**بررسی خصوصیات مورفولوژیکی اسفناج تحت تنش خشکی**

**مصطفی کوهزاد دهمياني، بهرام عابدی، سید حسین نعمتی، حسین آرویی، ملیحه مرشدلو، مجتبی صلاحی استاد**

**1، 5 و 6- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد**

**2 و 3- استادیار دانشگاه فردوسی مشهد**

**4- دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد**

Email: [abedy@um.ac.ir](mailto:abedy@um.ac.ir)

**چکیده**

كمبود آب در عصر كنوني يك موضوع بحراني و حياتي براي اكثر كشورهاي واقع در مناطق خشك و بياباني است. اين تحقيق به منظور بررسي ميزان تحمل اسفناج هاي بومي و وارداتي در برابر تنش خشكي، به صورت آزمايش فاكتوريل در قالب طرح كاملا تصادفي در سال 1391 به اجرا در آمد. 2 رقم از اسفناج هاي وارداتي شامل رقم اسفناج F1 هلندي و رقم استاندارد ايتاليايي و توده بومي مشهدي در 4 سطح رطوبتي{1- بدون تنش (100% ظرفيت زراعي)، 2- تنش ملايم (75% ظرفيت زراعي)، 3- تنش متوسط (50% ظرفيت زراعي) و 4- تنش شديد (25% ظرفيت زراعي)} تيمارهاي اين آزمايش را تشكيل مي دادند. چهار تكرار در هر تیمار در نظر گرفته شد. جهت اعمال تنش از روش وزني استفاده شد. نتايج اين تحقيق بر روي بخش زير‌زميني ارقام اسفناج نظير حجم ريشه، سطح ريشه، ميانگين ضخامت ريشه نشان مي دهد كه در رقم F1 هلندي با پيشرفت تنش خشكي نسبت به رقم استاندارد ايتاليايي و رقم خاردار بومي افزايش یافت. همچنين از لحاظ صفات عرض برگ، طول برگ و دمبرگ هر چند اختلافي معني‌داري بين ارقام وجود نداشت ولي با پيشرفت تنش خشكي در رقم F1 هلندي و استاندارد ايتاليايي كاهش بيشتري در این صفات نسبت به رقم خاردار بومي نشان دادند كه اين خود مي تواند يك سازوكار مناسب جهت سازگاري با شرايط تنش خشكي باشد.

**کلمات کلیدی:** سطح ریشه، ظرفیت زراعی، طول دمبرگ.

**1- مقدمه**

كمبود آب قابل‌دسترس براي آبياري، يكي ­­از مهمترين مشكلات موجود در مناطق خشك و نيمه‌خشك چون ايران است. بیش از 1/6 میلیارد هکتار معادل 2/47 درصد از سطح کره زمین را نواحی خشک و نیمه‌خشک تشکیل می دهد، در حالیکه براساس گزارشات فائو این رقم برای ایران به بیش از 90% می رسد. در این شرایط متوسط بارندگی سالیانه کشور تنها، معادل252 میلی‌متر گزارش شده است، که این نیز خود از 3/1 متوسط بارندگی دنیا کمتر است. از طرف دیگر 75% از کل بارندگی ایران به صورت کاملا" نامتوازن تنها در 27% کل مساحت کشور و بقیه در 73% آن توزیع می شود. لذا با توجه به مجموعه شرایط جغرافیایی و اقلیمی کشور این پدیده نباید تصادفی و نادر تلقی گردد. از این رو با چالش‌های جدی و فزاینده‌ای در حفظ منابع آب و بهره‌وری از آن روبرو هستیم (سلاح ورزی، 1386). تأثیر محیط بر رشد ‌و‌ نموگیاهان امری بدیهی است. در واقع عوامل محیطی در نهایت سبب افزایش یا کاهش رشد و نمو گیاهان می شوند. در این زمینه تنش را خسارت به رشد کمی یا کیفی بر اثر تغییر عوامل محیطی خارج از دامنه مطلوب برای یک گیاه خاص تعریف می کنند ([هاپکینز و هانر، 2004](#هاپکینز2004)). بر اساس مطالعات به عمل آمده از بین عوامل مختلف تنش‌زا (زنده و غیرزنده) عامل خشکی به تنهایی سبب 45% کاهش محصول می شود [(](#بالحسن1111111111)[بالحسن، 1996](#بالحسن1111111111)). با توجه به مسئله کمبود آب در کشور و همچنین سهم 90 درصدی مصرف آب شیرین در کشاورزی باید گفت که مطالعه تنش خشکی در گیاهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنين ايران يكي از كشورهايي است كه با شديدترين خشكي‌هاي جهان روبرو بوده و پيش‌بيني مي شود كه در سال 2025 يكي از شديدترين خشكسالي ها را تجربه كند ([سالکده و کوماتسو، 2007).](#سالکدهوکوماتسو1111) با توجه به وضعيت بحران آب در ايران و مصرف عمده آن در بخش كشاورزي و اينكه خشكي بعنوان يكي از مهمترين تنش‌هاي محيطي و عامل محدود كننده رشد گياهان است (چونگ و همکاران، 2003)، بايستي در نوع كشت گياهان و استفاده از ژنوتيپ‌هاي حساس تجديد نظر صورت گيرد، در اين زمينه مطالعه و شناخت گياهان متحمل به خشكي و مديريت آب ضروري به نظر مي رسد (کافی و همکاران، 1386). اسفناج (*Spinacia oleraceae* L*.*) بومي مناطق مرکزی آسیا و به احتمال قوی ایران بوده (کاوزیو اکیمیرا و همکاران، 2003). ویژگی مهم خون سازی که به اسفناج نسبت داده می شود مربوط به برخی مواد موجود در آن مانند مس، ید، ویتامین C، کلروفیل و آهن می باشد. اسفناج به علت داشتن مقدار قابل توجهی کلسیم، موجب جذب آب در بدن شده و اثرات مثبتی روی گردش خون و قلب دارد ([کاشی، 1376](#کاشی1111376)). این پژوهش با هدف بررسی اثر ارقام اسفناج بر خصوصیات موفولوژیکی گیاه تحت تنش خشکی انجام شد.

**1-1- مواد و روش­ها**

این تحقیق با هدف ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی اسفناج تحت تنش خشکی در محل گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام پذیرفت. کشت بذور در اواخر بهمن‌ماه سال 1391 صورت پذيرفت، دوره استقرار تحت آبیاری کامل تا اواخر اسفندماه و شروع تنش خشکی از اواخر اسفندماه انجام گرفت. اواخر فروردین‌ماه گیاهان جمع‌آوری گردیده و کلیه آزمایشات مربوط به اندازه‌گیری صفات نیز در آزمایشگاه‌های گروه باغبانی، زراعت، گلخانه تحقیقاتی و پژوهشکده علوم گیاهی انجام پذیرفت. دما، رطوبت نسبی و شدت نور درگلخانه توسط سنسورهایی که به سیستم مرکزی گلخانه متصل می باشد کنترل گردید. بطوریکه دما در شب 18 و در روز 22 درجه سانتیگراد تعین و رطوبت نسبی در محدوده 40% حفظ شد. مدت و شدت تابش نور هم با استفاده از پرده‌هایی که در سقف گلخانه تعبیه شده و همچنین لامپ‌های بخار سدیم 400 واتی قابل کنترل بود. به صورتی که در طی دوره انجام این آزمایش طول دوره روشنایی 16 ساعت و تاریکی 8 ساعت تنظیم گردید. مواد گیاهی شامل دو رقم اصلاح شده اسفناج و یک توده بومی بود، که دو رقم به نام‌های F1 هلندی (Narita .12F1) و استاندارد ایتالیایی (Viroflay) وارداتی، و توده داخلی هم خاردار مشهدی بود. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا" تصادفی به اجرا درآمد. تيمارها شامل توده و رقم‌های مختلف اسفناج در سه سطح{1- رقم F1 هلندی، 2- توده خاردار مشهدی، 3- رقم استاندارد ایتالیایی} و آبیاری در 4 سطح{1- بدون تنش (100% ظرفیت زراعی)، 2- تنش ملایم (75% ظرفیت زراعی)، 3- تنش متوسط (50% ظرفیت زراعی) و 4- تنش شدید (25% ظرفیت زراعی)} با 4 تکرار انجام گرفت. در این تحقیق از گلدان‌هایی با قطر 23 و ارتفاع 18 سانتی‌متر استفاده شد. وزن هر یک از گلدان‌ها به همراه زهکش آنها برابر 655 گرم بود، که این گلدان‌ها توسط 4500 گرم از خاک مورد نظر پر گردید. در هر یک از واحدهای آزمایش (گلدان ها) 10 عدد بذر کاشته شد و پس از سبز شدن و اطمینان از استقرار، تعداد گیاهان داخل گلدان به سطح نهایی 2عدد در هر گلدان کاهش یافت.دردوره استقرار به مدت 25 روز همه گلدان‌ها یکسان آبیاری شد. گیاهان را از گلدان بیرون آورده و به دو قسمت بخش ریشه و اندام هوایی تقسیم کرده و ریشه‌ها را به آرامی شسته تا به صورت کامل و با حداقل آسیب‌دیدگی از خاک خارج گردند. حجم ریشه نیز بوسیله اندازه‌گیری اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه در حجم مشخصی از آب (قانون ارشمیدوس) محاسبه گردید ([گنجعلی، 1384).](#گنجعلی11111384) سطح برگ و میانگین قطر ریشه بوسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ اندازه‌گیری شد. طول برگ، طول دمبرگ، عرض برگ توسط خط‌کش تعیین شد. به منظور تجزیه واريانس از نرم افزار JAMP استفاده شد. مقایسه میانگین صفات با استفاد از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5% ورسم نمودار بوسیله نرم افزارExcel انجام پذیرفت. تفاوت میانگین‌های اثرات اصلي و متقابل، در اشکال بوسیله میل‌بار(SE±) نشان داده شد.

**1-2- نتایج و بحث**

نتایج تجزیه واریانس داده­ها نشان می­دهد که اثر متقابل تیمارهای تیمارها در صفت سطح ریشه تنها در سحط احتمال 5 درصد معنی­دار شد. اثر ساده ژنوتیپ در صفات حجم ریشه و سطح ریشه در سطح احتمال 1 درصد و طول برگ در سطح احتمال 5 درصد معنی­دار شد. اثر ساده سطوح تنش رطوبتی تنها در صفت میانگین قطر ریشه معنی­دار نشد و در دیگر صفات در سطح احتمال 1 درصد معنی­دار شد.

جدول 1. تجزيه واريانس صفات موفولوژیکی اسفناج تحت تیمار تنش خشکی

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| منابع تغییر | درجه آزادي | حجم ریشه | سطح ریشه | میانگین قطر ریشه | طول برگ | عرض برگ | طول دمبرگ |
| ژنوتیپ | 2 | \*\*43/105 | \*\*1340083512 | ns003/0 | 60/7\* | 09/0ns | 89/2ns |
| سطوح تنش رطوبتی | 3 | \*\*25/651 | \*\*4699666666 | ns004/0 | 80/140\*\* | 31/56\*\* | 88/229\*\* |
| ژنوتیپ × سطوح تنش رطوبتی | 6 | ns07/15 | \*226816284 | 0007/0ns | 58/2ns | 20/1ns | 89/5ns |
| خطا | 36 | 31/8 | 91266585 | 001/0 | 62/1 | 67/0 | 63/6 |

ns، \* و \*\* به ترتیب نشان­دهنده­ی عدم معنی­داری، معنی­داری در سطح احتمال 5% و معنی­داری در سطح احتمال 1%

**1-2-1- حجم ریشه**

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات سطوح تنش رطوبتی و ژنوتیپ بر حجم ریشه در سطح احتمال 1% معنی‌دار شد (جدول 1)، اما اثرات متقابل ژنوتیپ و سطوح تنش رطوبتي در مورد حجم ریشه در هیچ یک از سطوح 5 و 1 درصد معنی‌دار نبود.

شکل 1. اثر ژنوتیپ بر حجم ریشه

با توجه به شکل 1 مشخص می شود که بیشترین میزان حجم ریشه مربوط به رقم F1 هلندی با میانگین 68/14سانتی‌مترمکعب است که با توده خاردار بومی و رقم استاندارد ایتالیایی اختلاف نشان می‌دهد، ولی توده خاردار بومی و رقم استاندارد ایتالیایی از لحاظ حجم ریشه با هم اختلافی ندارند.

شکل 2. اثر سطوح تنش رطوبتی بر حجم ریشه در ارقام اسفناج

با توجه به شکل 2 نشان داده می­شود که بیشترین میزان حجم ریشه مربوط به تیمار FC 75% با میانگین 69/17 سانتی‌مترمکعب بود که با تیمار FC 100% اختلاف نداشت ولی با تیمار FC 50% و FC 25% اختلاف معنی‌داری نشان داد. همانطور که مشاهده می شود افزایش سطح تنش خشکی باعث کاهش حجم ریشه می شود که در تنش شدید (FC 25%) کمترین میزان حجم ریشه و با میانگین 60/1 سانتی‌مترمکعب رخ داد. دراین آزمایش رقم F1 هلندی از نظر حجم ریشه به شکل مؤثری به تنش پاسخ داد که با رقم استاندارد و توده بومی اختلاف دارد و این نشان می دهد که نسبت به آنها به تنش خشکی در این فاکتور مقاوم‌تر است. از طرف دیگر رقم استاندارد ایتالیایی و توده خاردار بومی از نظر حجم ریشه در یک ردیف قرار دارند (شکل 1)، بطوریکه نتوانستند در هیچ یک از سطوح خشکی بر حجم ریشه خود بیافزایند. این ویژگی ریشه با توجه به صفاتی نظیر سطح کل ریشه، مجموع طول ریشه و میانگین ضخامت ریشه قابل توضیح است، زیرا اساسا" حجم هر شیء متأثر از ابعاد آن شیء می باشد، بطوریکه بین حجم ریشه و سطح کل و مجموع طول ریشه رابطه نزدیکی وجود دارد ولی بین حجم ریشه و میانگین قطر ریشه چنین رابطه‌ای وجود ندارد. در بین سطوح تنش نیز بیشترین حجم ریشه مربوط به تیمارFC 75% بود که هر چه به سمت تنش شدید حرکت می کنیم از حجم ریشه کاسته می شود که به دلیل انقباض ریشه‌ها ([هوک و همکاران، 1970](#هوکوهمکاران111970))، خشکیدگی و کاهش ضخامت ([هوانگ فرای، 1998](#هوانگفرای111111111998)) ریشه از میزان حجم آن در تنش شدید کاسته می شود. از طرف دیگر نگهداری فشار آماس سلولی خصوصا" در منطقه ریشه که ناشی از وضعیت مناسب آب برگ برای رقم F1 هلندی است امکان حفظ رشد ریشه و افزودن بر مجموع طول و سطح کل آن را در چنین شرایطی فراهم می کند. لذا در نهایت، برآیند صفات مذکور منجر به افزایش حجم ریشه در رقم F1 هلندی شد. محققین زیادی حجم ریشه، تحت شرایط تنش خشکی را یکی از ویژگی‌های مهم جهت جذب آب می دانند ([سراج، 2004](#سراج111112004)؛ گنجعلی و همکاران، 1384). اما با توجه به بررسی منابع صورت گرفته در آزمایشات تنش خشکی این صفت مورد ارزیابی قرار نمی گیرد.

**1-2-2- سطح ریشه**

با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که اثر ژنوتیپ و سطوح تنش رطوبتی بر سطح ریشه در سطح احتمال 1% اختلاف معنی‌داری نشان می دهد (جدول 1). همچنین با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس مربوط به اثرات متقابل ژنوتیپ و سطوح تنش رطوبتی بر سطح ریشه مشخص شد که درسطح احتمال 5% اختلاف معنی‌داری را نشان می دهد.

شکل 3. اثرات متقابل ژنوتیپ و سطوح تنش رطوبتی بر سطح ریشه ارقام اسفناج

با توجه به شکل 3 مشخص می شود که بیشترین میزان سطح ریشه در رقم F1 هلندی و در تیمار FC 75% با میانگین 75/63300 میلی‌مترمربع اتفاق افتاد که با تیمار FC 100% رقم F1 هلندی اختلاف معنی‌داری ندارد ولی با سایر تیمارها اختلاف نشان می دهد و کمترین مقدار سطح ریشه هم در توده اسفناج بذر خاردار و در تیمار FC 25% با میانگین 25/3842 میلی‌مترمربع اتفاق افتاد که با رقم استاندارد ایتالیایی تیمار FC 25% اختلاف معنی‌داری نشان نداد ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در هنگام وقوع خشکی محتوای رطوبتی خاک به شدت کاهش می یابد. لذا اندک مولکول‌های آب موجود در خاک تحت این شرایط بوسیله نیروی مکش زیادی از جانب ذرات ریز خاک (پتانسیل ماتریک خاک) به شدت جذب می شوند. بنابراین جهت قابل دسترس ساختن این مقدار آب برای گیاهان که بسیار نیز حیاتی است، باید سطح تماس بین ریشه‌ها و ذرات خاک افزایش یابد. در ارقام بکار برده شده پیشرفت تنش خشکی باعث کاهش سطح ریشه شده ولی در رقم F1 هلندی این کاهش کمتر می باشد بطوریکه با پیشرفت تنش خشکی نسبت به دو رقم دیگر افزایش سطح ریشه را نشان می دهد که به نظر می رسد رقم F1 هلندی علاوه بر گسترش عمودی ریشه‌ها از گسترش سطحی آنها نیز برای اجتناب از خشکی بهره می برد. در زمان تنش شدید خشکی میزان جذب و تخلیه آب در این رقم بیشتر است که می تواند در اثر همین ویژگی‌های مثبت ریشه باشد. در واقع افزایش سطح ریشه در رقم F1 هلندی سبب می شود تا حجم بیشتری از خاک جهت جذب رطوبت در دسترس قرار گیرد. بنابراین رقم F1 هلندی در مقایسه با رقم استاندارد ایتالیایی و توده خاردار بومی به علت دارا بودن سطح کل ریشه بیشتر، رطوبت موجود در خاک را به شکل بهتری تخلیه کرده و در اختیار می گیرد (شکل 3).

گنجعلی و همکاران (1384) بیان داشتند که افزایش سطح ریشه در زمان تنش‌های خشکی از طریق افزایش نقاط ورودی آب و عناصر غذایی و همچنین بوسیله افزایش سطح جذب، می تواند کارایی جذب آب و مواد غذایی را افزایش دهد. تحقیقات نشان داده است که در شرایط کمبود آب، ریشه‌ها به طرف آب در خاک رشد می کنند، به شرط آنکه فاصله آنها تا آب کم باشد. به نظر می رسد که این امر باعث صرف انرژی برای جستجوی آب شده، در نتیجه توسعه سطح ریشه کاهش می یابد (گریگوری، 2006).

**1-2-3- عرض برگ**

نتایج تجزیه واریانس این آزمایش مشخص نمود که تأثیر تیمار خشکی بر عرض برگ در سطح احتمال 1% معنی‌دار بوده است. همچنین با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح تنش رطوبتی بر عرض برگ در هیچ یک از سطوح احتمال 1 و 5 درصد معنی‌دار نشد (جدول1).

شکل 4. اثر سطوح تنش رطوبتی بر عرض برگ در دو رقم و یک توده بومی اسفناج

با توجه به شکل 4 مشخص می شود که بیشترین میزان عرض برگ مربوط به تیمار FC 100% با میانگین 54/7 سانتی‌متر می باشد که با تیمار FC 75% اختلاف نشان نمی دهد ولی با تیمار FC 50% و FC 25% اختلاف معنی‌داری نشان می دهد که هر چه به سمت تنش شدید پیش می رویم باعث کاهش عرض برگ می شود که کمترین اندازه عرض برگ مربوط به تیمارFC 25% و با میانگین 75/2سانتی‌متر می باشد. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که تنش خشکی باعث کاهش عرض برگ در ارقام اسفناج شده است. یعنی با افزایش سطح تنش خشکی از عرض برگ کاسته می شود، بطوریکه کمترین میزان عرض برگ مربوط به پایین‌ترین تیمار تنش خشکی است. در حالیکه در بین ارقام اسفناج از لحاظ عرض برگ در هیچ ژنوتیپی اختلافی مشاهده نشد و همه در یک سطح قرار دارند (شکل4).

گیاهان تغییرات ساختاری ژنتیکی را در موقع تنش خشکی بوجود می آورند که می توانند میزان تلفات آب توسط تعرق را کاهش دهند که یکی از مهم‌ترین این تغییرات کاهش عرض برگ و پیچش برگ است ([گزانچیان و همکاران، 1383](#گزانچیانوهمکارن111111383)). با توجه به نتایج این تحقیق به خوبی مشخص می شود که اسفناج نیز از این قاعده مستثنی نبوده و با کاهش عرض برگ تحت شرایط تنش خشکی با این پدیده مقابله کرده است. در واقع توانایی پیچش (لوله‌ای شدن) یا تاب خوردگی برگ در طی تنش خشکی، سطح برگی که در معرض نقصان رطوبت جو بوده و یا از طرف خشکی خاک تحت فشار است، راکاهش داده و بدین ترتیب سبب کاهش تلفات آب توسط تعرق می گردد. در سطوح رطوبتی پایین‌تر میزان لوله‌ای شدن برگ‌ها افزایش، و در نتیجه محتوای نسبی آب برگ به شکل بهتری خفظ می شود ([جانز، 1978](#جانز11111978)). بنابراین پیچش برگ را می توان یک سازگاری مهم در برابر تنش خشکی دانست و حتی یک شاخص خوب از وضعیت آب گیاه نیز می باشد. بنابراین نتیجه می گیریم که رقم F1 هلندی که دارای عرض برگ بیشتری است محتوای نسبی آب برگ خود را در حد بالاتری نسبت به دو رقم دیگر نگه داشته و لذا به میزان کمتری پیچ‌خوردگی برگ را نشان می دهد. این پیچش کمتر در برگ‌ها می تواند به پتانسیل اسمزی پایین‌تر و تحمل افزون‌تر این رقم به تنش خشکی باشد. آلکایر و همکاران (1993) نیز مشاهده کردند که تنش آب در گیاه نعناء عرض برگ را کاهش می دهد. [صفی‌خانی و همکاران (1386](#صفیخانیوهمکاران11111111386)) در تحقیقات خود روی گیاه بادرشبو گزارش کردند که تنش خشکی در حد 40% ظرفیت زراعی موجب کاهش عرض برگ می شود.

**1-2-4- طول برگ و دمبرگ**

نتایج تجزیه واریانس این آزمایش مشخص نمود که تأثیر تیمار خشکی بر طول برگ در سطح احتمال 1% معنی‌دار بوده است. همچنین با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح تنش رطوبتی بر طول برگ در هیچ یک از سطوح احتمال 1 و 5 درصد معنی‌دار نشد (جدول 1).

شکل 5. اثر سطوح تنش رطوبتی بر طول برگ در در دو رقم و یک توده بومی اسفناج

با توجه به شکل 5 مشخص می­شود که بیشترین میزان طول برگ مربوط به تیمار FC 100% با میانگین 5/12 سانتی‌متر می باشد که با تیمار FC 75% اختلاف نشان نمی دهد ولی با تیمار FC 50% و FC 25% اختلاف معنی‌داری نشان می دهد که هر چه به سمت تنش شدید پیش می رویم باعث کاهش طول برگ می شود که کمترین میزان این صفت مربوط به تیمارFC 25% و با میانگین 5 سانتی‌متر می باشد. نتایج تجزیه واریانس این آزمایش مشخص نمود که تأثیر تیمار خشکی بر طول دمبرگ در سطح احتمال 1% معنی‌دار بوده است. همچنین با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح تنش رطوبتی بر طول برگ در هیچ یک از سطوح احتمال 1 و 5 درصد معنی‌دار نشد (جدول 1).

شکل 6. اثر سطوح تنش رطوبتی بر طول دمبرگ در دو رقم و یک توده بومی اسفناج

با توجه به شکل 6 مشخص می­شود که بیشترین میزان طول دمبرگ مربوط به تیمار FC 100% با میانگین 37/13 سانتی‌متر می باشد که با تیمار FC 75% اختلاف نشان نمی دهد ولی با تیمار FC 50% و FC25% اختلاف معنی‌داری نشان می دهد، بطوریکه افزایش سطح تنش باعث کاهش طول دمبرگ می شود. کمترین میزان این صفت در تیمارFC 25% و با میانگین 75/3 سانتی‌متر مشاهده شد. میزان طویل شدن برگ‌ها یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های ریخت‌زایی در گیاهان رویشی است که شدیدا‍" تحت تأثیر ژنتیک و شرایط محیطی قرار می گیرد ([لی میر و چاپمن، 1996](#لیمیروچاپمن1111111996)). نتایج به خوبی نشان می دهد که هر چه به سمت تنش خشکی حرکت می کنیم از میزان طول برگ‌ها کاسته می شود بطوریکه در بین تیمارهای رطوبتی اعمال شده تیمار FC 25% به صورت کاملا" معنی‌داری پایین‌ترین طول برگ‌ها را به خود اختصاص داده است (شکل 5). میزان طویل شدن برگ حتی زمانی که آماس سلولی حفظ شده باشد نیز به خشکی شدید حساس است. شاید به علت اینکه ویژگی‌های تغییرپذیری سلول‌ها در قسمت تحتانی و پایه‌ای برگ تحت تنش شدید خشکی تغییر می یابد، لذا قابلیت کشش‌پذیری و طویل شدن دیواره سلولی نیز به شدت کاهش پیدا می کند. از طرف دیگر تنش شدید خشکی طول ناحیه رشد و همچنین توسعه سلولی در این ناحیه را نیز به شدت محدود می سازد. لذا مجموع این عوامل است که رشد طولی برگ را در گیاه تحت تأثیر قرار می دهد، که تمام این پژوهش‌ها در مورد گراس‌ها صدق می کند ([باکن و همکاران، 1997](#باکنوهمکاران1111997)). آلکایر و همکاران (1993) نیز مشاهده کردند که تنش آب در گیاه نعناء طول برگ را کاهش می دهد. صفی‌خانی و همکاران (1386) در تحقیقات خود روی گیاه بادرشبو گزارش کردند که تنش خشکی در حد 40% ظرفیت زراعی موجب کاهش طول برگ می­شود. [کارتر و همکاران (1982](#کارتروهمکاران11111982)) گزارش کردند که کمبود آب سبب کاهش طول برگ در گیاه یونجه می­شود. همچنین طی تحقیقی در چغندرقند مشخص شد که با افزایش تنش خشکی سرعت رشد برگ‌ها کاهش می­یابد و عمر مفید برگ‌ها قبل از پیری به طور قابل‌توجهی کوتاه می­شود ([بی‌نام، 1377](#بینام13771111)). کاهش طول برگ در اثر تنش خشکی در سایر گیاهان نیز گزارش شده است [(](#اکبری1111379)[اکبری، 1379](#اکبری1111379)).

**1-3- نتیجه­گیری**

رقم F1 هلندی در فاکتورهای ریشه نسبت به دو رقم دیگر مقاومت بیشتری را به خشکی نشان داد. در فاکتورهای بخش هوایی رقم F1 و استاندارد ایتالیایی نسبت به توده خاردار بومی با کاهش بیشتر اندام­های خود به تنش مقاومت نشان می دهند. در توده خاردار بومی با توجه به افزایش اندام­های هوایی خود می توان از این خصوصیت برای اصلاح و معرفی آن استفاده کرد. بین سطوح رطوبتی 75 و 100% ظرفیت زراعی اختلافی وجود نداشت که با توجه به کمبود آب تیمار 75% می تواند مفید باشد. با توجه به نتایج این تحقیق انتخاب ژنوتیپ مناسب می­تواند در شرایط تنش­های محیطی مقاوت بهتری نسبت به ارقام بومی نشان دهد.

**منابع**

1. [اكبري، غ. 1379. بررسي عوامل فيزيولوژيکي، فاكتورهاي محيطي و عناصر غذايي بر مراحل رشد رويشي و زايشي ذرت. رساله دكتری، دانشگاه تربيت مدرس، 178 صفحه.](#اکبری1379)
2. [بي‌نام. چغندرقند از علم تا عمل . 1377. (ترجمه). اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند. نشر علوم كشاورزي. 656 صفحه.](#بینام1377)

1. [سلاح ورزی، ی. 1386. بررسی اثرات تنش خشکی و آبیاری مجدد روی پاسخ‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در گراس‌های چمنی بومی و وارداتی. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد.](#سلاح)

1. [صفي‌خاني، ف.،حيدري شريف آباد، ح.، سيادت، ع.،شريفي عاشورآبادي، الف.، سيد نژاد، م.، و عباس زاده، ب. 1386. تأثير تنش خشكي بر عملكرد و صفات مورفولوژيك گياه دارويي بادرشبو](#صفیخانیوهمکاران1386) *[(Dracocephalum moldavica)](#صفیخانیوهمکاران1386)*[. فصلنامه علمي پژوهشي تحقيقات گياهان دارويي و معطر ايران، 23 (2): 194-183.](#صفیخانیوهمکاران1386)

1. [کاشی، ع. 1376. سبزیکاری خصوصی. انتشارات دانشکده کشاورزی کرج. 130 صفحه.](#کاشی1376)

1. [کافی، م.، زند، الف.، کامکار، ب، شریفی، ح. و گلدانی، م. 1386. فیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد 1 و 2 (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.](#کافیوهمکاران1386)

1. [گزانچیان، ع.، خوش‌خلق‌سیما، ن.الف.، ملبوبی، م. ع.، مجیدی هروان، الف. و حسینی سالکده،ق. 1383. بررسی جنبه های فیزیولوژیکی و مولکولی مقاومت به خشکی در گراس‌های پایا. رساله دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.](#گزانچیانوهمکارن1383)

1. [گنجعلی، ع.، کافی، م.، باقری، ع. و شهریاری، ف. 1384. بررسی جنبه های فیزیومورفولوژیک مقاومت به خشکیژنوتیپ های نخود (](#گنجعلی1384)*[Cicer arientinum](#گنجعلی1384)* [L.). رساله دکتری، گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد.](#گنجعلی1384)

1. [Alkhire, T. B. H., Simon, J. E., Palevitch, D.,and Putievsky, E. 1993. Water management for Midwestern peppermint (](#آلخیروهمکاران1993)*[Mentha piperita](#آلخیروهمکاران1993)* [L.) growing in highly organic soil, Indiana, USA.](#آلخیروهمکاران1993) *[Acta Horticulturae, 344, 544-556.](#آلخیروهمکاران1993)*

1. [Bacon, M.A., Thompson, D.S., and Davies, W.J. 1997. Can cell wall peroxidase activity explain the leaf growth response of](#باکنوهمکاران1997) *[Lolium temulentum](#باکنوهمکاران1997)* [L](#باکنوهمکاران1997)*[.](#باکنوهمکاران1997)* [during drought?](#باکنوهمکاران1997) *[J. Exp. Bot. 317:2075-2085.](#باکنوهمکاران1997)*

1. [Belhassen, E.1996. Drought in higher plants: Genetical, Ph ysiological and molecular biological analysis.ENSA-INRA SGAP, Montpellier, France. 152PP.](#بالحسن)
2. [Carter, P., Sheaffer, C., and Voorhees, W. 1982. Root growth, herbage yield and water status of alfalfa cultivars](#کارتروهمکاران1982)*[. Crop Sci, 22: 425-427.](#کارتروهمکاران1982)*

1. [Cheong, Y. H., Kim, K. N., Pandey, G. K, Gupta, R., Grant, J. J., and Luan, S. 2003.CBL, a calcium sensor that differentially regulates salt, drought, and cold responses in Arabidopsis](#چونگوهمکاران)*[. The Plant Cell.15:1833-1845.](#چونگوهمکاران)*

1. [Gregory, P.J. 2006. Plant Roots (Growth, Activity and Interaction with Soils).](#گریگوری2006) *[Blackwell Publishing, pp: 150-173.](#گریگوری2006)*

1. [Hapkins, W.G., and Huner, N.P. 2004. Introduction to plant physiology.](#هاپکینزوهمکاران2004) *[Third Edition, John Wiley and sons, Inc. New York. P:559.](#هاپکینزوهمکاران2004)*

1. [Huang, B., and Fry,J.D. 1998. Root anatomical, physiological, and morphological responses to drought stress for tall fescue cultivars.](#هوانگفرای1998) *[Crop Sci. 38:1017-1022.](#هوانگفرای1998)*

1. [Huck, M.G., Klepper, B.L., and Taylor, H.M. 1970. Diurnal variation in root diameter.](#هوکوهمکاران1970) *[Plant Physiol. 45:529-530.](#هوکوهمکاران1970)*

1. [Johns, G.G. 1978. Transpirational, leaf area, stomatal and photosynthetic responses to grandually induced water stress in four temperate herbage species.](#جانز1978) *[Aust. J. plant physiol. 5:113-125.](#جانز1978)*

1. [Kawazu Okimura, Y. M., Ishii, T., and Yui, S. 2003. Varietale and Seasonal difference in oxalate ontent of Spinach.](#کاوزیواکیمیرا2003) *[Scientia Horticulturae 97: 203-210.](#کاوزیواکیمیرا2003)*

1. [Salekdeh, G.H, and Komatsu, S. 2007. Crop Proteomics: aim at sustainabl agriculture of tomorrow.](#سالکدهوکوماتسو) *[Proteomics 7:2976-2996.](#سالکدهوکوماتسو)*

1. [Serraj, R., Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., Kumar, J., Chandra, S., and Crouch, J.H. 2004. Variation in root traits of chickpea (](#سراج2004)*[Cicerarietinum](#سراج2004)* [L.) grown under terminal drought.](#سراج2004) *[Field Crops Res. 88:115-127.](#سراج2004)*