



## بیان آبی و نقش مولفه بارش در برآورد استعداد رویشی شنزارهای مناطق بیابانی

محمدتقی کاشکی<sup>۱</sup> حسن روحی پور<sup>۲</sup>

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۲- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

### چکیده

شن زارها به عنوان یکی از مهمترین عوارض مناطق بیابانی از جنبه های مختلف حائز اهمیت می باشند. وسعت قابل توجه شن زارها (قریب به ۴/۵ میلیون هکتار) و نیز حساسیت به فرسایش بادی و جابجایی ذرات شن زار از جمله مواردی است که توسعه پایدار زیست بومهای بیابانی و تثبیت سکونتگاه های مناطق بیابانی را به مخاطره می اندازد. از این روی تفکر تثبیت شن و حتی بهره برداری اقتصادی از عرصه های شن زار به عنوان موضوعی مهم مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر می دانیم آب مهمترین عامل محدود کننده رشد نباتات در مناطق خشک و بیابانی بوده و هرگونه توسعه پوشش گیاهی اعم از مرتعی، جنگلی و زراعی مستلزم دسترسی به منابع آب و رطوبت است. شن زارها به خاطر خصوصیات ویژه هیدرولوژیکی، ضمن حفظ و ذخیره سازی مناسب رطوبت توأم با عرضه مناسب آن، قابلیت تبدیل شدن به بیشه زار و حتی کشتزار را دارا می باشند. این امکان زمانی به خوبی فراهم می گردد که درک صحیح از وضعیت رطوبت و بیان آبی در شن زار وجود داشته باشد. بنابراین در راستای تعیین قابلیت رویشی شن زار، مطالعه بیان آبی و تعادل رطوبت امری اجتناب ناپذیر است. به منظور بررسی استعداد رویشی شن زارهای منطقه سبزوار به کمک بیان آبی، پس از بررسی پراکندگی شن زارهای حوزه دشت سبزوار، شن زار منطقه دولت آباد به عنوان سایت ثابت اندازه گیری و پایش عوامل دخیل در بیان آبی انتخاب گردید. سپس با مطالعه مرفولوژی تپه های شنی، نمونه برداری ها و اندازه گیری ها بر روی دو نوع شن زار تثبیت شده و نیمه فعال متمرکز گردید. با توجه به اندازه گیری مستقیم رطوبت افق نگهدارنده (ناحیه توسعه ریشه) به وسیله دستگاه TDR، توزیع مناسب پروفیلی بر روی قطاع مختلف شن زار انجام و پس از ثبت ماهیانه داده های رطوبتی و حرارتی طی سالهای اجرای طرح (۸۴-۱۳۸۱) و نیز استخراج و آنالیز داده های جوی (بارندگی، تبخیر و تعرق)، با بهره گیری از معادلات بیان آبی، شن زار موصوف از نظر هیدرولوژیکی گروه بندی گردید. نتایج بررسی ها نشان داد که شن زار مورد مطالعه به لحاظ هیدرولوژیکی، در گروه شن زارهای ناتراوا طبقه بندی می گردد که در این گروه از شن زارها، نفوذ ثقیلی منفی بوده و امکان تغذیه آبهای زیر زمینی وجود ندارد که البته این ناتراوایی نه از حیث وجود سخت لایه ها، بلکه از کمبود بارش ناشی می گردد. بنابراین در شن زارهای منطقه مورد مطالعه، نزولات جوی اصلی ترین منبع تامین کننده نیاز آبی گیاهان بوده و آبهای زیر زمینی نقش موثری در جبران نیاز آبی ندارند. همینطور پایین بودن سطح ایستابی و نیز پایین بودن رطوبت نسبی که نقش رطوبت متکاثف را در جبران کمبود نیاز آبی و تعدیل ضرایب رطوبتی (حدود پایینی رطوبت) محدود می سازد. فلذا آنچه را که دوام و پایداری رشد نباتات را در عرصه شن زار مورد مطالعه، تضمین می نماید، چیزی جز رطوبت ذخیره شده در افق نگهدارنده شن زار (حاصل از بارش های جوی) نمی باشد. طبعا بهره گیری مطلوب از این ذخیره رطوبتی تابع آگاهی از نوسانات حجمی آن است که بررسی ها نشان می دهد در شرایط شن زار مورد نظر، بیشترین ذخیره رطوبت در حد ظرفیت زراعی در فصل زمستان



محقق می گردد و با شروع دوره خشک، رطوبت به لایه های عمقی کشیده می شود. بنابراین تنظیم تاریخ کشت بذر و نهال گونه های مرتعی، جنگلی و حتی زراعی با زمان تمرکز رطوبت در لایه های سطحی (ترجیحا اسفندماه)، شرایطی را فراهم می سازد که حداقل نیاز آبی گیاهان تامین و آبیاریهای تکمیلی محدود و کارآمد گردد.

**واژگان کلیدی:** بیلان آبی، تپه های شنی، دولت آباد سبزوار

#### مقدمه

به طور کلی بررسی تراز یا بیلان آبی در اراضی شنی و شن زارها، وضعیت و امکان استفاده از آب موجود را به طور صحیح مورد ارزیابی قرار داده و بسته به دقت اندازه گیری و زمان مورد نیاز کاربر، بیلان آبی هفتگی، ماهانه و سالانه شن زار و در نتیجه اهمیت هیدرولوژیکی گروه های مختلف این نوع اراضی را به دقت مورد بررسی قرار می دهد. با اندازه گیری پارامترهای دخیل در معادله بیلان آبی شن زار مانند بارندگی، تبخیر و تعریق، نفوذ و تغییرات رطوبت شن در نیمرخ مورد نظر در دوره های زمانی مختلف برنامه ریزی برای تثبیت شن، بهره برداری کشاورزی از عرصه های شن زار و اعمال یک مدیریت پایدار فراهم می گردد. زمان دقیقتر کاشت بذر، انتقال نهال و قلمه و تعیین دقیقتر زمان و مقدار آبیاری تکمیلی برای کاشت نهال در امر تثبیت بیولوژیکی شن زارها و همچنین کاشت محصولات کشاورزی در شن زار تثبیت شده تنها در سایه آگاهی از بیلان آبی شن زار و چگونگی تغییرات آن در طول دوره رویش امکان پذیر است (۱). بنابراین متناسب با وضعیت بیلان آبی هر شن زار توان بالقوه تولید و بهره برداری از آن براساس موازین علمی قابل دستیابی است. بدون شک مسائل مربوط به بیلان آبی در عرصه های منابع طبیعی باید جایگاه مهمی را در میان بررسیها و مطالعات بیولوژیکی باز کند تا از این نوع مطالعات در توسعه طرح های جنگل کاری، تثبیت شن، کشاورزی و نحوه مدیریت آنها استفاده نمود. بدیهی است از این طریق می توان به تداوم زیست گیاهان، بار آوری و تولید موثر در مراتع و جنگلهای دست کاشت کمک نمود (۲).

طبق آخرین آمار که با استفاده از عکس های ماهواره ای از وسعت ماسه های بادی و شن زارهای ایران توسط موسسه تحقیقات خاک و آب بدست آمده، در حدود ۴/۵ میلیون هکتار تپه های ماسه ای و شن زار در ایران وجود دارد که بخش کوچکی از آنها توسط سازمان جنگلها و مراتع بوسیله تعدادی از گونه های سازگار و با کاربرد بادشکن مکانیکی و مالچ های نفتی تثبیت شده اند. در بسیاری مناطق که نزولات آسمانی کافی نبوده عملیات تثبیت شن با استفاده از آبیاری توسط تانکر انجام گرفته است. نظر به اهمیت بسیار زیاد اقتصاد آب و راندمان مناسب آن در تأمین نیاز آبی گیاهان ضرورت دارد که بر خلاف گذشته نیاز مذکور هم از نظر بهره برداری مناسب و اقتصادی از شن زارها براساس معیارهای علمی تعیین گردد. تعیین بیلان آبی شن زارها و شناخت منابعی که قادر به ذخیره رطوبت در شن زارها هستند، می تواند کمک بزرگی در نحوه استقرار گیاهان تثبیت کننده و همچنین محاسبه نیاز آبی گیاهانی باشد که محیط شن عرصه های مناسبی برای رشد و تولید اقتصادی آنها محسوب می گردد. در خیلی از مواقع عملیات کشت و زرع بر روی عرصه های شنی و نیز تثبیت بیولوژیکی شن زارها بدون اطلاع و آگاهی از وضعیت بیلان آبی و رطوبت شن زار صورت می گیرد که در نتیجه موفقیت برنامه های اجرایی بعضا با تردید روبرو می گردد و این در حالی است که گیاهان نیازهای آبی متفاوتی دارند. لذا چنانچه دیدگاه علمی بر استعداد رویشی و توان تولیدی شن زار حاکم باشد، بهتر است به منظور پیش بینی تولیدات زراعی و مرتعی تحت شرایط آب و هوایی خاص، بیلان آبی شن زار حداقل تا ناحیه توسعه ریشه گیاهان بطور دقیق بررسی و پایش گردد.



براساس پاره ای از یافته های طرحهای تحقیقاتی، به نظر می رسد که علاوه بر بارندگی سالیانه منابع دیگری از قبیل آبهای زیرزمینی، حرکت آب بصورت بخار و تکاثف آن در ناحیه ریشه و همچنین رطوبت نسبی هوا می تواند در تأمین آب مورد نیاز گیاهان تپه های شنی و عرصه های شن زارها نقش مهمی داشته باشند. برای تعیین جایگاه ویژه این منابع آب در تأمین بخشی از آب مورد نیاز گیاهان عرصه های شنی، طرح تحقیقاتی "تعیین استعداد رویشی شنزارهای منطقه سبزواری به روش بیلان آبی" به مورد اجرا گذاشته شد (۳).

#### روش بررسی:

معمولی ترین الگو برای تعیین بیلان آبی که اولین بار توسط Penk در سال ۱۸۹۶ پیشنهاد گردید (۴)، مدلی است که براساس سه عامل رواناب، نزولات آسمانی و تبخیر استوار است. این مدل که بعدها توسط همکاران وی اصلاح شد، خصوصیات افق نگهدارنده رطوبت در خاک را نیز در بر گرفته است و کلیه ورودی و خروجی آب را در حالات مختلف آن در نظر می گیرد (معادله ۱).

$$W = (VP + HP) + (AP + GI + C) - (PR + PE + SE + Tr + Go) \quad \text{معادله (۱)}$$

از آنجاییکه تعدادی از پارامترهای معادله اصلاح شده Penk برای محاسبه بیلان آبی در شن زارهای مناطق خشک به ویژه در شرایط اقلیمی شن زار مورد مطالعه وجود نداشته یا بسیار ناچیز می باشد، در این بررسی از معادله کلی بیلان آبی که براساس قانون بقای ماده و انرژی استوار است (معادله ۲)، به شرح زیر استفاده گردید.

#### معادله (۲)

$$P = S + \Delta D + \Delta M + U + \int_0^t Edt$$

پس از تعیین محدوده مورد مطالعه و تعیین مسافت محل بررسی به منابع آبهای سطحی مانند رودخانه ها از جمله کال شور سبزواری و غیره برای تشخیص تاثیر آن در تغییرات عمق آبهای زیرزمینی، با استفاده از معادله (۲) وضعیت عوامل موثر در بیلان آبی برای منطقه مورد مطالعه تعیین گردید. با توجه به شرایط اقلیمی محدوده شن زار مورد نظر و همچنین به علت سرعت زیاد نفوذ آب در عرصه های شنی، دو عامل  $\Delta D$  یعنی تغییرات ذخیره گودالی و عامل  $S$  یعنی رواناب سطحی به علت ناچیز بودن آنها در عرصه های شنی از مجموعه معادله (۲) حذف گردیده و معادله کلی بیلان آبی شن زار به صورت زیر مورد استفاده قرار گرفت (معادله ۳).

#### معادله (۳)

$$P = \Delta M + U + \int_0^t Edt$$

با توجه به جایگاه و اهمیت میزان رطوبت ذخیره شده در پیکره شن زار در فصول مختلف و تاثیر آن در تعادل آبی شن زار، اندازه گیری و تعیین میزان بالقوه آن در این بررسی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از این روی با در نظر گرفتن شرایط توپوگرافی و وضعیت مرفولوژیکی تپه مورد بررسی، نسبت به اندازه گیری دوره ای (ماهانه) رطوبت به شیوه حجمی با استفاده از دستگاه رطوبت سنج دیجیتالی (T.D.R) اقدام شد. در همین راستا، در نیمرخ عرضی تپه مورد بررسی تعداد ۶ پروفیل با عمق ۱۲۰ سانتی متر حفر و رطوبت اعماق (۰-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰، ۹۰-۱۲۰) به روش مقطع برداری و از طریق نصب سنسورهای متحرک توسط دستگاه T.D.R اندازه گیری و ثبت شد. توزیع پروفیل ها به این ترتیب بود که تعداد ۳ پروفیل در شیب ملایم، یک پروفیل در ناحیه خط الرأس و ۳ پروفیل در



شیب تند قرار داشت. مضافاً به اینکه تعداد یک پروفیل بعنوان پروفیل شاهد خارج از محدوده مورد بررسی و در محدوده شن زار تثبیت شده با درختچه تاغ، حفر و میزان رطوبت آن بصورت دوره ای اندازه گیری شد. به منظور تعیین نقش آب متکاثف در بیلان آبی شن زار، با ملاحظه تغییرات درجه حرارت شن زار در فصول مختلف و نیز با در نظر گرفتن منابع تأمین کننده رطوبت متکاثف، طی آزمایشی در ابتدای پاییز ۸۴، از مقاطع مختلف شن زار مورد بررسی و نیز عرصه شن زار تثبیت شده در طول شبانه روز نمونه برداری به عمل آمد. به همین منظور تعداد سه پروفیل در مقطع طولی شن زار (خط الرأس، شیب ملایم یا رو به باد و شیب تند یا پشت به باد) و نیز یک پروفیل در عرصه شن زار تثبیت شده حفر گردید. سپس با نمونه برداری از لایه های مختلف (۳۰-۶۰، ۰-۳۰، ۳۰-۹۰، ۹۰-۱۲۰ سانتیمتر) در ساعت ۱۲/۳۰ بعد از ظهر و ساعت ۴ صبح (قبل از طلوع خورشید)، رطوبت خاک به روش وزنی اندازه گیری و مورد مقایسه قرار گرفت.

### موقعیت و وضعیت مرفولوژیکی شن زار

با عنایت به پراکندگی شن زارهای منطقه سبزوار که از حدود جنوب شرقی تا جنوب غربی شهرستان و در امتداد زه کش بزرگ و اصلی کال شور گسترش یافته اند و نیز با در نظر گرفتن پارامترهای موثر در توازن آبی شن زار که لزوماً نیاز به داده های هواشناسی را امری اجتناب ناپذیر می نمود، تپه های شنی منطقه دولت آباد سبزوار واقع در ۵ کیلومتری جنوب شهرستان در مسیر جاده مواصلاتی سبزوار - بردسکن، به عنوان سایت اصلی اجرای طرح انتخاب گردید و سطحی معادل یک هزار متر مربع (۱۰۰ متر \* ۱۰ متر) از عرصه شن زار موصوف جهت پایش مداوم رطوبت، حصار کشی و محصور گردید منطقه مورد نظر به لحاظ جغرافیایی در موقعیت ۴۶° و ۶° عرض شمالی و ۵۵° و ۴۲° طول شرقی با ارتفاع ۹۴۸ متر از سطح دریای آزاد واقع است و به لحاظ مورفولوژیکی و به تاسی از باد غالب منطقه (شرقی)، کشیدگی شن زار بصورت شرقی - غربی بوده که شیب ملایم آن در جهت رو به باد در سمت شرق و شیب تند آن در خلاف جهت باد غالب و در ناحیه غربی قرار دارد (شکل ۱).



شکل (۱): تصویری شماتیک از موقعیت شن زار مورد مطالعه در منطقه دولت آباد سبزوار (اقتباس از سایت Google earth)



## نتایج و بحث

### ۱- تعیین گروه هیدرولوژیکی شن زار مورد مطالعه بر اساس محاسبات بیلان آبی

به منظور دستیابی به هدف گروه بندی شن زار مورد مطالعه بر اساس عوامل هیدرولوژیکی، محاسبات بیلان آبی به شرح ذیل انجام شد که بخشی از نتایج آن در جداول (۱ و ۲) نشان داده شده است.

همانگونه که در روش بررسی این پژوهش بیان گردید، بیلان آبی یا تعادل رطوبت در عرصه شن زار به عواملی از قبیل نزولات جوی، تبخیر و تعرق، رطوبت خاک، نفوذ ثقلی و احیانا تکاثف بخار آب بستگی دارد. بنابراین با محاسبه اجزاء و متغیرهای دخیل در بیلان آبی، امکان قضاوت در مورد گروه هیدرولوژیکی شن زار از جنبه تراوایی و ناتراوایی و نیز چگونگی تامین نیاز آبی گیاهان وجود دارد.

#### - نزولات جوی

جهت اندازه گیری نزولات جوی (اعم از باران، برف و نگرگ)، علاوه بر استفاده از داده های باران سنج نصب شده در محل اجرای طرح بویژه در سالهای اولیه، داده های آماری بارندگی ماهانه ایستگاه سینوپتیک شهرستان سبزوار مورد استفاده قرار گرفت که با توجه به شرایط ترسالی و خشکسالی، میانگین بارندگی سالیانه در ایستگاه مزبور طی سالهای آبی ۸۲-۱۳۸۱ لغایت ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۲۵۰/۳، ۱۷۲/۸، ۲۳۰/۱ و ۱۴۱/۷ میلیمتر در نوسان بود.

#### - تبخیر و تعرق

منظور از تبخیر و تعرق، میزان تبخیر و تعرق از سطح خاک است که با استناد به داده های آماری تبخیر و تعرق پتانسیل ماهیانه ایستگاه سینوپتیک سبزوار و پس از اندازه گیری میزان ظرفیت نگهداشت شن زار و نیز رطوبت ماهیانه، از رابطه  $Ea = Ep * S / Ss$  محاسبه گردید.

#### - رطوبت خاک

همانگونه که پیشتر توضیح داده شده است، رطوبت خاک با استفاده از دستگاه TDR و بصورت حجمی در مقاطع مختلف شن زار مورد بررسی و نیز شن زار تثبیت شده بصورت ماهیانه اندازه گیری شد که با توجه به توزیع پروفیل ها در نیمرخ عرضی شن زار (سه پروفیل در شیب ملایم، سه پروفیل در شیب تند، یک پروفیل در خط الرأس و پیشانی و یک پروفیل در شن زار تثبیت شده)، نسبت به تعیین میانگین رطوبت اعماق مختلف (۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰، ۹۰-۱۲۰) هر پروفیل و نیز میانگین رطوبت پروفیل های واقع بر دامنه های مختلف شن زار (شیب تند و شیب ملایم) اقدام شد.

#### - نفوذ ثقلی

پس از انجام محاسبات مربوط به کمیت های بارندگی، تبخیر و تعرق واقعی و رطوبت خاک، میزان نفوذ ثقلی با بهره

گیری از معادله کلی بیلان آبی  $(P = \Delta M + U + \int_0^t Edt)$  بصورت ماهیانه محاسبه گردید.

نتایج محاسبات بیلان آبی شن زار مورد بررسی نشان داد که میزان نفوذ ثقلی (جداول ۱ و ۲) یعنی مقدار آبی که می تواند از افق بالای شن زار به سفره های آب زیر زمینی تراوش نماید، برای هر دو نوع شن زار نیمه فعال و تثبیت شده در تمامی ماههای سال منفی بوده و میزان بارندگی موجود در منطقه، کفایت نفوذ آب به لایه های زیرین و الحاق آن به آبهای زیرزمینی را نمی کند به عبارتی شن زار مورد مطالعه در گروه شن زارهای ناتراوا طبقه بندی می گردد که البته این ناتراوایی نه از جهت نفوذ ناپذیری ناشی از سخت لایه های بستر شن زار، بلکه از ناکافی بودن میزان نزولات جوی در شرایط خشک منطقه ناشی می گردد.



جدول (۱): محاسبات اجزاء بیلان آبی در ناحیه شیب ملایم شن زار در سال آبی ۸۲-۱۳۸۱

ماههای سال	بارندگی ماهیانه (میلیمتر)	تبخیر و تعرق پتانسیل (میلیمتر)	تبخیر و تعرق واقعی (میلیمتر)	تغییرات رطوبت (درصد حجمی)	تغییرات رطوبت (میلیمتر)	نفوذ ثقی (میلیمتر)
مهر	۰/۶	۲۰۹/۶	۱۱۳/۴	۶/۶	۶۶	-۱۷۸/۸
آبان	۶/۸	۱۰۳/۸	۵۹/۱	۶/۹۵	۶۹/۵	-۱۲۱/۸
آذر	۲۳/۱	۰	۰	۷/۰	۷۰	-۴۶/۹
دی	۳۰/۲	۰	۰	۹/۵	۹۵	-۶۴/۸
بهمن	۴۶/۵	۰	۰	۱۱/۹	۱۱۹	-۷۲/۵
اسفند	۳۹/۵	۰	۰	۱۲/۵	۱۲۵	-۸۵/۵
فروردین	۶۳/۶	۱۴۱/۹	۱۵۱/۲	۱۳	۱۳۰	-۲۱۷/۶
اردیبهشت	۳۲/۶	۲۱۸/۸	۲۱۴/۳	۱۱/۹۵	۱۱۹/۵	-۳۰۱/۲
خرداد	۷/۳	۳۰۶/۳	۲۷۱/۱	۱۰/۸	۱۰۸	-۳۷۱/۸
تیر	۰	۴۴۰/۹	۲۴۳/۹	۶/۷۵	۶۷/۵	-۳۱۱/۴
مرداد	۰	۴۰۱/۳	۲۱۹/۴	۶/۶۷	۶۶/۷	-۲۸۶/۱
شهریور	۰/۱	۲۹۷/۳	۱۷۷/۹	۷/۳	۷۳	-۱۹۰/۹



جدول (۲): محاسبات اجزاء بیلان آبی در ناحیه شیب تند شن زار در سال آبی ۸۲-۱۳۸۱

ماه‌های سال	بارندگی ماهیانه (میلیمتر)	تبخیر و تعرق پتانسیل (میلیمتر)	تبخیر و تعرق واقعی (میلیمتر)	تغییرات رطوبت (درصد حجمی)	تغییرات رطوبت (میلیمتر)	نفوذ ثقلی (میلیمتر)
مهر	۰/۶	۲۰۹/۶	۱۳۴	۷/۸	۷۸	-۲۱۱/۴
آبان	۶/۸	۱۰۳/۸	۶۸	۸/۰	۸۰	-۱۴۱/۲
آذر	۲۳/۱	۰	۰	۸/۸	۸۸	-۵۷/۸
دی	۳۰/۲	۰	۰	۸/۸	۸۸	-۵۷/۸
بهمن	۴۶/۵	۰	۰	۹/۵	۹۵	-۴۸/۵
اسفند	۳۹/۵	۰	۰	۱۲/۴	۱۲۴	-۸۴/۵
فروردین	۶۳/۶	۱۴۱/۹	۱۸۰/۳	۱۵/۵	۱۵۵	-۲۷۱/۷
اردیبهشت	۳۲/۶	۲۱۸/۸	۲۵۴/۶	۱۴/۲	۱۴۲	-۳۶۴
خرداد	۷/۳	۳۰۶/۳	۲۴۸/۵	۹/۹	۹۹	-۳۴۰/۲
تیر	۰	۴۴۰/۹	۳۱۶/۲	۸/۷۵	۸۷/۵	-۴۰۳/۷
مرداد	۰	۴۰۱/۳	۲۳۰/۲	۷/۰	۷۰	-۳۰۰/۲
شهریور	۰/۱	۲۹۷/۳	۱۸۷/۶	۷/۷	۷۷	-۲۶۴/۵



## ۲- پدیده تکاثف و نقش آن در بیلان آبی شن زار

رطوبت متکاثف یا از طریق رطوبت نسبی هوا تأمین می گردد که در این صورت با افزایش رطوبت نسبی هوا تا حد نقطه اشباع، مولکولهای آب بر سطح ذرات شن جذب می گردد که در شرایط منطقه مورد مطالعه به دلیل خشکی هوا و پایین بودن رطوبت نسبی، موضوع تکاثف بخار آب و ایجاد شبنم حداقل در تابستان منتفی است. هرچند تشکیل شبنم بر سطح شن زار و افزایش رطوبت لایه های سطحی شنزار در فصول سرد سال قابل پیش بینی و اندازه گیری است، ولیکن به دلیل عدم کارایی مصرف آب در زمستان توسط گیاهان، افزایش رطوبت ناشی از تکاثف مولکولهای بخار آب و ایجاد شبنم تأثیری در تأمین نیاز آبی گیاهان مستقر در شن زار ندارد. دیگر منبع تأمین کننده رطوبت متکاثف در شن زارها، جریان های عمودی بخار آب است که از ناحیه اشباع و حتی آبهای زیرزمینی به طرف لایه های سطحی انتشار می یابد. آنچه مسلم است با توجه به خیز کاپیلاری محدود شن زارها (حدود ۴۶ سانتیمتر در شرایط شن زار مورد مطالعه)، منابع آب زیرزمینی صرفاً در صورتی قادر به تأمین رطوبت متکاثف هستند که در عمق کمی (حدود ۲-۳ متر) از سطح شن زار واقع شده باشند که امکان صعود کاپیلاری و بعضاً انتشار مولکولهای بخار آب از لایه های گرم زیرین به لایه های سرد فوقانی فراهم گردد. بررسی خطوط هم عمق آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه بیانگر آن است که سطح آب زیرزمینی در عمق بیش از ۱۵ متر واقع شده است. بنابراین آبهای زیرزمینی منطقه در تأمین رطوبت متکاثف شنزار عملاً نقشی ندارند. در واقع میزان جزئی افزایش رطوبت لایه های فوقانی (۶۰-۳۰ سانتیمتر) شن زار مورد مطالعه (بطور میانگین ۰/۵ درصد حجمی)، عمدتاً از لایه های مرطوب زیرین و بعضاً رطوبت در حد اشباع حد فاصل لایه شنی و بستر شن زار (سخت لایه رسی) تأمین می گردد. بنابراین گرچه رطوبت متکاثف به لحاظ حجمی بسیار ناچیز بوده و از منظر بیلان آبی حتی مقدار آن قابل اغماض است، اما به جهت جبران کمبود حدود پایینی رطوبت شن زار (ضرایب هیگروسکوپیک و پژمردگی دائمی)، قابل درک و اهمیت بوده و به تداوم استقرار و رشد گیاهان بومی شن زار کمک می کند.

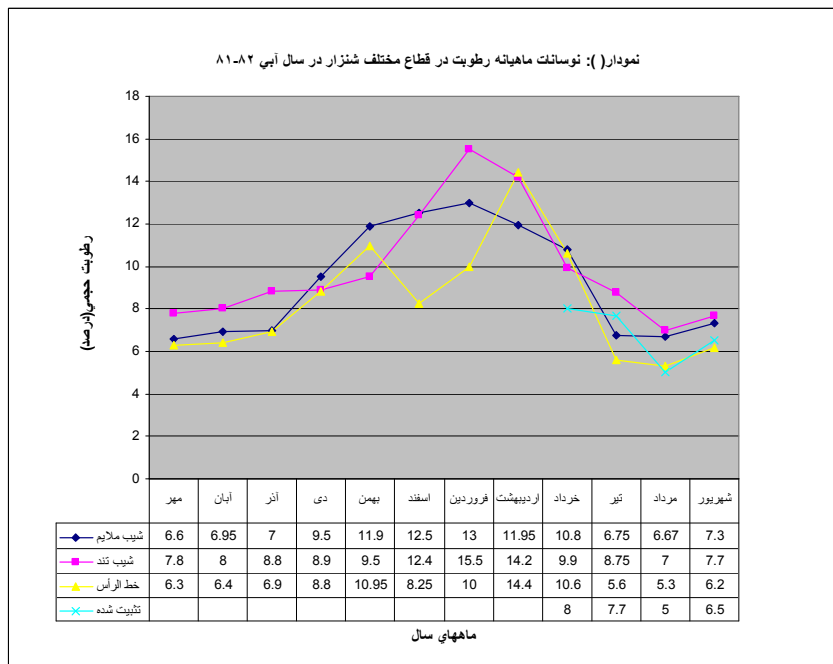
## ۳- برآورد رطوبت قابل استفاده شن زار ۲

طبق تعریف، دامنه ای از تغییرات رطوبت بین دو حد رطوبتی ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائمی را رطوبت قابل استفاده می نامند. در بررسی منحنی رطوبتی شن زار مورد مطالعه معلوم گردید که میزان آب قابل دسترسی در حدود ۵-۶ درصد است که این میزان رطوبت با مکشی معادل ۰/۰۵ تا ۶ بار نگهداری می شود. گرچه به نظر می رسد مقدار آب قابل استفاده شن زار محدود است، ولیکن با عنایت به این موضوع که بخش عمده این مقدار آب با مکش بسیار جزئی در شن نگهداری می گردد، امکان استفاده آن توسط گیاه بسیار آسان است. اصولاً ارزش زراعی یک خاک، قبل از اینکه به مجموع ظرفیت نگهداری آب وابسته باشد، به میزان آب قابل دسترسی گیاه بستگی دارد و از این حیث گرچه خاک های سنگین و رسی از توان نگهداری آب بالایی برخوردارند، به همان میزان آب غیر قابل استفاده آنها نیز زیاد است. بنابراین وجه تمایز خاکهای سبک و سنگین از نظر نگهداری و آزادسازی رطوبت در آن است که خاک های سبک با وجود اینکه نسبت به خاکهای سنگین آب کمتری نگه می دارند، ولیکن بدلیل مکش محدود، عرضه آب در این خاکها به آسانی صورت می گیرد و رشد گیاه تسریع می گردد و بالعکس در خاکهای سنگین علیرغم افزایش حجم آب نگهداری شده، جذب آب توسط گیاهان بدلیل افزایش مکش به آسانی صورت نمی گیرد و رشد گیاهان بطئی است و مزیت اصلی این نوع خاکها، دوام عرضه آب توسط گیاه است. بی مقدار بودن نیروی کاپیلاری یا خیز مؤئینه ای در توده

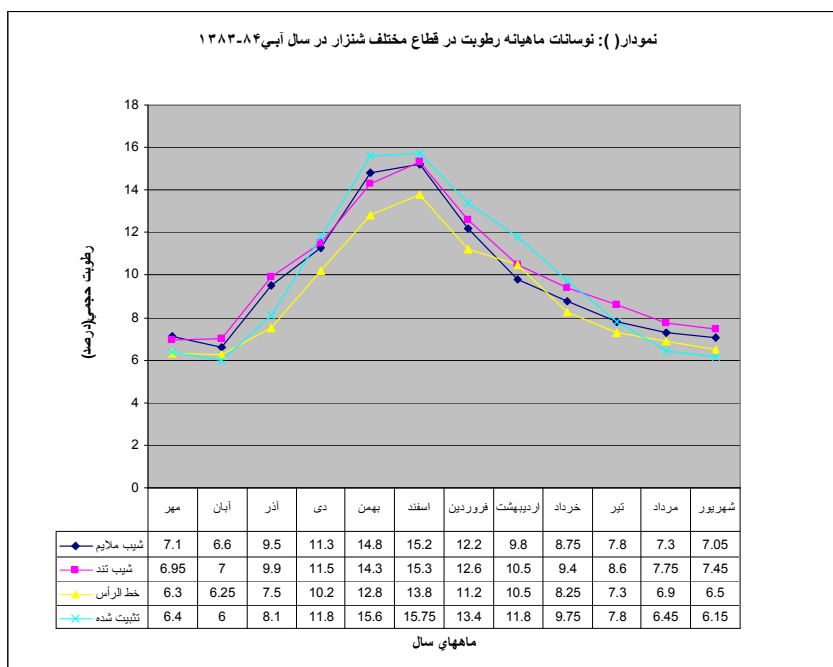
2. Available water capacity of sand dune







نمودار (۱): نوسانات رطوبت در قطاع مختلف شن زار در سال آبی ۸۱-۸۲



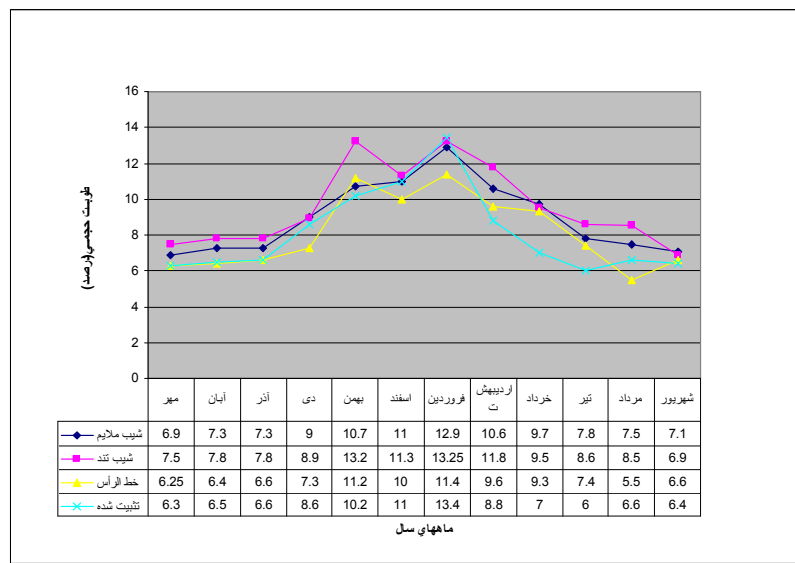
نمودار (۲): نوسانات رطوبت در قطاع مختلف شن زار در سال آبی ۸۲-۸۳



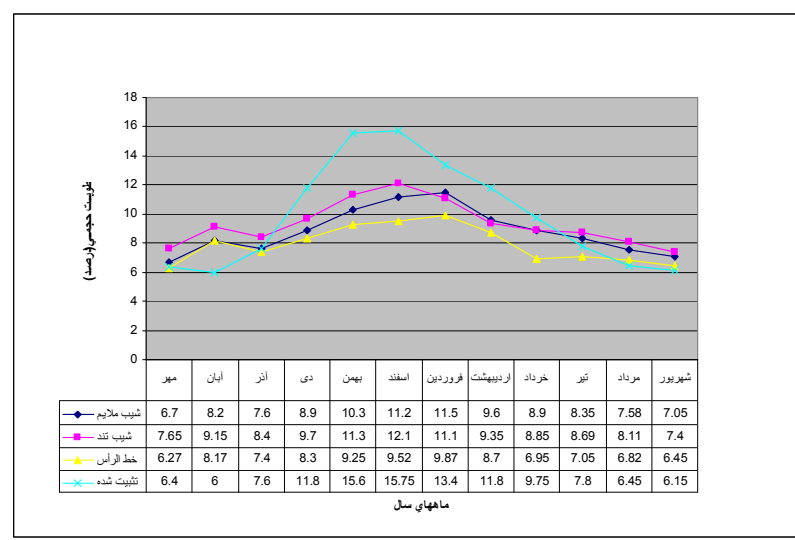
# مدت زخم آبی، استحصال آب باران

(گذشته، امروز، آینده)

روزنامه‌های طرح آب باران



نمودار (۳): نوسانات رطوبت در قطاع مختلف شن زار در سال آبی ۸۴-۸۳



نمودار (۴): نوسانات رطوبت در قطاع مختلف شن زار در سال آبی ۸۵-۸۴

## توصیه‌ها و پیشنهادات

در راستای بهره‌گیری مطلوب از نتایج این پژوهش، برخی راهبردهای اجرایی بشرح ذیل بیان می‌گردد.

۱- با عنایت به بیلان آبی منفی شن زار مورد مطالعه در ماه‌ها و سالهای مختلف، به نظر می‌رسد نزولات جوی به عنوان تنها منبع تامین کننده نیاز آبی گیاهان مستقر در شن زار بوده و سایر منابع آبی از قبیل آبهای زیر زمینی، آب متکاثف و رواناب‌های سطحی، تاثیر قابل توجهی در تامین نیاز آبی گیاهان شن زار نداشته باشند. بنابراین هر اقدام



بیولوژیکی بر روی شن زار مزبور بایستی مبتنی بر میزان و توزیع بارش بوده و ترجیحا از گونه های بومی مقاوم و سازگار با شرایط شن زار استفاده شود.

۲- با توجه به نوسانات رطوبتی موجود در مقاطع مختلف تپه های شنی دولت آباد، نوسانات شدید رطوبتی بویژه در لایه های سطحی (۶۰-۰ سانتی متر) ناحیه خط الرأس و پیشانی تپه ها امری محرز بوده و در شرایط معمول، هر نوع عملیات بیولوژیکی را محدود می سازد. بنابراین توصیه می گردد قبل از شروع فعالیت های بیولوژیکی، با احداث بادشکن غیر زنده هر چند در یک ردیف، فرسایش بادی کنترل و سپس اقدام به کشت نهال گردد.

۳- با استناد به نتایج حاصل از اندازه گیری رطوبت در ماههای مختلف سال و با عنایت به افزایش ذخیره رطوبت شن زار مورد مطالعه در فصل زمستان تا حد ظرفیت زراعی، به نظر می رسد بهترین زمان برای انتقال و کاشت نهال در عرصه های شن زار، اواخر زمستان (حدود اسفندماه) باشد. در صورت رعایت تاریخ کاشت مزبور، رشد اولیه گیاهان قبل از شروع دوره خشک تضمین شده است.

۴- نظر به محدودیت مواد آلی در شن زار و نقش موثر آن در بهبود ساختمان خاک و تغذیه گیاه، توصیه می گردد قبل از کاشت گونه های درختچه ای، نسبت به کشت گونه های علفی و بوته ای به عنوان گیاهان پیشاهنگ اقدام نموده و در سایه استقرار گونه های اخیرالذکر و پس از تغییر ترکیب خاک، نسبت به کاشت گونه های درختچه ای مبادرت گردد.

سید (*Stipagrostis spp.*)، گون (*Astragalus Squarsus*)، دم گاو (*Smirnovia iranica*)، اسکمبیل (*Calligonum spp.*)، تاغ (*Haloxyton persicum*) از جمله گونه های بومی هستند که جهت تثبیت بیولوژیکی شن زارهای منطقه دولت آباد قابل توصیه هستند.

۵- با توجه به ثبات رطوبتی موجود در ناحیه شیب ملایم (رو به باد) توصیه می گردد عملیات بیولوژیکی تثبیت شن زار از ابتدای شیب ملایم آغاز گردد.

#### منابع مورد استفاده

۱- روحی پور، حسن، (۱۳۷۳) تعیین ارتفاع بحرانی تپه های شنی خوزستان، وزارت جهاد سازندگی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور شماره ۱۱۲

۲- روحی پور، حسن و جمال قدوسی - (۱۳۷۳) تعادل رطوبت و وضعیت آب در شن زارهای مناطق خشک - موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، نشریه شماره ۹۴۰

۳- کاشکی، محمدتقی و همکاران. ۱۳۸۵. بررسی استعداد رویشی شنزارهای منطقه سبزوار به بروش بیلان آبی

4. Popove. KP. (1987). Temperature and moisture content dynamics in upper layer barchans at Repetek Southeastern KARAKUM. Problems of desert development. 1987 No: 2, PP. 69-73