

Farklı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Gelişim Performansları Üzerine Tuz Stresinin Etkisi

Tülay Toprak, *Ruveyde Tunçtürk

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

*E-mail: ruveydetunckturk@yyu.edu.tr

Gönderme tarihi/Received:07/06/2018

Kabul tarihi/Accepted:23/07/2018

Özet

Bu çalışmada, önemli yağ bitkilerinden biri olan aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin (Remzibey-05, Balcı, Yenice, Dinçer ve Linas) fide gelişimi üzerine tuz dozlarının (0 ve 150 mM NaCl) etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, bitki boyu, yaprak sayısı, kök uzunluğu, taze kök ve gövde ağırlığı, kuru kök ve gövde ağırlığı ile Kök/Gövde oranı gibi parametreler incelenmiştir. Denemelerin sonuçları, çeşitlerin tuz stresi toleranslarının farklı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, tuz stresinin tüm çeşitlerde fide gelişimini önemli oranda engellediği tespit edilmiştir. Çalışmada; aspir çeşitlerinin kök ve gövde yağ ağırlığı, gövde kuru ağırlığı ve Kök/Gövde oranı üzerine çeşit x tuz interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli bulunduğu, tuza en toleranslı çeşidin Remzibey-05 çeşidi, en duyarlı çeşidin ise sırasıyla Dinçer ve Yenice çeşitlerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aspir, *Carthamus tinctorius* L., çeşit, fide gelişimi, tuz stresi

Effect of Salt Stress on Developmental Performance of Different Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars

Abstract

This study, the effects of salt doses (0 and 150 mM NaCl) on seedling growth of aspir (*Carthamus tinctorius* L.) varieties (Remzibey-05, Balcı, Yenice, Dinçer and Linas) which is one of the important oil plants were investigated. In the study, parameters such as plant height, number of leaves, root length, fresh root and stem weight, dry root and stem weight and Root/Shoot ratio were examined. Experimental results have shown that be salt stress tolerances of cultivars. Also, it has been detected that salt stress significantly inhibits seedling growth in all cultivars. In the study; the most susceptible species were the Dinçer and Yenice cultivars, respectively. It was found statistically significant to interaction between salt stress and cultivars in parameters such as root and shoot fresh weight, shoot dry weight and Root/Shoot ratio.

Keywords: Safflower, *Carthamus tinctorius* L., cultivar, seedling development, salt stress

Giriş

Aspir Compositae familyasından tek yıllık, geniş yapraklı, sarı, turuncu, kırmızı, beyaz ve krem renklerinde çiçeklere sahip, dikenli ve dikensiz tipleri olan, kurağa dayanıklı ve ortalama yağ oranı % 30-45 arasında değişebilen bir yağ bitkisidir. Ortalama % 75 oranında linoleik asit (omega-6) içeren aspir yağı, özellikle damar sertliği tedavisinde ve yüksek kan kolesterolünün düşürülmesinde kullanılabilecek diyet bitkisel yağlardan birisidir. Aspir yağı, yemeklik yağ olarak kullanımının yanında çabuk kuruma özelliği nedeniyle, buruşmaya ve yüksek neme dayanıklı boya üretiminde de aranan bir yağdır (Weiss, 1983).

Bitkilerin normal gelişimlerini devam ettirebilmeleri, içinde buldukları koşulların optimum düzeyde olmasına bağlıdır. Bitkilerin hayatta kalmalarını engelleyen bazı biyotik ve abiyotik stres faktörleri bulunmaktadır. Abiyotik stres faktörlerinin en önemlilerinden biri tuzluluktur. Tuzluluk bitkileri her gelişim evresinde önemli ölçüde etkilemektedir. Tuzluluğa maruz kalan bitkilerde çimlenmenin azaldığı, bitki çıkışının geciktiği, bitki çıkışının düzensiz olduğu ve bunun sonucunda bitki veriminin düştüğü görülmektedir. Toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttığında ve su potansiyeli azaldığında, bitki hücresinin osmotik potansiyeli düşmekte ve bitki hücre bölünmesi ya da uzaması önemli ölçüde yavaşlamaktadır. Tuz stresi, bitkiler üzerindeki ilk etkisini, kullanılabilir su içeriğinin azalmasıyla ortaya çıkan osmotik stres ile göstermektedir (Terry ve Waldron, 1984). Osmotik stresin devamında bitkinin yapısında Na^+ ile Cl^- iyon miktarlarının artmasına ve bu iyonların diğer gerekli besin elementlerinin alınımını engellemesine bağlı olarak, iyonik stres ortaya çıkmaktadır (Hu and Schmidhalter, 2005; Munns and Tester, 2008). Stres koşullarının devam etmesi halinde bitki büyümesi tamamen durabilmektedir (Ashraf, 1994).

Yeryüzünde 800 milyon ha' dan fazla alan tuzdan etkilenerek (Türkan ve Demiral, 2009) her yıl tuzdan zarar gören 2 milyon ha tarım arazisinin buna eklendiği düşünülmektedir (Tuteja, 2007). NaCl bu tuzların en önemlilerinden biridir ve NaCl' nin neden olduğu tuzlu topraklar, tuzdan etkilenmiş alanların büyük kısmını oluşturmaktadır (Pessaraki and Szabolcs, 1999).

Bu çalışma, tuz stresinin aspir çeşitlerinin gelişim performansları üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nde yürütülen çalışmalardan elde edilen tohumluklar ile Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden ve Konya' da bulunan Utek Tohumculuk Şirketinden temin edilen tohumluklar kullanılmıştır.

Deneme, Tarla Bitkileri Bölümü' ne ait kontrollü şartlara sahip iklim odasında yürütülmüştür. Denemede 5 farklı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşidi (Linaz, Remzibey- 05, Balcı, Dinçer ve Yenice) ve 2 farklı tuz dozu (0 ve 150 mM NaCl) uygulanarak Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre faktöriyel düzende 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede, 1 litre hacimli plastik saksılar; 1/3 yanmış ahır gübresi, 1/3 kum karışımı ve 1/3 toprak karışımı ile doldurulmuştur. Tohumların ekimi , her saksıya 10 adet gelecek şekilde 3-4 cm derinliğe yapılmıştır. Ekimden sonra saksılar kontrollü iklim odasına (25±2°C sıcaklık, % 65 nem, 16 saat ışık/8 saat karanlık fotoperiyot ve 200 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ışık şiddeti) yerleştirilmiştir. Her saksıya gün aşırı yaklaşık 50 ml saf su verilmiştir. Ekimden 3-4 gün sonra tüm saksılarda çıkış gözlenmiştir. Çıkıştan 15 gün sonra her saksıda 6 bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Ekimden 1 ay sonra tuz uygulamalarına başlanmıştır. 15 gün süresince tuz uygulamalarına devam edilmiştir. Kontrol uygulamalarına saf su verilmiştir. 45 gün sonra hasat edilen bitkiler distile suyla yıkanarak gerekli ölçüm ve tartım işlemleri yapılmıştır. Hesap işlemleri sona erdiğinde, kök ve gövde kısımları ayrı ayrı kese kağıtlarına konularak 105 °C sıcaklıktaki etüvde 24 saat boyunca kurutulmuş ve böylelikle kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler COSTAT istatistik (6.3 versiyonu) programından yararlanılarak Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre varyans

analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Yöntemi' ne göre belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark. 1987).

Bulgular ve Tartışma

İncelenen tüm parametreler bakımından aspir çeşitleri üzerinde tuz stresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada, kök ve gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı ve Kök/Gövde oranı gibi parametreler üzerinde çeşitXtuz interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Denemeden elde edilen sonuçlar incelendiğinde; aspir çeşitleri arasında bitki boyu bakımından önemli farklılıkların olduğu, en uzun bitki boyunun 23.0 cm ile Linas çeşidinden, en kısa bitki boyunun ise 19.7 cm ile Yenice çeşidinden elde edildiği belirlenmiştir. Ancak, istatistiksel olarak Dinçer çeşidi ile Yenice aspir çeşitleri arasında farklılığın olmadığı, aynı duncan grubunda yer aldığı Tablo 1' de görülmektedir. Tuz stresinin kontrolle kıyaslandığında bitki boyunu olumsuz yönde ve istatistiksel olarak önemli oranda etkilediği belirlenerek en uzun boylu bitkiler (21.6 cm) kontrolden, en kısa bitkiler ise (19.9 cm) 150 mM tuz uygulamasından elde edilmiştir. Aymen ve ark. (2012), aspride tuz stresinin bitki boyunu ve tüm büyüme ve verim parametrelerini kontrolle karşılaştırdıklarında önemli seviyede azalttığını bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar (Harrathi ve ark. 2012; Echi ve ark. 2013; Bahadorkhah ve Kazameini 2014; Alasvandyari ve Mahdavi 2017) aspride tuz stresinin büyüme ve gelişimi olumsuz etkilediğini bildirirken, bazı araştırmacılar (Tunçtürk ve ark. 2009; Tunçtürk, 2011; Tunçtürk ve ark. 2011; Aydın ve Atıcı, 2015) ekinezya, soya, çemen, kolza, buğday, mısır, domates ve fasulyede; taze ve kuru ağırlık, kök ve gövde uzunluğu gibi gelişim parametrelerini önemli derecede engellediğini bildirmişlerdir. Bassil ve Kaffka (2002) ve Sadeghi (2011), tarafından aspride yapılan bir çalışmada da tuz stresinin bitki boyu, yaprak sayısını, biyo kütle, yaprak alanı ve tabla sayısını azalttığını bildirmişlerdir.

Table 1. Tuz stresi altındaki aspir çeşitlerinin erken gelişim parametreleri

Uygulamalar		Bitki boyu (cm)	Yaprak sayısı (adet)	Kök uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)
Tuz Dozları	Çeşitler				
0 mM (T0)	Remzibey-05	23.5	12.3	19.6	0.26a
	Balcı	21.3	11.5	15.9	0.23ab
	Yenice	21.4	11.1	15.4	0.17bcd
	Dinçer	21.4	10.9	20.4	0.21abc
	Linas	20.3	11.0	18.7	0.19abcd
	T0 Ort.		21.6a	11.3a	18.6a
150 mM (T1)	Remzibey-05	22.3	11.8	18.7	0.22ab
	Balcı	18.8	10.8	14.1	0.16bcd
	Yenice	19.6	10.4	14.3	0.13d
	Dinçer	20.0	10.4	18.2	0.17bcd
	Linas	19.1	10.6	17.3	0.14cd
	T1 Ort.		19.9b	10.8b	16.5b
Çeşit Ortalamaları	Remzibey-05	20.1c	11.1b	15.0c	0.20b
	Balcı	20.0b	10.7c	14.7c	0.15d
	Yenice	19.7b	10.8c	18.0c	0.17c
	Dinçer	20.7b	10.6c	20.8a	0.19b
	Linas	23.0a	12.0a	19.1ab	0.24a

*Ortalamalar arasındaki fark duncan çoklu karşılaştırma metoduyla $P < 0.05$ seviyesinde değerlendirilmiştir.

Bitkide yaprak sayısının çeşitler arasında $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak farklılık gösterdiği, en fazla yaprak sayısı 12.0 adet ile Linas çeşidinden, en az yaprak sayısı 10.6 adet ile Dinçer çeşidinden elde edilmiştir. Dinçer çeşidi ile Balcı ve Yenice çeşitleri arasında istatistiksel olarak farklılığın olmadığı ve aynı duncan grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. 150 mM tuz uygulamasının yaprak sayısını (10.8 adet) kontrole (11.3 adet) göre azalttığı belirlenmiştir. Danicic ve ark. (2016)'nın asperde yaptıkları çalışmada; yüksek NaCl konsantrasyonlarının bitki başına yaprak sayısını etkilediği ve tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilerde transpirasyon yoğunluğunun azaldığını fakat stomatal difüzyon direncinin arttığı bildirilmektedir. Çeşitler arasında kök uzunluğu bakımında farklılıkların olduğu ve en uzun kökün (20.8 cm) Dinçer, en kısa kökün (14.7 cm) Balcı çeşidinden elde edildiği belirlenirken Remzibey-05 ve Yenice çeşitleri ile aynı duncan grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Çalışmada, tuz stresinin kök uzunluğunu azalttığı ve en uzun kökün 18.6 cm ile kontrolden, en kısa kökün ise 16.5 cm ile 150 mM NaCl uygulamasından elde edildiği görülmüştür. Kaya ve İpek (2003), aspir çeşitleri (Yenice, Dinçer ve 5.154) üzerinde yaptıkları çalışmada tuz dozları arttıkça kök uzunluğunun azaldığını ve kök uzunluğu değerlerini 2.52 ile 12.5 cm arasında tespit ettiklerini, en kısa kök uzunluğuna sahip çeşidin Yenice çeşidinin olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Zhang ve ark. (2015), asperde yaptıkları çalışmada kök uzunluğunun tuz konsantrasyonu arttıkça kısaldığını tespit ederek kök uzunluğunun 0.28 ile 4.51 cm arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Tablo 1 incelendiğinde; kök yaş ağırlığı bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) farklılığın olduğu belirlenerek en fazla kök yaş ağırlığının 1.24 g ile Linas çeşidinden en az değer ise 0.15 g ile Balcı çeşidinden elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, kök yaş ağırlığı üzerine çeşit x tuz interaksiyonunun önemli bulunduğu tespit edilerek en fazla kök yaş ağırlığı (0.26 g) Remzibey-05 çeşidinin kontrol uygulamalarından elde edilirken, en düşük değer (0.13 g) Yenice çeşidinin 150 mM tuz uygulamalarından elde edilmiştir.

Table 2. Tuz stresi altındaki aspir çeşitlerinin erken gelişim parametreleri

Uygulamalar		Gövde yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Gövde kuru ağırlığı (g)	Kök/Gövde oranı (%)
Tuz Dozları	Çeşitler				
0 mM (T0)	Remzibey-05	0.47a	0.04	0.23a	0.18ab
	Balcı	0.38abc	0.03	0.16bc	0.17ab
	Yenice	0.33bc	0.02	0.14bc	0.18ab
	Dinçer	0.31bc	0.03	0.16abc	0.21a
	Linas	0.46a	0.03	0.21ab	0.13bc
T0 Ort.		0.38a	0.03a	0.18a	0.17a
150 mM (T1)	Remzibey-05	0.38abc	0.03	0.21ab	0.15bc
	Balcı	0.30bc	0.02	0.14bc	0.16b
	Yenice	0.29bc	0.02	0.12c	0.18ab
	Dinçer	0.26c	0.02	0.11c	0.16ab
	Linas	0.41ab	0.02	0.18abc	0.11c
T1 Ort.		0.33b	0.02b	0.15b	0.15b
Çeşit Ortalamaları	Remzibey-05	0.33c	0.03b	0.15c	0.16b
	Balcı	0.31d	0.02b	0.13e	0.18a
	Yenice	0.43a	0.02b	0.19b	0.12c
	Dinçer	0.29e	0.03b	0.13d	0.19a
	Linas	0.42b	0.04a	0.22a	0.16b

*Ortalamalar arasındaki fark duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle $P < 0.05$ seviyesinde değerlendirilmiştir.

Bu araştırmada, kök kuru ağırlığı üzerine tuz uygulamalarının etkisi önemli ve olumsuz olmuştur. En fazla kök kuru ağırlığı değeri 0.04 g ile Linas çeşidinden elde edilirken, en düşük değer ise 0.02 g ile Balcı ve Yenice çeşidinden elde edilmiştir. Ayrıca, Remzibey-05, Yenice, Dinçer ve Balcı çeşitleri aynı duncan grubunda yer almıştır (Tablo 2). Kaya ve ark. (2003), aspir çeşitleri (Yenice, Dinçer ve 5.154) üzerinde yaptıkları çalışmada, tuz dozları arttıkça kök kuru ağırlığı değerinin düştüğünü ve kök kuru ağırlık değerlerini 4.56 ile 31.5 cm arasında tespit ettiklerini bildirerek, en düşük değere sahip çeşidin Yenice olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, gövde yaş ve kuru ağırlığı ile Kök/Gövde oranı üzerinde tuz stresinin etkisi önemli ve olumsuz olurken çeşitler arasında da önemli farklılığın olduğu belirlenmiştir. Yine söz konusu parametreler üzerinde çeşitXtuz interaksyonu önemli bulunmuştur. En fazla gövde yaş ağırlığı (0.47 g) ve gövde kuru ağırlığı (0.23 g) tuz uygulamasının yapılmadığı Remzibey-05 çeşidinden, en düşük gövde yaş ağırlığı (0.23 g) ve gövde kuru ağırlığı (0.11 g) değerleri 150 mM NaCl uygulanan Dinçer çeşidinden elde edilmiştir. Tuz stresi altındaki aspirin kök ile gövde yaş ve kuru ağırlıkları değerleri kontrol ile karşılaştırıldığında önemli seviyede azaldığına yönelik sonuçlarımız ile asperde çalışan araştırmacıların (Aymen ve ark. 2012; Harrathi ve ark. 2013) elde ettikleri sonuçlar benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Zhang ve ark. (2015)' nin asperde yaptıkları çalışmada; tuz konsantrasyonu arttıkça gövde yaş ağırlığının azaldığını tespit ederek gövde yaş ağırlığı değerlerinin 0.07 ile 4.51 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kök/Gövde oranı açısından en fazla değer (% 0.21) 0 mM NaCl (kontrol) uygulanan Dinçer çeşidinde, en düşük Kök/Gövde oranı (% 0.11) Linas çeşidinde belirlenmiştir. Kaya ve İpek (2003) aspir çeşitleri (Yenice, Dinçer ve 5.154) üzerinde yaptıkları çalışmada gövde kuru ağırlığı ve Kök/Gövde oranı değerinin de tuz dozları arttıkça düştüğünü ve sırasıyla 24.59 ve 65.64 g ile % 17.50 ve % 50.73 arasında tespit ettiklerini bildirerek en düşük değere sahip çeşidin gövde kuru ağırlığı bakımından Yenice çeşidinin, Kök/Gövde oranı bakımından ise Dinçer çeşidinin olduğunu rapor etmişlerdir.

Sonuç

Dünyada, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde ana kayaların ayrışması, yanlış sulama, iklimsel koşullar, drenaj yetersizliği ve aşırı otlatma gibi faktörlerin etkisi altında, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri değişmektedir. Bu faktörlerin etkileri sonucu, toprakta Na⁺ ve Cl⁻ gibi iyonların birikmesiyle, bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyen tuz stresinin oluşumudur. Hızla artan dünya nüfusunun besin ihtiyacını karşılayan tarım arazilerinin % 20'si tuzdan etkilenmiş durumda olup bu alanlar her geçen yıl artmaktadır. Bu durum, bitkilerin tuzluluğa dayanıklılık düzeylerini belirleme ve bundan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, tuza toleranslı bitkiler geliştirme ihtiyacını doğurmuştur. Bu çalışmada; tuz stresinin, aspir çeşitlerinde incelenen tüm parametreler üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu belirlenerek, tuza en toleranslı çeşidin Remzibey-05 çeşidinin, en duyarlı çeşidin ise sırasıyla Dinçer ve Yenice çeşitlerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma 2209 No' lu "2014-2015 Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destekleme Programı" kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Alasvandyari, F., Mahdavi, B. (2017). Effect of glycinebetaine on growth and antioxidant enzymes of safflower under salinity stress condition. *Agriculture & Forestry*, 63 (3): 85-95.
- Ashraf, M. (1994). Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13(1): 17-42.
- Aydın, İ., Atıcı, Ö. (2015). Tuz stresinin bazı kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 3(2): 1-15.
- Aymen, E. M., Kaouther, Z., Fredj, M. B., Cherif, H. (2012). Seed priming for better growth and yield of safflower (*Carthamus tinctorius*) under saline condition. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 8(3): 135-143.
- Bahadorkhah, F., Kazemeini, S. A. (2014). Effect of salinity and sowing method on yield, yield component and oil content of two cultivars of spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Pizhühishhayi Zirai Iran*, 12(2): 264-272.
- Bassil, E. S., Kaffka, S. R. (2002). Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soils and irrigation. I. Consumptive water use. *Agr. Water Manage.*, 54: 81-92.
- Danicic, M. M., Maksimovic, I. V., Delic, M. I. P. (2016). Physiological and chemical characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in the presence of low salt concentrations matica srpska, *J. Nat. Sci. Novi Sad*, 130, 85-91.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve deneme metotları. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*, Ankara, 381s.
- Echi, R. M., Aslı, D. E., Vajedi, S. J., Kashani, Z. F. (2013). The effect of seed pretreatment by salicylhydroxamic acid on germination indices of safflower under salinity stress. *International Journal of Biosciences (IJB)* 3(6): 181-189.
- Harrathi, J., Hosni, K., Karray, N. B., Attia, H., Marzouk, B., Magne, B., Lachar M., (2012). Effect of salt stress on growth, fatty acids and essential oils in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Acta Physiologiae Plantarum*, 34 (1): 129-137.
- Hu, Y., Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 541-549.
- Kaya, M. D., Ipek, A., Ozturk, A. (2003). Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 221-227.
- Munns, R., Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59: 651-681
- Pessaraki, M., Szabolcs, I. (1999). Soil Salinity and Sodicity as Particular Plant/Crop Stress Factors. In: Pessaraki M, editor. *Handbook of Plant Crop Stress*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, pp. 3–22.
- Sadeghi, H., (2011). Effects of sodium chloride on some physiological traits and chemical composition of two safflower cultivars. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 15 (2): 297-301.
- Terry, N. and L. J. Waldron. (1984). Salinity, photosynthesis and leaf growth. *California Agriculture*, 38: 38-39.

- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yildirim, B., Çiftçi, V. (2011). Changes of micronutrients, dry weight and plant development in canola (*Brassica napus* L.) cultivars under salt stress. *African Journal of Biotechnology* 10(19): 3726-3730.
- Tunçtürk, M., Yaşar, F., Tunçtürk, R. (2009). Effect of Salinity Stress on Plant Green Weight and Nutrient Value of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Cultivars. *Asian Journal of Chemistry*, 21(2): 1481-1489.
- Tunçtürk, R. (2011). Salinity exposure modifies nutrient concentrations in fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 6(16): 3685-3690.
- Tuteja, N. (2007). Mechanisms of high salinity tolerance in plants, *Methods in Enzymology* 428: 419-438.
- Türkan, I., Demiral, T. (2009). Recent developments in understanding salinity tolerance . *Environmental and Experimental Botany*, 67: 2-9
- Weiss, E. A., (1983). Oilseed crops. *Tropical agriculture series*, John Wiley & Sons Incorporated.
- Zapata, P. J., Serrano, M., Pretel, M. T., Amoros, A., Botella, M. A. (2003). Changes in ethylene evolution and polyamine profiles of seedlings of nine cultivars of *Lactuca sativa* L. in response to salt stress during germination. *Plant Science* 164(4): 557-563
- Zhang, G. H., Su, Q., An, L. J., Wu, S. (2008). Characterization and expression of a vacuolar Na⁺/H⁺ antiporter gene from the monocot halophyte *Aeluropus littoralis*, *Plant Physiology and Biochemistry* 46: 117-126.
- Zhang, W., Yang, X., Liu, F., Pei, Y., Yuan, J., Nie, J. (2015). Effects of saline alkali stress on seed germination of *Carthamus tinctorius* L. *Medicinal Plant*, 6(11-12): 1-6.
- Zhang, Z. H., Liu, Q., Song, H. X., Rong, X. M., Abdelbagi, M. I. (2011). Responses of contrasting rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to salt stress as affected by nutrient concentrations, *Agricultural Sciences in China* 10(2): 195-206.