مجله علوم و فنون باغباني ايران جلد ۱۰ شماره ۲ صفحه هاي ۱۶۷ تا ۱۷۶ (۱۳۸۸)

تاثير تنش شوري روي برخي رفتارهاي اكوفيزيولوژيكي نژادگان هاي گزينش شده بادام (*Prunus amygdalus* B.) [۱]

SALINITY STRESS EFFECT ON SOME ECOPHYSIOLOGICAL TRAITS OF SELECTED ALMOND GENOTYPES (*PRUNUS AMYGDALUS* B.)

حميد رهنمون، نعمت علي قاسيموف، فريد شكاري و ناصر علي اصغرزاد[۲]

چكيده

به منظور ارزيابي اثرهاي تنش شوري روي پاسخ هاي محيطي نژادگان هاي گزينش شده از جمعيت بادام (*Prunus amygdalus* B.) آذربايجان شرقي و امكان دست يابي به نژادگان هاي اميدبخش متحمل از بين آن ها، آزمايشي بر مبناي طرح آماري كرت هاي كاملاً تصادفي با سه تكرار و ۱۵ دانهال دوساله در هر كرت و با پنج تيمار شوري شامل: صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، و ۱۰۰ ميلي مول در ليتر كلريد سديم خالص، طراحي و اجرا گرديد. بستر مورد استفاده خاک شاخص منطقه در گلدان هاي ۱۵ كيلويي بود. در اين پژوهش مقدار پرولين آزاد، محتواي نسبي آب، شاخص كلروفيل، محتواي يوني برگ ها و همچنين درصد نشانه هاي سوختگي حاشيه اي و ريزش برگ ها به عنوان رفتارهاي اكوفيزيولوژيكي مورد ارزيابي قرار گرفتند. نتايج نشان داد كه شاخص كلروفيل و آب نسبي برگ ها با افزايش غلظت شوري به طور معني دار و خطي كاهش ولي مقدار پرولين افزايش يافت ($p\leq1\%$). با افزايش غلظت نمک، محتواي يون هاي كلر و سديم به طور معني دار افزايش ($p\leq1\%$) و يون هاي كلسيم و منيزيم كاهش يافت ولي تاثير آن روي محتواي يون پتاسيم غير معني دار و نامنظم بود. در اين شرايط روند افزايشي در نسبت هاي سديم به پتاسيم و سديم به كلسيم مشاهده گرديد. در اين پژوهش آستانه بروز نشانه هاي سوختگي در برگ دانهال هاي بادام مورد آزمايش، انباشت سديم به ميزان ۹ تا ۱۱ ميلي گرم بر گرم ماده خشک تعيين گرديد.

واژه هاي كليدي: اكوفيزيولوژي، بادام، پرولين آزاد، شاخص كلروفيل، شوري، محتواي نسبي آب، محتواي يوني.

مقدمه

نگاهي به شرايط بوم شناختي مناطق توليد بادام (*Prunus amygdalus* B.) و تطبيق آن با پراكنش خاک هاي مناطق نيمه خشک و شور، اين واقعيت را آشكار مي كند كه توليد جهاني محصول بادام بيشتر با تنش هاي خشكي و شوري مواجه است (۲۰). به طور معمول در تعريف خاک هاي شور هدايت الكتريكي ۴ دسي زيمنس بر متر را به عنوان آستانه شوري در نظر مي گيرند (۳، ۴) ولي در تعيين ميزان خسارت ناشي از شوري بايد تفاوت هايي بين

۱- تاريخ دريافت: ۸۷/۱۱/۱۹ تاريخ پذيرش: ۸۸/۵/۲۲

۲- به ترتيب دانشجوي دكتري فيزيولوژي گياهي دانشگاه دولتي باكو، عضو هيئت علمي مركز تحقيقات كشاورزي آذربايجان شرقي، استاد فيزيولوژي گياهي دانشگاه دولتي باكو، باكو، جمهوري آذربايجان، استاديار گروه زراعت دانشگاه زنجان، و دانشيار گروه خاكشناسي دانشگاه تبريز، تبريز، جمهوري اسلامي ايران.

شوري ناشي از نمک کلريد سديم و ساير نمک هاي محلول در نظر گرفت (۲، ۵). پژوهش هاي انجام يافته نشان مي دهند که شاخص هاي مورفولوژيکي بادام از جمله رشد طولي، قطر تنه، ضخامت برگ ها و حوزه گسترش ريشه ها با افزايش شوري، کاهش مي يابند(۸، ۱۷). کاهش عملکرد بادام حدود ۲۵% به ازاي افزايش هر واحد شوري در مقياس دسي زيمنس بر متر گزارش شده است (۱۱، ۱۳). همچنين مشخص شده است که شوري روي شاخص هاي فيزيولوژيکي گياهان تاثيرگذار است. شيبلي و همکاران[۱] (۱۹) با بررسي اثرهاي شوري روي روابط آبي و محتواي يوني بادام تلخ[۲] گزارش نمودند که پتانسيل اسمزي شيره ياخته اي برگ از منفي ۰/۴ (در شاهد) تا منفي ۱۱/۱ (در تيمار ۱۰۰ ميلي مول بر ليتر نمک کلريد سديم) قابل افزايش است و افزايش غلظت سديم باعث افزايش جذب عناصر روي، مس و منگنز و کاهش جذب نيتروژن، فسفر، کلسيم، پتاسيم و منيزيم مي گردد. کاهش جذب نيتروژن، فسفر، کلسيم، پتاسيم و منيزيم با افزايش جذب سديم در انواع گونه هاي درختان ميوه هسته دار در پژوهش هاي ديگري گزارش شده است (۸، ۱۴، ۱۵). بررسي تحمل به شوري در ۱۱ گونه از درختان ميوه نشان داد که در گونه هاي متحمل (غير از خرما) غلظت يون Cl^- در برگ ها کمتر از ريشه است. در مورد خرما چنين نتيجه گيري شد که به احتمال اين گونه باغي از هر دو نوع يون (کاتيون ها و آنيون ها) براي تنظيم اسمزي در واکوئل ها و حفظ تعادل آب بافت برگ ها استفاده مي کند. بر اساس نتايج اين پژوهش گونه هاي باغي تحت مطالعه بر حسب ميزان حساسيت به شوري به ترتيب زردآلو، هلو، بادام، انبه، نارنج، سيب، گلابي، انگور، گواوا، زيتون و خرما معرفي شدند (۹). کاراکاس و همکاران[۳] (۱۲) علت بروز سوختگي حاشيه اي در برگ هاي گونه هاي باغي حساس به شوري را به کاهش محتواي نسبي آب و پتانسيل اسمزي نسبت داده و آستانه بروز اين نشانه ها در برگ هاي هلو را تجمع دست کم ۴ الي ۶ ميلي گرم سديم بر هر گرم ماده خشک تعيين نمودند. در اين رابطه رحماني و همکاران (۱۷) با مقايسه تحمل به شوري رقم هاي باغي و وحشي بادام چنين نتيجه گرفتند که با افزايش سطوح شوري نشانه سوختگي در حاشيه برگ بادام هاي باغي به تدريج ظاهر و با حالت پيش رونده در طول زمان، باعث پژمردگي و در نهايت ريزش کامل آن ها مي گردد. ماساي و همکاران[۴] (۱۵) با مطالعه اثرهاي سطوح مختلف نمک کلريد سديم روي دو نوع ترکيب پيوندي (هلوي رقم 'آرمکينگ'[۵] روي پايه 'ميروبالان'، '$Mr.S_{2/5}$' و دورگه- در بادام 'GF_{677}') نشان دادند که با افزايش غلظت نمک، محتواي نسبي آب و پتانسيل اسمزي در حالت آماس کامل در برگ هاي ترکيب پيوندي 'GF_{677}'/ 'Arm' کمتر از ترکيب پيوندي $Arm/Mr.S_{2/5}$ کاهش مي يابد. آن ها علت اين امر را افزايش تدريجي يون هاي سديم با افزايش سطح شوري (حتي تا دو برابر نسبت به شاهد در تيمار ۱۲۰ ميلي مول در ليتر) در ترکيب پيوندي اخير بيان نمودند.

يافته هاي اين پژوهش با نتايج نويت ساکيس و همکاران[۶] (۱۶) در بررسي پاسخ به شوري ترکيب پيوندي بادام رقم 'ترويتو'[۷] روي پايه دورگه 'GF_{677}' مطابقت داشت. با اين حال بررسي ها نشان مي دهد که شوري روي محتواي کلروفيل گونه هاي مختلف باغي تحت مطالعه اثرات متفاوتي دارد. دژم پور (۲) گزارش نمود که با افزايش غلظت نمک در برخي دورگه هاي بين گونه اي جنس پرونوس[۸] مقدار کلروفيل b کاهش معني داري نشان مي دهد ولي تغييرهاي مقدار کلروفيل a معني دار نيست. برخلاف اين يافته، رنجبر وهمکاران (۱۸) با مطالعه روي اثرهاي شوري در دو گونه

۱- Shibli *et al.* ۲- Bitter almond ۳- Karakas *et al.* ۴- Massai *et al.* ۵- 'Armking'
۶- Noitsakis *et al.* ۷- 'Truoito' ۸- *Prunus*

پسته (*Pistacia khinjuk* و *Pistacia mutica*) نشان دادند كه افزايش نمک باعث كاهش معني دار كلروفيل a در هر دو گونه مي گردد و به كمترين مقدار خود در شوري ۱۹ دسي زيمنس بر متر مي رسد، اگرچه در هر دو منبع ياد شده بر كاهش محتواي كلروفيل كل به موازات افزايش شوري تاكيد شده است. بررسي ها همچنين نشان دادند كه مقدار اسيد آمينه پرولين آزاد در اغلب گياهان تحت شرايط تنش افزايش مي يابد (۱، ۲، ۴، ۶، ۷، ۱۷). كلاسن (۷) برآورد اين فراسنجه را براي ارزيابي تحمل به تنش مهم دانسته و رحماني و همكاران (۱۷) و دژم پور (۲) افزايش مقدار آن را در چند گونه جنس پرونوس تحت تنش شوري گزارش كردند. نكته حايز اهميت در اين گونه بررسي ها، برداشت نمونه برگي از موقعيت هاي برابر در گياه است زيرا محتواي يوني و ديگر تركيبات متابوليسمي در برگ هاي بالغ و نابالغ و همچنين بين برگ هاي مستقر روي سيخک و شاخه هاي يک ساله بادام به طور معني داري متفاوت است (۱۰، ۱۵).

نتايج چندين پژوهش در زمينه تحمل به شوري گياهان جنس پرونوس بيانگر اين حقيقت است كه ضمن تفاوت در رفتارهاي اكوفيزيولوژيكي آن ها در سطح گونه، رقم، پايه و حتي در مواردي تک نژادگان، اطلاعات موجود نيز از گستردگي و انسجام كافي برخوردار نيست و بر اين مبنا پژوهش حاضر پس از ايجاد جمعيتي از بادام بر اساس گزينش نژادگان هاي داراي توان ژنتيكي بالاي تحمل به شوري در بخشي از بادام هاي باغي آذربايجان شرقي و با هدف ارزيابي پاسخ هاي محيطي و امكان دستيابي به نژادگان هاي اميدبخش طراحي و به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

اين پژوهش در ايستگاه پژوهشي باغباني سهند واقع در ۲۵ كيلومتري جنوب غرب تبريز انجام شد و در آن از سه منطقه بادام خيز آذرشهر، شبستر و مراغه در مجموع ۴۷ نژادگان بادام (درخت غير پيوندي) از باغ هايي گزينش شدند كه هدايت الكتريكي خاک آن ها در عمق جذب ريشه (لايه ۶۰ تا ۹۰ سانتيمتري) بيش از ۴ دسي زيمنس بر متر بود و همه اين درختان از لحاظ شاخص هاي رويشي و زايشي عملكرد مطلوبي داشتند. حدود ۲۰۰ بذر كه با گرده افشاني آزاد تشكيل شده بودند، به طور تصادفي از درختان هر منطقه انتخاب گرديد و همه آن ها (در مجموع ۶۰۰ بذر) در پاييز ۱۳۸۵ در خزانه كشت شدند. در پايان فصل زراعي ۱۳۸۶ دانهال هاي داراي رشد يكسان، انتخاب و از خزانه خارج گرديدند و پس از هرس از بالاي جوانه دهم و آرايش يكسان ريشه ها، داخل گلدان هاي پلاستيكي به قطر ۲۵ و به ارتفاع ۳۰ سانتيمتر محتوي ۱۵ كيلوگرم از خاک يكنواخت و شاخص مناطق جمع آوري بازكشت شدند. ويژگي شيميايي و فيزيكي خاک مورد استفاده در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱ – ويژگي شيميايي و فيزيكي خاک مورد استفاده در اين آزمايش.

Table 1. Chemical and physical characteristics of experimental soil.

رس Clay (%)	سيلت Silt (%)	شن Sand (%)	پتاسيم (ميلي گرم در كيلوگرم) K (mg kg^{-1})	فسفر (ميلي گرم در كيلوگرم) P (mg kg^{-1})	نيتروژن (درصد) N (%)	S.A.R	مواد آلي O.C.(%)	مواد خنثي شونده T.N.V(%)	اسيديته فعال pH	هدايت الكتريكي Ec (dS.m^{-1})
12	8	80	663	75	0.08	1.7	0.97	3.25	7.72	2.9

در اوايل فصل رشد با حذف جوانه هاي بالايي، فقط به سه جوانه اجازه رشد داده شد و پس از ظهور ۱۰ الي ۱۵ برگ در هر شاخه، مقدار نمک کلريد سديم خالص لازم براي تيمارها بر اساس ظرفيت مزرعه اي خاک گلدان ها محاسبه و به طور تدريجي در طول چهار هفته به همراه آب آبياري به گلدان ها اضافه گرديد. آزمايش در قالب طرح آماري کرت هاي کاملاً تصادفي[۱] با پنج تيمار شوري شامل (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ميلي مول در ليتر کلريد سديم) در سه تکرار بود و در هر کرت ۱۵ دانهال (گلدان) در نظر گرفته شد. در طول مدت آزمايش رطوبت خاک با آب خالص در ۸۰% ظرفيت مزرعه اي حفظ شد و همه دانهال ها در شرايط محيطي باز و يکسان قرار داشتند. شش هفته پس از پايان تيمارهاي شوري، نمونه گيري از دانهال ها آغاز گرديد. براي اين منظور دست کم ۵ برگ مياني شاخه ها براي اندازه گيري صفت هاي شاخص کلروفيل، محتواي نسبي آب و مقادير يوني در نظر گرفته شدند. همچنين صفت مورفولوژيکي سوختگي حاشيه برگ ها و در نهايت ريزش آن ها با شمارش و تعيين درصد دانهال هاي نشان دهنده اين نشانه ها در هفته پاياني زمان آزمايش انجام گرفت.

سنجش شاخص کلروفيل

سنجش صفت شاخص کلروفيل دانهال ها در يک روز بين ساعات ۱۱/۰۰ صبح تا ۱۴/۰۰ بعد ازظهر با استفاده از دستگاه کلروفيل سنج Spad 502 ساخت شرکت Minolota ژاپن روي ۶ برگ مياني انجام گرديد.

سنجش محتواي نسبي آب

سنجش اين صفت با برداشت ۰/۵ گرم (W_f) از برگ هاي مياني و نگهداري آن ها به مدت ۲۴ ساعت در دماي ۷ درجه سلسيوس براي به دست آوردن وزن آماسي (W_t) و در نهايت برآورد وزن خشک (W_d) آن ها پس از قراردهي در دماي ۷۰ درجه سلسيوس به مدت ۴۸ ساعت با استفاده از رابطه زير انجام گرفت:

$$RWC = [(W_f - W_d) / (W_t - W_d)] \times 100$$

سنجش مقادير يوني

به اين منظور ۶ برگ مياني از شاخه ها انتخاب و پس از مراحل آماده سازي به آزمايشگاه منتقل گرديدند. يون هاي سديم و پتاسيم با استفاده از دستگاه فلايم فتومتري[۲] Corning مدل ۴۱۰، يون هاي کلسيم و منيزيوم با دستگاه جذب اتم[۳] Perkin Elmer مدل ۳۱۱۰ و يون کلر با دستگاه کلريد متر[۴] Jenway مدل pclm3 سنجيده شدند.

سنجش مقدار پرولين آزاد

مقدار پرولين برگ ها بر اساس روش بيتس و همکاران[۵] (۶) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل DR2000 در طول موج ۵۲۰ نانومتر و با رسم منحني استاندارد، اندازه گيري شد.

تجزيه داده هاي حاصل از اندازه گيري صفت هاي فوق با نرم افزار MSTATC و مقايسه ميانگين ها با آزمون دانکن[۶] انجام گرفت. براي رسم نمودارها و محاسبه ضريب همبستگي از نرم افزار Excel استفاده گرديد. همچنين يک همبستگي مثبت و قوي بين صفت هاي شاخص کلروفيل و محتواي نسبي آب به دست آمد (شکل ۱).

۱- Flame Photometric ۲- Atomic Absorption ۳- Chloride Meter ۴- Bates *et al.*

۵- Duncan's Multiple Range Test

نتايج و بحث

مقايسه ميانگين هاي صفت هاي محتواي نسبي آب و شاخص كلروفيل روند كاهشي معني دار به ازاي افزايش غلظت نمک را نشان دادند (جدول ۲). اين يافته ها با گزارش هاي كاراكاس و همكاران (۱۲) و ماساي و همكاران (۱۵) در مورد صفت محتواي نسبي آب و دژم پور (۲) و رنجبر و همكاران (۱۸) در مورد شاخص كلروفيل همسو است. همچنين سنجش ميزان پرولين آزاد در نژادگان هاي بادام نشان داد كه افزايش شوري باعث افزايش معني دار سنتز آن مي گردد (جدول ۲). اين يافته با گزارش هاي رحماني و همكاران (۱۷) و دژم پور (۲) در يک راستا است.

جدول ۲ - مقايسه ميانگين هاي شاخص كلروفيل، مقدار پرولين آزاد و محتواي نسبي آب برگ نژادگان هاي بادام تحت تنش شوري.

Table 2. Mean comparisons of chlorophyll index, free proline and relative water content of almond genotypes under salinity treatments.

صفت ها Traits	سطوح نمک كلريد سديم (ميلي مول در ليتر) NaCl levels ($mmol.L^{-1}$)			
	0	25	50	75
شاخص كلروفيل Chlorophyll index	50.0 a	41.9 b	36.9 c	30.3 d
مقدار پرولين آزاد Proline content ($\mu mol.g^{-1}$ FW)	37.7 d	59.8 c	81.4 b	117.8 a
محتواي نسبي آب Relative water content (%)	77.8 a	68.2 b	60.5 c†	58.1 c

† In each row, means with the similar letters are not significantly difference at 1 % level of probability using DMRT.

† ميانگين هاي داراي حروف مشابه در هر رديف، بر اساس آزمون دانكن تفاوت معني دار در سطح احتمال ۱% ندارند.

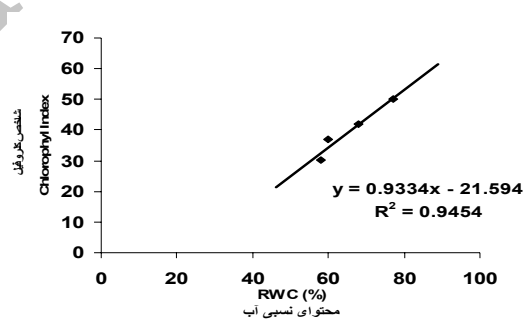

Fig. 1. Positive correlation between RWC and chlorophyll index of almond genotypes in saline conditions.

شكل ۱- همبستگي مثبت بين صفت هاي محتواي نسبي آب و شاخص كلروفيل در نژادگان هاي بادام در شرايط شور.

بررسي تغييرهای مورفولوژيکي برگ ها نشان داد که با افزايش غلظت نمک کلريد سديم به تدريج نشانه هاي سوختگي حاشيه اي سه هفته پس از پايان تيمار هاي شوري ابتدا در بادام هاي تيمار ۱۰۰ ميلي مول در ليتر و سپس ۷۵ و حتي ۲۵ ميلي مول در ليتر با گذشت زمان ظاهر مي گردد (شکل ۲). اين نشانه ها در تيمار ۱۰۰ ميلي مول در ليتر به حدي

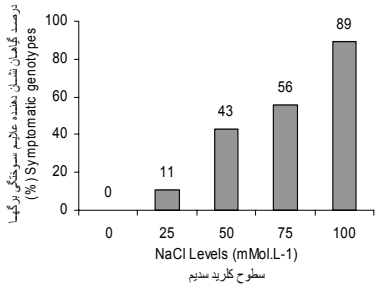

Fig. 2. The percentage of almond genotypes with leaf scorch symptoms at the end of 8th week.
شکل ۲- درصد نژادگان هاي بادام نشان دهنده نشانه هاي سوختگي حاشيه برگ ها در پايان هفته هشتم.

بود که به تقريب باعث ريزش کامل برگ هاي پيشتر نژادگان ها تا پايان هفته نهم شد و باعث گرديد که اين سطح نمک در عمل از رديف تيمارها حذف گردد. مشاهدات در اين زمينه با گزارش کاراکاس و همکاران (۱۲) همخواني دارد. مقايسه ميانگين هاي غلظت عناصر سديم و کلر به روش دانکن، وجود اختلاف معني دار بين سطوح به کار رفته نمک کلريد سديم را نشان داد (جدول ۳). همچنين شيب کاهشي نامنظم و غير معني دار در جذب يون کلسيم و منيزيم به موازات افزايش سطوح شوري مشاهده شد که با گزارش هاي شيبلي و همکاران (۱۹) و ماساي و همکاران (۱۵) همسو است. با اين حال جذب يون پتاسيم تحت تاثير افزايش غلظت شوري معيني را دنبال نکرد و تا غلظت ۵۰ ميلي مول در ليتر نمک روند افزايشي داشت (جدول ۳).

جدول ۳- مقايسه ميانگين محتواي يوني برگ نژادگان هاي بادام در سطوح مختلف نمک کلريد سديم (ميانگين ها با انحراف استاندارد ارايه شده اند).

Table 3. Means comparison of ionic content of almond genotypes in different NaCl levels (mean ± SD.).

سطوح کلرید سدیم	یون ها Ions ($mg.g^{-1}$)					نسبت ها Ratios	
NaCl levels ($mmol.l^{-1}$)	Na^+	Cl^-	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na/K	Na/Ca
0	8.6 ± 0.70 a	12.3 ± 2.65 a	18.1 ± 2.40 a	12.4 ± 0.75 a	3.3 ± 0.40 a†	0.49 ± 0.02a	0.71 ± 0.04 a
25	11.2 ± 1.55 ab	19.2 ± 2.10 b	18.5 ± 2.60 a	13.2 ± 1.46 a	3.1 ± 0.70 a	0.60 ± 0.05a	0.84 ± 0.10 a
50	13.4 ± 2.45 bc	23.7 ± 2.17 c	19.4 ± 3.08 a	11.9 ± 2.60 a	2.8 ± 0.78 a	0.71 ± 0.25a	1.17 ± 0.38 ab
75	16.4 ± 2.29 c	28.1 ± 3.20 c	19.3 ± 2.38 a	11.1 ± 2.51 a	2.2 ± 0.35 a	0.86 ± 0.21a	1.49 ± 0.13 b

† In each column, means with the similar letters are not significantly difference at 1 % level of probability using DMRT.

† ميانگين هاي داراي حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن تفاوت معني دار در سطح احتمال ۱% ندارند.

علت اين رخداد مي تواند مربوط به پايداري جذب فعال يون ها توسط نژادگان هاي بادام تا اين سطح از كلريد سديم باشد به طوري كه در غلظت هاي افزون بر آن بخش زيادي از انرژي گياه به جاي اين كه صرف جذب يون ها گردد، صرف ساخت تركيب های آلي همچون پرولين مي شود.

اختلاف بين ميانگين هاي مقادير نسبي سديم به كلسيم معني دار بود و با افزايش غلظت كلريد سديم بر مقدار آن افزوده شد ولي بر خلاف روند افزايشي مشابه در مقادير نسبي سديم به پتاسيم، اختلاف بين ميانگين هاي اين نسبت معني دار نگرديد (جدول ۳ و شكل ۳).

كاهش در محتواي كلروفيل به طور مستقيم و كاهش در محتواي نسبي آب برگ ها با بستن روزنه ها و اختلال در تبادلات گازي، به طور غير مستقيم بر عملكرد دستگاه فتوسنتز تاثير منفي داشته و پيامدهاي آن كاهش در ذخيره سازي و در نهايت افت شاخص هاي رويشي و زايشي گياه مي باشد كه پيش تر گزارش شده است (۸، ۱۱، ۱۳، ۱۷). در اين پژوهش مشخص شد كه روند كاهشي در شاخص كلروفيل و افزايشي در پرولين آزاد به ازاي افزايش غلظت كلريد سديم به تقريب منظم بوده ولي اين روند در كاهش محتواي نسبي آب در سطوح بالاي نمک كندتر مي شود.

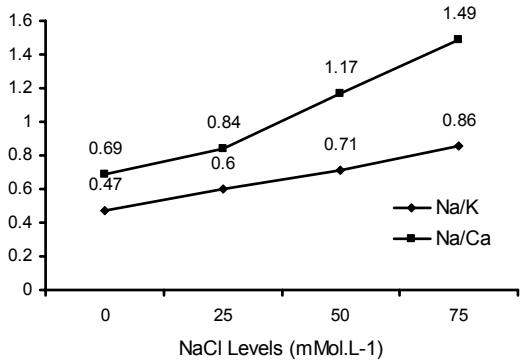

Fig. 3. Trend of increase Na/Ca and Na/K ratios with increasing of NaCl concentrations.

شكل ۳- روند افزايشي نسبت سديم به كلسيم و سديم به پتاسيم با افزايش غلظت نمک كلريد سديم.

به احتمال علت اين پديده ناشي از آستانه آسيب پذيري نژادگان هاي تحت مطالعه در غلظت ۵۰ ميلي مول در ليتر كلريد سديم است به طوري كه در غلظت هاي نمک افزون بر آن، واكوئل هاي ياخته هاي بادام قابليت حفظ تعادل آب را از دست مي دهند و اين رويداد با تغييرهای مورفولوژيكي دانهال ها كه نشانگر مرگ تدريجي آن ها تا پايان فصل زراعي و نيز نتايج توقف جذب پتاسيم در اين غلظت و غلظت هاي بالاتر از آن هم خواني داشت. اين تغييرها همچنين با ميزان انباشت يون هاي كلر و سديم در برگ ها همراه بود. به طوري كه تطبيق مشاهدات مورفولوژيكي (شكل ۲) و نتايج جدول ۳ مشخص كرد كه ميانگين آستانه بروز نشانه هاي سوختگي در نژادگان هاي بادام تحت آزمايش، انباشته شدن دست كم ۹ تا ۱۱ ميلي گرم سديم در هر گرم ماده خشک برگ مي باشد. اين يافته با گزارش حسن و همكاران (۹) در معرفي حساسيت بالاي گونه هلو نسبت به بادام و نيز گزارش كاراكاس و همكاران (۱۲) مبني بر ظهور نشانه هاي سوختگي برگ هلو در غلظت ۴ تا ۶ ميلي گرم در هر گرم ماده خشک برگ، همسو بود.

به طور كلي نتايج به دست آمده نشان داد كه آستانه تحمل نژادگان هاي گزينشي به شرايط شوري ايجاد شده با نمک كلريد سديم در طول يک فصل كامل زراعي بين ۲۵ تا ۵۰ ميلي مول در ليتر است (به تقريب برابر ۵/۶ تا

۸/۴ دسي زيمنس بر متر) ولي بايد توجه داشت كه ميانگين تحمل به اين سطح از كلريد سديم به ويژه در شرايط آزمايشي طبيعي درخور توجه بوده و از آن جايي كه به طور معمول در طبيعت تركيبي از انواع نمک ها مسئول شوري خاک مي باشند، مي توان انتظار عملكرد بهتري از نژادگان هاي گزينشي را داشت. همچنين به دليل تنوع ژنتيكي بالاي بادام هاي باغي در ايران، امكان دست يابي به نژادگان هاي برتر دور از ذهن نيست چنان چه در اين آزمايش محدود از مجموع ۴۵ دانهال اختصاص يافته به تيمار ۵۰ ميلي مول در ليتر نمک، ۲ دانهال و از همين تعداد دانهال اختصاص يافته به تيمار ۲۵ ميلي مول در ليتر نمک، ۱۶ دانهال توانستند با وجود نشانه هاي سوختگي كم و زياد در حاشيه برگ ها، تا پايان فصل زراعي برگ هاي خود را حفظ كنند. با اين حال توصيه مي شود در بررسي هاي بعدي فاصله سطوح نمک به ويژه براي بادام و گونه هاي مشابه كمتر در نظرگرفته شود. در اين پژوهش با الگو برداري از منابع علمي، فاصله ۲۵ ميلي مول در ليتر كلريد سديم براي تيمارها انتخاب شده بود و اين فاصله باعث اختلاف ۲ تا ۳ واحدي هدايت الكتريكي در مقياس دسي زيمنس بر متر بين سطوح شوري به كار رفته مي گردد و از آن جايي كه تحمل حتي يک واحدي در گونه هاي گياهي شوري گريز نظير بادام از اهميت بالايي برخوردار است، پيشنهاد ميشود در بررسی های بعدي فاصله سطوح نمک بيشينه ۱۰ ميلي مول در ليتر در نظر گرفته شود تا به اين ترتيب نژادگان هاي با تحمل ميانگين در صورت داشتن صفت هاي برتر، ديگر حذف نگردند.

منابع REFERENCES

۱. باغبانها، م. ر. ، ر. فتوحي قزويني، الف. حاتم زاده و م. حيدري. ۱۳۸۶. تاثير اسيد سالسيليک روي تحمل به سرماي دانهال هاي ليموي مكزيكي. مجله علوم و فنون باغباني ايران. ۱۸۵-۱۹۸ :۸..

۲. دژم پور، ج. ۱۳۸۶. ارزيابي قابليت ريزازديادي و تحمل به شوري در چند پايه دورگه بين گونه اي جنس پرونوس. پايان نامه دكتري، دانشكده كشاورزي، دانشگاه تبريز.

۳. شكاري، ف. ۱۳۷۹. اثرات تنش شوري روي شاخص هاي رشد، تغذيه معدني و عملكرد در كلزا. پايان نامه دكتري، دانشكده كشاورزي، دانشگاه تبريز.

4. Aliasgharzadeh, N., M. Barin and A. Samadi. 2005. Effect of NaCl-induced and salts mixture salinity on leaf proline and growth of tomato in symbiosis with AM fungi. Proc. Int. Conf. Environ. Manag. Hyderabad, India.
5. Aliasgharzadeh, N., N. Saleh Rastin, H. Towfighi and A. Alizadeh. 2002. Effect of mycorrhization on yield and nutrient uptake by barley in saline condition. Trans. 17th World Cong. Soil Sci. Bangkok, Thailand.
6. Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil 39:205-207.
7. Claussen, W. 2005. Proline as measure of stress in tomato plants. Plant Sci. 168:241-248.

8. El-Azab, E.M., A.M. El-Kobbia and H.M. El-Khayat. 1998. Effects of three sodium salts on vegetative growth and mineral composition of stone fruit rootstock seedlings. Alexandria J. Agr. Res. 43:219-229.
9. Hassan, M.M. and A.I.A. El-Azayem. 1990. Differences in salt tolerance of some fruit species. Egyp. J. Hort. 17:1-8.
10. Holevas, C.D., D.C. Stylianides and Z. Michaelides. 1985. Nutrient element variability in the leaves of almond trees in relation to variety, rootstock and the vegetative part of tree. Options Mediterranean 1:111-120.
11. Hutmacher, R.B., H.I. Nightingale, S.S. Vail, F. Dale, D.E. Rolston, D.W. Peters, P.H. Brown, T. Pfaum, A.D. Bravo, J.W. Biggar and F.R. Lamm. 1995. Salinity and boron distribution in microirrigated almonds: Soil and plant accumulations. Proc. 5th Int. Microirrig. Cong. 110-115.
12. Karakas, B., R. Bianco and M. Rieger. 2000. Association of marginal leaf scorch with sodium accumulation in salt-stressed peach. HortScience 35: 83-84.
13. Maas, E.V. 1993. Testing crops for salinity tolerance. Proc. Workshop Adapt. Plants to Soil Str. 237-247.
14. Mansour, A.E.M., F.F. Ahmed, A.M. Ragab and O.H. Darwish. 1998. Effect of some organic acids on alleviating the adverse effects of salinity on El-Hamawy apricot seedlings. Egyp. J. Hort. 25:359-369.
15. Massai, R., D. Remorni and M. Tattini. 2004. Gas exchange, water relations and osmotic adjustment in two scion/rootstock combinations of *Prunus* under various salinity concentrations. Plant Soil 259:153-162.
16. Noitsakis, B., K. Dimassi, I. Therios and K.S. Chartzoulakis. 1997. Effects of NaCl induced salinity on growth, chemical composition and water relations of two almond (*Prunus amygdalus* B.) cultivars and the hybrid 'GF677' (*P. amygdalus* X *P. persica*). Acta Hort. 449:641-648.
17. Rahmani, A., H.A. Daneshvar and H. Sardabi. 2003. Effect of salinity on growth of two wild almond species and two genotypes of the cultivated almond species. Iran. J. Forest and Poplar Res. 11:1-8.
18. Ranjbar, A., R. Lemeur and P. Damme. 2005. Ecophysiological characteristics of two pistachio species (*Pistacia khinjuk* and *P. mutica*) in response to salinity. Acta Hort. 721:179-187.

19. Shibli, R.A., M.A. Shatnawi and I.Q. Swaidat. 2003. Growth, osmotic adjustment and nutrient acquisition of bitter almond under induced sodium chloride salinity *in vitro*. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 34:13-14.
20. www.fao.org/ag-problem soils database. 2007.