شوک حرارتی هیچ‌گونه کاهشی در مقدار این عناصر موجب نشد. در محیط مرطوب افزایش pH خاک در اثر دی نیتریفیکاسیون نیتروژن در شرایط احیاء انجام می‌گردد، این پدیده موجب کاهش حلالیت عناصر میکرو می‌شود. همچنین در محیط خشک میزان اکسیژن در فاز جامد خاک بیشتر از خاک مرطوب می‌باشد و نیترات در این محیط تشکیل شده و باعث کاهش pH و افزایش حلالیت عناصر میکرو می‌شود.

در این آزمایش در مقدار pH و نیترات خاک تغییر معنی‌داری مشاهده نشد و احتمال کاهش این عناصر در اثر شعله‌افکن و سوزانیدن معمولی کلش‌ها شاید به دلیل افزایش تأثیر حرارت در جوار رطوبت خاک برکاهش حلالیت این عناصر می‌باشد که در محیط خشک این پدیده رخ نداد. البته وجود کلش موجب کاهش بیشتر این عناصر نسبت به کرت‌های بدون کلش در تیمارهای فوق شد و چون سوخته شدن کلش موجب افزایش عناصر قلیایی خاک می‌گردد، از حلالیت عناصر میکرو جلوگیری نموده و باعث کاهش مقدار آهن، مس و منگنز قابل حل در خاک شده است، لذا با حذف کلش از مزرعه و سپس ایجاد شوک حرارتی با شعله‌افکن از مقدار این کاهش به طور معنی‌داری کاسته گردید.

**جدول ۳- نتایج تجزیه مرکب (میانگین مربعات) خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در دو سال**

**Table 3- Compound analysis of physicochemical data of soil for two years**

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | کربن آلی OC | مواد خنثی شونده TNV | اسیدیته pH | هدایت الکتریکی EC | درصد اشباع S.P. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سال Year | 1 | 0.02 | 11.231 | 0.502 | 0.269 | 95.551 |
| خطای سال Year error | 3 | 0.002 | 5.948 | 0.052 | 0.043 | 1.872 |
| تیمار Treatment | 7 | 0.004ns | 0.434ns | 0.017ns | 0.026ns | 1.556ns |
| تیمار×سال Treatment × year | 7 | 0.004ns | 0.261 | 0.025ns | 0.013ns | 1.985* |
| خطا Error | 42 | 0.003 | 0.321 | 0.016 | 0.015 | 0.815 |
| ضریب تغییرات (٪) CV (%) | | 9.21 | 5.79 | 1.64 | 18.57 | 2.68 |

ns و * ترتیب نشاندهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns and * are non significant and significant at 5 % probability level, respectively.

**ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه مرکب (میانگین مربعات) خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در دو سال**

**Table 3 Continued - Compound analysis of physicochemical data of soil for two years**

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | روی Zn | مس Cu | کلسیم Ca | منیزیم Mg | سدیم Na |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سال Year | 1 | 1.932 | 3.596 | 0.002 | 0.901 | 5804.344 |
| خطای سال Year error | 3 | 0.036 | 0.334 | 0.075 | 0.105 | 4124.404 |
| تیمار Treatment | 7 | 0.048ns | 0.220** | 0.077ns | 0.062ns | 4528.511** |
| تیمار×سال Treatment ×year | 7 | 0.004ns | 0.065ns | 0.067ns | 0.015ns | 1227.158ns |
| خطا Error | 42 | 0.023 | 0.045 | 0.060 | 0.036 | 1449.062 |
| ضریب تغییرات CV (%) | | 23.18 | 18.08 | 9.52 | 8.28 | 29.3166 |

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

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

**ادامه جدول۳- نتایج تجزیه مرکب (میانگین مربعات) خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در دو سال**

**Table 3 Continued - Compound analysis of physicochemical data of soil for two years**

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | آهن Fe | پتاسیم K | سدیم N | منیزیم Mn | فسفر P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سال Year | 1 | 1.064 | 7766.016 | 2.641 | 0.001 | 8950.579 |
| خطای سال Year error | 3 | 0.038 | 4303.661 | 0.328 | 0.107 | 2.560 |
| تیمار Treatment | 7 | 0.188** | 11882.141ns | 0.444 ns | 0.709** | 2.901ns |
| تیمار×سال Treatment ×year | 7 | 0.008ns | 4234.801ns | 0.498ns | ns 0.036 | 2.432ns |
| خطا Error | 42 | 0.015 | 5589.959 | 0.400 | 0.029 | 3.845 |
| ضریب تغییرات CV (%) | | 23.20 | 23.81 | 9.75 | 14.79 | 9.49 |

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

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

**جدول ٤- مقایسه میانگین غلظت عناصر مختلف در دو سال**

**Table 4- Mean comparison of compound analysis of different mineral concentrations data for two years**

| تیمار Treatment | سدیم (میلی‌گرم بر لیتر) Na ($mg.l^{-1}$) | منیزیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Mn ($mg.kg^{-1}$) | آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Fe ($mg.kg^{-1}$) | مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Cu ($mg.kg^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| خاک خشک، دارای کلش + شعله افکن Dry soil, With canola stubbles + flaming | 115.5bc* | 27.469 ab | 5.296a | 1.302ab |
| خاک مرطوب، دارای کلش + شعله افکن Wet soil, With canola stubbles + flaming | 156.8ab | 4.720d | 1.815de | 0.966c |
| خاک خشک، دارای کلش + سوزانیدن کلش Dry soil, With canola stubbles + burning | 133.1abc | 29.263a | 4.775ab | 1.295ab |
| خاک مرطوب، دارای کلش + سوزانیدن کلش Wet soil, With canola stubbles + burning | 159.7a | 5.262d | 1.732e | 0.905c |
| شاهد بدون شوک حرارتی No heating | 131.6abc | 22.194ab | 3.366bc | 1.194ab |
| خاک خشک + شعله افکن، بدون کلش Dry soil+ flaming, Without canola stubbles | 97.35c | 20.650b | 3.697bc | 1.269ab |
| خاک مرطوب + شعله افکن، بدون کلش Wet soil + flaming, Without canola stubbles | 144.3ab | 12.322c | 2.590bc | 1.099bc |
| شاهد (بدون شوک حرارتی) Control (No heating) | 100.6c | 19.683b | 4.067ab | 1.349a |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with the same letters in each column have not significant difference at α=5% probability level based on Duncan's test.

**بررسی تعداد میکروارگانیسم‌های خاک**

تعداد میکروارگانیسم‌های خاک در تیمارهای مختلف تغییرات معنی‌داری نشان داد. تعداد میکروارگانیسم ها در تیمارهای شوک حرارتی با سوزانیدن معمولی کلش و شعله‌افکن در کرت‌های مرطوب کمتر از شاهد بود. در صورتیکه شعله‌افکن در کرت‌های خشک کلش‌دار و کرت‌های خشک بدون کلش کاهشی در تعداد میکروارگانیسم ها نشان نداد (جدول ۵).

به طور کلی کاهش تعداد میکروارگانیسم‌ها مقطعی بوده و پس از گذشت زمان جبران خواهد شد. تحقیقاتی که در این زمینه انجام شده نشان داده است که خاک عایق حرارت بوده و زمانی که مرطوب شد، آبی که در خلل و فرج خاک قرارمی‌گیرد رسانای مناسبی است که می‌تواند دما را به درون خاک منتقل نماید و شاید به این دلیل تعداد میکروارگانیسم‌های خاک در خاک‌های مرطوب کاهش یافته است (Ascard, 1988).

مشاهدات فوق با یافته‌های دان و همکاران (Dunn et al., 1985) (1985) موافق بود. آن‌ها نشان دادند که درجه حرارت خاک با جمعیت میکروبی خاک ارتباط پیچیده‌ای دارد و دوره گرما، درجه حرارت خاک و مقدار آب خاک در جمعیت میکروبی تأثیرگذار می‌باشد. در خاک مرطوب حساسیت میکروارگانیسم‌ها به دمای بالا بیشتر شده وآسیب بیشتری متحمل می‌شوند. اکسیداسیون منگنز و دیگر عناصر غذایی در خاک یک اکسیداسیون بیولوژیکی است که در صورت فقدان جمعیت کافی میکروبی از میزان فراهمی آن برای گیاه کاسته می‌شود و شاید کاهش برخی عناصر در اثر کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌ها نیز باشد. تحقیقات دیگری نشان داده است که تأثیر شعله‌افکن بر جمعیت میکروفلورای خاک بسیار اندک بوده و پس از مدتی جبران خواهد شد (Šniauka & Pocius, 2008)، لذا تغییری که در تعداد میکروارگانیسم‌ها به وجود آمد مجدداً جبران خواهد شد. با توجه به کاهش زیستایی و از بین رفتن بذر خردل وحشی در تیمارهای حرارتی و با توجه به عدم اثر سوء تیمارهای مذکور در تعداد میکروارگانیسم‌ها به خصوص در خاک‌های خشک و نیز اثر مطلوبی که شعله‌افکن در خاک‌های خشک و بدون کلش در حفظ عناصر خاک نشان داد، می‌توان استفاده از شعله‌افکن پس از برداشت کلزا را در مزارعی که آلودگی شدید به خردل وحشی دارند جهت از بین بردن بذر خردل وحشی ریخته شده بر سطح خاک توصیه نمود و از این روش در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز مزارع استفاده کرد.

**جدول ۵- مقایسه میانگین تعداد میکروارگانیسم‌های خاک**

**Table5. Mean comparison of the number of micro organisms in soil**

| تیمار<br>Treatment | تعداد میکروارگانیسم‌ها در گرم خاک خشک<br>Number of micro organisms in soil (No. per g) |
|---|---|
| خاک خشک، دارای کلش + شعله افکن<br>Dry soil, With canola stubbles + flaming | 219037500a* |
| خاک مرطوب، دارای کلش + شعله افکن<br>Wet soil, With canola stubbles + flaming | 30930000b |
| خاک خشک، دارای کلش + سوزانیدن کلش<br>Dry soil, With canola stubbles + burning | 79845000ab |
| خاک مرطوب، دارای کلش + سوزانیدن کلش<br>Wet soil, With canola stubbles + burning | 11510000b |
| شاهد بدون شوک حرارتی<br>No heating | 460750000a |
| خاک خشک + شعله افکن، بدون کلش<br>Dry soil+ flaming, Without canola stubbles | 86825000a |
| خاک مرطوب + شعله افکن، بدون کلش<br>Wet soil + flaming, Without canola stubbles | 62435000b |
| شاهد (بدون شوک حرارتی)<br>Control (No heating) | 114732500a |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with the same letters in each column have not significant difference at α=5% probability level based on Duncan's test.

## منابع


1- Ascard, J. 1988. Thermal weed control in flame treatment a useful method for row cultivated crops and hauler killing in potatoes. In: Weeds and Weed Control, 29th Swedish Weed Conference 1: 194 -207.

2- Ascard, J. 1995. Thermal weed control by flaming: biological and technical aspects. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden.

3- Bertram, A. 1992. Thermodynamic principles of flame weeders. Landtechnik 47: 401-402

4- Blackshaw, R.E., Anderson, G.W., and Dekker, J. 1987. Interference of *Sinapis arvensis* L. and *Chenopodium album* L. in spring rapeseed (*Brassica napus* L.). Weed Research 27: 207- 213
5- Dunn, P.H., Barro, S.C., and Poth, M. 1985. Soil moisture affects survival of microorganisms in heated chaparral soil. Soil Biology and Biochemistry 17: 143- 148
6- Egely, G.H. 1990. High- temperature effects on germination and survival of weed seeds in soil. Weed Science 38: 429- 435
7- Ehyaii, M. 1997. Methods of Soil Chemical Analysis. Publication No. 1024. Soil Research Institute, Tehran, Iran. (In Persian)
8- Grundy, A.C., Green, J.M., and Lennartsson, M. 1998. The effect of temperature on the viability of weed seed sin compost. Compost Science and Utilization 6: 26-33
9- Holmoy, R., and Storeheier, K.J. 1993. Selective flaming in the plant row and basic investigation and development of flamers. In: Communications, 4th International Conference IFOAM, Non- chemical Weed Control, Dijon, France p. 149- 154
10- McMullan, P.M., Daun, J.K., and DeClercq, D.R. 1994. Effect of wild mustard (*Brassica kaber*) competition on yield and quality of triazine tolerant and triazine susceptible canola (*Brassica napus* and *Bassica rapa*). Canadian of Journal of Plant Science 74: 369- 374.
11- Mutch, D.R., and Martin, T.E. 2007. Organic corn weed control study. AOE Field Crops Team on- Farm Research and Demonstration, p. 12.
12- Mutch, D.R., and Martin, T.E. 2006. Organic corn weed control. AOE Field Crops Team On-Farm Research and Demonstration, p. 14-15.
13- Mutch, D.R., Simmons, J., Monroe, J., and Vogel, G. 2005. Some helpful tips on flaming weed sin corn and soybeans. The New Agricultural Network 3(2): 86-93
14- Nemming, A. 1994. Cost of flame cultivation. Acta Horticulturae 372: 205- 212.
15- Parish, S. 1990. A review of non-chemical control techniques. Biological and Horticulture (7): 117-137
16- Salimi, H., and Termeh, F. 2002. A study on seed dormancy and germination in ten species of grass weeds. Rostaniha, 3: 23 - 40
17- Shimi, P. 2000. Use of flamer as a replacement for Paraquat as a weed killer in potato fields. Proceedings of 14th Iranian Plant Protection Congress, Isfahan University of Technology, Iran 319 pp. (In Persian)
18- Shimi, P. 2001. Physico- chemical control of weeds in oilseed rape with special reference to the control of *Sinapis arvensis* L. Final Research Report, Plant Pathology Research Institute of Iran. (In Persian)
19- Shimi, P., and Faghih, A. 2002. Comparing common methods of weed control with flaming in onion fields. Proceedings of 15th Iranian Plant Congress, Razi University of Kermanshah, Iran 126 pp. (In Persian)
20- Smiley, J.L., Jefferys, G.L., and Standifer, L.C. 1986. Post- emergence weed control in *Tobacco peppere* using LP gas flame. Proceedings Southern Weed Society. 39th Annual Meeting 176 pp.
21- Šniauka, P., and Pocius, A. 2008. Thermal weed control in strawberry. Agronomy Research 6: 359–366
22- Thomas, A.G., and Wise, R.F. 1984. Weed survey of Manitoba cereal and oilseed crops 1978, 1979 and 1981. Weed Survey Series Publication. 84-1, Agriculture Canada, Regina, S.K. 230 pp.
23- Thomas, A.G., and Wise, R.F. 1988. Weed survey of Manitoba cereal and oilseed crops 1986. Weed Survey Series Puble. 88-1 Agriculture Canada, Regina, S.K. 201 pp.
24- Tompkins, D.K., Chaw, D., and Abiola, A.T. 1998. Effects of windrow composting on weed seed germination and viability. Compost Science and Utilization 6: 30- 34
25- Thomson, A.J., Jones, N.E., and Blair, A.M. 1997. The effect of temperature on viability on imbibed weed seeds. Annals of Applied Biology 130: 123-134.
26- Wszelaki, A.L., Doohan, D.J., and Alexandrou, A. 2007. Weed control and crop quality in cabbage (*Brassica oleracea* (Capitata group) and tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) using a propane flamer. Crop Protection 26: 134-144.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۴۸۱-۴۷۶

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 476-481

# ویژگی‌های اقتصادی تنوع ارقام مختلف گندم (*Triticum aestivum* L.): برآورد الگوی اقتصاد سنجی

سمانه سادات همراز[۱]، محمدرضا کهنسال[۲*]، محمد قربانی[۲] و علیرضا کوچکی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

## چکیده

این مطالعه تلاش دارد تا با محاسبه شاخص اهمیت‌دهی به خصوصیات پایه‌ای بذر، میزان اهمیت و توجه کشاورزان به خصوصیات محیطی، زراعی و بازاری بذر گندم (*Triticum aestivum* L.) بررسی و عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر این شاخص مورد ارزیابی قرار گیرد. داده‌ها مربوط به ۱۰۲ کشاورزان گندمکار مشهد است. برای انجام برازش‌ها از رگرسیون پواسن بهره گرفته شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که در مجموع ویژگی‌های بذر، بازارپسندی و ظاهر محصول دارای بیشترین اهمیت می‌باشد. همچنین میزان تحصیلات، درآمد از منابع کشاورزی و غیرکشاورزی، سابقه کشاورز، مساحت مزرعه و اخذ وام با علامت مثبت مؤثر بوده اند.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع زیستی، رگرسیون پواسن، شاخص حفاظت خصوصیات پایه‌ای بذر

## مقدمه

تنوع، شاخص و اساس پیچیدگی نظام بوده و به تمام موجودات زنده و روابط متقابل بین آنها که آرایه گسترده‌ای از موجودات زنده با مجموعه بسیار پیچیده‌ای از روابط متقابل هستند، گفته می‌شود. کشاورزی بزرگترین و ارزشمندترین استفاده کننده از تنوع زیستی محسوب می‌شود که تولید گیاهان زراعی و به تبع آن امنیت غذا در سطح جهان به آن وابسته است (Koocheki et al., 2003). تنوع زیستی به گوناگونی اشکال حیات بر روی کره‌زمین (در سه سطح اکوسیستم، گونه و ژن) و بر هم کنش این عوامل اطلاق می‌شود. در طی دهه اخیر با افزایش روند نابودی محیط زیست در سطح جهان توجه متخصصان به مسئله تنوع‌زیستی معطوف شده‌است. طبق تعریف معاهده تنوع زیستی، تنوع زیستی به معنای قابلیت گوناگونی بین موجودات زنده از هر منبع اعم از اکوسیستم‌های زمینی، دریایی و دیگر اکوسیستم‌های آبزی و مجموعه ترکیبات اکولوژیکی آنها می‌باشد. در یک اکوسیستم هر چه تنوع گونه‌ای بیشتر باشد، محیط پایدارتر و از شرایط خود تنظیمی بیشتری برخوردار است. تنوع زیستی کشاورزی زیر مجموعه‌ای مهم و استثنایی از تنوع زیستی است. کوآل‌ست و همکاران (Qualest et al., 1995) تنوع زیستی کشاورزی را به صورت تمامی گیاهان زراعی، حیوانات اهلی و خویشاوندان وحشی آنها و تمامی گونه‌های حشرات گرده‌افشان، همزیست و آفت‌ها، انگل‌ها، شکارچیان و گونه‌های رقیب تعریف نموده‌اند. همچنین تنوع زیستی کشاورزی به صورت «دامنه وسیعی از موجودات زنده در سطح درون خاک نظیر آفات و بیماری‌ها و علف-های هرز، گرده‌افشان‌ها و موجودات کنترل‌کننده بیولوژیک و نیز بعضی از موجودات کنترل‌کننده چرخه مواد غذایی،که برای که برای کشاورزی می‌توانند مفید یا مضر باشند» نیز تعریف شده است (Qualest et al., 1995). سویفت و اندرسون (Swift & Anderson, 1994) اهمیت نقش کارکردی تنوع زیستی کشاورزی با تقسیم اجزای زنده بوم‌نظام‌ها توسط به سه جز تولیدکننده، اجزای مفید و اجزای مخرب مورد تأکید قرار گرفته است. اجزای تولیدکننده شامل گیاهان زراعی و دام‌های اهلی می‌باشند که تولید غذا، الیاف و دیگر فرآورده‌ها برای مصرف‌کنندگان را بر عهده دارند. اجزای مفید موجوداتی هستند که نقش مثبتی در باروری نظام‌ها دارند. این موجودات شامل گرده‌افشان‌ها، گیاهان آیش و موجودات خاکزی هستند که کنترل چرخش مواد غذایی را برعهده دارند. عوامل مخرب شامل علف‌های هرز، آفات و عوامل بیماری‌زا می‌باشد (Swift &

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: kohansal1@yahoo.com

Anderson,1994). بررسی منابع موجود مؤید این مهم است که تا کنون مطالعه‌ای داخلی در خصوص ارزش‌گذاری تنوع زیستی زراعی انجام نگرفته است. از جمله مطالعات انجام شده در زمینه بررسی تنوع زیستی گونه‌های زراعی ایران است که در آن با محاسبه شاخص شانون ملاحظه شد که حبوبات و گیاهان علوفه‌ای دارای حداکثر تنوع گونه‌ای هستند و بطور کلی تنوع گونه‌ای ارتباط زیادی را با عوامل اقلیمی و بخصوص بارندگی داراست. تنوع آلفا و بتا در بین استان‌های کشور متفاوت است، ولی استان‌هایی که از یکنواختی اقلیمی بیشتری برخوردار هستند، تنوع آلفا در آنها زیاد و تنوع بتا اندک است و با افزایش غیریکنواختی اقلیمی از تنوع آلفا کاسته شده و بر تنوع بتا افزوده می‌شود (Naseri & et al, 2005). در مطالعه‌ای دیگر تنوع زیستی باکتری‌های همزیست نخود از نظر توانایی تثبیت نیتروژن در استان خراسان مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح ارقام نخود با ایزوله‌های بومی، موجب افزایش گره‌زایی ماده خشک بخش هوایی، ماده خشک کل گیاه و کارآیی همزیستی می‌شود (Parsa et al., 2003). در مطالعه تنوع زیستی محصولات باغی، سبزی و صیفی ایران نشان داده شد که شاخص تنوع شانون، تنوع این محصولات را متناسب با غنای گونه‌ای آنها نشان نمی‌دهد. به طور کلی، شاخص تنوع گونه‌ای محصولات باغی، سبزی و صیفی استان‌های مختلف کشور مطلوب به نظر می‌رسد (Koocheki et al., 2004). در بررسی تنوع زیستی گیاهان دارویی و معطّر در بوم نظام‌های زراعی ایران نشان داده شد که تعداد گونه‌های دارویی و معطّری که در ایران کشت می‌شوند، حدود ۵۶ گونه بوده و شاخص شانون برای این گونه‌ها، ۰/۶۴ می‌باشد. استان خراسان در بین استان‌های کشور از بیشترین سطح زیر کشت و تنوع گونه‌های دارویی و معطّر برخوردار است (Koocheki et al., 2004). در ارزیابی تنوع زیستی کشاورزی و اثرات آن بر پایداری یک سامانه کشاورزی گندم (*Triticum aestivum* L.)- پنبه در خراسان معین شد که فقط ۷/۹ و ۱/۴ درصد کشاورزان به ترتیب از بقولات علوفه‌ای و کود سبز در کشت بوم‌های خود استفاده می‌کنند. ۷۸ درصد کشاورزان حداقل یک گونه زراعی دیگر غیر از گندم و پنبه کشت می‌کردند. ۴۷/۵ درصد کشاورزان از یک نوع یا بیشتر دام استفاده می‌کردند. همبستگی مثبت معنی‌دار بین سنجه‌های تنوع زیستی کشاورزی و پایداری بوم شناختی سامانه‌های کشاورزی مورد مطالعه وجود داشته است (Mahdavi Damghani et al., 2007). در بررسی تنوع واریته‌های گیاهان زراعی در ایران مشخص شد که علیرغم تفاوت بین استان‌ها، گندم و برنج بیشترین غنای واریته‌ای را در بین محصولات کشور دارد، در حالیکه غنای واریته‌ای دانه‌های روغنی بسیار اندک است. از ۳۴ واریته گندم زیرکشت در کشور، ۱۰ واریته ۸۴ درصد و دو واریته ۲۹ درصد از سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده‌اند. در نتیجه تنوع مکانی واریته‌های زراعی بر مبنای شاخص شانون در مورد کلیه محصولات زراعی کشور پایین است و حتی برای گندم و برنج که بالاترین غنای واریته‌ای را دارند از ۱/۵ تا ۱/۷ تجاوز نمی‌کند (Koocheki et al., 2004). همانگونه که بررسی نشان می‌دهد ادبیات مربوط به این موضوع برای اندازه‌گیری تنوع زیستی زراعی شاخص‌های متعددی وجود دارد. در این مطالعه به منظور ارزیابی ارزش تنوع زیستی زراعی در بعد تنوع زنتیکی از شاخص ابدائی والی و موبرو (Wale & Mburu, 2006) استفاده گردیده است. این شاخص سعی در بررسی خصوصیاتی از بذر گندم مورد استفاده کشاورزان دارد، که برای آنها مهم‌تر است. در حقیقت این شاخص بررسی می‌کند که در انتخاب یک یا چند واریته، چه خصوصیاتی برای کشاورزان مهم است. پس از محاسبه این شاخص رابطه آن با خصوصیات اقتصادی- اجتماعی نمونه مورد بررسی قرار گرفته است.

## مواد و روش‌ها

روشی که انتخاب کشاورزان از خصوصیات بذر را توضیح می‌دهد نه تنها از تئوری Lancaster برای انتخاب مصرف‌کنندگان استفاده می‌کند (Lancaster, 1966) بلکه همچنین از مدل اول اطمینان رُی و تئوری مطلوبیت تصادفی را نیز در بر می‌گیرد (Roy, 1952) تقاضا برای خصوصیت i ($T_i$) که منجر به انتخاب واریته خاص از گندم(*Triticum aestivum* L.) مستقیماً موجب ترکیب تولید می‌شود. تابع مطلوبیت کشاورز را می‌توان به صورت توابع تجمعی از خصوصیات مقدم گندم ارائه شود (معادله ۱).

$$V(T_i|\omega_i) \qquad \text{معادله (۱)}$$

که در این معادله، V: شرایطی بر مجموعه عوامل برون‌زا $\omega_i$ می‌باشد. تقاضای کشاورزان برای تنوع زیستی گندم با استفاده از شاخص شمارش خصوصیات به عنوان متغیّر وابسته مورد آزمون قرار گرفته است. تنوع زیستی گندم هر کشاورز به صورت زیر محاسبه می شود:

$$(\sum_{i=1}^{m} T_i) \qquad \text{معادله (۲)}$$

که در این معادله، $T_i$: برابر با یک است اگر خصوصیتی برای کشاورز مهم باشد و در غیر این صورت برابر با صفر است. در معادله (۲)، m: بیانگر تعداد خصوصیات مورد بررسی می‌باشد. خصوصیاتی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است، از مطالعات قبلی و پیش مطالعه انجام شده حاصل گردیده است. این خصوصیات شامل عملکرد بالقوه بذر، تغییرات عملکرد در شرایط نامناسب همانند خشکسالی و سرما، مقاومت در مقابل آفات و بیماری‌ها، برداشت راحت با کمباین، ارتفاع بلندتر ساقه، برداشت خوب، حداقل برداشت در شرایط نامناسب، بازارپسندی، ظاهر محصول، میزان ریزش کمتر در هنگام برداشت،

زمان مناسب برداشت، پاسخ‌دهی نسبت به کود، زودرس بودن، افزایش حاصلخیزی خاک می‌باشد. از مجموع اهمیت‌دهی به این خصوصیات شاخص اهمیت‌دهی به خصوصیات پایه‌ای بذر استخراج گردیده است. این شاخص یک شاخص همگراست و بیانگر تنوع انتخابی کشاورزان از میان واریته‌های گندم انتخابی آنها نسبت به کل واریته‌های موجود است. رگرسیون پواسن رایج‌ترین مدل رگرسیون برای داده‌های شمارشی است (Cameron & Trivedi, 1998). در این مطالعه رگرسیون پواسن به صورت معادله زیر تعریف شده است:

معادله (۳)
$$y_i = e^{x_i'\beta} + \varepsilon_i = \\ = e^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i}+\ldots+\beta_k X_{ki})} + \varepsilon_i$$

که در این معادله، $y_i$: بیانگر شاخص خصوصیات گندم و $X_i$s: متغیّرهای توضیحی مدل هستند. در این مدل این متغیّرها شامل سن کشاورزان (سال)، میزان تحصیلات (سال)، درآمد سالانه از منابع غیر کشاورزی (ریال)، درآمد سالانه از منابع کشاورزی (ریال)، تعداد افراد خانوار (نفر)، سابقه کشاورزی (سال)، دارا بودن وام ( متغیّر موهومی:۰: عدم دارا بودن و ۱: دارا بودن) و مساحت مزرعه (هکتار) می‌باشد.

در این مطالعه نمونه‌ای شامل ۱۰۲ نفر از کشاورزان گندمکار شهرستان مشهد، با بهره‌گیری از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شده‌اند. به منظور تعیین حجم نمونه از معادله ارائه شده توسط کوکران (Cochran, 1963) استفاده گردیده است (معادله ۴).

معادله (۴)
$$n = \frac{t^2 s^2}{d^2}$$

که در این معادله، n: تعداد نمونه، t= 1.96، $s^2$: واریانس صفت مورد مطالعه (که در اینجا سطح زیر کشت است و d: انحراف معیار می‌باشد.

## نتایج و بحث

### الف- بررسی خصوصیات جامعه

جدول ۱ خلاصه‌ای از خصوصیات اقتصادی و اجتماعی این نمونه را نشان می‌دهد.

بر اساس اطلاعات جدول ۱ میانگین سن، میزان تحصیلات، تعداد افراد خانوار، تعداد افراد مرد خانوار، تعداد افراد شاغل در خانوار به ترتیب ۴۵/۶۲ سال، ۹/۴۵ سال، ۵/۴۱ نفر، ۲/۷ نفر، ۲/۵ نفر می‌باشد. بیشترین فراوانی در سن افراد مربوط به سن ۵۰ سال، در خصوص تحصیلات مربوط به تحصیلات دیپلم (معادل ۱۲ سال تحصیل)، بیشترین فراوانی در تعداد افراد خانوار، تعداد افراد مرد خانوار، تعداد افراد شاغل خانوار به ترتیب ۵، ۲ و ۲ نفر می‌باشد. در خصوص سابقه کشاورزی افراد نیز آماره مد یا بیشترین فراوانی افراد مربوط به سال است. بیشترین انحراف معیار یا پراکنش مربوط به متغیّر سن است که با توجه به دامنه تغییرات وسیعی که این متغیّر داراست قابل توجیه می‌باشد.

### ب- برآورد شاخص حفاظت از خصوصیات پایه‌ای بذر

به منظور بررسی تأثیر خصوصیات اقتصادی و اجتماعی کشاورزان بر شاخص حفاظت از رگرسیون پواسن بهره گرفته شده است. در این قسمت ابتدا شاخصی از خصوصیات گندم ایجاد شده و سپس رابطه آن با خصوصیات اقتصادی و اجتماعی کشاورزان مورد بررسی قرار گرفته است. برای ایجاد این شاخص از کشاورزان خواسته شد تا در خصوص انتخاب بذر از میان عوامل ارائه شده در گزینه‌های آنهایی را که از نظر آنها دارای اهمیت است مشخص کنند. سپس به هر یک از مواردی که دارای اهمیت بوده ارزش یک و در غیر اینصورت ارزش صفر داده شده است. خصوصیات ارائه شده شامل عملکرد بالقوه بذر، تغییرات عملکرد در شرایط نامناسب همانند خشکسالی و سرما، مقاومت در مقابل آفات و بیماری‌ها، برداشت راحت با کمباین، ارتفاع بلندتر ساقه، برداشت خوب، حداقل برداشت در شرایط نامناسب، بازارپسندی، ظاهر محصول، میزان ریزش کمتر در هنگام برداشت، زمان مناسب برداشت، پاسخدهی نسبت به کود، زودرس بودن، افزایش حاصلخیزی خاک می‌باشد. از کشاورزان خواسته شده بود تا هر کدام یک از عوامل را که در انتخاب بذر برای آنها دارای اهمیت است مشخص کنند. نتایج حاصل از بررسی فراوانی پاسخ‌های ارائه شده برای هر گزینه در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به این اطلاعات از میان عوامل ارائه شده به کشاورزان بازارپسندی و ظاهر محصول دارای بیشترین اهمیت می‌باشند. کمترین میزان اهمیت نیز به میزان ریزش کمتر در هنگام برداشت و پاسخدهی نسبت به کود است. با در نظر گرفتن فراوانی تجمعی پاسخ‌های ارائه شده از سوی کشاورزان به این سوال شاخص حفاظت (اهمیت‌دهی) از تنوع زراعی گندم محاسبه شده است. رابطه این شاخص با هر یک از خصوصیات اقتصادی و اجتماعی کشاورزان در جدول ۳ ارائه شده است.

با توجه به نتایج حاصل از برآورد سن افراد دارای تأثیر منفی (به لحاظ آماری بی‌معنی) بر اهمیت‌دهی به خصوصیات پایه‌ای بذور مورد استفاده می‌باشد. از آنجایی که با افزایش سن افراد آنها ریسک گریزتر می‌شوند، لذا در انتخاب واریته و نوع بذر مورد کشت خود خصوصیات کمتری را اهمیت داده و تنها به مواردی که مربوط به عملکرد بذر باشد اهمیت می‌دهند. این در حالی است که در بررسی شاخص مطرح شده موارد بازاریابی – اقتصادی و تأثیرات زیست محیطی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین افراد با سن بالاتر دارای تجربه بیشتری در امر کشاورزی هستند در انتخاب واریته گندم مواردی را که در اثر تجربه خود دریافته‌اند، مد نظر قرار می‌دهند. در خصوص این متغیّر نتیجه این مطالعه یافته‌های مطالعات قبلی نقض شده است. بر اساس یافته‌های مطالعات قبلی که در فصل دوم به آنها اشاره شده است، متغیّر سن دارای تأثیرگذاری مثبت بر میزان شاخص حمایت از تنوع زراعی است.

**جدول ۱- بررسی خصوصیات اجتماعی نمونه**

**Table 1- Social characteristics of community sample**

| انحراف معیار<br>Standard deviation | میانگین<br>Mean | خصوصیت<br>Attribute |
|---|---|---|
| 11.48 | 45.62 | سن<br>Age |
| 4.6 | 9.45 | میزان تحصیلات<br>Education |
| 2.3 | 5.41 | تعداد افراد خانوار<br>Family number |
| 1.4 | 2.7 | تعداد افراد مرد در خانوار<br>Number of man family members |
| 1.13 | 2.5 | تعداد افراد شاغل در خانوار<br>Number of employed family members |
| 11.65 | 21.6 | سابقه کشاورزی<br>Farming experience |

**جدول ۲ – بررسی فراوانی تجمعی خصوصیات تأثیرگذار بر انتخاب واریته گندم زارعین**

**Table 2- Cumulative frequency of effective factors on choosing wheat variety**

| درصد<br>Percent | فراوانی<br>Frequency | گزینه<br>Items |
|---|---|---|
| 78.4 | 80 | عملکرد بالقوه بیشتر بذر<br>More potential yield |
| 71.6 | 73 | تغییرات کمتر عملکرد در شرایط نامناسب (خشکسالی، سرما و ...)<br>Tolerance to environmental stress (such as drought, cold and ….) |
| 74.5 | 76 | مقاومت بیشتر در مقابل آفات و بیماری‌ها<br>More defiance against pests and illness |
| 63.7 | 65 | برداشت راحت با کمباین<br>Comfort harvest with combines |
| 55.9 | 57 | ارتفاع بیشتر ساقه<br>Higher stem |
| 74.5 | 76 | برداشت خوب<br>Good harvesting |
| 60.8 | 62 | میزان بیشتر حداقل برداشت در شرایط نامناسب<br>At least some harvest during bad situation |
| 94.1 | 96 | بازارپسندی<br>Marketability |
| 92.2 | 94 | ظاهر محصول<br>Taste |
| 50.0 | 51 | میزان ریزش کمتر هنگام برداشت<br>Less falling in harvest time |
| 53.9 | 55 | زمان مناسب برداشت<br>Suitable harvest time |
| 50.0 | 51 | پاسخدهی نسبت به کود<br>Response to fertilizer responsiveness |
| 71.6 | 73 | زودرس بودن<br>Early maturity |
| 74.5 | 76 | افزایش حاصلخیزی خاک<br>Increasing soil fertility |

**جدول ۳ - بررسی تأثیرگذاری عوامل اقتصادی اجتماعی زارعین بر شاخص حفاظت از تنوع زراعی گندم**

**Table 3- Surveying effectiveness of farmer's social- economical factors on conserving agro biodiversity index of wheat**

| علامت مورد انتظار<br>Expected sign | آماره Z<br>Z statistic | ضریب<br>Coefficient | متغیّر<br>Variable |
|---|---|---|---|
| | $7.6^{*}$ | 1.93 | ضریب‌ثابت<br>Constant coefficient |
| + | $-0.67^{ns}$ | -0.004 | سن<br>Age |
| + | $2.12^{**}$ | 0.066 | میزان تحصیلات<br>Education |
| + | $1.72^{**}$ | 0.000000002 | درآمد از منابع غیرکشاورزی<br>Non farming income |
| − | $-2.98^{*}$ | -0.000000004 | درآمد از منابع کشاورزی<br>Farming income |
| + | $-0.3^{ns}$ | -0.006 | اندازه خانوار<br>Family size |
| + | $1.93^{**}$ | 0.01 | سابقه کشاورزی<br>Farming experience |
| + | $3.98^{*}$ | 0.32 | اخذ وام<br>Loan receive |
| + | $2.018^{**}$ | 0.005 | مساحت مزرعه<br>Farm area |
| $R^2 = 0.51$ | | LR آماره $= 40.59^{*}$ | |
| Adjusted $R^2 = 0.44$ | | LR index (Pseudo-$R^2$)= 0.017 | |

ns، * و ** به ترتیب نشاندهنده ($p\leq$۰/۰۵) و ($p\leq$۰/۰۱)

ns,* and ** are non significant and ($p\leq0.05$) and ($p\leq0.01$), respectively.

این تفاوت را می‌توان در اثر متفاوت بودن نمونه‌های مورد بررسی دانست. میزان تحصیلات افراد از جمله دیگر متغیّرهایی است که دارای تأثیرگذاری مثبتی بر اهمیت‌دهی به خصوصیات پایه‌ای بذور گندم می‌باشد. افراد با سطح تحصیلات بالاتر در انتخاب بذر مورد نیاز خود به عوامل بیشتری اهمیت می‌دهند، زیرا این افراد دارای دیدگاه بازتر و بینش عمیق‌تری نسبت به اهمیت خصوصیات بذور هستند. لازم به ذکر است که در بین افراد مورد بررسی، کسانی‌که دارای میزان تحصیلات بیشتری بودند در خصوص، ویژگی‌های بذر اطلاعات بیشتری داشته و اهمیت بیشتری به مسائل مطرح شده داده‌اند. در خصوص این متغیّر یافته‌های این مطالعه مؤید مطالعات قبلی می‌باشد. درآمد حاصل بخش غیرکشاورزی دارای تأثیرگذاری مثبت بر شاخص اهمیت خصوصیات پایه‌ای بذر است. این مهم از آنجا نتیجه می‌شود که این افراد به لحاظ دارا بودن سطوح درآمدی بالاتر از منابع غیر کشاورزی که موجب کاهش وابستگی آنها به بخش زراعت می‌شود دارای ریسک‌پذیری بیشتری هستند، لذا به مسائل بیشتری در جریان انتخاب بذر خود اهمیت می‌دهند. این در حالی است که میزان درآمد از منابع کشاورزی دارای تأثیرگذاری منفی بر میزان اهمیت‌دهی به شاخص خصوصیات پایه‌ای بذر است، زیرا افرادی که دارای میزان درآمد از بخش کشاورزی بالاتری هستند، وابستگی بیشتری به این بخش دارند. لذا برای داشتن درآمد بیشتر و ریسک کمتر تنها به خصوصیاتی که مربوط به عملکرد و میزان تولید بذور است اهمیت داده و آنها را در انتخاب خود دخیل می‌دارند. همچنین علت این مساله را می‌توان در وابستگی بیشتر این افراد به این منبع درآمدی دانست که موجب افزایش ریسک‌گریزی آنها شده و در نتیجه تأثیرگذاری منفی دارد. البته علت این شاخص در این مطالعه بر خلاف مطالعات پیشین است. علت این تفاوت را می‌توان در نتیجه تفاوت بین ساختار کشاورزی و درآمدی منطقه مورد نظر و مناطق مورد مطالعه قبلی دانست. در مناطق مطالعاتی پیشین کشاورزی از نوع دانش محور بوده و لذا افراد با بکارگیری دانش و اطلاعات جدید در مسیر کشاورزی پایدار حرکت می‌کنند. این در حالی است که در منطقه مورد مطالعه مسائل زیست محیطی و تأثیرات متقابل کشت و محیط زیست مورد اهمیت نبوده و کشاورزان تنها به دنبال کسب تولید بیشتر و به طبع آن درآمد بیشتر هستند. افرادی که دارای ابعاد خانوادگی بزرگتری هستند به لحاظ اینکه بار تکفل بیشتری را به دوش دارند، ریسک‌گریزتر بوده و لذا تنها به موارد درآمدی و تولیدی خود در انتخاب بذور اهمیت می‌دهند. دارا بودن سابقه بالاتر در کشاورزی موجب می‌شود که افراد در خصوص زراعت دارای تجربیات بیشتری بوده و همانند دارا بودن تحصیلات بالاتر نگرش بازتری را نسبت به انتخاب بذر داشته باشند. لذا این افراد در انتخاب بذر موارد بیشتری را مدنظر قرار داده و در نتیجه اهمیت بیشتری به خصوصیات

بذر و واریته انتخابی می‌دهند. دارا بودن وام از جمله عواملی است که دارای تأثیرگذاری مثبت بر شاخص اهیمت‌دهی به خصوصیات پایه‌ای بذر می‌باشد. افرادی که دارای وام بوده‌اند نسبت به سایرین دارای سطح بالاتری از اهمیت‌دهی به این شاخص هستند. به لحاظ دارا بودن بدهی این افراد ریسک درآمدی بالاتری را دارا هستند لذا در انتخاب واریته خود دقت بیشتری را به خرج می‌دهند و به مسائل بیشتری اهمیت می‌دهند. همچنین در مطالعات پیشین در خصوص این متغیّر رابطه بین دارا بودن اعتبار و پشتیبان مالی و متاغیر دریافت وام به عنوان دلیل این پدیده مطرح شده است. مساحت مزرعه دارای تأثیرگذاری مثبت بر شاخص اهمیت‌دهی به خصوصیات واریته‌ها و بذور انتخابی است. بدین معنی که افرادی که دارای سطح زیرکشت بیشتری هستند در انتخاب نوع بذر و واریته مورد نیاز خود برای کشت عوامل بیشتری را مدنظر قرار می‌دهند. این مساله را می‌توان در اغنای مالی این افراد و به تبع آن توجه بیشتر به مسائل پیرامون بذر انتخابی دانست. از بین مجموعه متغیّرهای ارائه شده تأثیرگذاری عواملی چون تحصیلات، میزان درآمد (از هر دو منبع کشاورزی و غیرکشاورزی) سابقه کشاورزی، متغیّر مجازی دریافت وام و مساحت مزرعه زراعی دارای تأثیرگذاری معنی‌داری در الگو می‌باشند. در خصوص شاخص‌های نیکوی برازش همانگونه که مشاهده می‌شود میزان دو آماره $R^2$ و $\overline{R}^2$ در حد قابل قبولی است. همچنین نتیجه آزمون معنی‌داری ضرایب رگرسیون بیانگر این مطلب است که ضرایب رگرسیون صفر نمی‌باشد. در خصوص مقایسه نتایج این مطالعه با مطالعات پیشین انجام شده، معین شد که نتایج این مطالعه در همه موارد به جز در مورد دو متغیّر سن و تعداد افراد خانوار مشابه است و تفاوت ایجاد شده در این دو متغیّر نیز می‌تواند در اثر تفاوت بین ساختار دو جامعه آماری مورد بررسی باشد. با توجه به یافته‌های مطالعه پیشنهاد می‌شود ضمن استفاده از این شاخص در برنامه‌ریزی-ها، از نتایج این مطالعه استفاده شود.

## منابع


1- Cameron, A.C., and Trivedi, P.K. 1998. Regression analysis of count data. Cambridge University Press. Cambridge. UK.
2- Cochran, W.G. 1963. Sampling Techniques. John Wiley and Sons, Hnc. New York p. 75-76.
3- Koocheki, A.R., Naseri, M., Jahanbin, G.H., and Zare Faizabadi, A. 2004. Agrobiodiversity in Iran. Desert 9: 49-687. (In Persian With English Summary)
4- Koocheki, A.R., Naseri, M., and Nadjafi, F. 2004. Medical and aromatic plant biodiversity in Iran farming ecosystem. Iranian Journal of Field Crops Research 2: 208-215. (In Persian with English Summary)
5- Koocheki, A.R., Naseri, M., Asgharipoor, M.R., and Khodashenas, A.R. 2004. The role of Iran's biodiversity of garden and vegetable products. Iranian Journal of Field Crops Research 1: 79-87. (In Persian With English Summary)
6- Koocheki, A.R., Kamkar, B., Hamialahmdi, M., and Mahdavi damghani, A.M. 2003. Serving Iran's biodiversity of garden and vegetable products. Iranian Journal of Field Crops Research 1: 79-87. (In Persian With English Summary)
7- Lancaster, K.J. 1996. A new approach to consumer theory. Journal of Political Economy 74: 132-157.
8- Mahdavi Damghani, A.M., Koocheki, A.R., Rezvani Moghadam, P., and Nassiri, Mahallati, M. 2007. Assessment of agrobiodiversity and its effect on a wheat- cotton farming system sustainability. Environmental Sciences 4: 61-67. (In Persian With English Summary)
9- Nassiri, M., Koocheki, A.R., and Mazaheri, D. 2005. Agrobiodiversity in Iran. Desert 10: 33-50. (In Persian With English Summary)
10- Parsa, M., Koocheki, A.R., and Haidare Sharifabad, H. 2003. Biodiversity of chickpea (*Cicer arietinum*) Rhizobia in Khorasan province based on nitrogen fixation abilities. Desert 8: 220-234. (In Persian With English Summary)
11- Qualest, C.O. and, McGuire, P.E. and Warburton, M.L. 1995. Agrobiodiversity: key to agriculture productivity. California Agriculture 49: 45-49.
12- Roy, A.D. 1952. Safety first and holding of assets. Econometrical 20: 431-449.
13- Swift, M.J., and Anderson, J.M. 1994. Biodiversity and ecosystem function in agriculture system. In: Schulze, E.D., and Mooney, H.A. (eds) Biodiversity and Ecosystem Function. Spring-Verlag, Berlin: 48: 15-41.
14- Wale, E., and Mburu, J. 2006. An attribute- based index od coffee diversity and implications for on- farm conservation in Ethiopia. Valuing crop biodiversity: on farm genetic resources and economic change: M. Smale, CABI Publishing. Washington DC. USA.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۴۹۰-۴۸۲

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 482-490

# تأثیر شدت و زمان‌های مختلف میدان مغناطیسی بر رفتار جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم (*Triticum aestivum* L.)

حسن فیضی[1*]، پرویز رضوانی مقدم[2]، علیرضا کوچکی[2]، ناصر شاه‌طهماسبی[3] و امیر فتوت[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

## چکیده

به منظور بررسی تأثیر شدت و مدت زمان‌های مختلف میدان مغناطیسی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم پیشتاز، آزمایشی در آزمایشگاه تحقیقات عالی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۹ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شدت و مدت زمان‌های مختلف میدان مغناطیسی بودند. شدت میدان مغناطیسی شامل قراردادن بذرها در معرض میدان‌های مغناطیسی ثابت ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌تسلا و مدت زمان در معرض قراردادن بذرها برای هر شدت شامل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه و نیز یک تیمار میدان مغناطیس دایم با شدت سه میلی‌تسلا و شاهد (بدون در معرض قراردادن بذر) بودند. بنابراین، آزمایش با تعداد ۱۱ تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی بطور معنی‌داری بر متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT) تأثیر گذاشت، به طوریکه کمترین MGT و بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا و مدت ۲۰ دقیقه بدست آمد و MGT نسبت به شاهد ۴۳ درصد کاهش یافت. کمترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار میدان مغناطیسی ۱۵۰ میلی‌تسلا در زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه بدست آمد. تیمارهای میدان مغناطیسی بر درصد جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری نشان ندادند. رشد ساقه‌چه نسبت به رشد ریشه‌چه بیشتر تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گرفت. بیشترین طول ساقه‌چه در تیمار قراردادن بذرها در معرض میدان مغناطیسی با قدرت ۱۰۰ میلی‌تسلا بدست آمد و کمترین آن در تیمار شاهد بود. تیمارهای میدان مغناطیسی بطور میانگین طول ساقه‌چه گندم را ۲۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. میدان مغناطیسی بر وزن خشک ریشه چه، ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص بنیه تأثیر معنی‌داری نداشت. به نظر می‌رسد که در معرض قرارگرفتن بذرها در شدت میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا به مدت ۲۰ دقیقه اثر تحریک‌کنندگی و تیمارهای قوی‌تر اثر بازدارندگی بر صفات جوانه‌زنی داشتند.

**واژه‌های کلیدی:** تیمار فیزیکی، شاخص بنیه، طول گیاهچه، متوسط زمان جوانه‌زنی

## مقدمه

روش‌های بیوفیزیکی قادر به افزایش رشد گیاهان با سطح بالای انرژی هستند. این روش‌ها مقدار انرژی را، مستقل از منشاء آنها افزایش داده و پتانسیل الکتریکی غشاء سلول را افزایش می‌دهند. روش‌های فیزیکی جهت تحریک، سمت و سوی فرآیندهای فیزیولوژیکی که توسط سیستم‌های ژنتیکی گیاه کنترل می‌شوند را تغییر نمی‌دهند، به عبارت دیگر آنها بدون دستکاری ژنتیکی رشد و فرآیندهای متابولیکی را تحریک می‌نمایند. از اینرو، کاربرد مقادیر بهینه روش‌های فیزیکی برای بذر و گیاه، اثر ژنتیکی روی گیاه نداشته و به نسل بعد منتقل نخواهد شد (Vasilevski, 2003).

تحریک گیاهان با استفاده از میدان‌های مغناطیسی به عنوان راهی جهت افزایش کمیت و کیفیت عملکرد مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین، جایگزینی کودها و مکمل‌های شیمیایی با تیمارهای فیزیکی، میزان سموم را در مواد خام گیاهی کاهش داده و باعث افزایش سلامت غذا و محیط می‌گردد (Aladjadjiyan, 2007; Dhawi et al., 2009 ؛ Vasilevski, 2003). گزارش شده است که میدان‌های مغناطیسی هم فعالیت یون‌ها و هم قطبی شدن ملکول‌های دوقطبی را در سلول‌های زنده تحت تأثیر قرار می‌دهد (Dhawi et al., 2009; Kordas, 2002). سلول‌های گیاه دارای بار منفی هستند که می‌توانند یون‌های دارای بار مثبت را جذب نمایند. مطالعات

۱، ۲، ۳ و ۴- بترتیب دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، استاد گروه فیزیک دانشکده علوم و دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: hasanfeizi@yahoo.com)

سیتوشیمیایی نشان داده است که سلول‌های ریشه در معرض میدان ضعیف مغناطیسی نسبت به سلول‌های شاهد، حالت اشباع از کلسیم را در تمام اندامک‌های خود و سیتوپلاسم نشان می‌دهند. میدان مغناطیسی می‌تواند باعث افزایش رهاسازی رادیکال‌های آزاد و ایجاد تنش در گیاه شود، در حالیکه یون‌های کلسیم در برخی فرآیندهای رشد گیاه کمک می‌کنند و به تنش واکنش نشان می‌دهند، بنابراین، این موضوع توضیحی برای افزایش کلسیم در گیاه در شرایط میدان مغناطیسی است (Dhawi et al., 2009).

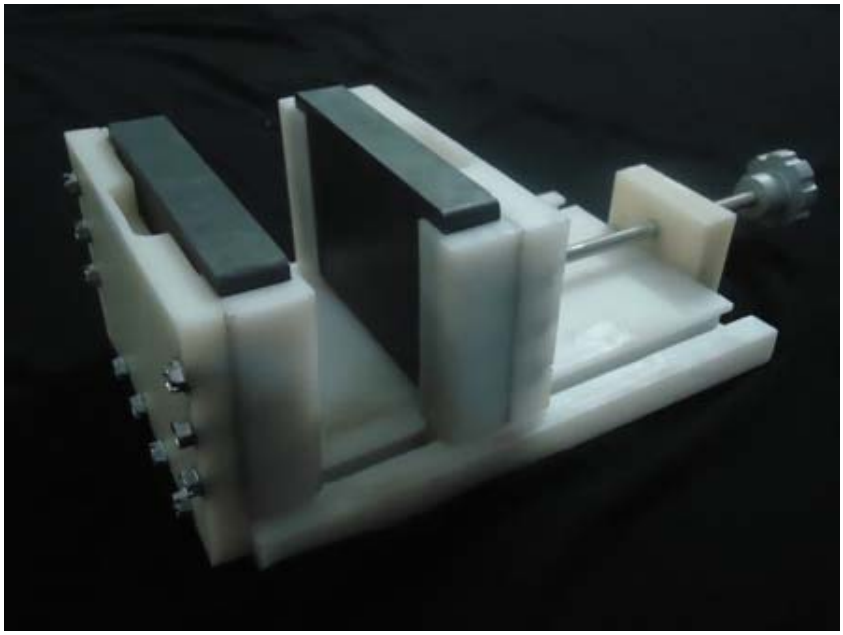
اثرات مثبت میدان مغناطیسی در بیوسنتز پروتئین‌ها، تکثیر سلول، فعالیت‌های بیوشیمیایی، میزان تنفس، فعالیت آنزیم‌ها، میزان اسید نوکلئیک و دوره رشد و نمو نشان داده شده است (Cakmak et al., 2009). گزارش شده است که اثرات مثبت تیمار میدان مغناطیسی ممکن است به خواص پارامغناطیسی اتم‌ها در سلول‌های گیاهی و رنگدانه‌ها نظیر کلروپلاست‌ها در ارتباط باشد (Aladjadjiyan, 2010). راکوسیو و همکاران (Racuciu et al., 2008) بیان کردند که قرارگرفتن بذر ذرت در معرض میدان مغناطیسی کم (۵۰ میلی-تسلا) اثر تحریک‌کنندگی بر مراحل اولیه رشد، وزن تر، رنگدانه‌هایی نظیر کلروفیل، میزان اسید نوکلئیک و افزایش طول گیاهچه داشت، اما میدان مغناطیسی قوی‌تر (بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌تسلا) اثر بازدارندگی روی صفات ذکر شده داشت.

تغییرات در فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و نیترات ردوکتاز در بذور در حال جوانه‌زنی در مجاورت تیمار الکترومغناطیسی گزارش شده است (Yinan et al., 2005). مهدوی و همکاران (Mahdavi et al., 2008) نشان دادند که میدان مغناطیسی ۸۸ و ۱۲۸ میکروتسلا به مدت ۱۲ و ۲۴ ساعت روی وزن خشک ریشه چهٔ علف هرز سوروف (*Echinochloa crusgalli* L.) اثر گذاشت و آن را نسبت به شاهد افزایش داد. درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه و گیاهچه و همچنین شاخص بنیهٔ گیاهچه در بین تیمارهای اعمال شده روی علف هرز سس (*Cuscuta monogyna* L.) معنی‌دار بود. در یونجهٔ یکساله (*Medicago* sp.) با افزایش شدت میدان مغناطیسی درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه افزایش یافت، به طوریکه بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در شدت ۱۲۸ میکروتسلا بمدت ۱۰ دقیقه بود.

گارسیا و آرزا (Garcia & Arza, 2001) افزایش سرعت جذب آب و جوانه‌زنی را در بذور کاهو (*Lactuca sativa* L.) در معرض میدان مغناطیسی۱۰-۱ میلی‌تسلا مشاهده نمودند. آنها بیان کردند که ممکن است تغییرات در سطوح داخل سلول، تراکم یون کلسیم و یون‌های دیگر نظیر پتاسیم، سرتاسر غشاء سلولی باعث تغییر در فشار اسمزی و قدرت بافت‌های سلول برای جذب شوند. ساخنینی (Sakhnini, 2007) افزایش جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه بذور تیمارشده لوبیا با میدان مغناطیسی را در غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم (غلظت ۰/۱ تا ۱۰ میلی مولار) مشاهده کرد. وی اظهار داشت که کاربرد میدان مغناطیس ممکن است بر جریان کلسیم تأثیر گذارد. از طرف دیگر عنوان شده است که یون کلسیم از پیامدهای ثانویه سیتوکنین‌ها است. بنابراین، افزایش سنتز سیتوکنین ممکن است توسط میدان مغناطیسی ایجاد گردد. همچنین میدان مغناطیسی باعث انگیزش متابولیسم سلول و میتوز در سلول‌های مریستمی گیاه می‌گردد (Celik et al., 2008). مون و سوک (Moon & Sook, 2000) افزایش درصد جوانه‌زنی بذور گوجه‌فرنگی (*Licopersicon esculentum* L.) را در اثر پیش تیمار کوتاه مدت بذور با میدان الکتریکی و مغناطیسی مستقیم مشاهده کردند. میگ یانگ و همکاران (Meiqiang et al., 2005) گزارش کردند که قدرت‌های مختلف تیمار مغناطیس، درصد سبز شدن بذور گوجه‌فرنگی را بین ۲۸-۸ درصد افزایش داد که ممکن است به علت اثرات بازدارندگی از خسارت آفات و بیماری‌ها باشد. کاک ماک و همکاران (Cakmak et al., 2009) نیز سرعت رشد و جوانه‌زنی بالاتر بذر گندم (*Triticum aestivum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) را با تیمار میدان مغناطیسی دایم هفت میلی‌تسلا نشان دادند. هدف از آزمایش حاضر بررسی امکان بهبود صفات جوانه‌زنی و بنیه بذر گندم با استفاده از شدت و مدت زمان‌های مختلف میدان مغناطیسی بود.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر شدت و مدت زمان‌های مختلف میدان مغناطیسی بر صفات جوانه زنی بذر گندم رقم پیشتاز، آزمایشی در آزمایشگاه تحقیقات عالی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۹ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شدت و مدت زمان‌های مختلف میدان مغناطیسی بودند. شدت میدان مغناطیسی شامل قراردادن بذرها در معرض میدان مغناطیس ثابت ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌تسلا و مدت زمان در معرض قراردادن بذرها برای هر شدت شامل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه و نیز یک تیمار میدان مغناطیس دایم با شدت سه میلی‌تسلا و شاهد (بدون در معرض قراردادن بذر) بودند. بنابراین، آزمایش با تعداد ۱۱ تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. بذرهای خشک به صورت دسته ۱۰۰ تایی در داخل یک لوله نازک شفاف پلاستیکی در بین قطب‌های آهنربا با شدت میدان مغناطیسی و زمان لازم قرار گرفتند و سپس بصورت دسته ۲۵ تایی در هر پتری‌دیش قرار داده شدند. جهت اعمال تیمار میدان مغناطیسی دایم روی بذرها، از قطعات نوارهای آهنربا (با ابعاد ۱×۷ سانتی‌متر) با قدرت سه میلی‌تسلا در زیر هر پتری با فاصله یک سانتی‌متر از هم استفاده شد و بذرها در داخل پتری‌دیش در فاصله بین نوارها قرار داده شدند.



**شکل ۱- دستگاه طراحی شده جهت ایجاد شدت‌های مختلف میدان مغناطیسی**
**Fig. 1- Device for exerting of different intensities of magnetic field**

جهت اعمال میدان مغناطیسی از دستگاه ایجاد کننده میدان مغناطیسی که شامل یک جفت آهنربای قوی بودند با قابلیت تنظیم فاصله از هم دیگر، استفاده شد (شکل ۱). دو آهنربا طوری در دستگاه جاسازی شدند که همدیگر را جذب می‌کردند یعنی قطب‌های غیر همنام (یکی قطب S و دیگری قطب N) در مقابل همدیگر بودند. شدت میدان مغناطیسی در فواصل مختلف دو قطب مگنت‌ها توسط دستگاه تسلامتر مدل Leybold- Heraeus 51652 ساخت آلمان در آزمایشگاه فیزیک دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد تعیین شد.

واحد آزمایشی شامل یک عدد پتری دیش استریل با محیط کشت از نوع کاغذ صافی بود. عمل ضدعفونی کردن بذرها با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد (۶۰ ثانیه) انجام شد. پس از ضد عفونی کردن، بذرها سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند. در زمان کاشت بذرها، پتری دیش‌ها در شرایط دمایی ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه زده به مدت هشت روز در زمان مشخص انجام گرفت. بذرهایی که طول ریشه‌چه آنها بیش از دو میلی‌متر بود به عنوان بذرهای جوانه زده شمارش شدند (ISTA, 2009). در روز آخر طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و کل گیاهچه‌ها اندازه گیری و سپس وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور جدا پس از قرار دادن در آون (۷۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت زمان مناسب تعیین شدند. جهت تعیین سرعت جوانه زنی از فرمول ماگیور (Maguire, 1982) و متوسط زمان جوانه زنی[1] (MGT) از معادلات زیر استفاده شد (Matthews & Khajeh-Hosseini, 2007):

معادله (۱) $$\text{Germination rate (GR)} = (a/1) + (b-a/2) + (c-b/3) + \ldots.. + (n-n-1/N)$$

که در این معادله، Germination rate سرعت جوانه زنی بر حسب بذر جوانه‌زده بر روز، a، b، c، ... و n به ترتیب نشان‌دهنده تعداد بذرهای جوانه‌زده پس از ۱، ۲، ۳، ... و n روز بعد از شروع آبگیری آن‌ها می‌باشد.

معادله (۲) $$MGT = \frac{\sum(F.X)}{\sum F}$$

که در این معادله، MGT: متوسط زمان جوانه زنی (روز)، F: تعداد بذر جدید جوانه زده در روز شمارش X ام و X روز شمارش می‌باشد.

جهت محاسبه شاخص بنیه بذر از معادله‌های (۳) و (۴) استفاده شد (Vashisth & Nagarajan, 2010):

معادله (۳) شاخص بنیه I = درصد جوانه‌زنی × طول گیاهچه بر حسب سانتی‌متر ( ساقه‌چه+ ریشه‌چه)

معادله (۴) شاخص بنیه II = درصد جوانه‌زنی × وزن خشک گیاهچه بر حسب میلی‌گرم ( ساقه‌چه+ ریشه‌چه)

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزار MSTAT-C انجام شد و میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

1- Mean germination time

## نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تیمارهای شدت و مدت میدان مغناطیسی بطور معنی‌داری (سطح احتمال پنج درصد) بر اغلب صفات مورد ارزیابی تأثیر داشتند. تیمارهای میدان مغناطیسی بر درصد جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۱). میدان مغناطیسی بطور معنی-داری بر MGT تأثیر گذاشت، به طوری که کمترین MGT در تیمار میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا و مدت ۲۰ دقیقه بدست آمد و نسبت به شاهد ۴۳ درصد کاهش یافت. پس از آن تیمارهای ۵۰ میلی‌تسلا به مدت ۲۰ دقیقه و تیمار ۱۰۰ میلی‌تسلا به مدت ۱۰ دقیقه با متوسط زمان جوانه‌زنی ۰/۹۸ روز کمترین MGT را نشان دادند. این تیمارها نسبت به شاهد حدود ۲۰ درصد MGT کمتری داشتند، اما به نظر می‌رسد که افزایش شدت میدان مغناطیسی باعث شد تا اثر منفی بر MGT داشته باشد، به طوریکه تیمارهای ۱۵۰ میلی‌تسلا به مدت ۱۰ و ۳۰ دقیقه باعث شد تا MGT به میزان ۱۲ درصد افزایش یابد و به ۱/۳۷ روز برسد. از طرف دیگر، بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا و مدت ۲۰ دقیقه بدست آمد و نسبت به شاهد ۱۳ درصد افزایش یافت. با کاربرد میدان مغناطیسی قوی (۱۵۰ میلی‌تسلا) سرعت جوانه‌زنی در کمترین حد بود، به طوری که قرار گرفتن بذرها در معرض این تیمار در زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه کمترین سرعت جوانه‌زنی را نشان داد (جدول ۱). بنابراین، میدان مغناطیسی قوی اثر منفی بر سرعت جوانه‌زنی بذرها داشت.

با توجه به نتایج بدست آمده در خصوص متوسط زمان جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی ممکن است که میدان‌های مغناطیسی ضعیف اثر تحریک‌کنندگی بیشتری نسبت به میدان‌های قوی‌تر داشته و یا حتی میدان‌های قوی اثر بازدارندگی بر جوانه‌زنی بذر داشته باشند. یک فرضیه ممکن برای توضیح اثر مثبت مشاهده شده توسط میدان مغناطیسی می‌تواند در خصوصیات پارامغناطیسی بیشتر اتم‌ها در سلول‌های گیاه و رنگدانه‌ها نظیر کلروپلاست‌ها باشد (Aladjadjiyan, 2010). خصوصیات مغناطیسی ملکول ها توانایی آنها را برای جذب و سپس انتقال انرژی میدان مغناطیسی به نوع دیگری از انرژی و انتقال دادن این انرژی به ساختارهای دیگر در سلول‌های گیاه و فعال‌نمودن آنها تعیین می‌نماید (Aladjadjiyan, 2010). مارتینز و همکاران (Martinez et al., 2009) نشان دادند که تیمار مغناطیسی باعث کاهش معنی‌دار MGT بذرهای گوجه-فرنگی شد. بیشترین اثر در تیمارهای ۲۵۰ میلی‌تسلا بصورت دائم و ۲۴ ساعت در معرض میدان مغناطیسی به دست آمد.

اگرچه تیمارهای میدان مغناطیسی به لحاظ آماری اثر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه نداشتند، ولی به لحاظ عددی همه تیمارهای میدان مغناطیسی باعث افزایش طول ریشه‌چه نسبت به شاهد شدند. رشد ساقه‌چه نسبت به رشد ریشه‌چه بیشتر تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گرفت. بیشترین طول ساقه‌چه در تیمار قراردادن بذرها در معرض میدان مغناطیسی با قدرت ۱۰۰ میلی‌تسلا به مدت ۱۰، ۳۰ و ۲۰ دقیقه بدست آمد و کمترین آن در تیمار شاهد بود. تیمارهای میدان مغناطیسی بطور میانگین طول ساقه‌چه گندم را ۲۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۱).

نتایج آزمایش مارتینز و همکاران (Martinez et al., 2009) نشان داد که بذرهای عدس (*Lentil lens* Medic.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) تیمار شده با میدان مغناطیسی ۱۲۵ میلی‌تسلا به مدت ۱۰ دقیقه بطور معنی‌داری طول ساقه و گیاهچه بالاتری از شاهد داشتند. واشیت و نگاراجان (Vashisth & Nagarajan, 2010) نیز بر آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) نشان دادند که تیمار نمودن بذر با میدان مغناطیسی در دامنه ۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌تسلا به میزان ۴-۱ ساعت باعث افزایش جوانه‌زنی به میزان ۵ تا ۱۱ درصد و سرعت جوانه‌زنی به میزان ۹ تا ۱پنج درصد گردید.

**جدول ۱ - تأثیر شدت و زمان تیمار میدان مغناطیسی بر صفات جوانه زنی بذر گندم**

**Table 1- Effect of intensity and time of magnetic field treatments on germination traits of wheat seed**

| میدان مغناطیسی (میلی‌تسلا) Magnetic field (mT) | مدت (دقیقه) Time (min) | جوانه زنی (درصد) Germination (%) | سرعت جوانه زنی (بذر در روز) Germination rate (seed $d^{-1}$) | متوسط زمان جوانه زنی (روز) MGT (day) | طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Root length (cm) | طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Shoot length (cm) | طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 10 | 96 a* | 17.78 ab | 1.13 ab | 8.97 a | 10.52 a | 19.48 ab |
| | 20 | 95 a | 18.19 ab | 0.98 ab | 9.86 a | 10.44 a | 20.30 ab |
| | 30 | 94 a | 16.71 ab | 1.16 ab | 9.78 a | 10.31 a | 20.09 ab |
| 100 | 10 | 94 a | 17.84 ab | 0.98 ab | 9.98 a | 10.85 a | 20.83 a |
| | 20 | 93 a | 19.38 a | 0.69 b | 8.86 a | 10.82 a | 19.68 ab |
| | 30 | 97 a | 18.35 ab | 1.05 ab | 9.19 a | 10.84 a | 20.03 ab |
| 150 | 10 | 96 a | 15.90 b | 1.37 a | 9.02 a | 10.52 a | 19.53 ab |
| | 20 | 88 a | 15.88 b | 1.12 ab | 8.80 a | 9.90 ab | 18.70 bc |
| | 30 | 93 a | 15.53 b | 1.37 a | 9.98 a | 10.82 a | 20.80 a |
| 3 | مداوم Continuous | 97 a | 17.73 ab | 1.12 ab | 9.59 a | 9.64 ab | 19.23 ab |
| شاهد Control | - | 97 a | 17.14 ab | 1.22 ab | 8.51 a | 8.94 b | 17.45 c |

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری بر اساس روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level based on Duncan´s Multiple Range Test.

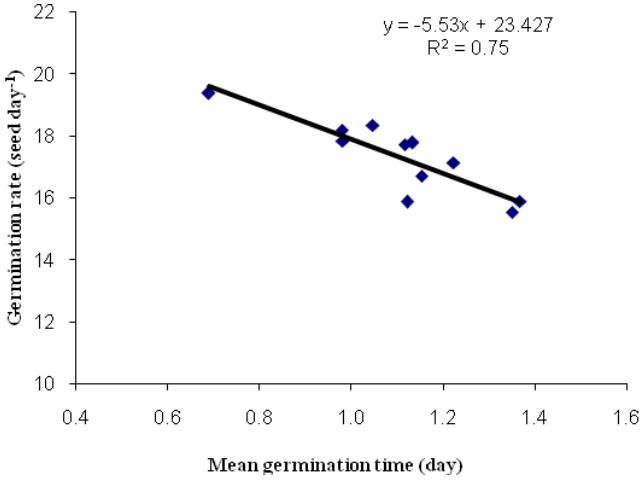
به نظر می‌رسد که فعالیت بیشتر آنزیم‌های هیدرولیزکننده مسئول جوانه‌زنی سریع و بهبود بنیه بذر و خصوصیات ریشه‌ای بهتر در بذرهای تیمار شده با میدان مغناطیسی باشد.

در آزمایش حاضر بجز تیمار ۱۵۰ میلی‌تسلا به مدت ۲۰ دقیقه بقیه تیمارها باعث افزایش معنی‌دار (سطح احتمال پنج درصد) طول گیاهچه شدند. تیمار ۱۰۰ میلی‌تسلا به مدت ۱۰ دقیقه و تیمار ۱۵۰ میلی‌تسلا به مدت ۳۰ دقیقه موجب افزایش ۱۹ درصدی طول گیاهچه نسبت به شاهد شدند. کمترین طول گیاهچه (۱۷/۴۵ سانتی-متر) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۱). شاخص بنیه I، که نمایانگر قدرت بذر بر اساس طول گیاهچه است، در تیمارهای شاهد و میدان مغناطیسی ۱۵۰ میلی‌تسلا به مدت ۲۰ دقیقه در کمترین مقدار بود و بقیه تیمارها بالاترین مقدار را نشان دادند (جدول ۲). واشیت و نگاراجان (Vashisth & Nagarajan, 2010) در آزمایشی نشان دادند که تیمارنمودن بذر آفتابگردان با میدان مغناطیسی، طول ساقه-چه را ۶ تا ۴۱ درصد، طول ریشه‌چه را ۱۶ تا ۸۰ درصد، طول گیاهچه را ۱۲ تا ۵۷ درصد و شاخص بنیه را ۱۸ تا ۷۴ درصد افزایش داد.

با توجه به جدول ۱ می‌توان رابطه‌ای بین سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی برقرار کرد. مشاهدات نشان داد که بین این دو صفت رابطه منفی قوی وجود دارد. هرچه متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافت، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (شکل ۲). به عبارت دیگر بذرها در تیمارهایی که دارای متوسط زمان جوانه‌زنی کمتری بودند دارای سرعت جوانه‌زنی بالاتری بودند و برعکس تیمارهایی که در آنها متوسط زمان جوانه‌زنی بیشتر بود، در نتیجه سرعت جوانه‌زنی کمتری داشتند. این موضوع در تیمار میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا به مدت ۲۰ دقیقه در جدول ۱ کاملاً بارز است. این تیمار دارای بالاترین سرعت جوانه‌زنی و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی در بین تیمارها بود.

اعمال میدان مغناطیسی بر خصوصیات بذر نظیر وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص بنیه II بذر تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی تیمار میدان مغناطیسی باعث افزایش مقدار عددی صفات مذکور در مقایسه با شاهد شد (جدول ۲). این امر می‌تواند به دو دلیل باشد: اول این که بر اساس مطالعات انجام شده مکانیسم اثر میدان مغناطیسی بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان هنوز بطور عمیق مشخص نشده است و واکنش گونه‌های گیاهی به میدان مغناطیسی غیرقابل پیش‌بینی است، بنابراین، واکنش آنها نسبت به شدت، زمان در معرض قرارگرفتن، روش‌های پرایمینگ بذر و گونه گیاهی بستگی دارد. دوم این که ممکن است اثرات تحریک‌کنندگی یا بازدارندگی میدان مغناطیسی در بلندمدت و مراحل بعدی رشد گیاه نسبت به دوره جوانه‌زنی بذر بیشتر نمایان شود (Dhawi et al. 2009). واشیت و نگاراجان (Vashisth & Nagarajan, 2008) افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، بنیه گیاهچه و نسبت رشد ساقه به ریشه بذرهای نخود با استفاده از میدان مغناطیسی را گزارش کردند. آنها همچنین افزایش وزن خشک گیاهان یک ماهه نخود را در تیمار با میدان مغناطیسی مشاهده نمودند.

همچنین دی سوزا و همکاران (Desouza et al., 2006) افزایش میانگین وزن میوه، وزن میوه در بوته، عملکرد در واحد سطح و وزن خشک کل گوجه‌فرنگی را با پیش تیمار بذور با میدان مغناطیسی گزارش نمودند. فلورز و همکاران (Florez et al., 2007) و راکوسیو و همکاران (Racuciu et al., 2008) نیز افزایش سرعت جوانه‌زنی، وزن تر ساقه‌چه و کل بوته و طول گیاهچه ذرت (*Zea mays* L.) را در تیمار میدان مغناطیس مشاهده کردند.




**شکل ۲- رابطه بین سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در تیمارهای آزمایش**

**Fig. 2- Relation between germination rate and mean germination time in experimental treatments**

**جدول ۲- تأثیر شدت و زمان تیمار میدان مغناطیسی بر صفات جوانه زنی بذر گندم**

**Table 2- Effect of intensity and time of magnetic field treatments on germination traits of wheat seed**

| میدان مغناطیسی (میلی‌تسلا) Magnetic field (mT) | مدت (دقیقه) Time (min) | وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root dry matter (mg) | وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Shoot dry matter (mg) | وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling dry matter (mg) | I شاخص بنیه Vigor index I | II شاخص بنیه Vigor index II |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 10 | 6.86 a* | 7.22 a | 14.08 a | 1869 ab | 1351 a |
| | 20 | 6.86 a | 6.82 a | 13.68 a | 1930 a | 1300 a |
| | 30 | 6.58 a | 7.49 a | 14.13 a | 1889 ab | 1328 a |
| 100 | 10 | 6.95 a | 7.29 a | 14.24 a | 1954 a | 1339 a |
| | 20 | 6.48 a | 7.66 a | 14.13 a | 1826 ab | 1314 a |
| | 30 | 6.74 a | 7.46 a | 14.20 a | 1948 a | 1379 a |
| 150 | 10 | 7.09 a | 6.92 a | 14.02 a | 1874 ab | 1346 a |
| | 20 | 6.64 a | 7.21 a | 13.85 a | 1645 c | 1222 a |
| | 30 | 6.37 a | 6.91 a | 13.27 a | 1935 a | 1236 a |
| 3 | مداوم Continuous | 6.48 a | 7.07 a | 13.55 a | 1864 ab | 1314 a |
| شاهد Control | - | 6.13 a | 6.77 a | 12.89 b | 1693 bc | 1249 a |

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد) تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan´s Multiple Range Test.

نتایج آزمایش نشان داد که حداکثر طول گیاهچه و ساقه‌چه در تیمار ۲۰ دقیقه در معرض میدان مغناطیسی مشاهده شد، ولی اعمال تیمار میدان مغناطیسی به مدت ۳۰ دقیقه باعث کاهش طول ساقه‌چه نسبت به زمان‌های ۱۰ و ۲۰ دقیقه شد (شکل ۳a و ۳b). با افزایش شدت میدان مغناطیسی تا ۱۰۰ میلی‌تسلا، سرعت جوانه‌زنی روند افزایشی نشان داد، ولی در شدت میدان ۱۵۰ میلی‌تسلا به شدت کاهش یافت و حتی از تیمار شاهد نیز کمتر شد. این امر اثر منفی میدان‌های قوی مغناطیسی بر سرعت جوانه‌زنی بذر را نشان می‌دهد (شکل ۳c). برعکس با افزایش شدت میدان مغناطیسی تا ۱۰۰ میلی-تسلا، MGT روند کاهشی نشان داد، ولی پس از آن روند افزایشی داشت، به طوری که حتی نسبت به تیمار بدون میدان مغناطیسی (شاهد) نیز بیشتر بود (شکل ۳d). این امر نشان می دهد که تأثیر مثبت و تحریک‌کنندگی میدان مغناطیسی در شدت‌های کمتر بیشتر است و با افزایش از یک حد آستانه می‌تواند اثر منفی و بازدارندگی بر جوانه‌زنی بذر داشته باشد.

دهاوی و الخیری (Dhawi & Al-Khayri, 2009) بیان کردند که دوزهای پایین میدان متغیر مغناطیسی اثر تحریک‌کنندگی و دوزهای بالا اثر بازدارندگی بر رشد گیاهچه‌های خرما (*Phoenix dactylifera* L.) داشتند. آنها نشان دادند که میدان مغناطیسی ثابت با شدت ۱۰۰ میلی‌تسلا و به مدت ۳۶۰ دقیقه بیشترین اثر را بر بهبود میزان کلروفیل و رنگدانه‌ها داشت.

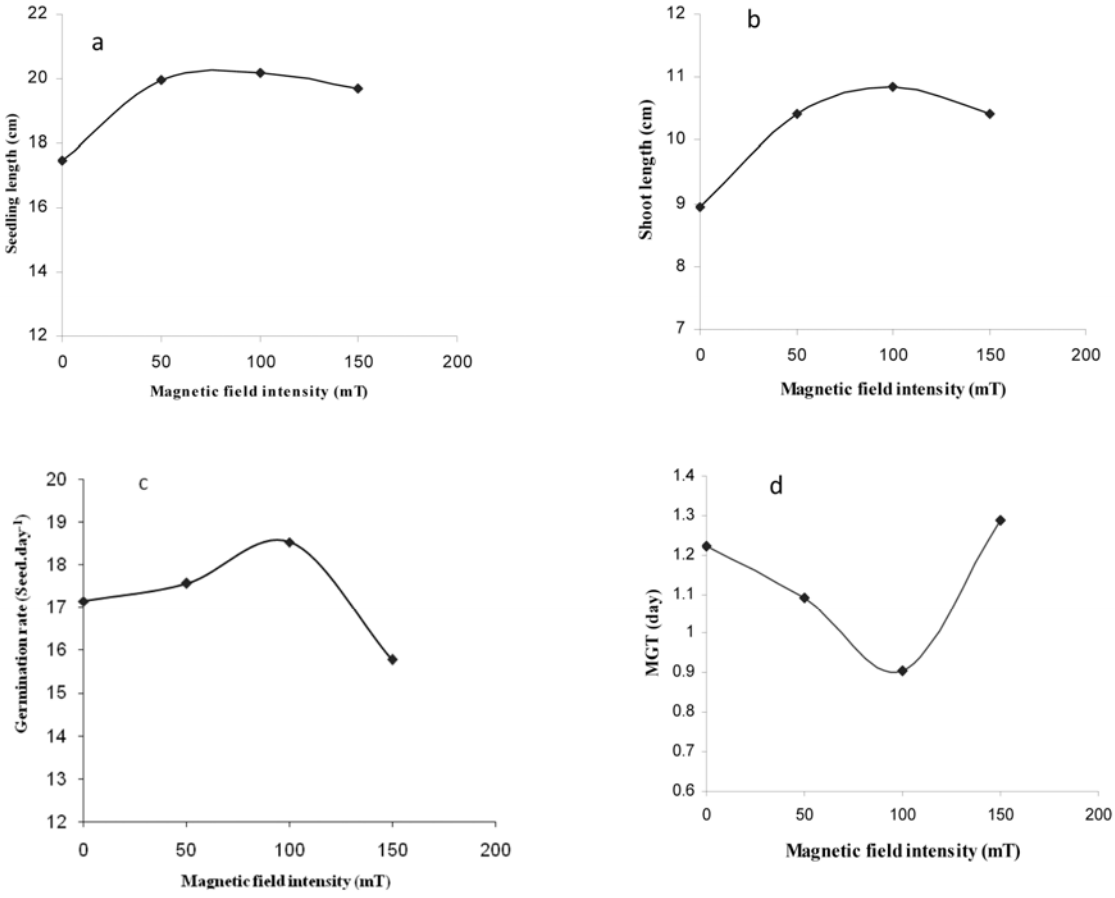
به نظر می‌رسد که قرار گرفتن بذرها در معرض زمان‌های مختلف میدان مغناطیسی بر طول ساقه‌چه بیشتر از طول گیاهچه اثر داشت. با افزایش زمان تیمار میدان مغناطیسی تا ۱۰ دقیقه افزایش طول گیاهچه مشاهده شد، ولی پس از آن طول گیاهچه واکنش زیادی در زمان‌های ۲۰ و ۳۰ دقیقه نشان نداد (شکل ۴a). در صورتی که طول ساقه‌چه با افزایش زمان قرارگیری بذرها در میدان مغناطیسی تا ۲۰ دقیقه روند افزایشی و در زمان ۳۰ دقیقه روند کاهشی را نشان داد (شکل ۴b).

با افزایش زمان میدان مغناطیسی روی بذرها، MGT تا تیمار ۲۰ دقیقه روند کاهشی نشان داد ولی وقتی بذرها به مدت بیشتری (۳۰ دقیقه) در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفتند، باعث افزایش MGT و کاهش سرعت جوانه‌زنی شد (شکل‌های ۴d و ۴c). راکوسیو و همکاران (Racuciu et al., 2007) کاهش رشد و رنگدانه های فتوسنتزی ذرت را در زمان‌های طولانی‌تر میدان مغناطیسی گزارش نمودند.

## نتیجه‌گیری

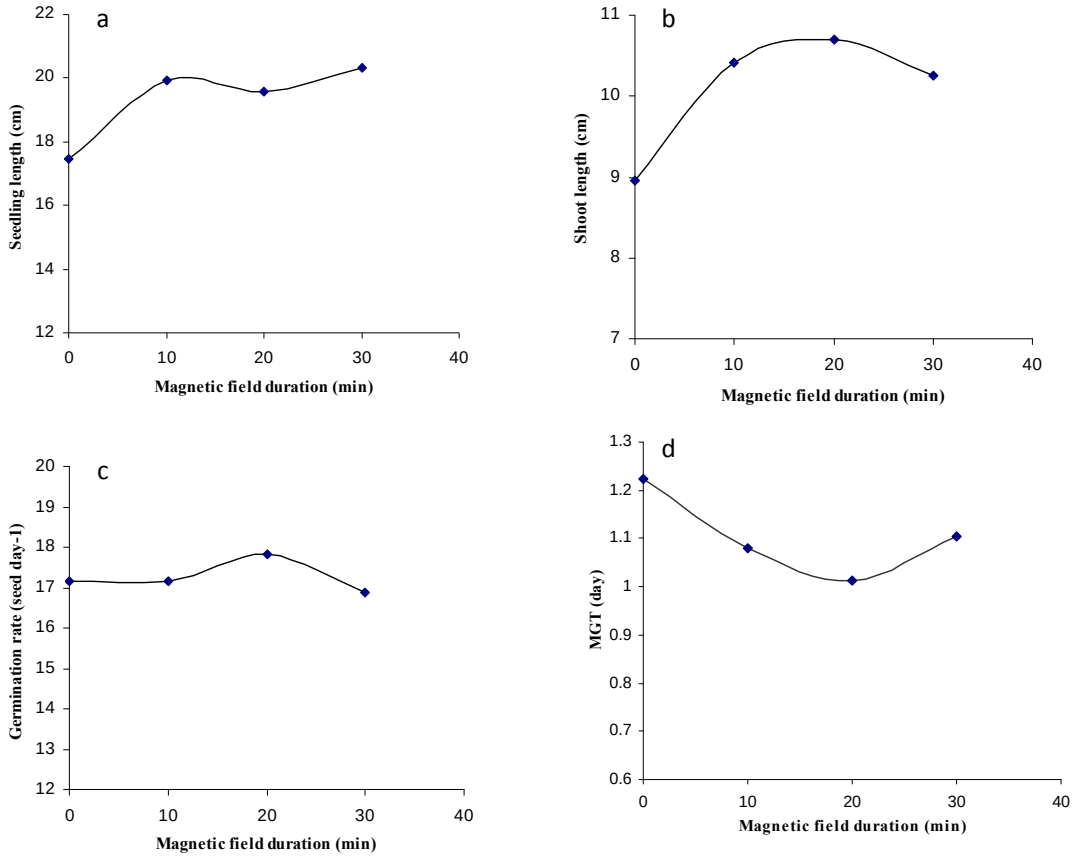
بر اساس نتایج بدست آمده استفاده از میدان مغناطیسی جهت تحریک رشد اولیه گیاهچه حاصل از بذرهای گندم امکان‌پذیر است. میدان مغناطیسی باعث کاهش معنی‌دار متوسط زمان جوانه‌زنی بذر گندم شد، به عبارت دیگر سرعت جوانه‌زنی را بطور معنی‌داری افزایش داد، اما تیمار میدان مغناطیسی بر درصد نهایی جوانه‌زنی تأثیر معنی-داری نداشت. طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بطور معنی‌داری در اثر تیمار میدان مغناطیسی افزایش یافت و تیمار میدان مغناطیسی با شدت ۱۰۰ میلی‌تسلا نسبت به دیگر تیمارها برتری نسبی نشان داد، اما در بین زمان‌های در معرض قرار گرفتن بذرها با میدان مغناطیسی، بهترین زمان ۲۰ دقیقه بدست آمد و به نظر می‌رسد که زمان‌های کم تا متوسط تأثیر بیشتری بر بذرها داشتند. بنابراین،

میدان مغناطیسی به عنوان یک عامل محرک رشد غیر تهاجمی و غیر مخرب برای گیاه می‌تواند بکار رود. تحریک رشد گیاهچـه حاصـل از بذر گندم از طریق تیمارهای میدان مغناطیسی ممکن است در مراحل پیشرفته‌تر رشد و نمو گیاه تأثیر مثبت قابل توجهی داشته باشد که نیاز به آزمایش‌های تکمیلی دارد.




**شکل ۳- تأثیر شدت‌های مختلف میدان مغناطیسی بر (a) طول گیاهچه، (b) طول ساقه‌چه، (c) سرعت جوانه‌زنی و (d) متوسط زمان جوانه‌زنی گندم**

**Fig. 3- Influence of magnetic field intensities on (a) seedling length, (b) shoot length, (c) germination rate and (d) mean germination time of wheat seedling**




**شکل ٤- تأثیر زمان‌های مختلف میدان مغناطیسی بر (a) طول گیاهچه، (b) طول ساقه چه، (c) سرعت جوانه‌زنی و (d) متوسط زمان جوانه‌زنی گندم**

**Fig. 4- Influence of magnetic field durations on (a) seedling length, (b) shoot length, (c) germination rate and (d) mean germination time of wheat seedling.**

## منابع


1- Aladjadjiyan, A. 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. Journal of Central European Agriculture 8: 369-380.

2- Aladjadjiyan, A. 2010. Influence of stationary magnetic field on lentil seeds. International Agrophysics 24: 321-324.

3- Cakmak,T., Dumlupinar, R., and Erdal, S. 2009. Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic field and osmotic conditions. Bioelectromagnetics 30:1-10.

4- Celik, O., Atak, C., and Rzakulieva, A. 2008. Stimulation of rapid regeneration by a magnetic field in Paulownia node cultures. Journal of Central European Agriculture 9: 297-304.

5- De Souza, A., Garcí D., Sueiro, L., Gilart, F., Porras, E., and Licea, L. 2006. Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. Bioelectromagnetics 27: 247-257.

6- Dhawi, F., and Al-Khayri, J.M. 2009. Magnetic fields induce changes in photosynthetic pigments content in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seedlings. The Open Agriculture Journal 3:1-5.

7- Dhawi, F., Al-Khayri, J.M., and Hassan, E. 2009. Static magnetic field influence on elements composition in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Research Journal Agriculture Biological Sciences 5:161-166.

8- Florez, M., Carbonell M.V., and Martinez, E. 2007. Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth. Environment Experimental Botany 59:68–75.

9- Garcia, R.F., and Arza, P.L. 2001. Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part I: theoretical considerations. Bioelectromagnetics 22: 589–595.

10- ISTA. 2009. ISTA Rules. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. 47 pp.

11- Kordas, L. 2002. The effect of magnetic field on growth, development and the yield of spring wheat. Polish

Journal Environmental Studies 11: 527-530.
12- Maguire, I.D. 1982. Speed of germination- Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science 22: 176-177.
13- Mahdavi, B., Modarres Sanavy, A.M., and Bolouchi, H. 2008. Effect of Electromagnetic field on seed germination and seedling growth of annual medics, barley, dodder and barnyard grass. Journal of Iran Biology 21: 433-443.
14- Martinez, E., Carbonell, M.V., Amaya J.M., and Maqueda, R. 2009. Germination of tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* L.) under magnetic field. International Agrophysics 23: 45-49.
15- Martinez, E., Carbonell, M.V., Flórez, M., Amay, J.M., and Maqued, R. 2009a. Pea and lentil growth stimulation due to exposure to 125 and 250 mT stationary fields. International Agrophysics 18: 657-663.
16- Matthews, S., and Khajeh-Hosseini, M. 2007. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigor differences in seed lots of maize (*Zea mays*). Seed Science Technology 35: 200-212.
17- Meiqiang, Y., Minging, H., Buzhou, M., and Tengcar, M. 2005. Stimulating effects of seed treatment by magnetized plasma on tomato growth and yield. Journal Plasma Science Technology 7: 3143-3147.
18- Moon, J.D.C., and Sook, H. 2000. Acceleration of germination of tomato seed by applying AC electric and magnetic fields. Journal Electrostatics 48: 103-114.
19- Racuciu, M, Creanga, D.E., and Amoraritei, C. 2008. Biochemical changes induced by low frequency magnetic field exposure of vegetal organisms. Romanian Journal Physics 52: 601-6.
20- Racuciu, M., Creanga, D., and Horga, I. 2008. Plant growth under static magnetic field influence. Romania Journal Physics 53: 353–359.
21- Sakhnini, L. 2007. Influence of $Ca^{2+}$ in biological stimulating effects of AC magnetic fields on germination of bean seeds. Journal Magnetism and Magnetic Materials 310: 1032–1034.
22- Vashisth, A., and Nagarajan, S. 2008. Exposure of seeds to static magnetic field enhances germination and early growth characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Bioelectromagnetics 29: 571–8.
23- Vashisth, A., and Nagarajan, S. 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. Journal Plant Physiology 167: 149-156.
24- Vasilevski, G. 2003. Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture. Bulgarian Journal Plant Physiology (Special Issue) 179–186.
25- Yinan, Y., Yuan, L., Yongqing, Y., and Chunyang, L. 2005. Effect of seed pretreatment by magnetic field on the sensitivity of cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings to ultraviolet-B radiation. Environment and Experiment Botany 54: 286–294.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۴۹۹-۴۹۱

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 491-499

# بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمّی و کیفی علوفه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

علی اصغر محمد آبادی[۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲*]، جبار فلاحی[۳] و زینت برومند رضازاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

## چکیده

به منظور مطالعه اثر تیمارهای مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر شاخص‌های کمی و کیفی گیاه علوفه‌ای شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار نوع کود آلی (کود گاوی به میزان ۴۰ تن در هکتار، کود گوسفندی به میزان ۳۰ تن در هکتار، کود مرغی به میزان ۲۰ تن در هکتار و کمپوست به میزان ۳۰ تن در هکتار)، کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با استفاده از کود اوره و ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم) و تیمار شاهد بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه تر (۵۶۱۸ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۵۶۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد کود شیمیایی به دست آمد. تیمار کود مرغی بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ و کمترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه را دارا بود. کمترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ و بیشترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه در تیمار کود شیمیایی مشاهده شد. بطور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تیمار کود شیمیایی در مقایسه با سایر تیمارهای کودی دارای برتری نسبی در صفات کمی مورد ارزیابی بود.

**واژه‌های کلیدی:** ارزش غذایی علوفه، درصد برگ و ساقه، قابلیت هضم، کود دامی

## مقدمه

شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum-graecum* L.، گیاهی است یکساله و متعلق به خانواده بقولات که دارای کاربردهای علوفه‌ای، دارویی و ادویه‌ای بوده و به عنوان یک کود آلی نیز استفاده می‌شود و با حدود پنج تن در هکتار زیست توده نسبتاً قابل توجهی را تولید می‌کند (Bhatia et al., 2006; Siddiqui et al., 2007; Kaviarasan et al., 2007; Haouala et al., 2008; Mirhashemi et al., 2009). بذرهای گیاه دارای خصوصیات تغذیه‌ای بوده و فرآیند هضم را تحریک می‌کنند (Kaviarasan et al., 2007). این گیاه به طور وسیعی در مناطق معتدله و گرمسیری مدیترانه‌ای، اروپا و آسیا مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (Fernandez-Aparicio et al., 2008). برخی مطالعات انجام گرفته روی گونه‌های مختلف شنبلیله، این گیاه را به عنوان یک گیاه علوفه‌ای، با کیفیت تغذیه‌ای مناسب برای نشخوار کنندگان معرفی کرده‌اند که بر خلاف یونجه در دام‌ها ایجاد نفخ نکرده و علاوه بر این دارای ترکیبات استروئیدی افزایش رشد نیز می‌باشد (Mir et al. 1993 ; Mir et al., 1996; Mir et al. 1998; Heneidy, 1996; Ahmad et al., 1999; Basu et al., 2008).

امروزه در مورد کشاورزی پایدار اتفاق نظر گسترده‌ای وجود دارد (Gafsi et al., 2006). کاربرد کودهای غیر آلی در کشاورزی، چرخش و ذخیرهٔ ماده و انرژی را تغییر داده و منجر به تخریب نقش طبیعی اکوسیستم شده‌است (Mozumder & Berrens, 2007). کودهای آلی شامل کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای حیوانی باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک، بهبود باروری و ظرفیت نگهداری آب خاک، ایجاد شرایط تهویه و زهکشی مناسب، تأمین و نگهداری طولانی مدت مواد غذایی برای گیاه و میکروارگانیسم‌ها می‌شوند (Simone Levy & Taylor, 2003; Sangwan et al., 2008; Joshi et al., 2009; Cabrera et al., 2009). علاوه بر این، بازچرخش بقایای آلی در خاک در کاهش مشکلات محیطی ناشی از

۱، ۲ و ۳- به ترتیب مربی، استاد و دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، قطب علمی گیاهان زراعی ویژه، گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir

تجمع این مواد نقش مهمی دارد (Mbarki et al., 2008).

مطالعات متعددی نشان داده است که کاربرد کودهای آلی مانند کمپوست، بر رشد گیاه و خصوصیات خاک اثرات مثبتی داشته و مقدار مواد غذایی در دسترس گیاه را افزایش می‌دهد (Ouedraogo et al., 2001; Soumare et al., 2003; Moldes et al., 2007). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که مصرف کودهای آلی و معدنی در افزایش عملکرد شنبلیله مؤثر است (Verma et al., 1990; Detoroja et al., 1996; Chaudhary, 1999) با این وجود میرهاشمی و همکاران (Mirhashemi et al., 2009) مشاهده کردند که مصرف کود دامی در شنبلیله، بر اکثر صفات رشدی گیاه اثر معنی‌داری نداشت. به هر حال تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان از طریق کودهای آلی نقش مهمی در باروری پایدار خاک و تولید محصول ایفا می‌کند (Soumare et al., 2003).

موضوع علوفه- دارو امروزه در بسیاری از محافل علمی مورد توجه می‌باشد. این گونه گیاهان علاوه بر تأمین علوفه در شرایط کم نهاده، به دلیل داشتن یکسری ترکیبات و مواد مؤثره، می‌توانند در سلامت دام نیز مؤثر واقع شوند. یکی از نیازهای مهم در برنامه ریزی زراعی به منظور رسیدن به این هدف و نیز حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. لذا هدف از اجرای این آزمایش مطالعه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر شاخص‌های کمی و کیفی علوفه شنبلیله به منظور کاهش اتکاء به نهاده‌های شیمیایی در جهت تولید پایدار این گیاه علوفه‌ای بود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در عرض جغرافیائی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیائی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و شش تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار نوع کود آلی (کودگاوی به میزان ۴۰ تن در هکتار، کود گوسفندی به میزان ۳۰ تن در هکتار، کود مرغی به میزان ۲۰ تن در هکتار و کمپوست زباله شهری به میزان ۳۰ تن در هکتار)، کود شیمیائی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با استفاده از کود اوره و ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم) و تیمار بدون کود (شاهد) بود. برای تعیین مقدار مصرف هر یک از کودهای آلی، نمونه‌ای از هر کود به آزمایشگاه منتقل و مقدار نیتروژن آن اندازه گیری شد (جدول ۱) و سپس مقدار مورد استفاده از هر یک از این کودها به شکلی تعیین شد که مقدار نیتروژن فراهم شده توسط تمامی این منابع کودی تا حد امکان برابر باشد.

عملیات خاک‌ورزی اولیه در پائیز سال ۱۳۸۳ و خاک‌ورزی ثانویه در فروردین ماه سال بعد انجام شد. یک ماه قبل از کاشت، از محل اجرای طرح نمونهٔ خاک تهیه و سپس تیمارهای کودی بر اساس نقشه طرح، در کرت های مورد نظر اعمال و با خاک مخلوط گردید. نتایج آنالیز خاک در جدول شماره ۲ آورده شده است. بذر مورد استفاده توده محلی بجستان (خراسان رضوی) بود. کشت در تاریخ ۲۲ فروردین ماه بصورت ردیفی در کرت هایی با ابعاد ۳×۲ متر و با تراکم گیاهی ۴۰ بوته در متر مربع صورت گرفت. آبیاری هر هفته به روش سیفونی و وجین علف‌های هرز در سه نوبت در طول فصل رشد صورت گرفت.

در مرحله ۵۰ درصد غلاف‌دهی، به طور تصادفی ارتفاع پنج بوته در هر کرت اندازه گیری شد و پس از حذف اثر حاشیه، عمل برداشت انجام و علوفه حاصله توزین گردید. به منظور تعیین درصد ماده خشک علوفه تولیدی و نیز اندازه‌گیری اجزاء عملکرد علوفه (برگ، ساقه و غلاف) دو نمونهٔ جداگانهٔ یک کیلوگرمی از هر کرت برداشت شد. نمونه‌های برداشت شده در آون در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین گردید و در نهایت درصد هریک از اجزاء عملکرد علوفه محاسبه شد.

**جدول ۱- درصد نیتروژن موجود در کودهای آلی مورد استفاده**

**Table 1- Percentage of nitrogen in used organic manures**

| منابع کودی<br>Manure sources | کود گاوی<br>Cow manure | کود گوسفندی<br>Sheep manure | کود مرغی<br>Hen manure | کمپوست<br>Compost |
|---|---|---|---|---|
| نیتروژن<br>Nitrogen | 0.90% | 1.19% | 1.85% | 1.27% |

**جدول ۲- نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش**

**Table 2- Results of soil analysis**

| هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)<br>EC ($dS.m^{-1}$) | اسیدیته<br>pH | کربن (درصد)<br>C (%) | نیتروژن (ppm)<br>$N_{total}$ (ppm) | فسفر قابل دسترس (ppm)<br>$P_{available}$ (ppm) | فسفر قابل دسترس (ppm)<br>$K_{available}$ (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.9 | 7.4 | 0.82 | 549 | 4.4 | 309 |

برای ارزیابی کیفی علوفه تولیدی، نمونه‌های گیاهی پس از خشک شدن در آون با استفاده از آسیاب برقی، با ا یک میلی‌متر آسیاب شدند، سپس با استفاده از روش دو مرحله‌ای پپسین- سلولاز، قابلیت هضم ماده خشک[1]، قابلیت هضم ماده آلی[2] و ارزش هضمی[3] نمونه کامل گیاهی (نمونه اول) همراه با اجزاء عملکرد علوفه (نمونه دوم) به تفکیک اندازه‌گیری شدند (Jones & Hayward, 1973).

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 آنالیز و میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

### خصوصیات کمّی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای کودی مورد مطالعه بر هیچ یک از صفات کمّی گیاه علوفه‌ای شنبلیله در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول۳). با این وجود نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک، درصد برگ، عملکرد برگ و عملکرد ساقه در هکتار، مربوط به تیمار کود شیمیایی و کمترین مقدار عملکرد علوفه خشک در هکتار، درصد ماده خشک، عملکرد برگ و عملکرد ساقه خشک در هکتار مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). اگر چه عملکرد تر علوفه در تیمارهای سه گانهٔ کودهای حیوانی مورد استفاده در مقایسه با تیمار شاهد، کاهش یافت، ولی این تیمارهای کودی در مورد عملکرد علوفه خشک از برتری قابل توجهی در مقایسه با تیمار شاهد برخوردار بودند. این موضوع نشان می‌دهد که درصد آب اندام‌های گیاه در تیمارهای کود حیوانی کمتر بوده، و در عوض این تیمارها با بهبود ظرفیت نگهداری آب خاک و تأمین مقادیر مناسبی از مواد غذایی باعث تولید ماده خشک بالاتری در گیاه شده‌اند. در مجموع تیمارهای کودی مورد مطالعه، در مورد اکثر صفات بررسی شده، از برتری نسبی در مقایسه با تیمار شاهد برخوردار بودند و در این میان تیمار کود شیمیایی مناسب تر بود (جدول ۴). با توجه به اینکه شنبلیله یک گیاه مناطق حاشیه‌ای است، به نظر می‌رسد که واکنش ضعیف گیاه شنبلیله به تیمارهای کودی مختلف، به نیاز کم این گیاه به عناصر غذایی و پتانسیل پایین این گیاه در تولید ماده خشک بر می‌گردد که خود ناشی از خصوصیات ژنتیکی این گیاه می‌باشد. در تحقیق مشابهی نیز گزارش شد که ارقام محلی گیاهان زراعی دارای ظرفیت کودپذیری پایینی بوده و عملکردشان تحت تأثیر مصرف عناصر غذایی قرار نمی‌گیرد (Bahrani & Babaei, 2007). نتایج مطالعات سومار و همکاران (Soumare et al., 2003) بر نوعی علف چمنی *Lolium perenne* (L.) نشان دهنده برتری کودهای شیمیایی در مقایسه با کمپوست از نظر زیست توده تولیدی بود. نتایج پژوهش مشابهی در شنبلیله بیانگر اثر مثبت کود فسفر در افزایش عملکرد علوفه بود (Basu et al., 2008). همچنین سینگول (Sengul, 2003) گزارش کرد که کاربرد توأم فسفر و نیتروژن، ماده خشک تولیدی سه گونه گراس و دوگونه لگوم را افزایش داد. میرلوحی و همکاران (Mirloohi et al., 2000) نیز گزارش کردند که با افزایش سطح مصرف اوره از ۳۰۰ به ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد علوفه تر سورگوم افزایش یافت؛ ولی درصد برگ، ساقه و خوشه تغییر چندانی نکرد.

نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد علوفه خشک در تیمار مصرف کمپوست زباله شهری در مقایسه با سایر کودهای آلی کمتر بود (جدول ۴)، علت احتمالی این امر را می‌توان به افزایش شوری خاک در نتیجه مصرف کمپوست زباله شهری نسبت داد (Gandomkar et al., 2003)، صباحی و همکاران (Sabahi et al., 2010) گزارش کردند که مصرف کودهای دامی باعث کاهش اثرات شوری و در نتیجه افزایش جذب فسفر و نیتروژن و در نهایت، بهبود عملکرد گیاه زراعی می‌شود.

### خصوصیات کیفی

نتایج تجزیه واریانس بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار تیمارهای کودی بر صفات کیفی مورد بررسی بود (جدول ۵). با این وجود نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کود مرغی بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ و کمترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه را دارا بود، روند عکس این موضوع یعنی، کمترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ و بیشترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه در مورد تیمار کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۶). قابلیت هضم یک شاخص مهم از ارزش نسبی تغذیهٔ[4] یک گیاه علوفه‌ای، توسط دام می‌باشد و این شاخص از باروری خاک نیز تأثیر می‌پذیرد (Tilley & Terry,1963; Buxton, 1996)، لذا بهبود این صفات در تیمارهای کود مرغی و شیمیایی حائز اهمیت است. آصفا و لدین (Assefa & Ledin, 2001) نیز گزارش کردند که قابلیت هضم ماده آلی یولاف با کاربرد تیمار ترکیبی نیتروژن و فسفر افزایش یافت.

در مجموع اعمال تیمارهای مختلف کودهای آلی در مقایسه با تیمار شاهد، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را افزایش داد (جدول ۶).

1- Dry matter digestibility
2- Organic matter digestibility
3- D-value

1- Relative Feeding Value

**جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی**

**Table 3- Analysis of variance (mean of squares) of quantitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers**

| عملکرد غلاف خشک Dry pod yield | عملکرد ساقه خشک Dry stem yield | عملکرد برگ خشک Dry leaf yield | درصد غلاف Pod percent | درصد ساقه Stem percent | درصد برگ Leaf percent | درصد ماده خشک Percent of dry matter | عملکرد علوفه خشک Forage dry yield | عملکرد علوفه تر Forage fresh yield | ارتفاع بوته Plant height | درجه آزادی df | منابع تغییر Source of variance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 254$^{ns}$ | 792$^{ns}$ | 509$^{ns}$ | 0.45$^{ns}$ | 0.96$^{ns}$ | 1.51$^{ns}$ | 6.88$^{ns}$ | 1930$^{ns}$ | 216326$^{ns}$ | 13.23$^{ns}$ | 2 | تکرار Replication |
| 1073$^{ns}$ | 88$^{ns}$ | 444$^{ns}$ | 35.40$^{ns}$ | 10.1$^{ns}$ | 9.55$^{ns}$ | 7.42$^{ns}$ | 1827$^{ns}$ | 1481128$^{ns}$ | 6.16$^{ns}$ | 5 | کود Fertilizer |
| 652 | 652 | 1009 | 49.28 | 24.7 | 58.00 | 8.42 | 971 | 835910 | 10.70 | 10 | خطا Error |

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی دار

ns, * and ** represent non-significant, significant at 5% level and significant 1% level, respectively.

**جدول ٤- مقایسه میانگین صفات کمی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی**

**Table 4- Mean comparison of quantitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers**

| عملکرد غلاف خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry pod yield (kg.ha$^{-1}$) | عملکرد ساقه خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry stem yield (kg.ha$^{-1}$) | عملکرد برگ خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry leaf yield (kg.ha$^{-1}$) | درصد غلاف Pod percent | درصد ساقه Stem percent | درصد برگ Leaf percent | درصد ماده خشک Percent of dry matter | عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Forage dry yield (kg.ha$^{-1}$) | عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار) Forage fresh yield (kg.ha$^{-1}$) | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm) | تیمار Treatment |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 130ab | 167ab | 226a | 24.7a | 32.1a | 43.2a | 12.9a | 523ab | 4095ab | 28.9a* | کود گاوی Cow manure |
| 128b | 171ab | 222a | 24.2a | 32.9a | 42.9a | 14.1a | 520ab | 3829b | 29.9a | کود گوسفندی Sheep manure |
| 178a | 162ab | 214a | 32.2a | 29.2a | 38.6a | 14.2a | 554ab | 3958ab | 30.6a | کود مرغی Hen manure |
| 132ab | 191a | 242a | 23.0a | 33.6a | 43.4a | 11.3a | 565a | 5618a | 31.8a | کود شیمیایی Chemical fertilizer |
| 141ab | 153ab | 211a | 27.5a | 30.3a | 42.1a | 10.9a | 505b | 4941ab | 30.8a | کمپوست Compost |
| 147ab | 143b | 211a | 29.0a | 29.5a | 41.6a | 10.5a | 501b | 4859ab | 33.0a | شاهد Control |
| 47.8 | 46.5 | 57.8 | 12.76 | 9.02 | 13.85 | 4.92 | 56.6 | 1663 | 5.95 | LSD 5% |

* برای هر گروه از میانگین‌ها اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability.

از آنجا که لیگنینی شدن فاکتور عمدهٔ محدود کننده قابلیت هضم پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی گیاه می‌باشد (Morrison, 1979) و با توجه به این که در اثر تنش‌های محیطی بافت‌های تشکیل دهنده برگ و ساقه لیگنینی شده و بنابراین قابلیت هضم کاهش می‌یابد

(Chaparro & Sollenberger, 1997; Hastert et al., 1983)، لذا به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای آلی با بهبود ظرفیت نگهداری آب خاک، شرایط رطوبتی مناسبتری را برای گیاه فراهم کرده و باعث بهبود قابلیت هضم شده‌است. نتایج پژوهش مشابهی در کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) نشان داد که کاربرد تلفیقی سطوح متوسط کودهای دامی و شیمیایی باعث بهبود صفات کیفی علوفه می‌شود (Fateh et al., 2009). همچنین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ در تمامی تیمارها، بیش از قابلیت هضم غلاف و ساقه بود (جدول ۶) که دلیل آن تمرکز بیشتر دیواره سلولی در ساقه در مقایسه با برگ (Albrecht et al., 1987) و بیشتر بودن ضخامت سلول‌های ساقه نسبت به برگ (Rezvani Moghaddam & Wilman, 1998) می‌باشد، که این موضوع سرعت عمل آنزیم‌های تجزیه کننده سلول‌های ساقه در مقایسه با برگ را کاهش می‌دهد. نتایج بتی و همکاران (Beaty et al., 1997) و آمان (Aman, 1985) در شبدر قرمز (*Trifolium pretense* L.)و آلبرچت و همکاران (Albrecht et al., 1987)، ویلمن و رضوانی‌مقدم (Wilman & Rezvani Moghaddam, 1998) و نیز بورکوئین و فاهی (Bourquin & Fahey, 1994) در یونجه (*Medicago sativa* L.) نیز بیانگر بالاتر بودن قابلیت هضم برگ نسبت به ساقه می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کود مرغی بیشترین ارزش هضمی برگ و تیمار کود شیمیایی بیشترین ارزش هضمی ساقه را دارا بودند، سایر تیمارهای کودی از این حیث مطلوب نبودند (جدول ۷).

ارزش هضمی وابسته به مقدار مواد آلی و معدنی علوفه و قابلیت هضم این مواد می‌باشد، بنابراین هر چه مقدار ماده آلی و قابلیت هضم علوفه بالاتر باشد، ارزش هضمی آن بالاتر خواهد بود (Nabati & Rezvani Moghaddam, 2006)، از این رو تیمار کود مرغی که بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ را دارا بود، بیشترین ارزش هضمی برگ را نیز به خود اختصاص داد. با توجه به اینکه کود مرغی در مقایسه با سایر منابع کودی مورد استفاده دارای مقادیر فسفر و پتاسیم بیشتری می‌باشد (Tahami et al., 2010)؛ دلیل احتمالی این امر را می‌توان به ایجاد تعادل در عناصر غذایی برگ و در نتیجه تنظیم روابط آب در گیاه و در نهایت کاهش تنش خشکی نسبت داد. همچنین تیمار کود شیمیایی که بیشترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه را داشت، دارای بیشترین ارزش هضمی ساقه نیز بود. علاوه بر این تمامی تیمارهای مورد بررسی باعث افزایش درصد خاکستر برگ در مقایسه با تیمار شاهد گردیدند (جدول ۷)، که نشان دهنده جذب بیشتر مواد معدنی در تیمارهای کودی اعمال شده می‌باشد. تیمار کود شیمیایی بیشترین عملکرد علوفه خشک قابل هضم را دارا بود (جدول ۷)، این افزایش عملکرد هم ناشی از تولید زیست توده بیشتر و هم ناشی از بالاتر بودن درصد قابلیت هضم در این تیمار بود.

**جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تعدادی از صفات کیفی گیاه علوفه ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی**

**Table 5- Analysis of variance (mean of squares) of some qualitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers**

| قابلیت هضم ماده آلی Organic matter digestibility | | | قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | درجه آزادی df | منابع تغییر S.O.V. |
| 2.28ns | 11.51ns | 1586** | 2.32ns | 9.69ns | 15.3** | 2 | تکرار Replication |
| 2.50ns | 11.97ns | 2.81ns | 2.26ns | 9.35ns | 2.8ns | 5 | کود Fertilizer |
| 5.58 | 7.55 | 2.00 | 5.04 | 7.73 | 2.03 | 10 | خطا Error |

| عملکرد ماده خشک قابل هضم Digestible forage dry yield | | | خاکستر Ash | | | ارزش هضمی Digestible –value | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | درجه آزادی df | منابع تغییر S.O.V. |
| 258ns | 186ns | 512ns | 11.24ns | 1.85ns | 0.67ns | 2.68ns | 4.88ns | 18** | 2 | تکرار Replication |
| 791ns | 472ns | 361ns | 3.15ns | 1.56ns | 1.77ns | 6.09ns | 8.86ns | 3.7ns | 5 | کود Fertilizer |
| 1433 | 420 | 980 | 8.04 | 0.85 | 1.36 | 9.28 | 4.16 | 2.8 | 10 | خطا Error |

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

ns, * and ** represent non-significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

**جدول ٦- مقایسه میانگین برخی صفات کیفی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی**

**Table 6- Mean comparison of some qualitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers.**

| در صد قابلیت هضم ماده آلی Organic matter digestibility (%) | | | در صد قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | تیمار Treatment |
| 88.3a | 67.4ab | 95.3ab | 88.7a | 69.5ab | 95.4ab* | کود گاوی Cow manure |
| 89.3a | 66.2ab | 94.0ab | 89.3a | 68.7ab | 94.0ab | کود گوسفندی Sheep manure |
| 87.9a | 64.4b | 96.2a | 87.9a | 66.7b | 96.2a | کود مرغی Hen manure |
| 89.7a | 70.1a | 93.6b | 89.7a | 72.0a | 93.6b | کود شیمیایی Chemical fertilizer |
| 90.2a | 65.6ab | 94.9ab | 90.2a | 68.1ab | 94.9ab | کمپوست Compost |
| 88.2a | 65.7ab | 94.1ab | 88.3a | 68.5ab | 94.1ab | شاهد Control |
| 4.32 | 5.01 | 2.57 | 4.07a | 5.07 | 2.58 | LSD 5% |

* برای هر گروه از میانگین‌ها اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability.

گزارش آصفا و لدین (Assefa & Ledin, 2001) نیز حاکی است که در گیاهان ماشک (*Vicia sativa* L.) و یولاف (*Avena sativa* L.) با اعمال تیمار ترکیبی کود شیمیایی فسفر و نیتروژن مقدار عملکرد ماده آلی قابل هضم در هکتار افزایش یافت.

## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله چنین به نظر می‌رسد که شنبلیله جزء گیاهان کم‌توقع بوده و بر خلاف گیاهان علوفه‌ای اصلاح شده که بصورت رایج در سیستم‌های کشت و کار استفاده می‌شوند، پاسخ چندانی را به استفاده از کودهای مختلف نشان نداد. نتایج این بررسی نشان داد که شاخص‌های کیفی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تا حدودی تحت تأثیر نوع کود آلی قرار گرفت. با توجه به نیاز غذایی پایین شنبلیله و نقش مثبت آن در سلامت دام، می‌توان آن را به عنوان یک گیاه علوفه‌ای مناسب در سیستم‌های کشت ارگانیک و کم نهاده توصیه کرد.

**جدول ۷- مقایسه میانگین برخی صفات کیفی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی**

**Table 7- Mean comparison of some qualitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers.**

| عملکرد ماده خشک قابل هضم (کیلوگرم در هکتار) Digestible forage dry yield (kg.ha$^{-1}$) | | | درصد خاکستر Ash (%) | | | درصد ارزش هضمی Digestible –value (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | تیمار Treatment |
| 115a | 116a | 215a | 12.3a | 10.1ab | 14.7a | 77.4a | 60.6ab | 81.3ab* | کود گاوی Cow manure |
| 113a | 117a | 208a | 10.2a | 11.0a | 13.8ab | 80.1a | 58.9b | 81.0b | کود گوسفندی Sheep manure |
| 157a | 108a | 206a | 13.2a | 8.8b | 12.6b | 76.3a | 58.7b | 84.1a | کود مرغی Hen manure |
| 117a | 137a | 228a | 12.4a | 10.0ab | 13.0ab | 78.6a | 63.1a | 81.4ab | کود شیمیایی Chemical fertilizer |
| 127a | 104a | 200a | 12.2a | 10.4ab | 13.6ab | 79.2a | 58.8b | 82.0ab | کمپوست Compost |
| 129a | 103a | 199a | 12.6a | 10.2ab | 12.9ab | 77.1a | 59.1b | 82.0ab | شاهد Control |
| 78.9 | 37.3 | 57.0 | 5.16 | 1.68 | 2.10 | 5.51 | 3.71 | 3.02 | LSD 5% |

* برای هر گروه از میانگین‌ها اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability.

## منابع


1- Ahmad, F., Acharya, S.N., Mir, Z., and Mir, P.S. 1999. Localization and activity of RNA genes of fenugreek chromosomes by fluorescent *in situ* hybridization and silver staining. Theoretical and Applied Genetics 98: 179-185.

2- Albrecht, K.A., Wedin, W.F., and Buxton, R. 1987. Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. Crop Science 27: 735-741.

3- Aman, P. 1985. Chemical composition and in vitro degradability of major chemical constituents in botanical fractions of red clover harvested at different stage of maturity. Journal of the Science of Food and Agriculture 36: 775-780.

4- Assefa, G., and Ledin, I. 2001. Effect of variety, soil types and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intakes by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixture. Animal Feed and Technology 92: 95-111.

5- Bahrani, M.J., and Babaei, G. 2007. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on grain and its yield components and some quality traits in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 9: 237-245. (In Persian with English Summary)

6- Basu1, S.K., Achary, S.N., and Thoma, J.E. 2008. Application of phosphate fertilizer and harvest management for improving fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed and forage yield in a dark brown soil zone of Canada. Kmitl Science and Technology Journal 8(1): 1-7.

7- Beaty, E.R., Albert, E.S., and Powell, J.D. 1997. Leaf, petiole, and stem accumulation, and digestibility in 'Amclo' clover. Agronomy Journal 69: 682-684.

8- Bhatia, K., Kaur, M., Atif, F., Ali, M., Rehman, H., Rahman, S., and Raisuddin, S. 2006. Aqueous extract of *Trigonella foenum-graecum* L. ameliorates additive urotoxicity of buthionine sulfoximine and cyclophosphamide in mice. Food and Chemical Toxicology 44: 1744–1750.

9- Bourquin, L.D., and Fahey, G.C. 1994. Ruminal digestion and glycosyl linkage patterns of cell wall components from leaf and stem fraction of alfalfa, orchard grass, and wheat straw. Journal of Animal Science 72: 1362-1374.

10- Buxton, D.R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. Animal Feed Science and Technology 59:37-49.

11- Cabrera, V.E., Stavast, L.J., Baker, T.T., Wood, M.K., Cram, D.S., Flynn, R.P., and Ulery, A.L. 2009. Soil and runoff response to dairy manure application on New Mexico rangeland. Agriculture Ecosystems and Environment 131: 255–262.

12- Chaparro, C.J., and Sollenberger, L.E. 1997. Nutritive value of chipped motte elephant grass herbage. Agronomy Journal 89: 789-793.

13- Chaudhary, G.R. 1999. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) to seed rate and fertilizer application. Indian Journal of Agronomy 44(2): 1-12.

14- Detoroja, H.J., Sukhadia, N.M., Khanpara, V.D., Malavia, D.D., and Kaneria, B.B. 1996. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) to nitrogen, phosphorus and potassium. Indian Journal of Agronomy 41(1):160-161.

15- Fateh, E., Chaeichi, M.R., Sharifi-Ashourabadi, E., Mazaheri, D., and Jafari, A.A. 2009. Effects of soil fertilizing management (organic, integrated and chemical) on forage yield and quality traits of Globe Artichoke (*Cynara scolymus*). Iranian Journal of Agricultural Sciences 40(2):155-168. (In Persian with English Summary)

16- Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A., and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Protection 27: 653–659.

17- Jones, D.I.H., and Hayward, M.V. 1973. A cellulose digestion technique for predicting the dry mater digestibility of grasses. Journal of the Science of Food and Agriculture 24: 1419-1426.

18- Joshi, D., Hooda, K.S., Bhatt, J.C., Mina, B.L., and Gupta, H.S. 2009. Suppressive effects of composts on soil-borne and foliar diseases of French bean in the field in the western Indian Himalayas. Crop Protection 28(7): 608-615.

19- Haouala, R., Hawala, S., El-Ayeb, A., Khanfir, R., and Boughanmi, N. 2008. Aqueous and organic extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. inhibit the mycelia growth of fungi. Journal of Environmental Sciences 20: 1453–1457.

20- Hastert, A.A., Owensby, C.E., and Harbers, L.H. 1983. Rumen microbial degradation of Indian grass and big bluestem leaf blades. Journal of Animal Science 57(6): 1626-1637.

21- Heneidy, S.Z. 1996. Palatability and nutritive value of some common plant species from the *Aqqaba gulf* area of Sinai, Egypt. Journal of Arid Environments 34: 115-123.

22- Gafsi, M., Legagneux, B., Nguyen, G., and Robin, P. 2006. Towards sustainable farming systems: Effectiveness and deficiency of the French procedure of sustainable agriculture. Agricultural Systems 90: 226–242.

23- Gandomkar, A., Kalbasi, M., and Qorani, A. 2003. Effect of compost leachate on yield and chemical composition of corn and the effects of leachate residual on soil characteristics. Pajouhesh and Sazandegi 60: 2-8. (In Persian with English Summary)
24- Kaviarasan, S., Naik, G.H., Gangabhagirathi, R., Anuradha, C.V., and Priyadarsini, K.I. 2007. In vitro studies on antiradical and antioxidant activities of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) seeds. Food Chemistry 103: 31–37.
25- Mbarki, S., Labidi, N., Mahmoudi, H., Jedidi, N., and Abdelly, C. 2008. Contrasting effects of municipal compost on alfalfa growth in clay and in sandy soils: N, P, K, content and heavy metal toxicity. Bioresource Technology 99: 6745–6750.
26- Mir, P.S., Mir, Z., and Townley-Smith, L. 1993. Comparison of the nutrient content and in situ degradability comparisons of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) and alfalfa hays. Canadian Journal of Animal Science 73: 993–996.
27- Mir, Z., Acharya, S.N., Mir, P.S., Taylor, W.G., Zaman, S., Mears, G., and Goonewardene, L.A. 1996. Nutrient composition, in vitro gas production and digestibility of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) and alfalfa forages. Canadian Journal of Animal Science 77: 119-124.
28- Mir, Z., Mir, P.S., Acharya, S.N., Zaman, M.S., Taylor, W.G., Mears, G.J., McAllister, T.A., and Goonewardene, L.A. 1998. Comparison of alfalfa and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) silages supplemented with barley grain on performance of growing steers. Canadian Journal of Animal Science 78: 343–349.
29- Mirhashemi, S.M., Koocheki, A., Parsa, M., and Nassiri Mahallati, M. 2006. Evaluating the benefit of ajowan and fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 269-279. (In Persian with English Summary)
30- Mirloohi, A.F., Bozorgvar, N., and Basiri, M. 2000. Effect of different level of nitrogen on growth, yield and quality of three hybrid of forage sorghum. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource 4(2): 105-115. (In Persian with English Summary)
31- Moldes, A., Cendon, Y., and Barral, M.T. 2007. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component, by applying mixture design. Bioresource Technology 98(16): 3069–3075.
32- Morrison, I.M. 1979. Carbohydrate chemistry and rumen digestion. Proceedings of the Nutrition Society 38: 269-274.
33- Mozumder, P., and Berrens, R.P. 2007. Inorganic fertilizer use and biodiversity risk: an empirical investigation. Ecological Economics 62: 538 –543.
34- Nabati, J., and Rezvani Moghaddam, P. 2006. The effect of irrigation intervals on qualitative and quantitative traits in forage millet, sorghum and corn. Iranian Journal of Agriculture science 37(1): 21-29. (In Persian with English Summary)
35- Ouedraogo, E., Mando, A., and Zombre, N.P. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture Ecosystem and Environment 84: 259–266.
36- Rezvani Moghaddam, P., and Wilman, D. 1998. Cell wall thickness and cell dimensions in plant parts of eight forage species. Journal of Agricultural Sciences, Cambridge 131: 59-67.
37- Sabahi, H., Takafooyan, J., Mahdavi Damghani, A.M., and Liaghati, H. 2010. Effects of integrated application of farmyard manure, plant growth promoting rhizobacteria and chemical fertilizers on production of canola (*Brassica napus* L.) in saline soil of Qum. Journal of Agroecology 2(2): 287-291. (In Persian with English Summary)
38- Sangwan, P., Kaushik, C.P., and Garg, V.K. 2008. Vermiconversion of industrial sludge for recycling the nutrients. Bioresource Technology 99: 8699–8704.
39- Sengul, S. 2003. Performance of some forage grasses or legumes and their mixtures under dry land conditions. European Journal of Agronomy 19: 401-409.
40- Siddiqui, S., Meghvansi, M.K., and Hasan, Z. 2007. Cytogenetic changes induced by sodium azide ($NaN_3$) on *Trigonella foenum-graecum* L. seeds. South African Journal of Botany 73: 632–635.
41- Simone-Levy, J., and Taylor, B.R. 2003. Effects of pulp mill solids and three composts on early growth of tomatoes. Bioresource Technology 89: 297–305.
42- Soumare, M., Tack, F.M.G., and Verloo, M.G. 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresource Technology 86: 15–20.
43- Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2(1): 70-82. (In Persian with English Summary)
44- Tilley, J.M.A., and Terry, R.A. 1963. A two- stage technique for the In Vitro digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society 18:104-111.

45- Verma, J.P., Thakur, R.N., Sharma, B.N., Katiyar, D.S., and Singh, V. 1990. Response of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) to N and P. Indian Journal of Agronomy 36(1): 116-118.
46- Wilman, D., and Rezvani Moghaddam, P. 1998. In vitro digestibility and neutral detergent fiber and lignin contents of plants parts of nine forage species. Journal of Agricultural Sciences, Cambridge 131: 51-58.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۵۰۵-۵۰۰

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 500-505

# اثر مقادیر بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سه رقم کلزا (*Brassica napus* L.) در نکای مازندران

ولی‌الله سینا[1*] و ولی‌الله رامئه[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

## چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کلزا (*Brassica napus* L.)، آزمایشی بصورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات زراعی بایع کلا در شهرستان نکا، استان مازندران در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ انجام شد. در این آزمایش میزان بذر به عنوان عامل اصلی در چهار سطح شامل ۵، ۷، ۹ و ۱۱کیلوگرم در هکتار و ارقام به عنوان عامل فرعی در سه سطح شامل ساریگل (PF)، RGS 003 و Hyola 401 بود. هرکرت شامل شش خط با طول پنج متر و فاصله بین خطوط ۳۰ سانتی‌متر بود. نتایج نشان داد که اثر میزان بذر بر عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه با میانگین تولید ۴۸۲۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به کمترین میزان بذر یعنی پنج کیلوگرم در هکتار بوده است. اثر رقم برتعداد شاخه فرعی، وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. رقم Hyola 401 با میانگین تولید ۵۰۳۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به ارقام RGS 003 و ساریگل (PF) که به ترتیب از عملکرد دانه ۴۳۵۷ و ۴۰۶۶ کیلوگرم در هکتار بر خوردار بودند، برتری نشان بیشتری داد. همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن ۱۰۰۰ دانه و تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه مبیّن این مطلب است که رقم Hyola 401 که از بیشترین اجزای عملکرد دانه در سطوح مختلف تراکم برخوردار بوده است از عملکرد دانه بالایی نیز داشته است.

**واژه‌های کلیدی :** شاخه فرعی، ضریب همبستگی، غلاف

## مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که در سطح دنیا جهت استخراج روغن کشت می‌شود و از بیشترین رشد سالانه در بین روغن‌های گیاهی مهم جهان برخوردار می‌باشد و پس از سویا در جایگاه دوم تولید قرار دارد (Al-Barrak, 2006; FAO, 2008). کلزا بر خلاف بیشتر گیاهان روغنی در فصل پاییز نیز قابل کشت بوده و در کشت پاییز عملکرد بیشتری تولید می‌کند (Kazemeini et al., 2010; Mousavi, et al., 2011). کیفیت دانه کلزا تا حدود زیادی به میزان روغن آن بستگی دارد. در کل کلزا دارای حدود ۴۰ درصد روغن بوده و کیفیت روغن در ارقام جدید بسیار مطلوب و به دلیل داشتن بیش از ۶۰ درصد اسید اولئیک بهترین کیفیت روغن را دارد (Downey, 1990). عملکرد کلزا به ظرفیت عملکرد رقم، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و مدیریت زراعت بستگی دارد و عوامل ژنتیکی و زراعی تعیین کننده، رشد و نمو گیاه در نتیجه عملکرد دانه هستند. ارقام مختلف عکس‌العمل متفاوتی نسبت به عوامل زراعی دارند (Kuchtova etal.,1996). عملکرد دانه درکلزا تابعی از تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰۰ دانه می‌باشد (Taylor & Smith, 1992). ارقام مختلف مانند گونه‌های مختلف به شرایط اقلیمی معینی سازگار هستند، بنابراین انتخاب رقم برای موفقیت تولید حائز اهمیت می‌باشد در انتخاب رقم باید به گونه، نوع و سازگاری رقم، کیفیت بذر، ویژگی‌های خاک، شرایط آب و هوایی، عملکرد دانه، زودرسی، مقاومت به ریزش، ورس، بیماری‌ها و سایر خصوصیات زراعی توجه کرد (Sun etal., 1991). یکی از راهکارهای افزایش عملکرد در واحد سطح استفاده از ارقام مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه در تراکم مناسب کاشت است، به نحوی که حداقل رقابت تخریبی بین بوته‌ها وجود داشته است. در تراکم‌های بیش از حد ایجاد میکروکلیمای نامناسب و به دنبال آن خطر شیوع بیماری‌ها و آفات، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد قائمشهر و استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
(*- نویسنده مسئول: E-mail: vali.6507@gmail.com)

(Mousavi et al., 2011). انتخاب تراکم بوته دارای معنی‌دار فراوانی بر اجزای عملکرد گیاهی است، به نحوی که با انتخاب تراکم مطلوب بوته می‌توان عملکرد مناسبی بدست آورد. بطور کلی، کلزا از نظر تنوع در میزان بذر و در نتیجه آن تراکم بوته گیاهی است، بسیار انعطاف پذیر بوده، بطوریکه در دامنه وسیعی از میزان بذر عملکرد آن به مقدار ناچیز تحت معنی‌دار قرار می‌گیرد. افزایش تراکم از طریق کاهش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰۰ دانه در هر بوته باعث کاهش عملکرد دانه درتک بوته می‌شود، اما افزایش مطلوب تراکم منجر به جبران کاهش شاخه‌های فرعی و اجزای عملکرد در گیاه، از طریق افزایش تعداد بوته خواهد شد (Gil & Narang, 1993). هدف از پژوهش حاضر بررسی واکنش سه رقم کلزا شامل ساریگل (PF)، RGS 003 و Hyola 401 به تراکم‌های مختلف مقدار بذر در یک پژوهش مزرعه‌ای در شرایط استان مازندران می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات چهار مقدار بذر ۵، ۷، ۹ و ۱۱ کیلو در هکتار (عامل اصلی) بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سه رقم کلزای ساریکل (PF)، RGS 003 و Hyola 401 به عنوان عامل فرعی آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در قالب آزمایش کرت‌های یکبار خرد شده و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در محل ایستگاه تحقیقات زراعی بابع کلا در شهرستان نکا از ایستگاه‌های تابع مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران °۱۳،۵۳ طول جغرافیایی شرقی، °۴۶،۳۶ عرض جغرافیایی شمالی و ارتفاع چهار متر از سطح دریا) انجام شد. میانگین بارندگی سالیانه آن ۵۱۴ میلی‌متر می‌باشد. زراعت قبلی در زمین مورد آزمایش گندم بود. به منظور جبران کمبود مواد غذایی خاک قبل از کاشت بر اساس دستورالعمل آزمایش خاک کود اوره و سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به میزان ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه گردید. همچنین کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز در شروع رشد طولی ساقه و مرحله گلدهی هر کدام به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک بکار برده شد. بعد از پیاده نمودن نقشه آزمایش در زمین، بذور کلزا در اواخر مهر کشت شدند. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف پنج متری و فاصله بین خطوط ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین هر دو کرت مجاور ۰/۳ متر و فاصله بین تکرارها چهار متر به عنوان راهرو در نظر گرفته شد.کاشت بذور به طور یکنواخت با دست بر اساس تیمارهای بذری انجام گردید. پس از کاشت در تمام مراحل رشد، به دلیل وجود بارندگی کافی در منطقه، هیچ گونه آبیاری انجام نشد. در فاصله بین کاشت تا جوانه‌زنی بذور، محدوده دور مزرعه با سم سوین (طمعه مسموم) و سم متالان‌جی علیه راب (لیسک) و مورچه مبارزه شد. در طول رویش مبارزه با علف هرز به صورت مکانیکی و شیمیایی انجام گردید. هنگامی که غلاف‌ها رسیده و به رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای و ۵۰ درصد دانه‌ها تغییر رنگ داده و به رنگ قهوه‌ای و سیاه در آمدند با حذف دو خط طرفین و نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط به عنوان اثر حاشیه‌ای به وسیله داس برداشت شده است، عملیات برداشت هر کرت بسته به رقم و تراکم به صورت جداگانه انجام شد. پس از خشک شدن و رسیدن تمام غلاف-ها در مزرعه در روی بوته‌ها اقدام به کوبیدن و جداسازی بذر از کاه نموده، عملکرد دانه در کرت بر حسب هکتار محاسبه گردید. برای تعیین اجزای عملکرد قبل از برداشت و پس از حذف اثر حاشیه‌ای از هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شده و سپس صفات مورد نظر شامل تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف بوته، تعداددانه در غلاف اندازه‌گیری شد. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

**تعداد شاخه فرعی:** نتایج به دست آمده نشان داد که تفاوت بین سطوح مختلف تراکم از نظر تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱). با افزایش تراکم از تعداد شاخه‌های فرعی کاسته شد. کاهش تعداد شاخه در بوته را به کاهش میزان نفوذ نور در بخش پایینی سایه‌انداز گیاهی و عدم فعالیت جوانه‌های تشکیل‌دهنده شاخه نسبت داده‌اند (Yates & Stevan, 1987). همچنین علت کاهش تعداد شاخه در بوته در تراکم‌های زیاد به افزایش فاصله طوقه تا ظهور اولین شاخه فرعی در بوته نسبت داده شده است (Kazemeini et al., 2010). در این آزمایش بوته‌ها در تراکم پنج کیلوگرم در هکتار بیشترین تعداد شاخه را تولید کردند (جدول ۲) که احتمالاً در ارتباط با نفوذ بیشتر نور در سایه‌انداز بوده است (Fray et al., 1996). مقایسه سه رقم در تراکم‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری (در سطح یک درصد) از نظر تعداد شاخه فرعی در بوته نشان داد (جدول ۱). بیشترین شاخه فرعی در رقم ساریگل و کمترین شاخه فرعی در رقم هایولا ۴۰۱ مشاهده شد (جدول ۲). بررسی آماری نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف تراکم و ارقام نیز اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی نداشته‌اند. ارزیابی ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد آزمون نشان داد که تعداد شاخه فرعی با عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشته است.

**تعداد غلاف در بوته:** تعداد غلاف در بوته در سطوح مختلف تراکم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد غلاف در تراکم‌های پنج و هفت کیلوگرم در هکتار مشاهده شد

و افزایش تراکم باعث کاهش تعداد غلاف شد (جدول ۲). نتایج (Bilgili et al., 2003) نیز حاکی از این است که با افزایش میزان بذر تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد. افزایش تراکم بوته در کلزا موجب کاهش نفوذ نور به درون سایه انداز گیاه می‌شد و در نتیجه از آغازش جوانه‌های تشکیل‌دهنده شاخه فرعی کاسته می‌شود. کاهش تعداد شاخه فرعی دلیل اصلی کاهش تعداد غلاف در بوته می‌باشد (Chapman et al., 1984). در کلزا تعداد غلاف در بوته، یکی از صفات بسیار مهمی است که عملکرد دانه به شدت به آن وابسته است (Mousavi et al., 2011). تایو و مورگان (Tayo & Morgan, 1979) عقیده دارند که کمبود ذخایر هیدرات کربن در زمان گلدهی، تعداد غلاف در بوته تا حد زیادی کاهش می‌دهد (Yazdifar & Ramea, 2009). در پژوهش حاضر تفاوت ارقام در سطح یک درصد معنی‌دار گردید و رقم ساریگل کمترین و رقم هایولا ۴۰۱ بیشترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). نتایج بدست آمده با نتایج یزدی‌فر و رامئه (Yazdifar & Ramea, 2009) تطابق دارد. بررسی اثر متقابل تیمارها نشان داد که تیمار $A_2b_3$ (۷ $kg.ha^{-1}$ X هایولا ۴۰۱) بیشترین تعداد غلاف در بوته را داشته و در تیمار مقدار بذر ۱۱ کیلوگرم در هکتار و رقم ساریگل کمترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). همبستگی این صفت با عملکرد دانه با توجه به تیمارهای اعمال شده در ژنوتیپ‌ها مورد بررسی مثبت و اثر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد داشته است (جدول۴ ). همچنین یزدی‌فر و رامئه (Yazdifar & Ramea, 2009) همبستگی مثبت و معنی‌داری این صفت را با عملکرد دانه گزارش نمودند.

**تعداد دانه در غلاف:** افزایش تراکم کاشت تغییر معنی‌داری در میانگین دانه در هر غلاف ایجاد نکرد (جدول ۱). به عبارت دیگر، تراکم زیادتر بوته اثر خودرا بر عملکرد دانه را از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته بر جای گذاشت بدون اینکه اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در هر غلاف داشته باشد (Chapman et al., 1984). اسکاریسبریک و همکاران (Scarisbrick et al., 1982) نیز به این نتیجه رسیدند که علت عدم معنی‌داری تعداد دانه در هر غلاف در تراکم‌های زیاد معنی‌دار جبرانی کاهش تعداد غلاف در بوته است. تعداد دانه در غلاف در بین ارقام نیز تفاوت معنی‌داری نشان ندادند کمترین تعداد دانه در غلاف را رقم ساریگل و بیشترین آن در رقم هایولا ۴۰۱ مشاهده گردید (جدول ۲). با این حال مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار $A_3b_3$ (۹ $kg.ha^{-1}$ X هایولا ۴۰۱) با مقدار ۲۶/۳۲ دانه در غلاف بوده و با تیمار $A_2b_3$ (۷ $kg.ha^{-1}$ X هایولا ۴۰۱) به میزان ۲۶/۱۲ دانه در غلاف ارتباط بسیار نزدیک داشته است و کمترین آن مربوط به تیمار $A_3b_1$ (۹ $kg.ha^{-1}$ X ساریگل) برابر با ۲۳/۴۸ می‌باشد (جدول ۳). ارزیابی ضرایب همبستگی بین صفات مورد آزمون نشان داد که تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشته است (جدول ۴) که نتیجه بدست آمده با نتایج مارجانویک جرومالا و همکاران (Marjanovic Jeromela et al., 2008) که گزارش نمودند تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد دارد مطابقت دارد.

**وزن ۱۰۰۰ دانه:** سطوح مختلف تراکم کاشت اثر معنی‌داری بر وزن ۱۰۰۰ دانه کلزا نداشت (جدول ۱). وزن ۱۰۰۰ دانه یکی از پایدارترین اجزای عملکرد دانه است که تحت معنی‌دار نوسانات تراکم قرار نمی‌گیرد (Angadi et al., 2003). وزن ۱۰۰۰ دانه به میزان هیدرات کربن ذخیره شده در شروع پرشدن دانه و ژنوتیپ گیاه بستگی دارد (McGregor, 1981). جدول ۱ نشان می‌دهد که وزن ۱۰۰۰ دانه در ارقام مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. رقم هایولا ۴۰۱ بیشترین مقدار (۴/۲۴۷ گرم) را به خود اختصاص داده است (جدول ۲). نتیجه فوق با نتایج آین (Aien, 2008) که گزارش نمود هایولا ۴۰۱ بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه را نسبت به سایر ارقام نشان داد، مطابقت دارد. بررسی آماری نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف تراکم و ارقام اثر معنی‌داری بر وزن ۱۰۰۰ دانه ندارد و بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه مربوط به تیمار $A_2b_3$ (۷ $kg.ha^{-1}$ X هایولا ۴۰۱) می‌باشد که وزن ۱۰۰۰ دانه آن ۴/۳۴ گرم بوده است که با تیمارهای $A_3b_3$، $A_4b_3$ و $A_1b_3$ از نظر آماری در یک کلاس قرار گرفته‌اند. برای صرفه‌جویی در مقدار بذر می توان از تیمار $A_1b_3$ استفاده کرد (جدول ۳). همبستگی این صفت بر عملکرد دانه مثبت و اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشته است (جدول ۴). ماجانویک ژرومالا و همکاران (Marjanovic Jeromela et al., 2008) گزارش نمودند که وزن ۱۰۰۰ دانه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارد.

**عملکرد دانه:** عملکرد دانه در سطوح مختلف تراکم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در تراکم پنج کیلوگرم در هکتار (۴۸۲۹ کیلوگرم در هکتار) بود و با افزایش تراکم میزان عملکرد کاهش یافت (جدول۲). نتایج بدست آمده با نتایج تورلینگ (Thurling, 1974) مطابق است. عملکرد یک ویژگی کمّی است که نتایج حاصل از معنی‌دار ژنوتیپ و محیط و اثر متقابل آن می‌باشد (Gunasekera et al., 2006). برخی پژوهشگران علت کاهش عملکرد دانه در بوته را به کاهش تعداد شاخه‌ها فرعی در بوته نسبت داده‌اند (Tomy & Evans, 1992). کلزا در تراکم‌های مختلفی از کاشت عملکرد یکسانی را داشته که علت آن را به خاصیت جبران کنندگی هر یک از اجزای عملکرد گیاه نسبت داده‌اند (Campbel & Kondra, 1977). ارقام از لحاظ عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). نتیجه بدست آمده با نتایج آین (Aien, 2008) که بیانگر وجود

اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد در ارقام از نظر عملکـرد دانـه بوده است مطابقت دارد. مقایسه میانگین عملکرد دانه در بین سه رقم نشان می‌دهد که رقم هایولا ۴۰۱ با میانگین تولید ۵۰۳۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم ساریگل بـا میـانگین تولیـد ۴۰۶۶ کیلـوگرم در هکتار، کمترین میزان عملکرد دانه را داشته است (جدول ۲). مقایسـه میانگین مربوط به اثر متقابل نشـان داد کـه بـالاترین عملکـرد دانـه مربوط به تیمـار $A_1b_3$ (۵ X $kg.ha^{-1}$ هـایولا ۴۰۱) بـا مقـدار ۵۴۲۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که بـا تیمـار $A_3b_3$ (۹ X $kg.ha^{-1}$ هـایولا ۴۰۱) عملکرد مشابه و نزدیک به هم و به میـزان ۵۱۲۷ کیلـوگرم در هکتار را داشته است (جدول ۳).

**جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر مقدار بذر و رقم بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا**

**Table 1 – Variance analysis of seed rate and cultivar effects on yield and yield components of canola**

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | تعداد شاخه فرعی در بوته Number of lateral branches | تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant | تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pods | وزن ۱۰۰۰ دانه 1000- grain weight | عملکرد دانه Grain yield |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار Replication | 3 | 0.119 | 16305.048** | 1.174 | 0.114* | 15253.944 |
| تراکم Density | 3 | 1.465 | 24078.516** | 1.314 | 0.031 | 72553.667* |
| خطای اصلی Main error | 9 | 0.403 | 269.718 | 2.389 | 0.024 | 140941.611 |
| رقم Cultivar | 2 | 14.09** | 17513.925** | 7.208 | 1.559** | 3936183.938** |
| تراکم ×رقم Density× Cultivar | 6 | 0.462 | 176.732** | 2.105 | 0.022 | 214531.188 |
| خطای فرعی Sub error | 24 | 0.717 | 238.966 | 3.285 | 0.030 | 685916.236 |
| ضریب تغییرات (٪) C.V. (%) | | 13.97 | 5.18 | 7.24 | 4.43 | 18.46 |

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and ** are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

**جدول ۲ – مقایسه میانگین اثر مقدار بذر و رقم بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا**

**Table 2- Mean comparison of seed rate and cultivar effects on yield and yield components of canola**

| تیمار Treatment | تعداد شاخه فرعی در بوته Number of lateral branches | تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod | تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant | وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000-grain weight (g) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار) Seeding rate ($kg.ha^{-1}$) | | | | | |
| 5 | 6.367a* | 25.05a | 328.00a | 3.872a | 4829.00a |
| 7 | 6.358a | 25.31a | 354.30a | 3.910a | 4477.00b |
| 9 | 5.804b | 24.56a | 254.00b | 3.943a | 4378.00b |
| 11 | 5.717b | 25.19a | 267.2a | 3.825a | B4258.00b |
| رقم Cultivar | | | | | |
| ساریگل PF | 6.975a | 24.55a | 263.20c | 3.691b | 4.66.00b |
| RGS 003 | 6.109b | 24.73a | 304.00 b | 3.724b | 4357.00b |
| Hyola 401 | 5.100c | 25.80a | 328.70a | 4.247a | 5033.00a |

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند.

* Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to Duncan Multiple Range Test.

**جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل مقدار بذر و رقم بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا**

**Table 3- Mean comparison interaction effect of seed rate and cultivar effects on yield and yield components of canola**

| عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$) | وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000-grain weight (g) | تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant | تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod | تعداد شاخه فرعی در بوته Number of lateral branches | تیمار Treatment |
|---|---|---|---|---|---|
| 4482.00abc | 3.64b | 9.30cd | 24.99 a | 7.15 a* | $A_1b_1$ |
| 4585.00 | 3.18b | 7.32c | 24.65a | 6.25 bc | $A_1b_2$ |
| 5420.00a | 4.16a | 3.37ab | 25.50 a | 5.70 d | $A_1b_3$ |
| 4308.00abc | 3.72b | 8.98cd | 25.12a | 7.40 a | $A_2b_1$ |
| 4204.00abc | 3.67b | 9.25b | 24.70a | 6.43 b | $A_2b_2$ |
| 4919.00abc | 4.43a | 3.39a | 26.12a | 5.15 e | $A_2b_3$ |
| 3803.00bc | 3.80b | 4.24ef | 23.48a | 7.10 a | $A_3b_1$ |
| 4205.00abc | 3.73b | 4.25ef | 23.88a | 5.86Cd | $A_3b_2$ |
| 5127.00ab | 4.3a | 1.27de | 26.32a | 4.45 f | $A_3b_3$ |
| 3627.00c | 3.51b | 6.22f | 24.62a | 6.15 bc | $A_4b_1$ |
| 4435.00abc | 3.86b | 8.97cd | 25.71a | 5.90 cd | $A_4b_2$ |
| 4667.00abc | 4.19a | 8.28d | 25.24a | 5.00 e | $A_4b_3$ |

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

* Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to Duncan Multiple Range Test.

**جدول ٤ - ضرایب همبستگی بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه کلزا**

**Table 4 – Correlation Coefficient between yield and yield components of canola**

| عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$) | وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000-grain weight (g) | تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod | تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant | تعداد شاخه فرعی در بوته Number of lateral branches | صفات Traits |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | تعداد شاخه فرعی در بوته Number of lateral branches |
| | | | 1 | -0.018203 | تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant |
| | | 1 | 10.51095 | -0.60913* | تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod |
| | 1 | 0.63222* | 10.43932 | 10.77798** | وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000-grain weight (g) |
| 1 | 0.77849** | 10.74646** | 0.64725* | -0.60709* | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$) |

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد

* and ** are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

## منابع


1- Aien, A. 2008. Study on yield potential of advanced rapeseed varieties in Jiroft area. Pajouhesh and Sazandegi 20: 119-124. (In Persian with English Summary)

2- Al-Barrak, K.M. 2006. Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola *(Brassica napus* L.). Scientific Journal of King Faisal University 7(1): 87-102

3- Angadi, S.V., Cutforth, H.W., Mc Conkey B.G., and Gan, Y. 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. Crop Science 43: 1356-1366.

4- Bilgili, U., Sincik, M., Uzan, A., and Acikgoz, E. 2003. The yield components of forage turnip (*Brassica napus* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 189(4): 250–254.
5- Campbel, D.C., and Kondra, Z.P. 1977. Growth pattern analysis of three rapeseed cultivars. Canadian Journal of Plant Science 57: 707-712.
6- Chapman, J.E., Daniels, W., and Scarisbrick, D.H. 1984. Field studies on C assimilation fixation and movement in oilseed rape *(Brassica.napus* L.). The Journal of Agricultural Science 102: 23-31.
7- Downey, R.K. 1990. Canola: a quality *Brassica* oilseed. Journal of Agricultural Research 15(1): 211 -215.
8- Fray, M.J., Evans, D.J., and Lydiateand Arthur, A.E. 1996. Physiological assessment of apetalous flowers and erectophile podsin oilseed rape (*Brassica.napus* L.). The Journal of Agricultural Science 127: 193-200.
9- Gill, M.S., and Narang, R.S. 1993. Yield analasis in Gobbi Sarson *(Brassica napus* L.) to plant density and nitrogen. Indian Journal of Agronomy 38: 257-265.
10- Available at: http://www.Fao.org/docrep/006/j0858e/j0858e12.htm.
11- Kazemeini, S.A., Edalat, M., Shekoofa, A., and Hamidi, R. 2010. Effects of nitrogen and plant density on rapeseed (*Brassica napus* L.) yield and yield components in Southern Iran. Journal of Applied Sciences 10: 1461-1465.
12- Kondra, Z.P. 1977. Effect of planted seed size and seeding rate on rapeseed. Canadian Journal of Plant Science 57: 277-280.
13- Kuchtova, P., Baranyk, P., Vasak, J., and Fabry, J. 1996. Yield forming factors of oilseed rape. Rosling Oleiste T. 172.1: S. 223-234.
14- Marjanovic Jeromela, A., Marinkovic, R., Mijic, A., Zdunic, Z., Ivanovska, S., and Jankulovska, M. 2008. Correlation and path analysis of quantitative traits in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculture Conspectus 73(1): 13-18.
15- Mc Gregor, D.I. 1981. Pattern of flower and pod development in rapeseed. Canadian Journal of Plant Science 61: 275-282.
16- Mousavi, J., Sam-Daliri, M., and Mobasser, M.R. 2011. Effect of planting row spacing on agronomic traits of winter canola cultivars. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 5(10): 1290-1294.
17- Scarisbrick, D.H., Daniels, R.W., and Nor Rawi, A.B. 1982. The effect of varying seed rate on the yield and components of oilseed rape (*Brassica napus* L.). The Journal of Agricultural Science 99: 561-568.
18- Sun, W.C., Pan, Q.Y., An, X., and Yang, Y.P. 1991. *Brassica* and *Brassica*-ralated oilseed crops in Gansu, China. In: Mc Grogor, D.I. (ed). Proceedings of the 8th International Rapeseed Congress, Saskatoon, Canola p. 1130-1135
19- Taylor, A.J., and Smith, C.J. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield a yield component of irrigated canola *(Brassica napus* L.) grown on a red brown earth in South-eastern Australia. Australian Journal of Agricultural Research 43: 192 9-1941.
20- Tayo, T.O., and Morgan, D.G. 1979. Factor influencing flower and pod development in oilseed rape. The Journal of Agricultural Science 92:363-373.
21- Thurling, N. 1974. Morphological determinants of yield in rapeseed (*Brassica campestris* and *B. napus*). I. Growth and morphological characters. Australian Journal of Agricultural Research 25: 697-710.
22- Tomy, A.M., and Evans, E.J. 1992. Analysis of post-flowering compensatory growth in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). The Journal of Agricultural Science 118: 301-308.
23- Gunasekera, C.P., Martin, L.D., Siddiquek, H.M., and Walton, G.H. 2006. Genotype by environment interaction of Indian mustard *(Brassica juncea* L.) and canola *(B. napus* L.) in Mediterranean-type environments. I. Crop growth and seed yield. European Journal of Agronomy 25: 1-12.
24- Yates, D.J., and Steven, M.D. 1987. Reflection and absorption of solar radiation by flowering canopies of oilseed rape *(Brassica napus* L.*).* The Journal of Agricultural Science 109: 495-502.
25- Yazdifar, S., and Ramea,V.O. 2009. Effect of row spacing and seeding rates on some agronomical traits of spring canola (*Brassica napus* L.*)* cultivars. Journal of Central European Agriculture 10(1): 115-122.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۵۱۳-۵۰۶

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 506-513

# تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت (*Zea mays* L.)

رئوف سید شریفی[1*] و کاظم خاوازی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

## چکیده

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چهار هیبرید ذرت (*Zea mays* L.) ، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی درسال ۱۳۸۸ اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار هیبرید ذرت SC-434 ، Kenez، DC-370 و SC-301 و پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه *آزوسپریلوم لیپوفروم* سویه OF، *ازتوباکتر* کروکوکوم سویه پنج و عدم تلقیح با باکتری به عنوان شاهد بودند. نتایج نشان داد که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر رشد گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی داشت. در بین هیبریدهای مورد بررسی نیز، از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی و پرایمینگ بذر با باکتری‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. پرایمینگ بذرها با باکتری‌های محرک رشد گیاه، شاخص‌های جوانه‌زنی را افزایش نشان داد. بذرهای تلقیح یافته با باکتری *آزوسپریلوم* از افزایش در طول ریشه چه، ساقه‌چه و نسبت ریشه چه به ساقه‌چه بیشتری در مقایسه با تلقیح با *ازتوباکتر* و عدم تلقیح برخوردار بودند. بنابراین می‌توان پیشنهاد کرد که به منظور بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، پرایمینگ بذر ذرت هیبرید SC-434 با باکتری *آزوسپریلوم* به کار برده شود.

**واژه‌های کلیدی:** باکتری‌هایPGPR، بیوپرایمینگ بذر، شاخص‌های جوانه‌زنی

## مقدمه

پرایمینگ بذر روشی است که با جوانه‌زنی سریع، همزمان و یکنواخت بذر موجب بهبود استقرار گیاهچه در مزرعه می‌شود و هیدروپرایمینگ، هیدروترموپرایمینگ، اسموپرایمینگ، بیو پرایمینگ و انواعی دیگر را شامل می‌شود. در این راستا، کارلان و همکاران (Carlan et al., 1991) اظهار داشتند که بیوپرایمینگ بذر ذرت شیرین، منجر به استقرار بهتر گیاهچه در مزرعه شد. راج و همکاران (Raj et al., 2004) گزارش کردند که بیوپرایمینگ بذر ارزن با سویه های *سودوموناس* به افزایش رشد و مقاومت گیاه در برابر بیماری کمک نمود. امروزه در نظام‌های کشاورزی پایدار و ارگانیک، کاربرد بیوپرایمینگ و کودهای زیستی از اهمیت ویژه ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است ( Sharma, 2003). اصطلاح کودهای زیستی منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، گیاهی و کود سبز اطلاق نمی گردد، بلکه ریز جانداران باکتریایی و قارچی به ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)[3] و مواد حاصل از فعالیت آنها از جمله مهمترین کودهای زیستی محسوب می‌گردند (Manaffee & Klopper., 1994). این باکتری‌ها با توجه به تأثیر افزایندگی بر رشد و نمو گیاهان زراعی اصطلاحاً باکتری محرک عملکرد نیز نامیده می‌شوند (Vessy, 2003). بهره گیری از باکتری‌های محرک رشد گیاه، می‌تواند بسیار حایز اهمیت باشد. مکانیسم‌هایی که باکتری‌های محرک رشد گیاه جهت افزایش رشد به کار می‌برند به طورکامل شناخته نشده است، ولی در حالت کلی می‌توان به قابلیت تولید برخی هورمون‌های محرک رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکنین (Shaharoona et al., 2006 ; Egamberdiyeva., 2007)، مشارکت در تثبیت زیستی نیتروژن (Salantur et al., 2006)، مبارزه با پاتوژن‌های گیاهی از طریق تولید آنتی‌بیوتیک‌ها، آنزیم‌ها و قارچ‌کش‌ها (Bharathi et al., 2004)، حلالیت فسفر معدنی و معدنی کردن فسفات آلی ( Dobbelaere

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی و استادیار موسسه تحقیقات آب و خاک
(* - نویسنده مسئول: (E-mail: Raouf_ssharifi@yahoo.com

3- Plant Growth Promoting Rhizobacteria

Lucy et al., 2004)، تولید فیتوهورمون‌ها و ویتامین‌ها و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه اشاره نمود. این باکتری‌ها قادرند با افزایش در سرعت جوانه‌زنی، افزایش طول و وزن ریشه‌چه (Khan et al., 2001)، تسریع در طویل شدن ریشه و استقرار گیاه، افزایش تعداد ریشه‌های جنینی و جانبی (Cakmakci et al., 2007b)، منجر به افزایش کمی و کیفی گیاهان مختلف شوند (Dobbelaere et al., 2003). آزمایش انجام گرفته برجوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت (*Zea mays* L.) نشان داده است که این باکتری‌ها قادر به افزایش جوانه‌زنی و بهبود رشد گیاهچه ذرت می‌باشند (Gholami et al., 2009). افزایش عملکرد و سرعت جوانه‌زنی توسط این باکتری‌ها در گیاهان مهمی همچون جو (*Hordeum vulgare* L.) (Sahin et al., 2004; Cakmakci et al., 2001)، گندم (*Triticum aestivum* L.) (Cakmakci et al., 2007b)، ذرت (Pal, 1998) و نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) (Sundara et al., 2002) گزارش شده است. چاکماکسی و همکاران (Cakmakci et al., 2007) نشان دادند که تلقیح بذرهای جو با باکتری‌های تحریک کننده رشد گیاه، موجب افزایش طول و وزن ریشه‌های جو می‌گردد. آنان افزایش وزن ریشه جو در واکنش به تلقیح با برخی باکتری‌ها را در مقایسه با تیمار شاهد، بیش از ۳۲ درصد و وزن اندام‌های هوایی بواسطه تلقیح با باکتری‌ها را ۲۸/۸ تا ۴۵/۲ درصد بسته به نوع باکتری گزارش نمودند. افزایش وزن تر و خشک گیاهچه ذرت را در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های جنس *آزوسپریلوم* توسط کاپولینگ و همکاران (Kapulnik et al., 1982) گزارش شده است. هرناندز و همکاران (Hernandez et al., 1995)، افزایش وزن تر و خشک گیاهچه ذرت را در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های جنس *سودوموناس* گزارش نمودند. برخی بررسی‌ها نشان داده است که باکتری‌های جنس *آزوسپریلوم*، *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت از تأثیر مثبت و معنی‌داری برخوردارند (Shaukat et al., 2006). در یک مطالعه دیگر که بر روی کلزا (*Brassica napus* L.) انجام گرفت مشخص شد که گونه‌های *سودوموناس پوتیدا*[1] و *سودوموناس فلورسنس*[2] منجر به افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شوند (Glick, 1998). نتایج مشابهی نیز در مورد گندم و سیب-زمینی (*Solanum tuberosum* L.) توسط سالنچور (Salantur et al., 2006) گزارش شده است.

ذرت گیاهی است که نسبت به سایر غلات از تنوع ژنتیکی بیشتری برخوردار است و به لحاظ بهره‌گیری از ویژگی چهارکربنه بودن مسیر فتوسنتزی، سهولت کشت و کار، قابلیت انبارداری بالا و برخورداری از عملکرد بالا در مقایسه با دیگر گیاهان از اهمیت ویژه-ای برخوردار است، ولی به کارگیری تراکم مناسب بوته در واحد سطح از مهمترین عوامل به زراعی موثر در عملکرد این گیاه محسوب می‌شود، زیرا عدم تولید پنجه و تک بلال بودن از ویژگی‌های مهم هیبریدهای اصلاح شده است که براهمیت تعداد بوته استقرار یافته و تراکم مطلوب این گیاه زراعی می‌افزاید. به دلیل اینکه مرحله جوانه‌زنی تضمین‌کننده دوام، استقرار و عملکرد نهائی گیاهان بوده و تراکم نهایی بوته در واحد سطح زمانی بدست می‌آید که بذرهای کاشته شده بطور کامل و با سرعت کافی جوانه‌زنند. از اینرو، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه از طریق تلقیح بذرهای چهار هیبرید ذرت با سویه‌های خالص باکتری‌های *ازتوباکتر*، *آزوسپریلوم* در مقایسه با عدم تلقیح به عنوان شاهد بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت انجام گردید.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر مؤلفه های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت، آزمایشی در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار هیبرید ذرت (SC-434 ، Kenez، DC-370 و SC-301) و پرایمینگ بذر با سویه‌های مختلف باکتری محرک رشد *آزوسپریلوم لیپوفروم* سویه OF، *ازتوباکتر* کروکوکوم سویه پنج و عدم تلقیح با باکتری به عنوان شاهد بودند. هر دو این باکتری‌ها بومی خاک‌های کشور بوده و مایه تلقیح آنها از بخش تحقیقات بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. برای پرایمینگ بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح که هرگرم آن دارای $10^7$ عدد باکتری زنده و فعال می‌باشد، استفاده گردید. همچنین از محلول صمغ عربی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده شد. بذر این هیبریدها از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان اردبیل تهیه شد. سپس ۲۰ بذرسالم تلقیح شده با باکتری‌های فوق در پتری‌دیش‌ها قرار داده شدند. در این بخش کشت بذرها در پتری دیش انجام گرفت، به طوری که کف هر پتری‌دیش کاغذ صافی قرار گرفت. ابتدا بذرهای تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد در پتری‌دیش قرار داده شده و کاغذ صافی دیگری با همان ابعاد روی بذرها قرار داده شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده در فواصل زمانی کمتر از۲۴ ساعت انجام گرفت. قابل ذکر است که در هنگام شمارش، بذرهایی جوانه‌زده تلقی شدند که طول ریشه چه آنها حداقل دو میلی‌متر بود. شمارش تازمانی ادامه یافت که برای مدت سه روز متوالی تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر نمونه ثابت بماند.

1- *Pseudomonas putida*
2- *Pseudomonas fluorecens*

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر مؤلفه های جوانه‌زنی هیبریدهای ذرت

Table 1- Variance analysis (means of squares) of influence of plant growth promoting rhizobacteria on germination components in corn hybrids

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | طول ریشه‌چه Radicle length | طول ساقه‌چه Plumule length | وزن‌خشک ریشه‌چه Radicle dry weight | وزن‌خشک ساقه‌چه Plumule dry weight | وزن‌خشک کل گیاهچه Seedling total dry weight | جوانه‌زنی Germination | سرعت جوانه‌زنی Speed germination | یکنواختی جوانه‌زنی Uniformity of germination |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تلقیح بذر Seed inoculation | 2 | 199.06* | 408.49** | 15.56** | 176.08** | 301.66** | 522.33** | 0.000018** | 225.78** |
| هیبریدهای ذرت Maize hybrids | 3 | 2793.71** | 332.17** | 10.74** | 278.04** | 426.26 ** | 531.81** | 0.000103** | 581.46** |
| تلقیح بذر×هیبریدهای ذرت Seed inoculation× Maize hybrids | 6 | 5.50 | 0·65 | 0.021 | 0.54 | 0.915 | 1.04 | 0.0000002 | 1.14 |
| خطا Error | 24 | 26.06 | 49.12 | 1.88 | 21.48 | 36.81 | 63.54 | 0.00000235 | 27.71 |

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and ** are significant at 5 and 1 % probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در حالت تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم تلقیح

Table 3- Means comparisons of germination components and seedling growth affected by seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria and no inoculation

| تلقیح بذر Seed inoculation | طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radicle length (mm) | طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule Length (mm) | وزن‌خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg) | وزن‌خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg) | وزن‌خشک کل‌گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling total dry weight (mg) |
|---|---|---|---|---|---|
| عدم تلقیح no Inoculation | 34.30c* | 55.00c | 5.40 c | 5.80c | 11.40c |
| تلقیح با ازتوباکتر Inoculation with *Azotobacter* | 39.80b | 63.80b | 7.90 b | 8.30 b | 1.60 b |
| تلقیح با آزوسپریلوم Inoculation with *Azosprilium* | 43.60a | 72.1a | 9.52a | 10.80a | 17.80a |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف اماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

at α=5% based on LSD. * Means with similar letters in each column are not significantly different

جدول ۲- مقایسه میانگین مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در ارقام ذرت

Table 2- Means comparisons of germination components and seedling growth in corn hybrids

| هیبریدهای ذرت Maize hybrids | طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radicle length (mm) | طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule length (mm) | وزن‌خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg) | وزن‌خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg) | وزن‌خشک کل‌گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling total dry weight (mg) |
|---|---|---|---|---|---|
| SC-434 | 47.00 a* | 77.00 A | 15.3 a | 52.00 a | 69.00 a |
| KENEZ | a48.00 | 76.00a | c13.1 | 50.00b | 63.50b |
| DC-370 | 41.00 b | 69.00 b | 14.3 b | 46.00 c | 61.00c |
| SC-301 | 37.00 c | 65.6 c | 13.2 c | 40.10 d | 52.70 d |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف اماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

at α=5% based on LSD. * Means with similar letters in each column are not significantly different

برای ارزیابی اجزای جوانه‌زنی، منحنی پیشرفت درصد جوانه‌زنی تجمعی در مقابل زمان از کاشت بذرها (برحسب ساعت) ترسیم شد و سپس از این منحنی‌ها زمان از کاشت بذر تا رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی ($D_{10}$)، ۵۰ درصد جوانه‌زنی($D_{50}$) و۹۰ درصدجوانه‌زنی ($D_{90}$)محاسبه گردیدند و حداکثر جوانه‌زنی با استفاده از روش درون یابی خطی محاسبه شد. محاسبه اجزای مذکور با استفاده از برنامه Germin انجام گردید (Soltai et al., 2001). سرانجام سرعت جوانه‌زنی به صورت عکس زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (D50) و یکنواختی جوانه‌زنی بصورت تفاضل زمان رسیدن از۱۰ درصد جوانه‌زنی ($D_{10}$) به ۹۰ درصد جوانه‌زنی ($D_{90}$) محاسبه شدند. لازم به ذکر است که در یکنواختی جوانه‌زنی هر چه عدد بدست آمده کمتر باشد، نشاندهنده یکنواختی بیشتر است (Soltai et al., 2001). بنابراین مدت زمان تا شروع جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب با استفاده از معادلات (۱) تا (۳) تعیین شدند:

معادله (۱) $D_{10}$= مدت زمان تا شروع جوانه‌زنی (ساعت)

معادله (۲ $D_{10}-D_{90}$= یکنواختی جوانه‌زنی (ساعت)

معادله (۳) $1/D_{50}$= سرعت جوانه‌زنی (در ساعت)

برخی پارامترها اعم از طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه اندازه‌گیری شدند. داده‌های بدست آمده با نرم افزار SAS 6.12 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

**درصد جوانه‌زنی:** معنی‌دار شدن درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر فاکتورهای مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد (جدول ۱) و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پرایمینگ بذر با *ازتوباکتر* و *آزوسپریلوم*، درصد جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در مقایسه با عدم تلقیح افزایش داد (جدول ۴). به طوری که درصد جوانه‌زنی از ۷۹/۲ درصد در سطح شاهد به ۸۴/۵ و ۸۹ درصد به ترتیب در پرایمینگ بذر با *ازتوباکتر* و *آزوسپریلوم* رسید. در بین هیبریدهای مورد بررسی، هیبرید SC-434 با ۹۱ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی و هیبرید SC-301با ۷۲ درصد جوانه‌زنی، کمترین آن را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). شاکوات و همکاران ( et 2006 Shaukat al.,) گزارش کردند که نژادهایی از *آزوسپریلوم*، *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت از تأثیر مثبت و معنی‌داری برخوردار است. نتایج مشابهی نیز توسط غلامی و همکاران (Gholami et al., 2009) مبنی بر بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت بواسطه تلقیح با باکتری‌های محرک رشد گزارش شده است.

**سرعت جوانه‌زنی:** سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر فاکتورهای مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سرعت جوانه‌زنی در تلقیح با باکتری‌های محرک رشد افزایش یافت. از نظر سرعت جوانه‌زنی تیمار شاهد کمترین و تلقیح با *آزوسپریلوم* بیشترین مقدار را داشت (جدول ۴). در بین هیبریدهای مختلف، حداکثر سرعت جوانه‌زنی به هیبرید SC-434 با ۰/۰۷ در ساعت و حداقل آن به هیبرید SC-301 با ۰/۰۴۶ در ساعت تعلق داشت (جدول ۵). افزایش سرعت جوانه‌زنی و عملکرد توسط این باکتری‌ها در گیاهان مهمی همچون جو (2001 al., Sahin et al., 2004; Cakmakci et al., 2007a)، گندم (Cakmakci et al., 2007a) و ذرت (Pal, 1998) نیز گزارش شده است.

**یکنواختی جوانه‌زنی:** مقایسه میانگین این صفت در سطوح مختلف پرایمینگ نشان داد که پرایمینگ بذر با باکتری‌ها به خصوص باکتری *آزوسپریلوم* بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی و عدم تلقیح بذر کمترین یکنواختی جوانه‌زنی را دارا بود (جدول ۴). در بین هیبریدهای مختلف بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی به هیبرید SC-434 و کمترین آن به هیبرید SC-301 تعلق داشت (جدول ۵). طبق نتایج سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2001) که گزارش نمودند هر چه عدد محاسبه شده برای یکنواختی جوانه‌زنی کمتر باشد، یکنواختی بیشتر است، لذا این صفت به ویژه در حالت پرایمینگ بذر با *آزوسپریلوم* به علت یکنواختی در سبز کردن مزرعه و بهبود تراکم، می‌تواند در مدیریت مزرعه و در نهایت در عملکرد نهایی حایز اهمیت باشد.

**طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه:** عدم تلقیح بذر با باکتری‌ها منجر به کاهش معنی‌دار درطول ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید. ضمن آنکه تلقیح بذرها با باکتری نیز منجر به افزایش وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه گردید. طول ریشه‌چه از ۳۴/۳ میلی‌متر در شاهد یا عدم تلقیح به ۳۹/۸ و ۴۳/۶ میلی متر به ترتیب در تلقیح با *ازتوباکتر* و *آزوسپریلوم* افزایش یافت (جدول ۳). طول ساقه‌چه نیز از ۵۵ میلی‌متر در حالت عدم تلقیح به۷۲/۱ میلیمتر در تلقیح با *آزوسپریلوم* افزایش یافت. روند مشابهی نیز در وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه مشاهده گردید. بین هیبریدهای مورد بررسی نیز تفاوت معنی‌داری از این لحاظ وجود داشت، به طوریکه بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به SC-434 و کمترین آن به SC-301 تعلق داشت (جدول ۲). چاکماکسی و همکاران (Cakmakci et al., 2007a) نشان دادند که تلقیح بذرهای جو با باکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه، موجب افزایش طول و وزن ریشه های جو گردید. آنان افزایش وزن ریشه جو در واکنش به تلقیح با برخی باکتری‌ها را در مقایسه با تیمار شاهد، بیش از ۳۲ درصد و وزن اندام‌های هوایی بواسطه تلقیح با باکتری‌ها را ۲۸/۸ تا ۴۵/۲ درصد بسته به نوع باکتری گزارش نمودند. کاپولینگ و همکاران (Kapulnik et al.,1982) افزایش وزن تر و خشک گیاهچه ذرت را در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های جنس *آزوسپریلوم* گزارش کردند.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در هیبرید های ذرت

in corn hybrids Table 5- Means comparisons of germination characteristics

| هیبرید های ذرت Maize hybrids | درصدجوانه‌زنی Germination percentage (%) | سرعت جوانه‌زنی(در ساعت) Speed germination( per hour) | یکنواختی جوانه‌زنی uniformity of germination | زمان تا ۱۰ درصدجوانه‌زنی Time of 10% germination | زمان تا ۲۰ درصد جوانه‌زنی Time of 20% germination | زمان تا ۳۰ درصد جوانه‌زنی Time of 30% germination | زمان تا ٤٠ درصد جوانه‌زنی Time of 40% germination | زمان تا ۵۰ درصدجوانه‌زنی Time of 50% germination | زمان تا ٦٠ درصد جوانه‌زنی Time of 60% germination | زمان تا ۷۰ درصدجوانه‌زنی Time of 70% germination | زمان تا ۸۰ درصد جوانه‌زنی Time of 80% germination | زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی Time of 90% germination |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SC-301 | 72.00c* | 0.046d | 48.40a | 63.00b | 72.11b | 79.50b | 84.20b | 93.70b | 100.60b | 107.00 | 112.50ab | 119.80ab |
| Kenez | 83.20ab | 0.067b | 39.00c | 70.00a | 79.00a | 85.30a | 91.50a | 98.60a | 103.40a | 108.50a | 113.60a | 117.67b |
| SC-434 | 91.00a | 0.07a | 33.00d | 61.60c | 67.31c | 72.30c | 78.00c | 82.20c | 89.20d | 94.50b | 102.11b | 105.80c |
| DC-370 | 81.50b | 0.52c | 44.00b | 63.11b | 71.40b | 77.00bc | ۸۲/۸۱ b | 92.50b | 97.19c | 106.50ab | 114.40a | 121.70a |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف اماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

at α=5% based on LSD. * Means with similar letters in each column are not significantly different

جدول ٤- مقایسه میانگین خصوصیات جوانه‌زنی متاثر از تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد

Table 4- Means comparisons of germination characteristics affected by seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria

| تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد Seed inoculation with PGPR | درصد جوانه‌زنی Germination (%) | سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) Speed germination (per hour) | یکنواختی جوانه‌زنی Uniformity of germination | زمان تا۱۰ درصدجوانه‌زنی Time of 10% germination | زمان تا۲۰ درصدجوانه‌زنی Time of 20% germination | زمان تا۳۰ درصدجوانه‌زنی Time of 30% germination | زمان تا٤٠ درصدجوانه‌زنی Time of 40% germination | زمان تا۵۰ درصدجوانه‌زنی Time of 50% germination | زمان تا٦٠ درصدجوانه‌زنی Time of 60% germination | زمان تا۷۰ درصدجوانه‌زنی Time of 70% germination | زمان تا۸۰ درصدجوانه‌زنی Time of 80% germination | زمان تا۹۰ درصدجوانه زنی Time of 90% germination |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آزوسپریلوم *Azosprilium* | 89.00a* | 0.0195a | 43.20c | 49.00c | 51.20c | 54.31c | 56.70c | 58.80c | 64.70c | 69.75c | 71.17c | ۷۵/۴ c |
| آزتوباکتر *Azotobacter* | 84.50b | 0.016b | 52.00b | 59.30b | 61.50b | 73.80b | 75.20b | 86.5b | 92.50b | 98.75b | 107.20b | ۱۱۴/۵ b |
| شاهد (عدم تلقیح) no inoculation | 79.20c | 0.014c | 59.00a | 65.00a | 74.30a | 87.50a | 98.70a | 107.20a | 114.00a | 119.40a | 121.50a | ۱۳۴/۲ a |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف اماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

at α=5% based on LSD. * Means with similar letters in each column are not significantly different

هرناندز و همکاران (Hernandez et al., 1995) افزایش وزن تر و خشک گیاهچه ذرت را در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های جنس *سودوموناس* گزارش نمودند.

## نتیجه‌گیری

نتیجه این که گرچه تلقیح بذرها با باکتری‌های محرک رشد به خصوص باکتری *آزوسپریلوم* منجر به افزایش وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه منجر گردید، ولی بین هیبریدهای مورد بررسی از نظر صفات مورد بررسی تفاوت‌هایی وجود داشت. بذرهای تلقیح یافته با باکتری *آزوسپریلوم* از افزایش در طول ریشه چه، ساقه‌چه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه بیشتری نسبت به تلقیح با *ازتوباکتر* و عدم تلقیح برخوردار بود. بنابراین، به نظر می‌رسد که به منظور تسریع در رشد گیاهچه و مؤلفه‌های جوانه‌زنی بهتر است تلقیح بذر ذرت هیبرید SC-434 با باکتری *آزوسپریلوم* صورت گیرد.

## منابع


1- Bharathi, R., Vivekananthan, R., Harish, S., Ramanathan, A., and Samiyappan, R. 2004. Rhizobacteria-based bio-formulations for the management of fruit rot infection in hillies. Crop Protection 23: 835–843.
2- Cakmakci, R., Erat, M., Erdoman, U.G., and Donmez, M.F. 2007b. The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentose phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 170: 288-295.
3- Cakmakı, R., Kantar, F., and Fiahin, F. 2001.Effect of $N_2$-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 164: 527-31.
4- Callan, N.W., Mathre, D.E., and Miller, J.B.1991. Yield performance of sweet corn seed bioprimed and coated with *Pseudomonas fluorescens* AB254. Horticulture Science 26: 1163-1165.
5- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., and yacovokon, Y. 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. Critical Review Plant Science 22: 107-149.
6- Egamberdiyeva, D. 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. Applied of Soil and Ecology 36: 184-189.
7- Gholami, A., Shahsavani, S., and Nezarat, S. 2009.The Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. Proceedings of Word Academy of Science. Engineering and Technology 37: 2070-3740.
8- Glick, B.R. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentration by PGPR. Journal of Theorical and Biology 190: 63-68.
9- Hernandez, A.N., Hernandez, A., and Heydrich, M. 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. Journal of Tropicale Science 6: 5-8.
10- Kapulnik, Y., Sarig, S., Nur, A., Okon, Y., and Henis, Y.1982. The effect of *Azospirillum* inoculation on growth and yield of corn. Journal of Botany 31: 247-255.
11- Khan, M.R., Talukdar, N.C., and Thakuria, D. 2003. Detection of *Azospirillum* and PSB in rice rhizosphere soil by protein and antibiotic resistance profile and their effect on grain yield of rice. Indian Journal of Biotechnology 2: 246-250.
12- Lucy, M., Reed, E., and Glick, B.R. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Soil Science 86: 1-25.
13- Manaffee, W.F., and Klopper, J.W. 1994. Applications of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. In: soil biota management in sustainable farming systems, Pankburst, C.E., Double, B. M., Gupta, V.V.S.R., and Grace, P.R., eds. Pp: 23-31 CSIRO, Pub. East Melbourne, Australia.
14- Pal, S.S. 1998. Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. Plant and Soil 198: 169-177.
15- Raj, N., Shetty, N., and Shetty, H. 2004. Seed biopriming with *Pseudomonas fluorescens* strains enhances growth of pearl millet plants and induces resistance against downy mildew. Integrated Journal of Pest Management 50(1): 41-48
16- Sahin, F., Cakmakci, R., and Kantar, F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil 265: 123-129.
17- Salantur, A., Ozturk, A., and Akten, S. 2006. Growth and yield response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to inoculation with rhizobacteria. Plant Soil and Environment 52 (3): 111–118.
18- Shaharoona, B.M., Arshad, Z., Zahir, A., and Khalid, A. 2006. Performance of *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochemistry 38: 2971–2975.
19- Sharma, A K. 2003. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios India. 255 pp.
20- Shaukat, K., Affrasayab, S., and Hasnain, S. 2006. Growth responses of *Helianthus annus* to plant growth

promoting rhizobacteria used as a biofertilizer. Journal of Agriculture Research 1 (6): 573-581.
21- Soltai, A.S, Galeshi, Zenali, E., and Latif, N. 2001. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology 30: 51-60.
22- Sundara, B., Natarajan,V., and Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yield. Field Crop Research 77: 43-49.
23- Vessy, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil 3: 255-258.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۵۲۴-۵۱۴

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 514-524

# بررسی خصوصیات رشد و نمو ده گونه گیاه پوششی در فضای سبز جزیره کیش در فصل گرم

سلمان شوشتریان[۱*]، حسن صالحی[۲] و علی تهرانی‌فر[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۱/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

## چکیده

جزیره کیش با وجود شرایط اقلیمی ویژه از تنوع گیاهان زینتی بومی چندانی برخوردار نبوده و گسترش فضای سبز در آن به جهت موقعیت گردشگری ممتاز آن در جنوب ایران دارای اهمیت فراوانی می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی رشد و نمو گیاهان پوششی زیر کشت در چهار منطقه از جزیره کیش بود تا گونه‌های مناسب و سازگارتر برای هر منطقه معرفی شوند. ده گونه گیاه پوششی فستوکا زینتی (*Festuca ovina* L.)، شقایق زرد (*Glaucium flavum* Crantz.)، فرانکنیا (*Frankenia thymifolia* Desf.)، سدوم قرمز (*Sedum spurium* Bieb.)، سدوم گرزی (*Sedum acre* L.)، پنج‌انگشتی (*Potentilla verna* L.)، دم‌عقربی (*Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus.)، بومادران گل‌قرمز (*Achillea millefolium* L.)، حاشیه (*Alternanthera dentata* Moench.) و نازرونده (*Lampranthus spectabilis* Haw.) مورد پژوهش قرار گرفتند. بررسی رشد و نموگیاهان توسط اندازه‌گیری ویژگی‌های مرفولوژیکی آنها مانند ارتفاع، سطح پوشش، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تازه و خشک کل بوته، امتیازدهی دیداری و فیزیولوژیک آنها میزان پرولین و کلروفیل انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که گیاهان منطقه پاویون و صدف با توجه به شاخص‌هایی چون سطح پوشش، کیفیت ظاهری، ارتفاع، وزن کل و کلروفیل به ترتیب رشد بیشتری و کمتری نسبت به گیاهان سایر مناطق داشتند. با توجه به آنالیز صفت‌های اندازه‌گیری شده، گونه‌های دم‌عقربی، فرانکنیا و نازرونده بیشترین میزان رشد و گسترش را داشتند و برای کشت در جزیره و اقلیم‌های مشابه توصیه می‌شوند.

**واژه‌های کلیدی:** سطح پوشش، شرایط اقلیمی، گونه‌های سازگار، گیاهان زینتی، ویژگی‌های مرفولوژیک

## مقدمه

دسترسی به فضای طبیعی و سبز یکی از نیازهای روحی مردم شهرها و جوامع صنعتی است که می‌توان به وسیله آن بخشی از اوقات فراغت شهروندان را پر نمود. فضای‌سبز شهری بخشی از فضای باز شهری است که عرصه‌های طبیعی یا اغلب مصنوعی آن زیر پوشش درختان، درختچه‌ها، بوته‌ها، گل‌ها، چمن‌ها و گیاهان پوششی است (Nakhaei et al, 2008).

حدود ۴۷ درصد از سطح زمین را مناطق خشک تشکیل می‌دهد، این مناطق حدود دو میلیارد نفر را برای سکونت در خود جای داده که بیشتر آنها در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند (International Union for Conservation of Nature & Natural Resources, 1999). فضاهای سبز قدیمی طراحی شده در این مناطق گاهی وابسته به مصرف مداوم آب، انرژی، کود و نگهداری بوده و این مناظر با وجود این منابع حمایت کننده پایدار است در واقع مدیریت و نگهداری چنین مناظری در طول زمان، هزینه‌های هنگفت مالی و محیطی به همراه دارد (Jones & Zwar, 2003). اما طی دو دهه اخیر، اصول باغبانی کارآمد در مصرف آب، که گاهی به زیرای اسکیپینگ[۴] نیز معروف است از جمله گزینش گیاهان مناسب و سازگار با مناطق خشک، استفاده از آبیاری قطره‌ای، استفاده از خاکپوش و غیره، باغبانی را با وجود شرایط دشوار محیطی و آب و خاک بی‌کیفیت در مناطقی خشک چون استرالیا موفق نمود (Arid Lands Environment Center, 1992;Walsh, 1993; Bradly, 1994). اصطلاح زیرای اسکیپینگ یا خشک منظرسازی توسط برنامه‌ریزان به دلیل کمبود منابع آب ابداع شده است و در تعریف به معنای گزینش گیاهان مقاوم به خشکی بدون نیاز به نگهداری منظم می‌باشد. این مقوله به عنوان گزینه‌ای مانا برای برنامه‌ریزی فضاهای سبز بیرونی بدون مصرف منابع آبی شهروندان و یا به کارگیری

۱، ۲ و ۳- عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه شیراز و دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: s.shooshtarian@yahoo.com

4- Xeriscaping

گیاهان نامناسب می‌باشد (Asadollahi & Talebi, 2008).

در طراحی منظر چمن از گیاهان پرتوقع در زمینه نگهداری و نیازمند به آب فراوان است. بنابراین در مناطق خشک سطح چمن‌کاری بایستی به کمترین میزان ممکن برسد (Western 1986; Australian Water Source Council, 1995 ,Windust). گزینه مناسب در جایگزینی نسبی چمن‌ها، گیاهان پوششی هستند که همراه با کم توقع بودن در نگهداری، نیاز آبی کم-تری نسبت به چمن دارند. گیاهان پوششی به طور معمول در فضاهایی کاربرد دارند که چمن توانایی رشد ندارد و نیاز به گوناگونی در رنگ در طراحی فضای سبز می‌باشد (Nameth and Chatfield, 2001).

در مطالعه‌ای در فضای‌سبز مشهد گزارش شد که احداث و نگهداری از ۱۰۰ متر مربع چمن اسپرت (مخلوطی از سه گونه چایر معمولی (*Cynodon dactylon* L.)، چاوی (*Poa portensis* L) و چمانواش قرمز (*Festuca rubra* L.)، سالانه هزینه‌ای بالغ بر ۸۳۶ هزار ریال در پی داشت، در حالی که این میزان برای فرانکنیا کاهش یافته و معادل ۴۵۳ هزار ریال می‌باشد. همچنین در این پژوهش میزان آب مورد نیاز فرانکنیا تنها ۲۱ درصد از کل آب مورد نیاز چمن گزارش شده است (Shooshtarian & TehraniFar, 2010). در مطالعه‌ای دیگر، ۱۹ گونه گیاه پوششی بومی مناطق طبیعی ترابوزون (ترکیه)، جهت تعیین پتانسیل‌های زینتی و کاربرد در فضای‌سبز شهری مورد ارزیابی قرار گرفتند و گزارش شد که سدوم قرمز (*Sedum spurium* Bieb.) و آویشن خزنده (*Thymus praecox* subsp. Caucasicus) بهترین قابلیت سازگاری در فضای سبز دارند (Acar & Var, 2001). در پژوهش دیگر در ازمیر (ترکیه) جهت معرفی گیاهان پوششی مناسب در فضای‌سبز مناطق ساحلی دریای مدیترانه، از میان گونه‌های مورد آزمایش در تیره گندمیان، مناسب بودن چمانواش قرمز، آبی *Festuca ovina* L. و اروا *Agrostis stolonifera* L. مشخص گردید (Spidkar, 2003). دو و همکاران (Du et al., 2004) با بررسی عادات رشدی و خصوصیات زینتی ۲۰۵ گونه گیاه پوششی بومی یوآنان (چین)، سه گونه *Alysicarpus vaginalis* (L.) DC., *Indigofera spicata* Forssk و Bureau. *Ficus tikoua* را مناسب جهت کاربرد در فضای‌سبز شهری نواحی گرمسیر چین معرفی کردند. چن (Chen, 2010) با بررسی گیاهان وحشی مناطق کوهستانی وینژو (چین) نشان داد که ۷۱ گونه از این گیاهان دارای صفات با ارزشی زینتی می‌باشند. در شرایط گرم و خشک کویت و با محدودیت شدید در منابع آب شیرین، پژوهشی جهت تعیین سازگاری گیاهان پوششی انجام گردید و گزارش شد که از شش گونه پوششی مورد بررسی، تنها دو گونه اسفناج خاردار (*Rhagodia spinescens* R. Br.) و بیابانرو (*Furcraea giganta* K. Koch.) از خود مقاومت نشان داده، زنده مانده و نسبت به این اقلیم سازگاری یافتند (Khaili et al, 2006). رزمجو و اعتمادی (Razmju & Etemadi, 2007) در ارزیابی مقاومت به خشکی چند گونه چمن مورد کاربرد در فضای‌سبز با چهار دور آبیاری متفاوت گزارش کردند که کمترین اثر تنش خشکی متعلق به گونه *F. rubra* L.، بیشترین تعداد بوته در واحد سطح متعلق به گونه *Lolium perenne* L و بیشترین تعداد پنجه در هر بوته مربوط به توده بذری جنس *Agropyron* بود. نتایج بررسی سازگاری اکولوژیکی ۱۱ رقم از گونه چمن چاوی در شرایط اکولوژیکی کرج نشان داد که ارقام از نظر صفات بافت برگ، رنگ، عادت رشدی، رنگ زمستانه و سبز شدن بهاره باهم تفاوت معنی‌دار داشتند، اما از نظر یکنواختی و کیفیت کلی تفاوت معنی‌داری نداشتند (Poorfard et al, 2006). در بررسی و مقایسه کاربرد زینتی گونه‌های بومادران بومی ایران، شامل *A. millefolium* L., *A. tenuifolia* Lam. ،*A. filipendulina* Lam. و یک نمونه وارداتی از *A. millefolium* در فضای‌سبز اصفهان، گزارش شد که با توجه به سازگاری بهتر گونه‌های بومی، این گونه‌ها جهت کشت در فضای سبز پیشنهاد می‌گردند (Rahimmalek, 2006). غنی و همکاران (Ghani et al., 2010) در شرایط اقلیمی مشهد در بررسی پتانسیل‌های زینتی پنج گونه وحشی از جنس بومادران شامل *A. millefolium* L.، *A. biebersteinii* Afan.، *A wilhelmsii* .Koch و *A.eriophora* DC. پیشنهاد کردند که بطور کلی، این گونه‌ها به دلیل نداشتن مشکل خاصی جهت کشت و کار، مقاومت به شرایط نامساعد محیطی، داشتن دوره گلدهی نسبتاً طولانی، پایا بودن و داشتن گل‌های زیبا و درشت، گیاهان بسیار مناسبی جهت کشت در فضای‌سبز شهری می‌باشند. در بررسی ویژگی‌های تندش بذر شش گونه از جنس فرانکنیا جهت شناخت بهترین استقرار پس از جوانه‌زنی جهت کشت در مناطق خشک استرالیا گزارش شد که گیاه پوششی شوری‌دوست فرانکنیا علاوه بر امکان کاربرد در فضای‌سبز، برای احیای زمین‌های شور و خشک نیز مناسب می‌باشد (Easton & Kleindrofor, 2009). فوت و همکاران (Foot et al., 2010) در پژوهشی تأثیر استقرار ۱۲ گونه گیاه پوششی دارای زینتی بر کنترل رشد و جلوگیری از استقرار علف‌های هرز گزارش شد که آجوگای ژاپنی (*Ajuga reptans* L.) بیشترین ارتفاع و متراکم‌ترین پوشش را ایجاد نمود و دو گونه *Acaena inermis* 'Purpurea' و *A. Cunn.* ex R.Br. *Grevillea lanigera* سریع‌ترین استقرار را بین سایر گونه‌ها داشت.

تنش شوری از فاکتورهای مهم محدودکننده رشد رویشی و زایشی بیشتر محصولات کشاورزی است (Saeid et al., 2003). شوری خاک منجر به کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود، اما شوری بر همه گیاهان و گونه‌های مختلفی از گیاهان که در خاک‌های شور به طور طبیعی رشد می‌کنند یکسان اثر نمی‌گذارد (Easton & Kleindorfer, 2009). بوکویو (Bokoyo, 1966) اولین کسی بود

که گیاهان شوری‌دوست را برای احیاء زمین‌های شور (یعنی گیاه پالایی) پیشنهاد کرد.

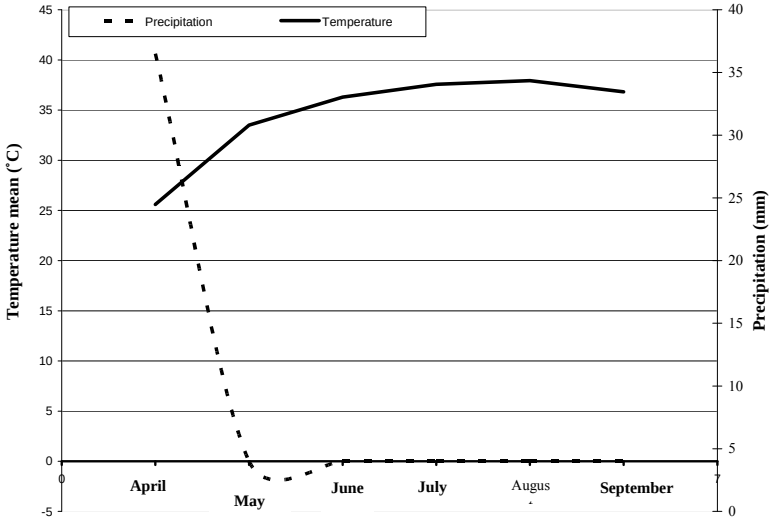
جزیره کیش که برخی از محققین آن را سکوی هموار دریا نیز نامیده‌اند (Bagheri BodaghAbadi, 2003) که بطورکلی دارای جامعه گیاهی گرمسیری می‌باشد و چهره کلی رویشی آن از جنگل‌های نیمه حاره‌ای به شمار می‌رود. جزیره کیش به دلیل وسعت کم، ویژگی‌های زمین شناختی خاص از جمله مرجانی بودن، عمق کم خاک و کمی آب شیرین جزیره، از غنای پوشش گیاهی طبیعی بالایی برخوردار نیست و آنچه به عنوان چشم‌انداز فضای سبز در آن دیده می‌شود بیشتر گونه‌های کاشته شده گیاهان زینتی و غیربومی می‌باشد (Ghahreman, 2000). هر چند شاخص‌های اقلیمی معمول، کیش را منطقه‌ای خشک و بیابانی نشان می‌دهد، اما رطوبت نسبی بالای منطقه سبب شده که با وجود بارندگی اندک و گرمای همیشگی از یک سو و ارتفاع اندک جزیره از سوی دیگر، شرایط محیطی برای رشد گیاهان فراهم باشد.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی استقرار و سازگاری گیاهان‌پوششی جدید در چهار منطقه با خرده اقلیم‌های مختلف از جزیره کیش بود تا گونه‌های زینتی مناسب و سازگارتر با اقلیم‌های ویژه هر منطقه معرفی گردند. نتایج این پژوهش می‌تواند در توسعه و گسترش فضای‌سبزی با کارایی بالاتر، با توجه به اهمیت جزیره از لحاظ گردشگری و اقتصادی، مؤثر واقع گردد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۸ در جزیره کیش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تکرار انجام شد. فاکتورها شامل گونه (شامل ده گونه گیاه پوششی)، منطقه (چهار منطقه متفاوت از نظر میکروکلیمایی) و برهمکنش آنها مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه آماری داده‌ها و رسم شکل‌ها و نمودارها با نرم افزار Mstat-C وExcel انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

**مکان آزمایش:** بر اساس آخرین اندازه‌گیری متریک از روی نقشه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و برآوردهای رایانه‌ای، مساحت جزیره ۹۰۴۵۷ کیلومتر مربع است. از نظر پستی و بلندی، جزیره کیش به تقریب مسطح است. ارتفاع نسبی جزیره از سطح دریا حدود ۳۲ متر است (Shahandeh, 2000). جزیره کیش دارای آب و هوای گرم و مرطوب است و متوسط دمای سالانه آن ۲۶/۶۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل ۱ و جدول ۱). مناطق چهارگانه مورد آزمایش بر اساس شناسایی و گزینشی بود که در پژوهش زرشناس (Zarshenas, 2009) انجام شده بود (جدول ۲). شاخص‌های کیفی آب و خاک چهار منطقه شامل EC و pH در پژوهش زرشناس، مورد اندازه‌گیری قرار گرفته بودند (جدول ۳).




**شکل ۱- منحنی آمبروترمیک جزیره کیش (سال ۱۳۸۸)**

**Fig. 1–Ambrotermic curve for Kish Island (2009)**

**جدول ۱- میانگین ماهانه پارامترهای هواشناسی جزیره کیش (نیمه اول سال ۱۳۸۸)**
**Table 1- Monthly mean of metrological parameters of Kish Island (2009)**

| شاخص ماه / Month index | فروردین Apr. | اردیبهشت May. | خرداد Jun. | تیر Jul. | مرداد Aug. | شهریور Sep. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بارش (میلی‌متر) Precipitation (mm) | 40.62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (°C) | 24.48 | 30.80 | 33.03 | 34.06 | 34.35 | 33.46 |
| رطوبت نسبی (٪) Relative Humidity (٪) | 66 | 58 | 59 | 69 | 70 | 72 |

**جدول ۲- مختصات جغرافیایی، توپوگرافی و مسافت از دریا در چهار منطقه مورد پژوهش**
**Table 2- Geographical coordinates topography and distance from sea in four different regions.**

| منطقه Region | طول جغرافیایی Longitude | عرض جغرافیایی Latitude | ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m) | مسافت از دریا (متر) Distance from sea (m) |
|---|---|---|---|---|
| سنایی Sanaei | 26˚33'28 17" | 54˚01'06 83" | 5.48 | 426 |
| صدف Sadaf | 26˚32'36 89" | 54˚00'01 61" | 30.17 | 2800 |
| پاویون Pavioon | 26˚31'58 99" | 54˚02'05 00" | 0.61 | 65 |
| سفین Sefein | 26˚34'24 81" | 53˚56'56 02" | 2.43 | 35 |

**جدول ۳- EC و pH آب و خاک مناطق مورد پژوهش**
**Table 3- EC and pH of water and soil in evaluated regions**

| منطقه Region | خاک Soil | | آب Water | |
|---|---|---|---|---|
| | اسیدیته pH | هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$) | اسیدیته pH | هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$) |
| سنایی Sanaei | 8.06 | 2.16 | 1.7 | 6.2 |
| صدف Sadaf | 8.02 | 1.2 | 1.2 | 7.2 |
| پاویون Pavioon | 7.91 | 2.4 | 0.9 | 7.7 |
| سفین Sefein | 7.82 | 5.06 | 1.8 | 6.7 |

**مواد آزمایشی:** گونه‌های گیاهی از خزانه‌های تهران، مشهد و اصفهان جمع‌آوری شده و به جزیره کیش منتقل گردیدند. این ده گونه گیاه‌پوششی، شامل فستوکای زینتی (*Festuca ovina* L.)، فرانکنیا (*Frankenia thymifolia* Desf.)، سدوم قرمز (*Sedum spurium* Bieb.)، سدوم گرزی (*Sedum acre* L.)، پنج‌انگشتی (*Potentilla verna* L.)، دم‌عقربی (*Carpobrotus acinaciformis* L.)، شقایق‌زرد (*Glaucium flavum* Crantz.)، بومادران گل‌قرمز (*Achillea millefolium* L.)، حاشیه (*Alternanthera dentata* Moench.) و ناز رونده (*Lampranthus spectabilis* Haw.) بودند.

**صفات و نحوه اندازه‌گیری:** گونه‌های گیاهی در کرت‌های ۱×۲ متر مربع با فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متری کشت شدند، آبیاری به روش کرتی و وجین علف‌های هرز بصورت دستی صورت پذیرفت. شاخص‌های مورد مطالعه در فواصل زمانی مشخص (دو ماهه) در فصل گرم (بهار و تابستان) مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفتند. شاخص‌های اکولوژیک مورد اندازه‌گیری از وزن تازه و خشک کل، ارتفاع، سطح پوشش، تعداد برگ، سطح برگ و امتیازدهی دیداری

بودند. جهت تعیین وضعیت فیزیولوژیکی گیاهان نیز از صفاتی چون میزان پرولین و کلروفیل استفاده شد. جهت تعیین وزن تازه و خشک، بوته‌ها را پس از برداشت توزین کرده و سپس در آون ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت روز خشک شدند. سطح پوشش از به دست آوردن مساحت دایره فرضی محاط بر گسترش گیاهان محاسبه گردید. همچنین جهت امتیازدهی دیداری از چهار نفر متخصص (کارشناس باغبانی و فضای‌سبز) و دو فرد عادی (شهروند جزیره) استفاده شد. اندازه‌گیری سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل AM 200-ADC) انجام شد. میزان پرولین و کلروفیل شاخ و برگ تازه گیاهان به ترتیب به روش‌های بیتس و همکاران (Bates et al., 1973) و ساینی و همکاران (Saini et al., 2001) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که میانگین تمام تیمارها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و تمامی صفات از این نظر دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند.

**جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد اندازه گیری در چهار میکروکلیمای متفاوت جزیره کیش**

**Table 4- Variance analysis (mean squares) of measured traits in four different microclimates of Kish Island**

| منبع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | تعداد برگ Leaf number | سطح پوشش Covering area | سطح برگ Leaf area | وزن تازه کل Total fresh weight | ارتفاع Height | وزن خشک کل Total dry weight | امتیازدهی دیداری Visual scoring | پرولین Proline | کلروفیل Chlorophyll |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گونه گیاهی Plant Species(P) | 9 | 1274025$^{**}$ | 147995132.1$^{**}$ | 2474.5$^{**}$ | 435044.2$^{**}$ | 227.3$^{**}$ | 8588.3$^{**}$ | 97.3$^{**}$ | 15.76$^{**}$ | 41.01$^{**}$ |
| منطقه Region (R) | 3 | 880715.7$^{**}$ | 220730160$^{**}$ | 896.3$^{**}$ | 372682.6$^{**}$ | 172.1$^{**}$ | 6622.7$^{**}$ | 45.6$^{**}$ | 11.76$^{**}$ | 14.77$^{**}$ |
| P×R گونه× منطقه | 27 | 1744532$^{**}$ | 296067632.9$^{**}$ | 2570.2$^{**}$ | 544018$^{**}$ | 251.6$^{**}$ | 10654.8$^{**}$ | 97.5$^{**}$ | 15.92$^{**}$ | 4.56$^{**}$ |

$^{*}$، $^{**}$ و ns به ترتیب معنی دار، در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

$^{*}$, $^{**}$ and ns significant at 5 and 1% probability levels and no significant, respectively.

**جدول ٥- صفات اکولوژیک (تعداد و سطح برگ) مورد ارزیابی در برخی از گیاهان مناطق چهارگانه در فصل گرم**

**Table 5- Ecological features (area and number of leaf) under evaluating in some plants in quadruplet regions**

| شاخص Index | منطقه Region | حاشیه *A. dentata* | دم عقربی *C. acinaciformis* | ناز رونده *L. spectabilis* | بومادران *A. millefolium* | پنج انگشتی *P. verna* | شقایق زرد *G. flavum* | میانگین Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد برگ Leaf number | سنایی Sanaei | 3021.33b* | 948.67f-h | 1900.33cd | 185.33jk* | 546.00h-k | 50.33k | 1108.66B |
| | صدف Sadaf | 530.00h-k | 1250.67e-g | 519.33h-k | 31.67k | 61.67k | 27.00k | 403.39D |
| | پاویون Pavioon | 3809.00a | 818.33g-i | 2244.67c | 145.33jk | 685.70g-j | 46.00k | 1291.50A |
| | سفین Sefein | 403.33h-k | 1578.67de | 1511.33d-f | 237.67i-k | 241.67i-k | 110.33jk | 680.50C |
| | میانگین Mean | 1940.92A | 1149.09C | 1543.92B | 150.00E | 383.76D | 58.42E | |
| سطح برگ Leaf area ($cm^2$) | سنایی Sanaei | 10.51d | 12.55d | 5.06d | 103.29ab | 8.19d | 84.50bc | 32.48A |
| | صدف Sadaf | 5.82d | 10.90d | 5.50d | 60.04c | 5.22d | 63.89c | 21.74B |
| | پاویون Pavioon | 12.15d | 11.03d | 3.41d | 115.82a | 8.79d | 83.30bc | 34.33A |
| | سفین Sefein | 5.63d | 9.08d | 18.12d | 98.39ab | 5.65d | 68.94c | 29.72A |
| | میانگین Mean | 8.52D | 10.89C | 8.02D | 94.38A | 6.96D | 75.15B | |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.

*Means with similar letters are not significant in %5 probability level based on Tucky Test.

جدول ٦- صفات اکولوژیک (سطح پوشش، وزن تازه و خشک کل، امتیازدهی دیداری) مورد ارزیابی در گیاهان مناطق چهار گانه در فصل گرم

Table 6- Ecological features (covering area, total dry and fresh weight and visual scoring) under evaluating in quadruplet region plants

| میانگین Mean | شقایق زرد *G. flavum* | سدوم گرزی *S. acre* | پنج انگشتی *P. verna* | بومادران *A. millefolium* | ناز رونده *L. spectabilis* | فرانکنیا *F. thymifolia* | سدوم قرمز *S. spurium* | دم عقربی *C. acinaciformis* | حاشیه *A. dentata* | فسنوکا *F. ovina* | منطقه Region | شاخص Index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12345.21$^{A}$ | 5090.20$^{g}$ | 1138.86$^{g}$ | 7877.21$^{fg}$ | 12701.56$^{e-g}$ | 30205.75$^{b-d}$ | 10368.28$^{e-g}$ | 1809.74$^{g}$ | 42809.71$^{ab}$ | 9709.89$^{fg}$ | 1740.86$^{g*}$ | سنایی Sanaei | سطح پوشش (سانتی‌متر مربع) Covering area ($cm^2$) |
| 8196.78$^{B}$ | 3087.92$^{g}$ | 696.26$^{g}$ | 867.94$^{g}$ | 1947.84$^{g}$ | 3694.73$^{g}$ | 27136.88$^{b-e}$ | 1512.69$^{g}$ | 39700.96$^{a-c}$ | 2950.81$^{g}$ | 371.82$^{g}$ | صدف Sadaf | |
| 13341.10$^{A}$ | 6660.20$^{g}$ | 1097.55$^{g}$ | 11510.19$^{e-g}$ | 12449.05$^{e-g}$ | 51293.95$^{a}$ | 9905.65$^{fg}$ | 2406.71$^{g}$ | 27030.43$^{b-e}$ | 9657.84$^{e-g}$ | 1574.11$^{g}$ | پاویون Pavioon | |
| 13942.88$^{A}$ | 11132.61$^{e-g}$ | 303.40$^{g}$ | 4259.93$^{g}$ | 15099.21$^{d-g}$ | 23879.91$^{c-f}$ | 35659.93$^{a-c}$ | 3337.91$^{g}$ | 41594.80$^{ab}$ | 2747.23$^{g}$ | 1413.90$^{g}$ | سفین Sefein | |
| | 6492.73$^{E}$ | 809.01$^{F}$ | 6128.81$^{E}$ | 10549.42$^{D}$ | 27268.59$^{B}$ | 20767.69$^{C}$ | 2266.76$^{F}$ | 37783.98$^{A}$ | 6266.44$^{E}$ | 1275.17$^{F}$ | میانگین (Mean) | |
| 631.60$^{A}$ | 510.39$^{e-f}$ | 52.28$^{ij}$ | 220.21$^{e-j}$ | 454.70$^{d-h}$ | 1831.91$^{b}$ | 257.62$^{e-j}$ | 128.87$^{h-j}$ | 1958.20$^{b}$ | 759.75$^{cd}$ | 142.10$^{f-g}$ | سنایی Sanaei | وزن تازه کل (گرم) Total fresh weight (g) |
| 413.10$^{B}$ | 461.33$^{d-h}$ | 27.8$^{ij}$ | 35.66$^{j}$ | 50.37$^{ij}$ | 214.44$^{e-j}$ | 414.70$^{d-i}$ | 154.53$^{f-j}$ | 2017$^{b}$ | 211.78$^{e-j}$ | 35.27$^{ij}$ | صدف Sadaf | |
| 683.08$^{A}$ | 441.60$^{d-h}$ | 67.61$^{ij}$ | 228.21$^{e-j}$ | 577.63$^{c-e}$ | 2176.83$^{ab}$ | 159.79$^{f-j}$ | 175.60$^{f-j}$ | 2525.10$^{a}$ | 863.10$^{e}$ | 123.45$^{b-j}$ | پاویون Pavioon | |
| 674.23$^{A}$ | 699.97$^{cd}$ | 11.45$^{j}$ | 144.63$^{f-j}$ | 512.83$^{c-f}$ | 1861.03$^{b}$ | 500.30$^{e-g}$ | 178.94$^{f-j}$ | 2524.80$^{a}$ | 189.95$^{f-j}$ | 118.41$^{b-j}$ | سفین Sefein | |
| | 528.32$^{C}$ | 39.79$^{F}$ | 157.18$^{E}$ | 398.87$^{D}$ | 1521.05$^{B}$ | 333.10$^{D}$ | 159.48$^{E}$ | 2256.28$^{A}$ | 506.15$^{C}$ | 104.80$^{F}$ | | میانگین Mean |
| 14.78$^{B}$ | 19.80$^{b-d}$ | 4.03$^{mn}$ | 13.36$^{e-j}$ | 35.17$^{a}$ | 12.83$^{f-k}$ | 5.50$^{l-n}$ | 4.30$^{mn}$ | 20.33$^{b-d}$ | 20.57$^{b-d}$ | 11.86$^{h-l}$ | سنایی Sanaei | ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm) |
| 9.50$^{D}$ | 12.33$^{g-k}$ | 3.06$^{n}$ | 5.50$^{l-n}$ | 19.17$^{b-f}$ | 6.50$^{k-n}$ | 4.83$^{mn}$ | 4.53$^{mn}$ | 19.50$^{b-e}$ | 13.23$^{e-j}$ | 6.50$^{k-n}$ | صدف Sadaf | |
| 16.08$^{A}$ | 18.50$^{b-g}$ | 4.13$^{mn}$ | 12.88$^{f-k}$ | 34.80$^{a}$ | 14.5$^{d-i}$ | 7.33$^{j-n}$ | 4.63$^{mn}$ | 21.83$^{b-c}$ | 24.47$^{b}$ | 17.80$^{c-h}$ | پاویون Pavioon | |
| 10.64$^{C}$ | 17.90$^{c-h}$ | 2.74$^{n}$ | 6.50$^{k-n}$ | 21.33$^{b-e}$ | 8.00$^{j-n}$ | 5.52$^{l-n}$ | 5.06$^{mn}$ | 16$^{e-i}$ | 10.21$^{i-m}$ | 13.20$^{e-j}$ | سفین Sefein | |
| | 17.03$^{C}$ | 3.49$^{G}$ | 9.55$^{E}$ | 27.62$^{A}$ | 10.46$^{E}$ | 5.79$^{F}$ | 4.63$^{G}$ | 19.41$^{B}$ | 17.20$^{C}$ | 12.34$^{D}$ | | میانگین Mean |
| 88.70$^{B}$ | 96.56$^{e-f}$ | 6.45$^{kl}$ | 53.29$^{f-k}$ | 93.78$^{e-g}$ | 227.30$^{ab}$ | 60.81$^{e-i}$ | 19.94$^{i-l}$ | 95.24$^{e-g}$ | †193.30$^{b}$ | 39.94$^{h-l}$ | سنایی Sanaei | وزن خشک کل (گرم) Total dry weight (g) |
| 44.68$^{C}$ | 87.51$^{d-h}$ | 3.19$^{l}$ | 8.92$^{j-l}$ | 12.04$^{j-l}$ | 26.96$^{i-l}$ | 97.07$^{e-f}$ | 23.52$^{i-l}$ | 123.17$^{cd}$ | 54.63$^{e-j}$ | 34.52$^{i-l}$ | صدف Sadaf | |
| 95.74$^{A}$ | 85.64$^{d-h}$ | 8.08$^{j-l}$ | 55.10$^{e-j}$ | 119.25$^{cd}$ | 273.42$^{a}$ | 37.37$^{i-l}$ | 26.84$^{i-l}$ | 98.65$^{e-f}$ | 218.50$^{b}$ | 9.76$^{j-l}$ | پاویون Pavioon | |
| 86.40$^{B}$ | 135.60$^{c}$ | 1.79$^{l}$ | 35.04$^{i-l}$ | 101.26$^{e-e}$ | 240.30$^{ab}$ | 119.13$^{cd}$ | 27.62$^{i-l}$ | 123.65$^{cd}$ | 47.86$^{g-l}$ | 31.71$^{i-l}$ | سفین Sefein | |
| | 101.32$^{C}$ | 4.86$^{G}$ | 38.09$^{E}$ | 81.60$^{D}$ | 192.00$^{A}$ | 78.60$^{D}$ | 24.48$^{F}$ | 110.17$^{C}$ | 128.6$^{B}$ | 28.99$^{E}$ | | میانگین Mean |
| 7.30$^{B}$ | 7.00$^{c}$ | 4.00$^{g}$ | 9.00$^{a}$ | 7.00$^{c}$ | 9.00$^{a}$ | 7.00$^{c}$ | 6.00$^{d}$ | 9.00$^{a}$ | 9.00$^{a}$ | 6.00$^{d}$ | سنایی Sanaei | امتیاز دیداری Visual scoring |
| 4.73$^{D}$ | 5.00$^{ef}$ | 4.67$^{fg}$ | 2.00$^{i}$ | 2.00$^{i}$ | 6.00$^{d}$ | 9.00$^{a}$ | 4.66$^{fg}$ | 9.00$^{a}$ | 5.66$^{de}$ | 3.00$^{h}$ | صدف Sadaf | |
| 7.56$^{A}$ | 6.00$^{d}$ | 1.00$^{j}$ | 9.00$^{a}$ | 7.00$^{c}$ | 9.00$^{a}$ | 8.00$^{b}$ | 7.33$^{bc}$ | 9.00$^{a}$ | 9.00$^{a}$ | 6.00$^{d}$ | پاویون Pavioon | |
| 6.77$^{C}$ | 8.00$^{b}$ | 1.00$^{j}$ | 6.00$^{d}$ | 8.00$^{b}$ | 8.00$^{b}$ | 9.00$^{a}$ | 5.67$^{de}$ | 9.00$^{a}$ | 5.00$^{ef}$ | 8.00$^{b}$ | سفین Sefein | |
| | 6.66$^{E}$ | 2.66$^{H}$ | 6.50$^{E}$ | 6.00$^{C}$ | 8.00$^{B}$ | 8.25$^{B}$ | 5.91$^{G}$ | 9.00$^{A}$ | 7.16$^{D}$ | 5.70$^{G}$ | | میانگین Mean |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون توکی ندارند.

*Means with similar letters are not significant in %5 probability level based on Tucky Test.

**اثر منطقه بر معیارهای اندازه‌گیری شده**

مقایسه میانگین عملکرد گیاهان مناطق چهارگانه نشان داد که گونه‌های گیاهی منطقه پاویون در تمام شاخص‌های مورد اندازه‌گیری به جز محتوی پرولین (ارتفاع، سطح پوشش، وزن خشک کل، امتیازدهی دیداری، تعداد برگ، سطح برگ و کلروفیل) که بیشترین مقدار آن در گیاهان منطقه صدف ثبت شده بود، دارای بالاترین میانگین‌ها نسبت به گیاهان سایر مناطق بودند (جدول‌های ۵ و ۶). همچنین گیاهان منطقه صدف در تمام فاکتورهای اندازه‌گیری شده نسبت به گیاهان سایر مناطق وضعیت بدتری داشتند.

**اثر گونه و برهمکنش گونه و منطقه بر معیارهای مورد اندازه‌گیری**

**تعداد برگ:** در این فصل بیشترین تعداد برگ با میانگین ۱۵۴۳/۹۲ عدد به ناز رونده تعلق داشت که با سایر گونه‌هایی که مورد سنجش قرار گرفته بودند تفاوت معنی‌داری ( $p\leq ۰/۰۵$) نشان داد. همچنین بیشترین تعداد برگ در بین گونه‌های مورد مقایسه در مناطق چهارگانه مربوط به گونه حاشیه در منطقه پاویون بود (۳۸۰۹ برگ) که با سایرین در مناطق مختلف دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۵).

**سطح برگ:** بومادران دارای بیشترین سطح برگ (۹۴/۳۸ سانتی‌متر مربع) نسبت به سایر گونه‌های مورد سنجش بود (جدول ۴). همچنین در بین گونه‌ها در مناطق چهارگانه، تنها بومادران در منطقه پاویون بیشترین سطح برگ را داشت که از این نظر با سطح برگ همین گونه در مناطق سفین و سنایی تفاوت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) نشان نداد (جدول ۵).

**سطح پوشش:** در میان گونه‌ها، دم‌عقربی دارای بیشترین میانگین سطح پوشش (۳۷۷۸۳/۹۸ سانتی‌متر مربع) در سطح مناطق چهارگانه بود. از نظر مقایسه گونه‌ها یکسان در مناطق مختلف، فرانکنیا در منطقه سفین بیشترین سطح پوشش را داشت که با مناطق پاویون و سنایی دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود. ناز رونده در منطقه پاویون دارای بیشترین سطح پوشش بود که نسبت به گیاهان سایر مناطق دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۶).

**وزن تازه کل بوته:** بیشترین وزن تازه کل در دم عقربی با میانگین ۲/۲۵ کیلوگرم اندازه‌گیری شد که با سایر گونه‌ها دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود. همچنین در میان گونه‌ها در چهار منطقه، بیشترین وزن تازه کل مربوط به دم‌عقربی در دو منطقه پاویون و سفین بود که از این نظر تنها با ناز رونده در منطقه پاویون تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۶).

**ارتفاع:** در بین گونه‌ها از نظر شاخص ارتفاع بومادران دارای بیشترین ارتفاع بود (۲۷/۶۲ سانتی‌متر) که از این نظر با سایر گیاهان تفاوت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) داشت. کمترین ارتفاع نیز مربوط به دو گونه سدوم گرزی و سدوم قرمز که با سایر گونه‌ها از این نظر دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بودند. همچنین نتایج مقایسه میانگین برهمکنش گونه‌ها نشان داد که بومادران در منطقه پاویون و سنایی دارای بیشترین ارتفاع در بین گونه‌ها و در مناطق چهارگانه بود که با سایر گونه‌ها در سایر مناطق دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۶).

**وزن خشک کل بوته:** در این فصل بیشترین وزن خشک کل برای ناز رونده با میانگین ۱۹۲ گرم ثبت شد که با سایر گونه‌ها دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود. همچنین در مقایسه میانگین وزن خشک برای تمام گونه‌ها در مناطق چهارگانه، بیشترین عملکرد مربوط به نازرونده در منطقه پاویون بود که تنها با همین گونه درمناطق سنایی و سفین تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) نشان نداد (جدول ۶).

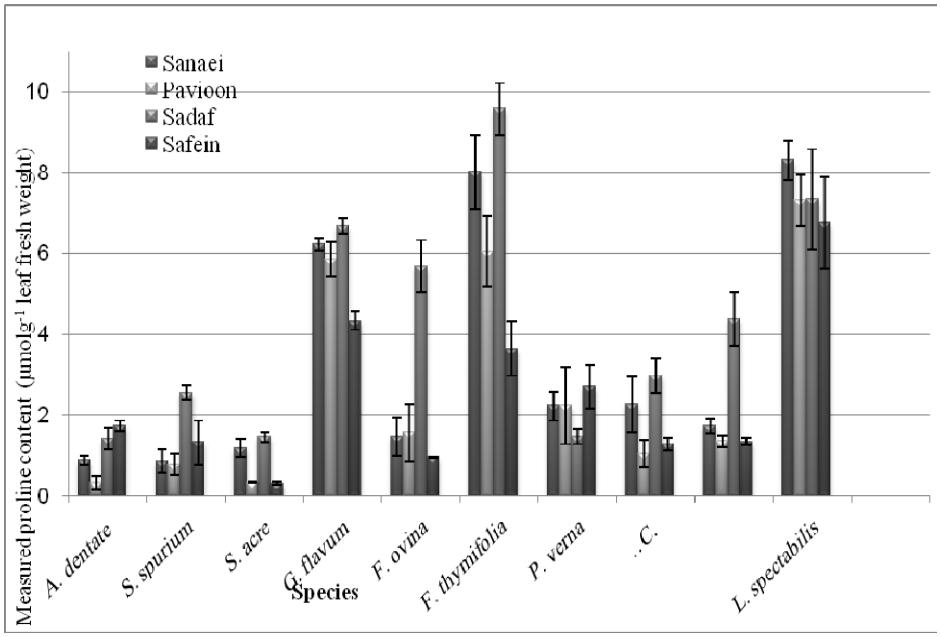
**امتیازدهی دیداری:** در میان گونه‌ها، بالاترین رتبه در اختیار دم‌عقربی با میانگین نه امتیاز قرار گرفت که با سایر گونه‌ها از این نظر دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود. از نظر مقایسه گونه‌های یکسان در چهار منطقه، حاشیه در مناطق سنایی و پاویون، فرانکنیا در منطقه صدف و سفین، پنج‌انگشتی در منطقه سنایی و پاویون، دم‌عقربی در چهار منطقه، ناز رونده در مناطق سنایی و پاویون با بیشترین میانگین (نه امتیاز) دارای بالاترین رتبه بود که با سایرین تفاوت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) نشان دادند (جدول ۶).

**پرولین:** بیشترین میزان پرولین با میانگین ۷/۴۲ میکرومول برای گونه نازرونده ثبت شد که با سایر گونه‌ها دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود (شکل ۲). در منطقه سنایی و پاویون بیشترین میزان پرولین تولید شده مربوط به نازرونده (۸/۳۰ و ۷/۳۱ میکروگرم) بود که از این نظر تنها با شقایق‌زرد و فرانکنیا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در منطقه صدف بیشترین میزان پرولین در فرانکنیا (۹/۵۷ میکروگرم) اندازه‌گیری شد که از این نظر تنها با نازرونده و شقایق‌زرد دارای تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود. در منطقه سفین بیشترین میزان پرولین مربوط به نازرونده (۶/۷۵ میکروگرم) بود که از این نظر با شقایق‌زرد تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

**کلروفیل:** بیشترین میزان کلروفیل با میانگین ۸/۶۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ مربوط به فستوکا بود که با سایر گونه‌ها تفاوت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) نشان داد (شکل ۳). در منطقه سنایی فستوکا بیشترین میزان کلروفیل (۱۲/۲۳ میلی‌گرم) را داشت که با سایر گونه‌ها دارای تفاوت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) بود. در منطقه پاویون حاشیه بیشترین میزان کلروفیل (۱۱/۷۱میلی‌گرم) را داشت که با سایر گونه‌ها به جز سدوم گرزی، سدوم قرمز، نازرونده و دم عقربی دارای تفاوت معنی‌دار نبود. در منطقه صدف، فرانکنیا بیشترین میزان کلروفیل (۵/۶۹ میلی‌گرم) را داشت که با سایر گونه‌ها دارای تفاوت

معنی‌دار (p≤۰/۰۵) بود. در منطقه سفین، فستوکا بیشترین میزان کلروفیل (۹/۰۸ میلی‌گرم) را داشت که با سایر گونه‌ها به جز فرانکنیا و بومادران تفاوت معنی‌دار (p≤۰/۰۵) نشان داد.

با وجود آنکه بنا به دسته‌بندی‌های اقلیمی جزیره کیش جزو مناطق خشک محسوب می‌شود، اما وجود رطوبت نسبی دائمی در هوا یکی از منابع مهم تأمین‌کننده نیاز آبی برای گیاهان این نوع اقلیم می‌باشد. بر این اساس، با توجه به اینکه در تمامی شاخص‌های اکولوژیکی مورد سنجش گیاهان خرده‌اقلیم صدف دارای عملکرد ضعیف‌تری بودند، می‌توان عامل تأثیرگذار را دوری از منبع آب موجود در هوا که در این پژوهش دریا بوده است، دانست.

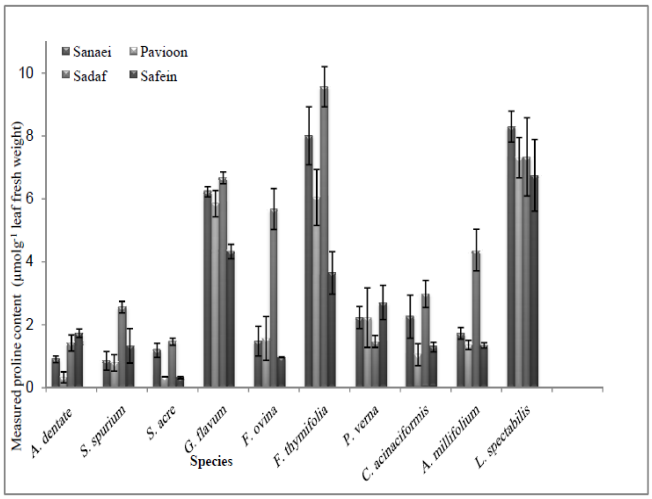



**شکل ۲- میزان پرولین اندازه گیری شده (میکرومول بر گرم وزن تازه برگ) در گیاهان مناطق چهار گانه در فصل گرم**

**Fig. 2- Measured proline content (µmol.g$^{-1}$ leaf fresh weight) in plants of quadruplet regions in warm season**

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no differences between averages with similar overlap ranges according to standard error.




**شکل۳- میزان کلروفیل اندازه گیری شده (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ) در گیاهان مناطق چهارگانه در فصل گرم**

**Fig. 3- Measured chlorophyll content (mg.g$^{-1}$ leaf fresh weight) in plants of quadruplet region in warm season**

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no differences between averages with similar overlap ranges according to standard error.

در واقع تنش خشکی ناشی از دوری از این منبع آب سبب کاهش در میزان ارتفاع، ماده خشک تولید شده (وزن تازه و خشک گیاه)، تعداد برگ تشکیل شده در گیاه، میزان توسعه سطح برگ و در نهایت کیفیت ظاهری گیاهان شد. از اینرو، گیاهان در معرض تنش خشکی بیشتر بعلت کاهش در میزان سطح برگ، کاهش در میزان فتوسنتز خالص و بسته شدن روزنه‌ها (Lecoeur et al, 1995; Guilioni et al., 2003) رشد و گسترش کمتری داشتند. نتایج به دست آمده در هماهنگی با گزارش سلاح ورزی و همکاران (SelahVarzi et al., 2009) و رزمجو و اعتمادی (Razmju & Etemadi, 2007) بر روی چمن و اسپیدکار (Spidkar, 2003) و خلیل و همکاران (Khalil et al., 2006) بر روی گیاهان پوششی می‌باشد. از طرف دیگر، نتایج این پژوهش نشان داد که گیاهان در منطقه پاویون بهترین عملکرد را نسبت به گیاهان در سایر مناطق داشتند که علت آن را می‌توان در نزدیکی به دریا و کیفیت بهتر شاخص‌های مورد سنجش آب و خاک دانست (جدول‌های ۲ و ۳). در واقع با وجود اینکه در بستر خاک کمتر می‌توان آب یافت، ولی در هوا رطوبت کافی وجود دارد و ایجاد شبنم در بیشتر روزهای سال در جزیره کیش حتمی است که از سویی موجب تأخیر در افزایش دما و شروع تنش رطوبتی گیاه در روز بعد می‌شود و از سوی دیگر به وسیله گیاه جذب شده و بطور مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین سبب تقویت گیاه در محیط طبیعی می‌شود (Shahadeh, 2000).

نتایج سنجش شاخص‌های فیزیولوژیکی نیز نشان از بروز بیشترین تنش در گیاهان منطقه صدف دارد. در واقع افزایش در میزان اسید آمینه‌های آزاد در بافت‌های گیاه می‌تواند نتیجه اختلال در محیط رشد گیاه، به ویژه توسط تنش‌های شوری و خشکی باشد (Gezik, 1996). با افزایش میزان پرولین در فصل گرم، چنین استنباط می‌شود که تنش دمایی (گرما) و به تبع آن تنش رطوبتی باعث افزایش ساخت پرولین شده است که با نتایج سلاح ورزی و همکاران (SelahVarzi et al., 2009) و رزمجو و اعتمادی (Razmju & Etemadi, 2007) بر روی چمن‌های *F. arundinacea* Scherb. و *Lolium prrene* L. همخوانی دارد. همچنین کاهش میزان کلروفیل در گیاهان منطقه صدف با شروع فصل گرم، افزایش دما و به دنبال آن افزایش در میزان تبخیر و تعرق همراه با تنش آبی بیشتر در این گیاهان مشاهده شد که با نتایج پژوهش سلاح ورزی و همکاران (SelahVarzi et al., 2009) بر روی چمن در یک راستا می‌باشد.

با توجه به ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، این نتیجه به دست آمد که گونه‌های دم‌عقربی، فرانکنیا و نازرونده بیشترین میزان رشد و گسترش را در شرایط محل تحقیق داشتند و برای کشت در تمام سطح فضای‌سبز جزیره و اقلیم های مشابه توصیه می‌شوند. این نتایج با گزارش تیلور (Taylor, 1990) مبنی بر سازگاری گونه پوششی دم عقربی به مناطق ساحلی و ایستون و کلیندروفر (Easton& Kleindropher, 2009) مبنی بر تحمل گونه فرانکنیا به شرایط شوری و خشکی همخوانی دارد. همچنین می‌توان از گونه‌های بومادران، شقایق زرد و حاشیه با اعمال مراقبت‌هایی ویژه چون دورهای آبیاری کوتاه‌مدت، جانمایی در سایه و شاید استفاده از مواد سوپرجاذب در فضای سبز این جزیره و اقلیم‌های مشابه استفاده نمود. در نهایت، پیشنهاد می‌گردد که با توجه به نیاز آبی و کودی بالا چمن در این اقلیم، نسبت به جایگزینی نسبی چمن با گونه‌های مذکور اقدام نمود.

## سپاسگزاری

بدینوسیله از بخش طرح و برنامه (پژوهش) سازمان منطقه آزاد کیش که حمایت‌های مالی این طرح پژوهشی را تأمین نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از شرکت عمران و خدمات شهری این جزیره به دلیل همکاری و در اختیار گذاردن امکانات مزرعه‌ای کمال تشکر می‌گردد.

## منابع

1- Acar, C., and Var., M. 2001. A study on the adaptations of some natural ground cover plants and on their implications in landscape architecture in the ecological conditions of Trabzon. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 25: 235-245.
2- Arid lands environment center. 1992. Gardens in Desert, Imaginative Gardening in Arid Australia. Alice Springs, Australia 37 pp.
3- Asadollahi, T., and Talebi, Q. 2008. Value and application of plants in landscaping of warm and dry regions. The 3rd National Congress on Urban Landscape and Green space. Kish Island, Iran, 23-24 February p. 332-341. (In Persian with English Summery)
4- Bagheri BodaghAbadi, M. 2003. Evaluating of Land Suitability of Kish Island for Engineering (nonagricultural) and Agricultural Functions. Thesis of Master in Soil Science. Tehran University, Iran 175 pp. (In Persian with English Summery)
5- Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress study. Plant

and Soil 39: 205-207.
6- Boyko, H. 1966. Salinity and Aridity: A New Approach to Old Problems. W. Junk Pub. Hauge, the Netherlands 408 pp.
7- Bradly, P. 1994. Garden designed for low water demand. Landscape Australia 16: 127-140. Canada. 1999. Arid and Semiarid Lands (Drylands). IUCN.
8- Chen, Y. 2010. Gardening landscape and application of wild ground cover in Wenzhou. Journal of Grass and Turf 4: 23-26.
9- Dou, J., Zhou S.U., and Xu, Z.F. 2004. Tropical native groundcover plants resources of southern Yunnan and their sustainable use in landscape. Journal of Zhejiang Forestry College 1: 54-61.
10- Easton, C.L., and Kleindorfer, S. 2009. Effects of salinity levels and seed mass on germination in Australia species of *Frankenia* L. (Frankeniaceae). Environmental and Experiments of Botany 65: 345-352.
11- Foot, C.L., Harrington, K.C., MacKay, M.B., and Wrigley, M.P. 2009. Establishment rate of 12 ornamental ground cover species for weed control. New Zealand Plant Protection 63: 96-101.
12- Ghahreman, A. 2000. Final Report of Studying of Plant Cover and Floristic Program of Kish Island 205 pp. (In Persian)
13- Ghani, A., Azizi, M., and Tehranifar, A. 2010. Potential evaluating of five ornamental species of wild *Achillea* cultivated under Mashhad climate. Iran Horticulture Science Journal (Agriculture Science and Industry) 32(2): 25-31. (In Persian with English Summery)
14- Guilioni, L., Wery, J., and Lecoeur, J. 2003. Effects of high temperature and water deficit on seed number and seed distribution along the stem in a pea crop. Functional Plant Biology 30*:* 1151–1164
15- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Canada. 1999. Arid and Semiarid Lands (Drylands). IUCN.
16- Jones, D.S. and Zwar J. 2003. Water and landscape design in arid environments, Environment Design Guide 54: 1-15, Royal Australian Institute of Architects, Melbourne, Vic.
17- Khalil, M., Bhat, N.R., Abdal, M.S., Grina, R., Al-Mula, L., Aldusary, S., Bellen, R., Cruz, R., D' Cruz, G., George, J., and Christopher, A. 2006. Evaluating the suitability of groundcovers in the arid environment of Kuwait. European Journal of Scientific Research 15: 412-419.
18- Lecoeur, J., Wery, J., Turc, O., and Tardieu, F. 1995. Expansion of pea leaves subjected to short water deficit: cell number and cell size are sensitive to stress at different periods of leaf development. Journal of Experimental Botany 46: 1093–1101.
19- Nakhaei Moghaddam, M.A., Sargazi, S., and Malek, H. 2008. Study of limiting factors in urban landscape expansion of Sistan. The 3rd National Congress on Urban Landscape and Greenspace. Kish Island, Iran 23-24 February, 2008, p. 198-204. (In Persian with English Summery)
20- Nameth, S., and Chatfield, J. 2001. Diseases of Ground Cover Plants. The Ohio State University Extension 3064: 96-98.
21- Poorfard, J.R., Kafi, M., and Roohollahi, A. 2007. Ecological Compatibility study of 11 cultivars of *Poa pratensis* L. in Karaj ecological environment. The 5th National Congress of Horticulture. Shiraz. Iran, 3-6 September 111 pp. (In Persian)
22- Rahimmalek, M., Etemadi, N.A., Tabatabaei, B.D.A.S., and Arzani, A. 2007. Application study of ornamental pecies of Iranian native *Achillea*. The 5th National Congress of Horticulture. Shiraz. Iran, 3-6 September 484 pp. (In Persian)
23- Razmju, K., and Etemadi, N.A. 2007. Resistance evaluating to drought in some turf species for using as cool season turfgrass. The 5th National Congress of Horticulture. Shiraz. Iran, 3-6 September 103 pp. (In Persian)
24- Saied, A.S., Kenutgen, N., and Noga, G. 2003. Effects of NaCl stress on leaf growth, photosynthesis and ionic contents of strawberry cvs 'Elsanta' and 'Korona'. Acta Horticulture 609: 67-73.
25- Saini, R.S., Sharma, K.D., and Dhankhar, O.P. 2001. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture. Agrobois, Jodhpur, India p. 49-50.
26- Selahvarzi, Y., Tehranifar, A., and Gazanchian, A. 2009. Study of physiomorphic changes of native and introduced turfgrasses in drought stress and again irrigation. Iranian Journal of Science and Technology of Horticulture 9: 193-206. (In Persian with English Summery)
27- Shahandeh, B. 2000. Environment management system and stable development in Kish Island zone. Thesis of Master in Science. Programming and Environment of Tehran University, Iran 168 pp. (In Persian with English Summery)
28- Shooshtarian, S., and Tehranifar, A. 2010. Study of application of xerophyte ground cover plants in urban landscape of Mashhad. Journal of Mashhad Pazhoohi 2: 92-105. (In Persian with English Summery)
29- Spidkar, Z. 2003. Study of Poaceae morphological characteristics for green space in coastal regions of Mediterranean. Agriculture Knowledge 1: 2-8.(In Persian)
30- Taylor, J. 1990. The Milder Garden. J. M. Dent and Sons Ltd. London, UK, 256 pp.
31- TehraniFar, A. 2002. Mashhad green space master plan. Mashhad Municipality Vol. 9. 364 pp.

32- Walsh, K. 1993. Water-saving Gardening in Australia. Cheastwood NSW. Reed Books. Cheastwood, Australia 197 pp.
33- Western Australian Water Source Council. 1986. Water conservation through good design. Perth. Western Australian Water Resources Council.
34- Windust, A. 1995. Drought Garden: Management and Design for Plant Survival and your Enjoyment. Manduaring. Vic. Allscape. 85p.
35- Zarshenas Haghighi, N. 2009. Comparison of growth and development of ornamental plants under cultivating in different regions of Kish Island. Thesis of Master in Science. Horticulture Science. Shiraz University. 120 pp. (In Persian with English Summery)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۵۳۴-۵۲۵

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 525-534

# پاسخ کارایی نیتروژن و فسفر ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) به سطوح مختلف کود اوره و مرغی در شرایط تنش خشکی کوتاه‌مدت

سولماز نیسانی[۱]، سیف‌اله فلاح[۲*] و فایز رئیسی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۱/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

## چکیده

دسترسی به آب و عناصر غذایی دو عامل اصلی تولید ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شوند، ولی اثر سطوح مختلف نیتروژن از منبع کودهای آلی و شیمیایی بر کارایی عناصر (به ویژه نیتروژن و فسفر) در شرایط تنش خشکی بخوبی مشخص نشده است. بنابراین با هدف تعیین اثر کودهای اوره و مرغی و تنش خشکی کوتاه‌مدت در ذرت (سینگل‌کراس ۷۰۴) بر کارایی نیتروژن و فسفر، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شهرکرد در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ به اجرا درآمد. تیمارها شامل چهار سطح نیتروژن (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) از منابع کود مرغی و اوره و دو رژیم آبیاری (آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله ظهور گل‌تاجی به مدت دو هفته) بودند. نتایج نشان داد که کارایی نیتروژن و فسفر بین رژیم‌های آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشت. اثر تیمار کودی بر کارایی زراعی نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن، کارایی زراعی فسفر و ماده خشک اندام‌های هوایی معنی‌دار بود، ولی کارایی بازیافت نیتروژن و فسفر و کارایی فیزیولوژیک فسفر از لحاظ آماری تحت تأثیر کوددهی قرار نگرفت. سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود مرغی دارای بیشترین ماده خشک اندام هوایی (۳۲۲۸۹ کیلوگرم در هکتار) و کارایی زراعی نیتروژن (۶۲/۷ کیلوگرم بر کیلوگرم) بود، ولی کارایی آن با سطوح مختلف نیتروژن از منبع اوره اختلاف معنی‌داری داشت. بیشترین کارایی فیزیولوژیک نیتروژن و فسفر (به ترتیب ۱۴۱ و ۱۱۴ کیلوگرم بر کیلوگرم) با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود مرغی بدست آمد و اختلاف آن با سطوح مختلف نیتروژن از منبع کود اوره معنی‌دار بود. بطور کلی، کارایی زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن و کارایی زراعی فسفر در شرایط استفاده از کود مرغی بالاتر از کود اوره بود و تنش کوتاه‌مدت آب در مرحله ظهور گل‌تاجی پاسخ کارایی عناصر را به مقادیر و منابع کودی تحت تأثیر قرار نداد.

**واژه‌های کلیدی:** عنصر غذایی، کارایی مصرف نیتروژن، کود آلی، مردابی شدن

## مقدمه

کارایی زراعی یا کارایی مصرف نیتروژن و فسفر به عنوان شاخص‌های ساده و معمول جهت ارزیابی کارایی مصرف این عناصر برای تولید محصول به ازای هر واحد نیتروژن یا فسفر مصرف شده تعریف می‌شوند و اغلب عامل کلیدی در مدیریت نیتروژن و فسفر برای تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شوند (Lak et al., 2007). افزایش شدت تنش خشکی معمولاً باعث کاهش کارایی زراعی نیتروژن و فسفر می‌گردد، به طوریکه در این شرایط افزایش مصرف این عناصر تأثیر اندکی بر افزایش عملکرد دانه دارد و موجب کاهش محسوس کارایی زراعی کود نیز می‌گردد (Lak et al., 2007). عدم تأثیر مثبت افزایش مصرف نیتروژن بر افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تنش خشکی ناشی از کاهش جذب و یا افزایش هدررفت عنصر نیتروژن در شرایط تنش می‌باشد (Moll et al., 1982).

سرعت جذب نیتروژن به آب قابل استفاده در خاک بستگی دارد و افزایش رطوبت خاک نه تنها عملکرد ذرت را در پاسخ به مصرف نیتروژن افزایش داده بلکه باعث افزایش کارایی کود شیمیایی نیز می‌شود (Martin et al., 1982). معمولاً بالاترین کارایی با جذب اولین واحد عنصر غذایی (کود) به دست می‌آید و واحدهای بعدی مصرف عنصر غذایی کارایی کم‌تری دارند (Martin et al., 1982). با افزایش مصرف کود عملکرد دانه به تبعیت از قانون بازده نزولی میچرلیخ افزایش کمتری داشته که این وضعیت موجب کاهش کارایی مصرف کود می‌شود (Moll et al., 1982). برای نیتروژن علت این

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، استادیار اکولوژی گیاهان زراعی و دانشیار خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: falah1357@yahoo.com)

کاهش را فزونی سرعت هدررفت عنصر کودی از طریق تصعید، نیترات‌زدایی، آبشویی و یا به علت عدم استفاده مؤثر از آن می‌دانند (Goodroad & Jellum, 1988). همچنین هنگام مصرف مقادیر بالاتر از حد بهینه نیتروژن، گیاه ذرت قادر به بهره‌گیری از مزایای بالقوه مکانیسم چهار کربنه و استفاده از نیتروژن نمی‌باشد، ولی هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ برای مصرف مطلوب‌تر نیتروژن و تولید دانه تحت تراکم‌های بالاتر دارای استعداد خوبی می‌باشد (Greef, 1994).

از سوی دیگر، کارایی بازیافت ظاهری یا جذب بر حسب مقدار عنصر غذایی جذب شده به ازای هر واحد عنصر غذایی مصرف شده تعریف می‌شود، ولی کارایی فیزیولوژیک میزان ماده خشک تولیدی به ازای هر واحد عنصر غذایی جذب شده تعریف می‌گردد (Moll et al., 1982)، کارایی جذب نیتروژن بسیار متغیر بوده و عمدتاً توسط نمو و مرفولوژی سیستم ریشه‌ای کنترل می‌گردد (Barbieri et al., 2008). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که افزایش تنش خشکی همراه با افزایش مصرف نیتروژن کاهش کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن را به همراه دارد و در واقع کمبود آب در خاک به لحاظ کاهش جذب نیتروژن باعث کاهش کارایی بازیافت ظاهری می‌گردد (Moll et al., 1982). نیتروژن پس از حرکت و رسیدن به ریشه‌ها جذب می‌شود، از این‌رو تأمین میزان آب مناسب یکی از کاراترین شیوه‌های حرکت نیترات به سمت ریشه‌ها از طریق جریان توده‌ای می‌باشد (Bock, 1984). کاهش کارایی بازیافت ظاهری بر اثر افزایش مصرف نیتروژن نیز ناشی از ثابت بودن ظرفیت جذب و استفاده از نیتروژن توسط گیاه و مهم‌تر از آن افزایش هدررفت این عنصر می‌باشد (Bock, 1984). کاربرد نیتروژن بیش از حد مورد نیاز ممکن است باعث تجمع نیترات در بخش‌های توسعه‌یافته ریشه و خطر آبشویی نیتروژن خاک به دنبال داشته باشد (Sogbedji et al., 2000; Ferguson et al., 1991; Schepers et al., 1991). کارایی بازیافت فسفر تحت تأثیر منبع فسفر مصرفی است، به طوری که این کارایی در شرایط تأمین فسفر مورد نیاز ذرت از منبع کود گاوی و یا کود مرغی دو برابر کود سوپرفسفات معمولی می‌باشد (Mohanty et al., 2006). کود مرغی به دلیل آزاد کردن تدریجی فسفر در طی معدنی شدن نیتروژن و آزاد کردن اسیدهای آلی در محیط و افزایش حلالیت این عنصر موجب تثبیت کمتر فسفر و افزایش کارایی جذب آن می‌شود (Toor, 2009).

به طور کلی، مصرف کودهای آلی علاوه بر بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، با کاهش تبخیر و تعدیل درجه حرارت خاک می‌توانند اثر تنش خشکی بر ریشه‌های گیاه را کاهش و با تأمین عناصر غذایی، رشد گیاه را بهبود دهند (Ould Ahmed et al., 2010). در مطالعه‌ای دیگر، افزایش کود به خصوص کود دامی باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تأثیر منفی کمبود آب بر وزن زیستی گیاه شد. با کاهش مقدار آب آبیاری به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و عدم کاربرد کود در طول دوره رشد ذرت (*Zea mays* L.) کاهش نسبی در وزن زیستی مشاهده شد و با افزایش مصرف کود وزن زیستی گیاه افزایش یافت (Majidian et al., 2008).

در ایران به دلایل متعدد از جمله عدم ترویج مبنای صحیح تغذیه گیاهی و روش غلط نحوه مصرف کود نیتروژن، کارایی مصرف کود نیتروژن بسیار پایین است (Farahmand et al., 2006). بنابراین، بر اثر مصرف مقادیر زیاد کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار از جمله کود اوره، آلودگی نیتراتی ایجاد می‌شود که باعث به خطر افتادن سلامت بشر از طریق آب‌های سطحی و آشامیدنی می‌شود (Townsend et al., 2003). علاوه بر آن، آلودگی نیترات منجر به مردابی‌شدن[1] و در نتیجه تغییراتی در عملکرد اکولوژیکی و شبکه‌های غذایی می‌شود (National Research Council, 2000). تنش کم‌آبی می‌تواند با کاهش جذب نیتروژن پیامدهای نامطلوب ناشی از آبشویی نیترات را تشدید نماید. از طرفی، این اثرات نامطلوب هنگام مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در کشت ذرت علوفه‌ای می‌تواند شدت بیشتری داشته باشد. بنابراین، تحقیق حاضر به منظور بررسی ارزیابی کارایی دو منبع کود مرغی و اوره در سطوح مختلف کود روی ذرت علوفه‌ای در شرایط تنش خشکی به اجرا درآمد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ انجام گرفت. بر اساس تقسیم‌بندی آمبروژه محل مورد مطالعه جزء مناطق خشک محسوب می‌شود. بیشترین میزان بارندگی سالیانه در فصل زمستان مشاهده می‌شود که با فصل رویش گیاهان زراعی در منطقه هماهنگ نبوده و از نظر پراکنش زمانی دارای وضعیت مطلوبی نیست (Alizadeh Dehkordi, 2011).

سال پیش از آزمایش زمین به صورت آیش بود و قبل از آماده‌سازی بستر، یک نمونه مرکب از عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری خاک تهیه و پس از هوا خشک شدن از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. کود مرغی از مرغداری دانشگاه شهرکرد جمع‌آوری گردید و پس از هوا خشک شدن، آسیاب و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. سپس خصوصیات کود مرغی و خاک در آزمایشگاه تعیین شد (جدول ۱). در این آزمایش اندازه‌گیری بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962)، نیتروژن کل به روش کجلدال (Bremner & Mulvaney, 1982)، فسفر قابل جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر به روش اولسن (Olsen & Sommers, 1982)، پتاسیم قابل جذب با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر به روش استات

1- Eutrophication

آمونیوم (Simard, 1993)، کربن آلی به روش اکسایش تر ( Olsen & Sommers, 1982)، قابلیت هدایت الکتریکی به وسیله دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی به روش جانزن (Janzen, 1993) و pH خاک و کود توسط دستگاه pH متر در عصاره گل اشباع انجام گرفت.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل آبیاری کامل و ایجاد تنش خشکی به‌صورت قطع آبیاری در مرحله ظهور گل‌تاجی و تیمار کودی شامل شاهد (بدون کود) و ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره و کود مرغی به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شد. میزان نیتروژن سطوح متوالی کود اوره به ترتیب معادل نیتروژن قابل دسترس سطوح متوالی کود مرغی بود. برای سطوح متوالی نیتروژن، مقدار کود اوره مصرفی به ترتیب ۲۱۷/۴، ۴۳۴/۸ و ۶۵۲/۲ کیلوگرم در هکتار و مقدار کود مرغی مصرفی به ترتیب ۶۶۶۷، ۱۳۳۳۴ و ۲۰۰۰۱ کیلوگرم در هکتار بود. برای ایجاد تنش خشکی در مرحله گلدهی که حساس‌ترین مرحله نیز می‌باشد (Katerji et al., 2004)، آبیاری فقط در مرحله ظهور گل تاجی و به مدت دو هفته قطع شد. در پایان دوره تنش (دو هفته پس از قطع آبیاری) رطوبت وزنی خاک در تیمار آبیاری کامل و قطع آب به ترتیب ۸ و ۴/۳ درصد بود.

برای تهیه بستر، ابتدا زمین مورد نظر را با استفاده گاوآهن یک‌طرفه شخم زده و دو بار دیسک عمود بر هم اعمال گردید. سپس جوی و پشته‌ها با دستگاه فاروئر تهیه گردید. هر کرت به طول نه متر و عرض ۳/۶ متر شامل شش ردیف به فاصله ۶۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها نیز دو متر در نظر گرفته شد. کود مرغی در کرت‌های مورد نظر به صورت یکنواخت و نواری در عمق نه سانتی‌متری پائین پشته قرار داده و سپس با خاک پوشانیده شد، به گونه‌ای که حدود ۱۵ سانتی متر خاک روی آن قرار گرفت. در سطوح مختلف کود شیمیایی مقدار فسفر معادل سطوح کود مرغی به صورت کود سوپرفسفات تریپل با مقادیر ۵۸، ۱۱۶ و ۱۷۴ کیلوگرم فسفر در هکتار به همراه یک سوم کود نیتروژن قبل از کاشت به صورت نواری در عمق مشابه تیمار کود مرغی قرار داده شد.

کاشت بذور ضد عفونی شده ذرت (هیبرید سینگل کراس ۷۰۴) متعلق به گروه دیررس با طول دوره رویش ۱۳۵–۱۲۵ روز در ۱۰ خرداد ماه، در عمق پنج سانتی‌متری رأس پشته انجام شد. در هر کپه سه بذر قرار داده و بعد از کاشت آبیاری صورت گرفت. آبیاری‌های طول فصل رشد بر اساس شرایط محیطی هر ۷–۵ روز یک‌بار انجام شد. جهت دستیابی به تراکم‌های مطلوب (۱۴۰۰۰۰ بوته در هکتار) در مرحله ۴–۳ برگی در زمان نمناک بودن مزرعه عملیات تنک انجام شد. برای کنترل علف‌های هرز، وجین دستی در طول دوره رویش صورت گرفت.

**جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک و کود مرغی مورد استفاده**

**Table 1- Some properties of selected soil and broiler litter**

| Parameter ویژگی | Unit واحد | Soil خاک | Broiler litter کود مرغی |
|---|---|---|---|
| بافت Texture | - | Clay loam | - |
| اسیدیته pH | - | 7.85 | 6.41 |
| هدایت الکتریکی EC | دسی‌زیمنس بر متر ($dS.m^{-1}$) | 0.86 | 12.7 |
| کربن آلی Organic carbon | گرم بر کیلوگرم ($g.kg^{-1}$) | 3.7 | - |
| نیتروژن آلی Total nitrogen | گرم بر کیلوگرم ($g.kg^{-1}$) | 0.8 | 30 |
| فسفر P | گرم بر کیلوگرم ($g.kg^{-1}$) | 0.0115 | 10.56 |
| پتاسیم K | گرم بر کیلوگرم ($g.kg^{-1}$) | 0.344 | 11.454 |
| آهن Fe | میلی‌گرم بر کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$) | 4.98 | 876 |
| منیزیم Mn | میلی‌گرم بر کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$) | 5.21 | 142 |
| روی Zn | میلی‌گرم بر کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$) | 0.81 | 453 |
| مس Cu | میلی‌گرم بر کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$) | 0.56 | 26 |

همچنین دو سوم باقی مانده کود نیتروژن به صورت سرک در مرحله ۹-۷ برگی بعد از استقرار کامل بوته‌ها به خاک پشته‌ها اضافه گردید.

در زمان برداشت علوفه (۳۰ شهریور) از هر کرت آزمایشی، پنج بوته برداشت و پس از خردکردن و اختلاط، ریزنمونه‌ها جهت تعیین وزن خشک در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۷۲ ساعت خشک و توزین شدند. سپس میزان نیتروژن کل با روش هضم، تقطیر و تیتراسیون با استفاده از دستگاه کجلدال مدل Gerhardf Vapodest ساخت آلمان و میزان فسفر با روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات وانادات) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Pharmacia LKB-Novaspec-11 ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد (Murphy & Riley, 1962).

جهت محاسبه کارایی زراعی نیتروژن و فسفر، کارایی جذب و کارایی فیزیولوژیک این عناصر از معادلات زیر استفاده شد (Abbasi et al., 2010):

معادله (۱)
$$\text{کارایی مصرف یا زراعی نیتروژن } (kg.kg^{-1}) = \frac{\text{ماده خشک تیمار شاهد} - \text{ماده خشک تیمار حاوی کود}}{\text{نیتروژن مصرفی}}$$

معادله (۲)
$$\text{کارایی جذب یا بازیافت نیتروژن } (\%) = \frac{\text{جذب نیتروژن تیمار شاهد} - \text{جذب نیتروژن تیمار حاوی کود}}{\text{نیتروژن مصرفی}} \times ۱۰۰$$

معادله (۳)
$$\text{کارایی فیزیولوژیک نیتروژن } (kg.kg^{-1}) = \frac{\text{ماده خشک تیمار شاهد} - \text{ماده خشک تیمار حاوی کود}}{\text{جذب نیتروژن تیمار شاهد} - \text{جذب نیتروژن تیمار حاوی کود}}$$

معادله (۴)
$$\text{کارایی مصرف یا زراعی فسفر } (kg.kg^{-1}) = \frac{\text{ماده خشک تیمار شاهد} - \text{ماده خشک تیمار حاوی کود}}{\text{فسفر مصرفی}}$$

معادله (۵)
$$\text{کارایی جذب یا بازیافت فسفر } (\%) = \frac{\text{جذب فسفر تیمار شاهد} - \text{جذب فسفر تیمار حاوی کود}}{\text{فسفر مصرفی}} \times ۱۰۰$$

معادله (۶)
$$\text{کارایی فیزیولوژیک فسفر } (kg.kg^{-1}) = \frac{\text{ماده خشک تیمار شاهد} - \text{ماده خشک تیمار حاوی کود}}{\text{جذب فسفر تیمار شاهد} - \text{جذب فسفر تیمار حاوی کود}}$$

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثرات متقابل آبیاری با کوددهی بر کارایی‌های نیتروژن معنی‌دار نبود، همچنین هیچ‌یک از کارایی‌های زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن تحت تأثیر تیمار قطع آب قرار نگرفت، ولی از لحاظ عددی قطع آب نسبت به آبیاری کامل به ترتیب باعث کاهش ۳۰، ۱۱ و ۲۱ درصدی آنها گردید (جدول ۳). بنابراین، محدودیت رطوبت می‌تواند تا اندازه‌ای استفاده نامطلوب از عنصر کودی را در پی داشته باشد (Malakouti & Hommaie, 2003)، که این علاوه بر اتلاف کود می‌تواند آلایندگی زیست محیطی را نیز به دنبال داشته باشد (Hirzel et al., 2007). با این حال، در یک آزمایش (Alizadeh Dehkordi, 2011) و در همان شرایط اقلیمی قطع آبیاری موجب کاهش معنی‌دار کارایی زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن در ذرت گردید که علت این تفاوت را در آن آزمایش می‌توان به استفاده از کود گاوی در آن آزمایش نیز نسبت داد.

اثرات کوددهی بر کارایی زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، ولی کارایی جذب نیتروژن تحت تأثیر این تیمار قرار نگرفت (جدول ۲). در هر دو منبع کودی با افزایش سطح نیتروژن کارایی زراعی آن ابتدا کاهش نسبی و سپس افزایش نسبی یافت و با این حال سطوح کود مرغی کارایی زراعی نیتروژن بیشتری نسبت به سطوح کود اوره داشتند (شکل ۱-A).

**جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات کود و آبیاری بر کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن و فسفر ذرت علوفه‌ای**

**Table 2- Analysis of variance (mean of squares) of irrigation and fertilizer effects on N and P agronomic, recovery and physiological efficiencies of forage maize**

| منابع تغییر S.O. V. | درجه آزادی df | کارایی زراعی نیتروژن N Agronomic efficiency | کارایی جذب نیتروژن N Recovery efficiency | کارایی فیزیولوژیک نیتروژن N Physiological efficiency | کارایی زراعی فسفر P Agronomic efficiency | کارایی جذب فسفر P Recovery efficiency | کارایی فیزیولوژیک فسفر P Physiological efficiency |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار Replication | 3 | 125.1ns | 1007.0ns | 4496.4ns | 1734.5ns | 36.78ns | 1871488ns |
| آبیاری (I) Irrigation (I) | 1 | 4159.9ns | 462.2ns | 6829.9ns | 14679.0ns | 0.85ns | 1136318ns |
| خطای a Error a | 3 | 1562.1 | 2774.7 | 2132.3 | 7166.6 | 118.3 | 1994495 |
| کود (F) Fertilizer (F) | 5 | 730.0** | 579.4ns | 7715.1** | 2741.7** | 57.17ns | 245115ns |
| آبیاری × کوددهی I×F | 5 | 111.0ns | 769.3ns | 2209.8ns | 720.9ns | 24.79ns | 744823ns |
| خطای b Error b | 30 | 172.4 | 330.2 | 1310.4 | 733.6 | 43.95 | 439593 |

**و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و عدم معنی‌داری

** and ns are significant at α=1% probability level and not significant, respectively.

سطح ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود مرغی دارای بالاترین کارایی زراعی نیتروژن بود (۶۲/۷ کیلوگرم بر کیلوگرم)، ولی با سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود مرغی اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱-A). به نظر می‌رسد که بالا بودن ماده خشک کل در سطوح کود مرغی نسبت به سطوح کود اوره، باعث افزایش کارایی زراعی نیتروژن در این تیمارها گردیده است که با نتایج دیگر محققان (Abbasi et al., 2010) مبنی بر کارایی زراعی نیتروژن بالاتر در سطوح کود اوره نسبت به مرغی مغایرت دارد، زیرا در آزمایش آن‌ها زیست توده حاصله از کود مرغی نسبت به کود شیمیایی پائین‌تر بود.

**جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات قطع آب بر کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن و فسفر ذرت علوفه‌ای**

**Table 3- The comparison of means for the effect of water holding on N and P agronomic, recovery and physiological efficiencies of forage maize**

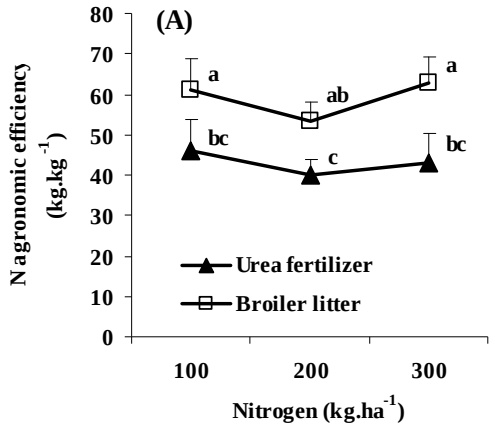
| Treatment تیمار | کارایی زراعی نیتروژن N Agronomic efficiency | کارایی جذب نیتروژن N Recovery efficiency | کارایی فیزیولوژیک نیتروژن N Physiological efficiency | کارایی زراعی فسفر P Agronomic efficiency | کارایی جذب فسفر P Recovery efficiency | کارایی فیزیولوژیک فسفر P Physiological efficiency |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | کیلوگرم بر کیلوگرم ($kg.kg^{-1}$) | (درصد) (Percent) | کیلوگرم بر کیلوگرم ($kg.kg^{-1}$) | | درصد (Percent) | کیلوگرم بر کیلوگرم $Kg.kg^{-1}$) |
| آبیاری کامل Full irrigation | 60.28a* | 57.15a | 113.11a | 106.81a | 9.87a | 1396.3a |
| قطع آب Water holding | 41.66a | 50.94a | 89.25a | 71.83a | 10.14a | 1088.5a |
| LSD (α = 0.05) | 36.31 | 48.39 | 42.42 | 77.77 | 9.99 | 1297.4 |

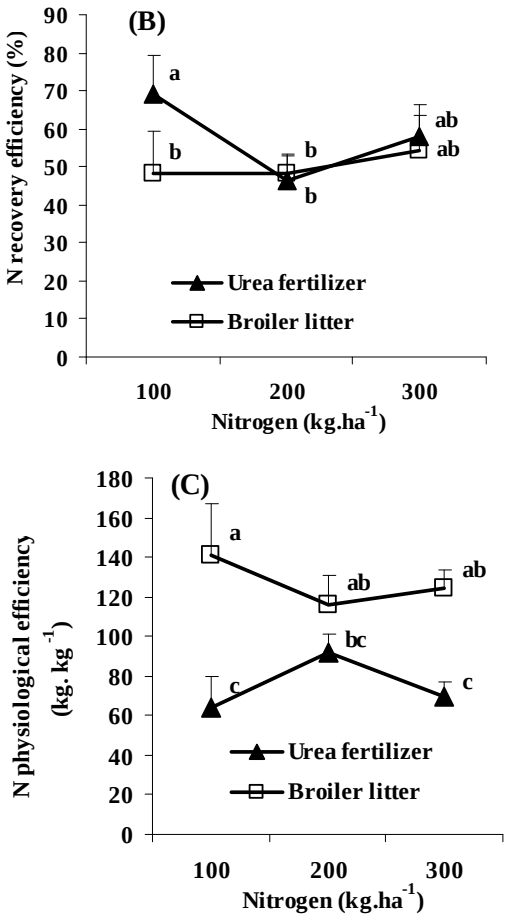
*میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

* Within each column, means with similar letter, are not significantly different (p≤0.05) based on LSD test.

به نظر می‌رسد که در آزمایش آن‌ها پائین بودن میزان مصرف کود مرغی (بین ۱۲۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، علت کاهش کارایی زراعی نیتروژن باشد که قادر به تأمین عناصر غذایی مورد نیاز طی دوره رشد گیاه نبوده است. برخی محققین کاهش آبشویی نیتروژن در محیط و احتمالاً از دست رفتن بخشی از نیتروژن توسط آبشویی قبل از جذب ریشه هنگامی که گیاه قادر به مصرف عناصر اضافی نبوده است را از جمله دلایل کاهش کارایی مصرف نیتروژن دانستند (Fallah & Tadayyon, 2010).

علی‌رغم معنی‌دار نبودن اثر کوددهی بر کارایی جذب نیتروژن، روند تغییر آن در سطوح مختلف کود اوره ابتدا نزولی و سپس صعودی بود و در سطوح کود مرغی نیز روند مشابهی مشاهده شد، ولی بین سطوح مختلف آن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱- B). همچنین کارایی جذب نیتروژن در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره بیشترین مقدار بود که اختلاف آن با دیگر سطوح کودی به استثنای ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معنی‌دار بود (شکل ۱- B). متعادل بودن توزیع ماده خشک بین اجزای رویشی و زایشی گیاه (Andrade et al., 1999)، و یا تعادل بین نیاز گیاه و قابلیت دسترسی نیتروژن خاک (Subedi et al., 2006)، می‌تواند دلیل بالا بودن کارایی جذب نیتروژن باشد. به طور کلی، در آزمایش حاضر اختلاف کارایی جذب نیتروژن دو منبع کودی معنی‌دار نبود، این در حالی است که برخی از پژوهشگران بالا بودن کارایی جذب نیتروژن ذرت و پنبه در سطوح مختلف کود مرغی نسبت به کود اوره را به دلیل افزایش قابلیت دسترسی به نیتروژن در کود مرغی و کاهش امکان آبشویی آن اعلام نمودند (Hirzel et al., 2007; Adeli et al., 2005)، ولی عده‌ای از پژوهشگران کاهش کارایی جذب نیتروژن تیمار کود دامی نسبت به کود شیمیایی را گزارش کردند و علت آن را عدم همزمانی آزادسازی نیتروژن با نیاز گیاه در تیمار کود دامی دانستند (Russo et al., 2010).




**شکل ۱- اثرات کوددهی بر کارایی‌های زراعی (A)، جذب (B) و فیزیولوژیک (C) نیتروژن تحت شرایط تنش خشکی کوتاه مدت.**

**Fig. 1- Fertilizer effects on N agronomic (A), recovery (B) and physiological (C) efficiencies in short-term drought stress conditions**

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

خطوط عمودی خطای معیار استاندارد را نشان می‌دهند.

Means with similar letter, are not significant different at α=5 percent probability level based on LSD test.

Bars indicate standard errors.

مطابق نتایج شکل ۱- C کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در سطوح مختلف کود مرغی نسبت به کود اوره همواره بالاتر بود که دلیل آن را می‌توان زیادتر بودن ماده خشک در سطوح مختلف کود مرغی دانست، به طوریکه ماده خشک سطوح متوالی کود مرغی نسبت به سطوح متوالی کود اوره به ترتیب ۱۹۷۳، ۲۷۱۰ و ۵۹۷۶ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود. بیشترین کارایی فیزیولوژیک نیتروژن مربوط به سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود مرغی بود و سطوح کود اوره نیز اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نداشتند (شکل ۳). عده‌ای از

محققین نیز همبستگی مثبت بین عملکرد ماده خشک و کارایی فیزیولوژیک نیتروژن را گزارش نمودند (Abbasi et al., 2005). به طور کلی افزایش کارایی‌های نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اثر کاربرد کودهای مرغی در ذرت (*Zea mays* L.) (Dordas et al., 2008)، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) (Khaliq et al., 2006)، گندم (*Triticum aestivum* L.) (Gopinath et al., 2008) و سورگوم (*Sorghum bicolor* Moench.) (Bayu et al., 2006) گزارش شده است.

## کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک فسفر

اثر متقابل آبیاری با کوددهی بر کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک فسفر معنی‌دار نبود (جدول ۲)، بنابراین روند تغییرات کارایی این عنصر در سطوح مختلف هر منبع کودی تحت تأثیر قطع آب انتهای فصل قرار نگرفت. همچنین، اثر اصلی آبیاری نیز بر این کارایی فسفر معنی‌دار نبود (جدول ۲). با این حال، کارایی زراعی و فیزیولوژیک این عنصر در محیط قطع آب نسبت به آبیاری کامل به ترتیب حدود ۳۳ و ۳۶ درصد کاهش یافت (جدول ۳). با توجه به این که در محیط قطع آب غلظت فسفر اندام‌های هوایی ۰/۲ گرم بر کیلوگرم بالاتر از آبیاری کامل بود، علت اصلی کاهش کارایی‌های مذکور را می‌توان به کاهش ماده خشک تولیدی نسبت داد، زیرا ماده خشک در شرایط قطع آب ۲۷/۳ درصد کمتر از محیط آبیاری کامل بود.

اثر کوددهی بر کارایی زراعی فسفر معنی‌دار گردید ولی کارایی جذب و فیزیولوژیک فسفر به تیمار کوددهی واکنش معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۲). کارایی زراعی فسفر در سطوح کود مرغی در مقایسه با هر سطح کود اوره بالاتر بود و بیشترین میزان کارایی زراعی فسفر در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود مرغی مشاهده گردید (شکل ۲–A). دلیل این برتری تولید ۱۰/۵۶ درصد ماده خشک بالاتر نسبت به سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره و همچنین کاهش نسبی جذب فسفر در مقایسه با دیگر سطوح کود مرغی و سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره می‌باشد. کارایی زراعی فسفر در تیمارهای کود اوره اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار این کارایی در تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره مشاهده گردید (شکل ۲–A). نتایج علیزاده دهکردی (Alizadeh Dehkordi, 2011) نیز حاکی است که در محیط استفاده از کود مرغی آزاد کردن تدریجی فسفر در طی معدنی شدن نیتروژن و آزاد کردن اسیدهای آلی در محیط موجب افزایش حلالیت این عنصر و در نتیجه افزایش کارایی جذب آن شده است.

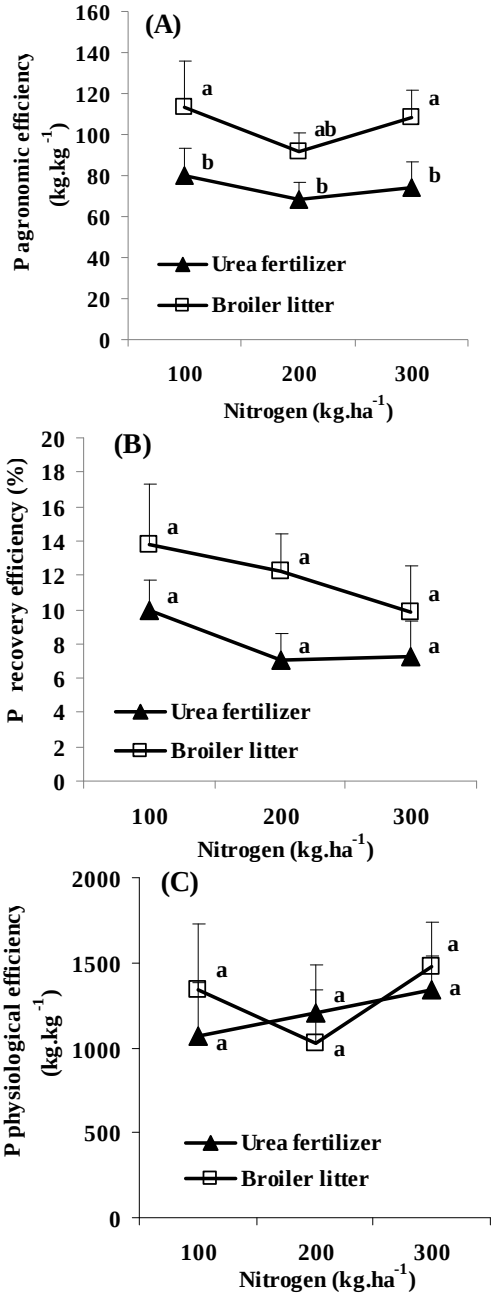
تأثیر کوددهی بر کارایی جذب فسفر معنی‌دار نبود (جدول ۲)، ولی روند کارایی جذب فسفر در تیمارهای کود مرغی با اوره متفاوت بود، به طوری که در تیمارهای کود اوره ابتدا نزولی و سپس صعودی بود (شکل ۲– B). کارایی جذب فسفر در هر سطح کود مرغی نسبت به تیمارهای کود اوره بالاتر بود. حداکثر کارایی جذب فسفر در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود مرغی بدست آمد (شکل ۲– B). در تیمارهای با درصد بالای کود شیمیایی، احتمالاً به دلیل فسفر بیشتر در خاک ممکن است فسفر موجود تثبیت شده و در نتیجه از دسترس گیاه خارج شود (Bahl & Toor, 2002). حال آن که تیمارهای حاوی درصد بالای کود مرغی به دلیل آزاد کردن تدریجی فسفر در طی معدنی شدن فسفر (Sharma & Mittra, 1988) و آزاد کردن اسیدهای آلی در محیط و افزایش حلالیت فسفر (Toor, 2009)، کارایی بیشتری در جذب فسفر از محلول خاک داشتند.

کارایی فیزیولوژیک فسفر در کلیه سطوح کودی (با میانگین ۱۳۵۰ کیلوگرم بر کیلوگرم) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۲– C). میانگین ماده خشک کل سطوح کود مرغی و اوره به ترتیب حدود ۲۶ و ۲۲ تن در هکتار و میانگین جذب فسفر سطوح کود مرغی و اوره به ترتیب حدود ۱۷ و ۱۴ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که کارایی فیزیولوژیک آنها تقریباً یکسان باشد.

## ماده خشک اندام‌های هوایی

تأثیر تیمار آبیاری و کوددهی بر کل ماده خشک اندام‌های هوایی ذرت علوفه‌ای در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل آبیاری با کوددهی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). عملکرد علوفه خشک در تیمار آبیاری کامل و قطع آب به ترتیب ۲۶۰۰۳ و ۱۸۸۹۵ کیلوگرم در هکتار بود و اختلاف آنها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. کاهش عملکرد علوفه خشک در اثر تنش خشکی ناشی از کاهش معنی‌دار وزن خشک ساقه و بلال بوده است. دیگر محققان نیز کاهش ماده خشک اندام هوایی ذرت سیلویی را در شرایط تنش خشکی گزارش نموده‌اند که تأییدی بر نتایج این آزمایش می‌باشد (Gheysari et al., 2009). کاهش پتانسیل آب برگ و سطوح فعال فتوسنتزی سبب کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش ماده خشک می‌شود (Cosculleola & Fact, 1992)، همچنین محدودیت کربوهیدراتی و سقط جنین، کاهش آهنگ فتوسنتز خالص و تجمع ماده خشک در برگ‌ها، ساقه و بلال نیز از دلایل کاهش عملکرد ماده خشک می‌باشد (Yang et al., 1993).

تولید ماده خشک اندام‌های هوایی ذرت پاسخ معنی‌داری به کوددهی نشان داد ($p<0/01$). شکل ۳ بیان‌گر این مطلب است که با افزایش مقدار نیتروژن از دو منبع کود اوره و مرغی، عملکرد ماده خشک نیز افزایش می‌یابد که با نتایج دیگر محققان نیز مطابقت دارد (Uhart & Andrade, 1995).




**شکل ۲- اثرات کوددهی بر کارایی‌های زراعی (A)، جذب (B) و فیزیولوژیک (C) فسفر تحت شرایط تنش خشکی کوتاه مدت**

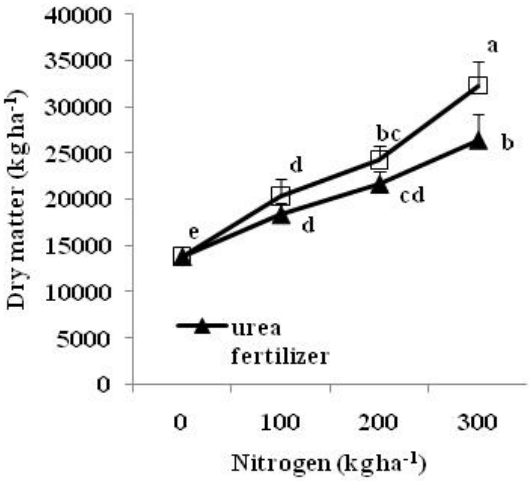
**Fig. 2- Fertilizer effects on P agronomic (A), recovery (B) and physiological (C) efficiencies in short-term drought stress conditions**

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

خطوط عمودی خطای معیار استاندارد را نشان می‌دهند.

Means with similar letter, are not significant different at α=5 percent probability level based on LSD test.
Bars indicate standard errors.

سطح ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود مرغی به دلیل دارا بودن میزان بیشتر وزن خشک برگ، ساقه و بلال بیشترین عملکرد ماده خشک را به همراه داشت. هیرزل و همکاران (Hirzel et al., 2007) بالاترین عملکرد ماده خشک کل (۳۱ تن در هکتار) ذرت علوفه‌ای را با کاربرد ۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره و کمترین آن را در شاهد (۱۹ تن در هکتار) گزارش کردند. اقبال و پاور (Eghball & Power, 1999) و عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2010) افزایش ماده خشک ذرت در سطوح کود اوره و مرغی را به ترتیب ۱۱ و ۸ درصد نسبت به شاهد گزارش کردند.




**شکل ۳- اثرات کوددهی بر ماده خشک اندام‌های هوایی ذرت تحت شرایط تنش خشکی کوتاه مدت**

**Fig. 3- Fertilizer effects on aboveground dry matter of maize in short-term drought stress conditions**

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

خطوط عمودی خطای معیار استاندارد را نشان می‌دهند.

Means with similar letter, are not significant different at α=5 percent probability level based on LSD test.
Bars indicate standard errors.

به طور کلی نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن بود که تنش خشکی کوتاه‌مدت در حساس‌ترین مرحله (ظهور گل‌تاجی) علی‌رغم کاهش ماده خشک اندام‌های هوایی (۲۷/۳ درصد) بر کارایی نیتروژن و فسفر ذرت علوفه‌ای اثر معنی‌داری نداشت، ولی بکارگیری کود مرغی به دلیل برتری کارایی زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن و همچنین کارایی زراعی فسفر در مقایسه با کود اوره اثربخشی بیشتری در تولید محصول ذرت علوفه‌ای نشان داد و این برتری در کلیه سطوح متناظر کودی مشاهده گردید. بنابراین، شاید در صورت تکرار نتایج در

پژوهش‌های مشابه بعدی استفاده از کود مرغی جهت دستیابی به کارایی بالاتر منبع نیتروژن و فسفر در سیستم‌های ذرت علوفه‌ای و در نتیجه تحقق بخشی از اهداف کشاورزی پایدار مطلوب باشد.

## سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه شهرکرد و همکاری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد تقدیر و قدردانی به عمل می‌آید.

## منابع


1- Abbasi, M.K., Kazmi, M., and Hussan, F. 2005. Nitrogen use efficiency and herbage production of an established grass sward in relation to moisture and nitrogen fertilization. Journal of Plant Nutrition 28: 1693-1708.
2- Abbasi, M.K., Khaliq, A., Shafiq, M., Kazmi, M., and Imran, A. 2010. Comparatative effectiveness of urea N, poultry manure and their combination in changing soil properties and maize productivity under rainfed conditions in northeast Pakistan. Experimental Agriculture 46: 211-230.
3- Adeli, A., Sistani, K.R., Rowe, D.E., and Tewolde, H. 2005. Effects of broiler litter on soybean production and soil nitrogen and phosphorus concentrations. Agronomy Journal 97: 314-321.
4- Alizadeh Dehkordi, P. 2011. Effect of organic and urea fertilizers on mineralization of soil nitrogen, growth and yield of maize in water holding conditions at tasseling stage. MSc Thesis in Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran. (In Persian with English Summary)
5- Andrade, F.H., Vega, C., Uhart, S., Cirilo, A., Cantarero, M., and Valentinuz, O. 1999. Kernel number determination in maize. Crop Science 39: 453-459.
6- Bahl, G.S., and Toor, G.S. 2002. Influence of poultry manure on phosphorus availability and the standard phosphate requirement of crop estimate from quantity–intensity relationships in different soils. Bioresource Technology 85: 317-322.
7- Barbieri, P.A., Echeverría, E.H., Rozas, H.R.S., and Andrade, F.H. 2008. Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. Agronomy Journal 100: 1094-1100.
8- Bayu, W., Rethman, N.F.G., Hammes, P.S., and Alemu, G. 2006. Effects of farmyard manure and inorganic fertilizers on sorghum growth, yield and nitrogen use in a semi–arid area of Ethiopia. Journal of Plant Nutrition 29: 391-407.
9- Bock, B.R. 1984. Efficient use of nitrogen in cropping system. In: "R.D. Hauck (Ed.)". Nitrogen in Crop Production. ASA. CSSA, and SSA. INC, Madison. USA. p. 273-294.
10- Bouyoucos, C.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle–size analysis of soil. Agronomy Journal 54: 464-465.
11- Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen–total. In A.L. Page and R.H. Miller (eds). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy Madison WI. p. 595-624.
12- Cosculleola, F., and Fact, J.M. 1992. Determination of the maize (*Zea mays* L.) yield functions in respect to water using a line source sprinkler. Field Crops Abstract 93: 5611.
13- Dordas, C.A., Lithourgidis, A.S., Matsi, T., and Barbayiannis, N. 2008. Application of liquid cattle manure and inorganic fertilizers affect dry matter, nitrogen accumulation, and partitioning in maize. Nutrient Cycling in Agroecosystems 80: 283-296.
14- Eghball, B., and Power, J.F. 1999. Composted and noncomposted manure application to conventional and no–tillage systems: corn yield and nitrogen uptake. Agronomy Journal 91: 819-825.
15- Fallah, S., and Tadayyon, A. 2010. Uptake and nitrogen efficiency in forage maize: effects of nitrogen and plant density. Agrociencia 44: 549-560.
16- Farahmand, A.R., Fardad, H., Liaghat, A., and Khashi, A. 2006. The effect of water and nitrogen amounts on quantity and quality of tomato under deficit irrigation. Iranian Journal of Agricultural Science 37: 273-279. (In Persian with English Summary)
17- Ferguson, R.B., Shapiro, C.A., Hergert, G.W., Kranz, W.L., Klocke, N.L., and Krull, D.H. 1991. Nitrogen and irrigation management practices to minimize nitrate leaching from irrigated corn. Journal of Production Agriculture 4: 186-192.
18- Gheysari, M., Mirlatifi, S.M., Bannayan, M., Homaee, M., Hoogenboom, G. 2009. Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. Agricultural Water Management 96: 809-821.
19- Goodroad, L.L., and Jellum, M.D. 1988. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. Plant and Soil 106: 85-89.
20- Gopinath, K.A., Saha, S., Mina, B.I., Pande, H., Kundu, S., and Gupta, H.S. 2008. Influence of organic amendments on growth, yield and quality of wheat and on soil properties during transition to organic production. Nutrient Cycling in Agroecosystems 82: 51-60.
21- Greef, J.M. 1994. Productivity of maize (*Zea mays* L.) in relation to morphological physiological characteristics under varying amounts of nitrogen supply. Journal of Agronomy and Crop Science 172: 317-326.

22- Hirzel, J., Walter, I., Undurraga, I., and Cartagena, M. 2007. Residual effects of poultry litter on silage maize (*Zea mays* L.) growth and soil properties derived from volcanic ash. Soil Science and Plant Nutrition 53: 480-488.
23- Janzen, H.H. 1993. Soluble Salts. In: "M.R. Carter (Ed.)". Soil Sampling and Methods of Analysis. Lewis, Boca Raton, FL. p. 161-166.
24- Katerji, N., Hoorn, J.W., Hamdy, A., and Mastrorilli, M. 2004. Comparison of corn yield response to plant water stress caused by salinity and by drought. Agricultural Water Management 65: 95-101.
25- Khaliq, A., Abbasi, M.K., and Hussain, T. 2006. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. Bioresource Technology 97: 967-972.
26- Lak, S., Naderi, A., Siadat, A., Ayeneband, A., Noormahamadi, G., and Mousavi, H. 2007. Effect of different levels irrigation, nitrogen and plant density on yield, yield components and assimilate remobilization of grain maize in Khuzestan climatic conditions. Iranian Journal of Agricultural Sciences and Technology and Natural Resources 11 (42): 1-14. (In Persian with English Summary)
27- Majidian, M., Ghalavand, A., Kamgar Haghighi, A.A., and Karimian, N. 2008. Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components in grain maize cv. SC 704. Iranian Journal of Crop Sciences 10(3): 303-330. (In Persian with English Summary)
28- Malakouti, M.J., and Hommaie, M. 2003. Fertility of Arid and Semi–Arid Soils, Problems and Solutions. Tarbiat Modaress University Publications, Iran 494 pp. (In Persian)
29- Martin, D.L., Watts, D.G., Mielke, L.N., Frank, K.D., and Eisen-Hauer, D.E. 1982. Evolution of nitrogen and irrigation management for corn production using water high in nitrate. Soil Science Society of American Journal 49: 1056-1062.
30- Mohanty, S., Kumar Paikaray, K., and Rajan, A.R. 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.)–corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. Geoderma 133: 225-230
31- Moll, R.H., Kamprath, E.J., and Jackson, W.A. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agronomy Journal 74: 562-564.
32- Murphy, J., and Riley, J.P. 1962. A modified single solution for determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta 27: 35-36.
33- National Research Council. 2000. Clean coastal waters: Understanding and reducing the effects of nutrient pollution. National Academy Press, Washington, DC.
34- Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. American methods of soil analysis. In A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds). Part II: chemical and microbiological properties, Society of Agronomy Madison, WI, USA p. 403-430.
35- Ould Ahmed, B.A., Inoue, M., and Moritani, S. 2010. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. Agricultural Water Management 97: 165-170.
36- Russo, M.A., Belligno, A., Wu, J.Y., and Sadro, V. 2010. Comparing mineral and organic nitrogen fertlizer impact on soil–plant–water system in a succession of three crops. Recent Research in Science and Technology 2: 14-22.
37- Schepers, J.S., Moravek, M.G., Alberts, E.E., and Frank, K.D. 1991. Maize production impacts on groundwater quality. Journal of Environmental Quality 20: 12-16.
38- Sharma, A.R., and Mittra, B.N. 1988. Effect of combinations of organic materials and nitrogen fertilizer on growth, yield and nitrogen uptake of rice. Journal of Agricultural Science 111: 495-501.
39- Simard, R.R. 1993. Ammonium acetate-extractable elements. In: "M.R. Carter (Ed.)". Soil sampling and methods of analysis. Boca Raton F.L. USA: Lewis Publishers. p. 39-42.
40- Sogbedji, J.M., Van Es, H.M., Yang, C.L., Geohring, L.D., and Magdoff, F.R. 2000. Nitrate leaching and nitrogen budget as affected by maize nitrogen rate and soil type. Journal of Environmental Quality 29: 1813-1820.
41- Subedi, K.D., Ma, B.L., and Smith, D.L. 2006. Response of a leafy and non-leafy maize hybrid to population densities and fertilizer nitrogen levels. Crop Science 46: 1860-1869.
42- Toor, G.S. 2009. Enhancing phosphorus availability in low-phosphorus soils by using poultry manure and commercial fertilizer. Soil Science 174: 358-364.
43- Townsend, A.R., Howarth, R., Bazzaz, F.A., Booth, M.S., Cleveland, C.C., Colling, S.K., Dobson, A.P., Epstein, P.R., Holland, E.A., Keeney, D.R., Mallin, M.A., Rogers, C.A., Wayne, P., and Wolfe, A.H. 2003. Human health effects of a changing global nitrogen cycle. Frontiers Ecology and Environment 1: 240-246.
44- Uhart, S.A., and Andrade, F.H., 1995. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development to dry matter partitioning, and kernel. Crop Science 35: 1376-1383.
45- Yang, C.M., Fan, M.J., and Hsiang, W.M. 1993. Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) to water deficit timing and strength. Journal of Agricultural Research of China 42: 173-186.

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 535

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 535

# Determination of the critical period of weed control in winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Yasouj

**M. Bonyadi[1], A.R. Yadavi[2*], M. Movahhedi Dehnavi[2] and M. H. Fallah Heki[1]**

Submitted: 25-12-2010
Accepted: 01-06-2011

## Abstract

In order to determine the critical period of weed control in safflower (*Carthamus tinctorius* L.), a field study was conducted in the Agriculture Research Station of Yasouj, Iran, during 2008-2009. The experiment carried out in a Randomized Complete Block Design (RBCD) with 16 treatments and four replications. Treatments consisted of two series of treatments. The first group consisted of weed removal from planting to 5-leaf, stem elongation, mid period of stem elongation, lateral stem emergence, beginning of flowering, end of flowering, end of seed ripening stages and then weed retaining until harvest. The second group consisted of weed retaining from planting to mentioned stages and then weed removal until harvest. Two control treatments (weed free and weedy check) were also applied. In order to determine the critical period of weed control, curve fitting Gompertz equation (for weed free period) and Logistic equation (for weed infested period) were used. Results showed that seed yield (31.4%), number of heads per plant (61.5 %) and number of seeds per head (23.9 %) were significantly decreased by increasing the weed interference period, and by increasing weed-free period, these characteristics were increased significantly. With considering 10% acceptable yield losses, the critical period of weed control of safflower was 134-188 days after planting (between early stem elongation and lateral stem emergence).

**Keywords**: Competition, Gompertz, Logistic, Weed interference, Yield

1 and 2- MSc Student in Agronomy and Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: Yadavi53@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 536

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 536

# Effect of freezing stress on viola (*Viola gracilis* L.) under laboratory conditions

**A. Nezami[*1], F. Keykha Akhar[2], M. Javad Mousavi[3], E. Izadi[4], S. Nezami[2] and M. Yousef Sani[2]**

Submitted: 27-12-2010
Accepted: 01-06-2011

## Abstract

In order to evaluation of freezing tolerance in viola (*Viola gracilis* L.) under controlled conditions, a trial carried out in completely randomized design with six replications at college of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2008-2009. Seeds were planted in bed and seedlings were acclimated during natural conditions in autumn and at 5-7 leaves stage plants transferred to the thermo-gradient freezer to apply 12 freezing temperatures (0, -2, -4, -6, -8, -10, -12, -14, -16, -18, -20 and -22°C). Leaf cell's membrane integrity was measured through electrolyte leakage (EL) after the freezing and survival percentage and plant recovery (e.g. plant height and dry weight, number of branches and flowers and flower's diameter) were determined after three weeks of plant re-growth in the cold frame. As temperature decreased, EL% increased significantly and reached to the maximum in -20$^{o}$C. Survival percentage did not affected by temperatures between 0$^{o}$C to -18$^{o}$C but all plants killed in -22$^{o}$C. $LT_{50el}$ and $LT_{50su}$ were -20.0°C and -19.4°C, respectively. Decreasing the temperature lower than -18 $^{o}$C reduced plant dry matter severely and $RDMT_{50}$ was -19.2°C.

**Keywords:** Cold acclimation, Dry matter, Electrolyte leakage, Survival percentage

1, 2, 3 and 4- Associate Prof., MSc students, Instructor and Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: nezamiahmad@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 537

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 537

# The effects of soil disturbance due to land use change of forest lands to cultivated lands on biological soil quality indices of forest ecosystems of Northern Iran

**A. Beheshti Al Agha[1], F. Raiesi[2*] and A. Golchin[3]**

Submitted: 30-01-2011
Accepted: 20-08-2011

## Abstract

Land use change of forest ecosystems in northern Iran changes the soil quality of Paresar (Gilan province) and Gorgan (Gorgan province) regions. In order to study changes in some biological soil quality indices due to land use change from forest to cultivated lands, composite soil samples from two depths (0-20 and 20-40 cm) were taken from Paresar and Gorgan regions and urease, alkaline and acid phosphatase, invertase and arylsulfatase enzymes activities besides some biological properties consisting of microbial biomass carbon and nitrogen, carbon and nitrogen mineralization and respiration due to substrate addition were measured. Results showed that land use change caused biomass carbon (44-82%), biomass nitrogen (30-200%) and their ratio (20-30%), carbon mineralization (11-67%), nitrogen mineralization (3-68%), respiration due to substrate (8-45%) and microbial enzymes activates to decrease in both regions (expect carbon and nitrogen mineralization in Paresar region). However, the metabolic coefficient ($qCO_2$) in both regions increased due to land use change. Therefore, agricultural practices in forest lands cause oxygen availability to increase for soil microorganisms and this phenomenon stimulates the microbial activity and enhances organic matter decomposition and $CO_2$-C emission from soil resulting in soil quality reduction. Also enhancement of carbon mineralization (microbial respiration), decreases soil organic matter concentration and reduces energy for microorganisms and this phenomenon caused soil microbial population to gradually decrease. According to the results it is recommended to reduce soil disturbance by using no-tillage or minimum tillage systems and planting perennial legumes can decrease greatly the harmful effects of cultivation.

**Keywords:** Carbon and nitrogen mineralization, Cultivation, Enzymes activity, Land use change, Microbial biomass

1, 2 and 3- Instructor in Soil Science Department, College of Agriculture, Razi University of Kermanshah (PhD student in Soil Science, Shahrekord University), Associate Prof. in Soil Science Department, College of Agriculture, Shahrekord University and Prof., in Soil Science Department, College of Agriculture, Zanjan University, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: f_raiesi@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 538

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 538

# Investigation of growth indices and yield of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in competition with rye (*Secale cereale* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) weeds

**B. Saadatian[1], G. Ahmadvand[2*] and F. Soleymani[1]**
Submitted: 30-01-2011
Accepted: 20-08-2011

## Abstract

This research was investigated to evaluate growth indices and competitive ability of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in interference with two species of narrow and broad leaf weeds as two separated experiments based on a randomized complete block design with three replications at Agricultural Faculty of Bu-Ali Sina University, during 2008-2009. In both experiments, Alvand and Sayson cultivars were planted at 450 plants.m$^{-2}$. In the 1$^{st}$ experiment, rye (*Secale cereale* L.) with densities of 0, 20, 40, 60 and 80 plants.m$^{-2}$ were planted between wheat rows. In the 2$^{nd}$ experiment, wild mustard (*Sinapis arvesis* L.) with densities of 0, 8, 16, 24 and 32 plants.m$^{-2}$ were planted. Results showed that increasing plant density in both weed species led to reduction of leaf area index, dry matter accumulation, crop growth rate, leaf area index duration, biomass duration, and yield of wheat cultivars. Mentioned traits and grain yield of Alvand showed less decrease in competition with both weed species. Sayson plant height was decreased with increasing weed density but such observation was not found in Alvand cultivar. Individual plant damage of wild mustard on two wheat cultivars was more than that of rye. Overall, Alvand competability against both weed species was more than Sayson.

**Keywords**: Biomass duration, Leaf area index duration, Model, Yield loss

1 and 2- MSc Student and Associate Prof. of Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: gahmadvand@basu.ac.ir)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 539

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 539

# Effect of flaming on wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) soil seed bank, soil micro organisms and physicochemical characteristics

**H. Salimi[1*], S. Samavat[2] and P. Shimi[1]**
Submitted: 03-03-2011
Accepted: 20-08-2011

## Abstract

In order to study the effect of flaming on seed viability of *Sinapis arvensis* L., changes in microorganisms population and physicochemical characteristics of soil after canola (*Brassica napus* L.) harvesting, an experiment was carried out based on randomized complete block design with four replications and eight treatments at Karaj Research Center, Iran, during 2005- 2006. After harvesting canola at the end of spring, wild mustard seeds were distributed evenly on the surface of the soil. In some plots, canola stubbles were left on the ground and in some plots canola stubbles were taken off. Under this condition, the following treatments were applied: Flaming under wet and dry soil condition, burning stubbles under wet and dry soil condition. In other plots canola stubbles were taken off the plots and then flaming was applied under wet and dry soil conditions. Check plots did not receive any treatment. Results indicated that all treatments reduced seed viability, and the highest loss in seedling density occurred in the flaming treatment on dry-soil. Flaming did not have any serious affect on soil microorganisms or on its other physiochemical aspects, however dry-soil treatments proved the safest.

**Keywords:** Heat shock, Organic matter, Seed germination, Seed viability

1 and 2- Research Instructor, Iranian Research Institute of Plant Protection and Researcher, Iranian Research Institute of Soil and Water, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: hom_salimi@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 540

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 540

# Economical factors of wheat (*Triticum aestivum* L.) diversity: econometric estimation

**S.S. Hamraz[1], M.R. Kohansal[2]*, M. Ghorbani[2] and A.R. Koocheki[3]**
Submitted: 11-03-2011
Accepted: 20-08-2011

## Abstract

In this study tried to calculate attributed-based index and measurement of farmer's attention to wheat (*Triticum aestivum* L.) seed environmental, cropping and marketing attribute and evaluate social– economical factors influencing on this index. After this estimation, effective factors have selected. Related data to 102 Mashhad wheat producers, Iran were used for estimations Poisson regression. Results showed that in seed characteristics set; marketability and taste were more important factors. Also, results of this study corroborant previews study and only variables age and family number make difference. Also, education, farming and non–farming income, farming experience, farm area and loan receive have positive effect on these characteristics.

**Keywords:** Attribute-based index, Biodiversity, Poisson regression

1, 2 and 3- MSc Student and Associate Prof., Department of Agricultural Economics and Prof. Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: kohansal1@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 541

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 541

# Influence of intensity and exposure duration of magnetic field on behavior of seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.)

**H. Feizi[1]*, P. Rezvani Moghaddam[2], A. Koocheki[2], N. Shahtahmassebi[3] and A. fotovat[4]**

Submitted: 11-03-2011
Accepted: 20-08-2011

## Abstract

In order to study the effect of intensity and exposure duration magnetic field on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination an experiment was conducted in laboratory of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. The experiment was including 11 treatments as three level of magnetic field intensities (pretreatment of seeds with 50, 100 and 150 mT magnetic field) and three exposure durations (10, 20 and 30 minutes), permanent magnetic field with intensity 3 mT and control. Results indicated that the lowest mean germination time (MGT) was found in 100 mT magnetic field with 20 min exposure duration. MGT was reduced by 43 percent in comparison to control at 100 mT magnetic field with 20 min exposure duration. In contrast the highest and the lowest germination rate was showed in 100 mT magnetic field with 20 min exposure duration and 150 mT magnetic field with all of the durations respectively. Magnetic treatments not affected on seed germination. Magnetic field stimulated shoot growth more than root growth. The highest shoot length was achieved in 100 mT magnetic field with 10, 30 and 20 min exposure duration and the lowest was shown in control. Magnetic treatments increased shoot length by 27 percent comparing to control. Magnetic treatments not affected shoot, root, seedling dry matter, and vigor index II. It seems that low magnetic field intensities had a simulative effect on germination traits whereas high intensities had a negative effect.

**Keywords**: Mean germination time, Physical treatments, Seedling length, Vigor index

1, 2, 3 and 4- PhD student in Crop Ecology and Prof., Department of Agronomy, Prof., Department of Physics and Associate Prof., Department of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: hasanfeizi@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 542

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 542

# Effect of chemical and organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) forage

**A.A. Mohammad Abadi[1], P. Rezvani Moghaddam[2*], J. Fallahi[3] and Z. Bromand Rezazadeh[3]**

Submitted: 21-10-2010
Accepted: 06-02-2011

## Abstract

In order to study the effect of different organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of fenugreek forage, an experiment was conducted based on completely randomized block design with six treatments and three replications at Agricultural Research Station, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2006. The experimental treatments were four organic fertilizers (40 $t.ha^{-1}$ cow manure, 30 $t.ha^{-1}$ sheep manure, 20 $t.ha^{-1}$ hen manure, and 30 $t.ha^{-1}$ compost), chemical fertilizer (250 $kg.ha^{-1}$ ammonium phosphate + 100 $kg.ha^{-1}$ urea) and control (no-fertilizer).The results showed that there were no significant differences between different fertilizer treatments in terms of all quantitative and qualitative characteristics. However, the highest fresh forage yield (5618 $kg.ha^{-1}$) and dry forage yield were obtained in using chemical fertilizer treatment. The highest leaf dry matter and organic matter digestibility and the lowest stem dry matter and organic matter digestibilities were produced in hen manure treatment. Chemical fertilizer treatment produced the lowest leaf dry matter and organic matter digestibility and the highest stem dry matter and organic matter digestibility. Generally, within studied fertilizers, chemical fertilizer had relatively higher effect on quantitative studied criteria.

**Keywords**: Animal manure, Digestibility, Forage nutritive value, Leaf and stem percentages

1, 2 and 3- Instructor, Prof., and PhD. Student of Crop Ecology, Center of Excellence for Special Crops, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

# Effect of seeds rates on yield and yield components of three rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties in Neka, Mazandaran

**V. Sina[1]* and V. Rameeh[2]**
Submitted: 11-03-2011
Accepted: 20-08-2011

## Abstract

In order to investigate the effect of seed rate on seed yield and yield components of three rapeseed varieties, a split- plot experiment was conducted in randomized complete block design with four replicates during 2008-2009 at Baykola Agricultural Research Station, Neka, Mazandaran province. In this experiment four seed rates (5, 7, 9 and 11 kg.ha$^{-1}$) as main plots, three rapeseed cultivars (Hyola 401, RGS-003 and Sarigol) as sub plots were assessed. Each plot was included six lines with five meter length and distance between lines was 30 cm. Results showed that the effect of seed rates on seed yield and number of pods per plant was significant. The highest grain yield (4829 kg.ha$^{-1}$) was related to the lowest seed rates. The effect of varieties on the secondary branch number, 1000-seed weight of pods per plant and seed yield were significant. Hyola 401 with 5033 kg.ha$^{-1}$ was performed better than RGS-003 and Sarigol (PF) with 4357 and 4066 kg.ha$^{-1}$ seed yield, respectively. Significant positive correlation of seed yield with 1000-seed weight, number of pods per plant, number of seed per pod indicating that Hyola 401 with highest yield components at the different plant density had the highest seed yield.

**Keywords**: Correlation, Lateral branches, Pod

1 and 2- Graduated student in Agronomy, Qaemshahr Azad University and Scientific Member of Agricultural and Natural Resources Research Center of Mazandran, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: Vali.6507@gmail.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 544

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 544

# Effect of seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination components and seedling growth of corn (*Zea mays* L.)

**R. Seyed Sharifi[1*] and K. Khavazi[2]**
Submitted: 11-03-2011
Accepted: 20-08-2011

## Abstract

In order to investigate the effects of seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination components and seedling growth of corn (*Zea mays* L.), a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at the seed technology laboratory of Mohaghegh Ardabili University, Iran, during 2008. Studied factors were: corn cultivars in four levels (SC-434, Kenez, DC-370 and SC-301) and seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria in three levels (no inoculation, seed inoculation with *Azetobacter chorchorum* strain 5, *Azosprilium lipoferum* strain OF). The results showed that seed inoculation with PGPR had significant effect on growth seedling, uniformity of germination, Radicle and plumule dry weight, germination percentage of corn. Cultivars had different response to germination indices and seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Seed inoculation with PGPR increased germination indices. Seed inoculation with *Azosprilium lipoferum* strain OF increased proportion of radicle to plumule, longer radicle and plumule compared with inoculation with *Azetobacter chorchorum* strain 5 and no inoculation. Thus, in order to increasing of germination indices and seedling growth, it can be suggested that seeds inoculation of SC-434 was applied with *Azosprilium lipoferum* strain OF.

**Keywords**: Germination indices, Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), Seed biopriming.

1 and 2- Associate Prof., College of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, and Assistance Prof., Research Institute of Soil and Water , Tehran, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: Raouf_ssharifi@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 545

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 545

# Study of growth and development features of ten ground cover plants in Kish Island green space in warm season

**S. Shooshtarian[1*], H. Salehi[2] and A. Tehranifar[3]**
Submitted: 06-04-2011
Accepted: 20-08-2011

## Abstract

Having special ecological condition, Kish Island has a restricted range of native species of ornamental plants. Expansion of urban green space in this Island is great of importance due to its outstanding touristy position in the South of Iran. The purpose of this study was to investigate the growth and development of groundcover plants planted in four different regions of Kish Island and to recommend the most suitable and adaptable species for each region. Ten groundcover species included *Festuca ovina* L., *Glaucium flavum* Crantz., *Frankenia thymifolia* Desf., *Sedum spurium* Bieb., *Sedum acre* L., *Potentilla verna* L., *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus., *Achillea millefolium* L., *Alternanthera dentata* Moench. and *Lampranthus spectabilis* Haw. Evaluation of growth and development had been made by measurement of morphological characteristics such as height, covering area, leaf number and area, dry and fresh total weights and visual scoring. Physiological traits included proline and chlorophyll contents evaluated. This study was designed in factorial layout based on completely randomized blocks design with six replicates. Results showed that in terms of indices such as covering area, visual quality, height, total weight, and chlorophyll content, Pavioon and Sadaf plants had the most and the worst performances, respectively in comparison to other regions' plants. Based on evaluated characteristics, *C. acinaciformis*, *L. spectabilis* and *F. thymifolia* had the most expansion and growth in all quadruplet regions and are recommend for planting in Kish Island and similar climates.

**Keywords:** Climatic conditions, Compatible species, Covering area, Morphologic features, Ornamental plants

1, 2 and 3- Member of Young Researchers Club, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Associate Prof. from College of Agriculture, Shiraz University and Associate Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: S.shooshtarian@Yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 546

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 4، زمستان 1390، ص. 546

# The response of N and P efficiency in forage maize to different urea and broiler litter levels under short-term drought stress conditions

**S. Neisani[1], S. Fallah[*2] and F. Raiesi[3]**
Submitted: 06-04-2011
Accepted: 20-08-2011

## Abstract

Water and nutrient availability are two major constraints to forage maize production in arid and semi-arid areas; however, the effect of different N levels from organic and inorganic sources on nutrient (i.e., N and P) efficiency under drought stress conditions is not well known for maize faming. Thus, a field study was conducted with the objective of determining the effect of N fertilization and drought stress on N and P efficiencies in maize (cv. SC 704) crop. The experimental setting consisted of four rates of N application (0, 100, 200 and 300 $kg.ha^{-1}$ N) as urea and broiler litter and two irrigation regimes (full irrigation and irrigation stop at tasseling stage lasted only for two weeks) that carried out at the Research Station of Agricultural Faculty, Shahrekord, Iran, during 2008-2009. Results indicated that no significant difference in N and P efficiencies between the two irrigation regimes. Although the effects of fertilizer treatments on N agronomic efficiency, N physiological efficiency, P agronomic efficiency and aboveground dry matter were significant, but N and P recovery efficiencies and P physiological efficiency were not significantly affected by N treatments. The highest aboveground dry matter (32289 kg $ha^{-1}$) and N agronomic efficiency (62.7 $kg.kg^{-1}$) were observed with 300 $kg.ha^{-1}$ N from broiler litter, but this efficiency did not differ from all urea N levels. The application of 100 $kg.ha^{-1}$ N from broiler litter resulted in the greatest N and P physiological efficiencies (141 and 114 $kg.kg^{-1}$, respectively) and these efficiencies were significantly different from all urea N levels. It is concluded that broiler litter application have had higher N agronomic and physiological efficiencies than urea application, and that short-term drought stress at tasseling stage apparently does not have an influence on the response of nutrient efficiencies to different N rates and sources.

**Keywords**: Eutrophication, Nitrogen use efficiency, Nutrient, Organic manure

1, 2 and 3- Graduated student in Agronomy, Assit. Prof. in Crop Ecology and Associate Prof. in Soil Science, College of Agriculture, Shahrekord University, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: falah1357@yahoo.com)