بررسی و برآورد نقش عوامل اقلیمی بر NDVI گندم با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS در منطقه عمومی شهرستان مشهد

سید حسین ثنایی نژاد[۱]، سارا خجسته شعرباف[۱]، سید مجید هاشمی نیا[۲]

چکیده

سبزینگی گندم می‌تواند معیار مناسبی برای تشخیص شادابی، میزان تنش گیاهی ناشی از کم آبی و نیز تراکم و کیفیت محصول باشد. در این تحقیق از شاخص NDVI به بدست آمده از تصاویر سنجنده MODIS ماهواره TERRA به عنوان شاخص سبزینگی استفاده شد و نقش عوامل هواشناسی و رابطه آن با شدت سبزینگی گندم، و نیز مدلسازی این تاثیر مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور شاخص NDVI برای سه مزرعه گندم در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در شهرستان مشهد از تصاویر مربوطه محاسبه و استخراج شد. سپس با توجه به مقادیر این شاخص و نیز اندازه گیری مقادیر چهار عامل هواشناسی دما، بارش، رطوبت و ساعت آفتابی که در ایستگاه‌های مجاور این مزرعه‌ها اندازه‌گیری شده بودند محاسبات آماری رگرسیون چند متغیره انجام گردید. با استفاده از داده‌های اقلیمی تلاش شد تا ارتباطی بین عناصر اقلیمی و شاخص NDVI برقرار شود. سه روش آماری ورود متغیرها[۴]، پیش رونده[۵] و پس رونده[۶] برای این تحلیل مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور بررسی ویژگی‌های پراکنش مقادیر مدل‌ها نسبت به یکدیگر و نسبت به مقادیر NDVI از نمودار پراکنش ماتریس آرایه‌ای از هر زوج از متغیرهای مدل‌ها استفاده شد. نتایج به دست آمده از این محاسبات و مقایسه ضرایب همبستگی و میانگین‌های به دست آمده نشان داد که روش پس رونده از قابلیت بالاتری نسبت به دو روش دیگر برخوردار است و برآورد نزدیکتری به داده‌های واقعی ارایه می‌کند. پس از انتخاب این مدل به عنوان مدل نهایی، نتایج آن مورد آزمون قرار گرفت. برای این کار ۲۰ درصد از کل نمونه‌های انتخابی برای آزمون و ۸۰ درصد دیگر برای اجرای مدل انتخاب شدند. نتایج نشان داد که تغییرات محسوسی در ضریب همبستگی بین پس رونده و آزمون پس رونده[۷] و یادگیری پس رونده[۸] به وجود نمی‌آید، به طوریکه مقادیر به دست آمدهٔ R بسیار به یکدیگر نزدیکند. بنابراین با استفاده از این روش مقادیر NDVI گندم تا میزان ۷۹ ٪ برآورد گردید. عدم برآورد کامل این شاخص با این روش احتمالا مربوط به تاثیر عوامل دیگری مانند نوع و شرایط خاک، توپوگرافی، نهاده‌های کشاورزی، آفات و سایر عوامل ناشناخته بر میزان سبزینگی گندم می‌باشدکه با شاخص NDVI معرفی شده است. با استفاده از نتایج این تحقیق می‌توان قابلیت کشت گندم را در رابطه با عوامل اقلیمی مناطق مختلف تعیین کرد.

واژه‌های کلیدی: NDVI ، گندم، GIS ، رگرسیون چند متغیره.

مقدمه

اطلاع از میزان سبزینگی گیاه در هر مرحله از رشد آن نتایج مهمی را از نظر تامین نیازهای آن و در مدیریت بهینه مزرعه به‌همراه دارد. میزان سبزینگی در واقع نمایانگر عواملی است که در رشد گیاهان موثر می‌باشند، این عوامل شامل متغیرهای هواشناسی، فیزیولوژیکی و نهاده‌های زراعی می‌باشند(۶).

عوامل یاد شده در میزان سبزینگی و میزان عملکرد گیاهان موثرند، به‌طوری که اطلاع از عملکرد آتی گیاهان به‌منظور برنامه ریزی‌های زراعی از جمله مهمترین مسائل در کشاورزی پایدار است. از طرف دیگر عوامل هوا شناسی مهمترین تاثیر را در عملیات کشاورزی دارند. حتی پراکنش

۱ و ۳ - عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و۲- دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

4- Enter 5- Forward 6- Backward 7- Testing Backward 8- Training Backward

Archive of SID

www.SID.ir

گونه‌های گیاهان طبیعی و زراعی در عرضهای جغرافیایی و ارتفاعات مختلف در رابطه با عوامل هواشناسی و بخصوص بارندگی و دما قرار میگیرند (۷ و ۸).

برای آن که بتوان از یک رژیم اقلیمی معین و شرایط طبیعی هر منطقه حداکثر بهره برداری زراعی را کسب نمود لازم است قبل از هر برنامه ریزی در این زمینه عوامل هواشناسی و طبیعی آن منطقه را مورد بررسی قرار دهیم. از طرفی بنا بر برنامه ملی مبنی بر توسعه کشت گندم به‌منظور دستیابی به‌خودکفایی این محصول، توجه ویژه به‌تحقیقات مختلف برای تعیین مناطق مستعد کشت این گیاه ضروریست. بر این اساس استفاده از پهنه بندی داده‌های هواشناسی برای تعیین قابلیت تولید محصول گندم می‌تواند به‌عنوان یکی از راهکارها مورد توجه قرار گیرد. چنین روشی از پهنه بندی حتی می‌تواند برای پیش بینی قابلیت کشت و عملکرد محصول نیز مورد استفاده قرار گیرد (۹ و۱۲).

تحقیقات مختلفی و با روش‌های گوناگون در زمینه بررسی شرایط زراعی و محیطی (اقلیمی) موثر بر کشت محصولات کشاورزی از جمله گندم صورت گرفته است. نخستین مطالعات در زمینه پیش بینی عملکرد محصولات زراعی در ایران طی سالهای دهه ۵۰ شمسی (دهه ۷۰ میلادی)آغاز شد. یکی از این تحقیقات مطالعات مربوط به‌کشت ۱۵ محصول استراتژیک کشور می‌باشد که به‌وسیله مهندسین مشاور کوانتا و به‌سفارش سازمان هواشناسی کشور انجام گرفت (۶). در تحقیقات اولیه، هدف یافتن رابطه آماری ساده‌ای بین متغیرهای اقلیمی و میزان عملکرد بود. در این راستا مطالعه‌ای به‌ویژه جهت ارزیابی امکان پیش بینی عملکرد گندم از روی داده‌های بارندگی و روابط موجود بارندگی - عملکرد در مناطق عمده تولید گندم در ایران انجام گرفت (۱).

مطالعات بسیاری در همین زمینه در سایر کشورها نیز به‌انجام رسیده است. از جمله یک برنامه تحقیقاتی که در منطقه دلونتو[1] واقع در شمال ایتالیا که دارای کاربری زمین و پوشش گیاهی کاملاً پیچیده‌ای است به‌کمک دانشگاه کالیفرنیا به‌مرحله اجرا در آمد. در این برنامه از سامانه اطلاعات جغرافیائی (GIS) نیز برای جمع آوری داده‌های محیطی، اقتصادی و کشاورزی در منطقه استفاده شد تا دقت مورد نیاز مدل را با هدف گسترش روند تعیین تولید و برداشت محصولات منطقه‌ای فراهم سازد (۳).

رایت و همکاران (۱۳) نیز مطالعه‌ای را در جنوب ایالت آیداهو در امریکا انجام دادند. این محققین روش‌های تحلیل مکانی[2] مختلفی را در مزارع گندم تحت شرایط تنش آبی و به‌صورت غیر یکنواخت با استفاده از تصاویر Ikonos و Quickbird مورد آزمون قرار دادند. در این تحقیق شاخص NDVI از این تصاویر محاسبه و با بهره گیری از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به‌بررسی شرایط عملکرد محصول گندم طی فصل رشد در دو سال ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ در دو مزرعه گندم پرداختند (۱۳). در این تحقیق بر اساس مقادیر NDVI گندم استخراج شده از تصاویر MODIS منطقه عمومی شهرستان مشهد و همپوشانی با لایه‌های اطلاعات اقلیمی روابط رگرسیونی بین متغیرهای اقلیمی و مقدار NDVI به‌دست آمد. بر این اساس محدودهٔ مقادیر NDVI که تحت تاثیر مجموعهٔ این متغیرهای اقلیمی حاصل می‌شوند به‌دست آمده و مبتنی بر این مقادیر محدوده‌های مناسب برای کشت گندم تعیین شدند.

مواد و روش‌ها

عرصه این تحقیق منطقه عمومی شهرستان مشهد انتخاب شد. این منطقه در محدوده طول جغرافیایی ۰۱: ۵۹ تا ۳۱: ۶۰ درجه شرقی و عرض جغرافیائی ۴۰: ۳۵ تا ۰۶: ۳۷ درجه شمالی قرارگرفته‌است. ارتفاع متوسط منطقه ۱۸۱۲ متر با حداکثر ۳۱۰۰ متر وحداقل ۸۰۰ متر از سطح دریا ودر سمت شمال شرقی استان خراسان رضوی واقع شده است (۲).

سه مزرعه کشت گندم در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در شهرستان مشهد انتخاب و موقعیت جغرافیائی آنها به‌عنوان نقاط کنترل زمینی مورد نظر با دستگاه سامانهٔ تعیین موقعیت جهانی (GPS) ثبت گردید.

یکی از روشهای شناسایی پوشش گیاهی و در نهایت برآورد سطح زیر کشت محصولات استفاده از شاخص‌های گیاهی میباشد که شاخص نرمال شده پوشش گیاهی[3]

1- DelVento 2- Spatial Analysis 3- Normalized Difference Vegetation Index

Archive of SID

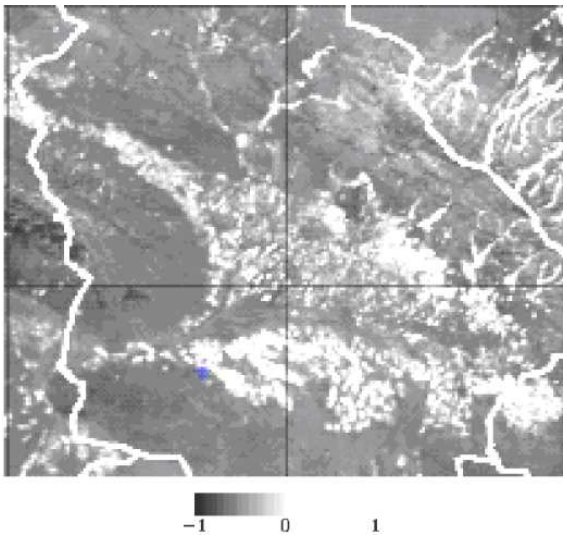
www.SID.ir

(NDVI) یکی از آنهاست. رز و همکاران این شاخص را بدین گونه ارائه کردند (۱۱).

NDVI= (NIR-Red) / (NIR + Red)

در این معادله NIR مقدار بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک و RED مقدار بازتاب در باند قرمز می‌باشد. از نظر تئوری مقدار این شاخص در محدوده ۱+ و ۱- متغیر است. مقدار این شاخص برای پوشش گیاهی متراکم به‌سوی عدد یک (معمولاً بین ۰/۳ تا ۰/۶) میل می‌کند(۱۱).

این شاخص با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS از ماهواره Terra به‌دست آمد. سنجنده MODIS با زمان بازگشت ۱۶ روز، دارای ۳۶ باند و محدوده طیفی ۰/۴ تا ۱۵ میکرون را در بر می‌گیرد (۱). برای محاسبه شاخص NDVI از باند قرمز با پهنای ۰/۶۲ تا ۰/۶۷ میکرومتر و باند مادون قرمز نزدیک با پهنای ۰/۸۴۱ تا ۰/۸۷۶ میکرومتر از تصاویر سنجنده MODIS استفاده شد. این تصاویر برای محدوده مورد مطالعه در سال ۲۰۰۴ در روزهای ۴۹ تا ۲۸۹ (۱۸ فوریه تا ۱۶ اکتبر) با گذر ۱۶ روزه از مزارع انتخابی تهیه شدند. شکل (۱) شاخص NDVI استخراج شده از این تصاویر را در منطقه عمومی مورد مطالعه نشان می‌دهد. پردازش تصویر برای محاسبه شاخص NDVI با استفاده از نرم افزار ArcGIS انجام گرفت.



شکل ۱: شاخص NDVI استخراج شده از تصاویر MODIS در منطقه عمومی مورد مطالعه.

عملیات پردازش تصویر و کنترل‌های زمینی برای استخراج مقادیر NDVI مربوط به‌مزارع گندم بر اساس روش ثنائی نژاد و همکاران (۳) انجام شد. در ادامه کار مقادیر DN[1] مربوط به‌تصاویر حاوی اطلاعات مقادیر NDVI گندم برای سه مزرعه ذکر شده به‌منظور انجام محاسبات آماری استخراج و ارزش عددی آنها به‌عنوان شاخصی برای میزان سبزینگی در منطقه مورد نظر استفاده شد.

برای اطمینان از تعمیم نتایج حاصل از طبقه بندی NDVI در مزارع شناسائی شده بر روی تصویر به‌تمام منطقه مورد مطالعه، ۱۲ نقطه دیگر در سرتاسر منطقه مورد مطالعه با اعمال دو شرط انتخاب شدند: ۱) نقاط انتخابی تقریبا به‌طور یکنواخت در منطقه پراکنده شده باشند تا کل منطقه مورد مطالعه را پوشش دهند، و ۲) ارزش عددی NDVI آنها در محدوده ارزش عددی NDVI گندم مزارع مرجع باشد.

مقادیر عوامل چهارگانه هواشناسی (دما، بارش، رطوبت نسبی و ساعات آفتابی) نیز برای محدوده مورد مطالعه استخراج گردید تا از آنها در معادلات رگرسیون چند متغیره استفاده شود. محل و دوره آماری اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده جهت انجام مدلسازی تخمین NDVI محصول گندم در جدول ۱ آمده است. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی در مدلسازی و اطمینان از صحت داده‌ها از آزمون نکویی برازش K-S[2] استفاده شد. نتایج به‌دست آمده از این آزمون بیانگر ۹۵٪ اطمینان در نرمال بودن داده‌های هواشناسی در این دوره بود.

اساس داده‌های اقلیمی اندازه گیریهایی است که با نظم زمانی از پیش تعیین شده در ایستگاههای دیده بانی هوا انجام

جدول۱: سالهای آماری مورد استفاد در این تحقیق

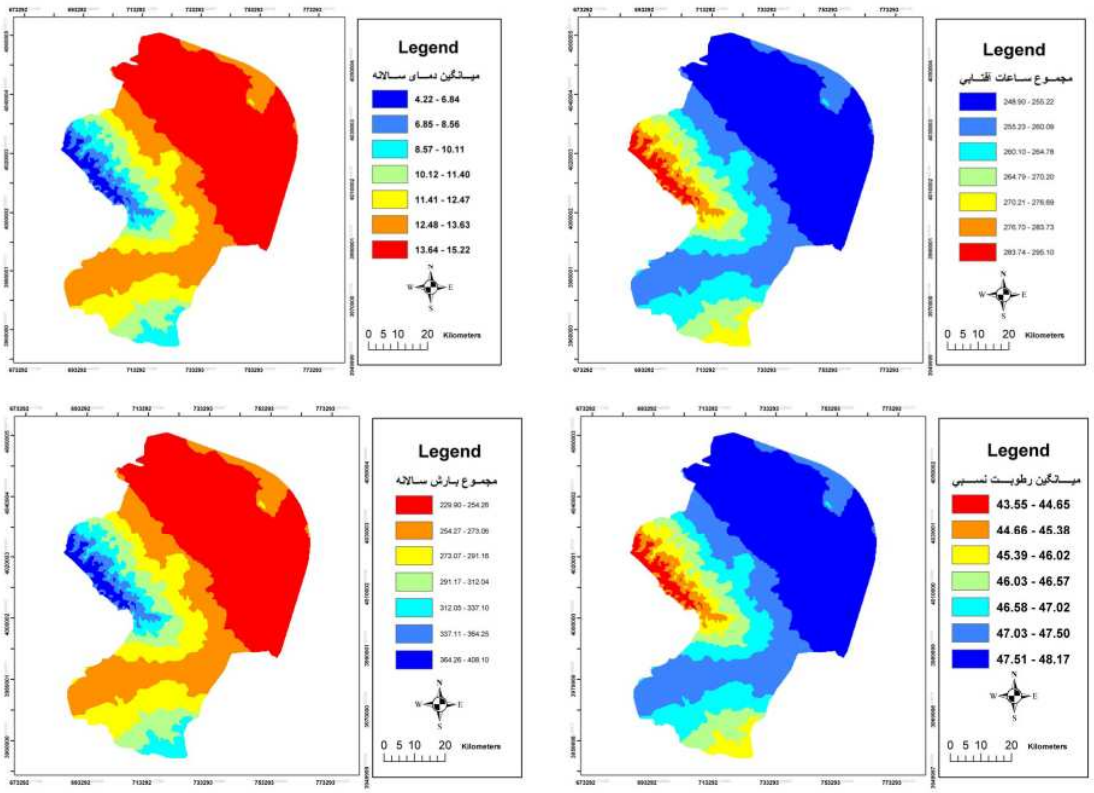
محل ایستگاه‌ها	سال های آماری موجود	بازه زمانی
مشهد	۱۹۹۰-۲۰۰۴	۱۵ سال
گلمکان	۱۹۹۰-۲۰۰۴	۱۵ سال
اسدآباد تربت حیدریه	۱۹۹۵-۲۰۰۴	۱۰ سال
دانشکده کشاورزی مشهد	۱۹۹۷-۲۰۰۴	۸ سال
نیشابور	۱۹۹۱-۲۰۰۴	۱۴ سال

1- Digital Number

2- Kolmogorov-Smirnov

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲: نقشه‌های پهنه بندی عناصر هواشناسی با استفاده از مدل ارتفاع رقومی:
الف- مجموع ساعات آفتابی سالانه، ب- میانگین دمای سالانه، ج- میانگین رطوبت نسبی سالانه و د- مجموع بارش سالانه.

می‌پذیرد. اما برای بدست آوردن مقادیر عوامل هواشناسی در فضای بین ایستگاهها راههای مختلفی وجود دارد. الگوریتم‌های درون یابی از متداولترین روشها برای تهیه نقشه‌ها و اطلاعات مورد نیاز می‌باشند.

با پیدایش و ظهور مفهوم مدل رقومی ارتفاعی زمین از دهه ۱۹۵۰ و ورود آن به‌مطالعات علوم زمین، به‌دلیل سهولت تجزیه و تحلیل اطلاعات، دقت بالای آن نسبت به‌روش‌های فوق و نیز کاربردی بودن آن بسیاری از تحقیقات علمی مربوطه را با استفاده از این روش بر روی مدل سطح واقعی زمین انجام می‌دهند. در این تحقیق نیز از همین روش برای تهیه نقشه‌های اقلیمی استفاده شده است. در این روش برای ترسیم نقشه واقعی و دقیق عوامل مورد نظر، ابتدا بین داده‌های بارش، دما و ساعات آفتابی با ارتفاع و همچنین مقدار رطوبت نسبی به‌دلیل همبستگی آن با دمای ایستگاه مورد نظر یک آزمون ضریب همبستگی خطی انجام گرفت و معادله بهترین خط برازش یافته عوامل یاد شده مطابق با ارتفاع هر کدام از ایستگاه‌ها و رطوبت نسبی مطابق با دمای ایستگاه‌ها محاسبه گردید. سپس از طریق قابلیت محاسبات مکانی نرم افزار Arc Map معادلات در لایه ارتفاع ارائه شد (شکل ۲).

برای بررسی همزمان متغیرهای مستقل چهارگانه هواشناسی و تاثیر آن بر مقادیر NDVI از روش‌های رگرسیون چند متغیره استفاده شد. بدین منظور ابتدا داده‌های جمع آوری شده از نقاط انتخابی را وارد محیط نرم افزار SPSS کرده و سپس با ۳ روش ورود متغیر، پیش رونده و پس رونده مدل‌های مذکور محاسبه واجراء گردیدند. این مدلها به‌شرح زیر می‌باشند:

روش ورود متغیرها:

$$y = -۴۱۸۲/۷۵ + (۶/۷۶۳x_S) + (۶۸/۰۹۳x_R) + (۱/۸۳۲x_P) + (۵۶/۶۰۸x_T)$$

روش پیش رونده

$$y = -۵۲۳۱/۳۷ + (۹/۳۲۱x_S) + (۸۹/۰۸۱x_R) + (۵۳/۷۲۵x_T)$$

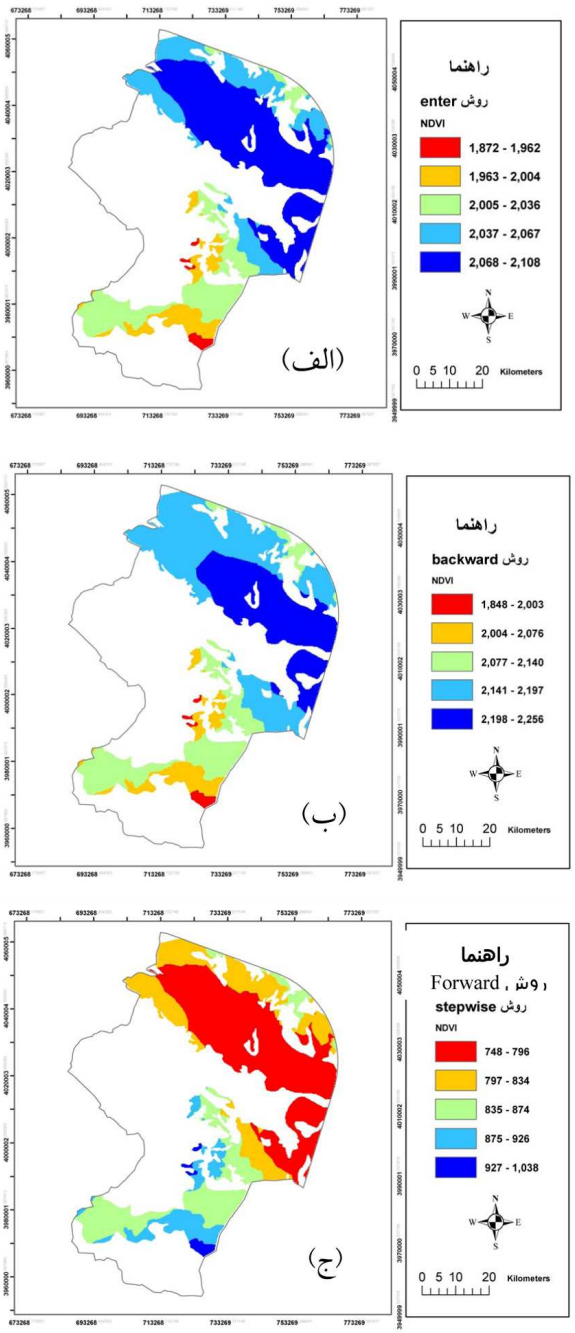
Archive

www.SID.ir

روش پس رونده

$$y = ۳۷/۸۳۷۳ + (۸۴/۷۷x_T) + (۳/۰۳۶x_P)$$

که در آنها: x_S مجموع ساعات آفتابی، x_R میانگین رطوبت نسبی (برحسب درصد)، x_P میانگین بارندگی (برحسب میلیمتر) و x_T میانگین دما (درجه سلسیوس) می‌باشد.



شکل ۳: نقشه‌های برآوردNDVI بر اساس:

الف- مدل ورود متغیرها، ب- مدل پس متغیرها و ج- مدل پیش رونده

نتایج و بحث

نقشه متغیرهای چهارگانه هواشناسی که بر اساس رابطه رگرسیونی آنها با مدل ارتفاع رقومی محاسبه شده بود، در محیط نرم افزار ArcGIS 9 با فرمت رستری تهیه شد. سپس با توجه به‌معادلات به‌دست آمده از ۳ مدل ورود متغیرها، پیش رونده و پس رونده آنها را فراخوانی کرده و با استفاده از عملگر محاسبه‌گر فضایی[1] معادلات به‌دست آمده اجرا گردیدند تا ۳ نقشه برآورد NDVI گندم برای محدوده مورد مطالعه حاصل شود. این نقشه‌ها در شکل ۳ ارائه شده‌اند.

همانطور که در نقشه‌های به‌دست آمده از مدلها مشاهده می‌گردد، مقادیر متفاوتی از پیش بینی NDVI گندم تحت شرایط متفاوت متغیرهای مستقل در مناطق مختلف اراضی کشاورزی وجود دارد. بدیهی است نمی‌توان مدلی یافت که دارای تطابق کامل با شرایط واقعی مقدار NDVI گندم باشد، زیرا ساده سازی‌های اعمال شده در مدل با شرایط واقعی تفاوت‌هایی دارد. بدین معنی که بر اساس تجربه و شناخت یکسری عوامل هواشناسی موثر بر NDVI گندم، مدل‌هایی ارایه می‌شوند که از پیش‌بینی و کارایی خوبی برخوردار باشند.

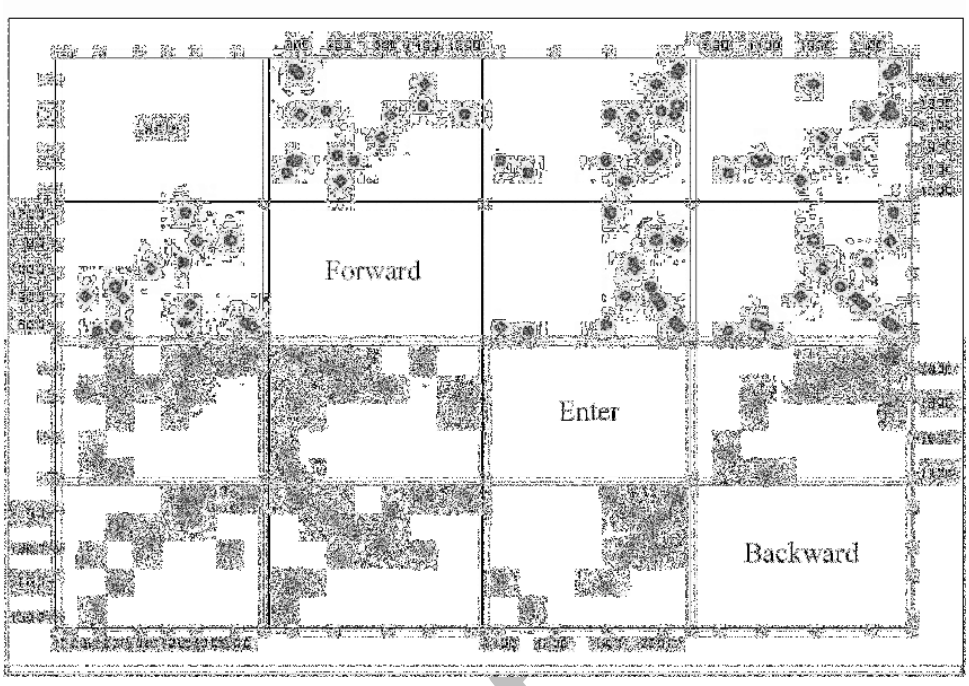
البته باید توجه داشت که نقشه‌های ارائه شده NDVI منطقه را نشان نمی‌دهند، بلکه در واقع نشان دهنده پتانسیل این شاخص گیاهی بر اساس عناصر هواشناسی حاکم بر این منطقه می‌باشند. به‌این معنی که اگر در هر کدام از این مناطق محصول گندم کشت شود، آنگاه شاخص سبزینگی آن تقریبا برابر با مقدار نشان داده شده خواهد بود.

به منظور بررسی ویژگی‌های پراکنش مقادیر مدل‌ها نسبت به‌یکدیگر و نسبت به‌مقادیر NDVI از نمودار پراکنش ماتریس آرایه‌ای متغیرهای مدل‌ها استفاده شد. بیشترین پراکنش در بین مدل‌ها نسبت به‌مقادیر NDVI در مدل پیش رونده مشاهده شد که از هیچ گونه الگوی خاصی تبعیت نکرده و کمترین پراکنش با مقادیر واقعی NDVI در مدل پس رونده مشاهده شد (شکل ۴).

مقدار درجه همبستگی بین مدل‌ها و مقادیر واقعی NDVI بررسی شد. نتایج نشان داد که بالاترین درجه همبستگی بین دو مدل پس رونده و ورود متغیرها با ۷۸ درصد در سطح معنی داری (۰/۰۵) قرار داشت و کمترین آن در مدل پیش

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴: نمودار ماتریس آرایه‌ای بین مقادیر مدل و مقادیر NDVI به دست آمده از تصویر

رونده با ۳۶ درصد همبستگی در همان سطح معنی دار بود (جدول ۲).

بررسی فوق نشان می‌دهد که مدل پس رونده از همخوانی و توانایی بیشتری در پیش بینی مقادیر واقعی NDVI نسبت به‌سایر مدل‌ها برخوردار است. برای اثبات این مطلب نیاز به‌بررسی و آزمون میانگین‌های مقادیر پیش بینی شده مدل‌های مذکور با مقادیر NDVI به‌دست آمده از تصاویر برای گندم است.

جدول ۲. ماتریس درجه همبستگی بین مقادیر حاصل از مدل و مقادیر NDVI به دست آمده از تصویر

	NDVI	Forward	Enter	Backward
NDVI	۱			
	***			
Forward	۰/۲۳	۱		
	۰/۴	***		
Enter	*۰/۶۲	۰/۲۳	۱	
	۰/۰۱۳	۰/۳۸	***	
Backward	**۰/۷۱	۰/۳۶	**۰/۷۸	۱
	۰/۰۰۳	۰/۱۸	۰/۰۰۱	***

* همبستگی معنی دار در سطح ۵ درصد

** همبستگی معنی دار در سطح ۱ درصد

مقادیر p-value حاصل از آزمون ویلکاکسون نشان داد که فرض صفر مبنی بر برابری میانگین‌ها نسبت به‌مقادیر NDVI واقعی تنها برای دو مدل پس رونده و ورود متغیرها قابل قبول بوده و این مقدار برای مدل پس رونده بیشتر از مدل ورود متغیرها می‌باشد. از طرفی بیشترین تفاوت در مقادیر NDVI در مدل پیش رونده و کمترین آن در دو مدل پس رونده و ورود متغیرها مشاهده شد. این تفاوت در مدل پس رونده کمتر از مدل ورود متغیرها و به‌حداقل تفاوت یعنی صفر نزدیک‌تر بود. از این رو این مدل به‌عنوان مناسب‌ترین مدل تخمینگر NDVI گندم انتخاب و معرفی گردید.

اکنون باید مشخص نمود که تا چه اندازه مناطق انتخابی گندم نمایانگر شرایط واقعی اقلیمی مؤثر بر NDVI گندم در منطقه مورد مطالعه هستند. به‌عبارتی آیا با تغییر در تعداد نمونه‌های انتخابی، در مقادیر ضریب همبستگی بین مقادیر پیش بینی شده NDVI توسط مدل با NDVI واقعی به‌دست آمده از تصاویر مناطق مورد مطالعه تغییری مشاهده می‌شود یا خیر؟ بدین منظور برای آزمون صحت نتایج مدل یا باید با انجام عملیات میدانی نمونه‌ها را از زمین برداشت کرده و

Archive of

www.SID.ir

به‌صورت لایه اطلاعاتی مورد بررسی قرار داد و یا با استفاده از نمونه‌هایی که برای مدلسازی از آنها استفاده شد، تعدادی را برای آزمون نتایج جدا کرد. در این تحقیق از روش دوم برای آزمون صحت سنجی استفاده شد.

پس از انتخاب مدل پس رونده به‌عنوان مدل نهایی، نتایج آن مورد آزمون قرار گرفت. بدین منظور با فراخوانی لایه‌های مقادیر برآورد شده و واقعی نمونه‌های انتخابی NDNI گندم در محیط Arc Map و با به‌کارگیری برنامهٔ تحلیل‌های زمین آماری، ۲۰ درصد از کل نمونه‌های انتخابی برای آزمون و ۸۰ درصد برای اجرای مدل انتخاب شدند. بعد از اجرای این عملیات، دو لایه آزمون و اجرا را که به‌فرمت Shpefile بود، در محیط ArcView فراخوانی کرده و با برنامهٔ Theme Regression این دو لایه با NDVI واقعی نمونه‌های انتخابی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که تغییرات محسوسی در ضریب همبستگی بین پس رونده و آزمون پس رونده و آمورش پس رونده به‌وجود نمی‌آید، به‌طوریکه مقادیر بدست آمده R بسیار به‌یکدیگر نزدیکند. (جدول۳)

بنابراین با وجود تغییرات صورت گرفته در تعداد نمونه‌های انتخابی می‌توان نتیجه گرفت مدل پس رونده با نمونه‌هایی که در اختیار آن گذاشته شد برای برآورد NDVI مزارع گندم مناسب‌تر است. نزدیکترین مقادیر پیش بینی شده به‌واقعیت در میان مدل‌ها در مدل پس رونده و کمترین آن در مدل پیش رونده مشاهده شد. از مقایسه میانگین‌ها نیز می‌توان چنین استنتاج نمود که مدل پس رونده از همخوانی بیشتری با مقادیر واقعی NDVI به‌دست آمده از تصاویر برخوردار است. نتایج نشان می‌دهد که بالاترین درجه همبستگی بین مدل‌ها با مقادیر NDVI واقعی از مدل پس رونده با ۷۹ ٪ همبستگی در (R < ٪۵) ۰ به‌دست می‌آید (جدول ۴).

جدول ۳: مقایسه ضرایب همبستگی بین نمونه‌های انتخابی گندم آموزش و آزمون با نمونه اصلی

لایه اطلاعاتی	R
Testing (Backward)	۰/۹۱
Training (Backward)	۰/۸۹
Backward	۰/۸۴

جدول ۴: مقادیر ضریب همبستگی بین مدل‌ها و NDVI.

نام مدل	p-valne	R2	R2 Adjusted
Forward	۰/۰۰۱	٪۵	۰/۴۴
Enter	۰/۲۲۹	٪۳۸	۰/۳۶
Backward	۰/۳۸۹۲	٪۷۹	۰/۷۵

برآورد شاخص سبزینگی گیاه می‌تواند گامی موثر در تخمین عملکرد آن محسوب شود، چرا که عملکرد در واقع نتیجه مستقیم سبزینگی می‌باشد. عوامل هواشناسی عمده‌ترین تاثیر را در سبزینگی گیاهان دارند. این ارتباط با توجه به‌نتایج این تحقیق به‌خوبی می‌تواند توضیح داده شود، و از این میان دما نقش پررنگ تری را نسبت به‌بقیه عوامل هواشناسی ایفا می‌کند. این موضوع را می‌توان از مقایسه ضرایب استاندارد در مدل انتخابی به‌وضوح مشاهده کرد.

برای تعیین سهم هر یک از متغیرهای هواشناسی در مدل انتخابی، باید ضرایب آنها را در مدل مورد بررسی قرار می‌گیرد. ضرایب متغیرهای مستقل نمی‌توانند به‌طور مستقیم در مدل مورد مقایسه قرار بگیرند، چرا که هر کدام از آنها واحدهای متفاوتی با بقیه دارند. برای برطرف شدن این مشکل باید از ضرایب بتای استاندارد شده استفاده شود که دارای واحد نمی‌باشد.

با مقایسه ضرایب استاندارد بتا برای دو عامل بارش و دما در مدل انتخابی (جدول ۵) می‌توان دید که ضریب دما (۰/۶۹۸) تقریبا ۱/۸۴ برابر ضریب بارش (۰/۳۷۹) می‌باشد. این بدان معنی است که تاثیر دما در برآورد میزان NDVI گندم ۱/۸۴ برابر تاثیر بارش است.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با استفاده از تحلیل آماری

جدول ۵: مقادیر ضرایب در مدل انتخابی

	ضریب استاندارد شده β	مقدار P	مقدار t	خطای معیار
بارش	۰/۳۷۹۳۵۹	۰/۰۱۸۳	۲/۷۳	۱/۱۱۳۲۰۵
دما	۰/۶۹۸۱۶۱	۰/۰۰۰۳	۵/۰۲	۱۶/۸۸۸۲۳

Archive of SID

www.SID.ir

و ضرایب به‌دست آمده از یک رگرسیون چند متغیره بر اساس داده‌های اقلیمی دما و بارش یک منطقه می‌توان برآورد قابل قبولی از میزان سبزینگی در مناطقی که هنوز در آن گیاه گندم کشت نشده ولی قابلیت عمومی برای کشت گندم را دارا هستند به‌دست آورد، بدین ترتیب و به‌امکان‌سنجی توسعه مناطق زیر کشت گندم کمک کرد.

تحلیل آماری انجام شده در این تحقیق نشان داد که مدل انتخابی پس رونده با چنین نوع داده‌هایی قادر به‌برآورد واقعی مقادیر NDVI گندم تا میزان ۷۹ ٪ می‌باشد. به‌عبارت دیگر مدل مذکور ۷۹ ٪ تغییرات متغیر وابسته (NDVI گندم) را نسبت به‌متغیرهای مستقل (عوامل چهارگانه هواشناسی) در مدل رگرسیونی توضیح می‌دهد. ۲۱٪ باقیمانده از تغییرات NDVI گندم ممکن است به‌عوامل دیگری مانند بافت و شرایط خاک، توپوگرافی، نهاده‌های کشاورزی، آفات و سایر عوامل ناشناخته وابسته باشد. بنابراین احتمالا در صورت شناخت و ورود چنین داده‌هایی به‌این مدل تحلیل توانایی آن در برآورد NDVI گندم افزایش می‌یابد.

در بین عناصر هواشناسی مورد مطالعه بیشترین عامل تاثیرگذار بر NDVI گندم، دما با ۳۳٪ و کمترین آن ساعات آفتابی با ۱۶٪ به‌دست آمد.

منابع

۱- اسماعیلی، دالک.۱۳۷۱،شناخت و سنجش سازه های جوی مؤثر در کشاورزی،چاپ اول، مرکز نشر دانشگاه شیراز.

۲- آمارنامه کشاورزی، جلداول، محصولات زراعی و باغی، سال زراعی ۸۲ – ۱۳۸۱، وزارت جهاد کشاورزی.

۳- ثنائی نژاد، سید حسین. رضا صدر آبادی حقیقی، کیومرث کلارستانی و امیر رضا شاه طهماسبی. ۱۳۸۶، برآورد سطح زیر کشت گندم در استان خراسان رضوی با استفاده از تصاویر ماهواره TERRA، مجله علوم و صنایع کشاورزی،ج. ۲۱ ش. ۲

۴- ثنایی نژاد، سید حسین. ۱۳۷۷ مقدمه ای بر سیستمهای اطلاعات جغرافیایی GIS. ، جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۲۲۳.

۵- خالدی، ش. ۱۳۷۴. آب و هواشناسی کاربردی. نشر قومس. ص .۸۱

۶- دردخوار،ع. تابستان ۱۳۸۳. «اقلیم کشاورزی لامرد با تأکید بر کشت گندم». پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷- قطره سامانی، م و قطره سامانی، س. ۱۳۸۲. « پهنه بندی آگروکلیماتولوژیکی استان چهار محال و بختیاری از نظر قابلیت سنجی کشت گردو با استفاده از GIS ». مرکز هواشناسی شهرکرد.

۸- کوچکی، ع. و محلاتی، م. اکولوژی گیاهان زراعی. جلد اول. چاپ دوم. پاییز ۱۳۷۳. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص۶۱

9-http://www.agri-jahad.org/introduce.asp?page=importantplan.htm

10-http://www.mellat.majlis.irhttp

11-Rouse, J. W., R. H. Haas, J. A. Schell and D. W. Deering, 1973. Monitoring vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP - 351, Vol. 1, pp. 309-

12-Simpson J. and J. A. Stitt. 1998. Procedure for the detection and removal of clouds shadow from AVHRR data over land. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,, Vol. 36, No 3, pp :880 – 897

13-Wright, D. L., J.D. Ramsey, R. Baker and D. V. Philip Rasmussen, 2003. A Comparison of Two Geospatial Technologies In Non-Uniform Wheat Fields: Yield Monitors and Remote Sensing, ASPRS2003, Annual Conference, Anchorage, Alaska, Proceedings

Archive of SID

www.SID.ir

An investigation into the relationship between NDVI and climatological factors in wheat planted farms in Mashhad area using MODIS images

S. H. Sanaeinejad, S. Khojasteh, S. M. Hasheminia[1]

Archive of SID

Abstract

Vegetative vigor or “greenness" for wheat could be considered as an appropriate index to measure plant health, water deficiency stress and also plant density and quality, which can be determined by Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). In this study MODIS images were used to calculate NDVI. The index values were compared with climatological factors to assess the relations between vegetative vigor and climatological factors. The consequent results can be used in crop modeling equations. The NDVI values for three selected wheat farms in Mashhad area were calculated using MODIS images for 2003-2004 growing season. The data of four clamatorial factors including air temperature, precipitation, relative humidity and sunshine hours were also collected from the nearest weather station to the farms. Then a multi-regression statistical analysis was performed to find the relations between wheat’s NDVI and climatological factors in the study area. Pertaining statistical methods including Mixed, and Stepwise (Forward and Backward) were used in this analysis. Scattering matrix was used to determine the data scattering of the models and NDVI values for the sake of comparison. The results showed that Backward method was more appropriate than the other two methods for predicting NDVI values of the study area. After finalizing this model the results were statistically tested using 20% of the samples for the test purpose and the remaining 80% for running the model. The results showed that there was no significant difference between Backward, Testing Backward and Training Backward models. The results from the latter method showed that the NDVI of the pixels could be estimated for 79% of the cases. It can be stated that the rest of NDVI values could be affected by other environmental factors such as soil type and conditions, topographical characteristics, agronomical practices, plant diseases and other unknown factors. Finally, maps showing the potential wheat farming in the area according to the model results were developed.

Key words: NDVI, wheat, GIS, multi-regression model.

1. Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

www.SID.ir