بررسي امكان كاهش شوري آب استخرهاي پرورش ميگو توسط گياهان شورپسند با استفاده از روش آبكشت (مطالعه نمونه: استان بوشهر)

علي آقارخ[۱]، منصوره حسن‌زاده*[۲]، رسول خسروي[۲]
[۱] استاديار دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه خليج فارس، بوشهر، ايران
[۲] دانشجوي كارشناسي ارشد محيط‌زيست، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ۸۹/۹/۱۷ ، تاريخ تصويب: ۹۰/۳/۱۶)

چكيده
شوري بالا از جمله مشكلاتي است كه بهبود آن هنوز در علوم كشاورزي و آبزي‌پروري به سادگي امكان پذير نيست. اين مشكل در نواحي ساحلي خليج فارس مشكلات بيشتري ايجاد نموده است. گياهان شورپسند با قدرت بالا و منحصر به فرد در جذب و تجمع شوري آب و خاک در بافت‌هاي خود قادرند تا قدرت پالايش زيستي محيط خود را بهبود بخشند. آبكشت نوعي روش تلفيقي زيستي توليد غذايي است كه بين آبزي‌پروري (با رويكرد استفاده مجدد از آب)، گياه، گل و توليد گياهي ارتباط برقرار مي‌كند. در اين مطالعه امكان استفاده از روش آبكشت در كاهش شوري زياد آب استخرهاي پرورش ميگو مورد بررسي قرار گرفت. بنابراين از سه گونه گياهي اقتصادي و شورپسند *Avicennia marina*، *Salicornia europaea* و *Suaeda martima* هر كدام به تعداد ۶۶ قطعه و در شوري‌هاي ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ قسمت در هزار (ppt) بصورت آبكشت پرورش داده شد. ابتدا متوسط طول اوليه گياهان در شوري‌هاي مختلف اندازه‌گيري شد. در نهايت متوسط رشد گونه‌هاي مختلف، درصد بقاي آنها و همچنين وضعيت ظاهري گياهان بررسي شد. نتايج اين مطالعه نشان داد كه سه گونه مورد استفاده توان بسيار ناچيزي در كاهش شوري دارند. اما گونه *Suaeda martima* نسبت به گونه‌هاي ديگر توانايي بيشتري در كاهش شوري آب نشان داد و استفاده از اين گونه در مناطقي كه شوري آب افزايش چشمگيري ندارد امكان پذير است.

واژه‌هاي كليدي: كاهش شوري، پرورش ميگو، گياهان شورپسند، آبكشت، استان بوشهر

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۹۳۶۲۷۷۲۹۲۱ فاكس: ۰۲۶۱-۲۲۴۵۹۰۸ Email: mhasanzade@ut.ac.ir

مقدمه

افزايش روز افزون جمعيت بشر در مناطق خشک و نيمه خشک جهان فشار فزاينده‌اي بر كيفيت منابع آب مورد استفاده وارد نموده است. شوري بالا هنوز به عنوان بزرگترين معضل در كشاورزي و آبزي‌پروري مناطق گرم و خشک مانند سواحل شمالي خليج فارس محسوب مي-شود. عمق كم اين خليج و دماي زياد هوا سبب افزايش تبخير و در نتيجه افزايش شوري آب اين منطقه از جهان مي‌شود. بطوري‌كه گاهي اوقات شوري آب دريا بويژه در مناطق ساحلي آن از مرز ۵۰ گرم در ليتر (ppt) نيز مي-گذرد، سواحل استان بوشهر نيز با بارندگي كم و دماي زياد به عنوان گرمترين آب‌هاي خاورميانه از گزند اين تهديد به دور نيست (Tabarahmadi & jolodar, 2001). مزارع تكثير و پرورش ميگو در استان بوشهر براي آبگيري از آبهاي جزرومدي خليج فارس بهره‌برداري مي‌كنند. به همين دليل استخرهاي اين مراكز به شدت تحت تاثير افزايش شوري آب بويژه در فصل تابستان قرار دارد. در اين استان افزايش دما در فصل تابستان و به دنبال آن افزايش شوري آب مزارع و متقارن شدن اين تغييرات با اوج دوره پرورش ميگو، پوست‌اندازي بي‌موقع و عدم تغذيه و رشد نامناسب ميگوها را به همراه دارد. لذا پرورش‌دهندگان با استفاده از پمپ آب اقدام به تعويض آب استخرهاي مزارع مي‌نمايند. در چنين شرايطي استفاده از روش‌هاي نوين كشت توام، با هدف افزايش بهره‌برداري درخور و توليد غذايي بالاتر از منابع آب و خاک مي‌تواند چاره‌ساز باشد. قدرت تحمل شوري گياهان شورپسند مختلف كه در شرايط شوري رشد مي‌كنند (Zhu, 2001; Yamaguchi & Blumwald, 2005) مي-تواند راه حل مناسبي براي به حداكثر رساندن استفاده مجدد از منابع آبي و توليد غذايي سالانه باشد. بنابراين روش آبكشت پروري آبزيان[۲] مي‌تواند به عنوان نوعي زيست پالاينده[۳] براي افزايش كيفيت آب مورد استفاده قرار گيرد. ايده كشت گياهان شورپسند در خاک‌هاي شور فكر جديدي نيست و ايجاد نخستين سيستم چرخشي بسته آبكشت[۴] (به نام Aqua-vegeculture system) به سال ۱۹۹۳ مربوط مي‌شود (Al-Hafedh et al., 2008). طبق تعريفAronson و Floc'h (۱۹۹۶)، گياه شورپسند گونه ايي است كه تنها در شرايط با شوري زياد رشد مي‌كند (Munns et al., 2002). اما سازوكارهاي جذب و تجمع يوني در گياهان شورپسند مختلف عامل مهمي در تعيين قدرت تحمل شوري در آنها است (Ashraf et al., 2000).

از ديگر عوامل موثر درسازوكارهاي شورپسندي، قدرت سلول‌هاي گياهي در تنظيم اسمزي مواد محلول (مانند پروتئين‌ها، قندها، اسيدهاي آمينه،...) مي‌باشد (Munns et al., 2002; Silveira et al., 2001). كشت گياهان تحت شرايط شوري، ايده جالبي به منظور استفاده مجدد از آب‌هاي با كيفيت كم براي آبياري و استفاده مجدد از مواد مغذي در محيط‌هاي با شوري كم است (Flowers, 2004). درختان مانگرو مانند ديگر گياهان شوررست قادر به كاهش توانايي اسمزي به منظور حفظ غشاي سلولي خود در شوري‌هاي زياد مي‌باشند (Khan and Aziz, 2001). مطالعات ديگري براي تعيين پاسخ رشد گونه *Crambe maritime* در سطوح مختلف شوري هيچگونه كاهشي در رشد نشان نداد، اما در نهايت با يک كاهش ناگهاني مواجه شد (De-Vos et al., 2010). رشد گياهان و نرخ دفع مواد مغذي از طريق بارگذاري هيدروليک در يک سيستم بازچرخشي كشت آب پروري آبزيان[۵] (RAS) نيز توسط Endut و همكاران (۲۰۱۰) اندازه‌گيري شد. آنها نشان دادند كه با افزايش نرخ بارگذاري، توليدات گياهي از ۰/۶۴ متر در روز به ۱/۲۸ متر در روز مي‌رسد.

از ديگر مطالعاتي كه در مورد كارايي روش آبكشت انجام شد، پژوهش Graber و Junge (۲۰۰۹) در مورد نرخ توليد زيتوده گياهي در يک سيستم بازچرخشي آبكشت مي‌باشد. هدف از اين كار بررسي بازچرخش مواد مغذي در استخرهاي پرورش ماهي بود.

۲-Aquaponic
۳-Biofilter
۴- Recirculation system
۵- Recirculation aquaponic system (RAS)

نتایج حاکی بر بیشترین نرخ انتقال توسط گیاه گوجه-فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) در مقادیر ۰/۵۲، ۰/۱۱ و ۰/۸ گرم بر متر مربع در روز به ترتیب برای عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بود. سیستم‌های چرخشی آبکشت[۶](RAS) از جمله روش‌های تلفیقی مشتمل بر دو بخش تولید وابسته به محیط آبی و تولیدات گیاهی است که بیشتر به منظور افزایش پالایش آب‌هایی که کیفیت فیزیکوشیمیایی کمی دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد (Flowers, 2004; Rivelli et al., 2010). در این راستا می‌توان به مطالعه Rivelli و همکاران (۲۰۱۰) در مورد تاثیر جذب نمک کلرور سدیم و منیزیم بر میزان رشد برگ گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus*) در شرایط آبکشت اشاره نمود. آنها نشان دادند که نرخ رشد این گونه تحت شرایط استرس فراوان شوری تا ۵۱ درصد نسبت به حالت طبیعی کاهش می‌یابد. مطالعات دیگری برای به کارگیری این روش در علوم مختلف انجام شده است.

به عنوان مثال می‌توان به بررسی قدرت تصفیه زیستی گیاهان در نیتروژن زدایی آب به روش آبکشت (Tysona et al., 2007) و تصفیه زیستی آب شیرین در مزارع کشت کاهو (*Lactuca sativa*) اشاره نمود (Al-Hafedh et al., 2008). در مطالعه حاضر تلاش شد تا با استفاده از کشت گیاهان شورپسندی که دارای مصرف تجاری و یا غذایی هستند، از شوری زیاد آب مراکز پرورش میگو که در نوار ساحلی خلیج فارس (استان بوشهر) قرار گرفته‌اند کاسته شود. از سوی دیگر این گونه‌ها با رشد خود موجب ایجاد سایه مورد نیاز برای میگوها، ایجاد شرایط مناسب برای رشد زئوپلانکتون‌ها با افزایش مواد مغذی و در نهایت افزایش قدرت پالایش زیستی اکوسیستم‌های مربوطه و ارتقاء تعادل اکولوژیک آنها می‌شوند. همچنین پرورش‌دهندگان با فروش محصولات گیاهی از هزینه‌های مصرفی خود بویژه برای تصفیه و بازچرخانی آب می‌کاهند.

مواد و روش ها

در این مطالعه از سه گیاه شورپسند *Avicennia marina*، *Salicornia europaea* و *Suaeda martima* برای کاهش شوری آب مراکز پرورش میگو استفاده شد. این گیاهان هر کدام به تعداد ۶۶ پایه در شوری‌های ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ قسمت در هزار (ppt) به‌صورت آبکشت در شرایط آزمایشگاهی کشت داده شد. ابتدا بذر گونه‌های مورد نظر از مناطق جنگلی حرا در سواحل استان بوشهر و نهالستان اداره کل منابع طبیعی استان بوشهر برداشت و به گلخانه‌ای واقع در مرکز مطالعات و پژوهش‌های دانشگاه خلیج‌فارس انتقال داده شد. برای تهیه نشاء گونه‌های مذکور از روش کشت در خاک (ژئوپونیک) در بطری‌های پلاستیکی مخصوص در گلخانه و مشابه شرایط طبیعی استفاده شد. در پایان طول تمامی نهال‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد (که این خود اندازه اولیه نهال‌ها برای شروع آبکشت می باشد (جدول۲). سپس تمام آنها برای سازگاری[۷] و جلوگیری از ایجاد هرگونه شوک، ابتدا به مدت سه هفته در آب شیرین و سپس به مدت دو هفته در آب لب شور (۱۰ppt) پرورش داده شد. طی این مدت، شوری مورد نظر با دستگاه شوری سنج Otago با دقت ۰/۱ کنترل شد. این مقدار شوری با افزودن محلول اشباع متشکل از نمک تهیه شده از آب دریا و آب مقطر به هر گلدان پلاستیکی تأمین شد. پس از اتمام زمان سازگاری، هر نهال همراه با ریشه به گلدان بزرگ ۱ لیتری (محیط کشت دائم) انتقال یافت. به منظور جلوگیری از نفوذ نور و حضور فتیوپلانکتون‌ها یا دیگر گیاهان روورست[۸] گلدان-های سیاه رنگ مورد استفاده قرار گرفت. برای پایش مستمر تغییرات شوری هر گلدان با شوری مشخص، یک گلدان شاهد با همان مشخصات ولی بدون گیاه در نظر گرفته شد. قابل ذکر است در آبکشت برای هر سه گونه مورد مطالعه چهار تیمار (شوری‌های۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ گرم در لیتر) در نظرگرفته شد، هر شوری با سه تکرار همراه و هر تکرار خود شامل ۲۲ نهال از گونه‌های مورد نظر بود. یعنی هر تکرار شامل یک گلدان یک لیتری

۶-Recirculation Aquaponic System

۷-Adaptation
۸-Epiphyte

حاوي ۲۲ نهال بود). در هر گلدان يک ليتري يک سنگ هواي کوچک براي تامين نيازهاي اکسيژني ريشه‌ها قرار داده شد. به منظور سنجش شوري از دستگاه شوري سنج استفاده شد. در طول دوره آزمايش که دو ماه به طول انجاميد، ميزان کاهش شوري گلدان‌ها و گلدان شاهد به صورت روزانه اندازه‌گيري و ثبت شد. در صورت کاهش شوري، با افزودن آب مقطر و يا شورابه (آب مقطر + نمک دريا) به محيط گلدان‌ها و گلدان شاهد، مجدداً شوري هدف (ppt ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۵۵) تثبيت شد. از تفاضل دو عدد به‌دست آمده از شوري آب گلدان‌هاي آبکشت و گلدان شاهد، ميزان شوري ناشي از جذب توسط ريشه گياهان تعيين شد. بنابراين کاهش شوري در گلدان شاهد تنها در اثر تبخير بود. در اين آزمايش براي تنظيم pH آب گلدان‌ها به کمتر از ۷ (حدود ۶/۵) از ۱ تا ۲ قطره اسيد نيتريک استفاده شد. اين ميزان pH مطابق شرايط طبيعي رشد گونه‌ها است و جذب مواد مغذي و شوري را توسط ريشه‌ها تسهيل مي‌نمايد. براي تامين مواد مغذي مورد نياز، محلول غذايي از پيش تهيه شده (جدول ۱)، مورد استفاده قرار گرفت. به هر ليتر آب مورد استفاده براي گلدان‌ها، ۱ ميلي ليتر از محلول غذايي مذکور افزوده و روزانه چهار نوبت در اختيار گياهان قرار داده شد.

جدول: ۱- محلول غذايي* جهت تغذيه گياهان شورپسند مورد استفاده

رديف	مواد مغذي مورد نياز	مقدار
۱	اليت قرمز ۳۶-۱۲-۱۲(NPK+Mgo + TE)	۱ کيلو گرم
۲	نيترات کلسيم	۰/۵ کيلوگرم
۳	سولفات منيزيم	۲۰۰ گرم
۴	کود مخصوص گلخانه فوسين	۴۰ ميلي ليتر
۵	کود آهن فرسل ۵۴	۴۰ ميلي ليتر

*براي تهيه محلول غذايي، مقادير بيان شده در ۱۰۰۰ ليتر آب حل مي‌شود

در اين پژوهش به منظور محاسبه ميزان رشد و جلوگيري از ايجاد هر گونه شوک تنها در ابتداي دوره پرورش و در پايان دوره آزمايش طول تمامي گياهان اندازه‌گيري شد. طي اين مدت دماي حداکثر و حداقل روزانه نيز ثبت شد. در پايان از روش‌هاي آماري تجزيه واريانس دو طرفه با حدود اطمينان ۹۰ در صد، آزمون Z و جدول فراواني و توافقي براي بررسي معني‌دار بودن تغييرات شوري در سه گونه مورد مطالعه در سطوح مختلف استفاده شد. همچنين وضعيت رشد اين گونه‌ها بر اساس فاکتورهايي چون تعداد و ميزان شادابي برگ‌هاي باقيمانده و ميزان برگ سوختگي مشاهده شده در هر بوته طبقه‌بندي شد.

نتايج

جدول ۲ متوسط طول اوليه گياهان در ابتداي استفاده از روش آبکشت، که پس از تهيه نهال از طريق کشت زميني (ژئوپونيک) آغاز مي‌شود، همچنين متوسط طول نهايي گياهان را در مطالعه حاضر يعني پس از اتمام کشت به روش آبکشت نشان مي‌دهد. درصد بقاء سه گونه مورد نظر بر اساس تعداد نهال‌هاي باقيمانده در پايان آزمايش در جدول ۳ ارائه شده است. همچنين وضعيت رشد اين سه گونه بر اساس ويژگي‌هاي کيفي در جدول ۴ درج شده‌است. شکل هاي ۱ تا ۳ مقايسه وضعيت رشد (تغييرات طولي) گونه‌هاي مورد مطالعه در شوري‌هاي مختلف، قبل از شروع کشت به روش آبکشت و پس از پايان دوره کشت را نشان مي‌دهد. شکل ۴ نيز مقايسه درصد بقاء گونه‌ها را نشان مي‌دهد.

جدول۲- متوسط طول اولیه و نهایي گیاهان مورد آزمایش

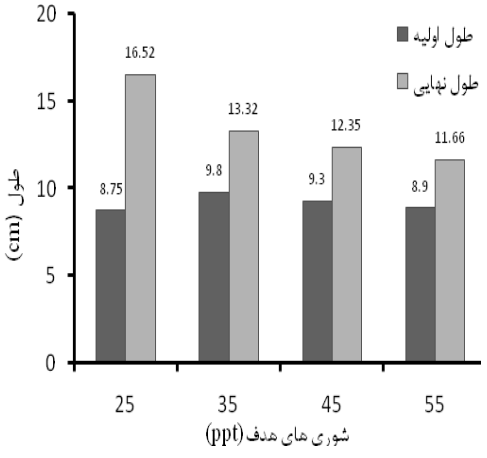
نوع گونه	متوسط طول اولیه گیاهان در شوري‌هاي مختلف (سانتي‌متر) (نتایج کشت زمیني)				متوسط طول نهایي گیاهان در شوري‌هاي مختلف (سانتي‌متر) (نتایج آبکشت)			
	۲۵ppt	۳۵ppt	۴۵ppt	۵۵ppt	۲۵ppt	۳۵ppt	۴۵ppt	۵۵ppt
Avicennia marina	۶۶	۴۷	۳۱	۲۲	۲۰	۱۴/۹۴	۱۲/۹۳	۱۰/۲۹
Salicornia europea	۸/۷۵	۹/۸	۹/۳	۸/۹	۱۶/۵	۱۳/۳	۱۲/۳۵	۱۱/۶۶
Suaeda martima	۹/۳۶	۹/۲۱	۹/۸	۸/۹	۲۰	۱۵/۵	۱۳/۲۵	۱۱/۲۷

جدول۳- درصد بقاء گیاهان مورد آزمایش

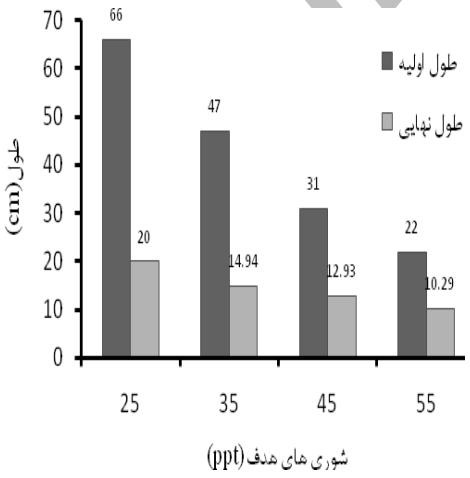
نوع گونه	۲۵ppt	۳۵ppt	۴۵ppt	۵۵ppt	میانگین	SE(انحراف معیار)
Avicennia marina	۱۰۰	۷۱	۶۶/۹	۳۳	۶۷/۵	۲۷/۴۵۲۹۹
Salicornia europea	۱۰۰	۹۲/۴	۷۴/۲	۳۶/۳	۷۵/۵	۲۴/۶۷۲۸۶
Suaeda martima	۱۰۰	۸۹/۳	۷۷/۲	۴۵/۴	۷۷/۷۵	۲۰/۵۸۳۶۷

جدول۴- وضعیت رشد گیاهان مورد آزمایش

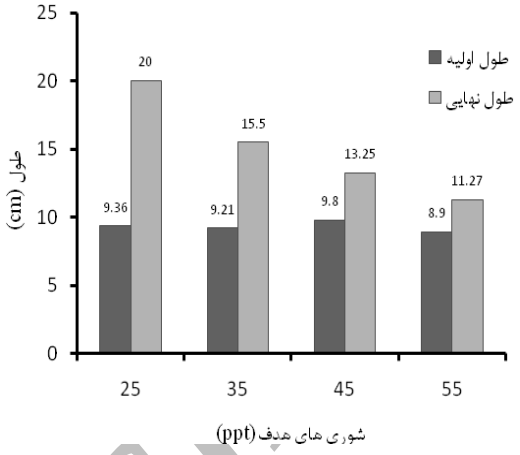
نوع گونه	۲۵ppt	۳۵ppt	۴۵ppt	۵۵ppt
Avicennia marina	بسیار خوب	خوب	بسیار ناچیز	بدون رشد
Salicornia europea	بسیار خوب	خوب	بسیار ناچیز	بدون رشد
Suaeda martima	بسیار خوب	خوب	بسیار ناچیز	بدون رشد



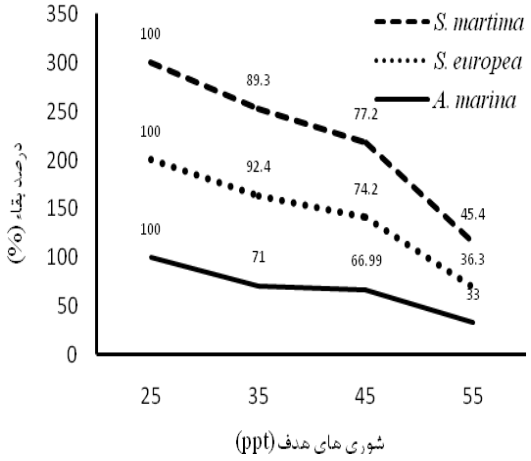
شکل ۱- مقایسه تغییرات طولی گونه *A.marina* در تئوری های مختلف



شکل۲- متوسط تغییرات طولی گونه *S. europea* در شوری‌های مختلف



شكل۳- مقايسه تغييرات طولي گونه *S. martima* در شوري‌هاي مختلف



شكل۴- مقايسه درصد بقاء سه گونه مورد مطالعه در شوري‌هاي مختلف

نتايج آزمون Z نشان داد تغييرات شوري معني دار است (p=۰/۰۰۰, Z= ۲۷/۳۰). همچنين فاصله اطمينان ۹۰ درصد براي تغييرات شوري به صورت ۰/۸۰۴۴ تا ۰/۹۲۸۹ به دست آمد. نتيجه آزمون تجزيه واريانس نيز نشان داد كه تاثير بيشترين و كمترين ميزان دما بر تغيير ميزان جذب شوري معني‌دار نيست. در فاصله اطمينان ۹۹ درصد F_{max} برابر۰/۳۸۷ و F_{min} معادل ۱/۶۷۳ به دست آمد. نتيجه آزمون تجزيه واريانس براي مقايسه تغييرات شوري بين سه گونه مورد مطالعه در سطوح مختلف شوري معني‌دار است (df = ۶ ,F= ۷/۸۰۷). نتايج جدول آناليز واريانس براي مقايسه جذب شوري بين سه گونه نيز معني‌دار است (df = ۲ , F = ۷/۱۷۸)، از سوي ديگر نتيجه اين آزمون براي بررسي وجود اختلاف معني-دار در جذب شوري بين سطوح مختلف شوري معني‌دار است (df=۳, F=۳/۴۲۷).

بحث و نتيجه گيري

صنايع آبزي‌پروري واقع در نوار ساحلي استان بوشهر از ديرباز دچار معضل لاينحل تبخير و شوري زياد بوده است. اين امر ضرورت استفاده از روش‌هاي نوين و كارآمد در مديريت اين مراكز و مقابله با اين مشكل را بيش از پيش روشن مي‌سازد. بنابراين در اين مطالعه تلاش شد تا توانايي سه گونه شورپسند و بومي استان، شامل *Avicennia marina*، *Salicornia europea* و *Suaeda martima* در جذب و كاهش شوري مراكز پرورش ميگو به روش آبكشت مورد بررسي قرار گيرد. بر اساس نتايج آزمون Z و معني‌دار شدن متوسط تغييرات شوري بين سه گونه مورد مطالعه، نخست اين مهم استنباط مي‌شود كه هر سه گونه از توانايي متفاوتي در جذب شوري آب استخرهاي پرورش ميگو برخوردار است و به بيان ديگر مقاومت متفاوتي در مقابل اين عامل دارند. با توجه به نتايج آزمون تجزيه واريانس، نخست مشخص شد كه تاثير عامل دما بر ميزان شوري آب مزارع (به دليل رطوبت زياد هوا و تغييرات كم دماي روزانه) معني-دار نيست. بنابراين مي‌توان اظهار نمود كه تفاوت مشاهده شده بين گونه‌ها در جذب شوري تنها به نوع گونه‌ها مربوط مي‌شود. همچنين مي‌توان گفت كه بين سه گونه در جذب شوري براي سطوح مختلف شوري هدف اختلاف معني‌داري وجود دارد، به‌طور كلي ميزان جذب شوري بين سه گونه با اختلاف معني‌داري همراه بود. همچنين

در سطوح مختلف شوري نيز اختلاف معني‌داري در جذب و كاهش شوري محيط آبكشت مشاهده شد. تفاوت‌هاي موجود در جذب شوري محيط كشت توسط سه گونه معني‌دار مي‌باشد. از سوي ديگر بر اساس اختلاف مشاهده شده در نرخ رشد اين سه گونه چنين استنباط مي‌شود كه هر سه گونه در دوره رشد قادر به جذب و تحمل آستانه متفاوتي از شوري مي‌باشند، در حالي كه ممكن است پس از افزايش تجمع شوري در بافت‌هاي گياهي، از نرخ رشد مطلوب آنها كاسته شود. علت اين امر تجمع بيش از حد شوري در بافت اين گونه‌ها و محيط آبي، كاهش نرخ تنفس و فعاليت‌هاي فتوسنتزي است. به بيان ديگر به علت تجمع بيش از آستانه تحمل شوري در بافت‌هاي گونه‌هاي مورد مطالعه، رشد آنها پس از اين حد شوري متوقف شده و انرژي آنها صرف حفظ بقاء مي‌شود (مقايسه شكل هاي ۱تا ۴). با مقايسه متوسط رشد گونه-هاي مورد مطالعه (شكل ۱ تا ۳) و بررسي وضعيت بقاء آنها در شوري‌هاي مورد نظر (جدول ۳، شكل۴) اين مهم استنباط مي‌شود كه طي دوره آزمايش هر سه گونه در شوري ppt ۲۵ با ۱۰۰ درصد ماندگاري بيشترين ميزان رشد و در شوري ppt ۵۵ كمترين ميزان رشد و درصد بقاء را داشتند. به عنوان مثال در شوري ppt ۵۵ درصد ماندگاري *A. marina* به ۳۳ درصد، *S. europea*، ۳۶/۲ درصد و *S. maritima* به ۴۵/۴ درصد رسيد. بنابراين مي‌توان اظهار نمود گونه *S. maritima* با توجه به بيشترين درصد ماندگاري و رشد (۴۵/۴درصد ماندگاري و ۲/۳۷ سانتي‌متر طول) از بيشترين ميزان مقاومت و رشد و گونه *A. marina* با كمترين درصد ماندگاري و رشد (۳۳ درصد ماندگاري و ۱/۱۹ سانتي‌متر طول) از كمترين ميزان مقاومت و رشد در شوري ppt ۵۵ برخوردار است. در كل طول دوره آزمايش، بهترين وضعيت رشد در شوري ppt ۲۵، با متوسط رشد ۱۰/۶۴ سانتي‌متر متعلق به گونه *S. maritima* (شكل۳) و كمترين رشد در همين شوري، به گونه *A. marina* (شكل۱) با متوسط رشد ۷/۵۸۴ سانتي‌متر تعلق داشت (جدول ۳). نتايج به دست آمده موید نتايج De-Vos و همكاران (۲۰۱۰) در مورد پرورش گونه *Crambe maritime* و نتايج Rivelli و همكاران (۲۰۱۰) در مورد پرورش گونه *Helianthus annuus* به روش آبكشت مي‌باشد. آنها مشاهده نمودند كه هر دو گونه مذكور مانند گونه‌هاي مورد بررسي در مطالعه حاضر با يک كاهش كلي در ميزان رشد خود مواجه بودند. همچنين نتايج ما موید نتايج Al-Hafedh و همكاران (۲۰۰۸) در مورد پرورش گونه *Lactuca sativa* و نتايج پژوهش Graber و Junge (۲۰۰۹) در مورد پرورش گونه‌هاي *Solanum Melongena, lycopersicon esculentum* و *Cucumis sativus* مي‌باشد. زيرا يافته‌هاي اين دو پژوهش نيز حاكي بر جذب مواد مغذي محلول در آب در حد متوسط بود، همانند چيزي كه بويژه در مورد گونه *S. martima* در مطالعه حاضر مشاهده شد. در نهايت نتايج ما با نتايج Endut و همكاران (۲۰۱۰) در مورد افزايش پيوسته ميزان رشد سبزيجات در يک سيستم بازچرخشي آبكشت تناقض داشت. زيرا يافته‌هاي آنها نشان داد كه گونه‌هاي گياهي مورد استفاده به سبب استفاده از رژيم غذايي مناسب و وجود تعادل در توده آبي، قادر به جذب نرخ مناسبي از مواد مغذي ايجاد شده توسط گونه گربه ماهي مورد نظر (*Clarias gariepinus*) بود. در حالي كه گونه‌هاي مورد استفاده در پژوهش حاضر يک كاهش كلي در رشد خود نشان داد. بنابراين به طور كلي مي‌توان اظهار نمود كه با توجه به توانايي بيشتر گونه *S. martima* نسبت به گونه‌هاي ديگر براي كاهش شوري آب، استفاده از آن در مناطقي كه شوري آب افزايش چشمگيري ندارد به روش آبكشت امكان پذير مي‌باشد.

سپاسگزاري:

بدينوسيله از آقايان دكتر حسن تاجيک؛ رياست محترم دانشگاه خليج فارس بوشهر، دكتر محمدعلي صنعتي؛ رياست اسبق مركز مطالعات و پژوهش‌هاي دانشگاه خليج فارس، مهندس سهيل مهاجراني برازجاني؛ معاونت اداره كل منابع طبيعي استان بوشهر، مهندس عبدالمجيد حسيني و مهندس اسماء حسيني؛ مسئولين محترم آزمايشگاه زيست شناسي مركز مطالعات و پژوهش‌هاي دانشگاه خليج فارس بوشهر كه در انجام هر چه بهتر مطالعه حاضر گروه مطالعات را ياري دادند قدرداني مي شود.

References

- Aronson, J.; E. Floch. 1996. Restoration Ecology of Salt-Affected, Arid and Semi-Arid Lands. In: Halophytes and Biosaline Agriculture. Marcel Dekker Publication
- Al-Hafedh, Y.S.; A. Alam and M.S. Beltagi. 2008. Food Production and Water Conservation in a Recirculating Aquaponic System in Saudi Arabia at Different Ratios of Fish Feed to Plants. World Aquacult. Soc. J. 39: 510-520.
- Ashraf, M. and S. Ahmad. 2000. Influence of Sodium on Ion Accumulation, Yield Components and Fiber Characteristics in Salt-tolerant and Salt-sensitive Lines of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Field Crops Research J. 66: 115-127.
- De-Vos, A.C.; R. Broekman; M.P. Groot and J. Rozema. 2010. Ecophysiological Response of *Crambe maritima* to Airborne and Soil-borne Salinity. Ann. Bot. J. 105: 925–937.
- Endut, A.; A. Jusoh; N. Ali; W.B. Wan Nik and A. Hassan. 2010. A Study on the Optimal Hydraulic Loading Rate and Plant Ratios in Recirculation Aquaponic System. Bioresour. Technol. J. 101: 1511–1517.
- Flowers, T.J. 2004. Improving Crop Salt Tolerance. Exp. Bot. J. 396: 307–319.
- Graber, A. and P. Junge. 2009. Aquaponic Systems: Nutrient Recycling from Fish Wastewater by Vegetable Production. Desalination J. 246:147–156.
- Khan, M.A. and I. Aziz. 2001. Salinity Tolerance in Some Mangrove Species from Pakistan. Wetl. Ecol. Mgm. J. 9: 219–223.
- Munns, R.; S. Husain; A.R. Rivelli; R.A. James; A.G. Condon; M.P. Lindsay; E.S. Lagudah and D.P. Schachtman. 2002. Hare, Avenues for Increasing Salt Tolerance of Crops, and the Role of Physiologically Based Selection Traits. Plant Soil J. 93: 93-105.
- Rivelli, A.R.; S. De Mariaa; S. Pizzaa and P. Gherbina. 2010. Growth and Physiological Response of Hydroponically Grown Sunflower as Affected by Salinity and Magnesium Levels. Plant Nutrition J. 33: 1307-1323.
- Silveira, J.A.G.; A.R.B. Melo; R.A. Viégas and J.T.A. Oliveira .2001. Salinity-induced Effects on Nitrogen Assimilation Related to Growth in Cowpea Plants. Environ. Exp. J. 46: 171-179.
- Tabarahmadi, Z. and N. jolodar. 2001. Plants Growing in Saline Lands. University of Tehran Press, Tehran, 200 p.
- Tysona, R.V.; E.H. Simonne; M. Davis; E.M. Lamb; J.M. White and D.D. Treadwell. 2007. Effect of Nutrient Solution, Nitrate-nitrogen Concentration, and PH on Nitrification Rate in Perlite Medium. Plant Nutrition J. 30: 901-913.
- Yamaguchi, T. and E. Blumwald. 2005. Developing Salt-tolerant Crop Plants: Challenges and Opportunities. Trends. Plant J 10: 615–620.
- Zhu, J.K .2001. Plant Salt Tolerance. Trends. Plant Sci. J. 2: 66–71.

Investigation of possibility of decreasing salinity in water of shrimp culture ponds using halophyte plants by hydroponic methode (Case study: Boushehr province)

A. Agharokh[1], M. Hasanzadeh[2*], R. Khosravi[2]
[1] Asst. Prof., Natural Resources Faculty, University of Persian Gulf, Bushehr, I. R. Iran.
[2] MSc. Student, Natural Resources Faculty, University of Tehran, I. R. Iran.
(Received: 8/Dec./2010 , Accepted: 6/Jun./2011)

Abstract
Salinity is known as one of the most challenging problems in aquaculture and agriculture. This issue has posed more difficulties to the shoreline of the Persian Gulf. Halophyte plants with their high potentials of absorbing salinity from soil and water are able to enhance the biopurification process in the environment. Hydroponic is a biointegrated food production method which links recirculating aquaculture, plant and flower as well as herb production. In this study, the possibility of application of hydroponic in decreasing the high salinity of aquaculture industry in water of shrimp culture ponds was investigated. Three economic halophyte species, including *Avicennia marina, Salicornia europaea* and *Suaeda martima* were cultured, 66 individuals per species, under the salinities of 25, 35, 45, and 55 ppt under hydroponic conditions. Firstly, the average initial sizes of the aforementioned species under different salinities were measured. Secondly, the average of plants' growth, their survival percentages and phenotype characteristics were investigated. The results suggested low effect of decreasing salinity under hydroponic conditions. However, *Suaeda martima* has the most potential effect on salinity compare to others. Therefore, application of this species in waters with low levels of salinity is advisable.

Keywords*:* salinity decrease, shrimp culture ponds, halophyte plants, hydroponic, Boushehr province

[*] Corresponding author: Tel: +989362772921 Fax: +982612245908 Email: mhasanzade@ut.ac.ir