

## ارزیابی تحمل به خشکی در اکوتیپ‌های مختلف یونجه (*Medicago sativa*) در شرایط آبی و دیم

فرید نورمند مؤید<sup>۱\*</sup>، علی اشرف جعفری<sup>۲</sup> و احمد رزبان حقیقی<sup>۳</sup>

\*۱- نویسنده مسئول مکاتبات، مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز،

پست الکترونیک: farid.nm@areo.ir

۲- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۳- کارشناس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۰۳

### چکیده

به منظور ارزیابی تحمل به خشکی در یونجه، ۴۹ اکوتیپ یونجه زراعی (*Medicago sativa*) در قالب طرح لاتیس مربع ساده در شرایط آبی و دیم به مدت سه سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خسروشهر (تبریز) ارزیابی شد. صفت عملکرد علوفه خشک در دو شرایط آبی و دیم طی دو سال اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که بین اکوتیپ‌های یونجه و سال‌ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت. در شرایط آبی میانگین عملکرد علوفه خشک ۹/۰۱ تن در هکتار و در شرایط دیم ۴/۹۴ تن در هکتار بود. تجزیه خوشه‌ای اکوتیپ‌های یونجه را از نظر عملکرد علوفه خشک و شاخص‌های تحمل به خشکی به خوبی گروه‌بندی کرد. در گروه ۳ اکوتیپ‌های شماره ۱۴، ۲۵، ۳۷، ۳۲، ۱۱، ۱۳ و ۱۰ با میانگین ۶/۴۲ تن در هکتار عملکرد علوفه خشک در شرایط دیم و با متوسط تحمل به تنش خشکی ۰/۹۵، یک خوشه متحمل به خشکی با عملکرد مطلوب را تشکیل دادند. بر اساس شدت تنش خشکی ( $SI=0/452$ )، شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش خشکی اکوتیپ‌های ۱۴ (خرم‌آباد) و ۳۲ (فریدن) به ترتیب با متوسط عملکرد ۸/۷۴ و ۷/۲۶ تن در هکتار در شرایط دیم، متحمل به خشکی شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: یونجه، تحمل به خشکی، عملکرد علوفه.

### مقدمه

تاکنون حرکتی همه جانبه در بهبود این وضعیت انجام نشده است. از طرفی خشکی و خشکسالی کشور ما را تهدید می‌کند و ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود. کاهش میزان بارش و محدودیت منابع آبی به موازات تبخیر و تعرق زیاد از ویژگی‌های دائمی این نواحی بوده که توجه بیشتر به تحقیقات خشکی و انتخاب ارقام متحمل به خشکی را ضروری می‌سازد (Heydari Sharifabadi, 2001). در

عملکرد گیاهان تحت تأثیر شرایط محیطی، ساختار ژنتیکی و اثر متقابل آنهاست. اگرچه تنش‌های زنده و غیرزنده از عوامل مهم کاهش تولید بوده، اما در حال حاضر میزان نزولات جوی یا آب آبیاری، تشعشع و درجه حرارت مهمترین عوامل مؤثر در عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شوند (Entz & flower, 1990). بررسی‌ها نشان می‌دهد مراتع کشور ما از نظر میزان تولید روند نزولی را طی کرده و

## مواد و روش‌ها

این طرح تحقیقاتی در بهار سال ۱۳۸۴ به مدت سه سال در ایستگاه تحقیقاتی خسروشهر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی اجرا شد. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۱۳۵۹ متر، مختصات جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴۶ دقیقه طول شرقی و ۱۵ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی، حداکثر و حداقل دمای مطلق منطقه به ترتیب ۳۹ و ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۳۲۱/۵ میلی‌متر می‌باشد. خاک سطحی ایستگاه دارای بافت شنی و خاک زیرین دارای بافت لومی و قابلیت نفوذ نسبتاً سریعی دارد. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر و pH آن ۷/۹ می‌باشد.

در این بررسی، ۴۲ اکوتیپ از یونجه زراعی (*Medicago sativa*) از بخش بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور به همراه هفت اکوتیپ یونجه محلی از نقاط مختلف استان آذربایجان شرقی به عنوان شاهد های محلی انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۲).

برای اجرای طرح، ابتدا بستر کشت با عملیات شخم، تسطیح و کرت‌بندی (شرایط آبی به صورت نشتی و شرایط دیم به صورت مسطح) آماده شد. کودپاشی بر اساس تجزیه خاک به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفات و ۱۰۰ کیلوگرم کود ازته در هکتار انجام شد. سپس ۴۹ اکوتیپ یونجه در دو آزمایش دیم و آبی هریک در قالب طرح لاتیس ساده (۷×۷) با دو تکرار در نیمه دوم فروردین سال ۱۳۸۴ کشت شدند. هر کرت شامل ۳ خط یک متری به فواصل خطوط ۲۵ سانتی‌متر و میزان بذر مصرفی بر اساس وزن هزار دانه، ۳۰۰ دانه در متر مربع تنظیم شد.

پس از کاشت، هر دو آزمایش (دیم و آبی) برای جوانه‌زنی بذرها به‌طور یکسان آبیاری شدند. بعد از جوانه‌زنی در آزمایش تحت شرایط تنش هیچگونه آبیاری انجام نشد و دوره‌های آبیاری آزمایش بدون تنش نیز بر اساس عرف منطقه هر ۱۵ روز یکبار بود. بر اساس زمان‌بندی طرح، سال اول ۱۳۸۴ به عنوان سال استقرار در نظر گرفته شد. در طول فصول بهار و تابستان سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در چهار چین (شرایط

مقابله با این بحران‌ها می‌توان کشت گیاهانی از تیره لگوم مانند یونجه را توصیه کرد که حداکثر بهره‌وری از آب را دارند. این گیاهان در تولید علوفه، کاهش فرسایش خاک، تثبیت نیتروژن هوا، اصلاح ساختمان خاک، افزایش نگهداری آب قابل دسترس و کنترل علف‌های هرز نقش بسزایی دارند (Pukridge & French, 1986). یکی از اهداف راهبردی در برنامه‌های به‌نژادی، معرفی یک یا چند ژنوتیپ سازگار برای کشت در یک یا چند ناحیه است، که باید بر اساس آن واکنش این ژنوتیپ‌ها در محیط‌های متفاوت بررسی گردد. از مهمترین شاخص‌های ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها به شرایط محیطی، مطالعه اثرمتقابل ژنوتیپ و محیط است. پایداری عملکرد یک ژنوتیپ از طریق عدم تغییرات قابل ملاحظه آن در محیط‌هایی که دارای شرایط محیطی یکسان نباشند، ارزیابی می‌شود (Rosielle & Hamblin, 1981). در مناطق نیمه‌خشک که پراکندگی بارش متناسب نیست، قابلیت عملکرد در شرایط تنش بهترین معیار تحمل به خشکی محسوب نمی‌شود، بلکه پایداری عملکرد و مقایسه میزان عملکرد در شرایط تنش و مطلوب به عنوان معیارهای مناسب برای واکنش ارقام به تنش رطوبتی می‌باشند (Simane et al., 1993). بنابراین به نظر می‌رسد ارقامی که در شرایط آبیاری مناسب و آبیاری محدود، عملکرد یکسانی داشته باشند یا حداقل تفاوت عملکرد آنها کم باشد نسبت به خشکی دارای تحمل نسبی هستند (Ehdaie, 1993). طبق نظر Fischer و Maurer (۱۹۸۷)، معیار تحمل به خشکی، وضعیت عملکرد در شرایط خشک به حساب می‌آید. بنابراین، وضعیت عملکرد نسبی گونه‌ها در شرایط تنش خشکی و در شرایط مطلوب به عنوان یک نقطه شروع برای شناسایی صفات مربوط به خشکی و انتخاب گونه‌ها برای اصلاح در محیط‌های خشک است.

هدف از اجرای این طرح، ارزیابی تحمل به خشکی اکوتیپ‌های مختلف یونجه و معرفی ژنوتیپ‌های پرمحصول و متحمل به خشکی برای کشت در دیمزارهای کم بازده و احیاء مراتع کم بازده می‌باشد.

به منظور تعیین اکوتیپ‌های متحمل به خشکی مقادیر شدت تنش (SI) و شاخص‌های تحمل به خشکی (STI) و حساسیت به خشکی (TOL) اکوتیپ‌ها محاسبه و دیاگرام سه بعدی مربوط به آنها نیز رسم شد. شاخص حساسیت به خشکی (TOL) حاصل از اختلاف عملکرد محیط بدون تنش و محیط تنش می‌باشد. میزان بالای شاخص TOL نشانگر حساسیت به خشکی است و هر قدر میزان این شاخص پائین‌تر باشد مطلوب‌تر است. بدیهی است که انتخاب بر اساس این شاخص سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در محیط تنش عملکرد بالاتر و یا در محیط بدون تنش عملکرد بالقوه پائینی دارند. البته شاخص تحمل به خشکی (STI) منجر به شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش می‌شود. میزان بالای STI یک ژنوتیپ، نمایانگر تحمل به خشکی بیشتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ است (Fernandez, 1992).

آبی) و دو چین (شرایط دیم) صفت عملکرد علوفه خشک برای ارزیابی تحمل به خشکی اندازه‌گیری شد. در هر چین وزن علوفه تر هر کرت در مرحله ۵۰ درصد گلدهی بلافاصله پس از برداشت در مزرعه توزین شد. سپس ۳۰۰ گرم علوفه تر از هر کرت به صورت تصادفی جدا و در پاکت قرار داده و برای تعیین وزن ماده خشک به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های علوفه در آزمایشگاه در دمای ۷۵°C به مدت ۴۸ ساعت خشک و بلافاصله توزین شدند و بر اساس جمع عملکرد کلیه چین‌ها در هر سال عملکرد علوفه خشک بر حسب تن در هکتار محاسبه شد. برای مبارزه با سرخرطومی یونجه، در چین اول هر سال قبل از گلدهی از سم دیازینون به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار استفاده شد. مبارزه با علف‌های هرز نیز به روش مکانیکی انجام گردید. پس از تنظیم داده‌های دو سال، تجزیه مرکب لاتیس مربع ساده بر اساس عملکرد علوفه خشک در آزمایش‌های آبی و دیم به طور جداگانه و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد (Steel & Torrie, 1980).

$$TOL = y_n - y_s \quad STI = \left(\frac{y_n}{y_n^-}\right) \left(\frac{y_s}{y_s^-}\right) \left(\frac{y_s^-}{y_n^-}\right) \quad SI = 1 - \left(\frac{y_s}{y_n}\right)$$

بدون تنش با استفاده از میانگین داده‌های استاندارد شده و به روش Ward انجام شد (Manly, 1994).

$y_s$  و  $y_n$  به ترتیب عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در شرایط

بدون تنش و تنش

$y_s^-$  و  $y_n^-$  به ترتیب میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و تنش

نتایج تجزیه مرکب بر اساس عملکرد علوفه خشک در قالب طرح لاتیس مربع ساده برای شرایط دیم و آبی به صورت جداگانه (جدول ۱) نشان داد که در هر دو شرایط دیم و آبی بین سال‌ها و بین اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت.

برای گروه‌بندی اکوتیپ‌ها از متحمل تا حساس به خشکی، تجزیه خوشه‌ای بر اساس شاخص تحمل به خشکی STI و عملکرد علوفه خشک در شرایط تنش و

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه مرکب لاتیس مربع ساده بر اساس عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) در شرایط دیم و آبی

منابع تغییر	درجه آزادی	دیم	آبی
سال	۱	۲۳/۷۵۳**	۲۲۷/۵۸**
ژنوتیپ	۴۸	۳/۳۷۷*	۹/۵۲۷*
سال × ژنوتیپ	۴۸	۰/۲۴۹	۱/۳۸۴
اشتباه	۷۲	۲/۱۰۵۵	۶/۱۵۱

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

در شرایط آبی میانگین عملکرد علوفه خشک ۹/۰۱ تن در

هکتار در سال و در شرایط دیم ۴/۹۴ تن در هکتار در سال بود که نشان دهنده کاهش عملکرد تحت تنش خشکی بود. بیشترین عملکرد علوفه خشک در شرایط آبی به ترتیب مربوط به اکوتیپ‌های شماره ۴۳ (هشترود) و ۱۴ (خرم‌آباد) با عملکرد ۱۶/۱۳ و ۱۳/۵ تن در هکتار و در شرایط دیم نیز بیشترین عملکرد علوفه خشک به ترتیب مربوط به اکوتیپ‌های شماره ۱۴ (خرم‌آباد)، ۴۷ (محلی آذربایجان شرقی)، ۴۱ (قزاقستان)، ۳۲ (فریدن) و ۵ (کردستان) با عملکرد ۷ تا ۸/۵ تن در هکتار

بود (جدول ۲).

میزان تحمل به خشکی در اکوتیپ‌ها توسط شاخص‌های حساسیت به خشکی TOL و تحمل به خشکی STI بر اساس عملکرد علوفه خشک در شرایط بدون تنش ( $Y_p$ ) و دارای تنش ( $Y_s$ ) برای تعیین مناسب‌ترین اکوتیپ‌های متحمل به خشکی در جدول ۲ و شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. طبق فرمول فیشر شاخص شدت تنش خشکی  $SI = 0.452$  برآورد گردید. بر اساس این میزان، دو اکوتیپ ۱۴ (خرم‌آباد) و ۳۲ (فریدن) دارای بالاترین تحمل به خشکی بودند.

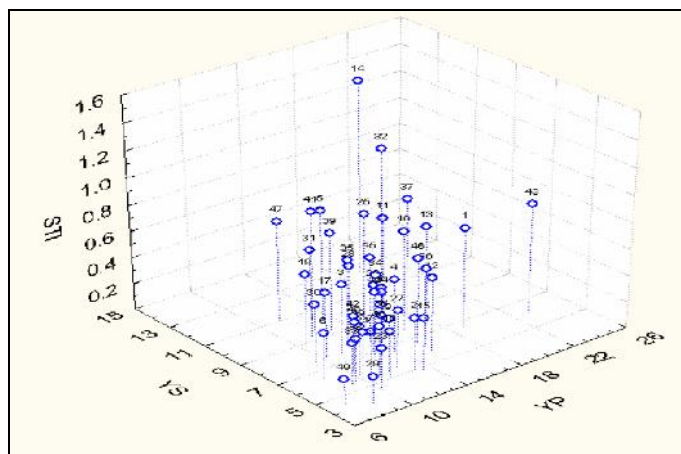
جدول ۲- برآورد میزان تحمل به خشکی در اکوتیپ‌های یونجه بر اساس عملکرد علوفه خشک دیم و آبی

و شاخص‌های STI و TOL

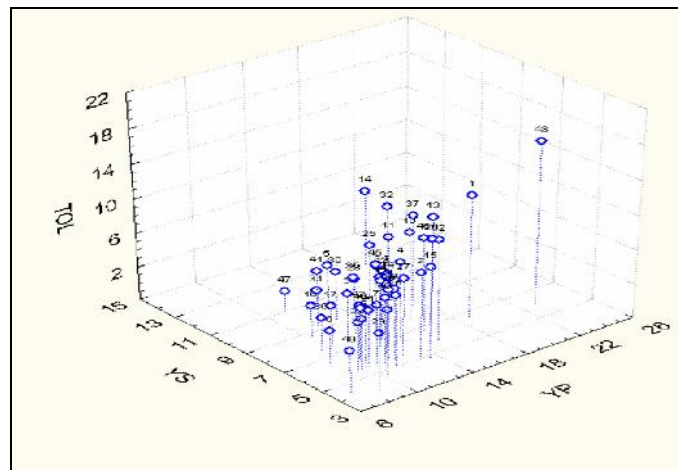
ردیف	کد نمونه	نام	منشأ	عملکرد در شرایط آبی (ton/h)	عملکرد در شرایط دیم (ton/h)	TOL	STI
۱	KR-2569	-	ایتالیا (فائو)	۱۳/۲۷	۴/۶۳	۸/۶۴	۰/۷۶
۲	KR-771	-	خارجی	۹/۱۴	۳/۵۲	۵/۶۲	۰/۴۰
۳	KR-337	UN320	ایتالیا (فائو)	۷/۹۷	۵/۳۳	۲/۶۴	۰/۵۲
۴	KR-1004	همدانی	همدان	۹/۶۶	۴/۶۱	۵/۰۵	۰/۵۵
۵	KR-190	-	کردستان	۹/۴۲	۷/۱۴	۲/۲۸	۰/۸۳
۶	ES-44	رهنانی	رهنان زرین شهر	۵/۹۹	۴/۵۴	۱/۴۵	۰/۳۴
۷	ES-257	خارجی	CV.Swpondus	۷/۴۱	۳/۸۴	۳/۵۷	۰/۳۵
۸	KR-2199	-	قزاقستان	۹/۰۲	۴/۶۲	۴/۴	۰/۵۱
۹	ES-65	زرد شیرازی	شیراز	۸/۲۹	۳/۸۶	۴/۴۳	۰/۳۹
۱۰	ES-229	محلی	-	۱۱/۲۶	۵/۴۲	۵/۸۴	۰/۷۵
۱۱	ES-215	یونجه زرد	فریدونشهر	۱۰/۹۸	۵/۹۹	۴/۹۹	۰/۸۱
۱۲	ES-25	سبزواری	سبزوار	۱۰/۸۶	۴/۱۰	۶/۷۶	۰/۵۵
۱۳	KR-20246	محلی	تبریز	۱۲/۰۸	۵/۱۸	۶/۹	۰/۷۷
۱۴	KR-3001	خرم‌آباد	خرم‌آباد	۱۳/۵۶	۸/۷۴	۴/۸۲	۱/۴۶
۱۵	ES-235	محلی	-	۹/۴۲	۳/۳۹	۶/۰۳	۰/۳۹
۱۶	ES-169	محلی	همدان	۷/۹۶	۳/۵۸	۴/۳۸	۰/۳۵
۱۷	KR-228	محلی	-	۷/۲۹	۵/۴۲	۱/۸۷	۰/۴۹
۱۸	ES-83	محلی	فلاورجان	۷/۲۶	۶/۱۵	۱/۱۱	۰/۵۵
۱۹	KR-2567	-	ایتالیا (فائو)	۷/۲۲	۴/۱۴	۳/۰۸	۰/۳۷
۲۰	KR-20320	محلی	کردستان	۸/۸۶	۴/۸۲	۴/۰۴	۰/۵۳

ادامه جدول ۲- برآورد میزان تحمل به خشکی ....

ردیف	کد نمونه	نام	منشأ	عملکرد در شرایط آبی (ton/h)	عملکرد در شرایط دیم (ton/h)	TOL	STI
۲۱	ES-253	محلی	-	۷/۱۳	۳/۹۵	۳/۱۸	۰/۳۵
۲۲	ES-178	محلی	همدان	۸/۵۰	۴/۳۰	۴/۲	۰/۴۵
۲۳	ES-24	یزدی	یزد	۷/۱۸	۳/۲۹	۳/۸۹	۰/۲۹
۲۴	KR-188	خرم‌آباد	خرم‌آباد	۸/۹۰	۴/۵۵	۴/۳۵	۰/۵۰
۲۵	ES-50	محلی	گرگان	۱۰/۵۳	۶/۳۷	۴/۱۶	۰/۸۳
۲۶	KR-2	UN1755	ایتالیا (فائو)	۱۰/۹۲	۴/۳۹	۶/۵۳	۰/۵۹
۲۷	ES-239	محلی	آذربایجان شرقی	۸/۸۲	۳/۹۱	۴/۹۱	۰/۴۲
۲۸	KR-20253	محلی	آذربایجان شرقی (اهر)	۸/۷۱	۵/۵۹	۳/۱۲	۰/۶۰
۲۹	ES-43	محلی	اسلام‌آباد	۵/۹۹	۲/۷۴	۳/۲۵	۰/۲۰
۳۰	ES-110	وحشی	-	۶/۶۵	۵/۳۳	۱/۳۲	۰/۴۴
۳۱	KR-332	Yazd22057	یزد	۸/۰۹	۶/۵۶	۱/۵۳	۰/۶۵
۳۲	KR-20285	محلی	فریدن	۱۲/۶۶	۷/۲۶	۵/۴	۱/۱۳
۳۳	ES-254	محلی	-	۶/۴۷	۳/۸۶	۲/۶۱	۰/۳۱
۳۴	KR-1163	محلی	ارومیه	۹/۲۱	۴/۹۸	۴/۲۳	۰/۵۷
۳۵	KR-616	-	خارجی	۸/۸۱	۵/۷۳	۳/۰۸	۰/۶۲
۳۶	KR-1009	-	فرانسه	۸/۲۱	۴/۰۳	۴/۱۸	۰/۴۱
۳۷	KR-1005	-	فرانسه	۱۲/۱۸	۵/۹۷	۶/۲۱	۰/۹۰
۳۸	ES-27	یونجه وردشت	شاهرود	۶/۷۱	۳/۹۱	۲/۸	۰/۳۲
۳۹	ES-46	قره یونجه	خوانسار	۹/۰۸	۶/۵۶	۲/۵۲	۰/۷۳
۴۰	ES-64	بغدادی	بغداد	۷/۸۰	۳/۸۳	۳/۹۷	۰/۳۷
۴۱	KR-2197	-	قزاقستان	۹/۱۲	۷/۳۱	۱/۸۱	۰/۸۲
۴۲	ES-43	محلی	اسلام‌آباد	۷/۳۴	۴/۴۵	۲/۸۹	۰/۴۰
۴۳	-	هشت‌رود	آذربایجان شرقی	۱۶/۱۴	۴/۲۱	۱۱/۹۳	۰/۸۴
۴۴	-	قره یونجه	آذربایجان شرقی	۸/۶۹	۴/۶۶	۴/۰۳	۰/۵۰
۴۵	898	محلی (دیم)	آذربایجان شرقی	۹/۵۲	۵/۴۳	۴/۰۹	۰/۶۴
۴۶	882	محلی (منطقه سرد)	آذربایجان شرقی	۱۰/۹۶	۴/۶۹	۶/۲۷	۰/۶۳
۴۷	873	محلی (منطقه سرد)	آذربایجان شرقی	۷/۹۹	۷/۷۲	۰/۲۷	۰/۷۶
۴۸	928	محلی (منطقه سرد)	آذربایجان شرقی	۷/۲۰	۴/۲۹	۲/۹۱	۰/۳۸
۴۹	878	محلی (گرم و شور)	آذربایجان شرقی	۵/۰۵	۳/۰۹	۱/۹۶	۰/۱۹
		میانگین		۹/۰۱	۴/۹۴		
		LSD		۴/۹۴۴	۲/۸۹۲		



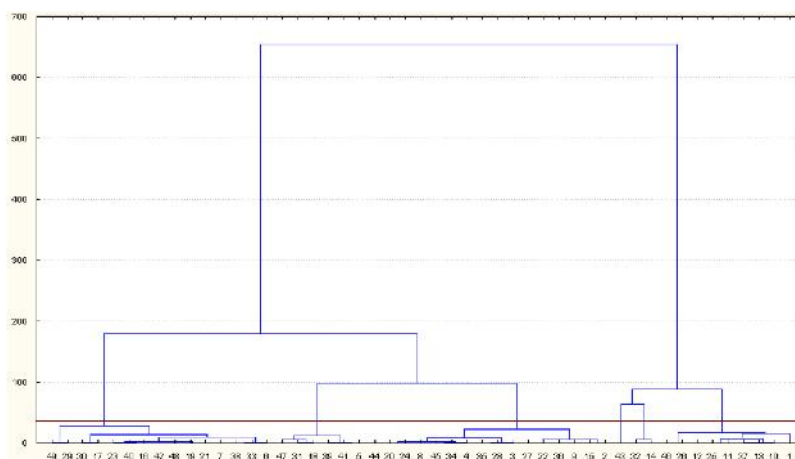
شکل ۱- دیاگرام سه بعدی برای تعیین اکوتیپ‌های متحمل به خشکی بر اساس شاخص تحمل به خشکی (STI)، عملکرد در شرایط دیم (Ys) و عملکرد در شرایط آبی (Yp) در ۴۹ اکوتیپ یونجه



شکل ۲- دیاگرام سه بعدی برای تعیین اکوتیپ‌های متحمل به خشکی بر اساس شاخص حساسیت به خشکی (TOL)، عملکرد در شرایط دیم (Ys) و عملکرد در شرایط آبی (Yp) در ۴۹ اکوتیپ یونجه

۳۷، ۱۱، ۲۵، ۱۲، ۲۶، ۴۶، ۱۴، ۳۲ و ۴۳ با میانگین ۵/۵۸ تن در هکتار عملکرد علوفه خشک در شرایط دیم و با متوسط  $STI = ۰/۸۳$  یک خوشه متحمل به خشکی را تشکیل دادند. اکوتیپ‌های گروه ۲ با متوسط  $STI = ۰/۵۶$  خوشه نیمه متحمل به خشکی و اکوتیپ‌های گروه ۱ با متوسط  $STI = ۰/۳۴$  خوشه حساس به خشکی را تشکیل دادند.

در تجزیه خوشه‌ای اکوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس شاخص تحمل به خشکی STI و عملکرد علوفه خشک در شرایط تنش و بدون تنش با استفاده از میانگین داده‌های استاندارد شده گروه‌بندی شدند (شکل ۳). برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای توجیه گروه‌بندی‌های ایجاد شده از فاصله اقلیدسی ۱۵۰ انجام شد و اکوتیپ‌ها در ۳ گروه قرار گرفتند. در گروه ۳ اکوتیپ‌های شماره ۱۰، ۱۱، ۱۳،



شکل ۳- تجزیه خوشه‌ای بر اساس شاخص تحمل به خشکی (STI)، عملکرد در شرایط دیم (Ys) و عملکرد در شرایط آبی (Yp) در ۴۹ اکوتیپ یونجه

## بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان‌دهنده وجود تنوع بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد علوفه خشک است. از این تنوع می‌توان در انتخاب و تولید ارقام برتر و اصلاح شده استفاده کرد. در انتخاب اکوتیپ متحمل به خشکی، شاخص تحمل به خشکی STI می‌تواند اکوتیپ‌هایی با قابلیت عملکرد بالا و برخوردار از قدرت تحمل به خشکی را گزینش کند و به این سبب میزان بیشتر این شاخص مبین تحمل هر چه بیشتر اکوتیپ‌ها در برابر خشکی می‌باشد (Fernandez, 1992). در این پژوهش برای تعیین اکوتیپ‌های متحمل به خشکی شاخص STI در درجه اول اهمیت در نظر گرفته شد. با وجود این، اگر دو اکوتیپ دارای شاخص تحمل به خشکی STI تقریباً یکسانی باشند اکوتیپی که دارای شاخص TOL کمتری باشد، مطلوب‌تر خواهد بود. از این‌رو اکوتیپ‌های ۱۴ (خرم‌آباد) و ۳۲ (فریدن) دارای بیشترین مقدار شاخص STI و تقریباً نزدیک به هم (۱/۴۶ و ۱/۱۳) بودند که اکوتیپ شماره ۱۴ (خرم‌آباد) با داشتن TOL کمتر (۴/۸۲) در مقایسه با اکوتیپ شماره ۳۲، (۵/۴) متحمل‌ترین اکوتیپ به خشکی تعیین شد.

در بررسی اثر خشکی بر صفات مختلف و تعیین بهترین شاخص تحمل به خشکی در ماش، Zabet و همکاران

(2003) شاخص تحمل به تنش STI را مناسب تشخیص داده و اعلام کردند که گزینش بر اساس آن می‌تواند ژنوتیپ‌های متحمل را شناسایی کند. طی مطالعاتی Esfandiary و همکاران (2008) تحمل به خشکی پنج گونه یونجه یکساله را در منطقه اسلام‌آباد غرب بررسی کردند و بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی، گونه *rigidula* را در محیط‌های آبی و گونه *turbinata* را در محیط‌های کم آبیاری و حتی دیم توصیه کردند. Tarinezhad (1998) نیز در بررسی‌های خود بر روی ارقام متحمل به خشکی نتیجه گرفت که هرچه مقدار STI محاسبه شده برای یک ژنوتیپ زیاد باشد ژنوتیپ مذکور متحمل به خشکی بوده و دارای عملکرد بالایی است. همچنین Jafari و همکاران (2012) در مقایسه تحمل به تنش خشکی برخی گونه‌های مهم مرتعی نشان دادند که در تیره *Fabaceae* گونه یونجه همدانی و یونجه یزدی متحمل‌ترین گونه و *Mellilotus officinalis* حساس‌ترین گونه نسبت به تنش خشکی بودند. بررسی‌های Jazayeri و Rezaie (2004) شاخص STI را مناسب‌ترین شاخص برای شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در یولاف معرفی کرد. در بررسی Jafari و همکاران (2003) عملکرد و کیفیت علوفه ۱۸ رقم و اکوتیپ یونجه در شرایط مطلوب و تنش خشکی، ارقام قره یونجه، همدانی،

- Heydari Sharifabadi, H., 2001. Using seawater for confronting with drought. Scientific and Extension Quarterly of Jihad Agriculture. Agricultural Aridity and Drought, No 4. p.25.
  - Jafari, A.A., Heydari Sharifabadi, H. and Nosrati, M., 2003. Evaluation of forage yield, morphological and quality traits of 18 cultivars and ecotypes of alfalfa (*Medicago sativa*) under optimum and drought conditions. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 11: 63-103.
  - Jafari, M., Barati, H., Zareh, S. and Zakeri, R., 2012. Comparison of drought resistant pasture important species. First National Conference on Desert. p.12.
  - Jazayeri, M. and Rezaie, A., 2004. Comparison of drought tolerance indices in oats. The 8<sup>th</sup> Iranian crop production and breeding congress. University of Guilan, Rasht, Iran. p.35.
  - Manly, B.F.J., 1994. Multivariate Statistical Methods. Chapman & Hall. London, 215pp.
  - Pukridge, D.W. and Freneh, R.G., 1986. The annual legume pasture in cereal ley farming system of Southern Australia. A review agriculture.; Ecosystems and Environment, 9: 29-267.
  - Rosielle, A.A. and Hamblin, J., 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non stress environment. Crop Science, 21: 943-946.
  - Simane, B., Struik, P.C., Nachit, M.M. and Peacock, J.M., 1993. Ontogenic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. Euphytica, 71:211-219.
  - Steel, R.G.D. and Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, London. 633pp.
  - Tarinezhad, A., 1998. Evaluation of winter wheat landraces under drought stress and irrigated conditions. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Tabriz University. 125pp.
  - Torknezhad, A. and Heydari Sharifabadi, H., 2000. Indices of drought tolerance in some species of annual alfalfa. Iranian Journal of Pajouhesh-va-Sazandegi, 13:10-14.
  - Zabet, M., Hoseinzade, A.H., Ahmadi, A. and Khialparast, F., 2003. Effect of water stress on different traits and determination of the best water stress index in Mung bean (*Vigna radiata*). Iranian Journal of Agricultural Sciences, 34: 889-898.
- نوماد، فائو ۲۴۳۵، هانتربریور و سنت لویز ۱۵۲۹ را برای زراعت دیم معرفی کردند. از نظر کیفیت علوفه، قره یونجه نسبت به یونجه همدانی از کیفیت بهتری برخوردار بود. مطالعات انجام شده توسط Heydari و Torknezhad (2000) نشان داد که در تحمل به خشکی شش گونه یونجه یکساله با افزایش شدت تنش، پتانسیل آبی برگ در تمام گونه‌ها منفی تر شد. در این آزمایش گونه *radiata* متحمل‌ترین گونه به خشکی معرفی شد.
- بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، توصیه می‌شود در نواحی مختلف و رفع چالش‌های متفاوت، از جمعیت‌های موفق که نام برده شده‌اند استفاده شود. ضمناً با توجه به اینکه اکوتیپ‌های منتخب علاوه بر تحمل به خشکی باید عملکرد بالایی نیز داشته باشند، از این رو از بین اکوتیپ‌های متحمل به خشکی گروه ۳، به ترتیب اکوتیپ‌های شماره ۱۴، ۲۵، ۳۷، ۳۲، ۱۱، ۱۳ و ۱۰ با عملکرد علوفه بالا انتخاب شدند.
- منابع مورد استفاده:**
- Ehdai, B., 1993. Selection for drought resistance in breed wheat. First Iranian Congress on Crop Production and Breeding. Karaj-Iran. p.43-62.
  - Entz, M.H. and Flower, D.B., 1990. Differential agronomic responses of winter wheat cultivars to pre-anthesis environmental stress. Crop Science, 30: 1119-1123.
  - Esfandiary, S., Hasanli, A.M., Safari, H. and Farshadfar, M., 2008. Study on drought resistance of five annual *Medicago sativa* in Kermanshah province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 15: 283-294.
  - Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceedings of the International Symposium on *Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*, Taiwan, 13-16 August, Chapter 25, p. 257-270.
  - Fischer, R.A. and Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal Agricultural Research, 29: 897-912.



## Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) accessions under normal and dryland farming system

F. Noormand Moayyed<sup>1\*</sup>, A.A. Jafari<sup>2</sup> and A. Razban Haghighi<sup>3</sup>

1\* - Corresponding author, M.Sc. Agriculture and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, I.R. Iran. Email: farid.nm@areo.ir

2- Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran.

3- M.Sc. Agriculture and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, I.R. Iran.

Received: 23.06.2014

Accepted: 21.04.2015

### Abstract

In order to evaluate drought tolerance of alfalfa (*Medicago sativa*), 49 accessions of the species were examined in two separate experiments using simple lattice designs under normal and dryland farming system during 2005-2007 in Tabriz, Iran. Forage dry matter yield was evaluated during two years. Results of combined analysis showed significant differences among the genotypes and among the years. Means of forage dry matter yield were 9.01 and 4.94 ton/h under irrigation and dryland farming systems, respectively. Cluster analysis correctly distributed the genotypes in the relevant groups based on yield and STI Index. Group 3 with genotypes of 14, 25, 37, 32, 11, 13 and 10 with average yield of 6.42 ton/h and STI= 0.95 was recognized as drought tolerant group. Based on stress intensity SI=0.452, Stress Tolerance Index (STI) and Stress Tolerance (TOL), genotypes 14 (Khoramabad) and 32 (Faridan) with average values of 8.74 and 7.26 ton/h respectively had the highest production in dryland farming system, that were recognized as drought tolerant accessions.

**Keywords:** Forage yield, *Medicago sativa*, stress tolerance