نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره اول، ۱۳۹۹
۱۰۷-۱۲۷
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.15904.2424

ارزیابی پاسخ به تنش خشکی در برخی از ژنوتیپ‌های امیدبخش و ارقام ایرانی و خارجی زیتون با استفاده از شاخص‌های مبتنی بر عملکردهای میوه و روغن

مجید گلمحمدی[۱و۲]، *امید سفالیان[۳]، مهدی طاهری[۴]، علیرضا قنبری[۵] و ولی‌اله رسولی[۶]

[۱]دانش آموخته دکتری ژنتیک مولکولی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، [۲]عضو هیأت علمی، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی، قزوین، ایران، [۳]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، [۴]استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، زنجان، ایران، [۵]دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، [۶]استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش و پرورش و منابع طبیعی و منابع طبیعی، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۶

چکیده

سابقه و هدف: زیتون (*Olea europaea* L.) درختی همیشه سبز و یکی از قدیمی‌ترین گیاهان کشت‌شده در حوزه مدیترانه شناخته شده است. تنش خشکی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش غیرزیستی سبب کاهش عملکرد زیتون در شرایط گرمسیری و نیمه‌گرمسیری می‌باشد. بنابراین شناسایی ارقام مقاوم به تنش جهت کشت در مناطق مستعد خشکی یکی از کارهای مهم در توسعه سطح زیر کشت این گیاه باغی محسوب می‌شود. این آزمایش با هدف ارزیابی برخی از ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های امیدبخش زیتون با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد میوه و درصد روغن ۲۰ رقم تجاری و ژنوتیپ امیدبخش زیتون، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم طی دو سال باغی ۱۳۹٦-۱۳۹٤ اجرا شد. اعمال تنش خشکی به‌صورت قطع آبیاری به‌مدت یک ماه قبل از سخت شدن تا زمان سخت شدن هسته صورت گرفت. محاسبه ۹ شاخص تحمل و حساسیت به تنش خشکی بر اساس عملکرد میوه و درصد روغن در شرایط تنش و بدون تنش خشکی، محاسبه همبستگی بین عملکرد و شاخص‌ها و نیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست آمده تنش خشکی موجب کاهش عملکرد میوه در همه ژنوتیپ‌ها و ارقام و افزایش درصد روغن در برخی از آن‌ها شد. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد همه شاخص‌ها به‌جز TOL و SSI دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد میوه و درصد روغن در شرایط تنش و بدون تنش خشکی هستند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) نشان داد دو مؤلفه نخست در مجموع ۹۸/۷۸ و ۹۹/۵۹ درصد کل تغییرات مربوط به عملکرد میوه و درصد روغن را توجیه نمودند. زاویه بین بردارهای هر یک از شاخص‌ها در بای‌پلات ترسیم شده توسط دو مؤلفه نخست نتایج تجزیه همبستگی را تأیید نمود. با توجه به

* مسئول مکاتبه: o_sofalian uma.ac.ir

نمودار سه‌بعدی ترسیم شده بر اساس مقادیر عملکرد و شاخص STI، مشخص شد که ژنوتیپ امیدبخش T7 در هر سال باغی و متوسط دو سال از نظر عملکرد میوه و درصد روغن در گروه A قرار داشت. با در نظر گرفتن نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز این ژنوتیپ در زمره ارقام برتر قرار گرفت.

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد ژنوتیپ امیدبخش T7 نسبت به سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ به تنش خشکی شناسایی شد. بنابراین استفاده از آن در برنامه‌های بهنژادی ارقام متحمل به خشکی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، درصد روغن، زیتون، شاخص‌های تحمل

مقدمه

در بسیاری از نقاط جهان به‌دلیل محدودیت در منابع آبی، تأمین آب مورد نیاز برای محصولات باغبانی یکی از مشکلات اساسی به‌شمار می‌آید. کمبود میزان آب قابل‌دسترس به‌صورت تنش کم‌آبی یا خشکی سبب تغییرات ریخت‌شناختی، فیزیولوژیکی و زیست- شیمیایی در گیاهان می‌گردد. بنابراین یکی از راهکارهای بهبود خصوصیات رشدی و در نهایت عملکرد محصولات باغی و زراعی استفاده از ارقام مقاوم و بکارگیری راهبردهای است که بتوان مقاومت گیاهان را نسبت به کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک افزایش داد (۱). زیتون با نام علمی (*Olea europaea* L.) متعلق به خانواده زیتون‌سانان (Oleaceae) است که به‌صورت گیاهی همیشه‌سبز به‌طور گسترده در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری رشد می‌کند. میوه این گیاه باغی به‌خاطر دارا بودن خواص غذایی، دارویی، بهداشتی و سایر مصارف صنعتی همواره مورد توجه بشر بوده است. مصرف روغن زیتون به‌واسطه ارزش غذایی بالا، طعم دلپذیر، بوی مطلوب و اثر مطلوب آن بر سلامت مصرف‌کننده در سراسر جهان رو به افزایش است (۱۲). روغن زیتون به‌دلیل دارا بودن اسیدهای چرب غیراشباع، توکوفرول‌ها، استرول‌ها، کارتنوئیدها و پلی‌فنول‌ها نقش مهمی در کاهش مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی داشته و علاوه بر این خطر ابتلا به بیماری‌هایی از جمله سرطان، پارکینسون و آلزایمر را کاهش می‌دهد (٤، ۷ و ۲۸).

میزان عملکرد و به موازات آن تولید روغن زیتون تحت‌تأثیر عوامل مختلف از جمله نوع رقم یا ژنوتیپ، شرایط جغرافیایی، شرایط آب و هوایی، درجه رسیدگی و زمان برداشت است. از بین این عوامل، رقم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در دستیابی به حداکثر عملکرد شناخته شده است (۷). کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی، یکی از مهم‌ترین موضوعات مورد توجه بهنژادگران گیاهان زراعی و باغی بوده و ارزیابی عملکرد در چنین شرایطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کوئیزنبری (۱۹۸۲) مقاومت به خشکی را توانایی یک ژنوتیپ در تولید بیش‌تر عملکرد نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی یکسان تعریف کرد (۲۳). از آن‌جایی‌که عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش ممکن است مستقل از عملکرد آن در شرایط عادی باشد، از این‌رو ژنوتیپ‌ها را بر اساس عملکرد آن‌ها در ٤ گروه تقسیم‌بندی می‌شوند: گروه A) ژنوتیپ‌های دارای عملکرد نسبی بالا در هر دو شرایط عادی و تنش. گروه B) ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در شرایط عادی ولی عملکرد پایین در شرایط واجد تنش. گروه C) ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایین در شرایط عادی و عملکرد نسبتاً خوب و پایدار در شرایط واجد تنش. و گروه D) ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایین در هر دو شرایط عادی و واجد تنش خشکی (۹).

شاخص‌های تحمل به خشکی متعددی به‌منظور گزینش ژنوتیپ‌ها بر مبنای عملکرد آن‌ها در شرایط تنش و فاقد تنش پیشنهاد شده است که فرناندز (۱۹۹۲) هدف اصلی استفاده از این شاخص‌ها را تشخیص و گزینش ژنوتیپ‌های گروه A بیان کرده است (۹). به‌عنوان مثال روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) دو شاخص تحمل (Tolerance: TOL) و شاخص بهره‌وری متوسط (Mean Productivity: MP) را به‌عنوان شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی معرفی کردند به‌طوری‌که مقادیر بالای TOL نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش است، بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر کم TOL صورت خواهد گرفت (۲٦). فرناندز (۱۹۹۲) بیان داشت که شاخص MP قابلیت شناسایی ژنوتیپ‌های گروه B را دارد ولی در تفکیک گروه A از گروه B کارایی ندارد و شاخص TOL نیز عمدتاً منجر به شناسایی ژنوتیپ‌های گروه C می‌گردد (۹). فیشر و مورر (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index: SSI) را پیشنهاد کردند و بیان نمودند که مقدار کم‌تر SSI نشان‌دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد (۱۰). با این‌حال در تجزیه و تحلیل داده‌های آن‌ها معلوم شد که این شاخص مستقل از عملکرد بالقوه نیست و ارقامی که در شرایط تنش و بدون تنش عملکرد با ثبات‌تری داشته باشند و یا حداقل تفاوت عملکرد آن‌ها کم باشد به احتمال زیاد تحمل بیش‌تری به خشکی خواهند داشت (۵). هنگامی‌که اختلاف نسبی زیادی بین عمکلرد در شرایط عادی و تنش باشد شاخص MP دارای اریبی به‌سمت عملکرد در شرایط عادی می‌شود. بنابراین، برای رفع این مشکل شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP: Geometric Mean Productivity) توسط فرناندز (۱۹۹۲) پیشنهاد شد (۹). علاوه‌بر این شاخص تحمل تنش (Stress Tolerance Index) STI نیز توسط فرناندز ارایه شده است. این شاخص بر اساس GMP بنا نهاده شده است و با آن همبستگی بسیار نزدیک و مثبتی دارد. به‌طوری‌که در مطالعه فرناندز (۱۹۹۲) همبستگی بین GMP و STI برابر با یک گزارش، و بیان شده است که قابلیت شناسایی و تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A توسط این شاخص بیش‌تر از سایر شاخص‌ها است (۹). بوسلاما و اسچاپااوگ (۱۹۸٤) شاخص پایداری عملکرد (Yield Stability Index: YSI) و گاووزی و همکاران (۱۹۹۷) شاخص عملکرد (YI) را به‌منظور گزینش ارقام برتر معرفی نمودند (٦ و ۱۱). در واقع این شاخص YSI نشان‌دهنده میزان مقاومت ژنتیکی ژنوتیپ به تنش خشکی می‌باشد و در نتیجه ژنوتیپی با میزان بالای این شاخص‌ها باید عملکرد بالایی در هر دو شرایط محیطی تولید نماید (٦). این در حالی است که شاخص YI موجب رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر حسب میزان عملکرد تولیدی آن‌ها در محیط واجد تنش می‌گردد (۲۷). فرشادفر و سوتکا (۲۰۰۲) شاخص تعدیل تحمل به تنش (Modified Stress Tolerance Index: MSTI) را ارائه دادند. این پژوهشگران بیان نمودند که شاخص MSTI به‌دلیل دارا بودن ضریب همبستگی بالایی که با عملکرد دانه در شرایط فاقد و واجد تنش دارد می‌تواند در شناسایی ژنوتیپ‌های گروه A نسبت به شاخص STI کارآمدتر باشد (۸).

بر اساس مرور منابع علمی موجود مشخص شد که تاکنون مطالعات فراوانی در رابطه با استفاده از شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش در شناسایی ارقام گیاهان زراعی مختلف صورت گرفت است. با

این‌حال با توجه به استفاده گسترده از این شاخص‌ها اطلاعات بسیار محدودی در رابطه با گزینش ارقام باغی از طریق این شاخص‌ها موجود است. به‌طوری در رابطه با شناسایی ارقام متحمل به تنش خشکی در زیتون با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش خشکی تنها یک گزارش موجود است. در این مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۲) دوازده رقم زیتون را در شرایط بدون تنش و تنش خشکی مورد بررسی قرار دادند و در نهایت بر اساس شاخص‌ها GMP، STI و MP سه رقم میشن، کنسروالیا و سویلانا را به‌عنوان متحمل‌ترین ارقام برای کشت در شرایط آب و هوایی ایران شناسایی نمودند (۱٦).

هدف از این مطالعه مقایسه عملکرد میوه و روغن ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های امیدبخش زیتون و هم‌چنین شناسایی متحمل‌ترین ارقام یا ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی بود. نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند کارایی استفاده از این شاخص‌ها را در مطالعات باغبانی و تعیین ارقام متحمل در سطح نهال را در ارقام مختلف میوه نشان دهد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش ایستگاه تحقیقات زیتون طارم واقع در استان زنجان با مختصات جغرافیایی طول جغرافیایی ٤۹ درجه ٦ دقیقه ۵ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳٦ درجه ٤۷ دقیقه ٤۰ ثانیه با ارتفاع ۳۳۵ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط حداقل دما ۱۲/۵ و حداکثر ۱۹/۵ درجه سانتی‌گراد بود و متوسط بارش سالیانه ۱٤۵ میلی‌متر گزارش شده است. مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش شامل ۱۰ رقم تجاری خارجی و ۱۰ ژنوتیپ امیدبخش به‌دست آمده از برنامه‌های سلکسیون ژنوتیپ‌های بومی موجود در کلکسیون ارقام زیتون بود (جدول ۱). آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال باغی ۹٦-۱۳۹٤ اجرا شد. در این آزمایش دو تیمار آبیاری کامل (به‌میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی درختان محاسبه بر اساس اندازهگیری میزان تبخیر تعرق روزانه از تشتک تبخیر و ضریب گیاهی زیتون) و تنش خشکی (به‌صورت قطع آبیاری به‌مدت ۳۰ روز از بیستم خردادماه، هم‌زمان با آغاز سخت شدن هسته تا بیستم تیرماه، پایان مرحله سخت شدن هسته) به‌عنوان عامل اول و ارقام مورد ارزیابی به‌عنوان عامل دوم در نظر گرفته شدند. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی بود. هر واحد آزمایشی شامل دو درخت ۱۸ ساله بودند که با فاصله ۸ متر از یکدیگر کشت شده بود. آبیاری درختان به روش قطره‌ای با تعداد ٤ قطره‌چکان با دبی ٤ لیتر در ساعت برای هر درخت اعمال گردید. تغذیه کودی برای تمامی درختان تحت آزمایش به‌صورت یکسان و بر اساس نتایج تجزیه خاک و برگ محاسبه و به‌صورت چالکود برای هر درخت اعمال شد. در پایان دوره رشدی عملکرد میوه هر درخت بر حسب کیلوگرم به‌دست آمد. عملکرد روغن نیز بر اساس درصد روغن در ماده خشک گوشت میوه برآورد شد. برای این منظور نمونه‌های گوشت میوه در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن خشک آن‌ها نگه داشته شدند. سپس محتوی روغن با استفاده از حلال دی‌اتیل اتر استخراج وتوسط دستگاه سوکسله درصد آن اندازه‌گیری شد (۱۷).

جدول ۱- اسامی و منشاء ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های امیدبخش زیتون ارزیابی شده در این مطالعه.

Table 1. Names and origin of commercial and promising olive genotypes tested in this study.

شماره No	نام Name	منشاء	نوع Type	شماره No	نام Name	منشاء	نوع Type
1	T2	ایران Iran	کنسرو / روغنی Conserve / Oily	11	زرد	ایران Iran	کنسرو / روغنی Conserve / Oily
2	T6	ایران Iran	روغنی Oily	12	روغنی	ایران Iran	کنسرو / روغنی Conserve / Oily
3	T7	ایران Iran	کنسرو / روغنی Conserve / Oily	13	ماری	ایران Iran	کنسروی Conserve
4	T10	ایران Iran	کنسروی Conserve	14	بلیدی	لبنان Lebanon	کنسرو / روغنی Conserve / Oily
5	T17	ایران Iran	روغنی Oily	15	میشن	آمریکا USA	کنسرو / روغنی Conserve / Oily
6	T18	ایران Iran	روغنی Oily	16	مانزانیلا	اسپانیا Spain	کنسرو / روغنی Conserve / Oily
7	T19	ایران Iran	روغنی Oily	17	کرونیکی	یونان Greece	روغنی Oily
8	T20	ایران Iran	روغنی Oily	18	کالاماتا	یونان Greece	کنسرو / روغنی Conserve / Oily
9	T21	ایران Iran	کنسرو / روغنی Conserve / Oily	19	کورفولیا	اسپانیا Spain	روغنی Oily
10	T24	ایران Iran	کنسرو / روغنی Conserve / Oily	20	ابوسطل	سوریه Syria	کنسروی Conserve

به‌منظور شناسایی ارقام متحمل به تنش برخی از شاخص‌های حساسیت و تحمل تنش خشکی بر اساس روابط مندرج در جدول ۲ محاسبه شدند.

جدول ۲- روابط ریاضی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی برآورد شده در این مطالعه.

Table 2. Mathematical formulas of estimated the drought tolerance and Susceptibility indices in this study.

شماره No	شاخص Index	منبع Reference
1	$TOL= Y_P-Y_S$	(۱۰)
2	$MP=\frac{Y_P+Y_S}{2}$	(۱۰)
3	$GMP=\sqrt{Y_S\times Y_P}$	(۹)
4	$SSI=\frac{1-(Y_S/Y_P)}{1-(\overline{Y}_S/\overline{Y}_P)}$	(۲۶)
5	$STI=\frac{Y_S\times Y_P}{(\overline{Y}_P)^2}$	(۹)
6	$YI=\frac{Y_S}{Y_P}$	(۱۱)
7	$HM=\frac{2(Y_S\times Y_P)}{(Y_S+Y_P)}$	(۲۶)
8	$K_1STI=\frac{(Y_P)}{(\overline{Y}_P)}\times STI$	(۸)
9	$K_2STI=\frac{(Y_S)}{(\overline{Y}_S)}\times STI$	(۸)

در هر یک از روابط Yp، Ys، $p\bar{Y}$ و $s\bar{Y}$ به‌ترتیب عملکرد هر رقم و ژنوتیپ در شرایط تنش، بدون تنش، میانگین عملکرد همه ارقام در شرایط تنش و بدون تنش را نشان می‌دهند. تجزیه واریانس مرکب با هدف بررسی اختلافات بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی و هم‌چنین شرایط محیطی (تیمارهای در نظر گرفته شده) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام شد. همبستگی ساده بین شاخص‌های تحمل و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش محاسبه و با توجه به همبستگی بین این شاخص‌ها و عملکرد دانه، مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی انتخاب شدند. جهت تعیین ارقام یا ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی با عملکرد مناسب در هر دو محیط نمودار پراکنش سه‌بعدی با استفاده از کنسول R ترسیم شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز با هدف تعیین بهترین ژنوتیپ یا رقم بر اساس همه شاخص‌ها و عملکردهای میوه و درصد روغن در شرایط تنش و بدون تنش خشکی صورت گرفت. هم‌چنین به‌منظور بررسی هم‌زمان بیش از سه متغیر نمایش دوبعدی بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر این برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS و Statistica استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد میوه و درصد روغن در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به این نتایج برای عملکرد میوه، اختلاف معنی‌داری بین سال‌ها، سطوح تنش و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی مشاهده شد. همچنین اثر متقابل تنش در ژنوتیپ و سال در تنش در ژنوتیپ معنی‌دار بود. از نظر عملکرد روغن نیز اختلاف معنی‌داری بین اثرات اصلی تنش خشکی، ژنوتیپ‌ها و هم‌چنین اثرات متقابل تنش در ژنوتیپ و سال در تنش در ژنوتیپ مشاهده شد. معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ نشان داد که ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد میوه و روغن متفاوت از هم بوده و از این نظر دارای تنوع قابل‌توجهی می‌باشند. از طرف دیگر معنی‌دار شدن اثر متقابل سال در تنش در ژنوتیپ نیز نشان می‌دهد که پاسخ هر یک از ارقام وژنوتیپ‌ها در سال‌های مختلف نسبت به شرایط تنش خشکی متفاوت از هم بوده و از نظر عملکرد میوه و روغن برخی از آن‌ها دارای عملکرد بیش‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها هستند. میانگین عملکرد میوه و روغن به همراه مقادیر شاخص‌های تحمل و حساسیت تنش خشکی به تفکیک هر سال مورد ارزیابی و متوسط دو سال در جدول‌های ٤–٦ درج گردیده است. بر اساس نتایج مندرج در جدول ٤، اعمال تنش خشکی منجر به کاهش عملکرد میوه در همه ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های امیدبخش شد. در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی رقم کورفولیا (۷۰ کیلوگرم) به همراه ژنوتیپ‌های T7 و T19 (٦٧ کیلوگرم) و T24 (٦٦ کیلوگرم) دارای بیش‌ترین میزان عملکرد در سال اول بودند. در سال دوم، تحت شرایط بدون تنش ارقام و ژنوتیپ‌های کرونیکی (۷۰/۳۳ کیلوگرم)، T2 (٦٥/٣٣ کیلوگرم)، زرد (٦٣/٦٧ کیلوگرم) و T7 (٥٧ کیلوگرم) و در شرایط تنش خشکی کرونیکی (٦٦/٣٣ کیلوگرم)، T2 (٥٨ کیلوگرم)، ابوسطل (٥٤/٣٣ کیلوگرم) و T7 (٤٠/٦٧ کیلوگرم) به‌ترتیب با بیش‌ترین میزان عملکرد به‌عنوان ارقام و ژنوتیپ‌های برتر متمایز شدند (جدول ٦). با بررسی روند تغییرات عملکرد میوه در متوسط دو سال ارزیابی‌شده مشخص شد ارقام تجاری ابوسطل و کورفولیا به همراه ژنوتیپ‌های امیدبخش T7 و T2 در هر دو شرایط محیطی دارای بیش‌ترین میزان عملکرد میوه بودند. به‌طوری‌که کاهش عملکرد مشاهده شده در این

مطالعه با نتایج سایر مطالعات مطابقت نشان داد. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که تنش خشکی در ارقام مختلف زیتون منجر به کاهش رشد رویشی و در نهایت عملکرد میوه خواهد شد (۱۳، ۱٤، ۲۰ و ۲٤). نتایج مطالعه گیرون و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد اعمال تنش خشکی در زیتون تحت شرایط مزرعه سبب کاهش رشد میوه شده و به موازات آن پتانسیل اسمزی گیاه کاهش و در نتیجه عملکرد میوه افت خواهد کرد (۱۵).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای صفات عملکرد میوه و درصد در ارقام و ژنوتیپ‌های ارزیابی شده.

Table 3. Combined analysis of variance for fruit yield and oil percentage in tested olive cultivars and genotypes.

درصد روغن Oil percentage	عملکرد میوه Fruit yield	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
43.94 ^{ns}	5782.02 **	1	سال Year (Y)
645.26	68.34	4	سال / تکرار Replication /Y
54.05 *	1135.35 **	1	تنش خشکی Drought stress (D)
472.19 **	1793.93 **	19	ژنوتیپ Genotype (G)
11.13 ^{ns}	72.64 ^{ns}	1	ژنوتیپ × سال Y × Genotype
28.22 **	110.94 *	19	ژنوتیپ × تنش D × G
43.85 **	795.36 **	38	ژنوتیپ × تنش × سال Y ×D × G
13.05	62.97	156	خطا Error
6.43	18.79		ضریب تغییرات درصد Coefficient of variance (%)

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, * and ** Non significant and significant at 5 and 1% of probability levels, respectively.

از نظر شاخص درصد روغن در ماده خشک گوشت میوه نیز تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی مشاهده شد. علاوه بر این تأثیر تنش خشکی بر درصد روغن ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود به‌طوری‌که در برخی از ژنوتیپ‌ها خشکی موجب افزایش درصد روغن آن‌ها گردید. همان‌گونه در جدول ۵ مشاهده می‌شود، تنش خشکی منجر به افزایش درصد روغن در همه ارقام و ژنوتیپ‌ها به‌جز T20، ماری، زرد، میشن، کورفولیا و ابوسطل شد و در بین آن‌ها ژنوتیپ T2 با میزان ٦۷/۹۳ درصد در مقایسه با شرایط بدون تنش از بیش‌ترین مقدار افزایش (۱۰ درصد) نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بود. با مقایسه روند تغییرات درصد روغن در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در هر دو شرایط محیطی مشاهده شد دو ژنوتیپ T2 و T18 دارای بیش‌ترین درصد روغن در سال اول بودند. در

سال دوم روند تغییرات درصد روغن در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی متفاوت بود و تنش خشکی تنها منجر به افزایش روغن در رقم زرد شد که در بین آن‌ها بیش‌ترین میزان افزایش نسبت به شرایط بدون تنش متعلق به ژنوتیپ‌های T19 (۲٤/٤۰ درصد)، T20 (۱۳/٥٤ درصد) و T2 (۱۲/۳۷ درصد) بود. با این‌حال، با مقایسه درصد روغن همه ژنوتیپ‌ها و ارقام بررسی شده در شرایط تنش مشخص شد که ژنوتیپ‌های T17، T18 و T7 از بیش‌ترین میزان درصد روغن برخوردار بودند. در متوسط هر دو سال باغی نیز بیش از نیمی از ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌واسطه تأثیر تنش خشکی درصد روغن آن‌ها افزایش یافت و بیش‌ترین افزایش در ژنوتیپ‌های T19 (۱۲/۱۸ درصد) و T2 (۱۱/۱۸ درصد) مشاهده شد. مشخص شده است که تنش خشکی می‌تواند به دو روش مستقیم و غیرمستقیم منجر به افزایش درصد روغن و در نهایت علکرد روغن در زیتون شود. در روش مستقیم فعالیت برخی از ژن‌ها کنترل‌کننده این مسیر نقش اصلی داشته و بیش بیان آن‌ها در اثر تنش خشکی ممکن است موجب افزایش تولید روغن گردد. در روش غیرمستقیم تنش خشکی سبب کاهش رشد رویش، بهبود نفوذ نور به داخل تاج درخت شده که این امر باعث تسریع رسیدگی میوه خواهد شد و از این‌رو به‌طور غیرمستقیم سبب افزایش درصد روغن محصول می گردد (۲٥). به‌طورکلی افزایش درصد روغن در برخی از ژنوتیپ‌های زیتون مورد ارزیابی در این مطالعه با نتایج دیگر مطالعات مطابقت نشان داد (۱۳ و ۲٥).

همان‌گونه که در جدول‌های ٤ و ٦ مشاهده می‌شود ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی از نظر شاخص‌های تحمل و حساسیت نیز الگوی متفاوتی از نظر پاسخ به شرایط تنش نشان دادند. از نظر عملکرد میوه، ژنوتیپ‌های T2، T10، T17، T21 وکالاماتا در سال اول، T17، T21، T24، مانزانیلا و ابوسطل در سال دوم و T10، T21، روغنی، مانزانیلا و کورفولیا در متوسط دو سال دارای کم‌ترین مقادیر شاخص‌های تحمل (TOL) و حساسیت (SSI) به تنش بودند. با توجه به این‌که هرچه مقادیر شاخص‌های تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (SSI) کوچک‌تر باشند، تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها بیش‌تر است (۲٦) بنابراین بر اساس این شاخص‌ها ژنوتیپ‌های مذکور نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشتند. بر اساس شاخص‌های میانگین هارمونیک (HM)، میانگین بهره‌وری (MP) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) ژنوتیپ‌های T7، T19، زرد، کورفولیا و ابوسطل در سال اول، T2، T7، زرد، کالاماتا و ابوسطل در سال دوم و ژنوتیپ‌های T2، T7 به همراه ارقام تجاری زرد، کورفولیا و ابوسطل در متوسط دو سال بیش‌ترین مقادیر این شاخص‌ها را به خود اختصاص داده و جزء ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شناسایی شدند. انتخاب بر اساس شاخص‌های تحمل تنش (STI)، شاخص عملکرد (YI) و شاخص‌های تحمل تغییریافته (MSTI) نیز منجر به شناسایی T7، T19، زرد، کورفولیا و ابوسطل در سال اول، T2، T7، زرد، کرونیکی و ابوسطل در سال دوم و T2، T7، زرد، کورفولیا و ابوسطل در متوسط دو سال شد. از آن‌جایی‌که انتخاب بر اساس شاخص‌های مختلف نتایج تقریباً مشابهی داشت، به‌منظور حصول اطمینان از بقاء عملکرد در شرایط تنش از بین ژنوتیپ‌های انتخاب شده آن‌هایی‌که بیش‌ترین مقادیر عملکرد میوه در شرایط تنش را داشتند انتخاب شدند. ازاین‌رو از بین ارقام و ژنوتیپ‌های موجود T7، کورفولیا و ابوسطل به‌عنوان متحمل‌ترین ارقام انتخاب شدند.

جدول ٤- مقادیر میانگین عملکرد میوه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی و شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی در دو سال اجرای آزمایش.

Table 4. Means of fruit yield under non-stress and drought stress conditions along with drought tolerance and susceptibility indices during two years.

YI	K_2STI	K_1STI	STI	SSI	HM	GMP	MP	TOL	Ys	Yp	ژنوتیپ/ رقم Genotype / cultivar	سال Year
1.07	0.99	0.90	0.92	0.24	47.99	48.00	48.00	1.34	47.33	48.67	T2	سال اول First year
0.39	0.06	0.07	0.15	1.83	19.39	19.53	19.67	4.67	17.33	22.00	T6	
1.52	2.96	2.81	1.95	0.59	69.74	69.79	69.83	5.00	67.33	72.33	T7	
0.57	0.16	0.15	0.27	0.53	26.14	26.15	26.17	1.67	25.33	27.00	T10	
0.88	0.55	0.50	0.62	0.22	39.49	39.50	39.50	1.00	39.00	40.00	T17	
0.60	0.22	0.25	0.36	2.00	29.80	30.07	30.33	8.00	26.33	34.33	T18	
1.52	3.25	3.38	2.13	1.30	72.84	73.08	73.33	12.00	67.33	79.33	T19	
0.81	0.52	0.58	0.64	1.78	39.80	40.06	40.34	9.33	35.67	45.00	T20	
0.68	0.25	0.24	0.38	0.37	30.65	30.66	30.67	1.33	30.00	31.33	T21	
0.55	0.22	0.32	0.40	3.46	30.45	31.46	32.50	16.34	24.33	40.67	T24	
1.43	2.75	2.92	1.92	1.43	69.09	69.38	69.67	12.67	63.33	76.00	Zard	
1.46	2.56	2.36	1.75	0.38	66.14	66.15	66.17	3.00	64.67	67.67	Roghani	
0.90	0.79	0.94	0.87	2.27	46.08	46.62	47.17	14.33	40.00	54.33	Mari	
1.05	0.99	0.96	0.94	0.79	48.55	48.61	48.67	4.67	46.33	51.00	Beladi	
1.24	1.62	1.55	1.30	0.63	57.08	57.12	57.17	4.33	55.00	59.33	Mission	
1.31	1.85	1.72	1.41	0.42	59.46	59.48	59.50	3.00	58.00	61.00	Manzanilla	
0.44	0.08	0.09	0.19	1.55	21.62	21.73	21.84	4.33	19.67	24.00	Koroneiki	
0.48	0.09	0.08	0.19	0.26	21.66	21.66	21.67	0.67	21.33	22.00	Kalamata	
1.58	3.19	2.90	2.01	0.24	70.99	70.99	71.00	2.00	70.00	72.00	Korfolia	
1.49	2.86	2.78	1.92	0.79	69.17	69.25	69.34	6.67	66.00	72.67	Abou-satl	

ادامه جدول ٤-

Continue Table 4.

YI	K_2STI	K_1STI	STI	SSI	HM	GMP	MP	TOL	Ys	Yp	ژنوتیپ/ رقم Genotype / cultivar	سال Year
1.72	3.90	3.62	2.27	0.64	61.45	61.56	61.67	7.33	58.00	65.33	T2	سال دوم Second year
1.13	1.16	1.14	1.03	0.92	41.34	41.50	41.67	7.33	38.00	45.33	T6	
1.21	1.67	1.93	1.39	1.63	47.47	48.15	48.84	16.33	40.67	57.00	T7	
1.04	0.87	0.82	0.84	0.71	37.33	37.42	37.50	5.00	35.00	40.00	T10	
1.19	1.16	0.98	0.98	0.14	40.49	40.50	40.50	1.00	40.00	41.00	T17	
0.67	0.26	0.26	0.38	1.08	25.05	25.19	25.34	5.33	22.67	28.00	T18	
0.52	0.12	0.11	0.22	0.90	19.19	19.26	19.34	3.33	17.67	21.00	T19	
0.75	0.32	0.30	0.43	0.60	26.75	26.79	26.83	3.00	25.33	28.33	T20	
0.58	0.15	0.13	0.25	0.44	20.47	20.48	20.50	1.66	19.67	21.33	T21	
0.48	0.08	0.07	0.17	0.33	16.82	16.82	16.83	1.00	16.33	17.33	T24	
1.07	1.46	2.13	1.37	2.47	45.99	47.88	49.84	27.67	36.00	63.67	Zard	
0.93	0.67	0.67	0.72	1.04	34.48	34.65	34.83	7.00	31.33	38.33	Roghani	
0.67	0.30	0.37	0.45	1.82	26.99	27.49	28.00	10.66	22.67	33.33	Mari	
0.90	0.84	1.18	0.94	2.35	38.22	39.59	41.00	21.34	30.33	51.67	Beladi	
0.76	0.38	0.39	0.50	1.17	28.62	28.81	29.00	6.66	25.67	32.33	Mission	
0.85	0.44	0.38	0.51	0.25	29.32	29.33	29.34	1.33	28.67	30.00	Manzanilla	
1.97	5.49	4.80	2.79	0.32	68.27	68.30	68.33	4.00	66.33	70.33	Koroneiki	
0.84	0.47	0.46	0.56	0.85	30.63	30.73	30.83	5.00	28.33	33.33	Kalamata	
1.11	1.12	1.12	1.01	1.01	40.94	41.14	41.33	8.00	37.33	45.33	Korfolia	
1.61	2.88	2.40	1.79	0.07	54.66	54.66	54.67	0.67	54.33	55.00	Abou-satl	
											†LSD (0.05) = 12.69	
											LSD (0.01) = 16.65	

Yp، Ys، TOL، MP، GMP، HM، SSI، STI، K_1STI، K_2STI و YI به‌ترتیب بیانگر عملکرد میوه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی، شاخص تحمل تنش، بهره‌وری متوسط، شاخص میانگین هندسی عملکرد، شاخص شاخص هارمونیک، شاخص تحمل به تنش، شاخص‌های تحمل به تنش تغییریافته و شاخص عملکرد می‌باشند.

Yp, Ys, TOL, MP, GMP, HM, SSI, STI, K1STI, K2STI and YI indicated fruit yields under non-stress and stress conditions, tolerance index, mean productivity index, geometric mean productivity index, harmonic index, stress susceptibility index, stress tolerance index, modified stress tolerance index and yield index, respectively.

† مقادیر حداقل تفاوت معنی‌دار برای عملکردهای میوه تحت دو شرایط محیطی

† Last significant difference for fruit yield under two environments

جدول ۵- مقادیر میانگین درصد روغن در شرایط بدون تنش و تنش خشکی و شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی در دو سال اجرای آزمایش.

Table 5. Means of oil percentage under non-stress and drought stress conditions along with drought tolerance and susceptibility indices during two years.

YI	K_2STI	K_1STI	STI	SSI	HM	GMP	MP	TOL	Ys	Yp	ژنوتیپ/ رقم Genotype / cultivar	سال Year
1.19	1.58	1.45	1.32	10.92	64.69	64.76	64.83	-6.20	67.93	61.73	T2	سال اول First year
1.08	1.24	1.19	1.14	4.73	60.22	60.24	60.25	-2.57	61.53	58.97	T6	
1.06	1.21	1.20	1.13	1.83	60.03	60.03	60.03	-1.00	60.53	59.53	T7	
1.01	1.02	1.01	1.01	2.13	56.74	56.75	56.75	-1.10	57.30	56.20	T10	
1.07	1.17	1.12	1.10	5.85	59.11	59.13	59.15	-3.10	60.70	57.60	T17	
1.12	1.40	1.40	1.26	0.98	63.15	63.15	63.15	-0.57	63.43	62.87	T18	
1.08	1.24	1.23	1.16	2.24	60.61	60.61	60.62	-1.23	61.23	60.00	T19	
0.86	0.67	0.70	0.78	-4.57	49.71	49.72	49.73	2.13	48.67	50.80	T20	
0.93	0.83	0.83	0.88	0.48	53.02	53.02	53.02	-0.23	53.13	52.90	T21	
1.01	1.03	1.02	1.02	2.06	56.93	56.93	56.93	-1.07	57.47	56.40	T24	
0.99	0.99	1.02	1.01	-1.84	56.55	56.55	56.55	0.97	56.07	57.03	Zard	
1.07	1.24	1.25	1.16	0.06	60.78	60.78	60.78	-0.03	60.80	60.77	Roghani	
0.90	0.74	0.75	0.83	-0.78	51.22	51.22	51.22	0.37	51.03	51.40	Mari	
1.01	0.99	0.94	0.98	7.04	55.73	55.76	55.78	-3.50	57.53	54.03	Beladi	
0.98	1.10	1.28	1.13	-14.50	59.64	59.80	59.95	8.57	55.67	64.23	Mission	
1.02	1.03	0.99	1.01	5.31	56.58	56.60	56.62	-2.70	57.97	55.27	Manzanilla	
1.06	1.15	1.10	1.08	5.83	58.66	58.68	58.70	-3.07	60.23	57.17	Koroneiki	
1.03	1.03	0.96	1.00	8.48	56.34	56.38	56.42	-4.23	58.53	54.30	Kalamata	
0.83	0.61	0.65	0.74	-6.53	48.42	48.44	48.47	3.00	46.97	49.97	Korfolia	
0.72	0.43	0.49	0.59	-12.27	43.34	43.42	43.50	5.20	40.90	46.10	Abou-satl	

ادامه جدول ۵-

Continue Table 5.

YI	K_2STI	K_1STI	STI	SSI	HM	GMP	MP	TOL	Ys	Yp	ژنوتیپ/ رقم Genotype / cultivar	سال Year
1.16	1.47	1.34	1.27	4.94	61.87	61.98	62.08	-7.23	65.70	58.47	T2	سال دوم Second year
1.09	1.37	1.44	1.27	-0.83	61.94	61.95	61.95	1.30	61.30	62.60	T6	
0.98	1.08	1.23	1.11	-3.92	57.95	58.02	58.10	6.00	55.10	61.10	T7	
1.04	1.17	1.19	1.13	0.53	58.45	58.45	58.45	-0.77	58.83	58.07	T10	
1.19	1.71	1.69	1.44	1.60	66.01	66.02	66.03	-2.60	67.33	64.73	T17	
1.18	1.75	1.84	1.49	-0.98	67.19	67.19	67.20	1.67	66.37	68.03	T18	
1.10	1.11	0.92	1.01	9.74	55.14	55.47	55.80	-12.13	61.87	49.73	T19	
0.99	0.90	0.81	0.91	5.40	52.36	52.46	52.57	-6.67	55.90	49.23	T20	
0.78	0.49	0.51	0.64	0.00	43.90	43.90	43.90	0.00	43.90	43.90	T21	
1.06	1.18	1.15	1.12	2.38	58.17	58.19	58.22	-3.37	59.90	56.53	T24	
1.07	1.27	1.29	1.19	0.27	60.10	60.10	60.10	-0.40	60.30	59.90	Zard	
1.12	1.36	1.28	1.21	3.55	60.61	60.66	60.72	-5.17	63.30	58.13	Roghani	
0.96	0.96	1.01	1.00	-0.81	54.99	55.00	55.00	1.13	54.43	55.57	Mari	
1.13	1.41	1.34	1.25	3.17	61.49	61.54	61.58	-4.70	63.93	59.23	Beladi	
1.02	1.10	1.13	1.09	-0.02	57.38	57.38	57.38	0.03	57.37	57.40	Mission	
0.86	0.65	0.65	0.76	0.67	47.90	47.90	47.90	-0.80	48.30	47.50	Manzanilla	
1.04	1.17	1.19	1.12	0.11	58.42	58.42	58.42	-0.17	58.50	58.33	Koroneiki	
0.92	0.81	0.82	0.88	0.26	51.70	51.70	51.70	-0.33	51.87	51.53	Kalamata	
0.65	0.32	0.37	0.50	-4.15	38.82	38.87	38.93	4.27	36.80	41.07	Korfolia	
0.68	0.34	0.37	0.51	-2.30	39.27	39.28	39.30	2.33	38.13	40.47	Abou-satl	
											†LSD (0.05) = 5.78	
											LSD (0.01) = 7.58	

Yp، Ys، TOL، MP، GMP، HM، SSI، STI، K_1STI، K_2STI و YI به‌ترتیب بیانگر درصد روغن در شرایط بدون تنش و تنش خشکی، شاخص تحمل تنش، بهره‌وری متوسط، شاخص میانگین هندسی عملکرد، شاخص شاخص هارمونیک، شاخص تحمل به تنش، شاخص‌های تحمل به تنش تغیریافته و شاخص عملکرد می‌باشند.

Yp, Ys, TOL, MP, GMP, HM, SSI, STI, K1STI, K2STI and YI indicated oil percentage under non-stress and stress conditions, tolerance index, mean productivity index, geometric mean productivity index, harmonic index, stress susceptibility index, stress tolerance index, modified stress tolerance index and yield index, respectively.

† مقادیر حداقل تفاوت معنی‌دار برای درصد روغن تحت دو شرایط محیطی

† Last significant difference for oil percentage under two environments

جدول ٦- مقادیر میانگین عملکرد میوه و درصد روغن در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به همراه شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی در متوسط دو سال.

Table 6. Means of fruit yield and oil percentage under non-stress and drought stress conditions along with drought tolerance and susceptibility indices over two years.

YI	K_2STI	K_1STI	STI	SSI	HM	GMP	MP	TOL	Ys	Yp	ژنوتیپ/ رقم Genotype / cultivar	عملکرد Performance
1.34	1.96	1.85	1.47	0.58	54.75	54.79	54.84	4.33	52.67	57.00	T2	عملکرد میوه Fruit yield
0.70	0.32	0.34	0.46	1.37	30.38	30.52	30.67	6.00	27.67	33.67	T6	
1.37	2.34	2.44	1.71	1.27	58.86	59.09	59.34	10.67	54.00	64.67	T7	
0.79	0.39	0.36	0.49	0.39	31.81	31.82	31.84	1.67	31.00	32.67	T10	
1.02	0.85	0.80	0.84	0.54	41.45	41.47	41.50	3.00	40.00	43.00	T17	
0.62	0.23	0.26	0.37	1.65	27.44	27.63	27.84	6.67	24.50	31.17	T18	
1.08	1.13	1.16	1.04	1.18	46.02	46.18	46.34	7.67	42.50	50.17	T19	
0.81	0.45	0.43	0.55	0.69	33.51	33.55	33.59	3.17	32.00	35.17	T20	
0.63	0.20	0.19	0.32	0.44	25.56	25.57	25.58	1.50	24.83	26.33	T21	
0.52	0.15	0.18	0.29	2.30	23.90	24.28	24.67	8.67	20.33	29.00	T24	
1.26	2.14	2.62	1.70	2.22	58.05	58.89	59.75	20.16	49.67	69.83	Zard	
1.26	1.57	1.42	1.25	0.30	50.48	50.49	50.50	2.00	49.50	51.50	Roghani	
0.80	0.53	0.65	0.67	2.19	36.54	37.06	37.58	12.50	31.33	43.83	Mari	
1.03	1.01	1.06	0.97	1.31	44.45	44.64	44.84	8.33	40.67	49.00	Beladi	
1.02	0.93	0.92	0.90	0.92	42.90	42.99	43.08	5.50	40.33	45.83	Mission	
1.10	1.06	0.97	0.96	0.37	44.39	44.40	44.42	2.17	43.33	45.50	Manzanilla	
1.09	1.08	1.03	0.99	0.68	44.99	45.04	45.09	4.17	43.00	47.17	Koroneiki	
0.63	0.21	0.21	0.34	0.79	26.17	26.21	26.25	2.84	24.83	27.67	Kalamata	
1.39	2.14	1.96	1.54	0.40	56.13	56.15	56.17	3.00	54.67	57.67	Korfolia	
1.53	2.87	2.65	1.88	0.44	61.95	61.97	62.00	3.66	60.17	63.83	Abou-satl	

ادامه جدول ٦-

Continue Table 6.

YI	K_2STI	K_1STI	STI	SSI	HM	GMP	MP	TOL	Ys	Yp	ژنوتیپ/ رقم Genotype / cultivar	عملکرد Performance
1.18	1.53	1.40	1.29	6.56	63.28	63.37	63.46	-6.72	66.82	60.10	T2	درصد روغن Oil percentage
1.08	1.30	1.31	1.20	0.61	61.10	61.10	61.10	-0.63	61.42	60.78	T6	
1.02	1.15	1.22	1.12	-2.43	59.04	59.05	59.07	2.50	57.82	60.32	T7	
1.02	1.09	1.10	1.07	0.96	57.60	57.60	57.60	-0.93	58.07	57.13	T10	
1.13	1.42	1.38	1.26	2.74	62.56	62.58	62.59	-2.85	64.02	61.17	T17	
1.15	1.57	1.61	1.37	-0.49	65.17	65.17	65.18	0.55	64.90	65.45	T18	
1.09	1.18	1.07	1.09	7.15	58.02	58.11	58.21	-6.68	61.55	54.87	T19	
0.92	0.78	0.76	0.84	2.66	51.12	51.14	51.15	-2.27	52.28	50.02	T20	
0.86	0.65	0.66	0.76	0.14	48.46	48.46	48.46	-0.12	48.52	48.40	T21	
1.04	1.11	1.08	1.07	2.30	57.55	57.56	57.58	-2.22	58.68	56.47	T24	
1.03	1.12	1.15	1.10	-0.28	58.32	58.32	58.33	0.28	58.18	58.47	Zard	
1.09	1.30	1.27	1.19	2.57	60.72	60.74	60.75	-2.60	62.05	59.45	Roghani	
0.93	0.85	0.87	0.91	-0.82	53.11	53.11	53.11	0.75	52.73	53.48	Mari	
1.07	1.19	1.13	1.11	4.25	58.61	58.65	58.68	-4.10	60.73	56.63	Beladi	
1.00	1.10	1.21	1.11	-4.15	58.59	58.63	58.67	4.30	56.52	60.82	Mission	
0.94	0.82	0.81	0.88	2.00	52.24	52.25	52.26	-1.75	53.13	51.38	Manzanilla	
1.05	1.16	1.14	1.10	1.64	58.55	58.55	58.56	-1.62	59.37	57.75	Koroneiki	
0.97	0.92	0.89	0.94	2.53	54.03	54.05	54.06	-2.28	55.20	52.92	Kalamata	
0.74	0.45	0.50	0.61	-4.69	43.62	43.66	43.70	3.63	41.88	45.52	Korfolia	
0.70	0.38	0.43	0.55	-5.11	41.31	41.36	41.40	3.77	39.52	43.28	Abou-satl	

Yp، Ys، TOL، MP، GMP، HM، SSI، STI، K_1STI، K_2STI و YI به‌ترتیب بیانگر عملکرد میوه / درصد روغن در شرایط بدون تنش و تنش خشکی، شاخص تحمل تنش، بهره‌وری متوسط، شاخص میانگین هندسی عملکرد، شاخص شاخص هارمونیک، شاخص تحمل به تنش، شاخص‌های تحمل به تنش تغیریافته و شاخص عملکرد می‌باشند.

Yp, Ys, TOL, MP, GMP, HM, SSI, STI, K1STI, K2STI and YI indicated oil percentage under non-stress and stress conditions, tolerance index, mean productivity index, geometric mean productivity index, harmonic index, stress susceptibility index, stress tolerance index, modified stress tolerance index and yield index, respectively.

از نظر درصد روغن در ماده خشک گوشت میوه نیز ژنوتیپ‌های مورد بررسی واکنش متفاوتی نسبت به تنش خشکی نشان دادند. با توجه به مقادیر مندرج در جدول‌های ۵ و ٦ مشخص شد ژنوتیپ‌های T2، T6، T17، T19 و زرد در سال اول، T2، T6، T17، T18 و بلیدی در سال دوم و ژنوتیپ‌های T2، T6، T17، T18 و روغنی در متوسط دو سال از نظر شاخص‌های MP، GMP، HM، STI، MSTIs و YI به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی انتخاب شدند. هم‌چنین بر اساس شاخص TOL نیز ژنوتیپ T2 و رقم بلیدی در هر دو سال باغی و متوسط دو سال به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند. شاخص SSI نیز کورفولیا و ابوسطل را به‌عنوان ارقام متحمل در هر سال و متوسط دو سال به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی معرفی نمود. با در نظر گرفتن درصد روغن ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در شرایط تنش خشکی مشخص شد که سه ژنوتیپ T2، T18 و روغنی دارای بیش‌ترین میزان درصد روغن در شرایط تنش خشکی هستند و به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند.

با توجه به این‌که مقاومت به خشکی یک صفت کمی و بسیار پیچیده بوده و عوامل مختلفی در آن دخالت دارند، بنابراین قضاوت پیرامون ارقام از نظر این صفت و هم‌چنین انتخاب بر اساس یک شاخص پیچیده و گاهی با نتایج متناقض همراه است (۲). بنابراین با استفاده از تجزیه همبستگی بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش خشکی با شاخص‌های کمی می‌توان مناسب‌ترین شاخص را انتخاب نمود. در واقع، همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد می‌تواند به‌عنوان معیاری مناسبی برای انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌ها محسوب شود، به‌طوری‌که این نتیجه در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (۸، ١٦، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۲). نتایج حاصل از تجزیه همبستگی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش خشکی در جدول ۷ نشان داده شده استبر اساس ضرایب همبستگی مشخص شد که همه شاخص‌ها به‌جز TOL و SSI با عملکرد میوه و درصد روغن در شرایط تنش و بدون تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود. از این‌رو هر یک از شاخص‌های STI، MP، GMP، HM، MSTI و YI می‌توانند به‌عنوان یک معیار انتخاب جهت غربال کردن ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی که در هر دو شرایط عملکرد بالایی دارند در نظر گرفته شوند.

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین عملکرد میوه (بالای قطر اصلی) و درصد روغن (پایین قطر اصلی) با شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش.

Table 7. Correlation coefficients between fruit yield (above main diameter) and oil percentage (down main diameter) with drought tolerance and susceptibility indices.

YI	K_2STI	K_1STI	STI	SSI	HM	GMP	MP	TOL	Ys	Yp	Index
0.909**	0.949**	0.986**	0.974**	0.288	0.972**	0.972**	0.971**	-0.241	0.908**		Yp
1**	0.981**	0.945**	0.976**	0.660**	0.981**	0.981**	0.982**	-0.625**		0.937**	Ys
-0.623**	-0.506*	-0.352	-0.447*	-0.994**	-0.461*	-0.463*	-0.464*		0.094	0.436	TOL
0.982**	0.990**	0.986**	0.998**	0.506*	1**	1**		0.278	0.982**	0.986**	MP
0.981**	0.989**	0.986**	0.998**	0.505*	1**		1**	0.261	0.986**	0.983**	GMP
0.981**	0.989**	0.986**	0.998**	0.503*		1**	0.999**	0.245	0.988**	0.979**	HM
0.658**	0.535*	0.388	0.485*		-0.197	-0.181	-0.166	0.855**	-0.337	-0.005	SSI
0.977**	0.994**	0.993**		-0.155	0.992**	0.992**	0.992**	0.281	0.974**	0.979**	STI
0.946**	0.985**		0.989**	-0.063	0.964**	0.967**	0.969**	0.371	0.932**	0.973**	K_1STI
0.982**		0.985**	0.992**	-0.194	0.972**	0.972**	0.971**	0.218	0.964**	0.948**	K_2STI
1	0.964**	0.932**	0.974**	-0.338	0.988**	0.985**	0.982**	0.093	1**	0.937**	YI

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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

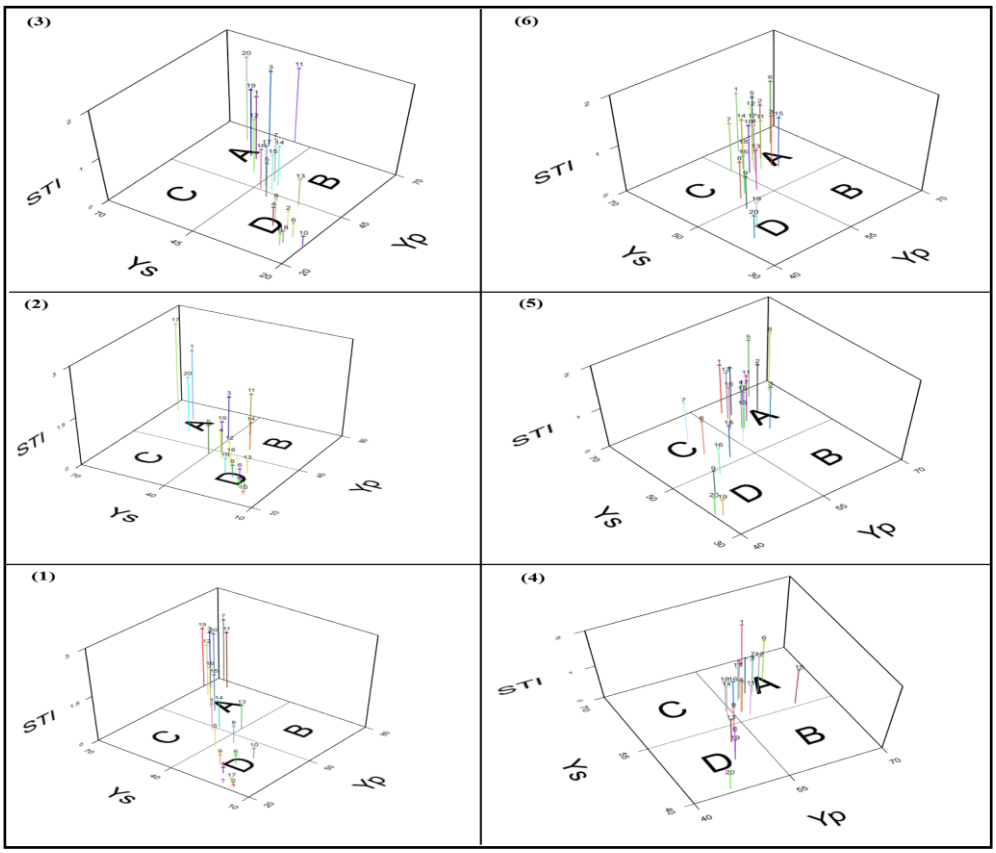
Yp، Ys، TOL، MP، GMP، HM، SSI، STI، K_1STI، K_2STI و YI به‌ترتیب بیانگر درصد روغن / میوه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی، شاخص تحمل تنش، بهره‌وری متوسط، شاخص میانگین هندسی عملکرد، شاخص شاخص هارمونیک، شاخص تحمل به تنش، شاخص‌های تحمل به تنش تغییریافته و شاخص عملکرد می‌باشند.

Yp, Ys, TOL, MP, GMP, HM, SSI, STI, K1STI, K2STI and YI indicated oil percentage under non-stress and stress conditions, tolerance index, mean productivity index, geometric mean productivity index, harmonic index, stress susceptibility index, stress tolerance index, modified stress tolerance index and yield index, respectively.

اگرچه هر یک از شاخص‌های ارزیابی‌شده به‌جز SSI و TOL دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد میوه و درصد روغن در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی بودند، با این‌حال نمودار سه‌بعدی تنها بر اساس شاخص STI ترسیم و نتایج آن در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. پیش از این، استفاده از شاخص STI به‌عنوان یکی از کارآمدترین شاخص‌ها جهت ترسیم نمودار سه‌بعدی به همراه شاخص‌های عملکرد توصیه شده است (۳، ۱۸، ۱۹ و ۲۲).

بر اساس نمودار سه‌بعدی مربوط به شاخص STI و عملکرد میوه در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی مشاهده شد گروه A در هر سال و متوسط دو سال اجرای آزمایشی شامل تعدادی از ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود (شکل ۱). با مقایسه ژنوتیپ‌ها و ارقام موجود در گروه A در هر نمودار مشخص شد که ژنوتیپ T7 و رقم تجاری ابوسطل همواره با حفظ عملکرد خود در شرایط تنش دارای تحمل به تنش بیش‌تری بسبت به سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها بودند. از نظر متوسط درصد روغن و شاخص STI نیز بیش‌تر ژنوتیپ‌ها در گروه A قرار گرفتند و با مقایسه نمودارهای مربوط به هر سال و متوسط دو سال اجرای آزمایش مشخص شد ژنوتیپ‌های امیدبخش T2، T6، T10، T17 و T18 به همراه رقم زرد در هر سه حالت دارای الگوی مشابهی بودند و با دارا بودن بیش‌ترین میزان درصد روغن و بالاترین مقدار شاخص STI به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر برگزیده شدند (شکل ۲). با مقایسه نتایج به‌دست آمده از گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد میوه و درصد روغن می‌توان عنوان نمود که اگرچه عملکرد و درصد روغن در ژنوتیپ T7 ممکن است از برخی از ژنوتیپ‌ها و

ارقام تجاری کتر باشد، با این‌حال، عملکرد آن اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها نداشته و با حفظ پتانسیل خود در شرایط تنش و هم‌چنین قرارگیری در گروه A توانسته است وضعیت مشابهی را در شرایط مختلف از خود نشان دهد. بنابراین این ژنوتیپ می‌تواند به‌عنوان یک ژنوتیپ مطلوب از نظر تولید میوه و روغن مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۱- نمودار سه‌بعدی ترسیم شد بر اساس شاخص STI و عملکردهای میوه (سمت چپ) و درصد روغن (سمت راست) تحت شرایط بدون تنش (Yp) و تنش خشکی (Ys) در سال اول (۱ و ٤)، سال دوم (۲ و ٥) و متوسط دو سال (۳ و ٦).

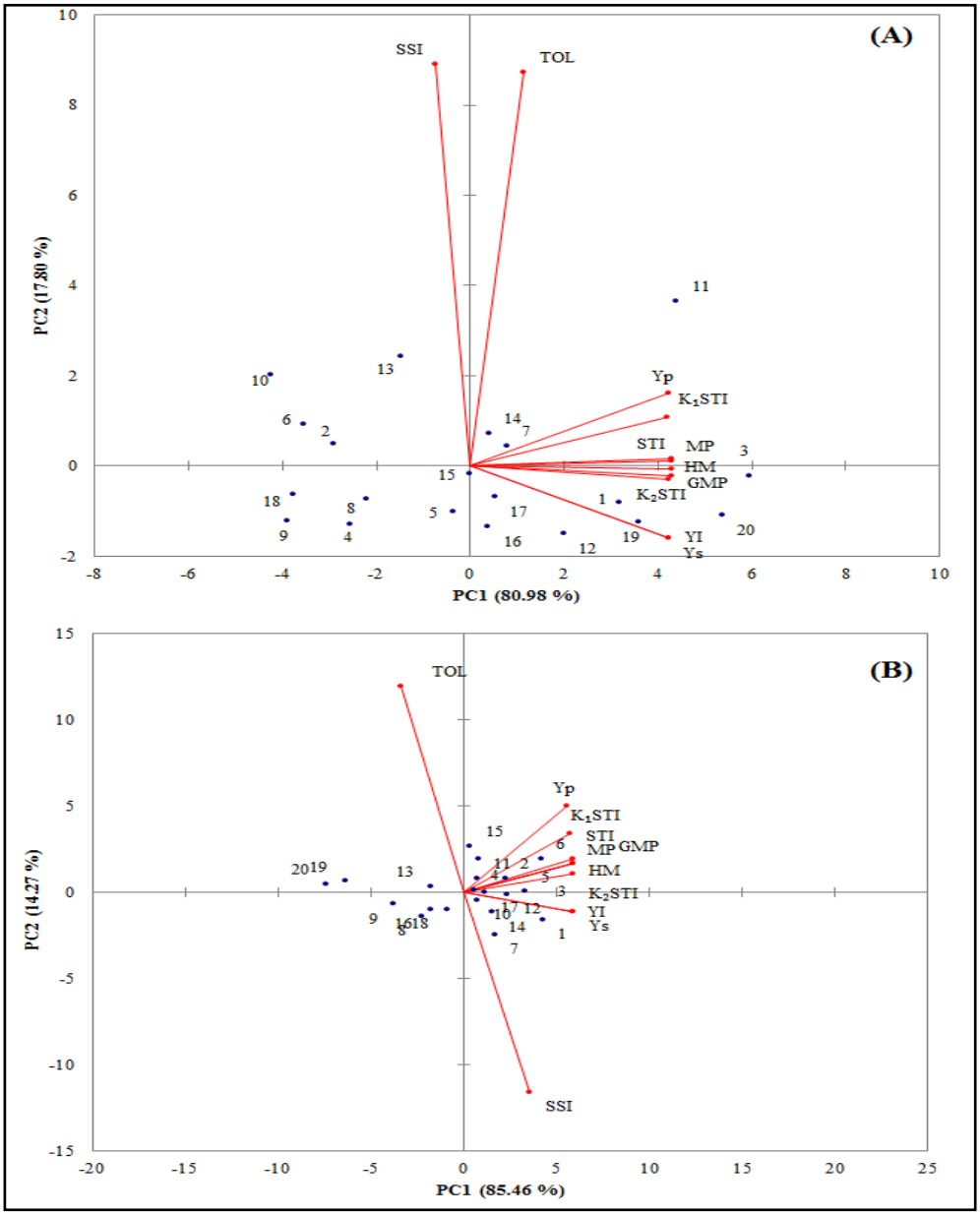
Fig. 1. Three-dimensional plots rendered based on STI and fruit yields (left side) and oil percentages under non-stress (Yp) and stress (Ys) conditions in the first (1 and 4), second (2 and 5) and over two years (3 and 6).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس هر یک از شاخص‌های مبتنی بر عملکرد میوه و درصد روغن در ماده خشک گوشت میوه در متوسط دو سال به تفکیک انجام شد. نتایج حاصل از این تجزیه نشان داد دو مؤلفه نخست در مجموع ۹۸/۷۸ درصد از تغییرات عملکرد میوه و شاخص‌های مبتنی بر آن را توجیه نمودند.مؤلفه نخست با توجیه ۸۰/۹۸ درصد از تغییرات با عملکردهای میوه در شرایط تنش و بدون تنش خشکی و همه شاخص‌ها به‌جز TOL و SSI دارای همبستگی مثبت و بالایی بود، به‌گونه‌ای که زاویه بین بردارهای هر شاخص با بردارهای عملکرد نیز تأییدکننده این موضوع بود. به‌طوری‌که زاویه کوچک‌تر از ۹۰ درجه بین دو بردار بیانگر وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین آن دو شاخص است، و در مقابل هرگاه زاویه بین بردارها بزرگ‌تر از ۹۰ درجه باشد، بیانگر عدم رابطه معنی‌دار بین آن‌ها است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود همبستگی بین همه شاخص‌ها به‌جز TOL و SSI با عملکردهای میوه

مثبت و معنی‌دار بود. از این‌رو این مؤلفه را می‌توان به‌عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد میوه و تحمل به تنش خشکی نامگذاری نمود که انتخاب بر اساس مقادیر بالای این مؤلفه می‌تواند منجر به انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل و با عملکرد بالا در هر دو شرایط محیطی شود. مؤلفه دوم نیز با توجیه ۱۷/۸۰ درصد از تغییرات تنها با شاخص‌های TOL و SSI دارای رابطه مثبت و معنی‌دار بود و به‌عنوان مؤلفه حساسیت نام‌گذاری شد، از این‌رو انتخاب بر اساس مقادیر پایین این مؤلفه می‌تواند در شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل مفید واقع شود. با در نظر گرفتن انتخاب بر اساس مقادیر بالای مؤلفه نخست و مقایر پایین مؤلفه دوم T2، T7، روغنی، ماری، کورفولیا و ابوسطل به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها و ارقام نسبت به شرایط تنش خشکی شناسایی شدند. در مقابل T6، T18 و T24 نیز با کم‌ترین عملکرد میوه و مقادیر شاخص‌های تحمل تنش خشکی به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز شدند (شکل ۱- الف).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس درصد روغن در ماده خشک و شاخص‌های محاسبه شده مبتنی بر آن نشان داد مؤلفه نخست با توجیه ۸۰/۰۹ درصد و دومین مؤلفه با توجیه ۱۹/٤۹ درصد در مجموع ۹۹/۵۹ درصد از کل تغییرات را توجیه نمودند. با در نظر گرفتن مقادیر ویژه هر یک از شاخص‌ها مشخص شد که درصد روغن در هر دو شرایط محیطی و همه شاخص‌ها به‌جز TOL و SSI دارای رابطه مثبت و معنی‌داری با مؤلفه اول هستند و در مقابل دو شاخص TOL و SSI دارای بیش‌ترین همبستگی با مؤلفه دوم بودند. بر اساس زاویه بین بردارهای شاخص‌ها مشاهده شد دو شاخص TOL و SSI به‌واسطه دارا بودن زاویه ۱۸۰ بین بردارهای آن‌ها دارای همبستگی منفی با یکدیگر بودند. با این‌حال، شاخص TOL با عملکرد در شرایط بدون تنش و شاخص SSI با عملکرد در شرایط تنش همبستگی مثبت داشتند. مشابه حالت قبل مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب به‌عنوان مؤلفه‌های پتانسیل عملکرد و حساسایت نامگذاری شدند، بنابراین انتخاب بر اساس مقادیر بالای مؤلفه اول و مقادیر پایین مؤلفه دوم می‌تواند منجر به شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و برخوردار از بالاترین درصد روغن شود. همان‌طور که در شکل ۱- ب مشاهد می‌شود، ژنوتیپ‌های T2، T7، T19، T24، روغنی و بلیدی به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر از سایر ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند. با مراجعه به مقادیر درصد روغن این ژنوتیپ‌ها مشاهده می‌شود که میزان روغن آن‌ها به واسطه تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش افزایش یافته است، بنابراین این ژنوتیپ‌ها می‌توانند جهت کشت در مناطق مستعد خشکی جهت کشت و بهره‌برداری برای صنایع روغنی مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های برتر با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از صفات و یا پارامترهای گوناگون به‌عنوان یک روش آماری چندمتغیره در بسیاری از مطالعات مورد توجه قرار گرفته است. علوی و همکاران (۱۳۹۳) در ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در ارقام مختلف آفتابگردان با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توانستند ارقام متحمل را از سایر ارقام متمایز نمایند و دو شاخص TOL و SSI نیز از شاخص‌ها متمایز و با مؤلفه دوم دارای همبستگی بالایی بودند که این نتایج به نتایج حاصل از این بررسی مطابقت نشان داد (۲). خلیلی و همکاران (۲۰۱٤) نیز در ارزیابی ژنوتیپ‌های گلرنگ با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به‌عنوان اصلی روش آماری چندمتغیره رابطه بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی را با عملکرد دانه بررسی نمودند و بر اساس بای‌پلات حاصل از این تجزیه ژنوتیپ‌های متحمل را شناسایی و معرفی نمودند (۱۹). استفاده از بای‌پلات حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توسط حسینی و همکاران (۱۳۹۲)

منجر به شناسایی ارقام متحمل به تنش خشکی زیتون شد. بر اساس این مطالعه مشخص شد که ارقام میشن، کنسروالیا و سویلانا دارای تحمل بالایی نسبت به شرایط تنش خشکی هستند که می‌توانند جهت کشت در مناطق زیتون کاری ایران مورد استفاده قرار گیرند (۱۶).



شکل ۲- نمودار بای‌پلات ترسیم شده بر اساس دو مؤلفه نخست (PC1 و PC2) برای عملکرد میوه (A) و درصد روغن (B) به همراه شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی مبتنی بر آن‌ها.

Fig. 2. Biplots rendered based on the first two components (PC1 and PC2) for fruit yield (A) and oil percentage (B) along with drought tolerance and susceptibility indices.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج حاصل از این بررسی نشان‌دهنده پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در پاسخ به شرایط تنش خشکی می‌باشد که این تنوع می‌تواند زمینه به‌کارگیری از این ژنوتیپ‌ها را در برنامه‌های اصلاحی فراهم کند. اگرچه در هر یک از شرایط

برخی از ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های امیدبخش ارزیابی شده در این مطالعه پاسخ مناسبی نسبت به شرایط تنش خشکی از خود نشان دادند ولی با در نظر گرفتن نتایج مقایسه میانگین عملکرد میوه و درصد روغن ژنوتیپ‌های مورد بررسی و هم‌چنین مقادیر هر یک از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی مشخص شد که ژنوتیپ امیدبخش T7 با متوسط عملکرد ٥٤ کیلوگرم میوه در واحد تک‌درخت و هم‌چنین ۵۷/۸۲ درصد روغن در ماده خشک گوشت میوه در شرایط تنش خشکی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در برابر تنش خشکی تحمل بیش‌تری داشت. بنابراین بررسی قابلیت‌های فیزیولوژیکی و زیست‌شیمیایی به همراه مطالعات مولکولی بر روی این ژنوتیپ توصیه می‌شود.

منابع

1.Akbari, V. and Jalili Marandi, R. 2014. Effect of Cycocel on Growth and Photosynthetic Pigments of Tow Olive Cultivars under Different Irrigation Intervals. J. Hort. Sci. 27: 460-464. (In Persian)

2.Alavi, S.R., Darvishzadeh, R., Valizadeh, M., Moghaddam, M., Farrokhi, E., Basirnia, A. and Pirzad, A. 2014. Evaluation of drought tolerance indices in various sunflowers cultivars (*Helianthus annuus* L.). Res Field Crop. 2: 16-27. (In Persian)

3.Bahrami, F., Arzani, A. and Karimi, V. 2014. Evaluation of yield-based drought tolerance indices for screening safflower genotypes. Agron. J. 106: 1219-1224.

4.Beltran, G. and Rio, C. 2004. Influence of harvest date and crop yield on the fatty acid composition of virgin olive oils from Cv. Picual. J. Agri. Food Chem. 52: 3434-3440.

5.Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press. Boca Raton, Florida, Pp: 38-78.

6.Bouslama, M. and Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybean: 1. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci. 24: 933-937.

7.Cioffi, G., Pesca, M. and Caprariis, P. 2010. Phenolic compounds in olive oil and olive pomace from Cilento (Campania, Italy) and their antioxidant activity. Food Chem. 121: 105-111.

8.Farshadfar, E. and Sutka, J. 2002. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. Cereal. Res. 31: 33-39.

9.Fernandez, G.C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. International symposium on adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress. Taiwan. Pp: 257-270.

10.Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: 1. Grain yield response. Aust. J. Agri. Res. 29: 897-912.

11.Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, F.L. and Borghi, G. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Plant Sci. 77: 523-531.

12.Ghasemnezhad, M., Meighani, H. and Eftekhari, S. 2017. The effect of ripening index on fruit and oil quality of three cultivars olive in Rodbar region. J. Crop. Improv. 19: 273-286. 13.

13.Gholami, R. and Hajiamiri, A. 2018. Effects of regulated deficit irrigation regime on vegetative and pomological characteristics and yield of oli Olive Amphisis Cultivar. Elec. J. Crop. Pro. 25: 63-72. 14. (In Persian)

14.Gholami, R.A., Sarikhani, H. and Arji, I. 2017. Effects of deficit irrigation on vegetative growth, yield and fruit quality in three olive oil cultivars. Iranian J. Hort. Sci. 48: 191-2015. (In Persian)

15.Giron, I.F., Corell, M., Galindo, A., Torrecillas, E., Morales, D., Dell'Amico, J., Torrecillas, F., Moreno, A. and Moriana, A. 2015. Changes in the physiological response between leaves and fruits during a moderate water stress in table olive trees. Agric. Water Manag. 148: 280-286. 16.

16.Hosseini, S.Z., Soleimani, A., Taheri, M. and Tavakoli, A. 2013. Drought Tolerance Indices in some Olive Cultivars (*Olea europaea* L.). Seed Plant Improv. J. 29: 211-226. 17. (In Persian)
17.I.O.O.C. 2002. Methodology for the secondary characterization (agronomic, phonological, pomological and oil quality) of olive varieties held in collection. Project on conservation, characterization, collection of Genetic Resources in olive.
18.Khalili, M., Naghavi, M.R. and Pour-Aboughadareh, A. 2016. Assessment of drought tolerance in barley: integrated selection criterion and drought tolerance indices. Envi. Exp. Biol. 14: 33-41.
19.Khalili, M., Pour-Aboughadareh, A., Naghavi, M.R. and Mohammad-Amini, E. 2014. Evaluation of drought tolerance in safflower genotypes based on drought tolerance indices. Not. Bot. Hort. Agro. 42: 214-218.
20.Memari, H.R., Tafazoli, E., Kamgar-Haghighi, A., Hassanpour, A. and Yarami, N. 2011. Effects of Water Stress and Cycocel as a Growth Retardant on Growth of Two Olive Cultivars. J. Water Soil Sci. 15: 1-11. (In Persian)
21.Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. Current Sci. 80: 758-762.
22.Naghavi, M.R., Pour-Aboughadareh, A. and Khalili, M. 2013. Evaluation of drought tolerance for screening some of corn (*Zea mays* L.) cultivars under environmental conditions. Not. Sci. Biol. 5: 388-393.
23.Quisenberry, J.E., Roark, B. and Michael, B.L. 1982. Use of transpiration decline curves to identify drought-tolerant cotton germplasm. Crop Sci. 22: 918-922.
24.Rapoport, H.F., Costagli, G. and Gucci, R. 2004. The effect of water deficit during early fruit development on olive fruit morphogenesis. J. Am. Soc. Hort. Sci. 129: 121-127.
25.Rosecrance, R.C., Krueger, W.H., Milliron, L., Bloese, J., Garcia, C. and Mori, B. 2015. Moderate regulated deficit irrigation can increase olive oil yields and decrease tree growth in super high density Arbequina olive orchards. Sci. Hort. 190: 75-82.
26.Rosielle, A.A. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop. Sci. 21: 943-946.
27.Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crop Res. 98: 222-229.
28.Youssef, N.B., Zarrouk, W., Carrasco-Pancorbo, A., Ouni, Y., Segura-Carretero, A., Fernandez Gutierrez, A., Daoud, D. and Zarrouk, M. 2010. Effect of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of Chetoui virgin olive oil. J. Sci. Food Agri. 90: 199-204.