



دانشگاه یزد

خشک بوم

دو فصلنامه علمی- پژوهشی

جلد ۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۵

شاپا: ۲۰۰۸-۷۹۰X



Arid Biome

Scientific and Research Journal



Yazd University

Vol. 6, No. 2, 2016

ISSN: 2008-790X

فهرست

- انتخاب ارقام متحمل به شوری کلزا با استفاده از شاخص های تحمل به تنش ۱
امین آنالقی، محمد جواد روستا، آرمان آذری
- تحلیل روند تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در ایران ۱۱
زهره رفیعی مجومرد، محمدرضا یزدانی، محمد رحیمی
- مطالعه بیوژئومورفولوژی سازندهای زمین شناسی مارنی با تاکید بر پوشش گیاهی ۲۵
محمدطاهر صحتی، احمد نوحه گر، یحیی اسماعیل پور، حمید غلامی
- آنالیز عددی روابط مورفومتریک پیکانهای ماسه ای و گونه های گیاهی عامل (مطالعه موردی: ریگ نجارآباد، شاهرود) ۳۹
علیرضا عرب عامری، مهران مقصودی
- تعیین اراضی مناسب پرورش میگو به منظور استفاده از منابع آب شور در محیط های خشک و بیابانی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی چند معیاره مکانی ۵۵
فاضل امیری، طیبه طباطبایی، حیدر فقیه
- اثر تنش خشکی بر گیاهان تنباکوی تراریخت (*Nicotiana tabacum* L. cv. Wisconsin) حاوی ژن P5CS در شرایط کشت در شیشه ۶۹
سمیه زارعی، علی اکبر احسانپور
- اولویت بندی مکان های مناسب احداث سد زیرزمینی با استفاده از مدل های تصمیم گیری در مناطق خشک و نیمه خشک ۸۳
جواد چزگی، حسین ملکی نژاد، محمدرضا اختصاصی، محمد نخعی
- اثر پیش تیمار اسید هیومیک بر جوانه زنی گیاه دارویی و اقتصادی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) در شرایط یکسان تنش های خشکی و شوری ۹۷
عباس علیزاده احمد آبادی، سارا خراسانی نژاد

Contents

- Selection of salt tolerance varieties of canola by using of tolerant indices 1
A. Anagholi, M. J. Rosta, A. Azari
- Trend analysis of number of dusty days in Iran 11
Z. Rafiei Majoomerd, M.R. Yazdani, M. Rahimi
- Biogeomorphological Study of Marl Geological Formations with Emphasis on Vegetation 25
M.T., Sehati, A. Nohegar, Y. Esmailpour, H. Gholami
- Numerical analysis of morphometrical affiliation of sand arrows and operative species (Case study: Najjar Abad Erg, Shahrood) 39
A.R. Arabameri, M. Maghsoudi
- Site selection for shrimp farming in order to use saline water in arid and desert region using GIS and multi criteria decision making model 55
F. Amiri, T. Tabatabaie, H. Faqih
- Effect of drought stress on transgenic tobacco (*Nicotinia tabacum* L. cv. Wisconsin) plants containing P5CS gene under in vitro culture 69
S. Zarei, A.A. Ehsanpour
- Prioritization suitable sites for underground dam's construction using decision-making models in arid and semi-arid 83
J. Chezgi, H. Maleki Nezhad, M. R. Ekhtesasi, M. Nakhei
- The Effect of Humic acid Pretreatment on Germination of purple cornflower (*Echinacea purpurea* L.) plant under Drought and Salinity Conditions 97
A. Alizadeh Ahmadabadi, S. khorasaninejad

خشک بوم
دو فصلنامه علمی- پژوهشی

جلد ۶ شماره ۲
پاییز و زمستان ۱۳۹۵

بسم الله الرحمن الرحيم



نشریه علمی - پژوهشی خشک بوم جلد ۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۵

صاحب امتیاز: دانشگاه یزد

سر دبیر: دکتر محمدرضا اختصاصی (استاد دانشگاه یزد)
مدیر مسئول: دکتر حمیدرضا عظیمزاده (دانشیار دانشگاه یزد)

اعضاء هیأت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)

- دکتر حسین آذرنیوند، استاد دانشگاه تهران
- دکتر محمدرضا اختصاصی، استاد دانشگاه یزد
- دکتر ناصر باغستانی میبدی، دانشیار مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی استان یزد
- دکتر مجید کریم پورریحان، دانشیار مرکز تحقیقات بین المللی بیابان
- دکتر سیدجمال الدین خواجه الدین، استاد دانشگاه صنعتی اصفهان
- دکتر محمود حبیب نژاد، دانشیار دانشگاه مازندران
- دکتر حسن روحی پور، دانشیار مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع
- دکتر ایگور ساوین، دانشیار آکادمی علوم روسیه
- دکتر سادات فیض نیا، استاد دانشگاه تهران
- دکتر احمد قنبری، استاد دانشگاه زابل
- دکتر محمد گلوی، استاد دانشگاه زابل
- دکتر جهانگرد محمدی، استاد دانشگاه شهرکرد
- دکتر سید علی محمد میرمحمدی میبدی، استاد دانشگاه صنعتی اصفهان

ویراستار: دکتر محمد زارع

مدیر داخلی: دکتر محمدحسین مختاری

دبیر اجرایی: دکتر محمد امین اسدی

امور رایانه و صفحه آرایی: مهندس الهام اردکانی

ناظر چاپ: انتشارات دانشگاه یزد

پروانه انتشار این فصلنامه طبق مجوز شماره ۱۲۴/۳۶۵۰ مورخ ۱۳۸۷/۸/۱۹ وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی با روش پژوهشی در زمینه کشاورزی و به زبان فارسی و انگلیسی با گستره سراسر کشور صادر گردیده است.

این نشریه بر اساس تأییدیه شماره ۳/۱۱/۳۷۸۲ مورخ ۱۳۸۹/۳/۱۷ کمیسیون بررسی نشریات علمی کشور دارای اعتبار علمی - پژوهشی است.

شاپا: ۷۹۰-۲۰۰۸

این دو فصلنامه با حمایت انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران و هشت دانشکده و پژوهشکده مرتبط با موضوع انتشار یافته است.

نشانی: یزد، صفائیه، چهار راه پژوهش، دانشگاه یزد، پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی، دفتر نشریه علمی - پژوهشی خشک بوم.

aridlandj@yazd.ac.ir

تلفاکس: ۰۳۵۱-۸۲۱۰۶۹۸

صندوق پستی: ۷۴۱-۸۹۱۹۵

اسامی داورانی که در این شماره با دو فصلنامه خشک بوم همکاری داشته‌اند:

- دکتر محمدرضا اختصاصی
- دکتر آفاق تابنده
- دکتر مهدی تازه
- دکتر زین العابدین حسینی
- دکتر محمد حسین حکیمی میبیدی
- دکتر مریم دهستانی
- دکتر محمد زارع
- دکتر احد ستوده
- دکتر معصومه صالحی
- دکتر علی فتح‌زاده
- دکتر سمیه قاسمی
- دکتر کاظم کمالی
- دکتر بهمن کیانی
- مهندس وحید موسوی

انتخاب ارقام متحمل به شوری کلزا با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش

۱- امین آنالی، استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد

anagholi@areo.ac.ir

۲- محمد جواد روستا، دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان فارس

۳- آرمان آذری، استادیار دانشگاه ولی عصر رفسنجان

دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۱۹

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۳۰

چکیده

به منظور انتخاب رقم یا ارقام متحمل تر کلزای روغنی در شرایط شور و تعیین واکنش به شوری در آن‌ها، ۶۰ رقم کلزا طی دو سال مورد بررسی قرار گرفت. در نخستین سال، از طریق طرح آگمنت به کاهش هدف‌دار و منطقی ارقام پرداخته شد و طی آن تعداد ۴۱ ژنوتیپ حذف شد در سال دوم به ارزیابی ۱۹ رقم برتر پرداخته شد. در این پژوهش، واکنش به شوری ارقام کلزا انتخاب شده، بررسی می‌شود. آزمایش به صورت اسپلیت پلات و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی رستاق یزد اجرا گردید. فاکتور اصلی شوری آب آبیاری (۲ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور فرعی ارقام کلزا بودند که در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بر اساس نتایج آزمایش، میانگین عملکرد دانه ارقام شرایط شوری بالا (۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) و شوری کم (۲ دسی‌زیمنس بر متر) به ترتیب ۲۴۱۹/۸ و ۱۴۵۶/۵ کیلوگرم در هکتار بود و این تفاوت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. در شرایط شوری کم ارقام Hyola401، Opera، Option500، Sarigol، Hyola420، SYN و Option501 دارای عملکرد دانه بالاتری نسبت به بقیه بودند. در شرایط شوری بالا نیز ارقام Hyola401، Hyola420، RGS، Option501، SYN، Mozart و Rindow دارای عملکرد دانه بالایی بودند. بررسی میانگین عملکرد دانه در شرایط شوری بالا و شوری کم نشان داد که ارقام Hyola420، Option501، Hyola401، Opera، RGS، Option500، Mozart، SYN و Sarigol به ترتیب با متوسط عملکردهای ۲۸۷۱/۴، ۲۸۱۴/۴، ۲۴۰۰/۷، ۲۳۹۴/۷، ۲۳۳۸/۵، ۲۲۹۵/۴، ۲۲۸۸/۵ و ۲۱۷۸/۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین تولید دانه را داشتند.

واژگان کلیدی: کلزا؛ شوری خاک؛ شاخص‌های تحمل.

مقدمه

[۱]. برای استفاده مناسب و پایدار از این نهاده‌ها، ناگزیر به ارزیابی گیاهان در شرایط تنش‌های محیطی کشور هستیم. از راهکارهای اصلی در شرایط تنش شوری استفاده از تنوع زیاد در بین ارقام یک گیاه زراعی نسبت به تنش شوری است. در این روش ارقام متحمل‌تر شناسایی می‌گردند تا از آن‌ها برای کشت در مناطق با محدودیت شوری استفاده شود.

به‌طور کلی تنش شوری، رشد را در مراحل مختلف رویش گیاهان زراعی تحت تاثیر قرار می‌دهد [۸] و خانواده براسیکا و گونه کلزا نیز از این قاعده جدا نیست [۷]. در برآوردهای انجام شده، ژنوتیپ‌های فعلی گونه کلزا قادر نیستند عملکرد قابل توجهی را در سطوح شوری بالای ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر تولید کنند. اختلاف بین گونه‌ای (جنس براسیکا) و درون گونه‌ای قابل توجهی در تحمل به

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این گیاهان از نباتات مهم زراعی هستند که با تأمین روغن، پروتئین و کنجاله در استقلال کشور نقش اساسی دارند. بخش عمده روغن گیاهی مورد نیاز داخل کشور، از طریق واردات تامین می‌گردد و تنها بخش کوچکی از آن از منابع داخلی حاصل می‌شود. کلزا، سومین منبع تولید روغن گیاهی در جهان است. در ایران نیز در سال‌های اخیر با اجرای طرح توسعه کشت آن، به عنوان اصلی‌ترین گیاه تولید کننده دانه‌های روغنی مطرح گردید و بالاتر از سویا و پنبه دانه، در مکان اول قرار گرفت [۱، ۷ و ۱۵].

با توجه به وسعت اراضی شور و وجود منابع آب شور فراوان و نیز کاهش سرانه مصرف آب، کشور از نظر منابع آب و خاک کشاورزی در وضعیت نامطلوبی قرار دارد [۳] و

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ارقام Hyola 401، Hyola420، Rindow، SLM، Zarfam، Sarigol، Talent، Option500، RGS، Option501، CV، Star، Mozart، Elite، Opera، CV، Roby، SYN، Milena، Okapi و GoldRush که از غربال اولیه از سال قبل (۱۳۸۸-۱۳۸۷) انتخاب شده بود، به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی شوری یزد مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور اصلی شوری آب (آبیاری با آب ۲ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور فرعی، ارقام کلزا (۱۹ ژنوتیپ) بودند. در طول اجرای آزمایش و در مراحل مختلف رشدی از کرت‌های آزمایشی نمونه خاک تهیه گردید تا شوری متوسط در پروفیل خاک و در عمق توسعه ریشه به دست آید (شکل ۱). در طول فصل رشد همه مراقبت‌های زراعی لازم شامل وجین و تنک کردن، کنترل علف‌های هرز، مبارزه با شته، آبیاری به موقع، کود پاشی سرک انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده در پایان فصل رشد شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن هزار دانه بود. در ضمن شاخص‌های SSI^۱، STI^۲، MP^۳، Tol^۴ و GMP^۵ برای عملکرد دانه محاسبه گردید. داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری‌ها و محاسبات با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD محافظت شده و اثر متقابل معنی‌دار، با استفاده از برش‌دهی مورد تجزیه و تحلیل بیشتر قرار گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نمونه‌گیری‌های پروفیل خاک در طول فصل رشد و نیز الگوی جذب آب از منطقه توسعه ریشه [۲]، متوسط شوری عصاره اشباع خاک منطقه توسعه ریشه در کرت‌های آزمایشی تعیین گردید (جدول ۱). بنابراین، ملاک در ارزیابی و محاسبه مولفه‌های واکنش به شوری، اعداد جدول مذکور هستند که در واقع گیاه به این شوری‌ها واکنش نشان می‌دهد.

شوری کلزا در مراحل مختلف رشد مشاهده شده است [۱]. کلزا در گروه گیاهان زراعی متحمل به شوری قرار دارد. فرانکوئیس [۶] سطح آستانه تحمل به شوری را برای ارقام Westar و Tobin به ترتیب ۱۱ و ۹/۷ دسی‌زیمنس بر متر با شیب ۱۳ و ۱۴/۳ درصد به دست آورد. این ارقام در شوری خاک حدود ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر دچار ۵۰ درصد افت عملکرد گردیدند. اما بر اساس آزمایش انجام شده توسط شهبازی و کیانی [۱۵] بر روی ارقام طلایه و استقلال در منطقه آق‌قلا واقع در شمال گرگان آستانه تحمل به شوری هر دو ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر و به ترتیب با شیب ۸/۸ و ۱۰/۴ درصد گزارش گردید. آن‌ها شاخص تحمل به تنش ارقام طلایه و استقلال را به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۸۳ به دست آوردند.

بیشترین اثر زیانبار شوری بر رشد کلزا کاهش اندازه بوته، سطح فتوسنتز کننده و عملکرد گیاه است [۱ و ۷]. در این پژوهش‌ها، شوری سبب کاهش معنی‌دار اندازه گیاه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن ۱۰۰۰ دانه و کیفیت روغن شد. وزن ریشه و اندام هوایی گونه‌های کلزا نیز تحت تاثیر شوری کاهش یافت هر چند که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین گونه‌های مختلف وجود داشت. تنش شوری در مرحله رویشی تعداد دانه را کاهش داد که دلیل اصلی آن کاهش فتوسنتز تحت تاثیر شوری بود. دلیل اصلی کاهش وزن دانه‌ها، تنش اسمزی و یونی ناشی از تنش شوری بود. درصد روغن دانه تحت تاثیر شوری قرار نگرفت [۶]. شوری همچنین سبب افزایش معنی‌دار درصد گلوکوزینات دانه کلزا شد [۷]. کاهش روغن کلزا تحت تاثیر شوری در تمام ارقام کلزا از یک روند خاص پیروی نمی‌کند و تفاوت‌های ژنتیکی در این میان نقش اساسی دارند. به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که تجمع سدیم در بافت دانه ارقام حساس به شوری باعث کاهش فعالیت‌های متابولیکی و کاهش طول دوره پرشدن دانه می‌شود. در بسیاری از پژوهش‌های انجام گرفته، همبستگی منفی میان تجمع سدیم در دانه و درصد روغن دانه دیده می‌شود [۱]. در این پژوهش سعی شد تا نخست ارقام متحمل به شوری کلزا شناسائی گردند، سپس واکنش به شوری این ژنوتیپ‌ها مشخص گردد.

1- Stress Susceptibility index

2- Stress Tolerant Index

3- Mean Productivity

4- Tolerance

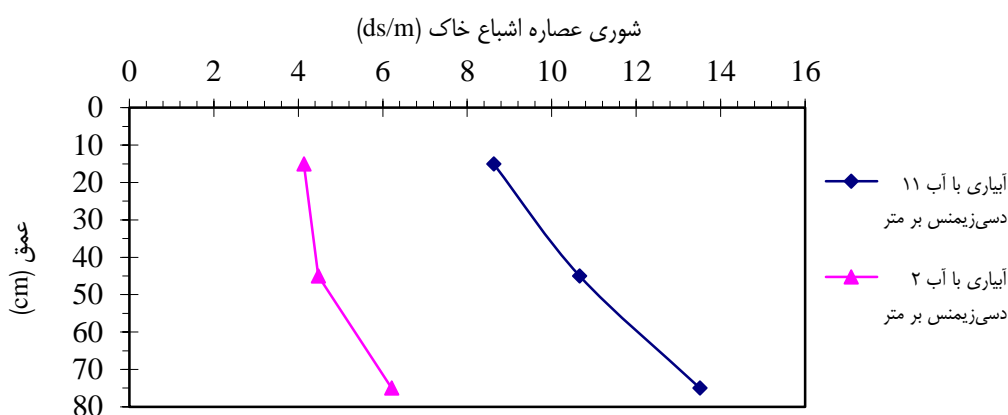
5- Geometric Mean Productivity

جدول ۱- متوسط شوری عصاره اشباع خاک در کرت‌های آزمایشی

تکرار	شوری آب ۲ dS/m	شوری آب ۱۱ dS/m
۱	۵/۳۷	۱۱/۷۵
۲	۴/۳۳	۱۰/۲۴
۳	۴/۳۰	۸/۹۴

شکل ۱ نیز متوسط شوری خاک در طول فصل رشد را نشان می‌دهد. در ترسیم این شکل، از متوسط کرت‌های آزمایشی در هر سطح از شوری آب آبیاری استفاده شده است. با توجه به این که خاک دارای مقداری شوری اولیه

بود، بنابراین، در تیمار آب ۲ دسی‌زیمنس بر متر، شوری عصاره اشباع خاک بالاتر از حد انتظار است. البته این مقادیر کمتر از حد آستانه تحمل کلزا است [۹].



شکل ۱- میانگین شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد و در پروفیل خاک

در این آزمایش اثر شوری آب بر عملکرد دانه، عملکرد کل و وزن هزار دانه معنی دار گردید (جدول ۲). متوسط صفات در شوری‌های ۲ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر در جدول ۳ آمده است. کاهش عملکرد کل در آب با شوری بالا نسبت به آب با شوری کم شور در حدود ۳۸ درصد

است. این کاهش برای عملکرد دانه در حدود ۳۱ درصد است. تغییرات وزن هزار دانه نیز با وجود آن که کم بود (۰/۲۸ گرم) ولی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد کل	شاخص برداشت	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۹۴۹۷/۳ **	۱۹۴۳۸/۲ ns	۴۴/۴ ns	۰/۳۸ **
شوری آب	۱	۲۶۴۴۸۹/۵ **	۶۰۳۹۷۱۶/۵ *	۱۸/۰ ns	۲/۲ *
خطای اصلی	۲	۱۴۳۰/۱	۱۰۰۴۱۵/۱	۴/۵	۰/۰۸
رقم	۱۸	۱۷۴۷۵/۸ **	۵۶۶۰۹/۷ ns	۱۰۸/۵ **	۰/۵ **
شوری×رقم	۱۸	۲۴۰۴/۱ ns	۶۵۷۳۶/۳ *	۲۲/۹ ns	۰/۰۵ ns
خطای کل	۷۲	۱۸۹۶/۰	۳۷۷۱۶/۸	۱۶/۹	۰/۰۳
ضریب تغییرات (/.)		۲۲/۵	۱۹/۷	۲۰/۹	۵/۷

علامت‌های ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

جدول ۴- برشدهی اثر متقابل شوری × رقم بر اساس رقم برای عملکرد کل

رقم	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد کل	عملکرد کل	
			۱۱ dS/m	۲ dS/m
CV Roby	۱	۱۱۸۸۴۸ ns	۱۰۰۸۱/۵	۷۲۶۶/۷
CV Star	۱	۵۲۹۶۵۰ **	۱۲۲۶۳/۰	۶۳۲۰/۷
Elite	۱	۴۴۱۰۸۶ **	۱۲۴۶۳/۰	۷۰۴۰/۲
Gold Rush	۱	۹۰۴۴۶ ns	۱۱۶۵۵/۵	۹۲۰۰/۰
Hyola401	۱	۲۴۰۸۹۰ *	۱۲۹۲۹/۶	۸۹۲۲/۲
Hyola420	۱	۱۰۸۱۵۳ ns	۱۳۲۴۴/۴	۱۰۵۵۹/۲
Milena	۱	۴۸۹۰۶۱ **	۱۱۱۷۳/۰	۵۴۶۳/۰
Mozart	۱	۴۰۹۰۷۴ **	۱۲۶۷۰/۴	۷۴۴۸/۱
Okapi	۱	۱۶۵۱۸۸ *	۱۰۵۴۸/۱	۷۲۳۰/۰
Opera	۱	۱۲۶۱۶۹۰ **	۱۵۵۷۷/۸	۶۴۰۶/۵
Option500	۱	۶۲۵۸۳۰ **	۱۴۲۰۰/۰	۷۷۴۰/۷
Option501	۱	۱۸۹۲۳۵ *	۱۱۳۴۰/۷	۷۷۸۸/۹
RGS	۱	۱۵۶۸۹۶ *	۱۲۱۶۵/۶	۸۹۳۱/۵
Rindow	۱	۱۰۳۷۲۴ ns	۹۹۴۴/۴	۷۳۱۴/۸
SLM	۱	۸۱۰۳ ns	۹۰۹۴/۴	۸۳۵۹/۴
SYN	۱	۲۲۲۹۸۰ *	۱۲۲۰۰/۰	۸۳۴۴/۴
Sarigol	۱	۷۰۴۵۲۳ **	۱۲۹۰۳/۷	۶۰۵۰/۴
Talent	۱	۵۵۴۷۶۶ **	۱۲۶۹۲/۶	۶۶۱۱/۱
Zarfam	۱	۸۰۲۸۲۵ **	۱۳۶۷۱/۴	۶۳۵۵/۶

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

محققین واکنش به شوری تعداد زیادی از گیاهان حساس تا متحمل به شوری را طبقه بندی کرده اند [۹]. آستانه تحمل به شوری دو رقم کلزا را ۹/۷ و ۱۱/۰ دسی زیمنس بر متر برآورد کرد [۶]. هر چند به نظر می رسد که این اعداد برای تحمل به شوری یک گیاه زراعی خیلی بالا باشد، ولی پس از این نقطه با شیب ۱۴/۰ و ۱۳/۳ درصد شروع به کاهش می کند. بنابراین، در شوری ۱۳ تا ۱۵ دسی زیمنس بر متر به نقطه ۵۰ درصد کاهش عملکرد (C_{mid}) می رسد. محققین دیگری نیز آستانه تحمل به شوری دو رقم کلزا را ۴/۸ دسی زیمنس بر متر با شیب ۸/۸ و ۱۰/۴ درصد گزارش کردند [۱۳]. آستانه تحمل به شوری در داخل یک گونه بسیار متغیر است. در یک ژنوتیپ نیز این اعداد به شرایط آب و هوایی، تغذیه و سطح حاصل خیزی، مدیریت آبیاری، مدیریت زراعی و حتی آلاینده های هوا مثل ازن بستگی دارد.

در این پژوهش، شاخص های حساسیت و تحمل به تنش محاسبه گردید (جدول ۵). بر اساس شاخص حساسیت به تنش، مقدار کمتر SSI نشان دهنده تغییرات

کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و در نتیجه پایداری بیشتر آن ژنوتیپ است [۵]. بر اساس شاخص STI ژنوتیپ های پایداری، دارای مقادیر بالاتر STI هستند [۴]. همچنین انتخاب ژنوتیپ های برتر در این شاخص ها بر اساس Tol کمتر و MP بیشتر است [۱۳]. هر چند شرط لازم برای ایجاد ارتباط مثبت و منطقی بین شاخص های Tol و MP این است که واریانس ژنتیکی در محیط تنش بزرگ تر از محیط غیر تنش باشد. هر چه شاخص تحمل Tol کوچک تر باشد نشان دهنده این است که عملکرد ژنوتیپ ها در دو محیط تنش و بدون تنش نزدیک تر بوده و یا گیاه به تنش متحمل تر است. انتخاب بر این اساس باعث انتخاب ژنوتیپ هایی می شود که در شرایط تنش عملکرد بالایی دارند ولی توانمندی عملکردشان کم است. در بیشتر حالات، همبستگی بین MP و Tol منفی است. همچنین انتخاب بر اساس MP، باعث افزایش عملکرد در هر دو محیط می شود. در صورتی که هدف افزایش عملکرد در شرایط تنش باشد، انتخاب بر اساس MP می تواند سودمند باشد. هر چند باید

در نظر داشت که این انتخاب، باعث کاهش همزمان میانگین بهره‌وری و عملکرد در شرایط بدون تنش می‌شود. به‌طور کلی، شاخص SSI به دلیل استفاده از ثابت سختی شرایط محیط (SI)، و شاخص STI به دلیل استفاده از ثابت میانگین هندسی $GMP = \sqrt{Y_p \times Y_s}$ ، کارآیی بیشتری در انتخاب لاین‌های برتر دارند.

بر اساس جدول ۵ و شکل ۳، ارقام Hyola420، Option501، Mozart، RGS دارای شاخص تحمل به تنش بالا هستند (نیمه سمت راست نمودار). در ضمن این ارقام دارای عملکرد بالا در شرایط تنش و غیرتنش هستند (نیمه بالای نمودار). بنابراین، ارقامی که عملکرد تنش و غیرتنش آن‌ها در ربع بالا و سمت راست نمودار واقع شوند، ارقام متحمل به شوری خواهند بود. این ارقام هم دارای شاخص STI بالا و هم عملکرد بالا در شرایط تنش و غیرتنش می‌باشند. عملکرد در شرایط تنش این ارقام با علائم توخالی در همین ربع واقع شده است. البته RGS و Option501 تقریباً روی خط فاصل واقع شده‌اند (شکل ۳). از بین این ارقام، رقم Hyola420 دارای شاخص Tol کم و MP بالا است. شاخص Tol کم نشان‌دهنده فاصله کم عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش است. MP بالا نیز نشان‌دهنده میانگین بهره‌وری بالا است. هرچند سه رقم دیگر شامل Opera، Option500 و SYN دارای عملکرد در شرایط غیرتنش در ربع بالا و سمت راست هستند، ولی به دلیل این که عملکرد در شرایط تنش آن‌ها کمتر است، بنابراین در گروه ارقام متحمل نخواهند بود (شکل ۳).

به نظر می‌رسد که رقم Hyola420 دارای آستانه تحمل به شوری پائینی بوده و همانند بررسی [۶] دارای شیب کم است، بنابراین، شوری که باعث کاهش عملکرد ۵۰ درصدی در آن می‌شود، بالا خواهد بود. به‌طور کلی، رقم Hyola420 دارای عملکردهای مطلق بالایی است (شکل ۳). در عمل نیاز به داشتن ارقامی است که در شرایط شور دارای عملکرد مطلق بیشتری باشند. محققین [۱۰] بیان کردند که به‌دلیل غیریکنواختی اراضی شور، نیازی به داشتن ارقام متحمل به شوری نیست و فعالیت‌های اصلاحی را بایستی برای بالا بردن ظرفیت عملکرد متمرکز نمود. محققان نیز با مطالعه بر روی

گیاهان زراعی شامل گندم نان، گندم دوروم، تریتیکاله و جو اظهار داشت که برای کشت در شرایط شور بایستی از ارقامی که دارای عملکرد بیشتر در شرایط غیرشور هستند استفاده نماییم [۱۲]. در این صورت ارقام معرفی شده که دارای توان عملکرد بالایی هستند در نواحی از مزرعه که شوری کم است عملکرد قابل توجهی خواهند داشت. در نقاط شور مزرعه نیز کاهش عملکردشان قابل قبول و اقتصادی خواهد بود.

نتیجه‌گیری

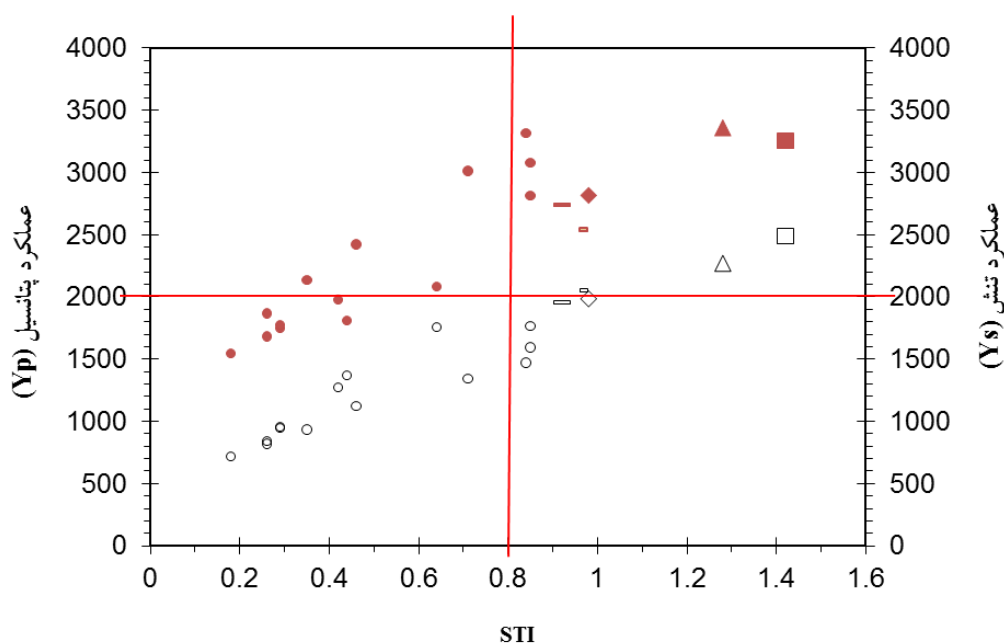
شاید از بین تمام راهکارهای تولید در شرایط شور، انتخاب ارقام متحمل به شوری به ویژه در بین اصلاح‌گران و فیزیولوژیست‌ها بیشتر مورد توجه است. این که گیاهان زراعی مانند جو، پنبه، چغندر قند، آسپاراگوس و حتی نیشکر شرایط شور را بهتر از گیاهان زراعی دیگر تحمل می‌نمایند، در تمام شرایط آب و هوایی ثابت شده است [۱۶]. این واقعیت که در بین ارقام یک گیاه زراعی، رقم متحمل به شوری وجود داشته باشد، چالشی بوده که همواره مورد توجه و آزمایش قرار گرفته است. تلاش‌های زیادی برای تولید و معرفی ارقام متحمل به شوری انجام شده است. با این وجود بخش کمی از این تلاش‌ها منجر به معرفی رقم متحمل به شوری در سطح کشاورز شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تنوع خیلی زیادی از نظر تحمل به شوری در ارقام کلزا وجود دارد. هرچند تحمل به شوری بالا و داشتن آستانه تحمل به شوری زیاد نمی‌تواند ملاک انتخاب رقم متحمل باشد و بایستی شاخص‌های دیگری مثل شاخص تحمل به تنش و عملکرد واقعی (نه نسبی) را در نظر گرفته شود. در ضمن پایداری عملکرد در طول زمان و در شرایط مختلف اقلیمی نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

بر اساس مجموع عوامل ذکر شده به نظر می‌رسد که ارقام Hyola420، Option501، Mozart، RGS و GoldRush در این آزمایش دارای شاخص‌های تحمل به تنش بهتری هستند. در صورتی که بتوان با انجام آزمایش‌های بیشتر، پایداری عملکرد این ارقام را در مدت زمان بیشتر و شرایط مختلف آب و هوایی بسنجیم و مولفه‌های فیزیولوژیکی بیشتری (شامل دفع سدیم، جذب

بتاسیم، تولید اسمولیت‌های پرولین، بتائین و غیره و نیز توصیه‌های کاربردی جهت کشت در اراضی شور و انجام کدهبندی یون‌های مزاد در واکنش نیز در این ژنوتیپ‌ها کارهای به نژادی را با استفاده از این ژنوتیپ‌ها، ارائه نمود. بررسی شود، در این صورت با اطمینان بیشتری می‌توان

جدول ۵- شاخص‌های حساسیت و تحمل به شوری در ارقام کلزای مورد مطالعه

رقم/شاخص	شاخص تحمل به تنش (STI)	شاخص حساسیت به تنش (SSI)	میانگین هندسی (GMP)	میانگین بهره‌وری (MP)	اختلاف عملکرد (Tol)
CV Roby	۰/۲۶	۱/۳۰	۱۱۷/۹۳	۱۲۶/۱۹	۸۳/۹۴
CV Star	۰/۴۶	۱/۲۹	۱۶۲/۹۹	۱۷۷/۲۶	۱۲۹/۸۹
Elite	۰/۲۶	۱/۴۰	۱۲۳/۱۳	۱۳۴/۳۳	۱۰۴/۷۸
Gold Rush	۰/۴۴	۰/۵۹	۱۵۶/۷۴	۱۵۸/۹۵	۴۴/۰۴
Hyola401	۱/۲۸	۰/۷۶	۲۷۳/۰۹	۲۸۱/۴۴	۱۰۸/۹۰
Hyola420	۱/۴۲	۰/۶۱	۲۸۳/۳۳	۲۸۷/۱۴	۷۶/۸۳
Milena	۰/۱۸	۱/۲۹	۱۰۴/۱۷	۱۱۳/۱۰	۸۲/۷۰
Mozart	۰/۹۶	۰/۴۳	۲۲۷/۰۶	۲۲۹/۵۴	۴۸/۵۰
Okapi	۰/۲۹	۱/۱۳	۱۲۹/۲۶	۱۳۵/۲۵	۷۸/۸۷
Opera	۰/۸۴	۱/۴۰	۲۱۹/۰۴	۲۳۹/۴۷	۱۸۴/۴۱
Option500	۰/۸۵	۱/۲۳	۲۲۰/۳۹	۲۳۳/۸۵	۱۴۸/۵۱
Option501	۰/۹۸	۰/۷۸	۲۳۵/۲۲	۲۴۰/۰۷	۸۳/۰۹
RGS	۰/۹۲	۰/۷۱	۲۳۱/۲۹	۲۳۴/۷۴	۷۸/۴۹
Rindow	۰/۶۴	۰/۳۷	۱۹۱/۱۲	۱۹۲/۰۶	۳۲/۹۲
SLM	۰/۲۹	۱/۱۸	۱۲۹/۶۰	۱۳۶/۲۴	۸۲/۵۷
SYN	۰/۸۵	۰/۹۳	۲۲۲/۶۸	۲۲۸/۸۵	۱۰۴/۸۲
Sarigol	۰/۷۱	۱/۳۵	۲۰۰/۷۰	۲۱۷/۸۸	۱۶۶/۴۹
Talent	۰/۴۲	۰/۸۴	۱۵۶/۵۳	۱۶۲/۴۸	۷۰/۱۲
Zarfam	۰/۳۵	۱/۴۴	۱۴۰/۹۷	۱۵۳/۶۹	۱۲۰/۴۵
ارقام مورد مطالعه	۰/۶۵	۱/۰۰	۱۸۵/۵۴	۱۹۳/۸۳	۹۶/۳۳



شکل ۳- نمودار عملکرد ارقام در شرایط غیرتنش (علائم توپر) و شرایط تنش (علائم توخالی) نسبت به شاخص تحمل به تنش (STI). تذکر: علائم ■ (Hyola420)، ▲ (Hyola401)، ◆ (Option501)، (Mozart) و — (RGS) مربوط به ارقامی است که دارای STI بالا بوده و دارای عملکرد بالا در شرایط غیر تنش و تنش است (در ربع بالا و سمت راست). ارقام که با علامت ● نشان داده شده‌اند، دیگر ارقام مورد مطالعه بوده که دارای شاخص STI پائین و عملکرد کم هستند.

References

- [1]. Ashraf, M., & McNeilly, T. (2004). Salinity tolerance in Brassica oil seeds. *Critical Reviews in Plant Science*, 23, 157-174.
- [2]. Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1985). Water quality for agriculture. FAO. *Irrigation and Drainage paper 29*. Rome.
- [3]. Banaei, M.H., Moameni, A., Bybordi, M., & Malakouti, M.J. (2005). The soils of Iran (New achievements in perception, management and use). Soil and water research institute. *Sana publication*.
- [4]. Fernandez, G.C.J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan.
- [5]. Fischer, R.A., & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29, 897-912.
- [6]. Francois, L.E. (1994). Growth, seed yield and oil content of canola under saline conditions. *Agronomy Journal*, 86, 233-237.
- [7]. Hatami, D. (2005). Investigation of salinity of NaCl on physiological characteristic of Canola varieties in growth stage. MS. Thesis, Agriculture College, Tehran University, (in Farsi).
- [8]. Khorsandi, F., & Anaghali, A. (2009). Reproductive compensation of cotton after salt stress relief at different growth stages. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 195, 278-283.
- [9] Maas, E.V., & Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance—current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage*, 102, 115–134.
- [10]. MirMohamadi Mibodi, S.A.M., & Gareyazi, B. (2002). Physiological and breeding of salinity stress aspects in plants. *Isfahan industrial university Publication*, (in Farsi).
- [11]. Momeni, A. (2011). Geographical distribution and salinity levels of soil resources of Iran. *Iranian Journal of Soil Research*, 24(3), 203-215. (in Farsi).
- [12]. Richards, R.A. (1983). Should selection for yield in saline regions be made on saline or non-saline soils? *Euphytica*, 32, 431-438.
- [13]. Rosielle, A.A., & Hamblin, J. (1981). Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science*, 21, 943-946.
- [14]. Royo, A., & Aragues, R. (1999). Salinity-yield response functions of barley genotypes assessed with a triple line source sprinkler system. *Plant and Soil*, 209, 9-20.
- [15]. Shahbazi, M., & Kiani, A. (2002). Determination of salinity tolerance threshold in commercial Canola varieties. AREO. Agricultural and Natural Research Center of Golestan province. Project No. 117-12-20-77067. (in Farsi).
- [16]. Shannon, M.C., & Noble, C.L. (1990). Genetic approaches for developing economic salt-tolerant crops. In: K.K. Tanji (ed). *Agricultural salinity Assessment and Management*. (pp. 161-185). New York: ASCE. *Publication*.
- [17]. Steppuhn, H., Van Genuchten, M. Th., & Grieve, C.M. (2005a). Root-zone Salinity: I: Selecting and product-yield index and response functions for crop tolerance. *Crop Science*, 45, 209-220.
- [18]. Steppuhn, H., Van Genuchten, M. Th., & Grieve, C.M. (2005b). Root-Zone Salinity: II: Indices for tolerance in agricultural crops. *Crop Science*, 45, 221-232.
- [19]. Van Genuchten, M. Th. & Hoffman G. J. (1984). Analysis of crop salt tolerance data. Soil Salinity under Irrigation- process and management. *Ecological Studies*, 51, Springer-Verlag, N. Y. pp. 258-271.

Selection of salt tolerance varieties of canola by using of tolerant indices

1-A. Anagholi, Assistant Professor of Nasional Salinity Research Center, Yazd
anagholi@areo.ac.ir

2-M. J. Rousta, Associated Professor of Agriculture and Natural Resources Center of Fars Province

3-A. Azari, Assistant Professor of Vali Asr Rafsanjan University

Received: 08 Apr 2015

Accepted: 19 May 2016

Abstract

In order to selecting of salinity tolerant variety (ies) of Canola in saline conditions and determination of the salinity response, 60 canola varieties were evaluated during two years. In the first year we reduced the number of varieties in the way of logic reduction by Augment experiment. Total of 41 genotypes were eliminated and 19 of them were evaluated in the second year. So, the salinity response of selected varieties was investigated in this paper. The experiment was conducted as a split plot design with randomized complete block design in three replications. The salinity of irrigated waters (2 and 11 dS/m) were as main plot and varieties were placed in subplots. Based on the results of the experiment, the average of grain yield was 2419.8 and 1456.5 kg.ha⁻¹ in high and low salinity conditions respectively, so that there was significant differences between them at 1% level of probability. In the low saline condition, the varieties of Hyola401, Opera, Option500, Sarigol, Hyola420, SYN and Option501 were produced higher grain yield rather than others. Also in the high saline condition, the varieties of Hyola420, Hyola401, Option501, RGS, Mozart, SYN, and Rindow had higher grain yield rather than others. Evaluated of the grain yield in both low and high saline condition showed that the varieties of Hyola420, Hyola401, Option501, Opera, RGS, Option500, Mozart, SYN, and Sarigol were produced highest average yields of 2871.4, 2814.4, 2400.7, 2394.7, 2347.4, 2338.5, 2295.4, 2288.5 and 2178.8 kg.ha⁻¹, respectively.

Keywords: Colza; Soil salinity; Tolerance indices.

تحلیل روند تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در ایران

۱- زهره رفیعی مجومرد، دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، گروه بیابان‌زدایی، دانشگاه سمنان

z.rafiiee2014@semnan.ac.ir

۲- محمدرضایزدانی، استادیار اقلیم‌شناسی، گروه بیابان‌زدایی، دانشگاه سمنان

۳- محمد رحیمی، استادیار اقلیم‌شناسی، گروه بیابان‌زدایی، دانشگاه سمنان

دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۳۱

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۰۵

چکیده

یکی از شیوه‌های مناسب برای بررسی روند بیابان‌زایی و فرسایش بادی در مناطق خشک و فراخشک بررسی روند غبارناکی هوا به کمک شاخص تعداد روزهای طوفان گردوخاک (DDI) است. در این مطالعه داده‌های ۴۱ ایستگاه سینوپتیک که دارای دوره آماری کامل و طولانی‌تر هستند برای تجزیه و تحلیل سالانه حداکثر روزهای گردوغبار در یک دوره آماری مشترک (۲۰۰۵ - ۱۹۶۵) استفاده شد. روش‌های آماری ناپارامتری من-کندال و ضریب همبستگی ρ اسپیرمن و خود همبستگی، برای تعیین کمیت معنی‌داری روند، مقدار روند و تغییر روند به کار گرفته شد. آزمون‌های آماری من-کندال و ضریب اسپیرمن نتایج مشابهی را نسبت به روش خود همبستگی نشان دادند. نتایج آزمون‌های آماری نشان داد که همه ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای روند هستند، ولی از میان آن‌ها فقط ۲۶ مورد در آزمون من-کندال روند معنی‌دار داشتند (۱۰ ایستگاه روند افزایشی و ۱۶ ایستگاه روند کاهش)، ۲۷ ایستگاه در آزمون ضریب اسپیرمن معنی‌دار بودند (۱۰ ایستگاه روند افزایشی و ۱۷ ایستگاه روند کاهش) و در آزمون خودهمبستگی ۳۳ ایستگاه از ۴۱ ایستگاه دارای روند معنی‌دار مثبت و منفی بودند. بیشترین شیب کاهش روند در ایستگاه آبادان (۱/۹۲-) و کمترین شیب مربوط به ایستگاه تبریز و ارومیه (۰/۱-) بود. بیشترین شیب افزایشی نیز مربوط به ایستگاه ایرانشهر با ۱/۹۷ و کمترین در ایستگاه گرگان با ۰/۰۸ شناسایی شد.

واژگان کلیدی: روزهای گردوغبار؛ آزمون من-کندال؛ ضریب همبستگی ρ اسپیرمن؛ آزمون خود همبستگی؛ سمنان.

مقدمه

از جمله یزد، ۲۵ روز و بیشتر در سال پدیده گردوغبار اتفاق می‌افتد [۲۸]. به دلیل مجاورت مناطق غرب و جنوب غربی کشور با بیابان‌های بزرگ کشورهای هم‌جوار، روزهای غبارآلود در این مناطق قابل توجه بوده، و در سال‌های اخیر افزایش یافته است.

بیشتر طوفان‌های گردوغباری در این منطقه در تابستان و بهار رخ می‌دهد [۱۲]. آمارهای سازمان هواشناسی کشور نشان می‌دهد که میانگین روزهای غبارآلود در طی ۵۰ ساله گذشته در شهرهای اهواز، آبادان، بوشهر و کرمانشاه به‌طور میانگین به ترتیب ۶۸، ۷۶، ۷۵ و ۲۷ روز در طول سال بوده است [۲۴]. بر اساس نتایج پژوهشگران طوفان‌های گردوغبار علت بیماری‌های حاد تنفسی، آلرژی، آسم و سندرم همچنین آلودگی آب است [۱]. در سال‌های اخیر تغییراتی در فراوانی وقوع این پدیده مخاطره‌آمیز صورت گرفته است.

پدیده گردوغبار از بلایای اقلیمی - جوی است که جنبه‌های مختلف زندگی انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فراوانی وقوع گردوغبار در مناطق خشک و نیمه‌خشک به مراتب بیشتر و شرایط زندگی را در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک آسیا به‌طور چشمگیری تحت تأثیر قرار داده است. بیش از ۳۰٪ از مساحت ایران را مناطق خشک و نیمه‌خشک در برمی‌گیرد [۱۸]. این کشور از سالیان گذشته با پدیده طوفان‌های گردوغبار روبرو بوده است. در بسیاری از منابع، جنوب شرق ایران به‌عنوان یکی از مناطق اصلی گردوغبار در جهان شناخته شده است [۹، ۱۴، ۲۵، ۵ و ۲۹]. بررسی فراوانی روزهای گردوغباری در کشور، نشان می‌دهد که چاله‌های مرکزی ایران، بیشترین روزهای گردوغباری را دارند. به‌عنوان مثال، بادهای ۱۲۰ روزه در استان سیستان و بلوچستان به بیش از ۱۵۰ روز در سال افزایش یافته است [۸]. در مناطق مرکزی ایران

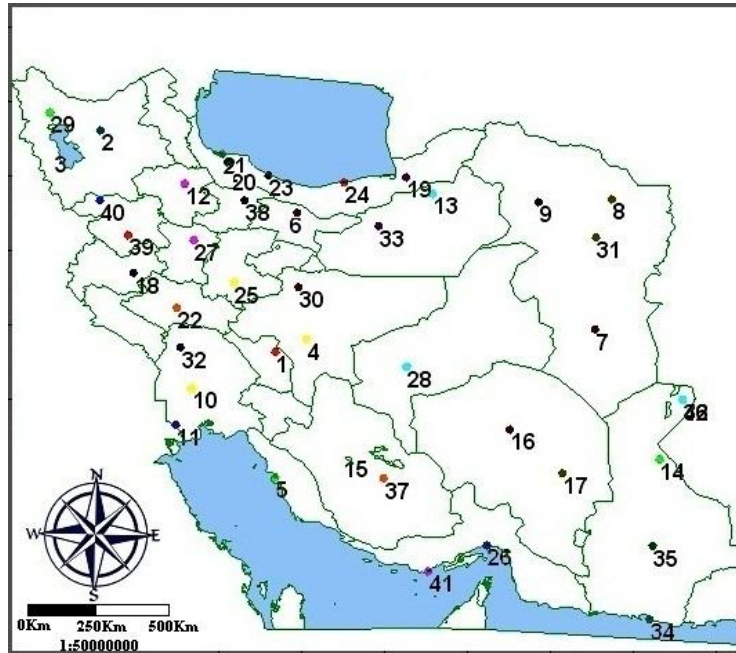
فراوانی وقوع گردوغبار در یک منطقه علاوه بر شدت، سرعت باد و خشکی ذرات خاک، به اندازه و قطر ذرات نیز بستگی دارد. پوشش گیاهی و نوع آن نیز در شدت وقوع گردوغبار نقش مؤثری بازی می‌کند. تجزیه و تحلیل روند وقوع گردوغبار در غرب ایران با بهره‌گیری از آزمون آماری نا پارامتری من- کندال، نشان داده است که این سیستم در سراسر منطقه از شمال به جنوب همگن نیست و فراوانی وقوع آن در حال افزایش است [۲۴]. طوفان گردوغبار در استان خراسان رضوی، به دلیل فشار کم در خراسان جنوبی و افغانستان و فشار بالا در دریای خزر ایجاد می‌شود [۱۳]. تحلیل سینوپتیکی سامانه‌های گردوغبار در استان خوزستان نشان داد در دوره سرد سال، سامانه‌های مهاجر باد غربی و رود باد مقابل قطبی و در دوره گرم سال، کم‌فشار حرارتی بر روی زمین مهم‌ترین عوامل در ایجاد و شکل دادن به این رویدادها در خوزستان است [۲۶]. علت اصلی انتشار گردوغبار در استان لرستان، از طریق سطح میانی جوی (۵۰۰ هکتو پاسکال)، مهم‌ترین سیستم‌های فشار زمین، کم‌فشار در خلیج فارس و جریان ناشی از اختلاف درجه حرارت از شرق ترکیه و شمال عراق به شمال غرب - جنوب شرق خلیج فارس می‌وزد [۱۱]. تجزیه و تحلیل پنج ساله (۱۹۸۷-۱۹۸۳) نشان می‌دهد که ایستگاه دزفول با میانگین ۱۳۷/۴ روز بیشترین روز با طوفان گردوغبار را داشته و خوی با ۲/۶ دارای کمترین روز با طوفان گردوغبار بوده است [۳۰]. همچنین یک روند افزایشی در تعداد روزهای با طوفانی گرد و غبار در شهرستان سبزوار دیده می‌شود که بیشترین احتمال رخ داد در ماه مه و ژوئن و اغلب در بعدازظهر رخ می‌دهد [۱۷]. بررسی سینوپتیکی و تجزیه و تحلیل شبیه‌سازی عددی انتشار و انتقال گردوغبار در شرق آسیا نشان می‌دهد که فعالیت‌های طوفان گردوغبار ممکن است هم‌زمان با سیستم‌های سینوپتیکی در مناطق بیابانی شمال شرق آسیا، با سرعت باد ۶ متر در ثانیه گسترش یابد [۲۷]. بررسی روند پدیده گردوغبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر نشان داد که با توجه به نوع داده‌های ورودی (گسسته بودن)، روش‌های آماری من- کندال و سنس استیمیتور کارآیی بسیار مناسبی را برای تحلیل روند این پدیده دارا هستند [۲۴]. با استفاده از نقشه‌های

سینوپتیکی، بادهای شدید بیش از ۱۵ متر بر ثانیه (طوفان) در خراسان بررسی شد. بر اساس نتایج می‌توان عوامل مؤثر بر وقوع طوفان در استان خراسان را وجود سامانه‌های کم‌فشار در قسمت‌های مرکزی و جنوبی ایران، پرفشار جنب‌حاره‌ای در تابستان و جنب‌حاره‌ای بر روی مناطق شمالی ایران و جابجایی آن تا قسمت‌های مرکزی ایران را نام برد [۱۶]. تجزیه و تحلیل بادهای بیش از ۲۰ نات تهران با استفاده از نقشه‌های سینوپتیکی و شاخص‌های ناپایداری، ثابت می‌کند که وزش بادهای شدید ناشی از وجود دو مرکز کم‌فشار بسته شده ۱۰۰۴ هکتوپاسکال در منطقه مورد مطالعه، حاکمیت هوای سرد قبل از عبور جبهه سرد از ایستگاه، هم‌جوار بودن با منطقه کویر و وجود ناپایداری است [۷]. شاخص ناپایداری و نقشه‌های سینوپتیک رژیم بادهای شدید و طوفانی یزد نشان می‌دهد که بیش از ۷۷ درصد بادهای شدید منطقه از جهت ۲۵۰ تا ۳۳۰ درجه می‌وزد. همچنین بیش از ۵۰ درصد از بادهای شدید و طوفان‌های منطقه در ماه‌های اردیبهشت و فروردین رخ می‌دهد [۲۰]. عبور یک سامانه کم‌فشار با جبهه سرد و خشک از سمت غرب- شمال غرب همراه با وجود ناوه در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و ناپایداری‌های محلی، مهم‌ترین علل پیدایش این بادهای شدید است. هدف از انجام این پژوهش بررسی تعداد روزهای گردوغبار و روند آن در دوره آماری ۱۳۶۵-۱۳۸۴ در ۴۱ ایستگاه سینوپتیکی کشور به سه روش آزمون ناپارامتری من- کندال، ضریب اسپیرمن و خودهمبستگی است.

مواد و روش

شکل ۱ پراکنش ایستگاه‌های سینوپتیک مورد استفاده در این مطالعه را نشان می‌دهد. این ایستگاه‌ها دارای توزیع مناسب همراه با یک دوره مناسب از داده‌های جوی (۴۱ سال) هستند. برای اطمینان از نرمال بودن دسته داده‌های تشکیل شده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. سپس بازسازی نواقص آماری به روش استفاده از ایستگاه‌های معرف محاسبه گردید.

جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در ایران

الف) محاسبه اختلاف بین تک تک مشاهدات با یکدیگر و اعمال تابع علامت و استخراج پارامتر S به شرح زیر:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (1)$$

که در آن:

n: تعداد مشاهدات سری،

x_j و x_k : به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری می‌باشند.

تابع علامت نیز به شرح زیر مورد محاسبه می‌باشد:

$$\text{sgn}(X) = \begin{cases} +1 & \text{if } (X_j - X_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (X_j - X_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (X_j - X_k) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

برای تشخیص وجود روند در سری داده‌های آب و هوایی، اغلب از روش‌های پارامتری و ناپارامتری استفاده می‌شود. هرچند به دلیل رفتار غیرخطی متغیرهای آب و هوایی از روش‌های ناپارامتری برای تشخیص روند بیشتر استفاده می‌شود. با توجه به توانایی روش‌های ناپارامتر به استفاده از داده‌های پرت و این که روش به سری‌های زمانی با توزیع نرمال به عنوان ورودی نیاز ندارد، کارایی آن‌ها قابل توجه است. در انجام این تحقیق از سه روش ناپارامتری من-کندال^۱، اسپیرمن^۲ و آزمون خود همبستگی^۳ استفاده شد.

آزمون من کندال

آزمون ناپارامتری رتبه‌ای بر اساس من-کندال برای تشخیص روند تعداد روزهای همراه با طوفان گردوغبار و در مقیاس‌های زمانی مختلف در نظر گرفته شد [۱۵ و ۱۰]. مراحل محاسبه مقدار آماره این آزمون به شرح زیر است:

1- Mann-kendall test
2 - Spearman's Rho test
3- Autocorrelation test

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک مورد استفاده

نام ایستگاه	طول جغرافیایی (°E)	عرض جغرافیایی (°N)	ارتفاع (m)	طبقه اقلیم (روش دومارتن)
شهرکرد	50° 51'	32° 17'	2048.9	نیمه خشک
تبریز	46° 17'	38° 5'	1361.0	نیمه خشک
ارومیه	45° 5'	37° 32'	1315.9	نیمه خشک
اصفهان	51° 40'	32° 37'	1550.4	فرا خشک
بوشهر	50° 50'	28° 59'	19.6	خشک
تهران مهرآباد	51° 19'	35° 41'	1190.8	خشک
بیرجند	59° 12'	32° 52'	1491.0	خشک
مشهد	59° 38'	36° 16'	999.2	نیمه خشک
سبزوار	57° 43'	36° 12'	977.6	خشک
اهواز	48° 40'	31° 20'	22.5	خشک
آبادان	48° 15'	30° 22'	6.6	فرا خشک
زنجان	48° 29'	36° 41'	1663.0	نیمه خشک
شاهرود	54° 57'	36° 25'	1345.3	خشک
زاهدان	60° 53'	29° 28'	1370.0	خشک
شیراز	52° 36'	29° 32'	1484.0	نیمه خشک
کرمان	56° 58'	30° 15'	1753.8	خشک
بم	58° 21'	29° 6'	1060.9	فرا خشک
کرمانشاه	47° 9'	34° 21'	1318.6	نیمه خشک
گرگان	54° 16'	36° 51'	13.3	مدیترانه ای
رشت	49° 36'	37° 15'	-6.9	خیلی مرطوب تیپ الف
بندر انزلی	49° 28'	37° 28'	-26.2	خیلی مرطوب تیپ ب
خرم آباد	48° 17'	33° 26'	1147.8	نیمه خشک
رامسر	50° 40'	36° 54'	-20.0	خیلی مرطوب تیپ الف
بابلسر	52° 39'	36° 43'	-21.0	خیلی مرطوب تیپ الف
اراک	49° 46'	34° 6'	1708.0	نیمه خشک
بندرعباس	56° 22'	27° 13'	9.8	فرا خشک
همدان نوژه	48° 43'	35° 12'	1679.7	نیمه خشک
یزد	54° 17'	31° 54'	1237.2	فرا خشک
خوی	44° 58'	38° 33'	1103.0	نیمه خشک
کاشان	51° 30'	33° 59'	982.3	فرا خشک
ترت حیدریه	59° 13'	35° 16'	1450.8	نیمه خشک
دزفول	48° 23'	32° 24'	143.0	نیمه خشک
سمنان	53° 33'	35° 35'	1130.8	فرا خشک
چابهار	60° 37'	25° 17'	8.0	فرا خشک
ایران شهر	60° 42'	27° 12'	591.1	فرا خشک
زابل	61° 29'	31° 2'	489.2	فرا خشک
فسا	53° 41'	28° 58'	1288.3	نیمه خشک
قزوین	50° 3'	36° 15'	1279.2	نیمه خشک
سنندج	47° 0'	35° 20'	1373.4	مدیترانه ای
سقز	46° 16'	36° 15'	1522.8	مدیترانه ای
بندرلنگه	54° 50'	26° 32'	22.7	فرا خشک

(ب) محاسبه واریانس به کمک یکی از روابط زیر:

$$\begin{aligned} \text{var}(S) &= \frac{n - (n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t(t-1)(2t-5)}{18} i \\ &> 10 \\ \text{var}(S) &= \frac{n - (n-1)(2n+5)}{18} \text{ if } n < 10 \end{aligned} \quad (3)$$

که در آن:

n تعداد داده‌های مشاهده‌ای و m معرف تعداد سری‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد. T نیز بیان‌گر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان است. (پ) استخراج آماره Z به کمک یکی از روابط زیر:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

در یک آزمون دو دامنه‌ای برای روندیابی سری داده‌ها، فرض صفر در حالتی پذیرفته می‌شود که رابطه زیر برقرار باشد:

$$|Z| \leq Z_{\alpha/2} \quad (5)$$

که در آن:

α : سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و Z_{α} آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌داری α می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از $\alpha/2$ استفاده شده است.

در این پژوهش، این آزمون برای سطوح اعتماد ۹۵٪ و ۹۹٪ استفاده شد. در صورتی که آماره Z مثبت باشد روند سری داده‌ها افزایشی و در صورت منفی بودن آن روند کاهشی در نظر گرفته می‌شود.

ضریب همبستگی ρ اسپیرمن

این ضریب در اوایل دهه ۱۹۰۰ توسط چارلز اسپیرمن ارائه گردید. این ضریب که با ρ نمایش داده می‌شود، همواره بین +۱ و -۱ در نوسان است و از نظر سطح سنجش نیز ترتیبی و از نوع متقارن است.

$$P = 1 - \frac{6(\sum d_i^2)}{n(n^2 - 1)} \quad (6)$$

که در آن:

P ضریب همبستگی اسپیرمن، n تعداد مشاهده‌ها و d_i^2 مجموع مجذور تفاوت دو رتبه است.

برای آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن از رابطه زیر آماره t برآورد می‌شود.

$$t = \frac{\rho\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\rho^2}} \quad (7)$$

آزمون خودهمبستگی

خودهمبستگی یک فرآیند تصادفی است که همبستگی بین مقدارهای فرآیند در نقاط مختلف زمان را به عنوان تابع دو زمانه یا تفاضل زمانی توصیف می‌کند. اگر X فرایندی تکرارپذیر باشد و i نقطه‌ای از زمان بعد از آغاز فرایند i ممکن است عدد صحیح برای فرآیندی با گسستگی زمانی، و عدد حقیقی برای فرآیندی با پیوستگی زمان باشد). بنابراین X_i مقدار (یا تحقق) تولید شده به وسیله اجرای فرآیند داده شده در زمان i است. فرض کنید فرآیند برای میانگین μ_i و واریانس σ_i^2 برای همه زمان‌های i تعریف شده است. بنابراین تعریف خود همبستگی بین هر دو زمان s و t عبارت است از:

$$R(s, t) = \frac{E[(X_t - \mu_t)(X_s - \mu_s)]}{\sigma_t \sigma_s} \quad (8)$$

که در آن:

E عملگر مقدار مورد انتظار است. توجه کنید که این بیان برای همه فرآیندها یا سری‌های زمانی، خوش تعریف نیست، چون ممکن است واریانس برابر صفر (برای یک فرآیند ثابت) یا بی‌نهایت باشد. اگر تابع R خوش تعریف باشد، مقدار آن باید در محدوده ۱ تا -۱ قرار گیرد، که مقدار ۱ نشان‌دهنده همبستگی کامل و -۱ نشان‌دهنده عکس همبستگی کامل است. اگر X_t یک فرآیند ثابت مرتبه دوم باشد، بنابراین، میانگین μ و واریانس σ^2 مستقل از زمان هستند و خود همبستگی فقط به تفاضل t و s بستگی دارد. همبستگی فقط به فاصله زمانی بین دو مقدار بستگی دارد، ولی به موقعیت آن‌ها در زمان بستگی ندارد. این موضوع بیان می‌کند که این خود همبستگی می‌تواند

ایستگاه دارای روند کاهشی معنی دار هستند جدول (۳). ایستگاه‌های ارومیه، اصفهان، بابلسر، تهران (مهرآباد)، بیرجند، سبزووار، آبادان، شاهرود، کرمان، بندر انزلی، رامسر، یزد، کاشان، تربت حیدریه، دزفول، قزوین، و سمنان در هر دو آزمون، روند منفی یا کاهشی معنی دار در تعداد روزهای همراه با گردوغبار سالانه را نشان دادند. ایستگاه بابلسر در آزمون ضریب اسپیرمن دارای روند کاهشی معنی دار بود اما در آزمون من-کندال بدون روند تشخیص داده شد. همان طور که نتایج نشان می‌دهد بیشتر ایستگاه‌ها دارای روند کاهشی در تعداد روزهای گردوغبار بودند و نتایج در هر دو آزمون من-کندال و ضریب اسپیرمن در ۹۵٪ موارد مشابه بود.

نتایج آزمون خودهمبستگی

در مقایسه با دو آزمون دیگر، تعداد ایستگاه‌های بیشتری توسط آزمون خودهمبستگی معنی دار شد. افزون بر ایستگاه‌هایی که در هر سه آزمون روند معنی دار داشتند، هشت ایستگاه دیگر (شامل تبریز، بوشهر، مشهد، اهواز، زنجان، شیراز، همدان، نوژه و بندرلنگه) در آزمون خودهمبستگی روند معنی دار را نشان داد. ایستگاه‌های ارومیه و خرم‌آباد در آزمون خودهمبستگی معنی دار نشدند، ولی در دو آزمون دیگر ایستگاه خرم‌آباد روند افزایشی معنی دار و ارومیه روند کاهشی معنی دار را نشان دادند. ایستگاه‌هایی که روند آن‌ها کاهشی و افزایشی معنی دار بود به تفکیک هر آزمون با دایره‌های سایه روشن مشخص شده‌اند (شکل‌های ۲ و ۳).

به عنوان تابع تأخیر زمانی بیان شود، و همچنین باید یک تابع زوج از $\tau = S - t$ باشد.

$$R(\tau) = \frac{E[(X_t - \mu)(X_{t+\tau} - \mu)]}{\sigma^2} \quad (9)$$

و با توجه به زوج بودن این تابع، می‌بایست:

$$R(\tau) = R(-\tau) \quad (10)$$

این عمل مشترک در برخی رشته‌ها به غیر از آمار و تحلیل سری‌های زمانی، برای نرمال کردن به وسیله σ^2 و استفاده از خودهمبستگی مترادف با اتو کوواریانس است.

نتایج

برای تمام، ایستگاه‌های مورد مطالعه در سری‌های زمانی سالانه در ابتدا آماره‌های سه آزمون نا پارامتری (من-کندال، ضریب اسپیرمن و خودهمبستگی) محاسبه شد. سپس معنی داری نتایج این آماره‌ها در سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ مورد آزمون قرار گرفت (جدول ۲). چنانچه در جدول مذکور مشخص است هر دو نوع روند افزایش و کاهش در منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود. در جدول ۳ نوع آزمون، تعداد ایستگاه‌های دارای روند افزایشی و کاهشی و نوع سطح معنی داری به طور جداگانه ارائه شده است.

نتایج آزمون‌های من - کندال و ضریب اسپیرمن

روند مقادیر سالانه تعداد روزهای همراه با گردوغبار^۱ در تعدادی از ایستگاه‌های ایران افزایشی است. ایستگاه‌های شهرکرد، زاهدان، بم، بندرعباس، گرگان، چابهار، ایرانشهر، زابل، خرم‌آباد و فسا در هر دو آزمون دارای روند افزایشی معنی دار هستند (جدول ۲). از بین ۲۶ ایستگاه معنی دار شده در آزمون من-کندال، ۱۰ ایستگاه دارای روند افزایشی معنی دار است. همچنین ۱۶ ایستگاه دارای روند کاهشی معنی دار بود. نتایج آزمون اسپیرمن مشابه با آزمون من-کندال است، به طوری که از بین ۲۷ ایستگاه معنی دار شده، ۱۰ ایستگاه دارای روند افزایشی و ۱۷

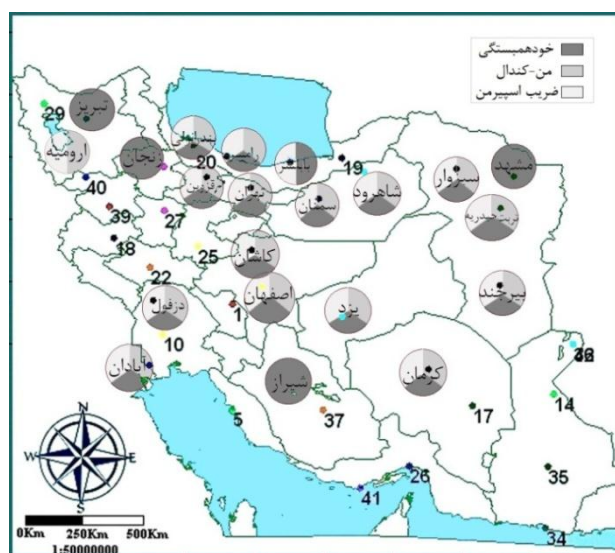
جدول ۲- روند معنی‌داری تعداد روزهای همراه با گرد و خاک در آزمون‌های مختلف

ایستگاه	روند	آزمون من- کندال	آزمون ضریب اسپیرمن	آزمون خودهمبستگی
شهرکرد	افزایشی	۳/۲۷**	۳/۳۵**	۲/۲۵*
تبریز	کاهشی	۰/۲۷	۰/۲۳	۲/۰۸*
ارومیه	کاهشی	۲/۳۳**	۲/۰*	۰/۶۹
اصفهان	کاهشی	۵/۲۵**	۴/۸۵**	۵/۸۱**
بوشهر	افزایشی	۰/۶۰	۰/۱۳	۵/۹۸**
تهران مهرآباد	کاهشی	۳/۰۶**	۳/۱۶**	۵/۳۷**
بیرجند	کاهشی	۴/۴۴**	۴/۲۵**	۲/۸۷**
مشهد	کاهشی	۰/۲۱	۰/۰۳	۲/۶۳**
سبزوار	کاهشی	۲/۳۸**	۲/۳۱**	۳/۸۰**
اهواز	افزایشی	۱/۴۶	۱/۳۳	۳/۹۲**
آبادان	کاهشی	۴/۶۲**	۴/۳۱**	**۴/۱۴
زنجان	کاهشی	۰/۷۰	۰/۵۹	۱/۹۷*
شاهرود	کاهشی	۴/۵۸**	۴/۳۲**	۲/۲۸*
زاهدان	افزایشی	۱/۹۴*	۱/۷۵*	۳/۰۴**
شیراز	کاهشی	۰/۵۳	۰/۵۹	۴/۳۸**
کرمان	کاهشی	۳/۴۷**	۳/۳۵**	۲/۹۵**
بم	افزایشی	۳/۱۸**	۳/۲۴**	۳/۹۵**
کرمانشاه	کاهشی	۱/۱۸	۱/۳۰	۱/۶۳
گرگان	افزایشی	۲/۹۰**	۲/۹۹**	۲/۰۹*
رشت	کاهشی	۰/۳۷	۰/۴۱	-۰/۰۹
بندر انزلی	کاهشی	۲/۱۰*	۲/۲۰*	۱/۸۴*
خرم‌آباد	افزایشی	۲/۱۲*	۲/۲۳*	۱/۶۰
رامسر	کاهشی	۴/۳۶**	۴/۳۶**	۲/۰۵*
بابلسر	کاهشی	۱/۵۴	۱/۷۲*	۳/۴۵**
اراک	افزایشی	۱/۵۷	۱/۵۲	۱/۴۱
بندرعباس	افزایشی	۲/۵۲**	۲/۷۶**	۵/۱۳**
همدان نوژه	افزایشی	۰/۹۲	۱/۰۸	۳/۷۱**
یزد	کاهشی	۲/۰۱*	۱/۶۷*	۵/۲۵**
خوی	کاهشی	۱/۱۰	۱/۴۹	-۰/۰۲
کاشان	کاهشی	۲/۱۲**	۲/۸۹**	۳/۳۲**
تربت‌حیدریه	کاهشی	۴/۳۰**	۳/۸۷**	۴/۵۵**
دزفول	کاهشی	۱/۹۳*	۲/۰۳*	۲/۷۲**
سمنان	کاهشی	۲/۲۵*	۲/۳۹**	۳/۰۹**
چابهار	افزایشی	۲/۵۲**	۲/۴۰**	۴/۳۱**
ایران‌شهر	افزایشی	۴/۲۵**	۴/۱۶**	۴/۴۵**
زابل	افزایشی	۲/۱۹*	۲/۴۶**	۳/۶۲**
فسا	افزایشی	۴/۱۴**	۳/۹۶**	۲/۴۴**
قزوین	کاهشی	۴/۸۰**	۴/۳۱**	۲/۲۵*
سنندج	افزایشی	۱/۱۵	۱/۰۸	۱/۰۶
سقز	افزایشی	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۴۰
بندرلنگه	افزایشی	۱/۰۲	۱/۳۹	۵/۳۲**

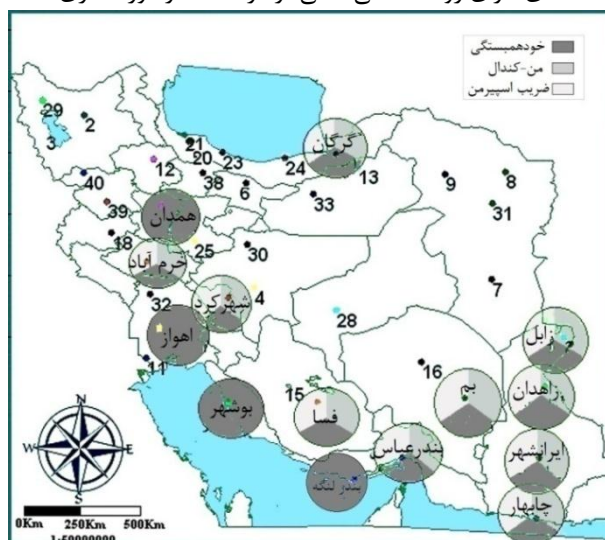
** و * به ترتیب وجود روند در سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد

جدول ۳- ایستگاه‌های دارای روند معنی‌دار افزایشی و کاهشی به تفکیک آزمون‌ها

روش‌های آماری	روند افزایشی معنی‌دار		سطح معنی‌داری (%)		روند کاهشی معنی‌دار		سطح معنی‌داری (%)	
	۱۰	۷	۳	۵	۱۶	۱۲	۴	۵
آزمون من-کندال	۱۰	۷	۳	۵	۱۶	۱۲	۴	۵
آزمون ضریب اسپیرمن	۱۰	۸	۲	۵	۱۷	۱۲	۵	۵
آزمون خودهمبستگی	۱۳	۱۱	۲	۵	۲۰	۱۴	۶	۵



شکل ۲- ایستگاه‌های دارای روند کاهشی معنی‌دار در DDI در دوره آماری (۱۹۶۵-۲۰۰۵)



شکل ۳- ایستگاه‌های دارای روند افزایشی معنی‌دار در DDI در دوره آماری (۱۹۶۵-۲۰۰۵)

جدول ۴- نتایج مشترک بین سه آزمون آماری

نوع ایستگاه	تعداد	معنی‌دار	غیر معنی‌دار
افزایشی	۱۷	۹	۳
کاهشی	۲۴	۱۵	۳
مجموع	۴۱	۲۴	۶

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه نتایج هر سه آزمون

ایستگاه‌های شهرکرد، زاهدان، بم، گرگان، بندرعباس، چابهار، ایرانشهر، زابل، فسا و در هر سه آزمون روند افزایشی معنی‌داری را در تعداد روزهای همراه با گرد و غبار نشان می‌دهند. ایستگاه‌های بوشهر، اهواز، همدان، نوزه و بندرلنگه تنها در آزمون خودهمبستگی و ایستگاه خرم‌آباد تنها در دو آزمون من-کندال و ضریب اسپیرمن دارای روند افزایش معنی‌دار بودند. بیشترین شیب افزایش به ترتیب مربوط به ایستگاه ایرانشهر، بندرعباس، زابل و بم (با مقادیر ۱/۹۷، ۱/۵۴، ۱/۳۵ و ۱/۰۳) است که نشان می‌دهد شرق کشور روند افزایشی بیشتری در تعداد روزهای گردوغباری دارد. کمترین شیب افزایشی (۰/۰۸) مربوط به ایستگاه گرگان است (جدول ۲). همچنین روند کاهشی معنی‌داری در تعدادی از ایستگاه‌ها مشاهده شد. ایستگاه‌های اصفهان، تهران (مهرآباد)، بیرجند، سبزوار، آبادان، شاهرود، کرمان، بندر انزلی، رامسر، یزد، کاشان، تربت‌حیدریه، دزفول، قزوین و سمنان در هر سه آزمون، روند منفی یا کاهشی معنی‌دار در تعداد روزهای همراه با گردوغبار سالانه را داشته‌اند. همچنین این روند کاهش در ایستگاه‌های تبریز، مشهد، زنجان، و شیراز تنها در آزمون خودهمبستگی معنی‌دار است. هر چند ایستگاه ارومیه در آزمون‌های من-کندال و خودهمبستگی روند منفی آن معنی‌دار بود و ایستگاه بابل‌سر به جزء در آزمون من-کندال، در دو آزمون دیگر دارای روند معنی‌داری بود.

نتایج بررسی روند غبارناکی هوا به کمک شاخص‌های دید افقی^۱ در دوره آماری ۲۵ ساله در محدوده شهر اصفهان و مقایسه آن با دیگر شاخص‌های اقلیمی، از جمله شاخص بارندگی استاندارد (SPI) و نمودار تغییرات بارندگی نشان داد که در طی این دوره، تعداد روزهای طوفان گردوغبار با دید افقی کمتر از ۲ کیلومتر از ۲۰ روز به ۱۴ روز کاهش یافته است که بیانگر کاهش اثرات بیابان‌زایی و غبارناکی هوا در محدوده شهر اصفهان است. علت اصلی این پدیده را می‌توان به افزایش شاخص

بارندگی به مقدار ۲۷ میلی‌متر در طی ۲۵ سال گذشته، افزایش شاخص SPI، کاهش شاخص خشک‌سالی و همچنین توسعه اقدامات کنترل فرسایش بادی و بیابان‌زدایی از جمله گسترش فضای سبز و فضای فیزیکی شهر اصفهان در طی ۲۵ سال گذشته نسبت داد [۴]، که با نتایج این تحقیق، یعنی روند کاهشی معنی‌دار در تعداد روزهای همراه با گردوغبار سالانه در برخی استان‌ها مثل استان اصفهان همسو است (شکل ۲).

ایستگاه آبادان بیشترین شیب روند منفی را داشت و پس از آن، ایستگاه قزوین دارای بیشترین شیب روند کاهشی بود. ایستگاه‌های بندر انزلی و قزوین به دلیل دارا بودن پوشش گیاهی مناسب، شرایط توپوگرافی و نزدیکی به منابع آبی، گردوغبارهای محلی به‌ندرت شکل می‌گیرد. این ناحیه به دلیل داشتن عرض جغرافیایی بالاتر از گردوغبارهای فرا منطقه‌ای که در بستر سامانه‌های سینوپتیکی از مناطق بیابانی غرب کشور منتقل می‌شوند نیز به دور هستند. این تأثیرات باعث ایجاد روند کاهشی در ایستگاه‌های مذکور شده است. شرایط روند کاهشی در ایستگاه آبادان و دزفول تا حدودی مشابه بود. این ایستگاه‌ها در نواحی پست جلگه‌ای خوزستان واقع شده‌اند و از نظر پوشش گیاهی و میزان بارندگی محیط چندان مساعدی برای ایجاد گردوغبار نیستند. ایستگاه‌هایی مانند خوی، کرمانشاه، رشت، اراک، سنندج، سقز در هر سه آزمون بدون روند معنی‌دار یا ثابت شناسایی شدند. این ایستگاه‌ها در مناطق کوهستانی قرار گرفته و به علت ارتفاع زیاد و دریافت بارندگی‌های بیشتر دارای پوشش گیاهی مناسبی هستند. همه این عوامل باعث ایجاد ثبات نسبی در فراوانی روزهای گردوغباری در این مناطق شده است. اغلب گردوغبارهای مشاهده شده در این مناطق از سرزمین‌های دوردست توسط سامانه‌های جوی منتقل می‌شود.

نتایج به‌دست‌آمده در این بررسی با نتایج تحقیق بر روی تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گردوغبار در غرب کشور با استفاده از روش‌های آماری ناپارامتری [۲۱] هم‌سو بود. وجود روند افزایشی در ایستگاه‌های همدان، خرم‌آباد، شهرکرد و اهواز ممکن است به دلایل یکسانی

1-Horizontal-Visibility

باشد. در این مناطق وقوع خشک‌سالی‌های پی‌درپی در سال‌ها اخیر، توسعه شهری به‌ویژه توسعه صنعتی و تغییر کاربری اراضی در اطراف شهرهای بزرگ از جمله تبریز و اهواز از عوامل موثر در افزایش روزهای گردوغباری است.

در مقایسه هر سه روش، در ۳۰ ایستگاه از ۴۱ ایستگاه مورد مطالعه (۷۱٪) نتایج هم‌پوشانی داشت و که از این تعداد، ۲۴ مورد دارای روند معنی‌دار (۸۰٪) و ۶ مورد (۲۰٪) روند غیر معنی‌دار نشان داد (جدول ۴). در بررسی روند متغیرهای آب و هوایی بهتر است از چند روش استفاده شود تا با قطعیت بیشتر بتوان در خصوص وجود روند اظهار نظر نمود. هر کدام از روش‌ها معایب و محاسن خاص خود را دارند. همچنین معیار محاسباتی برای ارزیابی کارایی بهتر آن‌ها و یا تعیین روش مناسب‌تر وجود ندارد. اما روش ناپارامتریک من‌کندال در تشخیص روند از قابلیت خوبی برخوردار است.

ایستگاه‌هایی که دارای روند افزایشی معنی‌دار بود در شکل ۳ مشخص شده‌اند. با توجه به نتایج، کانون اصلی این پدیده ابتدا در مناطق شرقی، جنوب شرقی و سپس در مناطق جنوبی و جنوب غربی کشور واقع شده است. دیگر ایستگاه‌ها، روند کاهشی و یا بدون روند معنی‌دار بودند (جدول ۲). ایستگاه ایرانشهر و زابل با بیشترین شیب افزایشی هسته اصلی این پدیده هستند. مناطق جنوبی و جنوب غربی که علت این موضوع انتقال ذرات گردوخاک از نواحی حاشیه‌ای این مناطق مانند کشور افغانستان با وزش بادهای ۱۲۰ روزه که عامل محرک این پدیده هستند می‌باشد در قسمت‌های جنوب غربی کشور برای حرکت گردوغبار ناشی از صحرای عربستان و کشور عراق به سمت نواحی جنوب غربی ایران می‌باشد که نبود پوشش گیاهی مناسب و فرسایش خاک در این مناطق دلیل بر آن شده است. در تحقیقی مشابه، بیشترین فراوانی طوفان‌ها و بادهای شدید در کشور در مناطق شرق و جنوب شرق کشور اعلام شد [۶]. بر اساس تحلیل تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران شامل استان‌های خوزستان، لرستان، ایلام و کرمانشاه مربوط به دو دوره ۲۰۰۵-۲۰۰۱ و ۲۰۱۰-۲۰۰۶، نشان دهنده افزایش حداکثر روزهای گرد و غبار در دوره دوم نسبت به دوره اول است که تا حدودی با نتایج این تحقیق یعنی

روند افزایشی در ایستگاه‌های غرب کشور مطابقت دارد. در این مطالعه نشان داده شده است که چگونه عوامل گوناگونی شامل جریان طوفان از عربستان سعودی و عراق، تغییر و نوسانات اقلیمی، رسوبات سیلابی و آبرفتی، نبود پوشش گیاهی و بیابان‌زایی باعث گرد و غبار در استان‌های غرب و جنوب غرب ایران می‌شود [۱۹].

نتایج حاصل از بررسی نوسان‌های اقلیمی در شمال شرق ایران کاهش معنی‌دار تعداد روزهای همراه با گردوخاک بر اساس دو آزمون من-کندال و حداقل مربعات خطا در ایستگاه‌های سبزوار، تربت حیدریه و بیرجند را نشان می‌دهد. افزون بر این که می‌تواند نتیجه کاهش سرعت باد در این مناطق باشد. هرچند عملیات بیابان‌زدایی و احیای مراتع که توسط اداره منابع طبیعی در این مناطق انجام شده، موفقیت‌آمیز بوده است [۳]. همچنین غرب ایران از نظر تعداد روزهای همراه با گردوغبار منطقه همگنی نبوده و تعداد روزهای گردوغباری سالانه از شمال به سمت جنوب افزایش می‌یابد [۲۱].

کاهش بارش و خشکسالی و تغییرات اقلیمی ناشی از گرمایش زمین در طی این سال‌ها می‌تواند از دلایل افزایش روند در بسیاری از ایستگاه‌های دارای روند افزایشی، از جمله زاهدان، بم، بوشهر، گرگان، همدان، فسا، زابل، چابهار و ایرانشهر باشد. ایستگاه گرگان (در شمال) و بندرعباس (در جنوب) هر دو دارای روند افزایشی معنی‌دار در تعداد روزهای همراه با گردوغبار هستند که ممکن است به دلیل موقعیت مشابه آن‌ها کنار پهنه آبی باشد. در نوار ساحلی جنوب کشور، کمبود رطوبت و پوشش گیاهی و همچنین وزش نسیم دریا به خشکی و برعکس در ساعت‌های مختلف شبانه‌روزی می‌تواند از عوامل تشدیدکننده پدیده‌های گرد خاکی در این قسمت از کشور باشد.

یکی از پدیده‌های مناطق خشک و نیمه خشک و یا مناطق همجوار با این مناطق، پدیده گرد و خاک است [۲]. در سال‌های اخیر، وقوع پدیده طوفان گرد و غبار در منطقه خاورمیانه در حال افزایش است. کشور ایران به علت قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان، به طور مداوم در معرض جریان‌های گرد و غبار محلی و سینوپتیکی متعدد است [۲۲]. خاورمیانه یکی از پنج منطقه جهان است که بیشترین تولید گردوغبار را دارد

کاهش می معنی دار نشان دهنده عملیات موفقیت آمیز بیابان زدایی و تثبیت ماسه های روان است. روش های آماری مورد استفاده کارآیی مناسبی برای تحلیل روند روزهای همراه با گردوغبار دارند، هرچند که نتایج دو روش من-کندال و ضریب اسپیرمن یکسان بود و نسبت به روش خودهمبستگی هم پوشانی بیشتری داشتند. همچنین این دوره آماری از سال ۱۳۶۵ تا ۲۰۰۵ بوده و با اضافه شدن آمار سال های بعد نتایج حاصله تعدیل خواهد شد. به طور کلی، هرچند پدیده گرد و غبار یک پدیده فراملی بوده و غیر قابل کنترل است ولی می توان با شناساندن محدوده آن در قالب الگوی گردشی و بررسی ویژگی های آماری در بازه های زمانی مختلف، با آگاهی از زمان و محدوده این پدیده مخرب، برنامه های لازم را برای مقابله و سازگاری فراهم نمود. از طرف دیگر، با توجه به گستردگی زیاد منطقه تغذیه کننده گرد و غبار امکان تغییر موثر در کوتاه مدت منتفی خواهد بود.

References

- [1]. Achudume, A.C., & Oladipo, B.O. (2009). Effects of dust storms on health in the Nigerian, *Environment Biology and Medicine*, 1(4), 21-27.
- [2]. Antoine, D., Nobileau, D., 2006. Recent increase of Saharan dust transport over the Mediterranean Sea, as revealed from ocean color satellite (SeaWiFS) observations. *J. Geophys. Res.* 111, D12214. doi:10. 1029/2005JD006795.
- [3]. Banaian, M., Mohammadian, A., & Alizadeh, A. (2010). Climate fluctuations in the North East of Iran, *Journal of Soil and Water (Agricultural Sciences and Technology)*, 24(1), 118-131, (in Farsi).
- [4]. Ekhtesasi, M.R., Moradi, N., & Rostami, F. (2011). Investigate changes in dust storm days using standardized precipitation index SPI and HV Horizontal Case Study: Isfahan Area. *National Conference on Science and Watershed Engineering*, 7, 1-5, (in Farsi).
- [5]. Engelstaedter, S., Tegen, I., & Washington, R. (2006). North African dust emissions and transport, *Earth-Science Reviews*, 79, 73-100.
- [6]. Farajzadeh, M., & Razi, M. (2011). Study the temporal and spatial distribution of storms

[۲۳]. نتایج تجزیه و تحلیل روند تعداد روزهای همراه با گردوغبار در دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۶۵ در ایران نشان داد که کانون اصلی پدیده گردوغبار ابتدا در مناطق شرقی، جنوب شرقی و سپس در مناطق جنوبی و جنوب غربی کشور واقع شده است. این مناطق دارای روند افزایشی معنی دار تا سال ۲۰۰۵ بوده و از نظر فراوانی وقوع پدیده گردوغبار و چگونگی روند آن وضعیت یکسان نیست، به طوری که در شرق و جنوب ایران این روند داری شیب بیشتر نسبت به غرب است. افزون بر شرایط سینوپتیکی، عوامل دیگری از جمله وقوع خشکسالی ها، قرار گرفتن در نزدیکی پهنه های آبی، شرایط توپوگرافی، پوشش گیاهی، تغییر کاربری اراضی و در آخر توسعه شهرها روی چگونگی روند تأثیر دارند، هرچند روند افزایش دمای سطح زمین و افزایش غلظت گازهای گلخانه ای و نیز تولید ذرات معلق و غبارها تقریباً قطعی است. در برخی از ایستگاه ها مانند یزد که مستعد برای وقوع طوفان گردوغبار هستند، روند

- and heavy winds, *Journal of Construction Research*, 91, 23-32, (in Farsi).
- [7]. Hoseini, S. B. (2000). Synoptic study of severe storms in Tehran, Master of Science Thesis, Department of Meteorology. University of Tarbiat Modarres, (in Farsi).
- [8]. Iranmanesh, F. (2005). Investigation of dust origins and characteristics of their spreading in Sistan's storms, Iran region, using image processing. *Pajouhesh & Sazandegi*, 67, 25-33, (in Farsi).
- [9]. Jacquelyn, C. (2009). Climate analysis and long range forecasting of dust storm in IRAQ, Naval postgraduate school Monterey, California, 88-92.
- [10]. Kendall, M.G. (1975). Rank Correlation Methods, Griffin, London.
- [11]. Khoshkish, A., Alijani, B., & Hejazizadeh, Z. (2011). Synoptic analyze of dusty systems in Lorestan, *Journal of applied geography researches*, 18, 91-110.
- [12]. Kutiel, H., & Furman, H. (2003). Dust Storms in the Middle East: Sources of Origin and their Temporal Characteristics. *Indoor Built Environ*, 12, 419-26.
- [13]. Lashkari, H., & Key khosravi, G. (2008). Synoptic statistical analysis dust storm in Khorasan Razavi province during (1993-

- 2005), *Journal of natural geography researches*, 65, 17-33.
- [14]. Leon, J.F., & Legrand, M. (2003). Mineral dust sources in the surroundings of the north Indian Ocean. *Geophysical Research Letters*, 30, 1309-1312.
- [15]. Mann, H.B. (1945). Non-parametric tests against trend. *Econometrica*, 13, 245-259.
- [16]. Marjani, S. (1993). Synoptic Survey fierce winds exceeding 15 meters per second in Khorasan, Master of Science Thesis, Department of Meteorology, University of Tehran, (in Farsi).
- [17]. Mirshahi, D., & Nekoum, Z. (2009). Statistical analysis of dust phenomena and dusty wind pattern in Sabzevar city, *Journal of Association of Iranian Geographers*, 22, 83-104.
- [18]. Modarres, R. (2008). Regional maximum wind speed frequency analysis for the arid and semi-arid regions of Iran, *Journal of Arid Environments*, 72, 1329-42.
- [19]. Movahedi, S., Afzali, S.M. (2013). Analysis of the Number of Dusty days in the West and South West of Iran, *Research Journal of Recent Sciences*, 2(10), 18-21.
- [20]. Omidvar, K. (2006). Synoptic analysis of sand storms in Yazd plain ardakan, *Journal of Geographical Research*, 81, 44-58, (in Farsi).
- [21]. Rasoli, A., Sarisara, B., & Mohammadi, G.H. (2011). Analysis trend of Dust Phenomenon in west of Iran during recent 55 years by using nonparametric methods, *Journal of natural geography*, 9, 1-16, (in Farsi).
- [22]. Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., & Goudie, A.S. Kahn. (2013). Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: The case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran, *Science of the total environment*. 552.564.
- [23]. Rezazadeh, M., Irannejad, P., & Shao, Y. (2013). Climatology of the Middle East dust events. *Aeolian Research*, 103-109.
- [24]. Shamsavani, A. (2012). Chemical & physical characterization, size distribution of air particles in Khuzestan dust storm and identification of affection Petroleum mulching method in its control, School of Public Health, Environmental Health Engineering Tehran University of Medical Science, 21-45, (in Farsi).
- [25]. Tanaka, T.Y. (2005). Possible transcontinental dust transport from North Africa and the Middle East to East Asia, *Atmospheric Environment*, 39, 3901-10.
- [26]. Tavousi, T., Khosravi, M., & Raispoor, K. (2011). Synoptic analyze of dusty systems in Khozestan. *journal of geography and development*, 20, 97-118.
- [27]. Wang, W., & Fang, Z. (2006). Numerical simulation and synoptic analysis of dust emission and transport in East Asia, *Global and planetary change*, 52, 57-70.
- [28]. Washington, R., Todd, M., Middleton, N.G., & Goudie, A. (2003). Dust storm source areas determined by the total ozone monitoring spectrometer and surface observations, *Annals of the Association of American Geographers*, 93(2), 297-313.
- [29]. Yaping, S., Karl Heinz, W., Adrian, C., Huang, J., Lin, Z., & McTainsh, G. (2011). Dust cycle: An emerging core theme in Earth system science, *Aeolian Research*, 2, 181-204.
- [30]. Zolfaghari, H., & Abedzadeh, H. (2005). Synoptic analysis of dusty systems in West of Iran. *Journal of Geography and Development*, 3(6), 173-188.

Trend analysis of number of dusty days in Iran

1-Z. Rafiei Majoomerd, PhD student of Combating Desertification, Semnan University
z.rafiiee2014@semnan.ac.ir

2-M.R. Yazdani, Assistant Professor of Department of Combating Desertification, Faculty of Desert,
SemnanUniversity

3-M. Rahimi, Assistant Professor of Department of Combating Desertification, Semnan University

Received: 22 Aug 2015

Accepted: 24 Apr 2016

Abstract

In this study, annual changes in number of dusty days in Iran over the period of 1965–2005 (41 years) were investigated. Mann-kendall test, spearman's-Rho test and Autocorrelation test were applied to quantify the trend. Mann-kendall and spearman's test showed similarity in the results, in compared with Autocorrelation test. This study reveals that the all studied stations showed a trend, but among them, only 26 trends were significant statistically, at Mann-Kendall test (16 stations had decreased and 10 stations had increased trend). Spearman's Rho was significant for trends at 27 stations (17 stations with a decrease and 10 stations with an increase in trend). The autocorrelation test results shows, 33 stations had significant positive or negative trends. The most decreasing and lowest slope was in Abadan and Tabriz stations with values -1.92 and -0.1, respectively. The most increasing and lowest slope was in Iran shahr and Gorgan stations with values 1.97 and 0.8 respectively.

Keywords: Dusty days; Mann-kendall test; Spearman's Rho test; Autocorrelation test; Trend analysis.

مطالعه بیوژئومورفولوژی سازندهای زمین‌شناسی مارنی با تاکید بر پوشش گیاهی (مطالعه موردی: شهرستان لامرد - استان فارس)

۱- محمدطاهر صحتی، دانشجوی دکتری تخصصی بیابان‌زدایی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان
m.sehhati@gmail.com

۲- احمد نوحه‌گر، استاد گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

۳- یحیی اسماعیل‌پور، استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

۴- حمید غلامی، استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۰۹

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۰۵

چکیده

سازندهای مارنی به دلیل خصوصیات خاص فیزیکی و شیمیایی، در اغلب مناطق خشک و نیمه‌خشک پوشش گیاهی اندکی دارند و استقرار پوشش گیاهی در این نواحی با محدودیت‌های متعددی همراه است. برای درک صحیح وضعیت اکوسیستم‌های مناطق خشک نیاز به شناخت رابطه پویای بین پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی می‌باشد. ما در این مطالعه به ارتباط میان خصوصیات سطحی دشت مارنی و مورفومتری آبراهه‌ها در نواحی مارنی بخش چاهورز شهرستان لامرد با پراکنش پوشش گیاهی پرداختیم. در این مطالعه با توجه به طبقه‌بندی هیدروژئومرفیک، برای بررسی تاثیر عوامل مورفومتری بر پوشش گیاهی در طول واحدهای آبراهه‌ای تقریباً همگن از لحاظ ابعاد، اقدام به اندازه‌گیری همزمان خصوصیات مورفومتری آبراهه و پوشش گیاهی شد. سپس با استفاده از ترانسکت‌های خطی درصد تاج پوشش گیاهی، تراکم سنگریزه سطحی و ناهمواری حاصل از میکروتوپوگرافی اندازه‌گیری شد. همچنین تیپ‌های غالب پوشش گیاهی تعیین و از خاک نمونه‌گیری شد و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه خصوصیات خاک‌شناسی تعیین شد. پس از انجام بازدیدهای میدانی خصوصیات مورفومتری آبراهه‌ها و خصوصیات سطحی دشت توسط آزمون‌های آماری مورد ارزیابی و ارتباط آنها با درصد تاج پوشش گیاهی مورد بررسی گرفت. نتایج حاصل نشان داد که بین تراکم سنگریزه سطحی و تاج پوشش گیاهی در دشت مارنی رابطه مستقیم و معنی‌دار وجود دارد. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که برخی از خصوصیات پلان آبراهه بر تراکم تاج پوشش گیاهی و پراکنش تیپ‌های گیاهی مختلف تاثیرگذار است. عدم توانایی آنالیز CCA با توجه به نتایج حاصل از آزمون مونت‌کارلو در تحلیل مناسب پراکنش گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل مورفومتری آبراهه در نواحی مارنی این منطقه مطالعاتی از دیگر نتایج این مطالعه می‌باشد. در پایان می‌توان گفت نتایج این مطالعه بیانگر نقش برخی خصوصیات خاک‌شناسی و عوامل مورفومتری آبراهه‌ها و همچنین سنگریزه‌های سطحی در نواحی مارنی بر تراکم تاج پوشش و پراکنش تیپ‌های گیاهی است، اما پیشینی پراکنش گونه‌های گیاهی با استفاده از آنالیز گردان مستقیم CCA و با تاکید بر خصوصیات مورفومتری آبراهه در این منطقه مطالعاتی دشوار است.

واژگان کلیدی: سازند، مارن، آبراهه، پوشش گیاهی، بیوژئومورفولوژی، ژئومورفولوژی.

مقدمه

و درجه میکروتوپوگرافی و توسعه خاک در این واحدها در میان سازندهای زمین‌شناسی مختلف متفاوت است [۲۵]. مارن‌ها سازندهایی هستند که به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاص، در اغلب مناطق خشک و نیمه‌خشک از پوشش گیاهی بسیار کمی برخوردار بوده و استقرار پوشش گیاهی در این نواحی با محدودیت‌های متعددی همراه است. این سازندها در مقایسه با سایر سازندهای زمین‌شناسی، دارای فرسایش زیادی می‌باشند [۲]. این سازندهای ریزدانه به دلیل ساختار خاص خود تراکم کافی و لازم جهت مقاومت در مقابل اثرهای عوامل آب و هوایی

سطوح بیابان به آسانی به عنوان موزاییک‌هایی از اجزای فیزیکی شامل خاک، سنگریزه، قطعات سنگی، پوشش گیاهی و پوسته بیولوژیکی خاک می‌توانند مورد مطالعه قرار گیرند. این اجزای سطح زمین یک ناهمگنی محیطی شدید و در نتیجه آن توزیع متفاوت منابع را در پی دارد. تنوع زیاد منابع پاسخ‌های اکولوژیکی و تکاملی موجودات زنده را تحت تاثیر قرار می‌دهد. چشم‌اندازهای بیابانی از واحدهای ژئومرفیک ساخته شده‌اند [۲۴]. خصوصیات سطحی زمین مانند پوشش سنگی سطح زمین

عوامل خاکی نشان داد که شوری و بافت خاک از عوامل اصلی محدود کننده رشد گونه‌های گیاهی این مناطق محسوب می‌شوند و فقط دو گونه *Stipagrostis plumose* و *Tamarix aphylla* به ترتیب با شنی و شور بودن خاک واکنش مثبت نشان داده‌اند [۳۶]. مطالعه روابط میان خاک‌های مارنی و جوامع گیاهی در منطقه بیرجند نیز بیانگر رفتار متفاوت نواحی مارنی بوده است و گونه‌های *Salsola rigida* و *Aellenia glauca* با هدایت الکتریکی و سپس مقادیر سیلت و گچ همبستگی بالایی داشتند [۳۵].

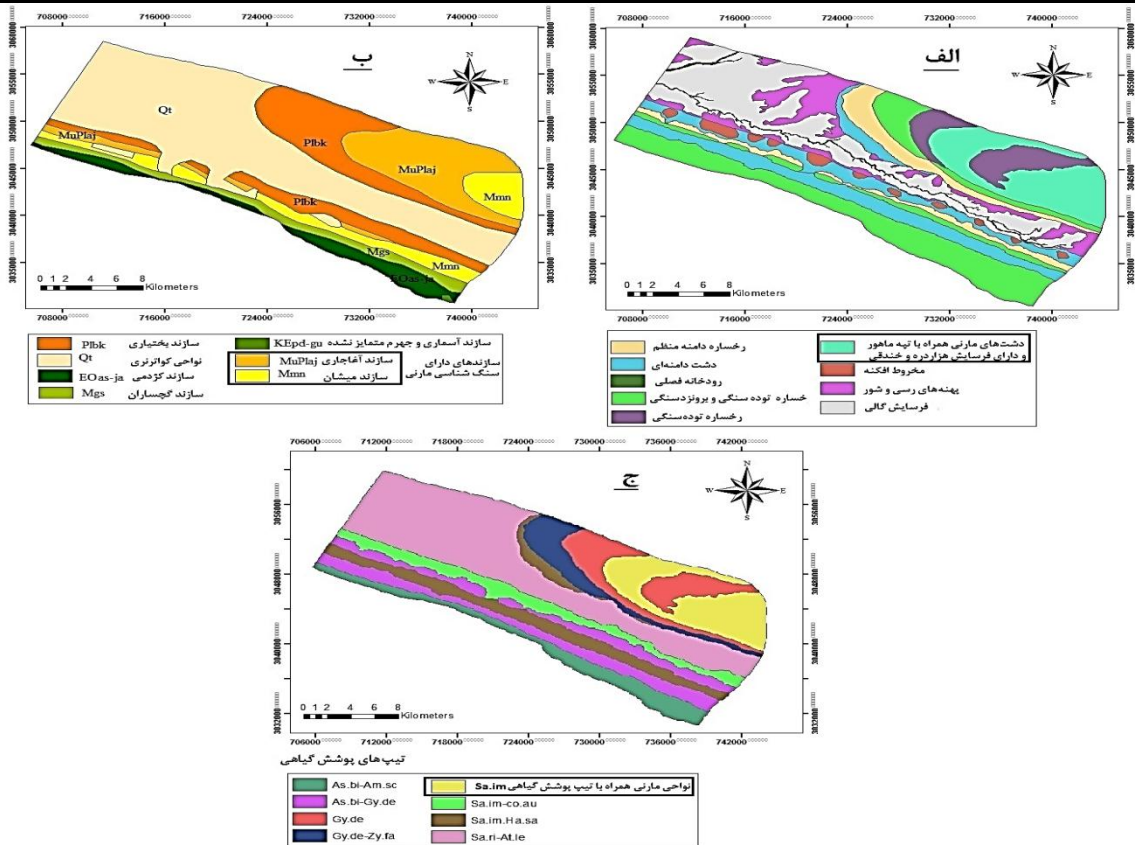
مواد و روش

منطقه مورد مطالعه: محدوده مورد مطالعه نواحی مارنی در محدوده بین $20^{\circ}15'53''$ تا $15^{\circ}30'53''$ طول شرقی و $29^{\circ}26'27''$ تا $14^{\circ}36'27''$ عرض شمالی در شهرستان لامرد استان فارس قرار دارد. حداکثر ارتفاع منطقه مطالعاتی ۱۷۰۰ متر و حداقل ارتفاع آن ۴۲۰ متر است و میانگین ارتفاعی منطقه مطالعاتی ۴۵۸/۷ متر از سطح دریا می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه در منطقه مورد مطالعه ۲۳۵/۹۳ میلی‌متر می‌باشد که عمده توزیع آن از اواخر آبان ماه تا اوایل فروردین ماه می‌باشد. میانگین درجه حرارت سالانه ۲۴/۷ درجه سانتی‌گراد و میزان تبخیر و تعرق سالانه حوزه ۲۰۰۱/۸ میلی‌متر می‌باشد. گرم‌ترین ماه سال، تیرماه با متوسط درجه حرارت ۴۲/۶ درجه سانتی‌گراد و سردترین ماه سال، دی ماه با متوسط درجه حرارت ۷/۸ درجه سانتی‌گراد است. این تحقیق تنها در محدوده نواحی نسبتاً هموار شده نواحی دارای سنگ‌شناسی مارنی سازندهای میشان و آجاجاری انجام شده است.

روش تحقیق

این مطالعه برای آن که تاثیر خصوصیات خاک‌شناسی و رسوب‌شناسی به حداقل برسد فقط در محدوده نواحی نسبتاً هموار دارای سنگ‌شناسی مارنی سازندهای میشان و آجاجاری انجام شد. در این مطالعه برای بررسی خصوصیات سطحی زمین و نقش آنها بر پراکنش پوشش گیاهی تراکم سنگریزه، درصد تاج پوشش گیاهی، خصوصیات خاک‌شناسی و میکروتوپوگرافی در سطح دشت مارنی اندازه‌گیری شد. از ترانسکت‌های ۱۰ متری جهت

را نداشته و در صورت مواجهه با شرایط نامساعد به سرعت تخریب و فرسایش می‌یابند. در سازندهای مارنی به دلیل عدم موازنه یونی و همچنین تنش شدید نمک، استقرار، جوانه‌زنی و رشد پوشش گیاهی با مشکل مواجه شده، به همین دلیل سطح این سازندها عمدتاً دارای پوشش گیاهی کمتری می‌باشد [۱]. اکولوژی گیاهی مدرن بر نقش خصوصیات ژئومورفیک تأکید ویژه‌ای دارد [۳۰]. موجودات زنده فرایندهای ژئومورفیک و توسعه لندفرم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۵] و برعکس مثال‌های متعددی موجود است که چطور خصوصیات ژئومورفیک و شکل لندفرم‌ها بر توزیع موجودات زنده تاثیرگذار می‌باشند [۲۸]. برای درک صحیح تغییرات وضعیت اکوسیستم‌های مناطق خشک نیاز به شناخت رابطه پویای بین پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی می‌باشد. به‌عنوان مثال شناخت ارتباط وابستگی‌های میان لندفرم‌ها و گونه‌های بومی خاص به عنوان دلیلی برای ارزیابی تغییرات مناطق بیابانی در ارزیابی شدت بیابان‌زایی مورد استفاده قرار گرفته است [۳، ۹ و ۱۲]. ما در این مطالعه به ارتباط میان خصوصیات مورفومتری آبراهه‌ها و همچنین خصوصیات سطحی دشت با پراکنش پوشش گیاهی در محدوده اراضی مارنی منطقه مورد مطالعه پرداختیم. هدف این تحقیق معرفی روش احیایی برای نواحی تحت تاثیر فرسایش مارنی نیست. هر روش احیایی، مرحله یا مراحل و نحوه انجام آن در نواحی تحت تاثیر فرسایش آبراهه‌ای در نواحی مارنی مستلزم مطالعه دقیق‌تر در این زمینه می‌باشد. عمده مطالعات تاکنون بر روی خصوصیات مورفومتری نواحی آبراهه‌ای بوده است و تاکنون مطالعات اندکی بر روی توزیع پوشش گیاهی در ارتباط با خصوصیات مورفومتری در نواحی مارنی تمرکز داشته‌اند. تحقیقاتی که بر روی تغییرات ترکیب فلورستیکی پوشش گیاهی متأثر از سطوح مختلف فرسایش خاک در رس‌های میوسن و مارن‌های ائوسن در شمال شرقی اسپانیا انجام شد نشان داد که انحطاط پوشش گیاهی و فرسایش در خاک‌های مارنی بیشتر از خاک‌های رسی است و در این مناطق الگوی واضحی از جایگزینی پوشش گیاهی مشاهده نمی‌شود [۱۶]. مطالعه نواحی مارنی قم با استفاده از تکنیک‌های رسته‌بندی DCA و CCA برای بررسی روابط بین گونه‌های گیاهی و



شکل ۱- نقشه ژئومورفولوژی (الف)، زمین شناسی (ب) و پوشش گیاهی (ج) منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد

میکروتوپوگرافی با استفاده از آزمون همبستگی رتبه‌ای انجام شد. بعد از تعیین تیپ‌های گیاهی، به منظور تعیین مهم‌ترین خصوصیات خاک‌شناسی مؤثر بر پراکنش تیپ‌های گیاهی در محدوده مورد مطالعه از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA)^۱ با استفاده از نرم افزارهای PAST 3.04 استفاده شد. بسیاری از مطالعاتی که در زمینه پوشش گیاهی اکوسیستم آبراه‌ای انجام می‌شود بر روی خصوصیات طولی کانال اصلی آبراهه و خصوصیات جوامع گیاهی دشت‌های سیلابی آبراهه‌های با ابعاد بزرگ مانند رودخانه‌ها تمرکز دارند [۲۶، ۳۳، ۳۴، ۲۴]. این در حالی است که آبراهه‌های واقعی فاقد سیستم طولی و خطی ساده‌ای هستند [۳۵]. برای حل این مشکل طبقه‌بندی هیدروژئومورفیک پیشنهاد شد [۱۹] و پس از آن این طبقه‌بندی توسعه بیشتری یافت و نواحی آبراهه‌ای را به بخش‌های همگن تقسیم کردند. این بخش‌ها به نام زون‌های فعال^۲ معروف شدند [۲۸]. این زون‌های فعال بخشی از دره رودخانه یا آبراهه هستند که دارای ساختار

اندازه‌گیری هم‌زمان تراکم سنگریزه، درصد تاج پوشش گیاهی و مقادیر میکروتوپوگرافی استفاده شد. پس از نصب یک ترانسکت خطی، طولی از ترانسکت را که با تاج پوشش گیاهی و خاک هم‌پوشانی دارد به عنوان تراکم هر کدام از آنها در نظر گرفته می‌شود. با توجه به این که در این مطالعه از ترانسکت‌هایی با جنس پلاستیکی استفاده شد. جهت برآورد مقادیر میکروتوپوگرافی با توجه به روش محقق قبلی [۲۷] متر را کاملاً بر زمین مماس و تغییر طول آن بر ۱۰۰۰ سانتی‌متر که طول مستقیم ترانسکت بوده است تقسیم شد. برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در طی عملیات میدانی نمونه‌گیری صورت گرفته و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده، پس از انتقال به آزمایشگاه با عبور از الک ۲ میلی‌متر و تعیین سنگریزه جهت تعیین سایر خصوصیات خاک‌شناسی شامل قلیائیت، هدایت الکتریکی، مواد آلی، فسفر، پتاسیم، نیتروژن، کربنات کلسیم، گچ، بافت خاک، رس، سیلت و ماسه مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه همبستگی میان درصد تاج پوشش گیاهی با تراکم سنگریزه سطحی و

1- Principal Components Analysis
2- Process Zones

یکنواخت (ابعاد و شکل کانال)، پلان یکنواخت و رفتار خاص (مانند فرسایش، رسوبگذاری و یا انتقال رسوب) می‌باشند [۴ و ۲۳]. به علت حجم و زمان فرآیندهای ژئومورفیک، بخش‌های فرآیندی یا فعال مختلفی شکل گرفته است. این نوع طبقه‌بندی شبکه زهکشی را به بخش‌هایی که دارای رژیم سیلابی مشابهی هستند تقسیم می‌کند [۲۳، ۲۲ و ۳۲]. در این مطالعه با توجه به طبقه‌بندی هیدروژئومورفیک برای بررسی تاثیر عوامل مورفومتری بر پوشش گیاهی در طول واحدهای آبراهه‌ای تقریباً همگن از لحاظ ابعاد، اقدام به اندازه‌گیری همزمان خصوصیات مورفومتری آبراهه و پوشش گیاهی شد. پارامترهایی مانند عرض بالای دره [۷، ۸ و ۱۳]، عرض پایین دره [۷، ۱۳، ۱۸، ۳۹ و ۴۰] و در مطالعات اخیر نسبت عرض/عمق [۸، ۱۳، ۳۱، ۳۹] و نسبت عمق دره به متوسط عمق [۱۳] قبلاً توسط محققان قبلی برای توصیف خصوصیات مورفومتری آبراهه‌ها (خصوصاً گالی‌ها) استفاده شده است. این پارامترها در مناطق مختلف معمولاً متفاوتند [۳۹]. در این مطالعه آبراهه‌ها به دو بخش اصلی کانال آبراهه و دره آبراهه تقسیم شدند و اندازه‌گیری مستقیم عرض دره، عمق دره، شیب دره، عرض کانال، عمق کانال و شیب کانال به طور مستقیم در بازدید میدانی انجام شد. ناحیه کنارزی آبراهه نواری از پوشش گیاهی در طول آبراهه‌های دائمی، فصلی و موقتی است که دارای ترکیب و تراکم متفاوتی از پوشش گیاهی نسبت به نواحی خارج از آبراهه و بالادست آبراهه می‌باشد [۲۰]. از آنجا که مطالعه در سطح کانال آبراهه‌ها بیانگر پراکنش میزان حداقل گونه در کانال اصلی مرکزی آبراهه می‌باشد [۲۰]. بنابراین با استفاده از ترانسکت‌های ۱۰ متری در امتداد کانال و در حدفاصل بین کانال و دیواره دره آبراهه (رویشگاه گیاهان) در نواحی دارای زمین‌شناسی مارنی اقدام به تعیین درصد تاج پوشش گیاهی، شناسایی و بررسی تراکم گونه‌های گیاهی بوته‌ای شاخص و تعیین تیپ گیاهی شد [۶] (شکل ۲). پس از انجام بازدیدهای میدانی خصوصیات مورفومتری آبراهه‌ها شامل عرض دره (VW)^۱، عمق دره (VD)^۲، عرض کانال (CW)^۳، عمق

کانال (CD)^۴، شیب کانال (TAN)^۵، عرض/عمق دره (WV/DV)^۶، عرض/عمق کانال (CW/CD)^۷، عرض دره/عرض کانال (VW/CW)^۸، عمق دره/عمق کانال (VD/CD)^۹، ((CW/CD)/(VW/CW))^{۱۰} توسط آزمون‌های آماری مورد ارزیابی و ارتباط آنها با درصد تاج پوشش گیاهی (VC)^{۱۱} مورد بررسی گرفت. در این مطالعه جهت بررسی نقش مقیاس‌های مختلف عرض و عمق کانال و همچنین شکل کانال آبراهه بر درصد تاج پوشش گیاهی، عمق و عرض آبراهه‌ها در سه مقیاس کوچک (۱)، متوسط (۲) و بزرگ (۳) بر اساس جدول (۱) طبقه‌بندی شد. مقایسه میانگین درصد تاج پوشش گیاهی در آبراهه‌هایی با ابعاد مختلف توسط آزمون توکی^{۱۲} انجام شد. مقایسه میانگین‌ها و بررسی همبستگی میان عوامل مورفومتری و تاج پوشش گیاهی در محیط نرم‌افزار SPSS 21 انجام شد.

جدول ۱- طبقه‌بندی عرض و عمق آبراهه به سه مقیاس کوچک، متوسط و بزرگ

	متوسط	کوچک	بزرگ
عرض (m)	۰/۵-۳	۰/۲-۰/۵	۳<
عمق (m)	۰/۵-۳	۰/۲-۰/۵	۳<

بعد از تعیین تیپ‌های گیاهی نواحی آبراهه‌ای، به منظور تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش تیپ‌های گیاهی از تجزیه مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم افزارهای PAST 3.04 و برای بررسی ارتباط بین عوامل مورفومتری و گونه‌های گیاهی موجود در نواحی آبراهه‌ای از آنالیز تطبیقی متعارفی^{۱۳} در محیط نرم افزار Canoco 4.5 استفاده شد. هنگام به کار بردن PCA باید توجه داشت که داده‌ها قبل از هر نوع آنالیزی استاندارد شوند [۱۷ و ۳۸].

4- Channel Depth
5- Tangent
6- Valley Width/Valley Depth
7- Channel Width/Channel Depth
8- Valley Width/Channel Width
9- Valley Depth/Channel Depth
10- (Valley Width/Valley Depth)/(Valley Width/Channel Width)
11- Vegetation Cover
12-Tukey
13- Canonical Correspondence Analysis

1- Valley Width
2- Valley Depth
3- Channel Width

همچنین مقادیر همبستگی خصوصیات خاک نسبت به مولفه‌ها در جدول (۴) نشان داده شده است. با توجه به قدر مطلق ضرایب، مقادیر سنگریزه، رس، هدایت الکتریکی، مواد آلی و آهن بیشترین همبستگی را با محور اول دارد و با توجه به مقادیر BSE محور اول برای تفسیر پراکنش جوامع گیاهی مناسب است.

در نمودار شکل (۲) رسته‌بندی تیپ‌های گیاهی نسبت به محورهای اول و دوم مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به علامت مثبت و منفی ضرایب متغیرها که در جدول آمده است، خصوصیات خاکشناسی وابستگی‌های متفاوتی را نسبت به محورها نشان می‌دهند. تیپ *Zi.fa-Sa.im* با محور دارای مقادیر بیشتر گچ، ماسه و رس ارتباط بیشتری دارد و تیپ *Sa.im* با مقادیر بیشتر آهن همبستگی بیشتری دارد. همچنین تیپ گیاهی *Ha.st* عمدتاً وابسته به مقادیر بیشتر هدایت الکتریکی، سیلت و آهن می‌باشد.

نتایج حاصل از ارزیابی خصوصیات مورفومتری آبراهه‌ها در نواحی مارنی بیانگر این مطلب بود که متغیرهای عرض دره، عرض کانال، نسبت عرض/عمق دره و نسبت عرض دره/عرض کانال به ترتیب با ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار ۰/۵۰، ۰/۴۲، ۰/۴۵، ۰/۴۱ در سطح احتمال یک درصد و همچنین متغیر عمق دره و نسبت عرض/عمق کانال در سطح احتمال پنج درصد دارای ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار با درصد تاج پوشش گیاهی در آبراهه‌های محدوده مورد مطالعه بودند (جدول ۵).

مقایسه درصد تاج پوشش گیاهی در آبراهه‌هایی با مقیاس مختلف عمق بیانگر این مطلب بود که آبراهه‌هایی با عمق کوچک و متوسط با آبراهه‌هایی با عمق بزرگ از لحاظ درصد تاج پوشش گیاهی (در سطح احتمال ۵ درصد) دارای اختلاف معنی‌دار هستند. آبراهه‌هایی با عمق کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب دارای درصد تاج پوشش گیاهی ۳/۸۲، ۶/۳۹ و ۲۷/۷۸ و همچنین آبراهه‌هایی با عرض کوچک، متوسط و بزرگ با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار و به ترتیب دارای درصد تاج پوشش گیاهی ۰/۸۶، ۷/۱۰ و ۱۷/۱۹ می‌باشند (جدول ۶).

در محیط آبراهه‌ای ابتدا از تحلیل چند متغیره آنالیز تطبیقی قوس‌گیر شده (DCA)^۱ برای بررسی پراکنش گونه‌های گیاهی استفاده شد. نکته مهم در انجام تجزیه و تحلیل DCA این است که اگر در نتایج حاصل از آن مقدار طول گرادیان از عدد ۳ بیشتر بود آنگاه مدل‌های پاسخ خطی اعتباری نداشته و نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل غیرخطی مانند روش CCA نتایج بهتری را خواهد داشت. آنالیز DCA نتایج ساده و اولیه‌ای را در ارتباط با تعیین گروه‌های اکولوژیک گیاهی نواحی آبراهه‌ای ارائه داد و بررسی تاثیر مستقیم عوامل مورفومتری آبراهه بر گونه‌های گیاهی با توجه به نتیجه حاصل از روش DCA، با استفاده از آنالیز تطبیقی متعارفی CCA انجام شد و نمودارهای مربوطه با استفاده نرم افزار CanoDraw ترسیم شد. در این مطالعه همچنین برای تعیین معنی‌داری همبستگی گونه‌ها با متغیرهای محیطی از آزمون مونت کارلو با ۹۹ و همچنین ۹۹۹ تکرار استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از بررسی ارتباط میان تراکم سنگریزه و درصد تاج پوشش گیاهی در سطوح دشت مارنی بیانگر این مطلب است که بین تراکم سنگریزه و درصد تاج پوشش گیاهی در دشت مارنی همبستگی مستقیم و معنی‌دار ۰/۳۹ در سطح احتمال یک درصد وجود دارد.

همچنین نتایج حاصل از بررسی ارتباط میان بین تغییرات میکروتوپوگرافی با درصد تاج پوشش گیاهی در سطوح دشت مارنی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲).

در این مطالعه برای تایید صحت مدل PCA در رسته‌بندی تیپ‌های گیاهی با توجه به خصوصیات خاک‌شناسی سطوح دشت مارنی از شاخص BSE استفاده شد. بدین ترتیب محورهای انتخاب می‌شوند که در آن‌ها مقادیر ویژه بیش از مقدار BSE باشد. همانطور که جدول ۳ مشاهده می‌شود، در مورد مولفه اول این شرایط صحیح می‌باشد. اهمیت مولفه اول بیشترین است، زیرا ۳۸/۵۵ درصد تغییرات به مولفه اول مربوط است.

جدول ۲- مقادیر میکروتوپوگرافی و درصد تاج پوشش گیاهی و همبستگی بین آن‌ها در محدوده مورد مطالعه

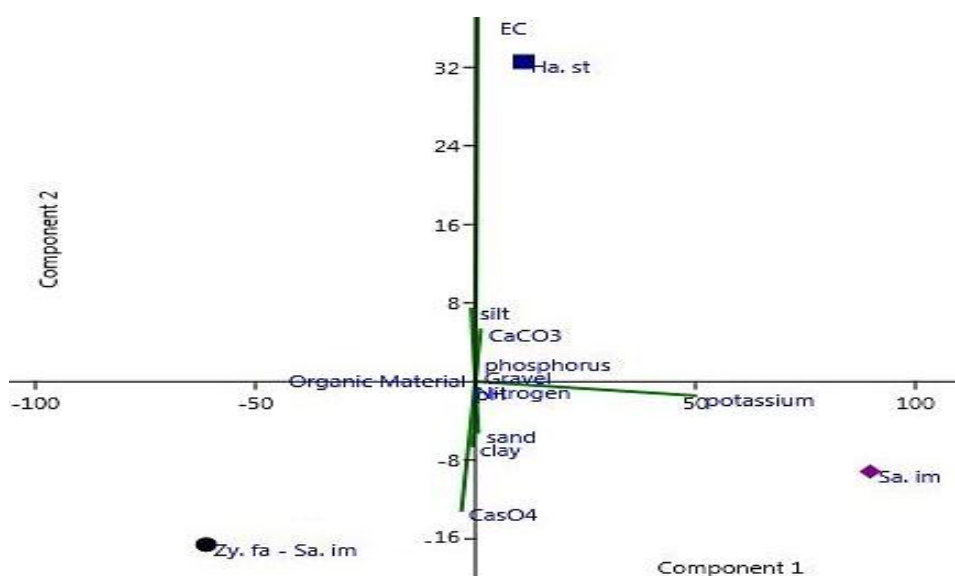
میکروتوپوگرافی	سنگریزه (درصد)		تراکم همبستگی
$6/33 \pm 1/37$	$5/10 \pm 1/76$		
۰/۰۶	۰/۳۹**	R^2	
۰/۷۴	۰/۰۰۳	P	

جدول ۳- مقدار واریانس مربوط به هر کدام از مولفه‌ها

مولفه	مقدار ویژه	واریانس (درصد)	واریانس تجمعی به درصد	BSE
۱	۴/۲۶	۳۸/۵۵	۳۸/۵۵	۳/۲۷
۲	۲/۵۹	۲۱/۶۶	۶۰/۲۱	۲/۸۴
۳	۱/۸۲	۱۸/۵۴	۷۸/۷۵	۱/۹۳
۴	۱/۱۶	۱۰/۵۷	۸۹/۳۲	۱/۲۵
۵	۰/۶۱	۶/۸۳	۹۶/۱۵	۰/۷۸
۶	۰/۲۶	۳/۸۳	۱۰۰	۰/۴۰

جدول ۴- همبستگی هر کدام از متغیرهای مورفومتری کانال آبراهه با مولفه‌ها در روش PCA

خصوصیت	مولفه (محور)				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
سنگریزه	۰/۴۲۱۹	-۰/۲۲۸۲	۰/۰۷۷۶	۰/۱۴۶۵	-۰/۰۰۰۱
رس	-۰/۴۱۵۶	۰/۱۹۵۸	-۰/۱۸۶۲	-۰/۰۳۵۸	۰/۰۷۹۳
سیلت	۰/۲۴۲۰	۰/۱۵۷۲	-۰/۵۴۰۵	-۰/۰۸۲۴	۰/۰۲۳۸
ماسه	-۰/۰۷۵۷	-۰/۴۴۷۷	۰/۳۵۶۵	-۰/۲۳۴۰	-۰/۳۴۶۰
EC	۰/۳۶۰۹	۰/۲۵۲۳	-۰/۱۷۷۱	-۰/۰۹۰۴	-۰/۱۶۳۲
pH	-۰/۲۳۹۱	۰/۲۸۴۲	۰/۱۲۶۷	۰/۵۸۶۸	۰/۱۶۳۵
مواد آلی	۰/۴۳۲۷	۰/۰۳۸۶	-۰/۱۹۹۹	۰/۰۳۶۳	۰/۲۱۷۹
آهک	۰/۳۳۵۳	۰/۰۱۲۶	۰/۲۱۰۲	-۰/۰۴۰۰	۰/۵۸۹۴
گچ	-۰/۱۱۹۹	-۰/۵۳۸۷	-۰/۲۳۶۲	۰/۱۶۴۵	۰/۰۵۴۳
نیتروژن	۰/۲۳۹۸	-۰/۰۵۱۷	۰/۱۳۰۷	۰/۷۰۵۷	-۰/۲۴۷۰
پتاسیم	۰/۰۲۹۰	۰/۲۰۲۱	۰/۵۵۰۸	-۰/۱۶۸۱	۰/۲۹۰۷
فسفر	۰/۱۵۸۰	۰/۴۵۲۰	۰/۱۷۸۶	-۰/۰۸۲۰	-۰/۵۲۵۸



شکل ۲- نمودار رسته‌بندی تغییرات تیپ‌های گیاهی نسبت به عوامل خاک‌شناسی به روش PCA

جدول ۵- رابطه متغیرهای ژئومرفیک با درصد تاج پوشش گیاهی در آبراهه‌های محدوده مورد مطالعه

متغیر	ابعاد متغیر به متر	ضریب همبستگی اسپیرمن با پوشش گیاهی	sig	تعداد
عرض دره	۳/۲۹ ± ۰/۵۶	۰/۵۰**	۰/۰۰	۴۴
عمق دره	۱/۴۵ ± ۰/۲۱	۰/۳۶*	۰/۰۱	۴۴
عرض کانال	۱/۰۱ ± ۰/۱۷	۰/۴۲**	۰/۰۰	۴۴
عمق کانال	۰/۶۰ ± ۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۱۷	۴۴
شیب کانال	۰/۰۲۴ ± ۰/۰۰۰۱	-۰/۳۷	۰/۰۱	۴۴
عرض/عمق دره	۲/۴۶ ± ۰/۳۱	۰/۴۵**	۰/۰۰	۴۴
عرض/عمق کانال	۲/۲۲ ± ۰/۲۸	۰/۳۴*	۰/۰۲	۴۴
عرض دره/عرض کانال	۴/۱۹ ± ۰/۵۸	۰/۴۱**	۰/۰۰	۴۴
عمق دره/عمق کانال	۳/۸۱ ± ۰/۴۵	۰/۱۴	۰/۳۶	۴۴
(عرض/عمق دره)/(عرض/عمق کانال)	۱/۶۵ ± ۰/۳۰	-۰/۰۰۷	۰/۹۶	۴۴
درصد پوشش گیاهی	۹/۷۷ ± ۲/۱۲			۴۴

جدول ۶- مقایسه درصد تاج پوشش گیاهی در آبراهه‌هایی با ابعاد مختلف عرض و عمق

کوچک	متوسط	بزرگ	
۰/۸۶ ± ۰/۸۵ ^a	۷/۱۰ ± ۱/۴۹ ^{ab}	۱۷/۱۹ ± ۴/۹۸ ^b	عرض
۳/۸۲ ± ۱/۳۴ ^a	۶/۳۹ ± ۱/۸۲ ^a	۲۷/۷۸ ± ۶/۷۷ ^b	عمق
۷	۲۱	۱۶	تعداد نمونه

مولفه‌های اول، دوم و سوم این شرایط صحیح می‌باشد. اهمیت مولفه اول و دوم بیشترین است، زیرا ۴۱/۰۹ درصد تغییرات به مولفه اول مربوط است و مقدار ۲۰/۵۷ درصد تغییرات مربوط به مولفه دوم است (جدول ۷).

در این مطالعه برای تایید صحت مدل PCA از شاخص BSE استفاده شد. بدین ترتیب محورهای انتخاب می‌شوند که در آن‌ها مقادیر ویژه بیش از مقدار BSE باشد. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود. در مورد

جدول ۷- مقدار واریانس مربوط به هر کدام از مولفه‌ها

مولفه	مقدار ویژه	واریانس (درصد)	واریانس تجمعی به درصد	BSE
۱	۴/۵۲	۴۱/۰۹	۴۱/۰۹	۲/۹۹
۲	۲/۲۶	۲۰/۵۷	۶۱/۶۶	۲/۰۰
۳	۱/۷۹	۱۶/۲۸	۷۷/۹۴	۱/۵۳
۴	۱/۰۸	۹/۹۰	۸۷/۸۴	۱/۰۹
۵	۰/۷۵	۶/۸۸	۹۴/۷۲	۰/۸۴
۶	۰/۲۳	۲/۱۱	۹۶/۸۳	۰/۷۵
۷	۰/۱۴	۱/۲۸	۹۸/۱۱	۰/۵۵
۸	۰/۱۰	۰/۹۷	۹۹/۰۸	۰/۳۶
۹	۰/۰۶	۰/۶۰	۹۹/۶۸	۰/۱۷
۱۰	۰/۰۳	۰/۲۸	۱۰۰	۰/۱۲

همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، متغیرهای عرض دره، عمق دره، عرض کانال، عمق کانال و عرض

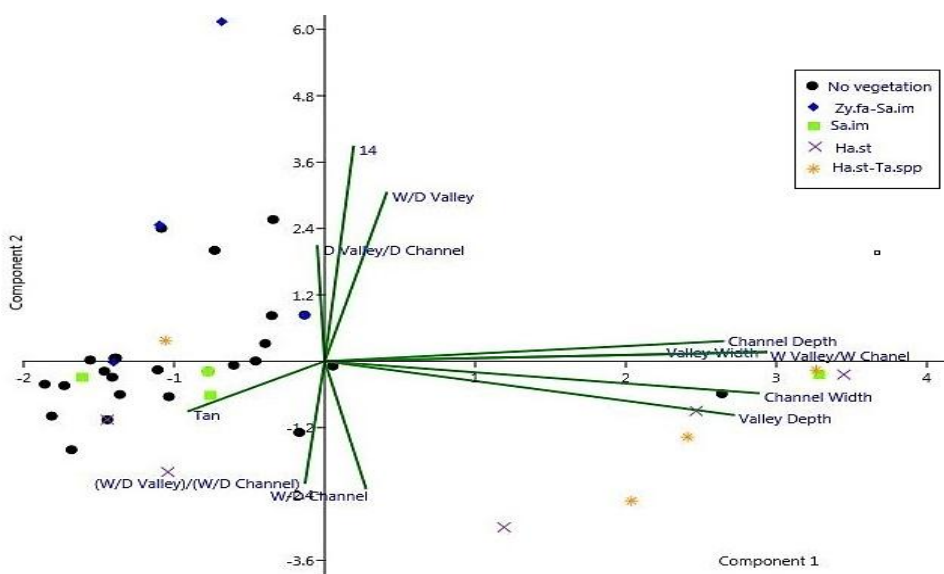
مقادیر همبستگی خصوصیات مورفومتری آبراهه‌ها نسبت به مولفه‌ها در جدول (۸) نشان داده شده است.

سوم می‌باشد. مهمترین متغیرهای تاثیرگذار بر پراکنش تیپ گیاهی در محور چهارم عرض/عمق دره و عرض/عمق کانال می‌باشد. و شیب کانال مهم‌ترین متغیر تاثیرگذار بر پراکنش پوشش گیاهی در محور پنجم می‌باشد.

دره/عرض کانال آبراهه بیشترین همبستگی را با محور اول دارند. بنابراین بر پراکنش تیپ‌های گیاهی در آبراهه‌ها موثر می‌باشند. متغیرهای عمق دره/عمق کانال و (عرض/عمق دره)/(عرض/عمق کانال) مهم‌ترین متغیرهای مولفه

جدول ۸- همبستگی هر کدام از متغیرهای مورفومتری کانال آبراهه با مولفه‌ها در روش PCA

مولفه (محور)						خصوصیت
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	
۰/۱۷۵۳	۰/۰۴۰۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۷۱۷	۰/۰۲۵۹	۰/۴۵۷۸	عرض دره
۰/۱۰۵۳	۰/۱۱۳۷	-۰/۱۸۱۴	۰/۰۵۶۵	-۰/۱۵۱۶	۰/۴۲۴۲	عمق دره
۰/۱۰۲۹	۰/۰۴۴۴	۰/۱۲۴۴	-۰/۰۹۸۸	-۰/۰۹۰۱	۰/۴۵۰۰	عرض کانال
۰/۱۴۷۵	۰/۰۱۱۳	-۰/۱۳۶۳	-۰/۲۶۴۱	۰/۰۵۶۸	۰/۴۱۳۳	عمق کانال
-۰/۰۳۹۸	۰/۸۸۶۲	-۰/۰۴۱۴	-۰/۳۸۴۲	-۰/۱۴۰۷	-۰/۱۴۱۱	شیب کانال
-۰/۵۳۱۸	۰/۲۰۱۳	۰/۵۴۷۵	۰/۱۳۰۲	۰/۴۷۵۱	۰/۰۶۴۲	عرض/عمق دره
۰/۳۵۸۲	۰/۰۹۴۲	۰/۶۳۵۷	۰/۳۴۳۰	-۰/۳۵۸۲	۰/۰۴۲۶	عرض/عمق کانال
-۰/۱۷۵۳	۰/۰۴۰۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۷۱۷	۰/۰۲۵۹	۰/۴۵۷۸	عرض دره/عرض کانال
-۰/۰۷۹۶	۰/۱۹۴۴	-۰/۴۴۳۸	۰/۵۲۰۷	۰/۳۲۴۸	-۰/۰۰۷۵	عمق دره/عمق کانال
-۰/۰۲۷۸	۰/۲۷۳۷	-۰/۱۵۹۱	۰/۵۸۸۳	-۰/۳۴۲۹	-۰/۰۲۰۲	(عرض/عمق دره)/(عرض/عمق کانال)



شکل ۳- نمودار رسته‌بندی تغییرات تیپ‌های گیاهی نسبت به عوامل مورفومتری آبراهه به روش PCA

می‌یابد. همچنین نتایج موجود بیانگر نقش اصلی و تاثیرگذار محور اول در پراکنش جوامع گیاهی است. با توجه به تغییراتی که در عوامل محیطی معرف محورهای اول و دوم اتفاق می‌افتد، بین متغیرهای تاثیرگذار عرض دره، عمق دره، عمق کانال، عرض کانال و نسبت عرض دره/عرض کانال از محور اول با تیپ‌های گیاهی *Ha.st* و *Ha.st-Ta.spp* ارتباط مستقیم و قوی دیده می‌شود و این دو تیپ عمدتاً به محور اول وابسته می‌باشند. تیپ‌های

با توجه به نمودار رسته‌بندی و جدول مقادیر همبستگی و در نظر گرفتن علامت مثبت و منفی ضرایب متغیرها که در جدول آمده است، در محور اول از راست به چپ عرض دره، عمق دره، عمق کانال، عرض کانال و نسبت عرض دره/عرض کانال کاهش پیدا می‌یابد و در محور دوم از بالا به پایین نسبت عرض/عمق دره و نسبت عمق دره/عمق کانال کاهش و نسبت عرض/عمق کانال و نسبت (عرض/عمق دره)/(عرض/عمق کانال) افزایش

یک تجزیه و تحلیل مستقیم برای تعیین دقیق عوامل محیطی و معنی‌داری آنها در ارتباط با پوشش گیاهی لازم است. به دلیل اینکه طول گرادیان در محور اول تجزیه و تحلیل DCA، ۳/۰۹ بوده که بیشتر از عدد ۳ است (جدول ۹)، تجزیه و تحلیل تطبیقی متعارفی CCA توانایی بالاتری را برای بررسی این ارتباط دارد.

Zi.fa-Sa.im و همچنین نواحی فاقد پوشش گیاهی دارای رابطه معکوس با افزایش متغیرهای تاثیرگذار عرض دره، عمق دره، عمق کانال، عرض کانال و نسبت عرض دره/عرض کانال از محور اول می‌باشند. با توجه به تجزیه و تحلیل DCA و با توجه به مشخص شدن تاثیر عوامل محیطی بر پراکنش گونه‌های گیاهی، استفاده از

جدول ۹- نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل DCA

مقادیر	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ۴
واریانس درصد تجمعی	۲۴/۱۰	۴۰/۰۰	۴۹/۰۰	۵۱/۹۰
طول گرادیان	۳/۰۹	۲/۵۷	۲/۴۴	۲/۸۶
مقدار ویژه	۰/۶۳	۰/۴۱	۰/۲۳	۰/۰۷
کل واریانس اندازه‌گیری شده در داده‌های گونه	۲/۶۲			

داده‌های گونه‌ای نسبت محورهای گونه-محیط و مجموع مقادیر ویژه استاندارد شده مشخص می‌باشد. همان‌گونه که از جدول استنباط می‌شود مقادیر ویژه برای محورهای اول دوم بیشتر از سایر محورها می‌باشد و این دو محور بیشترین درصد واریانس گونه‌ها را نشان می‌دهند.

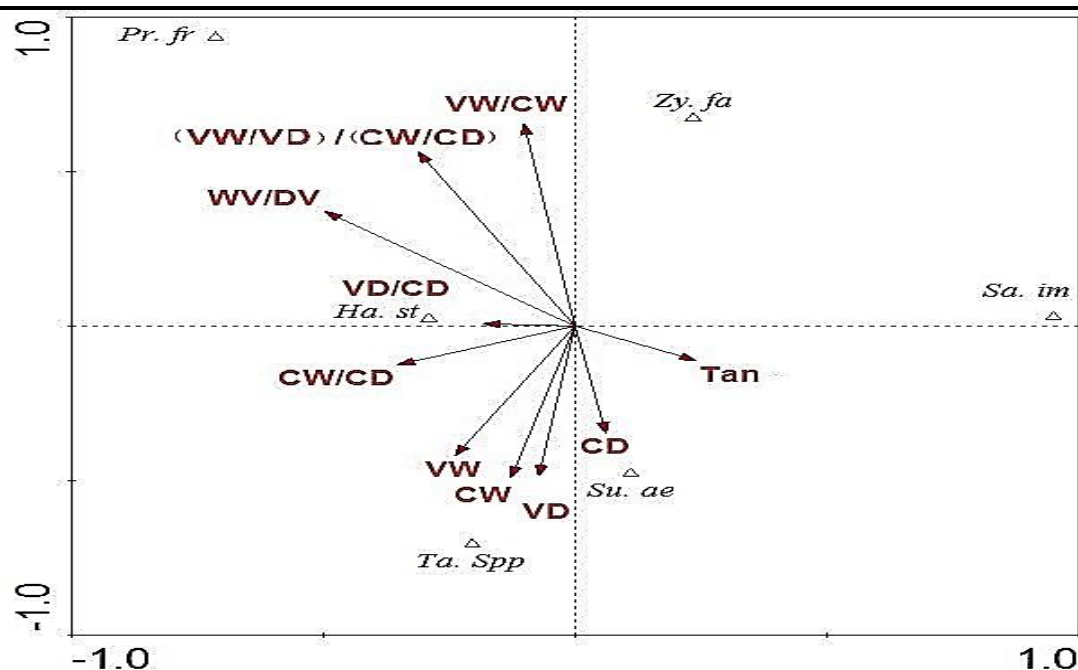
نمودار پراکنش گونه‌های گیاهی تحت تاثیر عوامل محیطی که در تجزیه و تحلیل CCA ترسیم شده است با نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل DCA همخوانی دارد. در جدول (۱۰) خلاصه آمار حاصل از رج‌بندی داده‌های گونه‌ای با عوامل ژئومتری آبراهه‌ها نمایش داده شده است در این جدول مقادیر ویژه، همبستگی گونه-محیط،

جدول ۱۰- مقادیر ویژه همبستگی بین محورهای گونه‌ای و محیطی

عامل	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ۴	جمع
مقادیر ویژه	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۳	۲/۶۲۱
همبستگی گونه-مورفومتری آبراهه	۰/۸۵	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۸۰	
درصد واریانس تجمعی داده‌های گونه‌ای	۱۶/۳	۲۹/۲	۳۹/۹	۴۸/۷	
درصد واریانس تجمعی همبستگی گونه-مورفومتری	۲۹/۷	۵۳/۳	۷۲/۸	۸۸/۸	
مجموع مقادیر ویژه مستقل	۲/۶۲۱				
مجموع مقادیر ویژه استاندارد شده	۱/۴۳				

تعیین همبستگی گونه با محیط با تکرار ۹۹۹ و همچنین ۹۹ تکرار بیانگر این مطلب بود که رابطه معنی‌داری بین عوامل مورفومتری با گونه‌ها وجود ندارد ($P\text{-Value} \leq 0/05$).

در جدول ۱۱ نیز ضرایب همبستگی بین محورهای گونه‌ای (SPX)، محورهای محیطی (ENX) و عوامل ژئومتری نشان داده شده است. آمار جدول نشان می‌دهد با در نظر گرفتن نتایج حاصل از آزمون مونت‌کارلو برای



شکل ۴- نمودار تاثیر مورفومتری آبراهه بر پراکنش گونه‌های گیاهی با استفاده از تکنیک CCA

جدول ۱۱- ضرایب همبستگی بین محورهای گونه‌ای (SPX)، محورهای محیطی و عوامل مورفومتری

	SPX1	SPX2	SPX3	SPX4	ENX1	ENX2	ENX3	ENX4
SPX1	۱							
SPX2	۰/۰۴۰۷	۱						
SPX3	-۰/۰۴۷۴	-۰/۰۷۷۸	۱					
SPX4	۰/۰۷۹۹	۰/۰۳۹۲	-۰/۰۱۷۳	۱				
ENX1	۰/۸۵۰۳	-۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱			
ENX2	۰/۰۰۰۰	۰/۸۴۳۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱		
ENX3	۰/۰۰۰۰	-۰/۰۰۰۰	۰/۸۲۲۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱	
ENX4	۰/۰۰۰۰	-۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۸۰۴۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱
VW	-۰/۲۰۲۲	-۰/۳۵۴۲	۰/۴۴۱۴	۰/۱۰۲۷	-۰/۲۳۷۸	-۰/۴۲۰۲	۰/۵۳۷۰	۰/۱۲۷۷
VD	-۰/۰۶۱۲	-۰/۴۰۹۳	۰/۴۸۶۸	۰/۲۲۷۰	-۰/۰۷۱۹	-۰/۴۸۵۶	۰/۵۹۲۲	۰/۲۸۲۳
CW	-۰/۱۰۸۰	-۰/۴۱۳۲	۰/۵۷۲۶	۰/۱۹۰۹	-۰/۱۲۷۰	-۰/۴۹۰۲	۰/۶۹۶۶	۰/۲۳۷۴
CD	۰/۰۵۲۰	-۰/۲۹۲۹	۰/۶۳۷۸	-۰/۰۶۱۸	۰/۰۶۱۲	-۰/۳۴۷۴	۰/۷۷۵۹	-۰/۰۷۶۹
TAN	۰/۲۰۶۱	-۰/۰۹۵۳	-۰/۲۱۰۱	۰/۲۹۳۷	۰/۲۴۲۴	-۰/۱۱۳۱	-۰/۲۵۵۶	۰/۳۶۵۳
WV/DV	-۰/۴۲۳۷	۰/۳۱۲۶	-۰/۰۸۲۲	-۰/۳۴۰۱	-۰/۴۹۸۳	۰/۳۷۰۸	-۰/۱۰۰۰	-۰/۴۲۳۰
CW/CD	-۰/۳۰۰۶	-۰/۱۰۵۹	۰/۰۱۶۷	۰/۲۶۲۶	-۰/۳۵۳۵	-۰/۱۲۵۶	۰/۰۲۰۳	۰/۳۲۶۶
VW/CW	-۰/۰۸۵۹	۰/۵۵۱۶	-۰/۲۰۱۷	-۰/۱۶۶۱	-۰/۱۰۱۱	۰/۶۵۴۳	-۰/۲۴۵۴	-۰/۲۰۶۶
VD/CD	-۰/۱۵۶۴	۰/۰۰۵۶	-۰/۰۹۷۶	۰/۳۳۶۸	-۰/۱۸۳۹	۰/۰۰۶۶	-۰/۱۱۸۷	۰/۴۱۸۸
(VW/CW)/ (CW/CD)	-۰/۲۶۴۸	۰/۴۷۴۲	-۰/۰۹۴۱	-۰/۳۶۰۷	-۰/۳۱۱۴	۰/۵۶۲۵	-۰/۱۱۴۵	-۰/۴۴۸۵

بحث و نتیجه‌گیری

استقرار پوشش گیاهی بر روی آن‌ها با محدودیت‌های متعددی همراه است [۲]، تغییرات میکروتوپوگرافی در سطوح دشت مارنی مورد مطالعه رابطه معنی‌داری را با تغییرات تاج پوشش گیاهی نشان نداد. اکوسیستم‌های کنارزی آبراهه تنها بخش خیلی کوچکی از مناطق خشک

همان‌طور که در بخش نتایج اشاره شد افزایش تراکم سنگریزه در دشت مارنی دارای رابطه مستقیم با افزایش درصد تاج پوشش گیاهی است و منطبق با نتایج محقق قبلی است [۳۸]. از آن‌جا که مارن‌ها سازندهایی هستند که به دلیل دارا بودن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاص

و نیمه‌خشک را در بر می‌گیرند اما آن‌ها تاثیر اساسی بر فرآیندهای اکولوژیکی، هیدرولوژیکی و ژئومرفیک این مناطق دارند [۳۰]. نتایج حاصل از ارزیابی همبستگی میان متغیرهای ژئومرفیک و درصد تاج پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که متغیرهای عرض دره، عرض کانال، نسبت عرض/عمق دره و نسبت عرض دره/عرض کانال، عمق دره و نسبت عرض/عمق کانال بیشترین تاثیرگذاری را بر درصد تاج پوشش گیاهی در آبراهه‌های نواحی مارنی دارند. بررسی این متغیرها بیانگر نقش مهم عرض کانال و خصوصاً عرض دره بر درصد تاج پوشش گیاهی دارد به طوری که با افزایش آن درصد تاج پوشش گیاهی در آبراهه‌های نواحی مارنی افزایش می‌یابد. مقایسه درصد تاج پوشش گیاهی در آبراهه‌هایی با ابعاد مختلف عرض نیز بیانگر نقش قوی تفاوت ابعاد عرض بر درصد تاج پوشش گیاهی بود. به طوری که آبراهه‌های کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب کمترین تا بیشترین درصد تاج پوشش را داشتند. نتایج این مطالعه نقش تفاوت ابعاد آبراهه را بر تغییرات تاج پوشش گیاهی نشان داد و این نتیجه با یافته‌های محقق قبلی منطبق می‌باشد [۲۰]. سازندهای مارنی به دلیل داشتن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاص، در اغلب مناطق خشک و نیمه‌خشک پوشش گیاهی اندکی دارند و استقرار پوشش گیاهی در این نواحی با محدودیت‌های متعددی همراه است [۲]. این سازندهای ریزدانه به دلیل ساختار خاص خود در شرایط نامساعد به سرعت تخریب و فرسایش می‌یابند. در سازندهای مارنی به دلیل عدم موازنه یونی و همچنین تنش شدید نمک، استقرار، جوانه‌زنی و رشد پوشش گیاهی با دشوار است، به همین دلیل سطح این سازندها عمدتاً دارای پوشش گیاهی کمتری می‌باشد [۲]. این موضوع واضح است که با افزایش ابعاد آبراهه‌ها حجم جریان انتقالی و قدرت جریان آب افزایش می‌یابد و با افزایش حجم و قدرت جریان آب رسوبات بیشتری از سازندهای دارای رسوبات درشت دانه توسط جریان حمل شده و در اطراف مسیر آبراهه ته‌نشین می‌شود و این رسوبات پتانسیل بیشتری را جهت استقرار و بقای پوشش گیاهی نسبت به اراضی مارنی دارند. همچنین بسیاری از آبراهه‌های بزرگ مقیاس رودخانه‌های فصلی مناطق خشک

می‌باشند که منبع رسوبی اصلی آن‌ها از سازندهای غیرمارنی است و رسوبات حاصل از آن‌ها جهت استقرار و دوام پوشش گیاهی بهتر از نواحی مارنی است. نتایج حاصل از بررسی پراکنش تیپ‌های گیاهی با توجه به خصوصیات مورفومتری آبراهه با استفاده از تحلیل PCA در نواحی مارنی بیانگر ارتباط بین آبراهه‌های با عرض و عمق متوسط با تراکم تیپ‌های گیاهی *Zi.fa-* و *Sa.im* بود اما با افزایش بیشتر عرض و عمق آبراهه به سمت بزرگ مقیاس و خیلی بزرگ عمدتاً شامل حضور تیپ گیاهی *Ha.st-Ta.spp* و *Ha.st* در حاشیه آبراهه‌ها در نواحی مارنی بودیم. آبراهه‌های کوچک مقیاس در محدوده مورد مطالعه عمدتاً فاقد پوشش گیاهی بودند و تیپ گیاهی آن‌ها در نقاطی که پوشش گیاهی دارد غالباً *Sa.im* می‌باشد. پس از بررسی پراکنش تیپ‌های گیاهی بررسی پراکنش گونه‌های گیاهی با استفاده از روش آنالیز تطبیقی قوس‌گیر شده استفاده شد. نتایج حاصل از DCA پراکنش گونه‌های گیاهی را با توجه به محورهای رسته‌بندی نشان داد. با توجه به نتایج حاصل از DCA در این مطالعه برای بررسی میان گونه‌های گیاهی و خصوصیات مورفومتری آبراهه توسط CCA انجام شد. با در نظر گرفتن نتایج حاصل از آزمون مونت کارلو برای تعیین همبستگی گونه با محیط با تکرار ۹۹۹ و همچنین ۹۹ تکرار بیانگر این مطلب بود که آزمون CCA نتوانست رابطه‌ای معنی‌داری را بین پراکنش گونه‌های گیاهی با عوامل مورفومتری نشان دهد. اما نتایج حاصل از ارزیابی همبستگی بین عوامل مورفومتری و تراکم تاج پوشش گیاهی و همچنین نتایج حاصل از پراکنش تیپ‌های گیاهی در ارتباط با خصوصیات مورفومتری آبراهه در نواحی مارنی توسط آنالیز مولفه‌های اصلی بیانگر ارتباط معنی‌دار برخی عوامل مورفومتری با درصد تاج پوشش گیاهی و پراکنش تیپ‌های گیاهی می‌باشد. این مطالعه نشان می‌دهد که بین ابعاد آبراهه و فلور پوشش گیاهی در رخساره کناری آبراهه همبستگی وجود دارد. همچنین نتایج این مطالعه بیانگر این مطلب است که فلور رویشی آبراهه‌های بزرگتر به سادگی فلور رویشی شاخه‌های فرعی نیست. نتایج محققان قبلی نیز این نتیجه را تایید می‌کند [۱۴ و ۲۵].

References

- [1]. Ahmadi, H. (2000). *Applied geomorphology*, vol 1. Tehran University Publication, Iran, p 623
- [2]. Bagherian Kalat, A., Ghodousi, J., Angoshtari, H. & Gzanchian, Gh. (2006). Relationship between Electrical Conductivity and Vegetation Cover in Marl Soil. *Journal of Environmental Studies*, 10th Iranian congress of soil science, (in Farsi).
- [3]. Bahre, C.J. & Shelton, M.L. (1993). Historic vegetation change, mesquite increases, and climate in southeastern Arizona, *Journal of Biology*, 20, 489-504.
- [4]. Brierley, G.J. & Fryirs, K. (2000). River Styles, a geomorphic approach to catchment characterization: Implications for river rehabilitation in Bega Catchment, New South Wales, Australia, *Environmental Management*, 25, 661-679.
- [5]. Butler, D.R. (1995). *Zoogeomorphology: Animals as Geomorphic Agents*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 231 pp.
- [6]. Engelhardt, M. B. (2009). Geomorphic Controls on Great Basin Riparian Vegetation at the Watershed and Process Zone Scales, A MSc thesis in Natural Resources and Environmental Science., University of Nevada, Reno.
- [7]. Frankl, A., Poesen, J., Scholiers, N., Jacob, M., Haile, M., Deckers, J. & Nyssen, J. (2013). Factors controlling the morphology and volume (V)-length (L) relations of permanent gullies in the northern Ethiopian Highlands, *Earth Surface Processes and Landforms*, 38(14), 1672-1684.
- [8]. Gabet, E.J. & Bookter, A. (2008). A morphometric analysis of gullies scoured by post-fire progressively bulked debris flows in southwest Montana, USA, *Geomorphology*, 96 (3-4), 298-309.
- [9]. Gibbens, R.P., Beck, R.F., McNeely, R.P., & Herbel, C.H. (1992). Recent rates of mesquite establishment in the northern Chihuahuan Desert. *Journal of Range Management*, 45, 585-588.
- [10]. Graeme, D. & D.L. Dunkerley. (1993). Hydraulic resistance by the river red gum, *Eucalyptus camaldulensis*, in ephemeral desert streams, *Australian Geographical Studies*, 31, 141-154.
- [11]. Green, A.N., Goff, J.A. & Uken, R. (2007). Geomorphological evidence for upslope canyonforming processes on the northern KwaZulu-Natal shelf, SW Indian Ocean, South Africa, *Geo-Marine Letters*, 27 (6), 399-409.
- [12]. Grover, H.D. & Musick, H.B. (1990). Shrubland encroachment in southern New Mexico, U.S.A.: An analysis of desertification processes in the American southwest, *Climatic Change*, 17, 305-330.
- [13]. Heede, B.H. (1970). Morphology of gullies in the Colorado Rocky Mountains, *International Association of Scientific Hydrology Bulletin*, 15 (2), 79-89.
- [14]. Hupp, C.R. (1986). Upstream variation in bottomland vegetation patterns, Northwestern Virginia, *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 113, 421-430.
- [15]. Huang, H.Q. & G.C. Nanson. (1997). Vegetation and Channel Variation: A Case Study of Four Small Streams in Southeastern Australia. *Geomorphology* 18:237-249.
- [16]. Joaquin, G.C. & Gabriel, M.M. (2004). Comparison of floristic changes on vegetation affected by different levels of soil erosion in Miocene clays and Eocene marls from Northeast Spain, *Plant Ecology*, 173 (1), 83-93.
- [17]. Jongman, R. H. G., Ter. Break, C. J. F. & Van Tongeren, O. F. R. (1987). Data nAnalysis in Community and Landscap Ecology. Center Fire Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. 299p.
- [18]. Ludwig, B.B & J, Auzet. (1995). Hydrological structure and erosion damage caused by concentrated flow in cultivated catchments. *Catena*, 25 (1), 227-252.
- [19]. Matthews, E. R. (2011). Piedmont Alluvial Vegetation: Classification, Geographic Variation, and Restoration., PhD thesis in Ecology, Univeristy of North Carolina.
- [20]. McDonald, E., Hamerlynck, E., McAuliffe., J. & Caldwell, T. (2004). Analysis of Desert Shrubs along First-Order Channels on Desert Piedmonts: Possible Indicators of Ecosystem Condition and Historic Variation. Desert Research Institute, Final Technical Report
- [21]. Montgomery, D.R. & Buffington, J.M. (1997). Channel-reach morphology in mountain drainage basins, *Geological Society of America Bulletin*, 109, 596-611.
- [22]. Montgomery, D.R. (1999). Process domains and the river continuum, *Journal of American Water Resources Association*, 35, 397-410.
- [23]. Mouw, J.E.B., Stanford, J.A, & P.B. Alaback. (2009). Influences of flooding and hyporheic exchange on floodplain plant richness and productivity, *River research and applications*, 25, 929-945.
- [24]. Nicole, P. (2012). Effects of Land Surface Characteristics on Pedogenesis, Biological Soil Crust Community Diversity, and Ecosystem Functions in a Mojave Desert

- Piedmont Landscape, PhD thesis in Soil and Water Sciences, University of California.
- [25]. Nilsson, C., Ekblad, A., Dynesius, M., Backe, S., Gardfjell, M., Carlberg, B., Hellqvist, S. & R. Jansson. (1994). A comparison of species richness and traits of riparian plants between a main river channel and its tributaries, *Journal of Ecology* 82, 281–295.
- [26]. Nilsson, C. G., Grelsson, M.J. & Sperens, U. (1989). Patterns of plant species richness along riverbanks, *Ecology*, 70, 77-84.
- [27]. Saleh, A. (1993). Soil roughness measurement: chain method, *Journal of Soil and Water Conservation*, 48, 527–529.
- [28]. Parker, K.C. & Bendix, J. (1996). Landscape-scale geomorphic influences on vegetation patterns in four environments. *Physical Geography*, 17, 113–141.
- [29]. Peterson, F.F. (1981). Landforms of the Basin and Range Province defined for soil survey. Nevada Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 28. University of Nevada, Reno.
- [30]. Shaw, J.R. & Cooper, D.J. (2008). Linkages among watersheds, stream reaches, and riparian vegetation in dryland ephemeral stream networks, *Journal of Hydrology*, 350, 68-82.
- [31]. Stallins, J.A. (2006). Geomorphology and ecology: unifying themes for complex systems in biogeomorphology, *Geomorphology* 77, 207–216.
- [32]. Soufi, M. (2004). Morpho-climatic classification of gullies in Fars province, Southwest of IR Iran. 13th International Soil Conservation Organisation Conference, p. 4.
- [33]. Swanson, F.J., Johnson, S.L., Gregory, S.V. & Acker, S.A. (1998). Flood disturbance in a forested mountain landscape: Interactions of land use and floods. *Bioscience*, 48, 681-689.
- [34]. Tabacchi, E. & Planty-Tabacchi, A.M. (2005). Exotic and native plant community distributions within complex riparian landscapes: A positive correlation, *Ecoscience*, 12, 412-423.
- [35]. Tabacchi, E., Planty-Tabacchi, A.M., Salinas, M.J. & Decamps, H. (1996). Landscape structure and diversity in riparian plant communities: a longitudinal comparative study, *Regulated Rivers: Research and Management*, 12, 367-390.
- [36]. Tamartash, R., Tatian, M. R., Reihani, B. & Shokrian, F. (2010). Investigation on relation between physicochemical characteristics of marl soils and plant communities (Case study: Birjand plain). *Iranian journal of Range and Desert Research*, 16(4), 481-492, (in Farsi).
- [37]. Tatian, M. R., Zabihi, A. R., Tamartash, R. & Shaabani, M. (2011). Determination of Indicator Species of Some Soil Characteristics by Ordination Method in Kooh-e-Namak Rangelands, Qom. *Journal of Environmental Studies*, 58, 21-28, (in Farsi).
- [38]. Toranjzar, H., Jafari, M., Azarnivand, H. & Hganadha, M.R. (2005). Survey on Relationship between Soil and Vegetation in Voshnou Rangeland Qom Province, *Desert Journal*, 10(2), 349-360. (in Farsi).
- [39]. Zare Chahouki, M.A. (2008). PC-ORD Software, Multivariate analysis, Course leaflet, Natural Resources, University of Tehran (In Persian).
- [40]. Zucca, C., Canu, A. & Della Peruta, R. (2006). Effects of land use and landscape on spatial distribution and morphological features of gullies in an agropastoral area in Sardinia (Italy). *Catena*, 68(2–3), 87–95.
- [41]. Valcárcel, M., Taboada, M.T., Paz, A. & Dafonte, J. (2003). Ephemeral gully erosion in northwestern Spain, *Catena*, 50(2), 199–216.

Biogeomorphological Study of Marl Geological Formations with Emphasis on Vegetation (Case Study:Lamerd, Fars Province)

1-M.T., Sehati, PhD Student of Combat Desertification, Department of Rangeland & Watershed Management Faculty of Agriculture and Natural Resources, Hormozgan University
m.sehhati@gmail.com

2- A. Nohegar, Professor of Department of Environmental Planning and Management, Faculty of Environment, University of Tehran

3- Y. Esmailpour, Assistant Professor of Department of Rangeland & Watershed Management, Faculty of Natural Resource, Hormozgan University

4- H. Gholami, Assistant Professor of Department of Rangeland & Watershed Management, Faculty of Natural Resource, Hormozgan University

Received: 01 Oct 2015

Accepted: 25 Jun 2016

Abstract

Vegetation cover establishment in marl geological formations due to some physical and chemical characteristics in most arid and semi-arid land associated with numerous limitations. For a proper understanding of the status of ecosystems, arid areas need to recognize the dynamic relationship between vegetation and geomorphology. This study included the relationship between land surface properties and morphometric characteristics of streams with distribution of vegetation in marl lands. In this study, according to the Hydrgeomorphic classification, streams morphometric properties and vegetation characteristics to evaluate the impact of morphometric characteristics on vegetation distribution along homogeneous waterways units were measured. Also vegetation cover, surface gravel density and the roughness of microtopography by linear transect was measured. Soil sample were taken and transferred to the laboratory for determination soil characteristics. Streams morphometric characteristics and land surfaces properties relationship with vegetation cover (%) were analyzed by statistical tests. The results showed that there is direct significant relationship between surface gravel density and vegetation cover in marl plain. The results showed that significant role of some channel plan characteristics on the vegetation cover (%) and distribution of different plant types. CCA analysis is not suitable to analyze the relationship between plant species and morphometric characteristics of streams in this area. In conclusion, our results showed that the role of surface gravel density and streams morphometric properties on vegetation cover (%) and distribution of vegetation type in marl geological formations, but the prediction of plant species distribution using CCA analysis, with emphasis on morphometric characteristics of streams in the study area is very difficult.

Keywords: Geological Formation, Marl, Stream, Vegetation Cover, Biogeomorphology, Geomorphology.

آنالیز عددی روابط مورفومتریک پیکان‌های ماسه‌ای و گونه‌های گیاهی عامل

(مطالعه موردی: ریگ نجارآباد، شاهرود)

۱- علیرضا عرب عامری، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

alireza.ameri91@ut.ac.ir

۲- مهران مقصودی، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران

دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۵

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۱۲

چکیده

پیکان ماسه‌ای یکی از مهم‌ترین اشکال اراضی تراکمی ریگ نجارآباد در شهرستان شاهرود است. در این پژوهش ارتباط بین خصوصیات مورفولوژیکی و مورفومتریک پیکان‌های ماسه‌ای حاصل از گونه‌های خارشر و اشنان منطقه مورد مطالعه با استفاده از رگرسیون خطی ساده و چندگانه بررسی است. خصوصیات مورفومتریک گیاهی شامل ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش و خصوصیات مورفومتریک پیکان ماسه‌ای شامل حجم پیکان ماسه‌ای، حداکثر عرض پیکان ماسه‌ای و طول پیکان ماسه‌ای هستند. نتایج تحلیل همبستگی پیکان‌های ماسه‌ای بیانگر عملکرد متفاوت ارتباطات بین مولفه‌های پوشش گیاهی و خصوصیات مورفومتریک پیکان‌های ماسه‌ای است. در گونه اشنان ارتباط و همبستگی زیادی $0/670$ بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای و همچنین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان ماسه‌ای $0/753$ وجود دارد، در حالی که این همبستگی در گونه خارشر $0/504$ و $0/680$ می‌باشد. نتایج رگرسیون خطی چند گانه نیز بیانگر ارتباط و همبستگی بیشتر مولفه‌های مورفومتریک پیکان ماسه‌ای با ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش در گونه اشنان $0/879$ ، $0/831$ ، $0/661$ در مقایسه با گونه خارشر $0/769$ ، $0/683$ ، $0/523$ است. نتایج نشان دهنده این است که گونه خارشر ساز و کار متکامل تری در به دام انداختن ماسه‌ها و تشکیل پیکان ماسه‌ای دارد. نتایج حاصل از این پژوهش در رویکرد مدیریت مناطق بیابانی و همچنین در طرح‌های تثبیت ماسه‌های روان مفید خواهد بود.

واژگان کلیدی: مولفه‌های مورفومتریک؛ مولفه‌های مورفولوژیک؛ پیکان ماسه‌ای؛ ریگ نجارآباد.

مقدمه

می‌شود. این مسائل باعث عدم اجرای طرح‌های محرومیت‌زدایی نظیر ساخت راه‌های ارتباطی، اجرای طرح‌های عمرانی و کشاورزی شده و باعث فقر شدید اقتصادی در بین ساکنان منطقه و مهاجرت آن‌ها به مناطق دیگر می‌شود [۲۳]. شناخت و بررسی دقیق و آمار پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مطالعاتی و تحلیل علمی خصوصیات آن‌ها به عنوان عامل بازدارنده ماسه‌های متحرک می‌تواند در مدیریت محیط منطقه و استفاده بهینه از منابع طبیعی آن مفید واقع شود. پوشش گیاهی نقش مهمی در تعیین دینامیک و مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای در محیط‌های بیابانی از طریق تاثیر روی حمل و نقل و به دام انداختن ماسه‌ها دارند [۲۸، ۲۷، ۲۶، ۲۲ و ۱۴]. بین سیستم‌های بادی که از نظر مقدار بار رسوب فقیر و غنی هستند، تشکیلات متفاوتی از عوارض ماسه‌ای

نیروی باد در حدود ۲۸ درصد از خشکی‌های جهان را فرسایش می‌دهد [۱۷]. طوفان‌های ماسه‌ای و گرد و خاک نه تنها در ایران بلکه در سایر کشورهای آسیایی، آفریقایی و آمریکایی نیز موجب خسارات مالی و جانی فراوان می‌شود [۱۶]. طوفان سیاه شمال چین در سال ۱۹۹۳ باعث کشته شدن ۸۵ نفر و تخریب حدود ۳۷۳۰۰۰ هکتار از محصولات زراعی [۲۹] و همچنین جابه‌جایی سالانه دست کم ۱۶۱ میلیون تن خاک در کانادا به ارزش ۲۴۹ میلیون دلار [۲۰] شد. تحرک ماسه‌های بادی در منطقه مورد مطالعه به عنوان مخاطره زیست‌محیطی در نواحی خشک و نیمه خشک، باعث می‌شود سالانه هزاران تن ماسه روان اراضی کشاورزی، مراکز سکونت‌گاهی و راه‌های دسترسی را در کام خود فرو برده و باعث نابودی آن‌ها، مهاجرت روستاییان و زیان‌های اقتصادی بی‌شماری

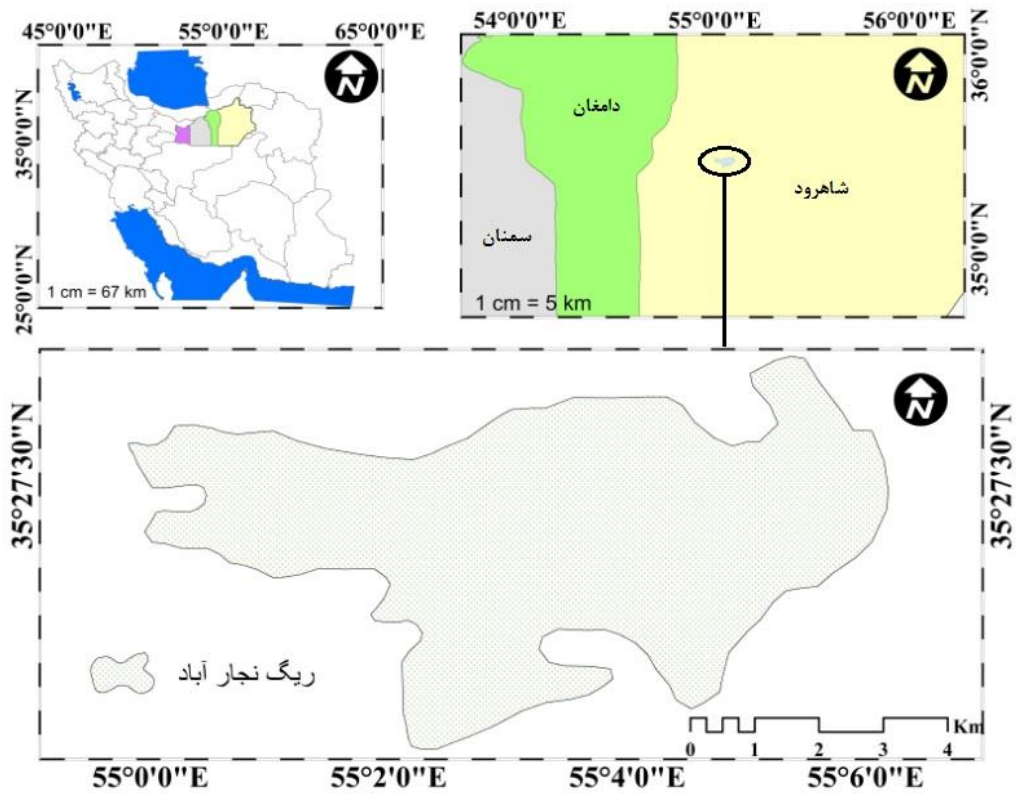
ثابت فرض شده و به تغییرات و ارتباطات حاصل بر اثر عملکرد ویژگی‌های گونه گیاهی پیکان ماسه‌ای پرداخته شده است. هدف اصلی این پژوهش بررسی رابطه بین عوامل پوشش گیاهی با خصوصیات مورفومتری پیکان ماسه‌ای گونه‌های اشنان^۱ و خارشتر^۲ با استفاده از روش‌های اندازه‌گیری عددی و تحلیل‌های آماری است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، ریگ نجارآباد بوده که در شمال شرق طرود، شهرستان شاهرود، در استان سمنان و در حاشیه شمالی کویر بزرگ مرکزی واقع شده است. به دلیل کمبود ریزش‌های جوی در اطراف این کویر، سیستم‌های شکل‌زایی بادی بر دیگر فرآیندها حاکمیت دارند و می‌توان انواع رخساره‌های فرسایش بادی را در این منطقه مشاهده کرد. ریگ نجارآباد با وسعت ۲۸۶۴/۹ هکتار یکی از ریگ‌های موجود در حاشیه شمالی کویر بزرگ مرکزی است که به صورت نامنظم در امتداد غربی-شرقی در طول ۸ کیلومتر کشیده شده است. این ریگ در محدوده بین ۳۵ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۵۹ دقیقه و ۵۵ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). موقعیت جغرافیایی خاص منطقه، شرایط متضاد اقلیمی را در فصل‌های مختلف سال، هم از نظر منشأ توده‌های هوای باران‌زا و هم در ارتباط با شرایط هوای برودتی و حرارتی به وجود آورده است. مقادیر عناصر اقلیمی منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ نمایش داده شده است. باد به عنوان یکی از عوامل موثر در فرسایش و جابه‌جایی مواد در فرسایش خاک، هوازگی و تجزیه آن موثر است [۱]. برای ترسیم گلباد منطقه مورد مطالعه از آمار یکساله ایستگاه کلیماتولوژی طرود، استفاده شد. گلباد منطقه نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی بادهای جهت شمالی دارند (شکل ۲). جهت پیکان‌های ماسه‌ای در منطقه شمال شرق - جنوب غرب می‌باشد، زیرا ماسه‌های روان تحت تاثیر بادهای غالب منطقه حرکت کرده و در جهت بادهای غالب پیکان‌های ماسه‌ای شکل گرفته‌اند.

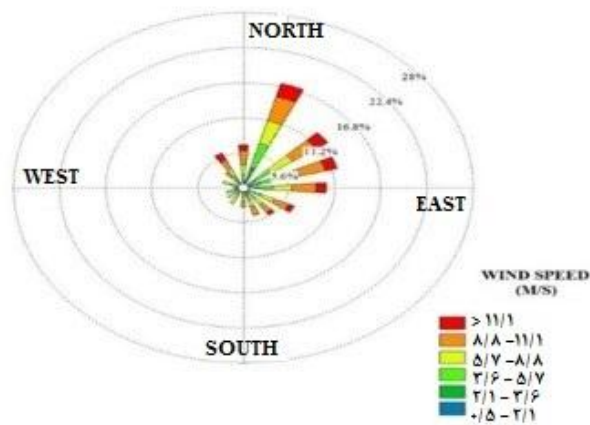
می‌توان مشاهده کرد [۱۰] که پیکان‌های ماسه‌ای یکی از آن‌هاست. ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین اشکال تراکم ماسه، پیکان ماسه‌ای است. بیشترین حجم ماسه‌های بادی از طریق جهش جابه‌جا می‌شوند. چنانچه در مسیر سقوط این دانه‌ها مانعی وجود داشته باشد به علت کاهش سرعت باد در برخورد با این مانع دانه‌ها به زمین می‌افتند. سپس در محلی که کمترین میزان فشار وجود دارد روی هم متمرکز می‌شوند. مناسب‌ترین نواحی برای ایجاد پیکان‌های ماسه‌ای بیابان‌های با پوشش استپی است [۱۲]. در رابطه با ارتباط خصوصیات مورفولوژی گونه‌های گیاهی و خصوصیات مورفومتری عوارض حاصل از آن‌ها تحقیقات زیادی صورت گرفته است [۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۵، ۲۴ و ۲۵]. به طوری که ویژگی‌های مورفولوژیکی و توسعه نیکاهای ساحلی را در منطقه شمال شرق کویت مورد ارزیابی قرار دادند [۲]. بررسی پراکندگی و ویژگی‌های نیکاهای گونه *Nitraria asphaerocarpa* در بیابان گبی ثابت کرد که نیکاهای مطالعه شده در اندازه‌های مختلف وجود دارند و میانگین ارتفاع و طول آن‌ها به ترتیب ۱۵ و ۱۸ سانتیمتر می‌باشد [۱۱]. همچنین رابطه خطی بین ارتفاع و طول نیکاهای نشان می‌دهد که بیشتر آن‌ها در مرحله رشد قرار دارد. [۱۸] با بررسی خصوصیات مورفومتری نیکا و مورفولوژی گیاهی آن با استفاده از روش‌های آماری در کویر سیرجان و تعیین ارتباط آماری بین مشخصه‌های مورفومتری و مورفولوژی گیاهی آن، سازگارترین گونه گیاهی را در منطقه مشخص شد. نتایج تحقیقات در خصوص ارتباط بین گونه‌های گیاهی و عوارض ایجاد شده بوسیله آن‌ها، کمتر از معیارهای کمی تبعیت کرده و به طور عمده دیدگاه‌های سنتی را در شکل‌گیری این گونه‌های ناهمواری دنبال کرده است. در این پژوهش با تکیه بر روش‌های کمی، خصوصیات ژئومورفولوژی موجود در چشم انداز پیکان ماسه‌ای بررسی شده و ارتباط بین عوامل موثر در شکل‌زایی پیکان ماسه‌ای تعیین می‌گردد. از آنجایی که عوامل متعددی در مورفولوژی پیکان ماسه‌ای دخالت دارند. در این پژوهش با ثابت نگه داشتن برخی از این عوامل، نقش عامل پوشش گیاهی در مورفولوژی پیکان ماسه‌ای بررسی شود. به عبارت دیگر، عوامل اقلیمی (باران، باد) و عوامل ترسیمی (اندازه دانه‌بندی و) و عامل زمان



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- متغیر اقلیمی منطقه مورد مطالعه (در دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰))

متغیرهای اقلیمی	دوره زمانی			
	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
میانگین حداقل دما	-۰/۶۵	۱۵/۱۵	۲۱/۳۸	۵/۶۸
میانگین حداکثر دما	۱۲/۹۱	۳۰/۶۸	۳۸/۹۷	۲۲/۱۹
میانگین حداقل رطوبت نسبی	۴۳/۲۱	۲۷/۶۸	۳۱/۷۱	۳۸/۱۲
میانگین حداکثر رطوبت نسبی	۶۶/۳۱	۴۵/۱۷	۳۸/۸۹	۵۷/۱۶
میانگین بارندگی	۱۱۸/۸۹	۷۶/۴۹	۲۹/۹۶	۹۸/۱۲
میانگین سرعت باد	۱۲/۱۵	۸/۳۱	۵/۴۳	۷/۲۴



شکل ۲- گلباد سالانه منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

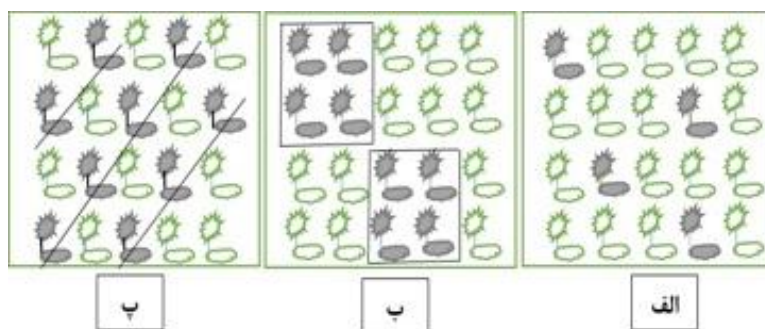
(کوادرات) (شکل ۳ ب). روش نمونه برداری در این پژوهش بر اساس روش تک بعدی و واحد نمونه برداری طولی صورت گرفته است. این روش امکان نمونه برداری تصادفی را در کل محدوده مورد مطالعه فراهم می آورد. بنابراین برای پوشش کامل منطقه مطالعاتی ۱۰ ترانسکت یک کیلومتری با استفاده از دستگاه GPS در نظر گرفته شد (شکل ۴). نخست در قسمت جنوبی منطقه مورد مطالعه نقاط ابتدایی ترانسکت‌ها با GPS تعیین و سپس در جهت شمال جغرافیایی مسیری به طول یک کیلومتر طی شد. سپس در امتداد آن پیکان‌های برخورد کرده با مسیر اندازه گیری شد. حجم نمونه بستگی به موقعیت پیکان‌های ماسه‌ای نسبت به محل ترانسکت‌های مستقر شده داشته است در مجموع ۴۸ پیکان ماسه‌ای از گونه اشنان و ۱۶ پیکان ماسه‌ای گونه خارشتر ارزیابی شده است.

۳) برداشت ویژگی‌های مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای و مرفولوژی گیاه، چگونگی اندازه‌گیری مولفه‌های مرفومتريک و مرفولوژیک پیکان‌های ماسه‌ای در شکل ۵ نشان داده شده است. جدول ۲ مشخصات گونه‌های گیاهی تشکیل دهنده پیکان ماسه‌ای در منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

در این پژوهش از ابزار مختلفی برای بررسی مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای و مرفولوژی گیاه استفاده شده است. برای بررسی مورفومتری پیکان ماسه‌ای و مرفولوژی گیاه از متر، ژالون و GPS استفاده شد. همچنین برای مشخص کردن محدوده مورد مطالعه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدیدهای میدانی استفاده شد. روش کار این پژوهش به مراحل زیر تقسیم شده است.

۱) مشخص کردن محدوده مورد نظر از روی تصاویر ماهواره‌ای؛

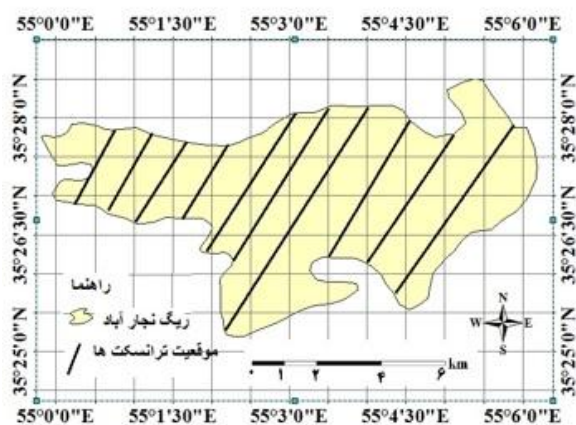
۲) بازدید کلی چشم‌انداز منطقه و مشخص کردن خطوط ترانسکت برای سهولت مطالعه و انتخاب پیکان‌های ماسه‌ای با هدف برداشت‌های میدانی. در این پژوهش از ۱۰ ترانسکت به منظور برداشت نمونه‌های مورد نظر و مطالعه بر روی آن‌ها استفاده شد. حجم نمونه به موقعیت پیکان ماسه‌ای نسبت به موقعیت ترانسکت‌های مستقر شده بستگی دارد. روش‌ها و واحدهای نمونه برداری رایج در مطالعات میدانی به سه دسته تقسیم می‌شوند [۳]. روش نقطه‌ای؛ واحد طول نقطه (شکل ۳ الف)؛ روش تک بعدی؛ واحد طول ترانسکت (شکل ۳ پ)؛ روش دو بعدی؛ واحد پلات



شکل ۳- انواع روش‌های نمونه برداری میدانی

جدول ۲- مشخصات گونه‌های گیاهی تشکیل دهنده پیکان ماسه‌ای

اسم علمی	علامت اختصاری	اسم فارسی	خانواده	شکل حیاتی	شکل رویشی
<i>Seidlitzia florida</i>	<i>Sl.fl</i>	اشنان	Tamariaceae	بوته‌ای	فانروفیت
<i>Alhagi mannifera</i>	<i>Al.ma</i>	خارشتر	Fabaceae	فورب چند ساله	همی کریپتوفیت



شکل ۴- موقعیت ترانسکت‌ها و پیکان‌های ماسه‌ای در منطقه مطالعاتی



شکل ۵- توضیح تصویری مولفه‌های مورفومتریک و مورفولوژیک پیکان ماسه‌ای

$$V = 0.5(0.33 \pi R^2 H) \quad (1)$$

که در آن:

V: حجم مخروط پیکان ماسه‌ای به متر مربع، H: ارتفاع پیکان ماسه‌ای به متر و R: شعاع قاعده مخروط پیکان ماسه‌ای به متر است. نمایی از پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مورد مطالعه در شکل ۶ نشان داده شده است.

(۴) برای محاسبه قطر تاج پوشش گیاه، میانگین دو قطر تاج گیاه، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه بلندترین شاخه گیاه، و برای اندازه‌گیری ارتفاع پیکان ماسه‌ای، ارتفاع قله پیکان ماسه‌ای تا سطح قاعده آن و برای به دست آوردن حجم پیکان ماسه‌ای نیز از رابطه ۱ استفاده شد [۵].



شکل ۶- نمایی از پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مطالعاتی

۵) تجزیه و تحلیل ویژگی‌های مورفومتری و مورفولوژی پیکان‌های ماسه‌ای:

رابطه‌سنجی بین صفات گیاهی با صفات مورفومتری پیکان ماسه‌ای بر اساس تحلیل رگرسیون ساده و تحلیل رگرسیون چند متغیره با استفاده از نرم افزار SPSS استوار شده است. برای این منظور، ابتدا روش‌های رگرسیون ساده خطی و غیر خطی آزمون شد. در روش رگرسیون ساده، روابط گوناگون خطی، توانی، لگاریتمی، نمایی، مکعبی و غیره بین مولفه‌های گوناگون محاسبه و از بین روابط رگرسیون ساده روابط با ارزش رجحانی بالاتر انتخاب گردید. در این روش، بهترین ارتباطات از توابع خطی، توانی و نمایی پیروی می‌کند. بنابراین، در قسمت نتایج فقط به ذکر این روابط اکتفا شده است. در آخر برای شناسایی نوع رابطه و میزان تاثیر آن‌ها ضریب همبستگی، ضریب تعیین، ضریب تعیین تعدیل شده، انحراف معیار برآورد و سطح معنی‌داری روابط ارائه شد و بهترین روابط با ارجحیت بالا گزارش شده است. روش آماری چند متغیره نیز بین متغیرهای وابسته (پیش‌بینی شونده) و متغیرهای مستقل (پیش‌بینی کننده) رابطه همبستگی برقرار می‌نماید، به گونه‌ای که متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل قابل پیش‌بینی باشد. اساس این تحلیل الگوی خطی عمومی است. در تحلیل رگرسیون گام به گام، متغیرهای مستقل همزمان بررسی می‌گردند. ممکن است دو متغیر در دو معادله جداگانه رابطه معناداری داشته باشند، ولی وقتی هر دو همزمان وارد معادله شوند رابطه آن‌ها با متغیر وابسته تغییر نموده و یکی از آن‌ها معنی‌داری خود را از دست بدهد. در این روش از بین متغیرهای پیش‌بینی کننده هر کدام که بیشترین

همبستگی را با متغیر وابسته و کمترین همبستگی معنی‌دار را با سایر متغیرها داشته باشد وارد معادله می‌شود. سپس متغیر بعدی که بیشترین همبستگی را با متغیر وابسته دارد وارد معادله می‌شود. اگر احتمال معنی‌دار بودن یکی از این دو متغیر از ۱۰ درصد تجاوز کرد، آن را از معادله خارج و متغیر بعدی وارد معادله می‌شود. وضعیت ایده آل آن است که متغیرهای پیش‌بینی کننده کمترین همبستگی را با یکدیگر و بیشترین همبستگی را با متغیر پیش‌بینی شونده داشته باشد، در غیر این صورت، اگر متغیرهای پیش‌بینی کننده همبستگی زیادی با هم داشته باشند، یکی از آن‌ها که همبستگی بیشتری با متغیر پیش‌بینی کننده دارد، انتخاب و دیگری حذف می‌گردد، حتی اگر همبستگی آن با متغیر پیش‌بینی کننده معنی‌دار باشد.

نتایج

با توجه به ویژگی‌های گیاه شناسی، هیدرولوژیکی، زمین شناسی، اقلیمی و ژئومورفولوژیکی منطقه مطالعاتی و اهداف پژوهش، می‌توان گفت که نوع پیکان‌های ماسه‌ای و متغیرهای مورفومتری آن متفاوت است. در این پژوهش سعی گردیده تا مهم‌ترین نوع پیکان‌های ماسه‌ای شامل پیکان‌های ماسه‌ای گونه‌های *Seidlitzia florida* و *Alhagi mannifera* و مؤثرترین متغیرهای مورفومتری آن‌ها شامل ارتفاع پیکان ماسه‌ای، حجم پیکان ماسه‌ای، حداکثر عرض پیکان ماسه‌ای، قطر تاج پوشش، ارتفاع گیاه پرداخته شده است (جدول ۳).

جدول ۳- مشخصات مورفومتری و مورفولوژی پیکان‌های ماسه‌ای

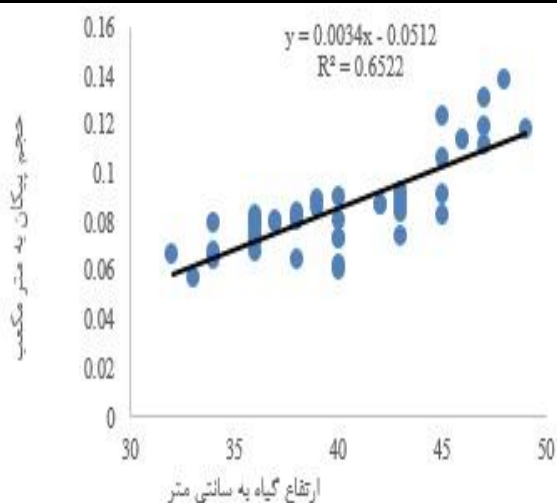
گونه‌های گیاهی	متغیرها	میانگین	حداقل	حداکثر	واریانس	انحراف از معیار
<i>Sl.fl</i>	ارتفاع گیاه (cm)	۳۹/۰۷	۳۰	۴۹	۰/۳۵	۵/۰۰۸
	قطر تاج پوشش (cm)	۹۲/۸۳	۸۲	۱۰۹	۰/۳۴	۶/۹۸۳
	طول پیکان (cm)	۸۳/۳۳	۶۵	۱۱۰	-۰/۰۷	۱۱/۵۲
	حجم پیکان (cm ³)	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱۴	-۰/۲۵	۵/۳۳۶
<i>Al.ma</i>	حداکثر عرض پیکان (cm)	۳۶/۴۳	۲۴	۴۷	-۰/۲۵	۵/۳۳۶
	ارتفاع گیاه (cm)	۲۹/۸۷	۲۰/۸	۳۹/۸	۰/۳۵	۵/۰۰۸
	قطر تاج پوشش (cm)	۸۶/۰۳	۷۵/۲	۱۰۲	۰/۳۴	۶/۹۸۳
	طول پیکان (cm)	۷۹/۰۳	۵۵/۷	۱۰۰	-۰/۰۷	۱۱/۵۲۳
	حجم پیکان (cm ³)	۰/۰۶۳	۰/۰۴۱	۰/۱۱	۳/۰۱	۰/۰۱۱
	حداکثر عرض پیکان (cm)	۳۵/۲۳	۲۲/۸	۴۵/۸	-۰/۲۵۴	۵/۳۳۶

florida به ترتیب زیر می‌باشد. ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و حجم پیکان ۰/۷۵۹، در معادله خطی، ۰/۸۲۱ در معادله توانی و ۰/۸۷۴ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۵۳۲، ۰/۶۴۸، ۰/۶۸۹ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان ۰/۵۳۲ در معادله خطی، ۰/۵۵۶ در معادله توانی و ۰/۵۶۱ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۲۸۴، ۰/۳۱۵، ۰/۳۱۷ برای معادلات خطی، توانی و نمایی است. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و طول پیکان ۰/۰۵۴ در معادله خطی، ۰/۰۷۶ در معادله توانی و ۰/۱۳۵ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۰۰۷، ۰/۰۱۵، ۰/۰۶۸ برای معادلات خطی، توانی و نمایی است. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و حجم پیکان ۰/۸۳۵ در معادله خطی، ۰/۸۷۶ در معادله توانی و ۰/۸۸۷ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۶۲۵، ۰/۶۷۵، ۰/۶۸۱ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان، ۰/۹۱۲ در معادله خطی، ۰/۹۲۳ در معادله توانی و ۰/۹۶۵ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۷۰۹، ۰/۷۳۴، ۰/۸۱۲ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد.

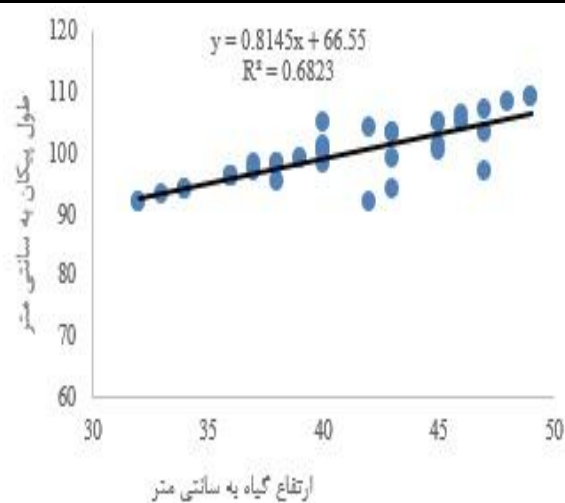
پس از اندازه‌گیری مولفه‌های مورفومتریک و مورفولوژیک پیکان‌های ماسه‌ای گونه‌های *Alhagi mannifera* و *Seidlitzia florida* و تشکیل ماتریس داده‌ها اقدام به رابطه‌سنجی و تجزیه و تحلیل داده‌ها گردید. بررسی ارتباط بین متغیرهای مورفومتری گیاه و مورفولوژی پیکان‌های ماسه‌ای گونه‌های *Alhagi mannifera* و *Seidlitzia florida* در جدول‌های ۶ تا ۴ و شکل‌های ۷ و ۸ ارائه شده است. جدول‌های ۴ و ۵ نتایج رگرسیون ساده بین مولفه‌های مورفومتری و مورفولوژی گونه *Alhagi mannifera* و *Seidlitzia florida* را نشان داده است. خصوصیات مورفولوژی گیاهی شامل ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش و خصوصیات مورفومتری پیکان ماسه‌ای شامل حجم پیکان ماسه‌ای، حداکثر عرض پیکان ماسه‌ای و طول پیکان ماسه‌ای هستند. نتایج حاصل از رگرسیون ساده بین مولفه‌های مورفومتری و مورفولوژی پیکان‌های ماسه‌ای گونه *Seidlitzia florida* بیانگر بیشترین میزان همبستگی خطی بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای به میزان ۰/۹۳۴ در معادله خطی، ۰/۹۵۱ در معادله نمایی و ۰/۹۷۸ در معادله توانی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۷۱۸، ۰/۷۷۹، ۰/۸۱۹ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی برای پارامترهای دیگر مورفومتری و مورفولوژی برای پیکان ماسه‌ای گونه *Seidlitzia*

جدول ۴- نتایج آنالیز رگرسیون بین مولفه‌های مورفومتری و مورفولوژی گونه *Seidlitzia florida*

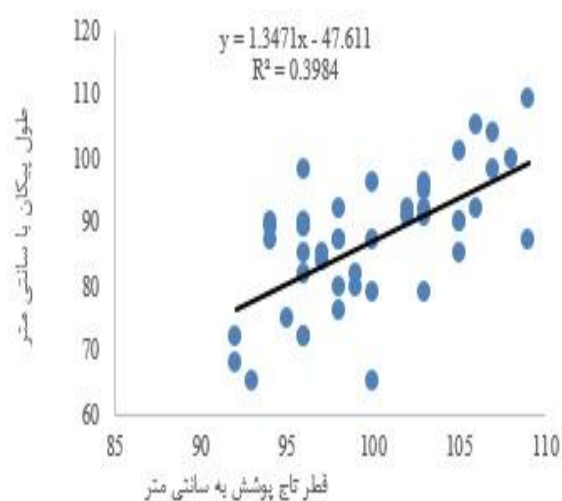
پارامترهای مدل	نوع رابطه	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	انحراف معیار برآورد	F	سطح معنی‌داری
ارتفاع گیاه و طول پیکان	خطی	۰/۸۸۶	۰/۶۸۲	۰/۶۷۸	۱/۵۶	۲۱۵/۷۶	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۹۱۰	۰/۷۷۹	۰/۷۷۵	۰/۱۷۹	۱۱۴/۵	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۹۵۳	۰/۷۶۰	۰/۷۵۳	۰/۱۳۵	۸۵/۸۹	۰/۰۰۰
ارتفاع گیاه و حجم پیکان	خطی	۰/۷۵۹	۰/۵۳۲	۰/۵۲۸	۱/۹۱۲	۱۱۰/۱۹۸	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۸۲۱	۰/۶۵۲	۰/۶۴۷	۰/۲۲۹	۸۷/۱۲۶	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۸۷۴	۰/۶۸۹	۰/۶۸۴	۰/۱۵۸	۶۵/۸۷	۰/۰۰۰
ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان	خطی	۰/۶۳۲	۰/۳۸۴	۰/۳۸۰	۱/۳۲	۶۲/۳۲	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۶۵۶	۰/۴۱۷	۰/۴۱۱	۰/۱۸۹	۳۲/۸۷	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۶۸۷	۰/۴۹۳	۰/۴۸۸	۰/۱۱۲	۲۵/۹۸	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و طول پیکان	خطی	۰/۵۳۲	۰/۲۸۴	۰/۲۸۰	۱/۰۹	۰/۰۸۸	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۵۵۶	۰/۳۱۷	۰/۳۱۱	۰/۱۶۷	۲/۸۷	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۵۹۵	۰/۳۹۸	۰/۳۹۱	۰/۱۲۱	۳/۹۸	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و حجم پیکان	خطی	۰/۸۳۵	۰/۶۲۵	۰/۶۲۱	۱/۶۵	۲۱۴/۶۴	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۸۷۶	۰/۶۷۵	۰/۶۷۲	۰/۲۸۹	۱۱۲/۷۶	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۸۹۸	۰/۷۰۱	۰/۶۹۳	۰/۲۱۴	۸۳/۹۳	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان	خطی	۰/۹۱۲	۰/۷۰۹	۰/۷۰۲	۱/۶۲	۲۱۱/۷۶	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۹۱۸	۰/۷۲۳	۰/۷۱۴	۰/۲۱۹	۱۰۸/۵	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۹۶۵	۰/۷۵۳	۰/۷۴۸	۰/۱۵۳	۶۹/۸۹	۰/۰۰۰



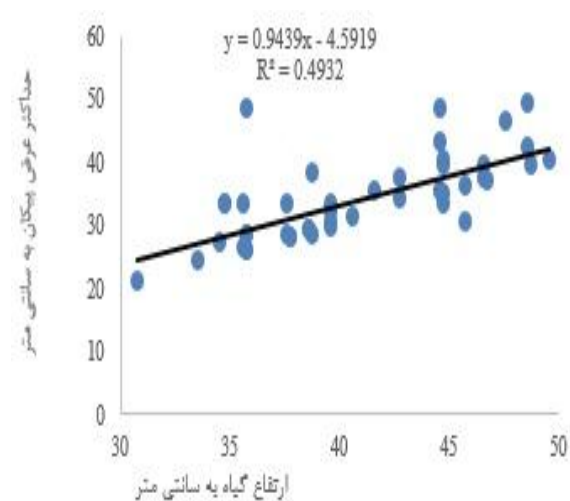
ب



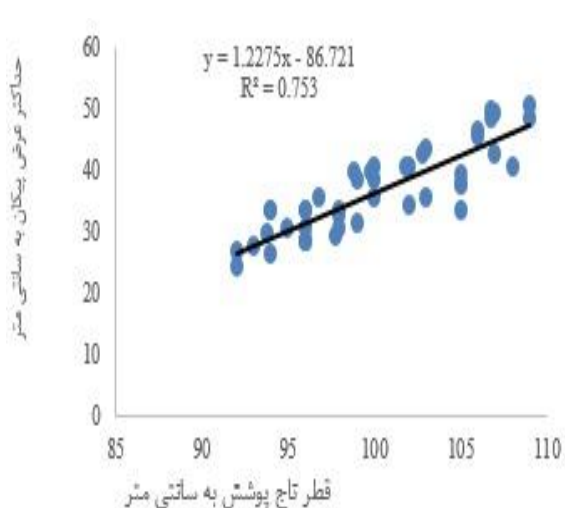
الف



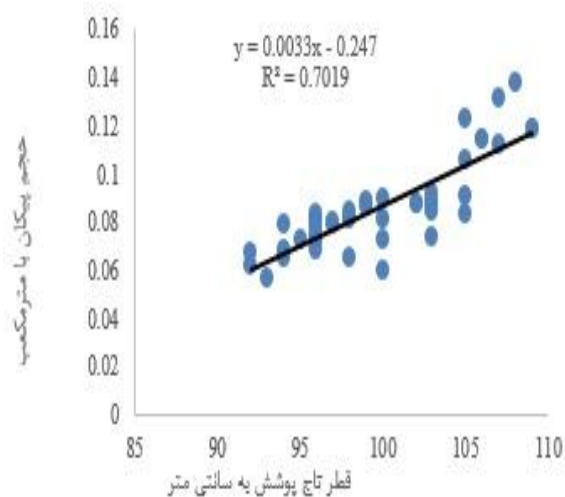
ت



پ



د



ج

شکل ۷- ارتباط بین مولفه‌های مورفولوژی گیاه و مورفومتری پیکان ماسه‌ای گونه *Seidlitzia florida*. الف) رابطه خطی بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای، ب) رابطه توانی بین ارتفاع گیاه و حجم پیکان ماسه‌ای، پ) رابطه نمایی ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان، ت) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و طول پیکان ماسه‌ای، ج) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و حجم پیکان، و د) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان.

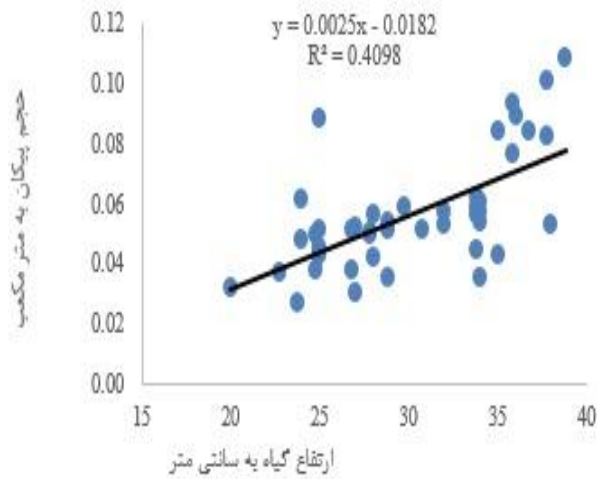
در پیکان ماسه‌ای گونه *Alhagi mannifera* بیشترین همبستگی بین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان به میزان ۰/۸۲۱ در معادله خطی، ۰/۸۵۸ در معادله توانی و ۰/۸۶۷ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۵۸۶، ۰/۶۱۲، ۰/۶۳۶ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی برای پارامترهای دیگر مورفومتری و مرفولوژی برای پیکان ماسه‌ای گونه *Alhagi mannifera* به ترتیب زیر می‌باشد.

ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ۰/۴۷۸ در معادله خطی، ۰/۵۰۹ در معادله توانی و ۰/۵۲۳ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۲۷۶، ۰/۳۰۹، ۰/۳۳۰ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و حجم پیکان ۰/۶۱۲ در معادله خطی، ۰/۶۳۵ در معادله توانی و ۰/۶۷۸ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۴۱۳، ۰/۴۵۶.

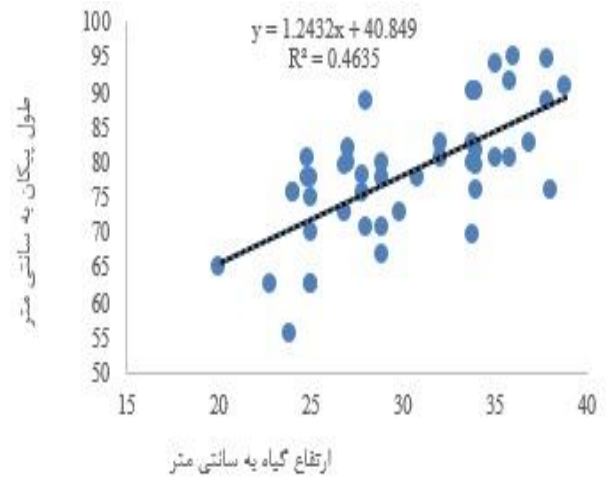
۰/۴۹۸ برای معادلات خطی، توانی و نمایی است. ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان ۰/۰۷۷ در معادله خطی، ۰/۱۰۲ در معادله توانی و ۰/۱۳۲ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۰۰۸، ۰/۰۱۹، ۰/۰۵۶ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و طول پیکان ۰/۰۳۲ در معادله خطی، ۰/۰۵۶ در معادله توانی و ۰/۱۹۸ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۰۰۶، ۰/۰۳۴، ۰/۰۷۹ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و حجم پیکان، ۰/۴۰۸ در معادله خطی، ۰/۴۱۱ در معادله توانی و ۰/۴۲۳ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۲۰۹، ۰/۲۴۵، ۰/۲۷۸ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. مقادیر پایین ضریب تبیین نشانه عدم رابطه معنی‌دار بین مولفه‌هاست.

جدول ۵- نتایج آنالیز رگرسیون بین مولفه‌های مورفومتری و مرفولوژی گونه *Alhagi mannifera*

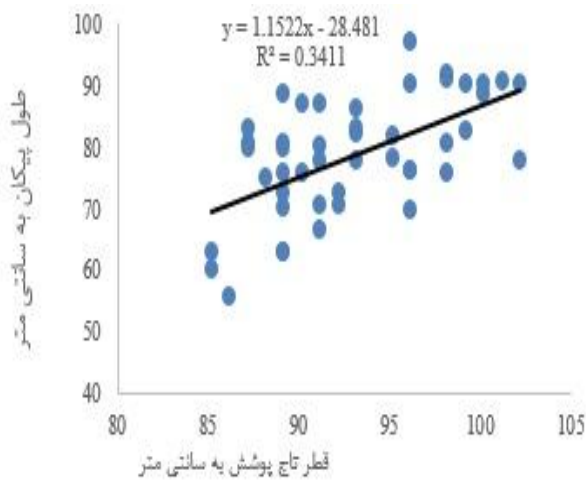
پارامترهای مدل	نوع رابطه	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	انحراف معیار برآورد	مقدار f	سطح معنی‌داری
ارتفاع گیاه و طول پیکان	خطی	۰/۵۷۸	۰/۳۷۶	۰/۳۷۱	۱/۲۵	۴۴/۳۹	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۶۰۹	۰/۴۶۳	۰/۴۵۶	۰/۱۵۸	۳۴/۸۲	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۷۲۳	۰/۵۰۴	۰/۵۳۱	۰/۱۱۸	۳۱/۹۰	۰/۰۰۰
ارتفاع گیاه و حجم پیکان	خطی	۰/۵۴۰	۰/۳۴۳	۰/۳۳۷	۱/۳۸	۶۵/۷۰	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۵۸۰	۰/۳۷۹	۰/۳۷۱	۰/۱۸۹	۴۶/۳۰	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۶۱۴	۰/۴۰۹	۰/۴۰۲	۰/۱۴۲	۶۵/۸۵	۰/۰۰۰
ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان	خطی	۰/۵۲۱	۰/۲۶۴	۰/۲۶۰	۱/۵۳	۰/۷۸	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۵۳۶	۰/۲۸۰	۰/۲۷۳	۰/۱۳۰	۲/۵۷	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۵۸۰	۰/۳۲۴	۰/۳۰۷	۰/۱۰۹	۲/۹۸	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و طول پیکان	خطی	۰/۵۲۰	۰/۲۷۲	۰/۲۶۸	۱/۶۸	۰/۰۸۲	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۵۴۰	۰/۳۰۲	۰/۲۹۱	۰/۱۶۷	۱/۲۳	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۵۷۱	۰/۳۴۱	۰/۳۳۵	۰/۱۳۷	۲/۹۶	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و حجم پیکان	خطی	۰/۷۲۵	۰/۵۱۵	۰/۵۰۶	۱/۵۱	۴۲/۳۴	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۷۶۶	۰/۵۶۵	۰/۵۵۹	۰/۱۷۹	۳۰/۷۲	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۷۸۸	۰/۵۹۰	۰/۵۸۳	۰/۱۱۴	۲۷/۷۹	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان	خطی	۰/۸۲۱	۰/۵۸۶	۰/۵۸۱	۱/۸۷	۱۸۷/۶۲	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۸۴۸	۰/۶۱۲	۰/۶۰۷	۰/۲۰۹	۱۲۱/۷۰	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۸۶۷	۰/۶۸۰	۰/۶۷۶	۰/۱۴۹	۹۲/۲۳	۰/۰۰۰



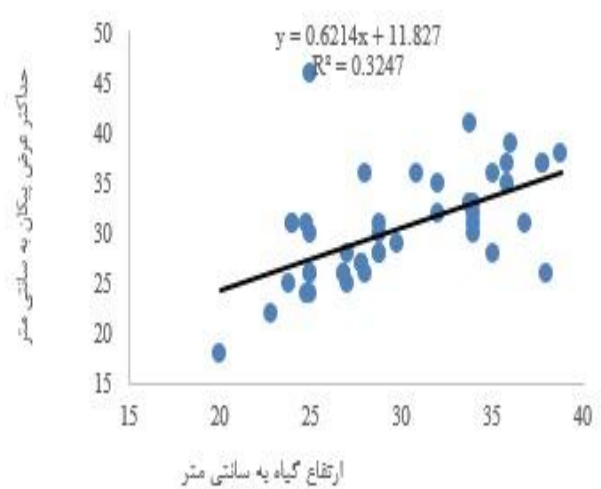
ب



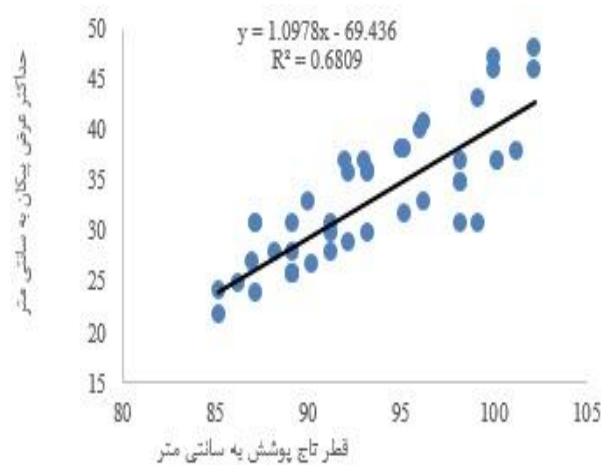
الف



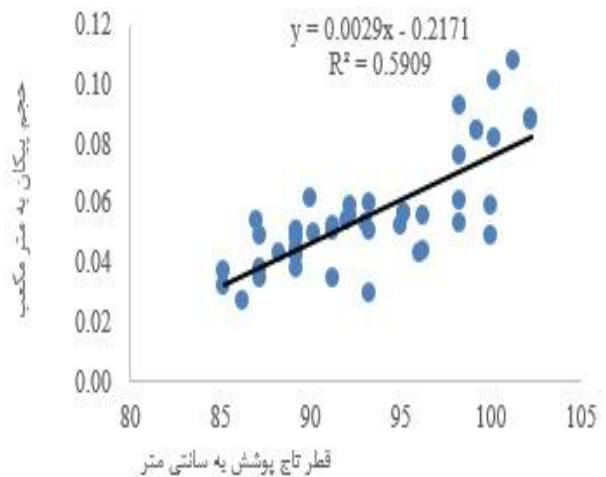
ت



پ



د



ج

شکل ۸- ارتباط بین مولفه‌های مورفولوژی گیاه و مورفومتری پیکان ماسه‌ای گونه *Alhagi mannifera* الف: رابطه توانی بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای، ب) رابطه نمایی بین ارتفاع گیاه و حجم پیکان ماسه‌ای، پ) رابطه نمایی ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان، ت) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و طول پیکان ماسه‌ای، ج) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و حجم پیکان، د) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان.

ارتفاع گیاه با مولفه‌های مورفومتری پیکان ماسه‌ای شامل طول پیکان، حجم پیکان و حداکثر عرض پیکان را توجیه می‌کند. میزان ضریب همبستگی و ضریب تبیین مدل برای گونه *Seidlitzia florida* به ترتیب ۰/۸۷۹ و ۰/۷۵۳ و برای گونه *Alhagi mannifera* ۰/۷۶۹ و ۰/۵۶۱ می‌باشد. مدل شماره دو ارتباط بین قطر تاج پوشش با مولفه‌های مورفومتری پیکان ماسه‌ای شامل طول پیکان، حجم پیکان و حداکثر عرض پیکان را توجیه می‌کند. میزان ضریب همبستگی و ضریب تبیین مدل برای گونه *Seidlitzia florida* به ترتیب ۰/۷۳۱ و ۰/۵۴۲ و برای گونه *Alhagi mannifera* ۰/۶۷۳ و ۰/۷۲ می‌باشد.

نتایج تحلیل رگرسیون خطی چندگانه بین تک تک مولفه‌های مورفولوژی با متغیرهای مورفومتری پیکان ماسه‌ای مدل‌های متعددی را مرهون می‌سازد. جدول ۶ مناسب‌ترین مدل‌ها و ارتباط موجود را برای هر گونه گیاهی ارائه نموده است. از بین متغیرهای مستقل، متغیرهای مناسب را برای ساختن مدل‌ها استخراج نموده و خلاصه اطلاعات مدل‌های منتخب را برای استفاده از ضرایب همبستگی، ضریب تبیین، ضریب تبیین تعدیل شده و خطای استاندارد برآورده ارائه نموده است. برای هر گونه گیاهی دو مدل برای تبیین روابط اکوزئومورفولوژیکی بیان شده است. مدل یک تحلیل ارتباط چندگانه بین

جدول ۶- نتایج آنالیز رگرسیون خطی چندگانه بین پارامترهای مورفومتری و مورفولوژی

گونه	مدل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	خطای برآورد	متغیر مستقل	متغیر وابسته	ضرایب استاندارد شده	مقدار T	سطح معنی‌دار T
<i>SI.fl</i>	۱	۰/۸۷۹	۰/۷۵۳	۴/۸۳	طول پیکان	ارتفاع گیاه	-۰/۱۲۸	-۳/۹۸	۰/۰۰۰
	۲	۰/۷۳۱	۰/۵۴۲	۱۳/۷۵	حجم پیکان	قطر قاعده گیاه	۰/۸۵۶	۱۵/۶۵	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۲/۳۲	۳/۵۶	۰/۰۰۰
	۳	۰/۶۶۱	۰/۴۲۸	۱۹/۹۸	حداکثر عرض پیکان	ارتفاع گیاه	۰/۱۲۶	۲/۹۰	۰/۰۰۰
						قطر قاعده گیاه	۰/۵۴۸	۵/۸۷	۰/۰۰۰
	<i>Al.ma</i>	۱	۰/۷۶۹	۰/۵۶۱	۶/۴۱	طول پیکان	ارتفاع گیاه	-۰/۱۷۶	-۲/۹۳	۰/۰۰۰
۲		۰/۶۸۳	۰/۴۷۲	۱۵/۵۳	حجم پیکان	قطر قاعده گیاه	۰/۷۵۶	۱۴/۲۱	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۶/۳۸	۳/۶۸	۰/۰۰۰
۳		۰/۵۲۳	۰/۳۵۶	۲۱/۶۷	حداکثر عرض پیکان	ارتفاع گیاه	۰/۱۵۷	۳/۵۴	۰/۰۰۰
						قطر قاعده گیاه	۰/۶۴۰	۶/۵۷	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۱/۴۶	۴/۶۳	۰/۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

[۱۷]. سیستم مورد بررسی در این پژوهش پیکان ماسه‌ای است که از نوع سیستم طبیعی و باز می‌باشد و در سطوح مختلف قابل مدل‌سازی است. در سطح اول عناصر مورفومتری پیکان ماسه‌ای و مورفولوژی گیاه تعریف و نوع و میزان رابطه بین آن‌ها با متغیرهای روابط خطی و چندگانه تعیین و مدل‌سازی شده است. این پژوهش برآورد دقیق میزان همبستگی بین مولفه‌های مورفومتری و مورفولوژی را از طریق روابط آماری امکان‌پذیر ساخته

زیر بنای نگرش سیستمی حاکمیت بینش کلی‌گرایی، ژرف‌نگری و رابطه‌سنجی در ابعاد مختلف زمانی-مکانی و در آخر غایت اندیشی است. شناسایی ارتباطات بین سیستم از طریق مفهوم شبکه تعریف می‌شود. شناسایی این شبکه و نحوه رفتار آن به درک درستی از سیستم و عملکرد آن منجر می‌گردد [۱۱]. کارایی این سیستم در هنگامی که روابط متقابل خطی و غیر خطی میان اجزا و عناصر سیستم برقرار است، از اهمیت بالایی برخوردار است

است. در تشکیل چشم انداز پیکان ماسه‌ای فرآیندهای مختلفی موثر هستند که مهم‌ترین آن‌ها، فرآیندهای بادرفتی و فرآیند زیست‌شناسی موجود در سیستم است. سیستم بادرفتی به صورت نیروی محرک با انتقال ماده به سیستم وارد می‌شود و فرآیند زیستی به عنوان نیروی مقاوم در برابر فرآیند بادرفتی عکس‌العمل نشان داده، مقاومت می‌کند و باعث تثبیت ماده در قسمت پشت به باد می‌شود. بنابراین، تقابل این دو فرآیند به افزایش ماده در پشت گیاه منجر می‌شود. این تجمع ماده به صورت شکل اراضی پیکان ماسه‌ای بروز می‌کند. توان بیولوژیک گونه‌های گیاهی با شکل‌های رویشی مختلف متفاوت است؛ به همین جهت شکل ایجاد شده به وسیله آن‌ها نیز ابعاد متفاوتی خواهد داشت. حد نهایی ابعاد شکل پیکان ماسه‌ای را حد آستانه تحمل شکل رویشی تشکیل دهنده آن رقم می‌زند. نتایج حاصل از پژوهش بیانگر دو شکل رویشی بوته‌ای و علفی چند ساله در منطقه مورد مطالعه است. مقایسه نتایج تحلیل همبستگی پیکان‌های ماسه‌ای بیانگر عملکرد متفاوت ارتباطات بین مولفه‌های پوشش گیاهی و خصوصیات مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای است. در گونه *Seidlitzia florida* ارتباط و همبستگی زیادی ۰/۶۷۰ بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای وجود دارد در حالی که این همبستگی در گونه *Alhagi mannifera* ۰/۵۰۴ می‌باشد. این موضوع نتیجه شکل رویشی دو گونه مختلف است. به گونه‌ای که گونه *Seidlitzia florida* دارای شکل بوته‌ای ولی گونه *Alhagi mannifera* دارای شکل حیاتی علفی چند ساله می‌باشد، یعنی اندام‌های هوایی گونه *Alhagi mannifera* در پایان دوره فرسایشی از بین رفته و در آغاز دوره رویشی بعد از قسمت طوقه شروع به رشد می‌کند. اما گونه *Seidlitzia florida* دارای اندام‌های هوایی پایا می‌باشد و در پایان دوره رویشی اندام‌های گیاه از بین نمی‌رود و در آغاز دوره رویشی دوباره رشد می‌کنند. لازم به ذکر است که اندازه گیاه، کلیه متغیرهای مورفومتری پیکان ماسه‌ای را در هر دو گونه کنترل می‌کند و با تغییر در آن، دیگر متغیرها تحت تاثیر قرار می‌گیرد. همچنین نتایج حاصل از رگرسیون خطی چند گانه نیز بیانگر ارتباط و همبستگی بیشتر مولفه‌های مورفومتری پیکان ماسه‌ای با ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش

در گونه *Seidlitzia florida* ۰/۸۷۹، ۰/۸۳۱، ۰/۶۶۱ در مقایسه با گونه *Alhagi mannifera* ۰/۷۶۹، ۰/۶۸۳، ۰/۵۲۳ می‌باشد. به طور کلی وجود ارتباط بین مولفه‌های مورفولوژی گیاه و مورفومتری پیکان ماسه‌ای حاکی از اتخاذ نوعی شیوه تطابقی گونه‌ها با شرایط رسوب گذاری و فرآیند بادرفتی است. این ساز و کار می‌تواند بیانگر میزان تحمل گونه نسبت به تنش محیطی باشد. هرچه این ارتباطات قوی‌تر و پایدارتر باشد، شیوه تطابقی گونه متکامل‌تر است. پژوهشگران زیادی به بررسی ارتباط خصوصیات مورفولوژیکی گونه‌های گیاهی و عوارض حاصل از آنها پرداخته‌اند. [۵] در تحلیل ارتباط موجود بین اجزاء تراکم پوشش تاجی با میزان ترسیب، وجود پیچیدگی در روابط حاکم را به کمک تنوع تراکم پوشش تاجی و نحوه عملکرد آن‌ها در به دام انداختن رسوب‌های بادی و شکل‌گیری اشکال ناهمواری نکا توجیه نموده است. به طوری که پوشش تاجی گونه‌ها را در گروه‌های سه گانه تاج پوشش‌های سست و ول، تاج پوشش‌های نیمه انبوه و تاج پوشش‌های انبوه تقسیم‌بندی نموده است. این نتایج بیانگر این است که گونه‌های مختلف با توجه به سرشت اکولوژیک تاج پوشش خود عملکرد متفاوتی در مقابل فرآیند بادرفتی بروز می‌دهند. این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. تحلیل مقایسه‌ای ارتباطات بین مولفه‌های مورفومتری نکا و مورفولوژی گیاهی گونه‌های *Alhagi mannifera*، *Reaumuria turkestanica* و *Tamarix mascatensis* در کفه خیرآباد سیرجان نیز انجام شده است [۲۳]. نتایج تحقیق بیانگر این است که عوامل توجیه گر مولفه‌های عمودی نکا در نیکاهای *Re.tu* و *Ta.ma* عوامل سه گانه ارتفاع گیاه، قطر طوقه و تاج پوشش گیاه به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۷۲۰ و ۰/۷۳۷ است [۲]. نتایج این پژوهش در درجه اول مدیران محیطی را از وضعیت سیستم بادرفتی پیکان ماسه‌ای مطلع می‌سازد و در درجه دوم به عنوان ابزاری در خدمت مدیران محیطی، در بازه‌های زمانی مختلف بیانگر روند و گسترش چشم انداز پیکان ماسه‌ای است.

References

- [1]. Ahmadi, H. (2008). Application Geomorphology, Volume2, Desert-Wind erosion, Tehran university publication (In Farsi).
- [2]. Al-Awadhi, J.M., & Al-Dousari, A.M., (2013). Morphological Characteristics and Development of Coastal Nabkhas, North-East Kuwait, *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 102 (3): 949-958.
- [3]. Bonham, C.D.,(1989). Measurement for Terrestrial Vegetation. *John wiley & Sons, Inc*, 23: 65-62.
- [4]. Bishop, S. R., Momiji, H., Carretero-Gonzalez, R. & Warren, A.,(2002). Modeling desert dune fields based on discrete dynamics, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 7: 7-17.
- [5]. Danin, A., (1996). Plants of desert dunes. *Springer*, 43: 136-177.
- [6]. Dougill, A.J., & Thomas, A.D. (2002). Nebkha dunes in the Molopo Basin, south Africa and Botswana formation controls and their validity as indicators of soil degradation, *Journal of arid environment*, 50 : 413-423.
- [7]. Douser, A. (1995). Sedimentological and Morphological characteristics of some nebkha deposits in the northern coastal plain of Kuwait. *Arid Environ*, 29: 267-292.
- [8]. Hesp, P., & Mclachlan, A., (2000). Morphology, dynamics, ecology and fauna of Arc Totheca populifolia and Azania regions nebkha dunes. *Journal of arid environments*, 44: 155-172.
- [9]. Hesp, P., (2002). Foredunes and blowouts: Initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.
- [10]. Hersen, P. (2004). On the crescentic shape of barchan dunes. *The European Physical Journal*, 37: 507-514.
- [11]. Jasem, M. (2014). The Effect of a Single Shrub on Wind Speed and Nabkhas Dune Development: A Case Study in Kuwait. *International Journal of Geosciences*, 5: 20-26.
- [12]. Mahmodi, F., (2000). Dynamic Geomorphology, University of Payamenour Press, Tehran (in Farsi).
- [13]. Mohammadrezayi, S.H. (2003). Systematical Approach to ecosistema analysis, First publish. Tehra (in Farsi).
- [14]. Musick, H.B., & Gillette, S.M. (1996). Wind-tunnel Modeling of the Influence of Vegetation Structure on Saltation Threshold, *Earth Surface Processes and Landforms*, 21: 589-606.
- [15]. Khalaf, F.I., Miska, R., & Al-Douser, A., (1995). Sedimentological and Morphological characteristics of some nebkha deposits in the northern coastal plain of Kuwait, Arabia. *Journal Arid Environment*, 29: 267-292.
- [16]. Lin, G. (2002). Dust bowl in the 1930' sand storms in the USA, Global Alarm, Dust and sand storms from the world's dry lands. *United Nations*, 43-37.
- [17]. Nicholas, P., Hamish, A., McGowan, R. & Grant, H. (2006). AUSLEM (Australian Land Erodibility Model): A tool for identifying wind erosion hazard in Australia, *Geomorphology*, 78, 179-200.
- [18]. Poogrsrvani, M., Vali, A., & Movahedi, S., (2009). Grouped an Comparative Nebkas Type Sedliziavloreda, Romarlatorkestenica and Alhaji Mannifera the Basis of the Righteousness of Performance of Plants in the Vegetative forms in Kheirabadi Sirjan, *Geography Space*, 9 (31), 137-158 (In Farsi).
- [19]. Ramesht, M.H. (2006). Geomorphology Maps, Tehran. Samt Publication (in Farsi).
- [20]. Squires, R. (2002). Dust and sand storms: An early warning of impending disaster, Global Alarm: Dust and sand storms from the world's dry lands, United Nations, 65-75.
- [21]. Thomas, D.S.G., Knight, M., & Wiggs, G.F.S. (2005). Remobilization of southern African desert dune systems by twenty-first century globalwarming. *Nature*, 435, 1218-1221.
- [22]. Tsoar, H., & Møller, J.T., (1986). The Role of Vegetation in the Formation of Linear Sand Dunes', in Nickling, W. G. (Ed.), *Aeolian Geomorphology*, Allen and Unwin, Boston.
- [23]. Vali, A., & Poogrsrvani, M., (2008). Comparison Analysis Nebka Morphometric Relationships between Components and Morphology of Plant Species Tamarix Mascatensis, Reaumuria Turkestanica, Mannifera Alhagi in Khairabad Sirjan, *Geography and Environmental Planning*, 20 (35), 119-134 (in Farsi).

- [24]. Wasson, R.J., & Hyde, R. (1983). Factors determining desert dune type. *Nature*, 304, 337-339.
- [25]. Werner, B.T. (1995). Aeolian dunes: computer simulation and attractor interpretation. *Geology*, 23, 1107-1110.
- [26]. Wiggs, G.F.S., Livingstone, I., Thomas, D.S.G., & Bullard, J. E. (1996). Airflow and Roughness Characteristics over Partially Vegetated Linear Dunes in the Southwest Kalahari Desert, *Earth Surface Processes and Landforms*, 21: 19-34.
- [27]. Wiggs, G.F.S., Thomas, D.S.G., Bullard, J.E., & Livingstone, I., (1995). Dune Mobility and Vegetation Cover in the Southwest Kalahari Desert, *Earth Surface Processes and Landforms*, 20, 515-530.
- [28]. Wolfe, S.A., & Nickling, W. G., (1993). The Protective Role of Sparse Vegetation in Wind Erosion, *Progress in Physical Geography*, 17, 50-68.
- [29]. Youlin, Y. (2002). Black windstorm in northwest China: A case study of the stormy sanddust storms on May 5th 1993, *Global Alarm: Dust and sand storms from the world's dry lands*, United Nations.
- [30]. Yong Zhong, S.U., Rong, Y., ZhiHui, Z., & Ming, W D. (2012). Distribution and Characteristics of *Nitraria sphaerocarpa* nebkhas in a Gobi habitat outside an oasis in Hexi Corridor region, China, *Sciences in Cold and Arid Regions*, 4(4), 0288-0295.

Numerical analysis of morphometrical affiliation of sand arrows and operative species (Case study: Najjar Abad Erg, Shahrood)

1-A.R. Arabameri, PhD Student of Geomorphology, Faculty of Humanities, Department of Geography, Tarbiat Modares University

alireza.ameri91@ut.ac.ir

2-M. Maghsoudi, Assistant Prof., Faculty of Geography, University of Tehran

Received: 05 Jan 2016

Accepted: 01 May 2016

Abstract

Sand arrow is one of the most important accumulation land forms in Najjar abad Erg in the Northeastern of toroud village. In this research emphasized on the affiliation between morphometrical and morphological characteristics of species of *Alhagi mannifera* and *Seidlitzia florida* sand arrow using regression and multiregression. morphometrical parameters of species including plant height, canopy diameter and morphometrical parameters of sand arrow including length, maximum width of the arrow and volume. Result of correlation analysis indicates different performance between morphometrical and morphological characteristics of Species. In *Seidlitzia Florida* Species there are high correlation between plant height and length of the sand arrow (0.670) and also canopy diameter and maximum width of the arrow (0.753) respectively, but this correlation in *Alhagi mannifera* is (0.504) and (0.680) respectively. Result of linear multiregression indicate more correlation between morphological characteristic of Sand arrow and plant height and canopy diameter in *Seidlitzia florida* Species (0.879, 0.831,0.661) in comparison with *Alhagi mannifera* Species (0.769,0.683,0.523). Results indicate that *Seidlitzia florida* Species have more perfect mechanism on trapping of sand and formation of Sand arrow. The results of this research will be fruitful in systemic management approach of desert regions, and also can be fruitful for quicksand stabilization projects.

Keyword: Morphology; Morphometric; Sand; Shahrood.

تعیین اراضی مناسب پرورش میگو به منظور استفاده از منابع آب شور در محیط‌های خشک و بیابانی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی چند معیاره مکانی

- ۱- فاضل امیری، دانشیار گروه مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران
famiri@iaubushehr.ac.ir
- ۲- طیبه طباطبایی، استادیار گروه مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران
- ۳- حیدر فقیه، کارشناسی ارشد گروه شیلات، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۲۸

چکیده

این مطالعه به منظور شناسایی مکان‌های مناسب برای توسعه پرورش میگو در سواحل شمالی استان بوشهر با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شد. تعداد ۱۳ لایه پایه (نقشه موضوعی) در چهار گروه اصلی برای کاربری آبی پروری دسته‌بندی شد. این چهار دسته شامل معیار ساخت استخر (شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، ضخامت خاک)، کیفیت خاک (نوع خاک، بافت خاک، اسیدیته خاک)، دسترسی به منبع آب (فاصله تا دریا، نوع منبع آبی) و زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی (فاصله تا هجری، فاصله تا بازار محلی، فاصله تا جاده، تراکم جمعیت) هستند. لایه محدودیت نیز از مکان‌هایی که مجاز به آبی پروری نیستند، حذف شد. مدل‌های مختلفی برای شناسایی و اولویت‌بندی مکان‌های مناسب پرورش میگو وجود دارد. در این پژوهش از مدل ارزیابی اراضی برای شناسایی مناطق مساعد پرورش میگو، کسب درآمد بیشتر، حفاظت موثرتر و مدیریت پایدار اراضی استفاده شد. نتایج نشان داد که ۱/۵ درصد (۱۳۳۹ هکتار) از اراضی سواحل شمالی استان بوشهر در پهنه بسیار مناسب و ۳۸/۲ درصد (۳۳۰۷۸ هکتار) از مناطق در طبقه مناسب واقع شده‌اند. صحت نتایج با استفاده از روش منحنی عامل نسبی (ROC) ارزیابی گردید. مقدار ROC، ۰/۷۳ نشان‌دهنده صحت مدل ارائه شده در این پژوهش است. ارزیابی میدانی نشان می‌دهد که در حال حاضر تنها در ۳۸۰۰ هکتار از اراضی، محل‌های پرورش میگو وجود دارد که می‌توان مناطق مساعد پرورش میگو را با اعمال سیاست‌های آینده نگرانه و در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی تا ۸۶ درصد (۲۴۰۴۲ هکتار) گسترش داد.

واژگان کلیدی: پرورش میگو؛ مکان یابی؛ سامانه اطلاعات جغرافیایی؛ ارزیابی چند معیاره؛ آب شور؛ مناطق خشک و بیابانی.

مقدمه

روش‌های تحلیل مکانی و رقومی در مطالعات ارزیابی اراضی و استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، مکانیابی مناطق مستعد آبی پروری با صحت و دقت بیشتر نسبت به روش‌های انجام می‌شود [۳، ۷ و ۱۵]. برای مکان‌یابی مزارع پرورش میگو با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در استان هرمزگان، متغیرهای مربوط به آب، خاک، وضعیت زیر ساخت‌ها و پارامترهای مهندسی انتخاب شد. سپس با مقایسه زوجی وزن هر متغیر به دست آمده و همچنین هر معیار، کلاس‌های مناسب تعیین گردید. سپس معیارها با یکدیگر تلفیق و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی نواحی دارای استعداد ایجاد مزارع پرورش میگو شناسایی

استان بوشهر بیش از ۹۳۸ کیلومتر مرز آبی با خلیج فارس دارد. این موضوع یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های این استان برای ایجاد مزارع پرورش میگو است. نظر به اهمیت اقتصادی این محصول، میزان پرورش میگو بسیار کمتر از قابلیت‌های این استان است. امکانات و زیرساخت‌های لازم پرورش میگو در این استان به گونه‌ای است که در سه هزار هکتار از اراضی ساحلی استان بوشهر، ۱۰ هزار تن میگو تولید می‌شود که نقش مؤثری در افزایش تولید ناخالص ملی، درآمد ارزی و تامین میگوی مورد نیاز کشور دارد. نیاز روز افزون به پروتئین باعث شده تا صنعت آبی پروری رشد چشم‌گیری داشته باشد [۲۸]. کلیدی‌ترین امر برای آبی‌پروری پایدار مکان‌یابی است. امروزه با پیشرفت

نشان داد که از ۸۲۸۱ هکتار موجود، ۳۱ درصد (۲۶۰۴ هکتار) بسیار مستعد برای پرورش میگو هستند [۱۱]. در مطالعه‌ای در هند با در نظر گرفتن معیارهای مهندسی، آب و خاک، امکانات زیربنایی و وضعیت اقلیمی و وزن‌دهی هر کدام از متغیرها با توجه به اهمیت آن‌ها، لایه هر معیار با استفاده از روش ترکیب خطی با یکدیگر ترکیب و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه مناسبیت تولیدگردید [۲۰]. در راستای دستیابی به صنعت پرورش میگو در هند، با استفاده از سنجش از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی با تهیه نقشه‌های منابع آبی، کاربری اراضی، زیرساخت‌ها، مناطق حفاظت شده، خصوصیات زیست محیطی و منابع آلاینده توسعه پرورش میگو در منطقه بررسی شد [۳۱].

نتایج بررسی بر روی تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و معیارهای (آب، خاک و زیرساخت‌های اقتصادی اجتماعی) چند منظوره تصمیم‌گیری برای توسعه مناطق آبی‌پروی شهری در دانشگاه چیتاگانگ بنگلادش نشان داد که از زمین‌های موجود ۷۷٪ مناسب، ۱۰٪ نسبتاً مناسب و ۱۳٪ نامناسب است [۱۶]. نتایج بررسی مدل‌های چند معیاره پایداری کیفیت آب (دما، اسیدیته، آب، اکسیژن محلول، نیتريت، فسفات، ذرات معلق جامد، ذرات معلق محلول)، کیفیت خاک (بافت خاک، شیب، نوع کابری، نیتريت، فسفات) زیرساخت‌ها (فاصله تا جاده، منبع برق، بازار، تولید لارو و بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی بر روی پرورش میگوی آب شیرین در کامپاجیلا بنگلادش نشان داد که حدود ۱۱۹۹۹ هکتار (۵۲٪) مناطق بسیار مناسب، ۱۰۲۱۹ هکتار (۴۵٪) نسبتاً مناسب و ۷۸۱ هکتار (۳٪) نامناسب است [۱۷].

این پژوهش با هدف مکان‌یابی مناطق مستعد پرورش میگو در سواحل شمالی استان بوشهر با در نظر گرفتن معیارهای مکانی موثر بر این نوع کاربری (کاربری اراضی، شیب، ضخامت، ارتفاع، نوع، اسیدیته، و بافت خاک، و فاصله از دریا، فاصله از منابع آب، فاصله از جاده، تراکم جمعیت، فاصله از بازار، فاصله از محل تهیه لارو میگو) انجام گردید.

گردید. نتیجه این پژوهش نشان داد که محدوده شرق بندرعباس تا میناب، برای ایجاد مزارع پرورش میگو مناسب‌تر از غرب است. همچنین مناطق مساعد در نزدیکی دریا و خورها قرار دارند که به کاربری این امر اختصاص داده شده است [۱۳].

در استان همدان با استفاده از روش مخدوم [۲۴] و معیارهای دمای آب، گروه‌های هیدرولیک، بافت، حاصلخیزی، عمق، و فرسایش خاک، درصد شیب، میزان اسیدیته آب به مکان‌یابی مناطق مستعد آبی‌پروی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته شد. نتایج نشان داد که سراب گامسیاب در شهرستان نهاوند بیشترین مطلوبیت را برای آبی‌پروی دارد [۴]. در پژوهشی در سواحل لب شور کانانورا هند با استفاده از سنجش از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، مکان مناسب برای پرورش آبی‌پروی انتخاب گردید. پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، زهکشی، حمل و نقل، زیستگاه‌ها، و تشکیل بانک اطلاعات مهندسی و زیرساخت‌ها، اکولوژی، جمعیت‌شناسی و هواشناسی سواحل مناطق را الویت‌بندی کردند [۱۲].

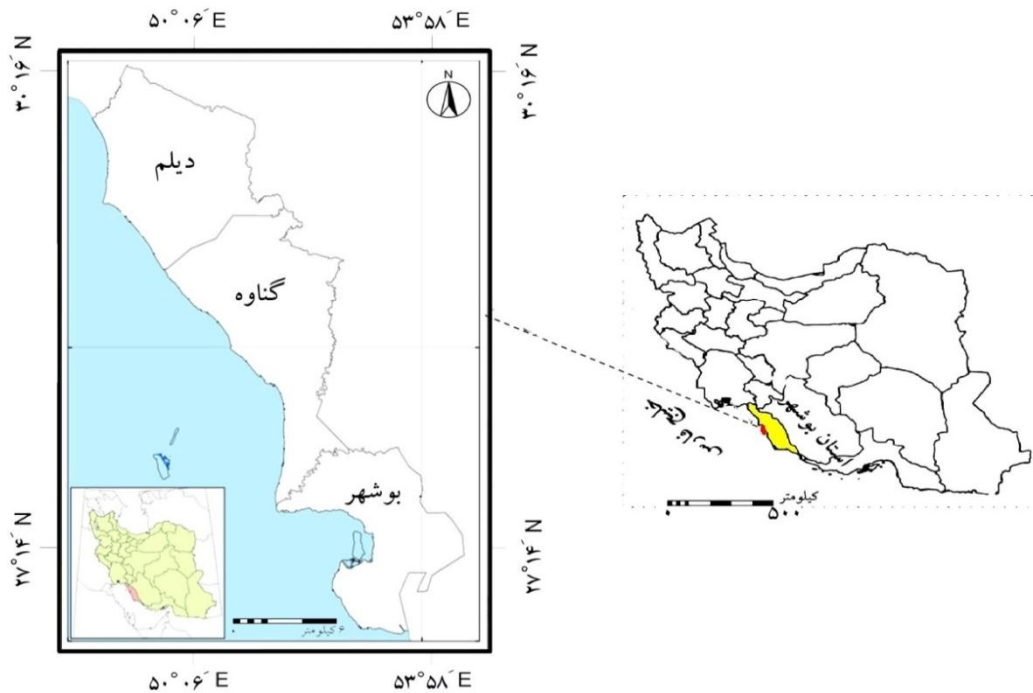
در پژوهشی با استفاده از داده‌های سنجش از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، وضعیت تالاب پامبالاچيلا برای حفاظت از جوامع حرا در مقابل توسعه پرورش میگو، بررسی شد [۶]. در جنوب غرب بنگلادش، مکان‌های پرورش میگویا در نظر گرفتن معیارهای خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی آب، زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی، ویژگی‌های خاک، میزان تولیدات لارو و موانع طبیعی بررسی شد. نتایج نشان داد که مناطق مساعد برای پرورش خرچنگ از پرورش میگو بیشتر بوده و برخی از مناطقی که در حال حاضر به پرورش میگو اختصاص یافته از درجه مطلوبیت نسبتاً مناسب برخوردار هستند [۳۳]. با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و معیارهای ساخت و ساز استخر (شیب، کاربری اراضی، تراکم خاک)، معیارهای خاک‌شناسی (ذرات خاک، نوع خاک، اسیدیته خاک)، معیارهای کیفیت آب (فاصله تا دریا، منابع آب) و معیارهای اقتصادی-اجتماعی (فاصله از جاده، تراکم جمعیت، فاصله از بازار، فاصله از هجری) به ارزش‌گذاری مناطق پرورش میگو هایپوی در ویتنام پرداختند. نتایج

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

میانگین دمای سالانه منطقه $25/7^{\circ}\text{C}$ ، میزان رطوبت نسبی آن بین ۵۸-۷۵ درصد و میزان متوسط بارندگی سالانه این استان ۲۲۰ میلی‌متر است. استان بوشهر دارای ۱۰ شهرستان، ۲۴ بخش و ۴۶ دهستان و شامل ۳۷ شهر و ۹۱۰ آبادی است. شهرستان‌های شمالی استان بوشهر عبارتند از: بوشهر، گناوه و دیلم.

بوشهر - به عنوان یکی از استان‌های ساحلی جنوب ایران - در موقعیت جغرافیائی $27^{\circ}14'$ تا $30^{\circ}16'$ طول شرقی و $50^{\circ}06'$ تا $53^{\circ}58'$ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). مساحت استان بوشهر ۲۷۶۵۳ کیلومتر مربع است که ۹۳۸ کیلومتر مرز آبی با خلیج فارس دارد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

گردید (شکل ۲). نقشه کاربری اراضی از تصویر ماهواره لندست ۸ (سال ۲۰۱۴) در چهار طبقه کشاورزی، جنگل، مرتع، شوره‌زار و مناطق مسکونی تهیه و با توجه به جدول ۱ گروه‌بندی گردید. نقشه مدل رقومی ارتفاعی و شیب از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری با استفاده از توابع تحلیل مکانی در GIS تهیه گردید و براساس تقسیم‌بندی فائو [۸] در محدوده‌های بسیار مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی گردید (جدول ۱). لایه ضخامت خاک از نتایج مطالعات میدانی و آزمایشگاهی و گزارش لایه‌بندی و مکانیک خاک منطقه تهیه و بر اساس جدول ۱ طبقه‌بندی گردید. با توجه به گزارش سازمان شیلات و وزارت نیرو همه منابع آبی از نوع جذر و مدی بوده که امتیاز یکسانی به این لایه‌ها تعلق گرفت. برای تهیه نقشه فاصله تا دریا ابتدا خط ساحل تهیه و سپس نقشه فاصله از منابع آب تهیه و نقشه حاصل بر اساس جدول ۱

منابع اطلاعات اولیه مورد استفاده در این مطالعه شامل تصویر ماهواره‌های لندست ۸ (سال ۲۰۱۴)، نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰، داده‌های آماری از گزارش‌های منتشر شده، داده‌های میدانی برداشت شده با موقعیت یاب جهانی (GPS) است.

به منظور مکان‌یابی مناطق مناسب پرورش آبزیان، ابتدا لایه اطلاعاتی ۴ معیار و ۱۳ گزینه (۱ معیار احداث استخر (کاربری اراضی، شیب، مدل رقومی ارتفاعی و ضخامت خاک)، ۲ دسترسی به منبع آب (فاصله تا دریا و نوع منبع آب)، ۳ زیر ساخت‌های اقتصادی- اجتماعی (فاصله تا جاده، فاصله تا بازارهای محلی، فاصله تا مراکز تکثیر و تراکم جمعیت) و ۴ کیفیت خاک (نوع خاک، اسیدیته خاک، و بافت خاک) تهیه و از تلفیق نقشه معیارها و گزینه‌ها، نقشه نهایی مکان‌های مناسب پرورش میگو تهیه

با جمع نقشه‌های وزن‌دهی شده هر گزینه نقشه معیار آن گزینه‌ها تهیه گردید. از حاصلضرب وزن هر معیار در نقشه آن معیار (نقشه حاصل از ضرب وزن هر گزینه در نقشه آن گزینه و مجموع این نقشه‌ها) و جمع نقشه معیارهای وزن‌دهی شده (شکل ۲)، درجه شایستگی اراضی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید:

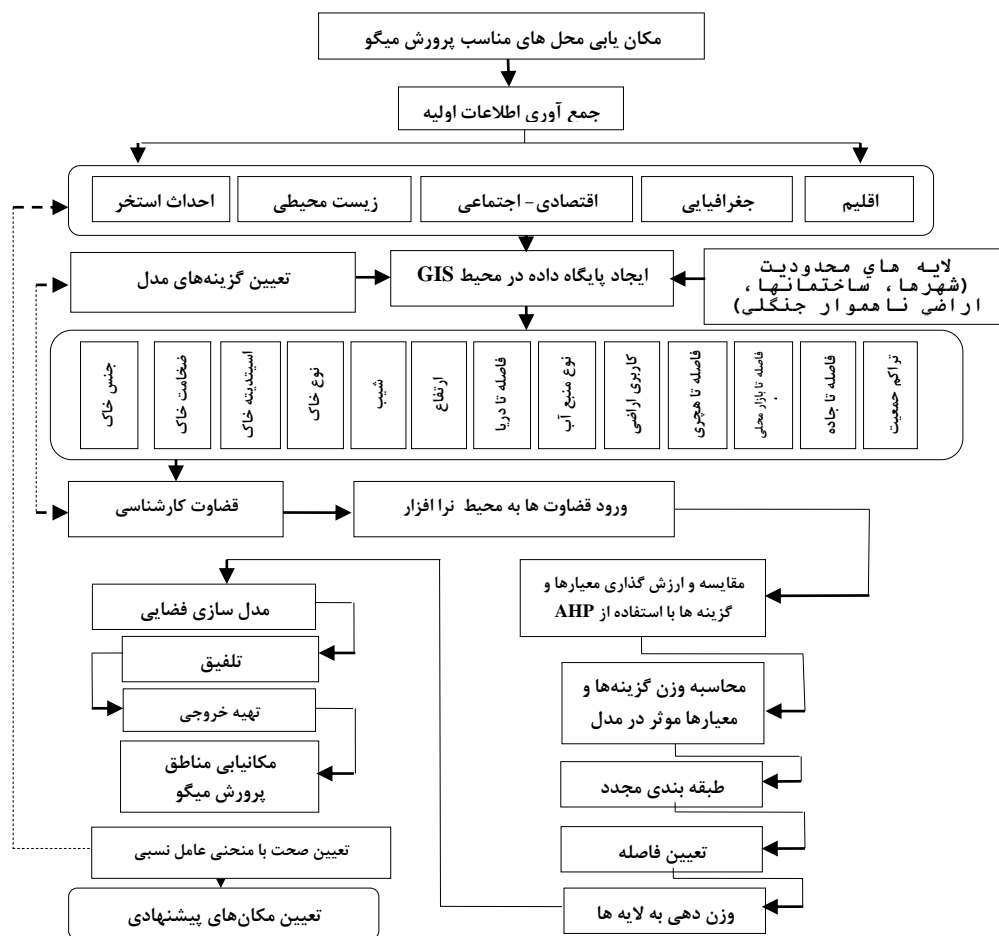
$$(1) \quad \text{امتیاز شایستگی} = (W_1R_1 + W_2R_2 + \dots + W_nR_n) / n \times 100$$

که در آن:

W_n وزن و R_n رتبه هر معیار است.

مراحل انجام تحقیق در شکل ۲ و طبقات امتیاز نقشه نهایی شایستگی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس جدول ۲، هر چه امتیاز شایستگی بیشتر باشد، نشان دهنده استعداد بالای منطقه برای پرورش میگو است [۱۰ و ۱۱].

طبقه‌بندی شد. نقشه فاصله از جاده‌ها از نقشه‌های رقومی و با به کارگیری توابع تحلیل مکانی در GIS تهیه طبقه‌بندی گردید. موقعیت مراکز فروش و عمل‌آوری میگو در محدوده منطقه با GPS مشخص گردید و نقشه فاصله بر اساس طبقات جدول ۱ تهیه گردید. لایه تراکم جمعیت در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مطالعات نفوس و مسکن سال ۱۳۹۲ بر اساس تعداد خانوار و جمعیت تهیه شد. لایه‌های کیفیت خاک با استفاده از نتایج مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی مکانیک خاک منطقه تهیه و در محیط GIS بر اساس طبقات جدول ۱، لایه‌های بافت، اسیدپته و نوع خاک طبقه‌بندی گردید. وزن متغیرها با مقایسه زوجی بین آن‌ها و استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به دست آمد [۳۲]. مقایسه زوجی بین متغیرها با توجه به قضاوت کارشناسان و متخصصان صنعت شیلات صورت گرفته و بر اساس آن میزان اهمیت و وزن هر کدام از گزینه‌ها و معیارها تعیین شد [۲۵، ۲۶ و ۲۷]. سپس نقشه طبقه‌بندی شده هر گزینه در وزن آن گزینه ضرب و



شکل ۲- مراحل تهیه و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و تهیه نقشه نهایی مکان‌های مناسب پرورش میگو

جدول ۱- طبقات کاربری اراضی پرورش میگو و میزان مطلوب آن‌ها [۸]

میزان مطلوبیت و امتیاز				طبقات کاربری اراضی بر اساس طبقه بندی FAO
نامناسب ^d (۱)	تا حدودی مناسب ^c (۲)	مناسب ^b (۳)	بسیار مناسب ^a (۴)	
مناسب برای احداث استخر				
جنگل های حرا و پوشش درختی و باغی ۱۰ <	زمینهای کشاورزی ۵ <	مرتعی، نمک زار ۲-۵	آبزی پروری ۲ >	کاربری اراضی ^e شیب
-	۰/۵ >	۰/۵-۱	۱ <	ضخامت خاک (متر)
<۱ یا >۵	>۴-۵	۱-۲ یا ۲/۵-۴	۲-۲/۵	ارتفاع (متر)
کیفیت خاک				
Haplic calcisols	Gleyic solonchaks, gleyic arenosols	Eutric fluvisols	Gley fluvisols	نوع خاک
<۴ یا >۸	۴-۵ یا ۷-۸	۵-۶	۶-۷	خاک pH
-	<۱۸	۱۸-۳۵	>۳۵	بافت خاک (درصد رس)
دسترسی به منابع آبی				
>۳	۲-۳	۱-۲	<۱	فاصله تا دریا (کیلومتر)
-	باران	دریا	جریان جذر و مدی	نوع منابع آبی
زیرساخت‌های اقتصادی و اجتماعی				
>۲	۱-۲	۰/۵-۱	<۰/۵	فاصله تا جاده (کیلومتر)
>۲۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	<۵۰۰	تراکم جمعیت (نفر در کیلومتر مربع)
-	>۴	۲-۴ یا <۱	۱-۲	فاصله تا بازار محلی (کیلومتر)
-	>۸	۴-۸	<۴	فاصله تا مراکز تکثیر (کیلومتر)

^a بسیار مناسب با کمترین زمان و سرمایه‌گذاری امکان توسعه پرورش میگو در این مناطق وجود دارد؛
^b مناسب مناطقی هستند که برای توسعه پرورش میگو نیاز به سرمایه‌گذاری و زمان متوسط است؛
^c مناطقی که تا حدودی مناسب است و قبل از شروع پرورش میگو نیاز به عملیات آماده سازی است؛
^d مناطق نامناسب، این مناطق برای پرورش میگو صرفه اقتصادی ندارد و هزینه و زمان آماده‌سازی این مناطق بالاست؛
^e مناطق شهری، ساختمان‌ها و اراضی جنگلی، از مناطقی هستند که قابلیت پرورش میگو را ندارند. این مناطق در ارزیابی حذف می‌گردند.

جدول ۲- امتیاز نهایی طبقات شایستگی اراضی

درصد امتیاز	طبقات شایستگی
۸۰-۱۰۰	بسیار مناسب
۶۰-۸۰	مناسب
۴۰-۶۰	نسبتاً مناسب
۰-۴۰	نامناسب

ارزیابی صحت نقشه تولیدی با مدل منحنی عامل نسبی (ROC)

$$ROC = \sum_{i=1}^n [x_i + 1 - x_i] \left[y_i + y_i + 1 - \frac{y_i}{2} \right] \quad (2)$$

در آن:

X_i میزان مثبت کاذب برای سناریو i و Y_i میزان مثبت واقعی برای سناریوی i است و n تعداد سناریوها است [۲۱].

نتایج

نتایج طبقات کاربری اراضی نشان داد که تیپ غالب به ترتیب کاربری مرتعی (۴۱۶۶۱ هکتار، ۴۸/۲٪)، جنگل‌های حرا و پوشش درختی و باغی (۲۵۲۷۱ هکتار، ۲۹/۲٪)،

صحت نقشه نهایی مکان‌های مناسب پرورش میگو با استفاده از روش منحنی عامل نسبی^۱ ارزیابی گردید. راک یک عامل نسبی است که موقعیت وقوع یک کلاس در مقایسه با نقشه واقعیت زمینیه روش بولین نشان داده می‌شود و درست‌نمایی آن کلاس را مشخص می‌کند. در این روش سطح زیر منحنی نموداری است که محور عمودی آن درصد مثبت واقعی و محور افقی آن درصد مثبت کاذب را نشان می‌دهد که در این روش میزان صحت از رابطه ۲ تعیین گردید:

1- Relative Operating Characteristic (ROC)

نظر معیار ساخت استخر در طبقه شایستگی نسبتاً مناسب و نامناسب قرار گرفته‌اند. حدود ۷۰ درصد از اراضی منطقه واقع در سطوح آبی پروری، مراتع و نمک زارهای ساحلی از نظر کیفیت خاک در طبقه شایستگی بسیار مناسب قرار دارند (جدول ۳ و شکل ۳). اراضی که در فاصله بسیار کم از دریا قرار گرفته‌اند (<۱ کیلومتر) ۲۶/۶ درصد از سطح منطقه را شامل می‌شوند. حدود ۵۲ درصد از خط ساحلی دریا که تحت پوشش جزر و مد آب دریا است، برای پرورش میگو مناسب است. حدود ۴۴ درصد از اراضی به دلیل فاصله از منطقه جذر و مدی و عدم دسترسی به آب، مناسب پرورش میگو نیستند (شکل ۳). دو گزینه اقتصادی - اجتماعی محدود کننده شایستگی، به ترتیب فاصله تا مراکز تکثیر (۸۹٪) و بازار محلی (۷۵٪) است. توسعه مراکز تکثیر و دسترسی به بازار محلی موجب افزایش قابل ملاحظه توانمندی منطقه برای پرورش میگو می‌شود.

زمین‌های کشاورزی (۱۰۸۴۵ هکتار، ۱۲/۵٪) و مناطق آبی‌پروری (۱۶۷۶ هکتار، ۱/۹٪) از سطح منطقه را در بر می‌گیرد. مناطق دارای محدودیت برای پرورش میگو (شهرها، ساختمان‌ها، اراضی ناهموار جنگلی) ۷۰۶۴ هکتار (۸/۱٪) از سطح منطقه را شامل می‌شود. نتایج مساحت و درصد مساحت طبقات شایستگی کاربری اراضی پرورش میگو و میزان مطلوب آن‌ها در جدول ۳ و شکل ۳ نشان داده شده است.

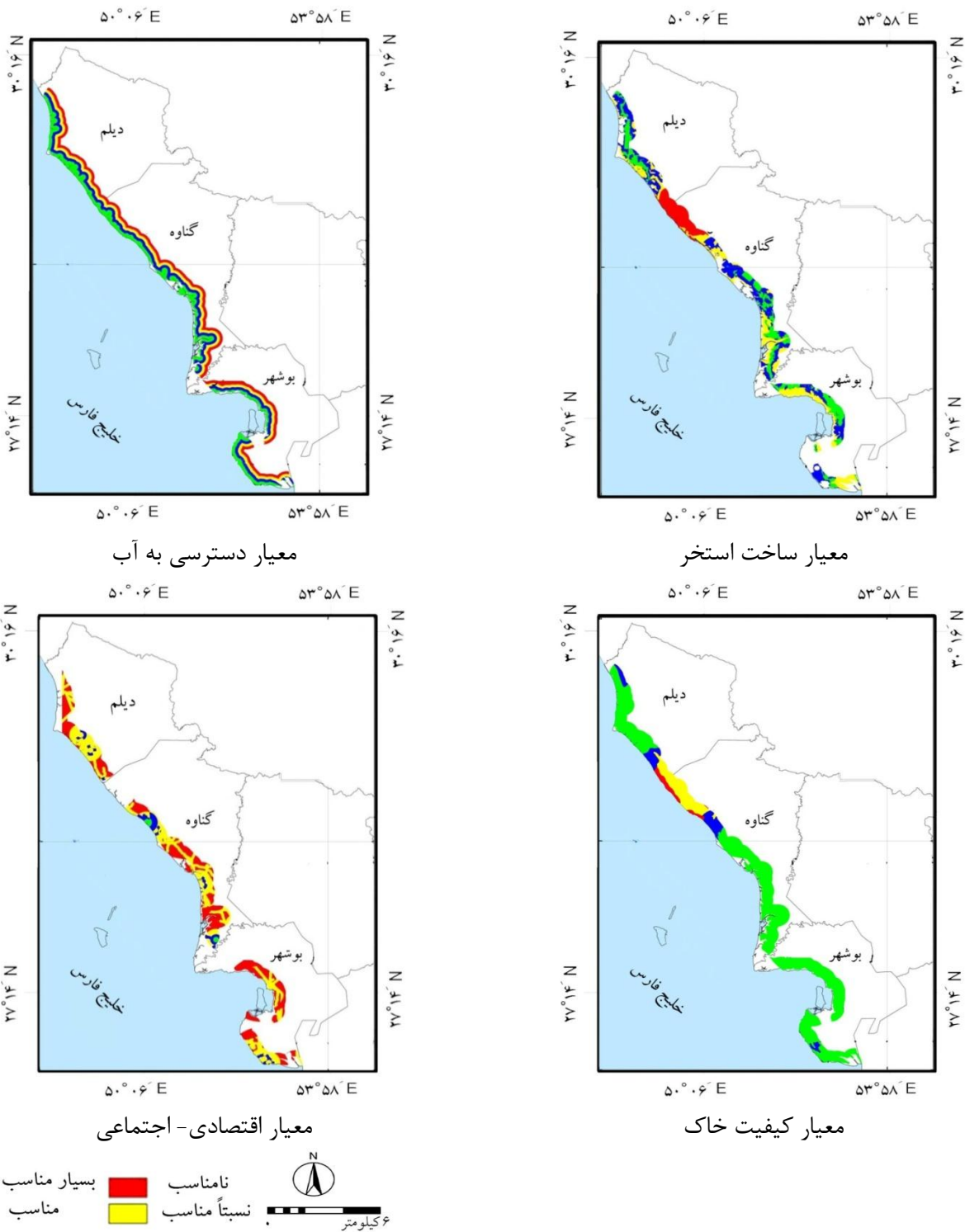
مناطق با شایستگی بسیار مناسب از نظر معیار ساخت استخر در امتداد خط ساحل با درصد شیب کمتر از ۲ درصد و ارتفاع ۲-۲/۵ متر قرار دارد. این مناطق در اراضی با کاربری آبی پروری، مرتعی و نمک زار واقع شده است. حدود ۵۰ درصد از اراضی منطقه از نظر سه معیار شیب، ضخامت خاک و ارتفاع در طبقه بسیار مناسب تا مناسب قرار گرفت (جدول ۳). مناطق که در اراضی کشاورزی و جنگل‌های حرا، پوشش درختی و باغی واقع شده‌اند که از

جدول ۳- مساحت و درصد مساحت طبقات شایستگی کاربری اراضی پرورش میگو و میزان مطلوب آن‌ها

محدودیت		نامناسب		نسبتاً مناسب		مناسب		بسیار مناسب		طبقات کاربری اراضی
(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	
معیار احداث استخر										
۸/۲	۷۰۶۴	۲۹/۲	۲۵۲۷۱	۱۲/۵	۱۰۸۴۵	۴۸/۲	۴۱۶۶۱	۱/۹	۱۶۷۶	کاربری اراضی
.	.	۴/۶	۳۶۴۸	.	.	۲/۳	۱۸۴۰	۹۳/۱	۷۳۹۶۵	شیب
.	.	۱۴	۱۱۱۲۲	.	.	.	.	۸۶	۶۸۳۳۰	ضخامت خاک
.	.	۴۵/۸	۳۶۴۲۴	۲۲/۴	۱۷۸۱۱	۱۴	۱۱۰۹۳	۱۷/۸	۱۴۱۲۵	ارتفاع
۸/۲	۷۰۶۴	۱۱/۶	۱۰۰۶۹	۲۵/۷	۲۲۲۸۴	۳۱/۵	۲۷۲۶۲	۲۳	۱۹۸۳۸	تلفیق گزینه‌ها
کیفیت خاک										
.	.	۳/۳	۲۶۳۷	۱۶/۹	۱۳۴۱۴	.	.	۷۹/۸	۶۳۴۰۳	نوع خاک
.	.	۴۸/۹	۳۸۸۵۸	.	.	.	.	۵۱/۱	۴۰۵۹۵	pH خاک
.	.	۳	۲۳۵۹	۱۱/۹	۹۴۸۶	۲۷/۷	۲۱۹۹۵	۵۷/۴	۴۵۶۱۴	بافت خاک
۸/۲	۷۰۶۴	۲/۷	۲۳۵۹	۱۰/۱	۸۷۶۴	۸/۳	۷۱۳۲	۷۰/۷	۶۱۱۹۹	تلفیق گزینه‌ها
دسترسی به منابع آبی										
.	.	۲۳/۹	۱۸۹۹۸	۲۴/۲	۱۹۲۵۷	۲۵/۳	۲۰۰۶۶	۲۶/۶	۲۱۱۳۳	فاصله تا دریا
.	.	.	.	.	.	.	.	۱۰۰	۷۹۴۵۳	نوع منابع آبی
۸/۲	۷۰۶۴	۲۲	۱۸۹۹۸	۲۲/۲	۱۹۲۵۷	۲۳/۲	۲۰۰۶۶	۲۴/۴	۲۱۱۳۳	تلفیق گزینه‌ها
اقتصادی و اجتماعی										
.	.	.	.	۱۲/۳	۹۷۸۱	۴۴	۳۴۹۷۷	۴۳/۷	۳۴۶۹۵	فاصله تا جاده
.	.	.	.	.	.	.	.	۱۰۰	۷۹۴۵۳	تراکم جمعیت
.	.	.	.	۷۵	۵۹۵۳۴	۱۹/۷	۱۵۶۴۴	۵/۴	۴۲۷۶	فاصله تا بازار محلی
.	.	۸۹	۷۰۷۲۴	۷/۷	۶۰۹۹	۲/۳	۱۸۵۲	۱	۷۷۸	فاصله تا مراکز تکثیر
۸/۲	۷۰۶۴	۴۰/۵	۳۵۰۲۶	۴۳/۷	۳۷۸۶۸	۶/۵	۵۶۶۹	۱/۱	۸۹۰	تلفیق گزینه‌ها

گزینه‌های معیار اقلیم، فاصله تا هجری با درجه اهمیت ۰/۵۷ بیشترین اهمیت را در بین گزینه‌ها در معیارهای موثر در مکان‌یابی دارند. مقایسه زوجی معیارهای نشان داد که ساخت استخر و اقتصادی-اجتماعی به ترتیب بیشترین و کمترین اهمیت را در بین معیارهای موثر در مکان‌یابی پرورش میگو در منطقه دارد (جدول ۴).

نتایج مقایسه زوجی گزینه‌ها و معیارها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در جدول ۴ آورده شده است. از نظر معیار احداث استخر در نرخ ناسازگاری ۰/۰۲، گزینه کاربری اراضی با ۰/۵۳ و شیب ۰/۰۸ به ترتیب بیشترین و کمترین درجه اهمیت را داشتند. فاصله تا دریا با درجه اهمیت ۰/۸ بیشترین اهمیت را در معیار دسترسی به منابع آب، بافت خاک با درجه اهمیت ۰/۶۲ از بین



شکل ۳- نقشه شایستگی معیارهای موثر در پرورش میگو

جدول ۴- نتایج ماتریس مقایسه زوجی و وزن گزینه های و معیارهای مکان یابی استخر پرورش میگو

وزن	گزینه ها				معیارها/گزینه ها
-	کاربری اراضی	ارتفاع	ضخامت خاک	شیب	احداث استخر
۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	شیب
۰/۲۵	۰/۲۰	۴	۱	۲	ضخامت خاک
۰/۱۴	۲	۱	۰/۲۵	۳	ارتفاع
۰/۵۳	۱	۰/۵۰	۵	۴	کاربری اراضی
CR=۰/۰۲					
وزن	فاصله تا دریا	منبع آب	دسترسی به منبع آب		
۰/۲	۰/۲۵	۱	منبع آب		
۰/۸	۱	۴	فاصله تا دریا		
CR=۰/۰۰					
وزن	بافت خاک	اسیدپته خاک	نوع خاک	کیفیت خاک	
۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۵	۱	نوع خاک	
۰/۲۴	۰/۳۳	۱	۱	اسیدپته خاک	
۰/۶۲	۱	۲	۳	بافت خاک	
CR=۰/۰۲					
وزن	فاصله تا هجری سایت	فاصله تا بازار محلی	تراکم جمعیت	فاصله تا جاده	اقتصادی- اجتماعی
۰/۱۵	۰/۲۵	۱	۲	۱	فاصله تا جاده
۰/۱۴	۰/۲۵	۱	۱	۰/۵	تراکم جمعیت
۰/۱۴	۰/۲۵	۱	۲	۱	فاصله تا بازار محلی
۰/۵۷	۱	۲	۲	۱	فاصله تا هجری سایت
CR=۰/۰۳					
وزن	کیفیت خاک	دسترسی به آب	اقتصادی- اجتماعی	احداث استخر	احداث استخر
۰/۵۴	۲	۱	۴	۱	اقتصادی- اجتماعی
۰/۰۵	۰/۳۳	۰/۲۵	۱	۱	دسترسی به آب
۰/۱۵	۲	۱	۲	۲	کیفیت خاک
۰/۲۶	۱	۱	۱	۰/۵	CR=۰/۰۹

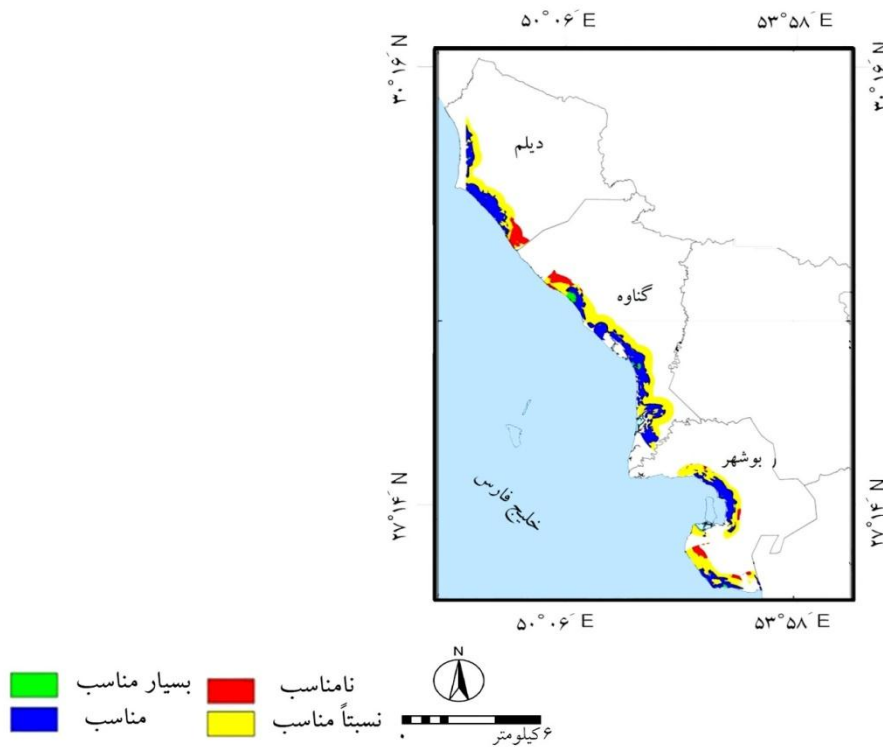
نقشه نهایی تلفیق معیارها

طبقه بندی مناطق مناسب پس از تلفیق لایه های وزن دهی شده ساخت استخر، دسترسی به منبع آب، کیفیت خاک و زیرساخت های اقتصادی اجتماعی نقشه مکان های مناسب مزارع پرورش میگو به دست آمد که در شکل ۴ آورده شده است. نتایج تلفیق نهایی معیارها و گزینه ها مؤثر در مدل نشان می دهد که ۴۰ درصد از سطح اراضی منطقه (۳۴۴۱۷ هکتار) بندر دیلم، بندر امام حسن، مال خلیفه، سربست، مال قائد، گشویی، بندر ریگ، جزیره جنوبی، جزیره شمالی، رمله، هلیله و بندرگاه از توانمندی

بسیار مناسب و مناسب برای ایجاد مزارع پرورش میگو برخوردار هستند. مساحت و درصد شایستگی مکان های مناسب برای مزارع پرورش میگو در جدول ۵ و موقعیت مکانی مناطق در شکل ۴ آورده شده است.

جدول ۵- مساحت و درصد شایستگی مناطق مناسب برای پرورش میگو

شایستگی	بسیار مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب	دارای محدودیت
مساحت (هکتار)	۱۳۳۹	۳۳۰۷۸	۳۸۹۵۶	۶۰۸۰	۷۰۶۴
درصد (%)	۱/۵	۳۸/۲	۴۵	۷/۱	۸/۲



شکل ۴- مکان‌های مناسب پرورش میگو سواحل شمالی استان بوشهر

نتایج صحت نقشه تولیدی

صحت نقشه تولید شده برای مکان‌یابی با استفاده از منحنی راک برابر با ۰/۷۳۴ است. نتایج میزان مطلوبیت مجتمع‌های در حال بهره برداری سواحل شمالی استان بوشهر در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶- نتایج صحت میزان شایستگی اراضی مجتمع‌های پرورش با روش منحنی عامل نسبی

مطلوبیت	بسیار مناسب		مناسب		نسبتاً مناسب		نامناسب	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
شیب	۰	۰	۲۸۴/۵	۴۱/۴	۵۴۴/۳	۵۸/۶	۰	۰
حله	۲/۹	۰/۴	۵۹۱/۵	۸۶/۲	۹۱/۷	۱۳/۴	۰	۰
رودشور	۰	۰	۲۷۳/۲	۶۹/۴	۱۲۰/۵	۳۰/۶	۰	۰
بندرریگ	۰	۰	۱۹۶/۹	۲۷/۸	۵۰۶/۷	۷۱/۵	۴/۷	۰/۷
پویرات	۵۳/۴	۵	۶۰۴/۵	۵۶/۱	۴۲۰/۱	۳۹	۰	۰

بحث و نتیجه‌گیری

عوامل تأثیرگذار بر مکان‌یابی و تعیین میزان محدودیتی که ایجاد می‌کنند از موارد مهم در ارزش‌گذاری مناطق پرورش میگو است [۲۳]. هدف از این پژوهش، شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل‌های مناسب پرورش میگو در منطقه، و تعیین نوع و میزان محدودیت‌ها و عوامل کاهش‌دهنده آن‌ها است.

در مناطق ساحلی که دارای شیب ملایم به طرف دریا می‌باشند، ایجاد استخرها با سرمایه‌گذاری کمتر و آسانی بیشتری انجام می‌شود [۱۱ و ۱۴]. وضعیت توپوگرافی

در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب برای پرورش میگو باید توجه نمود که در هر منطقه‌ای با توجه به شرایط معیارهای ساخت و ساز استخر (شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، ضخامت خاک)، معیارهای کیفیت (بافت خاک، نوع خاک، اسیدیته خاک)، معیارهای دسترسی به منبع آب (فاصله تا دریا، نوع منابع آب) و معیارهای زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی (فاصله از جاده، تراکم جمعیت، فاصله از بازار محلی، فاصله از هجری)، عوامل مؤثر بر انتخاب مکان متفاوت خواهد بود [۲۲ و ۲۸]. بنابراین، شناخت

اراضی باید به نحوی باشد که میزان خاکبرداری به حداقل رسیده و تامین ثقلی آب مورد نیاز کانال‌های انتقال و توزیع آب به آسانی انجام شود. همچنین تخلیه ثقلی استخرها برای خشک کردن، حذف رسوبات و ضد عفونی اراضی می‌بایست امکان‌پذیر باشد [۲۱]. جهت انتخاب و ساخت استخرهای مناسب پرورش میگو وضعیت توپوگرافی دارای اهمیت است. مناطق کم ارتفاع دارای مشکل تخلیه و زهکشی آب در دوره جزر هستند. در مناطق بسیار مرتفع نیز عملیات خاکبرداری مشکل است [۳۳].

جهت تعیین طبقات شایستگی معیار ساخت استخر از گزینه کاربری اراضی استفاده شد [۵، ۱۱، ۱۳، ۱۴]. در تعیین مناطق مناسب پرورش میگو، بررسی وضعیت کاربری موجود اهمیت زیادی دارد. کاربری‌هایی را باید به این فعالیت اختصاص داد که مناسب بوده و همچنین از نظر اقتصادی ارزش کمی داشته باشند. به این منظور مراتع ساحلی با پوشش تنک، اراضی بایرو شوره‌زارها در اولویت قرار دارند. درمورد اراضی کشاورزی، در صورتی که بازده اقتصادی فعلی آن‌ها مناسب نبوده و در صورت تبدیل به مزارع میگو بازده اقتصادی بهبود خواهد یافت، می‌توان این اراضی را به مزارع پرورش میگو تبدیل نمود [۱ و ۲]. با توجه به نتایج تپه‌ها، جنگل‌ها، مناطق شهری، بنادر و ساختمان‌ها از عوامل محدود کننده برای انتخاب محل تعیین گردیدند [۱۸ و ۱۹]. جهت تعیین طبقات شایستگی معیار احداث استخر از گزینه عمق خاک استفاده شد [۱۱].

در این پژوهش، نوع منبع آبی و فاصله تا دریا به عنوان گزینه‌های معیار دسترسی به منبع آب در تعیین مکان مناسب پرورش میگو معرفی شد [۱۳ و ۱۴]. برای تعیین طبقات شایستگی معیار دسترسی به منبع آب از گزینه فاصله تا دریا استفاده شد [۵، ۱۱، ۱۳، ۱۴]. مزارع پرورش میگو بایستی در نزدیکی دریا و یا منبع آبی دیگر قرار داشته باشد تا آبیگری با آسانی و هزینه کم انجام شود [۱۸ و ۱۹]. منبع تأمین آب در صورت فراهم نبودن شرایط منبع تأمین آب، میگوی پرورشی دچار کاهش رشد و در صورت تداوم دچار تلفات می‌شود. در مطالعاتی که برای تعیین مکان مناسب پرورش

میگوصورت گرفت، گزینه‌های بافت خاک، نوع خاک و اسیدیته خاک گزینه‌های معیار کیفیت خاک را تشکیل می‌دادند [۱۳ و ۱۴]. در این پژوهش، همچنین جهت تعیین طبقات شایستگی معیار کیفیت خاک از گزینه نوع خاک استفاده شد [۲۲ و ۲۳]. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها تاثیر قابل چشمگیری در انتخاب مکان‌های مناسب پرورش میگو دارد. این عامل با توجه به خاکی بودن دیواره استخرها، در هزینه‌های طرح نقش زیادی دارد. جهت تعیین طبقات شایستگی معیار کیفیت خاک از گزینه بافت خاک (درصد رس) استفاده شد [۱۱]. خاک‌هایی که قابلیت تراکم خوب، مقاومت برشی بالا و نفوذپذیری کم داشته باشند از شرایط مطلوبی برای خاک‌ریزی برخوردارند. با توجه به این که دیواره‌های استخر از خاک‌برداری زمین تأمین می‌شود، بافت خاک تا عمق یک متر مورد نظر می‌باشد. خاک مورد استفاده برای احداث استخرها باید دارای رس کافی باشد تا خاکریزهای ساخته شده توانایی نگه داری آب را داشته و نفوذ آب به حداقل برسد. برای ساخت استخرها پرورش میگو نباید از خاک‌های ماسه‌ای استفاده نمود، چرا که تخلخل ماسه‌ای، نفوذ مواد دفعی به عمق خاک را تسهیل نموده و مشکلات زیادی ایجاد خواهد نمود [۵].

جهت تعیین طبقات شایستگی معیار کیفیت خاک از گزینه اسیدیته خاک استفاده شد [۱۱]. اسیدی بودن آب استخر منجر به شیوع بیماری‌های نظیر سندرم اسید سولفوریک می‌گردد. اگرچه اراضی اختصاص یافته در کشور ما دارای اسیدیته خنثی متمایل به قلیایی هستند و با چنین مشکلی مواجهه نخواهند شد. همچنین بالا بودن اسیدیته خاک از حد مطلوب آن نیز باعث بروز بیماری‌هایی مانند سندرم مزمن نرمی پوسته خواهد شد. نمونه‌های خاک باید ترجیحاً تا عمق نیم متری مورد آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی قرار گرفته و متغیرهایی مانند اسیدیته، مواد آلی، میزان باروری و ترکیب فیزیکی آن تعیین گردد. وجود گل رس یا شن و رس در کف استخر باعث رشد و تولید بیشتر میکروارگانیسم‌های غذایی گردیده که افزایش مصرف اکسیژن محلول آب را در بر دارد. استفاده از خاک‌های متشکل از گیاهان تجزیه نشده در رسوبات باعث کاهش اکسیژن محلول و افزایش مواد

راه‌های اصلی و فرعی و خطوط انتقال نیرو و همچنین فاصله مناسب از مراکز شهری و استانی واقع شوند. دسترسی به مزارع از طریق جاده زمینی و یا راه آبی اهمیت زیادی دارد. نزدیکی به جاده، حمل و نقل مواد اولیه مورد نیاز و همچنین محصولات و فرآورده‌ها، دسترسی به آب شیرین و مراکز شهری و خدماتی را آسان می‌کند [۱]. برای تعیین طبقات شایستگی معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی از گزینه فاصله تا بازار محلی و عمل‌آوری استفاده شد [۹ و ۱۱]. حمل محصول میگو به بازار و کارخانه عمل‌آوری نباید بیش از ۱ ساعت طول بکشد. به این ترتیب علاوه بر کاهش هزینه‌های بالاسری، کیفیت میگوها در بالاترین حد ممکن حفظ شود.

در حال حاضر ۳۸۰۰ هکتار از اراضی مزارع پرورش میگو در استان وجود دارد. با توجه به استعداد منطقه و اعمال سیاست‌های آینده نگرانه و در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی سطح پرورش مزارع میگو را می‌توان تا ۸۶ درصد (۲۴۰۴۲ هکتار) گسترش داد. مهم‌ترین عامل محدود کننده شایستگی اراضی منطقه جهت پرورش میگو تعداد کم هجری عرصه‌ها در سواحل شمالی استان بوشهر است که می‌توان با توسعه تعداد هجری عرصه‌ها در این مناطق، مکان‌های مناسب پرورش میگو را توسعه داد. توجه به معیارهای مانند سیل‌گیر بودن منطقه، سطح کلروفیل A، اکسیژن محلول آب، سطح آب زیرزمینی و نوسانات جزر و مدی که در انتخاب مکان‌های مناسب این کاربری ضروری است.

آلی (عامل ایجاد بیماری آبشش سیاه) می‌شوند، که برای ساخت خاکریز مناسب نیستند [۲۳].

برای تعیین مکان مناسب پرورش میگو، از گزینه‌های فاصله تا هجری، فاصله تا جاده، فاصله تا بازار محلی و تراکم جمعیت معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی استفاده می‌شود. بنابراین، در این مطالعه نیز با استفاده از مطالعه گزینه‌های فاصله تا هجری، فاصله تا جاده، فاصله تا بازار محلی و تراکم جمعیت معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی محاسبه شد. برای تعیین طبقات شایستگی معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی از گزینه فاصله تا هجری استفاده شد [۵، ۱۱، ۱۳ و ۱۴]. نزدیکی مزارع میگو به مراکز تکثیر نیز دارای اهمیت است. در صورتی که مزرعه در فاصله زیادی از مراکز تکثیر واقع شده باشد، حمل و نقل لاروها در فاصله طولانی تری انجام شده و موجب ایجاد تنش به لارو می‌گردد. این امر افزون بر تحمیل هزینه اضافی، تلفات قبل و بعد از ذخیره‌سازی را افزایش می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده از گزینه فاصله تا هجری در این تحقیق به ترتیب حدود ۱ درصد مناطق بسیار مناسب، ۲/۳ درصد مناطق مناسب، ۷/۷ درصد مناطق نسبتاً مناسب و ۸۹ مناطق درصد نامناسب هستند. عامل محدود کننده در این گزینه، تعداد کم هجری عرصه‌های سواحل شمالی استان بوشهر است که با توسعه تعداد هجری عرصه‌ها در این مناطق، می‌توان مکان‌های مناسب پرورش میگو را توسعه داد.

برای تعیین طبقات شایستگی معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی از گزینه فاصله تا جاده استفاده شد [۱۶ و ۱۷]. مزارع پرورشی میگو بایستی در نزدیکی

References

- [1]. Aguilar-Manjarrez J., & Nath, S. S. (1998) A strategic reassessment of fish farming potential in Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 170 p.
- [2]. Azimi Hosseini, M., Nazarifar, M.H., & Momeni, R. (2013) Application of GIS in site selection, Mehreganeghalam Press, 304 p (in Farsi).
- [3]. Berlanga-Robles, C.A., Ruiz-Luna, A., Bocco, G., & Vekerdy, Z. (2011) Spatial analysis of the impact of shrimp culture on the coastal wetlands on the Northern coast of Sinaloa, Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 54 (7), 535-543.
- [4]. Cheraghi, M., Lorestani B., & Sobhan Ardakani, S. (2010) Site selection for Susceptible aquaculture in the Hamedan province using GIS, The First National Conference consumption pattern of reform with a focus on natural resources, agriculture and veterinary further details, 16-17 February 2010, Zabol - University of Zabol, Iran, 7 p (in Farsi).
- [5]. Chen K.J., & Ramos, S. L. (1989) Prawn Farming: Hatchery and GrowOut Operations, West Point Aquaculture Corporation. metro manila Philippines, 186 p.

- [6]. Dahdouh-Guebas, F., Zetterström, T., Rönnbäck, P., Troell, M., Wickramasinghe, A., & Koedam, N. (2002) Recent changes in land-use in the Pambala-Chilaw lagoon complex (Sri Lanka) investigated using remote sensing and GIS: conservation of mangroves vs. development of shrimp farming. *Environment, development and sustainability*, 4 (2), 185-200.
- [7]. De Graaf, G. (2003) Geographic information systems in fisheries management and planning: technical manual. vol 449. Food & Agriculture Org. 162 p.
- [8]. FAO. (1984) Aquaculture development and coordination programme, Inland Aquaculture Engineering (trans: Department FaA). Lectures presented at the ADCP Inter-regional Training Course, Budapest, 6 June-3 September, 220 p.
- [9]. Ghayoumian, J., Mohseni Saravi, M., Feiznia, S., & Nouri, B., Malekian, A. (2007) Application of GIS techniques to determine areas most suitable for artificial groundwater recharge in a coastal aquifer in southern Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 30 (2), 364-374.
- [9]. Ghodsipour, S.H. (2012) Analytical Hierarchy Process, Center Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic) Press, 244 p (in Farsi).
- [10]. Giap, D.H, Yi, Y., & Yakupitiyage, A. (2005) GIS for land evaluation for shrimp farming in Haiphong of Vietnam. *Ocean & Coastal Management*, 48 (1), 51-63.
- [11]. Gupta, M.C., Krishnarajan, V. P., Nayak, S. (2001) Brackish water aquaculture site selection in coastal track of kannore (Kerala) using remote sensing and GIS techniques. *Journal Indian Society Remote Sensing*, 29 (1-2), 79-83.
- [12]. Hadipour, A. (2007) Determine appropriate site for aquaculture on the coast areas using GIS and multi-criteria evaluation. Faculty of Civil and Environmental Engineering, Khajeh Nasir Toosi University of Technology, 79 p (in Farsi).
- [13]. Hadipour, A., Vafai, F., & Ahmadi, S. (2008) Locating shrimp farms using GIS and fuzzy multi-criteria decision. 8th International Conferences on Coasts, Ports and Marine Structures, 24- 26 November, Tehran, Iran. 8 p (in Farsi).
- [14]. Hakley, M., & Feilelson, E. (1998) The potential of a GIS-based scoping system. *Journal of Environmental Impact Assessment*, 18 (5), 439-459.
- [15]. Hossain M.S., Chowdhury, S.R., Das, N. G., Sharifuzzaman, S.M., & Sultana, A. (2009) Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh. *Landscape and Urban Planning*, 90 (3-4), 119-133.
- [16]. Hossain M.S., & Das, N.G. (2010) GIS-based multi-criteria evaluation to land suitability modelling for giant prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in Companigonj Upazila of Noakhali, Bangladesh. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70 (1), 172-186.
- [17]. Jalali Jafari, B. (2010) Health management of cultured shrimp, Faculty of Veterinary Medicine, Noorbakhsh Press. 256 p (in Farsi).
- [18]. Jalali Jafari, B., & Dawlatabadi, M. (2003) Integrated health care technical standards and regulations, licensing brine shrimp, The office of public health monitoring and combating disease fish health office, 12 p (in Farsi).
- [19]. Karthik M., Suri, J., Saharan, N., & Biradar, R.S. (2005) Brackish water aquaculture site selection in Palghar Taluk, Thane district of Maharashtra, India, using the techniques of remote sensing and geographical information system. *Aquacultural Engineering*, 32 (2), 285-302.
- [20]. Kungvankij P., Tiro, Jr. L., Pudadera, Jr. L., Potestas, I., Corre, K., Borlongan, E., Talean, G., Bustilo, L., Tech, E., & Unggui, A. (1986) Shrimp hatchery design, operation and management. 458 p.
- [21]. Kungvankij, P., Chua, T-E., Pudadera, Jr. B., Corre, K., Borlongan, E., Tiro, Jr. L., Potestas, I., & Talean, G. (1988) Shrimp culture: pond design, operation and management, 76 p.
- [22]. Longdill, P. C., Healy, T. R., & Black, K. P. (2008) An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management

- area site selection. *Ocean & Coastal Management*, 51 (8-9), 612-624.
- [23].Makhdoum M.F. (2013) Fundamental of land use planning. University of Tehran Press, 289 pp.
- [24].Malczewski, J. (1999) GIS and Multicriteria Decision Analysis. illustrated edn. John Wiley & Sons, 392 p.
- [25].Malczewski, J. (2006) GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20 (7), 703-726.
- [26].Marinoni, O. (2004) Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS. *Computers & Geosciences*, 30 (6), 637-646.
- [27].Nath, S. S., Bolte, J. P., Ross, L. G., & Aguilar-Manjarrez, J. (2000) Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 23 (1), 233-278.
- [28].Pars Peyab Consulting Engineers (PPCE). (2013) Report on survey potential facilities in Bushehr shrimp, Iranian Fisheries Company, 126 p (in Farsi).
- [29].Pontius, Jr. R.G., & Schneider, L.C. (2001) Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85 (1-3), 239-248.
- [30].Rajitha, K., Mukherjee, C.K., & Vinu Chandran, R. (2007) Applications of remote sensing and GIS for sustainable management of shrimp culture in India. *Aquacultural Engineering*, 36 (1), 1-17.
- [31].Saaty, R.W. (1987) The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9 (3-5), 161-176.
- [32].Salam, M.A., Ross, L.G. (2000) Optimising site selection for development of shrimp (*Penaeus monodon*) and mud crab (*Scylla serrata*) culture in South-western Bangladesh. In: 14th Annual Conference on Geographic Information Systems, Proceedings of the GIS, 2000. 13-16 p.

Site selection for shrimp farming in order to use saline water in arid and desert region using GIS and multi criteria decision making model

1- F. Amiri, Associate Professor, Department of Engineering, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran

famiri@iaubushehr.ac.ir

2- T. Tabatabaie, Assistant Professor, Department of Engineering, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran

3- H. Faqih, MSc Student, Department of Fisheries, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran

Received: 06 Jan 2016

Accepted: 18 Jul 2016

Abstract

This study was conducted to identify appropriate sites for shrimp farming development in North costal of the province of Boushehr using Geographical Information Systems (GIS). Base layers (thematic maps) were grouped into four main land use requisites for aquaculture, namely, potential for pond construction (slope, land use type, soil depth, elevation), soil quality (soil type, texture, and pH), water availability (distance to sea, and water source), infrastructure and socio-economical status (population density, distance to roads, local markets, and hatcheries). A constraint layer was used to exclude areas from suitability maps that were not allowed to implement shrimp farming. A series of GIS models were developed to identify and prioritize the most suitable areas for shrimp farming. This study shows that the land evaluation model is useful for identifying suitable areas for shrimp farming and for allocating land for an efficient increase in income, effective conservation, and sustainable land management. It was estimated that about 1.7% (1083 ha) of the total land area were highly suitable and, 41.6% (26759 ha) were suitable in the northern costal of Bushehr for shrimp farming. Curve Relative Operating Characteristic (ROC) method was used to assess of the accurany of model. Amount of ROC method was 0.734. Field results show that since existing shrimp farms cover only (3800 ha) of land, the potential for development of shrimp farms should take into 86% (24042 ha), consideration further political and environmental issues.

Keywords: Shrimp Farming; Site selection; GIS; Multi-criteria evaluation; Saline water; Arid and desert region.

اثر تنش خشکی بر گیاهان تنباکوی تراریخت (*Nicotiana tabacum* L. cv. Wisconsin) حاوی ژن P5CS در شرایط کشت در شیشه

۱- سمیه زارعی، کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه اصفهان

۲- علی اکبر احسانپور، استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه اصفهان

ehsanpou@sci.ui.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۴

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۰۴

چکیده

از آنجا که پرولین به عنوان یک اسمولیت مهم در تعدیل فشار اسمزی سلول‌های تحت تنش خشکی نقش اساسی دارد، در این پژوهش، اثر تنش خشکی بر گیاهان تراریخت حاوی ژن P5CS و غیرتراریخت تنباکو مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور گیاهان تراریخت و غیرتراریخت در محیط کشت MS پایه حاوی غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد پلی‌اتیلن‌گلایکول به مدت ۲۸ روز کشت شد. به منظور تعیین گیاهان مقاوم و حساس به خشکی و مکانیسم‌های تحمل به خشکی، شاخص‌هایی از قبیل وزن تر و خشک، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید)، قندهای محلول و پروتئین محلول اندازه‌گیری شد. در آخر الگوی پروتئینی در گیاهان تراریخت و غیرتراریخت بررسی شد. نتایج نشان داد که کاهش مولفه‌های فیزیولوژیکی وزن تر و خشک و نیز رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان تراریخت کمتر از گیاهان غیرتراریخت بوده و تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفته است. میزان قندهای محلول نیز در گیاهان تراریخت و غیرتراریخت در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ درصد افزایش معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد نشان داد. تجزیه و تحلیل حاصل از داده‌های پروتئینی نیز نشان داد که در گیاهان غیرتراریخت در غلظت ۳۰ درصد کاهش پروتئین محلول وجود داشته، در حالی که در گیاهان تراریخت پروتئین بدون تغییر و ثابت بود. نتایج SDS-PAGE برای بررسی تغییرات پروتئین‌های تحت تنش خشکی در برگ گیاهان تراریخت و غیرتراریخت نشان‌دهنده تغییرات الگوی پروتئین‌های گیاهان شاهد با گیاهان تحت تنش بود. همچنین تفاوت آشکاری در برخی باندها به عنوان مثال در محدوده ۳۵ و ۴۵ کیلو دالتون بین گیاهان تراریخت و غیرتراریخت مشاهده شد.

واژگان کلیدی: تنش خشکی؛ تنباکو؛ P5CS؛ کربوهیدرات محلول؛ پروتئین؛ SDS-PAGE.

مقدمه

گیاهان در طبیعت در معرض تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی قرار می‌گیرند. امروزه تنش خشکی از جدی‌ترین مشکلات در کشاورزی در سراسر دنیا است. تنش خشکی منجر به اختلال گرادیان‌های پتانسیل آب، کاهش فشار تورژسانس، اختلال در یکپارچگی غشا و تجزیه پروتئین‌ها می‌شود [۱۰]. انباشت اسمولیت‌ها در سیتوزول، امکان تعدیل فشار اسمزی را در سلول فراهم می‌آورد و نیز باعث پایداری آنزیم‌ها در حضور یون‌ها، تنش آبی و ترکیبات شیمیایی تجزیه‌کننده می‌شود [۵۳]. پرولین مهم‌ترین اسمولیت و یک چپرون شیمیایی است. چپرون‌ها پروتئین‌های شوک حرارتی کوچکی هستند که به عنوان محافظان مولکولی عمل می‌کنند و باعث پایداری فرم طبیعی پروتئین‌ها شده و از به هم خوردن شکل

طبیعی ترکیبات آنزیمی ممانعت می‌کنند [۴۸]. چندین مطالعه خاصیت آنتی‌اکسیدانی به پرولین نسبت داده و نقش جاروب‌کنندگی و عمل کردن آن به عنوان یک خاموش‌کننده اکسیژن یکتایی را پیشنهاد می‌کند [۳۷]. تیمار پرولین می‌تواند سطوح گونه‌های واکنشگر اکسیژن^۱ را در مخمر و قارچ کاهش دهد و بنابراین از مرگ سلولی ممانعت کند [۱۴]. سطوح رادیکال آزاد در جلبک و تنباکوی تراریخت مهندسی‌شده با بیان افزوده ژن ۱- پیروولین ۵-کربوکسیلات سنتتاز^۲ برای تجمع بالا و افزایش سرعت مسیر بیوسنتز پرولین، کاهش یافت [۵۷]. یکی از ویژگی‌های مطلوب برای ارزیابی تأثیر تنش خشکی در

1- Reactive Oxygen Species (ROS)

2- 1-pyrroline 5-Carboxylate Synthetase (P5CS)

از آن جاکه پرولین نیز یکی از اسمولیت‌های مهم در افزایش تحمل گیاه به تنش است، دست‌ورزی ژنتیکی آنزیم‌های مسیر بیوسنتز آن به ویژه آنزیم ۱-پیرولین-۵-کربوکسیلات سنتتاز در گیاهان می‌تواند موجب افزایش تحمل به تنش شود. در این پژوهش نیز با توجه به نقش و تاثیر مهم پرولین در تعدیل اسموتیکی انتظار می‌رود که گیاهان تراریخت حاوی ژن P5CS دارای تحمل بالاتری به خشکی نسبت به گیاهان نوع وحشی باشند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، گیاهان تراریخت تنباکو وارپته Wisconsin حاوی ژن P5CS، ژن کدکننده آنزیم پرولین ۵-کربوکسیلات سنتتاز، هستند. گیاهان مادری از کشت بذر وارپته مورد نظر تهیه گردید. آنزیم P5CS، مهم‌ترین آنزیم در مسیر بیوسنتز پرولین است. ژن P5CS به همراه ژن NPTII^۱ تحت پروموتور ۳۵S توسط پلاسמיד باکتری آگروباکتریوم *A. tumefaciens* در یک پژوهش جدا به گیاه تنباکو منتقل گردید [۵۰]. NPTII سبب مقاومت به کانامایسین شده به طوری که گیاهان تراریخته بر روی محیط کشت حاوی کانامایسین گزینش می‌شوند. گیاهان تراریخت و غیرتراریخت تنباکوی رشد یافته در شرایط دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و دمای °C ۲۵، پس از ریشه‌دار شدن در محیط کشت MS^۲ [۱۲] مایع با غلظت‌های صفر (نمونه شاهد)، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد پلی‌اتیلن‌گلیکول^۳ (اسموتیکوم) به مدت ۲۸ روز تیمار و در اتاق کشت با دمای °C ۲۵ و نور $25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ و رطوبت ۹۵-۹۸٪ قرار داده شد. پس از اتمام دوره تنش برخی از شاخص‌های رشد و نمو بررسی شد. تمام آزمایش‌ها بر اساس طرح کامل تصادفی در ۳ تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه اصفهان انجام و آنالیز واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار Sigma satat2 انجام شد. مقایسه میانگین بر اساس آزمون Tukey صورت گرفت و سطوح معنی‌دار بودن تیمارها در سطح $P \leq 0.05$ محاسبه گردید.

گیاهان عالی، تعیین وزن تر و خشک گیاه است [۳۰]. روند عمومی که گیاهان در شرایط تنش خشکی با آن روبرو هستند، کاهش تولید وزن تر و خشک است [۲۰]. تنش خشکی همچنین با افزایش برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اتیلن و اسید آبسزیک، فعالیت کلروفیلز را تحریک و باعث تجزیه کلروفیل می‌شود [۵۳]. انباشت قندهای محلول که در تنظیم اسمزی به منظور مقاومت به خشکی در گیاهان نقش ایفا می‌کند، اغلب تحت تنش خشکی و دهیدراسیون مشاهده می‌شود. جدا از نقش آن‌ها در تعدیل اسموتیکی، قندهای محلول در جنبه‌های دیگری مثل حفظ ثبات پروتئین‌ها نیز عمل می‌کنند [۶۰].

تحت تنش همچنین تغییراتی در پروتئین‌ها مشاهده می‌شود. تنش‌های درجه حرارت بالا، شوری و خشکی می‌توانند سبب تجزیه و غیرفعال شدن بسیاری از پروتئین‌ها گردند. پاسخ به تنش در سطح مولکولی بویژه تغییرات ناگهانی در بیان ژن‌ها که افزایش در ساخت گروه‌های پروتئینی را نتیجه می‌دهد، در تمام موجودات زنده یافت می‌شود [۲۸ و ۳]. در واقع ساخت پروتئین‌های آبدوست بخش مهمی از پاسخ‌ها به شرایط کم‌آبی است [۴] یک گروه از این پروتئین‌ها پروتئین‌های شوک حرارتی هستند [۲۳]. همچنین عوامل تنش‌زا به بلوکه شدن فوری فرآیندهای متابولیکی مثل رونویسی و همانندسازی DNA، ترجمه و صادرات mRNA تا زمان احیای سلول‌ها منجر می‌شوند [۸]. به دلیل اهمیت تنش خشکی و شوری در گیاهان و تولید گیاهان تراریخته‌ای که در شرایط چنین تنش‌هایی به رشد مناسب خود ادامه دهند، مسئله انتقال ژن P5CS به گیاهان مورد توجه قرار گرفته است [۶۲]. نقش مثبت پرولین در تعدیل فشار اسمزی نسبت به شرایط شوری و خشکی توسط محققین در گیاهان مختلفی همچون تنباکو (*Nicotiana tabacum*) [۶۱، ۲۹ و ۱۵]، ذرت (*Zea mays*) [۴۹]، آرابیدوپسیس (*Arabidopsis thaliana*) [۶۱ و ۳۲]، برنج (*Oryza sativa*) و اطلسی (*Petunia hybrid*) [۶۱] گزارش شده است. انتقال و بیان ژن P5CS در تنباکو، منجر به تولید ۱۸-۱۰ برابری پرولین در گیاهان تراریخته نسبت به گیاهان شاهد شد و این گیاهان تنش آبی را تحمل کردند [۶۱ و ۲۹].

1- Neomycin phosphotransferase

2-Murashige and Skoog

3- Poly Ethylene Glycol(PEG)

تهیه محیط کشت پایه MS

جهت تهیه محیط کشت MS [۴۲]، با توجه به غلظت هر یک از عناصر از محلول‌های پایه که حاوی عناصر ماکرو، عناصر میکرو، آهن و دیگر مواد آلی مانند ویتامین‌ها و ... بجز سوکروز هستند، به مقدار مورد نیاز در مقدار کمی آب مقطر ریخته و سپس ۳۰ گرم ساکاروز به آن افزوده شد. پس از حل شدن ساکاروز، حجم محلول با آب مقطر به ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد، pH محلول به دست آمده با HCl و NaOH یک نرمال در حدود ۵/۹- ۵/۷ تنظیم و سپس مقدار ۱۲ گرم آگار (نوع میکروبیولوژی شرکت مرک) به آن افزوده شد. محلول درون مایکروفر قرار داده شد تا آگار ذوب گردد. در آخر، ۴۰ میلی‌لیتر از محیط کشت مذاب به دست آمده درون شیشه‌های مخصوص کشت بافت گیاهی ریخته شد و در دمای 121°C و فشار ۱/۲ اتمسفر به مدت ۱۵ دقیقه اتوکلاو گردید.

جهت ساخت محیط کشت مایع حاوی پلی‌اتیلن‌گلایکول، مقادیر مورد نظر (مطابق با غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول مورد نظر) توزین شده و در حجم خاصی از محیط MS (۵۰ میلی‌لیتر) پس از تنظیم pH آن، حل گردید. جهت بهتر حل شدن، محلول‌ها حرارت داده شد و حجم نهایی با محیط MS به حجم مورد نظر (۲۰۰ میلی‌لیتر) رسانده شد.

اندازه‌گیری وزن تر و وزن خشک

پس از ۴ هفته گیاهان تراریخت و غیرتراریخت در غلظت‌های مختلف پلی‌اتیلن‌گلایکول (۰، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد)، از محیط‌های کشت مایع خارج شد. پس از آبیگری ریشه آن‌ها توسط کاغذ صافی، وزن تر گیاهان اندازه‌گیری شد. سپس گیاهان در آون با دمای 70°C به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و پس از خشک شدن مجموع وزن خشک بخش هوایی و ریشه به‌عنوان وزن خشک کل در هر تکرار یادداشت گردید [۵۰].

استخراج و سنجش کلروفیل

نخست ۰/۱ گرم از بافت برگ گیاه و به تعداد سه تکرار وزن گردید و سپس با استفاده از ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪

در تاریکی یکنواخت گردید. میزان کلروفیل a و b و کلروفیل کل (a+b) و کارتنوئیدها با روش Arnon [۴] به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV-160 Shimadzu در طول موج‌های ۶۶۳ nm، ۶۴۵ nm و ۴۷۰ nm اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات ۰/۰۵ گرم از نمونه‌های تازه گیاهی توزین گردید. سپس در ۲/۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ در هاون چینی به مدت ۵ دقیقه سائیده شد. کربوهیدرات موجود در عصاره به دست آمده با استفاده از معرف آنترون با دستگاه اسپکتروفتومتری مدل Pharmacia LKB- Novaspec در طول موج ۶۲۵ نانومتر بر اساس روش Fales [۱۹] اندازه‌گیری شد.

استخراج و اندازه‌گیری پروتئین‌های محلول

برای اندازه‌گیری پروتئین‌های محلول از روش بردفورد [۱۰] استفاده شد. نخست ۰/۵ گرم بافت تازه گیاه با بافر استخراج در هاون سائیده شد (با نسبت ۱ به ۳: ۱ گرم بافت با ۳ حجم بافر استخراج). سپس عصاره‌ها به اپندورف منتقل و به مدت ۲۰ دقیقه در سرعت ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه و دمای 4°C سانتریفیوژ گردید. سپس محلول‌های رویی جدا و به اپندورف‌های جدید منتقل گردید. به منظور اندازه‌گیری پروتئین، به یک لوله آزمایش ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره مورد نظر منتقل شده و به آن ۵ میلی‌لیتر معرف برادفورد اضافه شد. ترکیب فوق به مدت ۲ دقیقه ورتکس شده و پس از گذشت ۲۰ دقیقه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر جذب نور در طول موج ۵۹۵ نانومتر خوانده شد. نمونه بلانک حاوی ۱۰۰ میکرولیتر آب مقطر و ۵ میلی‌لیتر معرف برادفورد بود.

تهیه ژل SDS-PAGE

ژل الکتروفورز به صورت ژل عمودی با شرایط دناتوره کننده غیر پیوسته^۱ انجام گرفت که در این سیستم ژل استفاده شده به صورت دو قسمتی (ژل پایین یا ژل جداکننده با غلظت اکریل‌آمید بیشتر و ژل بالایی یا ژل

کاهش در مقدار رنگیزه‌ها در گیاهان غیرتراریخت بیشتر از گیاهان تراریخت بود به ویژه در غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد نسبت به گیاهان تراریخت معنی‌دار بود.

کربوهیدرات محلول

نتایج اندازه‌گیری مقدار کربوهیدرات محلول در گیاهان تراریخت و غیرتراریخت تنباکو نشان داد که در گیاهان تراریخت تا غلظت ۲۰ درصد پلی‌اتیلن‌گلیکول، مقدار قندهای محلول افزایش می‌یابد اما در غلظت ۳۰ درصد کاهش مقدار قندهای محلول مشاهده شد. در گیاهان غیرتراریخت افزایش محتوای قندهای محلول تا غلظت ۱۰ درصد پلی‌اتیلن‌گلیکول و بعد کاهش در غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ درصد مشاهده شد. در گیاهان غیرتراریخت مقدار قندهای محلول در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ درصد پلی‌اتیلن‌گلیکول نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار نشان دادند و در سایر غلظت‌ها این اختلاف معنی‌دار نبود. به طور کلی، افزایش مقدار قندهای محلول در گیاهان تراریخت بیشتر از گیاهان غیرتراریخت بود به طوری که در غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به ترتیب ۱/۳، ۱/۵۶ و ۱/۵ برابر بیشتر از گیاهان غیرتراریخت بود (شکل ۳).

پروتئین‌های محلول

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار پروتئین‌های محلول در گیاهان تراریخت و غیرتراریخت در غلظت‌های مختلف پلی‌اتیلن‌گلیکول نشان داد که در گیاهان تراریخت با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلیکول تغییر معنی‌داری در مقدار پروتئین محلول مشاهده نشد (شکل ۴). در گیاهان غیرتراریخت نیز با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلیکول مقدار پروتئین تا غلظت ۱۰ درصد ثابت بود ولی در غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ درصد کاهش نشان داد. کاهش مقدار پروتئین در گیاهان غیرتراریخت بیشتر از گیاهان تراریخت بود به طوری که در غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ درصد با گیاهان تراریخت اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۴).

متراکم‌کننده با غلظت اکریل آمید کمتر) است. رنگ‌آمیزی ژل با نیترات نقره انجام شد. پس از این مراحل، بررسی تغییرات الگوی پروتئینی و شدت نسبی باندهای پروتئینی بر روی ژل‌های به‌دست آمده به صورت کمی با استفاده از نرم افزار ImageJ انجام شد.

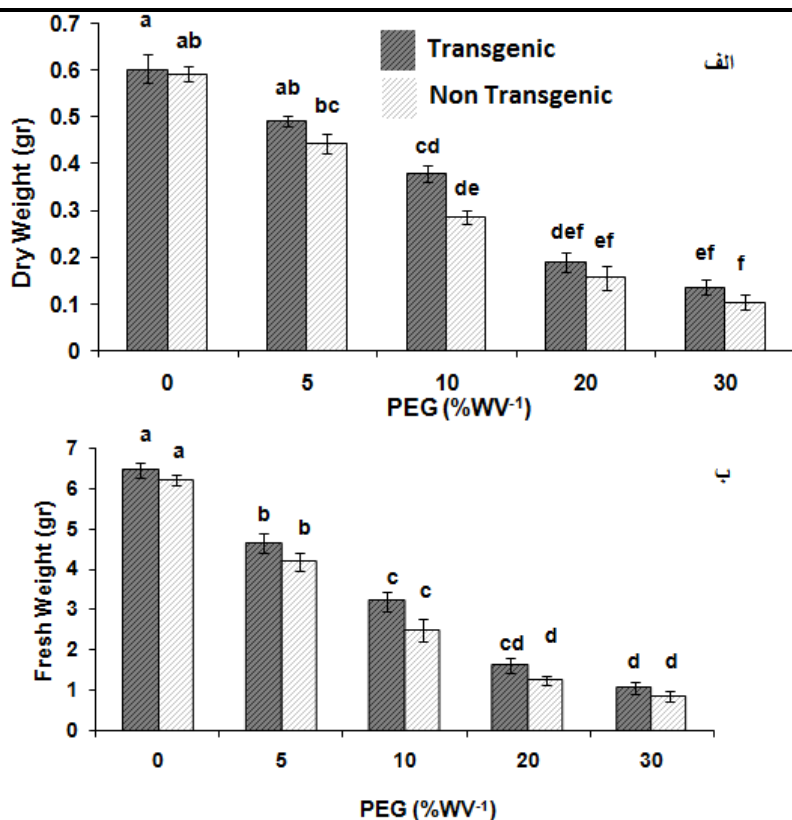
نتایج

وزن تر و وزن خشک

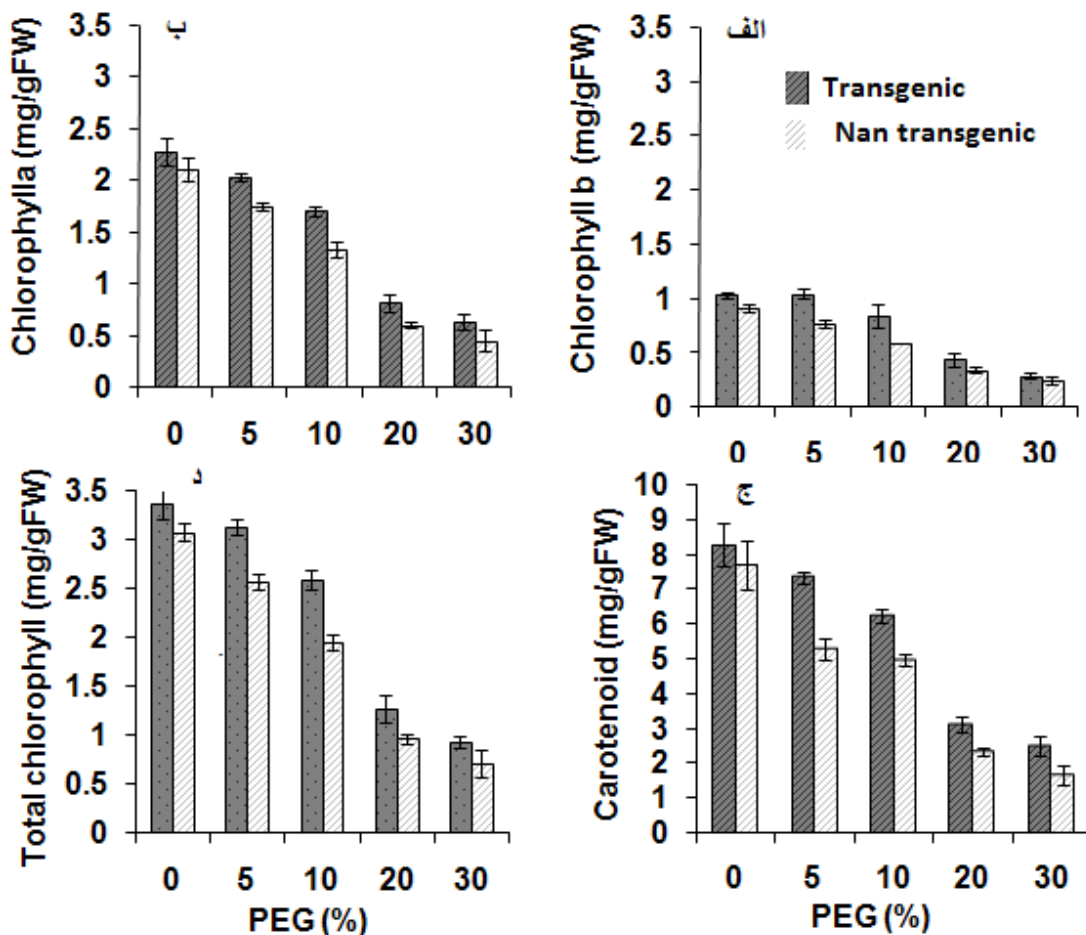
نتایج نشان داد که وزن تر در گیاهان تراریخت و غیرتراریخت با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلیکول به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در تمام تیمارها این کاهش نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار بود به طوری که در گیاهان تراریخت در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به ترتیب ۳۰، ۵۱، ۷۵/۸، ۸۴/۱ و در گیاهان غیرتراریخت به ترتیب ۳۳/۷، ۶۰/۶، ۸۰/۳ و ۸۶/۵ درصد کاهش نسبت به نمونه شاهد مشاهده شد. بین گیاهان تراریخت و غیرتراریخت نیز در غلظت ۱۰ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۱ ب). نتایج اندازه‌گیری وزن خشک نشان داد که وزن خشک نیز مانند وزن تر تحت تأثیر تنش خشکی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. این کاهش به ویژه در غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ درصد پلی‌اتیلن‌گلیکول نسبت به غلظت صفر (شاهد) بیشتر بود. بین گیاهان تراریخت و غیرتراریخت در غلظت ۲۰ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (شکل ۱ الف).

رنگیزه‌های فتوسنتزی

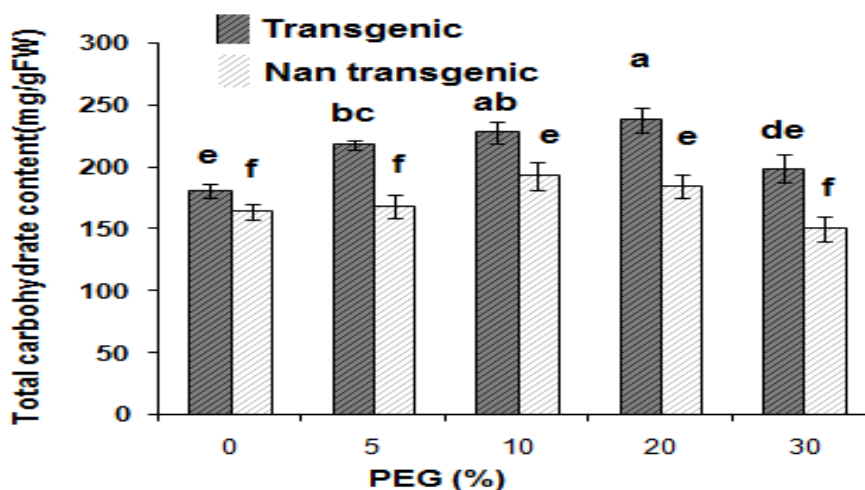
با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلیکول مقدار هر سه نوع کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در گیاهان تراریخت و غیرتراریخت کاهش یافت. در مقدار کلروفیل a در گیاهان تراریخت و غیرتراریخت در غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ درصد، در مقایسه با سایر غلظت‌ها، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و کمترین مقدار کلروفیل در این غلظت‌ها بود. کلروفیل b نیز الگوی تغییرات کلروفیل a را نشان داد. تغییرات در کلروفیل کل و کاروتنوئید (شکل ۲) نیز کم و بیش مشابه با کلروفیل a و b بود. کلروفیل کل و کاروتنوئید با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلیکول به ویژه در غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ درصد کاهش معنی‌دار نشان داد. در مجموع



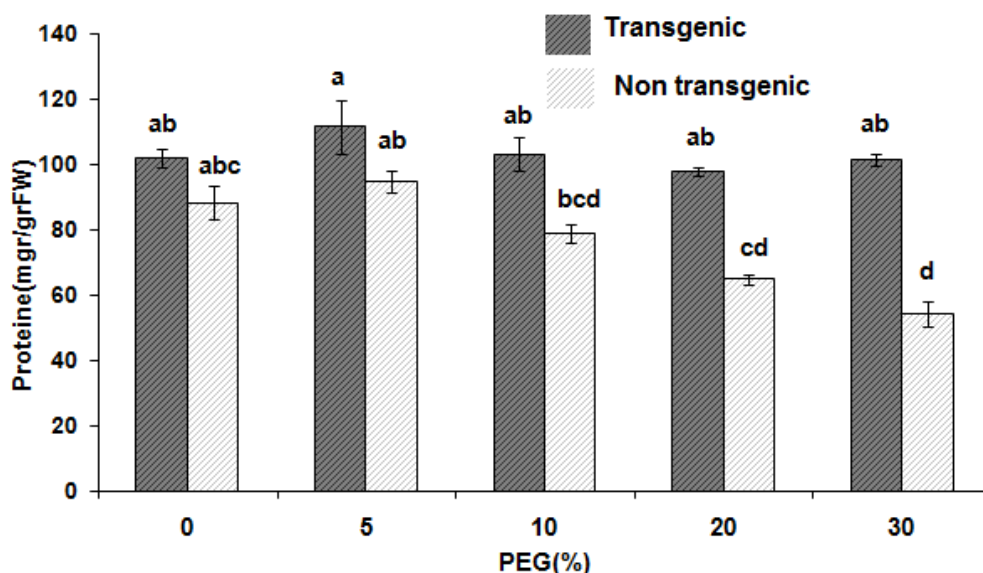
شکل ۱- اثر تنش خشکی بر وزن خشک (الف) و وزن تر (ب). داده‌ها میانگین ۳ تکرار \pm SD و حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P \leq 0.05$) براساس آزمون توکی می‌باشد.



شکل ۲- اثر تنش خشکی بر مقدار کلروفیل a (الف)، b (ب)، کلروفیل کل (ج) و کاروتنوئید (د) داده‌ها میانگین ۳ تکرار \pm SD



شکل ۳- اثر تنش خشکی بر میزان کربوهیدرات محلول در برگ گیاهان تنباکو. داده‌ها میانگین ۳ تکرار \pm SD و حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P \leq 0.05$) براساس آزمون توکی می‌باشد.

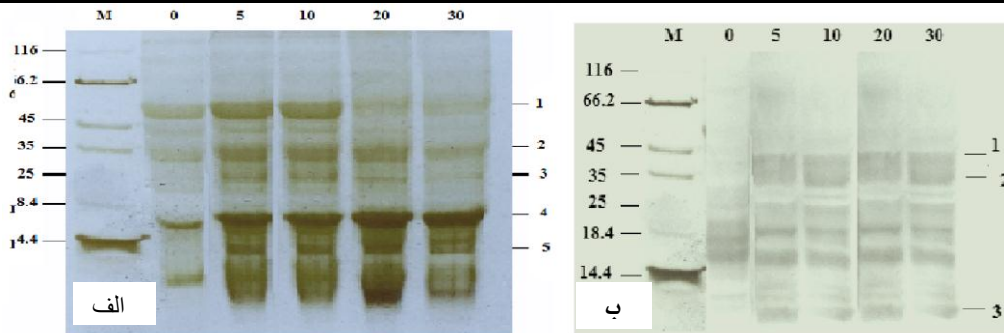


شکل ۴- اثر تنش خشکی بر میزان پروتئین در برگ گیاهان تنباکو. داده‌ها میانگین ۳ تکرار \pm SD و حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P \leq 0.05$) براساس آزمون توکی می‌باشد.

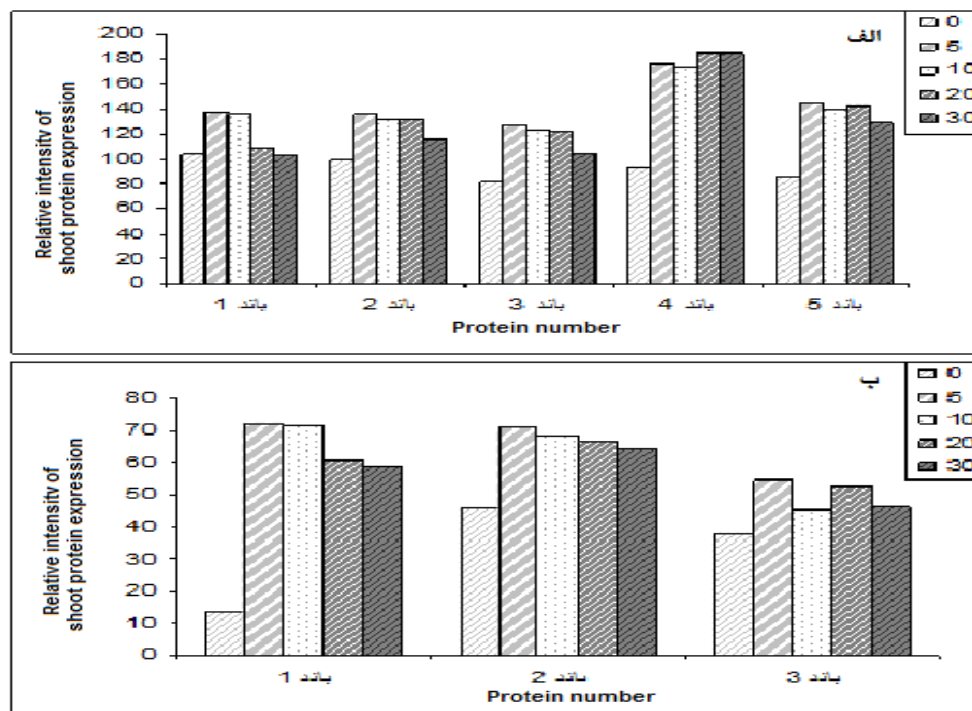
الکتروفورز پروتئین ساقه-برگ گیاهان تراریخت و غیرتراریخت

۲۲ کیلو دالتون نیز گیاهان تراریخت نسبت به شاهد افزایش تراکم باند را نشان می‌دهند. در سایر تیمارهای خشکی تغییر قابل ملاحظه‌ای از نظر باند پروتئینی مشاهده نشد.

بر اساس شکل ۵، در گیاهان تراریخت الگوی پروتئینی در تیمار ۵ و ۱۰ درصد نسبت به گیاه بدون تیمار (شاهد) در محدوده باند پروتئینی حدود ۵۵ کیلو دالتون افزایش تراکم نشان داد، در حالی که گیاهان غیر تراریخت الگوی نسبتاً یکسانی را نشان می‌دهند. علاوه بر این در محدوده



شکل ۵- الگوی الکتروفورزی پروتئین‌های برگ گیاهان تراریخت (الف) و غیرتراریخت (ب) تنباکو در غلظت‌های مختلف پلی اتیلن گلیکول



شکل ۶- شدت بیان نسبی پروتئین در گیاهان تراریخت (الف) و غیرتراریخت (ب) تنباکو در غلظت‌های مختلف پلی اتیلن گلیکول

بحث و نتیجه‌گیری

اندامک‌ها و اختلال در عملکرد روزنه‌ها باعث کاهش نرخ فتوسنتز و کاهش رشد گیاه می‌شود [۱]. تولید گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن نیز می‌تواند غیرفعال شدن آنزیم‌ها و یا تجزیه پروتئین‌های سلولی و کلروپلاستی و کاهش شدید میزان کلروفیل و در نهایت کاهش فتوسنتز شود. به طور کلی، در شرایط تنش خشکی رشد گیاه به واسطه محدود شدن تعدادی از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله فتوسنتز، تنفس، انتقال و جذب یون‌ها، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و هورمون‌ها کاهش می‌یابد [۹]. با توجه به نتایج مذکور، می‌توان محدود شدن فتوسنتز را از علت‌های اصلی کاهش رشد و به عبارت دیگر، کاهش وزن تر و خشک گیاه در شرایط تنش دانست.

بر اساس نتایج این تحقیق وزن تر و خشک گیاهان تراریخت و غیرتراریخت تنباکو در غلظت‌های بالای پلی اتیلن گلیکول کاهش معنی‌داری را در مقایسه با نمونه‌های شاهد نشان دادند. در پژوهش‌های انجام شده بر روی انواع گیاهان روند کاهش وزن تر و خشک در پتانسیل‌های منفی‌تر گزارش شده است [۳۵ و ۵۹]. همچنین کاهش بیومس به دلیل تنش کم‌آبی تقریباً در تمام ژنوتیپ‌های گیاه آفتابگردان مشاهده شده است [۵۸] که با نتایج این تحقیق که با پیشرفت تنش خشکی وزن کل گیاه کاهش می‌یابد، انطباق دارد. یکی از علت‌های کاهش وزن تر و خشک در گیاهان تحت تنش خشکی کاهش فتوسنتز است. در واقع تنش خشکی از طریق اختلال در ساختار غشاء، ایجاد بی‌نظمی در ساختار

گیاهان تراریخت نسبت به گیاهان غیرتراریخت کمتر بود که این می‌تواند بیانگر این باشد که شاید گیاهان تراریخت با افزایش میزان پرولین و به کارگیری راهکارهای خاص توانسته‌اند بر تجزیه کلروفیل غلبه کنند. در واقع محلول‌های سازگار نقش مهمی در جلوگیری از تخریب غشا تیلاکوئید در زمان دهیدراته شدن و تنش اسمزی به عهده دارند و از آنجایی که پرولین به عنوان یک تثبیت کننده پروتئین نیز عمل می‌کند، می‌توان پیشنهاد کرد که ممکن است پرولین سبب حفاظت آنزیم‌های درگیر در بیوسنتز پیگمان‌ها در زمان تنش شود. علاوه بر این پرولین در حذف گونه‌های فعال اکسیژن نیز نقش دارد و می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل کرده و خسارت‌های ناشی از افزایش گونه‌های واکنشگر اکسیژن^۱ به سیستم فتوسنتزی و کلروپلاستی را کاهش دهد. همچنین فعالیت بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز^۲ و آسکوربات پراکسیداز^۳ در گیاهان تراریخت و در نتیجه کاهش میزان گونه‌های فعال و اثرات مخرب آن‌ها بر رنگیزه‌ها می‌تواند از راهکارهای استفاده شده در این گیاهان باشد. قابل ذکر است که محتوای بالای کلروفیل و کاروتنوئید با تحمل به تنش همراه بوده است [۳۴ و ۵۳].

در این مطالعه مشاهده شد که تنش خشکی موجب افزایش قندهای محلول در گیاهان تحت تنش گردید. قندهای محلول از اسمولیت‌های مهمی هستند که افزایش آن‌ها در پاسخ به تنش خشکی گزارش شده است. هرچند نتایج ضد و نقیضی در مورد اثر تنش خشکی و شوری بر انباشت قند در گیاهان وجود دارد. برخی از پژوهشگران ثابت کرده‌اند که محتوای قند تحت تنش افزایش می‌یابد [۲]، برخی دیگر معتقدند که محتوای قند کاهش می‌یابد [۲۵] و برخی نیز گزارش کرده‌اند که محتوای قند ثابت می‌ماند [۴۱]. در این آزمایش افزایش محتوای قندهای محلول تحت تنش خشکی مشاهده شد که با نتایج به‌دست آمده در دیگر گیاهان همچون *Lupinus albus* [۴۶] و آفتابگردان تحت تنش شوری مطابقت دارد [۵۵]. از دلایلی که می‌توان برای افزایش قندهای محلول ذکر کرد، توقف رشد گیاه و یا ساخت قندهای محلول از

در این پژوهش مقدار کلروفیل و کاروتنوئید در گیاهان تراریخت و غیرتراریخت در غلظت‌های بالای پلی اتیلن گلایکول کاهش یافت که این کاهش در گیاهان غیرتراریخت بیشتر بود. علت کاهش کلروفیل و کاروتنوئید طی تنش خشکی را می‌توان این گونه بیان کرد که تنش خشکی از یک طرف منجر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود که این نیز به نوبه خود باعث تجزیه و در نتیجه کاهش رنگدانه‌ها می‌شود. در دوره تنش کلروفیل‌ها در کلروپلاست تجزیه شده و ساختارهای تیلاکوئید ناپدید می‌شوند [۵۳]. تنش خشکی همچنین با افزایش برخی از تنظیم کننده‌های رشد نظیر اتیلن و اسیدآبسیزیک، فعالیت کلروفیل‌ها را تحریک [۱] و باعث تجزیه کلروفیل و آزاد شدن کلروفیل می‌شود که در مراحل بعد با باز شدن حلقه پورفیرینی این محصولات به صورت فعال به واکوئل منتقل می‌شوند [۵۳]. از طرف دیگر، تنش خشکی باعث اختلال در سیستم‌های آنزیمی جاروب کننده گونه‌های اکسیژن فعال و در نتیجه افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و خسارت به غشای سلولی و تخریب رنگدانه‌ها می‌گردد [۴۷]. همچنین می‌توان گفت که کاهش کلروفیل کل در تنش خشکی به کاهش ظرفیت برای دریافت نور دلالت دارد. تولید گونه‌های فعال اکسیژن به طور عمده توسط جذب مازاد انرژی در دستگاه فتوسنتزی اتفاق می‌افتد. بنابراین، می‌تواند به وسیله تجزیه و تخریب پیگمان‌های دریافت کننده نور از تولید بیشتر آن‌ها اجتناب شود [۲۷]. کاهش غلظت کلروفیل طی تنش خشکی در گیاه *Phragmites australis* [۴۳] و *Paulownia imperialis* [۴۰]، لوبییا [۶] و *Carthamus tinctorius* [۵۶] نیز گزارش شده است. کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت تنش خشکی در برخی پژوهش‌ها دیگر نیز گزارش شده است که به طور عمده به دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی و فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها، تخریب پیش‌ماده‌های ساخت کلروفیل و یا جلوگیری از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید است [۱۸ و ۲۱]. هرچند کاهش یا تغییر نکردن مقدار کلروفیل طی تنش خشکی در دیگر گونه‌ها نیز گزارش شده است که به مدت و شدت تنش بستگی دارد [۳۴]. کاهش میزان کلروفیل و کاروتنوئید در

1- Reactive Oxygen Species (ROS)

2- Catalase (CAT)

3- Ascorbate Peroxidase (APX)

در گیاهان تراریخت و هم در گیاهان غیرتراریخت ابتدا افزایشی و سپس کاهش در غلظت‌های بالا بود (شکل ۴). نتایج مشابه ارقام جو تحت تنش خشکی نیز مشاهده شده است که نخست افزایش پروتئین‌ها و سپس کاهش آن گزارش شده است [۳۹]. شاید دلیل کاهش محتوای پروتئین در غلظت‌های بالای پلی‌اتیلن گلیکول به خاطر کاهش فتوسنتز و یا تخریب پروتئین‌ها باشد. با کاهش فتوسنتز در اثر تنش خشکی، مواد مورد نیاز برای ساخت پروتئین‌ها فراهم نمی‌شود و بنابراین ساخت پروتئین کاهش یافته و یا حتی متوقف می‌شود [۱۳]. از دلایل دیگری که می‌توان ذکر کرد، افزایش تشکیل و فعالیت گونه‌های فعال در غلظت‌های بالای پلی‌اتیلن گلیکول است. رادیکال‌های آزاد باعث بازدارندگی سنتز پروتئین‌ها و یا منجر به دناتوراسیون آن‌ها می‌شوند [۱۷]. هرچند این اثر ممکن است به کاهش تعداد پلی‌زوم‌ها مرتبط باشد [۱۶]. افزایش و سپس کاهش در پروتئین‌های محلول تحت تنش خشکی با یافته‌های پژوهش بر روی جو و سویا سازگار است [۷]. تنش خشکی یک افزایش را در برخی پروتئین‌ها و یک کاهش را در برخی دیگر نتیجه می‌دهد. در این پژوهش، تغییرات در مقدار پروتئین در گیاهان تراریخت در مقایسه با گیاهان غیرتراریخت ناچیز و کم بود که شاید دلیل آن محتوای بالاتر پرولین در این گیاهان نسبت به گیاهان غیرتراریخت باشد. یکی از نقش‌های پرولین توانایی آن در تثبیت پروتئین‌ها و حفظ آن‌ها از اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد ذکر شده است [۳۸]. در واقع پرولین به عنوان یک چپرون عمل می‌کند و باعث پایداری شکل طبیعی پروتئین‌ها می‌شود [۶۲ و ۴۴]. از دلایل دیگری که می‌توان برای کاهش پروتئین در غلظت‌های بالای پلی‌اتیلن گلیکول بیان کرد، القای ژن‌های کدکننده پروتئازها در طول تنش خشکی است. ثابت شده است که تنش خشکی بیان تعداد زیادی از ژن‌ها را القا می‌کند که برخی از آن‌ها ژن‌هایی هستند که پروتئازها را کد می‌کنند [۱۲]. پروتئازهای درون سلولی نقش مهمی در تجزیه پروتئین‌های غیرضروری و آسیب دیده تحت شرایط تنش را دارند [۲۲].

در دوره تنش، گیاهان ممکن است بیان ژن‌ها و مقادیر پروتئین‌های خود را تغییر دهند. به خوبی مشخص

مسیرهای غیر فتوسنتزی و نیز تخریب قندهای نامحلول است. از آن‌جا که در گیاهان، پتانسیل اسمزی به تعداد مولکول‌های ماده محلول نیز بستگی دارد، تنظیم اسمزی از مسیر تبدیل پلی‌ساکاریدهای نامحلول همچون نشاسته و یا فروکتان به قندهای محلول مانند ساکاروز و گلوکز صورت می‌گیرد [۲۶]. افزون بر این، از مهم‌ترین منابع مواد محلول، ترکیبات فتوسنتزی هستند که به طور مستقیم یا غیرمستقیم از هیدرولیز ترکیباتی مانند فروکتان حاصل می‌شود. فتوسنتز و رشد گیاه هر دو تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند اما رشد گیاه بیشتر متأثر می‌شود و با توقف رشد میزان محصولات فتوسنتزی افزایش می‌یابد [۱۳]. بررسی بر روی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس گندم نشان داد که در ژنوتیپ مقاوم در مقایسه با ژنوتیپ حساس به خشکی مقدار کربوهیدرات محلول بیشتری تجمع می‌یابد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. آن‌ها همچنین معتقد بودند که محتوای کربوهیدرات‌های محلول را می‌توان به عنوان یک شاخص جهت انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی به حساب آورد [۳۱]. در این پژوهش مقدار کربوهیدرات‌های محلول در گیاهان تراریخت در مقایسه با گیاهان غیرتراریخت بیشتر بود که شاید دلیل آن را این‌گونه بتوان عنوان کرد که در گیاهان تراریخت تنباکو میزان تثبیت CO_2 به خاطر بالاتر بودن محتوای کلروفیل آن‌ها بیشتر از گیاهان غیرتراریخت بوده و به همین دلیل انباشت قندها در آن‌ها نیز بیشتر گردیده است. پیشنهاد شده است که کربوهیدرات‌ها از قبیل گلوکز، فروکتوز، فروکتان‌ها و نشاسته در حفاظت اسمزی نقش مهمی به عهده دارند. کربوهیدرات‌ها علاوه بر تطابق و حفاظت اسمزی در ذخیره کربن و تصفیه رادیکال‌های آزاد نقش مهمی به عهده دارند [۴۵].

تغییرات پروتئین‌ها تحت تنش خشکی به طور وسیعی در گونه‌های گیاهی زیادی مطالعه شده است. در این پژوهش در گیاهان تراریخت تحت غلظت‌های مختلف، پلی‌اتیلن گلیکول اختلاف معنی‌داری در مقدار پروتئین‌ها مشاهده نشد اما در گیاهان غیرتراریخت در غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ درصد نسبت به نمونه شاهد و گیاهان تراریخت کاهش معنی‌داری در مقدار پروتئین‌ها مشاهده شد. هرچند الگوی کلی تغییرات در مقدار پروتئین‌ها هم

به هر حال، تنش خشکی الگوی پروتئین‌ها را در هر دو گروه تغییر داده است. به طور کلی، تنش خشکی تغییرات متابولیکی مرتبط با Turnover پروتئین (تغییرات در ساخت، حفظ سطح برخی پروتئین‌ها و یا تجزیه برخی پروتئین‌های دیگر) را القا می‌کند [۱۱]. در مطالعه‌ای که بر روی گیاه تنباکو تحت تنش شوری صورت گرفته است الگوی ۱۱ باند در گیاهان تراریخت و غیرتراریخت در شرایط تنش نسبت به نمونه شاهد تغییر یافته است [۵۲]. در این پژوهش نیز بیان برخی پروتئین‌ها در گیاهان تراریخت نسبت به گیاهان غیرتراریخت افزایش یافته و برخی پروتئین‌ها نیز در دو گروه الگوی یکسانی داشته‌اند. این نتیجه می‌تواند بیان‌گر پیچیدگی اثرگذاری پلی‌اتیلن‌گلایکول، و نیز بیان افزوده ژن P5CS بر پروتئین‌ها و تغییر بیان آن‌ها باشد.

با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که انتقال ژن P5CS به گیاهان تنباکو باعث افزایش تحمل به تنش خشکی در این گیاهان شده است. در گیاهان تراریخت به دلیل بیان افزوده ژن P5CS و افزایش مقدار پرولین و نقش آنتی‌اکسیدانی این آمینواسید، اثر مخرب گونه‌های فعال اکسیژن بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و در نتیجه فتوسنتز کمتر است. نبود تغییر در پروتئین‌های گیاهان تراریخت نیز می‌تواند به خاطر محتوای بالای پرولین و نقش حفاظتی آن که حفاظت از پروتئین‌ها و آنزیم‌ها را افزایش می‌دهد، باشد.

قدردانی

نویسندگان مقاله از معاونت محترم پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان و قطب تنش‌های گیاهی به واسطه حمایت از این پژوهش تشکر می‌نمایند.

شده است که پاسخ‌های موقتی متعددی در پاسخ به تنش‌های محیطی وجود دارد. همچنین الگوی بیان بسیاری از ژن‌ها در پاسخ به چندین نوع تنش از قبیل خشکی، سرما و شوری مشابه است [۲۴]. به عنوان مثال، مشخص شده که پروتئین‌های دهیدرین و رونوشت‌های آن‌ها در شرایط دهیدراسیون (خشکی، دمای پایین و شوری) تجمع یافته و نقش تثبیت‌کنندگی سلول‌ها را به عهده دارند. همچنین پروتئین‌های شوک حرارتی نیز زمانی که سلول تحت تنش باشد افزایش می‌یابد [۳۶]. نتایج بررسی الگوی پروتئین‌ها در این پژوهش نشان داد که در گیاهان تراریخت شدت بیان ۳ باند نسبت به نمونه کنترل تغییر یافته و ۲ باند نیز در اثر تنش القا شده‌اند. در گیاهان غیرتراریخت نیز شدت بیان ۳ باند نسبت به نمونه کنترل تغییر یافته است. افزایش بیان در پروتئین‌ها می‌تواند در اثر افزایش سرعت رونویسی و یا ترجمه، کاهش سرعت و میزان تخریب پروتئین‌های پاسخگو به تغییرات رخ داده و افزایش طول عمر آن‌ها در پاسخ به تنش‌ها باشد. کاهش بیان پروتئین نیز می‌تواند ناشی از اثرات بازدارندگی تنش خشکی و یا تنش اکسیداتیو ناشی از آن بر رونویسی و یا فرآیند ترجمه باشد. تغییرات برخی از باندهای پروتئینی در برگ‌های گیاهان تراریخت و غیرتراریخت نیز ممکن است وابسته به بیان افزوده ژن P5CS در گیاهان تراریخت باشد. یعنی نه تنها تنش خشکی باعث القای تغییرات در میزان بیان پروتئین‌ها شده است بلکه افزایش بیان ژن P5CS تحت تنش خشکی نیز ممکن است از طریق مکانیسم‌های خاص بر بیان ژن‌های سازنده برخی پروتئین‌ها و ساخت آن‌ها اثر گذاشته باشد. در نتیجه شدت برخی باندهای پروتئینی در گیاهان تراریخت در مقایسه با گیاهان غیرتراریخت تغییر یافته است. بنابراین، تفاوت الگوی پروتئینی و اختلاف بیان پروتئین‌ها بین گیاهان تراریخت و غیرتراریخت دیده شد.

References

[1]. Abaaszade, P., Sharifi, A., Lebaschi, H., & Moghadasi, F. (2007). Effect of drought stress on prolin, soluble sugars, Chlorophyll and RWC level in *Melissa oegicalinalis*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Researc*, 4, 504–513, (in farsi).

[2]. Aghaei, K., Ehsanpour, A. A., & Komatsu, S. (2008). Proteome Analysis of Potato under Salt Stress. *Journal of Proteome Research*, 7, 4858–4868, (in Parsi).

[3]. Allagulova, C. R., Gilamov, F. R., Shakirova, F. M., & Vakhitov, V. A. (2003).

- The plant dehydrins: structure and functions. *Biochemistry*, 68, 945-951.
- [4]. Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated thloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgans*. *Plant Physiology*, 24, 1-15.
- [5]. Astorga, G. I., & Melendez, L.A. (2010). Salinity effects on protein content, lipid peroxidation, pigments and proline in *Paulownia imperialis* and *Paulowina fortune* grown in vitro. *Electronic Journal of Biotechnology*, 5, 115.
- [6]. Beinsan, C., Camen, D., Sumalan, R., & Babau, M. (2003). Study concerning salt stress effect on leaf area dynamics and chlorophyll content in four bean local landraces from Banat areas. *Faculty of Horticulture*, 119, 416-419.
- [7]. Bensen, R. J., Boyer, J.S., & Mullet, J.E. (1988). Water deficit-induced changes in abscisic acid, growth, polyamines, translatable RNA in soybean hypocotyls. *Plant Physiology*, 88, 289-294.
- [8]. Biamonti, G., & Caceres, J. F. (2009). Cellular stress and RNA splicing. *Trends in Biochemical Sciences*, 34, 146-153.
- [9]. Bjorkman, O., & Powles, S.B. (1998). Inhibition of photosynthetic reactions under water stress: interaction with light level. *Planta*, 161, 490-504.
- [10]. Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- [11]. Bray, E.A. (1997). Plant responses to water deficit. *Trends in Plant Sciences*, 2, 48-54.
- [12]. Bray, E.A. (2002). Classification of genes differentially expressed during water-deficit stress in *Arabidopsis thaliana*: an analysis using microarray and differential expression data. *Annals of Botany*, 89, 803-811.
- [13]. Chaves, M.M., Flexas, J., & Pinheiro, C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, 103, 551-560.
- [14]. Chen, C., & Dickman, M.B. (2005). Proline suppresses apoptosis in the fungal pathogen colletotrichum trifolii. *Proceeding of the National Academy of Science USA*, 102, 3459-3464.
- [15]. Cherian, S., Reddy, M.P., & Ferreira, R.B. (2006). Transgenic plants with improved dehydration stress tolerance: Progress and future Prospects. *Biologia Plantarum*, 50, 481-495.
- [16]. Creelman, R.A., Mason, H.G., Bensen, R.J., Boyer, J.S., & Mullet, J.E. (1990). Water deficit and abscisic acid causes inhibition of shoots versus root growth in soybean seedlings: Analysis of growth, sugar accumulation and gene expression. *Plant Physiology*, 92, 205-214.
- [17]. Cruz de Carvalho, M.H., Arcy-Lameta, A., Roy-Macauley, H., & Gareil, M. (2001). Aspartic proteinase in leaves of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.): enzymatic activity, gene expression and relation to drought susceptibility. *FEBS Letters*, 492, 242-246.
- [18]. Egert, M., & Tevini, M. (2002). Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). *Environmental and Expperimental Botany*, 48, 43-49.
- [19]. Fales, F.W. (1951). The assimilation and degradation of carbohydrates by yeast cells. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 113-124
- [20]. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., & Fujita, D. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 185-212.
- [21]. Fu, J., & Huang, B. (2001). Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. *Environmental Experimental Botany*, 45, 105-114.
- [22]. Grudkowska, M., & Zagdańska, B. (2004). Multifunctional role of plant cysteine proteinases. *Acta Biochimica Polonica*, 51, 609-624.
- [23]. Gupta, S. C., Sharma, A., Mishra, M., Mishra, R., & Chowdhuri, D. K. (2010). Heat shock proteins in toxicology: how close and how far? *Life Sciences*, 86, 377-384.
- [24]. Hajheidari, M., Abdollahian-Noghabi, M., Askari, H., Heidari, M., Sadeghian, S. Y., Ober, E. S., & Salekdeh, G. H. (2005). Proteome analysis of sugar beet leaves under drought stress. *Proteomics*, 5, 950-960, (in farsi).

- [25]. Hanson, A. D., & Hitz, W. D. (1982). Metabolic responses of mesophytes to plant water deficit. *Annual Review of Plant Physiology*, 33, 163-203.
- [26]. Hendry, G. (1993). Evolutionary origins and natural functions of fructanc. *New Phytologist*, 123, 3-14.
- [27]. Herbinger, K., Tausz, M., Wonisch, A., Soja, G., Sorger, A., & Grill, D. (2002). Complex interactive effects of drought and ozone stress on the antioxidant defence systems of two wheat cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry*, 40, 691-696.
- [28]. Ingram, J., & Bartels, D. (1996). The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 47, 377-403.
- [29]. Jinyo, D., Xiaoyang, C., Wei, L., & Qiong, G. (2004). Osmoregulation mechanism of drought stress and genetic engineering strategies for improving drought resistance in plants. *Forestry Studies in China*, 6, 56-62.
- [30]. Kage, H., Kochler, M., & Stutzel, H. (2004). Root growth and dry matter partitioning of Cauliflower under drought stress conditions: measurement and simulation. *European Journal of Agronomy*, 20, 379-394.
- [31]. Kerepesi, I., & Galibra, G. (2000). Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. *Crop Science*, 44, 482-487.
- [32]. Kiyosue, T., Yoshiba, Y., Yamagushi-Shinozalad, K., & Shinozaki, K. (1996). A nuclear gene encoding mitochondrial proline dehydrogenase. an enzyme involved in proline metabolism, is upregulated by proline but downregulated by dehydration in Arabidopsis. *Plant Cell*, 8, 323-1335.
- [33]. Kpyoarissis, A., Petropoulou, Y., & Manetas, Y. (1995). Summer survival of leaves in a soft-leaved shrub (*Phlomis fruticosa* L.) under Mediterranean field conditions: avoidance of photoinhibitory damage through decreased chlorophyll contents. *Journal of Experimental Botany*, 46, 1825-1831.
- [34]. Kraus, T.E., Mckersie, B.D., & Fletcher, R.A. (1995). Paclobutrazole induced tolerance of wheat leaves to paraquat may involve antioxidant enzyme activity. *Journal of Plant Physiology*, 145, 570-576.
- [35]. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D., & Siddique, K.H.M. (1999). Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean type environment. *European Journal of Agronomy*, 11, 279-291.
- [36]. Lindquist, S., & Crig, E.A. (1998). The heat-shock proteins. *Annual Review of Genetics*, 22, 631-677.
- [37]. Matysik, J., Alia, B.B., & Mohanty, P. (2002). Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. *Current Science*, 82, 525-532.
- [38]. Mishra, S., & Dubey, R.S. (2006). Inhibition of ribonuclease and protease activities in arsenic exposed rice seedlings: role of proline as enzyme protectant. *Journal of Plant Physiology*, 163, 927-936.
- [39]. Mohammadkhani, N., & Heidari, R. (2008). Effect of drought stress on soluble proteins in two maize varieties. *Turkish Journal of Biology*, 32, 23-30, (in farsi).
- [40]. Mohsenzade, S., Malboobi, M. A., Razavi, K., & Farrahi Aschtiani, S. (2006). Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (poaceas) to water deficit. *Environmental and Experimental Botany*, 56, 374-322, (in farsi).
- [41]. Morgan, J. M. (1992). Osmotic components and properties associated with genotypic differences in osmoregulation in wheat. *Australian Journal of Plant Physiology*, 19, 67-76.
- [42]. Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473-497.
- [43]. Pagter, M., Bragato, C., & Brix, H. (2005). Tolerance and physiological responses of phragmites australis to water deficit. *Aquatic Botany*, 81, 285-299.
- [44]. Paul, M., & Hasegava, A. (1996). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51, 463- 499.
- [45]. Penna, S. (2003). Building stress tolerance drought over-producing trehalose in transgenic plants. *Trends in Plant Science*, 8, 355-357.
- [46]. Pinheiro, C., Chaves, M. M., & Ricardo, C. P. (2001). Alterations in carbon and nitrogen metabolism induced by water deficit

- in the stems and leaves of *Lupinus albus* L. *Journal of Experimental Botany*, 52, 1063-1070.
- [47]. Rahdari, P., & Hoseini, S.A. (2012). Drought Stress: A Review. *International journal of Agronomy and Plant Production*, 3, 443-446.
- [48]. Ranganayakulu, G.S., Veeranagamallaiah, G., & Sudhakar, C. (2013). Effect of salt stress on osmolyte accumulation in two groundnut cultivars (*Arachis hypogaea* L.) with contrasting salt tolerance. *African Journal of Plant Science*, 7, 586-592.
- [49]. Rayaptai, P.J., & Stewart, C.R. (1991). Solubilization of proline dehydrogenase from maize (*Zea mays* L.) mitochondria. *Plant Physiology*, 95, 787-791.
- [50]. Razavizade, R., Ehsanpour, A.A., Ahsan, A., & Komatsu, S. (2009). Proteome analysis of tobacco leaves under salt stress. *Peptides*, 30, 1651-1659, (in farsi).
- [51]. Razavizadeh, R., (2009) Effect of P5CS expression on some physiological and proteomics of transgenic tobacco (*Nicotiana tabacum* L. cv. Wisconsin) under *in vitro* salt stress. PhD Thesis, University of Isfahann
- [52]. Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., & Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161, 1189-1202.
- [53]. Sairam, R.K. (1994). Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. *Indian Journal of Experimental Biology*, 32, 594-597.
- [54]. Sairam, R. K., Deshmukh, P.S., & Saxna, D.C. (1998). Role of antioxidant systems in Wheat genotype tolerance to water stress. *Biologia Plantrum*, 41, 387-394.
- [55]. Santos, C. (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Scientia Horticulturae*, 103, 93-99.
- [56]. Sato, Y., Kawabuchi, S., Irimoto, Y., & Miyawaki, O. (2004). Effect of water activity and solvent-ordering on intermolecular interaction of high-methoxyl pectins in various sugar solutions. *Food Hydrocolloids*, 18, 527-534.
- [57]. Siddiqi, E.H., Ashraf, M., Hussain, M., & Jamil, A. (2009). Assessment of intercultivar variation for salt tolerance in safflower (*Carthamustinctorius* L.) using gas exchange characteristics as selection criteria. *Pakistan Journal of Botany*, 41, 2251-2259.
- [58]. Siripornadulsil, S., Traina, S., Verma, P.D.S., & Sayre, R.T. (2002). Molecular mechanism of proline mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae. *Plant Cell*, 14, 2837-2847.
- [59]. Tahir, M.H.N., & Mehdi, S.S. (2001). Evaluation of open pollinated sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under water stress and normal conditions. *International Journal of Agriculture and Biology*, 3, 236-238.
- [60]. Tayebi, A., Afshari, H., Farahvash, F., Sinki, M.J., & Nezarat, S. (2012). Effect of drought stress and different planting dates on safflower yield and its components in Tabriz region'. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 2, 445-453, (in farsi).
- [61]. Williams. J.H.H., William. S.A.L., Pollock. C.J., & Farrar. G.F. (1992). Regulation of leaf metabolism by sucrose. *Plant Physiology*, 39, 443-446.
- [62]. Yamada, M., Morishita, H., Urano, K., Shiozaki, N., Yamagushi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., & Yoshiba, Y. (2005). Effects of free proline accumulation in petunias under drought stress. *Journal of Experimental Botany*, 56, 1975-1981.
- [63]. Yamchi, A., Rastgar Jazzii, F., Ghobadi, C., Mousavi, A., & Karkhanehee, A.A. (2005). Increasing of tolerance to osmotic stresses in tobacco *Nicotiana tabacum* cv. Xanti through overexpression of p5cs gene. *Journal of Science and Tecnologyof Agriculture and Natural Resources*, 8, 40-49, (in Farsi).

Effect of drought stress on transgenic tobacco (*Nicotinia tabacum* L. cv. Wisconsin) plants containing P5CS gene under *in vitro* culture

1-S. Zarei, MSc Student of Plant Physiology, Department of Biology, University of Isfahan

2-A.A. Ehsanpour, Professor Department of Biology, University of Isfahan

ehsanpou@sci.ui.ac.ir

Received: 14 Jan 2016

Accepted: 25 Aug 2016

Abstract

In this study, to evaluate the effects of drought stress on transgenic tobacco (*Nicotinia tabacum* L. cv. Wisconsin) containing P5CS gene and non transgenic plants under *in vitro* culture, these plants were grown on MS media containing 0, 5, 10, 20 and 30% PEG for 28 days. To select the drought tolerant and sensitive plants and also the mechanisms of drought tolerance in transgenic tobacco plants parameters such as wet and dry weight and photosynthetic pigments content (chlorophyll a, b, total chlorophyll and carotenoid), soluble sugars and total soluble protein content were measured 28 days after PEG treatment. Results indicated that reduction of wet and dry weights and photosynthetic pigments content in transgenic plants were lower than the non transgenic plants. Soluble carbohydrates in both plants in 10 and 20% concentrations, significantly increased. Total soluble protein content were decreased in non transgenic plants in 30% PEG, and remained unchanged in transgenic plants. SDS-PAGE results in leaves showed different protein patterns between transgenic and non transgenic plants and also between treated and non treated plants for example, protein bands about 35 and 45 KD, Proline as a key osmoregulating solute in plants play an overriding role in osmotic pressure adjustment of the cell under water stress condition. Thus transgenic plants containing P5CS gene might be resistant against drought stress.

Keywords: Drought stress; Tobacco; P5CS; Soluble carbohydrate; Protein; SDS-PAGE.

اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری در مناطق خشک و نیمه‌خشک

۱- جواد چزگی، دانش آموخته دکتری علوم و مهندسی آب‌خیزداری، دانشگاه یزد

chezgi.javad@gmail.com

۲- حسین ملکی نژاد، دانشیار، گروه مرتع و آب‌خیزداری، دانشگاه یزد

۳- محمدرضا اختصاصی، استاد، گروه مرتع و آب‌خیزداری، دانشگاه یزد

۴- محمد نخعی، دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران

دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۵

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۴

چکیده

بخش اعظمی از کشور ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. اغلب پهنه‌های آبی طبیعی و مخزن سدها در این مناطق، با مشکل تبخیر و خشکسالی مواجه هستند. سدهای زیرزمینی بدلیل ذخیره آب در زیرزمین یکی از بهترین روش‌ها برای حفظ آب در مناطق خشک بحساب می‌آید. در این تحقیق سعی شده است با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی در منطقه کریان استان هرمزگان اولویت‌بندی شوند. بدین منظور ابتدا با انجام بازدیدهای صحرایی، ۱۰ مکان مناسب برای احداث سد زیرزمینی تعیین شد. سپس براساس نظرات کارشناسان امر (از طریق پرسشنامه) و مرور منابع علمی، از ۱۰ معیار شامل کمیت آب، کیفیت آب، طول محور سد، عمق محور سد، ضریب ذخیره مخزن، حجم مخزن، تکیه‌گاه‌های محور سد، شیب، نیاز آبی (شرب، کشاورزی و صنعت)، دسترسی (جاده، روستا و منابع قرضه) جهت اولویت‌بندی مکان‌های مناسب استفاده شد. در ادامه سه مدل تصمیم‌گیری چند معیاره شامل تاپسیس، الکتراه ۳ و فرآیند تحلیل شبکه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. برای انتخاب بهترین رتبه‌بندی و عملکرد مدل‌ها از تکنیک ناپارامتریک ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای با ضریب همبستگی ۰/۹۱ و واریانس ۳/۳۳ و انحراف معیار ۱/۸ بعنوان بهترین مدل انتخاب شد و مکان سد زیرزمینی بندر (Bondar) نیز بعنوان بهترین سایت جهت احداث سد زیرزمینی تعیین گردید.

واژگان کلیدی: اولویت‌بندی؛ سد زیرزمینی؛ تاپسیس؛ الکتراه ۳؛ فرآیند تحلیل شبکه‌ای؛ استان هرمزگان.

مقدمه

کمترین اثرات مخرب زیست را محیطی دارند و نیز هدر رفت آب را به حداقل می‌رسانند) توسعه یابند. امروزه در جهان سدهای زیرزمینی جهت توسعه و جلوگیری از خروج بدون استفاده منابع آبی قابل مصرف به خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک مورد توجه قرار گرفته است [۲۰]. سدهای زیرزمینی، سازه‌هایی هستند که جریان طبیعی آب‌های زیرزمینی را مسدود نموده و سبب ایجاد ذخایر آبی در زیر زمین می‌شوند. جهت ذخیره آب در سفره‌های طبیعی (مخازن بالادست محور سد) و عمود بر مسیر رودخانه دیواری نفوذناپذیر ساخته شده و از جریان زیرسطحی آب به پائین دست جلوگیری می‌کند. آب درون بستر ماسه‌ای انباشته می‌شود به این طریق، میزان

کشور ایران یکی از کشورهایی است که بر روی کمر بند خشک زمین قرار گرفته و همین امر موجب گسترش کویر در بسیاری از مناطق و نواحی مرکزی و جنوبی گردیده است. حدود ۷۵ درصد از کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک از نظر اقلیمی قرار گرفته است [۱]. در بسیاری از مناطق ایران، آب‌های زیرزمینی تنها منبع آب مورد استفاده محسوب می‌شوند. همین امر به عنوان یک محدودیت تاریخی عمده در توسعه اقتصادی و اجتماعی این سرزمین به شمار رفته است [۲۲]. بنابراین اتخاذ روش‌های اصولی و عملی در زمینه توسعه، حفاظت، بهره‌برداری و مدیریت منابع آب امری اجتناب ناپذیر است. بر این اساس لازم است روش‌های عمل استحصال آب (که

لیتولوژی تکیه‌گاه‌ها، شیب، نفوذپذیری سطح مخزن، عمق و سطح مخزن، جمعیت روستا، وسعت زمین‌های کشاورزی پائین دست، واحدهای صنعتی، فاصله از روستا، فاصله از منبع قرصه و فاصله محور در محیط مدول SMCE به اولویت‌بندی سدهای زیرزمینی پرداخته شد. اولویت‌بندی براساس شاخص تناسب تعیین گردید سدهایی که شاخص تناسب بالاتری داشتند در اولویت اول قرار گرفتند [۷].

[۱۶] در تحقیقی به مکان‌یابی مناطق مناسب احداث سد زیرزمینی با استفاده از مدل تحلیل چند معیاره مکانی (SMCA) در منطقه شمال کشور پاکستان پرداختند. ایشان از داده‌های زمین‌شناسی، شیب، کاربری اراضی، خاک و شاخص رطوبت توپوگرافیکی برای مکان‌یابی سدهای زیرزمینی استفاده کردند. در ادامه جهت اولویت‌بندی مناطق مناسب از دو مدل تصمیم‌گیری شامل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و روش تعامل عامل (FIM) استفاده کردند. نتایج نشان داد که تحلیل سلسله مراتبی ۳ درصد از مناطق را در اولویت اول و ۴ درصد را در اولویت دوم قرار داده است. در صورتیکه مدل تعامل عامل، ۲/۷ درصد از مناطق را در اولویت اول و ۴ درصد را در اولویت دوم قرار داده است. بطور کلی هر دو مدل خوب جواب دادند ولی مدل تحلیل سلسله مراتبی بهتر مناطق اولویت‌دار را تعیین کرد. همچنین براساس آنالیز حساسیت مهمترین معیار کاربری اراضی بدست آمد [۱۶].

[۱۰] در مطالعه‌ای به اولویت‌بندی گزینه‌های مدیریت ریسک سیل در رودخانه گرگانود در استان گلستان پرداختند. مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با مکانیسم‌های محاسباتی مختلف را با هم مقایسه کردند، تا مدلی که قطعی‌ترین جواب را ارائه دهد بدست آوردند. بدین منظور از آزمون تصادفی ناپارامتری، مدل‌های تجمع و تجزیه و تحلیل حساسیت برای بررسی مدل‌های رتبه‌بندی مورد استفاده قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که ELECTRE III می‌تواند با پیچیدگی معیارهای مدیریت سیل را بهتر رسیدگی کند. در نهایت گزینه ۷ که ترکیبی از گزینه ۵ و ۶ بود (مسائل اجتماعی) با بیشترین امتیاز در رتبه اول گزینه‌ها قرار گرفت [۱۰].

هدف از تحقیق رتبه‌بندی و اولویت‌بندی مکان‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی می‌باشد، که از

نوسانات سطح آب زیرزمینی را با ذخیره کردن آب، تا حد زیادی کاهش می‌دهند [۲۴ و ۲۵]. مهم‌ترین مشکل در توسعه و ایجاد سدهای زیرزمینی پیچیدگی تعیین مناطق مناسب احداث می‌باشد. این مشکل از آنجا ناشی می‌شود که معیارها و عوامل بسیار زیادی شامل معیارهای فیزیکی و اقتصادی- اجتماعی در مکان‌یابی مناسب آن‌ها دخیل می‌باشند، همچنین از نظر کیفیت و میزان دقت این معیارها متفاوت می‌باشند و میزان اهمیت و وزن هر کدام از آن‌ها با یکدیگر متفاوت می‌باشد [۱۴ و ۱۷]. همچنین بررسی و تعیین این عوامل در عرصه‌ها با استفاده از روش‌های سنتی بسیار پرهزینه بوده و نیاز به صرف وقت بسیار دارد. در نتیجه توسعه یک سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری^۱ به منظور بررسی و تعیین معیارها و شناسایی محل‌های مناسب احداث سدهای زیرزمینی ضروری می‌باشد [۸]. مدل‌های تصمیم‌گیری اغلب با توجه به معیارهای متناقض (کمی و کیفی) متعدد و پیچیده به بررسی گزینه‌های مختلف و در نهایت برای انتخاب بهترین گزینه مورد استفاده قرار می‌گیرند [۳۵ و ۳۶]. مدل‌های تصمیم‌گیری در قسمت‌های مختلف مدیریت منابع آب [۳، ۱۲، ۳۰ و ۳۲] و نیز در اولویت‌بندی مکان‌های مناسب سدهای زیر زمینی مورد استفاده قرار گرفته است [۷، ۱۱، ۱۵، ۱۶ و ۲۸]. یکی از خصوصیات مدل‌های تصمیم‌گیری در اولویت‌بندی استفاده از اطلاعات و تجربیات کارشناسان امر در حل این مسائل می‌باشد. چند تحقیق انجام شده در ایران و جهان ارائه شده است.

[۷] در تحقیقی به مکان‌یابی و ارزیابی سد زیرزمینی با استفاده از مدل SMCE و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در بخشی از استان البرز پرداختند. برای این تحقیق نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، قنات و کاربری اراضی از سازمان‌های مربوطه فراهم و جهت استفاده رقومی گردید. با روی هم اندازی لایه‌های فوق، ۳۱ محدوده پتانسیل‌دار در محیط Arc GIS مشخص شد. در مرحله بعدی برای اولویت‌بندی مناطق به دست آمده، معیارها و زیر معیارها به روش AHP و با نظرات کارشناسان وزن دهی شد. سپس با استفاده از شاخص‌های کیفیت شیمیایی و کمیت جریانات زیرسطحی، طول و عمق محور،

درجه کنترل متغیرها از نوع توصیفی- تحلیلی است. اطلاعات به دست آمده در قالب روش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به اینکه در این پروژه سه گروه از افراد مشارکت داشتند (بهره برداران، مسئولان اجرایی و اساتید) و به نوعی این سه گروه سه ضلع یک مثلث را تشکیل می‌دادند، لذا نقطه نظرات و دیدگاه‌های این سه گروه (۳۰ نفر) مورد بررسی قرار گرفت. براساس مطالعات پیشین و نظرات تهیه شده، تعداد ۱۰ معیار برای اولویت‌بندی مکان‌های مناسب تعیین گردید (جدول ۱). با استفاده از مقایسات زوجی و براساس جدول ساتی (جدول ۲) ارزش (وزن) معیارها بدست آمد. براین اساس ابتدا با استفاده از مطالعات انجام گرفته در این زمینه و همچنین نظر کارشناسان و استادان مربوطه، معیارها و شاخص‌های مورد نیاز استخراج شدند و با بهره‌گیری از مطالعات عمیق میدانی و Google Earth، مکان‌های مناسب برای احداث سد زیرزمینی بدست آمد. در ادامه وزن هر کدام از معیارها پس از تکمیل پرسش‌نامه مقایسه زوجی از سوی کارشناسان، به کمک فرآیند تحلیل شبکه‌ای مشخص شد و در نهایت با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل تاپسیس، الکتراه ۳ و فرآیند تحلیل شبکه‌ای، مکان‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی اولویت‌بندی و رتبه‌بندی گردیدند.

مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره شامل تاپسیس (TOPSIS^۱)، الکتراه ۳ (ELECTRE^۳) و فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP^۳) استفاده گردید. در ادامه برای ارزیابی عملکرد مدل‌ها از آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد که تا کنون کمتر تحقیقی به ارزیابی و مقایسه عملکرد مدل‌های تصمیم‌گیری پرداخته است.

موادوروش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوزه کریان با کد ۲۸۱۷ سازمان منابع آب کشوری در شرق شهرستان میناب در استان هرمزگان با مساحت ۲۶۵۷ کیلومتر مربع با مختصات جغرافیایی ۲۱° ۵۲' ۲۶" تا ۱۹° ۰۸' ۲۷" شمالی و ۲۵° ۰۷' ۵۷" تا ۲۲° ۲۲' ۵۷" شرقی قرار دارد، بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی مازابی در منطقه متوسط بارندگی ۲۵ ساله ۲۰۴/۳ میلیمتر می‌باشد. بیشترین ارتفاع منطقه در شرق حوزه با ارتفاع ۱۷۲۰ و کمترین ارتفاع ۴۲ متر که در غرب و خروجی حوزه مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۱).

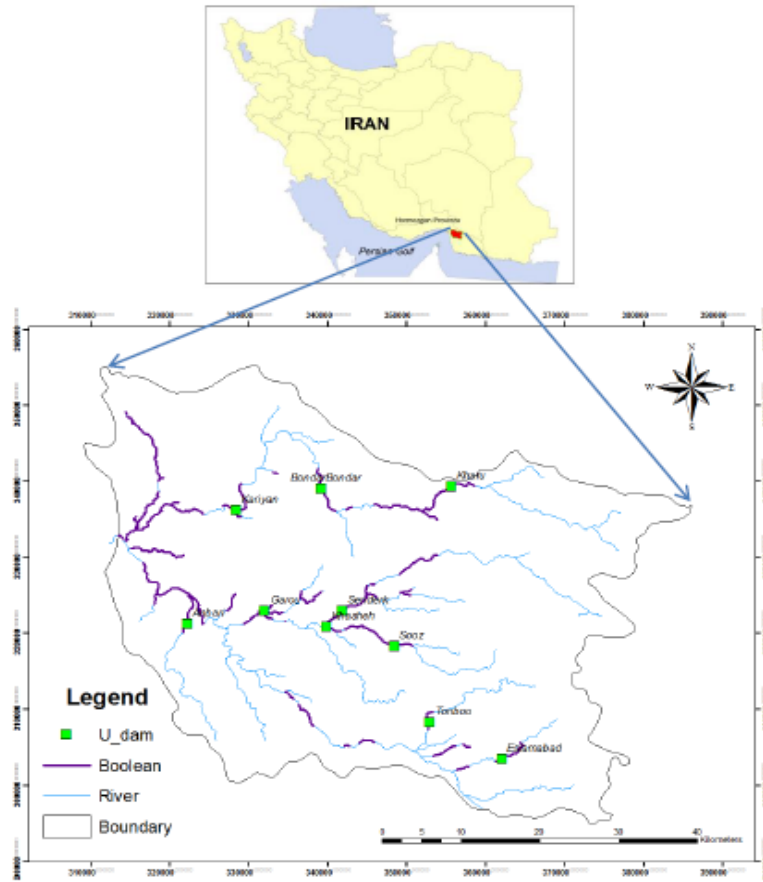
روش کار

تحقیق مورد مطالعه در دو مرحله انجام گرفت: در مرحله اول با استفاده از منطق بولین و معیارهای حذفی مناطق نامناسب حذف شدند که از مقدمات اولیه برای مکان‌یابی سد زیرزمینی می‌باشد، چون باعث صرفه جویی در وقت، هزینه و افزایش دقت می‌شود. در این مرحله از ۵ معیار حذفی شامل گسل، شیب، کاربری اراضی، آبراهه‌ها و زمین‌شناسی در الگوریتم بولین استفاده گردید. در ادامه جهت انتخاب محورهای مناسب در بازه‌های بدست آمده از نتایج مدل بولین، با استفاده از بازدیدهای صحرائی و نرم‌افزار Google Earth، ۱۰ مکان مناسب از ۳۲ بازه بدست آمده انتخاب و مورد بررسی و تایید قرار گرفت. محورهای مناسب بر اساس طول محور، سطح مخزن و تکیه‌گاه مناسب، انتخاب شدند. مرحله دوم از لحاظ هدف، کاربردی است، و از لحاظ گردآوری داده‌ها، میزان نظارت و

1. Technique for Order-Preference by Similarity to Ideal Solution

2. ELimination and Et Choice Translating Reality

3. Analytic Network Process



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی آبخیز کریان در استان هرمزگان و ایران (مربع‌ها: مکان‌های مناسب سدیرزمینی)

جدول ۱- معیارهای استفاده شده در تحقیق و مقایسات زوجی بین معیارها با نرخ ناسازگاری ۰/۰۹۷

وزن نهایی	دسترسی (روستا، جاده، منابع قرصه)	نیاز آبی (شرب، کشاورزی، صنعت)	شیب	تکیه گاه محور سد	حجم مخزن	ضریب ذخیره مخزن	عمق محور سد	طول محور سد	کیفیت آب	کمیت آب
۰/۲۸	۵	۵	۴	۷	۵	۴	۵	۵	۳	۱
۰/۰۷	۰/۵۰	۰/۳۳	۲	۵	۰/۲۰	۰/۳۳	۵	۵	۱	
۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۲۵	۱		
۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۴	۰/۲۰	۰/۳۳	۱			
۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۳	۰/۳۳	۱				
۰/۱۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۴	۵	۱					
۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۲۰	۱						
۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۱							
۰/۱۷	۳	۱								
۰/۱۴	۱									

جدول ۲- جدول مقایسات زوجی ساعتی

عدد	ترجیحات
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲ و ۸ و ۶	ترجیحات بین فواصل فوق

مدل بولین

منطق بولین ساده‌ترین و شناخته‌ترین منطق GIS می‌باشد، در این مدل وزن‌دهی لایه‌ها بر اساس صفر یا یک صورت می‌گیرد، عملگرهای مختلفی ارائه شده است. مهمترین و پرکاربردترین عملگرهای اشتراک و اجتماع می‌باشند [۸]. در این تحقیق از عملگر اشتراک (AND) استفاده گردید. بدین صورت که تهیه نقشه مناطق مساعد یا نامساعد از این روش پس از امتیاز دادن طبقات هر لایه (زمین‌شناسی، کاربری اراضی، گسل، شیب و آبراهه‌ها) در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) از رابطه ۱ تهیه گردید [۸].

$$(1) \text{ Boolean AND} = (\text{Slope}) \text{ AND } (\text{Land use}) \text{ AND } (\text{Geology}) \text{ AND } (\text{Fault}) \text{ AND } (\text{River})$$

براساس رابطه ۱ شیب‌های بالای پنج درصد صفر و زیر پنج درصد امتیاز یک تعیین گردید. در نقشه کاربری اراضی برای مناطق مسکونی، کشاورزی آبی و باغات ارزش عددی صفر و برای سایر طبقه‌ها ارزش عددی ۱ در نظر گرفته شد. براساس نقشه زمین‌شناسی به سازندهای کوارترنری ارزش عددی ۱ به مناطق خارج از این محدوده‌ها ارزش عددی صفر تعلق گرفت [۹]. برای مناطق گسلی حریم ۲۰۰ متری در نظر گرفته شد. محدوده‌های داخل حریم ارزش عددی صفر و خارج از محدود ارزش عددی صفر در نظر گرفته شد. از آنجایی که مناطق مناسب می‌بایست دارای تمامی شرایط بالا باشند، لایه‌های مختلف براساس رابطه (۱) اجرا گردید.

مدل‌های تصمیم‌گیری

هر مسئله تصمیم‌گیری به دو مرحله اصلی تقسیم می‌شود. مرحله اول یا مرحله ارزیابی است. در این مرحله شاخص‌های کلیدی ارزیابی گزینه‌ها تعیین می‌شوند. این مرحله در حد بالایی وابسته به نظر تصمیم‌گیرندگان جهت ارزیابی کمی و کیفی گزینه‌ها بر مبنای شاخص‌های مذکور می‌باشد. نتیجه این مرحله تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. مرحله دوم نیز مرحله انتخاب می‌باشد که اساس آن رتبه‌بندی گزینه‌ها توسط ماتریس تصمیم‌گیری است [۶]. در این تحقیق برای مرحله دوم از سه مدل مهم

تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شد که در زیر ارائه شده‌اند.

مدل تاپسیس (TOPSIS):

این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد و یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است [۱۸]. در این روش، m گزینه بوسیله n شاخص ارزیابی می‌شود. بنیان این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد [۳۸ و ۲۱]. جهت اطاعات بیشتر به بذرافکن و همکاران [۵] مراجعه شود.

مروری بر روش فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

فرایند تحلیل شبکه‌ای یکی از پرکاربردترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که بوسیله پرفسور ساتی (۲۰۰۱) ارائه شده است. این مدل بر مبنای فرایند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده است و شبکه را جایگزین سلسله مراتب کرده است [۲۷]. رویکرد بازخوردی^۱ در این مدل ساختار شبکه‌ای را با ساختار سلسله مراتبی جایگزین کرده است و این حاکی از آن است که روابط بین سطوح مختلف تصمیم‌گیری را نمی‌توان به سادگی بالا پایین، غالب مغلوب یا مستقیم غیر مستقیم تصور کرد. برای نمونه می‌توان گفت نه تنها اهمیت بین معیارها مشخص کننده اهمیت بین گزینه‌ها در سلسله مراتب است بلکه اهمیت گزینه‌ها نیز ممکن است در اهمیت بین معیارها تاثیرگذار باشد [۱۸، ۲۳ و ۲۹]. جهت اطاعات بیشتر به بذرافکن و همکاران [۵] مراجعه شود.

مدل الکتره ۳ (ELECTREIII)

از جمله روش‌های تصمیم‌گیری است که نخستین بار توسط برناردروی^۲ (۱۹۹۱) در پاسخ به کاستی‌های روش‌های تصمیم‌گیری معرفی شد. اساس کار این روش بر

1- Feedback

2- Bernard Roy

رابطه ۲ برای مدل‌های استفاده می‌شود که رتبه مشابه نداشته باشند، و رابطه ۳ برای مدل‌های که رتبه مشابه داشته باشند.

نتایج

براساس الگوریتم بولین، ۳۲ منطقه پتانسیل دار برای احداث سد سبز زمینی بدست آمد، در ادامه با استفاده از نرم‌افزار Google Earth و بازدیدهای صحرایی ۱۰ مکان مناسب مورد بررسی و تایید گردید (شکل ۱). در مرحله نهایی جهت اولویت‌بندی مکان‌های مناسب از ۱۰ معیار (کمیت آب، کیفیت آب، طول محور سد، عمق محور سد، ضریب ذخیره مخزن، حجم مخزن، تکیه‌گاه‌های محور سد، شیب، نیاز آبی (شرب، کشاورزی و صنعت)، دسترسی (جاده، روستا و منابع قرضه) از سه مدل مهم تصمیم‌گیری چند معیاره (TOPSIS, ELECTRE and ANP) استفاده شد. در مدل‌های تاپسیس و الکتراه ۳ اول ماتریس نرمال (بی‌مقیاس) تهیه گردید (جدول ۳) و در ادامه ماتریس موزون (V) از ضرب ماتریس بی‌مقیاس شده (N) در ماتریس قطری وزن‌ها (Wn*n) تهیه گردید (جدول ۴). پس از تعیین فاصله اقلیدسی مناطق از ایده آل مثبت و منفی در مدل تاپسیس سدهای مورد بررسی اولویت‌بندی شدند که مناسبترین سدها نزدیک‌ترین فاصله را به ایده آل مثبت و دورترین فاصله را از ایده آل منفی داشته است. در این تحقیق برای انجام مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای از نرم‌افزار Supper Decision استفاده شد که نتایج آن در شکل ۲ ارائه شده است.

مبنای روابط غیررتبه‌ای است؛ بنابراین جواب‌های به دست آمده به صورت مجموعه‌ای از رتبه‌ها خواهد بود [۲]. از دسته روش‌های تصمیم‌گیری است که در آن شاخص‌های کمی و کیفی مورد استفاده قرار می‌گیرند و با مقایسه‌های دو وجهی میان گزینه‌ها، رتبه‌بندی آنها به دست می‌آید. مسائل چند شاخصه به صورت قرار دادی با یک مجموعه از گزینه‌ها، شاخص‌ها و مقادیر برتری بیان می‌شوند [۵]. جهت اطاعات بیشتر به بذرافکن و همکاران [۵] مراجعه شود.

آزمون‌های آماری برای ارزیابی مدل‌ها

یکی از ایراداتی که به مدل‌های تصمیم‌گیری وارد است، در یک تحقیق، تکنیک‌های مختلف تصمیم‌گیری ممکن است عملکرد (اولویت‌های) مختلف با معیارها و گزینه‌های ثابت داشته باشند. بنابراین نیاز است تا تحلیل یا ارزیابی برای بدست آوردن راه حل مناسب و نزدیک به ایده آل انجام شود، که در آن گزینه‌های مختلف با توجه به تمام معیارها ارزیابی شوند [۲۶]. تحقیقات اندکی به این امر پرداخته‌اند که روش‌های تصمیم‌گیری را با هم براساس روش‌های آماری ارزیابی و بهترین عملکرد را بیان کنند. در این تحقیق از آزمون آماری تحت عنوان ضریب همبستگی اسپیرمن تست (SCCT^۱) (روابط ۲ و ۳) [۳۲].

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad \text{رابطه ۲}$$

در این رابطه r_s ضریب اسپیرمن، n تعداد گزینه‌ها و d_i تفاضل رتبه مدل‌ها برای هر گزینه است.

$$r_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{رابطه ۳}$$

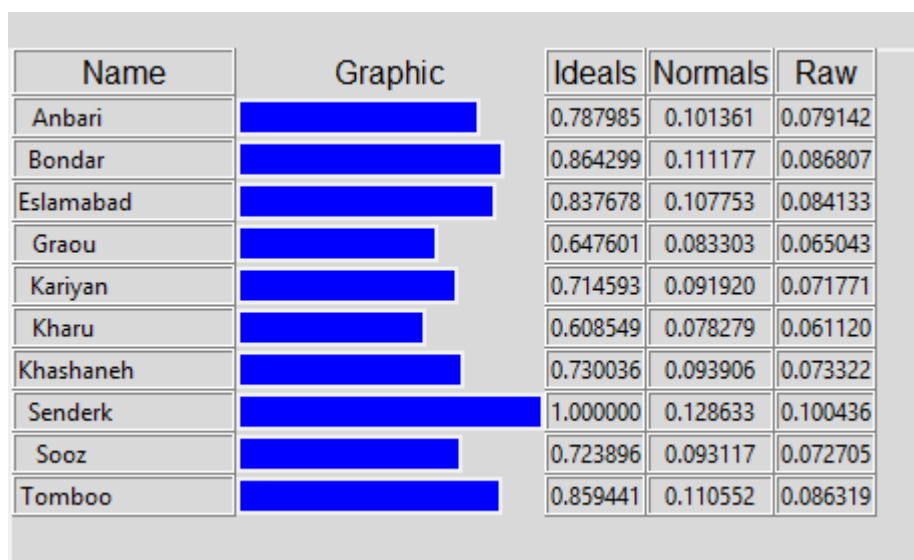
در این رابطه x_i و y_i رتبه گزینه‌ها، \bar{x} و \bar{y} میانگین رتبه مدل‌ها برای هر گزینه است.

جدول ۳- ماتریس نرمال شده در مدل تاپسیس

سد	دسترسی	نیاز آبی	شیب	تکیه‌گاه	حجم مخزن	ضریب ذخیره مخزن	عمق محور سد	طول محور سد	کیفیت آب	کمیت آب
Anbari	۰/۱۲	۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۴۲	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۲۶
Bondar	۰/۱۲	۰/۴۰	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۴
Eslamabad	۰/۱۸	۰/۳۶	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۲۱	۰/۳۴	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۳۶	۰/۲۱
Graou	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۵۳	۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۳۸	۰/۲۴	۰/۳۹
Kariyan	۰/۵۰	۰/۲۷	۰/۱۸	۰/۳۶	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۳۹
Kharu	۰/۶۵	۰/۲۲	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۲۱
Khashaneh	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۳۴
Senderk	۰/۰۹	۰/۴۰	۰/۲۸	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۶۶	۰/۳۲	۰/۳۹
Sooz	۰/۳۶	۰/۲۷	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۲۲	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۲۶
Tomboo	۰/۱۹	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۳۶	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۳۶	۰/۳۰

جدول ۴- ماتریس وزن دهی شده حاصل از ماتریس نرمال در مدل الکتراه ۳

سد	دسترسی	نیاز آبی	شیب	تکیه‌گاه	حجم مخزن	ضریب ذخیره مخزن	عمق محور سد	طول محور سد	کیفیت آب	کمیت آب
Anbari	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۷
Bondar	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۱۰
Eslamabad	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۶
Graou	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۱
Kariyan	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۱۱
Kharu	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۶
Khashaneh	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۱۰
Senderk	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۱
Sooz	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۷
Tomboo	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۸



شکل ۲- اولویت‌بندی براساس مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای

اولویت اول قرار گرفت و در مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای در اولویت دوم و سایت سندرک (Senderk) در اولویت اول

که براساس نتایج اولویت‌بندی (جدول ۵) مکان مناسب بندر (Bondar) در مدل‌های تاپسیس و الکتراه در

قرار گرفت. و سایت خارو (Kharu) در مدل‌های فرایند تحلیل شبکه‌ای و تاپسیس اولویت آخر ولی در مدل الکتراه

جدول ۵- اولویت‌بندی براساس مدل‌های مختلف

MCDM models	TOPSIS	ELECTRE	ANP
Anbari	۴	۵	۵
Bondar	۱	۱	۲
Eslamabad	۷	۸	۹
Graou	۳	۲	۴
Kariyan	۸	۴	۸
Kharu	۱۰	۶	۱۰
Khashaneh	۶	۸	۶
Senderk	۲	۳	۱
Sooz	۹	۷	۷
Tomboo	۵	۵	۳

۶. در ادامه جهت تعیین بهترین مدل از رابطه‌های واریانس و انحراف معیار استفاده شد که نشان از برتری جزئی مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای با انحراف معیار زیر ۲ می‌باشد (جدول ۷).

در این تحقیق برای ارزیابی عملکرد نتایج مدل‌های تصمیم‌گیری از آزمون آماری ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد، که نتایج آن نشان از توانایی بالای مدل‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تاپسیس می‌باشد و با ضریب همبستگی بالای ۰/۹ بهترین عملکرد را داشته‌اند (جدول

جدول ۶- ارزیابی عملکرد مدل‌ها براساس ضریب همبستگی اسپیرمن

MCDM models	TOPSIS	ELECTRE	ANP
TOPSIS	۱	۰/۶۹۷	۰/۹۱
ELECTRE		۱	۰/۶۹۷
ANP			۱

جدول ۷- انتخاب بهترین مدل براساس واریانس و انحراف معیار

MCDM models	TOPSIS	ELECTRE	ANP
σ^2	۴	۷/۳۳	۳/۳۳
σ	۲	۲/۷	۱/۸

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج جدول ۱ نشان داد که مهم‌ترین معیار در مکان‌گزینی سد زیرزمینی کمیت آب می‌باشد که با نتایج [۹، ۲۴، ۲۸ و ۳۹] همخوانی دارد، هر چه آبراهه دارای جریان زیرسطحی بیشتری باشد دارای اهمیت نسبی بیشتری، به دیگر آبراهه‌ها دارد و در صورت نیاز آبی بالا در منطقه رتبه اول در نظر گرفته می‌شود. نیاز آبی منطقه بخصوص نیاز آب شرب از مهمترین معیارهای تاثیرگذار در این امر می‌باشد. این سدها برای روستاهایی که دور از

براساس نتایج فرایند تحلیل شبکه‌ای سد سندرک در رتبه اول و سد تنبو در رتبه سوم در مدل قرار گرفت، که نشان توانایی بالای مراحل تحقیق در مکان‌یابی و اولویت‌بندی سدهای زیرزمینی می‌باشد. چون این دو سد براساس تجربیات و تحقیقات سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری ایران مکان‌گزینی و احداث شده است، که جهت ارزیابی مدل و روش کار انجام گرفت و تایید گردید. چون در هر سه مدل این دو سد زیرزمینی در اولویت‌های اول قرار داشتند.

درونی این مدل‌ها می‌باشد، که از روابط خاص خود برای رسیدن به نتایج کمک می‌گیرند. آزمون‌هایی برای تعیین بهترین مدل تصمیم‌گیری وجود دارد، که در این تحقیق از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. که بر اساس روابط ۲ و ۳ مدل‌ها بررسی شدند که نتایج در جدول ۶ نشان از همبستگی بالای مدل‌های تاپسیس و فرایند تحلیل شبکه‌ای می‌باشد. که توانایی بالای این مدل‌ها را در اولویت‌بندی موضوع مورد مطالعه نشان می‌دهد. در ادامه جهت تعیین بهترین عملکرد مدل‌ها از روابط واریانس و انحراف معیار استفاده گردید که نشان از برتری جزئی مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای نسبت به مدل‌های دیگر است، در بسیاری از تحقیقات انجام شده عملکرد این مدل تایید شده است. یکی از دلایل اصلی توانایی این مدل در نظر گرفتن روابط بین معیارها می‌باشد. بخصوص در طبیعت که همه عوامل در همدیگر تاثیر دارند بطوریکه بعضی از این روابط را نمی‌توان در نظر نگرفت. در این تحقیق روابط معیار حجم مخزن با دیگر معیارها نشان می‌دهد که معیار وابسته به معیار شیب، عمق محور سد، طول محور سد و ضریب ذخیره مخزن می‌باشد. یا شیب رابطه معکوس و با بقیه معیارها رابط مستقیم دارد. پس در طبیعت نمی‌توان روابط را در نظر نگرفت، بنابراین بهترین مدل در این تحقیق مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای می‌باشد که جدول ۶ حاکی از برتری این مدل می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی حاکی از آن است که در مناطق خشک و کم باران به دلیل شرایط خاص جوی، تبخیر بالا می‌باشد و امکان ذخیره سازی آب‌های سطحی در مقیاس کوچک مشکل و غیر اقتصادی است و گاه ایجاد مخازن در مناطق کویری اثرات نامطلوب زیست محیطی را به همراه خواهد داشت. در این گونه مناطق و در جاهایی که جریانات زیرسطحی وجود داشته و به لحاظ فنی امکان استخراج و برداشت آنها وجود دارد، یکی از بهترین شیوه‌ها و مدل‌های برداشت جریان‌های زیر قشری استفاده از سدهای زیرزمینی است [۴]. بنابراین احداث سدهای زیرزمینی در مناطق جنوب که تبخیر بالا بوده و آب با کیفیت از دسترس خارج شده و به آب‌های شور می‌پیوندد یک ضرورت محسوب می‌شود. بر این اساس در این تحقیق ابتدا با استفاده از مطالعات انجام گرفته در این زمینه و

دسترس بوده و خدمات آبرسانی سخت است بخصوص برای مناطق خشک می‌تواند انجام گیرد.

بررسی نتایج معیار حجم مخزن در جدول ۱ نشان داد که هر چه سطح مخزن بزرگتر باشد بهتر است. در سدهای زیرزمینی بر خلاف سدهای معمولی که بزرگ بودن سطح مخزن به دلیل تلفات ناشی از تبخیر یک عیب محسوب می‌شود، بدون در نظر گرفتن سایر فاکتورهای موثر در انتخاب مناطق مناسب جهت احداث سد زیرزمینی، بهترین مکان احداث سد در یک رودخانه تنگه‌هایی هستند که دارای بیشترین سطح مخزن در مناطق بالا دست جریان باشند [۹، ۱۲ و ۳۳]. یکی از معیارهای مهم در بازدید صحرایی بررسی سطح مخزن است چون به عنوان یک فاکتور مهم در حجم مخزن با رابطه مستقیم می‌باشد، هرچقدر سطح مخزن بزرگتر باشد مخزن نیز بزرگ‌تر می‌شود.

نتایج اولویت‌بندی در جدول ۵ نشان داد که سایت بندر (Bondar) با دو رتبه اول به ترتیب در مدل‌های تاپسیس و الکترو ۳ و یک رتبه دوم در مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای در مجموع در رتبه اول قرار گرفت با میانگین $1/33$ که این رتبه اول بخاطر بالا بودن کمیت آب، نیاز آبی و حجم مخزن در این سایت می‌باشد که این مکان را در رتبه نخست برای احداث سد زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه قرار داد. سد زیرزمینی سندرک (Senderk) که توسط سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری در سال ۱۳۸۹ به بهره برداری رسیده است. با یک رتبه اولی در مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای و یک رتبه دومی در مدل تاپسیس و یک رتبه سوم در مدل الکترو و با میانگین ۲ در رتبه دوم قرار گرفت. که نشان از توانایی رتبه‌بندی این مدل‌ها می‌باشد. چون این سد زیرزمینی با متوسط آبدهی ۲۵ لیتر بر ثانیه در طول سال، کمک شایانی به کشت و زرع منطقه کرده است. می‌توان این سد را یک پروژه موفق در منطقه به حساب آورد.

همچنان که نتایج جدول ۵ نشان داد اولویت‌ها برای مکان‌های مناسب با معیارها و گزینه‌های ثابت متفاوت می‌باشد. یکی از ایراداتی که به مدل‌های تصمیم‌گیری وارد است، متفاوت بودن رتبه‌بندی با معیارها و گزینه‌های ثابت است [۲۶]. یکی از دلایل اختلاف در رتبه‌بندی ماهیت

بهترین مدل از واریانس و انحراف معیار داده‌ها استفاده گردید که مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای با واریانس ۳/۳۳ و انحراف معیار ۱/۸ نسبت به مدل‌های دیگر نتایج بهتری را نشان داد، که می‌تواند دلیل این امر ارتباط معیارها در طبیعت باشد چون تنها مدلی است که ارتباط معیارها را در نظر می‌گیرد.

سیاسگزاری

بر خود فرض و لازم می‌دانیم از مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان میناب بابت حمایت‌های علمی و اجرایی تقدیر کنیم.

References

- [1]. Alizadeh, A. (2007). Applied Hydrology, University of Mashhad, 807 pp. (in Farsi).
- [2]. Asgharpour, M.J. (2010). Multi-criteria decision making, publishing Tehran University, Institute of the printed publication. 400pp. (in Farsi).
- [3]. Azarnivand, A., Hashemi-Madani, F.S., Banihabib, M.E. (2014). Extended fuzzy analytic hierarchy process approach in water and environmental management (case study: Uremia Lake Basin, Iran). *Environ Earth Science*. doi: 10. 1007/s12665-014-3391-6
- [4]. Bani Asadi, M., Alizadeh, M. (2010). The effect of stemming the flow of groundwater in subsurface dam, *the first international conference of the Inter modeling water plants, soil and air*, Bahonar University. (in Farsi).
- [5]. Bazrafkan, A.A., Mohamadifar, A.A. Ekhtesasi, M.R. (2014). The using of group decision making models in natural resource management. Sobhe Entezar Institute of the printed publication. 237 pp. (in Farsi).
- [6]. Carlsson, C., Fuller, R. (1996). Fuzzy Multiple Criteria Decision Making: Recent Developments, *Fuzzy Sets and Systems*, 78.
- [7]. Chezgi, J., Pourghasemi, H.R., Naghibi, S.A., Moradi, H.R., KheirkhahZarkesh, M. (2015). Assessment of a spatial multi-criteria evaluation to site selection subsurface dams in the Alborz Province, Iran, *Geocarto Internationa journal*.

همچنین نظر کارشناسان و استادان مربوطه، معیارها و شاخص‌های مورد نیاز استخراج شدند و با بهره‌گیری از مطالعات میدانی و Google Earth، مکان‌های مناسب برای احداث سد زیرزمینی بدست آمد. در ادامه وزن هر کدام از معیارها پس از تکمیل پرسش‌نامه مقایسه زوجی از سوی کارشناسان و استادان، به کمک فرآیند تحلیل شبکه‌ای مشخص شد و در هر سه مدل برای اولویت‌بندی و رتبه‌بندی استفاده گردید. نتایج آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که مدل تاپسیس و فرآیند تحلیل شبکه‌ای با ضریب همبستگی ۰/۹ نسب به الکره ۳ در این تحقیق نتایج بهتری ارائه دادند. در ادامه جهت یافتن

- [8]. Chezgi, J. (2009). Site selection of underground dam using decision support systems and GIS in West of Tehran Province, Iran [M.Sc. Thesis]. Iran: *TMU Intl Campus*; p. 122. (in Farsi).
- [9]. Chezgi, J. Murdi, H.R., Kheirkhah Zarkesh, M.M. (2010). Locating suitable sites for construction of underground dam using multi-criteria decision with emphasis on water resources (Case Study: West Region Tehran). *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*. Fourth year (13). 4pp. (in Farsi).
- [10]. Chitsaz N., Banihabib, M.E. (2015). Comparison of Different Multi Criteria Decision-Making Models in Prioritizing Flood Management Alternatives. *Water Resources Management*, 29, 2503-2525.
- [11]. Dorfeshan, F., Heidarnejad, M., Bordbar, A., Daneshian, H. (2014). Locating suitable sites for construction of underground dams through analytic hierarchy process. *International Conference on Earth, Environment and Life Sciences*, Dec 23-24; Dubai (UAE).
- [12]. Forzieri, G., Gardenti, M., Caparrini, F., Castelli, F. (2008). A methodology for the pre-selection of suitable sites for surface and underground small dams in arid areas: a case study in the region of Kidal, Mali. *Journal Physic and Chemistry Earth*, 33,74-85.
- [13]. Geng, G., Wardlaw, R., (2013). Application of multi-criterion decision making analysis to integrated water resources

- management. *Water Resource Management*, 27, 3191–3207.
- [14]. Golmaei, H., Ashtiani Moghadam, Gh. (2005). Underground dams for water storage in small scale, *Mazandaran University Press*, 97pp. (in Farsi).
- [15]. Jabr, W.M., El-Awar F.A. (2004). GIS and analytic hierarchy process for siting water harvesting reservoirs. Beirut: The Department of Land and Water Resources at the Faculty of Agriculture and Food Sciences of the *American University of Beirut-Lebanon*, 98 p.
- [16]. Jamali, I.A., Mörtberg, U., Olofsson, B., Shafique, M. (2014). A spatial multi-criteria analysis approach for locating suitable sites for construction of subsurface dams in Northern Pakistan. *Water Resource Management*, 28, 5157–5174.
- [17]. Kheirkhah Zarkesh, M., Salami, H. Naseri, H.R., Davodi, M.H. (2008). Suitable site selection for construction of groundwater dams using analytical hierarchy process (AHP), in: *4th GIS International Conference along with ISPRS Workshop*; Jan 6–7; Tehran, Iran: National Cartography Center; p. 157, (in Farsi).
- [18]. Lai, Y.J., Liu, T.Y., and Hwang, C.L. (1994). TOPSIS for MODM, *European Journal of Operational Research*, 76 (3), 486–500.
- [19]. Lee, L.W., Kim, S.H. (2000), Using Analytic Network Process and Goal Programming for Inter dependent Information System Project Selection, *Computers and Operation Research*, 27, 367–382.
- [20]. Modaber, L., Sagvand, L. (2006). Storage and collection of subsurface water with the construction of underground dams, conference optimal utilization of water resources, *Shahrekord University*, (in Farsi).
- [21]. Moemeni, M., SharifSalim, A. (2012). Multiple Attribute Decision Making models and software. Printing and binding. *Ganje Shayegan*. 218pp. (in Farsi).
- [22]. Mohammadnia, M., Kowsar A. (2003). Clay translocation in the artificial recharge of a groundwater system in the Southern Zagros Mountains, Iran, *Jornal of Mountain Research and Development*, 23, 169–185.
- [23]. Momoh, J.A., Zhu, J.Z. (1998). Application of AHP/ANP to Unit Commitment in the Deregulated Power Industry, In: *IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics*, 1 San Diego, 817- 822.
- [24]. Nilsson, A. (1988). Groundwater dams for small-scale water supply. London: *Intermediate Technology Publications*; 78 p.
- [25]. Petersen, E.N. (2013). Subsurface dams for water storage in dry riverbeds. *ASAL Consultants Ltd., Kenya*. 58 pp. www.waterforaridland.com.
- [26]. Pourjavad, E., Shirouyehzad, H. (2011). A MCDM Approach for prioritizing production lines: a case study. *International Journal Bus Management*. 6 (10): 221–229. Published by Canadian Center of Science and Education. www.ccsenet.org/ijbm.
- [27]. Qodsei Poor, H. (2006). Topics in Multi-Criteria Decision, Amir Kabir University (Tehran Polytechnic). 220pp. (in Farsi).
- [28]. Rezaei, P. Rezaie, K. Nazari-Shirkouhi, S. JamalizadehTajabadi, M. R. (2013). Application of fuzzy multi-criteria decision making analysis for evaluating and selecting the best location for construction of underground dam. *Acta Polytech Hungarica*, 10, 19 p.
- [29]. Saaty, T. (1980). The Analytic hierarchy process. New York: McGraw Hill.
- [30]. Soleimani, S. (2007). Evaluation of Geological Engineering, Mashhad plain properties for the potential construction of underground dams zoning using GIS and RS (Case Study: Mashhad plain), Master degree dissertation Geological Engineering Tarbiat Modarres University, 112pp. (in Farsi).
- [31]. Srdjevic, B. (2007). Linking analytic hierarchy process and social choice methods to support group decision making in water management. *Decision Support System*. doi: 10.1016/j.dss.2006.08.001.
- [32]. Szmidt, E., Kacprzyk, J. (2011). The Spearman and Kendall rank correlation coefficients between intuitionist fuzzy sets. *Atlantis Press, Aix-Les-Bains*, pp 521–528.
- [33]. Tabatabaei Yazdi, J. (2006). Evaluation of groundwater exploitation of subsurface flow by the dam in a nearby stream, Project Final Report of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 235pp. (in Farsi).

- [34]. Teclé, A., Duckstein, L., (1994). Concepts of multi criterion decision making. Decision Support System in Water Resources Management. In: *Journal Bogardi and H. P Vatchnebel*, 33-62 pp.
- [35]. Yacov, Y., Haimes, S. (2011). Harmonizing the Omnipresence of MCDM in Technology, Society, and Policy. Chapter 2. doi: 10.1007/978-3-642-19695-9_2
- [36]. Yilmaz, B., Harmancioglu, N.B. (2010). Multi-criteria decision making for water resource management: a case study of the Gediz River Basin, Turkey. 36(5) p563
- [37]. Yoon, K.P., Hwang, C.L. (1995). Multiple attribute decision making: an introduction. Sage University Paper series on quantitative applications in the social sciences, Thousand Oaks, CA.
- [38]. Yoon, K. (1980). Systems selection by multiple attribute decision making, Ph.D. Dissertation, Kansas State University.
- [39]. Zahedi, A. (2013). Determine areas suitable for underground dam construction using simulated water balance model (SWAT) and lattice analysis process (ANP) Case Study: Watershed Dargaz is shown. MA thesis, University of Yazd, Faculty of Natural Resources and Environment desert, watershed field. 167pp. (in Farsi).

Prioritization of suitable sites for underground dam's construction using decision-making models in arid and semi-arid

- 1- J. Chezgi, PhD Graduated of Watershed Management Engineering, Yazd University, Yazd, Iran
chezgi.javad@gmail.com
- 2- H. Maleki Nezhad, Associate Professor in Department of Watershed Management Engineering, Yazd University, Yazd, Iran
- 3- M. R. Ekhtesasi, Professor in Department of Watershed Management Engineering, Yazd University, Yazd, Iran
- 4- M. Nakhei, Associate professor in Department of Geology, Kharazmi University, Tehran, Iran

Received: 15 Mar 2016

Accepted: 14 Aug 2016

Abstract

A large part of the Iran is located in the arid and semi-arid region. Most natural water body and reservoirs in these areas are faced with the problem of evaporation and drought. Underground dams for storage water in the ground, one of the best ways to conserve water in dry areas considered it comes. In this study, we tried using multi-criteria decision-making models to rank suitable sites for construction of underground dams in the Keriyān region in Hormozgan province. For this purpose, at first with field visits, 10 locations were determined suitable for underground dam construction. Then, based on the expert opinions (through questionnaires) and a scientific literature review of 10 criteria, including water quantity, water quality, along the axis of the dam, the dam axis depth, reservoir storage coefficient, volume of reservoir, lithology of the dam axis, slope, water requirement (drinking, agriculture and industry), access (roads, villages and Quarries) prioritization for suitable sites were used. In the following three decision models include TOPSIS, ELECTRE 3 and the Analytical Network process was used. To choose the best ranking and performance models was used nonparametric Spearman correlation coefficient techniques. The results showed that Analytical Network process model with Spearman correlation coefficient 0.91 and 3.33 variance and standard deviation 1.8 was chosen as the best model, And the Bondar underground dam site as well as the best site for the construction of an underground barrier was determined.

Keywords: Prioritization; Underground dam; TOPSIS; ELECTRE 3; Analytical Network process; Hormozgan province.

اثر پیش تیمار اسیدهیومیک بر جوانه‌زنی گیاه دارویی و اقتصادی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) در شرایط یکسان تنش‌های خشکی و شوری

۱- عباس علیزاده احمد آبادی، دانشجوی کارشناسی‌ارشد گیاهان دارویی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- سارا خراسانی نژاد، استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
khorasaninejad@gau.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۱۴

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر پیش تیمار اسیدهیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر سرخارگل در شرایط یکسان خشکی و شوری، دو آزمایش مستقل همزمان در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهارسطح اسیدهیومیک (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر) و پنج سطح تنش (۰، -۱، -۲، -۳، -۴ بار) به ترتیب برای تنش شوری و خشکی در سه تکرار انجام شد. از محلول‌های NaCl و PEG به ترتیب برای ایجاد تنش شوری و خشکی استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش تنش شوری و خشکی به‌طور معنی‌دار از درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و بنیه بذر کاسته شد و در سطح ۴- بار شوری و خشکی به صفر رسید. اسیدهیومیک نیز تا سطح ۳- خشکی و شوری اثر معنی‌داری بر خصوصیات یاد شده داشت. اثر متقابل اسیدهیومیک و تنش خشکی فقط برای درصد جوانه‌زنی و وزن ریشه‌چه معنی‌دار بود ولی شرایط شوری روی تمامی خصوصیات جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذرهای سرخارگل تا حدودی شرایط تنش خشکی را بهتر از شرایط شوری تحمل می‌کند. همچنین پیش تیمار بذر توسط اسیدهیومیک در مناطق شور و خشک می‌تواند باعث مقاومت بذر گیاه دارویی سرخارگل در مرحله جوانه‌زنی شود.

واژگان کلیدی: اسیدهیومیک؛ پیش تیمار؛ جوانه‌زنی؛ سرخارگل.

مقدمه

بسیار کند است [۲۷]. بنابراین وجود بستر مناسب برای رشد و جوانه‌زنی بذر آن ضروری به نظر می‌رسد. جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس در چرخه رشدی گیاهان به‌شمار می‌آید. زیرا جوانه‌زنی نقش عمده‌ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه دارد. در شرایط تنش رطوبتی و شوری، جوانه‌زنی گیاه و تأثیر آن در تعیین تراکم نهایی از اهمیت زیادی برخوردار است [۱۸]. گیاهان برای حفظ بقای خود، شیوه‌های مختلفی برای سازش با تغییرات محیطی دارند که از آن جمله می‌توان به ساز و کارهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تغییرات مولکولی اشاره کرد [۸]. در مناطق خشک و نیمه‌خشک که اغلب با تنش شوری نیز مواجه هستند، جوانه‌زنی بذر با مشکل مواجه می‌شود [۴]. این تنش‌ها با محدود کردن جذب آب، کاهش تجزیه مواد ذخیره‌ای بذر و اختلال در ساخت

سرخارگل Purple coneflower با نام علمی (*Echinacea purpurea* L.) یکی از گیاهان گیاهان تیره کاسنی^۱ است. این گیاه بومی آمریکای شمالی است، ولی امروزه در بیشتر نقاط اروپا و آسیا و همچنین ایران کشت می‌شود. در گذشته این گیاه را برای درمان مارگزیدگی، بیماری‌های لته و دهان، سرماخوردگی، سرفه و گلودرد استفاده می‌نمودند. در پنجاه سال اخیر این گیاه به‌دلیل خواص ضدویروسی، ضدقارچی و ضدباکتریایی شهرت جهانی یافته است و ترکیبات حاصل از آن در گروه مواد تقویت‌کننده سیستم ایمنی بدن به‌شمار می‌روند. فرآورده‌های سرخارگل هم‌اکنون به‌عنوان تصفیه‌کننده خون، ضدعفونی‌کننده و آرام‌بخش معرفی می‌شوند [۱۴]. بذر سرخارگل توان رویشی اندکی دارد و رشد اولیه آن نیز

گیاهان می شود [۲۲]. افزایش وزن ریشه نقش مهمی در حفظ محتوی مواد آلی در خاک‌های با حاصلخیزی کم ایفا می‌کند. بنابراین، هرگونه افزایش در پروفیل ریشه و بهبود سرعت در جوانه‌زنی در دسترسی بهتر به عناصر خاک و بهبود استقرار گندم نتیجه خواهد داد [۲۴].

باتوجه به وسعت زیاد اراضی تحت تنش شوری و اسمزی در ایران و امکان بهبود شاخص‌های کیفی بسیاری از گیاهان دارویی در شرایط تنش تحت اثر مثبت اسیدهیومیک، این تحقیق با هدف بررسی پیش‌تیمار اسیدهیومیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی سرخارگل در شرایط تنش خشکی و شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر پیش‌تیمار اسیدهیومیک بر جوانه‌زنی گیاه دارویی سرخارگل در شرایط تنش شوری و خشکی، دو آزمایش جداگانه به‌صورت فاکتوریل دوعاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد. بذرهای مورد نظر از شرکت پاکان‌بذر اصفهان تهیه گردید. ابتدا بذرها با هیپوکلرید سدیم به‌مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی، سپس با آب مقطر آبکشی شده و تعداد ۲۵ عدد بذر در هر پتری دیش حاوی کاغذ صافی قرار داده شد. همچنین پتری دیش‌ها توسط وایتکس به‌طور کامل ضدعفونی گردیدند.

جهت انجام آزمایش خشکی از پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) و آزمایش شوری از سدیم کلرید (NaCl) استفاده گردید. تیمار اسیدهیومیک در چهار سطح (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر)، آزمایش خشکی در پنج سطح (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴- بار) و آزمایش شوری نیز در پنج سطح (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴- بار) اجرا شد. میزان پلی‌اتیلن‌گلایکول (PEG) و سدیم کلرید (NaCl) مصرفی با استفاده از فرمول میشل و کافمن تعیین گردید. برای سطوح (شاهد) ۰، ۱، ۲، ۳ و ۴- خشکی به‌ترتیب صفر، ۴/۲۵، ۸/۵، ۱۲/۷۵ و ۱۷ گرم PEG در ۱۰۰ میلی‌لیتر و برای سطوح ۰ (شاهد)، ۱، ۲، ۳ و ۴- شوری نیز به‌ترتیب صفر، ۰/۱۳۵، ۰/۲۷، ۰/۴۰۵ و ۰/۵۴ گرم NaCl در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استفاده گردید. سایر مراحل

پروتئین‌های ذخیره‌ای موجب کاهش جوانه‌زنی بذور می‌شوند [۳۹]. افزون بر این سمیت ناشی از یون‌های سدیم و کلر در تنش شوری نقش مهمی در کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بذور دارند [۲۳]. تنش شوری و خشکی می‌تواند بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، از جوانه‌زنی تا تکوین گیاه تاثیرگذار باشد.

اسیدهیومیک، یک پلیمر طبیعی است که دارای مواضع H^+ مربوط به عامل‌های اسیدی کربوکسیل‌بنزوئیک و فنلی (مکان‌های تبادل کاتیونی) است [۳۴]. این اسید، مولکول بزرگ پیچیده آلی می‌باشد که با پدیده‌های شیمیایی و باکتریایی در خاک تشکیل می‌شود و نتیجه نهایی عمل هومیفیکاسیون است. همچنین دارای وزن مولکولی نسبتاً بالای ۱۰۴ تا ۱۰۶ دالتون بوده و ۵۰ درصد از وزن مولکولی آن را کربن تشکیل می‌دهد [۳۵]. اسیدهیومیک می‌تواند به‌طور مستقیم اثرهای مثبتی بر رشد گیاه بگذارد به‌طوری‌که رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط آن تحریک می‌شود اثر اسید هیومیک بر روی ریشه برجسته‌تر است، حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثربخشی بهتر سیستم ریشه می‌گردد. همچنین جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد [۳۳]. اسیدهیومیک، درصد جوانه‌زنی، رشد و میزان مواد غذایی را در بامیه افزایش داد [۳۱]. در همین راستا کاربرد ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسیدهیومیک و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کلسیم نترات با افزایش در وزن تر و خشک برگ و ریشه، قطر ساقه و طول ریشه و ساقه اثر معنی‌داری در رشد نهال‌های فلفل داشت [۱۷].

بررسی اثر مقادیر مختلف اسیدهیومیک به‌دست آمده از پسماندهای شهری و اسیدهیومیک به‌دست آمده از منابع آلی (لئوناردیت و پیت) بر روی جوانه‌زنی بذور جو و تنباکو نشان داد که اسیدهیومیک به‌دست آمده از پسماندهای شهری نقش تنظیم‌کنندگی بیشتری روی سرعت جوانه‌زنی و کاهش زمان جوانه‌زنی بذور دارند [۵]. تیمار اسیدهیومیک در گندم از طریق کلات کردن عناصر کلسیم و منیزیم در خاک باعث افزایش دسترسی ریشه به این عناصر می‌شود [۳۸ و ۲۵]. همچنین از طریق اثر بر فعالیت آنزیم‌های ریشه، باعث تقویت سیستم ریشه

میلی گرم بر لیتر و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۴- بار خشکی بود و در تمامی سطوح اسیدهیومیک این تیمارها باهم تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۱). همچنین تیمار خشکی شاهد با اسیدهیومیک ۶۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین وزن ریشه‌چه را داشت (شکل ۲)، بیشترین و کمترین وزن تر ساقه‌چه به ترتیب در تیمارهای شاهد خشکی و اسیدهیومیک ۶۰ میلی گرم بر لیتر و ۴- بار خشکی در همه‌ی سطوح اسیدهیومیک به دست آمد (شکل ۳).

بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) تنش خشکی باعث کاهش درصد جوانه‌زنی شد. فرآیند جوانه‌زنی بذر دارای سه مرحله متوالی آبنوشی، متابولیسم و ظهور ریشه‌چه است. مطالعات نشان داده است که وجود آب برای شروع متابولیسم و رشد جنین ضروری است. همچنین بروز واکنش‌های بیوشیمیایی جوانه‌زنی ارتباط مستقیمی با فراهمی رطوبت دارد [۱۱]. از آن‌جا که پتانسیل اسمزی و پتانسیل ماتریک در شرایط تنش اسمزی کاهش می‌یابند، بنابراین، دسترسی بذر به آب برای شروع جوانه‌زنی کاهش یافته و در اثر آن مراحل انجام جوانه‌زنی به خوبی پیش نخواهد رفت [۲۹]. سرعت جوانه‌زنی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی ارقام در تحمل به خشکی است. به طوری که ارقام با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش خشکی امکان سبز شدن سریع‌تری نسبت به سایر ارقام دارند [۲۰].

در این بررسی با افزایش خشکی سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول ۲). به طوری که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد خشکی دیده شد. در پژوهشی مشخص شد اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد گرفت در نتیجه زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند [۹]. کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی شد که با نتایج اندر و همکاران [۲۸] مطابقت دارد. همچنین بر اساس نتایج آزمایش کو [۲۱]، تیمار لوبیا با اسیدهیومیک سرعت جوانه‌زنی بذور را به صورت معنی‌داری افزایش داد.

اجرای دو آزمایش مشابه هم بود. شمارش بذرهاى جوانه‌زده از روز دوم به صورت روزانه در ساعات معین انجام شد که مبنای جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به میزان ۲ میلی‌متر بود. در طول انجام آزمایش به میزان ۳-۵ میلی‌لیتر محلول پلی‌اتیلن گلیکول و سدیم کلرید به پتری تیمارها و آب مقطر به شاهد اضافه گردید. پس از ۱۴ روز شمارش از روابط ۱، ۲، و ۳ به ترتیب برای اندازه‌گیری درصد، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر استفاده شد.

$$GP = (Ni/S) \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

رابطه P درصد جوانه‌زنی، Ni تعداد بذور جوانه‌زده در روز نام و S تعداد کل بذور کشت شده هستند [۱۹].

$$Vg = \sum \frac{Ni}{Di} \quad (2)$$

که در آن:

Vg = سرعت جوانه‌زنی بر حسب تعداد بذر در روز، Ni تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز و Di شماره روز هستند.

$$Vi = (Ls \times Pg) / 100 \quad (3)$$

که در آن:

Vi شاخص ویگور (بنیه بذر)، Ls میانگین طول گیاهچه‌ها (مجموع ساقه‌ها و ریشه‌ها (mm) و Pg درصد جوانه‌زنی) هستند [۱۰]. همچنین در پایان آزمایش طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت. برای بررسی اختلافات از آزمون تجزیه واریانس و برای مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵ درصد از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی به طور معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی تأثیر گذاشته و اسیدهیومیک نیز بر تمامی صفات به جز سرعت جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری دارد (جدول ۱). اثر متقابل تنش خشکی و اسیدهیومیک فقط بر درصد جوانه‌زنی و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار بود. به طوری که، بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۲- بار خشکی و اسیدهیومیک ۴۰

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در شرایط تنش خشکی و تیمار اسیدهیومیک

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	بنیه بذر
خشکی	۴	۱۹۸۴۰/۰۹۷**	۷۸/۷۷۶**	۴/۵۳۲**	۴/۱۳**	۰/۰۰۰۰۲۷**	۰/۰۰۰۰۴۹**	۱۴۴۶۷۷**
اسیدهیومیک	۳	۶۳/۶۲۰**	۰/۳۵۸ ^{ns}	۰/۳۴۵*	۰/۱۴۵*	۰/۰۰۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۰۵**	۷۶۳۲**
خشکی x اسیدهیومیک	۱۲	۷۹/۶۴۰**	۰/۱۷۱۳**	۰/۰۷۶ ^{ns}	۰/۰۳۵	۰/۰۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۲۶**	۱۴۶۴ ^{ns}
خطا	۴۰	۶/۶۶۵	۰/۱۹۳	۰/۰۷۶	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۸۶	۷۳۵/۷۸
ضریب تغییرات (/)		۳/۵۶۹	۹/۹۱۰	۲۴/۸۵۳	۱۶/۵۱۹	۹/۱۶۵	۲۲/۱۶۹	۱۶/۸

ns،*،** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و ns عدم معنی‌داری با استفاده از آزمون LSD

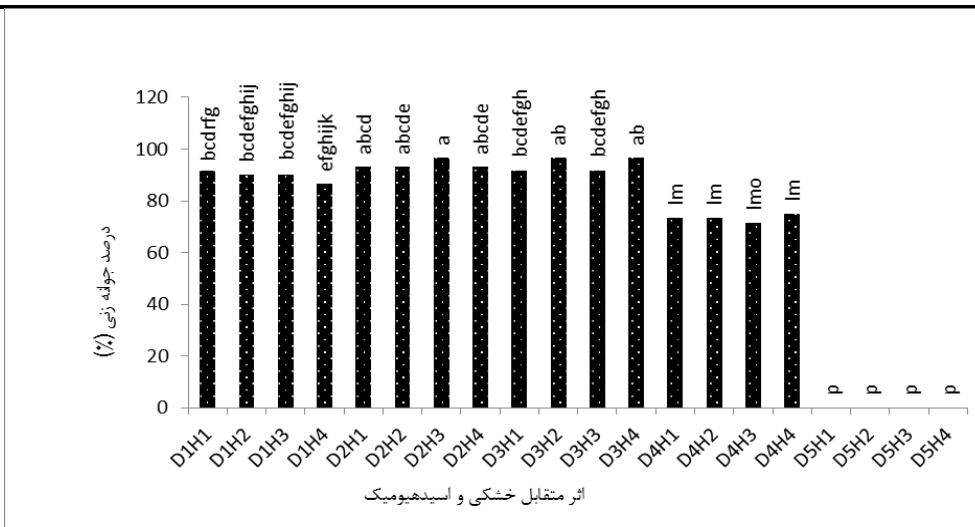
جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده تنش خشکی و اسیدهیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر سرخارگل

درصد جوانه‌زنی (/)	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	بنیه بذر
خشکی						
(0) D1	۹۴/۱۶ ^a	۶/۴۷ ^a	۱/۵۲ ^a	۱/۴۴ ^a	۰/۰۰۴۲ ^a	۲۶۵/۰۲ ^a
(-1) D2	۹۴/۱۶ ^a	۵/۲۵ ^c	۱/۴۶ ^a	۰/۸ ^b	۰/۰۰۲۶ ^{cb}	۲۱۳/۳۸ ^b
(-2) D3	۸۹/۵۳ ^b	۵/۷۳ ^b	۱/۰۸ ^b	۱/۳۶ ^a	۰/۰۰۲۸ ^b	۲۳۰/۴۱ ^b
(-3) D4	۷۳/۳۳ ^c	۴/۷۲ ^c	۰/۸۶ ^c	۰/۴۸ ^c	۰/۰۰۲۴ ^c	۹۸/۳۵ ^c
(-4) D5	. ^d	. ^e	. ^d	. ^d	. ^d	. ^d
اسیدهیومیک						
(0) H1	۷۰. ^c	۴/۳۵ ^{ab}	۰/۷۷ ^b	۰/۷۰ ^c	۰/۰۰۱ ^c	۱۳۰/۶۸ ^c
20) H2 (mg.l ⁻¹	۷۰/۶۶ ^b	۴/۵۲ ^{ab}	۱/۰۲ ^a	۰/۷۹ ^{cb}	۰/۰۰۲ ^b	۱۶۳/۹۷ ^b
40) H3 (mg.l ⁻¹	۷۰. ^b	۴/۲۶ ^b	۱/۰۱ ^a	۰/۸۳ ^b	۰/۰۰۲۷ ^a	۱۶۶/۱۱ ^b
60) H4 (mg.l ⁻¹	۷۰/۳۳ ^a	۴/۶ ^a	۱/۱۳ ^a	۰/۹۳ ^a	۰/۰۰۲۸۸ ^a	۱۸۴/۹۴ ^a

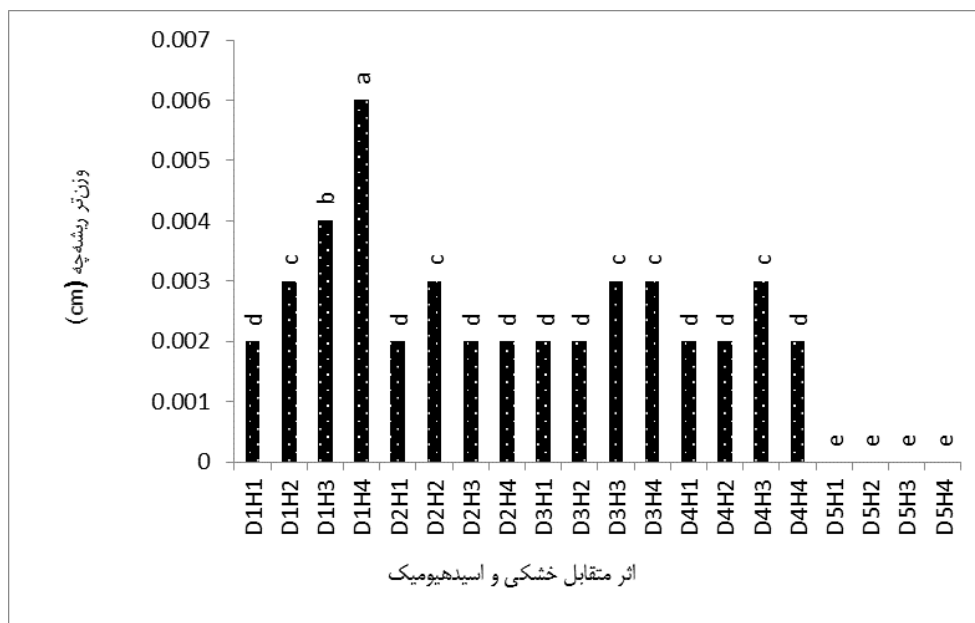
اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری مطابق با آزمون LSD هستند.

داشت. همچنین بین غلظت‌های اسیدهیومیک بیشترین وزن در تیمار ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد (جدول ۲) که با نتایج اندر و همکاران [۲۸] و تحقیقی دیگر روی اثر اسیدهیومیک بر فلغل که سبب افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه گردید، مطابقت دارد [۱۲]. مقایسه میانگین نشان داد با افزایش تنش خشکی، بنیه بذر کاهش می‌یابد. بیشترین میزان بنیه بذر (۲۶۵/۰۲) در تیمار شاهد بدست آمد. تنش‌های شوری علاوه بر محدود کردن جذب آب توسط بذر با تاثیر روی سیالیت ذخائر و ساخت پروتئین‌های جنینی باعث کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر می‌شوند [۱۶].

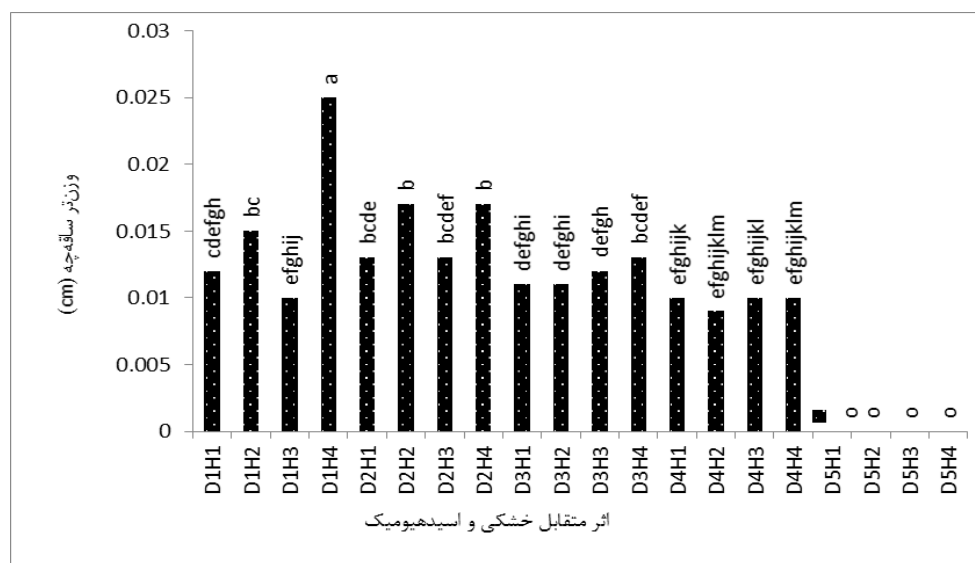
نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که افزایش سطح خشکی باعث کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد ولی بذرهایی که با اسیدهیومیک تیمار شده بودند نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین باشد [۳۶]. تحقیقات نشان داده که ترکیبات نیتروژنی اسیدهیومیک عامل اصلی افزایش رشد ریشه‌چه در گیاهچه‌های کاهو است [۴۰]. وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش خشکی، روند کاهشی داشتند به نحوی که حداکثر وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح شاهد خشکی بدست آمد. در این آزمایش اسیدهیومیک بر وزن تر گیاهچه اثر معنی‌داری



شکل ۱- اثر متقابل تنش خشکی و اسیدهیومیک بر درصد جوانه زنی



شکل ۲- اثر متقابل تنش خشکی و اسیدهیومیک بر طول ریشه چپه



شکل ۳- اثر متقابل تنش خشکی و اسیدهیومیک بر طول ساقه چپه

با افزایش غلظت نمک طول ریشه‌چه و ساقه‌چه افزایش یافت به نحوی که در سطح ۲- بار به بیشترین مقدار رسید ولی افزایش بیشتر از آن باعث کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد و در سطح ۴- به صفر رسید. تنش شوری بر میزان وزن تر ریشه‌چه تاثیرگذار بود و با افزایش شوری تا سطح ۱- بار افزایش و با افزایش نمک کاهش یافت. اثر متقابل شوری با اسیدهیومیک نیز بر وزن ریشه‌چه اثر معنی‌داری داشت به گونه‌ای که بیشترین وزن ریشه‌چه (۰/۰۰۴۴) در تیمار ۱- بار شوری و اسیدهیومیک ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین (۰) آن در شوری ۴- به دست آمد. بنیه بذر با افزایش سطوح شوری رفته رفته کاهش یافت. اثر متقابل شوری و اسیدهیومیک بر بنیه بذر در سطح یک‌درصد معنی‌دار شد و بیشترین (۲۶۱) و کمترین (۰) میزان آن به ترتیب در تیمارهای شاهد خشکی و ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسیدهیومیک و سطح ۴- بار شوری در تمامی سطوح اسیدهیومیک به دست آمد.

بر اساس نتایج بدست آمده درصد جوانه‌زنی بذر سرخارگل به طور معنی‌داری در اثر تنش شوری کاهش یافت. کاهش جذب آب توسط بذر در اثر تنش شوری باعث کاهش فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی گردیده بنابراین وفور مواد قابل دسترس برای ادامه حیات گیاه با مشکل روبرو شده و باعث کاهش میزان جوانه‌زنی می‌شود [۳]. در بررسی اثر شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی دو گیاه دارویی سرخارگل و آرتیشو، نشان داد که درصد جوانه‌زنی این دو گیاه به ترتیب ۸ و ۷۸ درصد در شوری ۵- بار کلرید سدیم انجام می‌شود. حساسیت سرخارگل نسبت به تنش شوری با کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی، رشد و زیست‌توده گیاهچه تأکید شده است [۲].

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری بر تمامی صفات مورد ارزیابی و تیمار اسیدهیومیک به جز وزن ساقه‌چه در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲). اثر متقابل شوری و اسیدهیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر سرخارگل در سطح یک‌درصد معنی‌دار بود، ولی در مورد وزن ساقه‌چه معنی‌دار نشد. تنش شوری باعث کاهش چشمگیری در درصد جوانه‌زنی بذرهای تنش دیده‌ای شد که بوسیله اسیدهیومیک تیمار نشده بودند، به گونه‌ای که با افزایش غلظت نمک، درصد جوانه‌زنی بذر کاهش یافته درحالی که در بذرهایی که با اسیدهیومیک تیمار شده بودند، باعث افزایش در میزان جوانه‌زنی شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۸/۳۳ درصد) در تیمار عدم تنش شوری و غلظت ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک و کمترین مقدار آن (صفر درصد) در سطح شوری ۴- بار حاصل شد و سطوح مختلف اسیدهیومیک بر جوانه‌زنی در این سطح شوری اثری نداشت (شکل ۴).

با افزایش میزان تنش شوری سرعت جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری یافت، درحالی که تیمار اسیدهیومیک باعث افزایش در سرعت جوانه‌زنی شده و بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد شوری و ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک حاصل شد. حداقل سرعت جوانه‌زنی در شوری ۴- بار بدست آمد (جدول ۴) که در این مورد نیز به علت شوری زیاد، اسیدهیومیک تأثیری بر سرعت جوانه‌زنی نداشت. مصرف اسیدهیومیک در مقایسه با عدم مصرف آن سبب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمارهای بدون تنش شد. در گیاهچه‌های تنش دیده نیز اسیدهیومیک تا سطح ۲- شوری باعث افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد به گونه‌ای که با سطح ۳- بار تنش شوری تفاوت معنی‌داری نداشت و در ۴- بار به علت غلظت زیاد نمک جوانه‌زنی صورت نگرفت (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی سرخارگل در شرایط تنش شوری و تیمار اسیدهیومیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن ریشه‌چه	وزن ساقه‌چه	بنیه بذر
شوری	۴	۱۶۷۰۰/۴۱**	۵۳/۸۰**	۲/۸۶**	۳/۹۴**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۱**	۱۰۶۹۷۴/۳۵**
اسیدهیومیک	۳	۲۴۷/۰۸**	۰/۶۶**	۰/۱**	۰/۱۵**	۰/۰۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۷۷۱۷/۷۲**
شوری × اسیدهیومیک	۱۲	۳۱/۸*	۰/۱۳**	۰/۰۲۴**	۰/۰۲۷**	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۱۰۶۵/۸**
خطا	۴۰	۱۳/۷۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۱	۱۱۹/۳۶
ضریب تغییرات		۵/۶۹	۲/۷	۱۴/۱۱	۱۰/۴۶	۲۶/۹۳	۹۴/۸	۸/۳۴

ns، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد و ns عدم معنی‌داری با استفاده از آزمون LSD

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری و اسیدهیومیک بر شاخص‌های جوانه زنی سرخارگل

تیمار	درصد جوانه زنی (%)	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه (سانتی متر)	طول ساقه چه (سانتی متر)	وزن تر ریشه چه (سانتی متر)	بنیه بذر
S ₁ H ₁	۸۳/۳۳ ^{defg}	۴/۷۱ ^d	۱/۰۶ ^{bcd}	۱/۰۶ ^{ghij}	۰/۰۰۲۷ ^{efghi}	۱۷۲/۳ ^{cde}
S ₁ H ₂	۸۱/۶۶ ^{efghij}	۴/۷۰ ^d	۱/۰۳ ^{de}	۱/۰۶ ^{efghi}	۰/۰۰۳۶ ^{abcde}	۱۷۱/۱۶ ^{cdef}
S ₁ H ₃	۸۵ ^{cdef}	۵/۱۹ ^{bc}	۱/۲۳ ^a	۱/۴ ^{abc}	۰/۰۰۴۲ ^{ab}	۲۲۳/۸۳ ^b
S ₁ H ₄	۹۶/۶۶ ^a	۵/۷ ^a	۱/۲۶ ^a	۱/۴۳ ^{ab}	۰/۰۰۳۸ ^{abcd}	۲۶۱ ^a
S ₂ H ₁	۸۰ ^{efghijk}	۴/۶۳ ^{de}	۱ ^{efg}	۱/۲۲ ^d	۰/۰۰۱۴ ^{ijk}	۱۷۸/۱۳ ^{cd}
S ₂ H ₂	۸۶/۳۳ ^{defg}	۵ ^c	۰/۹۱ ^{efghij}	۱/۲۸ ^{bc}	۰/۰۰۴۴ ^a	۱۸۲/۸ ^c
S ₂ H ₃	۸۶/۶۶ ^{cde}	۵/۳ ^b	۱/۰۳ ^{def}	۱/۵۲ ^a	۰/۰۰۳۴ ^{bcdef}	۲۲۱/۳۱ ^b
S ₂ H ₄	۹۳/۳۳ ^a	۵/۲۷ ^b	۱/۲ ^{ab}	۱/۴۷ ^a	۰/۰۰۴ ^{abc}	۲۴۹/۳ ^a
S ₃ H ₁	۸۱/۶۶ ^{efghij}	۴/۰۷ ^g	۰/۶۹ ^{efghijk}	۱/۰۸ ^{efgh}	۰/۰۰۲۴ ^{ghij}	۱۴۵/۰۳ ^{def}
S ₃ H ₂	۸۳/۳۳ ^{defgh}	۴/۰۳ ^g	۰/۹۵ ^{efghi}	۱/۱ ^{drfg}	۰/۰۰۳۲ ^{cdefg}	۱۷۰/۶۶ ^{cdef}
S ₃ H ₃	۹۰ ^b	۴/۲۰ ^{efg}	۱/۱۲ ^{abc}	۱/۱۸ ^{de}	۰/۰۰۳۱ ^{defgh}	۲۰۷/۰۳ ^b
S ₃ H ₄	۸۲/۳۳ ^{bcd}	۴/۶۳ ^{defg}	۰/۹۶ ^{efgh}	۱/۱۳ ^{def}	۰/۰۰۴۳ ^{ab}	۱۸۵/۵۶ ^c
S ₄ H ₁	۶۰ ^{PO}	۳ ^{hi}	۰/۳۶ ^{lm}	۰/۴۶ ^k	۰/۰۰۱۲ ^k	۵۰ ^h
S ₄ H ₂	۶۶/۶۶ ^O	۲/۹ ^{ij}	۰/۲۹ ^m	۰/۴۳ ^{kl}	۰/۰۰۰۶ ^{kl}	۴۸/۲ ^h
S ₄ H ₃	۶۸/۳۳ ^{mo}	۳ ^{hi}	۰/۴۷ ^l	۰/۵۳ ^k	۰/۰۰۰۸ ^{kl}	۶۸/۶۳ ^g
S ₄ H ₄	۷۳/۳۳ ^{ghijklm}	۳/۱ ^h	۰/۴۳ ^l	۰/۷۰ ^{hijk}	۰/۰۰۰۱ ^{kl}	۸۳/۶۶ ^g
S ₅ H ₁	۰ ^q	۰ ^j	۰ ^o	۰ ^m	۰ ^m	۰ ⁱ
S ₅ H ₂	۰ ^q	۰ ^j	۰ ^o	۰ ^m	۰ ^m	۰ ⁱ
S ₅ H ₃	۰ ^q	۰ ^j	۰ ^o	۰ ^m	۰ ^g	۰ ⁱ
S ₅ H ₄	۰ ^q	۰ ^j	۰ ^o	۰ ^m	۰ ^m	۰ ⁱ

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری مطابق با آزمون LSD می باشد

بر اساس نتایج، طول ریشه چه و ساقه چه بذر سرخارگل به طور معنی داری در اثر تنش شوری کاهش یافته و پیش تیمار بذرها با ۶ میلی گرم بر لیتر اسیدهیومیک باعث افزایش طول ریشه چه و ساقه چه می شود. یکی از علت های کاهش طول ساقه چه در شرایط تنش شوری، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه ها به جنین است [۱].

افزون بر آن، شوری در مرحله جوانه زنی بذر باعث آسیب دیدن غشاء های سلولی، بویژه غشای سیتوپلاسمی و در نتیجه آن افزایش تراوایی غشاء ها به دلیل جایگزینی Ca^{+2} به وسیله Na^{+} می گردد که در نتیجه آن تلفات K^{+} افزایش می یابد [۳۶]. در تحقیقی نشان داده شد که غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک باعث افزایش طول ریشه چه در گندم از ۱۳/۱ سانتی متر به ۲۰/۲ سانتی متر شد [۳۷]. اسیدهیومیک رشد بیشتر ساقه و ریشه را در گندم باعث می شود و با این حال رشد ریشه بیشتر از رشد ساقه تحت تأثیر قرار می گیرد [۶]. غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر اسیدهیومیک باعث افزایش طول ساقه گندم از ۲۰/۹ به ۵۰/۵ سانتی متر می شود [۳۷]. وزن تر ریشه چه و

باتوجه به نتایج، تنش شوری باعث کاهش معنی دار سرعت جوانه زنی می شود. در واقع، شوری باعث می شود که بذر نتواند آب مورد نیاز خود را به اندازه کافی جذب کند و با ایجاد تنش خشکی فیزیولوژیک میزان جوانه زنی بذر و سرعت آن کاهش را کاهش می دهد. در تنش شوری به علت کاهش پتانسیل آب محیط اطراف بذر، مدت زمان بیشتری طول می کشد تا بذر بتواند آب مورد نیاز خود را به اندازه کافی بدست آورد، بنابراین زمان جوانه زنی را طولانی تر می سازد [۳۲ و ۷]. اثر مقادیر مختلف اسیدهیومیک بر سرعت جوانه زنی معنی دار بود که با نتایج سبزوری و همکاران مطابقت داشت. در این آزمایش تیمار بذور با غلظت ۵۴ میلی گرم در لیتر اسیدهیومیک بیشترین و شاهد کمترین سرعت جوانه زنی را داشت [۳۵]. افزایش معنی داری در سرعت و درصد جوانه زنی بذور کاهو و گوجه فرنگی تیمار شده در پتری دیس های حاوی اسیدهیومیک استخراج شده از لیگنیت اکسید شده دیده شد [۳۰].

نتیجه‌گیری کلی

باتوجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که سرخارگل در مرحله جوانه‌زنی به تنش خشکی و شوری حساس است که این حساسیت به خشکی بیشتر است. تیمار اسید هیومیک، با افزایش در سرعت جذب آب و افزایش حجم ریشه اثر مثبتی بر جوانه‌زنی و تداوم حیات گیاهچه دارد، به طوری که اسید هیومیک با غلظت ۶۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین تاثیر را در بهبود اثرات منفی ناشی از تنش‌های شوری و خشکی داشته و قابل استفاده است. باتوجه به این که کاربرد اسید هیومیک هم در راستای کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم بوده و هم مقرون به صرفه است، کاربرد این کود به طور کامل توصیه می‌گردد.

ساقه‌چه با افزایش شوری کاهش یافت. همچنین در تحقیقی دیگر نشان داده شد که تنش شوری سبب کاهش رشد اندام هوایی و ریشه می‌شود [۱۳].

در این پژوهش اسید هیومیک باعث افزایش وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه شد. آزمایش‌ها نشان داد کاربرد اسید هیومیک در سویا، بادام‌زمینی و شبدر رشد یافته در شن، رشد ساقه، وزن خشک گره‌ها و به خصوص رشد ریشه را افزایش داد [۲۵]. مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به طور معنی‌داری عملکرد ماده خشک ریشه و ساقه را افزایش داد که البته ریشه نسبت به ساقه افزایش بیشتری نشان داد [۲۶]. در این آزمایش مشاهده شد که به دنبال روند افزایش شدت تنش شوری، بنیه بذر نیز کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. رسوب نمک در ریشه در حال رشد دلیل اصلی خشکی فیزیولوژیک و سپس کاهش بنیه بذر است [۱۵].

References

- [1]. Ali, Q., Abdullah, P., & Ibrar, M. (1998). Effects of some environmental factors on germination and growth of *Planta goovata* Forsk. *Pakistan Journal of Forestry*, 38, 143-155.
- [2]. Amiri, M. B., RezvaniMoghaddam, P., Ehyai, H. R., Fallahi J., & Aghhavan Shajari M. (2010). Effect of osmotic and salinity stresses on germination and seedling growth indices of artichoke (*Cynaras coolymus*) and purple coneflower (*Echinacea purpurea*). *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 3, 165-176 (in Persian).
- [3]. Ashraf, M., & Waheed, A. (1990). Screening of local exotic of lentil (*Lens culinaris* Medik) for salt tolerance at two growth stage. *Plant and Soil*, 128, 167-176.
- [4]. Ashraf, M., Athar, H.R., Harris, P.J.C., & Kwon, T.R. (2008). Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. *Advan. Agron*, 97, 45-110.
- [5]. Ayuso, M., Hernandez, T., & Garcia, C. (1996). Effect of humic fractions from urban wastes and other more evolved organic materials on seed germination. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72 (4), 461-468.
- [6]. Azam, F. & K.A. Mauk. (1983). Effect of humic acid soaking on seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 15, 31-38.
- [7]. Baalbaki, R. Z., Zurayk, R. A., Bleik, S. N., & Talhuk, A. (1990). Germination and seedling development of drought susceptible wheat under moisture stress. *Seed Science Technology*, 17, 291-302.
- [8]. Bohnert, H.J., Nelson D.E., & Jensen R.G. (1995). Adaptation to environmental stresses. *Plant Cell*, 7, 1099-1111.
- [9]. Burnett, S., Thomas, P., and Van Iersel, M. (2005). Post germination drenches with PEG-8000 reduce growth of salvia and marigolds. *Horticulture Science*, 40(3), 675-679.
- [10]. Cutt, J.R., & Klessig, D.F. (1992). Salicylic acid in plants: A changing perspective. *Pharmaceutical Technology*, 16, 25-34.
- [11]. Finch-Savage, W.E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171, 501-523.
- [12]. Foyer, CH., Lopez-Delgado H, Dat JF, Scott IM. (1997). Hydrogen peroxide- and glutathioneassociated mechanisms of acclamatory stress tolerance and signalling. *Plant Physiology*, 100, 241-254.
- Ghoulam, C.F., Ahmed, F., & Khalid, F. (2001). Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar

- beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 47, 139–150.
- Gladisheva, O.N. (1995). Experimental studies on production and processing technology, and establishment of raw material uses and seed plantation of *E. Purpurea* under samara region. *THE RUSSIAN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES*, 214 – 3.
- [13]. Godfery, W.N., Onyango, J.C., & Boysan, E. B. (2007). Sorghum and salinity: Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Sciences*, 44, 806-811.
- [14]. Golbashy, M., Zarabi, M., & Shariatmadari, M.H. (2009). A study of salinity and drought stress on germination and early growth in Hisun variety of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Abstract book of hamayesh meli eslah olgoeye masraf dar keshavarzi VA manabe tabiei. University of Kermanshah. P. 224.
- [15]. Gulser, F., Sonmez, F., & Boysan, S. (2010). Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. *Journal of Environmental Biology*, 31(5), 873-876.
- [16]. Hampson, C. R., & Simposon, G. M. (1990). Effect of temperature, salt and osmotic potential on early growth of wheat. II. Early seedling growth. *Canadian Journal of Botany*, 68, 524-528.
- [17]. Hartmann, H.T., & Kester, D.E. (1983). Plant propagation: principles and practice. New Jersey: prentice Hall.
- [18]. Kafi, M., Nezami, A., Hosseyni, H. & Masumi, A. (2005). The physiological effects of stress caused by PEG on germination varieties of lentils. *Journal of agricultural research of Iran*, 3 (1), 69-79 (in Persian with English abstract).
- [19]. Koo, E.S. (2006). Humic acid or fulvic acid: which organic acid accelerates the germination of the green mung beans? California State Science Fair. 1617.
- Kauser, A., & Azam, F. (1985). Effect of humic acid on wheat seedling growth. *Environmental and Experimental Botany*, 25, 245 –252.
- [20]. Leung, J., Bouvier-Durand, M., Morris, P.C., Guerrier, D., Chedfor, F., & Giraudat, J. (1994). Arabidopsis ABA-response gene ABI1: features of a calcium-modulated protein phosphatase. *Plant Science*, 264, 1448–1452.
- [21]. Liu, C., & Cooper, R.J. (2000). Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management*, P, 49-53.
- [22]. Mackowiak, C.L., Grosslnd, P.R. and Bugbee, B.G. (2001). Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Sciences*.65: 1744-1750.
- [23]. Mallikarjuna M., Govindasamy, R., & Chandrasekaran, S. (1987). Effect of humic acid on sorghum vulgare var.CSH-9. *Current Sciences*, 56, 1273.
- [24]. Omidbaigi, R. (2002). Study of cultivation and adaptability of purple coneflower (*Echinacea purpurea*) in the north of Tehran. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 6(2), 231-240. (In Persian)
- [25]. Onder, T., Dursun, A., Turan, M., & Erdinc, C. (2004). Calcium and humic acid affect seed germination, growth and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B Soil & Plant Scienc*, 54(3), 168-174.
- [26]. Prisco J.T., Babbista, C.R., & Pinheiro, J.L. (1992). Hydration dehydration seed pre-treatment and its effects on seed germination under water stress condition. *Revta Brasil Botany*, 15(1), 31-35.
- [27]. Piccolo, A., Celanoand, G., & Pietramellara, G. (1993). Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*). *Biology and fertility of soils*, 16,11-15.
- [28]. Pmustafa, P., Türkmen, Ö., & Dursun, Ö. (2010). Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. *African Journal of Botechnology*, (33), 5343-5346.
- [29]. Rajasekaran, L. R., Stiles, A., Surette, M.A., Sturz, A. V., Blake, T. J., Caldwell, C., & Nowak, J. (2002). Stand Establishment Technologies for Processing Carrots Effects of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting

- germination at low temperatures. *Canadian Journal of Plant Science*, 82, 443-450.
- [30]. Sabzavari, S., khazaei, H., & kafi, M. (2010). Effect humic acid on root and shoot growth of sabalan wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Gurnal of water and soil. Agriculture sciences and Industries*, 23, 87-94. (in Persian)
- [31]. Srashti, A., & Mohammadian moghadam, S. (2006). Identify Cation exchange capacity of humic acid extracted from forest soils Naharkhoran Gorgan, Than ions Of the ions Pb^{+2} , cd^{+2} and Ni^{+2} to metood discontinuous capacity in the aquatic environment. *Publication of Chemistry and Chemical Engineering*, 9, 3. (In Persian).
- [32]. Srashti, A., & Alidust, M. (2008). Identify compounds humic acid forest soils of northern Iran. Fifteen Congress of Crystallography and Mineralogy of Iran. Ferdowsi University of Mashhad. P 361. (In Persian).
- [33]. Soltani, A., & Galeshi, S. (2002). Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: experimentation and simulation. *Field Crops Research*, 77, 17-30.
- [34]. Stephan, W.K., & Charles, W.J. (1994). Experimentation with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs, Proposal Arkansas Tech University.
- [35]. Verlinden, G. T., Coussens, A., De, V., & Baert, G. (2010). Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. *Grass and Forage Science*, 65, 133-144.
- [36]. Voigt, E.L., Almeida, T.D., Chagas, R.M., Ponte, L.F.A., Viégas, R.A., & Silveira, J.A.G. (2009). Source - sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. *Journal of Plant Physiology*, 166, 80-89.
- [37]. Young, C.C., & Chen, L.F. (1997). Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedling. *Plant and Soil*, 195, 143-149.

The Effect of Humic acid Pretreatment on Germination of purple cornflower (*Echinacea purpurea*) plant under Drought and Salinity Conditions

1-A. Alizadeh Ahmadabadi, MSc. Student, Department of Horticulture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2-S. khorasaninejad, Assistant Professor, Department of Horticulture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

khorasaninejad@gau.ac.ir

Received: 02 Apr 2016

Accepted: 25 Sep 2016

Abstract

In order to investigate effect of humic acid pre-treatment on germination of Purple coneflower (*Echinacea purpurea*) plant under drought and salinity conditions, two experiments were conducted in laboratory of Horticultural sciences at Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR) in 2015, in completely randomized design with four levels of humic acid (0, 250, 500 and 1000 mg.l⁻¹) and five levels (0, -1, -2, -3 and -5 bar) drought and salinity stress in three replications. NaCl and PEG were used for salinity and drought stresses, respectively. Results showed that germination and speed percentages, root and shoot length, root wet weight and seed vigor were, significantly decreased by increasing drought and salinity stresses and were zero in drought and salinity level of -4 bar. Impact of humic acid was significant on the mentioned traits until level -3 bar too. The effect of reciprocal humic acid and drought stress were significant in drought stress just in germination percentage and root wet weight, but in salinity stress were significant in total traits. It can be concluded that germination of purple cornflower seeds has more resistant in drought stress conditions than salinity stress conditions. Pretreatment seed of Purple coneflower with humic acid in saline and dry zones can increase germination resistance.

Keyword: Germination; Humic acid; Pretreatment; *Echinacea purpurea*.

راهنمای نگارش مقاله برای نشریه علمی - پژوهشی خشک بوم

رعایت شیوه نامه زیر در نگارش مقاله‌های ارسالی ضروری است.

- نوع مقاله: مقاله‌های پژوهشی در یکی از زمینه‌های منابع طبیعی، محیط زیست، کشاورزی و مسائل اقتصادی - اجتماعی اکوسیستم‌های مناطق خشک و بیابانی که به زبان فارسی نوشته شده و برای نخستین بار منتشر می‌شوند، جهت چاپ در نشریه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.
- مشخصات بخش‌های مختلف مقاله:

۱- برگ شناسه (معرفی نویسنده یا نویسندگان): شامل نام، نام خانوادگی، مرتبه علمی و نشانی کامل محل کار و شماره تلفن (ثابت همراه) نویسنده (گان) می‌باشد که به فارسی و لاتین نوشته شده و به همراه نشانی پست الکترونیک نویسنده عهده‌دار مکاتبات روی صفحه جداگانه‌ای ارائه می‌شود.

۲- عنوان مقاله: عنوان باید کوتاه و جامع بوده و از ۱۵ واژه تجاوز نکند. عنوان در ابتدا و وسط صفحه اول و در زیر آن، نام، نام خانوادگی و مرتبه علمی و محل خدمت نگارنده (گان) درج می‌شود.

۳- چکیده: چکیده باید مجموعه فشرده و گویایی از مقاله با تأکید بر تشریح مسئله، روش کار و نتایج مهم و ارزیابی آنها بوده و از ۳۰۰ واژه بیشتر نباشد. از به کار بردن نام‌های خلاصه شده و ارائه منبع، فرمول، جدول و شکل در چکیده خودداری شود.

۴- واژگان کلیدی: حداکثر ۶ کلمه به ترتیب اولویت و با (؛) از هم جدا و معادل خارجی آن‌ها نیز در زیر چکیده انگلیسی مقاله و به همان ترتیب درج شود.

۵- مقدمه: شامل طرح مسئله، شرح موضوع، اهمیت، فرضیه‌ها، مرور پژوهش‌های انجام شده و هدف پژوهش است.

۶- مواد و روش‌ها: شامل مواد و وسایل به کار رفته، شرح کامل روش‌ها و چگونگی اجرای پژوهش، مشخصات منطقه مورد مطالعه، طرح آماری و روش‌های ارزیابی است.

۷- نتایج: همه نتایج کیفی و کمی به دست آمده و توضیحات لازم در این قسمت ارائه می‌گردد. نتایج حاصل با تحقیقات قبلی مقایسه شده، در صورت نیاز می‌توان موضوعات را طبقه‌بندی و برای ارائه نتایج از جدول، منحنی، نمودار و یا تصاویر استفاده نمود.

۸- بحث و نتیجه‌گیری: در برگزیده جمع‌بندی خلاصه نتایج با توجه به هدف بررسی بوده و دست‌آوردها با توجه به یافته‌های سایر پژوهش‌ها، تجزیه و تحلیل شده و درباره آنها بحث و نتیجه‌گیری به عمل می‌آید. نگارنده (گان) در این قسمت می‌تواند توصیه‌ها و پیشنهادهای لازم جهت انجام بررسی‌های بعدی را نیز ارائه کند.

۹- سپاسگزاری: در این قسمت از تأمین کنندگان بودجه و امکانات و اشخاص دیگر که در انجام تحقیق کمک کرده‌اند، سپاسگزاری می‌شود (اختیاری).

۱۰- منابع:

الف- منابع داخل متن:

ارجاع به منابع در متن، به صورت شماره رفرنس‌ها باشد و بایستی رفرنس‌های به ترتیب حروف الفبای انگلیسی تنظیم و سپس شماره گذاری در داخل متن انجام گردد (از ارجاع به صورت نام خانوادگی در داخل متن خودداری شود).

- دقت شود تمامی منابع ارجاع شده در متن باید در منابع ذکر شده باشند، و برعکس؛ یعنی، تمامی منابع درج شده در فهرست منابع باید در متن ارجاع داشته باشند، در غیر این صورت از فهرست منابع حذف می‌شوند.

ب- منابع انتهایی متن:

تمامی منابع بایستی با توجه به حرف ابتدای نام خانوادگی نویسنده اول (یا سازمان مربوطه در صورتی که فاقد نگارنده باشد) به ترتیب حروف الفبای انگلیسی (A, B, ..., Z) تنظیم شوند.

از آوردن واژگان به صورت مخفف (مانند J. به جای Sci Journal، به جای Uni. Science، به جای University و ...) پرهیز شود.

در انتهایی منابع فارسی بایستی عبارت in Farsi داخل پرانتز اضافه گردد. مثال: (in Farsi).

چنانچه از یک نگارنده چند منبع مورد استفاده قرار گیرد، ترتیب ارائه آن‌ها بر حسب سال انتشار از قدیم به جدید است.

در صورتی که مقالات منفرد و مشترک از یک نگارنده ارائه شود، ابتدا مقالات منفرد و سپس بقیه آن‌ها به ترتیب حروف الفبای نام نگارندگان بعدی مرتب می‌شود.

از به کارگیری عبارت et al. به جای نام نویسندگان مقاله خودداری شود و تمامی نویسندگان به ترتیب موجود در منبع مورد نظر همراه با نام کامل خانوادگی و حرف اول نام با ویرگول و آخرین نام با & آورده شود.

روش ارجاع منابع مختلف:

✓ کتاب تألیفی: نام خانوادگی نویسنده، حرف اول نام نویسنده. (سال نشر). نام کتاب. محل انتشار: ناشر.

Author, A. A., & Author, B. B. (2013). Title of book. Location: Publisher.

✓ کتاب ترجمه شده: نام خانوادگی مؤلف، حرف اول نام مؤلف. (سال ترجمه). نام کتاب. نام خانوادگی و حرف اول نام مترجم، محل انتشار: ناشر.

✓ مقاله: نام خانوادگی نویسنده، حرف اول نام نویسنده. (سال نشر). عنوان مقاله. نام نشریه، شماره جلد (شماره پیاپی)، صفحات مقاله.

Author, A. A., Author, B. B., & Author, C. C. (2013). Title of article. Title of Journal, volume, page-numbers.

✓ پایان نامه: نام خانوادگی نویسنده، حرف اول نام نویسنده (سال دفاع). عنوان پایان نامه. مقطع، نام دانشکده، نام دانشگاه.

چگونگی ترجمه منابع فارسی به انگلیسی و رعایت نقطه، ویرگول و فاصله بین کاراکترها در مثال زیر نشان داده شده است:
حمیدرضا مرادی، محمدرضا فاضلپور، سید حمیدرضا صادقی و سید زین‌العابدین حسینی. (۱۳۸۷). بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان‌زایی محدوده شهر اردکان با استفاده از سنجش دور، نشریه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۵(۱)، ۱-۱۲.

Moradi, H. R., Fazelpor, M.R., Sadeghi, H. R. &Hossini, Z. (2008). The study of land use change on desertification using remote sensing in Ardakan area, Iranian Journal of Range and Desert Researches, 15(1), 1-12, (in Farsi).

✓ منابع اینترنتی: نام سایت، عنوان مطلب. تاریخ، آدرس کامل محل دسترسی به اطلاعات.

Author, A. A. (2013). Title of webpage: Subtitle if needed, Retrieved Month day, year, from source.

NCAA Committee on Sportsmanship and Ethical Conduct. (2012). Operations plan: Strategic planning and budgeting for the 2012and 2013Academic Years. Retrieved February 9, 2012, fromhttp://www1.ncaa.org/membership/governance/assoc-wide/sportsmanship_ethics/index.html

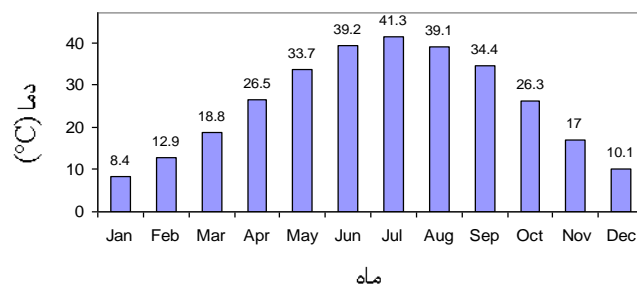
۱۱- برگ چکیده به لاتین: چکیده مقاله به زبان انگلیسی به همراه برگردان کامل عنوان، حرف اول نام، نام خانوادگی، سمت و آدرس نویسنده(گان)، روی صفحه جداگانه ارائه شود.

● شیوه نگارش: مقاله در سه نسخه روی کاغذ A4 (یک رو) با حاشیه‌های بالا و پایین ۲۰ میلی‌متر و راست و چپ ۲۰ میلی‌متر به صورت تک ستونی تایپ گردد. فاصله بین خطوط به صورت یک فاصله‌ای (Single space) بوده و حجم مقاله نباید از ۱۵ صفحه چاپی به قطع نشریه تجاوز نماید (با در نظر گرفتن محل جداول، اشکال، نتایج، فهرست منابع). از به کار بردن کلمات انگلیسی که معادل آنها در فارسی موجود است، در داخل متن اجتناب کرده و در صورت لزوم واژه انگلیسی در پاورقی با ذکر شماره تایپ شود. سطر اول هر پاراگراف به میزان ۰/۵ سانتی‌متر فرورفتگی داشته باشد. نوع و اندازه قلم‌ها، طبق جدول زیر رعایت شود.

B Nazanin 11	واژگان کلیدی فارسی	B Nazanin 14-Bold	عنوان فارسی مقاله
Times New Roman 12	واژگان کلیدی لاتین	Times New Roman 14	عنوان لاتین مقاله
B Nazanin 13	متن فارسی	B Nazanin 11	اسامی فارسی نویسندگان
Times New Roman 11	واژگان لاتین داخل متن	Times New Roman 11	اسامی لاتین نویسندگان
B Nazanin 11	عنوان جدول‌ها و شکل	B Nazanin 13- Bold	عناوین فرعی متن فارسی
Times New Roman 12	منابع	B Nazanin 11	متن چکیده فارسی
Times New Roman 11- Italic	نام‌های علمی	Times New Roman 12	متن چکیده لاتین
Times New Roman 9	پاورقی لاتین	B Nazanin 10	پاورقی فارسی

● جدول، شکل‌ها: نتایج را خیلی دقیق‌تر و واضح‌تر از متن نمایش می‌دهند. اطلاعات ارائه شده در جدول‌ها نباید به صورت منحنی و یا به شکل دیگری در مقاله تکرار شوند. شماره و عنوان جدول در بالای جدول ذکر گردد. هر ستون جدول باید دارای عنوان و واحد مربوط به خود باشد. چنانچه تمام ارقام جدول دارای واحد یکسان باشد، می‌توان واحد را در عنوان جدول ذکر نمود. توضیحات عنوان و متن جدول به صورت زیرنویس ارائه گردد. نتایج بررسی‌های آماری باید به یکی از روش‌های علمی در جدول منعکس شود. جدول تنها در محیط Word طراحی و از ایجاد ارتباط (Link) نمودارها با دیگر فایل‌ها خودداری شود.

شکل‌های هر مقاله شامل منحنی، نمودار، عکس و نقشه بوده و همه به طور یکسان به عنوان شکل شماره‌گذاری شوند. شکل‌ها باید به صورت سیاه و سفید و با کیفیت مطلوب بوده و عنوان آن‌ها در پایین بیاید. عکس‌ها باید واضح، مطالب آن‌ها خوانا و دارای مقیاس باشند. در تهیه نقشه‌ها به جای رنگ از علامت (نماد) استفاده گردد. ذکر مأخذ عکس‌ها یا شکل‌هایی که از منابع دیگر اقتباس شده‌اند الزامی است. فایل‌های اصلی شکل‌ها (تحت Tiff, JPEG, Excel یا PDF) بایستی حتماً ارائه گردد. در صورت امکان جدول‌ها، نمودارها و شکل‌ها، در یک ستون صفحه قرار گرفته و محتوا و عناوین، فارسی نام‌گذاری شود. شکل‌ها و جدول‌ها مطابق نمونه بدون کادر تنظیم شود.



شکل ۱. نمونه فرمت شکل‌های مورد نظر نشریه خشک بوم.

جدول ۱. نمونه جدول مورد نظر نشریه خشک بوم

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)
یزد	۵۴° ۲۴'	۳۱° ۵۴'	۱۲۳۰
بندر عباس	۵۶° ۲۲'	۲۷° ۱۳'	۱۰
بندر انزلی	۴۹° ۲۸'	۳۷° ۲۸'	-۲۶/۳
اهواز	۴۸° ۴۰'	۳۱° ۲۰'	۲۲/۵
شهرکرد	۵۰° ۵۱'	۳۲° ۲۰'	۲۰۶۱/۴

● معادلات باید به ترتیب از ابتدا تا انتها شماره‌گذاری شوند. شماره معادلات باید در انتهای سمت راست هر ستون و در امتداد خط حاوی معادلات در داخل پرانتز قید شود.

$$\text{مثال: (۱)} \quad d = 17h \left(\frac{V_m}{V} \right) \cos \theta \quad \text{که در آن: } d: \text{ نام عامل (واحد)}$$

- واحدهای استفاده شده در متن مقاله باید در سیستم متریک (SI) باشد.
- مقالات بایستی با نرم افزار Word ارسال و از انجام هرگونه تنظیمات اضافی در فایل خودداری شود.
- رعایت نیم فاصله در کلمات ترکیبی و جمع مانند بیابان‌زایی، بیابان‌ها، اندازه‌گیری، شده‌اند، می‌شود، می‌توان و ... ضروری است.
- نقطه و ویرگول بدون هیچ فاصله‌ای در انتهای کلمات قرار گرفته، اما بین آن‌ها و کلمه بعدی یک فاصله نیاز است.
- شماره پاورقی‌ها در هر صفحه باید به صورت مجزا از صفحات دیگر آیند.
- عدم رعایت شیوه نامه فوق موجب تأخیر در پذیرش و رفت و برگشت‌های مکرر و زمان‌بر مقاله خواهد شد.
- مقاله ارسالی به دفتر نشریه پس از طی مراحل داوری مسترد نمی‌شود.
- هیأت تحریریه در رد و ویرایش مقالات مجاز است.
- مسئولیت صحت مطالب به عهده نویسندگان است.
- ارسال تعهدنامه مبنی بر (۱) عدم چاپ مقاله ارسالی به هر شکل در گذشته، (۲) عدم ارسال مقاله به دیگر نشریات تا تعیین تکلیف در این نشریه و (۳) اطلاع تمامی نویسندگان از ارسال مقاله به دفتر نشریه الزامی است.

آخرین اصلاحات راهنمای نگارش مقاله در سایت دانشگاه یزد، بخش نشریات، قابل دسترسی است.

<http://aridbiom.yazd.ac.ir>



خشک بوم

دو فصلنامه علمی - پژوهشی

برگ درخواست اشتراک دو فصلنامه خشک بوم

خواهشمند است برای اشتراک، این برگ را به همراه اصل فیش بانکی به نشانی دفتر نشریه ارسال فرمایید.

شماره حساب به منظور واریز وجه: جاری ۷۸۷۴۰۵۹۰۱۷ بانک تجارت شعبه دانشگاه یزد (کد شعبه: ۲۰۰۷۵) به نام فعالیت های فوق برنامه دانشگاه یزد (قابل پرداخت در تمامی شعب بانک تجارت سراسر کشور).

نام: نام خانوادگی: شغل:
میزان تحصیلات: کدپستی: تلفن:
نشانی دقیق:
.....
برای اشتراک نشریه از شماره پیاپی: تا شماره پیاپی: مبلغ پرداختی:

امضاء

حق اشتراک یک ساله دو فصلنامه (۲ شماره) ۶۰۰۰۰ ریال
یزد، صفائیه، بلوار دانشگاه، خیابان پژوهش، دانشگاه یزد، پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی
صندوق پستی: ۷۴۱-۸۹۱۹۵ تلفن: ۸۲۱۰۶۹۸-۰۳۵۱ دورنگار: ۸۲۱۰۶۹۸-۰۳۵۱

پست الکترونیک: aridlandj@yazd.ac.ir

پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی دانشگاه یزد

In the name of God

**Arid Biome
Scientific and Research Journal**



Yazd University

Published by: Yazd University

Editor-in-Chief:

Dr. Mohammad Reza Ekhtesasi

Professor, Faculty of Natural Resources, Yazd University, I. R. Iran

Manager-in-Charge:

Dr. Hamid Reza Azimzadeh

Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Yazd University, I. R. Iran

Editorial Board:

Hossein Azarnivand

Professor, University of Tehran

Mohammad Reza Ekhtesasi

Professor, Yazd University

Naser Baghestani Meibodi

Associate Professor, Research Institute of Natural Resources & Agriculture, Yazd

Majid Karim Poorreihan

Associate Professor, International Desert Research Center

Sayed Jamaladdin Khajaddin

Professor, Isfahan University of Technology

Mahmoud Habibnejad

Associate Professor, Mazandaran University

Hasan Roohipoor

Associate Professor, Research Institute of Forests & Rangelands

Igor Savin

Associate Professor, Russian Academic of Sciences.

Sadat Feiznia

Professor, University of Tehran

Ahmad Ghanbari

Professor, Zabol University

Mohammad Galavi

Professor, Zabol University

Jahangard Mohammadi

Professor, Shahrekord University

Seyyed Ali Mohammad Mirmohammadi Meibodi

Professor, Isfahan University of Technology

Editor: Dr. Mohammad Zare, Assistant Professor, Yazd University

Administrative Manager: Dr. Mohammad Hosein Mokhtari, Yazd University

Executive Secretary: Dr. Mohammad Amin Asadi, Yazd University

Page setting and Computerize editor: Elham Ardakani

Print Supervisor: Yazd University

Arid Lands & Desert Research Institute (ADRI)
P.O. Box: 89195-741, Yazd University, I. R. Iran
Tel/Fax: +98 (351) 8210698
E-mail: aridlandj@yazd.ac.ir