

نقش ارتفاع و عرض جغرافیایی بر بهره‌وری بارش و عملکرد جو دیم

علیرضا توکلی^{۱*}، عبدالمجید لیاقت^۲، امین علیزاده^۳

۱- عضو هیات علمی (استادیار پژوهش) بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)

۲- استاد دانشگاه تهران ۳- استاد دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

پایین بودن عملکرد و شاخص بهره‌وری بارش محصولات دیم، ناشی از توزیع نامناسب بارش و عملیات مدیریت زراعی ضعیف در مزارع زارعین است. بهره‌وری بارش و عملکرد اراضی جو دیم تا حدود زیادی با دو مولفه ارتفاع و عرض جغرافیایی قابل بررسی و ارزیابی است. بر این اساس آمار عملکرد، بارش، ارتفاع و عرض جغرافیایی ۱۸۲ نقطه کشور طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۲ مورد استفاده قرار گرفت. کل اراضی دیم تحت بررسی ۱/۰۳۲ میلیون هکتار است و کل آب قابل مدیریت در این اراضی برابر ۴/۷۲۶ میلیارد متر مکعب است و متوسط عملکرد جو برابر ۱۰۱۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. متوسط شاخص بهره‌وری بارش در تولید جو دیم کشور برابر ۰/۲۳۹ کیلوگرم بر متر مکعب است. از کل مناطق مورد بررسی، ۳۲/۴ درصد مناطق دارای شاخص بهره‌وری بارش کمتر از ۸۵ درصد میانگین کشور، ۲۶/۴ درصد مناطق دارای شاخص بهره‌وری بارش بین ۸۵ و ۱۱۵ درصد میانگین و ۴۱/۲ درصد مناطق نیز دارای شاخص بهره‌وری بارش بیشتر از ۱۵ درصد میانگین کشور هستند. در حالی که ۸۰ درصد مناطق دارای بهره‌وری بارش کمتر از ۰/۳۳ کیلوگرم بر متر مکعب هستند، فقط ۲۰ درصد مناطق دارای عملکرد بیشتر از ۱۳۰۳ کیلوگرم در هکتار می‌باشند و عملکرد در ۶۰ درصد مناطق که دارای بهره‌وری بارش کمتر از ۰/۲۸ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد، کمتر از ۱۰۲۷ کیلوگرم در هکتار است. شاخص بهره‌وری بارش از عرض جغرافیایی ۳۲ رو به افزایش نهاده و این افزایش تا عرض جغرافیایی ۳۷/۵ ادامه دارد. رابطه بین ارتفاع و عملکرد جو یک رابطه خطی نزولی است و بیشترین فراوانی در محدوده ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر واقع است. با افزایش ارتفاع، شاخص بهره‌وری بارش افزایش یافته و در ارتفاع ۱۸۰۰-۱۰۰۰ متری بیشترین فراوانی و تجمع نقاط مشاهده می‌شود و پس از آن به تدریج شاخص بهره‌وری بارش کاهش نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، اقلیم، بهره‌وری بارش، عرض جغرافیایی، عملکرد

مقدمه

اثر فرآیند جهانی گرم شدن، خشکی اتفاق می افتد، بررسی این موضوع تأکید بیشتری بر ادعای بروز فشارهای جدید بالقوه بر زراعت دیم در اغلب نقاط دنیا دارد (Rosenzweig and Reibsame, 1989).

توزیع نامناسب بارش در طی سال و همینطور نوسان در مقدار بارش سالانه، عمدتاً از عوامل اصلی ناکارآمدی کشت دیم در برخی سالهاست، به علاوه مقدار و زمان اولین بارش پاییزه از جمله عوامل مهم در زراعت دیم (پاییزه) به شمار می رود (عزیزی، ۱۳۷۹). در هر نوبت از بارندگی، تنها قسمتی از نزولات مورد استفاده قرار می گیرد و بقیه از طرق مختلف مانند تبخیر، رواناب و عبور از ناحیه ریشه از دسترس گیاه خارج می شود و در واقع به دو جزء مصارف مفید و غیرمفید درمی آید.

میزان و پراکنش بارش (بارندگی و برف) تاثیر بسزایی بر مقادیر عملکرد دارد. اثر تغییرات بارش بر محصولات کشاورزی مطالعه و چنین نتیجه شد که افزایش و کاهش محصول (گندم) دیم با مقدار بارش سالانه و ماهانه ارتباط دارد (Lommasson, 1947). توزیع بارش در شرایط دیم منطقه خرم آباد به نحوی است که از کل بارش سالانه، حدود ۵۴ درصد در زمستان، ۲۸/۵ درصد در پاییز و ۱۷/۳ درصد در بهار اتفاق می افتد (عزیزی، ۱۳۷۹). به طور کلی میزانی از بارندگی که بیشتر از حداقل لازم برای رسیدن محصول باشد، مقدار عملکرد را تعیین می کند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۴). میزان حداقل بارش مورد نیاز برای دیم کاری ۲۵۰ میلی متر با توزیع مناسب عنوان شده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۴). طی تحقیقی در کرمانشاه گزارش گردید که اگر چه حداقل بارش

زراعت دیم در مقابل تغییرات آب و هوایی آسیب پذیر بوده و تولید آن علاوه بر میزان رطوبت قابل دسترس و مواد مغذی مورد نیاز، به تغییرات عوامل اقلیمی بستگی دارد. توسعه و اصلاح سامانه زراعت دیم مستلزم یافتن و معرفی راهکارهایی است تا فشارهای ناشی از تنش های آب و هوایی را در این دشت ها و یا در هر جای دیگر به حداقل رسانده و یا کاهش دهد. برای شناخت وضعیت حاضر زراعت دیم، علاوه بر تحلیل عملکرد و بارش، بررسی شاخص بهره وری بارش^۱، مدیریت توجه^۲ و اطلاعات مکانی (عرض جغرافیایی^۳ و ارتفاع از سطح دریا^۴) نیز نیاز هست تا اثر تغییر این عوامل بر عملکرد و شاخص بهره وری بارش تعیین گردد. منظور از مدیریت توجه، شاخصی است که نشان می دهد که کدام مناطق اولویت و نیازمند توجه مدیریتی برای اصلاح و بهبود شرایط زراعی است (توکلی، ۱۳۸۹). مشاهدات نشان می دهد که دشت های وسیع آمریکا به ویژه در قسمت های شمالی که از لحاظ اقتصادی نقش بسیار مهمی در تولید زراعت دیم دارد، بسیار حساس به نوسانات آب و هوایی بوده و از این طریق شدیداً زراعت دیم را در این مناطق تحت تأثیر قرار می دهد (popper and Worster, 1979; popper, 1987). از سوی دیگر موضوع گرم شدن زمین (Global warming) و تغییر پارامترهای اقلیمی (Climate parameters change) مطرح است که با قبول این فرض که کره زمین در حال گرم شدن بطئی و تدریجی بوده و در

1- Rain Water Productivity

2 - Attention Management (AM)

3 - Latitude

4 - Topography

بادپناه جنوبی، افزایش می‌یابد که دلیل کاهش بارش به ازای ارتفاع در دامنه‌های شمالی، دوری از منبع رطوبی و جلوگیری از ورود رطوبت دریای خزر به داخل ایران به وسیله سد کوهستانی البرز است (علیجانی، ۱۳۷۵). همچنین اعتقاد دارند که جهت‌گیری شمال غرب به جنوب شرق رشته کوه زاگرس در برابر جریانات مرطوب غربی باعث افزایش بارش در دامنه‌های غربی شده است (علیجانی، ۱۳۷۵). با مطالعه رابطه بارش با ارتفاع در هیمالیای غربی بدین نتیجه رسیدند که در دامنه‌های رو به باد، بارندگی با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که نزدیک بودن به اقیانوس هند، رطوبت بسیار بالای جریانات موسمی و در نتیجه ضخامت زیاد هوای مرطوب مانع از کاهش بارش به ازای ارتفاع در دامنه‌های رو به باد هیمالیا می‌شود (Storr and Ferguson, 1973). مطالعات انجام شده در منطقه بلوریج (Blue Ridge) ایالات متحده (Konrad, 1996)، در منطقه کوهستانی غرب ایالات متحده (Houghton, 1979) و غرب کانادا (Storr and Ferguson, 1973)، حاکی از افزایش بارندگی به ازای ارتفاع است.

نتایج پژوهش در منطقه تالش نشان داد که بارندگی دامنه‌های شرقی منطقه، بسیار بیشتر از دامنه‌های غربی آن است و کوهستان تالش به صورت سدی در برابر بارش‌های خزری عمل کرده، از نفوذ هوای مرطوب به سمت دامنه‌های غربی تالش جلوگیری می‌کند. متغیر ارتفاع در دامنه‌های غربی رابطه افزایشی و در دامنه‌های شرقی رابطه کاهشی با بارش‌ها دارد (ساری صراف و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین اثر متغیرهای توپوگرافی با جهت جغرافیایی

سالانه مورد نیاز گیاه برای دیم‌کاری در یک سطح اطمینان قابل قبولی در کل منطقه تامین می‌شود، ولی بررسی موازنه آبی سالانه، دال بر عدم تامین رطوبت است و میزان و توزیع زمانی بارش در طول سال زراعی مناسب نیست و این مساله به ویژه در دوره پاییز و دوره تجدید کشت در بهار تشدید می‌شود (مظفری و قائمی، ۱۳۸۱). به طوری که زمان کشت و مرحله ظهور سنبله تا گل‌دهی به عنوان مراحل حساس رشد در زراعت دیم معرفی شدند (توکلی، ۱۳۸۹، Tavakoli et al., 2010).

طی پژوهشی گزارش شد که مقادیر بارش و ارتفاع از شاخص‌های مؤثر در فرآیند کشت دیم محسوب می‌شوند (رسولی و همکاران، ۱۳۸۴) و برای پهنه‌بندی محصول گندم دیم در کشور هند از عوامل و عناصر آب و هوایی نظیر ارتفاع از سطح دریا، شیب، نوع خاک، بارش و دمای هوا استفاده شد (Satya and Ryosuke, 1999). همچنین اثر عوامل مختلف اقلیمی بر عملکرد محصول دیم در استان لرستان، بررسی و تابع تولید اقلیمی استخراج گردید (توکلی و همکاران، ۱۳۹۲). ارتفاع ایتیم (ارتفاعی که پس از آن بارش رو به کاهش می‌رود) در کوه‌های آلپ فرانسه ۲۵۰۰ متر و در منطقه کرمان حدود ۳۵۰۰ متر ذکر شده است (مهدوی، ۱۳۷۱).

همواره با افزایش ارتفاع، بارش افزایش نمی‌یابد و بسته به وضعیت رطوبی و جهت‌گیری دامنه‌ها در برابر جریانات باران‌زا، رخ دادن وضعیت‌های متفاوت وجود دارد. با مطالعه ضرایب همبستگی و نمرات استاندارد در رشته کوه البرز چنین نتیجه شد که در دامنه‌های بادگیر شمالی، با افزایش ارتفاع، بارش کاهش یافته و در دامنه‌های

اکسل و نرم افزار SPSS وارد و شاخص‌های بهره‌وری بارش و مدیریت توجه تعیین گردید و روابط رگرسیونی حاکم بر ارتفاع - بارش، عملکرد - بارش، بهره‌وری بارش - عملکرد و بهره‌وری بارش - عرض جغرافیایی به دست آمد. در روابط رگرسیونی حاص، قبل از اینکه ضریب همبستگی و شکل تابع مهم باشد، روند تغییرات و فراوانی نقاط دارای تفسیر و بیان بودند و از این منظر موضوع مورد توجه قرار گرفت. از آنجایی که تحلیل پراکنش عوامل مورد بررسی اهمیت داشته، پراکنش عرض جغرافیایی - عملکرد، بهره‌وری بارش - ارتفاع، عملکرد - ارتفاع، بارش - بهره‌وری بارش و ارتفاع - مدیریت توجه نقاط مورد بررسی، نشان داده شد.

برای تعیین شاخص بهره‌وری بارش و مدیریت توجه (توکلی، ۱۳۸۹) از روابط زیر استفاده شد:

$$RWP = \frac{Yield}{Preci.} \quad (1)$$

$$AM = \frac{RWP_i}{RWP_{avg}} \times \frac{A_i}{A_{avg}} \quad (2)$$

که در آن: RWP: شاخص بهره‌وری بارش به کیلوگرم بر متر مکعب، Yield: عملکرد محصول به کیلوگرم در هکتار، Preci.: کل بارش سال زراعی به متر مکعب در هکتار، AM: شاخص مدیریت توجه، A: سطح زیر کشت محصول در هر یک از مناطق، i: اندیس معرف هر یک از نقاط، و avg: اندیس معرف میانگین نقاط است.

نیز تغییر می‌کند. بازیست (Basist et al., 1994) در بررسی خود در منطقه بین‌المدارین همبستگی بالایی بین ارتفاع و بارش مشاهده و گزارش کرد. از جمله راهکارهایی که برای سازگاری با میزان و زمان غیر قابل کنترل بارش پیشنهاد کرده عبارتست از: کاهش رواناب سطحی، ذخیره آب جهت اوقات کم باران و برنامه‌ریزی کشت برای گونه‌های منطبق با رژیم بارش (عزیزی، ۱۳۷۹).

از آنجایی که تاکنون شاخص عملکرد جو و بهره‌وری بارش و پراکنش آن در مناطق مختلف با ارتفاع از سطح دریا و عرض‌های جغرافیایی مورد مطالعه قرار نگرفته، ضرورت دارد که این اطلاعات تعیین گردد. نتایج تحقیق می‌تواند به محافل تصمیم‌گیرنده، کمک نماید تا برنامه مناسب بهبود تولید در زراعت جو دیم تدوین گردد.

هدف این پژوهش تعیین روابط بین عملکرد جو دیم و شاخص بهره‌وری بارش با بارش، ارتفاع و عرض جغرافیایی در سطح کشور است.

مواد و روش‌ها

برای بررسی روابط بین عملکرد جو دیم و بهره‌وری بارش با ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی، ۱۸۲ نقطه (شهر) که داده‌های عملکرد محصول و بارش سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۲ آنها قابل دسترس بود، انتخاب شدند. برای اینکه اثر تغییرات سال بر نتیجه‌گیری کاهش یابد، از میانگین چهار سال متوالی برای عملکرد و بارش استفاده شد. داده‌های عملکرد از وزارت جهاد کشاورزی و داده‌ها و آمار بارش از سازمان هواشناسی و یا از مجموعه‌های ذی‌ربط تهیه گردید. داده‌ها در محیط

نتایج و بحث

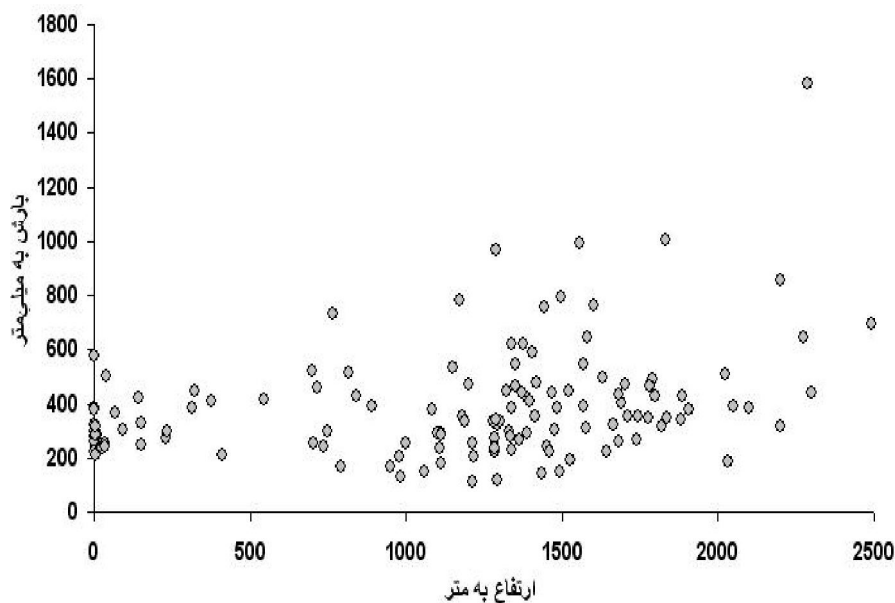
رابطه بین عرض جغرافیایی و عملکرد جو در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس فراوانی پراکنش نقاط، می‌توان آنها را در بین یک باند قرار داد که در ابتدا پهنای باند اندک و در ادامه فاصله خطوط باند افزایش می‌یابد. آنچه که در این شکل قابل دریافت است این موضوع می‌باشد که در یک عرض جغرافیایی مشخص، محدوده وسیعی از عملکرد و بهره‌وری بارش وجود دارد که دلایل آن را می‌توان در ارتفاع، مقدار و پراکنش بارش و نوع مدیریت زراعی حاکم بر این مناطق دانست، این موضوع از بعد بهره‌وری بارش قابل انتظار دارای اهمیت فراوان است. به نظر می‌رسد که عرض جغرافیایی ۳۳ تا ۳۸ به خاطر دارا بودن عملکرد بیشتر، دارای مقادیر بیشتر شاخص بهره‌وری بارش باشد.

همان‌طور که بررسی میزان و پراکنش بارش در یک نقطه دارای اهمیت است، در نگرش جامع باید به بررسی تغییرات مکانی پرداخت. بررسی اثر مکانی بارش در قالب عرض جغرافیایی و ارتفاع میسر می‌شود. شکل ۱ فراوانی بارش نسبت به ارتفاع را نشان می‌دهد و رابطه ریاضی آن به صورت زیر است:

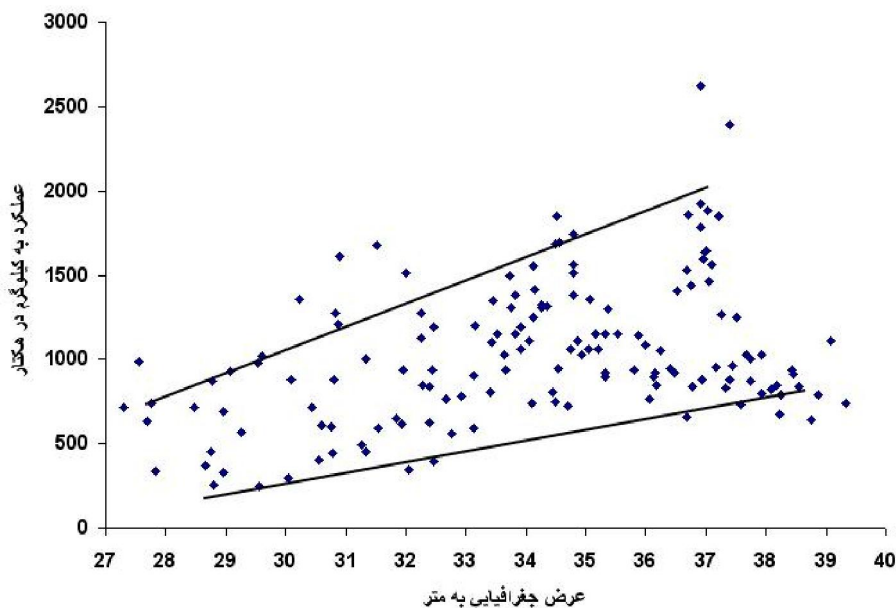
(۳)

$$Pr\ eci. = 0.1094\ Elev. + 271.72 \quad R^2 = 0.1$$

مطابق با این شکل، بخش عمده فراوانی بارش در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۹۰۰ متر واقع است و بخشی نیز در بخش ساحلی با ارتفاع کم قرار دارد. البته بدیهی است که مقادیر بیشتر بارش در ارتفاعات به وقوع پیوندد که این موضوع به جهت موانع و حرکت توده‌ها بستگی دارد.



شکل ۱- رابطه بین ارتفاع و بارش



شکل ۲- رابطه بین عرض جغرافیایی و عملکرد جو دیم

کیلوگرم بر متر مکعب). این نکته یک فرصت تلقی می‌شود تا برای بهبود شاخص‌ها اقدام شود.

شاخص بهره‌وری بارش در عرض جغرافیایی ۲۷ درجه به طور نسبی در وضعیت مطلوب قرار دارد و بعد از آن رو به نقصان می‌گذارد و در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه به حداقل خود می‌رسد و سپس رو به فزونی گذاشته و در عرض جغرافیایی ۳۷/۵ درجه به حداکثر مقدار می‌رسد (شکل ۴). رابطه حاکم بر عرض جغرافیایی - بهره‌وری بارش به صورت زیر است:

با افزایش ارتفاع، شاخص بهره‌وری بارش افزایش یافته و در ارتفاع ۱۸۰۰-۱۰۰۰ متری بیشترین فراوانی و تجمع نقاط مشاهده می‌شود و پس از آن به تدریج فراوانی شاخص بهره‌وری بارش کاهش می‌یابد (شکل ۳).

نقاط موجود در این وضعیت را می‌توان به دو بخش تفکیک کرد که بخش اول به ارتفاعات کم نوار ساحلی شمال مربوط می‌شود و دارای محدوده وسیعی برای بهره‌وری بارش است (۰/۱ تا ۰/۶

$$RWP = 0.0001Lat^4 - 0.0159Lat^3 + 0.85Lat^2 - 19.81Lat + 173 \quad R^2 = 0.26 \quad (4)$$

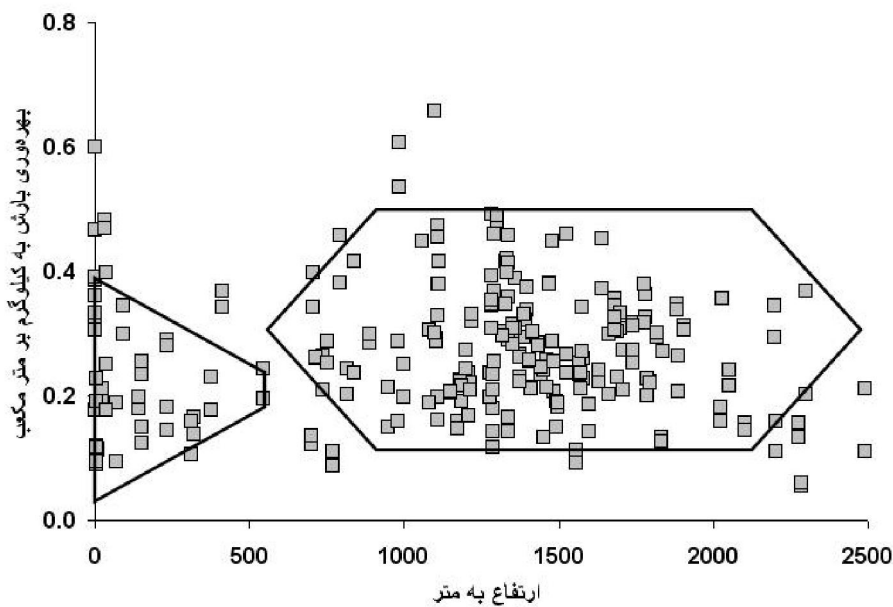
محدوده گسترده‌ای از بهره‌وری بارش وجود دارد که نشان دهنده تنوع بارش و پارامترهای اقلیمی و

نکته حائز اهمیت در شکل ۴ و رابطه ۴، این است که در یک عرض جغرافیایی مفروض،

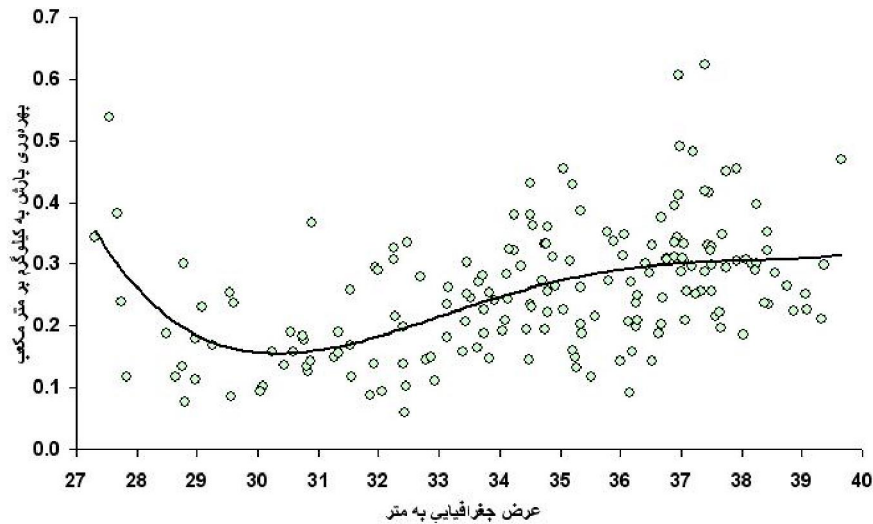
متری است و مقدار بارش در قله بسیار کمتر است. اما در منطقه برون حاره، بارش از دامنه تا قله افزایش می‌یابد. طی مطالعه صورت گرفته در استان همدان، ارتفاعات کمتر از ۱۷۰۰ متر که محدوده دشت‌ها را شامل می‌شود، و دارای ۲۱/۹ درصد از کل استان همدان را شامل می‌شود، بهترین محدوده با قابلیت توسعه کشت دیم محسوب می‌شود. بعد از آن محدوده ارتفاعات ۱۹۰۰-۱۷۰۰ متر قرار دارد که ۳۴/۴ درصد کل استان را پوشش می‌دهد و مناطق مناسب به حساب می‌آیند. مناطق با ارتفاع ۲۲۰۰-۱۹۰۰ متر با فراوانی ۳۴/۸ درصد جزو مناطق ضعیف بوده و بقیه با ارتفاع بیش از ۲۲۰۰ متر نامناسب محسوب می‌شوند (فرج زاده و تکلوییغش، ۱۳۸۰).

سطح مدیریت مصرف بارش است، این موضوع حاکی از وجود فرصت و امکان بهبود شاخص بهره‌وری بارش است.

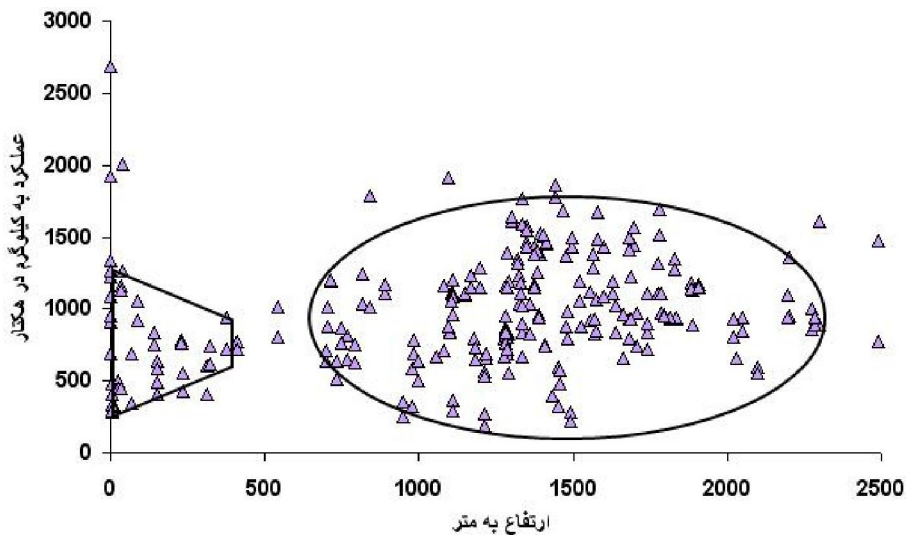
در خصوص رابطه بین ارتفاع با عملکرد نیز بایستی اضافه کرد که در سواحل شمالی و جنوبی تغییرات وسیعی از عملکرد وجود دارد که مقادیر اندک آن به سواحل جنوب و مقادیر بیشتر آن به سواحل شمالی (علی‌الخصوص گلستان) اختصاص دارد. در خصوص رابطه بین ارتفاع و عملکرد بیشترین فراوانی عملکرد در ارتفاع ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر وجود دارد و در هر یک از این سطوح ارتفاعی نیز تغییرات شدیدی از عملکرد قابل مشاهده است (شکل ۵). نتایج دیگر محققین گواه نتایج این تحقیق است، علیجانی و کاویانی (۱۳۷۱) بیان می‌کنند که حداکثر بارش در منطقه حاره تا ارتفاع حدود ۲۰۰۰



شکل ۳- رابطه بین ارتفاع و بهره‌وری بارش در تولید جو



شکل ۴- رابطه بین عرض جغرافیایی و شاخص بهره‌وری بارش در تولید جو



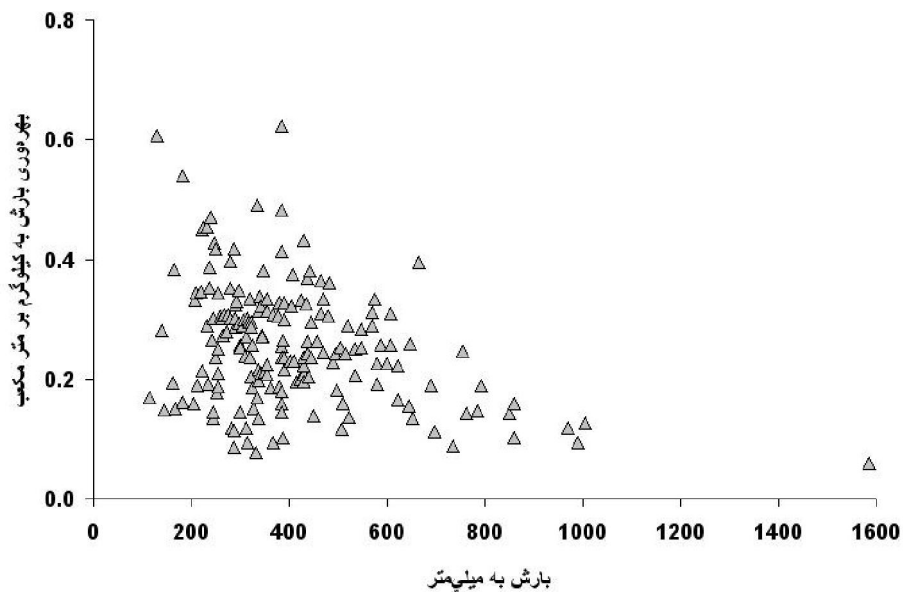
شکل ۵- رابطه بین ارتفاع و عملکرد جو دیم

بدیهی است که اگر مقدار اندکی از بارش بتواند عملکرد مطلوب و مناسبی ایجاد کند، که شاید مهم‌ترین علت آن پراکنش مناسب باشد، دارای شاخص بهره‌وری بارش بالایی خواهد بود. هر چند که انتظار می‌رود که با افزایش بارش میزان عملکرد نیز به تبع آن افزایش یابد اما عموماً به دلیل اینکه بخش مهمی از بارش به صورت رواناب سطحی یا

رسولی و همکاران (۱۳۸۴) در تحلیل صورت گرفته برای استان اردبیل نشان دادند که تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر برای کشت دیم بسیار مناسب (۳۱/۵ درصد)، ۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر دارای شرایط مناسب (۳۰/۸ درصد)، ۱۵۰۰-۲۰۰۰ متر دارای شرایط متوسط (۲۶/۸ درصد) و بقیه ضعیف یا نامناسب هستند.

خطی نزولی است (شکل ۶)، یعنی بدین گونه نبوده که با افزایش بارش، الزاماً افزایش بهره‌وری بارش رخ داده باشد. معنای این برداشت این است که حتی میزان عملکرد در مناطق با بارش مناسب نیز مطلوب نیست.

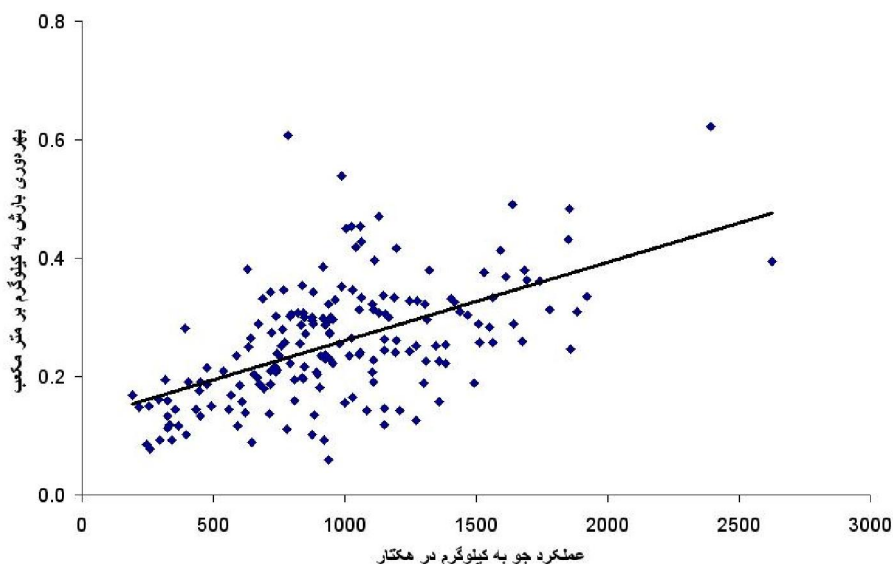
تلفات نفوذ عمقی از دسترس محصول خارج می‌شود و مهم‌تر از آن اینکه بخش مهمی از بارش در خارج از زمان رشد و نمو گیاه و در دوره خواب محصول اتفاق می‌افتد، شاخص بهره‌وری بارش همسو با افزایش بارش با همان شیب، افزایش ندارند. لذا تغییرات بین بارش و بهره‌وری بارش یک رابطه



شکل ۶- رابطه بین بارش و شاخص بهره‌وری بارش در تولید جو دیم

رابطه بین عملکرد و بهره‌وری بارش یک رابطه خطی صعودی به صورت زیر است (شکل ۷).

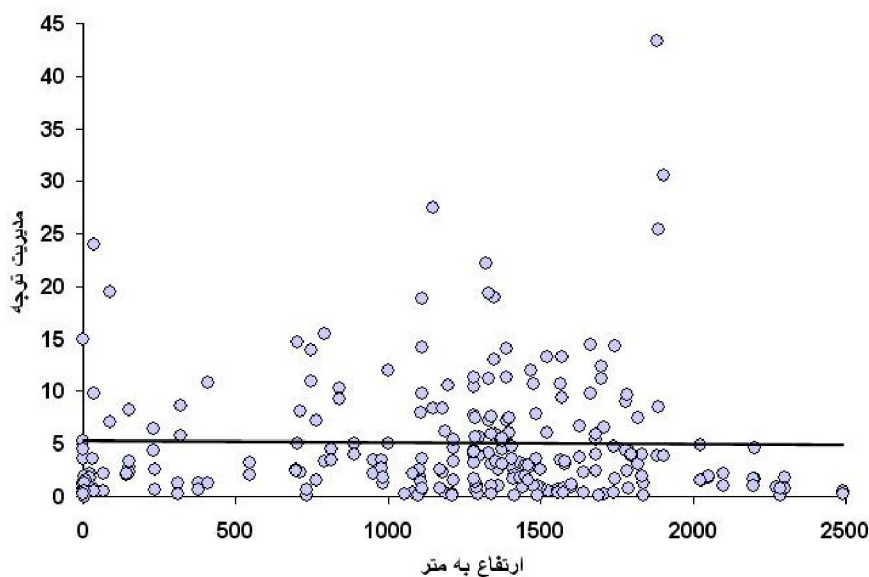
$$RWP_{barley} = 0.0001Yield + 0.128 \quad R^2 = 0.303 \quad (5)$$



شکل ۷- رابطه بین عملکرد و شاخص بهره‌وری بارش در تولید جو

تحقیقاتی برای عملکرد قابل حصول برای جو دیم ترسیم کرده (۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برای اقلیم سرد و نیمه سرد) مدنظر قرار گیرد بایستی بهره‌وری بارش به میزان $0/۳۳۸$ کیلوگرم بر متر مکعب هدف‌گذاری شود. شاخص مدیریت توجه برای رتبه‌بندی اصلاح شرایط زراعی به منظور بهبود عملکرد و بهره‌وری آب به کار می‌رود و در شکل ۸ رابطه بین ارتفاع و مدیریت توجه نشان داده شده است. مطابق با این شکل، علاوه بر مناطق ساحلی شمالی، و البته پس از خلا محدود ارتفاعی، با افزایش ارتفاع به سمت مناطق کوهستانی، شاخص مدیریت توجه رو به فزونی می‌گذارد و حاکی از وجود اراضی فراوان دیم در این مناطق و سهم قابل ملاحظه مساحت نسبی و نقصان بهره‌وری بارش نسبی است.

بر اساس بررسی چند متغیره بارندگی اذعان شده است که تغییرات مکانی بارش ایران با ارتفاع و عرض جغرافیایی رابطه معنی‌داری ندارد ولی رابطه بارش سالانه و تغییرات طول جغرافیایی به لحاظ آماری معنی‌دار بوده است و کاهش بارش سالانه به ازای افزایش هر درجه طول جغرافیایی برابر $۲۳/۹۷$ میلی‌متر می‌باشد (علیجانی، ۱۳۸۱). افزایش عرض جغرافیایی از جنوب به شمال کشور و افزایش ارتفاع، سبب کاهش نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه می‌شود. بدین معنی که میزان این نسبت به فرض ثابت بودن طول جغرافیایی و ارتفاع به ازای هر درجه افزایش عرض جغرافیایی، $۱/۹$ درصد و نیز به فرض ثابت بودن طول و عرض جغرافیایی به ازای افزایش هر ۱۰۰۰ متر ارتفاع، $۰/۹$ درصد کاهش می‌یابد (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۸۸). اگر آنچه که دستورالعمل موسسات



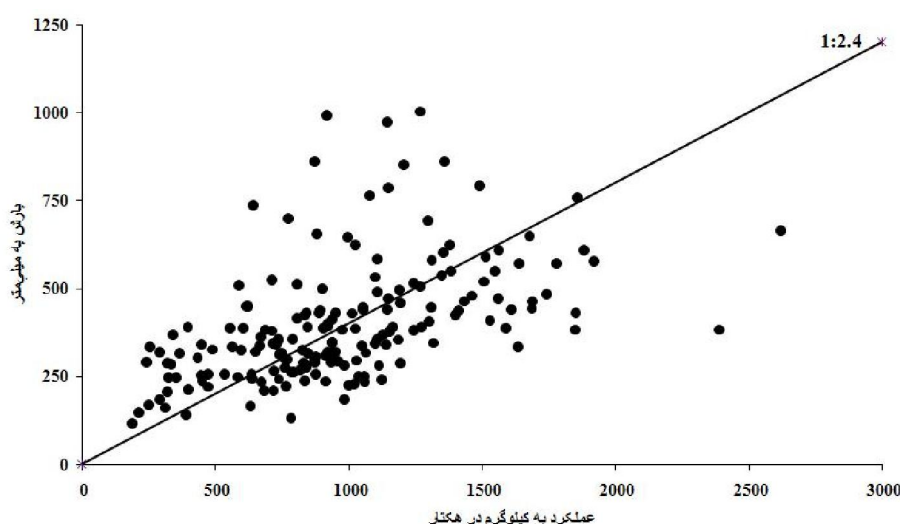
شکل ۸- رابطه بین ارتفاع و شاخص مدیریت توجه در تولید جو

آماري بهره‌وري بارش و وزن مقداري بارش به صورت زير بوده است:

از نقطه نظر تحليل آماري بارش در مناطق مورد مطالعه، ۱۷/۸ درصد مناطق داراي بارشي کمتر از ۲۵۰ ميلي‌متر، ۳۱/۴ درصد مناطق داراي بارش کمتر از ۳۰۰ ميلي‌متر، ۵۱/۴ درصد مناطق داراي بارش بيشتر از ۳۵۰ ميلي‌متر و ۲۱/۵ درصد مناطق هم داراي بارش بيشتر از ۵۰۰ ميلي‌متر بوده اند.

متوسط شاخص بهره‌وري بارش در توليد جو ديم کشور ۰/۲۳۹ کيلوگرم بر متر مکعب به دست آمد، با توجه به شکل ۹ چنين برداشتي قابل دريافت است. در ترسيم خط ۲/۴: ۱ عملکرد جو ديم و بارش، مفهوم آن اين است که هر ميلي‌متر بارش در هکتار (که معادل ۱۰ متر مکعب بارش است) ۲/۵ کيلوگرم دانه جو توليد مي‌کند.

بر اساس آمار بارش چهار ساله ۸۶-۱۳۸۲ کشور و آمار توليد جو ديم طی اين مدت وضعيت



شکل ۹- ترسيم خط ۲/۴ به ۱ بين عملکرد جو ديم و بارش

درصد مناطق داراي بهره‌وري بارش کمتر از ۰/۳۳ کيلوگرم بر متر مکعب هستند، فقط ۲۰ درصد مناطق داراي عملکرد بيشتر از ۱۳۰۳ کيلوگرم در هکتار هستند. عملکرد در ۶۰ درصد مناطق که داراي بهره‌وري بارش کمتر از ۰/۲۸ کيلوگرم بر متر مکعب مي‌باشد، کمتر از ۱۰۲۷ کيلوگرم در هکتار است. حدود ۴۵/۱ درصد مناطق داراي بهره‌وري بارش کمتر از ميانه‌گين کشور و ۳۱/۹ درصد مناطق داراي بهره‌وري بارش کمتر از ۰/۲ کيلوگرم بر متر مکعب مي‌باشند. عملکرد در ۵۷/۷ درصد مناطق کمتر از

همان‌طور که ذکر شد متوسط شاخص بهره‌وري بارش در توليد جو ديم برابر ۰/۲۳۹ کيلوگرم بر متر مکعب است. از ۱۸۲ شهرستان، ۳۲/۴ درصد اين مناطق داراي شاخص بهره‌وري بارش کمتر از ۸۵ درصد ميانه‌گين کشور (۰/۲۰۴ کيلوگرم بر متر مکعب)، ۲۶/۴ درصد مناطق داراي شاخص بهره‌وري بارش بين ۸۵ و ۱۱۵ درصد ميانه‌گين و ۴۱/۲ درصد مناطق نيز داراي شاخص بهره‌وري بارش بيشتر از ۱۵ درصد ميانه‌گين کشور (۰/۲۷۵ کيلوگرم بر متر مکعب) هستند. در حالي که ۸۰

یک تن در هکتار و در ۱۳/۲ درصد مناطق هم دارای عملکردی کمتر از ۰/۵ تن در هکتار هستند.

یکی از معضلات اساسی در زراعت دیم که سبب از دست رفتن بخش مهمی از بارش به صورت تلفات تبخیر می‌شود، پتانسیل تبخیر و توزیع بارش در کشور است به طوری که از کل بارندگی کشور به دلیل پتانسیل تبخیری زیاد حدود ۷۰ درصد آن مستقیماً تبخیر و از دسترس خارج می‌شود (Keshavarz et al., 2005). نتایج تحقیق نشان می‌دهد که حدود ۵۴ درصد از مساحت کشور در معرض نوسانات بارش قرار گرفته‌اند. این تغییرات عمدتاً در نواحی کوهستانی و نیز نیمه غربی کشور رخداد بیشتری داشته‌اند. این تغییرات شامل ۲۹/۶ میلی‌متر افزایش بارش در کوه‌رنگ تا ۱۵/۷ میلی‌متر کاهش بارش در سراب بوده است (عساکره، ۱۳۸۶).

طی پژوهشی در ایالات متحده امریکا (Inland Pacific Northwest)، تابع تولید اقلیمی گندم زمستانه بر اساس پارامترهای هواشناسی شامل بارش‌های ماه‌های آوریل، می و ژوئن و بیلان آب (رطوبت خاک قابل دسترس ناشی از آیش تابستانه) به دست آمد و برای هر سانتی‌متر آب افزوده شده از طریق بیلان آب ۱۷۶ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه افزایش یافت (Schillinger et al., 2008). هر سانتی‌متر بارش در آوریل، می و ژوئن به ترتیب ۱۱۷، ۲۰۰ و ۳۲۳ کیلوگرم در هکتار دانه تولید می‌کند.

برای پهنه‌بندی محصول دیم در کشور هند از عوامل و عناصر آب و هوایی نظیر ارتفاع از سطح دریا، شیب، نوع خاک، بارش و دمای هوا استفاده و به این نتیجه رسیدند که توزیع بارش ماهانه و ارتفاع

منطقه، عامل مؤثری در تعیین مناطق مساعد برای کشت دیم می‌باشد (Satya and Ryosuke, 1999).

توزیع بارش در خرم‌آباد به نحوی است که از کل بارش سالیانه، حدود ۵۴ درصد در زمستان، ۲۸/۵ درصد در پاییز و ۱۷/۳ درصد در بهار اتفاق می‌افتد. از جمله راهکارهایی که عزیزی (۱۳۷۹) برای سازگاری با میزان و زمان غیر قابل کنترل بارش پیشنهاد کرده عبارتست از: کاهش رواناب سطحی، ذخیره آب جهت اوقات کم باران و برنامه‌ریزی کشت برای گونه‌های منطبق با رژیم بارش. میزان و توزیع بارندگی تأثیر بسزایی بر مقادیر عملکرد دارد. ممکن است حداقل بارش سالانه مورد نیاز گیاه برای دیم‌کاری در یک سطح اطمینان قابل قبولی در کل منطقه تأمین شود ولی بررسی موازنه آبی سالانه دال بر عدم تأمین رطوبت باشد و میزان و توزیع زمانی بارش در طول سال زراعی به ویژه در دوره پاییز و دوره تجدید کشت در بهار مناسب نباشد (مظفری و قائمی، ۱۳۸۱)

نتیجه‌گیری

کل اراضی جو دیم تحت بررسی ۱/۰۳۲ میلیون هکتار است و کل آب قابل مدیریت در این اراضی برابر ۴/۷۲۶ میلیارد متر مکعب است و متوسط عملکرد جو برابر ۱۰۱۹ کیلوگرم به دست آمد. متوسط شاخص بهره‌وری بارش در تولید جو دیم برابر ۰/۲۳۹ کیلوگرم بر متر مکعب است. شاخص بهره‌وری بارش از عرض جغرافیایی ۳۲ رو به افزایش نهاده و این افزایش تا عرض جغرافیایی ۳۷/۵ ادامه دارد. رابطه بین ارتفاع و عملکرد جو یک رابطه خطی نزولی است و بیشترین فراوانی در محدوده ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر واقع است. با

باغات دیم تحت سامانه‌های استحصال و جمع‌آوری آب باران مفید باشد.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج پروژه تحقیقاتی شماره ۸۹۰۰۶-۱۵-۴۹-۴ است که با اعتبارات و امکانات موسسه تحقیقات کشاورزی دیم و مرکز تحقیقات کشاورزی استان سمنان (شاهرود) اجرا گردید، بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

افزایش ارتفاع، شاخص بهره‌وری بارش افزایش یافته و در ارتفاع ۱۸۰۰-۱۰۰۰ متری بیشترین فراوانی و تجمع نقاط مشاهده می‌شود و پس از آن به تدریج شاخص بهره‌وری بارش کاهش نشان می‌دهد. این تحلیل می‌تواند برای مدیران در اتخاذ تصمیم به منظور بهبود عملکرد و شاخص بهره‌وری بارش، اصلاح مدیریت زراعی متناسب با هر منطقه، امکان‌سنجی آبیاری محدود و نیز امکان‌سنجی توسعه

منابع مورد استفاده:

- ۱- **توکلی ع.ر. ۱۳۸۹.** بهبود بهره‌وری آب با بکارگیری مدیریت تلفیقی آبیاری محدود و عملیات زراعی برتر در زراعت غلات دیم. رساله دکتری گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، ۲۱۲ص.
- ۲- **توکلی ع.ر.، لیاقت ع.، و زینب ا. ۱۳۹۲.** بررسی نقش پارامترهای اقلیمی بر عملکرد دانه گندم در مناطق دیم کوهدشت و پلدختر استان لرستان. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی (پذیرفته شده).
- ۳- **ذوالفقاری ح.، هاشمی ر. و فشی م. ۱۳۸۸.** بررسی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۲، ۲۴(۱): ۱۸۸-۱۶۵.
- ۴- **رسولی ع.ا.، قاسمی گل‌عدانی ق. و سبحانی ب. ۱۳۸۴.** نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد مطالعه: استان اردبیل. جغرافیا و توسعه، بهار و تابستان: ۲۰۰-۱۸۳
- ۵- **ساری صراف ب.، رجایی ع. و مصری علمداری پ. ۱۳۸۸.** بررسی رابطه بین بارش و توپوگرافی در دامنه‌های شرقی و غربی منطقه کوهستانی تالش. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۰، ۳۵(۳): ۸۴-۶۳.
- ۶- **سرمدنیا غ.ح. و کوچکی ع. ۱۳۷۴.** جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۲۴ص.
- ۷- **عزیزی ق. ۱۳۷۹.** برآورد بارش موثر در رابطه با کشت گندم دیم، مطالعه موردی دشت خرم آباد. پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۳۹: ۱۲۳-۱۱۵.
- ۸- **عساکره ح. ۱۳۸۶.** تغییرات زمانی-مکانی بارش ایران زمین طی دهه‌های اخیر. جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰: ۱۶۴-۱۴۵.
- ۹- **علیجانی ب. ۱۳۷۵.** آب و هوای ایران، جلد دوم. انتشارات دانشگاه پیام نور.

- ۱۰- **علیجانی ب.** ۱۳۸۱. نقش آمار در توسعه علم جغرافیا. ششمین کنفرانس بین‌المللی آمار ایران، ۴ تا ۶ شهریور ۱۳۸۱، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۱۱- **علیجانی ب.، کاویانی م.ر.** ۱۳۷۱. مبانی آب و هواشناسی، جلد اول. انتشارات سمت.
- ۱۲- **فرج‌زاده م.، و تکلویغش ع.** ۱۳۸۰. ناحیه‌بندی اگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تاکید بر گندم دیم. نشریه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۱: ۴۴-۲۵.
- ۱۳- **مظفری غ. و قائمی ه.** ۱۳۸۱. تحلیل شرایط بارش در سطح نواحی دیم‌خیز، مطالعه موردی شرق کرمانشاه. پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۴۲: ۱۱۹-۱۰۳.
- ۱۴- **مهدوی م.** ۱۳۷۱. هیدرولوژی کاربردی، جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.
- 15- **Basist A, Bell GD and Meentemyer V.** 1994. Statistical relationship between topography and precipitation pattern. *J. of Climate*, 7: 1305-1315.
- 16- **Houghton JG.** 1979. A model for orographic precipitation in the north-central Great Basin. *Monthly Weather Review*, 107 no 11.
- 17- **Keshavarz A, Ashrafi M, Heydari N, Poursan M and Farzaneh E.** 2005. Water allocation and pricing in agriculture of Iran. Proceedings of an Iranian-American workshop on Water Conservation, Reuse and Recycling, U.S. National Research Council of the National Academies, The National Academies Press, Washington, D.C.
- 18- **Konrad CE.** 1996. Relationships between precipitation event types and topography in the Southern Blue Ridge Mountains of the southeastern USA. *International Journal of Climatology*, 16(1): 49-62.
- 19- **Lommasson T.** 1947. Developments in range management: the influence of rainfall on the prosperity of eastern Montana, 1878-1946. *Bull.*, No 7. U.S. Forest Service.
- 20- **Popper DE and Popper FJ.** 1987. The Great Plains: from dust to dust. *Planning (Dec.)*: 1318.
- 21- **Rosenzweig C and Reibsame WE.** 1989. Great Plains. p. 353-370. In: Lawson, M.P., and M.E. Baker (Eds.). *The Great Plains: Perspectives and Prospects*. Lincoln: University of Nebraska Press.
- 22- **Satya P and Ryosuke S.** 1999. GIS-based regional spatial crop yield modeling. <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1999/ts1/ts1008pf.htm>
- 23- **Schillinger WF, Schofstoll SE and Alldredge JR.** 2008. Available water and wheat grain yield relations in a Mediterranean climate. *Field Crops Research*, 109: 45-49
- 24- **Storr D and Ferguson HL.** 1973. The distribution of precipitation in some mountainous Canadian watersheds. In: *Distribution of Precipitation in Mountainous Areas, II*, 243-253. WMO no. 326, Geneva.
- 25- **Tavakoli AR, Oweis T, Ashrafi Sh, Asadi H, Siadat H and Liaghat A.** 2010. Improving rainwater productivity with supplemental irrigation in upper Karkheh river basin of Iran. *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)*, Aleppo, Syria, 123pp.
- 26- **Worster D.** 1979. *Dust Bowl: The Southern Great Plains in the 1930*. New York: Oxford University Press.

Influence of Topography and Latitude on Rain Water Productivity and Rainfed Barley yield

Ali Reza Tavakoli¹, Abdolmajid Liaghat² and Amin Alizadeh³

1- Assis. Prof. of Agricultural and Natural Resources Research Center of Semnan Province (Shahrood)

2-Prof. of Tehran University 3-Prof. of Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Low cereal and legumes yields and their RWP index are mainly due to poor distribution of rainfall and poor agronomic management practices. Rainfed barley yield and rain water productivity (RWP, defined as rainfed grain yield divided by the total crop season annual rainfall water) in the dry farming are considerable by topography and latitude. Yield data, rainfall, altitude and latitude of 182 points during the 2003-2007 were used. Total rainfed barley areas under consideration are 1.032 million ha, total rain water available at this area is 4.726 billion cubic meters and barley yield was obtained equal to 1019 kg/ha. Average rain water productivity of rainfed barley was obtained 0.239 kg per cubic meter. Areas of study, 32.4% areas have less than 85 percent of the average rain water productivity, 26.4 % have between 85 and 115 percent of of the average rain water productivity and 41.2% have more than 15 percent of the average rain water productivity. While, the rain water productivity of 80% areas less than 0.33 kg per cubic meter, only yield of 20 % area are more than 1303 kg/ha. Yield of 60% area (with RWP less than 0.28 kg.m-3) is less than 1027 kg/ha. Rain water productivity on the rise from latitude 32 and this trend continues until latitude 37.5. Relationship between topography and barley yield is a negative linear and highest frequency is topography ranges from 1200 to 1800 m. With increasing topography, RWP increased, and highest frequency is topography ranges from 1000 to 1800m and then gradually decreased rain water productivity.

Keywords: Climate, Latitude, Rain Water productivity, Topography, Yield